

RESPOSTAS AGUDAS DO EXERCÍCIO FÍSICO EM PESSOAS INFECTADAS PELO HIV: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA



ACUTE RESPONSES OF PHYSICAL EXERCISE IN PEOPLE INFECTED BY HIV: A SYSTEMATIC REVIEW

ARTIGOS DE REVISÃO SISTEMÁTICA
SYSTEMATIC REVIEW ARTICLES
ARTÍCULOS DE REVISIÓN SISTEMÁTICA

RESPUESTAS AGUDAS AL EJERCICIO FÍSICO EN PERSONAS INFECTADAS POR EL VIH: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Bruno Pereira Melo¹
(Profissional de Educação Física)
Rafael Evangelista Pedro¹
(Profissional de Educação Física)
Débora Alves Guariglia¹
(Profissional de Educação Física)
Sidney Barnabé Peres²
(Profissional de Educação Física)
Solange Marta Franzói de Moraes²
(Profissional de Educação Física)

1. Universidade Estadual de Maringá-PR, Programa de Pós-Graduação em Educação Física UEM/UEL, Maringá, PR, Brasil.
2. Universidade Estadual de Maringá, PR, Departamento de Ciências Fisiológicas, Laboratório de Fisiologia do Exercício, Maringá, PR, Brasil.

Correspondência:

Solange M. Franzói de Moraes
Laboratório de Fisiologia do Exercício - LAFISE
Universidade Estadual de Maringá,
Departamento de Ciências Fisiológicas. Av. Colombo, 5790, Jd. Universitário, Maringá, PR, Brasil. 87020-900. smfmoraes@uem.br

RESUMO

O treinamento físico é uma estratégia importante para a saúde de pessoas que vivem com HIV/AIDS; contudo, suas respostas a curto prazo ainda não foram amplamente estudadas, o que limita o entendimento dos efeitos e da segurança da prescrição do treinamento para essa população. Portanto, objetivou-se revisar sistematicamente as respostas agudas decorrentes do exercício físico em pessoas com HIV sobre variáveis fisiológicas e imunológicas. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática a partir de trabalhos indexados nas seguintes bases de dados: Medline, Lilacs, Scielo, Web of Science e Science Direct. Os descritores utilizados foram: *acquired immunodeficiency syndrome, HIV, AIDS, seropositive, acute session, short, physical activity, exercise, training*. As buscas foram realizadas em fevereiro de 2015 e atualizadas em dezembro de 2015 e foram conduzidas sem restrição de datas de publicação ou idioma específico. Foram incluídos para esta revisão artigos que avaliaram as respostas agudas decorrentes de algum modelo de prescrição de treinamento físico envolvendo exercícios aeróbicos, com pesos ou combinados (exercícios aeróbicos e com pesos) relacionados com variáveis fisiológicas e imunológicas em pessoas infectadas pelo HIV. Foram encontrados 2.422 títulos, dos quais, após exclusão das duplicatas e a aplicação dos critérios de elegibilidade, foram selecionados sete artigos para síntese qualitativa. De acordo com os resultados reportados pelos estudos há evidências de que, imediatamente após a realização do exercício físico, ocorre um aumento do número de células circulantes, incluindo leucócitos totais, neutrófilos, monócitos e linfócitos T CD8⁺ em pessoas infectadas pelo HIV. Além disso, também se observaram alterações significantes nas concentrações de lactato, triglicerídeos, epinefrina e norepinefrina imediatamente após a realização do treinamento aeróbico, independentemente do uso de TARV e/ou de hiperlactatemia. No entanto, não há evidências suficientes para afirmar que o treinamento físico seja totalmente seguro e eficaz para esta população.

Descritores: HIV; treinamento de resistência; exercício.

ABSTRACT

Physical training is an important strategy for the health of people living with HIV/aids; however, its short-term responses have not yet been extensively studied, which limits the understanding of the effects and safety training prescription for this population. Therefore, we aimed to systematically review the acute responses resulting from physical exercise in people with HIV on physiological and immunological variables. For this, a systematic review was carried out from works indexed in the following databases: Medline, Lilacs, Scielo, Web of Science and Science Direct. The keywords used were acquired immunodeficiency syndrome, HIV, AIDS, seropositive, acute session, short, physical activity, exercise, training. The searches were conducted in February 2015 and updated in December 2015 and were conducted without restriction of publication dates or specific language. We included for this review articles that evaluated the acute responses derived from some model of prescription of physical training involving aerobic, weight or combined exercises (aerobic and weight exercises) related to physiological and immunological variables in HIV infected individuals. We found 2,422 titles of which, after exclusion of the duplicates and the application of the eligibility criteria, seven articles were selected for qualitative synthesis. According to the results reported by the studies, there is evidence that immediately after physical exercise an increase in the number of circulating cells occurs, including total leukocytes, neutrophils, monocytes and T CD8⁺ lymphocytes in HIV-infected people. Furthermore, significant changes in the concentrations of lactate, triglycerides, epinephrine and norepinephrine were also observed immediately after aerobic training regardless the use of HAART and/or hyperlactatemia. However, there is insufficient evidence to state that physical training is totally safe and effective for this population.

Keywords: HIV; resistance training; exercise.

RESUMEN

*El entrenamiento físico es una estrategia importante para la salud de las personas que viven con el VIH/SIDA. Sin embargo, sus respuestas a corto plazo no han sido ampliamente estudiadas, lo que limita la comprensión de los efectos y la seguridad de la prescripción de entrenamiento para esta población. Por lo tanto, el objetivo fue revisar sistemáticamente las respuestas agudas al ejercicio en personas con VIH en las variables fisiológicas e inmunológicas. Para esto, se realizó una revisión sistemática de artículos indexados en las siguientes bases de datos: Medline, Lilacs, Scielo, Web of Science y Science Direct. Los descriptores utilizados fueron: *acquired immunodeficiency syndrome, HIV, AIDS, seropositive, acute**

session, short, physical activity, exercise, training. Las búsquedas se realizaron en febrero de 2015 y fueron actualizadas en diciembre de 2015, siendo llevadas a cabo sin restricciones de fecha de publicación o idioma específico. Se seleccionaron en esta revisión los artículos que evaluaron las respuestas agudas de algún modelo de entrenamiento físico que implica la prescripción de ejercicios aeróbicos, con pesas o combinados (práctica de ejercicio aeróbico y pesas) relacionadas con variables fisiológicas e inmunológicas en las personas con VIH. Se encontraron 2.422 títulos, de los cuales, después de la exclusión de duplicados y la aplicación de los criterios de elegibilidad, se seleccionaron siete artículos para síntesis cualitativa. De acuerdo con los resultados reportados por estudios hay pruebas de que inmediatamente después del ejercicio hay un aumento en el número de células circulantes, incluyendo leucocitos totales, neutrófilos, monocitos y linfocitos T CD8⁺ en individuos infectados por el VIH. Además, se observaron cambios significativos en las concentraciones de lactato, triglicéridos, epinefrina y norepinefrina inmediatamente después del entrenamiento aeróbico, independientemente del uso de HAART y/o hiperlactatemia. Sin embargo, no hay pruebas suficientes para afirmar que el entrenamiento físico es completamente seguro y eficaz para esta población.

Descriptor: VIH; entrenamiento de resistencia; ejercicio.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220172302158763>

Artigo recebido em 20/01/2016 aprovado em 28/10/2016

INTRODUÇÃO

A síndrome da imunodeficiência adquirida (aids) causada pelo Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) induz uma supressão do sistema imune, tornando o indivíduo susceptível a infecções oportunistas, que, se não tratadas, levam inevitavelmente ao óbito^{1,2}.

O uso da terapia antirretroviral (TARV) é a principal estratégia farmacológica para a restauração imunológica e melhora na qualidade de vida em pessoas vivendo com HIV/aids³. Embora a utilização da TARV proporcione um aumento da sobrevida, diversos efeitos colaterais como alterações na distribuição da gordura corporal, resistência à insulina, hiperlipidemia, doenças cardiovasculares e alterações ósseas têm sido desencadeados pelo uso prolongado da terapia, potencializando assim a morbimortalidade nestes indivíduos^{4,5}.

Neste sentido, o exercício físico tem sido considerado como uma estratégia de intervenção não farmacológica mais efetiva para combater os efeitos adversos da TARV⁶⁻¹⁰. De acordo com o Ministério da Saúde, a prática regular de atividades físicas e uma alimentação adequada são essenciais para pessoas com HIV/aids que fazem uso da TARV, proporcionando uma maior adesão ao tratamento¹¹.

Evidências têm suportado que o treinamento físico melhora a aptidão cardiorrespiratória e a força muscular de pessoas vivendo com HIV/aids^{7,12-15}. Além disso, outros efeitos benéficos do treinamento físico em longo prazo têm sido demonstrados, como, a diminuição de marcadores inflamatórios incluindo o fator de necrose tumoral-alfa (TNF- α), interleucina 6 (IL-6) e interleucina 18 (IL-18)¹⁶, diminuição da gordura corporal¹⁷ e melhora do sistema imune e da qualidade de vida^{18,19}.

Embora o treinamento físico seja considerado de vital importância para a saúde do paciente, o conhecimento sobre segurança e efetividade, no que concerne ao tipo de exercício, variáveis relacionadas à intensidade e volume do treinamento ainda é emergente. Neste sentido, o entendimento sobre os efeitos agudos (em curto prazo) do treinamento físico principalmente em parâmetros imunológicos e fisiológicos em pessoas infectadas pelo HIV é de grande relevância, tanto para a segurança quanto para a eficácia da prescrição do treinamento físico.

Portanto, o objetivo deste estudo foi revisar sistematicamente a literatura em relação aos efeitos agudos de uma sessão de exercício físico sobre parâmetros imunológicos e fisiológicos em pessoas infectadas pelo HIV.

MÉTODOS

Esta revisão sistemática foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa Institucional da Universidade Estadual de Maringá (parecer nº. 910.562) e foi realizada de acordo com as recomendações proposta pelo PRISMA - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses²⁰.

Foram incluídos nesta revisão estudos experimentais, publicados em revistas e jornais, sem restrição de data e idioma específico, os quais compararam as respostas imunológicas e fisiológicas agudas ao exercício físico entre pessoas infectadas e não infectadas pelo HIV.

A estratégia de busca foi confeccionada cruzando os descritores relacionados à doença e descritores relacionados ao exercício físico por meio da utilização de operadores booleanos. As bases de dados pesquisadas foram: Medline, Lilacs (Latin American and Caribbean Health Science Literature Database), Scielo (Scientific Electronic Library Online), Web of Science e Science Direct. As buscas foram conduzidas sem restrição para as datas de publicação ou idioma específico, realizadas no período de 2 a 15 fevereiro de 2015, e revisadas e atualizadas em dezembro de 2015. A Figura 1 demonstra a estratégia de busca utilizada no Medline.

A seleção dos estudos foi realizada por dois pesquisadores (B.P.M e D.A.G), e um terceiro (R.E.P) foi responsável por analisar os resultados discordantes para se estabelecer um consenso na escolha dos títulos incluídos. Além da busca eletrônica nas bases de dados realizou-se, adicionalmente, busca manual a qual foi consultada as referências dos artigos de revisão e dos artigos selecionados na tentativa de encontrar os trabalhos que pudessem ser inseridos na revisão.

Foi realizada a primeira seleção a partir dos títulos, posterior a isso foi realizada a exclusão das duplicatas, e após essa etapa os resumos dos trabalhos selecionados foram lidos. Na leitura dos resumos os autores deveriam responder as seguintes perguntas: O estudo contém um grupo de pessoas infectadas pelo HIV e um grupo controle (pessoas não infectadas pelo HIV)? A amostra foi composta por indivíduos entre 18 e 60 anos? Ambos os grupos foram submetidos a alguma intervenção com exercícios físicos?

Se os autores respondessem sim para todas as perguntas o artigo era lido na íntegra. Para serem incluídos, os estudos deveriam ainda ter realizado uma avaliação no momento pré (basal), imediatamente após o exercício, e/ou pelo menos uma avaliação no prazo de até 24 horas após o término da sessão exercício. Foram excluídos artigos, nos quais os desfechos foram avaliados após um período de intervenção crônica (semanas, meses, anos, etc.).

```
("Acquired Immunodeficiency Syndrome"[Mesh] OR "Acquired Immunodeficiency Syndrome" [all fields] OR HIV [Mesh] OR HIV [all fields] OR AIDS [all fields] OR seropositive [all fields]) AND (Acute [all fields] OR session [all fields] OR short [all fields]) AND (physical activity [all fields] OR exercise [all fields] OR exercise [Mesh] OR training [all fields])
```

Figura 1 – Estratégia de busca no Medline.

RESULTADOS

Setenta e sete estudos foram selecionados pelo título e onze identificados através da busca manual, destes, 45 eram duplicatas e foram excluídos. Dessa forma, foi realizada a leitura dos 43 resumos restantes, sendo que 36 foram excluídos após esta etapa por não atenderem aos critérios de elegibilidade. Restaram sete estudos os quais atenderam a todos os critérios de elegibilidade e foram lidos na íntegra para inclusão da análise qualitativa.

Os estudos incluídos envolveram a participação de 111 pessoas infectadas com HIV com idade média de 40,5 anos (26 a 59 anos), sendo 78 homens e 33 mulheres²¹⁻²⁷. Dois estudos subdividiram o grupo HIV⁺: Cade et al.²¹ subdividiram o grupo HIV⁺ em pessoas que fazem uso de inibidores de protease (HIV⁺ IP) e pessoas que não fazem uso de inibidores de protease (HIV⁺ não IP) e Bauer et al.²² subdividiram o grupo HIV⁺ em pessoas virgens da TARV (HIV⁺ não TARV), em pessoas que fazem uso da TARV (HIV⁺TARV) e pessoas que fazem uso da TARV e que possuem hiperlactatemia (HIV⁺TARV+HPL). A contagem de linfócitos T CD4⁺ variou de 335 a 656 (células·µl⁻¹) e, apenas dois estudos reportaram o tempo de uso da TARV que variou de 2,8 a 9,3 anos^{22,24}.

Além do grupo HIV⁺, os estudos incluídos envolveram a participação de 71 pessoas não infectadas pelo HIV (controle) normotensos e não fumantes, sendo 51 homens e 20 mulheres, com idade média de 32,6 anos (24 a 54 anos).

As principais intervenções encontradas nos estudos incluídos foram: exercícios aeróbicos realizados em esteira (caminhada e/ou corrida) e exercícios em cicloergômetros. O tempo de realização do exercício aeróbico variou de 10 a 70 minutos e a prescrição da intensidade foi realizada por meio da estimativa do consumo máximo de oxigênio (VO_{2máx}), consumo de oxigênio pico (VO_{2pico}), frequência cardíaca (FC) e

potência pico em watts (Potência_{pico}). Apenas um estudo²⁴ incluiu além do exercício aeróbico, exercícios resistidos (com pesos) realizados com aparelhos de musculação e pesos livres (Tabela 1).

As respostas imunológicas e fisiológicas agudas decorrentes do exercício físico reportadas pelos estudos foram obtidas por meio de coletas de sangue e da análise dos índices da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). As coletas de sangue foram realizadas antes do exercício (entre 0 e 30 min), imediatamente após e durante a recuperação. O tempo das avaliações durante a recuperação variou de 15 minutos a 48 horas após o exercício.

A VFC foi avaliada com os participantes deitados em posição supino, por 20 minutos antes do exercício e por 30 minutos após o exercício, para análise dos 10 minutos finais em cada um dos momentos²⁵. A Tabela 1 apresenta as características, intervenção, intervalo das avaliações e os desfechos de todos os estudos incluídos na análise qualitativa.

Para os resultados de cada um dos desfechos, apresentados nesta revisão, foi calculado o percentual de variação entre os momentos: basal e cada intervalo das avaliações. Quando os resultados dos estudos originais incluídos foram apresentados apenas por gráficos (barras e/ou dispersão), cujos valores brutos não foram informados pelos autores no texto e/ou pelo contato com os mesmos (via e-mail), foi realizado, portanto, uma estimativa dos valores reais representados em cada gráfico e posteriormente calculados o percentual de variação.

Os resultados reportados pelos estudos demonstram que 20 minutos de treinamento aeróbico foi capaz de aumentar significativamente ($p < 0,05$) a contagem de neutrófilos, monócitos e linfócitos T CD8⁺ no grupo HIV⁺ imediatamente após a realização do treinamento (T0)²³. Entretanto, quando realizado um volume maior de treinamento aeróbico (60 minutos), ambos os grupos (controle e HIV⁺) apresentaram aumentos significativos ($p < 0,05$) na contagem de leucócitos principalmente, neutrófilos e linfócitos durante o último minuto de realização do treinamento aeróbico (TU)²⁶.

Ainda em resposta ao treinamento aeróbico, ambos os grupos apresentaram uma diminuição ($p < 0,05$) na contagem de células *Natural Killer* e linfócitos T CD4⁺ após 20 minutos da realização do treinamento (T20min)²³. Além disso, no T20min o grupo HIV⁺ apresentou uma redução de 67,0% ($p < 0,05$) na contagem de linfócitos B CD19⁺, e quando comparado ao grupo controle, apresentou menores valores ($p < 0,05$) na contagem de leucócitos totais, principalmente em neutrófilos mesmo após duas (T2h) e quatro horas (T4h) da realização do treinamento aeróbico²⁶.

Em relação ao treinamento combinado (TC), os resultados reportados pelo estudo de Deresz et al.²⁴ não apresentaram alterações significantes tanto no grupo controle quanto no grupo HIV⁺ sobre a contagem de linfócitos e subpopulações de linfócitos (T CD4⁺ e T CD8⁺) tanto ao final do exercício aeróbico (EA) quanto ao final do exercício com pesos (EP). Entretanto, o grupo HIV⁺ quando comparado ao grupo controle, apresentou menores valores ($p < 0,05$) na contagem de neutrófilos em ambos os momentos (EA e EP) (Tabela 2).

A Tabela 3 apresenta os resultados das variáveis fisiológicas. De acordo com os resultados reportados pelos estudos, após a realização do exercício aeróbico, a concentração de lactato aumentou nos grupos: controle (592,9%), HIV⁺ que não fazem uso da TARV (HIV⁺ não TARV; 526,9%), HIV⁺ que fazem uso da TARV (HIV⁺TARV; 500%) e no grupo HIV⁺ que fazem uso da TARV e que possuem hiperlactatemia (HIV⁺TARV+HPL; 260,7%), permanecendo elevados mesmo após uma hora (T1h) no grupo controle e duas horas (T2h) nos demais grupos²².

Ainda em resposta do exercício aeróbico, imediatamente após o exercício (T0), houve aumento ($p < 0,05$) nas concentrações de epinefrina e noraepinefrina tanto no grupo controle, quanto no grupo HIV⁺ independente do uso ou não de inibidores de protease^{21,23}. No entanto, foi observada, uma redução significativa ($p < 0,05$) nos níveis de insulina no grupo HIV⁺ que fazem uso de inibidores de protease (HIV⁺IP) no T0²¹.

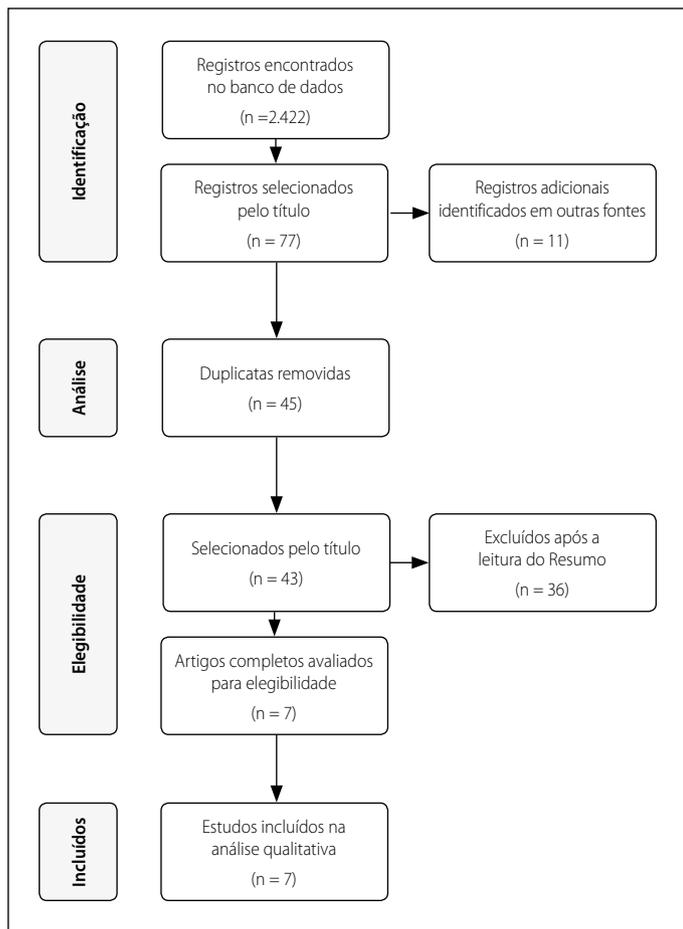


Figura 2. Fluxograma do estudo.

Tabela 1. Característica, intervenção, intervalo das avaliações e desfechos dos estudos incluídos.

Autores (ano)	Caract	Intervenção	Intervalo das avaliações	Desfechos
Ullum et al. ²⁶	Aerób.	60 min no cicloergômetro com intensidade de 75% VO2máx identificado em teste incremental no cicloergômetro.	Basal; TU; T2h e T4h.	Contagem de Leucócitos, Neutrófilos, Linfócitos e Subpopulações.
Philips et al. ²³	Aerób.	20 min no cicloergômetro com intensidade de 65% do VO2máx (prescrita pela FC) obtida através da equação: FC _{alvo} = FC _{máx} x (65 x 0,659 + 34,6)/100; onde FC _{máx} = 220 - idade.	Basal; T0; T20min.	Concentração de Cortisol e Norepinefrina, contagem de Neutrófilos, Monócitos, Células NK, Linfócitos B CD19+ e Subpopulações de linfócitos (T CD4+ e T CD8+).
Chantler et al. ²⁷	Aerób.	30 min no cicloergômetro a 65% da Potênciápico em watts identificada em teste progressivo no cicloergômetro.	Basal; T0; T1h; T24h; T48h.	Colesterol Total, Triglicerídeos, HDL e LDL.
Bauer et al. ²²	Aerób.	10 min no cicloergômetro na intensidade prescrita pela FC (FC _{máx} = 200 - idade).	Basal; T0; T15min; T30min; T45min; T1h e T2h.	Concentração de lactato.
Cade et al. ²¹	Aerób.	70 min no cicloergômetro a 50% VO2pico, o qual foi identificado em teste progressivo iniciando com 20W e incrementos de 20W por minuto até a exaustão voluntária.	Basal; T0; T1h.	Concentração de Insulina, Epinefrina, Norepinefrina, Lactato e AGL.
Borges et al. ²⁵	Aerób.	20 min de caminhada e/ou corrida em esteira a 60% VO2pico, o qual foi estabelecido por teste incremental em esteira.	Basal; T0;	Intervalos RR, SDNN, pNN50, rMSSD, Potência Total, LF e HF.
Deresz et al. ²⁴	Comb.	20 min no cicloergômetro na intensidade da FC correspondente a 60% VO2pico acrescido de 1 série de 15 repetições máximas realizados em 6 exercícios: voador, remada baixa, leg press, rosca direta, tríceps e abdominal reto. O VO2pico foi identificado em teste incremental em cicloergômetro.	Basal; EA; EP.	Contagem de Linfócitos (TCD4+ e TCD8+) e Neutrófilos, Glutathione S-Transferase, Glutathione Total, Catalase e TBARS.

VO2máx: Consumo Máximo de Oxigênio; FC: Frequência Cardíaca; FC_{alvo}: Frequência Cardíaca Alvo; FC_{máx}: Frequência Cardíaca Máxima; Potênciápico: Potência Pico; VO2pico: Consumo de Oxigênio Pico; W: Watts; rpm: Rotações por minuto; RM: Repetição Máxima; min: minutos; NK: Natural Killers; HDL: Lipoproteína de Alta Densidade; LDL: Lipoproteína de Baixa Densidade; AGL: Ácidos Graxos Livres; LDL: Lipoproteína de Baixa Densidade; Basal: Antes do exercício; T0: imediatamente após o exercício; T15min, T20min, T30min, T45min: 15, 20, 30 e 45 minutos após o exercício; T1h, T2h, T4h, T24h, T48h: 1, 2, 4, 24 e 48 horas após o exercício; TU: Durante o último minuto do exercício; EA: Imediatamente após o exercício aeróbico do treinamento combinado; EP: Imediatamente após o exercício com pesos do treinamento combinado; TBARS: Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico; RR: Intervalos em milissegundos entre cada batimento cardíaco; SDNN: Desvio Padrão dos intervalos RR normais; pNN50: Percentual da diferença de intervalos RR adjacentes superior a 50 ms; rMSSD: Raiz Quadrada do quadrado da média das diferenças de intervalos RR adjacentes; LF: Baixa Frequência; HF: Alta Frequência.

Tabela 2. Percentual de variação das respostas agudas ao treinamento aeróbico e combinado nos grupos controle e HIV+ sobre parâmetros imunológicos.

Células/ μl^{-1}		Dados Basais	TC		Treinamento aeróbico				
			EA	EP	TU	T0	T20min	T2h	T4h
Leucócitos Totais	C	[5800] ²⁶	-	-	↑ [65,5%*] ²⁶	-	-	↑ [77,6%*] ²⁶	↑ [55,2%*] ²⁶
	HIV ⁺	[4100#] ²⁶	-	-	↑ [92,7%*] ²⁶	-	-	↑ [46,3%* #] ²⁶	↑ [41,5%*] ²⁶
Neutrófilos	C	[3698] ²³ [3212] ²⁴ [3000] ²⁶	↑ [8,2%] ²⁴	↑ [10,9%] ²⁴	↑ [66,7%*] ²⁶	↑ [8,1%] ²³	↓ [1,8%] ²³	↑ [183,3%*] ²⁶	↑ [116,7%*] ²⁶
	HIV ⁺	[2778#] ²³ [3237] ²⁴ [1800#] ²⁶	↑ [1,5%*] ²⁴	↑ [8,5%*] ²⁴	↑ [66,7%*] ²⁶	↑ [21,0%*] ²³	↓ [1,9%] ²³	↑ [122,2%* #] ²⁶	↑ [105,6%* #] ²⁶
Monócitos	C	[234] ²³	-	-	-	↑ [12,8%] ²³	↑ [10,3%] ²³	-	-
	HIV ⁺	[360#] ²³	-	-	-	↑ [25,6%*] ²³	↑ [17,2%] ²³	-	-
Linfócitos Totais	C	[2137] ²⁴ [1930] ²⁶	↑ [2,5%] ²⁴	↑ [4,0%] ²⁴	↑ [83,3%*] ²⁶	-	-	↓ [27,8%] ²⁶	↓ [16,7%] ²⁶
	HIV ⁺	[1960] ²⁴ [1900] ²⁶	↑ [4,6%] ²⁴	↑ [4,2%] ²⁴	↑ [127,8%*] ²⁶	-	-	↓ [27,8%] ²⁶	↓ [16,7%] ²⁶
Linfócitos T CD4 ⁺	C	[805] ²³ [984] ²⁴ [700] ²⁶	↓ [1,6%] ²⁴	↓ [1,0%] ²⁴	↑ [28,6%*] ²⁶	↓ [3,2%] ²³	↓ [10,7%*] ²³	↓ [41,4%*] ²⁶	↓ [18,6%] ²⁶
	HIV ⁺	[656#] ²³ [417#] ²⁴ [410#] ²⁶	↑ [2,6%] ²⁴	↓ [9,4%] ²⁴	↑ [97,6%*] ²⁶	↑ [2,1%] ²³	↓ [16,5%*] ²³	↓ [29,3%] ²⁶	↓ [26,8%] ²⁶
Linfócitos T CD8 ⁺	C	[579] ²³ [576] ²⁴	↑ [15,5%] ²⁴	↑ [14,8%] ²⁴	-	↑ [7,1%] ²³	↓ [10,2%] ²³	-	-
	HIV ⁺	[1216#] ²³ [980#] ²⁴	↑ [12,9%] ²⁴	↑ [23,5%] ²⁴	-	↑ [15,8%*] ²³	↓ [16,0%] ²³	-	-
Linfócitos B CD19 ⁺	C	[222] ²³	-	-	-	↓ [0,5%] ²³	↓ [1,4%] ²³	-	-
	HIV ⁺	[182] ²³	-	-	-	↔ [0,0%] ²³	↓ [6,7%*] ²³	-	-
Natural Killers	C	[241] ²³	-	-	-	↑ [24,1%] ²³	↓ [29,5%*] ²³	-	-
	HIV ⁺	[168] ²³	-	-	-	↑ [48,2%] ²³	↓ [16,0%*] ²³	-	-

* Diferença significativa (p<0,05) em relação ao basal; # Diferença significativa (p<0,05) HIV⁺ vs. C; C: Controle; HIV⁺: Grupo HIV; EA: Imediatamente após o exercício aeróbico do treinamento combinado; EP: Imediatamente após o exercício com pesos do treinamento combinado; TU: Durante o último minuto do exercício; TC: Treinamento Combinado; T0: Imediatamente após o exercício; T20: 20 minutos após o exercício; T2h: 2 horas após o exercício; T4h: 4 horas após o exercício; Philips et al.²³; Deresz et al.²⁴; Ullum et al.²⁶.

Nas demais variáveis fisiológicas analisadas, imediatamente após o exercício, houve um aumento (p<0,05) nas concentrações de cortisol (35%), ácidos graxos livres (60%) e lactato sanguíneo (84,5%) apenas no grupo controle sem alterações significantes nos demais intervalos de tempo^{21,23} (Tabela 3).

As respostas agudas do treinamento aeróbico sobre a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi reportada apenas no estudo de Borges et al.²⁵ que não encontraram diferenças significantes nos índices da VFC após 20 minutos de caminhada e/ou corrida realizados a 60% do VO_{2pico}. Porém, os resultados demonstraram que o grupo HIV⁺, com exceção aos intervalos RR, apresentaram menores valores em todos

os demais índices da VFC tanto no momento pré quanto no momento pós quando comparado ao grupo controle (Tabela 4).

As respostas agudas do treinamento aeróbico sobre o perfil lipídico de pessoas com e sem HIV foram investigadas por Chantler et al.²⁷ antes do exercício, imediatamente após, 1h, 24h e 48h após a realização do exercício.

De acordo com os resultados reportados por Chantler et al.²⁷, foram encontrados diferenças significantes (p<0,05) nos valores basais quando comparados os grupos HIV⁺ vs. controle nas concentrações de colesterol total (5,51 ± 0,88 vs. 4,15 ± 0,39 mmol·l⁻¹), triglicerídeos (1,88 ± 0,39 vs. 1,27 ± 0,37 mmol·l⁻¹) e LDL (3,95 ± 1,16 vs. 2,76 ± 0,40 mmol·l⁻¹). A concentração de HDL não apresentou diferença significativa no momento basal

Tabela 3. Percentual de variação das respostas agudas ao treinamento aeróbico sobre parâmetros fisiológicos.

	Dados Basais	Treinamento aeróbico							
		T0	T15min	T20min	T30min	T45min	T1h	T2h	
Lactato (mmol ⁻¹)	C	[0,76] ²¹ [1,4] ²²	↑ [84,5%*] ²¹ ↑ [592,9%] ²²	-	-	-	-	↓ [12,9%] ²¹ ↑ [14,9%] ²²	-
	HIV ⁺ não IP	[0,92] ²¹	↑ [3,3%] ²¹	-	-	-	-	↓ [19,7%] ²¹	-
	HIV ⁺ IP	[1,06] ²¹	↑ [116,8%*] ²¹	-	-	-	-	↓ [3,4%] ²¹	-
	HIV ⁺ não TARV	[1,5] ²²	↑ [526,9%] ²²	↑ [233,3%] ²²	-	↑ [113,3%] ²²	↑ [60,0%] ²²	↑ [46,7%] ²²	↑ [6,7%] ²²
	HIV ⁺ TARV	[1,5] ²²	↑ [500,0%] ²²	↑ [240,0%] ²²	-	↑ [106,7%] ²²	↑ [66,7%] ²²	↑ [53,3%] ²²	↑ [13,3%] ²²
	HIV ⁺ TARV+HPL	[2,8] ²²	↑ [260,7%] ²²	↑ [150,0%] ²²	-	↑ [78,6%] ²²	↑ [60,7%] ²²	↑ [46,4%] ²²	↑ [10,7%] ²²
Cortisol (nmol ⁻¹)	C	[409,2] ²³	↑ [35,0%*] ²³	-	↑ [24,9%] ²³	-	-	-	-
	HIV ⁺	[456,8] ²³	↑ [6,3%] ²³	-	↑ [0,3%] ²³	-	-	-	-
Noraepin. (nmol ⁻¹)	C	[167,9] ²¹ [0,74] ²³	↑ [339,3%*] ²¹ ↑ [70,3%*] ²³	-	-	-	-	↑ [14,4%] ²¹ -	-
	HIV ⁺	[0,96] ²³	↑ [95,8%*] ²³	-	↑ [65,6%] ²³	-	-	-	-
	HIV ⁺ não IP	[150,4] ²¹	↑ [284,6%*] ²¹	-	-	-	-	↑ [11,6%] ²¹	-
	HIV ⁺ IP	[234,2] ²¹	↑ [219,0%*] ²¹	-	-	-	-	↑ [29,2%] ²¹	-
Epinefrin (pMml ⁻¹)	C	[41,8] ²¹	↑ [201,2%*] ²¹	-	-	-	-	↑ [8,1%] ²¹	-
	HIV ⁺ não IP	[34,8] ²¹	↑ [196,8%*] ²¹	-	-	-	-	↓ [2,9%] ²¹	-
	HIV ⁺ IP	[49,5] ²¹	↑ [193,5%*] ²¹	-	-	-	-	↑ [26,3%] ²¹	-
Insulina (μUml ⁻¹)	C	[5,5] ²¹	↓ [16,4%] ²¹	-	-	-	-	↓ [30,9%] ²¹	-
	HIV ⁺ não IP	[7,2] ²¹	↓ [33,3%] ²¹	-	-	-	-	↓ [16,7%] ²¹	-
	HIV ⁺ IP	[12,4] ²¹	↓ [31,5%*] ²¹	-	-	-	-	↓ [22,6%] ²¹	-
AGL (mMml ⁻¹)	C	[0,40] ²¹	↑ [60,0%*] ²¹	-	-	-	-	↑ [47,5%] ²¹	-
	HIV ⁺ não IP	[0,31] ²¹	↑ [32,3%] ²¹	-	-	-	-	↑ [35,5%] ²¹	-
	HIV ⁺ IP	[0,30] ¹	↑ [40,0%] ²¹	-	-	-	-	↑ [103,3%] ²¹	-

* Diferença significativa (p<0,05) em relação ao basal; C: Controle; HIV⁺: Grupo HIV; HIV⁺ não IP: Grupo HIV não Inibidor de Protease; HIV⁺ IP: Grupo HIV Inibidor de Protease; HIV⁺ não TARV: Grupo HIV virgem da TARV; HIV⁺TARV: Grupo HIV que fazem uso da TARV; HIV⁺TARV+HPL: Grupo HIV que fazem uso da TARV e que possuem hiperlactatemia; TARV: Terapia Antirretroviral; HPL: Hiperlactatemia; AGL: Ácidos Graxos Livres; T0: Imediatamente após o exercício; T15min: 15 minutos após o exercício; T20min: 20 minutos após o exercício; T30min: 30 minutos após o exercício; T45min: 45 minutos após o exercício; T1h: Uma hora após o exercício; T2h: 2 horas após o exercício; Philips et al.²³; Cade et al.²¹; Bauer et al.²²

Tabela 4. Resultados dos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca reportados por Borges et al.²⁵ dos grupos controle e HIV⁺ nos momentos pré e pós o exercício.

VFC	Controle (n=10)		HIV ⁺ (n=13)	
	Pré	% Var.	Pré	% Var.
Intervalos RR (ms)	894,8 ± 38,7	↓ 14,2%	857,3 ± 34,2	↓ 13,1%
SDNN (ms)	65,5 ± 9,8	↓ 14,8%	44,2 ± 3,9 [§]	↓ 26,9%
rMSSD (ms)	49,3 ± 8,3	↓ 26,4%	27,2 ± 3,6 [§]	↓ 36,0%
pNN50 (%)	26,5 ± 7,0	↓ 44,5%	8,8 ± 2,9 [§]	↓ 67,0%
LF (ms ²)	1302,8 ± 446,4	↓ 30,1%	502,4 ± 80,5 [§]	↓ 19,4%
HF (ms ²)	986,3 ± 208,6	↓ 43,8%	296,4 ± 62,3 [§]	↓ 50,2%
Potência Total (ms)	3747,5 ± 963,4	↓ 23,7%	1706,8 ± 299,0 [§]	↓ 43,3%

§ Diferença significativa (p<0,05) Controle vs. HIV⁺ no momento pré. %Var. Percentual de variação. SDNN: Desvio Padrão dos intervalos RR normais; pNN50: Percentual da diferença de intervalos RR adjacentes superior a 50 ms; rMSSD: Raiz Quadrada do quadrado da média das diferenças de intervalos RR adjacentes; LF: Baixa Frequência; HF: Alta Frequência; ms: milissegundos.

quando comparado ambos os grupos (1,18 ± 0,57 vs. 2,76 ± 0,40 mmol⁻¹·l⁻¹; p>0,05) respectivamente.

Em resposta ao exercício físico, 30 minutos de treinamento aeróbico no cicloergômetro com intensidade a 65% da potência_{pico} não alteraram os níveis de HDL e LDL tanto no grupo controle quanto no grupo HIV⁺ mesmo após 48h da realização do treinamento. No entanto, no grupo HIV⁺, os níveis de triglicerídeos aumentaram 25% após 1h e 36% após 48h da realização do treinamento (p<0,05). Além disso, os níveis de colesterol total mantiveram-se elevados (p<0,05) em todos os momentos mesmo 48h após o término do treinamento. Paradoxalmente, no grupo controle, os níveis de colesterol total mantiveram-se sem alteração e os níveis de triglicerídeos apresentaram uma redução de 41% após 24h da realização do treinamento aeróbico (p<0,05).

Apenas um estudo²⁴ verificou as respostas agudas decorrentes do treinamento combinado em marcadores de estresse oxidativos em pessoas infectadas e não infectadas pelo HIV.

Os resultados reportados pelo estudo demonstraram que ambos os grupos (HIV⁺ e controle) apresentaram um aumento significativo (p<0,05) na concentração de glutatona S-transferase (GST) imediatamente após o treinamento resistido, enquanto que nas concentrações de glutatona total (TGSH), catalase e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) não foram encontradas alterações significantes. No entanto, o grupo HIV⁺ apresentou menor concentração de TGSH e TBARS em ambas as condições quando comparadas ao grupo controle (p<0,05) (Tabela 5).

DISCUSSÃO

De acordo com os resultados reportados pelos estudos, o treinamento aeróbico aumenta significativamente a contagem de neutrófilos,

Tabela 5. Percentual de variação do treinamento combinado em marcadores de estresse oxidativo reportados por Deresz et al.²⁴ dos grupos controle e HIV⁺, imediatamente após o treinamento aeróbico e imediatamente após a realização do treinamento resistido.

	Dados Basais	TC	
		EA	EP
GST (μMmin ⁻¹ ·mg ⁻¹ proteína)	C	[0,5]	↓ 26,0%*
	HIV ⁺	[0,3] [#]	↓ 2,9% ↑ 14,3% †
Catalase (U·mg ⁻¹ proteína)	C	[0,5]	↑ 80,0%
	HIV ⁺	[0,5]	↑ 100,0% ↑ 60,0%
TGSH (nmolGSH ⁻¹ ·ml)	C	[3500]	↑ 14,3%
	HIV ⁺	[1900] [#]	↓ 5,3% [#] ↓ 7,9% [#]
TBARS (pmolmg ⁻¹ proteína)	C	[2,8]	↑ 50,0%*
	HIV ⁺	[2,3]	↓ 8,7% [#] ↓ 8,7% [#]

* Diferença significativa (p<0,05) em relação ao basal; # Diferença significativa (p<0,05) HIV⁺ vs. C; † Diferença significativa (p<0,05) EA vs. EP; C: Controle; HIV⁺: Grupo HIV; GST: Glutatona S-Transferase; TGSH: Glutatona Total; TBARS: Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico; TC: Treinamento Combinado EA: Imediatamente após o exercício aeróbico do treinamento combinado; EP: Imediatamente após exercício com pesos do treinamento combinado; Deresz et al.²⁴

monócitos e linfócitos TCD8⁺ imediatamente após o exercício em pessoas com HIV²³. Entretanto, quando realizado um volume maior de treinamento aeróbico (60 minutos) o aumento na contagem de neutrófilos, leucócitos e linfócitos durante o último minuto de realização do exercício aeróbico foram encontrados em todos os grupos independente da infecção pelo HIV e/ou uso da TARV²⁶.

As alterações agudas na mobilização e redistribuição de glóbulos brancos circulantes são uma característica bem estabelecida da resposta ao exercício físico^{28,29}. No entanto, a magnitude destas respostas depende exclusivamente da intensidade, do tipo de exercício e da aptidão física de cada indivíduo²⁹⁻³².

Quando comparado ao grupo controle, pessoas com HIV apresentaram menores valores na contagem de neutrófilos e leucócitos totais mesmo duas e quatro horas após a realização do treinamento aeróbico²⁶, e também, menores valores na contagem de neutrófilos ao final de cada momento do treinamento combinado²⁴.

O recrutamento e a ativação da resposta imune celular após o exercício são controlados por complexos mecanismos que envolvem desde o fluxo de células através da microvasculatura, interação recíproca entre as moléculas de adesão na superfície das células, assim como a ação de receptores neurais, neuroendócrinos, citocinas e mediadores inflamatórios^{33,34}. Neste sentido, evidências têm sugerido que esses mecanismos podem estar alterados em pessoas infectadas pelo HIV, mesmo na fase assintomática²³ o que pode promover alterações nas contagens de leucócitos.

Embora os resultados dos estudos incluídos tenham demonstrado alterações significantes em alguns parâmetros imunológicos, a alta variabilidade na prescrição do treinamento, a condição da amostra estudada e os diferentes desfechos analisados, dificulta uma conclusão precisa sobre os efeitos agudos do exercício físico nesta população.

Em relação às alterações fisiológicas encontradas imediatamente após o treinamento aeróbico, as concentrações de lactato, epinefrina e norepinefrina aumentaram tanto no grupo controle quanto em pessoas com HIV, independente do uso da TARV e/ou hiperlactatemia²¹⁻²³. No entanto, pessoas com HIV e que fazem uso de inibidores de protease diminuíram significativamente os níveis de insulina imediatamente após o treinamento²¹. Assim, a prescrição do treinamento para essa população, deve levar em consideração não apenas o tempo de utilização da TARV, mas também, as classes que compõem a terapia para que os resultados sejam alcançados de forma mais segura e eficiente.

Os resultados dos estudos incluídos também demonstraram que o exercício físico possui um efeito agudo transitório, porém prejudicial, aumentando as concentrações de colesterol total e triglicerídeos em pessoas com HIV. Os mecanismos pelos quais o exercício físico influencia as concentrações de HDL, LDL, triglicerídeos e colesterol de forma aguda em pessoas com HIV ainda são desconhecidos. No entanto, sabe-se que a intensidade de realização do exercício, a infecção pelo HIV e o uso da TARV, podem levar a uma possível alteração da enzima lipase lipoproteica influenciando significativamente a maneira pela qual os lipídios são metabolizados e ocasionando, assim, um distúrbio no metabolismo lipídico destes pacientes²⁷.

Os índices de VFC não apresentaram alterações significantes tanto no grupo controle, quanto no grupo HIV⁺ em resposta ao treinamento aeróbico realizado durante 20 minutos a 60% do VO_{2pico}²⁵. No entanto, o grupo HIV⁺ apresentou os menores valores em todos os índices de VFC avaliados. Tais resultados apontam que a infecção pelo HIV associado ao uso prolongado da TARV, pode ocasionar um desequilíbrio autonômico favorecendo o desenvolvimento de doenças cardiovasculares²⁵ aumentando assim a mortalidade desta população³⁵. As análises do domínio do tempo (sDNN, pNN50, rMSSD) e do domínio da frequência (LF, HF e

potência total) reforçam que os pacientes com HIV tendem a ter uma diminuição global do sistema parassimpático e aumento da atividade simpática na modulação da FC³⁶⁻³⁸.

O aumento da atividade simpática e uma redução da atividade vagal estão associados a um maior risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares³⁹. Embora a avaliação da VFC em pessoas com HIV seja uma medida confiável e importante para o monitoramento destes pacientes, a sua resposta a diferentes tipos e intensidades de exercícios físicos ainda necessitam ser investigadas, limitando assim, uma compreensão mais específica a respeito sobre a segurança e a eficácia do exercício sobre o controle autonômico do coração nesta população.

Em resposta ao treinamento combinado, o grupo HIV⁺ apresentou um aumento na concentração de glutatona S-transferase imediatamente após o treinamento resistido, e, quando comparado ao grupo controle, apresentou menores valores nas concentrações de glutatona total e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico ao final de cada momento do treinamento combinado²⁴.

O desequilíbrio entre a produção de espécies reativas ao oxigênio e mecanismos antioxidantes gera um estresse ao organismo que pode diminuir significativamente a função imunológica contribuindo assim para a evolução da infecção e o desenvolvimento da aids²⁴. Diversos são os fatores que podem contribuir para o aumento do estresse oxidativo em pessoas com HIV, dentre eles: proteínas virais (Tat e gp120) que induzem a formação de superóxidos na mitocôndria e os mecanismos de ação de algumas subclasses da TARV, tais como os inibidores nucleosídeos da transcriptase reversa e inibidores de protease que aumentam a formação de espécies reativas de oxigênio induzindo uma disfunção mitocondrial^{40,41}.

Embora o aumento transitório (exposição/retirada) na produção do estresse ocasionada pelo exercício físico, tem sido sugerido como um fator responsável pela adaptação de mecanismos antioxidantes induzidos pelo exercício^{24,42}, ainda são necessários outros estudos que evidenciam as respostas agudas em diferentes tipos e intensidades de exercícios nesta população.

Dos sete estudos incluídos nesta revisão, seis investigaram as respostas agudas decorrentes do treinamento aeróbico e apenas um investigou as respostas agudas do treinamento combinado em pessoas infectadas e não infectadas pelo HIV. Embora os resultados tenham demonstrado que tanto o treinamento aeróbico quanto o treinamento combinado induzem alterações significantes em alguns parâmetros imunológicos e fisiológicos de pessoas infectadas pelo HIV, o baixo número de estudos, os diferentes métodos utilizados na prescrição do treinamento, a variação entre os desfechos analisados e o intervalo das avaliações reportadas pelos estudos, impossibilita uma conclusão mais precisa sobre os reais efeitos do treinamento físico nesta população.

Além disso, os estudos, os quais fizeram parte desta revisão, apresentaram algumas limitações, incluindo:

1) Condição da amostra: apenas dois estudos^{22,24} reportaram o tempo de utilização da TARV, a informação e análise dos resultados de acordo com o tempo de uso da TARV são de suma importância, uma vez que, o uso prolongado da terapia pode ocasionar diversos efeitos colaterais principalmente relacionados a alterações fisiológicas e metabólicas⁴³, que podem interferir diretamente nas respostas agudas decorrentes do exercício físico.

2) Tipo de intervenção: dos seis estudos incluídos que aplicaram apenas o treinamento aeróbico, cinco apresentaram algumas limitações na prescrição do treinamento, incluindo: utilização de métodos de predição de FC_{máx} e VO_{2máx} e diferentes testes incrementais para identificação do VO_{2máx} e/ou VO_{2pico} o que limita conclusões específicas do treinamento, impossibilitando verificar a real intensidade que o treinamento foi realizado. Além disso, apenas um estudo realizou o treinamento combinado aplicando uma série de 15 repetições máximas durante a realização de exercícios

com pesos. No entanto, não foi reportado, o número de tentativas e erros para a identificação das cargas de treinos, o que pode ter influenciado na prescrição do treinamento, uma vez que, caso o teste tenha sido realizado na mesma sessão de treinamento, pode caracterizar-se como um volume de treino superior a uma série. Do mesmo modo, a não inclusão de sessões prévias de adaptação ao exercício, limitando-se a experiência prévia da amostra em relação à execução dos exercícios, pode subestimar a intensidade (carga) real correspondente a 15 RMs.

3) Intervalo de avaliações: apenas um estudo²⁷ realizou a avaliação por mais de quatro horas após o treinamento físico, uma vez que o efeito residual do treinamento, dependendo da intensidade pode ocorrer mesmo após 24 horas^{27,44}, o monitoramento nos momentos mais tardios pode contribuir por uma conclusão mais específica sobre os reais efeitos do treinamento nesta população.

Futuras pesquisas

Embora alguns estudos tenham verificado as respostas agudas do treinamento físico em pessoas com HIV, muitas questões ainda não foram completamente explanadas, necessitando assim, de mais estudos sobre o tema, como por exemplo, a investigação das respostas agudas decorrentes a diferentes tipos e intensidades de exercícios, como por exemplo, exercícios aeróbicos de curta e longa duração, exercícios com pesos de múltiplas séries em diferentes intensidades e/ou diferentes programas de exercícios combinados (exercícios aeróbicos e com pesos na mesma sessão de treinamento). Além disso, futuros estudos devem priorizar investigar os efeitos agudos decorrentes do exercício físico em

diferentes intervalos de tempo, principalmente intervalos superiores a uma hora após a sessão de exercícios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há um efeito residual do treinamento aeróbico sobre parâmetros imunológicos em pessoas com HIV, principalmente na contagem de leucócitos totais, neutrófilos, monócitos e linfócitos T CD8⁺ quando analisados de forma separada. Menores concentrações de leucócitos totais e neutrófilos podem ser encontradas em pessoas com HIV quando comparadas ao grupo controle, mesmo após quatro horas da realização do treinamento aeróbico. Além disso, pode-se concluir que, as respostas agudas do treinamento aeróbico sobre parâmetros fisiológicos incluem aumentos nas concentrações de lactato, triglicerídeos, epinefrina e noraepinefrina em pessoas com HIV independente do uso da TARV e/ou hiperlactatemia. Por fim, menores concentrações de TGS e TBARS foram encontradas em pessoas com HIV, imediatamente após cada momento do treinamento combinado. Portanto, os resultados demonstraram que tanto o treinamento aeróbico quanto o treinamento combinado induzem, em curto prazo, alterações significativas em parâmetros imunológicos e fisiológicos de pessoas infectadas pelo HIV, independente da intensidade e/ou duração dos exercícios. No entanto, não há dados suficientes para suportar que o treinamento físico seja totalmente seguro e eficaz para esta população.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. BPM (0000-0003-1239-7888)* contribuiu substancial na concepção, aquisição, análise e interpretação dos dados, discussão dos resultados, redação e revisão da versão final do manuscrito. REP (0000-0002-4837-35810)* e DAG (0000-0002-3774-1211)* foram os principais contribuintes na concepção, aquisição, análise e interpretação dos dados para o trabalho, contribuíram na pesquisa bibliográfica, na revisão do manuscrito e no conceito intelectual do estudo. SBP (0000-0001-7954-9546)* e SMFM (0000-0002-5072-757X)* contribuíram na concepção do estudo, na discussão dos resultados, na revisão crítica do conteúdo intelectual, na redação, revisão e na aprovação final da versão do manuscrito. *ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*).

REFERÊNCIAS

- Moore RM, Chaisson RE. Natural history of HIV infection in the era of combination antiretroviral therapy. *AIDS*. 1999;13(1):1933-42.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de DST e AIDS. Recomendações para terapia antirretroviral em adultos infectados pelo HIV 2008. 7a. ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2008.
- Raso V, Casseb JSR, Duarte AJS, Greve JMD. Uma breve revisão sobre exercício físico e HIV/aids. *Rev Bras Ci e Mov*. 2007;15(14):115-26.
- Montessori V, Press N, Harris M, Akagi I, Montaner JSG. Adverse effect of antiretroviral therapy for HIV infection. *CMAJ*. 2004;170(2): 229-38.
- Grinspoon S, Caar A. Cardiovascular risk and body-fat abnormalities in HIV-infected adults. *N Engl J Med*. 2005; 352(1):48-62.
- Ciccolo JT, Jowers EM, Bartholomew JB. The benefits of exercise training for quality of life in HIV/aids in the post-HAART era. *Sports Med*. 2004;34(8):487-99.
- O'Brien K, Nixon S, Tynan AM, Glaizier R. Aerobic exercise interventions for adults living with HIV/aids: review. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010;(8):CD001796
- Gomes Neto M, Conceição CS, Carvalho VO, Brites C. A systematic review of therapeutic exercise on physiological and functional measurements in patients with HIV/aids. *Clinics (Sao Paulo)*. 2013;68(8): 1157-67.
- Gomes Neto M, Ogalha C, Andrade AM, Brites C. A systematic review of effects of concurrent strength and endurance training on the health-related quality of life and cardiopulmonary status in patients with HIV/AIDS. *Biomed Res Int*. 2013;2013:319524.
- Lazzarotto AR, Pereira FB, Harthmann AA, Bazzo KO, Vicenzi FI, Sprinz E. Treinamento físico no risco de doença isquêmica cardíaca em sujeitos HIV/aids em uso de TARV. *Rev Bras Med Esporte*. 2014;20(3):233-6.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de DST e aids. Manual de adesão ao tratamento para pessoas vivendo com HIV e aids / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Programa Nacional de DST e aids. Brasília: Ministério da Saúde; 2008.
- Driscoll SD, Meininger GE, Lareau MT, Dolan SE, Killilea KM, Hadigan CM, et al. Effects of exercise training and metformin on body composition and cardiovascular indices in HIV-infected patients. *Aids*. 2004;18(7): 465-73.
- Fillipas S, Oldmeadow LB, Bailey MJ, Cherry CL. A six-month, supervised, aerobic and resistance exercise program improves self-efficacy in people with human immunodeficiency virus: a randomized controlled trial. *Aust J Physiother*. 2006;52(2):185-90.
- Dolan SE, Frontera W, Librizzi J, Ljungquist K, Juan S, Dorman R, et al. Effects of a supervised home-based aerobic and progressive resistance training regimen in women infected with human immunodeficiency virus: a randomized trial. *Arch Intern Med*. 2006;166(14): 1225-31.
- Lazzarotto AR, Deresz LF, Spinz E. HIV/aids e treinamento concorrente: a revisão sistemática. *Rev Bras Med Esporte*. 2010;16(2):149-52.
- Lindegaard B, Hansen T, Hvid T, Van Hall G, Plomgaard P, Ditlevsen S, et al. The effect of strength and endurance training on insulin sensitivity and fat distribution in human immunodeficiency virus-infected patients with lipodystrophy. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008;93(10):3860-9.
- Mendes EL, Ribeiro Andaki AC, Brito CJ, Córdova C, Natali AJ, Santos Amorim PR, et al. Beneficial effects of physical activity in an HIV-infected woman with lipodystrophy: a case report. *J Med Case Rep*. 2011;5:430.
- Mutumura E, Stewart A, Crowther NJ, Yarasheski KE, Cade WT. The effects of exercise training on quality of life in HAART-treated HIV-positive Rwandan subjects with body fat redistribution. *Qual Life Res*. 2008;2008(17):377-85.
- Gomes RD, Borges JP, Lima DB, Farinatti PTV. Efeito do exercício físico na percepção de satisfação de vida e função imunológica em pacientes infectados pelo HIV: Ensaio clínico não randomizado. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(5):390-5.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. The PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic review and meta analyses: The PRISMA Statement. *Open Med*. 2009;3(3):e123-30.
- Cade WT, Reeds DN, Mittendorfer B, Patterson BW, Powderly WG, Klein S, et al. Blunted lipolysis and fatty acid oxidation during moderate exercise in HIV-infected subjects taking HAART. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2007;292(3):E812-9.
- Bauer AM, Sternfeld T, Horster S, Schunk M, Goebel FD, Bogner JR. Kinetics of lactate metabolism after submaximal ergometric exercise in HIV-infected patients. *HIV Med*. 2004;5(5):371-6.
- Phillips EJ, Ottaway CA, Freedman J, Kardish M, Li J, Singer W, et al. The effect of exercise on lymphocyte redistribution and leucocyte function in asymptomatic HIV-infected subjects. *Brain Behav Immun*. 1997;11(3):217-27.
- Deresz LF, Sprinz E, Kramer AS, Cunha G, de Oliveira AR, Sporleder H, et al. Regulation of oxidative stress in response to acute aerobic and resistance exercise in HIV-infected subjects: a case-control study. *AIDS Care*. 2010;22(11):1410-7.
- Borges J, Soares P, Farinatti P. Autonomic modulation following exercise is impaired in HIV patients. *Int J Sports Med*. 2012;33(4):320-4.
- Ullum H, Palmø J, Halkjaer-Kristensen J, Diamant M, Klokke M, Kruuse A, et al. The effect of acute exercise on lymphocyte subsets, natural killer cells, proliferative responses, and cytokines in HIV-seropositive persons. *J Acquir Immune Defic Syndr*. 1994;7(11):1122-33.
- Chantler P, Doran Da, Jones S, Leatt P. Effects of acute exercises on blood lipid profiles of HIV+ individuals undergoing 'HAART' therapy: preliminary observations. Conference communications EBSCO Publishing. 2003;1(1):315-6.
- Kendall A, Hoffman-Goetz L, Houston M, MacNeil B, Arumugam Y. Exercise and blood lymphocyte

- subset responses: intensity, duration, and subject fitness effects. *J Appl Physiol* (1985). 1990;69(1):251-60.
29. Terra R, Da Silva SAG, Pinto VS, Dutra PML. Efeito do exercício no sistema imune: resposta, adaptação e sinalização celular. *Rev Bras Med Esporte*. 2012;18(3):208-14.
 30. Rosa, LF, Vaisberg MW. Influências do exercício na resposta imune. *Rev Bras Med Esporte*. 2002;8(1):167-72.
 31. Leandro CG, Castro RM, Nascimento E, Pithon-Curi TC, Curi R. Mecanismos adaptativos do sistema imunológico em resposta ao treinamento físico. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(1):343-8.
 32. Gavrieli R, Ashlagi-Amiri T, Eliakim A, Nemet D, Zigel L, Berger-Achituv S, et al. The effect of aerobic exercise on neutrophil functions. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(9):1623-8.
 33. Springer TA. Traffic signals for lymphocyte recirculation and leukocyte emigration: the multistep paradigm. *Cell*. 1994;76(2):301-14.
 34. Ottaway CA, Husband AJ. The influence of neuroendocrine pathways on lymphocyte migration. *Immunol Today*. 1994;15(11):511-7.
 35. Kamin DS, Grinspoon SK. Cardiovascular disease in HIV-positive patients. *AIDS*. 2005;19(7):641-52.
 36. Correia D, Rodrigues De Resende LA, Molina RJ, Ferreira BD, Colombari F, et al. Power spectral analysis of heart rate variability in HIV-infected and AIDS patients. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2006;29(1):53-8.
 37. Calmy A, Hirschel B, Cooper DA, Carr A. Clinical update: adverse effects of antiretroviral therapy. *Lancet*. 2007;370(9581):12-4.
 38. Lebeck AM, Kristoffersen US, Mehlsen J, Wiinberg N, Petersen CL, Hesse B, et al. Autonomic dysfunction in HIV patients on antiretroviral therapy: studies of heart rate variability. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2007;27(6):363-7.
 39. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J*. 1996;17(3):354-81.
 40. Gil L, Martínez G, González I, Tarinas A, Alvarez A, Giuliani A, et al. Contribution to characterization of oxidative stress in HIV/AIDS patients. *Pharmacol Res*. 2003;47(3):217-24.
 41. Kline ER, Sutliff RL. The roles of HIV-1 proteins and antiretroviral drug therapy in HIV-1-associated endothelial dysfunction. *J Investig Med*. 2008;56(5):752-69.
 42. Niess AM, Simon P. Response and adaptation of skeletal muscle to exercise--the role of reactive oxygen species. *Front Biosci*. 2007;12:4826-38.
 43. Villarroya F, Domingo P, Giral M. Drug-induced lipotoxicity: lipodystrophy associated with HIV-1 infection and antiretroviral treatment. *Biochim Biophys Acta*. 2010;1801(3):392-9.
 44. Roubenoff R, Skolnik PR, Shevitz A, Snyderman L, Wang A, Melanson S, et al. Effect of a single bout of acute exercise on plasma human immunodeficiency virus RNA levels. *J Appl Physiol* (1985). 1999;86(4):1197-201.