

ESCOLA DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PEDIATRIA/SAÚDE DA CRIANÇA
MESTRADO EM SAÚDE DA CRIANÇA

NATÁLIA EVANGELISTA CAMPOS

**AVALIAÇÃO DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DURANTE A UTILIZAÇÃO DE
VIDEOGAMES INTERATIVOS E DO TESTE DE EXERCÍCIO CARDIOPULMONAR EM
INDIVÍDUOS COM FIBROSE CÍSTICA E SAUDÁVEIS**

Porto Alegre
2019

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PÓS-GRADUAÇÃO EM PEDIATRIA/SAÚDE DA CRIANÇA
MESTRADO EM SAÚDE DA CRIANÇA

NATÁLIA EVANGELISTA CAMPOS

**AVALIAÇÃO DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DURANTE A UTILIZAÇÃO DE
VIDEOGAMES INTERATIVOS E DO TESTE DE EXERCÍCIO CARDIOPULMONAR
EM INDIVÍDUOS COM FIBROSE CÍSTICA E SAUDÁVEIS**

Porto Alegre,

2019

NATÁLIA EVANGELISTA CAMPOS

**AVALIAÇÃO DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DURANTE A UTILIZAÇÃO DE
VIDEOGAMES INTERATIVOS E DO TESTE DE EXERCÍCIO CARDIOPULMONAR
EM INDIVÍDUOS COM FIBROSE CÍSTICA E SAUDÁVEIS**

Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de
Medicina da PUCRS para obtenção de título de
Mestre em Saúde da Criança

Orientador: Márcio Vinícius Fagundes Donadio

Porto Alegre,
2019

Ficha Catalográfica

C198a Campos, Natália Evangelista

Avaliação das respostas fisiológicas durante a utilização de videogames interativos e do teste de exercício cardiopulmonar em indivíduos com fibrose cística e saudáveis / Natália Evangelista Campos . – 2019.

82 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Medicina/Pediatria e Saúde da Criança, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Vinícius Fagundes Donadio.

Co-orientador: Prof. Dr. João Paulo Heinzmann Filho.

1. fibrose cística. 2. videogames. 3. exercício. I. Donadio, Márcio Vinícius Fagundes. II. Heinzmann Filho, João Paulo. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecária responsável: Salete Maria Sartori CRB-10/1363

NATÁLIA EVANGELISTA CAMPOS

**AVALIAÇÃO DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DURANTE A UTILIZAÇÃO DE
VIDEOGAMES INTERATIVOS E DO TESTE DE EXERCÍCIO CARDIOPULMONAR
EM INDIVÍDUOS COM FIBROSE CÍSTICA E SAUDÁVEIS**

Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de
Medicina da PUCRS para obtenção de título de
Mestre em Saúde da Criança

Aprovada em ____ de _____ de _____

Prof. Dr. Fernanda Maria Vendrusco

Prof. Dr. Evanirso da Silva Aquino

Prof. Dr. Marcus Herbert Jones

Porto Alegre,

2019

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sérgio Renato Neto de Campos e Maria Antonieta Evangelista de Campos, a quem serei eternamente grata por tudo que me permitiram conquistar! Muito obrigada por apoiarem cada decisão minha e por acreditarem que seria capaz de superar qualquer obstáculo. Obrigada por me ensinarem a questionar, e pelo exemplo de dedicação ao trabalho. Obrigada pelo imenso amor, é recíproco!

Aos meus irmãos Renata Evangelista de Campos e João Paulo Evangelista de Campos e à minha cunhada Viviane Tavares, por serem grandes amigos, muito obrigada por incentivarem cada escolha minha, por não deixarem de me dar um conselho, e por torcerem pelas minhas conquistas! Obrigada por entenderem, muitas vezes, a minha ausência em momentos importantes na vida de vocês e ainda, muito obrigada por me concederem os melhores presentes que já ganhei: meus sobrinhos, Lorena, João Heitor e João Lucas! Tenho um orgulho enorme de vocês!

À minha maior amiga e avó Nina Evangelista (*in memoriam*) por todo amor e amizade ao longo de 27 anos de convivência, por todo o orgulho que sentia por mim e por sempre torcer pelo meu sucesso, por ter sido o meu maior exemplo de firmeza e coragem, meu eterno anjo da guarda!

Ao Professor Dr. Márcio Vinícius Fagundes Donadio, minha especial gratidão por ter acreditado e confiado em mim ao longo destes anos de trabalho que se iniciaram na graduação, na iniciação científica. Obrigada pela paciência, por nunca negar um auxílio e também por sempre me ouvir e ajudar a esclarecer minhas dúvidas. Obrigada ainda, pelo exemplo de profissionalismo e competência. Obrigada por representar aquele que profundamente inspira os alunos no caminho científico! Muito obrigada pela orientação e amizade!

Ao amigo e Professor Dr. João Paulo Heinzmann Filho, pela coorientação deste trabalho, por não medir esforços em me auxiliar neste percurso. Obrigada pelos ensinamentos sobre estatística, sobre apresentações de trabalhos e principalmente pelo carinho, e por todos os momentos de alegrias que vivenciamos ao longo destes 6 anos de convívio, tenho muita admiração por ti!

À amiga Dra. Fernanda Maria Vendrusculo, obrigada pelo companheirismo, por estar sempre pronta a ajudar, pelos conselhos, por dividir comigo problemas, mas também somar muitos momentos de alegria nestes anos de convívio! Tu és um exemplo de profissional que admiro por buscar sempre o melhor de si para o trabalho, tenho muito orgulho por teres sido minha coorientadora de TCC, te desejo sucesso sempre!

À amiga Giovana Santos por ter me acolhido desde os primeiros dias no laboratório, obrigada pelo carinho e auxílio nos projetos, pelos ensinamentos sobre logísticas de pesquisa, mas principalmente sobre ética na pesquisa clínica. Tenho saudades do nosso convívio diário, mas estarei torcendo sempre por ti!

À toda a equipe do Laboratório de Atividade Física em Pediatria, obrigada pela colaboração, pela disposição nas atividades desenvolvidas e por terem compartilhado muitos desafios, descobertas e conquistas neste percurso, vocês foram fundamentais!

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Medicina, Pediatria e Saúde da Criança da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul pelos conhecimentos transmitidos.

A toda a equipe do ambulatório de Fibrose Cística do Hospital da PUCRS.

Às crianças e adolescentes que participaram e tornaram possível essa pesquisa.

À secretaria Carla Carmo de Melo Rothmann pelas dicas e informações durante o curso e pelo auxílio na formatação deste trabalho.

Ao CNPQ pela bolsa de incentivo a pesquisa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta importante etapa na minha vida, Muito Obrigada!

RESUMO

Introdução: A fibrose cística (FC) é uma doença genética que afeta diversos sistemas e órgãos e necessita de um tratamento regular e complexo. A recomendação para a prática de exercício físico é parte importante do tratamento. No entanto, já é conhecida a baixa adesão a estas recomendações, o que pode influenciar na qualidade de vida e sobrevida dos pacientes. A fim de melhorar a adesão à prática de exercício, o uso de videogames interativos (VG) pode ser uma importante ferramenta.

Objetivo: Avaliar se a utilização de VG por indivíduos com FC e saudáveis gera a demanda cardiorrespiratória necessária para treinamento físico aeróbico tendo como parâmetro o desempenho no teste de exercício cardiopulmonar (TECP).

Métodos: Estudo transversal incluindo sujeitos com FC (grupo FC) e saudáveis (grupo controle – CON), pareados por idade e sexo, com idade maior do que 6 anos. Sujeitos que não conseguiram realizar o TECP foram excluídos. O estudo foi dividido em 2 visitas, sendo que na primeira foram realizadas medidas antropométricas, espirometria e o TECP para ambos. Ainda, nesta visita, foi aplicado um questionário de saúde respiratória com o grupo CON. Já na visita 2 foi aplicado o questionário de atividade física (IPAQ-A/IPAQ-C) e realizados os testes com os VG Nintendo Wii (Wii Fit Plus: (1) Obstacle Course, (2) Rhythm Boxing e (3) Free Run) e Xbox One (Just Dance 2015: (1) Love Me Again, (2) Summer e (3) Happy), 10 minutos cada console. Durante o TECP e o uso de VG foi utilizado um analisador de gases para mensuração das variáveis cardiorrespiratórias. Ainda, durante o VG, utilizou-se um acelerômetro (wGT3X-BT) e foi quantificado o grau de esforço físico e satisfação. Utilizou-se estatística descritiva, o teste *t* de *Student* e ANOVA de uma via (pós-teste de *Bonferroni*). O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa.

Resultados: Foram recrutados 25 sujeitos para o grupo CON e 30 para o FC, com média de idade de $16,2 \pm 5,0$ e $16,9 \pm 5,1$, respectivamente. A média (%) do VEF₁ no grupo FC foi de $73,3 \pm 24$ e da CVF de $81,2 \pm 19,6$, valores menores ($p < 0,05$) do que o grupo CON. Em relação ao nível de atividade física, não houve diferenças entre grupos ($p > 0,05$). Também não houve diferenças entre grupos no pico do exercício (TECP) para a frequência cardíaca (Fc) ($186,0 \pm 9,0$ vs $180,0 \pm 12,6$ bpm), VO₂ ($36,7 \pm 8,50$ vs $36,9 \pm 6,40$ mL/kg/min) e VE ($54,2 \pm 16,3$ vs $50,0 \pm 17,2$ L/min). No grupo

CON os jogos 2 e 3 (Xbox) e o jogo 3 (Nintendo) elevaram a Fc a valores similares ($p>0,05$) ao limiar anaeróbico (LA - TECP), enquanto no grupo FC isso ocorreu para o jogo 2 (Xbox) e 3 (Nintendo). Quanto ao VO_2 e VE, ambos grupos obtiveram respostas similares ($p>0,05$) ao LA no jogo 2 do Xbox e no jogo 3 do Nintendo. Não houve diferenças ($p>0,05$) entre os VG no número de passos e no grau de esforço/satisfação.

Conclusão: O uso de jogos específicos de VG foi capaz elevar a resposta cardiorrespiratória a níveis similares ao LA, demonstrando que os VG podem ser uma alternativa para o treinamento de indivíduos saudáveis e com FC.

Palavras Chaves: fibrose cística; videogames; exercício.

ABSTRACT

Introduction: Cystic fibrosis (CF) is a genetic disease that affects several systems and organs and requires a regular and complex treatment. Physical exercise is recommended as an important part of the treatment. However, the low adherence of patients to this recommendation is already known, which may influence quality of life survival. In order to improve adherence to exercise, the use of interactive video games (VG) may emerge as an important tool.

Objective: To assess whether the use of VG by CF and healthy individuals generates the cardiorespiratory demand necessary for aerobic physical training, using as a parameter the performance in the cardiopulmonary exercise test (CPET).

Methods: Cross-sectional study with CF and healthy subjects (control group - CON), matched by age and gender, aged over 6 years old. Subjects who were unable to perform CPET were excluded. The study was divided into 2 visits: on the first visit, anthropometric measures, spirometry, and CPET were performed for both groups. In addition, during this visit, a respiratory health questionnaire was applied to the CON group. On the second visit, a physical activity questionnaire (IPAQ-A/IPAQ-C) was applied and the VG tests were performed using Nintendo Wii (Wii Fit Plus: (1) Obstacle Course, (2) Rhythm Boxing, and (3) Free Run) and Xbox One (Just Dance 2015: (1) Love Me Again, (2) Summer and (3) Happy), 10 minutes for each console. During both CPET and the use of VG, a gas analyzer was used to measure cardiorespiratory variables. In addition, during VG use, an accelerometer (wGT3X-BT) was used and the degree of physical effort and satisfaction was quantified. Descriptive statistics, Student's t-test and one-way ANOVA (with Bonferroni post hoc test) were used. The study was approved by the Research Ethics Committee.

Results: Twenty-five subjects were recruited for the CON and 30 for the CF group, with a mean age of 16.2 ± 5.0 and 16.9 ± 5.1 , respectively. The mean (%) FEV₁ in the CF group was 73.3 ± 24 and the FVC was 81.2 ± 19.6 , which represents lower values ($p < 0.05$) compared to the CON group. Regarding the level of physical activity, there were no differences between groups ($p > 0.05$). There were also no differences between groups at peak exercise (CPET) for heart rate (HR) (186.0 ± 9.0 vs 180.0 ± 12.6 bpm), VO₂ (36.7 ± 8.50 vs 36.9 ± 6.40 mL/kg/min) and VE (54.2 ± 16.3 vs

50.0±17.2 L/min). In the CON group, games 2 and 3 (Xbox) and game 3 (Nintendo) raised the HR to values similar ($p>0.05$) to the anaerobic threshold (AT - CPET), while in the CF group this occurred for games 2 (Xbox) and 3 (Nintendo). As for VO_2 and VE, both groups obtained similar responses ($p>0.05$) to the AT in games 2 (Xbox) and 3 (Nintendo). There were no differences ($p>0.05$) between VG regarding the number of steps and the degree of effort/satisfaction.

Conclusion: The use of specific VG was able to raise the cardiorespiratory response to levels similar to the anaerobic threshold, showing that VG may be an alternative for the training of healthy and CF individuals.

Keywords: Cystic fibrosis; videogames; exercise.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistematização da logística do presente estudo.....38

ARTIGO

Figura 1. Fluxograma do estudo.....75

Figura 2. Comparação das respostas fisiológicas obtidas através do uso de videogames interativos com o limiar anaeróbico (LA) e os valores de pico do exercício no teste de exercício cardiopulmonar (TECP).....76

Figura 3. Representação da demanda metabólica (METs) atingida pelos participantes do grupo controle (A) e fibrose cística (B) em cada um dos jogos testados77

Figura Suplementar 1. Número de passos durante o uso (10 minutos) dos videogames Xbox One e Nintendo Wii.78

LISTA DE TABELAS

ARTIGO ORIGINAL

Tabela 1. Caracterização da amostra incluída.....	79
Tabela 2. Resultados do teste de exercício cardiopulmonar	80
Tabela 3. Avaliação da sensação subjetiva de dispneia, fadiga em membros inferiores, esforço e satisfação.....	81

LISTA DE ABREVIATURAS

AFE	Aceleração do fluxo expiratório
ATP	Adenosina trifosfato
ATS/ERS	<i>American Thoracic Society/European Respiratory Society</i>
CAR	Ciclo ativo da respiração
CFTR	<i>Cystic Fibrosis Transmembrane Regulator</i>
CO₂	Dióxido de carbono
CVF	Capacidade vital forçada
DRR	Desobstrução rinofaríngea retrógrada
ELPR	Expiração lenta e prolongada
EPAP	Pressão positiva expiratória final
FC	Fibrose cística
Fc	Frequência cardíaca
Fcmáx	Frequência cardíaca máxima
FEF_{25-75%}	Fluxo expiratório forçado em 25 e 75% da CVF
IIPAQ	<i>International Physical Activity Questionnaire</i>
IRT	Tripsina imunorreativa
PEP	Pressão expiratória positiva
RQ	Coeficiente de troca respiratória
SpO₂	Saturação periférica de oxigênio
TA	Termo de assentimento
TCAR	Tomografia computadorizada de alta resolução
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TECP	Teste de exercício cardiopulmonar
TEMP	Terapia expiratória manual passiva
VE/VCO₂	Equivalente ventilatório para a produção de gás carbônico
VE/VO₂	Equivalente ventilatório para o consumo de oxigênio
VEF₁	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VEF₁/CVF	Índice de <i>tiffeneau</i>

VEmáx	Ventilação máxima
VG	Videogames
VO₂/FC	Pulso de Oxigênio
VO₂máx	Consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 DEFINIÇÃO.....	19
2.2 HISTÓRIA	19
2.3 EPIDEMIOLOGIA.....	20
2.4 DIAGNÓSTICO DA DOENÇA.....	21
2.4.1 Dosagem de Tripsina Imunorreativa	21
2.4.2 Teste do Suor	21
2.4.3 Teste Genético para Fibrose Cística.....	22
2.5 CLASSES DE MUTAÇÕES	22
2.6 FISIOPATOLOGIA	23
2.7 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES E SINAIS CLÍNICOS	24
2.8 MEDIDAS DE ACOMPANHAMENTO CLÍNICO	25
2.8.1 Espirometria.....	25
2.8.2 Exames de imagem	25
2.8.3 Escore de gravidade (SK).....	26
2.8.4 Teste de Exercício Cardiopulmonar (TECP).....	26
2.9 TRATAMENTO MULTIDISCIPLINAR	27
2.9.1 Terapia Medicamentosa	27
2.9.2 Suplementação Nutricional	28
2.9.3 Fisioterapia & Terapia Inalatória	29
2.9.4 Exercício Físico.....	29
2.9.5 Terapia Virtual	30
3 JUSTIFICATIVA	32
4 OBJETIVOS	33
4.1 OBJETIVO GERAL	33
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
5 HIPÓTESE	34
6 MÉTODOS	35
6.1 DELINEAMENTO.....	35
6.2 AMOSTRA	35
6.3 TAMANHO AMOSTRAL	35
6.3.1 Critérios de inclusão	35

6.3.2 Critérios de exclusão	36
6.4 Desenho Experimental.....	36
6.5 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS.....	38
6.6 DADOS CLÍNICOS	38
6.7 QUESTIONÁRIO DE SAÚDE RESPIRATÓRIA.....	39
6.8 ESPIROMETRIA	39
6.9 QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA	40
6.10 TESTE DE EXERCÍCIO CARDIOPULMONAR.....	40
6.11 VÍDEO GAMES INTERATIVOS	41
6.12 ACELERÔMETRO	42
6.13 PERCEPÇÃO DE FADIGA	42
6.14 NÍVEL DE SATISFAÇÃO	42
6.15 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	42
6.16 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	43
7 CONCLUSÕES	44
8 REFERÊNCIAS.....	45
ANEXOS	53
ANEXO A – APROVAÇÃO COMISSÃO CIENTÍFICA	53
ANEXO B – APROVAÇÃO CEP.....	54
APÊNDICE.....	57
APÊNDICE A – ARTIGO ORIGINAL	57

1 INTRODUÇÃO

A Fibrose Cística (FC) é uma doença crônica, hereditária, progressiva, que acomete múltiplos órgãos e sistemas. Caracteriza-se por uma alteração no transporte de fluidos e eletrólitos das glândulas exócrinas nos tecidos epiteliais, originando a produção de secreções mucosas espessas (1). A FC no Brasil é menos prevalente na população afrodescendente e chega a afetar 1/3000 nascidos vivos em caucasianos (2). Nas últimas décadas, o diagnóstico precoce e o manejo adequado destes pacientes são responsáveis por um aumento na sobrevida (3).

Estudos anteriores têm demonstrado que níveis mais elevados de capacidade aeróbica contribuem para a sobrevida de pacientes com FC (4, 5). Os efeitos do treinamento físico proporcionam diversos benefícios tanto para crianças saudáveis, como para indivíduos com fibrose cística. Esses benefícios incluem melhorias na resistência cardiovascular, no ganho de massa muscular e se associam com a melhora na função pulmonar de pacientes com FC (6, 7). Da mesma forma, evidências indicam que a inatividade física contribui para o aumento dos efeitos deletérios relacionados ao sedentarismo (8). Neste sentido, é de grande importância a aderência a programas estruturados para a prática de exercício físico. É conhecido que os níveis de adesão de pacientes com FC à prática de atividade física costumam ser baixos (9).

Assim, a busca por alternativas que aumentem a adesão é uma questão de pesquisa relevante. Programas de reabilitação que utilizam a prática de videogames interativos em pacientes com FC e em indivíduos saudáveis tem demonstrado benefícios (10). Em adição a isso, a última revisão sistemática sobre o tema incentiva o uso da terapia interativa em pacientes com FC (11). Programas de exercícios com base em atividades com videogames interativos podem proporcionar uma maior motivação, especialmente para crianças e adolescentes (12). Contudo, ainda é pouco conhecido se estes videogames podem aumentar a aptidão aeróbica de indivíduos saudáveis ou com doença respiratória. O consumo de oxigênio mensurado pelo teste de exercício cardiopulmonar é uma medida clínica importante para avaliar a aptidão física, já que a baixa capacidade de exercício é considerada um preditor de mortalidade nos pacientes com FC.

Assim, esta dissertação apresenta um artigo original que buscou avaliar se a utilização de videogames interativos consegue elevar as respostas fisiológicas de pacientes com FC e indivíduos saudáveis para os níveis preconizados para realização de treinamento aeróbico. Os dados apresentados tem o potencial de demonstrar que estes jogos podem ser incorporados a programas de treinamento físico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÃO

A fibrose cística (FC) é uma doença genética causada por mutações no gene *Cystic Fibrosis Transmembrane Regulator* (CFTR) encontrado na superfície das células de vários tecidos epiteliais que revestem diversos órgãos, incluindo os pulmões, intestino e pâncreas. Este gene codifica uma proteína que funciona como um canal de cloreto regulando o transporte de íons nos tecidos. Um defeito nesse canal pode gerar a perda ou função parcial do CFTR, dando origem à doença (13).

2.2 HISTÓRIA

A FC foi descrita pela primeira vez em 1905 pelo patologista *Landsteiner*, que atribuiu a ela o nome de “fibrose cística do pâncreas”, referindo-se a uma disfunção do pâncreas exócrino, não incluindo as ilhotas de *Langherans*. *Landsteiner* foi quem criou a primeira descrição anatomopatológica da FC em recém-nascidos falecidos no quinto dia de vida por íleo meconial (14). Há 80 anos, *Dorothy Andersen* elaborou a hipótese sobre os aspectos etiológicos desta doença, associando as lesões pancreáticas às pulmonares, demonstrando que a primeira manifestação seria o íleo meconial, em 1938. Assim, *Andersen* estabeleceu a FC como uma doença multissistêmica, com incidência genética e propôs uma padronização de seu tratamento (15).

Farber (1945) observou a propriedade anormal do muco expelido pelas glândulas exócrinas, que era espesso e viscoso e percebeu que a obstrução causada por esse muco acometia diversos órgãos e, assim, identificou que esta secreção era responsável pelas lesões pulmonares e pancreáticas (16). Confirmando as evidências anteriores de *Dorothy Andersen*, *Farber* foi quem conferiu a definição “mucoviscidose” à doença, que é a denominação mais atual, evidenciando o bloqueio tanto dos ductos pancreáticos quanto dos brônquios.

Anderson e Hodges, em 1946, sugeriram a herança autossômica recessiva da FC (17). Alguns anos após este achado, *Lowe et al.* identificaram que a doença deveria ser causada por uma alteração em um único gene, uma única proteína, de acordo com o padrão de herança autossômico recessivo (18).

Em 1981 *Knowles et al.* descreveram as propriedades anormais no transporte de sódio e cloro no epitélio respiratório (19). Estudos que avaliaram a atividade elétrica das células relacionadas aos canais de cloreto dos pacientes com FC por meio da técnica de *patch-clamp* forneceram evidências conclusivas de que havia um defeito na permeabilidade ao cloreto das membranas plasmáticas nos pulmões (19-22). Estes resultados confirmaram a hipótese de que um canal de cloreto que não funciona adequadamente localizado nas membranas da superfície do pulmão ou epitélio glandular seria responsável pela insuficiência respiratória e as outras manifestações clínicas da FC. Em 1985, surge a primeira indicação da presença do gene da FC no cromossoma 7 (23). Em 1989 *Karem et al.* descobriram o gene que causava a FC e o defeito na proteína produzida pelo gene CFTR, com base em pesquisas realizadas através de mapeamento genético (24). Logo, em 1992 tornou-se claro que a proteína CFTR era de fato um canal de cloro defeituoso localizado na membrana apical dos tecidos epiteliais (25).

2.3 EPIDEMIOLOGIA

Atualmente, a FC acomete aproximadamente 86.982 pessoas em todo o mundo. Conforme os dados dos últimos registros, são 44.719 na Europa (26), 29.887 nos Estados Unidos (27), 4.300 no Canadá (28), 3.422 na Austrália (29), e 4.654 no Brasil (2). De acordo com o registro Brasileiro de FC (2016), a doença tem uma prevalência maior na população de origem caucasiana, com uma prevalência de 1/3000 nascidos vivos (2). A FC pode ser considerada uma doença atípica em afrodescendentes chegando a afetar 1/12.000 negros africanos nascidos vivos (30).

Apesar de se tratar de uma doença com um prognóstico grave, crescentes evidências vêm mostrando um avanço no tratamento e na sobrevida (31, 32). Na década de 1970 a sobrevida não chegava à adolescência e, atualmente, a sobrevida mediana prevista já ultrapassa os 40 anos (33, 34).

2.4 DIAGNÓSTICO DA DOENÇA

Por se tratar de uma doença que acomete múltiplos órgãos apresentando uma grande variabilidade de manifestações clínicas, com diferentes graus de comprometimento, o diagnóstico pode não ser simples, havendo necessidade de alguns exames específicos e complementares (35).

2.4.1 Dosagem de Tripsina Imunorreativa

Um dos exames mais utilizados para auxiliar o diagnóstico da FC é a dosagem quantitativa da tripsina imunorreativa (IRT), por imunofluorimetria, que tem por objetivo a determinação quantitativa dos altos níveis de tripsina imunorreativa no sangue na primeira semana de vida. O IRT é uma enzima pancreática que, em razão da obstrução dos ductos pancreáticos, é absorvida pela corrente sanguínea e encontra-se elevada. As amostras de sangue devem ser coletadas em papel-filtro especial. Coletas posteriores a este período podem aumentar a chance de falsos negativos, pois a concentração de IRT vai declinando com o passar do tempo, principalmente após os dois primeiros meses. Este teste é bastante sensível, pois na primeira semana de vida, a concentração de IRT é bastante elevada, mas é pouco específico. A dosagem da IRT é um indicador indireto da FC, pois avalia apenas a integridade da função pancreática(36).

Um teste com valores acima do padrão adotado, 70 ng/mL, deverá ser repetido em um intervalo de 15 a 30 dias e, se mantiver positivo, o paciente deverá realizar o teste do suor ou o teste genético para a confirmação do diagnóstico de FC(36).

2.4.2 Teste do Suor

A mensuração de cloreto no suor por iontoforese quantitativa da pilocarpina é considerada, ainda, o teste padrão ouro para o diagnóstico da fibrose cística, com elevada sensibilidade e especificidade (>95%), baixo custo, além de não ser um

teste invasivo. Este método foi padronizado por *Gibson e Cooke* em 1959. O exame é realizado através da estimulação das glândulas sudoríparas pela aplicação da pilocarpina apenas nos braços ou pernas. A quantidade de suor necessária é de no mínimo 100mg e o tempo de coleta não deve exceder 30 minutos. O resultado é positivo quando a concentração de cloro é maior que 60mEq/L. Valores menores que 45mEq/L são considerados normais; adolescentes e adultos jovens podem ter valores mais elevados e, desta forma, resultados entre 45 e 60 mEq/L são considerados duvidosos e o exame deve ser repetido (37). A realização do teste nos programas de triagem neonatal resultou em mais bebês assintomáticos avaliados no início da vida. Pela gravidade da doença o diagnóstico de FC somente poderá ser firmado com dois testes positivos, realizados em momentos diferentes (38).

2.4.3 Teste Genético para Fibrose Cística

O diagnóstico molecular da FC é muito importante para se conhecer precocemente quais mutações os pacientes apresentam no gene da FC e, assim, iniciar o melhor e mais rápido tratamento, o que se torna decisivo sobre a qualidade de vida e, conseqüentemente, sobre o prognóstico (39, 40). No Brasil poucos centros estão capacitados a realizar este teste e muitos pacientes permanecem sem a confirmação do diagnóstico. Um fato que também se associa a isso é a situação socioeconômica pouco privilegiada de muitos brasileiros que não podem custear a realização deste teste que ainda é de alto custo (41). A identificação de duas mutações conhecidas confirma o diagnóstico de FC, sendo determinante naquele paciente que apresenta quadro clínico característico e teste do suor não conclusivo. O teste genético é extremamente específico, porém não muito sensível (42).

2.5 CLASSES DE MUTAÇÕES

Atualmente, são conhecidas mais de 2.000 mutações ao longo do gene da FC e classificadas em seis classes de acordo com a alteração produzida, sendo as três primeiras, as mais graves. As mutações de classe I resultam em uma alteração ou

ausência da síntese proteica, causada pelas mutações de “*splicing*” em que ocorre a mudança nos códons, durante a síntese proteica. A mutação mais frequente nesta classe é a G542X, que esta relacionada aos fenótipos mais graves. Nas mutações de classe II ocorre um processamento anormal da proteína, impedindo que esta chegue à membrana, e assuma sua composição adequada. Faz parte dessa classe a mutação mais frequente nos pacientes com fibrose cística, a deltaF508. Esta mutação acontece devido a uma deleção de três pares de bases que causa a perda de um resíduo de fenilalanina na posição 508 da proteína. Um estudo evidenciou que a função pulmonar de pacientes portadores de FC heterozigotos para deltaF508 associada a qualquer uma das mutações graves como (G551D, G542X, R553X, W1282X, N1303K, 1717-1G-A e 621+1G-T) não apresentam diferenças fenotípicas significantes dos homozigotos deltaF508 (43, 44).

As mutações da classe III afetam a regulação do canal iônico. Um exemplo dessa classe é a mutação G551D, outra mutação que pertence a esta classe é a como a p.Gly551Asp. Estas mutações estão relacionadas a fenótipos graves. Mutações nas classes IV e V estão associadas à função residual do gene *CFTR* e são geralmente associadas a uma função pancreática satisfatória. As mutações de classe IV produzem uma proteína que é corretamente localizada na membrana e responde à estimulação da ATP, porém promove um fluxo reduzido de íons cloro e reduz o tempo de abertura do canal. Como exemplo as mutações R117H e R347P. Dentre as mutações de classe V, estão a 3849p10kbC>T e A455E que alteram a estabilidade da proteína e o processamento da *CFTR* é normal, porém em quantidade diminuída. As mutações pertencentes a esta classe estão associadas com um fenótipo leve. As mutações de classe VI apresentam função da *CFTR* normal mas com remoção rápida da superfície celular e molécula com menor estabilidade, fazendo parte desta classe as mutações 4326delTC e 4279insA, também sendo relacionadas a fenótipos mais leves da doença (43).

2.6 FISIOPATOLOGIA

No braço longo do cromossoma 7, o gene da FC codifica uma proteína de 1480 aminoácidos, esta proteína se encontra envolvida no transporte de íons para o

interior das células epiteliais. Com o transporte anormal dos íons, um acúmulo de cloro intracelular é acarretado, tornando a célula eletronegativa e fazendo com que haja mais sódio intracelular, gerando também um aumento do fluxo de água para interior da célula, o que deixa o meio extracelular desidratado. Conseqüentemente, as secreções se tornam espessas em diversos órgãos. No trato respiratório especificamente, o transporte iônico inadequado reduz a água e diminui o pH na superfície líquida da via aérea, aumentando a viscosidade das secreções e podendo gerar falha no transporte mucociliar, o que contribui para a instalação de diversos tipos de microrganismos e infecções respiratórias recorrentes (45, 46).

2.7 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES E SINAIS CLÍNICOS

Logo que nascem, crianças com fibrose cística apresentam os pulmões normais, mas com o passar no tempo, começam a surgir processos inflamatórios com células polimorfonucleadas que podem ser identificadas em lavados broncoalveolares e frequentes infecções respiratórias. As infecções crônicas são caracterizadas por exacerbações agudas com febre, perda de peso, aumento da tosse, mudança no volume e cor do escarro. No trato respiratório, lactentes e crianças apresentam pneumonias de repetição, produção excessiva de muco espesso, tosse crônica, pólipos nasais, sinusopatia e bronquiectasias. Já os adolescentes e adultos podem apresentar atelectasias, episódios de hemoptises, infecções crônicas por *pseudomonas aeruginosa*, podendo chegar até a insuficiência respiratória(46).

No trato gastrointestinal e hepático, lactentes e crianças apresentam íleo meconial, esteatorréia, deficiência de vitaminas lipossolúveis, pancreatite de repetição e insuficiência pancreática. Já os adolescentes e adultos podem apresentar, fibrose hepática, esteatose hepática, síndrome da obstrução intestinal e até mesmo neoplasia digestiva. No sistema endócrino e reprodutivo, lactentes e crianças apresentam ausência ou falha no desenvolvimento do canal deferente. Além disso, esses pacientes podem apresentar suor excessivamente salgado, desidratação da mucosa e ainda doença renal. Além disso, podem demonstrar sintomas de depressão e ansiedade(47).

2.8 MEDIDAS DE ACOMPANHAMENTO CLÍNICO

2.8.1 Espirometria

A espirometria é um exame extremamente importante para o controle da progressão da doença. Este exame é recomendado como parte do acompanhamento ambulatorial destes pacientes, devendo ser realizado a cada consulta. A espirometria mede a função pulmonar através das seguintes variáveis: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), índice de *tiffeneau* (VEF_1/CVF) e fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da CVF ($FEF_{25-75\%}$). Neste exame os indivíduos são orientados a ficar na posição sentada e com uso de clipe nasal realizam uma inspiração máxima seguida por uma expiração máxima, rápida e sustentada por pelo menos três segundos. Nesta avaliação são obtidas três curvas aceitáveis e duas curvas reprodutíveis. Os procedimentos técnicos e os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade devem seguir as recomendações da *American Thoracic Society – European Respiratory Society* ATS/ERS (48, 49).

2.8.2 Exames de imagem

É possível avaliar o controle da doença por meio de exames de imagem, como Radiografia de tórax (Raio-X), Tomografia computadorizada (TC) e ainda, por meio da Tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) que atualmente é apresentada como uma melhor ferramenta no diagnóstico e no seguimento de lesões pulmonares, incluindo crianças com função pulmonar normal. É recomendável a realização de uma radiografia de tórax anual e é sugerido ainda realizar uma TCAR de tórax na presença de deterioração clínica, funcional ou radiológica, com intervalos que devem variar de 2 a 4 anos. Nos quadros clínicos onde há exacerbação pulmonar, a radiografia e a TCAR de tórax podem ser realizadas sempre utilizando a menor dose de radiação possível (50, 51).

2.8.3 Escore de gravidade (SK)

A literatura tem demonstrado que o escore de *Shwachman-kulczycki* se correlaciona positivamente com os dados da espirometria, além de apresentar uma forte correlação com o declínio da função pulmonar e o aumento do gasto energético em repouso, auxiliando assim, o controle da gravidade da doença (52). Ainda, o SK foi correlacionado significativamente com a TCAR demonstrando que o aumento do dano no parênquima pulmonar parece ter uma relação entre o gasto metabólico e o escore de gravidade (SK) tanto em pacientes pediátricos, como em adultos. (53)

2.8.4 Teste de Exercício Cardiopulmonar (TECP)

Atualmente, este é o teste mais sensível para mensurar e determinar as respostas fisiológicas ao treinamento físico, sendo o padrão ouro para prescrição de exercício. Este teste tem sido muito utilizado na prática clínica para pacientes com doenças respiratórias pela boa relação com marcadores clínicos como, por exemplo, a função pulmonar. O teste permite avaliar a associação dos sistemas cardiovascular, metabólico e respiratório, tendo como variáveis para desfechos clínicos o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx), a ventilação máxima (VE máx), os equivalentes respiratórios, tanto para o oxigênio quanto para o dióxido de carbono, e as reservas cardíaca e ventilatória (54). A literatura tem demonstrado que o VO_2 de pico é considerado um marcador prognóstico estabelecido na FC, evidenciando que aqueles indivíduos com VO_2 de pico maior podem ter a sobrevida prolongada (5). De acordo com Williams et al., as crianças com FC quando comparadas com indivíduos saudáveis, apresentam um desempenho físico reduzido, assim como a função pulmonar diminuída (4). O TECP pode ser realizado em esteira ou cicloergômetro com protocolos diferentes (5). Neste estudo, os pacientes realizaram o teste em uma esteira ergométrica e com protocolo de carga incremental através da velocidade.

Nixon et al., estudaram 109 sujeitos com FC com uma média de idade de 17 anos para analisar fatores relacionados à mortalidade e evidenciaram que pacientes que apresentaram um VO_2 maior que 82% do previsto apresentaram uma taxa de

sobrevivência de 83% em oito anos. Além disso, quando os participantes foram pareados por função pulmonar e outras variáveis controladas nas análises de modelo univariado correlacionado com a mortalidade, o VO_2 de pico permaneceu como preditor independente de mortalidade. Os pacientes com baixos níveis de aptidão foram associados com um risco de mortalidade três vezes maior quando comparados a indivíduos com níveis maiores de aptidão aeróbica (55). Outro estudo, mais recente, concorda com estes achados e demonstra que baixos níveis de consumo máximo de oxigênio estão associados a um aumento 4,9 vezes maior no risco de mortalidade em indivíduos com FC. Este achado indica que o $\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{máx}}$ pode ser uma variável de acompanhamento importante para ser mensurada, além da avaliação do VEF_1 (5).

Durante os protocolos do TECP, o VO_2 aumenta gradualmente com os incrementos da velocidade ou carga de trabalho, até que a produção de CO_2 ultrapassa os valores de VO_2 , momento que é chamado de limiar anaeróbico (LA) (56). O deslocamento deste ponto em relação aos valores máximos obtidos é um marcador de condicionamento físico. Logo, o LA é considerado um alvo para a prescrição de exercício, que normalmente é realizada de acordo com um percentual da frequência cardíaca máxima (60-85%) ou do consumo máximo de oxigênio (50-90%) (57).

2.9 TRATAMENTO MULTIDISCIPLINAR

Considerando a diversidade da expressão clínica da doença, o atendimento de pacientes com FC deve ser realizado adaptado à necessidade de cada paciente, com uma equipe multidisciplinar, o que o torna mais eficaz. O uso de antibióticos e mucolíticos, associado à fisioterapia, reposição enzimática e terapia nutricional, fazem parte do tratamento dos pacientes com FC e são os responsáveis pelo aumento na sobrevivência destes pacientes (42).

2.9.1 Terapia Medicamentosa

Os antibióticos mais utilizados na prática clínica são a tobramicina inalatória, colistimetato e ciprofloxacino. A escolha de um desses, assim como a frequência de tratamento, depende de alguns fatores, entre eles a diferenciação entre infecção e colonização crônica e seus graus de intensidade e ou gravidade. Para a avaliação e para contribuir no controle da gravidade da doença, a coleta de escarro ou *swab* orofaríngeo deve ser feita a cada consulta para avaliação microbiológica. O tratamento também é seguido pela mudança na microbiota da via aérea, o que pode alterar o prognóstico da doença. *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* fazem parte da colonização mais frequente no trato respiratório, contudo podem estar presentes também *Haemophilus influenzae*, *Burkholderia cepacia*, *Stenotrophomonas maltophilia* e *Streptococcus pneumoniae* (58).

Com o avanço no conhecimento da fisiologia da FC, estão surgindo terapias medicamentosas inovadoras. De acordo com Milla et al., o uso de Lumacaftor/ivacaftor foi bem tolerado na população com idade entre 6 e 11 anos e com mutação homocigota para *delf508*. A utilização foi associada com melhora da depuração pulmonar, transporte de cloreto no suor, estado nutricional e, conseqüentemente, na qualidade de vida após 24 semanas de tratamento. No entanto, existem poucas evidências sobre o tema (59).

2.9.2 Suplementação Nutricional

O cuidado nutricional é fundamental no manejo dos pacientes com FC, já que está associado à progressão da doença. Em alguns casos, o paciente com FC apresenta um estado nutricional comprometido devido à má absorção de nutrientes. As alterações endócrinas e gastrointestinais prejudicam a absorção das vitaminas lipossolúveis. A secreção das enzimas que devem fazer parte do trato digestivo é comprometida pela insuficiência pancreática, assim como a absorção de gorduras e, conseqüentemente, das vitaminas A, D, E e K. A diretriz europeia de nutrição recomenda que seja feita a avaliação nutricional, reposição de micronutrientes e terapias de reposição de enzimas pancreáticas (60).

2.9.3 Fisioterapia & Terapia Inalatória

Historicamente, a fisioterapia respiratória faz parte do manejo de pacientes com FC e o seu benefício já foi demonstrado. A fisioterapia respiratória tem o objetivo de aumentar o transporte do muco nas vias aéreas, contribuindo, assim, para uma melhora do *clearance* mucociliar. Evidências atuais indicam que existe uma tendência cada vez maior de pacientes preferirem técnicas que possam ser auto administradas, facilitando a independência. Dentre as técnicas atuais recomendadas pode-se citar a aceleração do fluxo expiratório (AFE), a expiração lenta e prolongada (ELPR), a desobstrução rinofaríngea retrógrada (DRR), a drenagem autogênica (DA), o ciclo ativo da respiração (CAR), a terapia expiratória manual passiva (TEMP), os osciladores orais de alta frequência (Flutter/ Shaker) e os sistemas de pressão expiratória positiva (PEP), seja através de resistores de orifício, mola (EPAP) ou selo d'água (61).

A combinação da fisioterapia com a terapia inalatória pode aperfeiçoar o tratamento quando realizada de forma adequada. A substância a ser inalada também deve ser ajustada ao sistema de inalação para garantir a eficácia do tratamento. É papel do fisioterapeuta orientar e ajustar a terapia (salina hipertônica, tobramicina, colistimetato, dornase alfa, aztreonam) ao melhor tipo de nebulizador (ultrassônicos, jato de ar, membrana vibratória ativa, membrana vibratória passiva) (35).

2.9.4 Exercício Físico

O exercício físico está associado a inúmeros benefícios sobre a saúde física e mental de crianças e adolescentes. Além de reduzir riscos que o estilo de vida sedentário provoca como o diabetes tipo 2, hipertensão e alterações no perfil lipídico, o exercício promove, principalmente, a melhora na aptidão física, podendo conduzir também a um aumento de força muscular e flexibilidade. Ademais, já foi evidenciado que um estilo de vida fisicamente ativo pode aumentar a sensação de bem-estar (62). Entretanto, evidências sugerem que poucos jovens atendem a

recomendação sobre a dose diária de atividade física de moderada a vigorosa intensidade (63, 64). Um estudo indica, ainda, que a participação em atividades físicas tende a diminuir com o aumento da idade (65).

A literatura demonstra que indivíduos com FC que possuem boa aptidão aeróbica podem apresentar menor declínio da função pulmonar, melhora na qualidade de vida e redução de internações hospitalares. Além disso, a prática de exercício auxilia no *clearance* mucociliar, evitando, assim, infecções no trato respiratório (66). No entanto, baixos níveis de adesão ao exercício têm sido relatados, considerando a complexidade do tratamento destes pacientes. Neste sentido, a adesão à prática regular de exercício tem sido considerada um desafio. No entanto, a participação de crianças e adolescentes em programas de treinamento já tem sido demonstrado na literatura como uma intervenção que pode aumentar a autoestima, o que é considerado como um fator importante para medir o comportamento de adesão (67).

Atualmente, muitos indivíduos enfrentam algumas barreiras para serem ativos, como falta de segurança para praticar esportes na rua, fatores climáticos que podem interferir na atividade, como dias chuvosos, ou até mesmo fatores psicológicos que afetam o desempenho físico de muitas pessoas, como a insatisfação relacionada à imagem corporal (9). A fim de aumentar a adesão dos pacientes ao treinamento físico, a terapia virtual surgiu como uma alternativa que pode colaborar para a participação em longo prazo na prática de atividade física (11).

2.9.5 Terapia Virtual

A atividade física é um fator importante na prevenção de doenças cardiovasculares. *Cuisle Ford* e *Juliette Hussey* demonstraram que mais de 40% das crianças de *Dublin* não estavam alcançando as recomendações para a prática de atividade física. Dados do mesmo estudo mostraram que a televisão foi o maior contribuinte para o sedentarismo das crianças e que o uso de videogames interativos pode ser uma alternativa para praticar atividade física (68).

Os videogames interativos Nintendo Wii e Xbox One simulam movimentos de personagens, o que permite que os jogadores se movam livremente controlando esses personagens enquanto eles se divertem arremessando a bola, balançando a raquete, dançando, correndo, etc. Estudos vêm demonstrando que estes videogames estão associados a atividades de moderada a vigorosa intensidade, dependendo da escolha do jogo (69, 70). A literatura indica que a experiência de jogo pode afetar a intensidade do exercício e a habilidade do jogador. Além disso, já foi comprovado que a energia gasta pode depender do esforço e do tipo de movimento que o jogo exige (71).

Um estudo indica que os indivíduos podem alcançar moderados níveis de atividade física (3,0–5,0 equivalentes metabólicos) jogando "Kinect Sports Boxing" (72). Sanders et al., evidenciaram que "Kinect Boxing" representou moderada a vigorosa intensidade de atividade física quando comparado com "Wii Boxing" (73). A literatura revela que quando o Xbox kinect foi comparado ao exercício padrão em pacientes com FC, forneceu uma demanda cardiovascular semelhante. Dados do mesmo estudo indicaram que o Xbox kinect causou menos dispneia e fadiga (74). Kuys et al. mostraram que o Nintendo Wii induziu frequências cardíacas máximas significativamente mais altas em comparação com um ciclo ergômetro em adultos com FC admitidos no hospital (75). Assim, acredita-se que crianças e adolescentes com FC são o público adequado para a utilização de videogames interativos, pois além dos benefícios que o exercício proporciona em nível cardiovascular, pode auxiliar na expectoração de escarro (75). Em adição a isso, Del corral et al., evidenciou que um programa domiciliar usando videogames interativos pode melhorar a capacidade de exercício, força muscular e qualidade de vida a curto prazo em crianças e adolescentes com FC (12).

Uma revisão sistemática em que foram incluídos 5 estudos com pacientes com FC apontou que videogames interativos (Xbox Kinect e Nintendo Wii) podem gerar uma resposta de frequência cardíaca semelhante à intensidade necessária para treinamento físico em pacientes com FC (11). No entanto, a falta de evidências avaliando os parâmetros de aptidão física mensurados no TECP em pacientes com FC e indivíduos saudáveis, motivou a realização deste estudo, além de buscar avaliar também a preferência entre diferentes consoles.

3 JUSTIFICATIVA

A FC é uma doença com elevados índices de morbimortalidade, sendo que as principais causas estão relacionadas à evolução da doença pulmonar. Dessa forma, a prática de exercícios físicos capazes de gerar treinamento aeróbico pode contribuir para uma melhora clínica e impactar diretamente na expectativa de vida e no prognóstico destes pacientes. Além disso, a baixa adesão ao tratamento da fisioterapia e à prática de atividade física são fatores limitadores do tratamento, podendo estar relacionados à grande quantidade de terapias associadas e aos longos períodos necessários para a sua realização. Este fato demonstra que é preciso investigar a utilização de terapias inovadoras e atuais. Neste sentido, os videogames interativos podem proporcionar bem estar físico e emocional, colaborando, assim, para melhorar a adesão dos pacientes a programas de reabilitação. Entretanto, ainda não há um consenso na literatura se os videogames interativos são capazes de gerar a demanda cardiorrespiratória necessária para induzir os ganhos oriundos da prática regular de exercício físico. A falta de evidências sobre o tema justifica o presente estudo na busca de um melhor conhecimento e entendimento sobre esta prática, contribuindo, assim, para que esta nova modalidade de treinamento físico possa ser incluída em programas de reabilitação e como recomendação válida para o tratamento de pacientes com FC.

Desta forma, é relevante investigar qual demanda cardiovascular e metabólica é gerada pelo uso de videogames interativos em comparação com o TECP, que é considerado o padrão ouro para a avaliação da capacidade de exercício.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se a utilização de videogames interativos por indivíduos com fibrose cística e saudáveis gera a demanda cardiorrespiratória necessária para treinamento físico aeróbico tendo como parâmetro o desempenho no TECP.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar se a demanda gerada pelos consoles (Nintendo Wii e do Xbox One) é suficiente para atingir os níveis preconizados para treinamento.

Comparar as respostas cardiorrespiratórias durante o uso de diferentes jogos nos consoles Nintendo Wii e Xbox One.

Comparar a aceitabilidade dos pacientes com FC e dos indivíduos saudáveis em relação ao uso dos dois diferentes consoles (Nintendo Wii e Xbox One).

5 HIPÓTESE

A hipótese deste estudo é que os jogos interativos poderão fornecer demandas cardiorrespiratórias e metabólicas equivalentes às respostas fisiológicas atingidas no limiar anaeróbico do TECP, podendo, desta forma, serem indicados como modalidade de exercício para pacientes com FC e indivíduos saudáveis.

6 MÉTODOS

6.1 DELINEAMENTO

Estudo observacional, do tipo transversal.

6.2 AMOSTRA

A amostra foi composta por pacientes com diagnóstico confirmado de FC e idade acima de seis anos que faziam acompanhamento regular no ambulatório de Fibrose Cística do Hospital São Lucas da PUCRS. Além disso, recrutou-se um grupo de indivíduos saudáveis, pareados por idade e sexo, como controles.

6.3 TAMANHO AMOSTRAL

Para o cálculo de tamanho amostral utilizou-se como base o estudo de Del Corral et al. (76) que comparou o uso de vídeo games com o teste de caminhada dos seis minutos. Utilizando-se os desvios padrões do consumo de oxigênio de 282 e 113 mL.m⁻¹, poder de 95%, índice de significância de 5%, correlação entre as variáveis de 0,7 e diferença entre as médias de 150 mL.m⁻¹, foi estimado um tamanho amostral de 28 indivíduos. Assim, estimou-se recrutar 28 pacientes com fibrose cística e 28 indivíduos saudáveis, pareados por sexo e idade, totalizando 56 indivíduos.

6.3.1 Critérios de inclusão

- Pacientes com Fibrose Cística: diagnóstico clínico de fibrose cística confirmado pelo teste do suor ou pelo teste genético, idade a partir de seis anos e apresentar condições clínicas estáveis.
- Indivíduos saudáveis: ser considerado saudável a partir da avaliação da espirometria e da aplicação do questionário de saúde e apresentar idade a partir de seis anos.

6.3.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo aqueles pacientes de ambos os grupos que apresentaram cardiopatias, doenças musculoesqueléticas, doenças neurológicas ou sinais de exacerbação pulmonar. Além disso, foram excluídos aqueles sujeitos que apresentaram dificuldade em compreender ou não conseguiram realizar o teste de exercício cardiopulmonar.

6.4 DESENHO EXPERIMENTAL

Inicialmente foi solicitada a autorização para realização da pesquisa junto à Comissão Científica da Escola de Medicina e ao Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

Posteriormente, os pacientes do ambulatório de Fibrose Cística do Hospital São Lucas da PUCRS foram convidados a participar deste estudo de acordo com os critérios de elegibilidade. A partir de um agendamento prévio, foi entregue o termo de consentimento livre e esclarecido para os pais ou responsáveis. Os participantes menores de 18 anos assinaram o termo de assentimento livre e esclarecido. Além disso, todos os participantes preencheram um questionário para avaliar o nível de atividade física antes da avaliação e foram coletadas as medidas antropométricas, como o peso e a altura. Após, foi marcada a primeira visita ao Laboratório de Atividade Física em Pediatria da PUCRS, no qual foi realizado o TECP para avaliação das respostas cardiorrespiratórias durante o exercício, seguido da

randomização da ordem dos videogames (Nintendo Wii ou Xbox One) que foram realizados na visita 2. Na visita subsequente, os pacientes realizaram os dois vídeos games interativos. A prática do vídeo game foi realizada utilizando-se os consoles Nintendo Wii e Xbox One (10 minutos cada) de forma aleatória (por sorteio) para a avaliação das variáveis fisiológicas durante o exercício. Foi fornecido um repouso de 10 minutos entre a prática de cada vídeo game para retorno das variáveis aos níveis basais. Durante a realização dos jogos interativos os pacientes utilizaram um acelerômetro triaxial wGT3X-BT® para avaliação do nível de atividade física gerado.

Dados clínicos (insuficiência pancreática, colonização crônica por *Pseudomonas aeruginosa*, identificação do tipo de mutação) e de função pulmonar (espirometria) foram coletados das fichas de acompanhamento dos pacientes com FC, tendo os pesquisadores assinado um termo de compromisso para utilização de dados.

Em paralelo a isso, foram convidados sujeitos hígidos que realizaram igualmente duas visitas, sendo a primeira para avaliação do TECP e a segunda para a realização do vídeo game interativo, de acordo com a randomização prévia (Nintendo Wii ou Xbox One). Além disso, foi realizada uma espirometria para avaliação da função pulmonar e aplicado um questionário de saúde respiratória. Estes indivíduos foram convidados por meio de anúncios e de carta convite para participar do estudo. A figura abaixo ilustra esquematicamente as visitas do estudo.

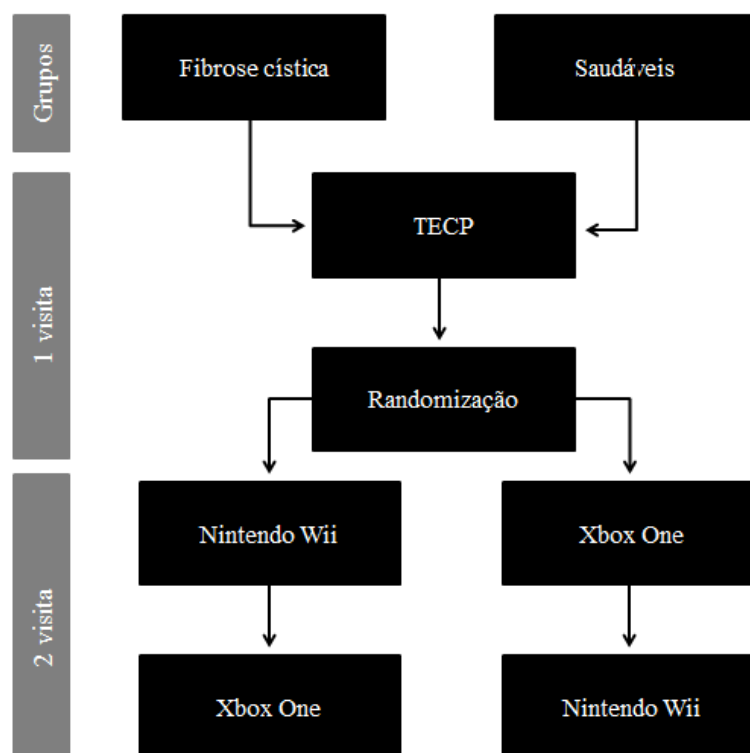


Figura 1. Sistematização da logística do presente estudo.

6.5 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Foram medidos peso e altura em triplicata ou até a obtenção de dois valores reprodutíveis. Estas medidas foram realizadas com os indivíduos em ortostase, com a menor quantidade de roupas possível, através de balança digital (G-tech, Glass 1 FW, Rio de Janeiro, Brasil) previamente calibrada com 100g de precisão. A altura foi mensurada utilizando-se um estadiômetro (AlturaExata, TBW, São Paulo, Brasil), com os participantes com os pés descalços, tornozelos unidos e braços estendidos ao longo do corpo. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela relação entre peso e altura (Kg/m^2). Foi utilizado o programa *WHO Anthroplus* para calcular o escore-z do IMC (77).

6.6 DADOS CLÍNICOS

Foram coletados dados clínicos dos pacientes com FC nas fichas de acompanhamento ambulatorial. Estes dados incluíram a insuficiência pancreática, colonização crônica por *Pseudomonas aeruginosa* e identificação do tipo de mutação. A definição da presença de *Pseudomonas* crônico foi baseada nos resultados das últimas três amostras de *swab* orofaríngeo ou coletas de escarro que apresentaram cultura positiva em um período de seis a nove meses, e que estivessem fazendo uso de antibióticos para erradicação durante o mesmo período (78).

6.7 QUESTIONÁRIO DE SAÚDE RESPIRATÓRIA

Os sujeitos hígidos responderam um questionário para crianças e adolescentes que incluiu 18 perguntas sobre a saúde respiratória. No questionário havia questões sobre histórico de tabagismo dos pais durante a gravidez, história familiar de asma, sintomas de asma ou bronquite, e também rinite alérgica da criança ou adolescente (79).

6.8 ESPIROMETRIA

A espirometria foi realizada utilizando-se o aparelho *KOKO spirometer* (Louisville, CO). As variáveis mensuradas incluíram a capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), índice de *Tiffeneau* (VEF_1/CVF) e fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da capacidade vital ($FEF_{25-75\%}$). Os indivíduos foram orientados a ficar na posição ortostática, sem a utilização do clipe nasal, e foram encorajados a realizar uma inspiração máxima e, após uma expiração máxima, rápida e sustentada por pelo menos três segundos. Neste teste foram obtidas três curvas aceitáveis e duas curvas reprodutíveis. Todos os métodos técnicos e critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade seguiram as recomendações da *American Thoracic Society – European Respiratory Society* ATS/ERS (32). Para a normalização dos dados espirométricos foi utilizada a equação internacional GLI 2012 (33).

6.9 QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA

Os sujeitos foram convidados a avaliar seus níveis de atividade física por meio da versão curta do *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ). Aqueles com idade até 15 anos responderam o (IPAQ-C), este questionário inclui a prática de esportes e jogos, atividades físicas na escola e nos momentos de lazer, incluindo o fim de semana. Em cada questão pode-se marcar um valor entre 1 e 5 pontos, em que a pontuação final é a média das questões, representando o intervalo entre muito sedentário (1) e muito ativo (5). De acordo com este escore, os indivíduos foram classificados em ativos (≥ 3 pontos) ou sedentários (<3 pontos). Já aqueles com idade acima de 15 anos responderam o questionário IPAQ-A. Este questionário apresenta 8 questões que considera o tempo de caminhada, de atividade moderada ou vigorosa realizada por pelo menos 10 minutos contínuos na última semana. Os dados foram coletados em minutos por semana (min/semana) para cada uma das questões. Para esta classificação utilizou-se o seguinte critério de definição para sujeitos ativos: somatório de pelo menos 150 minutos por semana de atividades físicas de intensidade moderada, subdivididas no mínimo 3 vezes/semana ou atividades físicas vigorosas por pelo menos 3 sessões de 20 minutos/semana (80).

6.10 TESTE DE EXERCÍCIO CARDIOPULMONAR

A realização deste teste obedeceu às recomendações da *American Thoracic Society* e *American College of Chest Physician* (57). Foi utilizado um sistema computadorizado (Aerograph, AeroSport®, Estados Unidos), conectado a um analisador de gases (VO₂₀₀₀, MedGraphics®, Estados Unidos), e utilizando uma esteira rolante (KT-10400, Inbramed®, Brasil) com um protocolo incremental através da velocidade. Neste teste foram coletadas variáveis que incluem: o consumo máximo de oxigênio (VO₂máx), a ventilação máxima (VE_{máx}), o coeficiente de troca respiratória (RQ), a saturação periférica de oxigênio (SpO₂), os níveis subjetivos de dispneia e cansaço nas pernas (escala de BORG modificada), o oxigênio de pulso (VO₂/FC), os equivalentes metabólicos para o oxigênio (VE/VO₂) e para o dióxido de

carbono (VE/VCO_2) e a frequência cardíaca máxima ($F_{cm\acute{a}x}$). A $F_{cm\acute{a}x}$ foi mensurada durante o teste utilizando-se frequencímetro da marca Polar® a cada minuto até o final do teste. Da mesma forma, foi utilizado um oxímetro de pulso (DX2405, Dixtal®, Brasil) para a monitoração da SpO_2 .

Durante o teste os indivíduos foram orientados a caminhar por 2 minutos (período de adaptação), com uma velocidade de 3 km/h e sem inclinação. Após este período, ocorreu a inclinação fixa da esteira em 3% e incrementos na velocidade de 0,5Km/h, a cada minuto. Os sujeitos foram encorajados a manter o ritmo até a exaustão (dispneia, dor nas pernas e/ou tontura). Para ser considerado máximo, três dos seguintes critérios foram observados: exaustão ou incapacidade para manter a velocidade proposta, coeficiente de troca respiratória $>1,10$, F_c máxima alcançada $>85\%$ da FC estimada (ponto de corte de 180 bpm) e presença de platô no VO_2 máx (62, 81).

6.11 VÍDEO GAMES INTERATIVOS

Para a realização deste teste os indivíduos utilizaram dois videogames interativos (Nintendo Wii® e Xbox One®) por 10 minutos cada. Os participantes utilizaram uma máscara Neoprene® para a coleta dos gases durante os jogos. As variáveis avaliadas englobam: $VO_{2m\acute{a}x}$, CO_2 , $VE_{m\acute{a}x}$, RQ, VE/VO_2 e VE/VCO_2 . Adicionalmente, foram registradas SpO_2 , os níveis subjetivos de dispneia e cansaço nas pernas (escala de BORG modificada), VO_2/FC e $F_{cm\acute{a}x}$. Os participantes foram motivados a jogar três jogos de cada console. No Nintendo Wii foram utilizados os jogos do Wii Fit Plus: (1) Obstacle Course, (2) Rhythm Boxing e (3) Free Run e no Xbox One foi utilizado o Just Dance 2015 com os jogos: (1) Love Me Again por John Newman, (2) Summer por Calvin Harri e (3) Happy por Pharrell Williams. Para a análise dos dados, foi realizada a média dos últimos 30s de cada jogo, tanto para Nintendo-Wii® como para o Xbox One®.

6.12 ACELERÔMETRO

Durante os jogos interativos, todos os participantes utilizaram um acelerômetro triaxial wGT3X-BT® no lado esquerdo da cintura. Os resultados das variáveis de atividade física foram expressos em total de passos por minuto (82).

6.13 PERCEPÇÃO DE FADIGA

Para esta avaliação foi utilizada a escala OMNI no formato de ciclo (83). Primeiramente, as crianças e adolescentes foram familiarizados com o escala e, após finalizarem o último jogo de cada console, avaliaram visualmente a escala. Em seguida, responderam “Como sentiram o corpo cansado durante os jogos?”, graduando em uma pontuação de 0 a 10.

6.14 NÍVEL DE SATISFAÇÃO

Os participantes avaliaram seu nível de satisfação utilizando uma escala do tipo Likert de 5 pontos. Quando terminaram os jogos de cada console, os sujeitos analisaram visualmente a escala e responderam o seu grau de satisfação, no qual 1 representava nenhuma satisfação e 5 muita satisfação.

6.15 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Os testes realizados neste estudo obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução n. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Todos os métodos utilizados oferecem riscos mínimos à saúde dos participantes e os dados coletados foram utilizados apenas para cunho científico, garantindo-se o seu sigilo e anonimato. O projeto foi submetido à avaliação da Comissão Científica do Instituto de Pesquisas Biomédicas da PUCRS (n° 7991 –

Anexo 1) e também obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (PUCRS) sob o número 68731617.9.0000.5336 (Anexo 2).

6.16 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi avaliada através do teste de *Shapiro-Wilk*. Os dados contínuos que apresentaram distribuição normal foram apresentados em média e desvio padrão, enquanto os dados assimétricos em mediana e intervalo interquartil. As variáveis categóricas foram apresentadas em frequências (absoluta e relativa). Para comparar as características amostrais entre o grupo controle e o FC foi realizado o teste t de *Student* para amostras independentes ou o teste de *Man Whitney*, de acordo com a normalidade. Para verificar a associação foi utilizado o teste de qui-quadrado de *Pearson* e para a comparação das variáveis cardiorrespiratórias entre o TECP e os videogames interativos Nintendo Wii e Xbox One foi realizado o teste de ANOVA de uma via, seguido do pós-teste de *Bonferroni*. O processamento foi realizado no programa SPSS 18.0 e o nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

7 CONCLUSÕES

Esta dissertação buscou avaliar as respostas cardiorrespiratórias de pacientes com FC e indivíduos saudáveis durante a realização de um TECP e durante a utilização de videogames interativos. Além disso, foi avaliada a satisfação dos indivíduos em relação aos diferentes consoles. Os achados do presente estudo demonstram que, dentre os jogos testados, dois (“Wii Fit Free Run” e “Just Dance-Summer”) produziram respostas similares as do limiar anaeróbico identificado no TECP, indicando que estes jogos podem ser uma alternativa para a prática de exercício físico tanto para pacientes com FC como para indivíduos saudáveis. Neste estudo, observou-se que crianças e adolescentes ficaram satisfeitas ou muito satisfeitas com jogos e com os videogames, não apresentando preferência por um determinado console. Foi possível observar que o uso da terapia interativa pode ser uma ferramenta alternativa para melhorar a adesão ao exercício, no entanto a escolha do jogo pode influenciar na demanda cardiorrespiratória.

Além disso, durante o percurso deste estudo pôde-se perceber algumas dificuldades de recrutamento. No grupo FC, o pouco tempo de disponibilidade dos pacientes e responsáveis antes ou após o ambulatório de FC não permitiu que o tamanho amostral pudesse ser maior. No entanto, foi mais difícil o recrutamento de indivíduos controles do que pacientes com FC. Tal fato demonstrou que indivíduos controles apresentaram maior resistência ou não consideraram relevante à avaliação do nível de aptidão física, mesmo apresentando condições de sedentarismo. Observou-se que foi mais difícil recrutar crianças para o grupo controle do que adolescentes, pois estas dependiam da disponibilidade dos responsáveis. Ainda, foi possível perceber que algumas das crianças excluídas demonstraram maior sensação de medo ou de sufocamento quando estavam sendo preparadas para realizar o TECP do que quando estavam sendo preparadas para os testes com os videogames.

Esperamos ter contribuído para o melhor entendimento sobre as respostas fisiológicas durante o uso de videogames interativos e sobre a intensidade de exercício necessária para que os jogos sirvam como uma alternativa de treinamento físico.

8 REFERÊNCIAS

1. Dodge JA. A millennial view of cystic fibrosis. *Developmental period medicine*. 2015;1:9-13.
 2. Registro Brasileiro de Fibrose Cística [Internet]. 2016. Available from: <http://portalqbefc.org.br/relatorios-anuais-rebrafc>.
 3. Davis PB. Cystic fibrosis since 1938. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2006;173(5):475-82.
 4. Williams CA, Stevens D. Physical activity and exercise training in young people with cystic fibrosis: Current recommendations and evidence. *Journal of Sport and Health Science*. 2013;2(1):39-46.
 5. Vendrusculo FM, Heinzmann-Filho JP, da Silva JS, Ruiz MP, Donadio MVF. Peak Oxygen Uptake and Mortality in Cystic Fibrosis: Systematic Review and Meta-Analysis. *Respiratory care*. 2019;64(1):91-8.
 6. Radtke T, Nevitt SJ, Hebestreit H, Kriemler S. Physical exercise training for cystic fibrosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017(11):CD002768.
 7. Pianosi P, LeBlanc J, Almudevar A. Relationship between FEV1 and peak oxygen uptake in children with cystic fibrosis. *Pediatric pulmonology*. 2005;40(4):324-9.
 8. Must A, Tybor D. Physical activity and sedentary behavior: a review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth. *International journal of obesity*. 2005;29(S2):S84.
 9. Modi AC, Quittner AL. Barriers to treatment adherence for children with cystic fibrosis and asthma: what gets in the way? *Journal of pediatric psychology*. 2006;31(8):846-58.
 10. Salonini E, Gambazza S, Meneghelli I, Tridello G, Sanguanini M, Cazzarolli C, et al. Active video game playing in children and adolescents with cystic fibrosis: exercise or just Fun? *Respiratory care*. 2015;60(8):1172-9.
 11. Carbonera RP, Vendrusculo FM, Donadio MVF. Physiological responses during exercise with video games in patients with cystic fibrosis: A systematic review. *Respiratory medicine*. 2016;119:63-9.
-

12. del Corral T, i Iranzo MÀC, López-de-Uralde-Villanueva I, Martínez-Alejos R, Blanco I, Vilaró J. Effectiveness of a Home-Based Active Video Game Programme in Young Cystic Fibrosis Patients. *Respiration*. 2018;95(2):87-97.
 13. Elborn JS. Cystic fibrosis. *Lancet*. 2016;388(10059):2519-31.
 14. Landsteiner K. Darmverschluss durch eingedicktes Meconium. Pankreatitis, Centralbl f allg Path u path Anat. 1905;16:903.
 15. Andersen DH. Cystic fibrosis of the pancreas and its relation to celiac disease: a clinical and pathologic study. *American journal of Diseases of Children*. 1938;56(2):344-99.
 16. Farber S. Some organic digestive disturbances in early life. *J Mich Med Soc*. 1945;44:587.
 17. Andersen DH, Hodges RG. Celiac syndrome: V. genetics of cystic fibrosis of the pancreas with a consideration of etiology. *American journal of diseases of children*. 1946;72(1):62-80.
 18. Lowe C, May C, Reed S. Fibrosis of the pancreas in infants and children: a statistical study of clinical and hereditary features. *American journal of diseases of children*. 1949;78(3):349-74.
 19. Knowles M, Gatzky J, Boucher R. Relative ion permeability of normal and cystic fibrosis nasal epithelium. *The Journal of clinical investigation*. 1983;71(5):1410-7.
 20. Welsh MJ, Liedtke CM. Chloride and potassium channels in cystic fibrosis airway epithelia. *Nature*. 1986;322(6078):467.
 21. Welsh MJ. An apical-membrane chloride channel in human tracheal epithelium. *Science*. 1986;232(4758):1648-50.
 22. Schoumacher RA, Shoemaker RL, Halm DR, Tallant EA, Wallace RW, Frizzell RA. Phosphorylation fails to activate chloride channels from cystic fibrosis airway cells. *Nature*. 1987;330(6150):752.
 23. Wainwright BJ, Scambler PJ, Schmidtke J, Watson EA, Law H-Y, Farrall M, et al. Localization of cystic fibrosis locus to human chromosome 7cen-q22. *Nature*. 1985;318(6044):384.
 24. Kerem E, Corey M, Kerem B-s, Rommens J, Markiewicz D, Levison H, et al. The relation between genotype and phenotype in cystic fibrosis—analysis of the most common mutation ($\Delta F508$). *New England Journal of Medicine*. 1990;323(22):1517-22.
-

25. Bear CE, Li C, Kartner N, Bridges RJ, Jensen TJ, Ramjeesingh M, et al. Purification and functional reconstitution of the cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (CFTR). *Cell*. 1992;68(4):809-18.
 26. ECFS Patient Registry Annual Data Report [Internet]. 2016. Available from: www.ecfs.eu/projects/ecfs-patient-registry/annual-reports.
 27. Foundation CF. Annual Data Report Patient Registry. 2016.
 28. Annual Data Report Patient Registry [Internet]. 2017. Available from: www.cysticfibrosis.ca/uploads/Registry%20Report%202017/2017%20Registry%20Annual%20Data%20Report.pdf.
 29. Australian Annual Report [Internet]. 2015. Available from: <https://www.cysticfibrosis.org.au/getmedia/d0718682-f382-4a99-b6e7-f06d31d8bc36/17P-0960-Cystic-Fibrosis-Annual-Report-FINAL.pdf.aspx>.
 30. Feuillet-Fieux M, Ferrec M, Gigarel N, Thuillier L, Sermet I, Steffann J, et al. Novel CFTR mutations in black cystic fibrosis patients. *Clinical genetics*. 2004;65(4):284-7.
 31. Koch C, Høiby N. Diagnosis and treatment of cystic fibrosis. *Respiration*. 2000;67(3):239-47.
 32. Dodge J, Lewis P, Stanton M, Wilsher J. Cystic fibrosis mortality and survival in the UK: 1947–2003. *European Respiratory Journal*. 2007;29(3):522-6.
 33. Fibrosis BPAWPoC. Cystic fibrosis in the United Kingdom 1977-85: an improving picture. *BMJ: British Medical Journal*. 1988:1599-602.
 34. Dodge J, Lewis P. Cystic fibrosis is no longer an important cause of childhood death in the UK. *Archives of Disease in Childhood*. 2005;90(5):547.
 35. Athanazio RA, Silva Filho LVRF, Vergara AA, Ribeiro AF, Riedi CA, Procianny EdFA, et al. Diretrizes brasileiras de diagnóstico e tratamento da fibrose cística. *Jornal brasileiro de pneumologia Brasília Vol 43, no 3 (mai/jun 2017)*, p 219-245. 2017.
 36. Ribeiro JD, Ribeiro MÂGdO, Ribeiro AF. Controvérsias na fibrose cística: do pediatra ao especialista. *Jornal de Pediatria*. 2002;78-Supl.2/S171.
 37. Gibson LE, Cooke RE. A test for concentration of electrolytes in sweat in cystic fibrosis of the pancreas utilizing pilocarpine by iontophoresis. *Pediatrics*. 1959;23(3):545-9.
-

38. Rowe SM, Clancy JP. Advances in cystic fibrosis therapies. *Current opinion in pediatrics*. 2006;18(6):604-13.
 39. Cabello GM. Avanços da genética na fibrose cística. *Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto*. 2011;10(4):36-45.
 40. Kerem B-s, Rommens JM, Buchanan JA, Markiewicz D, Cox TK, Chakravarti A, et al. Identification of the cystic fibrosis gene: genetic analysis. *Science*. 1989;245(4922):1073-80.
 41. Streit C, Burlamaque-Neto AC, e Silva FdA, Giugliani R, Pereira MLS. CFTR gene: molecular analysis in patients from South Brazil. *Molecular genetics and metabolism*. 2003;78(4):259-64.
 42. Smyth AR, Bell SC, Bojcin S, Bryon M, Duff A, Flume P, et al. European cystic fibrosis society standards of care: best practice guidelines. *Journal of cystic fibrosis*. 2014;13:S23-S42.
 43. Welsh MJ, Smith AE. Molecular mechanisms of CFTR chloride channel dysfunction in cystic fibrosis. *Cell*. 1993;73(7):1251-4.
 44. Gan K-H, Veeze HJ, van den Ouweland A, Halley D, Scheffer H, van der Hout A, et al. A cystic fibrosis mutation associated with mild lung disease. *New England Journal of Medicine*. 1995;333(2):95-9.
 45. Dequeker E, Stuhmann M, Morris MA, Casals T, Castellani C, Claustres M, et al. Best practice guidelines for molecular genetic diagnosis of cystic fibrosis and CFTR-related disorders—updated European recommendations. *European Journal of Human Genetics*. 2009;17(1):51.
 46. Lyczak JB, Cannon CL, Pier GB. Lung infections associated with cystic fibrosis. *Clinical microbiology reviews*. 2002;15(2):194-222.
 47. Dalcin PdTR, Abreu e Silva FAd. Fibrose cística no adulto: aspectos diagnósticos e terapêuticos. *Jornal brasileiro de pneumologia Brasília Vol 34, n 2* (2008), p 107-117. 2008.
 48. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *European respiratory journal*. 2005;26(2):319-38.
 49. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, Culver B, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95 year age range: the global lung function 2012 equations. *European Respiratory Journal*.(2012):1324-1343.
-

50. Marchant J, Masel J, Dickinson F, Masters I, Chang AB. Application of chest high-resolution computer tomography in young children with cystic fibrosis. *Pediatric pulmonology*. 2001;31(1):24-9.
 51. Pereira FFL, Figueiredo R, Pedrosa JF, Alvim CG, Camargos PAM, da Cunha Ibiapina C. Escores clínicos e diagnósticos por imagem na fibrose cística. *Rev Med Minas Gerais*. 2012;22(Supl 7):S32-S9.
 52. Stollar F, Adde FV, Cunha MT, Leone C, Rodrigues JC. Shwachman-Kulczycki score still useful to monitor cystic fibrosis severity. *Clinics*. 2011;66(6):979-83.
 53. Demirkazık FB, Arıyürek OM, Özçelik U, Göçmen A, Hassanabad HK, Kiper N. High resolution CT in children with cystic fibrosis: correlation with pulmonary functions and radiographic scores. *European journal of radiology*. 2001;37(1):54-9.
 54. Guazzi M, Arena R, Halle M, Piepoli M, Myers J, Lavie C. Focused update: clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations.(2016);133(24):694-711.
 55. Nixon PA, Orenstein DM, Kelsey SF, Doershuk CF. The prognostic value of exercise testing in patients with cystic fibrosis. *New England Journal of Medicine*. 1992;327(25):1785-8.
 56. Urquhart D, Vendrusculo F. Clinical interpretation of cardiopulmonary exercise testing in cystic fibrosis and implications for exercise counselling. *Paediatric respiratory reviews*. 2017;24:72-8.
 57. Thompson PD, Arena R, Riebe D, Pescatello LS. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. *Current sports medicine reports*. 2013;12(4):215-7.
 58. Foundation CF. Cystic Fibrosis Foundation Patient Registry. 2012 Annual Data Report. Cystic Fibrosis Foundation Bethesda, MD; 2013.
 59. Milla CE, Ratjen F, Marigowda G, Liu F, Waltz D, Rosenfeld M. Lumacaftor/ivacaftor in patients aged 6–11 years with cystic fibrosis and homozygous for F508del-CFTR. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2017;195(7):912-20.
 60. Chaves CRM, Cunha ALP. Nutritional assessment and recommendations for children and adolescents with cystic fibrosis. *Revista Paulista de Pediatria*. 2012;30(1):131-8.
-

61. Bradley JM, Moran FM, Elborn JS. Evidence for physical therapies (airway clearance and physical training) in cystic fibrosis: an overview of five Cochrane systematic reviews. *Respiratory medicine*. 2006;100(2):191-201.
 62. Rodrigues AN, Perez AJ, Carletti L, Bissoli NS, Abreu GR. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. *Jornal de Pediatria*. 2006;82(6):426-30.
 63. Dumith SC, Gigante DP, Domingues MR, Kohl III HW. Physical activity change during adolescence: a systematic review and a pooled analysis. *International journal of epidemiology*. 2011;40(3):685-98.
 64. Deforche BI, De Bourdeaudhuij IM, Tanghe AP. Attitude toward physical activity in normal-weight, overweight and obese adolescents. *Journal of adolescent health*. 2006;38(5):560-8.
 65. Dentre KN, Beals K, Crouter SE, Eisenmann JC, McKenzie TL, Pate RR, et al. Results from the United States' 2014 report card on physical activity for children and youth. *Journal of Physical Activity and Health*. 2014;11(s1):S105-S12.
 66. Dwyer TJ, Elkins MR, Bye PT. The role of exercise in maintaining health in cystic fibrosis. *Current opinion in pulmonary medicine*. 2011;17(6):455-60.
 67. Swisher AK, Erickson M. Perceptions of physical activity in a group of adolescents with cystic fibrosis. *Cardiopulmonary physical therapy journal*. 2008;19(4):107.
 68. Forde C, Hussey J. How children use active videogames and the association between screen time and physical activity. *Games for health Journal*. 2015;4(4):312-7.
 69. Wu P-T, Wu W-L, Chu I-H. Energy expenditure and intensity in healthy young adults during exergaming. *American journal of health behavior*. 2015;39(4):556-61.
 70. O'Donovan C, Hirsch E, Holohan E, McBride I, McManus R, Hussey J. Energy expended playing Xbox Kinect™ and Wii™ games: a preliminary study comparing single and multiplayer modes. *Physiotherapy*. 2012;98(3):224-9.
 71. Clevenger KA, Howe CA. Energy cost and enjoyment of active videogames in children and teens: Xbox 360 Kinect. *Games for health journal*. 2015;4(4):318-24.
 72. O'Donovan C, Grealley P, Canny G, McNally P, Hussey J. Active video games as an exercise tool for children with cystic fibrosis. *Journal of Cystic Fibrosis*. 2014;13(3):341-6.
-

73. Sanders GJ, Peacock CA, Barkley JE, Gish B, Brock S, Volpenhein J. Heart rate and liking during “Kinect Boxing” versus “Wii Boxing”: The potential for enjoyable vigorous physical activity videogames. *Games for health journal*. 2015;4(4):265-70.
74. Holmes H, Wood J, Jenkins S, Winship P, Lunt D, Bostock S, et al. Xbox Kinect™ represents high intensity exercise for adults with cystic fibrosis. *Journal of Cystic Fibrosis*. 2013;12(6):604-8.
75. Kuys SS, Hall K, Peasey M, Wood M, Cobb R, Bell SC. Gaming console exercise and cycle or treadmill exercise provide similar cardiovascular demand in adults with cystic fibrosis: a randomised cross-over trial. *Journal of physiotherapy*. 2011;57(1):35-40.
76. del Corral T, Percegon J, Seborga M, Rabinovich RA, Vilaró J. Physiological response during activity programs using Wii-based video games in patients with cystic fibrosis (CF). *Journal of Cystic Fibrosis*. 2014;13(6):706-11.
77. Onis Md, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World health Organization*. 2007;85:660-7.
78. Lee TW, Brownlee KG, Conway SP, Denton M, Littlewood JM. Evaluation of a new definition for chronic *Pseudomonas aeruginosa* infection in cystic fibrosis patients. *Journal of Cystic Fibrosis*. 2003;2(1):29-34.
79. Asher MI, Keil U, Anderson HR, Beasley R, Crane J, Martinez F, et al. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): rationale and methods. *Eur Respir J*. 1995;8(3):483-91.
80. Kowalski KC, Crocker PR, Donen RM. The physical activity questionnaire for older children (PAQ-C) and adolescents (PAQ-A) manual. College of Kinesiology, University of Saskatchewan. 2004;87(1):1-38.
81. Karila C, de Blic J, Waernessyckle S, Benoist M-R, Scheinmann P. Cardiopulmonary exercise testing in children: an individualized protocol for workload increase. *CHEST Journal*. 2001;120(1):81-7.
82. Hallal PC, Reichert FF, Clark VL, Cordeira KL, Menezes AM, Eaton S, et al. Energy expenditure compared to physical activity measured by accelerometry and self-report in adolescents: a validation study. *PLoS One*. 2013;8(11):e77036.
-

83. Higgins LW, Robertson RJ, Kelsey SF, Olson MB, Hoffman LA, Rebovich PJ, et al. Exercise intensity self-regulation using the OMNI scale in children with cystic fibrosis. *Pediatric pulmonology*. 2013;48(5):497-505.
-

ANEXOS

ANEXO A – APROVAÇÃO COMISSÃO CIENTÍFICA



SIPESQ

Sistema de Pesquisas da PUCRS

Código SIPESQ: 7991

Porto Alegre, 11 de maio de 2017.

Prezado(a) Pesquisador(a),

A Comissão Científica do INSTITUTO DE PESQUISAS BIOMEDICAS da PUCRS apreciou e aprovou o Projeto de Pesquisa "Avaliação das respostas fisiológicas durante a utilização de video game interativo e do teste de exercício cardiopulmonar em indivíduos com fibrose cística e saudáveis". Este projeto necessita da apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Toda a documentação anexa deve ser idêntica à documentação enviada ao CEP, juntamente com o Documento Unificado gerado pelo SIPESQ.

Atenciosamente,

Comissão Científica do INSTITUTO DE PESQUISAS BIOMEDICAS

ANEXO B – APROVAÇÃO CEP

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DA EMENDA**

Título da Pesquisa: Avaliação das respostas fisiológicas durante a utilização de video game interativo e do teste de exercício cardiopulmonar em indivíduos com fibrose cística e saudáveis

Pesquisador: Márcio Vinícius Fagundes Donadio

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 68731617.9.0000.5336

Instituição Proponente: UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.353.635

Apresentação do Projeto:

O pesquisador principal do estudo: "Avaliação das respostas fisiológicas durante a utilização de video game interativo e do teste de exercício cardiopulmonar em indivíduos com fibrose cística e saudáveis" encaminhou ao CEP-PUCRS, emenda contendo os seguintes documentos:

termo de confidencialidade para uso de dados

nova versão do projeto

termos de consentimento e assentimento.

TCLE

Objetivo da Pesquisa:

O pesquisador principal do estudo: "Avaliação das respostas fisiológicas durante a utilização de video game interativo e do teste de exercício cardiopulmonar em indivíduos com fibrose cística e saudáveis" encaminhou ao CEP-PUCRS, emenda contendo os seguintes documentos:

termo de confidencialidade para uso de dados

nova versão do projeto

termos de consentimento e assentimento.

TCLE

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador principal do estudo: "Avaliação das respostas fisiológicas durante a utilização de

Endereço: Av.Ipiranga, 6681, prédio 50, sala 703

Bairro: Partenon **CEP:** 90.619-900

UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3320-3345 **Fax:** (51)3320-3345 **E-mail:** cep@pucls.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 2.353.635

video game interativo e do teste de exercício cardiopulmonar em indivíduos com fibrose cística e saudáveis “ encaminhou ao CEP-PUCRS, emenda contendo os seguintes documentos:

termo de confidencialidade para uso de dados

nova versão do projeto

termos de consentimento e assentimento.

TCLE

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Sem comentários adicionais.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram apresentados adequadamente.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O CEP-PUCRS, de acordo com suas atribuições definidas nas Resoluções nº 466 de 2012 (e suas complementares), nº 510 de 2016 e da Norma Operacional nº 001 de 2013 do Conselho Nacional de Saúde, manifesta-se pela aprovação da emenda.

Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP-PUCRS, de acordo com suas atribuições definidas nas Resoluções nº 466 de 2012 (e suas complementares), nº 510 de 2016 e da Norma Operacional nº 001 de 2013 do Conselho Nacional de Saúde, manifesta-se pela aprovação da emenda.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_1003684_E1.pdf	25/09/2017 17:15:10		Aceito
Outros	TCUD.pdf	25/09/2017 17:09:42	Márcio Vinícius Fagundes Donadio	Aceito
Outros	Emenda.pdf	25/09/2017 17:09:23	Márcio Vinícius Fagundes Donadio	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_TA.pdf	25/09/2017 17:08:57	Márcio Vinícius Fagundes Donadio	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_V3.pdf	25/09/2017 17:08:42	Márcio Vinícius Fagundes Donadio	Aceito
Outros	cartaEncaminhamentoApresentacao.	23/05/2017	Márcio Vinícius	Aceito

Endereço: Av.Ipiranga, 6681, prédio 50, sala 703
Bairro: Partenon **CEP:** 90.619-900
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3320-3345 **Fax:** (51)3320-3345 **E-mail:** cep@pucls.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 2.353.635

Outros	pdf	15:08:15	Fagundes Donadio	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostoassinada.pdf	16/05/2017 16:21:57	Natália Evangelista de Campos	Aceito
Outros	CartadeAprovacaodaCC.pdf	15/05/2017 16:27:57	Natália Evangelista de Campos	Aceito
Outros	CVLattes.pdf	15/05/2017 16:23:58	Natália Evangelista de Campos	Aceito
Outros	CartadeApresentacaodoProjeto.pdf	15/05/2017 16:19:42	Natália Evangelista de Campos	Aceito
Outros	FormularioProtocolodepesquisa.pdf	15/05/2017 16:19:02	Natália Evangelista de Campos	Aceito
Outros	cartadechefia2.pdf	15/05/2017 16:18:09	Natália Evangelista de Campos	Aceito
Outros	cartadechefia1.pdf	15/05/2017 16:17:17	Natália Evangelista de Campos	Aceito
Outros	DocumentoUnificadodoProjetodePesqui sa.pdf	15/05/2017 16:16:37	Natália Evangelista de Campos	Aceito
Orçamento	Orcamentodoprojeto.pdf	15/05/2017 16:15:15	Natália Evangelista de Campos	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 27 de Outubro de 2017

Assinado por:
Denise Cantarelli Machado
(Coordenador)

Endereço: Av. Ipiranga, 6681, prédio 50, sala 703
Bairro: Partenon **CEP:** 90.619-900
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3320-3345 **Fax:** (51)3320-3345 **E-mail:** cep@pucls.br

APÊNDICE**APÊNDICE A – ARTIGO ORIGINAL**

Avaliação da intensidade de exercício gerada pela utilização de videogames interativos em pacientes com fibrose cística e indivíduos saudáveis

Periódico científico: Medicine & Science in Sports & Exercise

Fator de impacto: 4.291

RESUMO

Objetivo: Comparar as respostas fisiológicas durante a utilização de videogames interativos (VG) com o teste de exercício cardiopulmonar (TECP) em indivíduos com fibrose cística (FC) e saudáveis.

Métodos: Estudo transversal incluindo sujeitos maiores de 6 anos com FC e controles (CON). Visita 1: realizado espirometria e TECP. Visita 2: avaliação dos VG (análise de gases). Foram utilizados o Nintendo Wii (Wii Fit Plus: (1) Obstacle Course, (2) Rhythm Boxing e (3) Free Run) e Xbox One (Just Dance 2015: (1) Love Me Again, (2) Summer e (3) Happy), 10 minutos cada console.

Resultados: Foram recrutados 25 controles e 30 FC, com média de idade de $16,2 \pm 5,0$ e $16,9 \pm 5,1$, respectivamente. A média (%) do VEF₁ no grupo FC foi de $73,3 \pm 24$, valor menor ($p < 0,05$) do que o grupo CON. Não houve diferenças entre grupos no pico do exercício (TECP) para a frequência cardíaca (Fc) ($186,0 \pm 9,0$ vs $180,0 \pm 12,6$ bpm), VO₂ ($36,7 \pm 8,50$ vs $36,9 \pm 6,40$ mL/kg/min) e VE ($54,2 \pm 16,3$ vs $50,0 \pm 17,2$ L/min). No grupo CON, os jogos 2 e 3 (Xbox) e o jogo 3 (Nintendo) elevaram a Fc a valores similares ($p > 0,05$) ao limiar anaeróbico (LA - TECP), enquanto no grupo FC isso ocorreu para o jogo 2 (Xbox) e 3 (Nintendo). Quanto ao VO₂ e VE, ambos grupos obtiveram respostas similares ($p > 0,05$) ao LA no jogo 2 do Xbox e no jogo 3 do Nintendo.

Conclusão: O uso de VG elevou a resposta cardiorrespiratória a níveis similares ao LA, demonstrando ser uma alternativa para o treinamento de indivíduos saudáveis e com FC.

Palavras chaves: fibrose cística, videogames, exercício.

INTRODUÇÃO

A fibrose cística (FC) é uma doença multissistêmica, de herança genética recessiva, causada por mutações no gene (CFTR) encontrado na superfície dos tecidos epiteliais e que afeta diversos sistemas, incluindo o respiratório, gastrointestinal e reprodutor (1). Essas alterações acabam resultando na ocorrência de infecções e processos inflamatórios recorrentes que afetam o estado nutricional, a função pulmonar e a capacidade de exercício (2).

Assim, o tratamento da FC requer uma equipe multidisciplinar e deve ser adaptado às necessidades de cada paciente (3). O exercício físico é parte importante das recomendações de manejo clínico, já que contribui para a redução da dispnéia, aumento do condicionamento cardiorrespiratório, melhora do *clearance* mucociliar e do bem estar emocional (4). Além disso, já é conhecido que pacientes com menor consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$) apresentam uma taxa de mortalidade 4,9 vezes maior (5). Ainda, de acordo com a organização mundial de saúde, a atividade física de intensidade moderada a vigorosa por pelo menos 60 minutos por dia pode ajudar crianças e jovens a manter um sistema cardiorrespiratório e metabólico mais saudável, (6) já que altos níveis de sedentarismo estão associados a diversos problemas de saúde (7).

Evidências sugerem que poucos jovens cumprem a recomendação sobre a dose diária de atividade física (8, 9). Estudos indicam, ainda, que a participação em atividades físicas tende a diminuir com o aumento da idade (10). Já foi demonstrado que a adesão a tratamentos complexos em pacientes com FC é baixa (11). Em geral, a adesão ao exercício tem sido considerada um desafio e, principalmente, a prática regular de atividade física. Entretanto, estudos sustentam a hipótese de que programas de exercícios com a utilização de videogames interativos podem motivar e aumentar a adesão ao treinamento físico (12). Dois estudos demonstraram que indivíduos com FC ficam mais satisfeitos ao utilizar jogos interativos do que realizar um programa de exercícios convencionais (13, 14)

No entanto, uma das limitações para o uso clínico dos videogames como forma de treinamento é a incerteza de que os jogos serão capazes de gerar a demanda cardiorrespiratória requerida para serem prescritos como forma de

exercício. Classicamente, a prescrição do exercício aeróbico é realizada com base em um percentual (60-85%) da frequência cardíaca máxima ($F_{cmáx}$) estimada ou pelo VO_2 pico (50-90%) mensurado pelo teste de exercício cardiopulmonar (TECP) (15). Uma revisão sistemática demonstrou que os videogames interativos geram uma resposta da frequência cardíaca semelhante à intensidade necessária para treinamento em pacientes com FC (16). Porém, até o presente momento, nenhum estudo avaliou a demanda cardiorrespiratória através da análise de gases durante o uso de videogames interativos em comparação ao TECP, que é considerado o padrão-ouro para avaliação da capacidade de exercício.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar se a utilização de videogames interativos por indivíduos com FC e saudáveis gera a demanda cardiorrespiratória necessária para treinamento físico aeróbico tendo como parâmetro o desempenho no TECP. Nós também buscamos comparar as respostas geradas pelo uso de diferentes jogos nos consoles Nintendo-Wii e Xbox One e a aceitabilidade dos videogames pelos sujeitos do estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal. A amostra foi selecionada por conveniência, sendo composta por pacientes com idade superior a 6 anos que faziam acompanhamento regular em um Centro de Fibrose Cística e por sujeitos saudáveis, pareados por idade e sexo. Os indivíduos foram separados em 2 grupos: Grupo Fibrose Cística (FC) e Grupo Controle (CON). Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão para cada grupo: FC - pacientes com diagnóstico clínico de FC, confirmado pelo teste do suor ou pelo teste genético e que apresentassem condições clínicas estáveis no dia da avaliação; CON – indivíduos saudáveis, a partir da análise do questionário de saúde respiratória e da função pulmonar. Foram excluídos aqueles sujeitos que não conseguiram realizar algum dos procedimentos propostos (espirometria, TECP ou videogames). O protocolo do estudo foi registrado sob o número NCT03229213 (www.clinicaltrials.gov). Todos os procedimentos utilizados seguiram as diretrizes nacionais para pesquisa com seres humanos e foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade sob o número 68731617.9.0000.5336.

Para fins de cálculo do tamanho amostral, utilizou-se como base o estudo de Del Corral et al. (17) que comparou o uso de videogames com o teste de caminhada dos seis minutos. A partir dos desvios padrões do consumo de oxigênio de 282 e 113 mL.m⁻¹, poder de 95%, índice de significância de 5%, correlação entre as variáveis de 0,7 e diferença entre as médias de 150 mL.m⁻¹, estimou-se um tamanho amostral de 28 indivíduos para cada um dos grupos experimentais.

Desenho do estudo

Primeiramente, os pacientes com FC em acompanhamento ambulatorial foram convidados a participar do estudo de acordo com os critérios de elegibilidade. Após a concordância através da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelos pais ou responsáveis e do termo de assentimento pelos participantes menores de 18 anos, foram coletadas as medidas antropométricas (peso e altura) e realizado o TECP para avaliação das respostas cardiorrespiratórias

durante o exercício. Os dados clínicos e de genética de cada sujeito foram coletados dos seus prontuários.

Em uma visita subsequente agendada, os pacientes preencheram um questionário de avaliação do nível de atividade física e realizaram os dois videogames interativos, Nintendo-Wii e Xbox One (10 minutos cada), para a avaliação das variáveis fisiológicas geradas durante a atividade, sendo a ordem de início definida por sorteio. Foi fornecido um repouso de 10 minutos entre a prática de cada videogame. Durante a realização dos jogos interativos, os pacientes utilizaram um acelerômetro para avaliação do nível de atividade física.

Em paralelo a isso, foram convidados indivíduos saudáveis (grupo CON) que realizaram os mesmos procedimentos do grupo FC, incluindo, na primeira visita, um questionário de saúde respiratória, a avaliação antropométrica, espirometria e o TECP, enquanto na segunda foi aplicado um questionário de avaliação do nível de atividade física e foram realizadas as análises com os videogames interativos (Nintendo-Wii® e Xbox One®).

Procedimentos

Antropometria

As medidas de peso e altura foram realizadas em triplicata. O peso foi mensurado com os sujeitos em ortostase, com o mínimo de roupas, utilizando-se uma balança digital (G-tech, Glass 1 FW, Rio de Janeiro, Brasil) previamente calibrada com 100g de precisão. A altura foi mensurada utilizando-se um estadiômetro (AlturaExata, TBW, São Paulo, Brasil), com os participantes com os pés descalços, tornozelos unidos e braços estendidos ao longo do corpo. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela relação entre peso e altura (Kg/m^2). O programa *WHO Anthroplus* foi usado para calcular o escore (18).

Dados clínicos e genéticos

Foram coletadas variáveis clínicas e genéticas dos pacientes com FC através da consulta aos prontuários de registro, incluindo a presença de insuficiência pancreática, colonização crônica por *Pseudomonas aeruginosa* e a identificação do tipo de mutação. A colonização crônica por *Pseudomonas aeruginosa* foi definida com base nos resultados das últimas três amostras de *swab* orofaríngeo ou coletas de escarro que apresentaram cultura positiva em um período de seis meses a nove meses e que estivessem fazendo uso de antibióticos para erradicação durante o mesmo período (19).

Questionário de saúde respiratória

Os sujeitos hígidos responderam um questionário para crianças e adolescentes que incluiu 18 perguntas sobre a saúde respiratória. No questionário havia questões sobre histórico de tabagismo dos pais durante a gravidez, história familiar de asma, sintomas de asma ou bronquite, e também rinite alérgica da criança ou adolescente (20).

Questionário de atividade física

Os níveis de atividade física foram avaliados usando a versão curta do *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ). Para os sujeitos com idade até 15 anos foi utilizado o IPAQ-C e os indivíduos foram classificados em ativos (≥ 3 pontos) ou sedentários (<3 pontos). Para os sujeitos com idade superior a 15 anos, foi utilizado o IPAQ-A e os sujeitos classificados como ativos quando havia o somatório de pelo menos 150 minutos por semana de atividades físicas de intensidade moderada, subdivididas em no mínimo 3 vezes/semana, ou atividades físicas vigorosas por pelo menos 3 sessões de 20 minutos/semana (21).

Espirometria

A espirometria foi realizada utilizando-se o aparelho *KOKOspirometer* (Louisville, CO). O teste foi realizado na posição ortostática sem o uso de clipe nasal, com a orientação para realizar uma inspiração completa, seguida de uma expiração máxima e sustentada por pelo menos três segundos. Os procedimentos

técnicos e os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade seguiram as recomendações da *American Thoracic Society – European Respiratory Society* ATS/ERS. (22) As variáveis avaliadas foram a capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), o índice de *tiffeneau* (VEF_1/CVF) e o fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da capacidade vital forçada ($FEF_{25-75\%}$). Os dados espirométricos foram apresentados em litros e em percentual do previsto calculado através de uma equação internacional (23).

Teste de exercício cardiopulmonar

O teste foi realizado de acordo com as recomendações da *American Thoracic Society e American College of Chest Physician* (15). Foi realizado em um sistema computadorizado (Aerograph, AeroSport®, Estados Unidos), acoplado a um analisador de gases (VO_{2000} , MedGraphics®, Estados Unidos) e utilizando uma esteira rolante (KT-10400, Inbramed®, Brasil). As variáveis coletadas englobaram o consumo máximo de oxigênio (VO_{2pico}), a ventilação máxima ($VE_{máx}$), o coeficiente de troca respiratória (RQ), a saturação periférica de oxigênio (SpO_2), os níveis subjetivos de dispneia e cansaço nas pernas (escala de BORG modificada), o pulso de oxigênio (VO_2/FC), os equivalentes metabólicos para o oxigênio (VE/VO_2) e para o dióxido de carbono (VE/VCO_2) e a frequência cardíaca máxima ($F_{cmáx}$). A $F_{cmáx}$ foi mensurada utilizando-se um frequencímetro (Polar®) e a SpO_2 foi monitorada através de um oxímetro de pulso (DX2405, Dixtal®, Brasil).

Durante o teste os indivíduos foram orientados a caminhar por 2 minutos para adaptação à esteira, com uma velocidade de 3 km/h e sem inclinação. Após, foram utilizados incrementos na velocidade de 0,5Km/h a cada minuto com uma inclinação fixa em 3%, até o final do teste. Todos foram incentivados a manter o ritmo até a exaustão ou surgimento de sinais e/ou sintomas limitantes (dispneia, dor nas pernas e/ou tontura). Para considerar-se o teste como máximo, pelo menos três dos seguintes critérios deveriam ser observados: exaustão ou inabilidade para manter a velocidade requerida, coeficiente de troca respiratória $>1,10$, $F_{cmáx}$ alcançada acima de 180 bpm e a presença de platô no VO_2 (24, 25).

Vídeo Games interativos

Os participantes utilizaram os videogames Nintendo Wii ou Xbox One, durante 10 min, com ordem de início aleatória. Após os jogos do primeiro console, tiveram 10 min para repouso e, em seguida, utilizaram o outro videogame. Durante os dois testes, os pacientes utilizaram uma máscara de Neoprene® conectada a um sistema de coleta dos gases (VO₂₀₀₀, MedGraphics®, Estados Unidos) para registro do VO₂, CO₂, VEmáx, RQ, VE/VO₂ e VE/VCO₂. Além disso, foram registrados SpO₂, os níveis subjetivos de dispneia e cansaço nas pernas (escala de BORG modificada), VO₂/FC e a Fcmáx antes e após a intervenção. Durante o uso dos videogames, os participantes utilizaram três jogos de cada console: Nintendo Wii (Wii Fit Plus) - (1) Obstacle Course, (2) Rhythm Boxing e (3) Free Run; e Xbox One (Just Dance 2015) - (1) Love Me Again - John Newman, (2) Summer - Calvin Harri e (3) Happy - Pharrell Williams. Para a análise de dados foi realizado a média dos últimos 30s de cada jogo, tanto para Nintendo Wii como para o Xbox One.

Acelerômetro

Todos os participantes utilizaram um acelerômetro triaxial (wGT3X-BT®) durante o uso dos videogames interativos. Este equipamento foi utilizado no lado esquerdo da cintura. Os resultados das variáveis de atividade física foram expressos em média de total de passos/min (26).

Percepção de fadiga

Para avaliar a percepção de fadiga foi utilizada a escala OMNI no formato de ciclo (27). Primeiramente, um membro da equipe de pesquisa familiarizou as crianças e adolescentes com o escala e, após o termino do último jogo dos consoles, os sujeitos responderam “Como sentiram o corpo cansado durante os jogos?”, graduando em uma pontuação de 0 a 10.

Nível de satisfação

Os indivíduos foram convidados a avaliar seu grau de satisfação usando uma escala de tipo *Likert* de 5 pontos. Ao final do último jogo em cada console, os sujeitos responderam o seu grau de satisfação que poderia variar de 1 (nenhuma satisfação) a 5 (muita satisfação).

Análise estatística

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Os dados contínuos que apresentaram distribuição normal foram expressos em média e desvio padrão, enquanto os dados assimétricos foram apresentados em mediana e intervalo interquartil. As variáveis categóricas foram apresentadas em frequência absoluta e relativa. A comparação das características amostrais entre os grupos foi realizada utilizando-se o teste *t* de *Student* para amostras independentes ou o teste de *Man Whitney*. Associações foram avaliadas pelo teste de qui-quadrado de *Pearson*. As comparações das variáveis cardiorrespiratórias entre o TECP e os diferentes jogos utilizados (Nintendo-Wii e Xbox One) foram realizadas através do teste de ANOVA de uma via, seguido do pós-teste de *Bonferroni*. Todas as análises e processamento dos dados foram realizadas no programa SPSS 18.0 e o nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

De um total de 67 indivíduos triados, 12 foram excluídos. Os motivos das exclusões são apresentados no fluxograma do estudo (Figura 1). Assim, amostra final foi composta por 55 participantes, sendo 25 indivíduos controles e 30 pacientes com FC. Não houve diferenças significativas nas variáveis demográficas e antropométricas entre os grupos. A média de idade foi de $16,2 \pm 5,0$ e $16,9 \pm 5,1$ para os grupos controle e FC, respectivamente, e houve predomínio do sexo masculino. Os dados de caracterização da amostra são apresentados na tabela 1.

Conforme esperado, os pacientes com FC apresentaram valores de função pulmonar significativamente menores do que os controles. A média do VEF_1 (%) no grupo FC foi de $73,3 \pm 24$ e da CVF (%) de $81,2 \pm 19,6$, indicando um comprometimento pulmonar leve. Em relação ao nível de atividade física avaliado pelos questionários IPAQ-A e IPAQ-C, não houve diferenças significativas entre os grupos. De acordo com IPAQ-A, são considerados ativos indivíduos que praticam 150 minutos de atividade física de intensidade pelo menos moderada. Em nosso estudo, o grupo controle apresentou mediana do tempo de atividade física moderada a vigorosa de 70 minutos e o grupo FC de 135 minutos, indicando uma amostra com características de inatividade. Já as crianças deveriam obter um escore maior do que 3 (1-5) e foram consideradas como pouco ativas em ambos os grupos, com uma pontuação média de 2,5 (Tabela 1).

Em relação aos dados do TECP (tabela 2), o grupo FC apresentou uma redução, no repouso, na SpO_2 ($p < 0,001$) e no VO_2 ($p < 0,001$) em comparação ao controle. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para os dados do limiar anaeróbico (LA). Os valores de VO_2 em percentual do VO_{2pico} (73%) sugerem que não há descondicionamento físico importante. No pico do exercício, o grupo FC apresentou uma diminuição na SpO_2 ($p < 0,001$) e um aumento no V_E/VCO_2 ($p = 0,04$), indicando a necessidade de uma maior ventilação minuto para eliminar uma mesma quantidade de CO_2 em relação ao grupo controle. Apesar do aumento identificado para o VO_2 ($L \cdot min^{-1}$) no grupo FC, quando corrigidos os valores pelo peso corporal, essa diferença não se manteve ($p = 0,94$).

Para avaliação das respostas fisiológicas geradas pelos videogames interativos Nintendo Wii e Xbox one, comparou-se os valores de Fc, VO₂ e VE dos jogos com os valores do LA obtido através do TECP (Figura 2). O jogo 2 (Summer) do Xbox One e o jogo 3 (Free Run) do Nintendo Wii produziram respostas similares (sem diferenças significativas) aos valores obtidos no LA em ambos os grupos, indicando que estes jogos produzem a demanda fisiológica usualmente considerada para treinamento físico. Ao comparar-se os 3 jogos avaliados do console Xbox One, demonstrou-se que o jogo 1 (Love Me Again) produziu as menores respostas fisiológicas ($p < 0,05$), enquanto o jogo 3 (Happy) gerou uma Fc similar ao LA nos controles, porém não no grupo FC. Ainda, para o Nintendo Wii, os jogos 1 (Obstacle Course) e 2 (Rhythm Boxing) apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em ambos os grupos para todas as variáveis quando comparados aos valores do LA. Conforme esperado, houve diferenças significativas de todos os jogos quando comparados aos valores de pico do TECP. Esses dados são apresentados na Figura 2.

Ao analisarmos a demanda fisiológica produzida pelos videogames interativos em METs, demonstrou-se que o jogo 2 (Summer) do Xbox One e o jogo 3 (Free Run) do Nintendo Wii atingiram um faixa de intensidade moderada (3-6 METs) em ambos os grupos. Por outro lado, o jogo 3 (Happy) do Xbox One produziu este efeito apenas no grupo controle (Figura 3). A avaliação da sensação subjetiva de dispneia (Borg dispneia), fadiga em membros inferiores (Borg Msls), esforço (OMNI) e grau de satisfação é apresentada na Tabela 3. Não houve diferenças significativas nas variáveis entre os grupos. No entanto, cabe ressaltar que o nível de satisfação com os videogames foi elevado (acima de 4 em uma escala de 1 a 5). Por fim, não houve diferenças significativas entre os consoles no total de passos mesurados pelo acelerômetro em ambos os grupos (Figura suplementar 1).

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo confirmam a hipótese de que o uso de videogames interativos pode ser uma alternativa para treinamento físico, tanto para pacientes com fibrose cística, como para indivíduos saudáveis, considerando que alguns jogos foram capazes de elevar as respostas cardiorrespiratórias à intensidade recomendada para treinamento aeróbico. Esses achados estão de acordo com os dados da última revisão sistemática sobre o tema, na qual foi demonstrado que o uso de videogames interativos gerou uma resposta de frequência cardíaca semelhante à intensidade requerida para treinamento em pacientes com FC (16).

Em relação às principais variáveis avaliadas nos videogames, nossos achados demonstram que os dois consoles (Xbox One e Nintendo Wii) foram capazes de elevar a Fc, VE e o VO_2 a níveis próximos dos valores obtidos no LA do TECP. Para o nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que avaliou as respostas fisiológicas através da análise de gases durante o uso da terapia interativa e comparou com o TECP em pacientes com FC e indivíduos saudáveis. Recentemente, um estudo evidenciou que o uso do Nintendo-Wii gerou maior estresse metabólico, avaliado pela Fc e pelo VO_2 , em comparação ao teste de caminhada de seis minutos (17). No entanto, há que considerar que o teste utilizado para comparação é submáximo. Além disso, um estudo controlado demonstrou que os videogames interativos podem aumentar o gasto energético (METs) para níveis de atividade física considerados de intensidade moderada, dependendo do jogo escolhido (28). De maneira geral, nossos resultados estão de acordo com as respostas fisiológicas encontradas em outros estudos que avaliaram o uso de videogames interativos (16). No entanto, cabe ressaltar que a escolha dos jogos parece ser importante para obtenção dos efeitos fisiológicos esperados.

Em relação aos tipos de jogos, nossos resultados mostram que os jogos de corrida e de dança parecem ter potencial para atingir intensidade de treinamento moderada. De acordo com O'Donovan et al., o jogo "Wii Fit Free Jogging", mas não o "Wii Sport Boxing" pode ser recomendado como exercício aeróbico moderado para pacientes com FC e indivíduos saudáveis (28). Da mesma forma, Clevenger et al.,

demonstraram que os jogos “Dance central” e “Zumba/Your Shape” apresentam um gasto metabólico em METs de nível moderado em jovens saudáveis (29). No presente estudo, a análise do jogo “Just Dance 2015” demonstrou um resultado semelhante com a música “Summer”. As outras músicas não produziram o mesmo efeito, no entanto este fato pode estar relacionado com o tipo de movimento incorporado durante o jogo. Além disso, o jogo “Wii Fit Rythym Boxing” demonstrou baixa intensidade de treinamento, confirmando os achados do estudo de Sanders et al., que demonstraram uma resposta de 53% para a Fc no jogo “Wii Boxing” e uma percepção de esforço similar ao caminhar na esteira. Por outro lado, o jogo “Kinect Boxing” foi capaz de gerar uma resposta de 64,8% para a Fc e uma percepção de esforço maior (30). Ainda, nossos dados demonstraram que o jogo “Wii Fit Obstacle Course” gerou baixa intensidade de treinamento (2 a 3 METs), entretanto foram incluídas apenas as fases 1 e 2, que apresentam menor grau de dificuldade, devido ao tempo de coleta. Além disso, nos jogos “Wii Fit Obstacle Course” e “Wii Fit Rythym Boxing” não há movimentos contínuos durante a realização, o que pode dificultar o aumento da Fc. De uma maneira geral, os resultados confirmam que a escolha dos jogos tem influência direta na demanda fisiológica gerada pelo uso da terapia interativa.

O presente estudo demonstrou respostas muito similares no uso dos videogames interativos entre pacientes com FC e os indivíduos saudáveis. Evidências na literatura (28) confirmam esses achados. Da mesma forma, não encontramos diferenças na capacidade de exercício mensurada pelo TECP entre os grupos. Este fato pode estar associado às recomendações de treinamento para os pacientes com FC, considerando que o $\dot{V}O_2$ pico está associado com a sobrevida (5). Há relatos que pacientes com FC podem ter um condicionamento aeróbico similar a indivíduos saudáveis, apesar de apresentarem uma reserva ventilatória menor no pico do exercício (31). Já em relação aos níveis de atividade física diária, os questionários demonstraram que ambos os grupos ficaram abaixo das recomendações, confirmando a tendência atual de sedentarismo para crianças e adolescentes (10).

Estudos tem demonstrado que a adesão à prática de exercício físico é baixa em pacientes com FC (32). Neste sentido, o uso de videogames interativos poderia contribuir para um maior engajamento em atividades de intensidade suficiente para

treinamento. Os resultados apresentados aqui demonstram elevados graus de satisfação em relação a ambos os consoles (Xbox One e Nintendo Wii). Este achado está de acordo com os dados de estudos que mostraram que pacientes com FC preferem os jogos interativos ao exercício físico padrão (28). Ainda, Salonini et al., demonstraram que sujeitos expressam uma maior satisfação ao treinar com o Xbox Kinect em comparação com exercício em cicloergômetro (13). A adesão a um programa domiciliar de exercícios com videogame interativo foi de 95% durante o período de uma intervenção de seis semanas (33). Dessa forma, o uso de videogames interativos pode ser um recurso importante na tentativa de melhorar os índices de adesão à prática de exercício físico.

Este estudo possui algumas limitações, incluindo o tempo de coleta de 10 minutos para cada console, já que alguns jogos podem ter tido o desempenho influenciado pelo tempo reduzido, não atingindo, assim, as respostas fisiológicas necessárias para obtenção dos efeitos de treinamento físico. Por outro lado, um tempo muito longo para cada jogo poderia gerar um processo de fadiga e influenciar de forma significativa os resultados. Um dos pontos fortes do estudo foi a mensuração dos gases em tempo real durante a utilização dos videogames interativos e a comparação com o padrão ouro para avaliação da capacidade de exercício (TECP).

Concluindo, os resultados deste estudo indicam que a utilização de videogames interativos por indivíduos com FC e saudáveis foi capaz de gerar a demanda cardiorrespiratória necessária para treinamento físico aeróbico (intensidade moderada). No entanto, esses efeitos foram dependentes da escolha dos jogos, sendo os jogos “Wii Fit Free Run” e “Just Dance 2015” (música “summer” - Xbox One) os que produziram as maiores respostas. Ressalta-se ainda, considerando a elevada satisfação com o uso dos videogames interativos, que estas ferramentas podem ser alternativas para a prática de exercício físico, visando melhorar os níveis de adesão ao tratamento.

REFERÊNCIAS

1. Elborn JS. Cystic fibrosis. *Lancet*. 2016;388(10059):2519-31.
 2. Bowen S-J, Hull J. The basic science of cystic fibrosis. *Paediatrics and Child Health*. 2015;25(4):159-64.
 3. Lester MK, Flume PA. Airway-clearance therapy guidelines and implementation. *Respiratory care*. 2009;54(6):733-53.
 4. Swisher AK. Not just a lung disease: peripheral muscle abnormalities in cystic fibrosis and the role of exercise to address them. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*. 2006;17(1):9.
 5. Vendrusculo FM, Heinzmann-Filho JP, da Silva JS, Ruiz MP, Donadio MVF. Peak Oxygen Uptake and Mortality in Cystic Fibrosis: Systematic Review and Meta-Analysis. *Respiratory care*. 2019;64(1):91-8.
 6. Organization WH. Global recommendations on physical activity for health: World Health Organization; 2010.
 7. LeBlanc AG, Chaput J-P, McFarlane A, Colley RC, Thivel D, Biddle SJ, et al. Active video games and health indicators in children and youth: a systematic review. *PloS one*. 2013;8(6):e65351.
 8. Swisher AK, Erickson M. Perceptions of physical activity in a group of adolescents with cystic fibrosis. *Cardiopulmonary physical therapy journal*. 2008;19(4):107.
 9. Williams CA, Stevens D. Physical activity and exercise training in young people with cystic fibrosis: Current recommendations and evidence. *Journal of Sport and Health Science*. 2013;2(1):39-46.
 10. Tremblay MS, LeBlanc AG, Kho ME, Saunders TJ, Larouche R, Colley RC, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*. 2011;8(1):98.
 11. Prasad S, Cerny F. Factors that influence adherence to exercise and their effectiveness: application to cystic fibrosis. *Pediatric pulmonology*. 2002;34(1):66-72.
 12. Biddiss E, Irwin J. Active video games to promote physical activity in children and youth: a systematic review. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. 2010;164(7):664-72.
-

13. Salonini E, Gambazza S, Meneghelli I, Tridello G, Sanguanini M, Cazzarolli C, et al. Active video game playing in children and adolescents with cystic fibrosis: exercise or just Fun? *Respiratory care*. 2015;60(8):1172-9.
 14. Kuys SS, Hall K, Peasey M, Wood M, Cobb R, Bell SC. Gaming console exercise and cycle or treadmill exercise provide similar cardiovascular demand in adults with cystic fibrosis: a randomised cross-over trial. *Journal of physiotherapy*. 2011;57(1):35-40.
 15. Thompson PD, Arena R, Riebe D, Pescatello LS. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. *Current sports medicine reports*. 2013;12(4):215-7.
 16. Carbonera RP, Vendrusculo FM, Donadio MVF. Physiological responses during exercise with video games in patients with cystic fibrosis: A systematic review. *Respiratory medicine*. 2016;119:63-9.
 17. del Corral T, Percegon J, Seborga M, Rabinovich RA, Vilaró J. Physiological response during activity programs using Wii-based video games in patients with cystic fibrosis (CF). *Journal of Cystic Fibrosis*. 2014;13(6):706-11.
 18. Onis Md, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World health Organization*. 2007;85:660-7.
 19. Lee TW, Brownlee KG, Conway SP, Denton M, Littlewood JM. Evaluation of a new definition for chronic *Pseudomonas aeruginosa* infection in cystic fibrosis patients. *Journal of Cystic Fibrosis*. 2003;2(1):29-34.
 20. Asher MI, Keil U, Anderson HR, Beasley R, Crane J, Martinez F, et al. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): rationale and methods. *Eur Respir J*. 1995;8(3):483-91.
 21. Kowalski KC, Crocker PR, Donen RM. The physical activity questionnaire for older children (PAQ-C) and adolescents (PAQ-A) manual. College of Kinesiology, University of Saskatchewan. 2004;87(1):1-38.
 22. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *European respiratory journal*. 2005;26(2):319-38.
 23. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, Culver B, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95 year age range: the global lung function 2012 equations. *European Respiratory Journal*. (2012):1324-1343.
-

24. Rodrigues AN, Perez AJ, Carletti L, Bissoli NS, Abreu GR. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. *Jornal de Pediatria*. 2006;82(6):426-30.
 25. Karila C, de Blic J, Waernessyckle S, Benoist M-R, Scheinmann P. Cardiopulmonary exercise testing in children: an individualized protocol for workload increase. *CHEST Journal*. 2001;120(1):81-7.
 26. Hallal PC, Reichert FF, Clark VL, Cordeira KL, Menezes AM, Eaton S, et al. Energy expenditure compared to physical activity measured by accelerometry and self-report in adolescents: a validation study. *PLoS One*. 2013;8(11):e77036.
 27. Higgins LW, Robertson RJ, Kelsey SF, Olson MB, Hoffman LA, Rebovich PJ, et al. Exercise intensity self-regulation using the OMNI scale in children with cystic fibrosis. *Pediatric pulmonology*. 2013;48(5):497-505.
 28. O'Donovan C, Grealley P, Canny G, McNally P, Hussey J. Active video games as an exercise tool for children with cystic fibrosis. *Journal of Cystic Fibrosis*. 2014;13(3):341-6.
 29. Clevenger KA, Howe CA. Energy cost and enjoyment of active videogames in children and teens: Xbox 360 Kinect. *Games for health journal*. 2015;4(4):318-24.
 30. Sanders GJ, Peacock CA, Barkley JE, Gish B, Brock S, Volpenhein J. Heart rate and liking during "Kinect Boxing" versus "Wii Boxing": The potential for enjoyable vigorous physical activity videogames. *Games for health journal*. 2015;4(4):265-70.
 31. Urquhart D, Vendrusculo F. Clinical interpretation of cardiopulmonary exercise testing in cystic fibrosis and implications for exercise counselling. *Paediatric respiratory reviews*. 2017;24:72-8.
 32. Modi AC, Quittner AL. Barriers to treatment adherence for children with cystic fibrosis and asthma: what gets in the way? *Journal of pediatric psychology*. 2006;31(8):846-58.
 33. del Corral T, i Iranzo MÀC, López-de-Uralde-Villanueva I, Martínez-Alejos R, Blanco I, Vilaró J. Effectiveness of a Home-Based Active Video Game Programme in Young Cystic Fibrosis Patients. *Respiration*. 2018;95(2):87-97.
-

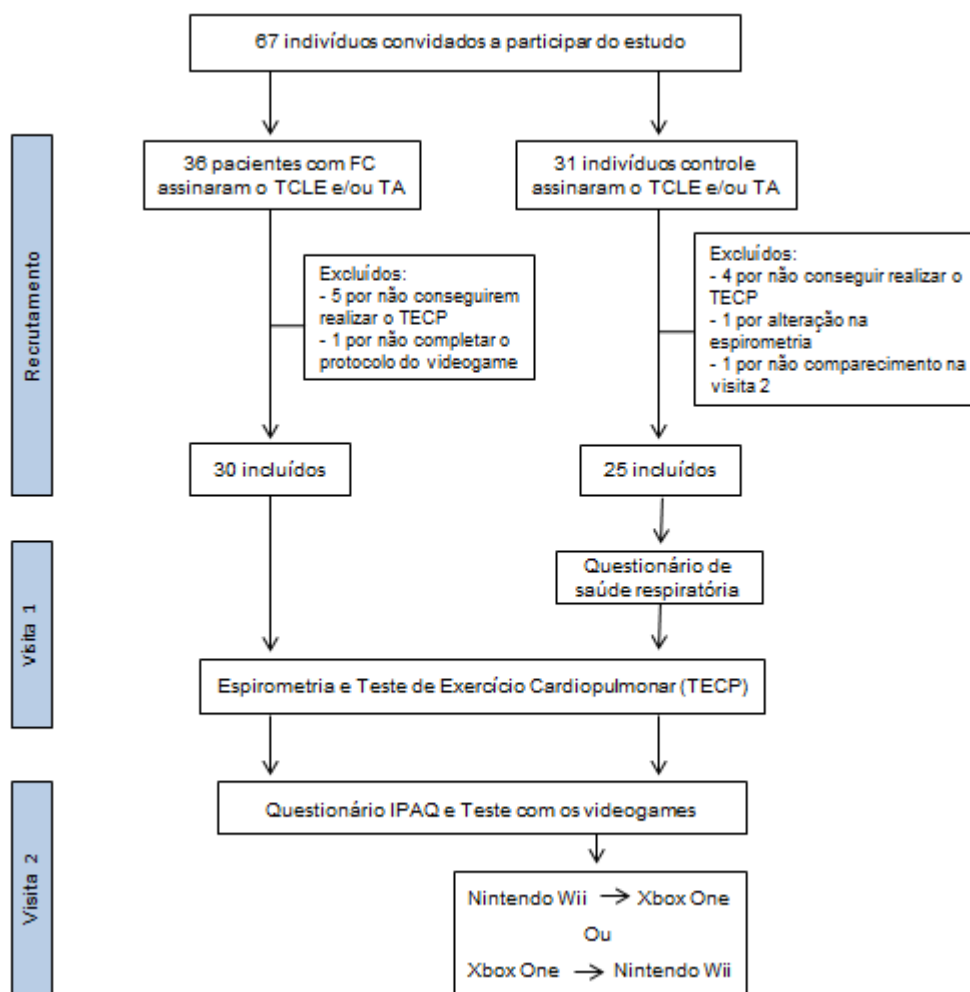


Figura 1. Fluxograma do estudo.

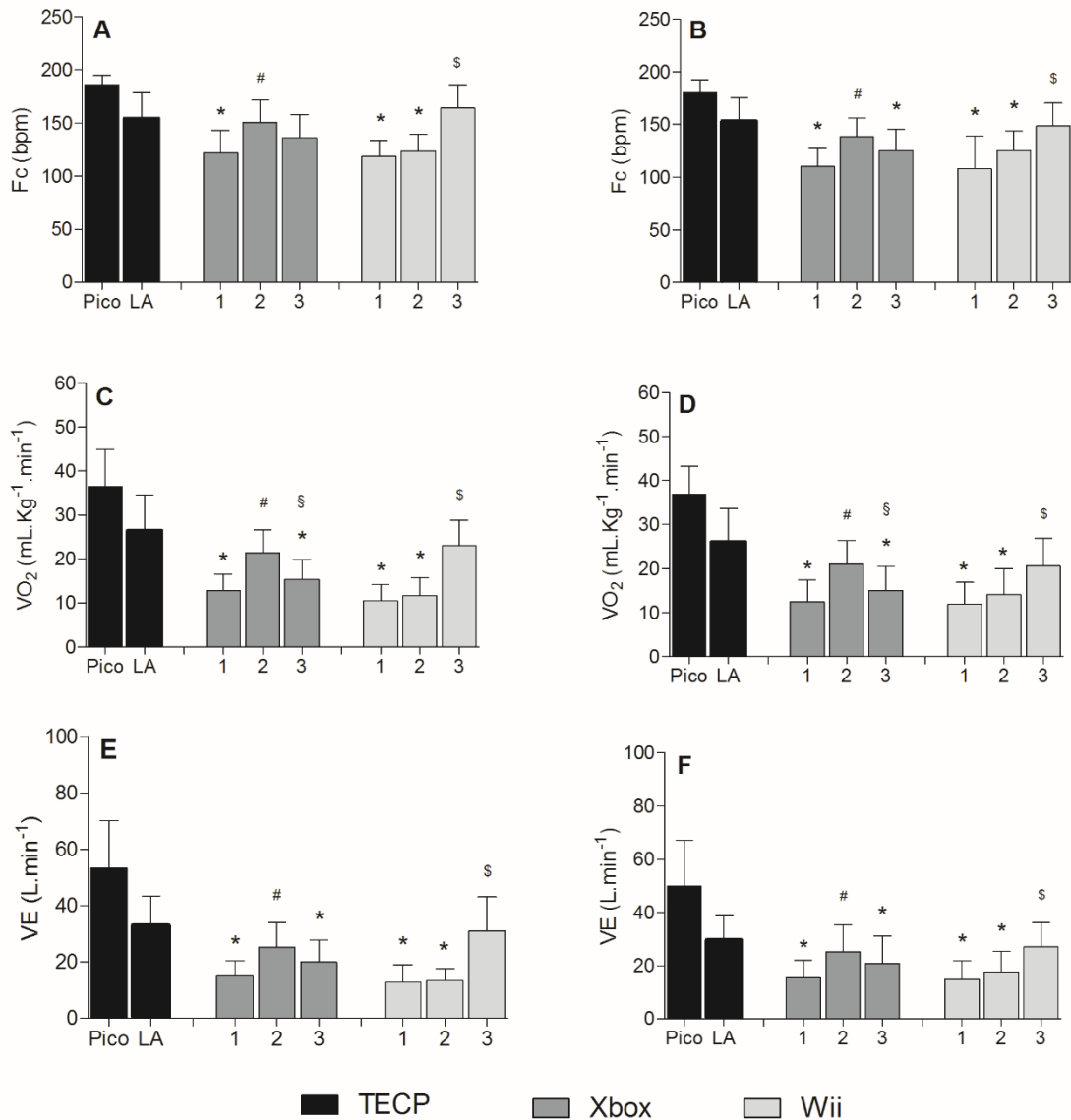


Figura 2. Comparação das respostas fisiológicas obtidas através do uso de videogames interativos com o limiar anaeróbico (LA) e os valores de pico do exercício no teste de exercício cardiopulmonar (TECP). Controles apresentados nos gráficos da esquerda e pacientes com fibrose cística nos gráficos da direita. A e B, frequência cardíaca (Fc); C e D consumo de oxigênio (VO₂); E e F, ventilação (VE). *indica diferença significativa em comparação com o LA; #indica diferença significativa do jogo 2 em comparação ao jogo 1 do Xbox; §indica diferença significativa do jogo 3 em comparação ao jogo 2 do Xbox; § indica diferença significativa do jogo 3 em comparação aos jogos 1 e 2 do Wii.

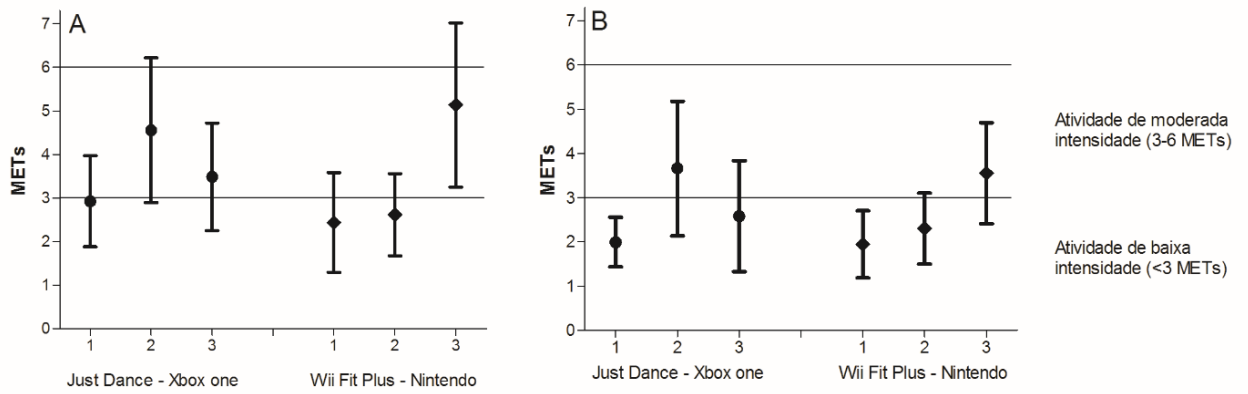


Figura 3. Representação da demanda metabólica (METs) atingida pelos participantes do grupo controle (A) e fibrose cística (B) em cada um dos jogos testados. Para melhor visualização, linhas demarcando o nível de atividade moderada (3 a 6 METs) foram incluídas.

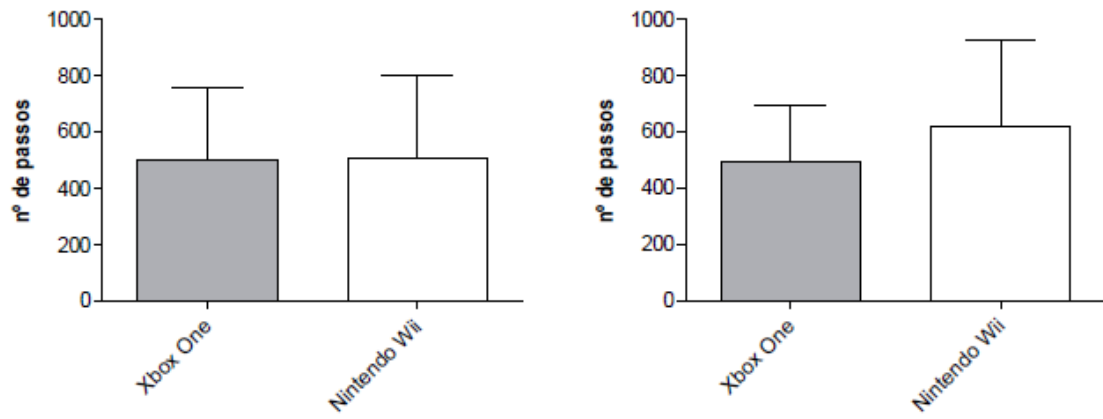


Figura Suplementar 1. Número de passos durante o uso (10 minutos) dos videogames Xbox One e Nintendo Wii.

Tabela 1. Caracterização da amostra incluída.

Variáveis avaliadas	Saudável (n=25)	Fibrose Cística (n=30)	p
<i>Demográficas</i>			
Idade, anos	16,2±5,0	16,9±5,1	0,61
Masculino, n (%)	13 (52,0)	19 (63,3)	0,23
<i>Antropométricas</i>			
Peso (kg)	53,8±12,9	54,0±16,6	0,95
Altura (cm)	160,7±16,4	158,1±18,0	0,59
IMC (absoluto)	21,1±3,3	19,5±3,0	0,06
IMC (escore z)	1,02±1,7	0,53±1,01	0,34
<i>Clínicas</i>			
Insuficiência pancreática, n (%)	-	25 (83,3)	-
Diabetes mellitus, n (%)	-	3 (10,0)	-
<i>P. aeruginosa</i> crônico, n (%)	-	5 (16,7)	-
Idade de diagnóstico, anos	-	5,1±4,2	-
<i>Tipo de mutação – n (%)</i>			
AF508-homozigoto	-	3 (10,0)	-
AF508-heterozigoto	-	17 (56,7)	-
Outras	-	10 (33,3)	-
<i>Função Pulmonar</i>			
VEF ₁ (absoluto)	3,4±1,1	2,3±0,97	<0,001
VEF ₁ (% do previsto)	104,7±12,5	73,3±24,2	<0,001
CVF (absoluto)	3,8±1,3	3,0±1,07	0,009
CVF (% do previsto)	100,9±10,5	81,2±19,6	<0,001
VEF ₁ /CVF (absoluto)	0,90±0,07	0,77±0,12	<0,001
FEF _{25-75%} (absoluto)	4,05±1,4	2,14±1,20	<0,001
FEF _{25-75%} (% do previsto)	107,8±21,9	60,9±32,2	<0,001
<i>Nível de atividade física</i>			
<i>IPAQ-A, min*</i>			
Tempo sentado	810 (720-1080)	630 (540-1080)	0,26
Tempo de caminhada	90 (0-210)	105 (60-295)	0,51
Tempo de atividade moderada/vigorosa	70 (0-345)	135 (60-200)	0,33
<i>IPAQ-C</i>	2,5±0,8	2,5±0,3	0,99

IMC: índice de massa corporal, VEF₁: Volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: Capacidade vital forçada; VEF₁/CVF: Índice de tiffeneau; FEF_{25-75%}: Fluxo expiratório forçado em 25% e 75%. Dados apresentados em média e desvio padrão ou n (%), conforme indicado. *Mediana (intervalo interquartilico).

Tabela 2. Resultados do teste de exercício cardiopulmonar.

Variáveis Avaliadas	Saudável (n=25)	Fibrose Cística (n=30)	p
<i>Repouso</i>			
FC (bpm)	88,0±11,5	86,9±16,0	0,87
SpO ₂ (%)	98,0±1,4	96,9±1,6	<0,001
RQ	0,83±0,05	0,84±0,05	0,27
VO ₂ (L.min ⁻¹)	0,37±0,12	0,38±0,15	0,70
VO ₂ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	4,7±3,2	2,0±0,9	<0,001
VE (L.min ⁻¹)	9,2±2,8	9,4±2,8	0,81
Borg dispneia	0,2±0,4	0,1±0,4	0,58
Borg MsIs	0,2±0,5	0,3±0,9	0,63
<i>Limiar Anaeróbico</i>			
FC (bpm)	154,2±24,2	153,4±21,7	0,93
VO ₂ (L.min ⁻¹)	1,50±0,50	1,30±0,43	0,98
VO ₂ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	26,4±8,2	26,1±7,5	0,94
VO ₂ (%máx)	73,0±15,35	73,0±18,3	0,63
VE (L.min ⁻¹)	32,4±10,4	29,1±9,10	0,22
<i>Pico do Exercício</i>			
FC (bpm)	186,0±9,0	180,0±12,6	0,54
SpO ₂ (%)	96,9±1,3	93,8±4,5	<0,001
RQ	1,11±0,07	1,10±0,08	0,37
VO ₂ (L.min ⁻¹)	4,04±2,6	7,8±3,3	<0,001
VO ₂ (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	36,7±8,5	36,9±6,4	0,94
VO ₂ (percentil)*	15 (2-25)	15 (10-50)	0,30
VE (L.min ⁻¹)	54,2±16,3	50,0±17,2	0,35
V _E /VO ₂ (L.min ⁻¹)	22,4±2,9	23,8±3,7	0,12
V _E /VCO ₂ (L.min ⁻¹)	21,6±2,4	23,3±3,4	0,04
Borg (disp)	4,2±2,4	4,3±2,9	0,84
Borg (MsIs)	4,6±3,4	5,5±3,2	0,27

Dados apresentados em média e desvio padrão; FC: frequência cardíaca; RQ: quociente de troca respiratória; VO₂: consumo de oxigênio; VE: ventilação; V_E/VO₂: equivalente ventilatório por consumo de oxigênio; V_E/VCO₂: equivalente ventilatório por produção de gás carbônico; MsIs: membros inferiores. *Dados apresentados em mediana e intervalo interquartilico.

Tabela 3. Avaliação da sensação subjetiva de dispneia, fadiga em membros inferiores, esforço e satisfação.

Variáveis avaliadas	Xbox One		<i>p</i>	Nintendo Wii		<i>P</i>
	Controle (n=25)	FC (n=30)		Controle (n=25)	FC (n=30)	
Borg Dispneia inicial	0,04±0,13	0,16±0,44	0,17	0,04±0,20	0,46±1,20	0,87
Borg Dispneia final	2,56±3,12	2,71±2,42	0,83	1,84±2,11	3,48±2,79	0,70
Borg MsIs inicial	0,14±0,33	0,28±0,77	0,40	0,16±0,62	1,00±2,47	0,10
Borg MsIs final	2,84±2,99	2,96±2,38	0,86	2,28±2,94	3,39±3,24	0,19
OMNI	4,16±1,74	4,60±1,94	0,30	4,60±1,82	4,93±1,96	0,47
Satisfação	4,56±1,08	4,33±0,88	0,40	4,72±0,74	4,41±0,82	0,11

Dados expressos em média e desvio padrão. *p*: indica o nível de significância quando comparados os grupos controle e FC.



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria de Graduação
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: prograd@pucrs.br
Site: www.pucrs.br