UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL EM INDIVÍDUOS PÓS-ACIDENTE
VASCULAR CEREBRAL: RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AGUDAS
E SUA REPRODUTIBILIDADE

Julio Cesar Silva de Sousa

São Paulo

2017

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL EM INDIVÍDUOS PÓS-ACIDENTE
VASCULAR CEREBRAL: RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AGUDAS
E SUA REPRODUTIBILIDADE

Julio Cesar Silva de Sousa

São Paulo

2017

JULIO CESAR SILVA DE SOUSA

Jogos de Realidade Virtual em Indivíduos Pós-Acidente Vascular Cerebral:
Respostas Fisiológicas Agudas e sua Reprodutibilidade

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Estudos Biodinâmicos da Educação Física e Esporte

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz

Coorientadora: Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin

São Paulo

2017

Catálogo da Publicação
Serviço de Biblioteca
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Sousa, Julio Cesar Silva de
Jogos de realidade virtual em indivíduos pós-acidente vascular cerebral: respostas fisiológicas agudas e sua reprodutibilidade / Julio Cesar Silva de Sousa. -- São Paulo : [s.n.], 2017.
155p.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.
Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Lucia de Moraes Forjaz
Coorientadora: Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin

1. Jogos de realidade virtual 2. Frequência cardíaca 3. Video game 4. Hipotensão 5. Acidente vascular cerebral 6. Fisiologia

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: SOUSA, Julio Cesar Silva de

Título: Jogos de Realidade Virtual em Indivíduos Pós-Acidente Vascular Cerebral:
Respostas Fisiológicas Agudas e sua Reprodutibilidade

Dissertação apresentada à Escola de
Educação Física e Esporte da Universidade
de São Paulo, como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Agradecimentos

Aos meus pais, Rivaldo e Lourdes, pelo apoio, por fornecerem os elementos essenciais para a formação do meu caráter e por serem exemplos de pessoas honestas e trabalhadoras.

À minha orientadora, Profa. Cláudia Forjaz, pela paciência e dedicação em me orientar, qualidades demonstradas desde a minha época de aluno de graduação e que foram fundamentais para a minha formação científica; por ser um exemplo como professora, pesquisadora e cientista, por sua ética e competência profissionais que servem de inspiração para mim.

À minha coorientadora, Profa. Camila Torriani-Pasin, pelas contribuições em aspectos essenciais da constituição deste trabalho; pelos ensinamentos, conselhos e por sempre me motivar nos momentos difíceis.

À Profa. Andréia Queiroz pelos ensinamentos durante minha iniciação científica e por me ajudar nos primeiros passos da minha formação científica.

À minha companheira, Giovanna Seracine, pelo auxílio na revisão do conteúdo deste texto e, principalmente, por sempre me lembrar de que sou capaz, pelo amor e confiança no meu potencial.

Aos amigos do Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora (LAHAM), Aluísio, Leandro, Hécio, Rafael Rezende, Rafael Fecchio, Thiago, João e Roberto por sempre estarem dispostos a ajudar e pelas inúmeras risadas.

Aos técnicos do LAHAM, Natan Jr., Tereza e ao Dr. Luiz Riani por garantirem a viabilidade deste projeto.

Aos voluntários(as) que gentilmente aceitaram participar desta pesquisa pela disponibilidade, dedicação e paciência, sem os quais este trabalho não seria possível.

A todos os funcionários e professores da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo por fazerem parte da minha formação. Graças a vocês, as lições aprendidas nesta instituição serão levadas para toda a vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo fomento desta pesquisa (133239/2014-4).

Por fim, a todos que não foram citados aqui, mas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho e para a minha formação.

“A longevidade talvez seja a melhor medida da qualidade física da vida. (Se você está morto, pouco pode fazer para ser feliz). Essa é uma dádiva preciosa da ciência à humanidade – nada menos do que o dom da vida”

Carl Sagan

RESUMO

SOUSA, JULIO CESAR SILVA DE. Jogos de Realidade Virtual em Indivíduos Pós-Acidente Vascular Cerebral: respostas fisiológicas agudas e sua reprodutibilidade 2017. 155f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2017.

Os jogos de realidade virtual (JRV) são utilizados como estratégia complementar de reabilitação motora em indivíduos pós-acidente vascular cerebral (AVC). Porém, o impacto cardiovascular e metabólico desses jogos foi pouco investigado, o que é essencial para uma reabilitação completa. Com esse intuito, este estudo avaliou as respostas de frequência cardíaca (FC) e consumo de oxigênio (VO_2) durante os JRV, comparando-as ao limiar anaeróbio (Lan) e ao ponto de compensação respiratória (PCR) e calculando o gasto energético (GE). Além disso, investigou-se as respostas da FC, pressão arterial (PA) e duplo produto (DP) no período pós-JRV e a reprodutibilidade de todas as respostas aos JRV. Para tanto, 12 indivíduos (84% homens, 56 ± 12 anos) em fase crônica após um único AVC participaram, em ordem aleatória, de três sessões experimentais, sendo duas delas de JRV e uma controle. Nas sessões de JRV, os indivíduos foram submetidos a 4 blocos de jogos intercalados por 2 min de pausa; cada bloco foi composto por 3 min do jogo Tênis de Mesa, seguidos de 1 min de pausa e 4 min do jogo Boxe (*Xbox360+Kinect*). Na sessão controle, os indivíduos assistiram a um filme sentados por 38 min. A FC e o VO_2 foram continuamente medidos durante as sessões, e a PA e FC foram medidas antes e aos 15 e 30 min após as intervenções. O GE foi calculado a partir do VO_2 . As respostas de FC e VO_2 nos JRV tiveram boa reprodutibilidade (coeficiente de correlação intraclassa $> 0,75$ e baixo erro médio da medida). Os valores de FC medidos durante os JRV foram semelhantes ao Lan e significativamente inferiores ao PCR, com mais de 50% dos indivíduos apresentando FC abaixo do Lan em todos os JRV. O VO_2 medido durante os JRV foi significativamente menor que o Lan e o PCR, com mais de 75% dos indivíduos com VO_2 abaixo do Lan em todos os jogos. O GE médio da sessão de JRV foi de $\cong 4,6 \pm 0,1$ kcal/min, totalizando 169 ± 11 kcal. Após a sessão de JRV, a PA não se modificou, a FC e o DP permaneceram aumentados por 30 min. Conclui-se que, em indivíduos pós-AVC, a sessão de JRV proposta promoveu respostas fisiológicas reprodutíveis, que corresponderam a uma intensidade próxima e abaixo do Lan, gerando um GE médio de cerca de 4 kcal/min (3 METS) e mantendo o trabalho cardíaco aumentado por até 30 min após a sessão.

Palavras-chave: videogames; frequência cardíaca; consumo de oxigênio; gasto energético, hipotensão pós-exercício, trabalho cardíaco.

ABSTRACT

SOUSA, JULIO CESAR SILVA DE. **Virtual Reality Games for post-stroke subjects: acute physiological responses and their reproducibility**. 2017. 155s. Dissertation (Master of Science) – School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, São Paulo. 2017.

Virtual reality games (VRG) has been used as a complementary strategy for motor rehabilitation in stroke survivors. However, the cardiovascular and metabolic impacts produced by these games has been poorly investigated, which is important for a complete rehabilitation. To investigate this impact, this study evaluated heart rate (HR) and oxygen consumption (VO_2) responses during VRG, comparing these responses with anaerobic threshold (AT) and respiratory compensation point (RCP), and calculating the energy expenditure (EE). Furthermore, the responses of HR, blood pressure (BP) and rate pressure product (RPP) after the VRG session as well as the reproducibility of all the responses to VRG were evaluated. For that, 12 chronic post-stroke patients (84% men, 56 ± 12 years) underwent, in random order, 3 experimental sessions: two composed by VRG and one control session. The VRG sessions were composed by 4 blocks of games interpolated by 2 min of rest, and each block was composed by 3 min of the table tennis game followed by 1 min of rest and 4 min of the boxing game (Xbox360+Kinect). In the control session, the subjects watched a film in the seating position for 38 min. HR and VO_2 were continuously measured during the sessions, and HR and BP were also measured before and at 15 and 30 min after the interventions. EE was calculated from VO_2 . HR and VO_2 responses to VRG showed good reproducibility (intraclass correlation index $> 75\%$ and low standard error of measurement). HR measured during the VRG was similar to AT and significantly lower than RCP, with more than 50% of the subjects presenting HR below AT in all the games. VO_2 measured during the VRG was significantly lower than AT and RCP, with more than 75% of the subjects presenting VO_2 below AT in all the games. VRG EE was $\cong 4.6 \pm 0.1$ kcal/min, totalizing 169 ± 11 kcal. After the VRG session, BP did not change, while HR and RPP remained significantly increased up to 30 min. In conclusion, in post-stroke survivors, the proposed VRG session produced physiological responses that have good reproducibility and corresponded to an intensity near to and below the AT, generating a mean EE of 4 kcal/min (3 METs), and maintaining cardiac work elevated for at least 30 min after its end.

Key-words: videogames, heart rate, oxygen consumption, energy expenditure, post-exercise hypotension, cardiac work.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS.....	17
3. REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1. ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL.....	18
3.1.1. Epidemiologia do Acidente Vascular Cerebral	18
3.1.2. Tipos de Acidente Vascular Cerebral.....	19
3.1.2.1. Acidente vascular cerebral isquêmico	20
3.1.2.2. Acidente vascular cerebral hemorrágico	22
3.1.3. Fatores de Risco do AVC.....	24
3.1.4. Quadro Clínico.....	27
3.1.4.1. Impacto das deficiências nas estruturas e funções corporais	28
3.1.4.2. Limitação nas atividades	36
3.1.4.3. Impacto na participação social	36
3.1.4.4. Contexto ambiental e pessoal.....	37
3.2. EXERCÍCIOS FÍSICOS E ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL	38
3.2.1. Efeitos do Exercício Físico no Acidente Vascular Cerebral	38
3.2.2. Prescrição de Exercícios Físicos após o Acidente Vascular Cerebral.....	45
3.2.3. Avaliação Ergoespirométrica após o Acidente Vascular Cerebral	48
3.2.4. Barreiras para o Exercício Físico após o Acidente Vascular Cerebral.....	49
3.3. JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL E ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL	50
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	54
4.1. LOCAL DO ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS	54
4.2. CASUÍSTICA.....	54
4.3. PROCEDIMENTOS PRELIMINARES	55
4.3.1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	55
4.3.2. Anamnese	55
4.3.3. Avaliação Antropométrica	55
4.3.4. Avaliação da Capacidade de Deambulação.....	56
4.3.5. Avaliação de Desempenho Motor	56
4.3.6. Avaliação Cognitiva.....	56
4.3.7. Avaliação Ergoespirométrica	57

4.3.8	Sessões de Familiarização aos Jogos de Realidade Virtual	59
4.4	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	60
4.4.1	Desenho Experimental	60
4.4.2	Sessões Experimentais	61
4.4.3	Intervenções	63
4.5	MEDIDAS	65
4.5.1	Frequência Cardíaca.....	65
4.5.2	Pressão Arterial Auscultatória.....	65
4.5.3	Duplo Produto.....	65
4.5.4	Gasto Energético	65
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	66
5	RESULTADOS.....	68
5.1	CASUÍSTICA	68
5.2	CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA	69
5.4	RESPOSTAS AOS JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL	72
5.4.1	Respostas da Frequência Cardíaca durante as Sessões de Jogos de Realidade Virtual - Objetivo Específico 1	72
5.4.1.1	Reprodutibilidade das respostas da frequência cardíaca aos jogos de realidade virtual	72
5.4.2	Respostas do Consumo de Oxigênio durante as Sessões de Jogos de Realidade Virtual - Objetivo Específico 2	82
5.4.2.1	Reprodutibilidade das respostas do consumo de oxigênio aos jogos de realidade virtual	82
5.4.2.2	Respostas do consumo de oxigênio aos jogos de realidade virtual.....	85
5.4.2.3	Respostas do consumo de oxigênio nos jogos de realidade virtual em relação aos limiares ventilatórios	88
5.4.3	Gasto Energético durante as Sessões de Jogos de Realidade Virtual - Objetivo Específico 3	91
5.4.4	Respostas Cardiovasculares após as Sessões de Jogos de Realidade Virtual - Objetivo Específico 4	91
6	DISCUSSÃO	95
6.1	PRINCIPAIS ACHADOS	95
6.2	EXECUÇÃO DO PROTOCOLO	95
6.2.1	Exequibilidade do Protocolo	95
6.2.2.	Amostra	97
6.2.3	Testes Ergoespirométricos	99

6.3	RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AOS JRV	101
6.3.1	Resposta da Frequência Cardíaca.....	102
6.3.2	Resposta do Consumo de Oxigênio.....	105
6.3.3	Resposta do Gasto Energético.....	107
6.3.4	Respostas após os Jogos de Realidade Virtual	107
6.4	IMPLICAÇÕES.....	109
6.5	LIMITAÇÕES	111
7	CONCLUSÕES	113
	REFERÊNCIAS	114
	APÊNDICE 1 - PARÂMETROS DE REPRODUTIBILIDADE DOS TESTES	
	ERGOESPIROMÉTRICOS.....	130
	ANEXO 1 - APROVAÇÃO NO COMITE DE ÉTICA	135
	ANEXO 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	137
	ANEXO 3 – ANAMNESE.....	141
	ANEXO 4 - CATEGORIA DE DEAMBULAÇÃO FUNCIONAL – FAC	142
	ANEXO 5 - MINI EXAME DE ESTADO MENTAL	143
	ÍNDICE DE TABELAS	147
	ÍNDICE DE FIGURAS	150
	ÍNDICE DE LISTA DE SIGLAS, ABREVIACÕES E SÍMBOLOS	153

1. INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares foram responsáveis por 17,5 milhões de mortes no mundo em 2012, o que representou 46% das mortes por doenças não transmissíveis naquele ano. Dessa parcela, 6,7 milhões de mortes foram decorrentes do acidente vascular cerebral (AVC) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014) que, quando não provoca a morte, afeta as estruturas e as funções do corpo humano, causando deficiências físicas e cognitivas, que podem impactar diretamente nas atividades da vida diária (AVD), reduzindo a qualidade de vida (BILLINGER et al., 2014a).

O AVC é o principal causador de deficiência no mundo (MOZAFFARIAN et al., 2016), ocasionando sequelas em, aproximadamente, 50% dos sobreviventes (GADIDI et al., 2011; MAYO et al., 2002). Essas sequelas levam à redução dos níveis de atividades físicas desses indivíduos (CABRAL et al., 1997; MINELLI; FEN; MINELLI, 2007; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009), contribuindo para uma expressiva redução da aptidão cardiovascular e aumento da prevalência de eventos cardiovasculares posteriores ao AVC (BRAZZELLI et al., 2012; GORDON et al., 2004; IVEY et al., 2007; IVEY; HAFER-MACKO; MACKO, 2008; KORPELAINEN; SOTANIEMI; MYLLYLÄ, 1999; PANG et al., 2006).

Várias estratégias que buscam minimizar as sequelas do AVC têm sido propostas e, dentre elas, a prática regular de exercícios físicos (EF) é considerada parte integrante do tratamento dos sobreviventes (BILLINGER et al., 2014a). Dentre os benefícios dos EF para os sobreviventes do AVC, são evidentes as melhoras funcionais (FARALLI et al., 2013; GORDON et al., 2004), com o aumento da capacidade aeróbia (SAUNDERS et al., 2016) e da força e resistência musculares (GORDON et al., 2004); além de melhoras das capacidades cognitivas (QUANEY et al., 2011), psicológicas e sensório-motoras (GORDON et al., 2004; POTEMPA et al., 1995; QUANEY et al., 2011).

Apesar desses expressivos benefícios, a inclusão e a manutenção dos sobreviventes de AVC em programas de EF apresentam algumas dificuldades, tais como: dificuldades de locomoção e acesso aos centros de reabilitação devido à necessidade de meios de transporte específicos e, principalmente, falta de motivação para um engajamento eficaz em longo prazo (LANGHORNE; BERNHARDT; KWAKKEL, 2011; LIN; WUANG, 2012; TEASELL et al., 2009).

Na tentativa de contornar essas dificuldades observadas em programas convencionais de reabilitação, a prática de EF com jogos de realidade virtual (JRV) pode ser uma estratégia promissora. Esses jogos permitem a prática no ambiente domiciliar, o que soluciona o problema da locomoção até os centros de reabilitação. Além disso, os JRV proporcionam uma prática interessante e divertida, aumentando a motivação e a aderência ao programa de EF (HENDERSON; KORNER-BITENSKY; LEVIN, 2007; LAVER et al., 2015; LEWIS; ROSIE, 2012). É possível apontar ainda como vantagem dessa estratégia a redução de custos, o que muitas vezes também é um impeditivo à prática (LIN; WUANG, 2012).

Cabe ressaltar que os JRV possibilitam a execução de tarefas repetitivas que são efetivas para a reabilitação neurológica (LANGHORNE; BERNHARDT; KWAKKEL, 2011; VEERBEEK et al., 2014), permitem um controle da complexidade das tarefas a serem executadas e podem simular condições do mundo real com segurança (SAPOSNIK; LEVIN, 2011). Nesse sentido, estudos demonstraram que os JRV promovem melhora na movimentação dos membros superiores (HOUSMAN; SCOTT; REINKENSMEYER, 2009), na percepção visual (KIHOOON; JAEHO; JINHWA, 2012), no equilíbrio (LAVER et al., 2015) e na marcha (POMPEU et al., 2014). Assim, os JRV são recomendados e empregados para a reabilitação motora pós-AVC, como parte integrante do tratamento (BILLINGER et al., 2014a).

Além das limitações motoras e, em parte devido a elas, os indivíduos pós-AVC apresentam baixa aptidão física, de modo que intervenções que promovam estímulo fisiológico adequado para melhorar essa aptidão são necessárias (BILLINGER et al., 2014a). Os programas tradicionais de reabilitação promovem estímulos adequados quando desenhados com essa finalidade e não apenas para a reabilitação motora, resultando em aumento da aptidão aeróbia (SAUNDERS et al., 2016). No entanto, considerando-se a estratégia dos JRV, poucos estudos investigaram seus efeitos sobre marcadores fisiológicos de intensidade e de eficácia para o treinamento aeróbico, como as respostas da frequência cardíaca (FC) e do consumo de oxigênio (VO_2) durante a prática, além do gasto energético (GE) produzido, o que possibilitaria uma melhor caracterização do estímulo fisiológico.

Considerando-se o estímulo fisiológico, os limiares ventilatórios, i.e. o limiar anaeróbio (Lan) e o ponto de compensação respiratória (PCR), são considerados o “padrão ouro” para identificar o estímulo metabólico produzido pelo EF (MEYER et al., 2005; WASSERMAN; WHIPP; BEAVER, 1973). O EF realizado em intensidade situada entre esses dois limiares é considerado o mais eficiente para produzir estímulo aeróbio eficaz em promover adaptações

cardiovasculares e metabólicas crônicas (BRAGA et al., 2010; GHOSH, 2004; MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013; WOLPERN et al., 2015). Dessa forma, torna-se importante avaliar se os JRV são capazes de produzir respostas fisiológicas entre esses limiares. Além disso, pelo nosso conhecimento, não há estudos que tenham verificado a reprodutibilidade dessas respostas durante uma sessão de JRV, o que é fundamental para que essas respostas possam ser usadas para monitorar a intensidade do treinamento. Assim, ainda não se sabe se, agudamente, a prática de JRV é capaz de promover de forma reprodutível uma intensidade de esforço físico considerada eficaz em promover adaptações cardiovasculares e metabólicas em indivíduos pós-AVC.

A importância das adaptações cardiovasculares e metabólicas promovidas pelos EF nos indivíduos pós-AVC também se relaciona à prevenção e ao tratamento das comorbidades observadas nessa população. Dentre elas, destacam-se para essa dissertação a obesidade e a hipertensão arterial.

A obesidade é o terceiro fator de risco mais frequente nos indivíduos pós-AVC, sendo evidenciada em, aproximadamente, 10% dos indivíduos acometidos por um AVC recorrente (LEOO et al., 2008). O EF é recomendado no controle e na prevenção da obesidade (MCQUEEN, 2009) e seu efeito se faz, em parte, devido ao GE ocasionado pelo EF. Dessa forma, considerando-se a possibilidade dos JRV serem uma estratégia complementar na reabilitação pós-AVC, torna-se importante avaliar o GE produzido por uma sessão de JRV nessa população.

A hipertensão arterial está presente em, aproximadamente, 75% dos indivíduos acometidos por um segundo AVC (LEOO et al., 2008). O EF aeróbico também é recomendado no tratamento dessa doença (BILLINGER et al., 2014a; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2010a) devido a seus efeitos hipotensores crônicos, ou seja, decorrentes de um período de treinamento (CORNELISSEN; FAGARD, 2007; CORNELISSEN; BUYS; SMART, 2013; DIMEO et al., 2012), mas também devido a seus efeitos hipotensores agudos, ou seja, decorrentes da execução de uma única sessão de EF (CARDOSO JR et al., 2010; GOMES ANUNCIAÇÃO; DOEDERLEIN POLITO, 2011). Esse efeito agudo é denominado hipotensão pós-EF e se caracteriza pela redução da pressão arterial (PA) no período de recuperação pós-EF em relação aos valores basais (KENNEY; SEALS, 1993), possuindo reconhecida relevância clínica (PESCATELLO et al., 2004b). Porém, a redução da PA pós-EF é acompanhada de uma manutenção da FC elevada (DE OLIVEIRA et al., 2014; TEIXEIRA et

al., 2011), o que pode elevar o trabalho cardíaco e risco cardiovascular agudo (ALBERT et al., 2000). Dessa forma, o conhecimento das respostas cardiovasculares agudas pós-EF é importante para se conhecer o impacto de cada sessão de EF. Porém, até o presente momento, essas respostas após os JRV não são conhecidas em indivíduos pós-AVC.

Diante das lacunas supracitadas, observa-se a necessidade de melhor caracterização das respostas cardiovasculares e metabólicas durante e após uma sessão de EF com JRV em indivíduos pós-AVC, visando verificar a potencial eficácia dessa prática como estratégia de tratamento.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Verificar as respostas fisiológicas durante e após uma sessão de JRV em indivíduos pós-AVC, constatando a reprodutibilidade dessas respostas.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar em indivíduos pós-AVC:

1. as respostas da FC durante uma sessão de JRV, verificando:
 - a) a reprodutibilidade das respostas;
 - b) se o estímulo ocasiona respostas na faixa entre o Lan e o PCR.
2. as respostas do VO_2 durante uma sessão de JRV, verificando:
 - a) a reprodutibilidade das respostas;
 - b) se o estímulo ocasiona respostas na faixa entre o Lan e o PCR.
3. o gasto energético gerado por uma sessão de JRV.
4. as respostas da FC, PA e duplo produto (DP) após uma sessão de JRV.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

O AVC é caracterizado por distúrbios na circulação encefálica que levam à redução ou interrupção do fluxo sanguíneo para determinadas regiões do cérebro, causando danos ao tecido encefálico pela carência de oxigênio e nutrientes, o que pode resultar em déficits neurológicos focais ou em morte (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2016).

3.1.1. Epidemiologia do Acidente Vascular Cerebral

A prevalência do AVC varia, mundialmente, de 6 a 28% (DAS et al., 2008; VERMER; LONGSTRETH; KOUDSTAAL, 2007). Projeções mostram que em 2030, 3,4 milhões de pessoas acima de 18 anos terão um AVC, um aumento de 20,5% em comparação com 2012 (MOZAFFARIAN et al., 2015; OVBIAGELE et al., 2013).

Na América Latina, os dados referentes à prevalência do AVC são escassos (DEL BRUTTO et al., 2004) e, até o momento, não há estudos em escala nacional que investigaram a prevalência do AVC no Brasil. Entretanto, um estudo realizado em 2009 no Município de Vassouras, Rio de Janeiro, demonstrou uma taxa de prevalência estimada na população idosa de 2,9%. (PEREIRA et al., 2009).

Com relação à incidência do AVC, uma revisão sistemática baseada em estudos populacionais de diferentes países, publicada em 2003, revelou que a incidência anual é de 94 eventos por 100.000 habitantes em países desenvolvidos, sendo que de 17 a 30% dessas pessoas não sobrevivem logo após o AVC. Nos países em desenvolvimento, essa incidência pode chegar a 117 casos por 100.000 habitantes, dos quais 18 a 33% não sobrevivem (FEIGIN et al., 2003).

É interessante observar que os dados do estudo de Framingham sugerem que a incidência de AVC apresenta um comportamento decrescente no mundo nos últimos anos. De 1950 a 1977, 1978 a 1989 e de 1990 a 2004, a incidência do AVC por 1000 pessoas foi 7,6; 6,2 e 5,3 em homens e 6,2; 5,8 e 5,1 em mulheres, respectivamente. Em especial, o risco de AVC aos 65 anos de idade diminuiu expressivamente de 19,5 para 14,5% em homens e de 18,0 para

16,1% em mulheres (CARANDANG et al., 2006). Apesar dessa melhora, somente nos Estados Unidos da América, a cada 40 segundos 1 pessoa sofre um AVC, dos quais 25% são recorrentes (BILLINGER et al., 2014a).

Com relação à progressão da mortalidade por AVC, um estudo de 2012 analisou a taxa de mortalidade no período de 2000 a 2009, a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Segundo esse estudo, a taxa de mortalidade por 100.000 habitantes em 2000 foi de 135,88 e 115,51 em 2009. (GARRITANO et al., 2009). Mesmo havendo uma queda na mortalidade por AVC no Brasil, segundo o Ministério da Saúde, o número de internações devido ao AVC no segundo semestre de 2014 foi de 5,7 milhões (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

Outro fator que requer atenção é a recorrência do AVC. Aproximadamente 30% dos indivíduos acometidos pelo primeiro AVC sofrem um segundo evento, dos quais 18% são fatais (BURN et al., 1994; DHAMOON et al., 2006). Um estudo estadunidense de 2002 demonstrou que, no primeiro mês após o primeiro AVC, 1,8% dos pacientes sofrem um segundo AVC, 5% no sexto mês, 8% no primeiro ano, 12% no segundo ano, 15% no terceiro ano e 18% em até 4 anos (FENG; HENDRY; ADAMS, 2010). Mais recentemente, dados do *American Heart Association* demonstraram que a proporção de mortes de indivíduos que sofreram um segundo AVC após um ano varia de 26 a 41% entre 45 e 64 anos e de 50 a 57% a partir dos 65 anos (MOZAFFARIAN et al., 2015).

Diante dos dados apresentados acima, observa-se que o AVC apresenta uma incidência, prevalência e mortalidade elevadas em todo o mundo, sendo sua prevenção e tratamento fundamentais para a saúde pública.

3.1.2. Tipos de Acidente Vascular Cerebral

As mudanças circulatórias causadas pelo AVC podem ser resultantes de eventos isquêmicos (AVC isquêmico) ou hemorrágicos (AVC hemorrágico) (GARCIA; HO; PANTONI, 1998; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2016). Estima-se que 90% dos casos de AVC sejam de origem isquêmica e 10% decorrentes de hemorragias (MINELLI; FEN; MINELLI, 2007; QURESHI; MENDELOW; HANLEY, 2009).

3.1.2.1. Acidente vascular cerebral isquêmico

O AVC isquêmico pode ocorrer em consequência de distúrbios hemodinâmicos ou de doenças vasculares oclusivas. Independentemente da causa, a redução ou interrupção do fluxo sanguíneo para a região encefálica é o evento primário desse tipo de AVC (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010).

O AVC isquêmico de origem hemodinâmica decorre de paradas cardíacas, quedas abruptas da PA sistêmica, colapsos vasculares periféricos ou arritmias cardíacas. As lesões encefálicas decorrentes desse tipo de AVC são geralmente extensas, podendo envolver a região cortical, núcleos da base, córtex cerebelar, substância branca, tronco encefálico, medula espinhal ou outras regiões que compõem o encéfalo (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010; GARCIA; HO; PANTONI, 1998). A extensão dos danos decorrentes de um AVC isquêmico de origem hemodinâmica depende da duração da isquemia e da extensão da região afetada. Fatores como idade (indivíduos jovens têm maior tolerância à isquemia) e temperatura corporal (hipotermia pode proteger os neurônios de lesões isquêmicas) podem ser agravantes ou atenuantes neste tipo de AVC (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010; GARCIA; HO; PANTONI, 1998; HUNTER et al., 2011; KARASZEWSKI et al., 2009).

O AVC isquêmico decorrente de doenças vasculares oclusivas acomete pequenas e grandes artérias devido à formação de êmbolos ou trombos que se alojam nos vasos cerebrais e interrompem o fluxo sanguíneo. O AVC isquêmico causado por êmbolos tem sua origem comumente atribuída à válvula cardíaca esquerda, ao ventrículo cardíaco esquerdo ou à artéria carótida. Êmbolos podem se formar nessas regiões, principalmente em pacientes com hipercoagulabilidade sanguínea, e viajar pela corrente sanguínea, alojando-se na luz das artérias encefálicas e causando sua obstrução (BOOK, 2009). As obstruções decorrentes de trombos são resultado de doenças vasculares cerebrais, em especial, da aterosclerose. A placa aterosclerótica se forma nas artérias cerebrais a partir da deposição de lipídios plasmáticos na parede arterial e é acompanhada por modificações no músculo liso, influxo de linfócitos T, monócitos e deposição de colágeno (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010; GARCIA; HO; PANTONI, 1998). A aterosclerose nas artérias intracranianas acomete, principalmente, a porção interna da artéria carótida e as artérias basilar, cerebral média, anterior, pericalosa e cerebrais posteriores (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010; GARCIA; HO; PANTONI, 1998). Quando há o AVC isquêmico decorrente de doenças vasculares oclusivas, as placas

ateroscleróticas, geralmente, sofrem uma lesão secundária, gerando a formação de um trombo que obstrui a luz arterial, causando redução ou obstrução total do fluxo sanguíneo (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010).

O AVC isquêmico, independentemente de sua causa sistêmica ou por doença vascular oclusiva, causa danos aos tecidos encefálicos devido à ativação da cascata isquêmica desencadeada no local atingido pela depleção de O_2 e nutrientes. A carência de substratos para a produção de ATP desencadeia morte celular por apoptose (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010). Eventualmente, dependendo do grau de oclusão, o AVC isquêmico pode causar uma carência parcial de fluxo sanguíneo que, se mantida por um tempo prolongado, pode causar sérios danos aos tecidos encefálicos (KARASZEWSKI et al., 2009). A magnitude do dano causado depende da duração, da extensão e da localização da isquemia. Os tecidos encefálicos requerem um constante suprimento de glicose e O_2 para a manutenção do gradiente iônico através da membrana celular, sendo muito suscetíveis às mudanças causadas pela hipóxia (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010).

Existem outros mecanismos envolvidos no processo degenerativo dos tecidos encefálicos devido à isquemia. Nos casos de AVC com oclusão arterial parcial, se o quadro for mantido por um período superior a 5-10 minutos, podem ocorrer danos severos devido à redução do gradiente iônico e ao aumento de subprodutos do metabolismo anaeróbico, como ácido láctico e íons de hidrogênio (KARASZEWSKI et al., 2009). Além disso, o inadequado suprimento energético celular e a consequente perda de gradiente iônico levam à perda de potássio em relação ao sódio, cloretos e íons de cálcio; consequentemente, há aumento do influxo de água para a célula, ocasionando edema cerebral (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010).

Outro importante mecanismo envolvido no processo degenerativo do tecido encefálico é a liberação de neurotransmissores excitatórios. A cascata isquêmica estimula a liberação dos neurotransmissores excitatórios glutamato e aspartato, que quando liberados em quantidades excessivas, possuem efeito tóxico, ocasionando lesões na membrana neuronal e causando a ativação de diversos processos enzimáticos (proteases, lipases, e nucleases) (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010). Essas enzimas e seus respectivos metabólitos destroem as membranas celulares, o material genético e as proteínas estruturais dos neurônios, levando à morte celular (NAKANISHI et al., 2009).

3.1.2.2. Acidente vascular cerebral hemorrágico

Embora represente aproximadamente 10% dos casos de AVC (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010; MINELLI; FEN; MINELLI, 2007), o AVC hemorrágico geralmente causa danos maiores ao tecido cerebral que o AVC isquêmico. O AVC hemorrágico ocorre devido à ruptura das artérias que irrigam o encéfalo. As principais consequências da hemorragia são a hipóxia dos tecidos encefálicos, o extravasamento de sangue para o parênquima cerebral e a liberação de fatores coagulantes, que restringem ainda mais o fluxo sanguíneo (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010).

Usualmente, o AVC hemorrágico é classificado em dois tipos: a) o AVC hemorrágico intracerebral, que ocorre, geralmente, em pequenas artérias ou arteríolas e está associado à hipertensão arterial, traumatismos, uso de drogas (principalmente anfetaminas e cocaína) e má formação vascular, afetando predominantemente os lobos cerebrais, núcleos basais, hipotálamo, tronco cerebral e cerebelo (QURESHI; MENDELOW; HANLEY, 2009); e b) o AVC hemorrágico subaracnóide, que ocorre devido à ruptura de aneurismas das artérias cerebrais, que também podem se formar em decorrência da hipertensão arterial (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010).

O AVC hemorrágico, geralmente, ocorre nas bifurcações das pequenas artérias originárias da artéria basilar, cerebral média, anterior e posterior (QURESHI; MENDELOW; HANLEY, 2009). Esse tipo de hemorragia é consequência do rompimento do componente elástico da parede arterial, atrofia ou fragmentação da musculatura lisa e dissecções e degenerações vesiculares ou granulares nas células da parede arterial. Processos ateroscleróticos avançados também podem contribuir para a ocorrência de hemorragias em alguns casos (TAKEBAYASHI; KANEKO, 1983).

Durante um AVC hemorrágico ocorre acúmulo de sangue dentro do parênquima cerebral, levando a alterações morfofuncionais e aumento da pressão intracraniana no local da hemorragia (ARONOWSKI; ZHAO, 2011). O aumento dessa pressão ocasiona a ruptura de neurônios, seguida por deformações mecânicas que causam a liberação de neurotransmissores locais, disfunção mitocondrial e despolarização das membranas das células nervosas (QURESHI; MENDELOW; HANLEY, 2009). Dependendo da magnitude do sangramento, os danos primários aos tecidos encefálicos já se manifestam nos primeiros minutos após o evento. Os danos secundários são atribuídos à presença de quantidades excessivas de sangue no

parênquima cerebral e são dependentes do volume inicial de sangue no momento da lesão e da idade do indivíduo (QURESHI; MENDELOW; HANLEY, 2009).

Dentre os mecanismos envolvidos no dano cerebral após um AVC hemorrágico, além do dano mecânico, estão a presença de substâncias citotóxicas no sangue extravasado, o estresse oxidativo e a inflamação local. Essas características, em conjunto, levam a danos irreversíveis dos componentes neurovasculares, substância cinzenta e branca, rompimento da barreira hematoencefálica, edema cerebral e expressiva morte celular (ARONOWSKI; ZHAO, 2011).

Embora, considerando a fisiopatologia, existam diferentes mecanismos para o AVC, todos se associam à grande destruição das células cerebrais, podendo levar ao comprometimento de diversas funções e à morte.

3.1.3. Fatores de Risco do AVC

Os fatores de risco para o AVC são classificados em duas categorias: fatores de risco não-modificáveis e modificáveis, como demonstrado na Tabela 1.

TABELA 1. Fatores de risco não-modificáveis e modificáveis para o acidente vascular cerebral

FATOR DE RISCO	
Não-Modificável	Modificável
Idade	Dislipidemias
Sexo	Hipertensão Arterial Sistêmica
Raça	Diabetes Mellitus
Hereditariedade	Obesidade
	Tabagismo
	Coagulopatias
	Fibrilação Atrial
	Sedentarismo
	Etilismo
	Uso de Cocaína

A idade é o principal fator de risco não-modificável para o AVC, sendo demonstrado aumento expressivo da incidência de AVC a cada década de vida (PORTH; MATFIN, 2009). FEING et al. (2003) verificaram, a partir de um levantamento dos estudos epidemiológicos de diversos locais do mundo, que a incidência anual do AVC em pessoas com menos de 45 anos é de, aproximadamente, 0,1 a 0,3 casos por 1000 habitantes. Entretanto, essa faixa pode aumentar para 4,2 a 6,5 casos por 1000 habitantes a partir da quinta década de vida e para 12,0 a 20,0 casos por 1000 habitantes em pessoas com idade entre 75-84 anos. No Brasil, considerando-se a prevalência de AVC e a idade, verificou-se uma prevalência de 2,3% para a idade de 60 a 69 anos, 3,9% para 70 a 79 anos e 6,8% para idosos acima dos 80 anos (PEREIRA et al., 2009). Da mesma forma, a taxa de internação hospitalar por AVC de pessoas entre 30 e

39 anos é de 2,1 por 10.000 habitantes, aumentando para 6,3 entre 40 e 49 anos, 15,9 de 50 a 59 anos e chegando a 80,3 em pessoas com mais de 70 anos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

Além da idade, o sexo também é um importante fator de risco não-modificável para o AVC. A incidência do AVC em homens é maior do que em mulheres quando jovens, mas não quando idosos (MOZAFFARIAN et al., 2015). Isso pode ser explicado pelo fato das mulheres, mundialmente, demonstrarem uma maior longevidade que os homens (PORTH; MATFIN, 2009). Por outro lado, quando não há a estratificação por idade, na população brasileira, a prevalência do AVC em homens é, aproximadamente, 15,6% maior que em mulheres (PEREIRA et al., 2009).

Com relação à raça, sabe-se que, independentemente do sexo, afrodescendentes demonstram, aproximadamente, o dobro de risco de AVC do que seus pares não afrodescendentes até a sexta década de vida (MOZAFFARIAN et al., 2015; PORTH; MATFIN, 2009), mas essa diferença deixa de existir após os 60 anos (MOZAFFARIAN et al., 2015).

Dentre os principais fatores de risco modificáveis para o AVC estão as dislipidemias, a hipertensão arterial, o diabetes mellitus, o tabagismo e a obesidade; sendo que entre os 45 e 64 anos, aproximadamente, 40% do risco de ocorrência de AVC é atribuído à presença desses fatores (MOZAFFARIAN et al., 2015).

As dislipidemias são caracterizadas por distúrbios no metabolismo dos lipídios plasmáticos, que levam a níveis anormais de lipoproteínas. As dislipidemias são classificadas de acordo com os níveis plasmáticos de colesterol total, lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e triglicérides. A dislipidemia está presente quando são constatados valores de colesterol total ≥ 240 mg/dl, LDL > 160 mg/dl, HDL < 40 mg/dl e triglicérides > 200 mg/dl (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2013). Estima-se que, aproximadamente, 30,9 milhões de adultos tenham dislipidemias em todo mundo, sendo a prevalência global de cerca de 13% (MOZAFFARIAN et al., 2015). As dislipidemias são o principal fator de risco modificável para o AVC e estão, principalmente, relacionadas ao AVC isquêmico devido a sua importante contribuição no processo aterosclerótico (DEB; SHARMA; HASSAN, 2010; GARCIA; HO; PANTONI, 1998).

O segundo fator de risco modificável mais importante para o AVC é hipertensão arterial, que tem importância tanto para o AVC isquêmico quanto o hemorrágico (MOZAFFARIAN et al., 2015). A hipertensão arterial caracteriza-se pela manutenção de níveis elevados de PA, i.e.

maior que 139 mmHg para a pressão arterial sistólica (PAS) e/ou maior que 89 mmHg para a pressão arterial diastólica (PAD) (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2016). Aproximadamente 77% das ocorrências do primeiro AVC acometem indivíduos com PAS/PAD acima dos níveis supracitados (MOZAFFARIAN et al., 2015). Além disso, estima-se que uma redução de 10 mmHg na PAS associe-se à diminuição de 41% da incidência do AVC (LACKLAND et al., 2014).

O diabetes mellitus também é um importante fator de risco para o AVC e caracteriza-se por distúrbios na ação e/ou secreção da insulina, que levam à hiperglicemia (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2014). O diagnóstico do diabetes mellitus se faz diante da constatação de um dos cenários: (a) glicemia casual > 200 mg/dL acrescida da presença de sintomas de poliúria e/ou polidipsia; (b) glicemia de jejum ≥ 126 mg/dL ou; (c) glicemia de 2 horas pós-sobrecarga de 75 g de glicose > 200 mg/dL (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2014). O diabetes mellitus aumenta a incidência do AVC em qualquer idade, mas esse risco é mais evidente antes dos 65 anos (MOZAFFARIAN et al., 2015). Um dado relevante é que nos EUA, o número absoluto de internações por AVC declinou 17% de 1997 a 2006; entretanto, o número de internações por AVC em indivíduos com diabetes mellitus aumentou 27% no mesmo período (TOWFIGHI; MARKOVIC; OVBIAGELE, 2012).

A obesidade é o quarto fator de risco cardiovascular modificável mais prevalente na população pós-AVC (LEOO et al., 2008) e é caracterizada por um índice de massa corporal (IMC) > 30 kg/m² (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA, 2016). Alguns autores defendem a existência de um fenômeno conhecido como paradoxo da obesidade, ou seja, pacientes com sobrepeso e obesidade têm menor mortalidade por AVC do que os pacientes não obesos (MCAULEY; BLAIR, 2011). No entanto, a existência desse fenômeno requer melhores evidências. Os trabalhos recentes sugerem a necessidade de se levar em consideração não apenas o papel protetor da obesidade sobre a mortalidade, mas seu papel como causadora do AVC (DEHLENDORFF; ANDERSEN; OLSEN, 2014), bem como sua influência em aumentar as chances do AVC recorrente (LEOO et al., 2008) e para a ocorrência de outros problemas que predisõem ao AVC, como a hipertensão arterial (KOTSIS et al., 2010). Assim, o papel da obesidade no AVC é controverso.

O tabagismo também é aceito como um importante fator de risco independente para o AVC (SHAH; COLE, 2011; SHINTON; BEEVERS, 1989; WOLF et al., 1988). Mais de um

quarto da incidência do AVC pode ser diretamente atribuída ao tabagismo (SHAH; COLE, 2011). De fato, o risco de sofrer um AVC é 1,7 vezes maior em homens e 2,2 vezes maior em mulheres fumantes do que em não fumantes (THUN; APICELLA; HENLEY, 2000). Há também uma relação dose-resposta entre o número de cigarros consumidos por dia e o risco de AVC (SHINTON; BEEVERS, 1989). Estima-se que, após 2 anos da interrupção do uso do tabaco, o risco de AVC já esteja expressivamente reduzido e, após 5 anos, esse risco seja igual ao de pessoas que nunca foram fumantes (SHINTON; BEEVERS, 1989).

Outros fatores de risco modificáveis importantes também contribuem para a ocorrência do AVC, tais como: fibrilação atrial, presença de coagulopatias, alcoolismo, uso de cocaína e o sedentarismo (MOZAFFARIAN et al., 2015; PORTH; MATFIN, 2009). Dentre esses fatores, a redução do sedentarismo é uma das condutas que possui grande impacto na redução do risco do AVC, sendo o risco relativo para o AVC significantemente menor em indivíduos muito ativos em comparação com indivíduos pouco ativos (LEE; FOLSOM; BLAIR, 2003).

3.1.4. Quadro Clínico

A compreensão do quadro clínico apresentado pelos pacientes pós-AVC é importante para o desenvolvimento e a aplicação de estratégias que busquem melhorar a qualidade de vida e a sobrevivência. Devido à complexidade do quadro e às possíveis abordagens que o processo de reabilitação permite, a Organização Mundial da Saúde propõe que o tratamento se baseie na Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013). Nessa classificação, são abordados conjuntamente o processo fisiopatológico do AVC e as comorbidades associadas, bem como o impacto desse processo na vida do indivíduo, as variáveis contextuais inerentes ao indivíduo e as influências ambientais (MILLER et al., 2010; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013).

Dessa forma, a CIF serve como um guia para a compreensão do impacto funcional e social do AVC no indivíduo, agregando a influência das deficiências em diferentes domínios sobre o estado de saúde e funcionalidade, conforme representado na Figura 1. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013).

FIGURA 1. Representação da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde, refletindo a interação entre as consequências da doença e os fatores contextuais. (Adaptado de WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013b)

O quadro clínico pós-AVC será discutido aqui com base na CIF, considerando o impacto da doença e dos fatores contextuais (ambientais e pessoais) sobre as estruturas e funções corporais, as atividades e a participação do indivíduo.

3.1.4.1. Impacto das deficiências nas estruturas e funções corporais

Na CIF, o domínio das estruturas e funções compreende as características das doenças e distúrbios decorrentes do AVC (TORRIANI-PASIN; BASTOS, 2013; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013). Dentre eles estão as deficiências motoras, os problemas cardiovasculares e metabólicos e as sequelas cognitivas e emocionais (MILLER et al., 2010).

Deficiências motoras

As principais deficiências motoras apresentadas por pacientes acometidos pelo AVC são deficiências de força muscular, no controle postural, no equilíbrio e na coordenação dos membros superiores e inferiores contralaterais e ipsilaterais à lesão (MILLER et al., 2010). As deficiências motoras decorrentes do AVC afetam, principalmente, o controle dos movimentos da face, braços e pernas de um dos hemicorpos (LANGHORNE; COUPAR; POLLOCK, 2009), existindo uma relação direta entre o nível de comprometimento motor e a integridade funcional do tecido cerebral (JORGENSEN et al., 1995; LANGHORNE; COUPAR; POLLOCK, 2009). Comumente observam-se hemiparesia (deficiência motora acompanhada de fraqueza muscular em um dos hemicorpos), paralisia (perda da função motora voluntária), espasticidade (aumento do tônus muscular e dos reflexos), disfagia (dificuldades de deglutição), afasia (dificuldades de comunicação, emissão e compreensão) (IVEY et al., 2005; PORTH; MATFIN, 2011). Essas deficiências motoras comprometem o desempenho nas AVD devido à dificuldade de manipular objetos, aos padrões assimétricos da marcha, à redução da velocidade de movimento e ao alto custo metabólico para a realização de qualquer ação motora (MACKO et al., 1997a, 2005; SILVER et al., 2000).

Devido às deficiências motoras decorrentes do AVC, a incidência de quedas nessa população representa outro importante agravante para a qualidade de vida (GADIDI et al., 2011; KERSE et al., 2008; MAYO et al., 2002; PORTH; MATFIN, 2011). A instabilidade e a falta de atividade muscular antecipatória no tronco somadas à incapacidade de se proteger do impacto da queda devido à hemiparesia contribuem para a maior incidência e gravidade das ocorrências (ASHBURN et al., 2008; KERSE et al., 2008). Fatores adicionais inerentes ao envelhecimento, como a dificuldade de caminhada e de equilíbrio, também são agravantes para as quedas nos indivíduos pós-AVC mais idosos (ANDERSSON et al., 2006).

É necessário considerar ainda a associação dessas alterações às perdas sensoriais, como a alteração atencional (cognitiva), que leva à heminegligência, ou seja, à incapacidade de focar a atenção e reagir a estímulos no lado afetado. As limitações sensoriais contribuem para déficits de equilíbrio e falta de coordenação. Além disso, possibilitam a ocorrência de queimaduras e a ineficiência de higienização das extremidades afetadas (PORTH; MATFIN, 2011).

Como citado, os problemas de equilíbrio são comuns após o AVC (TYSON et al., 2006). Evidencia-se uma instabilidade postural muito maior em indivíduos acometidos pelo AVC do que em indivíduos saudáveis (CORRIVEAU et al., 2004; DE HAART et al., 2004; LAMONTAGNE; PAQUET; FUNG, 2003). Esses indivíduos apresentam distribuição de peso corporal irregular devido às estratégias de compensação das deficiências motoras, ou seja, em geral, apoiam desproporcionalmente o peso corporal na perna não afetada (TYSON et al., 2006). Esse padrão ocorre em situações de equilíbrio estático, dinâmico e mediante perturbações (ENG; CHU, 2002; GOLDIE et al., 1996; TURNBULL et al., 1996). O equilíbrio prejudicado nas fases agudas da doença é um forte indicador prognóstico negativo para a independência funcional e melhora de desempenho nas AVD (MORGAN, 1994; NICHOLS et al., 1996; TSANG; MAK, 2004). Há, também, uma forte relação entre o equilíbrio e outros parâmetros de funcionalidade, como agilidade (AU-YEUNG; NG; LO, 2003; BALLINGER et al., 1999; GARLAND et al., 2003).

A deficiência de coordenação motora apresentada pós-AVC pode ser evidenciada durante a marcha (DICKSTEIN, 2008; HOLLANDS et al., 2012). Observam-se, principalmente, alterações na coordenação temporal e espacial de tronco, pelve, joelhos e tornozelos durante o balanço e a troca de apoio (LAMONTAGNE et al., 2005; WAGENAAR; BEEK, 1992)(DALY et al., 2007). Além disso, há dificuldade de coordenação entre os membros paréticos e não-paréticos, gerando assimetrias nas forças propulsivas (KIM; ENG, 2003).

Deficiências Musculoesqueléticas

Em relação ao sistema musculoesquelético, após o AVC, a musculatura esquelética é afetada por ativação neural irregular e por comando efetor negativamente afetado pela espasticidade. Esses dois fatores provocam alterações na contração muscular caracterizadas por um menor recrutamento das unidades motoras, uma excessiva co-contratação muscular e uma hiperatividade dos reflexos de estiramento (HAFFER-MACKO et al., 2008). Além disso, observam-se alterações na musculatura esquelética afetada, como: (a) alterações na composição das fibras musculares, com predomínio das fibras do tipo 2 de contração rápida, e (b) um predomínio do metabolismo anaeróbico, resultando em uma maior produção de lactato em

relação ao músculo não afetado (LANDIN et al., 1977). Essas mudanças favorecem a atrofia muscular (RYAN et al., 2002), reduzindo a força dos músculos afetados e tornando-os mais fadigáveis (HAFFER-MACKO et al., 2008).

O menor estímulo muscular na região afetada pode ocasionar redução da sobrecarga compressiva sobre o tecido ósseo (PANG et al., 2005), aumentando as chances de desenvolvimento de doenças ósseas como a osteopenia ou osteoporose (HAFFER-MACKO et al., 2008; PANG et al., 2006; RAMNEMARK et al., 1999). Nesse sentido, RAMNEMARK et al. (1999) constataram uma redução da densidade mineral óssea proximal do fêmur do lado hemiparético de, aproximadamente, 12% no primeiro ano após o AVC.

Aptidão Aeróbia

Devido às diversas comorbidades presentes, evidencia-se em indivíduos acometidos pelo AVC, uma expressiva redução de mobilidade, o que ocasiona um processo crônico de descondicionamento físico e, conseqüentemente, de redução da aptidão aeróbia (BILLINGER et al., 2014a; IVEY; HAFFER-MACKO; MACKO, 2008). De fato, há evidências que a duração e a intensidade dos EF em indivíduos pós-AVC é menor que a recomendada (FIELD et al., 2013). Como consequência, os indivíduos pós-AVC apresentam metade da potência aeróbia de indivíduos saudáveis de mesma idade (BILLINGER et al., 2014a; IVEY; HAFFER-MACKO; MACKO, 2008; MACKAY-LYONS; MAKRIDES, 2002; MACKO et al., 2001; PANG et al., 2006).

Uma boa aptidão aeróbia reflete a competência dos sistemas respiratório, cardiovascular e muscular de trabalharem em conjunto para atender às demandas por oxigênio e nutrientes necessárias para a execução de atividades físicas (BILLINGER et al., 2014a). A baixa potência aeróbia dos indivíduos pós-AVC contribui para uma expressiva intolerância ao esforço, comprometendo a capacidade desses indivíduos atenderem às demandas impostas pelas atividades físicas. MACKO et al. (2001) demonstraram que o $\text{VO}_{2\text{pico}}$ médio de indivíduos em fase crônica pós-AVC era de apenas $15,2 \pm 3,0 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ em indivíduos com mais de 50 anos. Outro estudo (MACKAY-LYONS; MAKRIDES, 2002) também evidenciou um panorama semelhante, no qual o $\text{VO}_{2\text{pico}}$ médio obtido por idosos pós-AVC foi de $14,4 \pm 5,1 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. É importante salientar que o $\text{VO}_{2\text{pico}}$ médio de idosos saudáveis é de

aproximadamente $24,5 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ em mulheres e $32,3 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ em homens (BILLINGER et al., 2012). Deve-se considerar também que o VO_2pico é um importante parâmetro preditor de mortalidade, sendo que valores menores que $21 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ estão associados a uma alta taxa de mortalidade (MORRIS et al., 1991).

O elevado custo metabólico para se movimentar após o AVC também contribui para o descondicionamento físico desses indivíduos (BILLINGER et al., 2014a). A economia de marcha ou custo metabólico da marcha, calculado pelo VO_2 necessário para se caminhar em determinada velocidade, é duas vezes maior em indivíduos pós-AVC que em saudáveis (DANIELSSON; WILLÉN; SUNNERHAGEN, 2007). Esse alto custo contribui para a fadiga relatada por 92% desses indivíduos e, conseqüentemente, para a menor capacidade de atender às demandas impostas pelas AVD nessa população (DUNCAN et al., 2012). De fato, aproximadamente 40% dos indivíduos pós-AVC relatam que a fadiga é o pior sintoma decorrente da doença ou um dos mais debilitantes, afetando negativamente o estado emocional e reduzindo a qualidade de vida desses indivíduos (INGLES; ESKES; PHILIPS, 1999).

Alterações Cardiovasculares e Metabólicas

Considerando as alterações cardiovasculares e metabólicas, aproximadamente 75% dos pacientes pós-AVC têm hipertensão arterial, 37% doença da artéria coronária, 56% dislipidemias, 29% fibrilação atrial e 24% diabetes mellitus (LEOO et al., 2008). Essas complicações secundárias aumentam as chances do AVC recorrente (BILLINGER et al., 2014a) e ampliam as chances de outros eventos cardiovasculares. Cerca de 5% dos pacientes sofrem um infarto agudo do miocárdio no primeiro ano após o AVC e 3% nos anos subsequentes (BILLINGER et al., 2014a; FENG; HENDRY; ADAMS, 2010). Além disso, após 1 ano do AVC, a proporção de mortes por doenças cardíacas varia de 26% a 41% entre 45 e 64 anos e de 50% a 57% a partir dos 65 anos (MOZAFFARIAN et al., 2015).

Quanto ao controle do sistema cardiovascular, sabe-se que o sistema nervoso central recebe e integra os estímulos internos e externos, o que permite que ele controle as funções cardiovasculares através da regulação do sistema nervoso autonômico e do sistema endócrino-humoral (CHEUNG; HACHINSKI, 2004). Em condições normais, o sistema nervoso central é capaz de ajustar a atividade cardíaca e o tônus vascular de acordo com as demandas impostas

ao organismo. Entretanto, em condições patológicas, como após o AVC, o comprometimento do sistema nervoso central prejudica sua capacidade de regular as funções cardiovasculares. Assim, o AVC pode acarretar alterações eletrocardiográficas, arritmias cardíacas, alterações miocárdicas e alterações do controle da PA (CHEUNG; HACHINSKI, 2004).

As alterações eletrocardiográficas causadas pelo AVC são devidas aos distúrbios na despolarização e repolarização cardíacas, incluindo a síndrome do QT longo, o alongamento da onda T, a onda U anormal, a depressão ou elevação do segmento ST, as ondas T achatadas ou invertidas, os picos de ondas P, as ondas Q e o aumento da amplitude do complexo QRS (CHEUNG; HACHINSKI, 2004). Essas anormalidades eletrocardiográficas são mais comuns em indivíduos acometidos pelo AVC hemorrágico intracerebral (60% a 70%) ou subaracnóide (40% a 70%) do que naqueles acometidos pelo AVC isquêmico (15% a 40%) (CHEUNG; HACHINSKI, 2004).

As arritmias cardíacas estão presentes em 20 a 30% dos indivíduos acometidos pelo AVC isquêmico ou por hemorragia intracerebral e ocorrem em quase 100% dos indivíduos acometidos pelo AVC por hemorragia subaracnóide (CHEUNG; HACHINSKI, 2004). Dentre as principais arritmias observadas após o AVC estão: bradicardia, taquicardia supraventricular, fibrilação atrial, batimentos ectópicos ventriculares, taquicardias ventriculares multifocais e fibrilação ventricular (CHEUNG; HACHINSKI, 2004).

Outro importante problema cardiovascular que acomete os indivíduos pós-AVC são as anormalidades miocárdicas. Dentre as principais anormalidades estão a miocitólise cardíaca, a degeneração miofibrilar e a congestão ou hemorragia subendocárdica (CHEUNG; HACHINSKI, 2004).

A doença da artéria coronária é uma causa importante de morte em pacientes pós-AVC (ADAMS et al., 2003; AMARENCO; STEG, 2008). No estudo *Multiple Atherosclerosis Site in Stroke* foi constatado que, aproximadamente, 75% dos indivíduos acometidos pelo AVC possuem a doença da artéria coronária (80% dos AVC isquêmicos e 68% dos AVC hemorrágicos) (AMARENCO et al., 2011). Em comparação com indivíduos acometidos por outras doenças neurológicas (esclerose múltipla, doença de Alzheimer, doença de Parkinson, tumores cerebrais e doenças degenerativas), os indivíduos pós-AVC possuem um risco 3,7 vezes maior de ter a doença da artéria coronária (AMARENCO et al., 2011).

As alterações no controle da PA, que se manifestam nos pacientes pós-AVC levam, principalmente, à hipertensão arterial (BILLINGER et al., 2014a; LEOO et al., 2008) e, em menor frequência, à hipotensão arterial (CHEUNG e ACHINSKI, 2004). Uma resposta hipertensiva aguda, ou seja, aumentos anormais de PA nas primeiras 24 horas após o AVC, é observada em, aproximadamente, 80% dos pacientes acometidos pelo AVC (BATH et al., 2003; WILLMOT; LEONARDI-BEE; BATH, 2004). O principal mecanismo dessa resposta hipertensiva aguda é a compressão de regiões específicas do encéfalo, que são responsáveis pela regulação da atividade do sistema nervoso autônomo (QURESHI, 2008). A PA tende a declinar espontaneamente sem intervenção farmacológica nas primeiras semanas após o AVC (CHRISTENSEN et al., 2002). A magnitude do aumento da PA agudamente após o AVC está associada com a extensão do dano neurológico (CHRISTENSEN et al., 2002). Embora os níveis de PA comumente se reduzam nas primeiras semanas após o AVC, de forma crônica, a hipertensão arterial é a principal doença que acomete os indivíduos pós-AVC e tem um importante papel em aumentar as chances de AVC recorrente. Um estudo realizado na Suíça demonstrou uma alta prevalência da doença em indivíduos acometidos pelo AVC recorrente; sendo que, aproximadamente, 75% dos indivíduos que sofreram um AVC recorrente possuíam hipertensão arterial (LEOO et al., 2008). Outro estudo realizado na Dinamarca demonstrou que o risco do AVC recorrente em indivíduos hipertensos é 1,4 vezes maior que em não hipertensos (JØRGENSEN et al., 1997). Assim, tanto estratégias medicamentosas quanto não-medicamentosas devem ser adotadas para controlar a PA dos indivíduos pós-AVC.

Além dos problemas cardiovasculares isolados, a prevalência da síndrome metabólica é alta pós-AVC. A síndrome metabólica é caracterizada pela ocorrência simultânea de 4 importantes fatores de risco cardiovascular: obesidade, dislipidemia, hipertensão arterial e a resistência à insulina (redução da sensibilidade dos tecidos à ação da insulina) (ECKEL; GRUNDY; ZIMMET, 2005). Estima-se que aproximadamente 43% dos indivíduos pós-AVC tenham síndrome metabólica (MILIONIS et al., 2005; NINOMIYA et al., 2004; SUK et al., 2003). Além disso, a presença dessa síndrome é um fator de risco independente para a recorrência do AVC (ARENILLAS; MORO; DÁVALOS, 2007).

Sequelas Cognitivas e Emocionais

A cognição é um conceito que agrega diversos domínios dependentes, incluindo a atenção (concentração, atenção seletiva, foco em tarefas específicas), as capacidades executivas (planejamento, organização, controle), as habilidades viso-espaciais (busca visual, localização espacial, desenho, construção), a memória (armazenamento de informações visuais e verbais) e a linguagem (capacidade de se expressar e compreender) (CUMMING; MARSHALL; LAZAR, 2013). Dentro das dimensões cognitivas, alguns distúrbios são característicos de indivíduos pós-AVC, como a heminegligência (perda de atenção espacial no lado do corpo acometido pela AVC), a agnosia (incapacidade de reconhecer objetos e pessoas, bem como seu uso funcional), a apraxia (incapacidade de realizar planos motores) e os distúrbios de raciocínio abstrato e aritmético (CUMMING; MARSHALL; LAZAR, 2013). Dentre as alterações evidenciadas pós-AVC, as modificações de atenção, memória, linguagem e orientação são as mais frequentes, enquanto que as deficiências na capacidade viso-espacial e de raciocínio abstrato são menos prevalentes (TATEMACHI et al., 1994).

A redução na velocidade de processamento de informações também é comum após o AVC (HOCHSTENBACH et al., 2010; RASQUIN; LODDER; VERHEY, 2005). Tal redução possui grande relevância clínica, pois afeta diretamente a capacidade funcional dos indivíduos (CUMMING; MARSHALL; LAZAR, 2013) e é um importante preditor da independência de indivíduos pós-AVC (NARASIMHALU et al., 2011).

Quanto às alterações do estado emocional, quadros depressivos resultantes das deficiências causadas pelo AVC são comuns (BHOGAL et al., 2004; CARSON et al., 2000; HACKETT; ANDERSON, 2005). Aproximadamente 33% dos indivíduos pós-AVC apresentam sintomas de depressão (HACKETT et al., 2005). Além disso, a frequência da depressão depende do período de ocorrência do evento, aumentando na fase crônica de 25,6% para 42-72,2%, o que se associa à gravidade do AVC, aos fatores sociais e pessoais do paciente e ao gênero, sendo mais comum nas mulheres (HACKETT; ANDERSON, 2005). É importante ressaltar que o desenvolvimento da depressão afeta diretamente a reabilitação das funções motoras e cognitivas, além de reduzir a qualidade de vida (SINYOR; BECKER; COOPERSMITH, 1986).

3.1.4.2. Limitação nas atividades

A limitação do AVC nas atividades compreende as dificuldades enfrentadas pelos indivíduos pós-AVC em desempenhar de maneira satisfatória as AVD, como o autocuidado (banhar-se, vestir-se e executar uma adequada higiene pessoal), alimentar-se (preparar os alimentos, levar a comida à boca e deglutir), locomover-se de forma independente e segura (manter a posição corporal no espaço e se locomover utilizando meios de transportes convencionais) e desempenhar tarefas como comunicar-se, ler, escrever, calcular, solucionar problemas e executar múltiplas tarefas (LANGHORNE; BERNHARDT; KWAKKEL, 2011; TORRIANI-PASIN; BASTOS, 2013; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013). A capacidade de desempenhar as AVD de forma independente reflete na autonomia desses pacientes (PROOT et al., 2002).

A inabilidade de indivíduos pós-AVC em desempenhar satisfatoriamente as AVD ocorre, até mesmo, para aqueles indivíduos com limitações moderadas (DOWSWELL et al., 2000), dos quais menos de 20% são funcionalmente independentes (JOSEPH; RHODA, 2013). Esse é um quadro bastante negativo e comprometedor, visto que, seis meses após o AVC, o nível funcional dos pacientes é considerado um preditor de expectativa de vida (SLOT et al., 2008).

3.1.4.3. Impacto na participação social

As restrições na participação social referem-se às dificuldades que indivíduos pós-AVC enfrentam em reestabelecer a rotina diária praticada antes do AVC ou de desenvolver uma nova vida social, o que inclui, por exemplo, a dificuldade de retornar ao trabalho, realizar atividades de lazer, *hobbies*, esportes e estabelecer novas relações sociais (MILLER et al., 2010). Após o AVC, quando os pacientes retornam ao ambiente em que viviam e se confrontam com as limitações residuais, muitos não conseguem retornar ao seu convívio em sociedade (NIEMI et al., 1988). Assim, a redução da participação social é uma consequência comum após o AVC (CARDOL et al., 2002). Um estudo que acompanhou 94 pacientes durante 1 ano pós-AVC detectou grande restrição da participação, sendo que o nível de redução da participação entre 2

a 3 anos após o AVC depende do nível de sequelas motoras apresentadas pelo indivíduo e da presença do quadro depressivo (HARWOOD et al., 1997).

3.1.4.4. Contexto ambiental e pessoal

O contexto ambiental e pessoal pós-AVC influenciam as consequências do AVC sobre as estruturas, as funções, as atividades e a participação. Esses contextos podem impor ao indivíduo barreiras ambientais, econômicas, emocionais e psicológicas (RIMMER et al., 2004), que contribuem para a piora ou melhora do estado de saúde.

As barreiras ambientais compreendem a falta de infraestrutura adaptada, como guias rebaixadas, rotas acessíveis aos centros de reabilitação, portas, elevadores e meios de transportes adaptados. Elas podem incluir também a percepção de que os ambientes de reabilitação são hostis e pouco amigáveis, pois comumente são semelhantes ao ambiente hospitalar (RIMMER et al., 2004). Dentre as barreiras econômicas, estão a falta de meios financeiros de subsistência, como aposentadorias adequadas e a incapacidade de arcar com os custos do tratamento, adquirir equipamentos e ter acesso à tecnologia (RIMMER et al., 2004).

Com relação aos fatores pessoais, estão as barreiras emocionais e psicológicas, sendo as mais frequentemente citadas o medo do desconhecido e do fracasso, a baixa perspectiva de melhora com os programas de reabilitação e a falta de apoio familiar (RIMMER et al., 2004). Esses fatores, em conjunto, contribuem para a ocorrência da depressão nos indivíduos pós-AVC (HACKETT et al., 2005). A depressão pós-AVC se relaciona com um maior período de hospitalização, redução das melhoras funcionais (KOTILA et al., 1999; POHJASVAARA et al., 2002), ideias suicidas (POHJASVAARA et al., 2001), pobre capacidade de comunicação (KAUHANEN et al., 1999), pouca memória, percepção visual e linguagem (NYS et al., 2005), redução das atividades sociais (POHJASVAARA et al., 2001) e maior mortalidade (WILLIAMS et al., 2004).

Diante do exposto, considerando-se a natureza heterogênea do quadro clínico pós-AVC, a magnitude dos efeitos do AVC sobre os domínios das estruturas e funções, das atividades e da participação devem ser considerados individualmente, favorecendo a adoção de estratégias de intervenção com foco específico para cada indivíduo (LANGHORNE; BERNHARDT;

KWAKKEL, 2011). Essa análise individual, envolvendo todos os fatores citados anteriormente, deve nortear a adoção das estratégias de tratamento medicamentoso e não-medicamentoso (mudanças no estilo de vida) em pacientes pós-AVC. Dentre as estratégias não medicamentosas, insere-se a prática de EF, que é altamente recomendada para prevenir o AVC e reabilitar os indivíduos pós-AVC (BILLINGER et al., 2014a) e será investigada nesta dissertação.

3.2. EXERCÍCIOS FÍSICOS E ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

Os EF se tornaram parte essencial das medidas adotadas para a reabilitação de indivíduos pós-AVC, tanto pelo seu papel na redução das sequelas do AVC nos diferentes domínios quanto por sua ação nas comorbidades e consequências secundárias do AVC (BILLINGER et al., 2014a). Assim, os principais benefícios dos EF em sobreviventes do AVC serão descritos a seguir.

3.2.1. Efeitos do Exercício Físico no Acidente Vascular Cerebral

O corpo de conhecimento atual permite afirmar que a prática regular de EF produz no indivíduo pós-AVC: a) melhora das deficiências motoras (BILLINGER et al., 2014a; QUANEY et al., 2011); b) melhora da capacidade funcional (GORDON et al., 2004; POTEMPA et al., 1995); c) aprimoramento cognitivo (GORDON et al., 2004; QUANEY et al., 2011); d) benefícios psicológicos (GORDON et al., 2004; POTEMPA et al., 1995; QUANEY et al., 2011); e) melhora na capacidade de execução das AVD (BILLINGER et al., 2014a; POHL et al., 2007; VEERBEEK et al., 2014) e f) melhora da participação social (ALZAHIRANI; DEAN; ADA, 2011; SCHMID et al., 2007).

Além disso, os EF também ajudam na prevenção das comorbidades e complicações secundárias ao AVC (BILLINGER et al., 2014a), sendo benéficos no controle dos fatores de risco cardiovascular, como hipertensão arterial (ROBISON et al., 2009), resistência à insulina (IVEY et al., 2007), obesidade (BILLINGER et al., 2014a), entre outros. Esses efeitos podem resultar na redução do risco de um AVC recorrente (FIELD et al., 2013; HACKAM; SPENCE, 2007). A influência dos EF nas habilidades motoras, aptidão física, função cognitiva, aspectos emocionais, AVD e comorbidades de indivíduos pós-AVC será tratada a seguir.

Habilidades Motoras

Evidências sugerem que os EF aeróbicos resultam em inúmeros benefícios motores aos pacientes pós-AVC (SAUNDERS et al., 2016). Os benefícios dessa categoria de EF sobre as habilidades motoras estão, principalmente, relacionados à plasticidade neural, definida como a capacidade do sistema nervoso central sofrer mudanças estruturais e funcionais em resposta a novas experiências (KLEIM; JONES, 2015; MANG et al., 2013). Uma das principais vias pela qual os EF aeróbicos induzem a plasticidade neural e, conseqüentemente, melhoram as habilidades motoras é o aumento dos níveis de BDNF (*brain-derived neurotrophic fator*), substância envolvida na proteção dos elementos neurais, neurogênese e neuroplasticidade, bem como um mediador da aprendizagem motora e reabilitação após o AVC (MANG et al., 2013). Os EF aeróbicos podem ser efetivos em induzir uma cascata de eventos, que leva ao aumento da expressão gênica do BDNF em múltiplas regiões do sistema nervoso central (COTMAN; BERCHTOLD, 2002), favorecendo a plasticidade neural e a melhora das habilidades motoras (MANG et al., 2013).

No estudo de QUANEY et al. (2011), indivíduos pós-AVC participaram de um programa de 8 semanas de EF aeróbicos a uma intensidade de 70% da frequência cardíaca máxima (FCmax), por 45 minutos, 3 vezes por semana e melhoraram a *performance* em tarefas motoras sequenciais comparados com pacientes submetidos a 8 semanas de um programa de alongamentos. O estudo demonstrou que os EF aeróbicos melhoram a aquisição de novas habilidades motoras, embora não se tenha feito testes de retenção para atestar a aprendizagem motora (QUANEY et al., 2011).

EICH et al. (2004) também investigaram a influência dos EF aeróbicos sobre a funcionalidade, submetendo a amostra a um treinamento em esteira (30 minutos, 5 vezes/semana, 6 semanas, 60% da FCmax) em comparação à fisioterapia convencional (60 minutos), observando maior aumento da velocidade de marcha com o treinamento (0,40 para 0,71 m/s vs. 0,44 para 0,60 m/s).

Com relação aos EF resistidos, a correlação positiva entre força muscular e função motora sugere que essa categoria de EF pode melhorar a função motora, principalmente dos membros afetados (HARRIS; ENG, 2010). Nesse sentido, MORELAND et al. (2003) investigaram a efetividade de um programa de EF resistidos na função motora e marcha de indivíduos pós-AVC. As estratégias de treinamento aplicadas pelos autores consistiam em EF resistidos com os pesos presos ao quadril e aos membros inferiores (MORELAND et al., 2003). Segundo os autores, tais EF tinham a característica de simular os movimentos de forma

funcional, ou seja, atividades mais parecidas com aquelas executadas durante as AVD (MORELAND et al., 2003). Tanto o grupo experimental quanto o controle foram submetidos à fisioterapia convencional; entretanto, o grupo experimental realizou também 9 EF resistidos para membros inferiores, 3 vezes por semana, porém a função motora e a força não foram diferentes entre os grupos experimental e controle nesse estudo.

Por outro lado, uma metanálise publicada em 2010 examinou as evidências sobre a influência dos EF resistidos na força e função motora do lado hemiparético (HARRIS; ENG, 2010). Seis estudos, totalizando 306 indivíduos, foram incluídos e revelaram um efeito positivo dos EF resistidos sobre força de preensão manual (HARRIS; ENG, 2010). Com relação à função motora do membro superior hemiparético, 11 estudos foram analisados, totalizando 465 participantes e os resultados revelaram efeito positivo também sobre essa função (HARRIS; ENG, 2010).

Demonstrou-se também que os EF resistidos promovem melhoras das habilidades funcionais. OUTELLETTE et al. (2004) submeteram indivíduos pós-AVC a EF resistidos por 12 semanas, 3 vezes/semana, 4 EF resistidos, a 70% de 1 repetição máxima (1RM) e observaram melhoras significantes na avaliação funcional *Late Life Function and Disability Instrument* em comparação com o grupo controle.

Aptidão Física

Em relação à aptidão física, os EF aeróbicos são eficazes em melhorar o condicionamento físico após o AVC. JIN et al. (2012) verificaram aumento de 24% no VO_{2pico} após esse tipo de treinamento (cicloergômetro, 5 vezes/semana, 40 minutos, em 50-70% da FC_{max} , por 8 semanas). Da mesma forma, IVEY et al. (2007) também observaram melhora significativa do VO_{2pico} após o treinamento (esteira, 40 minutos, 60-70% da FC de reserva, 3 vezes/semana, por 6 meses). Também EICH et al. (2004) investigaram esse efeito do treinamento aeróbico (30 minutos, 5 vezes/semana, 6 semanas em 60% da FC_{max}) e demonstraram um aumento no teste de caminhada de 6 minutos no grupo com treinamento aeróbico em comparação com a fisioterapia convencional (108 para 199 m vs. 109 para 164 m).

Os efeitos dos EF aeróbicos de alta intensidade em esteira (3 vezes/semana, 3 meses, em 75% da FC_{max}) na aptidão aeróbia foi avaliado em idosos na fase crônica pós-AVC e o VO_{2pico} aumentou de 18,9 para 24,0 $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ (GLOBAS et al., 2012). Esse aumento é clinicamente relevante, considerando-se que o desempenho nas AVD já está prejudicado em idosos com VO_{2pico} entre 10,0 e 17,5 $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ (IVEY; HAFFER-MACKO; MACKO,

2008). Cabe ressaltar que esses ganhos foram superiores aos observados no mesmo estudo no grupo que fez a fisioterapia convencional, que reduziu o VO_2pico de 21,7 para 20,9 $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Entretanto, é importante considerar os riscos da alta intensidade durante a execução deste tipo de EF, principalmente em pacientes após AVC, que podem ter comorbidades cardiovasculares.

Considerando-se a melhora da força muscular, BATEMAN et al. (2001) observaram que mesmo o treinamento aeróbico (cicloergômetro, 3 vezes/semana, 30 min, em 60 a 80% da FCpico , por 24 semanas) foi capaz de aumentar a força nos músculos extensores de joelhos de indivíduos pós-AVC em comparação com o grupo controle. Com relação aos EF resistidos, KIM et al. (2001) observaram que o treinamento (6 semanas, 4 EF resistidos, 10 repetições máximas, 3 vezes/semana) aumentou a força (7% nos músculos extensores e 15% nos músculos dorsiflexores) em comparação com o grupo controle que realizou alongamentos (1% nos músculos extensores e 58% nos músculos dorsiflexores). De forma semelhante, OUELLETTE et al. (2004) reportaram uma melhora significativa da força no grupo submetido a um treinamento resistido (12 semanas, 3 vezes/semana, 4 EF, 70% de 1 RM) em comparação com o grupo controle na dorsiflexão do tornozelo parético, no *leg-press*, na flexão plantar e extensão de joelhos para ambos os membros.

Função Cognitiva

Os benefícios do EF na função cognitiva relacionam-se com a ocorrência da plasticidade neural (MANG et al., 2013). Evidências sugerem que os EF aeróbicos melhoram múltiplos aspectos da função cognitiva tanto em indivíduos saudáveis quanto na presença de doenças, incluindo o AVC (ERICKSON; MILLER; ROECKLEIN, 2012; KLUDING; TSENG; BILLINGER, 2011; LAURIN et al., 2001; RAND et al., 2011). Programas de reabilitação, que incluem a combinação de EF aeróbicos e resistidos de intensidade moderada (2 a 3 vezes por semana por 12 semanas a 6 meses), são capazes de melhorar a função cognitiva e a memória de pacientes pós-AVC (KLUDING; TSENG; BILLINGER, 2011; RAND et al., 2011).

Em um estudo piloto de 2011, foram investigadas as alterações das funções cognitivas induzidas pelos EF aeróbicos e resistidos em pacientes pós-AVC. A intervenção consistiu de 12 semanas de EF aeróbicos (50% do VO_2pico ou de 11-14 na escala de percepção subjetiva de esforço por 30 minutos) e EF resistidos para os membros inferiores na posição sentada (bandas elásticas, 1-10 repetições, aumentando a resistência de acordo com a progressão do treinamento). Após a intervenção, os autores evidenciaram melhoras significantes no *Digit*

Span Backward Test (índice de memória, indicativo de função cognitiva), escala de *Fugl-Meyer* (controle motor voluntário) e *Stroke Impact Skale* (impacto do AVC na saúde e qualidade de vida) (KLUDING; TSENG; BILLINGER, 2011).

Outro trabalho buscou determinar se um programa de EF combinados e atividades recreacionais pode melhorar a função cognitiva e a memória em indivíduos pós-AVC (RAND et al., 2011). Os indivíduos foram submetidos a um programa com duração de 6 meses com 2 horas semanais de EF e 1 hora semanal de atividades recreacionais. As sessões de EF foram compostas por alongamentos, EF de equilíbrio e tarefas específicas (subir degraus, caminhada, sentar e levantar) nas quais os autores atribuem o componente aeróbico da atividade, em intensidade autosseleccionada pelos participantes. As atividades recreacionais foram compostas por atividades de convívio social como jogar cartas, boliche e artesanato. Os resultados apontaram melhora significativa na execução de dupla-tarefa (10%) e memória (61%) (RAND et al., 2011).

De forma mais sistemática, uma revisão de 2012 identificou efeito benéfico do EF sobre a cognição em 9 de 12 estudos analisados (CUMMING et al., 2012). Esses benefícios se revelaram, principalmente, na melhora do estado mental pela escala Mini-exame de Estado Mental (MEEM) (CHEN, 2006; ÖZDEMİR et al., 2001; WOLFE; TILLING; RUDD, 2000) nos aspectos de memória, linguagem, função visoespacial e atenção (PYÖRIÄ et al., 2007; QUANNEY et al., 2011).

Outro estudo interessante sobre esse aspecto é o de MARZOLINI et al. (2013) que avaliou o efeito do treinamento combinado (6 meses, EF aeróbicos + resistido, 20-60 min, 5 vezes/semana, 40 a 60% da FC reserva no aeróbico e 50% de 1RM no resistido) e identificou melhora significativa da cognição em seus subdomínios de atenção, concentração e função visoespacial (MARZOLINI et al., 2013).

Aspectos emocionais

O corpo de conhecimento atual sugere que a prática regular de EF tem impacto positivo nos aspectos emocionais, principalmente naqueles relacionados à depressão (ENG; REIME, 2014; HACKETT et al., 2005). LENNON et al. (2008) avaliaram os aspectos emocionais a partir da escala *Hospital Anxiety and Depression Scale* após um programa de reabilitação (10 semanas, 2 vezes por semana, cicloergômetro, 30 minutos, 50-60% da FCmax) e verificaram que os indivíduos submetidos à intervenção apresentaram melhoras significantes em

comparação ao grupo controle, que foi submetido à fisioterapia convencional (LENNON et al., 2008).

Da mesma forma, SIM et al. (2009) demonstraram melhora significativa no quadro depressivo e no estado de bem-estar de pacientes pós-AVC submetidos ao treinamento resistido (2 sessões/semanais, 7 EF, 80% de 1RM, 10 semanas), visto que o grupo treinado demonstrou menores *scores* nas avaliações *Patient Health Questionnaire* e *Present State Examination Depression Module* (SIMS et al., 2009).

Corroborando esses achados, uma metanálise publicada recentemente analisou os ensaios clínicos publicados de 1950 a 2014 que trataram da influência dos EF nos aspectos emocionais (ENG; REIME, 2014). Treze ensaios atenderam aos critérios de inclusão e totalizaram 1022 pacientes. Os EF incluídos foram EF resistidos, treinamento funcional, EF aeróbicos, treinamento em esteira, fisioterapia e terapia ocupacional (ENG; REIME, 2014). Em 11 dos 13 estudos, o período de intervenção teve duração mínima de 4 semanas (variando de 4 a 12 semanas) e frequência semanal mínima de 2 vezes (ENG; REIME, 2014). Em todos os trabalhos, o EF reduziu o quadro depressivo.

Atividades da Vida Diária

A influência dos EF sobre as AVD foi investigada por POHL et al. (2007), que compararam os efeitos de treinamento de locomoção utilizando o equipamento *Gait Trainer GT I* (equipamento constituído por duas plataformas que se movimentam, simulando a fase aérea e o balanço da marcha) associado à fisioterapia convencional com a prática da fisioterapia isolada. Os autores verificaram melhora significativa no primeiro grupo na independência para realizar AVD, medida pelo índice de Barthel (POHL et al., 2007).

A influência de duas diferentes intervenções sobre as AVD de pacientes após um ano do primeiro AVC foi também investigada em um estudo publicado em 2007 (LANGHAMMER; LINDMARK; STANGHELLE, 2007), no qual os autores compararam EF em alta intensidade (resistidos e aeróbicos) realizados 2 a 3 vezes por semana por até um ano com a reabilitação convencional. O grupo submetido aos EF realizaram sessões em intensidade de 70-80% da FC predita em diferentes ergômetros e 3 séries de 10 repetições de 5 EF resistidos em uma intensidade de 50-60% de 1RM. Ambos os grupos melhoraram os parâmetros relacionados às AVD, mas a melhora no índice de Barthel foi significativamente maior no grupo que realizou os EF aeróbicos e resistidos.

Comorbidades

O treinamento físico também traz benefícios nas comorbidades que acompanham o AVC. Existem evidências que sugerem efeito benéfico da prática de EF sobre os principais fatores de risco associados ao AVC, incluindo a hipertensão arterial (BILLINGER et al., 2014a; RIMMER et al., 2009), resistência à insulina (IVEY et al., 2007) e dislipidemias (RIMMER et al., 2009).

Neste sentido, o treinamento aeróbico (esteira, 40 minutos, 60-70% da FC reserva, 3 vezes/semana, por 6 meses) melhorou a sensibilidade à insulina e a tolerância à glicose de pacientes pós-AVC em fase crônica (IVEY et al., 2007). Em relação à PA, POTEMPA et al. (1995) submeteram indivíduos pós-AVC a EF aeróbicos (cicloergômetro, 10 semanas, 30 minutos, 3 vezes por semana, com aumento progressivo da intensidade de 30% da carga máxima até a carga máxima), enquanto o grupo controle realizou EF de movimentação passiva na mesma frequência semanal. A PAS, em cargas submáximas de EF durante um teste de esforço após o período de treinamento, foi significativamente menor que antes do treinamento e em comparação com o grupo controle.

Com relação à influência dos EF sobre outras comorbidades do AVC, RIMMER et al. (2009) compararam os efeitos de 3 regimes de treinamento sobre os níveis de obesidade, o perfil lipídico e a PA ambulatorial de pacientes pós-AVC. O primeiro treinamento foi de intensidade progressiva (MISD – cicloergômetro, 3 sessões semanais, 30 min, aumento progressivo de intensidade de 10% a cada semana, indo de 40 a 70% da FC reserva, 4 semanas), o segundo de duração progressiva (LILD – cicloergômetro, 3 sessões semanais, 50% da FC reserva, aumento progressivo da duração de 30 para 60 minutos, 4 semanas) e o terceiro grupo (TE) participou de sessões de 60 min de fisioterapia convencional. Embora não tenha havido alterações nos parâmetros relacionados à obesidade, o grupo MISD apresentou níveis de PAS, PAD e colesterol total significativamente menores que o grupo LILD e TE. Tanto o grupo MISD quanto o LILD mostraram reduções significantes de triglicérides em comparação com o grupo TE. Esses dados reforçam o impacto positivo dos EF aeróbicos sobre as principais comorbidades.

Devido aos expressivos benefícios do EF nos diferentes domínios dos pacientes pós-AVC, essa modalidade de tratamento não medicamentoso tem recebido atenção dos órgãos de saúde. Nesse sentido, recentemente, as *American Heart Association* e *American Stroke Association* destinaram uma publicação exclusiva para tratar a problemática do EF na população pós-AVC (BILLINGER et al., 2014a).

3.2.2. Prescrição de Exercícios Físicos após o Acidente Vascular Cerebral

As diretrizes internacionais atuais de EF para pacientes pós-AVC recomendam rotinas de EF aeróbicos com o objetivo de aumentar a capacidade aeróbia, melhorar a eficiência de marcha, reduzir o risco de quedas, melhorar a independência funcional e reduzir as chances de eventos cardiovasculares recorrentes (AMMANN et al., 2014; BILLINGER et al., 2014a). Adicionalmente, os EF resistidos são recomendados com o objetivo de melhorar a força e o desempenho nas AVD. Os alongamentos são recomendados para reduzir a espasticidade e prevenir as deformidades do aparelho locomotor (AMMANN et al., 2014; BILLINGER et al., 2014a).

Os princípios de controle de frequência, intensidade, tempo e tipo de EF (FITT) devem ser considerados na prescrição de EF para indivíduos pós-AVC. Os componentes do FITT compreendem a quantidade de EF necessária para promover melhoras de saúde de forma similar ou complementar à intervenção farmacológica (BILLINGER et al., 2014b). Embora sejam conhecidos diversos benefícios dos EF aeróbicos para a saúde de indivíduos pós-AVC, um estudo canadense revelou que apenas 2% dos profissionais de reabilitação utilizam ferramentas de avaliação que permitem prescrever os EF baseados no FITT, como testes ergoespirométricos ou outros testes (DOYLE; MACKAY-LYONS, 2013).

Os tipos de EF aeróbicos mais usados e recomendados em indivíduos pós-AVC são a caminhada, corrida e/ou ciclismo (BILLINGER et al., 2014b). Tanto os EF aeróbicos feitos em esteira (MACKAY-LYONS et al., 2013; MACKO et al., 2001) quanto em bicicleta (TANG et al., 2009; YATES et al., 2004) possuem eficácia comprovada em melhorar os parâmetros de saúde pós-AVC.

A frequência de EF aeróbicos atualmente recomendada é de 3-7 vezes por semana (BILLINGER et al., 2014a). Entretanto, a frequência semanal de EF aeróbicos adotada nos ensaios clínicos, até o momento, varia entre os estudos. Uma revisão sistemática de 2013 demonstrou que a frequência verificada nos 16 estudos revisados variava de 2 a 5 vezes por semana por um período de 4 semanas a 6 meses. A frequência mais comum foi de 3 vezes por semana (13 dos 16 estudos) e o número de semanas variou de menos de 8 semanas (3 estudos), de 8 a 12 semanas (7 estudos) ou de 13 a 24 semanas (6 estudos) (MARSDEN et al., 2013). No entanto, uma revisão sistemática de 2014 verificou que, mesmo com uma frequência semanal de EF inferior à recomendada (3-7 vezes por semana), 6 ensaios clínicos randomizados identificaram melhora significativa para o VO_{2pico} (AMMANN et al., 2014). Dessa forma, a literatura sugere que, mesmo abaixo da frequência semanal recomendada, os EF aeróbicos

demonstram benefícios para os indivíduos pós-AVC, embora a magnitude e a eficiência em alcançar os benefícios possa ser influenciada pela adoção ou não da frequência semanal ideal (BILLINGER et al., 2014b).

O tempo ou duração do EF é caracterizado como a quantidade de minutos de EF executados por dia. Para os indivíduos pós-AVC, EF aeróbios de 20 a 60 min de duração (podendo ser divididos em sessões múltiplas de 10 min) são recomendados (BILLINGER et al., 2014a; GORDON et al., 2004). A maioria dos estudos utilizam durações que variam de 10-20 minutos por dia e progridem para 40-60 minutos por dia, dependendo do nível de condicionamento dos indivíduos (BOYNE et al., 2015; LUFT et al., 2010; MACKO et al., 2001, 2005; TANG et al., 2009). Dessa forma, a duração de EF prescrito para os indivíduos pós-AVC deve levar em consideração as limitações dos indivíduos, partindo de uma duração pequena e aumentando, progressivamente, ao longo do programa até que o indivíduo tolere tempos mais longos de EF (BILLINGER et al., 2014b).

Quanto à intensidade dos EF, diversos parâmetros podem ser usados para esse controle, como FC, VO_2 , percepção subjetiva de esforço ou demanda metabólica. Para os indivíduos pós-AVC, a intensidade dos EF aeróbicos é comumente controlada a partir do percentual da FCpico ($\%FC_{pico} \text{ alvo} = \% \text{ alvo} \times FC_{pico}$) ou da FC de reserva ($\%FC \text{ de reserva alvo} = \% \text{ alvo} \times [FC_{pico} - FC \text{ de repouso}] + FC \text{ de repouso}$) ou ainda a partir do percentual do VO_{2pico} ($\%VO_2 \text{ alvo} = \% \text{ alvo} \times VO_{2pico}$). É importante salientar que a FCpico e o VO_{2pico} devem ser obtidos em testes de esforço, a partir dos maiores valores obtidos durante o teste ou pela FC ou VO_2 correspondente à apresentação de sintomas que limitem o EF (como o limiar de isquemia cardiovascular, por exemplo) (BILLINGER et al., 2014b). A intensidade recomendada nas diretrizes é de 40 a 70% do VO_{2pico} , o que equivale a 40 a 70% da FC de reserva, 50 a 80% da FCpico ou a um *score* de 11 a 14 na escala subjetiva de esforço de Borg (BILLINGER et al., 2014a).

Por outro lado, os testes de esforço máximo para indivíduos pós-AVC podem ser influenciados negativamente pelas limitações motoras e cognitivas existentes nesses indivíduos, subestimando a FCpico e o VO_{2pico} (BILLINGER et al., 2014b). Por isso, fazem-se necessários métodos de prescrição que não se baseiem exclusivamente na FCpico e VO_{2pico} , sendo a prescrição através dos limiares ventilatórios, ou seja, entre o Lan e o PCR, uma alternativa interessante para o controle de intensidade de forma individualizada, pois esses limiares consideram o estresse metabólico submáximo imposto pelo EF a partir de variáveis ventilatórias (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013; WASSERMAN; MCILROY, 1964).

O Lan é caracterizado pela intensidade de EF na qual o organismo passa do metabolismo predominantemente aeróbio para o predominantemente anaeróbio compensado, ou seja, inicia-se uma acidose metabólica, que é tamponada pela produção de bicarbonato de sódio. Uma das principais características do Lan é um aumento desproporcional da ventilação (VE) em relação ao VO_2 . A partir desse ponto, o aumento desproporcional da VE não se relaciona somente às demandas de consumo de O_2 celular, mas também à necessidade de eliminação do CO_2 produzido pelo tamponamento da acidose láctica a partir do bicarbonato de sódio (BROOKS, 1985; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2010a; WASSERMAN; WHIPP; BEAVER, 1973).

O PCR corresponde à intensidade de EF em que o organismo passa do metabolismo predominantemente anaeróbio compensado para o descompensado, ou seja, o organismo não é mais capaz de tamponar totalmente a acidose metabólica, gerando acúmulo de H^+ e, conseqüentemente, redução do pH, o que estimula um segundo aumento desproporcional da VE (BROOKS, 1985; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2010a; WASSERMAN; WHIPP; BEAVER, 1973).

A execução do treinamento aeróbico numa intensidade entre os limiares ventilatórios promove adaptações fisiológicas positivas decorrentes do estímulo aeróbio. Nessa intensidade, o estímulo na via aeróbia de produção de energia é bastante importante e não há o aumento expressivo da lactacidemia, o que permite que o EF seja executado por um longo período de tempo, gerando as adaptações advindas desse tipo de treinamento (MCLELLAN; CHEUNG, 1992; MCLELLAN; CHEUNG; JACOBS, 1991; MEYER; GABRIEL; KINDERMANN, 1999; WASSERMAN; WHIPP; BEAVER, 1973). Dessa forma, é interessante que um estímulo de EF em indivíduos pós-AVC resulte numa intensidade entre esses limiares, para que os efeitos adaptativos sejam otimizados (WOLPERN et al., 2015).

As limitações motoras e cognitivas ocasionadas pelo AVC representam um desafio para a prescrição de EF, principalmente para se atingir as intensidades de EF adequadas. Dessa forma, estratégias como o treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) tem se tornado uma alternativa (BILLINGER et al., 2014b). O TIAI consiste na aplicação de séries de EF aeróbios de alta intensidade intercalados com séries de recuperação ativa (i. e. EF menos intensos) ou repouso dentro de uma mesma sessão com variadas combinações de intensidade e tempo (BOYNE et al., 2015). O TIAI, baseado em séries de intensidade alta de 4 minutos e recuperação ativa entre 3 e 4 minutos, tem sua eficácia comprovada em melhorar os parâmetros cardiovasculares em diversas populações, como indivíduos com doença da artéria coronária (PATTYN et al., 2014), insuficiência cardíaca (NILSSON; WESTHEIM; RISBERG, 2008; WISLØFF et al., 2007) e doença pulmonar obstrutiva crônica (HELGERUD et al., 2010).

Embora pouco estudado em indivíduos pós-AVC, as evidências disponíveis até o momento apontam a eficácia do TIAI em promover intensidades de EF aeróbios satisfatórias, benefícios cardiovasculares e funcionais (BILLINGER et al., 2014b; BOYNE et al., 2015). Foi demonstrado que um protocolo em esteira, utilizando uma relação esforço/pausa de 4 minutos a 85-95% da FCpico seguido de 3 minutos a 70% da FCpico, 2 vezes por semana durante 6 meses, levou a melhoras significantes nos parâmetros de funcionalidade (teste de caminhada de 6 minutos e avaliação de desempenho motor) (ASKIM et al., 2014).

Portanto, recomenda-se que a prescrição de EF para indivíduos pós-AVC seja baseada nos princípios FITT como forma eficaz de atingir os objetivos da reabilitação e do treinamento (BILLINGER et al., 2014b). É importante destacar que a prescrição deve sempre ser precedida de uma avaliação pré-participação, tanto para caracterizar o indivíduo que será submetido à prescrição quanto para assegurar a segurança e a eficácia do programa (BILLINGER et al., 2014a).

3.2.3. Avaliação Ergoespirométrica após o Acidente Vascular Cerebral

A avaliação das respostas clínicas, hemodinâmica, metabólica e eletrocardiográfica ao esforço físico faz parte dos objetivos da avaliação ergoespirométrica. Além da relevância clínica dessas respostas, a avaliação ergoespirométrica permite extrair dados referentes às variáveis de trocas respiratórias, permitindo a detecção dos limiares ventilatórios, que podem ser utilizados como parâmetro para a prescrição individualizada de EF (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2010; CHALELA; MOFFA, 2010). A avaliação ergoespirométrica pode ser realizada em diferentes tipos de ergômetros, como esteiras, bicicletas ergométricas, ergômetros de membros superiores, dentre outros (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2010). A avaliação é caracterizada pela execução de um EF de intensidade progressiva e linear, acompanhada pelo simultâneo monitoramento espirométrico, eletrocardiográfico e hemodinâmico (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2010; VAN DE PORT; KWAKKEL; WITTINK, 2016).

A avaliação ergoespirométrica tem sido altamente recomendada para indivíduos pós-AVC como parte da avaliação pré-participação em rotinas de EF (BILLINGER et al., 2014a). As evidências atuais, embora escassas, sugerem que a aplicação da avaliação ergoespirométrica a partir de testes incrementais de esforço em indivíduos pós-AVC representa um baixo risco de

complicações durante e logo após a sua realização (BILLINGER et al., 2014a; VAN DE PORT; KWAKKEL; WITTINK, 2016). MARZOLINI et al. (2012) conduziram um estudo com o objetivo de verificar a viabilidade e a segurança de testes ergoespirométricos para indivíduos pós-AVC. Os autores concluíram que, aproximadamente, 10% dos indivíduos pós-AVC manifestam anormalidades clínicas, porém sem eventos cardiovasculares graves nesse teste (MARZOLINI et al., 2012).

Os testes ergoespirométricos em esteira e cicloergômetro são os mais comumente utilizados em indivíduos pós-AVC, sendo que a determinação do protocolo deve considerar as limitações motoras, como a hemiparesia e a redução de equilíbrio (FLETCHER et al., 1994; TANG et al., 2006). Dessa forma, devido ao caráter heterogêneo do quadro clínico pós-AVC, não há um protocolo padronizado para essa população. Uma revisão sistemática publicada em 2015, que envolveu 60 estudos e um total de 2104 indivíduos pós-AVC, demonstrou que diversos tipos de protocolos são utilizados. Dentre os 21 estudos que utilizaram a esteira, foram identificados 8 protocolos diferentes, porém 11 estudos utilizaram protocolos baseados no protocolo de MACKO et al. (1997b), que consiste na aplicação de uma velocidade constante selecionada pelo próprio indivíduo e incrementos de 2,5% na inclinação a cada 2 minutos. (VAN DE PORT; KWAKKEL; WITTINK, 2016).

3.2.4. Barreiras para o Exercício Físico após o Acidente Vascular Cerebral

Embora as adaptações positivas causadas pelo treinamento aeróbico sejam conhecidas, existem barreiras relacionadas à execução de EF em indivíduos pós-AVC. Um estudo demonstrou que as três principais barreiras relatadas são: os fatores ambientais, as deficiências decorrentes do AVC (deficiências motoras, cognitivas e redução da capacidade funcional) e a baixa motivação (DAMUSH et al., 2007).

Considerando-se os fatores ambientais, destacam-se as limitações de acesso aos centros de reabilitação e, dependendo da localização geográfica, a necessidade de meios de transporte especiais para se chegar a esses locais (LANGHORNE; COUPAR; POLLOCK, 2009; TEASELL et al., 2009). Outro aspecto é que a reabilitação convencional envolve um atendimento de poucas pessoas em cada sessão, o que limita o número das vagas para a execução. Dessa forma, o volume de treinamento oferecido, usualmente, é pequeno e com baixa

frequência semanal, sendo comum os pacientes terem alta dos centros de reabilitação ainda fisicamente descondicionados (CARR; SHEPHERD, 2006).

As deficiências decorrentes do AVC que mais frequentemente são apontadas como barreiras para a prática de EF pós-AVC são as deficiências visuais, reduções da coordenação motora e equilíbrio e a redução da qualidade da marcha, que reduzem o engajamento dos indivíduos pós-AVC em programas de EF (DAMUSH et al., 2007).

Quanto às questões motivacionais, elas parecem ser um dos principais obstáculos (DAMUSH et al., 2007; LIN; WUANG, 2012). Os indivíduos pós-AVC relatam, frequentemente, falta de motivação, desejo e vigor no engajamento em EF (DAMUSH et al., 2007).

Dessa forma, a utilização de estratégias não convencionais, que contraponham as limitações expostas, são desejáveis para o tratamento desta população. Nesse contexto, surgem os JRV como uma opção. Esses jogos podem ser executados no ambiente domiciliar ou em outros locais com a mínima estrutura para a instalação dos equipamentos, desde que com orientação profissional adequada, não necessitando do deslocamento do indivíduo a um centro de reabilitação. Além disso, os JRV permitem o aumento do volume de treinamento através da prática diária. Para completar, sugere-se que os JRV possam ser uma estratégia bastante motivante (HENDERSON; KORNER-BITENSKY; LEVIN, 2007; SAPOSNIK; LEVIN, 2011). Diante dessas características, os JRV têm o potencial de serem eficientes em complementar os programas convencionais para indivíduos pós-AVC, mas precisam ser avaliados em detalhes.

3.3. JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL E ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

Os JRV são definidos como uma forma avançada de interação homem-computador, que permite ao usuário interagir e tornar-se “imerso” em um ambiente criado pelo computador com características que simulam condições reais (HENDERSON; KORNER-BITENSKY; LEVIN, 2007; SCHULTHEIS; RIZZO, 2001). O nível de interatividade entre o usuário e o computador depende dos diversos níveis de complexidade tecnológica aplicados. Tais tecnologias podem variar desde equipamentos simples, como *joysticks* e *mouses*, até complexos sistemas com câmeras e mecanismos de *feedback* sonoros, táteis ou visuais (LAVER et al., 2015).

Imersão e presença são dois conceitos fundamentais relacionados aos JRV. O nível pelo qual o usuário se percebe dentro do ambiente virtual ao invés de no mundo real é o que define

o grau de imersão da prática e está relacionado ao *software* e ao *hardware*. Sistemas que contenham projeções em superfícies côncavas, óculos de realidade virtual (RV) ou representações do usuário dentro do ambiente de RV são descritos como sistemas altamente imersivos, enquanto projeções em tela são consideradas menos imersivas. O conceito de presença refere-se à experiência subjetiva do usuário e depende das características do sistema de RV, da tarefa executada e das características do usuário (LAVER et al., 2015).

Evidências demonstram que esse tipo de estratégia promove melhora em diversos domínios em indivíduos pós-AVC, dentre os quais: o motor (SUBRAMANIAN et al., 2013), o sensorial (YANG et al., 2011) e o cognitivo (KIM et al., 2011). Destacam-se os benefícios da prática da RV relacionados à reabilitação neurológica (MOUAWAD et al., 2011), à melhora de desempenho nas AVD (MOUAWAD et al., 2011) e aos aspectos motivacionais e de segurança (LAVER et al., 2015).

Com relação às melhoras motoras, HOUSMAN et al. (2009) avaliaram os efeitos dos JRV sobre a função motora dos membros superiores de indivíduos pós-AVC e reportaram melhoras significantes no grupo submetido aos JRV na escala de Fugl-Meyer (+3,9 pontos) até no sexto mês após o término da intervenção em comparação com o grupo submetido à fisioterapia convencional (+1,5 pontos). Além disso, uma revisão sistemática publicada recentemente incluiu 37 estudos, totalizando 1019 indivíduos submetidos a intervenções baseadas em JRV e concluiu que esses jogos melhoram a função motora de membros superiores e as AVD (LAVER et al., 2015).

Além de promover benefícios neuromotores similares aos programas convencionais de reabilitação pós-AVC (LAVER et al., 2015), a utilização dos JRV apresenta vantagens sobre as técnicas convencionais, entre as quais se destacam: a) a possibilidade de prover aos indivíduos tarefas repetitivas que sejam efetivas para uma reabilitação neurológica através da simulação de um ambiente que permite grande controle da complexidade das tarefas a serem executadas; b) a possibilidade de simular condições do mundo real com segurança, aumentando a validade ecológica dos EF; c) a possibilidade de proporcionar uma prática mais interessante e divertida, encorajando os praticantes a executar as atividades em maior volume; d) o fato dela aumentar a aderência ao programa de EF; e e) a redução dos custos da reabilitação em alguns contextos (ENDERSON; KORNER-BITENSKY; LEVIN, 2007; LANGHORNE; BERNHARDT; KWAKKEL, 2011; LAVER et al., 2012).

Apesar dos JRV apresentarem as vantagens supracitadas aos indivíduos pós-AVC, a aplicabilidade dessa estratégia para a melhora da aptidão física desses indivíduos precisa ser melhor investigada. Em indivíduos saudáveis, os JRV podem elevar a taxa metabólica basal,

expressa em equivalentes metabólicos (METS), em 3 a 4 vezes durante sua execução, gerando aumentos de FC, que variam de 49,8 a 64,7% da FC máxima predita para a idade. Diante dessas características, supõe-se que essa estratégia possa ser eficaz para resultar em condicionamento cardiovascular, pelo menos em indivíduos saudáveis (GRAF et al., 2009; MIYACHI et al., 2010).

Entretanto, alguns entraves têm sido apontados para o uso dos JRV como estímulo fisiológico em indivíduos pós-AVC. O primeiro aspecto refere-se à pouca familiaridade dos pacientes pós-AVC, em sua maioria idosos, com essa tecnologia. Essa dificuldade, no entanto, parece se relacionar, mais especificamente, aos equipamentos de JRV que exigem a manipulação de *joysticks* (LEE et al., 2003). Dessa forma, equipamentos que utilizam tecnologias de captura de movimento, que não necessitam da manipulação de implementos, parecem ser estratégias mais viáveis (RAND; KATZ; WEISS, 2009). Outra dificuldade é o baixo nível de condicionamento desses pacientes (GORDON et al., 2004; IVEY; HAFER-MACKO; MACKO, 2008; PANG et al., 2006), que pode impedir um estímulo metabólico adequado. Essa limitação levanta a necessidade de estudos específicos sobre o estresse fisiológico causado por essa estratégia nessa população.

Alguns pesquisadores (HURKMANS et al., 2011), em um estudo piloto, investigaram o estresse fisiológico promovido por JRV com *joysticks* em pacientes pós-AVC. Os autores mediram o VO_2 durante a prática de 15 min de dois jogos (Tênis de Mesa e Boxe) do console *Wii Sports* (Nintendo). O VO_2 medido foi de $11,0 \pm 3,9$ $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ para o jogo Tênis e $11,9 \pm 3,3$ $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ para o jogo Boxe, o que equivaleu a $3,7 \pm 0,8$ e $4,1 \pm 0,7$ METS, caracterizando um esforço leve/moderado. Entretanto, o uso do *joystick* pode ter limitado o impacto dos JRV. Mais recentemente, KAFRI et al. (2013) investigaram essa problemática, medindo a FC e o GE durante JRV executados em dois dos principais consoles de JRV disponíveis atualmente (*Wii e Xbox360+Kinect*). Os autores empregaram jogos que utilizavam, predominantemente, os membros superiores e jogos com demanda exclusiva de mobilidade e equilíbrio. Observou-se, nos indivíduos pós-AVC, que a intensidade do EF correspondeu a, aproximadamente, 60% da FC máxima prevista para a idade e que o gasto energético durante os jogos de mobilidade e membros superiores foi equivalente a 3-4 METS. Essas características também representam um EF leve/moderado. É interessante destacar ainda que, nesse estudo, o tipo de console não interferiu nas variáveis investigadas.

Embora os estudos anteriores tenham investigado o uso de JRV em indivíduos pós-AVC e tenham contribuído para o aumento do conhecimento nesta área, esses estudos apresentaram algumas limitações. Dentre elas destaca-se o uso de variáveis indiretas para verificar a

intensidade do EF, ou seja, as equações de predição da FC máxima, que não são validadas para essa população, que pode apresentar incompetência cronotrópica (CHEUNG; HACHINSKI, 2004), valores estimados de VO_2 e gasto energético e ausência de comparação com os limiares ventilatórios. Além disso, esses estudos não investigaram o impacto cardiovascular dos JRV após a finalização da sessão.

Após sessões tradicionais de EF, é comum se observar a hipotensão pós-EF, que se caracteriza pela redução da PA após a realização de uma única sessão de EF em relação aos valores medidos pré-EF ou em um dia controle (CARDOSO JR et al., 2010; GOMES ANUNCIAÇÃO; DOEDERLEIN POLITO, 2011). Essa redução representa um importante benefício clínico para pessoas que possuem PA elevada (CARDOSO JR et al., 2010; GOMES ANUNCIAÇÃO; DOEDERLEIN POLITO, 2011), o que pode ser o caso de indivíduos pós-AVC (CARDOSO JR et al., 2010; GOMES ANUNCIAÇÃO; DOEDERLEIN POLITO, 2011). Por outro lado, é comum que a hipotensão pós-EF se acompanhe de aumento da FC no período pós-EF, o que pode aumentar a sobrecarga cardiovascular no período de recuperação (FORJAZ et al., 1998), não sendo um efeito benéfico para indivíduos pós-AVC. Porém, pelo nosso conhecimento, a resposta da PA e da FC pós-JRV ainda não foi investigada.

Dessa forma, os resultados sobre as respostas fisiológicas aos JRV em outras populações sugerem que eles podem ter importante impacto metabólico e cardiovascular. No entanto, a ocorrência desses efeitos em indivíduos pós-AVC precisa ser mais bem investigada. Assim, fica evidente que é necessário estudar de forma mais profunda o estímulo fisiológico promovido pela prática de JRV sem o uso de *joystick* em indivíduos pós-AVC, investigando se durante a prática, o estímulo gerado corresponde a uma intensidade eficaz para proporcionar estímulo metabólico e cardiovascular adequado de forma reprodutível. Para isso, é necessário utilizar indicadores individualizados de estresse cardiovascular e metabólico, ou seja, verificar se a intensidade do EF, avaliada pelo VO_2 e pela FC, permanece entre os limiares ventilatórios (Lan e PCR) e calcular, através da medida direta do VO_2 , qual o GE promovido pelos JRV. Além disso, é necessário avaliar o impacto cardiovascular promovido pela sessão de JRV no período de recuperação pós-EF, investigando as respostas da FC e da PA no período de recuperação. Assim, como indicado no item 2, este estudo teve como objetivo verificar tais respostas fisiológicas durante e após uma sessão de JRV em indivíduos pós-AVC, constatando a reprodutibilidade dessas respostas

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. LOCAL DO ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora (LAHAM) e no Laboratório de Comportamento Motor (LACOM) da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (CAAE:10892412.2.0000.5391 - ANEXO 1) e registrado no *Brazilian Clinical Trials* (RBR3QX5GD / UTN: U1111-1169-7248).

4.2. CASUÍSTICA

A amostra deste estudo foi composta por indivíduos de ambos os sexos, com idade acima de 40 anos, acometidos por um único AVC isquêmico ou hemorrágico há, pelo menos, 6 meses (caracterizando o estado crônico pós-AVC) e que possuísem liberação médica para a execução de EF. Os indivíduos foram recrutados a partir da lista de inscritos no curso comunitário “Educação Física para Adultos com Comprometimento Neurológico” da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Os critérios de exclusão foram: i) capacidade de deambulação sem limitações ou muito limitada, estando classificados abaixo de 3 ou acima de 4 na Categoria de Deambulação Funcional (FAC) (VIOUCA et al., 2005); ii) inaptidão para caminhar em esteira; iii) incapacidade de desempenhar atividade física em ambiente virtual; iv) incapacidade cognitiva para entender as demandas do estudo e/ou estar abaixo dos valores de corte para o nível de escolaridade no MEEM (BERTOLUCCI et al., 1994); v) obesidade a partir do grau II, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA, 2016); vi) níveis de PAS/PAD pré-EF maiores que 160/105 mmHg e vii) presença de problemas cardiovasculares detectados em teste ergométrico que contraindicassem a execução de EF.

4.3. PROCEDIMENTOS PRELIMINARES

4.3.1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Após serem informados sobre os detalhes do protocolo, riscos e benefícios, os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 2) antes de iniciarem o estudo. Em seguida, passaram por exames preliminares que incluíram anamnese, avaliação antropométrica, avaliação da capacidade de deambulação, avaliação de desempenho motor, avaliação cognitiva, avaliação ergoespiométrica e sessões de familiarização aos JRV.

4.3.2. Anamnese

Todos os indivíduos responderam a um questionário com o objetivo conhecer as características pessoais (nome, idade), as características do quadro de AVC (tempo de lesão, perdas sensoriais e etc.), a presença de doenças e fatores de riscos cardiovasculares e o uso regular de medicamentos (ANEXO 3).

4.3.3 Avaliação Antropométrica

Após a anamnese, a massa corporal (kg) e a estatura (cm) dos indivíduos foram medidas em uma balança devidamente calibrada com régua antropométrica (Welmy® W300A, São Paulo, Brasil, cidade). O IMC foi calculado pelo quociente entre a massa corporal e o quadrado da estatura. Foram excluídos os indivíduos com obesidade nível II ou superior, ou seja, $IMC \geq 35 \text{ kg/m}^2$ (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA, 2016)

4.3.4 Avaliação da Capacidade de Deambulação

A FAC foi utilizada para classificar os indivíduos de acordo com o nível de independência para a marcha (VIOSCA et al., 2005). A FAC baseia-se no relato e observação da funcionalidade da marcha, que é classificada em 5 níveis (ANEXO 4). Os indivíduos que não se enquadraram entre os níveis 3 e 4 foram excluídos do estudo. A categoria 3 inclui indivíduos que possuem capacidade de caminhar em ambientes internos e externos, em superfícies irregulares e, ocasionalmente, são capazes de subir degraus ou escadas; além de serem capazes de caminhar na rua, embora por uma distância limitada. A categoria 4 inclui indivíduos capazes de caminhar em todos os tipos de superfícies irregulares; subir e descer degraus, escadas, rampas; que possuem uma distância de marcha considerável ou até irrestrita; embora não possuam um padrão de marcha considerado normal devido a anormalidades aparentes, como mancar (VIOSCA et al., 2005).

4.3.5 Avaliação de Desempenho Motor

Para caracterizar a amostra em relação à gravidade das sequelas motoras apresentadas, os indivíduos foram submetidos à avaliação motora através da escala de Fugl-Meyer (FUGL-MEYER et al., 1975). Essa escala avalia as cinco dimensões do comprometimento motor, ou seja, a amplitude de movimento articular, dor, sensibilidade, comprometimento das extremidades superiores e inferiores e o equilíbrio, sendo atribuída aos resultados uma pontuação em escala ordinal de 0 a 3 (0 = nenhuma performance; 3 = performance completa).

4.3.6 Avaliação Cognitiva

Para avaliar o estado cognitivo dos indivíduos que compuseram a amostra, visando garantir a assimilação durante a prática dos JRV, foi aplicado o MEEM adaptado por BRUCKI et al. (2003) para a população brasileira. Esse teste avalia o estado cognitivo a partir de um questionário com perguntas que integram aspectos de orientação espacial, memória imediata, cálculo, evocação de palavras, nomeação, repetição, comando, leitura, escrita e cópia (ANEXO 5) (BRUCKI et al., 2003; FOLSTEIN; FOLSTEIN; MCHUGH, 1975). Cada pergunta possui uma nota e a soma de todas as notas é o *score* final. Considerando a influência da escolaridade

na avaliação cognitiva, foram adotados os valores de corte propostos por BERTOLUCCI et. al. (1994). Os indivíduos que estivessem abaixo dos valores de corte para seu nível de escolaridade foram considerados inaptos cognitivamente para a participação neste estudo. Os valores de corte adotados foram: 13 pontos para indivíduos analfabetos, 18 pontos para indivíduos com escolaridade média (1 a 8 anos de escolaridade) e 26 pontos para indivíduos com alta escolaridade (> 8 anos de escolaridade) (BERTOLUCCI et al., 1994). Além disso, indivíduos com níveis cognitivos acima desses valores de corte, mas que não fossem capazes de entender as tarefas do estudo também seriam excluídos.

4.3.7 Avaliação Ergoespiométrica

Para a avaliação da saúde cardiovascular e da aptidão aeróbia, bem como para a determinação dos limiares ventilatórios, os indivíduos participaram de avaliações ergoespiométricas. Assim, cada indivíduo realizou 2 testes ergoespiométricos e, como os resultados apresentaram boa reprodutibilidade (APENDICE 1), os valores médios foram utilizados no estudo.

Para a realização dos testes, os indivíduos foram orientados a: i) comparecer ao laboratório com roupas apropriadas à prática de EF; ii) fazer uma refeição leve 2h antes, sem ingerir estimulantes da atividade nervosa central (como café, chás, etc.); iii) não realizar atividades físicas nas 48h que antecederam o teste e iv) a tomar os medicamentos de uso regular normalmente.

Com a supervisão de um médico, os testes foram realizados em esteira rolante (Imbrasport, ATL, Porto Alegre, Brasil) em velocidade auto escolhida e considerada segura pelos indivíduos. Aqueles que faziam o uso de órtese foram orientados a utilizá-la no teste. O teste foi precedido por 3 min de aquecimento com aumento gradual de um terço da velocidade auto escolhida a cada minuto, atingindo a velocidade desejada no 3º minuto. Em seguida, foram feitos incrementos de 2% na inclinação a cada 2 min (EHRMAN, 2009; MACKO et al., 1997b). Foi permitido o uso dos apoios laterais para os braços para minimizar os riscos de quedas, mas os pacientes foram instruídos a minimizar esse uso. Os testes foram interrompidos por cansaço físico, quando solicitado pelo paciente, ou por motivos de saúde determinados pelo médico que contraindicassem sua continuação, seguindo as recomendações das III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico (SOCIEDADE BRASILEIRA DE

CARDIOLOGIA, 2010b). No momento da interrupção do teste, a esteira foi desligada e os indivíduos deitaram imediatamente numa maca. Esse procedimento visou diminuir a chance de quedas durante uma recuperação ativa e de impedir a hipotensão arterial pela parada total da caminhada.

Os testes foram precedidos pela execução de um eletrocardiograma de repouso (Cardioperfect, MD, Nova Iorque, EUA) com o registro simultâneo das 12 derivações padrão (D1, D2, D3, aVL, aVF, aVR, V1, V2, V3, V4, V5, V6). Durante o esforço, essas derivações foram continuamente monitoradas e o eletrocardiograma e a FC foram registrados a cada minuto. Os gases respirados foram continuamente coletados por um analisador de gases portátil K4b² (COSMED, Roma, Itália), sendo analisadas as porcentagens de O₂ e CO₂ e o fluxo de ar inspirado e expirado a cada ciclo respiratório. Esses dados foram analisados como médias de 30 segundos e foram usados para a avaliação da frequência respiratória (FR), volume corrente (VC, mL/ciclo), ventilação pulmonar (VE, L/min), consumo de oxigênio (VO₂, L/min e mL.kg⁻¹.min⁻¹), produção de gás carbônico (VCO₂, L/min); razão de troca respiratória (RER), equivalentes ventilatórios de O₂ (VE/VO₂) e CO₂ (VE/VCO₂) e pressões expiradas finais de O₂ (PETO₂) e de CO₂ (PETCO₂). A PAS e a PAD foram medidas pelo método auscultatório no braço não hemiparético, utilizando-se um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio, antes dos testes, no final do aquecimento, a cada 2 min durante os testes e no 1º, 2º, 3º minutos de recuperação (NEGRÃO; BARRETO, 2010). Os testes só eram iniciados se a PAS e a PAD estivessem menores que 160 e 105 mmHg, respectivamente.

Os limiares ventilatórios foram determinados por três avaliadores separadamente e, quando houve discordância, a determinação foi feita por acordo entre as partes. O Lan foi caracterizado pela primeira perda de linearidade do incremento da VE e do RER, e pelos menores valores do PETO₂ e VE/VO₂. O PCR foi caracterizado pela segunda perda de linearidade do incremento da VE, pelo maior valor do PETCO₂ e pelo menor valor do VE/CO₂ (NEGRÃO; BARRETO, 2010).

Foram excluídos do estudo, os indivíduos inaptos a caminhar na esteira, aqueles que apresentarem valores de PAS/PAD pré-EF acima de 160/105 mmHg e aqueles com anormalidades eletrocardiográficas que contraindicassem a execução de EF.

4.3.8 Sessões de Familiarização aos Jogos de Realidade Virtual

Após um intervalo de 30 a 60 min da finalização de cada teste ergoespiométrico, os indivíduos que não apresentaram nenhum problema nos testes realizaram uma sessão de familiarização aos JRV, totalizando duas sessões. Nessas sessões, os indivíduos vivenciaram os jogos que seriam utilizados nas sessões experimentais. O objetivo foi torná-los aptos a interagir com os equipamentos, familiarizá-los com o ambiente do estudo e habilitá-los a desempenhar as tarefas de forma adequada na sessão experimental. Nessas sessões de familiarização, as condições das sessões experimentais foram simuladas em todos os detalhes. Seriam excluídos do estudo os indivíduos que não eram aptos a desempenhar atividade física em ambiente virtual.

4.4 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

4.4.1 Desenho Experimental

A figura 4 mostra as etapas do protocolo experimental.

FIGURA 2 - Fluxograma dos procedimentos preliminares e experimentais. JRV1 = primeira sessão de jogos de realidade virtual; JRV2 = segunda sessão de jogos de realidade virtual; CONT = sessão controle

Todos os indivíduos que se voluntariaram a participar do estudo participaram de um encontro inicial no qual o protocolo do estudo foi apresentado e aqueles que quiseram participar assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Esses indivíduos participaram, então, dos procedimentos preliminares de anamnese, avaliação antropométrica, avaliação de desempenho motor, avaliação cognitiva e avaliação de capacidade de deambulação. Além disso, participaram de 2 testes ergoespirométricos seguidos das duas sessões de familiarização dos JRV, havendo um intervalo de, pelo menos, 48h entre os testes.

O protocolo experimental propriamente dito iniciou-se, pelo menos, 48 horas após a última sessão de familiarização aos JRV. Cada indivíduo participou de 3 sessões experimentais: sessão controle (CONT), sessão de jogos de realidade virtual 1 (JRV1) e sessão de jogos de realidade virtual 2 (JRV2). Essas sessões foram realizadas em ordem aleatória (aleatorização em blocos a partir de sorteio de envelopes selados) com um intervalo mínimo de 48 horas entre elas. Cada bloco de aleatorização foi composto por 3 envelopes contendo em cada uma das sessões experimentais (JRV1, JRV2 ou CONT) e, após o sorteio dos três envelopes, um novo bloco de aleatorização foi iniciado pelo indivíduo seguinte.

4.4.2 Sessões Experimentais

Para a realização de cada sessão experimental, os indivíduos foram orientados a seguir os mesmos procedimentos prévios dos testes ergoespirométricos, ou seja: i) comparecer ao laboratório com roupas apropriadas à prática de EF; ii) fazer uma refeição leve 2h antes, sem ingerir estimulantes da atividade nervosa central (como café, chás, etc.); iii) não realizar atividades físicas nas 48h anteriores e iv) tomar os medicamentos de uso regular normalmente. Essas sessões foram sempre realizadas entre 13 e 15 horas.

O desenho das sessões experimentais está exposto na figura 5.

FIGURA 3. Desenho das sessões experimentais; PA = pressão arterial; FC = frequência cardíaca; VO₂ = consumo de oxigênio

Nessas sessões, inicialmente, a massa corporal e estatura dos indivíduos foram medidas. Em seguida, os aparelhos de medida (frequencímetro, esfigmomanômetro e analisador de gases) foram posicionados. Os indivíduos, então, permaneceram em repouso sentados numa cadeira confortável por 15 min (período Pré-Intervenção) e, nesse período, após 5 min de repouso absoluto, a FC e o VO₂ foram medidos por 5 min e a PAS e PAD foram medidas, em triplicada, nos últimos 5 min.

Em seguida, após a retirada do esfigmomanômetro, os voluntários se posicionaram no centro da sala, onde o equipamento de JRV ou de projeção do filme estava preparado (período intervenção). Nesse período, nas sessões de JRV, os voluntários jogaram conforme o protocolo previsto e, na sessão CONT, permaneceram sentados assistindo a um filme. Durante todo o período de intervenção, a FC e o VO₂ foram continuamente monitorados.

Após o término da intervenção, os indivíduos permaneceram em repouso por mais 30 min na posição sentada (período Pós-Intervenção). Nesse período, a FC e o VO₂ continuaram

a ser medidos nos 10 min iniciais. Em seguida, o analisador de gases foi retirado e a FC, PAS e PAD foram medidas em triplicata aos 15 e 30 min de recuperação (período Pós-intervenção 1 e 2 – POS1 e POS2, respectivamente).

4.4.3 Intervenções

Na sessão CONT, os voluntários permaneceram sentados assistindo, por 38 minutos (mesmo tempo total das sessões de JRV), ao filme *Wall-E* (Pixar Animation Studios, 2008). Nas duas sessões de JRV, foi utilizado o console *XBOX360+Kinect* (Microsoft Corporation, Dublin, Irlanda), que tem tecnologia de reconhecimento de movimento sem a necessidade de uso de *joystick*. Para essas sessões, os indivíduos se posicionaram em pé em frente à tela onde foi projetado o jogo. O sensor de captura foi posicionado no centro da sala e o indivíduo ficou em frente, a uma distância entre 3 e 4 m, para que fosse possível a leitura dos movimentos (Figura 2).

FIGURA 2 - Posicionamento dos indivíduos durante as sessões experimentais de jogos de realidade virtual

A sequência de jogos utilizada nas sessões de JRV está apresentado na figura 3.

FIGURA 4. Sequência de jogos utilizada nas sessões experimentais de jogos de realidade virtual. Tênis de Mesa 1 (T1), Boxe 2 (B1), Tênis de Mesa 2 (T2), Boxe 2 (B2), Tênis de Mesa 3 (T3), Boxe 3 (B3), Tênis de Mesa 4 (T4) e Boxe 4 (B4)

As sessões de JRV foram compostas por 4 blocos de jogos separados por 2 min de intervalo. Em cada bloco, foram realizados 2 JRV: o jogo Tênis de Mesa por 3 min, seguido do jogo Boxe por 4 min (*Kinect Sports Ultimate Collection*), havendo um intervalo de 1 min entre eles para a troca do jogo. Dessa forma, em cada sessão, foi realizada a seguinte sequência de jogos: Tênis de Mesa 1 (T1), Boxe 2 (B1), Tênis de Mesa (T2), Boxe 2 (B2), Tênis de Mesa 3 (T3), Boxe 3 (B3), Tênis de Mesa 4 (T4) e Boxe 4 (B4). Foram realizados 28 min de JRV, compreendendo 12 min do jogo de Tênis de Mesa e 16 min do Boxe. A escolha específica desses jogos foi baseada no estudo de HURKMANS et al (2011) e o protocolo foi desenvolvido para gerar um regime intervalado de intensidade.

4.5 MEDIDAS

4.5.1 Frequência Cardíaca

Nas sessões experimentais, a FC foi continuamente registrada por um frequencímetro (*Polar electro, Polar S810*, Kempele, Finlândia).

4.5.2 Pressão Arterial Auscultatória

Nas sessões experimentais, as PAS e PAD foram medidas pelo método auscultatório no braço não hemiparético, utilizando-se um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio. As fases I e V dos sons de Korotkoff foram empregadas para a identificação da PAS e PAD, respectivamente (PICKERING et al., 2005).

4.5.3 Duplo Produto

O DP foi calculado pelo produto da FC e da PAS: $DP = FC \times PAS$ (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2010b).

4.5.4 Gasto Energético

Durante as sessões experimentais, o VO_2 , o VCO_2 e o RER foram continuamente medidos pelo analisador de gases portátil *Cosmed K4b²* (COSMED, Roma, Itália) devidamente calibrado, de acordo com as recomendações do fabricante. O GE de cada JRV foi calculado considerando-se o VO_2 e o RER médios medidos durante a execução do jogo e o equivalente térmico de oxigênio (kcal/ LO_2) do respectivo RER (ELIA; LIVESEY, 1992; MCARDLE, 2010). Em outras palavras, para cada jogo, o GE por minuto foi calculado multiplicando-se o

VO₂ médio daquele jogo pelo equivalente térmico de oxigênio do RER médio do jogo e, em seguida, esse valor foi multiplicado pelo tempo total do jogo para se obter o GE daquele jogo (ELIA; LIVESEY, 1992; MCARDLE, 2010). O GE total da sessão de JRV foi calculado pelo somatório dos GE de todos os jogos que compuseram a sessão. O gasto energético foi expresso em kcal e também em equivalentes metabólicos (METS), ou seja, a elevação da taxa metabólica em relação à basal. Para isso, o GE por minuto foi dividido por 3,5 mL.kg⁻¹.min⁻¹ (MCARDLE, 2010).

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o cálculo do tamanho amostral, foram utilizados dados médios e desvios-padrão da FC, VO₂ e PAS obtidos num estudo piloto e foi adotado um poder de 90% e um erro alfa de 0,05. Assim, para se verificar uma diferença de 6 bpm para a FC, considerando um desvio-padrão da diferença de 5 bpm, a amostra mínima necessária calculada foi de 12 indivíduos. Para o VO₂, considerando a verificação de uma diferença de 1,25 mL.kg⁻¹.min⁻¹ e um desvio-padrão da diferença de 0,96 mL.kg⁻¹.min⁻¹, a amostra mínima foi de 10 indivíduos. Para se verificar uma queda de 4 mmHg na PAS pós-EF, considerando um desvio-padrão da diferença de 3 mmHg, a amostra mínima calculada foi de 10 indivíduos. Dessa forma, a amostra mínima adotada neste estudo foi de 12 indivíduos, o que comportava todos os cálculos anteriores.

Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva, considerando-se medidas de tendência central e dispersão. A identificação de observações atípicas foi feita pela construção gráfica do *box-plot*. A normalidade da distribuição dos dados foi verificada e confirmada para todas as variáveis pelo teste de Shapiro-Wilk.

A reprodutibilidade das respostas nas sessões de JRV (JRV1 e JRV2) foi avaliada pela confiabilidade (i. e. consistência da medida) e a concordância (capacidade de uma medida aferir resultados idênticos) das medidas (ATKINSON; NEVILL, 1998). Para isso, inicialmente, verificou-se a presença de erro sistemático através da comparação das médias de JRV1 e JRV2 pelo teste-t pareado. Posteriormente, a presença de heterocedasticidade (i. e. quando há o aumento ou diminuição do erro com o aumento ou diminuição proporcional dos valores médios da variável) foi avaliada a partir do coeficiente de correlação de Pearson entre a média e a diferença dos valores obtidos nas sessões (JRV1 e JRV2), sendo considerada presente para valores de correlação $\geq 0,9$. Nenhuma das variáveis analisadas apresentou heterocedasticidade. Assim, a confiabilidade foi avaliada pelo coeficiente de correlação intraclass (CCI), sendo

considerada baixa confiabilidade quando CCI $< 0,40$, moderada quando CCI entre 0,40 e 0,74 e alta quando CCI $\geq 0,75$ (SZKLO; NIETO, 2000). A concordância foi avaliada através do erro médio da medida (EMM). Os limites de concordância (LC) absolutos de Bland & Altman foram calculados para todas as variáveis, considerando um intervalo de confiança de 95% (BLAND; ALTMAN, 1986).

Os comportamentos cardiovascular e metabólico durante as intervenções nas sessões experimentais foram analisados pela ANOVA de 2 fatores para amostras repetidas, tendo como fatores principais: a sessão (CONT, JRV) e os momentos PRÉ, Tênis de Mesa 1 (T1), Boxe 1 (B1), Tênis de Mesa 2 (T2), Boxe 2 (B2), Tênis de Mesa 3 (T3), Boxe 3 (B3), Tênis de Mesa 4 (T4) e Boxe 4 (B4).

A comparação entre a FC e o VO_2 médios obtidos nos jogos e os verificados nos limiares ventilatórios foi feita pela ANOVA de um fator para amostras repetidas.

A comparação das respostas PRÉ e PÓS intervenção entre as sessões experimentais foi feita pela ANOVA de dois fatores para amostras repetidas, tendo como fatores principais: a sessão (CONT, JRV) e o estágio (PRÉ, PÓS1 e PÓS2).

Em todas as ANOVA, quando necessário, foi empregado o teste de *post-hoc* de Newman-Keuls para localizar as diferenças significantes. O índice de significância aceito foi de 0,05 e os dados estão apresentados em média $\pm$ erro padrão.

5 RESULTADOS

5.1 CASUÍSTICA

O fluxograma da formação da amostra do estudo está apresentado na Figura 6.

FIGURA 5 - Fluxograma da formação da amostra do estudo. TCLE = Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; JRV1 = Sessão de jogos de realidade virtual 1; JRV2 Sessão de jogos de realidade virtual 2; CONT = Sessão Controle

Dezenove indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e 12 cumpriram todas as etapas do protocolo. Dentre os que não completaram o estudo, 2 foram excluídos devido a arritmias cardíacas constatadas durante os testes ergoespirométricos, 2 por eletrocardiograma de esforço positivo para isquemia miocárdica, 2 por incapacidade de realizar o teste ergoespirométrico e 1 por indisponibilidade de horário para participar das sessões do estudo.

5.2 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

A Tabela 2 apresenta as características gerais dos indivíduos que completaram o estudo.

TABELA 2 - Características Gerais da Amostra

N	12
Sexo (Masculino/Feminino)	10/2
Idade (anos)	56,4 ± 11,9
Massa corporal (kg)	76,0 ± 10,9
Estatura (cm)	166 ± 8
IMC (kg/m ²)	27,5 ± 2,6
Tempo após o AVC (meses)	86 ± 74
Lado da hemiparesia (Esquerdo/Direito)	5/7
AVC (Isquêmico/Hemorragico/Criptogênico)	6/4/2
FAC (categoria 3/categoria 4)	6/6
Score Mini Exame de Estado Mental (mini-Mental)	28,1 ± 3,7
Avaliação de desempenho de Fugl-Meyer (<i>score</i> total)	147 ± 32
Hipertensão Arterial, n (%)	8 (66)
Diabetes Mellitus, n (%)	2 (17)
Dislipidemias, n (%)	8 (66)
Obesidade, n (%)	3 (25)
Tabagismo, n (%)	1 (8)
Betabloqueadores, n (%)	2 (17)
Hipoglicemiantes, n (%)	2 (17)
Inibidor da ECA, n (%)	7 (58)
Estatinas, n (%)	8 (66)
AAS, n (%)	5 (42)

IMC = Índice de massa corporal; AVC = Acidente vascular cerebral; ECA = Enzima conversora de angiotensina; AAS = Ácido acetilsalicílico; FAC = Categoria de deambulação funcional

De acordo com os critérios de inclusão, todos indivíduos tinham idade acima de 40 anos (variação de 41 a 87 anos) e tiveram um único AVC, que ocorreu há, pelo menos, 6 meses (variação de 19 a 223 meses). Além disso, nenhum dos indivíduos possuía contraindicações à prática de EF. Por outro lado, a amostra possuía várias comorbidades e fazia uso de medicações como betabloqueadores, hipoglicemiantes, inibidores da enzima conversora de angiotensina, estatinas e ácido acetilsalicílico.

5.3 RESULTADOS DOS TESTES ERGOESPIROMÉTRICOS

Os resultados dos testes ergoespirométricos são mostrados na tabela 3.

TABELA 3 - Variáveis metabólicas e cardiovasculares medidas nos dois testes ergoespirométricos. Valores obtidos no teste 1 e no teste 2, comparação entre eles pelo teste t e média dos valores, que foi utilizada no estudo.

	Teste 1	Teste 2	Comparação p-valor	Média
Tempo de teste (min)	16 ± 5	18 ± 5	0,081	17 ± 1
Velocidade (km/h)	2,8 ± 1,2	2,8 ± 1,2	-	-
Inclinação Máxima (%)	12 ± 5	14 ± 5	0,067	13 ± 5
VO ₂ rep (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	3,7 ± 0,6	4,3 ± 0,89	0,134	4,0 ± 0,7
VO ₂ pico (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	20,3 ± 0,9	20,2 ± 1,2	0,878	20,1 ± 1,1
VO ₂ Lan (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	16,0 ± 1,0	16,2 ± 1,0	0,630	16,1 ± 1,0
VO ₂ Lan (% VO ₂ pico)	78,9 ± 2,0	81,8 ± 2,0	0,218	80,4 ± 0,0
VO ₂ PCR (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	18,8 ± 1,0	18,5 ± 1,2	0,682	18,6 ± 1,1
VO ₂ PCR (% VO ₂ pico)	92,5 ± 1,3	92,4 ± 1,8	0,424	93,3 ± 0,8
FCrep (bpm)	76 ± 5	75 ± 5	0,879	76 ± 4
FCpico (bpm)	138 ± 6	134 ± 8	0,978	136 ± 7
FCLan (bpm)	115 ± 6	116 ± 7	0,247	116 ± 6
FCLan (% FCpico)	83,8 ± 1,7	85,6 ± 2,1	0,197	85,8 ± 1,6
FCPCR (bpm)	132 ± 6	132 ± 7	1,000	132 ± 7
FCPCR (% FCpico)	95,6 ± 0,9	98,3 ± 1,0	0,109	95,9 ± 2,0
PASrep (mmHg)	125 ± 4	121 ± 5	0,272	123 ± 4
PASmax (mmHg)	174 ± 7	165 ± 7	0,741	169 ± 6
PADrep (mmHg)	85 ± 2	80 ± 2	0,014	82 ± 2
PADmax (mmHg)	90 ± 4	81 ± 2	0,041	86 ± 3

VO₂ = Consumo de oxigênio; rep = repouso; Lan = Limiar anaeróbio; PCR = Ponto de compensação respiratória; FC = Frequência cardíaca; PAS = Pressão arterial sistólica; PAD = Pressão arterial diastólica. Valores médios ± erro padrão.

Todos os testes foram interrompidos por cansaço físico intenso. Nenhum dos voluntários incluídos do estudo apresentou respostas anormais nos testes. Todos os indivíduos atingiram o Lan e o PCR e obtiveram $RER \geq 1,02$ no final do esforço. Os valores picos atingidos de VO_2 e de FC estavam abaixo do esperado para a idade.

A reprodutibilidade de quase todas as variáveis obtidas nos testes foi boa, o que foi avaliada não apenas pela comparação das médias pelo teste-t, demonstrado na tabela acima, mas também por uma análise completa de confiabilidade e concordância mostrada no APÊNDICE 1, por não fazer parte específica dessa dissertação. Assim, os valores médios dos dois testes foram utilizados nesta dissertação para as comparações com as sessões JRV1 e JRV2.

5.4 RESPOSTAS AOS JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL

A execução das sessões JRV1, JRV2 e CONT entre os indivíduos ocorreu de forma aleatória. Dessa forma, 4 indivíduos seguiram a sequência JRV-JRV-CONT, o outros 4 seguiram a ordem JRV-CONT-JRV e os 4 restantes a ordem CONT-JRV-JRV.

5.4.1 Respostas da Frequência Cardíaca durante as Sessões de Jogos de Realidade Virtual - Objetivo Específico 1

5.4.1.1 Reprodutibilidade das respostas da frequência cardíaca aos jogos de realidade virtual

A tabela 4 apresenta os valores da FC média obtidos durante a intervenção nas sessões de JRV e a comparação dessas médias pelo teste-t pareado.

TABELA 4 - Valores médios da frequência cardíaca (FC, bpm) medidos antes (PRE) e durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 - T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 - T4, Boxe 4 - B4) nas duas sessões de jogos de realidade virtual (JRV1 e JRV2).

	JRV1	JRV2	Diferença	p-Valor
PRE	72 ± 3	73 ± 3	0 ± 2	0,861
T1	92 ± 4	91 ± 5	-1 ± 2	0,512
B1	107 ± 7	100 ± 5	-7 ± 3	0,800
T2	103 ± 8	103 ± 8	0 ± 2	0,970
B2	118 ± 9	115 ± 8	-2 ± 2	0,347
T3	107 ± 8	108 ± 8	0 ± 2	0,771
B3	120 ± 9	120 ± 9	0 ± 2	0,974
T4	110 ± 9	111 ± 9	1 ± 2	0,647
B4	115 ± 11	121 ± 8	6 ± 7	0,419

Valores médios ± erro padrão.

Como se observa, não houve diferenças significantes na FC média obtida pré e em cada jogo nas sessões JRV1 e JRV2.

A tabela 5 demonstra os índices de confiabilidade e concordância dos valores médios da FC medidos pré e nos diferentes jogos das sessões JRV1 e JRV2.

TABELA 5 - Coeficiente de correlação intraclass (CCI) com seu intervalo de confiança (IC), erro médio da medida (EMM) e o limite de concordância de 95% (LC) dos valores médios da frequência cardíaca medidos antes (PRE) e nos diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 - T4, Boxe 4 -B4) das sessões de JRV1 e JRV2.

	CCI (IC)	EMM (bpm)	LC de 95% (bpm)
PRE	0,95 (0,90-1,00)	2,9	3,97 $\pm$ 11,46
T1	0,97 (0,91-1,02)	2,9	3,90 $\pm$ 12,63
B1	0,91 (0,80-1,02)	6,1	9,88 $\pm$ 29,11
T2	0,97 (0,89-1,05)	4,3	5,47 $\pm$ 18,54
B2	0,98 (0,90-1,06)	4,0	5,35 $\pm$ 17,05
T3	0,98 (0,91-1,06)	3,9	4,52 $\pm$ 16,63
B3	0,98 (0,91-1,06)	4,0	4,74 $\pm$ 16,70
T4	0,98 (0,89-1,06)	4,6	5,49 $\pm$ 19,57
B4	0,98 (0,91-1,06)	3,8	4,66 $\pm$ 16,34

Pode-se observar que tanto PRE quanto durante todos os jogos das sessões de JRV, a FC média apresentou CCI $\geq 0,91$ e EMM ≤ 6 bpm. Os LC de 95% das sessões variaram de 3,90 $\pm$ 12,63 a 9,88 $\pm$ 29,11 bpm.

Os gráficos de Bland & Altman das comparações da FC entre as sessões JRV 1 e JRV2 estão apresentados na figura 6.

FIGURA 6 - Gráficos de Bland & Altman da frequência cardíaca média (FC, bpm) medida PRE (painel A) e nos diferentes jogos das sessões de jogos de realidade virtual: Tênis de Mesa 1 (T1, painel B), Boxe 1 (B1, painel C), Tênis de Mesa 2 (T2, painel D), Boxe 2 (B2, painel E), Tênis de Mesa 3 (T3, painel F), Boxe 3, (H, painel G) Tênis de Mesa 4 (T4, painel H) e Boxe 4 (B4, painel I).

Os gráficos de Bland & Altman demonstram que as respostas da FC média nos diferentes períodos das sessões de JRV apresentam a maior parte dos pontos dentro do limite de concordância de 95%.

5.4.1.2 Respostas da frequência cardíaca aos jogos de realidade virtual

Devido à boa reprodutibilidade (alta confiabilidade e boa concordância) das respostas de FC média nos diferentes períodos das sessões de JRV, os valores médios da FC entre as sessões JRV1 e LRV2 foram calculados e utilizados para a descrição do comportamento e comparação com a sessão CONT. A tabela 6 e a figura 7 ilustram esses resultados.

TABELA 6 - Valores médios da frequência cardíaca (FC, bpm) medidos antes (PRE) e durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 - T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 - T4 e Boxe 4 - B4) nas sessões experimentais: controle (CONT) e jogo de realidade virtual (JRV – valores médios das sessões JRV1 e JRV2).

PERÍODO	CONT	JRV
PRE	71 ± 3	73 ± 4
T1	69 ± 2	92 ± 5 ^{□ *}
B1	69 ± 3	103 ± 6 ^{□ * #}
T2	69 ± 2	103 ± 7 ^{□ * #}
B2	69 ± 3	116 ± 8 ^{□ * # \$ £}
T3	68 ± 2	108 ± 8 ^{□ * # £ ¢}
B3	69 ± 2	120 ± 9 ^{□ * # \$ £ §}
T4	69 ± 2	111 ± 9 ^{□ * # \$ £ ¢ ◇}
B4	68 ± 2	118 ± 9 ^{□ * # \$ £ § Δ}

□ = significativamente diferente do respectivo período da sessão CONT; * = significativamente diferente do PRE da mesma sessão; # = significativamente diferente do T1 da mesma sessão; \$ = significativamente diferente do B1 da mesma sessão; £ = significativamente diferente do T2 da mesma sessão; ¢ = significativamente diferente do B2 da mesma sessão; § = significativamente diferente do T3 da mesma sessão; ◇ = significativamente diferente do B3 da mesma sessão; Δ = significativamente diferente do T4 da mesma sessão. Valores médios ± erro padrão

FIGURA 7 - Valores médios da frequência cardíaca medidos antes (PRE) e durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4, Boxe 4 -B4) na sessão de jogos de realidade virtual (JRV, linha contínua, média de JRV1 e JRV2) e na sessão controle (CONT, linha tracejada). □ = significativamente diferente do respectivo período da sessão CONT; * = significativamente diferente de PRE da mesma sessão; # = significativamente diferente de T1 da mesma sessão; \$ = significativamente diferente de B1 da mesma sessão; £ = significativamente diferente de T2 da mesma sessão; c = significativamente diferente de B2 da mesma sessão; § = significativamente diferente de T3 da mesma sessão; ¢ = significativamente diferente de B3 da mesma sessão; Δ = significativamente diferente de T4 da mesma sessão. Valores médios ± erro padrão.

Para a resposta da FC durante as sessões experimentais, a ANOVA de dois fatores para amostras repetidas identificou interação significativa entre os fatores sessão e período ($p \leq 0,000$). Não houve diferença significativa entre os valores médios da FC dos períodos PRE das sessões JRV e CONT. Por outro lado, todos os períodos de jogos da sessão JRV apresentaram FC média significativamente maior que o valor PRE da sessão JRV e que os respectivos períodos da sessão CONT. De modo geral, após B2, os valores da FC foram maiores nos jogos de Boxe que nos de Tênis de Mesa subjacentes. Além disso, os valores médios da FC aumentaram ao longo da sessão até, aproximadamente, sua metade; quando não houve diferença entre os valores médios da FC nos jogos T3 e T4 e nos B2, B3 e B4.

5.4.1.3 Respostas da frequência cardíaca nos Jogos de Realidade Virtual em Relação aos Limiares Ventilatórios

A tabela 7 demonstra a comparação dos valores médios da FC obtidos nos diferentes jogos da sessão de JRV (média de JRV1 e JRV2) com os valores do Lan (116 ± 6 bpm) e do PCR (132 ± 7 bpm).

TABELA 7 - Comparação da frequência cardíaca média (FC) obtida em cada jogo (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) da sessão de jogos realidade virtual (média de JRV1 e JRV2) com os valores de FC obtidos para o limiar anaeróbio (Lan = 116 ± 6 bpm) e o ponto de compensação respiratória (PCR = 132 ± 7 bpm) (média do teste 1 e 2).

Período	FC JRV	p para Lan	p para PCR
T1	92 ± 5	< 0,000	< 0,000
B1	103 ± 6	0,033	< 0,000
T2	103 ± 7	0,036	< 0,000
B2	116 ± 8	1,000	0,006
T3	108 ± 8	0,216	< 0,000
B3	120 ± 9	0,776	0,006
T4	111 ± 9	0,396	< 0,000
B4	118 ± 9	0,701	0,007

Valores médios $\pm$ erro padrão.

A ANOVA de 1 fator revelou que a partir do jogo B2, a FC média medida durante a execução dos jogos foi semelhante à FC do Lan. Por outro lado, em todos os jogos da sessão de JRV, a FC média foi significativamente menor que a FC do PCR.

Na tabela 8 são apresentados os percentuais da FC do Lan, do PCR e da FCpico atingidos nos diferentes jogos da sessão de JRV (média de JRV1 e JRV2).

TABELA 8 - Porcentagens da frequência cardíaca do limiar anaeróbio (%FCLan), do ponto de compensação respiratória (% FCPCR) e do pico (%FCPico) atingidas durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) na sessão de jogos de realidade virtual (média de JRV1 e JRV2)

PERÍODO	%FCLan	%FCPCR	%FCPico
T1	80,3 ± 3,4	67,6 ± 2,6	61,3 ± 2,6
B1	90,0 ± 4,5	77,1 ± 3,5	72,1 ± 2,8
T2	88,6 ± 4,4	76,0 ± 3,3	74,4 ± 2,4
B2	100,4 ± 5	86,1 ± 4,2	80,7 ± 4,2
T3	93,0 ± 5,2	82,5 ± 5,0	81,7 ± 4,4
B3	103,3 ± 5,3	89,0 ± 4,7	83,5 ± 4,7
T4	95,4 ± 5,4	85,1 ± 5,2	84,2 ± 4,7
B4	102,0 ± 5,4	88,4 ± 4,9	82,9 ± 5,2

Valores médios ± erro padrão.

Observando os percentuais da FCLan, PCR e pico atingidos na sessão de JRV, nota-se que a FC média variou entre 80 e 103% FCLan, entre 68 e 89% da FCPCR e entre 61 e 84% da FCpico. Dessa forma, a intensidade média de sessão total foi de 94,0±5,0 %FCLan, 79,7±4,2% da FCPCR e 76,0±4,0% da FCpico. Nota-se que apenas nos jogos Boxe 2, 3 e 4, a FC atingiu em média 100% da FCLan. No período estável da sessão (após B2), a FC no Tênis se manteve entre 93 a 95% do Lan, 83 a 85% do PCR e de 82 a 84% da FCpico, enquanto que no jogo de Boxe, ela se manteve entre 100 a 103% do Lan, 86 a 89% do PCR e 81 a 84% do pico.

Considerando-se as respostas individuais, a Figura 8 mostra o percentual de indivíduos que manteve a FC abaixo do Lan, entre o Lan e o PCR e acima do PCR durante cada jogo da sessão de JRV.

FIGURA 8 - Percentual da amostra que apresentou resposta de frequência cardíaca (FC) abaixo do limiar anaeróbio (Lan), entre o Lan e o ponto de compensação respiratória (PCR) e acima do PCR nos diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 - T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 - T4 e Boxe 4 - B4) da sessão de jogos de realidade virtual (média JRV1 e JRV2).

É possível observar que em todos os jogos, a maior parte dos indivíduos apresentou FC abaixo do Lan (variando de 50 a 92% entre os jogos). De 8 a 33% dos indivíduos apresentaram valores de FC entre o Lan e o PCR nos diferentes jogos e apenas após o B2, alguns indivíduos (17 a 33% da amostra) apresentaram valores de FC acima do PCR.

5.4.2 Respostas do Consumo de Oxigênio durante as Sessões de Jogos de Realidade Virtual - Objetivo Específico 2

5.4.2.1 Reprodutibilidade das respostas do consumo de oxigênio aos jogos de realidade virtual

A tabela 9 apresenta os valores do VO_2 médio obtido nos diferentes períodos das sessões de JRV 1 e 2 e a comparação dessas médias pelo teste-t.

TABELA 9 - Valores médios do consumo de oxigênio (VO_2 , $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) medidos antes (PRE) e durante os jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) nas duas sessões de jogos de realidade virtual (JRV1 e JRV2).

	JRV1	JRV2	Diferença	p-Valor
PRE	$3,19 \pm 0,27$	$3,49 \pm 0,28$	$0,30 \pm 0,14$	0,056
T1	$8,74 \pm 0,49$	$10,09 \pm 0,61$	$1,35 \pm 0,40$	0,060
B1	$13,29 \pm 0,99$	$13,99 \pm 1,09$	$0,70 \pm 0,50$	0,191
T2	$10,12 \pm 0,58$	$11,28 \pm 0,75$	$1,17 \pm 0,40$	0,140
B2	$13,8 \pm 1,08$	$14,63 \pm 1,31$	$0,83 \pm 0,54$	0,152
T3	$9,90 \pm 0,63$	$11,45 \pm 1,06$	$1,55 \pm 0,60$	0,250
B3	$13,90 \pm 0,90$	$14,7 \pm 1,28$	$1,40 \pm 0,55$	0,266
T4	$9,92 \pm 0,61$	$11,03 \pm 0,86$	$1,10 \pm 0,33$	0,064
B4	$12,64 \pm 0,96$	$14,54 \pm 1,45$	$1,90 \pm 0,78$	0,331

Valores médios $\pm$ erro padrão.

Não houve diferenças significantes no VO_2 médio medido em todos os períodos das sessões JRV1 e JRV2.

A tabela 10 demonstra os índices de confiabilidade e concordância dos valores médios do VO_2 medidos nos diferentes períodos das sessões JRV1 e JRV2.

TABELA 10 - Coeficiente de correlação intraclass (CCI) com seu intervalo de confiança (IC), erro médio da medida (EMM) e limite de concordância de 95% (LC) dos valores médios consumo de oxigênio medidos antes (PRE) e nos diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4, Boxe 4 -B4) das sessões de JRV1 e JRV2.

	CCI (IC)	EMM (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	LC de 95% (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)
PRE	0,93 (0,92 - 0,93)	0,25	0,41 ± 1,18
T1	0,85 (0,84 - 0,86)	0,69	1,47 ± 3,87
B1	0,94 (0,92 - 0,95)	0,87	1,31 ± 3,84
T2	0,90 (0,89 - 0,91)	0,70	1,32 ± 3,74
B2	0,95 (0,93 - 0,96)	0,94	1,55 ± 4,03
T3	0,87 (0,85 - 0,88)	1,04	1,67 ± 5,52
B3	0,93 (0,92 - 0,95)	0,95	1,60 ± 4,96
T4	0,95 (0,94-0,96)	0,57	1,31 ± 3,00
B4	0,89 (0,86-0,91)	1,35	1,98 ± 7,13

Valores médios ± erro padrão.

Em todos os períodos das sessões de JRV o CCI foi $\geq 0,87$, o EMM $\leq 1,35$ mL.kg⁻¹.min⁻¹ e os valores médios de 95% do LC variaram de 0,41±1,18 a 1,98±7,13.

Os gráficos de Bland & Altman da comparação do VO₂ entre as sessões JRV1 e JRV2 estão apresentados na figura 9.

FIGURA 9 - Gráficos de Bland & Altman do consumo de oxigênio médio (VO_2 , $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) medido PRE (painel A) e nos diferentes jogos das sessões de jogos de realidade virtual: Tênis de Mesa 1 (T1, painel B), Boxe 1 (B1, painel C), Tênis de Mesa 2 (T2, painel D), Boxe 2 (B2, painel E), Tênis de Mesa 3 (T3, painel F), Boxe 3, (H, painel G) Tênis de Mesa 4 (T4, painel H), Boxe 4 (B4, painel I).

Os gráficos de Bland & Altman demonstram que as diferenças médias das respostas entre JRV1 e JRV2 em relação à média do VO_2 apresentam a maior parte dos pontos localizados dentro do limite de concordância de 95%.

5.4.2.2 Respostas do consumo de oxigênio aos jogos de realidade virtual

Devido à boa reprodutibilidade (alta confiabilidade e boa concordância) das respostas de VO_2 médio nos diferentes períodos das sessões de JRV, os valores médios do VO_2 entre as sessões JRV1 e LRV2 foram calculados e utilizados para a descrição do comportamento e comparação com a sessão CONT. A tabela 11 e a figura 10 apresentam esses resultados

TABELA 11 - Valores médios do consumo de oxigênio (VO_2 , $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) medidos antes (PRE) e durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) nas sessões experimentais: controle (CONT) e jogo de realidade virtual (JRV – valores médios das sessões JRV1 e JRV2).

PERÍODO	CONT	JRV
PRE	$3,3 \pm 0,2$	$3,3 \pm 0,3$
T1	$3,3 \pm 0,2$	$9,4 \pm 0,5$ $\square^*$
B1	$3,3 \pm 0,3$	$13,4 \pm 0,9$ $\square^*\#$
T2	$3,4 \pm 0,2$	$10,7 \pm 0,6$ $\square^*\#\$$
B2	$3,3 \pm 0,2$	$14,2 \pm 1,2$ $\square^*\#\pounds$
T3	$3,3 \pm 0,2$	$10,7 \pm 0,8$ $\square^*\#\$\phi$
B3	$3,3 \pm 0,2$	$14,0 \pm 1,1$ $\square^*\#\pounds\%$
T4	$3,3 \pm 0,2$	$10,5 \pm 0,7$ $\square^*\#\$\phi\Diamond$
B4	$3,3 \pm 0,2$	$13,6 \pm 1,2$ $\square^*\#\pounds\%\Delta$

$\square$ = significativamente diferente do respectivo período da sessão CONT; * = significativamente diferente de PRE da mesma sessão; # = significativamente diferente de T1 da mesma sessão; \$ = significativamente diferente de B1 da mesma sessão; £ = significativamente diferente de T2 da mesma sessão; ϕ = significativamente diferente de B2 da mesma sessão; % = significativamente diferente de T3 da mesma sessão; $\Diamond$ = significativamente diferente de B3 da mesma sessão; Δ = significativamente diferente de T4 da mesma sessão. Valores médios $\pm$ erro padrão

FIGURA 10 - Valores médios do consumo de oxigênio (VO_2) medidos antes (PRE) e durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 - T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 - T4 e Boxe 4 - B4) na sessão de jogos de realidade virtual (JRV - linha contínua, média de JRV1 e JRV2) e na sessão controle (CONT - linha tracejada). □ = significativamente diferente do respectivo período da sessão CONT; * = significativamente diferente de PRE da mesma sessão; # = significativamente diferente de T1 da mesma sessão; \$ = significativamente diferente de B1 da mesma sessão; £ = significativamente diferente de T2 da mesma sessão; ¢ = significativamente diferente de B2 da mesma sessão; § = significativamente diferente de T3 da mesma sessão; ◊ = significativamente diferente de B3 da mesma sessão; Δ = significativamente diferente de T4 da mesma sessão. Valores médios $\pm$ erro padrão

Para a resposta do VO_2 durante as sessões experimentais, a ANOVA de dois fatores para amostras repetidas identificou interação significativa entre os fatores sessão e período ($p \leq 0,000$). Não houve diferença significativa entre os valores médios do VO_2 obtidos no período PRE das sessões JRV e CONT. Por outro lado, todos os períodos de jogos da sessão JRV apresentaram VO_2 médio significativamente maior que o valor PRE da sessão JRV e que os respectivos períodos da sessão CONT. Os valores do VO_2 foram maiores nos jogos de Boxe que nos de Tênis de Mesa subjacentes. Além disso, os valores médios de VO_2 foram semelhantes entre os jogos T2, T3 e T4 e entre os jogos B1, B2, B3 e B4.

5.4.2.3 Respostas do consumo de oxigênio nos jogos de realidade virtual em relação aos limiares ventilatórios

A tabela 12 demonstra a comparação dos valores médios do VO_2 obtidos nos diferentes períodos da sessão de JRV (média de JRV1 e JRV2) com os valores médios do $\text{VO}_{2\text{Lan}}$ ($16,1 \pm 1,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e do $\text{VO}_{2\text{PCR}}$ ($18,6 \pm 1,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

TABELA 12 - Comparação do consumo de oxigênio (VO_2) obtido em cada jogo (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 - T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 - T4 e Boxe 4 - B4) da sessão de jogos realidade virtual (média de JRV1 e JRV2) com os valores de VO_2 obtidos para o limiar anaeróbio ($16,1 \pm 1,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e o ponto de compensação respiratória ($18,6 \pm 1,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) (média do teste 1 e 2).

Período	VO_2 JRV	p para Lan	p para PCR
T1	$9,4 \pm 0,5$	<0,000	<0,000
B1	$13,4 \pm 0,9$	<0,000	<0,000
T2	$10,7 \pm 0,6$	<0,000	<0,000
B2	$14,2 \pm 1,2$	<0,000	<0,000
T3	$10,7 \pm 0,8$	<0,000	<0,000
B3	$14,0 \pm 1,1$	<0,000	<0,000
T4	$10,5 \pm 0,7$	<0,000	<0,000
B4	$13,6 \pm 1,2$	<0,000	<0,000

Valores médios $\pm$ erro padrão

A ANOVA de 1 fator revelou que o VO_2 médio durante a execução dos jogos foi significativamente menor do que o VO_2 medido no Lan e no PCR.

Na tabela 13 são apresentados os percentuais do VO_2 do Lan, do PCR e do $\text{VO}_{2\text{pico}}$ atingidos nos diferentes jogos da sessão de JRV (média de JRV1 e JRV2).

TABELA 13 - Porcentagens do consumo de oxigênio do limiar anaeróbio (%VO₂Lan), do ponto de compensação respiratória (%VO₂PCR) e do pico de EF (%VO₂Pico) atingidas durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) na sessão de jogos de realidade virtual (média de JRV1 e JRV2).

PERÍODO	%VO ₂ Lan	%VO ₂ PCR	%VO ₂ Pico
T1	59,6 ± 3,6	51,0 ± 2,9	48,3 ± 2,2
B1	85,8 ± 6,4	73,2 ± 5,3	68,6 ± 5,0
T2	67,1 ± 3,7	57,9 ± 2,3	53,6 ± 2,1
B2	88,7 ± 6,8	75,7 ± 5,7	71,0 ± 5,3
T3	66,6 ± 4,4	56,9 ± 3,4	53,4 ± 3,4
B3	87,5 ± 6,3	74,6 ± 5,1	70,1 ± 4,9
T4	65,9 ± 4,6	56,3 ± 3,6	52,8 ± 3,5
B4	84,8 ± 6,7	72,3 ± 5,5	67,8 ± 5,1

T1= Tênis de Mesa 1; B1= Boxe 1; T2= Tênis de Mesa 2; B2= Boxe 2; T3= Tênis de Mesa 3; B3= Boxe 3; T4= Tênis de Mesa 4; B4= Boxe 4. Valores médios ± erro padrão.

Observando os percentuais do VO₂ médio do Lan, PCR e pico do EF atingidos na sessão de JRV, nota-se que a VO₂ médio variou entre 60 e 89% do VO₂Lan, entre 51 e 75% do VO₂ do PCR e entre 48 e 71% do VO₂pico. Dessa forma, a intensidade média de sessão total foi de 75,7±5,1% do VO₂ do Lan, 65,0±4,3% VO₂ do PCR e 61,3±4,0% do VO₂pico. Nota-se que em nenhum jogo a intensidade atingiu 100% do Lan. Considerando-se o período estável a partir de B1, a intensidade no jogo de Tênis se manteve entre 66 a 67% do Lan, 56 a 58% do PCR e de 53 a 54% do VO₂pico, enquanto que no Boxe, ela se manteve 85 a 88% do Lan, 72 a 76% do PCR e 68 e 71% do pico.

Considerando-se as respostas individuais, a figura 11 mostra o percentual de indivíduos que manteve o VO₂ abaixo do Lan, entre o Lan e o PCR e acima do PCR durante os jogos da sessão de JRV.

FIGURA 11 - Percentual da amostra que demonstrou resposta de consumo de oxigênio (VO_2) abaixo do limiar anaeróbio (Lan), entre o Lan e o ponto de compensação respiratória (PCR) e acima do PCR nos diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 - T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 - T4 e Boxe 4 - B4) da sessão de jogos de realidade virtual (média JRV1 e JRV2)

É possível observar que em todos os jogos, quase todos os indivíduos apresentaram VO_2 abaixo do Lan (variando de 75 a 100% entre os jogos). Nos jogos de Tênis de Mesa (T1, T2, T3 e T4), nenhum indivíduo atingiu o VO_2 do Lan, enquanto que nos jogos Boxe (B1, B2, B3 e B4), 75 a 83% atingiram VO_2 abaixo do Lan, 8 a 17% entre Lan e o PCR e apenas 8% acima do PCR.

5.4.3 Gasto Energético durante as Sessões de Jogos de Realidade Virtual - Objetivo Específico 3

O GE calculado durante as sessões de JRV em kcal/min, METS, kcal totais e kcal totais incluindo 10 min pós intervenção (EPOC) estão mostrados na tabela 14.

TABELA 14 – Gasto energético calculado durante as duas sessões de jogos de realidade virtual (JRV1 e JRV2) e na sessão controle (CONT) em quilocalorias por minuto (kcal/min), equivalentes metabólicos (METS), quilocalorias totais (kcal) e quilocalorias totais incluindo 10 min após a sessão de jogos (kcal+EPOC).

	Sessões		
	JRV1	JRV2	CONT
kcal/min	4,6 ± 0,1 *	4,6 ± 0,2 *	1,8 ± 0,1
METS	3,0 ± 0,1 *	3,6 ± 0,2 *	0,9 ± 0,0
Kcal totais	168 ± 11 *	171 ± 11 *	44 ± 1
Kcal totais + EPOC	183 ± 12 *	188 ± 11 *	55 ± 2

Valores médios ± erro padrão. * = significativamente diferente de CONT (p<0,05).

A ANOVA de 1 fator demonstrou que os GE das sessões de JRV1 e JRV2 foram semelhantes e significativamente maiores que a sessão controle para todas as unidades calculadas. O GE médio entre as sessões de JRV foram de 4,6 ± 0,1 Kcal/min, 3,3 ± 1,0 METS, 169 ± 11 Kcal no total e 185 ± 11 Kcal total considerando o EPOC.

5.4.4 Respostas Cardiovasculares após as Sessões de Jogos de Realidade Virtual - Objetivo Específico 4

Os valores da PAS, PAD, FC e DP medidos nos momentos PRE, POS1 e POS2 nas 3 sessões experimentais estão mostrados na tabela 15 e na figura 12.

TABELA 15 – Valores de pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC) e duplo produto (DP) medidos nos períodos pré-intervenção (PRE) e após 15 (POS1) e 30 min (POS2) da finalização da intervenção nas sessões de jogos de realidade virtual 1 (JRV1), jogos de realidade virtual 2 (JRV2) e controle (CONT).

		PRE	POS1	POS2
PAS	JRV1	117 ± 4	117 ± 4	115 ± 4
	JRV2	118 ± 4	117 ± 5	113 ± 5
	CONT	116 ± 3	116 ± 3	117 ± 3
PAD	JRV1	75 ± 3	77 ± 3	76 ± 3
	JRV2	78 ± 2	81 ± 3 □*‡	80 ± 3 □*‡
	CONT	76 ± 3	76 ± 2	77 ± 2
FC	JRV1	76 ± 4	86 ± 6 □*	83 ± 4 □*
	JRV2	74 ± 4	84 ± 5 □*	80 ± 5 □*
	CONT	72 ± 2	68 ± 3	68 ± 3
DP	JRV1	8870 ± 536	9962 ± 563 □*	9512 ± 430 □*
	JRV2	1847 ± 557	1801 ± 543 □*	2162 ± 652 □
	CONT	8413 ± 369	7930 ± 417	7985 ± 398

□ = significativamente diferente de CONT; * = significativamente diferente de PRE; ‡ = significativamente diferente de JRV1 (p<0,05). Valores médios ± erro-padrão.

FIGURA 12 – Pressão arterial sistólica (PAS – painel A), pressão arterial diastólica (PAD – painel B), frequência cardíaca (FC – painel C) e duplo produto (DP – painel D) medidos nos períodos pré-intervenção (PRE) e após 15 (POS1) e 30 min (POS2) da finalização da intervenção nas sessões de jogos de realidade virtual 1 (JRV1 - linha pontilhada), jogos de realidade virtual 2 (JRV2 - linha tracejada) e controle (CONT - linha contínua). □ = significamente diferente de CONT; * = significamente diferente de PRE; ‡ = significamente diferente de JRV1 ($p < 0,05$). Valores médios $\pm$ erro-padrão.

Para a PAS, não houve nenhum efeito nem interação significativa na ANOVA, não havendo nenhuma modificação da PAS em nenhuma sessão e nem entre as sessões.

Para a PAD, a ANOVA identificou interação significativa entre os fatores sessão e momento ($p \leq 0,000$). Assim, os valores da PAD medidos nos momentos POS1 e POS2 da sessão JRV2 foram significamente maiores que os valores obtidos no momento PRE dessa sessão e nos mesmos momentos das sessões CONT e JRV1.

Para a FC, a ANOVA identificou interação significativa entre os fatores sessão e momento ($p \leq 0,000$). Assim, não houve diferença significativa na FC medida nas sessões JRV1 e JRV2 e, nas duas sessões de jogos virtuais (JRV1 e JRV2), a FC foi significamente maior no POS1 e POS2 em comparação com o PRE da mesma sessão e com os valores medidos nos respectivos períodos da sessão CONT.

Para o DP, a ANOVA identificou interação significativa entre os fatores sessão e momento ($p \leq 0,000$). Assim, não houve diferença significativa no DP medido nas sessões JRV1 e JRV2. Na sessão JRV1, o DP foi significativamente maior no POS1 e POS2 em comparação com o PRE da mesma sessão e com os valores medidos nos respectivos períodos da sessão CONT. Na sessão de JRV2, o DP foi significativamente maior no POS1 em comparação com o PRE da mesma sessão e com os valores medidos no respectivo período da sessão CONT, enquanto que no POS2, o DP dessa sessão foi significativamente maior que o respectivo período da sessão CONT.

6 DISCUSSÃO

6.1 PRINCIPAIS ACHADOS

Considerando-se os objetivos específicos, os principais achados do presente estudo foram que, em indivíduos pós-AVC (fase crônica), a sessão de JRV proposta (4 blocos, intercalando 3 min do jogo de Tênis de Mesa com 4 min do jogo de Boxe do console *XBOX360+Kinect*):

- a) promoveu aumento da FC durante sua execução, o qual foi reprodutível e correspondeu ao Lan.
- b) promoveu aumento do VO_2 durante sua execução, o qual foi reprodutível e correspondeu a uma intensidade abaixo do Lan.
- c) gerou, durante sua execução, um GE que elevou o metabolismo basal em, aproximadamente, 3,3 vezes e totalizou cerca de 169 kcal na sessão.
- d) não promoveu hipotensão pós-EF e manteve a FC e o DP elevados por 30 min pós-JRV.

6.2 EXECUÇÃO DO PROTOCOLO

6.2.1 Exequibilidade do Protocolo

Durante o estudo, 7 dos 19 indivíduos que iniciaram o estudo não terminaram o protocolo. Essa perda ocorreu, predominantemente, devido a problemas cardíacos apresentados durante os testes ergoespirométricos (2 exclusões por arritmias cardíacas e 2 por apresentarem ECG positivo para isquemia miocárdica). A detecção dessas alterações em alguns indivíduos era esperada, tendo em vista que os dados epidemiológicos apontam que, aproximadamente, 15 a 40% dos indivíduos pós-AVC apresentam problemas cardíacos, com 20 a 30% deles tendo arritmias cardíacas (CHEUNG; HACHINSKI, 2004).

Outros dois indivíduos não concluíram o estudo devido à incapacidade de realizar o teste ergoespiométrico de forma satisfatória na esteira, sendo as limitações motoras e a fadiga as principais causas relatadas. De fato, outros estudos na literatura já relataram que os testes ergométricos em indivíduos pós-AVC podem ser limitados pelas dificuldades motoras, aconselhando-se o uso de ergômetros alternativos para se sanar essa dificuldade (FLETCHER et al., 1994; TANG et al., 2006). No entanto, para este estudo havia a necessidade de padronização do protocolo de teste, impossibilitando a utilização de ergômetros alternativos (cicloergômetro, por exemplo), visto que os limiares ventilatórios podem ser atingidos em FC e VO₂ diferentes em testes realizados em diferentes ergômetros (BRAGA et al., 2010; WASSERMAN, 1987). Cabe ressaltar que o teste em esteira foi escolhido por ser um ergômetro que envolve maior massa muscular que o cicloergômetro, se aproximando mais das atividades que seriam realizadas nos JRV, que envolviam tanto a movimentação de membros superiores quanto de membros inferiores e a sustentação do peso corporal. O último indivíduo que não concluiu o estudo, o fez por questões por indisponibilidade de horário.

Dessa forma, observa-se que as exclusões do protocolo se deram, principalmente, nas avaliações antes da realização dos JRV. De fato, durante as sessões de JRV, todos os indivíduos realizaram o protocolo de forma satisfatória e não houve nenhuma intercorrência. Dessa forma, o protocolo de JRV proposto no presente estudo foi viável nessa população.

Considerando-se a forma de execução das sessões, é importante observar que a aleatorização das sessões resultou em um número igual de indivíduos fazendo cada uma das sequências de sessões possíveis (CONT-JRV1-JRV2; JRV1-CONT-JRV2 e JRV1-JRV2-CONT). Além disso, não houve diferenças nos valores pré-intervenção entre as sessões para nenhuma das variáveis. Dessa forma, é possível afirmar que as diferenças observadas entre as sessões para qualquer uma das variáveis não se deveu à ordem de execução das sessões e nem a diferenças iniciais (pré-intervenção) que existissem entre as sessões, garantindo que as diferenças existentes se deveram às intervenções realizadas.

6.2.2. Amostra

Como planejado, as características dos indivíduos que compuseram a amostra do presente estudo atenderam aos critérios de inclusão estabelecidos. Dessa forma, todos os indivíduos tinham idade mínima de 40 anos, haviam sofrido um único AVC isquêmico ou hemorrágico há, pelo menos, 6 meses, caracterizando-os na fase crônica pós-AVC e todos possuíam liberação médica para a prática de atividades físicas.

A faixa etária média dos indivíduos que compuseram a presente amostra foi de 56 ± 12 anos, caracterizando indivíduos de meia idade a idosos, o que está de acordo com a faixa etária utilizada na maioria dos estudos que investigaram os JRV para a população pós-AVC. LAVER et al (2015), numa metanálise publicada recentemente sobre esse assunto, consideraram 37 ensaios clínicos randomizados, totalizando 1019 participantes e constataram que a idade média dos participantes variava de 46 a 75 anos.

Com relação ao tempo pós-AVC, a escolha de indivíduos em fase crônica se deveu ao fato de ocorrer muita instabilidade e variabilidade interindividual do quadro clínico na fase aguda, dificultando a observação do efeito de intervenções. Também nesse aspecto, já se evidenciou que a maioria dos estudos publicados sobre JRV no AVC incluem indivíduos na fase crônica (LAVER et al., 2015).

Apesar dos critérios de inclusão permitirem a participação tanto de homens quanto de mulheres, apenas 2 mulheres participaram deste estudo, o que representa 16% da amostra. Essa composição amostral, possivelmente, se deveu ao fato deste estudo contar com uma amostra de conveniência e também pelo fato da incidência do AVC ser maior em homens que em mulheres (MOZAFFARIAN et al., 2015; REEVES et al., 2009). Com relação ao possível impacto da presença de poucas mulheres neste estudo, evidências sugerem que as mulheres pós-AVC possuem maiores limitações da capacidade funcional que os homens (DI CARLO et al., 2003; GLADER et al., 2003; NIEWADA et al., 2005; ROQUER; RODRÍGUEZ CAMPELLO; GOMIS, 2003; WYLLER et al., 1997), o que poderia afetar os resultados. Entretanto, esse fenômeno pode ser devido à maior longevidade evidenciada nas mulheres, podendo haver um efeito adicional das limitações inerentes à idade avançada àquelas decorrentes do AVC (REEVES et al., 2009). Considerando que as duas mulheres participantes deste estudo possuíam idade de 46 e 61 e que não destoavam da média da amostra na avaliação de desempenho motor

de Fugl-Meyer e nos testes ergoespirométricos, provavelmente, a presença delas na amostra não afetou os resultados. Cabe ressaltar que foi realizada uma segunda análise estatística retirando-se os dados das duas mulheres da amostra e não foi evidenciada nenhuma diferença nos resultados em relação aos obtidos com a amostra completa. Por outro lado, estudos futuros incluindo grupos apenas de mulheres ou grupos pareados de mulheres e homens devem ser conduzidos para uma melhor análise das diferenças entre os sexos nas respostas do EF pós-AVC, o que estava além do escopo deste estudo.

Considerando-se a capacidade de deambulação, foram incluídos na amostra apenas indivíduos com *score* 3 ou 4 na FAC, ou seja, indivíduos com capacidade de caminhar em diferentes superfícies por distância limitada ou ilimitada, mas sempre com anormalidades aparentes no padrão motor (VIOSCA et al., 2005). Esse perfil foi escolhido para que os indivíduos pudessem ter condições de executar os JRV na posição em pé, sem auxílio externo e com movimentações de acordo com os estímulos dos jogos. De fato, esse nível de capacidade de deambulação foi também empregado em um dos poucos estudos que investigou o VO_2 , a FC e o GE durante JRV em indivíduos pós-AVC (HURKMANS et al., 2011).

Quanto ao estado cognitivo, a média dos *scores* obtidos no MEEM foi de 28,1 e todos os indivíduos ficaram acima dos valores de corte para a escolaridade (BERTOLUCCI et al., 1994). Esse corte foi escolhido para garantir que os indivíduos teriam condições de executar as tarefas propostas. É importante salientar que o MEEM utilizado neste estudo foi adaptado para a população brasileira (BRUCKI et al., 2003) e, além disso, esse tipo de avaliação do estado cognitivo é utilizado em vários outros estudos com intervenções de EF em pacientes com AVC (LAVER et al., 2015).

Com relação às comorbidades, como esperado, os indivíduos apresentaram vários fatores de risco cardiovascular associados. Nesse sentido, a hipertensão arterial sistêmica e as dislipidemias foram os fatores mais prevalentes, estando presentes em 66% da amostra, seguidos da obesidade (25%) e da diabetes mellitus (22%). A presença desses fatores na população pós-AVC é bem conhecida, com estudos populacionais sugerindo que, aproximadamente, 75% dos indivíduos pós-AVC apresentam hipertensão arterial, 56% dislipidemias, 11% obesidade e 24% diabetes mellitus (LEOO et al., 2008). Com exceção da obesidade, as menores porcentagens observadas na presente amostra podem se dever ao fato do estudo envolver apenas indivíduos pós-AVC com menores limitações motoras, sem contraindicação para a prática de EF e sem anormalidades eletrocardiográficas no teste

ergométrico, o que pode ter excluído da amostra indivíduos com mais problemas de saúde e, portanto, com maior prevalência dos fatores de risco supracitados.

A presença de comorbidades acarreta, na maioria dos casos, no uso de estratégias medicamentosas de tratamento. Assim, os indivíduos que compuseram a amostra desse estudo utilizavam vários medicamentos, como betabloqueadores (17% da amostra) e/ou inibidores da enzima conversora angiotensina (58%) para o tratamento da hipertensão arterial, hipoglicemiantes (17%) para o tratamento do diabetes mellitus, estatinas para o tratamento das dislipidemias (66%) e ácido acetilsalicílico como antiagregante plaquetário (42%). De fato, o uso desses medicamentos é comum na população pós-AVC (GRESHMAN; DUNCAN; STASON, 1995; KERNAN et al., 2014). Alguns desses medicamentos, mais especificamente os betabloqueadores, podem afetar diretamente a resposta da FC em repouso e durante a realização do esforço (GORDON; DUNCAN, 1991; SANDRONE et al., 1994), o que poderia influenciar nas respostas desse estudo. Entretanto, a medicação foi utilizada da mesma forma em todas as sessões experimentais (CONT, JRV1 e JRV2) de modo que seu efeito foi mantido igual em todas as condições experimentais. Além disso, apenas 2 indivíduos usavam os betabloqueadores e a retirada dos dados desses indivíduos não modificou os resultados. Dessa forma, a inclusão de indivíduos em uso dessa medicação não parece ter modificado os resultados.

Diante do exposto, verifica-se que, de modo geral, as características dos indivíduos incluídos nesse estudo estão de acordo com às apresentadas na população pós-AVC. Além disso, essas características são semelhantes às utilizadas nas amostras dos principais estudos sobre JRV pós-AVC, o que permite a comparação dos resultados obtidos com os estudos da literatura.

6.2.3 Testes Ergoespirométricos

A realização dos testes ergoespirométricos ocorreu de forma satisfatória. Todos os testes foram interrompidos por cansaço intenso e obtiveram RER no pico de esforço acima de 1,02, embora a maioria dos indivíduos não tenha atingido a FCmax prevista para a idade ($FC_{max} \text{ predita para a idade} = 220 - \text{idade}$). Assim, como em grande parte da amostra, o RER e a FC no esforço máximo não atingiram, respectivamente, o valor de 1,15 e 95% da FCmax prevista para a idade, que são critérios para se definir o teste realmente máximo (BRAGA et al., 2010),

os resultados mais altos atingidos no teste foram considerados como respostas pico, ou seja, FC_{pico} e VO_{2pico} (BRAGA et al., 2010; CHALELA; MOFFA, 2010). É sabido que os indivíduos pós-AVC, comumente, não atingem os critérios de determinação de um teste máximo utilizados para a população saudável devido às limitações motoras decorrentes do AVC (MARZOLINI et al., 2012). Dessa forma, recomenda-se a adoção de outros parâmetros para a determinação da capacidade máxima de indivíduos pós-AVC, como a FC e VO_2 picos, ou seja, correspondentes ao momento da interrupção do teste, levando em consideração a condição clínica do indivíduo (i.e. a presença de anormalidades eletrocardiográficas ou de limitações motoras que impeçam a continuidade do teste), além de um $RER > 1,00$ (VAN DE PORT; KWAKKEL; WITTINK, 2016). Dessa forma, o fato da amostra do presente estudo não ter atingido valores máximos de FC e VO_2 está de acordo com o esperado para essa população. Ressalta-se, ainda, que todos os indivíduos atingiram o Lan e o PCR, de modo que o objetivo desse estudo de comparar a intensidade dos JRV com esses marcadores metabólicos pode ser realizado de forma adequada.

Embora uma avaliação ergoespirométrica seja recomendada para os indivíduos pós-AVC na fase pré-participação de EF (BILLINGER et al., 2014a), pelo nosso conhecimento, nenhum estudo avaliou a reprodutibilidade das respostas fisiológicas aos testes ergoespirométricos na população pós-AVC. A viabilidade e a segurança desse tipo de teste foi investigada e atestada por MARZOLINI et al (2012). Entretanto, a reprodutibilidade das medidas não foi avaliada. Dessa forma, em paralelo ao estudo principal, essa dissertação avaliou essa reprodutibilidade e os resultados foram apresentados na forma de apêndice por não fazerem parte direta dos objetivos da dissertação (APÊNDICE I). Ressalta-se, entretanto, que os parâmetros importantes para a avaliação e a prescrição de EF com base em testes ergoespirométricos (FC_{pico} , FC_{Lan} , FC_{PCR} , VO_{2pico} , VO_{2Lan} e VO_{2PCR}) (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2010; CHALELA; MOFFA, 2010) se apresentaram reprodutíveis, não havendo erro sistemático entre as médias (teste-t não significante) e observando-se confiabilidade moderada a alta ($CCI > 0,5$) e boa concordância (baixos EMM). Dessa forma, a presente dissertação utilizou os valores médios dos dois testes realizados para avaliar seus objetivos.

6.3 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AOS JRV

Pelo nosso conhecimento, até o momento, as respostas de FC, VO_2 e GE em indivíduos pós-AVC durante uma sessão de JRV foram investigadas em apenas 2 estudos. O primeiro (HURKMANS et al., 2011) investigou essas respostas durante a prática de JRV do console *Wii Sports*, considerando os jogos Boxe e Tênis. Esse foi um estudo pioneiro nesse tipo de investigação, que descreveu os valores de FC, VO_2 e GE obtidos durante os jogos e concluiu que os JRV eram capazes de produzir uma intensidade moderada de esforço baseada num GE entre 3 e 6 METS. Entretanto, nesse primeiro estudo, os autores não avaliaram a intensidade relativa, ou seja, em comparação com parâmetros individuais de capacidade máxima (ou seja, relativizadas pelas respostas máximas ou submáximas, como os limiares ventilatórios, obtidas em testes ergométricos ou ergoespirométricos).

O segundo estudo (KAFRI et al., 2014) também investigou a FC, o VO_2 e o GE durante os JRV dos consoles *Wii Sports* e *XBOX360+Kinect* e evoluiu a análise das respostas relativizando-as em relação aos valores esperados, através do uso de fórmulas preditoras de FCmax prevista para a idade. Entretanto, devido à ausência de uma fórmula preditora específica para indivíduos pós-AVC, os autores adotaram a fórmula utilizada para a população saudável e uma fórmula validada para pacientes com doença da artéria coronária para os indivíduos que utilizavam betabloqueadores. Essas fórmulas, no entanto, por não terem sido validadas para indivíduos pós-AVC, desconsideram o quadro clínico heterogêneo desses indivíduos. Dessa forma, a adoção de testes máximos que permitam a avaliação real dessas respostas ao invés da predição delas é mais interessante.

Diante do exposto, o presente estudo surge como a evolução esperada dos estudos anteriores, uma vez que avaliou as respostas durante os JRV com a descrição dos valores obtidos de FC, VO_2 e GE como feito nos estudos anteriores, mas também apresentou essa resposta relativizada pelas respostas máximas reais obtidas pelos indivíduos pós-AVC e, principalmente, pelas respostas metabólicas submáximas (i.e. pelos limiares ventilatórios). Assim, a execução do teste ergoespirométrico previamente à prática dos JRV foi realizada no presente estudo para tornar possível a caracterização do estímulo gerado por esses jogos de forma relativa, levando em consideração as características e limitações de cada indivíduo. A adoção dos limiares ventilatórios como referência é muito importante nessa população, pois como discutido anteriormente, a obtenção de valores máximos pode estar prejudicada pelas limitações funcionais nos pacientes pós-AVC (MARZOLINI et al., 2012) e, além disso, a

adoção dos limiares ventilatórios representa um parâmetro de intensidade relativa superior àqueles parâmetros baseados em fórmulas (WOLPERN et al., 2015). Outro aspecto importante do presente estudo é seu pioneirismo em investigar a reprodutibilidade das respostas fisiológicas durante os JRV. Desta forma, os resultados desse estudo permitem uma melhor caracterização do estímulo fisiológico gerado pelos JRV, o que possibilita um uso mais adequado desse recurso na reabilitação desses pacientes. Além disso, a obtenção dos parâmetros de reprodutibilidade dessas respostas permite a avaliação mais precisa de número amostral para estudos nessa área de investigação e de mudanças necessárias para avaliação clínica.

6.3.1 Resposta da Frequência Cardíaca

O primeiro resultado desse estudo em relação às respostas da FC durante os JRV foi demonstrar sua reprodutibilidade. Nesse sentido, a média da FC em todos os jogos das sessões JRV1 e JRV2 foi semelhante, revelando que não houve erro sistemático entre as sessões. A confiabilidade da medida da FC em todos os jogos foi alta ($CCI \geq 0,91$), visto que o CCI foi mais que 0,75 (SZKLO; NIETO, 2000). O EMM foi ≤ 6 bpm em todos os jogos (com a maior parte dos jogos apresentando $EMM = 4$ bpm), o que é muito semelhante ao erro observado em repouso (3 bpm) e representa menos de 10% dos valores médios medidos em cada jogo. Para finalizar, os gráficos de Bland & Altman também revelaram boa concordância. Dessa forma, por não haver erro sistemático, ter alta confiabilidade e boa concordância, a medida da FC pelo frequencímetro durante a execução de JRV foi considerada bem reprodutível.

Esse é um achado importante tendo em vista que o uso da RV tem sido proposto como forma de EF para sujeitos pós-AVC (BILLINGER et al., 2014a) e a FC pode ser o principal parâmetro de controle de intensidade durante a prática desse tipo de jogo devido a sua praticidade. No entanto, para que um parâmetro seja usado para monitorar o EF é fundamental demonstrar que sua resposta é reprodutível (ATKINSON; NEVILL, 1998). Nesse sentido, o presente estudo contribuiu com o avanço do conhecimento, demonstrando que, pelo menos em indivíduos pós-AVC, as respostas da FC, medidas com o frequencímetro, durante os JRV apresentam alta confiabilidade e boa concordância. De fato, com base nos valores de EMM é possível determinar que as mínimas diferenças detectáveis, calculada por $1.96 (\sqrt{2} \times EMM)$ (ATKINSON; NEVILL, 1998), da FC durante os JRV variam de 5 a 7 bpm, de modo que intervenções que visem a modificação dessas respostas devem observar alterações de, pelo menos, esses valores para indicar uma alteração relevante da FC.

Em relação à resposta da FC durante a execução dos JRV, houve aumento significativo, o que foi demonstrado pela diferença da FC durante os jogos em relação aos valores pré-intervenção e em relação à sessão CONT. Essa resposta já era esperada, tendo em vista ser bem conhecido que a realização de qualquer esforço físico reduz a atividade nervosa parassimpática e aumenta a atividade nervosa simpática para o coração, promovendo aumento da FC (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2010c). Esse estudo não visou comparar a resposta da FC entre os dois jogos utilizados nas sessões experimentais (Boxe e Tênis de Mesa), pois, como os jogos foram intercalados sempre na mesma ordem dentro da sessão, a resposta do jogo anterior poderia influenciar a resposta do jogo subsequente. No entanto, a partir do jogo B2, ou seja, aproximadamente metade da sessão experimental, não houve aumento aditivo da FC entre os jogos subsequentes de mesma categoria, ou seja, a FC foi semelhante em B2, B3 e B4 e entre T3 e T4, sendo maior sempre nos jogos de Boxe que nos de Tênis de Mesa. Dessa forma, a partir da metade da sessão houve equilíbrio da FC em cada um dos tipos de jogos, sem haver aumento progressivo ao longo da sessão. Esse resultado sugere que a sessão de JRV gerou um estímulo aeróbio, visto que a estabilidade (*steady state*) da FC ao longo do tempo dentro de uma determinada intensidade de EF é uma característica dos EF aeróbicos (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2010c). Esses resultados também sugerem que o jogo de Boxe tem maior intensidade que o jogo de Tênis de Mesa em indivíduos pós-AVC, apesar das limitações anteriormente discutidas quanto à ordem fixa da sessão.

Considerando-se o impacto cardiovascular da sessão de JRV, os valores médios da FC durante a fase estável (a partir de B2) da sessão de JRV variaram de 108 a 120 bpm. Esses valores são um pouco maiores que os observados por HURKMANS et al. (2011), que também realizaram os JRV de Tênis e Boxe em indivíduos pós-AVC e verificaram variação da FC entre 96 e 106 bpm. Entretanto, os valores absolutos da FC não representam a intensidade do EF, como discutido anteriormente. De fato, no presente estudo, a intensidade dos jogos na sessão de JRV, na fase estável, variaram de 81 a 84% da FCpico, o que indica uma intensidade alta, uma vez que segundo o *American College of Sports Medicine* é considerado intenso (vigoroso) o EF entre 77 e 95% da FCmax (GARBER et al., 2011). Cabe ressaltar, no entanto, que no presente estudo, os valores máximos obtidos foram valores pico, como discutido anteriormente, que são inferiores aos máximos reais, que são base para a categorização de intensidade do *American College of Sports Medicine*, de modo que essa intensidade, provavelmente, está superestimada. Os resultados obtidos são também maiores que os relatados por KAFRI et al. (2014), que demonstraram que a FC durante o JRV Boxe era de, aproximadamente, 64% da FC máxima predita. A diferença encontrada pode ser explicada pelo cálculo da porcentagem com

base na FCmax predita, como feito por KAFRI et al (2014), ou obtida no teste, como feita no presente estudo. De fato, se o cálculo fosse feito com base na FC predita para a idade, a intensidade da sessão de JRV na fase estável variaria de 68 a 75 % da FC máxima prevista, correspondendo a uma intensidade moderada.

Como alternativa aos valores máximos ou picos, destaca-se o uso dos limiares ventilatórios para a identificação de intensidade do exercício (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013; WASSERMAN; WHIPP; BEAVER, 1973). Assim, considerando-se esses limiares, os valores de FC obtidos nos jogos aplicados na sessão de JRV encontravam-se em intensidade semelhante ao Lan. Isso pode ser verificado devido ao fato de, a partir de B2, não haver diferença entre a FC média obtida nos jogos e a FCLan (tabela 7), e pela FC desses jogos variar entre 93 e 103% do Lan. Dessa forma, com base na resposta da FC, é possível afirmar que a partir da metade da sessão, o protocolo proposto gerou um estímulo equivalente ao Lan, ou seja, na fase em que o metabolismo está passando de predominantemente aeróbio para anaeróbio compensado (BRAGA et al., 2010; MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013; WASSERMAN; WHIPP; BEAVER, 1973). Essa intensidade corresponde a uma intensidade leve e ao início da faixa para treinamento aeróbico com base nos limiares ventilatórios (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013; WASSERMAN; WHIPP; BEAVER, 1973).

Apesar das respostas médias da FC indicarem um estímulo metabólico no Lan, as respostas individuais permitem uma observação com mais detalhes. Nesse sentido, é importante observar que em todos os jogos da sessão de JRV, a maioria dos indivíduos (50 a 92%) permaneceu com a FC abaixo do Lan. Considerando-se a metade final da sessão, quando os valores estavam estáveis, a maioria dos indivíduos (50 a 67%) estava com a FC abaixo do Lan. Dessa forma, com base nas respostas individuais FC, o protocolo de JRV proposto não foi capaz de fornecer um estímulo cardiovascular acima do Lan na maioria dos indivíduos. Esse é um aspecto importante, tendo em vista que o estímulo ideal para se obter as adaptações promovidas pelo treinamento aeróbico é tido como entre o Lan e o PCR (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013; WOLPERN et al., 2015). Nesse estudo, apenas 8 a 33% dos indivíduos estavam nessa faixa em algum dos jogos da sessão de JRV. Dessa forma, os resultados obtidos apontam que a sessão de JRV proposta, com base na resposta da FC, promoveu um estímulo metabólico próximo ao limiar anaeróbio, sendo que para a maioria dos indivíduos esse estímulo foi inferior a esse limiar, ou seja, a maior parte dos indivíduos realizou a sessão com um impacto metabólico baixo.

6.3.2 Resposta do Consumo de Oxigênio

A reprodutibilidade das respostas do VO_2 durante os JRV também foi avaliada. Não houve erro sistemático entre as sessões (test-t não significante), a confiabilidade foi alta ($\text{CCI} \geq 0,85$) e a concordância boa ($\text{EMM} \leq 1,00$ na maioria dos jogos, representando um erro menor que 10% do valor médio de cada jogo). Dessa forma, pode-se concluir que as respostas de VO_2 medidas com o analisador portátil *Cosmed K4* durante uma sessão de JRV (Tênis de Mesa e Boxe – console *XBOX360+Knect*) também podem ser consideradas bem reprodutíveis. Novamente, pelo nosso conhecimento, nenhum estudo prévio havia avaliado a reprodutibilidade do VO_2 em JRV e a demonstração de que a resposta é reprodutível permite que mais pesquisas sejam realizadas com essa variável. Com base nos valores de EMM na fase estável é possível determinar que a mínima diferença detectável do VO_2 entre os JRV oscila de 2,1 a 3,2 $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, de modo que intervenções que visem a modificação dessas respostas devem observar alterações de, pelo menos, esses valores para indicar uma alteração relevante.

Como esperado, o VO_2 aumentou durante os JRV, o que pode ser observado pela diferença significativa em relação aos valores pré-intervenção e da sessão CONT. De fato, a execução de qualquer EF implica na necessidade de aumento da produção de energia, o que é feito, pelo menos em parte, pela via aeróbia, implicando no aumento do VO_2 para a execução da tarefa (MCARDLE, 2010). Os valores de VO_2 obtidos durante os jogos na sessão de JRV variaram de 9,4 a 14,2 $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, estando eles de acordo com os observados por HURKMANS et al. (2011), que relataram valores médios de 11 $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Novamente, o protocolo não foi desenhado para a comparação das respostas entre o jogo de Boxe e de Tênis de Mesa. No entanto, considerando-se os valores médios do VO_2 nos jogos, eles foram semelhantes entre os jogos de Tênis de Mesa a partir de T2 e entre os jogos de Boxe a partir de B1, demonstrando uma estabilidade (*steady state*) da resposta e, portanto, sugerindo a característica aeróbia do protocolo. Além disso, o VO_2 foi maior nos jogos de Boxe que nos de Tênis de Mesa, demonstrando a alternância de intensidades característica de protocolos intervalados.

Considerando-se a intensidade do EF avaliada pela porcentagem do $\text{VO}_{2\text{pico}}$ atingida durante os jogos, essa intensidade variou no período estável (a partir de T2) de 53 a 71% do $\text{VO}_{2\text{pico}}$ (53 a 54% nos jogos de Tênis de Mesa e 68 a 71% nos de Boxe). Essa intensidade, segundo o *American College of Sports Medicine* (GARBER et al., 2011) está na faixa dos EF moderados para o Tênis de Mesa e alta para o Boxe (moderado = 46 a 63% do $\text{VO}_{2\text{pico}}$ e alta = 64 a 90% do VO_2 máximo), sugerindo novamente a maior intensidade do jogo de Boxe apesar

das limitações de protocolo já comentadas. Ressalta-se, no entanto, que também nessa discussão o VO_2 máximo medido foi o $\text{VO}_{2\text{pico}}$ e não o máximo real, de modo que a classificação da intensidade pode estar superestimada. Pelo nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo a identificar a intensidade de JRV em pacientes pós-AVC com base na porcentagem do $\text{VO}_{2\text{pico}}$ atingida, visto que os outros estudos (HURKMANS et al., 2011; KAFRI et al., 2014), que mediram o VO_2 durante os JRV em sujeitos pós-AVC, não avaliaram diretamente o $\text{VO}_{2\text{pico}}$ em um teste ergométrico para poderem fazer essa caracterização.

Em relação aos limiares ventilatórios, observa-se com base no VO_2 , que todos os jogos aplicados na sessão de JRV encontravam-se em intensidade abaixo do Lan e, consequentemente, menor que o PCR. Isso pode ser verificado devido ao fato de, em todos os jogos, o VO_2 médio ser significativamente menor que o VO_2 do Lan e do PCR. Além disso, o VO_2 em todos os jogos na fase estável da sessão variou de 66 a 89% do VO_2 do Lan e de 56 a 76% do VO_2 do PCR. Dessa forma, com base na resposta do VO_2 é possível afirmar que durante toda a sessão de JRV, o protocolo proposto gerou um estímulo abaixo do Lan, ou seja, na fase predominantemente aeróbia (BRAGA et al., 2010; GHOSH, 2004). Essa intensidade corresponde a uma intensidade leve e está abaixo da recomendada para o treinamento aeróbico (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013; WASSERMAN, 1987).

Considerando-se as respostas individuais, elas apontam no mesmo sentido que as médias, ou seja, em todos os jogos, mais de 75% dos indivíduos apresentou VO_2 abaixo do Lan. De fato, nos jogos de Tênis de Mesa, todos os indivíduos estavam abaixo do Lan, enquanto que nos jogos de Boxe, uma pequena parcela dos indivíduos (8 a 17%) teve VO_2 entre o Lan e o PCR e uma parcela muito pequena (8%) teve VO_2 acima do PCR. Dessa forma, os resultados obtidos apontam que a sessão de JRV proposta, com base na resposta do VO_2 , promoveu um estímulo metabólico abaixo ao limiar anaeróbio, ou seja, produziu um impacto metabólico baixo.

6.3.3 Resposta do Gasto Energético

Como esperado, a execução da sessão de JRV promoveu aumento do GE em comparação à sessão CONT, visto que a execução de qualquer EF implica na necessidade de energia para a produção do movimento (MCARDLE, 2010). De fato, a sessão de JRV proposta elevou o gasto energético basal em cerca de 3 vezes ($3,3 \pm 1,0$ METS). Esses resultados são semelhantes aos observados por HURKMANS et al. (2011) em indivíduos pós-AVC, que relataram GE variando de 3,7 a 4,1 METS durante a prática de dois jogos (Tênis e Boxe) do console *Wii Sports* (Nintendo). Os resultados também são semelhantes aos obtidos por KAFRI et al. (2013), que relataram GE médio de 3,08 METS durante diversos jogos (dentre eles Tênis e Boxe) executados em dois dos principais consoles de JRV disponíveis atualmente (*Wii* e *Xbox360+Kinect*). Considerando-se que a classificação de intensidade de EF do *American College of Sports Medicine* com base nos METS aponta que um EF entre 3,0 e 5,9 METS tem intensidade moderada (GARBER et al., 2011), a intensidade da sessão de JRV realizada com base nesse parâmetro é considerada moderada.

É interessante observar que a sessão de JRV proposta foi capaz de gerar um GE de cerca de 169 ± 11 kcal no total durante os jogos e 185 ± 11 kcal considerando o EPOC (primeiros 10 min após a sessão).

6.3.4 Respostas após os Jogos de Realidade Virtual

Pelo nosso conhecimento, até o momento, as respostas de PA e FC após JRV na população pós-AVC não haviam sido estudadas. Devido à existência de hipotensão pós-EF em indivíduos hipertensos após a execução de uma sessão de EF aeróbicos, a hipótese do presente estudo era que a sessão de JRV seria capaz de produzir redução da PA no período de recuperação em comparação aos valores pré-exercício e da sessão CONT. Entretanto, nem a PAS nem a PAD diminuíram após os JRV. Pelo contrário, em uma das sessões de JRV houve aumento da PAD nos momentos POS1 e POS2. É sabido que, dependendo do comprometimento neurológico gerado pelo AVC, podem ocorrer distúrbios no controle da PA (CHEUNG e ACHINSKI, 2004). Além disso, alguns estudos demonstram que após o AVC, dependendo da região encefálica acometida, há alterações importantes no controle autonômico cardiovascular, podendo gerar um comportamento lábil da PA (KLINGELHOFER; SANDER,

1997; SANDER; KLINGELHÖFER, 1994; TOKGOZOGLU et al., 1999). Esses aspectos talvez possam ajudar a explicar a ausência de efeito hipotensor pós-EF ou mesmo o aumento da PAD após apenas uma das sessões de JRV. Outro aspecto que pode explicar a ausência de efeito hipotensor pode se relacionar ao pequeno estímulo fisiológico gerado pela sessão de JRV, que teve apenas 28 min de ação efetiva e foi feita com intensidade leve, próxima ou abaixo do Lan, gerando um GE total baixo (cerca de 169 kcal). Existem evidências que EF aeróbicos com maior duração (FORJAZ et al., 1998, 2000), intensidade (PESCATELLO et al., 2004a) e GE total (CARDOSO JR et al., 2010) são capazes de produzir maior hipotensão pós-EF. Outro aspecto a ser observado são os valores pré-EF. É sabido que a hipotensão pós-EF é maior quanto maiores forem os valores da PA pré-EF (CORNELISSEN; BUYS; SMART, 2013; FORJAZ et al., 2000). Nesse sentido, no presente estudo a PAS/PAD média do período pré-EF foi baixa, média de 118/76 mmHg nas sessões de JRV, o que também pode ter contribuído para a ausência de efeito hipotensor pós-exercício. Destaca-se que mesmo com 66% da amostra sendo composta por indivíduos com diagnóstico de hipertensão arterial, a PA demonstrou-se bem controlada nos períodos pré-EF, o que pode ser explicado pelo uso dos medicamentos anti-hipertensivos.

Considerando-se o comportamento da FC e, conseqüentemente, do DP, foi possível observar que ambos permaneceram elevados por até 30 minutos após a sessão de JRV, o que foi verificado pela diferença em relação ao valor pré-intervenção e da sessão CONT. O DP apresenta correlação positiva com o VO_2 do miocárdio, sendo considerado um marcador do trabalho cardíaco (GOBEL et al., 1978; KITAMURA et al., 1972). Em sujeitos saudáveis, um estudo anterior de nosso grupo demonstrou que EF aeróbicos de intensidade alta (80% do VO_{2pico}) promovem aumento da FC e do DP por até 30 min pós-exercício (FORJAZ et al., 1998). No presente estudo, a magnitude do aumento dessas variáveis foi menor que a observada no estudo anterior, mas o comportamento foi semelhante. A diferença de magnitude, provavelmente, se deveu à diferença de intensidade, visto que quanto maior a intensidade do exercício mais lenta é a recuperação da modulação autonômica cardíaca pós-exercício (OLIVEIRA et al., 2013). Outro aspecto para explicar a maior magnitude pode ser dever às diferenças da população investigada, tendo em vista as alterações autonômicas que podem ser geradas pelo AVC (CHEUNG; HACHINSKI, 2004). Cabe ressaltar ainda que, pelo nosso conhecimento, a resposta da FC e do DP após EF aeróbicos convencionais também não foi investigada em pacientes pós-AVC, sendo esse um campo que necessita de maior exploração.

6.4 IMPLICAÇÕES

Os resultados do presente estudo podem ter importantes implicações práticas relacionadas ao uso das variáveis fisiológicas para a monitorização da intensidade do EF nos JRV em indivíduos pós-AVC bem como na prescrição dos JRV para essa população.

6.4.1 Implicações práticas do uso da frequência cardíaca e do consumo de oxigênio para monitorar intensidade

Um importante aspecto revelado nos resultados desse estudo diz respeito à incoerência da avaliação da intensidade do EF com base na FC, quando se considera a intensidade relativizada pela FCpico, pela FCmax prevista para a idade e pela FC dos limiares ventilatórios, durante os JRV em pacientes pós-AVC. Nesse sentido, no presente estudo, a intensidade da sessão de JRV com base na FC medida na fase estável dessa sessão correspondeu a 81 a 84% da FCpico (intensidade alta), 68 a 75 % da FCmax prevista (intensidade moderada) e próxima ao Lan (intensidade baixa). Considerando-se que os limiares ventilatórios permitem a avaliação metabólica individualizada e não são influenciados pela incapacidade de se atingir valores máximos reais, a intensidade avaliada por esses limiares é considerada mais adequada (MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013; WASSERMAN; WHIPP; BEAVER, 1973; WOLPERN et al., 2015). Dessa forma, os resultados do presente estudo colocam em dúvida o uso da FC e, principalmente, sua relativização a valores pico reais ou máximos estimados para a identificação de intensidade real de esforço na população pós-AVC.

Outro aspecto importante diz respeito à diferença da intensidade do EF quando monitorada pela FC ou pelo VO₂ durante a sessão de JRV. Em EF formais, os comportamentos dessas duas variáveis são diretamente proporcionais entre si e com a intensidade do EF (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2010c). Dessa forma, espera-se que durante um EF, se o VO₂ estiver em uma determinada faixa metabólica (abaixo do Lan, entre o Lan e o PCR ou acima do PCR), a FC também esteja na mesma faixa (GHOSH, 2004). Dentre essas duas variáveis, o VO₂ é a que expressa diretamente o metabolismo, sendo mais preciso para avaliar o comportamento metabólico, mas mais difícil de ser medido na prática. Por outro lado, a FC é mais fácil de ser utilizada na prática, mas pode ser influenciada por outros fatores que não só o metabolismo, principalmente, em EF mais leves, nos quais o impacto metabólico não é tão expressivo (ROTH; BACHTLER; FILLINGIM, 1990).

De forma interessante, os resultados obtidos com as análises da FC e do VO_2 neste estudo não foram totalmente coerentes entre si, no que diz respeito à fase metabólica dos JRV. Enquanto a análise da FC sugeriu um EF numa intensidade próxima ao Lan, os resultados do VO_2 indicaram um EF leve, abaixo do Lan. Essa incoerência pode estar associada ao fato de outros fatores, que não só a demanda metabólica, influenciarem a FC durante a execução dos JRV. Entre esses fatores, pode-se sugerir a demanda cognitiva e emocional imposta pelos JRV (ROTH; BACHTLER; FILLINGIM, 1990). Esses dois fatores podem elevar a FC, interferindo no uso dessa variável como forma de monitorar a intensidade nos JRV (ROTH; BACHTLER; FILLINGIM, 1990). Dessa forma, os resultados do presente estudo, sugerem que a FC, embora seja fácil e muito utilizada na prática, pode não ser um bom parâmetro para se avaliar a intensidade do EF em JRV na população pós-AVC.

6.4.2 Implicações para a prescrição dos jogos de realidade virtual em indivíduos pós-acidente vascular cerebral

Os resultados do presente estudo podem ter importantes implicações práticas na utilização dos JRV como forma de EF para o tratamento de indivíduos pós-AVC. Nesse sentido, apesar desse tipo de EF promover importantes benefícios nos domínios motor (SUBRAMANIAN et al., 2013), sensorial (YANG et al., 2011) e cognitivo (KIM et al., 2011) de indivíduos pós-AVC, os resultados do presente estudo sugerem que, pelo menos, com o protocolo empregado, os JRV promovem pequeno impacto fisiológico, uma vez que são realizados em intensidade leve, no Lan ou mesmo abaixo dele. Dessa forma, se os JRV forem usados com a finalidade de promover benefícios aeróbios em indivíduos pós-AVC, talvez seja interessante compensar a baixa intensidade do estímulo com o aumento do volume de treinamento. Quando a prescrição de EF aeróbico é feita em intensidade moderada, entre o Lan e a PCR (GHOSH, 2004; MANN; LAMBERTS; LAMBERT, 2013), recomenda-se uma frequência semanal de 3 vezes por semana e uma duração de, pelo menos, 30 min (GARBER et al., 2011). Dessa forma, como os JRV foram executados em intensidade menor (próxima ao Lan) poder-se-ia recomendar, para um benefício mais efetivo, uma maior duração e/ou frequência de realização. O aumento da frequência de realização dos JRV (i.e. realização de mais de uma sessão por dia ou de mais de 3 sessões por semana) poderia ser facilmente realizado com esse tipo de intervenção, tendo em vista que os JRV podem ser feitos no domicílio dos indivíduos pós-AVC. O aumento da duração da sessão para mais de 30 minutos precisa ser avaliado com cuidado, ponderando-se a sobrecarga motora da execução por tempo mais

prolongado em função das sequelas de cada indivíduos pós-AVC. Cabe ressaltar, no entanto, que essa sugestão de efeito fisiológico positivo do JRV está sendo feita com base na observação da resposta fisiológica aguda, sendo importante que estudos futuros verifiquem o efeito crônico dessa conduta, para o que se sugere a aplicação de um maior volume de treinamento.

Outra implicação prática diz respeito ao GE gerado durante a sessão de JRV. As recomendações de EF para sujeitos pós-AVC sugerem a execução de EF de 3 a 5,9 METS. (BILLINGER et al., 2014a; GARBER et al., 2011). As recomendações oficiais para o tratamento da obesidade (comum nos portadores de AVC) sugerem que um déficit energético de 500 a 1000 kcal/semana seja necessário para promover emagrecimento. Para completar, alguns estudos (LEE et al., 2001; LEE; PAFFENBARGER JR, 1998; MANSON et al., 2002; TANASESCU et al., 2002) apontam que um GE de, aproximadamente, 1000 kcal/semana associa-se com menor mortalidade e menores taxas de eventos cardiovasculares. Dessa forma, levando-se em consideração o GE recomendado em METS, os resultados deste estudo sugerem que a prática do protocolo proposto de JRV por indivíduos pós-AVC atinge os níveis recomendados. Entretanto, como a sessão de JRV executada gerou um GE de 169 ± 11 kcal, ela deverá ser repetida de 3 a 6 vezes por semana para se atingir, respectivamente, gastos calóricos de 500 a 1000 kcal/semana, visando a redução da obesidade e da mortalidade.

6.5 LIMITAÇÕES

Como toda investigação científica, este estudo apresenta algumas limitações. A amostra foi formada por conveniência, sendo que todos os indivíduos eram alunos matriculados no curso de “Educação Física para Adultos com Comprometimento Neurológico” da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. Essa formação por conveniência reduz a validade externa dos resultados, dificultando sua extrapolação para uma população pós-AVC que não tenha interesse em fazer EF. Por outro lado, apesar dessa limitação, a amostra formada apresentou as características esperadas para a população pós-AVC e teve características semelhantes às amostras utilizadas nos outros estudos com JRV em indivíduos pós-AVC (HURKMANS et al., 2011; KAFRI et al., 2014). Cabe ressaltar, ainda, que os indivíduos não foram submetidos a exames para saber a natureza e extensão do AVC, sendo essas informações obtidas somente a partir da anamnese. No entanto, como essas informações foram utilizadas apenas para caracterizar a amostra e não para comparar indivíduos com diferentes características, a possível influência dessa limitação é pequena.

Outra limitação está no fato de os avaliadores do estudo não serem “cegos” para a intervenção nem para as medidas realizadas. Esse aspecto poderia influenciar, principalmente, as medidas da PA, que eram feitas pelos avaliadores, mas dificilmente afetaria as medidas metabólicas e de FC que foram feitas automaticamente pelo analisador de gases e pelo frequencímetro, respectivamente. Em relação à medida da PA, cabe ressaltar que ela foi feita por um único avaliador, minimizando diferenças intra-avaliadores e esse avaliador foi treinado anteriormente visando minimizar erros de medidas e tendências. Estudos futuros podem refletir sobre formas de tornar os avaliadores “cegos” para reduzir essa limitação.

No que se refere ao protocolo de JRV escolhido, o presente estudo propôs um protocolo alternando jogos de Tênis de Mesa e Boxe, realizados em blocos, com períodos de descanso entre eles e jogados no console *Xbox360+Kinect*. Esse protocolo foi escolhido por ter se mostrado factível para a população num estudo piloto, por incluir jogos já investigados previamente e por fornecer estímulos de maior e menor intensidade. Entretanto, os resultados devem ser diferentes se a sessão de JRV incluir outros jogos, usar outro console ou tiver um desenho diferente (execução contínua ou outro desenho qualquer). Dessa forma, os resultados obtidos são diretamente aplicáveis apenas ao protocolo de JRV empregado no estudo, mas devem ser semelhantes em protocolos que guardem certa igualdade ao proposto.

Por fim, este trabalho se caracterizou como um estudo inicial, investigando apenas as respostas fisiológicas agudas à sessão de JRV. Estudos futuros devem investigar os efeitos fisiológicos crônicos dessa sessão para uma maior aplicabilidade dos resultados na reabilitação de pacientes pós-AVC.

7 CONCLUSÕES

A partir dos resultados, pode-se concluir que, em indivíduos pós-AVC, a sessão de JRV proposta nesse estudo promove, durante sua execução, resposta de FC correspondente à intensidade do Lan e de VO_2 abaixo do Lan, demonstrando se tratar de um EF de intensidade leve. Essa sessão produz um GE de, aproximadamente, 4 Kcal/min, que corresponde a 3 METS e 169 Kcal por sessão. Após sua execução, não há hipotensão pós-EF e a FC e o trabalho cardíaco se mantêm elevados por até 30 min. Para completar, as respostas fisiológicas à sessão de JRV tem boa reprodutibilidade.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. J. et al. Coronary risk evaluation in patients with transient ischemic attack and ischemic stroke: a scientific statement for healthcare professionals from the Stroke Council and the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association/American Stroke A. **Circulation**, v. 108, n. 10, p. 1278–90, 9 set. 2003.
- ALBERT, C. M. et al. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. **The New England journal of medicine**, v. 343, n. 19, p. 1355–1361, 2000.
- ALZHRANI, M.; DEAN, C.; ADA, L. Relationship between walking performance and types of community-based activities in people with stroke: an observational study. **Revista brasileira de fisioterapia (Sao Carlos (Sao Paulo, Brazil))**, v. 15, n. 1, p. 45–51, 2011.
- AMARENCO, P. et al. Prevalence of coronary atherosclerosis in patients with cerebral infarction. **Stroke**, v. 42, n. 1, p. 22–9, jan. 2011.
- AMARENCO, P.; STEG, P. G. Stroke is a coronary heart disease risk equivalent: implications for future clinical trials in secondary stroke prevention. **European heart journal**, v. 29, n. 13, p. 1605–7, jul. 2008.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's Guidelines for exercise Testing and Prescription**. 8. ed. [s.l.] Lippincott Williams & Wilkins, 2010. v. 21
- AMMANN, B. C. et al. Application of principles of exercise training in sub-acute and chronic stroke survivors: a systematic review. **BMC neurology**, v. 14, p. 167, jan. 2014.
- ANDERSSON, A. G. et al. How to identify potential fallers in a stroke unit: validity indexes of 4 test methods. **Journal of rehabilitation medicine**, v. 38, n. 3, p. 186–91, maio 2006.
- ARENILLAS, J. F.; MORO, M. A; DÁVALOS, A. The metabolic syndrome and stroke: potential treatment approaches. **Stroke**, v. 38, n. 7, p. 2196–203, jul. 2007.
- ARONOWSKI, J.; ZHAO, X. Molecular pathophysiology of cerebral hemorrhage: secondary brain injury. **Stroke**, v. 42, n. 6, p. 1781–6, jun. 2011.
- ASHBURN, A. et al. Predicting people with stroke at risk of falls. **Age and ageing**, v. 37, n. 3, p. 270–6, maio 2008.
- ASKIM, T. et al. High-Intensity Aerobic Interval Training for Patients 3-9Months After Stroke. A Feasibility Study. **Physiotherapy Research International**, v. 19, n. 3, p. 129–139, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA. **Diretrizes Brasileiras de Obesidade 2016 / ABESO**. 4. ed. São Paulo: [s.n.].
- ATKINSON, G.; NEVILL, A. Statistical Methods for Assessing Measurement Error (Reliability) in Variables Relevant to Sports Medicine. **Sports Medicine**, v. 26, n. 4, p. 217–238, 1998.
- AU-YEUNG, S. S. Y.; NG, J. T. W.; LO, S. K. Does balance or motor impairment of limbs discriminate the ambulatory status of stroke survivors? **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 82, n. 4, p. 279–83, abr. 2003.
- BALLINGER, C. et al. Unpacking the black box of therapy – a pilot study to describe occupational therapy and physiotherapy interventions for people with stroke. **Clinical rehabilitation**, v. 2155, n. 99, p. 301–309, 1999.

- BATH, P. et al. International Society of Hypertension (ISH): statement on the management of blood pressure in acute stroke. **Journal of hypertension**, v. 21, n. 4, p. 665–72, abr. 2003.
- BERTOLUCCI, P. H. F. et al. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 52, n. 1, p. 1–7, 1994.
- BHOGAL, S. K. et al. Lesion location and poststroke depression: systematic review of the methodological limitations in the literature. **Stroke**, v. 35, n. 3, p. 794–802, mar. 2004.
- BILLINGER, S. A et al. Reduced cardiorespiratory fitness after stroke: biological consequences and exercise-induced adaptations. **Stroke research and treatment**, v. 2012, p. 1–11, jan. 2012.
- BILLINGER, S. A et al. Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. **Stroke**, v. 45, p. 2532–2553, 20 maio 2014a.
- BILLINGER, S. A. et al. Does Aerobic Exercise and the FITT Principle Fit into Stroke Recovery? **Current Neurology and Neuroscience Reports**, v. 15, n. 2, 2014b.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical Methods for Assessing Agreement Between Two Methods of Clinical Measurement. **Lancet**, v. 327, p. 307–310, 1986.
- BOOK, D. S. Disorders of Brain Function. In: PORTH, C. M.; MATFIN, G. (Eds.). . **Pathophysiology: Concepts of Altered Health States**. 8. ed. [s.l: s.n.]. p. 1299–1339.
- BOYNE, P. et al. Within-session responses to high-intensity interval training in chronic stroke. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 47, n. 3, p. 476–484, 2015.
- BRAGA, A. M. F. W. et al. Avaliação Cardiopulmonar. In: NEGRÃO, C. E.; BARRETO, A. C. P. (Eds.). . **Cardiologia do Exercício: Do Atleta ao Cardiopata**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2010. p. 297–321.
- BRAZZELLI, M. et al. Physical Fitness Training for Patients With Stroke: Updated Review. **Stroke**, v. 43, n. 4, p. e39–e40, 15 mar. 2012.
- BROOKS, G. A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 17, n. 1, p. 22–31, 1985.
- BRUCKI, S. M. D. D. et al. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 61, n. 3 B, p. 777–781, 2003.
- BRUNNSTROM, S. Motor testing procedures in hemiplegia: based on sequential recovery stages. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 61, n. 3b, 2003.
- BURN, J. et al. Long-term risk of recurrent stroke after a first-ever stroke. The Oxfordshire Community Stroke Project [published erratum appears in Stroke 1994 Sep;25(9):1887]. **Stroke**, v. 25, n. 2, p. 333–337, 1994.
- CABRAL, N. L. et al. Epidemiologia dos acidentes cerebrovasculares em Joinville, Brasil. Estudo Institucional. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 55, n. 3 A, p. 357–363, 1997.
- CARANDANG, R. et al. Trends incidence , lifetime risk, severity, and 30-day mortality of stroke over the past 50 years. **JAMA**, v. 296, p. 2939–2947, 2006.
- CARDOL, M. et al. Beyond disability: perceived participation in people with a chronic disabling condition. **Clinical Rehabilitation**, v. 16, n. 1, p. 27–35, 1 fev. 2002.
- CARDOSO JR, C. C. et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. **Clinics**, v. 65, p. 317–25, 2010.
- CARR, J. H.; SHEPHERD, R. B. THE CHANGING FACE OF NEUROLOGICAL

- REHABILITATION. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 10, n. 2, p. 147–156, 2006.
- CARSON, A. J. et al. Depression after stroke and lesion location: a systematic review. **Lancet**, v. 356, n. 9224, p. 122–6, 8 jul. 2000.
- CHALELA, W. A.; MOFFA, P. J. Teste ergométrico. In: NEGRÃO, C. E.; BARRETTO, A. C. P. (Eds.). **Cardiologia do Exercício: Do Atleta ao Cardiopata**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2010. p. 249–296.
- CHEN, X.-F. Effect of community-based-rehabilitation on activities of daily life and cognitive function in stroke patients. **Chinese Journal of Clinical Rehabilitation**, v. 10, p. 4–6, 2006.
- CHEUNG, R. T. F.; HACHINSKI, V. Cardiac effects of stroke. **Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine**, v. 6, n. 3, p. 199–207, jun. 2004.
- CHRISTENSEN, H. et al. The course of blood pressure in acute stroke is related to the severity of the neurological deficits. **Acta Neurologica Scandinavica**, v. 106, n. 3, p. 142–147, set. 2002.
- CORNELISSEN, V. A.; FAGARD, R. H. Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. **Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, v. 14, p. 12–17, 2007.
- CORNELISSEN, V. A.; BUYS, R.; SMART, N. A. Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **Journal of hypertension**, v. 31, n. 4, p. 639–48, abr. 2013.
- CORRIVEAU, H. et al. Evaluation of postural stability in the elderly with stroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, n. 7, p. 1095–1101, jul. 2004.
- COTMAN, C. W.; BERCHTOLD, N. C. Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. **Trends in Neurosciences**, v. 25, n. 6, p. 295–301, 2002.
- CUMMING, T. B. et al. The effect of physical activity on cognitive function after stroke: a systematic review. **International psychogeriatrics**, v. 24, n. 4, p. 557–67, abr. 2012.
- CUMMING, T. B.; MARSHALL, R. S.; LAZAR, R. M. Stroke, cognitive deficits, and rehabilitation: still an incomplete picture. **International journal of stroke**, v. 8, n. 1, p. 38–45, jan. 2013.
- DALY, J. J. et al. Intra-limb coordination deficit in stroke survivors and response to treatment. **Gait & posture**, v. 25, n. 3, p. 412–8, mar. 2007.
- DAMUSH, T. M. et al. Barriers and facilitators to exercise among stroke survivors. **Rehabilitation nursing**, v. 32, n. 6, p. 253–60, 262, 2007.
- DANIELSSON, A.; WILLÉN, C.; SUNNERHAGEN, K. S. Measurement of energy cost by the physiological cost index in walking after stroke. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 88, n. 10, p. 1298–303, out. 2007.
- DAS, R. R. et al. Prevalence and correlates of silent cerebral infarcts in the Framingham Offspring Study. **Stroke**, v. 39, p. 2929–2935, 2008.
- DE HAART, M. et al. Recovery of standing balance in postacute stroke patients: a rehabilitation cohort study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, n. 6, p. 886–895, jun. 2004.
- DE OLIVEIRA, T. P. et al. 24-H Cardiac Autonomic Profile After Exercise in Sedentary Subjects. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 3, p. 245–252, 2014.
- DEB, P.; SHARMA, S.; HASSAN, K. M. Pathophysiologic mechanisms of acute ischemic

stroke: An overview with emphasis on therapeutic significance beyond thrombolysis.

Pathophysiology, v. 17, n. 3, p. 197–218, jun. 2010.

DEHLENDORFF, C.; ANDERSEN, K. K.; OLSEN, T. S. Body mass index and death by stroke: no obesity paradox. **JAMA neurology**, v. 71, n. 8, p. 978–84, ago. 2014.

DEL BRUTTO, O. H. et al. Stroke in rural Ecuador: a three-phase, door-to-door survey. **Neurology**, v. 63, p. 1974–1975, 2004.

DHAMOON, M. S. et al. Recurrent stroke and cardiac risks after first ischemic stroke: the Northern Manhattan Study. **Neurology**, v. 66, n. 5, p. 641–6, 14 mar. 2006.

DI CARLO, A. et al. Sex differences in the clinical presentation, resource use, and 3-month outcome of acute stroke in Europe: Data from a multicenter multinational hospital-based registry. **Stroke**, v. 34, n. 5, p. 1114–1119, 2003.

DICKSTEIN, R. Rehabilitation of Gait Speed After Stroke: A Critical Review of Intervention Approaches. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 22, n. 6, p. 649–660, 18 set. 2008.

DIMEO, F. et al. Aerobic exercise reduces blood pressure in resistant hypertension. **Hypertension**, v. 60, n. 3, p. 653–8, set. 2012.

DOWSWELL, G. et al. Investigating recovery from stroke: a qualitative study. **Journal of Clinical Nursing**, v. 9, n. 4, p. 507–515, 6 jul. 2000.

DOYLE, L.; MACKAY-LYONS, M. Utilization of aerobic exercise in adult neurological rehabilitation by physical therapists in Canada. **Journal of neurologic physical therapy**, v. 37, n. 1, p. 20–6, 2013.

DUNCAN, F. et al. Fatigue after stroke: a systematic review of associations with impaired physical fitness. **International Journal of Stroke**, v. 7, n. 2, p. 157–62, fev. 2012.

DUNCAN, P. W. et al. Similar motor recovery of upper and lower extremities after stroke. **Stroke**, v. 25, p. 1181–1188, 1994.

ECKEL, R. H.; GRUNDY, S. M.; ZIMMET, P. Z. The metabolic syndrome. **Lancet**, v. 365, n. 9468, p. 1415–28, 2005.

EHRMAN, J. **Clinical Exercise Physiology**. 2. ed. [s.l.] Human Kinetics, 2009.

ELIA, A. I.; LIVESEY, G. Energy Expenditure and Fuel Selection in The Theory and Practice of Systems : Biological Based on Indirect Calorimetry and Calculations Tracer Methods. **World Rev Nutr Diet**, v. 70, p. 68–131, 1992.

ENG, J. J.; CHU, K. S. Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 83, n. 8, p. 1138–1144, ago. 2002.

ENG, J. J.; REIME, B. Exercise for depressive symptoms in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. **Clinical rehabilitation**, v. 28, n. 8, p. 731–739, 17 fev. 2014.

ERICKSON, K. I.; MILLER, D. L.; ROECKLEIN, K. A. The aging hippocampus: interactions between exercise, depression, and BDNF. **The Neuroscientist**, v. 18, n. 1, p. 82–97, fev. 2012.

FARALLI, A. et al. Noninvasive strategies to promote functional recovery after stroke. **Neural plasticity**, v. 2013, p. 854597, jan. 2013.

FEIGIN, V. L. et al. Stroke epidemiology: a review of population-based studies of incidence, prevalence, and case-fatality in the late 20th century. **Lancet neurology**, v. 2, n. 1, p. 43–53, jan. 2003.

- FENG, W.; HENDRY, R. M.; ADAMS, R. J. Risk of recurrent stroke, myocardial infarction, or death in hospitalized stroke patients. **Neurology**, v. 74, n. 7, p. 588–93, 16 fev. 2010.
- FIELD, M. J. et al. Physical Activity after Stroke : A Systematic Review and Meta-Analysis. **ISRN Stroke**, v. 2013, p. 1–13, 2013.
- FLETCHER, B. J. et al. Exercise testing and training in physically disabled men with clinical evidence of coronary artery disease. **Am j Cardiol**, v. 73, p. 170–174, 1994.
- FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of Psychiatric Research**, v. 12, n. 3, p. 189–198, 1975.
- FORJAZ, C. L. D. M. et al. Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans. **Brazilian journal of medical and biological research**, v. 31, n. 10, p. 1247–55, out. 1998.
- FORJAZ, C. L. D. M. et al. Factors affecting post-exercise hypotension in normotensive and hypertensive humans. **Blood pressure monitoring**, v. 5, n. 5–6, p. 255–62, 2000.
- FUGL-MEYER, A. R. et al. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. **Scandinavian journal of rehabilitation medicine**, v. 7, n. 1, p. 13–31, 1975.
- GADIDI, V. et al. Long-term outcome poststroke: predictors of activity limitation and participation restriction. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 92, n. 11, p. 1802–8, nov. 2011.
- GARBER, C. E. et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 7, p. 1334–59, 2011.
- GARCIA, J. H.; HO, K.-L.; PANTONI, L. Pathology. In: BARNETT, H. J. M. et al. (Eds.). . **Stroke: Pathophysiology, Diagnosis, and Management**. 3. ed. [s.l.] Churchill Livingstone, 1998. p. 139–154.
- GARLAND, S. J. et al. Recovery of standing balance and functional mobility after stroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 84, n. 12, p. 1753–1759, dez. 2003.
- GARRITANO, C. R. et al. Análise da Tendência da Mortalidade por Acidente Vascular Cerebral no Brasil no Século XXI. **Arq Bras Cardiol**, v. 98, n. 6, p. 519–527, 2009.
- GHOSH, A. K. Review Article Anaerobic Threshold : Its Concept and Role in Endurance Sport. **Malaysian J. Med. Sci.**, v. 11, n. 1, p. 24–36, 2004.
- GLADER, E.-L. et al. Sex differences in management and outcome after stroke: a Swedish national perspective. **Stroke**, v. 34, n. 8, p. 1970–5, 2003.
- GLOBAS, C. et al. Chronic stroke survivors benefit from high-intensity aerobic treadmill exercise: a randomized control trial. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 26, n. 1, p. 85–95, jan. 2012.
- GOBEL, F. L. et al. The rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. **Circulation**, v. 57, p. 549–556, 1978.
- GOLDIE, P. A. et al. Maximum voluntary weight-bearing by the affected and unaffected legs in standing following stroke. **Clinical Biomechanics**, v. 11, n. 6, p. 333–342, 1996.
- GOMES ANUNCIAÇÃO, P.; DOEDERLEIN POLITO, M. A review on post-exercise hypotension in hypertensive individuals. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 96, p. e100–e109, 2011.

- GORDON, N. F. et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular. **Stroke**, v. 35, n. 5, p. 1230–40, maio 2004.
- GORDON, N. F.; DUNCAN, J. J. Effect of beta-blockers on exercise physiology: implications for exercise training. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 23, n. 6, p. 668–76, 1991.
- GRAF, D. L. et al. Playing active video games increases energy expenditure in children. **Pediatrics**, v. 124, n. 2, p. 534–40, ago. 2009.
- GRESHMAN, G.; DUNCAN, P.; STASON, W. Post-stroke Rehabilitation. Clinical Practice Guideline. **AHCPR Publication**, n. 95, 1995.
- HACKAM, D. G.; SPENCE, J. D. Combining multiple approaches for the secondary prevention of vascular events after stroke: a quantitative modeling study. **Stroke**, v. 38, n. 6, p. 1881–5, jun. 2007.
- HACKETT, M. L. et al. Frequency of depression after stroke: a systematic review of observational studies. **Stroke**, v. 36, n. 6, p. 1330–40, jun. 2005.
- HACKETT, M. L.; ANDERSON, C. S. Predictors of depression after stroke: a systematic review of observational studies. **Stroke**, v. 36, n. 10, p. 2296–301, out. 2005.
- HAFER-MACKO, C. E. et al. Skeletal muscle changes after hemiparetic stroke and potential beneficial effects of exercise intervention strategies. **The Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 45, n. 2, p. 261–272, 1 dez. 2008.
- HARRIS, J. E.; ENG, J. J. Strength training improves upper-limb function in individuals with stroke: a meta-analysis. **Stroke**, v. 41, n. 1, p. 136–40, jan. 2010.
- HARWOOD, R. H. et al. Determinants of handicap 1 and 3 years after a stroke. **Disability & Rehabilitation**, v. 19, n. 5, p. 205–211, jan. 1997.
- HELGERUD, J. et al. Hyperoxic interval training in chronic obstructive pulmonary disease patients with oxygen desaturation at peak exercise. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, n. 1, p. e170-6, 2010.
- HENDERSON, A.; KORNER-BITENSKY, N.; LEVIN, M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. **Topics in stroke rehabilitation**, v. 14, n. 2, p. 52–61, 2007.
- HOCHSTENBACH, J. et al. Cognitive decline following stroke: a comprehensive study of cognitive decline following stroke. **Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology**, v. 20, p. 37–41, 2010.
- HOLLANDS, K. L. et al. Interventions for coordination of walking following stroke: systematic review. **Gait & posture**, v. 35, n. 3, p. 349–59, mar. 2012.
- HOUSMAN, S. J.; SCOTT, K. M.; REINKENSMEYER, D. J. A Randomized Controlled Trial of Gravity-Supported, Computer-Enhanced Arm Exercise for Individuals With Severe Hemiparesis. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 23, n. 5, p. 505–514, 2009.
- HUNTER, G. R. et al. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. p. 977–984, 2011.
- HURKMANS, H. L. et al. Energy expenditure in chronic stroke patients playing Wii Sports: a pilot study. **Journal of neuroengineering and rehabilitation**, v. 8, n. 1, p. 38, jan. 2011.

- INGLES, J. L.; ESKES, G. A.; PHILIPS, S. J. Fatigue after stroke. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 80, p. 173–178, 1999.
- IVEY, F. M. et al. Cardiovascular health and fitness after stroke. **Topics in stroke rehabilitation**, v. 12, n. 1, p. 1–16, jan. 2005.
- IVEY, F. M. et al. Treadmill aerobic training improves glucose tolerance and indices of insulin sensitivity in disabled stroke survivors: a preliminary report. **Stroke**, v. 38, n. 10, p. 2752–8, out. 2007.
- IVEY, F. M.; HAFFER-MACKO, C. E.; MACKO, R. F. Exercise training for cardiometabolic adaptation after stroke. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention**, v. 28, n. 1, p. 2–11, 2008.
- JORGENSEN, H. S. et al. Recovery of Walking Function in Stroke Patients : The Copenhagen Stroke Study. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 76, p. 27–32, 1995.
- JØRGENSEN, H. S. et al. Stroke recurrence: predictors, severity, and prognosis. The Copenhagen Stroke Study. **Neurology**, v. 48, p. 891–895, 1997.
- JOSEPH, C.; RHODA, A. Activity limitations and factors influencing functional outcome of patients with stroke following rehabilitation at a specialised facility in the Western Cape. **African Health Sciences**, v. 13, n. 3, p. 646–654, 2013.
- KAFRI, M. et al. Energy expenditure and exercise intensity of interactive video gaming in individuals poststroke. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 28, n. 1, p. 56–65, jan. 2014.
- KARASZEWSKI, B. et al. Early brain temperature elevation and anaerobic metabolism in human acute ischaemic stroke. **Brain : a journal of neurology**, v. 132, n. Pt 4, p. 955–64, abr. 2009.
- KAUHANEN, M. et al. Poststroke Depression Correlates With Cognitive Impairment and Neurological Deficits. **Stroke**, v. 30, p. 1875–1880, 1999.
- KENNEY, M. J.; SEALS, D. R. Postexercise Hypotension. **Hypertension**, v. 1993, n. 22, p. 653–664, 1993.
- KERNAN, W. N. et al. Guidelines for the prevention of stroke in patients with stroke and transient ischemic attack: a guideline for healthcare professionals from the american heart association/american stroke association. **Stroke**, v. 45, n. 7, p. 2160–236, jul. 2014.
- KERSE, N. et al. Falls after stroke: results from the Auckland Regional Community Stroke (ARCOS) Study, 2002 to 2003. **Stroke**, v. 39, n. 6, p. 1890–3, jun. 2008.
- KIHOON, J.; JAEHO, Y.; JINHWA, J. Effects of Virtual Reality-Based Rehabilitation on Upper Extremity Function and Visual Perception in Stroke Patients: a Randomized Control Trial. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 24, p. 1205–1208, 2012.
- KIM, B. R. et al. Effect of Virtual Reality on Cognition in Stroke Patients. **Annals of Rehabilitation Medicine**, v. 35, p. 450, 2011.
- KIM, C. M.; ENG, J. J. Symmetry in vertical ground reaction force is accompanied by symmetry in temporal but not distance variables of gait in persons with stroke. **Gait & Posture**, v. 18, n. 1, p. 23–28, ago. 2003.
- KITAMURA, K. et al. Hemodynamic correlates of myocardial oxygen consumption during upright exercise. **Journal of applied physiology**, v. 32, n. 4, p. 516–522, 1972.
- KLEIM, J. A.; JONES, T. A. Principles of Experience-Dependent Neural Plasticity : Implications for Rehabilitation After Brain Damage. **Journal of Speech, Language , and**

Hearing Research, v. 51, n. February 2008, p. 225–239, 2015.

KLINGELHOFER, J.; SANDER, D. Cardiovascular consequences of clinical stroke. **Baillieres Clin.Neurol.**, v. 6, n. 961–421, p. 309–335, 1997.

KLUDING, P. M.; TSENG, B. Y.; BILLINGER, S. A. Exercise and executive function in individuals with chronic stroke: a pilot study. **J Neurol Phys**, v. 35, n. 1, p. 11–17, 2011.

KORPELAINEN, J. T.; SOTANIEMI, K. A.; MYLLYLÄ, V. V. Autonomic nervous system disorders in stroke. **Clinical autonomic research**, v. 9, p. 325–333, 1999.

KOTILA, M. et al. Post-stroke depression and functional recovery in a population-based stroke register. The Finnstroke study. **European journal of neurology**, v. 6, p. 309–312, 1999.

KOTSIS, V. et al. Mechanisms of obesity-induced hypertension. **Hypertension research**, v. 33, n. 5, p. 386–93, maio 2010.

LACKLAND, D. T. et al. Factors influencing the decline in stroke mortality: a statement from the American Heart Association/American Stroke Association. **Stroke**, v. 45, n. 1, p. 315–53, jan. 2014.

LAMONTAGNE, A. et al. Stroke affects the coordination and stabilization of head, thorax and pelvis during voluntary horizontal head motions performed in walking. **Clinical neurophysiology**, v. 116, n. 1, p. 101–11, jan. 2005.

LAMONTAGNE, A.; PAQUET, N.; FUNG, J. Postural adjustments to voluntary head motions during standing are modified following stroke. **Clinical Biomechanics**, v. 18, n. 9, p. 832–842, nov. 2003.

LANDIN, S. et al. Muscle metabolism during exercise in hemiparetic patients. **Clin Sci Mol Med**, v. 53, n. 3, p. 257–269, 1977.

LANGHAMMER, B.; LINDMARK, B.; STANGHELLE, J. K. Stroke patients and long-term training : is it worthwhile? A randomized comparison of two different training strategies after rehabilitation. **Clinical rehabilitation**, v. 21, p. 495–510, 2007.

LANGHORNE, P.; BERNHARDT, J.; KWAKKEL, G. Stroke Care 2 Stroke rehabilitation. **LANCET**, v. 377, n. 9778, p. 1693–1702, 2011.

LANGHORNE, P.; COUPAR, F.; POLLOCK, A. Motor recovery after stroke: a systematic review. **Lancet neurology**, v. 8, n. 8, p. 741–54, ago. 2009.

LAURIN, D. et al. Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. **Arch Neurol**, v. 58, p. 498–504, 2001.

LAVER, K. et al. Cochrane review: Virtual reality for stroke rehabilitation. **EUR J PHYS REHABIL MED**, v. 48, n. 3, p. 523–530, 2012.

LAVER, K. et al. Virtual reality for stroke rehabilitation (Review). **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 1–107, n. 2, 2015.

LEE, I. M. et al. Physical activity and coronary heart disease in women: is “no pain, no gain” passé? **JAMA**, v. 285, n. 11, p. 1447–1454, 2001.

LEE, I. M.; PAFFENBARGER JR, R. S. Physical Activity and Stroke Incidence : The Harvard Alumni Health Study. **Stroke**, v. 29, n. 10, p. 2049–2054, 1 out. 1998.

LEE, J. H. et al. A virtual reality system for the assessment and rehabilitation of the activities of daily living. **Cyberpsychology & behavior**, v. 6, n. 4, p. 383–8, ago. 2003.

LEE, C. DO; FOLSOM, A. R.; BLAIR, S. N. Physical activity and stroke risk: a meta-

analysis. **Stroke**, v. 34, n. 10, p. 2475–81, out. 2003.

LENNON, O. et al. A pilot randomized controlled trial to evaluate the benefit of the cardiac rehabilitation paradigm for the non-acute ischaemic stroke population. **Clinical Rehabilitation**, v. 22, p. 125–133, 2008.

LEOO, T. et al. Risk factors and treatment at recurrent stroke onset: results from the Recurrent Stroke Quality and Epidemiology (RESQUE) Study. **Cerebrovascular diseases**, v. 25, n. 3, p. 254–60, jan. 2008.

LEWIS, G. N.; ROSIE, J. A. Virtual reality games for movement rehabilitation in neurological conditions: how do we meet the needs and expectations of the users? **Disability and rehabilitation**, v. 34, n. 22, p. 1880–6, jan. 2012.

LIN, H.-C.; WUANG, Y.-P. Strength and agility training in adolescents with Down syndrome: a randomized controlled trial. **Research in developmental disabilities**, v. 33, n. 6, p. 2236–44, 2012.

LUFT, A. R. et al. Treadmill exercise activates subcortical neural networks and improves walking after stroke: a randomized controlled trial. **Stroke**, v. 39, n. 12, p. 3341–3350, 2010.

MACKAY-LYONS, M. et al. Dual effects of body-weight supported treadmill training on cardiovascular fitness and walking ability early after stroke: a randomized controlled trial. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 27, n. 7, p. 644–53, 2013.

MACKAY-LYONS, M. J.; MAKRIDES, L. Exercise capacity early after stroke. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 83, n. 12, p. 1697–702, dez. 2002.

MACKO, R. F. et al. Treadmill aerobic exercise training reduces the energy expenditure and cardiovascular demands of hemiparetic gait in chronic stroke patients. A preliminary report. **Stroke**, v. 28, n. 2, p. 326–30, fev. 1997a.

MACKO, R. F. et al. Low-velocity graded treadmill stress testing in hemiparetic stroke patients. **Stroke**, v. 28, n. 5, p. 988–92, maio 1997b.

MACKO, R. F. et al. Treadmill training improves fitness reserve in chronic stroke patients. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 82, n. 7, p. 879–84, jul. 2001.

MACKO, R. F. et al. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized, controlled trial. **Stroke**, v. 36, n. 10, p. 2206–11, out. 2005.

MANG, C. S. et al. Promoting neuroplasticity for motor rehabilitation after stroke: considering the effects of aerobic exercise and genetic variation on brain-derived neurotrophic factor. **Physical therapy**, v. 93, n. 12, p. 1707–16, dez. 2013.

MANN, T.; LAMBERTS, R. P.; LAMBERT, M. I. Methods of prescribing relative exercise intensity: Physiological and practical considerations. **Sports Medicine**, v. 43, n. 7, p. 613–625, 2013.

MANSON, J. E. et al. Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. **The New England journal of medicine**, v. 347, n. 10, p. 716–725, 2002.

MARSDEN, D. L. et al. Characteristics of exercise training interventions to improve cardiorespiratory fitness after stroke: a systematic review with meta-analysis. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 27, n. 9, p. 775–88, 2013.

MARZOLINI, S. et al. The feasibility of cardiopulmonary exercise testing for prescribing exercise to people after stroke. **Stroke**, v. 43, n. 4, p. 1075–81, abr. 2012.

- MARZOLINI, S. et al. The effects of an aerobic and resistance exercise training program on cognition following stroke. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 27, n. 5, p. 392–402, jun. 2013.
- MAYO, N. E. et al. Activity, participation, and quality of life 6 months poststroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 83, n. 8, p. 1035–1042, ago. 2002.
- MCARDLE, W. D. Measurement of Human Energy Expenditure. In: MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. (Eds.). . **Exercise Physiology: Nutrition, Energy and Hyman Performance**. 7. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010. p. 178–191.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Dynamics of Pulmonary Ventilation. In: MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. (Eds.). . **Exercise Physiology: Nutrition, Energy and Human Performance**. 7. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010a. p. 286–302.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. The Cardiovascular System. In: MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. (Eds.). . **Exercise Physiology: Nutrition, Energy and Human Performance**. 7. ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2010b. p. 303–323.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, K. I.; KATCH, V. L. **Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance**. [s.l: s.n.].
- MCAULEY, P. A.; BLAIR, S. N. Obesity paradoxes. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 8, p. 773–82, maio 2011.
- MCLELLAN, T. M.; CHEUNG, K. S. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and the critical power. **Med Sci Sports Exerc**, v. 24, p. 543–550, 1992.
- MCLELLAN, T. M.; CHEUNG, K. S.; JACOBS, I. Incremental test protocol, recovery mode and the individual anaerobic threshold. **International journal of sports medicine**, v. 12, p. 190–195, 1991.
- MCQUEEN, M. A. Exercise Aspects of Obesity Treatment. **The Ochsner Journal**, v. 9, p. 140–143, 2009.
- MEYER, T. et al. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters--theory and application. **International journal of sports medicine**, v. 26 Suppl 1, p. S38-48, fev. 2005.
- MEYER, T.; GABRIEL, H. H.; KINDERMANN, W. Is determination of exercise intensities as percentages of VO₂max or HRmax adequate? **Medicine and science in sports and exercise**, v. 31, p. 1342–1345, 1999.
- MILIONIS, H. J. et al. Components of the metabolic syndrome and risk for first-ever acute ischemic nonembolic stroke in elderly subjects. **Stroke; a journal of cerebral circulation**, v. 36, n. 7, p. 1372–6, jul. 2005.
- MILLER, E. L. et al. Comprehensive overview of nursing and interdisciplinary rehabilitation care of the stroke patient: a scientific statement from the American Heart Association. **Stroke**, v. 41, n. 10, p. 2402–48, out. 2010.
- MINELLI, C.; FEN, L. F.; MINELLI, D. P. C. Stroke incidence, prognosis, 30-day, and 1-year case fatality rates in Matão, Brazil: a population-based prospective study. **Stroke**, v. 38, n. 11, p. 2906–11, nov. 2007.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Saúde Brasil 2008 : 20 anos de Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil**Ministério da Saúde. Brasília-DF: [s.n.].

- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Informações de Saúde (TABNET)**. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/ni>>. Acesso em: 20 dez. 2016.
- MIYACHI, M. et al. METs in adults while playing active video games: a metabolic chamber study. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 42, n. 6, p. 1149–53, jun. 2010.
- MORELAND, J. D. et al. Progressive resistance strengthening exercises after stroke: A single-blind randomized controlled trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 84, n. 10, p. 1433–1440, 2003.
- MORGAN, P. The relationship between sitting balance and mobility outcome in stroke. **The Australian journal of physiotherapy**, v. 40, n. 2, p. 91–6, jan. 1994.
- MORRIS, C. K. et al. **The prognostic value of exercise capacity: A review of the literature** *American Heart Journal*, 1991.
- MOUAWAD, M. R. et al. Wii-based movement therapy to promote improved upper extremity function post-stroke: a pilot study. **Journal of rehabilitation medicine**, v. 43, n. 6, p. 527–33, maio 2011.
- MOZAFFARIAN, D. et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2015 Update: A Report From the American Heart Association. **Circulation**, v. 131, p. 1–264, 17 dez. 2015.
- MOZAFFARIAN, D. et al. Heart disease and stroke statistics -2016 update a report from the American Heart Association. **Circulation**, v. 133, n. 4, p. e38–e48, 2016.
- NAKANISHI, N. et al. Neuroprotection by the NR3A subunit of the NMDA receptor. **J Neurosci**, v. 29, n. 16, p. 5260–5265, 2009.
- NARASIMHALU, K. et al. The prognostic effects of poststroke cognitive impairment no dementia and domain-specific cognitive impairments in nondisabled ischemic stroke patients. **Stroke**, v. 42, n. 4, p. 883–8, abr. 2011.
- NEGRÃO, C. E.; BARRETO, A. **Cardiologia do Exercício: do Atleta ao Cardiopata**. 3. ed. São Paulo: [s.n.].
- NICHOLS, D. S. et al. Sitting Balance : Its Relation to Function in Individuals With Hemiparesis. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 77, n. September, p. 865–869, 1996.
- NIEMI, M. L. et al. Quality of life 4 years after stroke. **Stroke**, v. 19, p. 1101–1107, 1988.
- NIEWADA, M. et al. Influence of gender on baseline features and clinical outcomes among 17,370 patients with confirmed ischaemic stroke in the international stroke trial. **Neuroepidemiology**, v. 24, n. 3, p. 123–128, 2005.
- NILSSON, B. B.; WESTHEIM, A.; RISBERG, M. A. Effects of Group-Based High-Intensity Aerobic Interval Training in Patients With Chronic Heart Failure. **American Journal of Cardiology**, v. 102, n. 10, p. 1361–1365, 2008.
- NINOMIYA, J. K. et al. Association of the metabolic syndrome with history of myocardial infarction and stroke in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. **Circulation**, v. 109, n. 1, p. 42–6, 6 jan. 2004.
- NYS, G. M. S. et al. Early depressive symptoms after stroke: neuropsychological correlates and lesion characteristics. **Journal of the neurological sciences**, v. 228, n. 1, p. 27–33, 15 jan. 2005.
- OLIVEIRA, T. P. DE et al. Absence of parasympathetic reactivation after maximal exercise. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 33, n. 2, p. 143–149, 2013.
- OVBIAGELE, B. et al. Forecasting the future of stroke in the United States: a policy

statement from the American Heart Association and American Stroke Association. **Stroke**, v. 44, n. 8, p. 2361–75, ago. 2013.

ÖZDEMİR, F. et al. Comparing stroke rehabilitation outcomes between acute inpatient and nonintense home settings. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. 10, p. 1375–1379, out. 2001.

PANG, M. Y. C. et al. Reduced hip bone mineral density is related to physical fitness and leg lean mass in ambulatory individuals with chronic stroke. **Osteoporosis International**, v. 16, n. 12, p. 1769–1779, 2005.

PANG, M. Y. C. et al. The use of aerobic exercise training in improving aerobic capacity in individuals with stroke: a meta-analysis. **Clin Rehabil**, v. 20, n. 2, p. 97–111, 2006.

PATTYN, N. et al. Aerobic interval training vs. moderate continuous training in coronary artery disease patients: a systematic review and meta-analysis. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 44, n. 5, p. 687–700, maio 2014.

PEREIRA, A. B. C. N. D. G. et al. Prevalência de acidente vascular cerebral em idosos no Município de Vassouras, Rio de Janeiro, Brasil, através do rastreamento de dados do Programa Saúde da Família. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 9, p. 1929–1936, 2009.

PESCATELLO, L. S. et al. Exercise intensity alters postexercise hypotension. **J Hypertens**, v. 22, n. 10, p. 1881–8, 2004a.

PESCATELLO, L. S. et al. Exercise and Hypertension. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 3, p. 533–553, mar. 2004b.

PICKERING, T. . T. G. et al. Recommendations for blood pressure measurement in humans: an AHA scientific statement from the Council on high blood pressure research professional and public education subcommittee. **Circulation**, v. 111, n. December 2004, p. 697–716, 2005.

POHJASVAARA, T. et al. Suicidal Ideas in Stroke Patients 3 and 15 Months after Stroke. **Cerebrovascular diseases**, v. 12, p. 21–26, 2001.

POHJASVAARA, T. et al. Post-stroke depression, executive dysfunction and functional outcome. **European Journal of Neurology**, v. 9, n. 3, p. 269–275, maio 2002.

POHL, M. et al. Repetitive locomotor training and physiotherapy improve walking and basic activities of daily living after stroke : a single-blind , randomized multicentre trial (DEutsche GAngtrainerStudie , DEGAS). **Clinical rehabilitation**, v. 21, p. 17–27, 2007.

POMPEU, J. E. et al. Os efeitos da realidade virtual na reabilitação do acidente vascular encefálico : Uma revisão sistemática. **Motricidade**, v. 10, n. 4, p. 111–122, 2014.

PORTH, C. M.; MATFIN, G. **Pathophysiology: Concepts of Altered Health State**. 8. ed. [s.l.] Lippincott Williams & Wilkins, 2009.

PORTH, C. M.; MATFIN, G. **Fisiopatologia**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

POTEMPA, K. et al. Physiological outcomes of aerobic exercise training in hemiparetic stroke patients. **Stroke**, v. 26, p. 101–105, 1995.

PROOT, I. M. et al. Autonomy in stroke rehabilitation: the perceptions of care providers in nursing homes. **Nursing Ethics**, v. 9, n. 1, p. 36–50, 2002.

PYÖRIÄ, O. et al. The effect of two physiotherapy approaches on physical and cognitive functions and independent coping at home in stroke rehabilitation. A preliminary follow-up study. **Disability and rehabilitation**, v. 29, n. 6, p. 503–11, 30 mar. 2007.

- QUANEY, B. M. et al. Aerobic Exercise Improves Cognition and Motor Function Poststroke. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 23, n. 9, p. 879–885, 2011.
- QURESHI, A. I. Acute hypertensive response in patients with stroke: pathophysiology and management. **Circulation**, v. 118, n. 2, p. 176–87, 8 jul. 2008.
- QURESHI, A. I.; MENDELOW, A. D.; HANLEY, D. F. Intracerebral haemorrhage. **The Lancet**, v. 373, n. 9675, p. 1632–1644, maio 2009.
- RAMNEMARK, A. et al. Hemioosteoporosis After Severe Stroke, Independent of Changes in Body Composition and Weight. **Stroke**, v. 30, n. 4, p. 755–760, 1 abr. 1999.
- RAND, D. et al. Feasibility of a 6-month exercise and recreation program to improve executive functioning and memory in individuals with chronic stroke. **Neurorehabil Neural Repair**, v. 24, n. 8, p. 722–729, 2011.
- RAND, D.; KATZ, N.; WEISS, P. L. Intervention using the VMall for improving motor and functional ability of the upper extremity in post stroke participants. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 45, n. 1, p. 113–121, 2009.
- RASQUIN, S.; LODDER, J.; VERHEY, F. The association between psychiatric and cognitive symptoms after stroke: a prospective study. **Cerebrovascular diseases**, v. 19, n. 5, p. 309–16, jan. 2005.
- REEVES, M. J. et al. Sex differences in stroke: epidemiology, clinical presentation, medical care, and outcomes. **Lancet Neurol**, v. 7, n. 10, p. 915–926, 2009.
- RIMMER, J. H. et al. Physical activity participation among persons with disabilities: barriers and facilitators. **American journal of preventive medicine**, v. 26, n. 5, p. 419–25, jun. 2004.
- RIMMER, J. H. et al. A preliminary study to examine the effects of aerobic and therapeutic (nonaerobic) exercise on cardiorespiratory fitness and coronary risk reduction in stroke survivors. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 90, n. 3, p. 407–12, mar. 2009.
- ROBISON, J. et al. Resuming previously valued activities post-stroke: who or what helps? **Disability and rehabilitation**, v. 31, n. 19, p. 1555–66, jan. 2009.
- ROQUER, J.; RODRÍGUEZ CAMPELLO, A.; GOMIS, M. Sex differences in first-ever acute stroke. **Stroke**, v. 34, n. 7, p. 1581–1585, 2003.
- ROTH, D. L.; BACHTLER, S. D.; FILLINGIM, R. B. Acute emotional and cardiovascular effects of stressful mental work during aerobic exercise. **Psychophysiology**, v. 27, p. 694–701, 1990.
- RYAN, A. S. et al. Hemiparetic muscle atrophy and increased intramuscular fat in stroke patients. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 83, n. 12, p. 1703–7, dez. 2002.
- SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**. 1. ed. São Paulo: COMPANHIA DE BOLSO, 2006.
- SANDER, D.; KLINGELHÖFER, J. Changes of circadian blood pressure patterns after hemodynamic and thromboembolic brain infarction. **Stroke**, v. 25, n. 9, p. 1730–1737, 1994.
- SANDRONE, G. et al. Effects of beta blockers (atenolol or metoprolol) on heart rate variability after acute myocardial infarction. **The American Journal of Cardiology**, v. 74, n. 4, p. 340–345, 1994.
- SAPOSNIK, G.; LEVIN, M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a meta-analysis and implications for clinicians. **Stroke**, v. 42, n. 5, p. 1380–6, maio 2011.

- SAUNDERS, D. H. et al. Physical fitness training for stroke patients. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2016, n. 3, 2016.
- SCHMID, A. et al. Improvements in speed-based gait classifications are meaningful. **Stroke; a journal of cerebral circulation**, v. 38, n. 7, p. 2096–100, jul. 2007.
- SCHULTHEIS, M. T.; RIZZO, A. A. The application of virtual reality technology in rehabilitation. **Rehabilitation Psychology**, v. 46, n. 3, p. 296–311, 2001.
- SHAH, R. S.; COLE, J. W. Smoking and stroke: the more you smoke the more you stroke. **Expert Rev Cardiovasc Ther**, v. 8, n. 7, p. 917–932, 2011.
- SHINTON, R.; BEEVERS, G. Meta-analysis of relation between cigarette smoking and stroke. **British Medical Journal**, v. 298, p. 789–794, 1989.
- SILVER, K. H. C. et al. Effects of Aerobic Treadmill Training on Gait Velocity, Cadence, and Gait Symmetry in Chronic Hemiparetic Stroke: A Preliminary Report. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 14, n. 1, p. 65–71, 1 jan. 2000.
- SIMS, J. et al. Regenerate : assessing the feasibility of a strength-training program to enhance the physical and mental health of chronic post stroke patients with depression. **International Journal of Geriatric Psychiatry**, n. May 2008, p. 76–83, 2009.
- SINYOR, D.; BECKER, R.; COOPERSMITH, H. Post-Stroke Depression : Relationships to Functional Impairment , Coping Strategies and Rehabilitation Outcome. **Stroke**, v. 17, n. 6, p. 1102–1107, 1986.
- SLOT, K. B. et al. Impact of functional status at six months on long term survival in patients with ischaemic stroke: prospective cohort studies. **BMJ**, v. 336, n. 7640, p. 376–9, 16 fev. 2008.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v. 17, n. 1, 2010a.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. **Arq Bras Cardiol**, v. 95, n. 1, p. 1–26, 2010b.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arq Bras Cardiol**, v. 101, n. 4, 2013.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. 7ª Diretriz Brasileira De Hipertensão Arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 3, 2016.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes. **AC FARMACÊUTICA**, 2014.
- SUBRAMANIAN, S. K. et al. Arm motor recovery using a virtual reality intervention in chronic stroke: randomized control trial. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 27, n. 1, p. 13–23, jan. 2013.
- SUK, S.-H. et al. Abdominal Obesity and Risk of Ischemic Stroke: The Northern Manhattan Stroke Study. **Stroke**, v. 34, n. 7, p. 1586–1592, 29 maio 2003.
- SZKLO, R.; NIETO, F. **Epidemiology Beyond the Basis**. 1. ed. [s.l.] Aspen Publications, 2000.
- TAKEBAYASHI, S.; KANEKO, M. Electron Microscopic Studies of Ruptured Arteries in Hypertensive Intracerebral Hemorrhage. **Stroke**, v. 14, n. 1, p. 28–36, 1983.
- TANASESCU, M. et al. Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. **JAMA : the journal of the American Medical Association**, v. 288, n. 16, p. 1994–2000, 2002.

- TANG, A. et al. Maximal Exercise Test Results in Subacute Stroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 87, n. 8, p. 1100–1105, 2006.
- TANG, A. et al. Effects of an aerobic exercise program on aerobic capacity, spatiotemporal gait parameters, and functional capacity in subacute stroke. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 23, n. 4, p. 398–406, maio 2009.
- TATEMICHI, T. K. et al. Cognitive impairment after stroke: frequency, patterns, and relationship to functional abilities. **Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry**, v. 57, n. 2, p. 202–207, 1994.
- TEASELL, R. et al. Stroke rehabilitation: an international perspective. **Topics in stroke rehabilitation**, v. 16, n. 1, p. 44–56, 2009.
- TEIXEIRA, L. et al. Post-concurrent exercise hemodynamics and cardiac autonomic modulation. **European journal of applied physiology**, v. 111, n. 9, p. 2069–78, set. 2011.
- THUN, M. J.; APICELLA, L. F.; HENLEY, J. S. Smoking vs Other Risk Factors as the Cause of Smoking-Attributable Deaths. **JAMA**, v. 284, p. 706–712, 2000.
- TOKGOZOGLU, S. L. et al. Effects of Stroke Localization on Cardiac Autonomic Balance and Sudden Death. **Stroke**, v. 30, n. 7, p. 1307–1311, 1999.
- TORRIANI-PASIN, C.; BASTOS, F. H. Contribuições da classificação internacional de funcionalidade e saúde (CIF) para profissionais de educação física que atuam com pessoas com deficiência. In: CORRÊA, W. R.; BASSO, L. (Eds.). **Pedagogia do Movimento do Corpo Humano**. 1. ed. [s.l.] Editora Fontoura, 2013. p. 108–120.
- TOWFIGHI, A.; MARKOVIC, D.; OVBIAGELE, B. Current national patterns of comorbid diabetes among acute ischemic stroke patients. **Cerebrovascular diseases**, v. 33, n. 5, p. 411–8, jan. 2012.
- TSANG, Y. L.; MAK, M. K. Sit-and-reach test can predict mobility of patients recovering from acute stroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, n. 1, p. 94–98, jan. 2004.
- TURNBULL, G. L. et al. Deficiencies in Standing Weight Shifts by Ambulant Hemiplegic Subjects i III i. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 77, n. April, p. 356–362, 1996.
- TYSON, S. F. et al. Balance Disability After Stroke. **Phys Ther**, v. 86, p. 30–38, 2006.
- VAN DE PORT, I. G. L.; KWAKKEL, G.; WITTINK, H. Systematic review of cardiopulmonary exercise testing post stroke: Are we adhering to practice recommendations? **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 47, n. 10, p. 881–900, 2016.
- VEERBEEK, J. M. et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. **PloS One**, v. 9, n. 2, p. 879–87, jan. 2014.
- VERMER, S.; LONGSTRETH, W.; KOUDSTAAL, P. Silent Brain Infarcts: A Systematic Review. **Lancet neurology**, v. 6, p. 611–619, 2007.
- VIOSCA, E. et al. Proposal and validation of a new functional ambulation classification scale for clinical use. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 86, n. 6, p. 1234–8, jun. 2005.
- WAGENAAR, R. C.; BEEK, W. J. Hemiplegic gait: A kinematic analysis using walking speed as a basis. **J Biomechanics**, v. 25, n. 9, p. 1007–1015, 1992.
- WASSERMAN, K. Determinants and detection of anaerobic threshold and consequences of exercise above it. **Circulation**, v. 76, n. 6, p. 29–39, 1987.
- WASSERMAN, K.; MCILROY, M. B. Detecting the Threshold of Anaerobic Metabolism in

Cardiac Patients During Exercise. **The American journal of cardiology**, v. 14, p. 844–852, 1964.

WASSERMAN, K.; WHIPP, S. N. K.; BEAVER, W. L. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J Appl Physiol**, v. 35, n. 2, p. 236–243, 1973.

WILLIAMS, L. S. et al. Increase Mortality Risk After Ischemic Stroke. **Am J Psychiatry**, v. 161, n. June, p. 1090–1095, 2004.

WILLMOT, M.; LEONARDI-BEE, J.; BATH, P. M. W. High blood pressure in acute stroke and subsequent outcome: a systematic review. **Hypertension**, v. 43, n. 1, p. 18–24, jan. 2004.

WISLØFF, U. et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study. **Circulation**, v. 115, n. 24, p. 3086–3094, 2007.

WOLF, P. A. et al. Cigarette smoking as a risk factor for stroke. The Framingham Study. **JAMA**, v. 259, n. 7, p. 1025–1029, 1988.

WOLFE, C. D. A.; TILLING, K.; RUDD, A. G. The effectiveness of community-based rehabilitation for stroke patients who remain at home : a pilot randomized trial. **Clinical rehabilitation**, v. 14, p. 563–569, 2000.

WOLPERN, A. E. et al. Is a threshold-based model a superior method to the relative percent concept for establishing individual exercise intensity? a randomized controlled trial. **BMC sports science, medicine and rehabilitation**, v. 7, p. 16, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Hou to use the ICF: A Pratical Manual for Using the International Classification of Functioning, Disability and Health**. [s.l: s.n.].

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on noncommunicable diseases 2014**. [s.l: s.n.].

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Stroke, Cerebrovascular accident**. Disponível em: <http://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/en/>. Acesso em: 17 dez. 2016.

WYLLER, T. B. et al. Are there gender differences in functional outcome after stroke? **Clinical Rehabilitation**, v. 11, n. 2, p. 171–179, 1997.

YANG, S. et al. Improving balance skills in patients who had stroke through virtual reality treadmill training. **American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists**, v. 90, n. 12, p. 969–78, dez. 2011.

YATES, J. S. et al. Bicycle Ergometry in Subacute-Stroke Survivors: Feasibility, Safety, and Exercise Performance. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 12, n. 1, p. 64–74, 2004.

APÊNDICE 1 - PARÂMETROS DE REPRODUTIBILIDADE DOS TESTES ERGOESPIROMÉTRICOS

TABELA 16 - Variáveis metabólicas e cardiovasculares medidas nos dois testes ergoespirométricos realizados em indivíduos pós-acidente vascular cerebral.

	Teste 1	Teste 2	Diferença	p-valor
Tempo de teste (min)	16 ± 5	18 ± 5	1,5 ± 0,8	0,081
Velocidade (km/h)	2,8 ± 1,2	2,8 ± 1,2	-	-
Inclinação Máxima (%)	12 ± 5	14 ± 5	1,3 ± 0,8	0,067
VO ₂ rep (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	3,7 ± 0,6	4,3 ± 0,89	0,3 ± 0,6	0,134
VO ₂ pico (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	20,3 ± 0,9	20,2 ± 1,2	0,09 ± 2,1	0,878
VO ₂ Lan (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	16,0 ± 0,95	16,2 ± 1,03	0,1 ± 0,4	0,630
VO ₂ Lan (% VO ₂ pico)	78,91 ± 0,02	81,82 ± 0,02	0,02 ± 0,02	0,218
VO ₂ PCR (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	18,8 ± 1,01	18,5 ± 1,2	-0,2 ± 0,6	0,682
VO ₂ PCR (% VO ₂ pico)	92,5 ± 1,3	92,4 ± 1,8	-8,56 ± 2,23	0,424
FCrep (bpm)	76 ± 5	75 ± 5	-1 ± 2	0,879
FCpico (bpm)	138 ± 6	134 ± 8	-3 ± 3	0,978
FCLan (bpm)	115,8 ± 6, 5	116,1 ± 7,6	0,3 ± 2,3	0,247
FCLan (% FCpico)	83,8 ± 1,7	85,6 ± 2,1	1,8 ± 1,4	0,197
FCPcr (bpm)	132 ± 6	132 ± 7	0 ± 2	1,000
FCPcr (% FCpico)	95,6 ± 0,9	98,3 ± 1,0	2,7 ± 1,5	0,109
PASrep (mmHg)	125 ± 4	121 ± 5	-3 ± 3	0,27
PASmax (mmHg)	174 ± 7	165 ± 7	-8 ± 4	0,74
PADrep (mmHg)	85 ± 2	80 ± 2	-4 ± 1	0,014
PADmax (mmHg)	90 ± 4	81 ± 2	-8 ± 3	0,041

VO₂rep = Consumo de oxigênio em repouso; VO₂pico = Consumo de oxigênio no pico de esforço; VO₂Lan = Consumo de oxigênio no limiar anaeróbio; VO₂Pcr = Consumo de oxigênio ponto de compensação respiratória; FCrep = Frequência cardíaca no repouso; FCpico Frequência cardíaca no pico de esforço; FCLan Frequência cardíaca do limiar anaeróbio; FCPcr Frequência cardíaca do ponto de compensação respiratória; PASrep = Pressão arterial sistólica no repouso; PASmax = Pressão arterial sistólica máxima; PADrep = Pressão arterial diastólica no repouso PADmax = Pressão arterial diastólica máxima. Valores médios ± erro padrão.

TABELA 17 - Coeficiente de correlação intraclasse (CCI) com seu intervalo de confiança (IC), erro médio da medida (EMM) e limite de concordância de 95% (LC) das variáveis medidas nos dois testes ergoespirométricos em indivíduos pós-acidente vascular cerebral.

	CCI (IC)	EMM	LC de 95% (Dif)
Tempo de teste (min)	0,92 (0,88-0,96)	2	-2,64 ± 6,97
Inclinação Máxima (%)	0,92 (0,88-0,96)	2,2	-2,82 ± 6,82
VO ₂ rep (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,79 (0,78-0,80)	0,5	-0,39 ± 1,54
VO ₂ pico (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,92 (0,89-0,94)	1,6	-0,38 ± 3,97
VO ₂ Lan (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,96 (0,94-0,98)	1,0	-0,43 ± 2,67
VO ₂ Lan (% VO ₂ pico)	0,72 (0,71-0,73)	1	-0,06 ± 0,17
VO ₂ PCR (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,92 (0,89-0,94)	1,6	-0,62 ± 4,19
VO ₂ PCR (% VO ₂ pico)	0,50 (0,49-0,51)	5	-0,05 ± 0,15
FCrep (bpm)	0,94 (0,82-1,06)	6	-6,61 ± 26,36
FCpico (bpm)	0,94 (0,76-1,11)	9	-6,69 ± 26,36
FCLan (bpm)	0,97 (0,86-1,09)	6	-9,10 ± 17,77
FCLan (% FCpico)	0,84 (0,83-0,85)	3	-0,03 ± 0,11
FCPCR (bpm)	0,97 (0,84-1,9)	6	-5,33 ± 18,00
FCPCR (% FCpico)	0,97 (0,95-0,99)	8	-0,04 ± 0,12
PASrep (mmHg)	0,90 (0,75-1,05)	8	-1,49 ± 20,82
PASmax (mmHg)	0,90 (0,68-1,11)	12	-5,17 ± 34,17
PADrep (mmHg)	0,83 (0,73-0,93)	6	-0,60 ± 13,61
PADmax (mmHg)	0,68 (0,53-0,84)	11	-11,85 ± 33,18

VO₂ = consumo de oxigênio; rep = repouso; Lan = limiar anaeróbio; PCR = ponto de compensação respiratória; FC = frequência cardíaca; PAS = pressão arterial sistólica; max = máxima; PAD = pressão arterial diastólica

FIGURA 13 - Gráficos de Bland & Altman do tempo de teste, inclinação máxima e consumo de oxigênio (VO₂) medido no limiar anaeróbio (Lan) e no ponto de compensação respiratória (PCR) nos dois testes realizados por indivíduos pós-acidente vascular cerebral.

FIGURA 14 - Gráficos de Bland & Altman da frequência cardíaca medida em repouso, no pico do esforço, no limiar anaeróbio (Lan) e no ponto de compensação respiratória (PCR) nos dois testes realizados por indivíduos pós-acidente vascular cerebral

FIGURA 15 - Gráficos de Bland & Altman da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) medidas em repouso e no pico do esforço nos dois testes realizados por indivíduos pós-acidente vascular cerebral.

ANEXO 1 - APROVAÇÃO NO COMITE DE ÉTICA

ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: RESPOSTAS FISIOLÓGICAS AGUDAS AOS JOGOS DE REALIDADE VIRTUAL EM ADULTOS ACOMETIDOS POR ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO

Pesquisador: CLAUDIA LUCIA DE MORAES FORJAZ

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 10892412.2.0000.5391

Instituição Proponente: Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo - EEFE /

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 318.656

Data da Relatoria: 20/12/2012

Apresentação do Projeto:

O projeto apresenta todos os itens necessários para a sua compreensão e desenvolvimento.

Tem delimitação clara do problema e método adequado. Além de ter relevância para a área de educação física e afins.

Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos são claros e atendem a especificidade do problema.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Foram claramente apresentados, sendo apenas riscos mínimos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Nada a ressaltar.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta linguagem compatível a população estudada, além de conter todas as informações necessárias.

Recomendações:

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 65

Bairro:

CEP: 06.757-060

UF: SP

Município:

Telefone: (113)091-3097

Fax: (113)812-4141

E-mail: cep3@usp.br

ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 318.656

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto apresenta todas as condições para a sua execução.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Protocolo aprovado na reunião ordinária do Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo realizada em 27/06/2013.

27 de Junho de 2013

Assinador por:

Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss
(Coordenador)

Endereço: Av. Profª Mello Moraes, 65

Bairro:

CEP: 08.757-060

UF: SP

Município:

Telefone: (113)091-3097

Fax: (113)812-4141

E-mail: cep39@usp.br

ANEXO 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO INDIVÍDUO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL****1. DADOS DO INDIVÍDUO**

Nome completo _____

Sexo	☐	Masculino
	☐	Feminino

RG _____ Data de Nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____ Fone: _____

e-mail _____

2. RESPONSÁVEL LEGAL

Nome completo _____

Natureza (grau de parentesco, tutor, curador, etc.) _____

Sexo	☐	Masculino
	☐	Feminino

RG _____ Data de Nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____ Fone: _____

e-mail _____

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA**1. Título do Projeto de Pesquisa**

Respostas Fisiológicas Agudas aos Jogos de Realidade Virtual em Adultos Acometidos por Acidente Vascular Encefálico

2. Pesquisador Responsável

Profa. Dra. Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz / Profa. Dra. Camila Torriani-Pasin

3. Cargo/Função

Docente do Departamento de Biodinâmica do Movimento do Corpo Humano / Docente do Departamento de Pedagogia - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

4. Avaliação do risco da pesquisa:

☐

RISCO MÍNIMO

☒

RISCO BAIXO

☐

RISCO MÉDIO

☐

RISCO MAIOR

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. Duração da Pesquisa

1 ano

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

justificativa e os objetivos da pesquisa;

A prática de jogos de realidade virtual (jogos de computador e TV, como Wii, X-Box, etc) tem sido recomendada no tratamento de pessoas que sofreram um Acidente Vascular Cerebral (AVE ou derrame) para a recuperação de movimentos. O uso destes jogos também pode ajudar a melhorar o condicionamento físico destas pessoas, trazendo melhora à saúde. Porém, para isso é importante conhecer o nível de esforço físico imposto por estes jogos, o que foi pouco estudado. Assim, o (a) senhor (a) está sendo convidado(a) para participar de uma pesquisa que irá verificar os efeitos de uma sessão de jogos de realidade virtual sobre a sua frequência cardíaca (batimento do coração) e pressão arterial, permitindo ainda medir o gasto de energia que este jogo impõe ao seu organismo.

Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

No início da pesquisa, o (a) senhor(a) participará de:

uma entrevista na qual serão feitas perguntas sobre seu estado de saúde, uso de medicamentos, hábitos de atividade física e informações sobre a forma como o(a) senhor(a) caminha (se usa bengala ou outro auxílio e se tem dificuldade para andar);

medidas de peso e altura;

um teste para avaliar sua capacidade de caminhada;

um questionário para avaliar sua capacidade de raciocínio;

dois testes em esteira, nos quais o (a) senhor(a) caminhará em uma esteira rolante e seu coração e respiração serão monitorados durante todo o teste. A inclinação da esteira será aumentada progressivamente, até que o(a) senhor(a) atinja o seu máximo. Este teste determinará sua capacidade física;

nos mesmos dias dos testes em esteira, o(a) senhor(a) participará também de duas sessões de jogos de realidade virtual, para que possa conhecer e se acostumar os jogos e os equipamentos.

Passando esta primeira etapa, o(a) senhor(a) participará de 3 sessões experimentais. Em duas destas sessões, o(a) senhor(a) chegará ao laboratório e permanecerá em repouso por 15 minutos. Neste período, sua pressão arterial, frequência cardíaca e respiração serão medidos. Depois, o(a) senhor(a) começará a jogar os jogos de realidade virtual. Serão 4 blocos de 7 minutos de jogos de realidade virtual com intervalo de 2 minutos entre os blocos. Durante todo o tempo, sua frequência cardíaca e respiração serão monitoradas. Após os jogos, o(a) senhor(a) permanecerá em repouso por 30 minutos. Neste período, sua frequência cardíaca, respiração e pressão arterial serão medidas. A terceira sessão será idêntica às duas anteriores, mas a única diferença é que, em vez de jogar, o(a) senhor(a) permanecerá em repouso sentado durante todo o tempo. A ordem de realização destas sessões será sorteada. É importante que o(a) senhor(a) mantenha hábitos semelhantes nas três sessões; ou seja, dormir e acordar em horários semelhantes e adotar rotinas parecidas no dia das sessões e no dia anterior.

Desconfortos e riscos esperados;

Todos os testes deste estudo são seguros e bem tolerados. Entretanto, alguns desconfortos podem ocorrer. De maneira geral, pode-se esperar:

Dor muscular nos dias seguintes ao teste em esteira e/ou sessão de jogos, mas este desconforto será mínimo e não impedirá que o(a) senhor(a) desempenhe suas atividades diárias.

No teste ergoespirométrico, em algumas pessoas que sofrem do coração, mas desconhecem este fato, este exame poderá tornar o problema evidente. Para sua segurança, o exame sempre será acompanhado por um médico;

Nas sessões experimentais e no teste ergoespirométrico, para a medida da respiração, o(a) senhor(a) usará uma máscara no rosto. Esta máscara poderá trazer certo incômodo, mas não haverá nenhuma dificuldade para respirar.

Benefícios que poderão ser obtidos;

Não haverá compensação financeira por sua participação neste estudo. Entretanto, sem nenhum custo, o(a) senhor(a) fará uma avaliação cardiovascular que incluirá exames como eletrocardiogramas em repouso e teste ergoespirométrico, que permitirá avaliar também sua condição física. Se algum problema de saúde for evidenciado, o senhor será informado. As informações obtidas neste estudo poderão ter importância para orientar a prescrição do EF de realidade virtual para pessoas que sofreram um AVE.

Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo.

Não há procedimentos alternativos neste estudo.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO INDIVÍDUO DA PESQUISA:

1. O(A) senhor(a) terá acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados a esta pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas;

2. O(A) senhor(a) tem liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade de sua assistência;
3. A pesquisa é confidencial e sigilosa, garantindo a privacidade dos participantes. Assim, o(a) senhor(a) não terá sua imagem ou seu nome publicado em qualquer via de comunicação como revistas, artigos, textos na internet, etc. Seus dados serão tratados sempre de maneira anônima; e
4. Se houver qualquer eventual dano à saúde decorrente desta pesquisa, o(a) senhor(a) será encaminhado para atendimento no Hospital Universitário ou no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina, ambos da Universidade de São Paulo.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Professora Dra. Cláudia Lúcia de Moraes Forjaz / cforjaz@usp.br

Tel.: (11) 3091-3136

Professora Dra. Camila Torriani-Pasin / camipasin@usp.br

Tel.: (11) 3091-8786

Julio Cesar S. de Sousa / julio.sousa@usp.br

Tel.: (11) 98238-3041

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Avenida Professor Mello Moraes, 65 – Cidade Universitária – São Paulo – CEP 05508-030

VI. - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, ____/____/____

assinatura do indivíduo da pesquisa

ou responsável legal

assinatura do pesquisador

(carimbo ou nome legível)

ANEXO 3 – ANAMNESE

Nome _____ Nº _____ Data _____

Sexo _____ Idade _____

1. Data do AVE _____
2. Hemicampo Hemiparético _____
3. Perdas Sensoriais _____
4. Problemas cardíacos? () Sim () Não
Quais _____
5. Hipertensão arterial? () Sim () Não Há quanto? _____
6. Possui Diabetes? () Sim () Não _____
7. Possui dislipidemias? () Sim () Não _____
8. Possui sobrepeso/obesidade () Sim () Não _____
9. Tabagista? () Sim () Não () Ex-Fumante Há quanto tempo _____
10. Possui pais, irmão ou avós que têm/tiveram problemas cardíacos? () Sim () Não
Quem? _____ O quê? _____
11. Outros problemas de saúde _____

12. Uso de Medicamentos _____

13. Observações: _____

Situação () Incluído () Excluído Motivo _____

ANEXO 4 - CATEGORIA DE DEAMBULAÇÃO FUNCIONAL – FAC

- **Nível 1 (Sem deambulação):** Absoluta incapacidade de caminhada, inclusive com ajuda externa.
- **Nível 2 (Deambulação não-funcional):** Requer permanente ajuda para caminhar. O paciente deve necessitar de apoios firmes de uma ou duas pessoas, e/ou a caminhada é possível somente com suporte de barras paralelas.
- **Nível 3 (Deambulação doméstica):** A caminhada só é possível em ambientes internos, planos, com superfície horizontal, usualmente conhecido e com área controlada, como na própria casa do paciente.
- **Nível 4 (Deambulação comunitária independente):** Aptidão para caminhar em todos os tipos de superfícies irregulares. Aptidão para subir e descer degraus, escadas, rampas, etc. Possuir uma capacidade considerável, até mesmo irrestrita, de distância de caminhada. Entretanto, não possuem a marcha normal, devido à aparente anormalidade (mancar) ao caminhar.
- **Nível 5 (Deambulação normal):** Caminhada totalmente normal quanto à distância e aparência, em quaisquer ambientes.

ANEXO 5 - MINI EXAME DE ESTADO MENTAL

Nome _____ Nº _____

Data da Avaliação _____ Data de Nascimento _____ Sexo _____

Escolaridade (anos): () Analfabeto () 0 à 3 () 4 à 8 () Mais de 8

Total _____

1. Orientação Temporal/Espacial (1 ponto cada resposta correta)

	Resposta	Pontos
Qual é o dia da semana?	_____	_____
Qual é o dia do mês?	_____	_____
Em que mês estamos?	_____	_____
Em que ano estamos?	_____	_____
Em qual hora aproximada estamos?	_____	_____
Em que local estamos?	_____	_____
Em qual instituição estamos (casa, rua)?	_____	_____
Em que bairro estamos?	_____	_____
Em qual cidade estamos?	_____	_____
Em qual estado estamos?	_____	_____

2. Registros (1 ponto para cada resposta correta)

Mencione 3 palavras levando 1 segundo entre cada uma. Peça ao paciente para repetir as palavras mencionadas.

	Resposta	Pontos
Vaso	_____	_____
Carro	_____	_____
Tijolo	_____	_____

3. Atenção e Cálculo (1 ponto para cada resposta correta)

Sete seriado.

	Resposta	Pontos
100-7=93-7=86-7=79-7=72-7=65	_____	_____

4. Lembranças/memória de evocação (1 ponto para cada resposta correta)

Pergunte as 3 palavras mencionadas na questão 2.

	Resposta	Pontos
Vaso	_____	_____
Carro	_____	_____
Tijolo	_____	_____

5. Linguagem (1 ponto para cada resposta correta)

- a. Aponte para um lápis e um relógio. Faça o paciente dizer o nome desses objetos conforme você aponta.

	Resposta	Ponto
Lápis	_____	_____
Relógio	_____	_____

- b. Faça o paciente repetir a frase abaixo:

	Resposta	Ponto
"Nem aqui, nem ali, nem lá"	_____	_____

- c. Faça o paciente seguir o comando de 3 estágios:

	Compreensão correta?	Ponto
Pegue o papel com a mão direita	_____	_____
Dobre o papel ao meio	_____	_____
Coloque-o na mesa	_____	_____

- d. Faça o paciente ler e obedecer ao seguinte comando:

	Compreensão correta?	Ponto
"feche os olhos"	_____	_____

- e. Faça o paciente escrever uma frase de sua própria autoria (verso da folha), a frase deve conter um indivíduo, um objeto e fazer sentido; ignore erros ortográficos.

Ponto _____

- f. Copie o desenho abaixo (verso da folha): estabeleça um ponto se todos os ângulos e lados forem preservados e se os lados da intersecção formarem um quadrilátero

Ponto _____

5e.

5f.

Desenhe aqui

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. Fatores de risco não-modificáveis e modificáveis para o acidente vascular cerebral	24
TABELA 2 - Características Gerais da Amostra.....	69
TABELA 3 - Variáveis metabólicas e cardiovasculares medidas nos dois testes ergoespirométricos. Valores obtidos no teste 1 e no teste 2, comparação entre eles pelo teste t e média dos valores, que foi utilizada no estudo.	71
TABELA 4 - Valores médios da frequência cardíaca (FC, bpm) medidos antes (PRE) e durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4, Boxe 4 -B4) nas duas sessões de jogos de realidade virtual (JRV1 e JRV2).....	73
TABELA 5 - Coeficiente de correlação intraclasse (CCI) com seu intervalo de confiança (IC), erro médio da medida (EMM) e o limite de concordância de 95% (LC) dos valores médios da frequência cardíaca medidos antes (PRE) e nos diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 - T4, Boxe 4 -B4) das sessões de JRV1 e JRV2.	74
TABELA 6 - Valores médios da frequência cardíaca (FC, bpm) medidos antes (PRE) e durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) nas sessões experimentais: controle (CONT) e jogo de realidade virtual (JRV – valores médios das sessões JRV1 e JRV2).....	77
TABELA 7 - Comparação da frequência cardíaca média (FC) obtida em cada jogo (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) da sessão de jogos realidade virtual (média de JRV1 e JRV2) com os valores de FC obtidos para o limiar anaeróbio ($Lan = 116 \pm 6$ bpm) e o ponto de compensação respiratória ($PCR = 132 \pm 7$ bpm) (média do teste 1 e 2).	79
TABELA 8 - Porcentagens da frequência cardíaca do limiar anaeróbio (%FCLan), do ponto de compensação respiratória (% FCPCR) e do pico (%FCPico) atingidas durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa	

3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) na sessão de jogos de realidade virtual (média de JRV1 e JRV2) 80

TABELA 9 - Valores médios do consumo de oxigênio (VO_2 , $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) medidos antes (PRE) e durante os jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) nas duas sessões de jogos de realidade virtual (JRV1 e JRV2). 82

TABELA 10 - Coeficiente de correlação intraclasse (CCI) com seu intervalo de confiança (IC), erro médio da medida (EMM) e limite de concordância de 95% (LC) dos valores médios consumo de oxigênio medidos antes (PRE) e nos diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4, Boxe 4 -B4) das sessões de JRV1 e JRV2..... 83

TABELA 11 - Valores médios do consumo de oxigênio (VO_2 , $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) medidos antes (PRE) e durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) nas sessões experimentais: controle (CONT) e jogo de realidade virtual (JRV – valores médios das sessões JRV1 e JRV2)..... 86

TABELA 12 - Comparação do consumo de oxigênio (VO_2) obtido em cada jogo (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) da sessão de jogos realidade virtual (média de JRV1 e JRV2) com os valores de VO_2 obtidos para o limiar anaeróbio ($16,1 \pm 1,0 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e o ponto de compensação respiratória ($18,6 \pm 1,1 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) (média do teste 1 e 2). 88

TABELA 13 - Porcentagens do consumo de oxigênio do limiar anaeróbio ($\% \text{VO}_{2\text{Lan}}$), do ponto de compensação respiratória ($\% \text{VO}_{2\text{PCR}}$) e do pico de EF ($\% \text{VO}_{2\text{Pico}}$) atingidas durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) na sessão de jogos de realidade virtual (média de JRV1 e JRV2)..... 89

TABELA 14 – Gasto energético calculado durante as duas sessões de jogos de realidade virtual (JRV1 e JRV2) e na sessão controle (CONT) em quilocalorias por minuto (kcal/min), equivalentes metabólicos (METS), quilocalorias totais (kcal) e quilocalorias totais incluindo 10 min após a sessão de jogos (kcal+EPOC). 91

TABELA 15 – Valores de pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC) e duplo produto (DP) medidos nos períodos pré-intervenção (PRE) e após 15 (POS1) e 30 min (POS2) da finalização da intervenção nas sessões de jogos de realidade virtual 1 (JRV1), jogos de realidade virtual 2 (JRV2) e controle (CONT). 92

TABELA 16 - Variáveis metabólicas e cardiovasculares medidas nos dois testes ergoespiométricos realizados em indivíduos pós-acidente vascular cerebral. 130

TABELA 17 - Coeficiente de correlação intraclassa (CCI) com seu intervalo de confiança (IC), erro médio da medida (EMM) e limite de concordância de 95% (LC) das variáveis medidas nos dois testes ergoespiométricos em indivíduos pós-acidente vascular cerebral..... 131

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Representação da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde, refletindo a interação entre as consequências da doença e os fatores contextuais. (Adaptado de WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2013b)	28
FIGURA 2 - Fluxograma dos procedimentos preliminares e experimentais. JRV1 = primeira sessão de jogos de realidade virtual; JRV2 = segunda sessão de jogos de realidade virtual; CONT = sessão controle.....	60
FIGURA 3. Desenho das sessões experimentais; PA = pressão arterial; FC = frequência cardíaca; VO ₂ = consumo de oxigênio	62
FIGURA 4. Sequência de jogos utilizada nas sessões experimentais de jogos de realidade virtual. Tênis de Mesa 1 (T1), Boxe 2 (B1), Tênis de Mesa 2 (T2), Boxe 2 (B2), Tênis de Mesa 3 (T3), Boxe 3 (B3), Tênis de Mesa 4 (T4) e Boxe 4 (B4)	64
FIGURA 5 - Fluxograma da formação da amostra do estudo. TCLE = Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; JRV1 = Sessão de jogos de realidade virtual 1; JRV2 Sessão de jogos de realidade virtual 2; CONT = Sessão Controle	68
FIGURA 6 - Gráficos de Bland & Altman da frequência cardíaca média (FC, bpm) medida PRE (painel A) e nos diferentes jogos das sessões de jogos de realidade virtual: Tênis de Mesa 1 (T1, painel B), Boxe 1 (B1, painel C), Tênis de Mesa 2 (T2, painel D), Boxe 2 (B2, painel E), Tênis de Mesa 3 (T3, painel F), Boxe 3, (H, painel G) Tênis de Mesa 4 (T4, painel H) e Boxe 4 (B4, painel I).....	75
FIGURA 7 - Valores médios da frequência cardíaca medidos antes (PRE) e durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4, Boxe 4 -B4) na sessão de jogos de realidade virtual (JRV, linha contínua, média de JRV1 e JRV2) e na sessão controle (CONT, linha tracejada). □ = significantemente diferente do respectivo período da sessão CONT; * = significantemente diferente de PRE da mesma sessão; # = significantemente diferente de T1 da mesma sessão; \$ = significantemente diferente de B1 da mesma sessão; £ = significantemente diferente de T2 da mesma sessão; ¢ = significantemente diferente de B2 da mesma sessão; § = significantemente diferente de T3 da mesma sessão; ◇ = significantemente diferente de B3 da mesma sessão; Δ = significantemente diferente de T4 da mesma sessão. Valores médios ± erro padrão.	78

FIGURA 8 - Percentual da amostra que apresentou resposta de frequência cardíaca (FC) abaixo do limiar anaeróbio (Lan), entre o Lan e o ponto de compensação respiratória (PCR) e acima do PCR nos diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) da sessão de jogos de realidade virtual (média JRV1 e JRV2). 81

FIGURA 9 - Gráficos de Bland & Altman do consumo de oxigênio médio (VO_2 , $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) medido PRE (painel A) e nos diferentes jogos das sessões de jogos de realidade virtual: Tênis de Mesa 1 (T1, painel B), Boxe 1 (B1, painel C), Tênis de Mesa 2 (T2, painel D), Boxe 2 (B2, painel E), Tênis de Mesa 3 (T3, painel F), Boxe 3, (H, painel G) Tênis de Mesa 4 (T4, painel H), Boxe 4 (B4, painel I). 84

FIGURA 10 - Valores médios do consumo de oxigênio (VO_2) medidos antes (PRE) e durante os diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) na sessão de jogos de realidade virtual (JRV - linha contínua, média de JRV1 e JRV2) e na sessão controle (CONT - linha tracejada). □ = significativamente diferente do respectivo período da sessão CONT; * = significativamente diferente de PRE da mesma sessão; # = significativamente diferente de T1 da mesma sessão; \$ = significativamente diferente de B1 da mesma sessão; £ = significativamente diferente de T2 da mesma sessão; ¢ = significativamente diferente de B2 da mesma sessão; § = significativamente diferente de T3 da mesma sessão; ◇ = significativamente diferente de B3 da mesma sessão; Δ = significativamente diferente de T4 da mesma sessão. Valores médios ± erro padrão 87

FIGURA 11 - Percentual da amostra que demonstrou resposta de consumo de oxigênio (VO_2) abaixo do limiar anaeróbio (Lan), entre o Lan e o ponto de compensação respiratória (PCR) e acima do PCR nos diferentes jogos (Tênis de Mesa 1 - T1, Boxe 1 - B1, Tênis de Mesa 2 - T2, Boxe 2 - B2, Tênis de Mesa 3 -T3, Boxe 3 - B3, Tênis de Mesa 4 -T4 e Boxe 4 -B4) da sessão de jogos de realidade virtual (média JRV1 e JRV2) 90

FIGURA 12 – Pressão arterial sistólica (PAS – painel A), pressão arterial diastólica (PAD - painel B), frequência cardíaca (FC – painel C) e duplo produto (DP – painel D) medidos nos períodos pré-intervenção (PRE) e após 15 (POS1) e 30 min (POS2) da finalização da intervenção nas sessões de jogos de realidade virtual 1 (JRV1 - linha pontilhada), jogos de realidade virtual 2 (JRV2 - linha tracejada) e controle (CONT - linha contínua). □ = significativamente diferente de CONT; * = significativamente diferente de PRE; ‡ = significativamente diferente de JRV1 ($p < 0,05$). Valores médios ± erro-padrão..... 93

FIGURA 13 - Gráficos de Bland & Altman do tempo de teste, inclinação máxima e consumo de oxigênio (VO_2) medido no limiar anaeróbio (Lan) e no ponto de compensação respiratória (PCR) nos dois testes realizados por indivíduos pós-acidente vascular cerebral. 132

FIGURA 14 - Gráficos de Bland & Altman da frequência cardíaca medida em repouso, no pico do esforço, no limiar anaeróbio (Lan) e no ponto de compensação respiratória (PCR) nos dois testes realizados por indivíduos pós-acidente vascular cerebral 133

FIGURA 15 - Gráficos de Bland & Altman da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) medidas em repouso e no pico do esforço nos dois testes realizados por indivíduos pós-acidente vascular cerebral..... 134

ÍNDICE DE LISTA DE SIGLAS, ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

□	Significantemente diferente do respectivo período da sessão CONT
*	Significantemente diferente do PRE da mesma sessão
#	Significantemente diferente do T1 da mesma sessão
\$	Significantemente diferente do B1 da mesma sessão
£	Significantemente diferente do T2 da mesma sessão
¢	Significantemente diferente do B2 da mesma sessão
§	Significantemente diferente do T3 da mesma sessão
◇	Significantemente diferente do B3 da mesma sessão
Δ	Significantemente diferente do T4 da mesma sessão
1RM	Uma repetição máxima
AAS	Ácido acetilsalicílico
AVC	Acidente vascular cerebral
AVD	Atividades da vida diária
BDNF	<i>Brain-derived neurotrphic fator</i>
B1	Primeiro período do jogo Boxe
B2	Segundo período do jogo Boxe
B3	Terceiro período do jogo Boxe
B4	Quarto período do jogo Boxe
CCI	Coefficiente de correlação intraclasse
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Deficiência e Saúde
CONT	Sessão controle
CV	Coefficiente de variação
DP	Duplo produto
ECA	Enzima conversora de angiotensina
EF	Exercícios Físicos
EMM	Erro médio da medida
EPM	Erro padrão da medida

FAC	Categoria de Deambulação Funcional
FC	Frequência cardíaca
FCLan	Frequência cardíaca do limiar anaeróbio
FCPcr	Frequência cardíaca do ponto de compensação respiratória
FCpico	Frequência cardíaca no pico de esforço
FCrep	Frequência cardíaca no repouso
FITT	Frequência, intensidade, tempo e tipos de exercícios físicos
FR	Frequência respiratória
GE	Gasto energético
HDL	Lipoproteínas de alta densidade
IMC	Índice de massa corporal
INT	Período intervenção
JRV	Jogos de Realidade Virtual
JRV1	Primeira sessão de jogos de realidade virtual
JRV2	Segunda sessão de jogos de realidade virtual
LACOM	Laboratório de Comportamento Motor
LAHAM	Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora
Lan	Limiar anaeróbio
LC	Limites de concordância de Bland & Altman
LDL	Lipoproteínas de baixa densidade
MDD	Menor diferença detectável
METS	Equivalentes metabólicos
MEEM	Mini-Exame de Estado Mental
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PADmax	Pressão arterial diastólica máxima
PADrep	Pressão arterial diastólica no repouso
PAM	Pressão arterial média
PAS	Pressão arterial sistólica

PASmax	Pressão arterial sistólica máxima
PASrep	Pressão arterial sistólica no repouso
PCR	Ponto de compensação respiratória
PETCO ₂	Pressão expirada final de gás carbônico
PETO ₂	Pressão expirada final de oxigênio
POS1	Primeiro período pós-intervenção
POS2	Segundo período pós-intervenção
PRE	Período pré-intervenção
RER	Razão de troca respiratória
RERpico	Razão de troca respiratória no pico de esforço
RV	Realidade Virtual
T1	Primeiro período do jogo Tênis de Mesa
T2	Segundo período do jogo Tênis de Mesa
T3	Terceiro período do jogo Tênis de Mesa
T4	Quarto período do jogo Tênis de Mesa
TIAI	Treinamento intervalado de alta intensidade
VC	Volume corrente
VE	Ventilação pulmonar
VE/VCO ₂	Equivalente ventilatório de gás carbônico
VE/VO ₂	Equivalente ventilatório de oxigênio
VO ₂	Consumo de oxigênio
VO ₂ Lan	Consumo de oxigênio no limiar anaeróbio
VO ₂ Pcr	Consumo de oxigênio ponto de compensação respiratória
VO ₂ pico	Consumo de oxigênio no pico de esforço
VO ₂ rep	Consumo de oxigênio em repouso
VCO ₂	Produção de gás carbônico