

Exercício físico intenso proporciona a presença de estresse oxidativo
Intense physical exercise provides the presence of oxidative stress

Karina Maiara Johann¹, Carlos Gustavo Sakuno Rosa²

¹Acadêmica do Curso de Fisioterapia no Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA. e-mail: karinajohann32@gmail.com, ²Professor Mestre do Centro Universitário Luterano de Palmas - CEULP/ULRA. e-mail: gustavosakuno@ceulp.edu.br

Endereço para correspondência: Carlos Gustavo Sakuno Rosa. Quadra 606 Sul, Alameda Volpi, lote 21, CEP: 77022-050, Palmas - TO. Telefone: (63) 98401-5316.

Endereço de e-mail: gustavosakuno@ceulp.edu.br

RESUMO

Introdução: Atletas que fazem exercício físico de alta intensidade contínuo estão expostos a um alto nível de estresse nas fibras musculares. Sendo assim, causando um estado de desequilíbrio celular e molecular, denominado como estresse oxidativo. **Objetivo:** Identificar a formação do estresse oxidativo no exercício físico intenso. **Materiais e métodos:** Este estudo caracterizou-se por uma pesquisa de natureza teórico conceitual, com base em revisão de literatura. Foi realizado no período de fevereiro de 2018 a junho de 2019. **Resultados:** A atividade física intensa gera o aumento dos níveis de estresse oxidativo nas fibras musculares, pois as espécies reativas de oxigênio produzidas no organismo são na mesma intensidade que o exercício físico ocorre. **Conclusão:** O aumento do estresse oxidativo, poderá levar a danos oxidativos nas fibras musculares gerando prejuízo nas contrações musculares, assim diminuindo o rendimento físico de um atleta de alto rendimento.

Descritores: Atletas. Atividade Física. Estresse Oxidativo.

ABSTRACT

Introduction: Athletes who do continuous high intensity physical exercise are exposed to a high level of stress on the muscle fibers. Thus, causing a state of cellular and molecular imbalance, termed as oxidative stress. **Objective:** To identify the formation of oxidative stress in intense physical exercise. **Materials and methods:** This study was characterized by conceptual research based on a literature review. It was carried out from February 2018 to June 2019. **Results:** Intense physical activity generates increased levels of oxidative stress in muscle fibers, as the reactive species of oxygen produced in the body is at the same intensity as physical exercise occurs. **Conclusion:** Increased oxidative stress may lead to oxidative damage in muscle fibers, causing muscle contraction impairment, thus reducing the physical performance of a high performance athlete..

Descriptors: Athletes. Physical activity. Oxidative stress.

INTRODUÇÃO

Atletas de todas as modalidades sempre estão em busca do seu melhor, para alcançar seus objetivos e ir além dos seus limites. Como quaisquer desafios temos obstáculos, independentemente do tipo de exercício realizado. Atletas que se submetem a exercícios intensos e prolongados ou treinos exaustivos, ou ainda, que possuem frequência de treinamento muito elevada estão expostos a graves lesões musculares. Conseqüentemente, a presença inflamatória e estresse oxidativo, são fatores que

implicam em prejuízo no desempenho, redução do volume de treinamento e, possivelmente, overtraining¹.

Cada lesão muscular tem sua extensão de gravidade e tem sua fase de recuperação dependendo da gravidade da lesão cada uma ao seu tempo, para que volte a sua condição normal do músculo. Fases de recuperação são divididas em três etapas: Fase 1: destruição (três a sete dias) – caracterizada pela ruptura e posterior necrose das miofibrilas, pela formação do hematoma no espaço formado entre o músculo roto e pela proliferação de células inflamatórias. Fase 2: reparo (quatro a vinte e um dias) – consiste na fagocitose do tecido necrótico, na regeneração das miofibrilas e na produção concomitante do tecido cicatricial conectivo, assim como a neoformação vascular e o crescimento neural. Fase 3: remodelação (quatorze dias a quatorze semanas) – período de maturação das miofibrilas regeneradas, de contração e de reorganização da capacidade funcional muscular².

O aumento dos radicais livres induz ao estresse oxidativo, causando perda de rendimento físico na performance do atleta. O estresse oxidativo (EO) poderá levar a danos musculares graves, dependendo da sua intensidade, duração e a frequência da sua atividade física exercitada³.

Os radicais livres (RL) são qualquer espécie química, que contenha um ou mais elétrons desemparelhados, possuem reatividade química e uma vida de médio a curto prazo. As espécies reativas de oxigênio recebe apenas um elétron por vez, com isso o pequeno número de moléculas de oxigênio acaba favorecendo a formação de diferentes espécies reativas de oxigênio (ERO). Tanto as ERO como os RL em excesso causam efeitos deletérios para a saúde das células⁴.

As fontes de geração de RL podem ser endógenas ou exógenas, sendo as endógenas: a respiração aeróbia, inflamações, peroxissomos, enzimas do citocromo P450, e as exógenas: o ozônio, radiações gama e ultravioleta, tipos de dietas, uso de medicamentos e tabagismo⁵.

Os ERO só recebem um eletro por vez, diante disso quando um elétron é adicionado ao oxigênio que é por sua vez um bom agente oxidante será obtido um ânion superóxido, no momento em que adicionado mais de um elétron se forma um ânion peróxido. Sendo assim não se considera um radical livre pois não possui elétrons desemparelhados. No sistema biológico quando a redução parcial do oxigênio por adição

de dois elétrons formara o peróxido de hidrogênio. E na sua formação na qual receber quatro elétrons será formada a água⁶.

Com isso o estresse oxidativo trata-se de uma situação na qual um aumento na concentração das espécies ativas de oxigênio acima de seus níveis fisiológicos. Essas substâncias oxidantes quando excedem os sistemas de proteção antioxidantes, acontece a oxidação nos organismos vivos causada por espécies reativas endógenas e exógenas podendo levar a um dano no DNA, com esse dano poderá provocar mutações genéticas e se não reparado o dano pode levar a alteração genética. Devido a esse desequilíbrio entre a produção das espécies ativas de oxigênio e o sistema de defesa antioxidante, há formação do estresse oxidativo⁷.

Quando não reparado o dano genético do DNA pode levar a iniciação e a promoção de doença como a carcinogênese que está totalmente ligada ao EO. Os organismos vivos possuem processos de reparação no qual os antioxidantes que se dividem em enzimáticos e não enzimáticos previnem estas alterações no DNA⁸.

A atividade física pode ser classificada como baixa, moderada e intensa. Para essa classificação deve ser levado em conta o tipo de atividade exercida, a duração, repetição e a frequência de treinamento. Sendo que a idade, sexo condicionamento podem interferir na classificação de intensidade⁹.

Para intensidade relativa de esforço em exercício físico, baseasse no percentual da frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) é igual a $(FR)=220 - idade$, no percentual de reserva da frequência cardíaca máxima e no percentual de volume de oxigênio ($VO_{2máx}$) também chamado de consumo máximo de oxigênio. Faz o uso da escala Borg um instrumento validado na motorização de intensidade, utilizados em atividades físicas, dentro da escala de Borg pode se obter o índice de percepção de esforço (IPE)¹⁰.

MATERIAL E MÉTODOS

Este é um estudo de cunho teórico conceitual, baseado em referencial teórico. Realizado no CEULP-ULBRA no período de fevereiro 2018 a junho 2019. O trabalho dispõe como assistência ao referencial teórico, publicações da língua portuguesa e inglesa, utilizando os descritores atletas, atividade física, estresse oxidativo. Artigos obtidos dos bancos de dados da Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Google Acadêmico, PubMed, revistas, livros e sites, de acordo com o tema abordado. Ao decorrer deste estudo foram

utilizados artigos e livros a partir da década de 90, necessários para formação do referencial teórico e resultados e discussões.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As espécies reativas de oxigênio (ERO) produzidas pelo organismo estão ligados diretamente com a intensidade da atividade física. Quanto mais alto o nível de intensidade do exercício mais ERO são produzidos, o que leva o aumento do estresse oxidativo (EO) segundo⁷. Davies¹¹ também confirma essa teoria que quando temos um atleta de alto rendimento de exercício físico ele produz mais ERO, sendo assim seu estresse oxidativo é aumentado. Com isso os danos oxidativos musculares, geram prejuízo na contração muscular, interferindo no metabolismo de cálcio o qual está ligado a contração muscular.

O exercício físico intenso induz a formação excessiva de espécies reativas de oxigênio associadas ao metabolismo energético acelerado. Essas espécies podem contribuir para danos tissulares e celulares e prejudicar o desempenho do atleta, levando o EO¹⁰. Segundo Birgit¹², diz que o estresse psicológico também é outro fator que influencia no desempenho do atleta, o que diminui sua performance quando colocado em uma competição que exija o seu total desempenho. A pressão colocada em cima dos atletas para competições levam eles a altos níveis de estresse o que pode influenciar em sua em desempenho. Ambos, o exercício físico e estresse psicológico levam a formação do EO.

Com o aumento do consumo de oxigênio, um gasto maior energético e a diminuição da cadeia respiratória que eleva a temperatura corporal, isso ocorre durante uma atividade física intensa, esses fatores se dão a formação de radicais livres. A formação de radicais livre (RL) é produzida durante o exercício físico, tanto durante o exercício quanto no estado de recuperação pós exercícios¹³. Já Marroni⁷, relaciona os RL com a peroxidação lipídica o que ela traduz como um processo de reação em cascata se dão em três etapas: iniciação, propagação e terminação. O ataque aos lipídios que contêm ligações insaturadas, causando dano estrutural devido à diminuição da fluidez e comprometimento da integridade da membrana celular. Entretanto Córdova *et al.*¹³ explica que a união do aumento do gasto energético e do consumo de oxigênio durante o exercício, alguns tecidos podem permanecer em um estado de hipóxia durante a contração muscular que ocorre nos exercícios. E quando em processo de relaxamento a

reperfusão de oxigênio pode ser incompleta e levar a uma peroxidação. Com o dano muscular tem como seu companheiro o aumento dos RL.

O estresse oxidativo pode ocorrer quando o sistema de defesa antioxidante, representado endogenamente pelas enzimas antioxidantes, está diminuído mediante a presença de radicais livres. A detoxificação das espécies reativas de oxigênio de fontes endógenas e exógenas, exerce importante papel contra o estresse oxidativo, segundo Marroni¹⁴. As enzimas antioxidantes são encontradas nos alimentos de origem vegetal e animal que fazem parte do arsenal de defesa antioxidante presente no organismo. Essas enzimas são usados contra a ação do radicais livres, melhorando a defesa antioxidante⁷. Os oxidantes podem ser produzidas nas atividade física ou exercício físico que e são considerado oxidante. Qualquer movimento que o corpo exerça, que resulte em um gasto energético, ou seja qualquer movimentos musculares esqueléticos que estejam acima do nível de repouso. Onde ocorre adaptações fisiológicas, mudanças de níveis respiratórias, cardiovasculares e musculares para compensar e manter o esforço realizado quando o corpo está sendo usado em prática de atividade física¹⁵.

Os exercícios aeróbicos são compostos por movimentos contínuos, rítmicos e repetitivos de longa duração. Exercícios como caminhada, corrida, ciclismo, natação, hidroginástica, futebol, tênis, voleibol e basquete são exemplos de exercícios aeróbicos. No exercício aeróbico há oxigênio suficiente para a queima oxidativa de substâncias energéticas¹⁶. Entretanto Borges¹⁷ descreve como exercícios anaeróbicos aqueles que são caracterizados pela alta intensidade da contração muscular e curta duração. São exercícios de resistência como levantamento e de peso aparelhos de musculação, Nesse tipo de exercício não há oxigênio suficiente para mobilização aeróbica de energia, que passa a ser obtida por mecanismos anaeróbicos. Nas duas vias, aeróbicas e na anaeróbica quando um exercício físico é executada alta intensidade pode induzir a formação de ERO que eleva seu EO.

Na formação do tecido cicatricial pode levar à substituição das fibras musculares por fibrose, com prejuízo da função contrátil do músculo e conseqüente perda mecânica do movimento. Isto vai depender da gravidade da lesão e da resposta fisiológica ao processo inflamatório¹⁸. Simultaneamente, o atleta após a recuperação na volta a seus treinos, terá o menor grau de desempenho em seu esporte, devido que algumas fibras musculares foram substituídas por fibrose, o que pode levar tempo para que ocorra a

adaptação, para ele tentar alcançar novamente seu bom desempenho em sua atividade desenvolvida.

CONCLUSÃO

Concluimos através das informações que o estresse oxidativo pode levar a danos musculares graves quando relacionado a atividade física intensa. As espécies reativas de oxigênio produzida pelo organismo é na mesma intensidade que o exercício físico ocorre. Em um atleta de alto rendimento de exercício físico ele produz mais espécie reativa de oxigênio, tendo assim seu estresse oxidativo aumentado. Podendo levar a danos oxidativos musculares graves, o que ocasiona a perda de rendimento físico devido a lesões musculares diminuindo a rendimento em sua performance. Porém é necessário mais estudos relacionado ao tema, para a busca de prevenção para evitar tais danos no DNA das células.

REFERENCIAS

1. Gundersen K, Bruusgaard JC. Nuclear domains during muscle atrophy: nuclei lost or paradigm lost? *J Physiol* [Internet]. 2008 Jun 1 [cited 2019 Mar 31];586(11):2675–81. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18440990>
2. Ramos GA, Arliani GG, Astur DC, Pochini A de C, Ejnisman B, Cohen M. Rehabilitation of hamstring muscle injuries: a literature review. *Rev Bras Ortop* [Internet]. 2017 Jan [cited 2019 Mar 31];52(1):11–6. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2255497116301318>
3. Marroni NP. Estresse oxidativo e antioxidante. ULBRA. Canoas RS; 2002. 177 p.
4. Kirkham P, Rahman I. Oxidative stress in asthma and COPD: antioxidants as a therapeutic strategy. *Pharmacol Ther* [Internet]. 2006 Aug [cited 2019 Mar 31];111(2):476–94. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0163725805002767>
5. Holmqvist BI, Ostholm T, Alm P, Ekström P. Nitric oxide synthase in the brain of a teleost. *Neurosci Lett* [Internet]. 1994 Apr 25 [cited 2019 Mar 31];171(1–2):205–8. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7521947>
6. Green MJ, Hill HA. Chemistry of dioxygen. *Methods Enzymol* [Internet]. 1984 [cited 2019 Mar 31];105:3–9. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6328186>
7. Marroni NP. Radicais Livres no processo saúdedoença: Da bancada a clínica. CVR. Curitiba PR; 2012. 182 p.
8. Dizdaroglu M. Oxidatively induced DNA damage and its repair in cancer. *Mutat Res Mutat Res* [Internet]. 2015 Jan [cited 2019 Mar 31];763:212–45. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1383574214000696>
9. Passos, Robert da Silva; Benedet J. Treinamento intervalado de alta intensidade e emagrecimento. 2015;1–14.

10. Medicina do Esporte. A quantidade e o tipo recomendados de exercícios para o desenvolvimento e a manutenção da aptidão cardiorrespiratória e muscular em adultos saudáveis. *Rev Bras Med do Esporte*. 2017;4(3):96–106.
11. Davies KJ, Quintanilha AT, Brooks GA, Packer L. Free radicals and tissue damage produced by exercise. *Biochem Biophys Res Commun* [Internet]. 1982 Aug 31 [cited 2019 Mar 31];107(4):1198–205. Disponível em:: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6291524>
12. Keller B. Estudo comparativo dos níveis de cortisol salivar e estresse em atletas de luta olímpica de alto rendimento. *Ciências Biológicas da Univ Fed do Paraná*. 2006;1–53.
13. Córdova Alfredo NFJ. Os radicais livres e o dano muscular produzido pelo exercício : papel dos antioxidantes. *Rev Bras Med Esporte*. 2000;6:204–8.
14. Marroni NP. Estresse oxidativo e inflamação:dos modelos experimentais á clínica. ULBRA. Canoas RS; 2008.
15. Koury JC, Donangelo CM. Zinco , estresse oxidativo e atividade física. *Rev Nutr*. 2003;16(4):433–41.
16. Fernandez AC, Mello MT De, Tufik S, Morcelli P, Castro D, Fisberg M. Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. *Rev Bras Med Esporte*. 10:152–8.
17. Macedo AB. Efeitos de atividade física intensa nos níveis séricos de cretina quinase, IL-6 e proteína C-reativa em atletas. *Univ Nusant PGRI Kediri* [Internet]. 2017;01:1–7. Disponível em:: <http://www.albayan.ae>
18. Carmeli E, Moas M, Reznick AZ, Coleman R. Matrix metalloproteinases and skeletal muscle: A brief review [Internet]. Vol. 29, *Muscle and Nerve*. 2004 [cited 2019 Mar 31]. p. 191–7. Disponível em:: <http://doi.wiley.com/10.1002/mus.10529>