

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

WILLIAN SEVERINO DA SILVA

**Desempenho funcional na Terapia por Contensão Induzida modificada em
ambientes real e virtual em pessoas pós Acidente Vascular Encefálico**

São Paulo

2022

WILLIAN SEVERINO DA SILVA

Desempenho funcional na Terapia por Contensão Induzida modificada em ambientes real e virtual em pessoas pós Acidente Vascular Encefálico

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências da Atividade Física Pelo programa de Pós Graduação da Escola de Artes Ciências e Humanidades – USP

Orientador:
Prof. Fernando Henrique Magalhães

Area de concentração:
Desempenho Físico e motor

São Paulo

2022

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 a fonte.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Artes, Ciências e Humanidades,
com os dados inseridos pelo(a) autor(a)
Brenda Fontes Malheiros de Castro CRB 8-7012; Sandra Tokarevicz CRB 8-4936

Silva, Willian Severino da
Desempenho funcional na Terapia por Contensão
Induzida modificada em ambientes real e virtual em
pessoas pós Acidente Vascular Encefálico / Willian
Severino da Silva; orientador, Fernando Henrique
Magalhães. -- São Paulo, 2022.
32 p: il.

Dissertacao (Mestrado em Ciencias) - Programa de
Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física, Escola
de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de
São Paulo, 2022.

Versão corrigida

1. Acidente cérebro vascular. 2. Terapia por
contensão induzida. 3. Interface usuário-
computador. I. Magalhães, Fernando Henrique,
orient. II. Título.

Nome: SILVA, Willian Severino

Título: Desempenho funcional na Terapia por Contensão Induzida modificada em ambientes real e virtual em pessoas pós Acidente Vascular Encefálico

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências da Atividade Física Pelo programa de Pós Graduação da Escola de Artes Ciências e Humanidades – USP

Area de concentração:

Desempenho Físico e motor

Aprovado em: ___ / ___ / _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

RESUMO

SILVA, Willian Severino. **Título:** Desempenho funcional na Terapia por Contensão Induzida modificada em ambientes real e virtual em pacientes com Acidente Vascular Encefálico. 2022. P 32. Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. Versão Original.

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) ocorre quando problemas na irrigação sanguínea do cérebro causam a morte celular, o que faz com que partes do cérebro deixem de funcionar, ocasionando disfunção do sistema motor e/ou cognitivo. A recuperação do dano funcional depende da plasticidade neuronal, ou seja, da capacidade de regeneração e reorganização neuronal. Dentre os recursos terapêuticos que podem auxiliar na restauração das funções afetadas destaca-se a Terapia de Contensão Induzida (TCI). A associação dessa técnica com a realidade virtual pode tornar-se uma nova abordagem na área da reabilitação. Objetivo: Analisar o desempenho funcional da terapia de contensão induzida em ambiente real e virtual em pessoas pós acidente vascular Cerebral. Método: A avaliação inicial foi composta pelos questionários: Moving Activity Log (MAL), escala Fugl-Meyer, Wolf Motor Function Test, Mini Exame do Estado Mental e Orpington. Todos os pacientes selecionados seguiram o protocolo da TCI, utilizando quatro Shaping (colocar blocos em cima da caixa; limpar a mesa; colocar palitos em uma garrafa; feijão e colher). Desta forma, 10 pessoas pós-AVE realizaram dois protocolos de intervenção. Ou seja, foram divididos em dois grupos de 5 participantes cada: um grupo realizou 10 sessões de intervenção conforme proposta da TCI real e outro grupo realizou 10 sessões por meio da terapia de realidade virtual (TCI virtual). Após esta intervenção, os grupos foram trocados (crossover). Ou seja, ambos os grupos realizaram mais 10 sessões de intervenção com troca de protocolo (participantes que realizaram intervenção na TCI real, inicialmente, agora realizaram na TCI virtual e vice versa). Os resultados permitirão verificar se a TCI real e a utilização de tarefa virtual (TCI virtual) proporcionam melhoras funcionais para pessoas pós- acidente vascular encefálico.

Palavras-chaves: Acidente cérebro vascular; Terapia por contensão induzida; Interface usuário-computador

ABSTRACT

SILVA, Willian Severino. **Title:** Functional performance in Modified Induced Restraint Therapy in real and virtual environments in patients with Stroke. 2022. P 32. Dissertation (Masters in Physical Activity Science). School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2022. Original version.

A cerebrovascular accident (CVA) occurs when problems in the blood supply to the brain cause cell death, which causes parts of the brain to stop functioning, causing dysfunction of the motor and/or cognitive system. Recovery from functional damage depends on neuronal plasticity, that is, on the capacity for neuronal regeneration and reorganization. Among the therapeutic resources that can help restore affected functions, the Induced Contention Therapy (TCI) stands out. The association of this technique with virtual reality can become a new approach in the field of rehabilitation. Objective: To analyze the functional performance of induced restraint therapy in a real and virtual environment in people after stroke. Method: The initial assessment consisted of the following questionnaires: Moving Activity Log (MAL), Fugl-Meyer scale, Wolf Motor Function Test, Mini Mental State Examination and Orpington. All selected patients followed the TCI protocol, using four Shaping (place blocks on top of the box; clean the table; place toothpicks in a bottle; beans and spoon). Thus, 10 people after a stroke performed two intervention protocols. That is, they were divided into two groups of 5 participants each: one group performed 10 intervention sessions as proposed by the real TCI and another group performed 10 sessions through virtual reality therapy (virtual TCI). After these interventions, the groups were exchanged (crossover). That is, both groups performed 10 more intervention sessions with protocol change (participants who underwent intervention in the real TCI performed in the virtual TCI and vice versa). The results allowed us to verify if the real TCI and the use of virtual task (virtual TCI) provided functional improvements for people after stroke.

Keywords: Stroke; Induced restraint therapy; User-computer interface

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVO	10
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3 MÉTODO	11
3.2. RANDOMIZAÇÃO.....	13
3.3 ESTRUTURAÇÃO DOS GRUPOS.....	13
3.4. INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO.....	14
3.5. ANÁLISE DOS DADOS.....	15
4 RESULTADOS	16
4.1. ESCALA DE AVALIAÇÃO DE FUGL MEYER (FG).....	16
4.1.1. Fugl-Meyer ombro/cotovelo/punho (FG1)	17
4.1.2. Fugl-Meyer punho (FG2)	17
4.1.3. Fugl-Meyer mão (FG3)	18
4.1.4. Fugl-Meyer coordenação/velocidade (FG4)	18
4.2. WOLF MOTOR FUNCTION TEST (WMFT).....	20
4.3. MOTOR ACTIVITY LOG, MINI EXAME DO ESTADO MENTAL E ESCALA PROGNÓSTICA DE ORPINGTON.....	21
4.3.1. Motor Activity Log (MAL) - Qualidade	21
4.3.2. Motor Activity Log (MAL) – Quantidade	21
4.3.3. Mini Exame do Estado Mental (MEEM)	22
4.3.4. Escala Prognóstica de Orpington	22
5 DISCUSSÃO	25
6 CONCLUSÃO	29
7 REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

A prevalência do Acidente Vascular Encefálico (AVE) no mundo chega as 13,7 milhões de casos por ano, sendo responsável por 5,8 milhões de mortes, cerca de 70% dos casos são de origem isquêmica (9,5 milhões), que tem como causa a obstrução de um vaso cerebral, devido a uma trombose ou embolia, gerando a diminuição ou perda repentina de fluxo sanguíneo em uma área do cérebro, resultando em perda de função neurológica, seja na área principal onde houve a interrupção total de irrigação sanguínea ou na área de penumbra afetada com a diminuição do fluxo sanguíneo¹.

A paresia de membro superior é uma das sequelas mais comuns em pacientes acometidos pelo AVE, ela gera déficits funcionais graves e duradouros, cerca de 50% dos indivíduos que apresentam esse tipo de quadro ao serem reavaliados após 5 anos ainda apresentam limitações em relação ao movimento e funcionalidade de membros superiores².

Medidas compensatórias relacionadas a função dos membro superiores começam a ser observadas a partir da primeira semana após o AVE, onde ocorre a redução na utilização do membro superior acometido e o aumento da atividade motora do membro não comprometido³. Taub defende a tese que a partir dessa nova representação funcional o indivíduo apresentará dificuldades em questões relacionadas a aprendizagem motora e assimilação de novas tarefas⁴.

Esse processo leva a uma reorganização cortical e consequente perda de funcionalidade do membro superior mais afetado a partir da falta de utilização do mesmo para tarefas do dia-a-dia, esse fenômeno é definido como o desuso aprendido, que por muitas vezes torna-se permanente⁵.

Considerando as dificuldades em promover melhoras significativas na função de membro superior diversas técnicas foram desenvolvidas como o treinamento bilateral do braço, pratica mental, assistência robótica e entre elas a Terapia por Contenção Induzida (TCI), abordagem que é um dos focos do nosso estudo⁶.

A TCI baseia-se no uso forçado do membro superior mais afetado restringindo os movimentos do braço menos afetado por meio de tipoias ou talas específicas em exercícios e práticas de atividades de vida diária habituais (AVDs), correspondendo a 90% das horas de vigília. A dificuldade nos exercícios é progressiva e a prática é feita em

massa por meio do método de condicionamento comumente operante, sempre recompensando melhorias, o objetivo da técnica é promover uma reorganização plástica no cérebro, tornando perceptível as melhoras funcionais do indivíduo⁶.

Parte da técnica é focada no treinamento funcional do paciente, outra na combinação com mudanças comportamentais. O terapeuta em conjunto com o paciente definem atividades que devem ser feitas em casa, a cada dia da intervenção essas atividades são rediscutidas e trocadas, trazendo para a terapia comportamental a diversidade de estímulos necessários para o desenvolvimento da funcionalidade⁷.

A descrição original da TCI inclui treinamento de 6 horas diárias, sendo que o comparecimento na terapia deve ser de 5 dias na semana, durante 10 sessões, devido a intensidade do protocolo a adesão do paciente e terapeuta a técnica torna-se mais difíceis, vários estudos tem testado a diminuição da intensidade, dando origem a TCIs modificadas, mas que ainda carecem de maiores estudos para comprovar sua eficácia⁷. Entre as formas de possíveis modificações, está a possibilidade de transformar as tarefas reais em virtuais, por meio de jogos.

A Realidade Virtual (RV) relacionada a reabilitação tem como aspectos principais a utilização de diversas vias sensoriais, promovendo o aumento da capacidade de interação do usuário, sua utilização está baseada em movimentos corporais que são captados e transmitidos para o aparelho, levando a ações como o controle de objetos ou avatares, as plataformas mais utilizadas são o Nintendo Wii, Sony Mover e Microsoft Kinect⁸.

A facilidade no acesso e a diversidade de sistemas de jogos digitais disponíveis no mercado favorece a utilização dos mesmos por pesquisadores e profissionais da saúde, levando ao desenvolvimento de estratégias voltadas para a reabilitação⁹.

Em meta-análise publicada pela Cochrane não podemos afirmar que a realidade virtual não é mais eficaz que a terapia convencional, mas a evidências de que essa prática pode ser utilizada em pacientes que sofreram AVE para melhorar os resultados funcionais na ausência de outras intervenções terapêuticas, além disso ela é considerada segura e demonstra bons resultados no aprimoramento da função do membro superior nas AVDs¹⁰.

Existem descrições em trabalhos correlacionando o aumento da motivação durante as

terapias envolvendo jogos ou atividades digitais com o aumento da correção do movimento. Mesmo com a grande diversidade de plataformas e jogos disponíveis no mercado¹¹ atualmente verifica-se a necessidade de desenvolver e utilizar plataformas virtuais que possam se adaptar as necessidades do paciente e oferecer controle de variáveis e organização da intervenção pela equipe de reabilitação.

Apesar de limitar o feedback tátil, muitas plataformas de realidade virtual oferecem feedbacks auditivos e visuais mais detalhados, além disso existe o benefício da variabilidade da tarefa e do treinamento, exigindo adaptações motores no indivíduo para a navegação no mundo virtual. É importante ressaltar o desenvolvimento de jogos se dá de forma heterogênea, por isso devemos estabelecer como e para que tipo de indivíduo determinado ambiente virtual será mais eficaz¹².

O nosso estudo se diferencia da literatura levantada até esse momento pela criação de um jogo em ambiente virtual simulando a TCI, algo que até então pouco explorado, abrindo possibilidades para acompanhamento e desenvolvimento de terapias a distância.

2 OBJETIVO

Analisar o desempenho funcional da terapia de contensão induzida em ambiente real e virtual em pessoas pós acidente vascular cerebral.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar a função do membro superior de pessoas pós AVE em ambiente virtual.

Comparar o desempenho dos pacientes em ambiente real e virtual

Verificar o desempenho dos pacientes com a aplicação da TCI adaptada

3 MÉTODO

A pesquisa caracteriza-se em ser um estudo experimental, de caráter quantitativo, longitudinal e controlado. Os pacientes passaram por intervenção e foram observados por um determinado período de tempo, ao final foram coletados resultados quantitativos que possibilitaram a análise do estudo. A população foi constituída por pacientes pós Acidente Vascular Encefálico Isquêmico (AVEI) crônico com faixa etária de 50 a 75 anos, ambos os sexos que frequentam o serviço de fisioterapia da Santa Casa de Diadema, no setor de neurologia.

A amostra foi composta por 10 indivíduos no total, admitidos segundo os seguintes critérios de inclusão: (1) possuir diagnóstico de AVEI por mais de 1 ano; (2) possuir amplitude de movimento de extensão ativa de punho de 20° e de extensão ativa de dedos de 10°; (3) compreenderem a tarefa; (4) ausência de cirurgias.

Como critérios de exclusão, não foram admitidos à presença de doenças associadas que poderiam interferir na amostra como Parkinson e Alzheimer, pacientes com afasia grave e distúrbios visuais e/ou auditivos e paciente com idade abaixo de 35 anos.

3.1. PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

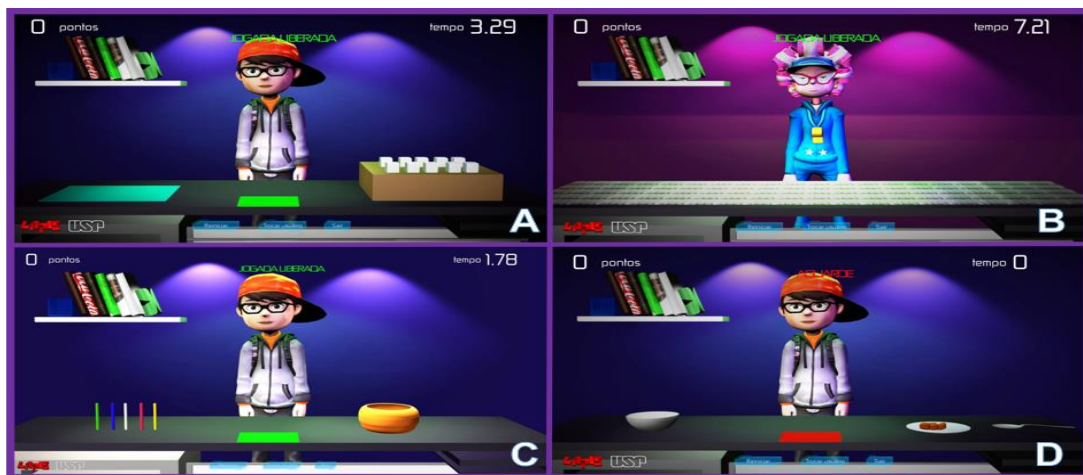
Inicialmente, o projeto de pesquisa foi encaminhado para apreciação do Comitê de Ética e aprovado de acordo com a Resolução nº 196/96. Posteriormente foi realizado o treinamento dos pesquisadores na aplicação da TCI e das tarefas virtuais para viabilizar a padronização dos protocolos.

Foi estabelecida parceria com O LApIS (Laboratório de Aplicações de Informática em Saúde) localizado na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para desenvolvimento do jogo, em discussões interdisciplinares entre os pesquisadores envolvidos foram escolhidos os melhores shapping para serem adaptados no ambiente real, a criação do jogo foi exclusiva e personalizada para a realização da pesquisa.

Antes da aplicação do protocolo, cada participante recebeu informações sobre a pesquisa, seus objetivos e limitações e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido,

confirmando sua participação voluntária. Posteriormente foram aplicadas as escalas de avaliação acima descritas. Sendo reaplicadas ao final do tratamento. A seleção das tarefas da TCI (conhecidas como shaping) tiveram como critério a melhor captação dos movimentos pelo Kinect (dispositivo de interação para a prática da TCI virtual) e a facilidade no entendimento da tarefa por parte dos pacientes, com isso ficaram determinadas as atividades a seguir: 1) colocar blocos em cima da caixa; 2) limpar a mesa; 3) colocar palitos em uma garrafa e 4) pegar o feijão com uma colher. Duas atividades sorteadas aleatoriamente foram realizadas em uma sessão e duas atividades na sessão seguinte, com duração de 20 minutos cada atividade totalizando 40 minutos de prática durante as intervenções. Além da prática de 40 minutos diários, seja na TCI real ou virtual, existiu uma complementação em casa com atividades diárias conforme protocolo sugerido pela TCI.

Figura 1. Atividades em TCI virtual - Colocar blocos em cima da caixa (Figura 1A); limpar a mesa (Figura 1B); colocar palitos em uma garrafa (Figura 1C); pegar o feijão com uma colher (Figura 1D).



Durante todo o procedimento de intervenção os participantes utilizaram uma luva de espuma com 5 cm, tecido oxford, tule e velcro na mão menos acometida nas atividades realizadas, sendo essa uma etapa e diferencial importante no protocolo da TCI (Figura 2).

Figura 2. Modelo de luva



3.2. RANDOMIZAÇÃO

Após a triagem do processo de recrutamento, um esquema de aleatorização simples foi realizado usando o site randomization.com por um pesquisador independente que não estivesse envolvido com o recrutamento dos participantes ou com as avaliações.

Os pacientes elegíveis para participarem da pesquisa, foram distribuídos aleatoriamente em 2 grupos. Os grupos de intervenção foram:

- Grupo Real: Início da intervenção em 10 sessões conforme proposta da TCI real, seguido de 10 sessões por meio da terapia de realidade virtual (TCI virtual).
- Grupo Virtual: Início da intervenção em 10 sessões por meio da terapia de realidade virtual (TCI virtual), seguido de 10 sessões conforme proposta da TCI

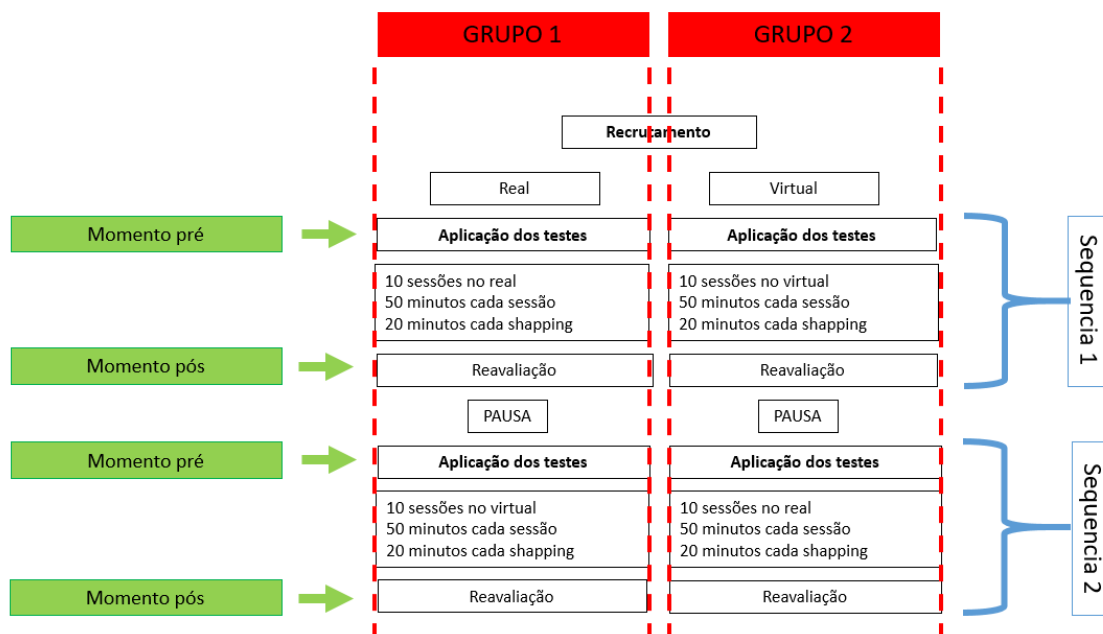
3.3 ESTRUTURAÇÃO DOS GRUPOS

Após o sorteio dos dois grupos, cada um contendo 5 participantes, foi definido qual iniciaria a prática da TCI em ambiente real (Grupo 1) e virtual (Grupo 2).

Ao iniciar a primeira etapa do programa de reabilitação (sequência 1) os participantes realizaram a avaliação inicial (momento pré) e o final a reavaliação (momento pós).

Foi realizada uma pausa de 3 semanas, dando início a segunda parte do programa de exercícios (Sequência 2), onde os participantes trocam o tipo do ambiente da prática.

A seguir esquema que ilustra a metodologia do trabalho.



3.4. INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

Foram utilizados como materiais de avaliação: Fulg-Meyer¹³ que avalia membro superior afetado com pontuação de 66 pontos e classificada de acordo com o nível do comprometimento motor como: até 30 pontos (severo), 30-49 pontos (moderado) e 50-66 pontos (leve). A Wolf Motor Function Test¹⁴ (WMFT) que avalia a performance do movimento, por meio da escala de habilidade funcional, levando-se em consideração o tempo, força muscular e qualidade da função motora em AVE, consiste em 17 itens: 2 itens de força muscular e 15 itens de tempo necessário para cada tarefa. A Motor Activity Log (MAL)¹⁵, instrumento de auto-avaliação do desempenho nas atividades de vida diária, contém 30 questões onde o participante avalia a quantidade e a qualidade do movimento, essa escala é aplicada no pré-tratamento, durante o tratamento (apenas a relacionada a qualidade) e pós tratamento. Mini exame do estado mental (MEEM)¹⁶ que avalia diferentes parâmetros cognitivos, contendo sete categorias, cada uma tem o objetivo de avaliar "funções" cognitivas específicas como a orientação temporal (5 pontos), orientação espacial (5 pontos), registro de três palavras (3 pontos), atenção e cálculo (5 pontos), recordação das três palavras (3 pontos), linguagem (8 pontos) e capacidade construtiva visual (1 ponto). O seu escore varia de um mínimo de 0 pontos, o qual indica o maior grau de comprometimento cognitivo, com total máximo de 30 pontos, melhor resposta cognitiva. Orpington Prognostic Scale (OPS)¹⁷ que avalia a severidade

do AVE, em que valores até 3 pontos indicam “Bom prognóstico”, de 3 a 5 pontos tem “Moderado prognóstico”, e acima de 5 pontos: “Mal prognóstico”

3.5. ANÁLISE DOS DADOS

Foram consideradas como variáveis dependentes os valores das escalas Fugl-Meyer (ombro/cotovelo/punho), Fugl-Meyer (punho), Fugl-Meyer (mão), Fugl-Meyer (coordenação/velocidade), Wolf Motor Function Test (WMFT), Motor Activity Log (MAL – qualidade e MAL – quantidade), Mini Exame do Estado Mental (MEEM) e Escala Prognóstica de Orpington. Para comparação entre grupos (Início na atividade Real; Início na atividade Virtual), momentos (Pré; Pós) e sequências (Intervenção na atividade Virtual; Intervenção na Atividade Real) foi realizada a MANOVA para medidas repetidas. O eta-quadrado parcial (η_p^2) mede o tamanho do efeito e foi interpretado como pequeno (tamanho do efeito > 0,01), médio (tamanho do efeito > 0,06) ou grande (tamanho do efeito > 0,14)¹⁸. O poder observado também foi reportado (p.o.). Os valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos. O pacote estatístico utilizado foi o Statistical Package for Social Sciences (SPSS; IBM, Chicago, Illinois, EUA), versão 26.0.

4 RESULTADOS

Foram avaliados 10 participantes, randomizados em dois grupos de acordo com a Sequência realizada, sendo 5 no Grupo Real-Virtual (RV) e 5 no Grupo Virtual-Real (VR), dentre as variáveis independentes foi encontrada diferença apenas para idade, que foi maior no Grupo RV, os dados são apresentados na Tabela 1. Considerando as comorbidades, todos 80% de ambos os grupos tinham HAS, e estes participantes apresentavam DM ou DLP associada.

Tabela 1. Caracterização da amostra.

Variáveis	Grupo RV	Grupo VR	valor de p
	Média (DP) n = 5	Média (DP) n = 5	
<i>Idade (anos)</i>	67.0 (12.5)	62.6 (2.3)	0.030
<i>Tempo AVE (meses)</i>	42.4 (15.3)	50.2 (30.2)	0.143
	n (%)	n (%)	
Gênero			
<i>Masculino</i>	2 (40.0)	1 (20.0)	0.490
<i>Feminino</i>	3 (60.0)	4 (80.0)	
Comorbidades			
<i>Nenhuma</i>	1 (20.0)	1 (20.0)	1.000
<i>HAS</i>	4 (80.0)	4 (80.0)	0.778
<i>DM</i>	1 (20.0)	2 (40.0)	0.500
<i>DLP</i>	1 (20.0)	2 (40.0)	0.500

V: Virtual; R: Real; DP: Desvio Padrão; DM: Diabetes Mellitus; HAS: Hipertensão Arterial Sistêmica; DLP: Dislipidemia; * $p < 0.05$;

4.1. ESCALA DE AVALIAÇÃO DE FUGL MEYER (FG)

A MANOVA identificou efeito significativo para o fator Momento [$F_{4, 5} = 6,04$; $p = 0,037$, $\eta_p^2 = 0,829$; Wilks' $\lambda = 0,171$] e um efeito marginal para o fator Sequência [$F_{4, 5} = 3,96$; $p = 0,082$, $\eta_p^2 = 0,760$; Wilks' $\lambda = 0,240$]. ANOVAs para medidas repetidas das quatro escalas (Fugl-Meyer ombro/cotovelo/punho, Fugl-Meyer punho, Fugl-Meyer mão e Fugl-Meyer coordenação/velocidade) são relatadas nos parágrafos abaixo.

4.1.1. Fugl-Meyer ombro/cotovelo/punho (FG1)

Foi encontrado efeito significativo por meio da ANOVA, para o fator Sequência [$F_{1, 8} = 21,39$; $p = 0,002$, $\eta_p^2 = 0,728$] e para o fator Momento [$F_{1, 8} = 6,59$; $p = 0,033$, $\eta_p^2 = 0,452$], não foram encontradas interações entre os fatores (Figura 3).

Foi identificada uma maior pontuação da escala na segunda Sequência ($M = 29,3$) quando comparado com a primeira Sequência ($M = 25,5$), e no momento Pós intervenção ($M = 28,4$) quando comparado com o momento Pré intervenção ($M = 26,5$). O *post-hoc* revelou que o Grupo que iniciou a atividade no Virtual, na segunda Sequência (Real), aumentou a pontuação do momento pré para pós intervenção ($M = 27$ para $M = 30$; $p = 0,003$).

Além disso, o Grupo que iniciou a intervenção na atividade Real, aumentou a pontuação entre o momento Pré intervenção na primeira sequência (Real; $M = 26,4$), e Pré intervenção na segunda sequência (Virtual; $M = 30,0$; $p = 0,031$). Por sua vez, no Grupo que iniciou a intervenção na atividade Virtual esse aumento ocorreu tanto na comparação do Pré intervenção ($M = 22,6$ para $M = 27,0$; $p = 0,013$), quanto na comparação do Pós intervenção ($M = 25,6$ para $M = 30,0$; $p = 0,050$).

4.1.2. Fugl-Meyer punho (FG2)

A ANOVA revelou efeito significativo para o fator Sequência [$F_{1, 8} = 8,10$; $p = 0,022$, $\eta_p^2 = 0,503$], para o fator Momento [$F_{1, 8} = 14,72$; $p = 0,005$, $\eta_p^2 = 0,648$] e uma interação marginal entre os fatores Momento e Grupo [$F_{1, 8} = 4,54$; $p = 0,066$, $\eta_p^2 = 0,362$].

Foi identificada uma maior pontuação da escala na segunda Sequência ($M = 8,3$) quando comparado com a primeira Sequência ($M = 7,4$), e no momento Pós intervenção ($M = 8,3$) quando comparado com o momento Pré intervenção ($M = 7,4$). O *post-hoc* revelou que o Grupo que iniciou a atividade no Real, apresentou uma pontuação maior no momento pós intervenção da segunda Sequência ($M = 9,6$), do que o Grupo que iniciou a atividade no Virtual ($M = 7,6$; $p = 0,035$).

O Grupo que iniciou a intervenção na atividade Real, apresentou um aumento marginal na pontuação, entre o momento Pré intervenção na primeira sequência (Real; $M = 7,0$), e Pré intervenção na segunda sequência (Virtual; $M = 8,4$; $p = 0,078$), e entre os momentos Pré e Pós intervenção na primeira sequência ($M = 8,6$; $p = 0,053$), além de aumento significativo entre os momentos Pré e Pós intervenção na segunda sequência (M

= 8,4 para 9,6; $p = 0,002$). Não foram encontradas diferenças no Grupo que iniciou a intervenção na atividade Virtual (Figura 3).

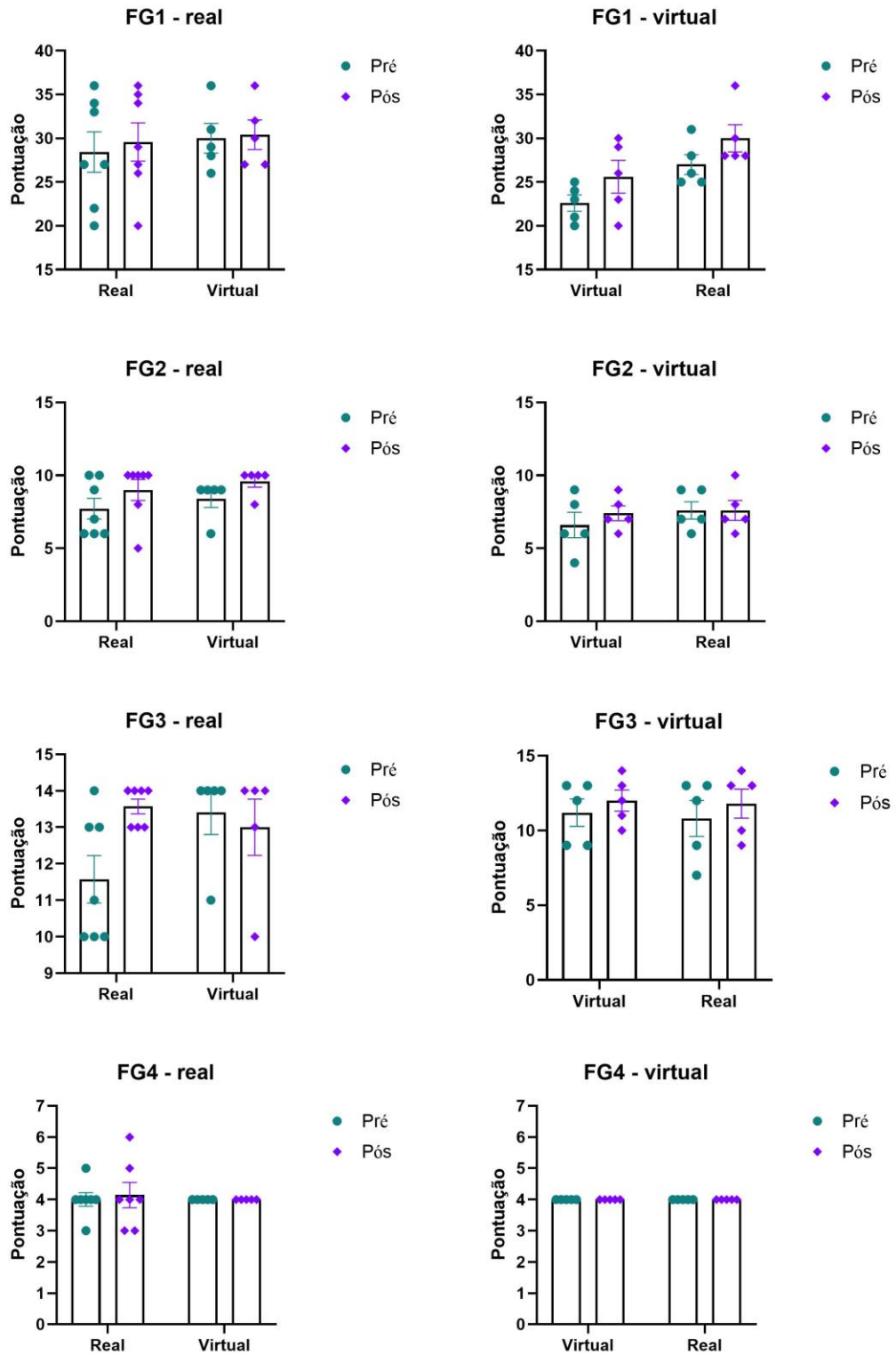
4.1.3. Fugl-Meyer mão (FG3)

Foi encontrado um efeito significativo para o fator Momento [$F_{1, 8} = 10,77$; $p = 0,011$, $\eta_p^2 = 0,574$], e uma interação marginal entre os fatores Sequencia, Momento e Grupo [$F_{1, 8} = 3,78$; $p = 0,088$, $\eta_p^2 = 0,321$]. Ocorreu um aumento da pontuação da escala entre os momentos Pré e Pós intervenção ($M = 11,6$ para $M = 12,55$). O teste *post-hoc* identificou que, o Grupo que iniciou a intervenção na atividade Real, apresentou um aumento marginal na pontuação, entre o momento Pré intervenção na primeira sequência (Real; $M = 11,0$), e Pré intervenção na segunda sequência (Virtual; $M = 13,4$; $p = 0,061$), e um aumento significativo entre os momentos Pré e Pós intervenção na primeira sequência ($M = 13,4$; $p = 0,028$). Por sua vez, no Grupo que iniciou a intervenção na atividade Virtual ocorreu um aumento na pontuação entre os momentos Pré e Pós intervenção da segunda Sequência ($M = 10,8$ para $M = 11,8$; $p = 0,024$). Os dados são apresentados na Figura 3.

4.1.4. Fugl-Meyer coordenação/velocidade (FG4)

Não foram encontrados efeitos nem interações para os fatores nessa variável (Figura 3).

Figura 3: Representação de média e erro padrão da pontuação das Escalas de Avaliação de Fugl Meyer em ambos os grupos.



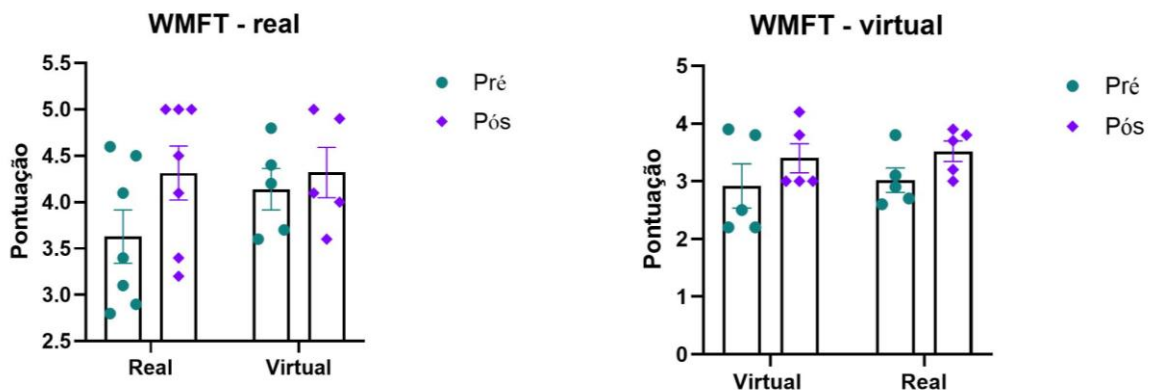
FG1: Fugl-Meyer ombro/cotovelo/punho; FG2: Fugl-Meyer punho; FG3: Fugl-Meyer mão; FG4: Fugl-Meyer coordenação/velocidade.

4.2. WOLF MOTOR FUNCTION TEST (WMFT)

A figura 4 apresenta os dados de pontuação da WMFT. A ANOVA encontrou efeito significativo para o fator Momento [$F_{1, 8} = 13,97$; $p = 0,006$, $\eta_p^2 = 0,636$; Wilks' $\lambda = 0,364$], um efeito marginal para o fator Sequência [$F_{1, 8} = 4,60$; $p = 0,064$, $\eta_p^2 = 0,365$; Wilks' $\lambda = 0,635$], interação significativa entre os fatores Sequência e Momento [$F_{1, 8} = 10,72$; $p = 0,011$, $\eta_p^2 = 0,573$; Wilks' $\lambda = 0,427$], Sequência, Momento e Grupo [$F_{1, 8} = 10,72$; $p = 0,009$, $\eta_p^2 = 0,592$; Wilks' $\lambda = 0,408$]. Ocorreu um aumento da pontuação da escala entre os momentos Pré e Pós intervenção ($M = 3,3$ para $M = 3,8$), e um aumento marginal entre a primeira e segunda sequência ($M = 3,4$ para $M = 3,7$).

O teste *post-hoc* identificou que, o Grupo que iniciou a intervenção na atividade Real, apresentou um aumento significativo na pontuação, entre o momento Pré intervenção ($M = 3,3$) e Pós intervenção ($M = 4,0$; $p = 0,005$) na primeira sequência, e entre os momentos pré intervenção na primeira sequência e pré intervenção na segunda sequência ($M = 4,1$; $p = 0,003$). Por sua vez, no Grupo que iniciou a intervenção na atividade Virtual ocorreu um aumento na pontuação entre os momentos Pré e Pós intervenção na primeira Sequência ($M = 2,9$ para $M = 3,4$; $p = 0,028$) e na segunda Sequência ($M = 3,0$ para $M = 3,5$; $p = 0,028$).

Figura 4: Representação de média e erro padrão da pontuação do Wolf Motor Function Test (WMFT) em ambos os grupos.



4.3. MOTOR ACTIVITY LOG, MINI EXAME DO ESTADO MENTAL E ESCALA PROGNÓSTICA DE ORPINGTON.

A MANOVA identificou efeito significativo para o fator Momento [$F_{4, 5} = 13,25$; $p = 0,007$, $\eta_p^2 = 0,914$; Wilks' $\lambda = 0,086$] e para o fator Sequência [$F_{4, 5} = 14,86$; $p = 0,006$, $\eta_p^2 = 0,922$; Wilks' $\lambda = 0,078$], e interação entre os fatores Sequência e Momento [$F_{4, 5} = 6,98$; $p = 0,028$, $\eta_p^2 = 0,848$; Wilks' $\lambda = 0,152$]. ANOVAs para medidas repetidas das quatro escalas (Motor Activity Log - qualidade e quantidade, Mini Exame do Estado Mental e Escala Prognóstica de Orpington) são relatadas nos parágrafos abaixo.

4.3.1. Motor Activity Log (MAL) - Qualidade

A ANOVA revelou efeito significativo para o fator Sequência [$F_{1, 8} = 27,91$; $p = 0,001$, $\eta_p^2 = 0,777$], para o fator Momento [$F_{1, 8} = 20,89$; $p = 0,002$, $\eta_p^2 = 0,723$] e uma interação significativa entre os fatores Momento e Sequência [$F_{1, 8} = 14,71$; $p = 0,005$, $\eta_p^2 = 0,648$], e marginal entre os fatores Momento, Sequência e Grupo [$F_{1, 8} = 4,08$; $p = 0,078$, $\eta_p^2 = 0,338$]. Ocorreu um aumento da pontuação da escala entre os momentos Pré e Pós intervenção ($M = 2,3$ para $M = 3,3$), e um aumento entre a primeira e segunda sequência ($M = 2,3$ para $M = 3,3$).

O teste *post-hoc* identificou que, o Grupo que iniciou a intervenção na atividade Real, apresentou um aumento significativo na pontuação, entre o momento Pré intervenção ($M = 1,6$) e Pós intervenção ($M = 3,8$; $p = 0,003$) na primeira sequência, e entre os momentos pré intervenção na primeira sequência e pré intervenção na segunda sequência ($M = 4,0$; $p = 0,001$). Por sua vez, no Grupo que iniciou a intervenção na atividade Virtual ocorreu um aumento marginal na pontuação entre os momentos Pré e Pós intervenção na primeira Sequência ($M = 1,3$ para $M = 2,4$; $p = 0,070$) e um aumento significativo na segunda Sequência ($M = 2,4$ para $M = 2,8$; $p = 0,040$), além de um aumento marginal entre os momentos pré intervenção na primeira sequência e pré intervenção na segunda sequência ($M = 2,4$; $p = 0,059$). Os dados são apresentados na figura 5.

4.3.2. Motor Activity Log (MAL) – Quantidade

Na figura 5 são apresentados os dados. A ANOVA revelou efeito significativo para o fator Sequência [$F_{1, 8} = 16,57$; $p = 0,004$, $\eta_p^2 = 0,675$], para o fator Momento [$F_{1, 8} = 12,25$; $p = 0,008$, $\eta_p^2 = 0,605$], além de interação entre os fatores Grupo e Sequência [$F_{1, 8} = 7,86$; $p = 0,023$, $\eta_p^2 = 0,496$], e Momento e Sequência [$F_{1, 8} = 10,55$; $p = 0,012$, $\eta_p^2 = 0,569$]. Ocorreu um aumento da pontuação da escala entre os momentos Pré e Pós intervenção ($M = 2,5$ para $M = 3,5$), e um aumento entre a primeira e segunda sequência ($M = 2,4$ para $M = 3,6$).

O teste *post-hoc* identificou que, o Grupo que iniciou a intervenção na atividade Real, apresentou um aumento significativo na pontuação, entre o momento Pré intervenção ($M = 1,7$) e Pós intervenção ($M = 3,8$; $p = 0,011$) na primeira sequência, e entre os momentos pré intervenção na primeira sequência e pré intervenção na segunda sequência ($M = 4,0$; $p = 0,007$). De forma similar, no Grupo que iniciou a intervenção na atividade Virtual ocorreu um aumento na pontuação entre os momentos Pré e Pós intervenção na primeira Sequência ($M = 1,3$ para $M = 2,8$; $p = 0,046$), e entre os momentos pré intervenção na primeira sequência e pré intervenção na segunda sequência ($M = 2,9$; $p = 0,036$).

4.3.3. Mini Exame do Estado Mental (MEEM)

A ANOVA identificou um efeito marginal para o fator Momentos [$F_{1, 8} = 4,10$; $p = 0,077$, $\eta_p^2 = 0,339$], não foram encontradas interações entre os fatores (Figura 5). Foi encontrado um aumento da pontuação da escala entre os momentos Pré e Pós intervenção ($M = 22,1$ para $M = 23,1$).

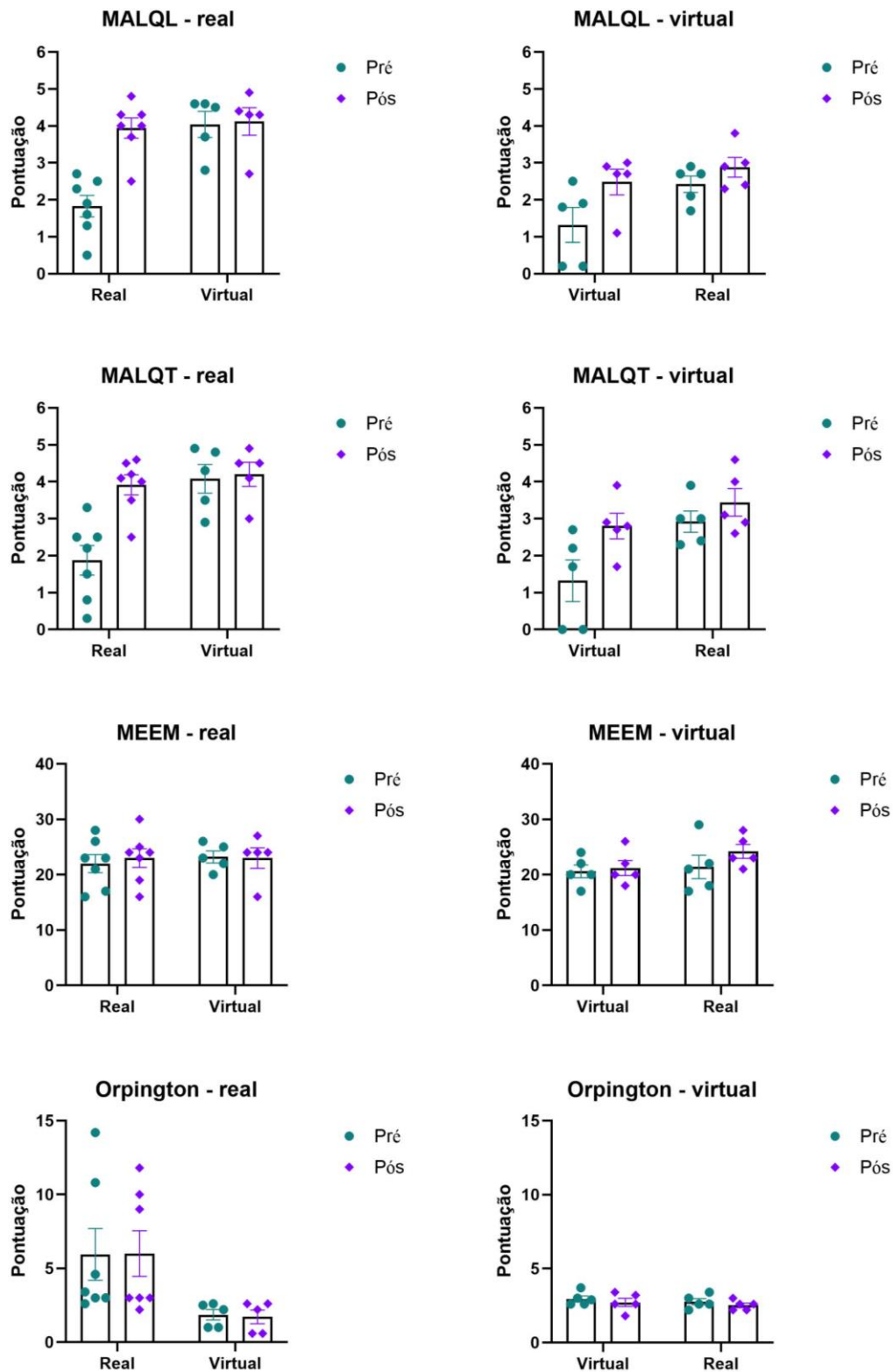
O teste *post-hoc* mostrou que, no Grupo que iniciou a intervenção na atividade Virtual ocorreu um aumento na pontuação entre os momentos pós intervenção na primeira sequência e pós intervenção na segunda sequência ($M = 21,2$ para $M = 24,2$; $p = 0,001$), o inverso ocorreu de forma marginal no Grupo que iniciou a intervenção na atividade Real ($M = 24,2$ para $M = 23,0$; $p = 0,084$). No momento pós intervenção da segunda sequência foi encontrada uma diferença marginal em que o Grupo que iniciou a intervenção na atividade Virtual apresentou uma maior pontuação do que o Grupo que iniciou na atividade Real ($p = 0,070$).

4.3.4. Escala Prognóstica de Orpington

A figura 5 apresenta os dados de pontuação da Escala Prognóstica de Orpington. A ANOVA encontrou efeito significativo para o fator Momento [$F_{1, 8} = 17,69$; $p = 0,003$, $\eta_p^2 = 0,689$], fator Sequência [$F_{1, 8} = 5,88$; $p = 0,041$, $\eta_p^2 = 0,424$], e interação entre os fatores Grupo e Sequência [$F_{1, 8} = 4,93$; $p = 0,057$, $\eta_p^2 = 0,382$]. Ocorreu uma diminuição da pontuação da escala entre os momentos Pré e Pós intervenção ($M = 3,6$ para $M = 3,1$), e entre a primeira e segunda sequência ($M = 4,5$ para $M = 2,2$).

O teste *post-hoc* mostrou que, no Grupo que iniciou a intervenção na atividade Real ocorreu uma diminuição na pontuação entre os momentos pré e pós intervenção na primeira sequência ($M = 6,8$ para $M = 5,7$; $p = 0,016$), e entre os momentos pré intervenção na primeira sequência e pré intervenção na segunda sequência ($M = 1,8$; $p = 0,012$), e pós intervenção na primeira sequência e pós intervenção na segunda sequência ($M = 1,7$; $p = 0,010$). Não foram encontradas diferenças no grupo que iniciou na atividade Virtual.

Figura 5: Representação de média e erro padrão da pontuação dos testes Motor Activity Log, Mini Exame do Estado Mental e Escala Prognóstica de Orpington em ambos os grupos.



MALQL: Motor Activity Log – Qualidade; MALQT: Motor Activity Log – Quantidade;
 MEEM: Mini Exame do Estado Mental; Orpington: Escala Prognóstica de Orpington.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar o desempenho funcional dos membros superiores de pessoas pós acidente vascular encefálico submetidas a terapia de contensão induzida no ambiente virtual, o jogo foi especialmente desenvolvido baseando-se nos exercícios do protocolo estabelecido pela técnica, em seguida comparar os resultados obtidos com pessoas pós acidente vascular encefálico submetidas ao mesmo protocolo em ambiente real.

Ao realizar a intervenção podemos observar como resultados principais o aumento da pontuação do Fulgmeyer, referente a articulação do ombro, independente de qual foi o tipo de atividade no qual o participante iniciou a pesquisa (real ou virtual), esse resultado corrobora com Kiper¹⁹ em seu estudo foram recrutados 98 pacientes que sofreram AVE no período máximo de 12 meses, foram divididos em dois grupos, onde o experimental realizava a intervenção no ambiente virtual, a pontuação do Fulgmeyer aumentou de forma significativa em ambos os grupos, esse tipo de achado sugere que a prática de exercícios voltados para a terapêutica do paciente com AVE, independente do ambiente, é efetiva na melhora da função de membro superior.

A pontuação do Fulgmeyer nos campos de cotovelo e mão tiveram melhores resultados, quando era realizada a prática no ambiente real, não ocorrendo melhora durante a prática virtual, nesse contexto, podemos enfatizar que uma das principais limitações de captação do Kinect são os movimentos com amplitudes menores, exigindo menor seletividade do participante em movimentos de punho e cotovelo, assim, o participante consegue pegar o objeto sem a obrigatoriedade de realizar movimento de punho e dedos. Por sua vez, no ambiente real, para completar a tarefa o participante obrigatoriamente tem que realizar movimentos seletivos para atingir o objetivo. Independente da interface utilizada, as tarefas em RV possibilitam melhora no desempenho, outro que utilizou o Kinect como interface para prática ativa de membros superiores de pacientes após AVE em protocolo longitudinal, os resultados demonstraram que a intervenção teve efeito positivo no ganho de amplitude de movimento nas articulações do ombro, cotovelo e punho. Nesse sentido, nossos achados foram centrado nas articulações de ombro e cotovelo quando realizada atividade em ambiente virtual²⁰.

Resultados semelhantes foram obtidos no WMFT, os dois grupos apresentaram melhora na utilização do membro superior, independente da prática realizada, com melhor

pontuação no ambiente virtual, assim como observado em pesquisa realizada em 2019 que em tarefas como ambientes diferentes (real e virtual), identificou melhor na pontuação do WMFT²¹.

No resultado da MAL qualidade e quantidade observamos retenção do desempenho após a primeira sequencia de prática, porém de forma mais evidente após a pratica no ambiente real, considerando que a aprendizagem de habilidades motoras seguem alguns principios e estes podem ter sido os responsaveis pelo resultado positivo, o de que a quantidade de treinamento aumenta a eficácia e melhora a retenção após a prática. Por outro lado, em estudo conduzido por Wang²² o aumento do tempo de treinamento não levou a melhora na retenção da tarefa, ele descreve que pacientes com AVE crônicos apresentam devido ao dano neuronal um limite quanto a refinamento da função motora, usando movimentos compensatórios para atingir a meta proposta, em seu estudo o grupo que realizou uma grande dose de treinamento teve a pontuação da MAL menor no momento da retenção em comparação ao grupo com um tempo menor de treinamento, o fator principal levantado pelo autor foi uso espontâneo do braço após a prática, o grupo com menor dose de treinamento atingiu uma pontuação da Mal maior ao final da primeira fase do treinamento, isso indica maior uso do membro afetado nas tarefas, que repercutiu no resultado positivo da MAL no momento da retenção. Considerando esses achados, podemos afirmar que em nosso estudo apesar de ter utilizado o protocolo de TCI, não foram reforçados movimentos de compensação, uma vez que foram achadas melhora nas pontuação de escalas que avaliaram os movimentos de menores articulações, assim, podemos especular que o protocolo proposto pode ser uma alternativa interessante para utilização em pacientes após AVE, e ser aplicado de uma forma mais ampla na prática clinica, considerando os achados de maior uso do membro superior afetado dentro das atividades diárias, além da melhora na qualidade do movimento percebida pelos pacientes.

Além disso, em nosso estudo, as pontuações iniciais do Orpington e WMFT no grupo que iniciou a pratica no ambiente real apresentavam um maior grau de acometimento motor, possibilitando margem para identificarmos melhorias significantes no pós teste, se levarmos em consideração esse fato podemos relacionar o grau de engajamento dos pacientes nas atividades desenvolvidas em casa, pacientes com maior acometimento tendem a realizar a tarefa com maior ênfase e apresentar maior motivação ao consegui-la

executa-la satisfatoriamente, levando ao maior uso do membro superior acometido, fator relevante para a aprendizagem motora²².

Outro achado importante foi de que a pontuação do MEEM após a prática em ambiente virtual foi melhor ao final do programa de reabilitação. Nesse sentido, a piora do desenvolvimento da cognição de pacientes pós AVE à apatia. Assim, a motivação e engajamento oferecidos pela realidade virtual podem ter oferecido um ambiente favorável para o desenvolvimento cognitivo do paciente²³.

A realidade virtual aumenta o interesse, motivação e prazer com a prática do exercício, promove um ambiente seguro e facilita o acesso ao processo de reabilitação, onde o paciente pode realizar os exercícios em casa sob a supervisão do terapeuta. A maioria das interfaces utilizadas fornecem dados sobre desempenho do usuário, facilitando a correção da função motora envolvida por meio do feedback em tempo real²⁴ tais evidências definiram a realidade virtual como tema principal no nosso objetivo.

Em revisão sistemática levantada durante a confecção de nossa pesquisa²⁵ foram analisados 33 estudos relacionados a realidade virtual e sua participação na recuperação das funções motoras, cognitivas e psicossociais, esse recurso mostrou-se eficaz no auxílio ao programa de reabilitação, além disso outro ponto positivo foi a ausência de efeitos adversos, demonstrando a segurança dessa ferramenta na terapia do paciente. Por sua vez ao comparar a terapia convencional em ambiente real com a terapia em realidade virtual, em pacientes após AVE é possível concluir que a realidade virtual auxiliou na melhora da função motora, porém essa melhora não foi diferente dos achados com a terapia conduzida em ambiente real, portanto a utilização da realidade virtual em conjunto com a terapia convencional na restauração da função motora dessa população parece ser uma opção mais viável²⁶.

O padrão de perda motora causada pelo AVE, se faz evidente no membro superior em mais de 80% das pessoas, impactando a qualidade de vida, condições para o trabalho e aumentando os custos relacionados a saúde²⁷. Associado a perda motora o paciente adota a estratégia de não utilizar o membro mais afetado nas atividades, diminuindo sua representação cortical, após o treinamento intensivo do membro observamos maior ativação cortical ipsilesional e neoplasticidade aumentada demonstrada pela ressonância magnética funcional sugerindo a otimização no uso de efetores finais intactos, ou seja, não existe o desenvolvimento de novas conexões neuronais no local da lesão, esse é um sinal de que o aumento da qualidade e funcionalidade do membro afetado não esta

diretamente relacionada ao reparo neurológico ou recuperação de deficiências, sim no aperfeiçoamento da capacidade funcional que já existe, mas que estava suprimida devido a diminuição do uso.

Outro estudo também associou a terapia por contensão induzida e a realidade virtual em um protocolo de acompanhamento domiciliar de 17 indivíduos com sequelas crônicas do acidente vascular encefálico, ele obteve resultados semelhantes ao nosso estudo em relação a pontuação da MAL qualidade e quantidade, onde o efeito chegou a atingir 1,1 (d de Cohen)²⁸.

Em nosso estudo o protocolo da TCI utilizado foi o adaptado, onde o número de repetições e tempo de terapia é menor que o habitual, alguns autores já trabalham com o mesmo tipo de protocolo o obtiveram resultados significantes na melhora da funcionalidade dos pacientes, em revisão seguida por meta análise foi observado que a TCI modificada conseguiu reduzir o nível de incapacidade e aumentou o nível de uso do membro superior mais afetado na realização de tarefas diárias, além disso a maioria dos participantes relataram maior facilidade em realizar o protocolo adaptado, por ser menos exaustivo²⁹.

Dentro da literatura podemos observar diversos protocolos de TCI modificada, devido a essa diversidade tornou-se difícil determinar um nível de evidencia claro sobre a técnica, outro estudo identificou que o grau de evidencia da TCI modificada é intermediária, a justificativa estaria associada a falta de estudos clínicos melhor estruturados, incluindo avaliadores cegos, mas na análise coletiva a maioria dos artigos demonstrou que a técnica é eficaz no ganho de funcionalidade do membro superior afetado³⁰. A TCI modificada foi utilizada em um ensaio clínico cego, randomizado e multicêntrico pós AVE, em um protocolo longitudinal os pacientes obtiveram melhora na pontuação da WMFT e Fugl-Meyer, resultados semelhantes ao encontrados no nosso estudo⁷.

Estabelecer a TCI modificada com nível de evidência mais forte possibilitará a sua inclusão nas diretrizes relacionadas ao tratamento de pacientes pós AVE, promovendo a técnica e aprimorando o seu uso clínico. O uso da realidade virtual possibilitou melhora no desempenho da tarefa proposta em pacientes após AVE, sugerindo que esta terapia tem potencial para ser incluída em protocolos de reabilitação, com objetivo de promover variação segura do treinamento e aumento da motivação.

6 CONCLUSÃO

Concluimos que o desempenho funcional dos membros superiores de pessoas pós acidente vascular encefálico melhorou após terapia de contensão induzida em ambos os ambientes (virtual e real), o aperfeiçoamento da função foi mais evidente na tarefa real para punho e no ambiente virtual para ombro.

7 REFERÊNCIAS

1. Phipps MS, Cronin CA. Management of acute ischemic stroke. *BMJ*. 2020;16983.
2. Weber LM, Nilsen DM, Gillen G, Yoon J, Stein J. Immersive Virtual Reality Mirror Therapy for Upper Limb Recovery After Stroke: A Pilot Study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 2019;98:783-8.
3. Bath J, Geed S, Mitchell A, Lum OS, Edwards DF, Dromerick AW. Characterizing upper extremity motor behavior in the first week after stroke. *PLoS ONE* 2020;15:e0221668.
4. Ballester BR, Maier M, San Segundo Mozo RM, Castaneda V, Duff A, PF MJV. Counteracting learned non-use in chronic stroke patients with reinforcement-induced movement therapy. *J Neuroeng Rehabil*. 2016;13(1):74.
5. Edward T, Uswatte, G. Constraint-induced movement therap: Bridgins from the primate. Laboratory to yhe stroke rehabilitation laboratory. *J Rehabil Med*. 2003; Suppl. 41: 34–40.
6. Corbetta D, Sirtori V, Castellini G, Moja L, Gatti R. Constraint-induced movement therapy for upper extremities in people with stroke. *Cochrane Database os Systematic Reviews* 2015.
7. Thrane G, San C, Friberg O, Anke A, MD, Indredavik B. A meta -analysis of constraint-induced movement therapy. *J Rehabil Med* 2014; 46: 833–842.
8. Buschmann LN. Virtual Modified Constraint Induced Movement Therapy for Stroke Survivors with Hemiparesis. 2015. 64 f. Tese (Doutorado) - Curso de Computer Engineering, University Of California, Santa Cruz, 2015.
9. Chang Y, Chen S. Huang J. A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. *Research In Developmental Disabilities*, nov. 2011 32(6): 2566-2570.
10. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database of Systematic Reviems* 2017.
11. Brokaw EB, Eckel E, Brewer BR. Usability evaluation of a kinematics focused Kinect therapy program for individuals with stroke. *THC* 2015;23:143-51.
12. Karamians R, Proffitt R, Kline D, Gauthier LV. Effectiveness of Virtual Reality- and Gaming-Based Interventions for Upper Extremity Rehabilitation Poststroke: A Meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2020;101:885-96.
13. Maki T, Quagliato EMAB, Cacho EWA, Paz LPS, Nascimento NHI, Inoue MMEAV, Viana MA. Estudo de confiabilidade da aplicação da escala de Fugl-Meyer no Brasil. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, [s.l.]2006, 10(2)177-183.

14. Pereira N D, Michaelsen SM , Menezes IS , Ovando AC , Lima RCM , Teixeira-Salmela LF. Confiabilidade da versão brasileira do Wolf Motor Function Test em adultos com hemiparesia. *Brazilian Journal Of Physical Therapy*, [s.l.] 2011, 15(3)257-265.
15. Saliba VA, Magalhães LC, Faria CDCM, Laurentino GEC, Cassiano JC, Teixeira-Salmela LF. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do instrumento Motor Activity Log. *Revista Panamericana de Salud Pública*, [s.l.], 2011, 30(3)262-271.
16. Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arquivos de Neuro-psiquiatria*, [s.l.]2003, 61(3)777-781.
17. Rieck M, Moreland J.. The Orpington Prognostic Scale for patients with stroke: Reliability and pilot predictive data for discharge destination and therapeutic services. *Disability And Rehabilitation*, [s.l.]2005, 27, (23)1425-1433.
18. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol*. 2013;4(NOV). doi:10.3389/fpsyg.2013.00863
19. Kiper, P; Szczudlik, A; Agostini, M; Opara, J; Nowobilski, R; Ventura, L; Tonin, P; Turolla, A. Virtual Reality for Upper Limb Rehabilitation in Subacute and Chronic Stroke: a randomized controlled trial. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, [S.L.], v. 99, n. 5, p. 834-842, maio 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.023>.
20. Shahmoradi, L; Almasi, S; Ahmadi, H; Bashiri, A; Azadi, T; Mirbagherie, A; Ansari, N; Honarpishe, R. Virtual reality games for rehabilitation of upper extremities in stroke patients. *Journal Of Bodywork And Movement Therapies*, [S.L.], v. 26, p. 113-122, abr. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.10.006>.
21. Ahmad, M; Singh, D; Nordin, N; Nee, K; Ibrahim, N. Virtual Reality Games as an Adjunct in Improving Upper Limb Function and General Health among Stroke Survivors. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, [S.L.], v. 16, n. 24, p. 5144, 16 dez. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16245144>.
22. Wang, C; Winstein, C; D'argenio, D.; Schweighofer, N. The Efficiency, Efficacy, and Retention of Task Practice in Chronic Stroke. *Neurorehabilitation And Neural Repair*, [S.L.], v. 34, n. 10, p. 881-890, 24 ago. 2020. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1545968320948609>.
23. Mikami, K; Jorge, R.; Moser, D.; Jang, M; Robinson, R. Incident Apathy During the First Year After Stroke and Its Effect on Physical and Cognitive Recovery. *The American Journal Of Geriatric Psychiatry*, [S.L.], v. 21, n. 9, p. 848-854, set. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jagp.2013.03.012>.

24. Webster, A; Poyade, M; Rooney, S; Paul, L. Upper limb rehabilitation interventions using virtual reality for people with multiple sclerosis: a systematic review. *Multiple Sclerosis And Related Disorders*, [S.L.], v. 47, p. 102610, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.msard.2020.102610>.
25. Freitas, L; Val, S; Magalhães, F; Marinho, V; Ayres, C; Teixeira, S; Bastos, V. Virtual reality exposure therapy for neuro-psychomotor recovery in adults: a systematic review. *Disability And Rehabilitation: Assistive Technology*, [S.L.], v. 16, n. 6, p. 646-652, 20 nov. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17483107.2019.1688400>.
26. Peng, Q-C; Yin, L; Cao, Y. Effectiveness of Virtual Reality in the Rehabilitation of Motor Function of Patients With Subacute Stroke: a meta-analysis. *Frontiers In Neurology*, [S.L.], v. 12, p. 1-20, 5 maio 2021. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2021.639535>
27. Kwakkel, G; Veerbeek, J M; Van Wegen, E-H; Wolf, S. Constraint-induced movement therapy after stroke. *The Lancet Neurology*, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 224-234, fev. 2015. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1474-4422\(14\)70160-7](http://dx.doi.org/10.1016/s1474-4422(14)70160-7).
28. Borstad, A; Crawfis, R; Phillips, K; Lowes, L; Maung, D; Mcpherson, R; Siles, A; Worthen-Chaudhari, L; Gauthier, L. In-Home Delivery of Constraint-Induced Movement Therapy via Virtual Reality Gaming. *Journal Of Patient-Centered Research And Reviews*, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 6-17, 30 jan. 2018. Aurora Health Care, Inc.. <http://dx.doi.org/10.17294/2330-0698.1550>
29. Shi, Y; Tian, J.; Yang, K.; Zhao, Y. Modified Constraint-Induced Movement Therapy Versus Traditional Rehabilitation in Patients With Upper-Extremity Dysfunction After Stroke: a systematic review and meta-analysis. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, [S.L.], v. 92, n. 6, p. 972-982, jun. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2010.12.036>.
30. Fleet, A; Page, S.; Mackay-Lyons, M; Boe, . Modified Constraint-Induced Movement Therapy for Upper Extremity Recovery Post Stroke: what is the evidence?. *Topics In Stroke Rehabilitation*, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 319-331, jul. 2014. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1310/tsr2104-319>.