
Diferentes Respostas Fisiológicas entre Dois Tipos de Treinamento Funcional de Alta Intensidade

Different Physiological Responses Between Two Types of High Intensity Functional Training

Ana Cecília Calderon

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4410-4271>

Universidade Estácio de Sá, Brasil

Universidade Salgado de Oliveira, Brasil

E-mail: anaceciliacalderon@globo.com

Alexandre Vieira Gurgel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9988-3656>

Universidade Salgado de Oliveira, Brasil

E-mail: coachgurgel@gmail.com

Tiago Costa de Figueiredo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9775-1497>

Universidade Estácio de Sá, Brasil

tiago.figueiredo@ensinememe.com.br

Carla Ade Caldas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9492-2000>

Universidade Salgado de Oliveira, Brasil

carlaade@hotmail.com

Thiago Teixeira Guimarães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6457-5098>

Universidade Salgado de Oliveira, Brasil

E-mail: thiagotguimaraes@yahoo.com.br

Silvio Rodrigues Marques Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5742-4646>

Universidade Salgado de Oliveira, Brasil

Universidade Estácio de Sá, Brasil

E-mail: marquesilvio@gmail.com

RESUMO

Diversas modalidades do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) são desenvolvidas de forma empírica, sem o devido aprofundamento técnico sobre suas repercussões cardiovasculares e metabólicas. O objetivo deste estudo foi comparar possíveis alterações cardiovasculares e metabólicas agudas entre duas modalidades que abordam o HIIT como base em suas sessões. A amostra, que constou de 21 mulheres (31,2 ± 9,3 anos de idade), assintomáticas e fisicamente ativas, foi submetida a duas diferentes modalidades de HIIT, o “Balleron *Fit*” e o circuito “*express*”, aleatoriamente em dois diferentes momentos. Foram avaliadas as variáveis frequência cardíaca, impulso de treinamento (TRIMP), consumo de oxigênio (VO₂), dispêndio energético, consumo excessivo de oxigênio após o exercício (EPOC), lactato, percepção de esforço, dor e afeto, além da carga da sessão. O circuito “*express*”, quando comparado ao “Balleron *Fit*”, apresentou maiores valores de TRIMP ($p < 0,0001$), dispêndio energético ($p < 0,001$) e EPOC ($p < 0,01$), e menores valores de lactato ($p < 0,001$) e dor ($p < 0,001$). Concluiu-se que o “Balleron *Fit*” estimulou respostas periféricas ao estresse físico, enquanto o circuito “*express*” provocou respostas centrais.

Palavras-chave: Treinamento Intervalado; HIIT; Treinamento em Circuito; Ballet; Dança.

ABSTRACT

Several modalities of high-intensity interval training (HIIT) are developed empirically, without due technical depth on their cardiovascular and metabolic repercussions. The aim of this study was to compare possible acute cardiovascular and metabolic alterations between two modalities that address HIIT as a basis in their sessions. The sample, which consisted of 21 women (31.2 ± 9.3 years old), asymptomatic and physically active, were submitted to two different HIIT modalities, the “Balleron Fit” and the “express” circuit, randomly in two different times. The variables heart rate, training impulse (TRIMP), oxygen consumption (VO_2), energy expenditure, excessive post-exercise oxygen consumption (EPOC), lactate, perceived exertion, pain, and affection, in addition to session load were evaluated. The “express” circuit, when compared to the “Balleron Fit”, presented higher values of TRIMP ($p < 0.0001$), energy expenditure ($p < 0.001$) and EPOC ($p < 0.01$), and lower values of lactate ($p < 0.001$) and pain ($p < 0.001$). It was concluded that the “Balleron Fit” stimulated peripheral responses to physical stress, while the “express” circuit provoked central responses.

Keywords: Interval Training; HIIT; Circuit Training; Ballet; Dance.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos foram desenvolvidas muitas modalidades de treinamento para melhorar a aptidão cardiorrespiratória, atividade metabólica e função musculoesquelética (JIMÉNEZ-MALDONADO et al., 2018). A capacidade aeróbia é inversamente proporcional à morbidade cardiovascular e mortalidade, e evidências crescentes mostram que o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) parece ser mais eficaz do que o treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) na promoção da aptidão cardiorrespiratória (HANNAN et al., 2018).

O HIIT permite uma maior economia de tempo, já que as sessões normalmente não ultrapassam trinta minutos. Desta forma, ocorrem diversas reações fisiológicas como o aumento significativo da diferença arteriovenosa de oxigênio, devido à liberação de catecolaminas (adrenalina, noradrenalina) que se ligam aos receptores beta-2 adrenérgicos provocando a vasodilatação (GORDAN; GWATHMEY; XIE, 2015), o mecanismo local muscular, como um dos principais efeitos, o *shear stress* (estresse de cisalhamento), liberando óxido nítrico (NO), entre outros (JENSEN, 2004; RAMÍREZ-VELEZ et al., 2019), além da diminuição de afinidade da molécula de hemoglobina com o oxigênio (efeito Bohr), aumento da temperatura corporal, diminuição do pH sanguíneo, aumento da pressão parcial de dióxido de carbono e aumento da atividade de 2,3-difosfoglicerato (JENSEN, 2004). Com isso, ocorre um maior consumo de oxigênio durante a sessão de treinamento, estimulando um maior gasto energético, ativando a lipólise e a oxidação de gorduras, consideradas excelentes adaptações crônicas.

Outras importantes adaptações associadas ao treinamento intervalado de alta intensidade são a hipertrofia excêntrica do coração, biogênese mitocondrial, angiogênese, aumento da atividade enzimática da via aeróbia e a hipertrofia muscular das fibras do tipo I e IIa (MACLNNIS; GIBALA, 2017). Segundo Sawyer (2016), a maioria dos estudos mostra que o treinamento intervalado de alta intensidade melhora a função endotelial em maior proporção do que o treinamento contínuo de intensidade moderada, e o HIIT aumenta o status antioxidante e a disponibilidade de óxido nítrico em maior extensão do que o MICT.

Os benefícios de modalidades que envolvem o HIIT podem ir além das questões estéticas, favorecendo a adesão ao exercício, promoção da saúde, qualidade de vida e envelhecimento independente, decorrentes da melhora na aptidão cardiorrespiratória e

sensibilidade à insulina, aumento da síntese proteica nos músculos, além de efeitos cognitivos e psicológicos potencialmente positivos (FERIOLI et al., 2019). Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi comparar possíveis alterações cardiovasculares e metabólicas agudas entre duas modalidades que abordam o treinamento intervalado de alta intensidade como base em suas sessões.

METODOLOGIA

Procedimentos de análises de dados

Delineamento

Trata-se de estudo quase-experimental, onde houve a manipulação de variáveis independentes na intenção de estabelecer uma relação de causa-efeito, porém, sem o estabelecimento de um grupo controle (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012).

Amostra

Foram recrutadas 21 mulheres adultas, em um bairro do município do Rio de Janeiro, RJ/Brasil. Como critérios de inclusão, a amostra deveria ser do sexo feminino, assintomática, e praticar regularmente modalidades que envolvessem treinamento intervalado, há pelo menos seis meses, nas modalidades “Balleron *Fit*”, circuitos “*express*” ou *cross training*. Os critérios de exclusão adotados foram: mulheres com idade superior a 60 ou inferior a 20 anos e sob uso de substâncias psicoativas.

Procedimentos

Foram realizados três encontros para todo o procedimento experimental. No primeiro encontro, a amostra recebeu informações por escrito das rotinas adotadas, procedimentos e possíveis riscos por meio do termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com as Resoluções 466/2012 e 510/2016, do Conselho Nacional de Saúde (CNS) – Diretrizes e Normas para a Realização de Experimentos com Seres Humanos. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Salgado de Oliveira (CEP-UNIVERSO), parecer número 02469418.2.0000.5289.

Ainda no primeiro dia, foi aplicada uma anamnese, incluindo o Questionário de Prontidão para Atividade Física (Par-Q), e foi realizada uma avaliação morfofuncional,

para verificação da estatura, massa corporal e composição corporal. Foi utilizado o estadiômetro com balança digital Welmy (W200/100a). A composição corporal foi determinada por meio da utilização do ultrassom BodyMetrix® BX2000 System (IntelaMetrix, Concord, CA, USA). Nos encontros seguintes, a amostra foi submetida a duas diferentes modalidades de HIIT, o “Balleron *Fit*” e o circuito “*express*”, aleatoriamente.

A sessão de “Balleron *Fit*” iniciou com um aquecimento, priorizando-se a mobilidade, flexibilidade e o equilíbrio, com duração de cinco minutos. A parte específica foi composta de quatro circuitos, com quatro a cinco minutos de duração cada, contendo quatro exercícios de alta intensidade em cada um dos circuitos, empregando valências como a resistência muscular, coordenação motora (lateralidade), aptidão cardiorrespiratória, o equilíbrio e a flexibilidade. Foram realizados os seguintes movimentos: agachamento, abdominal, prancha, flexão de braço, *sauté*, *plié*, *elevé*, *jeté*, *grand battement*, intervalando-os com séries de recuperação, contendo exercícios de baixa intensidade (um minuto cada sessão), como *reverence* e *port de brás*. O método de treinamento utilizado nos circuitos foi crescente e decrescente em relação às repetições e ao tempo de sustentação dos movimentos. Ao final, foi utilizado o alongamento estático e dinâmico para a volta à calma (três minutos). Nesta sessão, não houve utilização de materiais acessórios, trabalhando-se o peso do próprio corpo.

A sessão do circuito “*express*” teve início com um circuito de aquecimento, priorizando-se movimentos para mobilidade e estabilidade, com duração de cinco minutos. Após o circuito de aquecimento foram feitos mais dois circuitos com cinco exercícios cada: agachamento, avanço, subida no *step*, elevação de quadril, flexão de ombros e cotovelos, remada curvada, desenvolvimento, remada alta, prancha e abdominal. Cada circuito teve sete minutos de duração. Esses circuitos foram intervalados com exercícios de alta intensidade, como por exemplo, o deslocamento lateral no *step* (um minuto cada). Entre cada circuito foi utilizado de um a dois minutos de recuperação passiva em repouso. As valências objetivadas no circuito “*express*” foram a resistência muscular localizada, aptidão cardiorrespiratória e potência. Nos circuitos, foram utilizados colchonetes, halteres e *steps*.

Nas duas modalidades, foram utilizadas músicas para estimular o desempenho, porém, na sessão de “Balleron *Fit*”, os exercícios foram feitos no ritmo da música,

enquanto no circuito “*express*”, a amostra executou na velocidade desejada, não necessariamente na cadência da música.

Foram observadas as seguintes variáveis dependentes, por meio do Firstbeat®: frequência cardíaca, impulso de treinamento (TRIMP), consumo de oxigênio (VO₂), dispêndio energético e consumo excessivo de oxigênio após o exercício (EPOC). Além disso, as variáveis dependentes lactato (Lactate Accutrend® Plus System, Roche Bioelectronics, Basel, Switzerland), percepção de esforço, dor e afeto, protocolo Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) (FOSTER et al., 2001), protocolo Escala Visual Analógica (EVA) (FLAHERTY, 1996; LANGLEY; SHEPPEARD, 1985) e protocolo *Feeling Scale* (HARDY; REJESKI, 1989), foram avaliadas. O lactato sanguíneo foi mensurado antes e após as sessões de exercícios, enquanto a percepção de dor, esforço e afeto foi mensurada a cada cinco minutos. A variável dependente carga da sessão foi obtida por meio do escore obtido na PSE multiplicado pela duração da sessão em minutos (MACLNNIS e GIBALA, 2017).

Análise de dados

Inicialmente, para atender aos pressupostos normalidade e homogeneidade, necessários para a realização de estatísticas paramétricas, foram empregados os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Atendidos os pressupostos, foi realizada uma análise descritiva para caracterizar a amostra (média e desvio padrão da idade e dados antropométricos), seguida do Teste t de *Student* para amostras dependentes, comparando possíveis diferenças entre os escores das variáveis dependentes frequência cardíaca, TRIMP, VO₂, dispêndio energético, EPOC, lactato, percepção de esforço, dor e afeto, e carga da sessão entre as sessões “*Balleron Fit*” e circuito “*express*”.

Todos os cálculos estatísticos foram realizados no programa SPSS 23 (IBM Corp., Released 2010. IBM SPSS Statistics para Windows, versão 23,0, Armonk, NY, USA: IBM Corp), assumindo-se o nível de significância $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a análise descritiva da amostra selecionada no estudo, contendo a média e o desvio-padrão das seguintes variáveis: idade (anos), estatura (cm),

massa corporal (kg), índice de massa corporal (IMC) (kg/m^2) e percentual de gordura corporal (%).

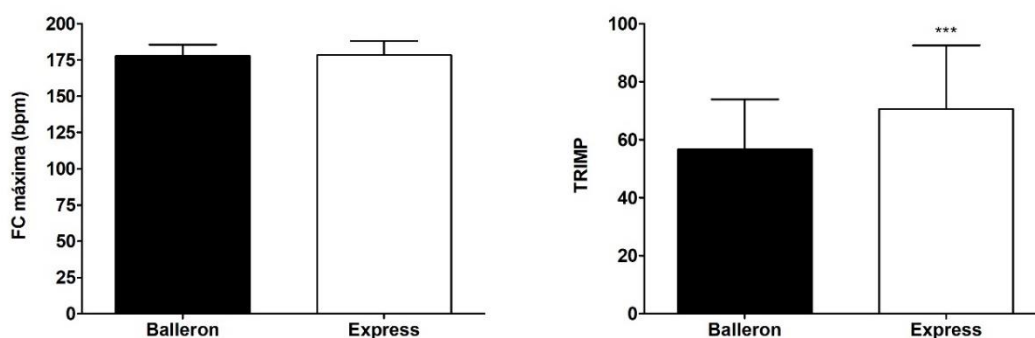
Tabela 1. Características da amostra.

Variáveis	Média \pm Desvio-Padrão
Idade (anos)	31,2 \pm 9,3
Estatura (cm)	161,5 \pm 5,2
Massa Corporal (kg)	63,0 \pm 11,8
IMC (kg/m^2)	24,1 \pm 4,0
Gordura corporal (%)	26,7 \pm 10,2

Fonte: Criada pelos autores.

A Figura 1 apresenta a comparação dos parâmetros fisiológicos frequência cardíaca máxima (FC máxima) e impulso de treinamento (TRIMP) entre as sessões “Balleron *Fit*” e circuito “*express*”. É possível observar diferença estatística significativa no TRIMP ($p < 0,0001$), indicando maior valor no circuito “*express*” ($70,57 \pm 21,94$ u.a) quando comparado ao “Balleron *Fit*” ($56,67 \pm 17,30$ u.a).

Figura 1. Comparação dos parâmetros frequência cardíaca máxima (FC máxima) e impulso de treinamento (TRIMP) entre as sessões “Balleron *Fit*” e circuito “*express*”.



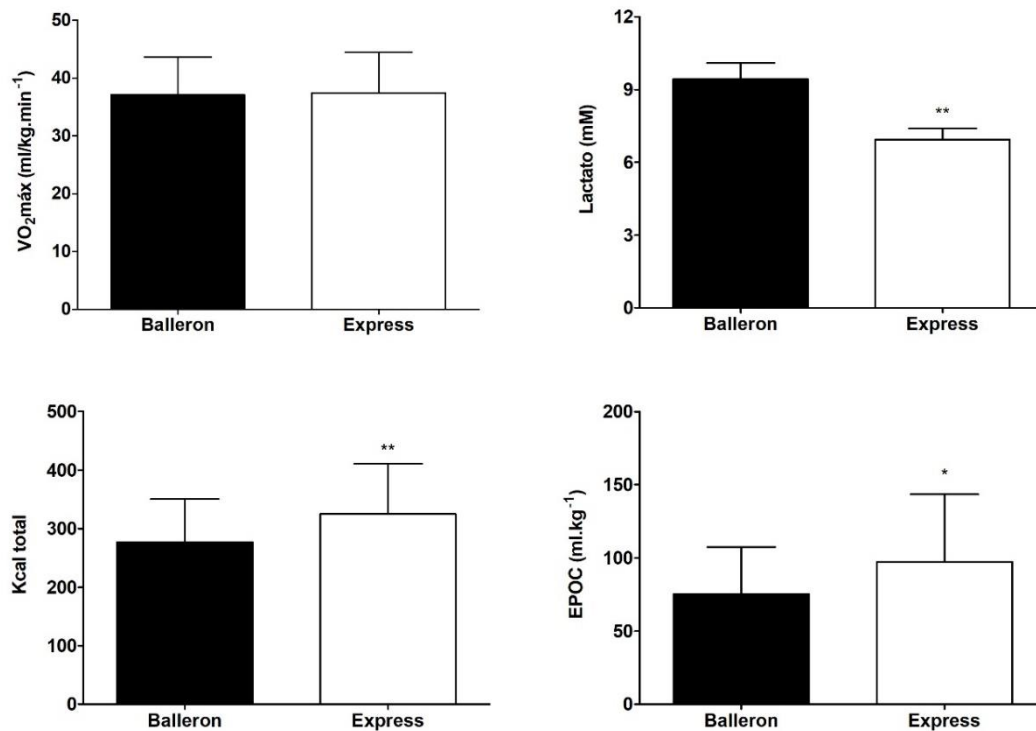
FC máxima: frequência cardíaca máxima. TRIMP: impulso de treinamento.

*** $p < 0,0001$. Fonte: Criada pelos autores.

A Figura 2 apresenta a comparação dos parâmetros VO_2 máx, lactato, dispêndio energético e EPOC entre as sessões “Balleron *Fit*” e circuito “*express*”. Observou-se diferença estatística significativa nas variáveis lactato ($p < 0,001$), dispêndio energético (Kcal total) ($p < 0,001$) e EPOC ($p < 0,01$) entre as duas sessões de exercícios avaliadas. No circuito “*express*”, o lactato apresentou menor concentração ($6,95 \pm 2,10$ mM) em

relação ao “Balleron *Fit*” ($9,43 \pm 3,05$ mM). Já o dispêndio energético (Kcal total) e o EPOC apresentaram valores mais altos no circuito “*express*” ($325,00 \pm 85,55$ Kcal e $97,23 \pm 46,28$ ml/kg.min⁻¹, respectivamente) em relação ao “Balleron *Fit*” ($277,10 \pm 73,61$ Kcal e $75,23 \pm 32,22$ ml/kg.min⁻¹, respectivamente).

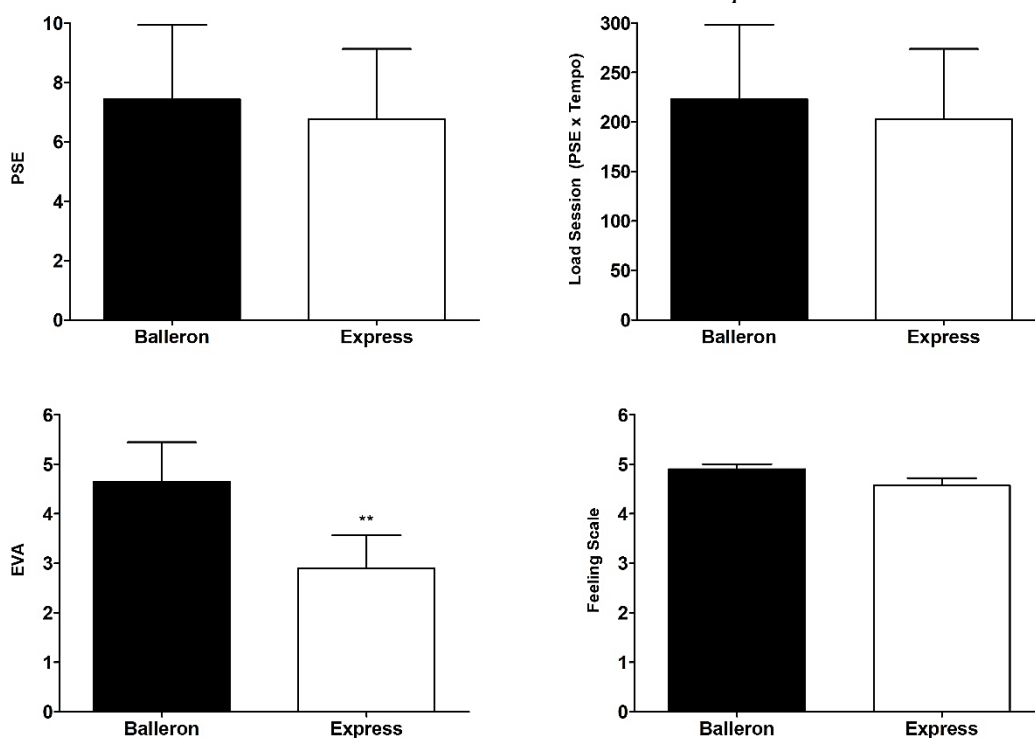
Figura 2. Comparação dos parâmetros VO₂máx, lactato, dispêndio energético e EPOC entre as sessões “Balleron *Fit*” e circuito “*express*”.



VO₂máx: consumo máximo de oxigênio. Kcal total: dispêndio energético. EPOC: consumo excessivo de oxigênio após o exercício. *p < 0,01. **p < 0,001. Fonte: Criada pelos autores.

A Figura 3 apresenta a comparação dos parâmetros PSE, Carga da Sessão, EVA e *Feeling Scale* entre as sessões “Balleron *Fit*” e circuito “*express*”. Observou-se diferença estatística significativa na variável EVA ($p < 0,01$), indicando maior valor no “Balleron *Fit*” ($4,65 \pm 3,55$ u.a) quando comparado ao circuito “*express*” ($2,90 \pm 2,97$ u.a).

Figura 3. Comparação dos parâmetros PSE, Carga da Sessão, EVA e feeling scale entre as sessões “Balleron *Fit*” e circuito “*express*”.



PSE: percepção subjetiva de esforço. *Load Session*: carga da sessão. EVA: Escala Visual Analógica. ** $p < 0,01$. Fonte: Criada pelos autores.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente trabalho foi comparar possíveis alterações cardiovasculares e metabólicas agudas entre duas modalidades que abordam o treinamento intervalado de alta intensidade como base em suas sessões. O circuito “*express*” apresentou maior sobrecarga cardiovascular e maior dispêndio energético quando comparado ao “Balleron *Fit*”. Por outro lado, o “Balleron *Fit*” apresentou maior concentração de lactato e maior pontuação na EVA em comparação ao circuito “*express*”. Especula-se que o TRIMP, dispêndio energético e EPOC maiores no circuito “*express*” possam ter sido resultantes de uma maior sobrecarga externa utilizada, comparado ao “Balleron *Fit*”, cuja sessão foi realizada com o peso do próprio corpo.

Quando comparado ao circuito “*express*”, o “Balleron *Fit*” apresentou o lactato significativamente maior, provavelmente decorrente da realização de uma quantidade maior de repetições de movimentos, assim como mais contrações isométricas, gerando dessa forma um estresse periférico maior e aumento da percepção subjetiva de dor. Dessa

forma, acredita-se que a sessão de “Balleron *Fit*” tenha estimulado respostas periféricas ao estresse físico, enquanto no circuito “*express*”, as respostas tenham sido centrais.

Em um estudo avaliando os níveis de fadiga muscular em dois tipos de sessões específicas de *cross training*, foram comparados exercícios de flexão e agachamento com peso corporal e exercícios com sobrecarga de 40% de uma repetição máxima (MATÉ-MUÑOZ et al., 2017). A alta intensidade dos dois tipos de trabalho foi refletida pelos níveis de lactato sanguíneo apresentados, pois mesmo sem carga ou com cargas leves nas sessões de treinamento, os estímulos podem ter sido suficientes para induzir a predominância do metabolismo energético glicolítico, possivelmente decorrente do alto volume de exercícios e curto período de recuperação (MATÉ-MUÑOZ et al., 2017). Foi observado em um outro estudo similar, comparando-se sessões da mesma modalidade mencionada, que a PSE e o lactato foram maiores nos exercícios sem carga (“Cindy”) do que nos exercícios com carga, porém sem diferença significativa para a variável frequência cardíaca máxima (MATÉ-MUÑOZ et al., 2018).

Em um estudo crônico, em que 32 participantes foram divididos em dois grupos, sendo um grupo de treinamento com carga externa e o outro grupo de treinamento com a carga do próprio corpo, utilizando-se movimentos calistênicos, foi observada uma melhoria significativa na aptidão física por meio dos dois tipos de treinamento após oito semanas, porém, sem diferenças significativas entre os grupos (HARMAN et al., 2008). Os participantes realizaram exercícios como flexões, abdominais, saltos e corridas, e para equalizar a intensidade, o grupo sem sobrecarga externa realizou uma quantidade maior de movimentos em comparação ao grupo com carga (HARMAN et al., 2008).

Na prática, treinamentos em circuitos e expressos, que abordam o HIIT como parte integrante de suas sessões, têm conquistado cada vez mais adeptos. A presença do HIIT em submodalidades tradicionais da dança reflete uma percepção de necessidade e consumo de rotinas que prezem pelo condicionamento físico e saúde. Muitas dessas sessões são realizadas em 30 minutos, incentivando e proporcionando benefícios para populações sob restrição de tempo para se exercitar. Com o aumento da procura por esses tipos de rotinas, a comunidade profissional também pode ser beneficiada, porém, passa a carecer de subsídio técnico.

No presente estudo, embora aparentemente semelhantes, as duas modalidades avaliadas apresentaram respostas cardiovasculares e metabólicas relativamente diferentes. Recomenda-se, futuramente, que sejam feitas novas pesquisas envolvendo

peessoas do sexo masculino, com diferentes níveis de aptidão física e restrições, além de análises sobre o efeito crônico, cruzando-se os dados com tipos de treinamento tradicionais (moderado contínuo, por exemplo) e a presença de grupos controle.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que o “Balleron *Fit*” estimulou respostas periféricas ao estresse físico da sessão, enquanto o circuito “*express*” provocou respostas centrais. Esses diferentes efeitos provavelmente são decorrentes da execução de movimentos com ou sem sobrecarga externa ao peso do próprio corpo, e maior ou menor tempo de contrações isométricas. Os dados sugerem que generalizações quanto ao HIIT entre diferentes modalidades devem ser feitas com critério, levando-se sempre em consideração o público-alvo, nível de aptidão física e restrições.

REFERÊNCIAS

- FERIOLI, M. et al. Role of physical exercise in the regulation of epigenetic mechanisms in inflammation, cancer, neurodegenerative diseases, and aging process. **Journal of Cellular Physiology**, v. 234, n. 9, p. 14852-14864, 2019.
- FLAHERTY, S. Pain measurement tools for clinical practice and research. **AANA Journal**, v. 64, n. 2, p. 133-140, 1996.
- FOSTER, C. et al. A new approach to monitoring exercise training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001.
- GORDAN, R.; GWATHMEY, J. K.; XIE, L. Autonomic and endocrine control of cardiovascular function. **World J Cardiol**, v. 7, n. 4, p. 204-214, 2015.
- HANNAN, A. L. et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training with in cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. **Open Access J Sports Med**, v.9, p. 1-17, 2018.
- HARDY, C. J.; REJESKI, W. J. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 11, n. 3, p. 304-317, 1989.
- HARMAN, E. A. et al. Effects of two different eight-week training programs on military physical performance. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 2, p. 524-534, 2008.

JENSEN, F. B. Red blood cell pH, the Bohr effect, and other oxygenation-linked phenomena in blood O₂ and CO₂ transport. **Acta Physiologica**, v. 182, n. 3, p. 215-227, 2004.

JIMÉNEZ-MALDONADO, A. et al. The Impact of High-Intensity Interval Training on Brain Derived Neurotrophic Factor in Brain: A Mini-Review. **Frontiers in Neuroscience**, v. 12, 2018.

LANGLEY, G. B.; SHEPPEARD, H. The visual analogue scale: its use in pain measurement. **Rheumatology International**, v. 5, n. 4, p. 145-148, 1985.

MACLNNIS, M. J.; GIBALA, M. J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. **J Physiol**, v. 595, n. 9, p. 2915-2930, 2017.

MATÉ-MUÑOZ J. L. et al. Cardiometabolic and Muscular Fatigue Responses to Different CrossFit® Workouts. **J Sports Sci Med**, v. 17, n. 4, p. 668-679, 2018.

MATÉ-MUÑOZ J. L. et al. Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. **PLoS One**, v. 12, n. 7, 2017.

RAMÍREZ-VÉLEZ, R. et al. Effectiveness of HIIT compared to moderate continuous training in improving vascular parameters in inactive adults. **Lipidis Health Dis**, v. 18, n. 1, 2019.

SAWYER B. J. et al. Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on endothelial function and cardio metabolic risk markers in obese adults. **Journal of applied Physiology**, v. 121, n. 1, p. 279-288, 2016.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed. 2012.