

Efeito do *exergaming* na capacidade aeróbica e na força de preensão palmar de indivíduos com Transtorno do Espectro Autista: estudo preliminar.

Effect of exergaming on aerobic capacity and hand grip strength in individuals with Autism Spectrum Disorder: a preliminary study.

Micaela Scodeler dos Santos¹, Ana Karoline de Oliveira Pereira¹, Bruna Leonel Carlos²,
Ricardo da Silva Alves²

¹ Discente do curso de Fisioterapia – Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS),
Pouso Alegre (MG), Brasil.

² Docente do curso de Fisioterapia da Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS),
Pouso Alegre (MG), Brasil.

Resumo | Objetivo: Analisar os efeitos do *exergaming* na capacidade aeróbica, na percepção do esforço, na força de preensão palmar e no equilíbrio em indivíduos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). **Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico, controlado e crossover. Participaram deste estudo dez voluntários, de ambos os sexos, com diagnóstico de TEA (idade 10,500±4,377 anos). Os voluntários foram randomizados em dois momentos: *exergaming* (EXE) e sem intervenção (SI), sendo dado um período de três meses de *washout*, seguido pelo cruzamento dos momentos. A intervenção foi realizada por meio do *exergaming* usando o *Nintendo Wii*[®], com os jogos *Basic Run Plus* e *Mario Kart Wii*, duas vezes semanais, por 10 atendimentos. No momento SI, ocorreu somente as avaliações. Todos foram avaliados quanto à capacidade aeróbica por meio do Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6'), equilíbrio postural na presença e ausência da visão usando a plataforma *Wii Balance Board*[®] (WBB) e a força de preensão palmar de ambas as mãos por meio do dinamômetro digital. **Resultados:** Na comparação entre os momentos EXE e SI, foram observados aumentos na distância percorrida no TC6' (p< 0,001) e da força de preensão palmar de ambas as mãos (p< 0,001). No momento EXE, houve redução da percepção de esforço (p= 0,011). **Conclusão:** Neste estudo crossover, o protocolo por *exergaming* promoveu aumento da capacidade aeróbica, força de preensão palmar e diminuição da percepção de esforço em indivíduos com TEA, sem modificar as variáveis do equilíbrio postural na presença e ausência da visão.

Palavras-chave: Exergaming, Transtorno do Espectro Autista, Capacidade Funcional, Reabilitação.

Abstract | Objective: To analyze the effects of exergaming on aerobic capacity, perceived exertion and hand grip strength and balance in individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD). **Methods:** We conducted a controlled and crossover clinical trial. Ten volunteers of both sexes, diagnosed with ASD, participated in this study. (Age $10,500 \pm 4,377$ years). The volunteers were randomized in two moments: exergaming (EXE) and without intervention (WI), with a washout period of three months, followed by crossing the moments. The intervention was performed through exergaming using the *Nintendo Wii*®, with the *Basic Run Plus* and *Mario Kart Wii* games, twice a week for 10 sessions. At the WI moment, only the assessments took place. All of them were assessed for aerobic capacity through the 6-minute walk test (6MWT), postural balance in the presence and absence of vision using the *Wii Balance Board*® (WBB) platform and the grip strength of both hands by through the digital dynamometer. **Results:** Comparing the EXE and WI moments, increases were observed in the distance covered in the 6MWT ($p < 0.001$) and in the grip strength of both hands ($p < 0.001$). At the EXE moment, there was a reduction in perceived exertion ($p = 0.011$). **Conclusion:** In this crossover study, the exergaming protocol promoted an increase in aerobic capacity, hand grip strength and a decrease in perceived exertion in individuals with ASD, without modifying the variables of postural balance in the presence and absence of vision.

Key-words: Exergaming, Autism Spectrum Disorder, Functional Capacity, Rehabilitation.

* Autor correspondente:

Ricardo da Silva Alves, PhD. Curso de Fisioterapia, Universidade do Vale do Sapucaí, CEP: 37.553-068, Avenida Coronel Alfredo Custódio de Paula, 320, Pouso Alegre, Minas Gerais, Brasil.

E-mail: ricardosilva.22@univas.edu.br

INTRODUÇÃO

A atividade física em crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) vem se mostrando promissora para melhora da qualidade de vida^{1,2,3}. Também tem sido relatado impactos positivos na função cardiorrespiratória e no controle do ganho de peso, visto que esses indivíduos possuem um estilo de vida relativamente inativo⁴.

Alguns autores relatam que essa população possui dificuldades na adesão da prática de atividades físicas, ocasionando limitação na realização de tratamentos convencionais, por meio de exercícios físicos. Portanto, torna-se necessário a busca de novas estratégias de exercícios que proporcionam uma maior aceitação^{5,6}.

Levando em consideração essa barreira, alguns métodos eficientes para o tratamento do autismo são descritos na literatura utilizando atividades lúdicas concomitante à intervenção terapêutica, fazendo uso de materiais visuais e jogos para melhor compreensão⁷. Nesse sentido, o uso de *exergaming* pode ser uma alternativa viável de reabilitação para esses indivíduos⁸.

O *exergaming* é uma modalidade terapêutica definida como a combinação do exercício físico com o videogame. Esse equipamento demanda a realização de movimentos e gestos corporais, convertendo esses movimentos reais para o âmbito virtual. De maneira que o usuário se torne ativo, realizando atividades

físicas de modo lúdico e interativo⁹. Alguns estudos utilizaram o *exergaming* apenas como protocolo de intervenção em participantes com TEA, obtendo-se melhora no que se diz respeito ao controle comportamental¹⁰, funções executivas¹¹, cognitivas¹², e coordenação motora¹³, além de aumentar os níveis de condicionamento físico e diminuir o índice de massa corporal (IMC)⁴. Dessa forma, o *exergaming* proporciona um *feedback* visual e auditivo que estimula constantemente o jogador durante a atividade, melhorando o aprendizado e desempenho¹⁴.

Na literatura, são poucos os ensaios clínicos envolvendo o uso de *exergaming* como intervenção para melhora dos níveis dos componentes físicos. Além disso, os benefícios do *exergaming* voltados para capacidade aeróbica, equilíbrio postural e força muscular em indivíduos com TEA ainda precisam ser melhor explorados, principalmente em relação aos desenhos de estudos utilizados, descritos como ensaios quase-experimentais e controlados^{4,13,15}. Esses desenhos de estudo caracterizam-se por ensaios de grupos paralelos, nos quais os indivíduos são expostos apenas a um modelo de intervenção^{16,17}. Portanto, há necessidade de novos modelos de estudo que sejam capazes de mensurar o efeito potencial da prática de *exergaming* sobre pacientes com autismo, como estudos crossover.

O estudo crossover é caracterizado por voluntários que recebem duas ou mais

intervenções, em ordem aleatória, em momentos de intervenção separados por um período de pausa para evitar possíveis efeitos residuais das intervenções^{16,17}. Com esse desenho, cada voluntário participa do estudo como seu próprio controle, o que torna os estudos crossover potencialmente mais eficientes do que os ensaios de grupos paralelos, nos quais os participantes são designados para uma única intervenção, sendo comparados com outras intervenções¹⁷.

Até o momento, nenhum estudo crossover foi encontrado sobre o uso de *exergaming* com relação aos componentes físicos em pacientes com transtorno do espectro autista. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar por meio de um ensaio clínico longitudinal, crossover e não randomizado os efeitos do *exergaming* na capacidade cardiorrespiratória, equilíbrio postural e força de preensão palmar em voluntários com diagnóstico de TEA.

MATERIAIS E MÉTODOS

Design de estudo

O ensaio clínico longitudinal, crossover e não randomizado foi realizado entre outubro de 2021 e agosto de 2022. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Sapucaí (Protocolo n. 4.991.727) e registrado na Plataforma de Registro de Ensaios Clínicos (RBR- 7yryyk7). Todos os voluntários e responsáveis legais foram informados sobre os procedimentos

envolvidos no estudo; ao concordarem em participar, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e um termo de assentimento livre e esclarecido.

Voluntários

Um total de 10 voluntários com diagnóstico de transtorno do espectro autista graduado em leve e moderado foram elegíveis para o estudo, incluindo voluntários de ambos os sexos, com idade entre 8 e 14 anos, da Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE), Borda da Mata, Minas Gerais, Brasil. Foram excluídos deste estudo, voluntários com TEA em estágio grave, sujeitos que apresentavam dificuldades de entendimento referente a execução dos instrumentos de avaliação e intervenção, portadores de doenças incapacitantes que restrinjam os movimentos com os membros superiores e inferiores, indivíduos com contraindicações para a prática de exercícios físicos e aqueles que por motivos pessoais não quiseram participar.

Antes de iniciar o protocolo de estudo, os participantes foram randomizados em dois momentos. No momento *exergaming* (EXE), os voluntários receberam o protocolo de intervenção por 10 atendimentos. No momento sem intervenção (SI), os voluntários realizaram apenas as avaliações. Após a conclusão da primeira fase, todos os voluntários realizaram três meses de washout, seguido pelo cruzamento, como mostrado na Figura 1.

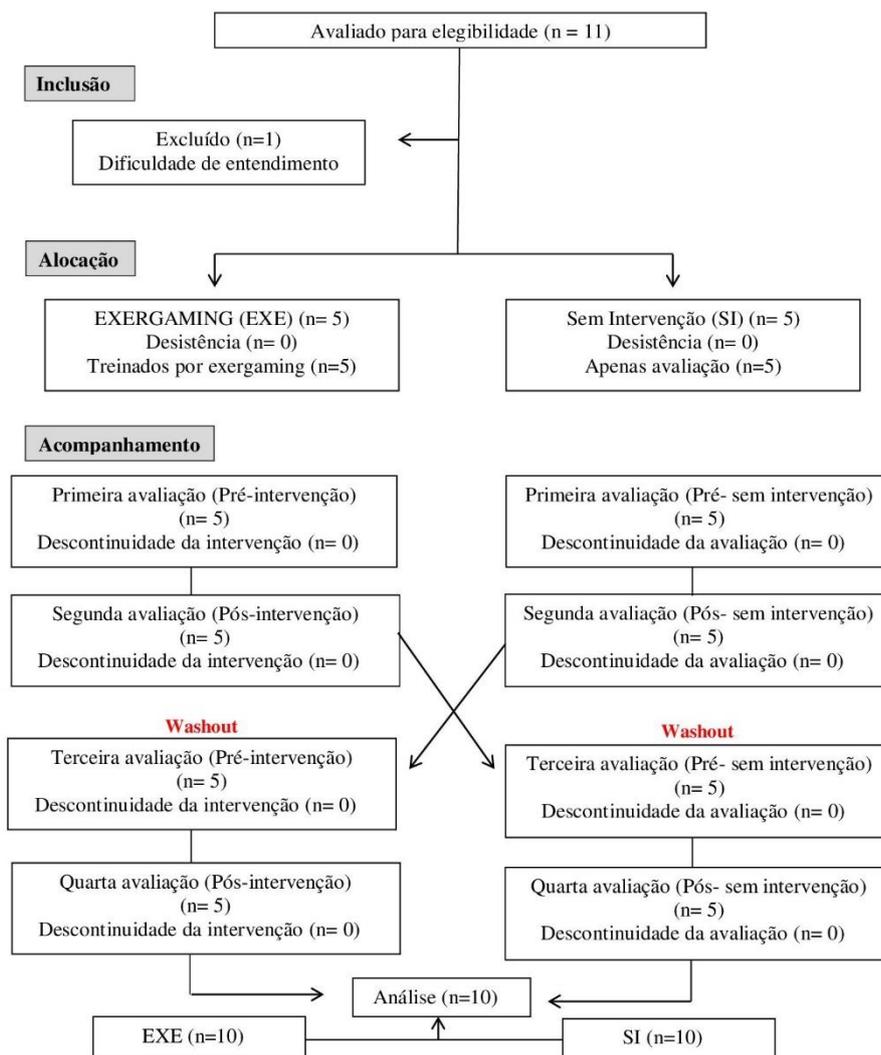


Figura 1. Modelo do desenho do estudo
 Legenda: EXE= exergaming; SI= sem intervenção;n= número amostral.

Medidas

Os procedimentos de avaliação e intervenção por *exergaming* foram realizadas na APAE da cidade de Borda da Mata-MG. Todos os voluntários foram avaliados no início e após 10 atendimentos. As avaliações foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos a seguir .

Avaliação da força de preensão palmar

Para todos os voluntários, a força de preensão palmar foi medida através do dinamômetro de preensão palmar digital Instrutherm®. O uso do dinamômetro de preensão palmar digital possui estudos que apresentam altos índices de correlação ($r > 0,72$), para jovens e idosos¹⁸. Os participantes foram orientados quanto ao posicionamento padronizado para mensuração

da força de preensão manual, conforme recomenda a *American Society of Hand Therapists* (1984)¹⁹. O paciente era posicionado em sedestação com o dorso apoiado no encosto, com os tornozelo, joelhos e quadris a 90°. O ombro foi posicionado em adução junto ao tronco, com cotovelo fletido a 90°, o antebraço em posição neutra e com o punho posicionado entre 0° e 30° de extensão. Todos os voluntários receberam as mesmas instruções verbais e demonstrativas sobre o manuseio do equipamento. Foi feito apenas uma medida, sendo solicitado ao voluntário, a realização de uma contração isométrica voluntária máxima de preensão palmar sobre as alças do dinamômetro, para que pudesse ser registrado a força produzida, expressa em quilogramas (kgf). O teste foi executado para ambas as mãos, antes e após os momentos EXE e SI.

Avaliação da capacidade aeróbica

A avaliação da capacidade aeróbica foi realizada através do teste de caminhada de 6 minutos (TC6'). O teste foi realizado seguindo as diretrizes estabelecidas pela *American Thoracic Society* (2002)²⁰. Para isso, utilizou-se cronômetro, trena, oxímetro, esfigmomanômetro e estetoscópio. Os sinais vitais como frequência cardíaca e respiratória, pressão arterial sistêmica, saturação de oxigênio e percepção de esforço, foram avaliados antes e após o teste.

O teste de caminhada ocorreu em um local plano, previamente demarcado por cones. Inicialmente o paciente era instruído sobre como seria executado o TC6' e informado sobre a possibilidade de interrupção do teste caso apresentasse algum desconforto que impossibilitasse a realização do mesmo. O participante sentava em uma cadeira onde ficava de repouso pelo menos 10 minutos antes do teste e durante este tempo os sinais vitais eram aferidos. Ao fim do repouso, era instruído ao paciente que caminhasse aos dois extremos da pista, que era demarcada por 2 cones. Durante a atividade, as avaliadoras incentivaram os participantes com frases motivacionais, até que fossem completados os 6 minutos. Ao fim do teste, era instruído ao voluntário que ficasse no mesmo local e a avaliadora se deslocava com uma cadeira até o indivíduo, para que fossem aferidos novamente os sinais vitais e questionado sobre a percepção de esforço através da escala de Borg modificada. A coleta dos resultados ocorreu previamente e posteriormente os dois momentos, tanto EXE quanto SI.

Avaliação do equilíbrio postural

Para avaliação do equilíbrio postural foi utilizado à plataforma WBB (Nintendo, Tokyo, Japan). A plataforma apresenta índice de confiabilidade nas análises de teste-reteste (ICC: 0,62- 0,94)²¹.

Os voluntários foram instruídos a ficar em ortostatismo e em posição neutra de repouso,

em apoio bipodal sobre a plataforma WBB, com uma distância intermaleolar de 10 cm por meio de um gabarito posicionado entre os pés. A partir dessa posição, o voluntário foi orientado a manter o olhar direcionado a um alvo fixo, correspondente à altura dos olhos de cada voluntário. A distância-alvo foi padronizada para minimizar interferência sobre a condição visual na estabilidade postural²¹. Previamente os voluntários foram familiarizados com os testes, na presença e na ausência da visão. Para avaliação do equilíbrio com os olhos fechados, os voluntários foram posicionados sobre a plataforma WBB e foi colocada uma venda sobre os olhos durante a coleta.

Os resultados obtidos do equilíbrio postural nas duas condições visuais pela plataforma WBB foram expressos em porcentagem da distribuição do centro de massa corporal em relação ao lado direito e esquerdo. A avaliação do equilíbrio consistiu em realização de três coletas, com 30s de duração, com um minuto de descanso entre cada coleta²¹.

Protocolo de Exergaming

O protocolo de exergaming foi realizado na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais, Borda da Mata, equipamentos com projetores portáteis e consoles Nintendo Wii® (Nintendo, Tokyo, Japan). O tratamento ocorreu duas vezes na semana, durante 10 atendimentos, apresentando um volume de treino de aproximadamente 90 minutos. A

duração de treino por semana considerou a individualidade e tolerância de cada indivíduo para a realização da intervenção com o *exergaming*²². Durante o período de intervenção, o esforço percebido foi medido por meio da Escala de Borg Modificada e caso fosse relatado esforço muito intenso, a intervenção era suspensa.

O estudo utilizou os jogos *Basic Run Plus*, pertencente ao game *Wii Fit Plus* e *Mario Kart Wii* (Nintendo, Tokyo, Japan). O objetivo do *Basic Run Plus* consiste em percorrer uma rota e atingir a linha de chegada. O intuito do jogo foi de promover um aumento no condicionamento físico, consequentemente o aumento da capacidade aeróbica e melhora do equilíbrio postural de maneira secundária. Após a realização da primeira tarefa do protocolo de intervenção, era realizado o jogo *Mario Kart Wii*. O objetivo desta tarefa era controlar um kart em uma pista de corrida temática e atingir a linha de chegada ao menor tempo possível, realizando movimentos de rotação do ombro e pronação e supinação de antebraço com o volante, objetivando melhorar a mobilidade do membro superior e da força de preensão palmar para segurar o objeto.

Análise estatística

O tamanho da amostra e o poder foram calculados previamente por meio de um estudo piloto. O cálculo (G*Power 3.1.7; Franz Paul, Universität Kiel, Alemanha) do poder amostral e do tamanho do efeito foi obtido por meio dos

escores da subescala de fadiga, usando os seguintes parâmetros: Família de teste: testes t > Teste estatístico: médias: diferença entre duas médias independentes (dois grupos) > tipo de análise de poder: a priori: calcule o tamanho da amostra necessária – dado α , poder e tamanho do efeito. A amostra calculada apresentou os seguintes resultados: (EXE = 241,44± 46,48 m; SI= 50,47±48,78; d= 4,005; poder = 0,982), necessitando de um mínimo de 6 voluntários.

Para a análise estatística dos dados foi usado o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS; IBM Corp., Chicago, EUA), versão 20.0. Para testar a normalidade dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. A análise dos momentos EXE (pré e pós) e WI (pré e pós) foi submetida ao teste t pareado quando a distribuição normal foi alcançada. Quando a normalidade não foi alcançada, o teste de Wilcoxon foi utilizado como alternativa não paramétrica. Além disso, a análise das

diferenças de médias obtidas entre os momentos EXE e WI foram submetidas ao teste t independente se a amostra tivesse distribuição normal, e quando a normalidade não foi alcançada, o teste de Mann-Whitney foi utilizado como não alternativa paramétrica. O tamanho do efeito (d de Cohen) entre os momentos EXE e SI foi obtido por meio do software G*Power 3.1.7, obedecendo aos seguintes parâmetros: Valores iguais e maiores que 0,8 representam um tamanho de efeito grande; valores entre 0,8 e 0,2 representam valores de tamanho de efeito médio; e valores abaixo de 0,2 representam tamanho de efeito pequeno²³. Em todas as análises foi considerado um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

As características sociodemográficas e clínicas da amostra do presente estudo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características clínicas e sociodemográficas dos voluntários.

	Resultos
Idade (anos)	10.50± 0.84
Massa corporal(kg)	46.53±4.40
Altura (m)	1.46±0.04
IMC (kg/m ²)	21.51±1.38
Sexo- n (%)	
Masculino	7 (70)
Feminino	3 (30)
Grau de TEA- n (%)	
Leve	7 (70)
Moderado	3 (30)
Protocolo de exergaming (x/ semana)	2.00
Volume de treino (tempo por semana)	90.36±21.23

Legenda: Índice de Massa Corporal (IMC); Transtorno do Espectro Autista (TEA), Quilograma (kg); Metros(m); Quilograma por metros quadrado (kg/m²); Número da amostra (n); Porcentagem (%).

A Tabela 2 mostra uma análise comparativa dos valores da mediana, erro padrão, diferença de média, desvio padrão e intervalo de confiança de 95% (95% IC) da preensão palmar de ambas as mãos, percentual do centro de gravidade com olhos abertos e fechados, distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos (TC6') e mensuração da percepção do esforço pela escala modificada de BORG, avaliados em voluntários com Transtorno do Espectro Autista nos momentos de intervenção com *exergaming* (EXE) e sem intervenção (SI).

No momento do EXE, houve aumento significativo dos valores de preensão palmar em ambas as mãos ($p < 0,001$) e na distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos ($p < 0,001$). No momento EXE, não foram encontradas diferenças significativas nas demais variáveis.

O período SI não apresentou diferenças relevantes em nenhuma das variáveis avaliadas.

DISCUSSÃO

O TEA vem apresentando um aumento significativo da incidência²⁴. Estudos demonstram que esses indivíduos apresentam déficits na interação social, comunicação, habilidades motoras²⁵, condicionamento físico⁴, funções cognitivas¹² e executivas¹¹, coordenação motora¹³, interesses restritos e repetitivos e déficits de reciprocidade emocional²⁵.

Outro fator que parece afetar as habilidades motoras está associado a um estilo de vida relativamente inativo, pois tem sido observado uma diminuição da aptidão física e da força muscular devido aos déficits motores e comprometimentos do equilíbrio postural²⁶, levando a incapacidade ou dificuldade na realização de habilidades motoras mais complexas que são necessárias em várias atividades físicas e esportivas, levando a uma baixa adesão a prática de exercícios físicos^{8,27,28}. Estudos demonstram que indivíduos com TEA tendem a priorizar videogames para realização de exercícios e jogar com maior frequência²⁹. Portanto, sugere-se que o uso dessa ferramenta por ser uma alternativa viável e apropriada de exercícios físicos para essa população⁸.

O protocolo de *exergaming* por meio do *Nintendo Wii*[®], para indivíduos com TEA promoveu melhora da condição física e funcional. Após 10 atendimentos, houve aumento na força de preensão palmar e na distância percorrida no TC6', associado à redução na percepção de esforço pela Escala de Borg modificada, mostrando um aumento na aptidão física e melhora na capacidade cardiorrespiratória. Salientamos que a prática regular de *exergaming* parece ser um fator importante para esses indivíduos, em que as atividades estimulam os jogadores a melhorar constantemente seu desempenho^{30,31} e facilitam o aprendizado motor^{12,22}. Além disso, o *exergaming* fornece *feedback* sobre a

Tabela 2. Análise comparativa dos valores da média, erro padrão, diferença de média, desvio padrão e intervalo de confiança de 95% (95% IC) da preensão palmar de ambas as mãos, percentual do centro de gravidade com olhos abertos e fechados por meio da Wii Balance Board (Nintendo Wii), distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos (TC6') e a percepção do esforço pela escala modificada de BORG, avaliados em voluntários com TEA, nos momentos de intervenção com exergaming (EXE) e sem intervenção (SI).

	EXE (n= 10)		SI (n= 10)		Pré (0 sessões)	Pós (Após 10 sessões)	Diferença de média ± DP	Valor de p*	Pré (0 sessões)	Pós (Após 10 sessões)	Diferença de média ± DP	Valor de p#	EXE vs SI Valor de p	TE
	Pré (0 sessões)	Pós (Após 10 sessões)	Diferença de média ± DP	Valor de p*										
Preensão palmar mão esquerda	10,99(1,33)	17,03 (1,79)	6,04±2,38 (-0,85- 14,27)	<0,001	11,55 (1,73)	12,17 (1,67)	0,62±0,85 (4,96- 17,33)	0,048	<0,001	3.032				
Preensão palmar mão direita	12,23 (1,64)	17,41 (2,11)	5,18±2,73 (-1,23- 11,97)	<0,001	12,05 (1,73)	12,04 (1,79)	-0,01±0,52 (-11,25- 14,82)	0,953	<0,001	2.641				
CG Wii OA Esquerdo	52,91 (2,44)	52,46 (1,51)	-0,44±4,62 (-1,09-21,70)	0,765	53,76 (4,18)	56,12 (3,59)	2,35±15,33 (-12,37- 9,54)	0,639	0,586	0.241				
CG Wii OA Direito	47,15 (2,43)	49,23 (1,57)	2,08±4,81 (4,04- 22,95)	0,204	47,75 (4,07)	43,54 (3,59)	-4,20±13,22 (3,63- 27,86)	0,341	0,174	0.631				
CG Wii OF Esquerdo	53,68 (2,81)	53,67 (1,18)	-0,00±5,95 (2,73- 17,88)	0,996	53,16 (4,37)	55,80 (5,14)	2,63±16,08 (-6,43- 7,09)	0,616	0,631	0.178				
CG Wii OF Direito	45,91 (2,94)	46,42 (1,16)	0,50±6,43 (-17,99- 4,57)	0,808	46,64 (4,32)	43,28 (3,04)	-3,35±16,37 (-14,17- 7,09)	0,533	0,491	0.309				
TC6' (m)	476,89 (26,30)	718,34 (29,39)	241,44±46,48 (-0,85- 14,27)	<0,001	470,34(30,58)	520,81 (36,87)	50,47±48,78 (-0,85- 14,27)	0,010	<0,001	4.008				
BORG	6,80(0,66)	4,10 (0,60)	-2,70±2,66 (-0,85- 14,27)	0,011	6,90(0,78)	5,70 (0,63)	-1,20±3,19 (-0,85- 14,27)	0,265	0,269	0.511				

Notas: * teste-t pareado ; # teste-t independente.

Legendas: TE: tamanho do efeito; DP: desvio padrão; CG Wii OA: Centro de gravidade no Wii com olhos abertos; CG Wii OF: Centro de gravidade no Wii com olhos fechados.

aptidão física dos participantes por meio de pontuação e comando verbal^{2,32}. Outro fator a ser considerado para a melhora dessas variáveis pode estar associada a repetição dos jogos de vídeo game durante os atendimentos, o que pode ter promovido melhora de áreas motoras e de memória, das funções cognitivas, com efeitos positivos sobre o comportamento⁸, embora não tenhamos avaliado.

Para o equilíbrio postural com a plataforma WBB não foram encontradas diferenças significativas após o período de intervenção, sendo sugerido que os modelos de intervenção adotados no estudo não foram suficientes para promover modificações das variáveis do equilíbrio postural³¹. Acredita-se que o método de avaliação em duplo apoio sobre a plataforma pode reduzir as oscilações do centro de massa corporal. Bahcaci e Demirbuken (2019)³³, também não encontraram alterações significativas nas avaliações do equilíbrio, quando as pacientes com câncer de mama em quimioterapia foram avaliadas em duplo apoio por uma plataforma de força, mas em apoio unipodal houve maior comprometimento do equilíbrio. Neste estudo, a prática de *exergaming* focou-se na melhora da capacidade aeróbica e da força muscular de preensão palmar, o que pode justificar a ausência de melhora na variável. Entretanto, estudos anteriores que utilizaram um protocolo de *exergaming* com jogos para esta finalidade obtiveram resultados significativos, se

mostrando eficaz no aumento do equilíbrio postural^{34,35}.

A melhora da aptidão física é reconhecida como um fator correlacionado ao aumento da qualidade de vida. Assim como acontece com crianças com desenvolvimento típico, a atividade física regular em crianças e adolescentes com TEA evidencia níveis mais baixos de pressão arterial, maior densidade óssea e redução do IMC, quando comparado com indivíduos sedentários. Além disso, a prática de exercício físico tem efeito benéfico na saúde psicológica, melhorias no comportamento social, redução de comportamentos estereotipados e no aumento do desempenho acadêmico⁴.

A força de preensão palmar representa diversos índices de função física, predizendo incapacidade, morbidade, mortalidade, dependência nas atividades de vida diária, além de ser um indicador da qualidade de vida³⁶. Nossos achados sobre a preensão manual corroboram com estudo anterior, onde afirmam que um treinamento específico para membros superiores, no qual são realizados movimentos de preensão manual e movimentos de pinça, fornecem evidências que este componente é importante para a independência na realização de tarefas motoras funcionais³⁷.

O estudo crossover mostrou-se eficaz na avaliação dos efeitos das intervenções em dois momentos. Além do mais, um período de *washout* foi importante para ajudar a eliminar

possíveis efeitos residuais de uma intervenção³⁸. É notável que no momento EXE, houve um aumento da capacidade aeróbica e tolerância ao esforço. No entanto, no momento SI também foi possível observar uma redução da distância percorrida no TC6' e da força de preensão palmar. Os nossos achados corroboram com outros estudos que demonstram que o efeito da ausência de exercícios físicos por uma a duas semanas leva a redução dos níveis de aptidão física, como capacidade cardiorrespiratória e força muscular^{39,40}. Portanto, os resultados deste estudo sugerem a manutenção de um programa contínuo de prática de atividade física para indivíduos com TEA.

Este estudo apresenta algumas limitações. A primeira, embora o poder amostral se mostrou satisfatório, salientamos que houve dificuldade de recrutamento de voluntários que apresentem TEA, devido ao período do estudo que foi realizado durante a pandemia de COVID-19. Com isso, medidas sanitárias dificultaram o acesso às instituições que atendiam esses voluntários, bem como por se encontrarem distantes do local da realização do estudo. Por não estarmos em uma grande cidade, o que reduziu a quantidade de voluntários e predomínio do sexo masculino. Outro fator a ser considerado é a avaliação do desempenho, por estar associado à retenção de aprendizagem por meio das pontuações obtidas nos jogos, que não foram avaliados. No entanto, estudos futuros são necessários

para melhor elucidar esses fatores que ainda não foram totalmente esclarecidos em tamanho amostral maior.

CONCLUSÃO

O protocolo de *exergaming* utilizado mostrou-se capaz de promover melhora da capacidade aeróbica pelo aumento da distância percorrida no TC6' e nos valores de força de preensão palmar em ambas as mãos em um modelo de intervenção cruzado. Portanto, 10 atendimentos com *exergaming* se mostraram benéficos na aptidão física e na força preensão palmar em crianças e adolescentes com TEA.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelo aporte financeiro e aos familiares e indivíduos com TEA que contribuíram diretamente para o estudo Brasil Iniciação Científica PIBIC/ FAPEMIG: Edital n° 47/2021-2022];

Referências

1. Ferreira, J. P., Ghiarone, T., Cabral Junior, C. R., Furtado, G. E., Moreira Carvalho, H., Machado-Rodrigues, A. M., & Andrade Toscano, C. V. Effects of physical exercise on the stereotyped behavior of children with autism spectrum disorders. *Medicina*. 2019; 55(10), 685. doi:

- 10.3390/medicina55100685.
2. Huang, J., Du, C., Liu, J., & Tan, G. Meta-analysis on intervention effects of physical activities on children and adolescents with autism. *International journal of environmental research and public health*. 202017(6), 1950. doi: 10.3390/ijerph17061950.
 3. Ji, C., Yang, J., Lin, L., & Chen, S. Executive Function Improvement for Children with Autism Spectrum Disorder: A Comparative Study between Virtual Training and Physical Exercise Methods. *Children*. 2022; 9(4), 507. doi: 10.3390/children9040507.
 4. Dickinson, K., & Place, M. A randomised control trial of the impact of a computer-based activity programme upon the fitness of children with autism. *Autism Research and Treatment*. 2014. doi: 10.1155/2014/419653
 5. Must, A., Phillips, S., Curtin, C., & Bandini, L. G. Barriers to physical activity in children with autism spectrum disorders: relationship to physical activity and screen time. *Journal of Physical Activity and Health*. 2015; 12(4), 529-534. doi: 10.1123/jpah.2013-0271.
 6. Bossink, L. W., van der Putten, A. A., & Vlaskamp, C. Understanding low levels of physical activity in people with intellectual disabilities: A systematic review to identify barriers and facilitators. *Research in Developmental Disabilities*. 2017; 68, 95-110. doi: 10.1016/j.ridd.2017.06.008
 7. Silva, M., & Mulick, J. A. Diagnosticando o transtorno autista: aspectos fundamentais e considerações práticas. *Psicologia: ciência e profissão*. 2009; 29, 116-131. doi: 10.1590/S1414-98932009000100010.
 8. Fang, Q., Aiken, C. A., Fang, C., & Pan, Z. Effects of exergaming on physical and cognitive functions in individuals with autism spectrum disorder: a systematic review. *Games for health journal*. 2019; 8(2), 74-84. doi: 10.1089/g4h.2018.0032
 9. Medeiros, P. D., Capistrano, R., Zequinão, M. A., Silva, S. A. D., Beltrame, T. S., & Cardoso, F. L. Exergames como ferramenta de aquisição e desenvolvimento de habilidades e capacidades motoras: uma revisão sistemática. *Revista Paulista de Pediatria*. 2017; 35, 464-471. doi: 10.1590/1984-0462/2017;35;4;00013.
 10. Anderson-Hanley, C., Tureck, K., & Schneiderman, R. L. Autism and exergaming: effects on repetitive behaviors and cognition. *Psychology research and behavior management*. 2011; 4, 129. doi: 10.2147/FPRBM.S24016.
 11. Hilton, C. L., Cumpata, K., Klohr, C., Gaetke, S., Artner, A., Johnson, H., &

- Dobbs, S. Effects of exergaming on executive function and motor skills in children with autism spectrum disorder: a pilot study. *The American Journal of Occupational Therapy*. 2014; 68(1), 57-65. doi: 10.5014/ajot.2014.008664.
12. Yu, C. C., Wong, S. W., Lo, F. S., So, R. C., & Chan, D. F. Study protocol: a randomized controlled trial study on the effect of a game-based exercise training program on promoting physical fitness and mental health in children with autism spectrum disorder. *BMC psychiatry*. 2018; 18(1), 1-10. doi: 10.1186/s12888-018-1635-9.
 13. Caro, K., Tentori, M., Martinez-Garcia, A. I., & Alvelais, M. Using the FroggyBobby exergame to support eye-body coordination development of children with severe autism. *International Journal of Human-Computer Studies*. 2017; 105, 12-27. doi: 10.1016/j.ijhcs.2017.03.005.
 14. Rhodes, R. E., Warburton, D. E., & Bredin, S. S. Predicting the effect of interactive video bikes on exercise adherence: An efficacy trial. *Psychology, health & medicine*. 2009; 14(6), 631-640. doi: 10.1080/13548500903281088.
 15. Jozkowski, A. C., Lichtenwalner, M. A., & Cermak, S. A. Case studies on the feasibility of exergaming to enhance physical activity in youths on the autism spectrum. *Good Autism Practice (GAP)*. 2016; 17(2), 24-36.
 16. Senn, S. The AB/BA design with normal data. *Cross-over trials in Clinical Research*. 2002; 42, 47. doi:10.1002/0470854596.
 17. Nolan SJ, Hambleton I, Dwan K. O uso e relato do desenho de estudo cruzado em ensaios clínicos e revisões sistemáticas: Uma avaliação sistemática. *PLoS Um*. 2016;11(7). doi:10.1371/journal.pone.0159014.
 18. Lee, S. C., Wu, L. C., Chiang, S. L., Lu, L. H., Chen, C. Y., Lin, C. H., Lin, C. H. Validating the capability for measuring age-related changes in grip-force strength using a digital hand-held dynamometer in healthy young and elderly adults. *BioMed Research International*. 2020. doi: 10.1155/2020/6936879
 19. Mathiowetz, V., Weber, K., Volland, G., & Kashman, N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *The Journal of hand surgery*. 1984; 9(2), 222-226. doi: 10.1016/S0363-5023(84)80146-X.
 20. American Thoracic Society/European Respiratory Society international multidisciplinary consensus classification of the idiopathic interstitial pneumonias. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;165:277–304. doi: 10.1164/ajrccm.165.2.ats01.
 21. Jeter, P. E., Wang, J., Gu, J., Barry, M.

- P., Roach, C., Corson, M., ... & Dagnelie, G. (2015). Intra-session test-retest reliability of magnitude and structure of center of pressure from the Nintendo Wii Balance Board™ for a visually impaired and normally sighted population. *Gait & posture*, *41*(2), 482-487. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.11.012
22. da Silva Alves, R., Iunes, D. H., Pereira, I. C., Borges, J. B. C., Nogueira, D. A., Silva, A. M., Carvalho, L. C. Influence of exergaming on the perception of cancer-related fatigue. *Games for health journal*. 2017; *6*(2), 119-126.
23. Cohen J. *Análise Estatística do Poder para as Ciências Comportamentais*. 2ª edição. (Lawrence Erlbaum, ed.); 2013. doi:10.4324/9780203771587.
24. Matson, J. L., & Kozlowski, A. M. The increasing prevalence of autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*. 2011; *5*(1), 418-425. doi: 10.1016/j.rasd.2010.06.004.
25. Lima, J. L., Axt, G., Teixeira, D. S., Monteiro, D., Cid, L., Yamamoto, T., Machado, S. Exergames for children and adolescents with autism spectrum disorder: an overview. *Clinical Practice and Epidemiology in Mental Health: CP & EMH*. 2020; *16*, 1. doi: 10.2174/1745017902016010001.
26. Ferreira, C. A. M.; Thompson, R. *Imagem e Esquema Corporal*. São Paulo: Martins Fontes, 2002.
27. Ludyga, S., Pühse, U., Gerber, M., & Mücke, M. Muscle strength and executive function in children and adolescents with autism spectrum disorder. *Autism Research*. 2021; *14*(12), 2555-2563. doi:10.1002/aur.2587.
28. Getchell, N., Miccinello, D., Blom, M., Morris, L., & Szaroleta, M. (2012). Comparing energy expenditure in adolescents with and without autism while playing Nintendo® Wii™ games. *GAMES FOR HEALTH: Research, Development, and Clinical Applications*, *1*(1), 58-61. doi: 10.1089/g4h.2011.0019.
29. Mazurek, M. O., Shattuck, P. T., Wagner, M., & Cooper, B. P. (2012). Prevalence and correlates of screen-based media use among youths with autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, *42*(8), 1757-1767. doi: 10.1007/s10803-011-1413-8.
30. Rhodes, R. E., Warburton, D. E., & Bredin, S. S. Predicting the effect of interactive video bikes on exercise adherence: An efficacy trial. *Psychology, health & medicine*. 2009; *14*(6), 631-640. doi:10.1080/13548500903281088.
31. Tough, D., Robinson, J., Gowling, S., Raby, P., Dixon, J., & Harrison, S. L. The feasibility, acceptability and outcomes of exergaming among individuals with cancer: a systematic

- review. *BMC cancer*. 2018; 18(1), 1-16. doi: 10.1186/s12885-018-5068-0.
32. da Anunciação Rodrigues, R., Ramos, A. C. C., de Santana, M. V. B., Brasil, C. A., Dias, C. M. C. C., & Macedo, L. B. Realidade virtual como recurso na reabilitação cardiovascular: revisão sistemática. *Assobrafir Ciencia*. 2019; 7(3), 41-49.
33. Bahcaci, U., & Demirbukan, I. (2019). Effects of chemotherapy process on postural balance control in patients with breast cancer. *Indian Journal of Cancer*, 56(1), 50. doi: 10.4103/ijc.IJC_47_18.
34. Jung, S., Song, S., Lee, D., Lee, K., & Lee, G. Effects of kinect video game training on lower extremity motor function, balance, and gait in adolescents with spastic diplegia cerebral palsy: a pilot randomized controlled trial. *Developmental neurorehabilitation*. 2021; 24(3), 159-165. doi:10.1080/17518423.2020.1819458.
35. Meyns, P., Blanckaert, I., Bras, C., Jacobs, N., Harlaar, J., van de Pol, L., Buizer, A. I. Exergaming improves balance in children with spastic cerebral palsy with low balance performance: results from a multicenter controlled trial. *Disability and Rehabilitation*. 2021; 1-10. doi: 10.1080/09638288.2021.1954704.
36. Sayer, A. A., & Kirkwood, T. B. Grip strength and mortality: a biomarker of ageing?. *Lancet (London, England)*. 2015; 386(9990), 226-227. doi: 10.1016/S0140-6736(14)62349-7.
37. Alaniz, M. L., Galit, E., Necesito, C. I., & Rosario, E. R. Hand strength, handwriting, and functional skills in children with autism. *The American Journal of Occupational Therapy*. 2015; 69(4), 6904220030p1-6904220030p9. doi: 10.5014/ajot.2015.016022.
38. Nolan, S. J., Hambleton, I., & Dwan, K. The use and reporting of the cross-over study design in clinical trials and systematic reviews: a systematic assessment. *PLoS One*. 2016; 11(7), e0159014. doi: 10.1371/journal.pone.0159014.
39. Mujika I, Padilla S. Características musculares de destreinamento em humanos. *Med Sci Sports Exerc* . 2001;33(8):1297-1303. doi:10.1097/00005768-200108000-00009
40. Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. Resistance training for health and performance. *Current sports medicine reports*. 2002; 1(3), 165-171. doi: 10.1007/s11932-002-0017-7.

