Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

ANÁLISE DE BIOMARCADORES PLASMATICOS DE ATLETAS DE FUTEBOL SUBMETIDOS A ANALISE DE FORÇA EM DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO

ANALYSIS OF PLASMA BIOMARKERS OF SOCCER ATHLETES SUBMITTED TO STRENGTH ANALYSIS IN ISOKINETIC EQUIPMENT

Luiz Casemiro Krzyzaniak Grando [1]
Augusto Poloniato Gelain[2]
Cleiton Chiamonti Bona[3]
Nelson Joao Tagliari[4]
Luciano de Oliveira Siqueira[5]

RESUMO - Introdução: A medicina do esporte tem avançado no sentido de melhorar o desempenho atlético em busca de resultados cada dia mais competitivos. A utilização de novas tecnologias com suporte de equipes multiprofissionais tem se feito cada dia mais necessários em esportes de competição. A integração da análise de biomarcadores plasmáticos de desempenho aliado a equipamentos de alta tecnologia como os dinamômetros isocinéticos tem contribuído de forma decisiva para o refinamento de técnicas, preservação da saúde e desempenho dos atletas. **Objetivo**: Analisar o padrão biomarcadores de dano endotelial, estresse oxidativo, dano muscular, substratos energéticos de atletas submetidos a um teste de força em dinamômetro isocinético. **Metodologia**: Vinte jogadores profissionais de futebol (23,9 ± 6,2 anos; 1,76±6 cm de

[1] Faculdade de Medicina da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil. luiz_grando@hotmail.com, ORCID: **https://orcid.org/0000-0002-7767-7576**
[2] Faculdade de Medicina da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil. augustopgelain@gmail.com, ORCID: **https://orcid.org/0000-0002-8571-9078**
[3]Faculdade de Educação Fìsica e Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil. cbona@upf.br, ORCID: **http://orcid.org/0000-0003-3269-3879**
[4] Faculdade de Educação Fìsica e Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil. neljoao@upf.br, ORCID: **http://orcid.org/0000-0002-9031-5481**
[5] Faculdade de Medicina da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil. , luciano@upf.br, ORCID: **http://orcid.org/0000-0002-0415-2226**

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

altura; IMC 25,7±1,9 Kg/m²) foram submetidos a protocolo análise de força de membros inferiores em dinamômetro isocinético (*Biodex System 3 Pro)*, tendo coletado amostras de sangue repouso/pré-esfoço e 15 minutos após o esforço. **Resultados**: A análise estatística dos resultados aponta elevações estatisticamente significativas (p<0,05) de glicose, proteínas totais, albumina e lactato desidrogenase pós-esforço. Creatinina, Uréia, Ck-Total, Ck-Mb, PCR-US, IMA, TBARS, Tióis totais e não proteicos não mostraram diferenças significativas. Discussão: Os resultados apontam um aumento da glicogenólise combinada a uma quebra da homeostase proteica com sinais bioquímicos e clínicos de microlesão adaptativa pós-esforço identificadas posteriormente pelo padrão de resposta/desequilíbrio muscular obtido no dinamômetro isocinético. **Conclusão**: A associação das alterações bioquímicas médias do grupo confrontadas com resultados individuais dos atletas em conjunto com seus respectivos testes de força em dinamômetro isocinético permite diagnosticar risco de lesões, personalizar treinos específicos de reforço, refinamento e equilíbrio da força muscular proporcionando melhor maior desempenho e menor risco de lesão.

Palavras-chave: Biomarcadores, Atletas, Exercício, Monitoramento de Jogadores, Desempenho Esportivo

ABSTRACT - Introduction: Sports medicine has advanced in order to improve athletic performance in search of more competitive results. The use of new technologies with the support of multidisciplinary teams has become increasingly necessary in competitive sports. The integration of the analysis of plasma biomarkers of performance combined with high-tech equipment such as isokinetic equipment has contributed decisively to the refinement of techniques, preservation of health and performance of athletes. **Objective**: To analyze the biomarkers pattern (of endothelial damage, oxidative stress, muscle damage, energetic substrates) of athletes submitted to a strength test in isokinetic equipment. **Methodology**: Twenty professional soccer players (23.9 ± 6.2 years; 1.76 ± 6 cm in height; BMI 25.7 ± 1.9 Kg / m²) were submitted to strength analysis protocol of lower limbs in equipment isokinetic (Biodex System 3 Pro), having collected blood samples at rest / pre-stress and 15 minutes after effort. **Results**: The statistical analysis of the results shows statistically significant increases (p <0.05) of glucose, total proteins, albumin and lactate dehydrogenase after exercise. Creatinine, Urea, Ck-Total, Ck-Mb,

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

CRP-US, IMA, TBARS, Total and non-protein thiois showed no significant differences. Discussion: The results point to an increase in glycogenolysis combined with a breakdown of protein homeostasis with biochemical and clinical signs of adaptive post-effort microlesion identified later by the pattern of muscle response / imbalance obtained in isokinetic equipment. **Conclusion**: The association of the average biochemical alterations of the group confronted with individual results of the athletes together with their respective strength tests in isokinetic equipment allows to diagnose risk of injuries, to personalize specific training of reinforcement, refinement and balance of muscular strength providing better performance and lower risk of injury.

Keywords: Biomarkers, Athletes, Exercise, Player Monitoring, Sports Performance

INTRODUÇÃO

A prática do exercício físico requer uma coordenação fisiológica entre sistema cardíaco e pulmonar para que a perfusão sanguínea supra as demandas metabólicas da musculatura esquelética. Isso acontece à custa de respostas metabólicas e cardiopulmonares que precisam se adaptar rapidamente para manter a homeostase ácido-base e preservar a oxigenação celular durante o exercício[1].

Atletas profissionais podem treinar diariamente a fim de manter o condicionamento físico adaptado às demandas exigidas pelas competições que participam. No entanto, treinamentos extenuantes ou até mesmo inadequados tendem a causar efeitos negativos no corpo, caracterizado principalmente por fadiga e lesão. Tais situações tornam a vigilância constante dos competidores uma ferramenta importante para avaliar a qualidade e a quantidade de exercício a partir do limiar de cada atleta[2,3].

O organismo submetido a estímulos físicos adequados dentro dos limites da tolerância muscular, tendem a apresentar alterações celulares e bioquímicas compensatórias ao esforço. O estresse muscular pós-esforço pode provocar um processo inflamatório que promove aceleração do processo de *turn over* de fibras musculares promovendo o aumento de massa muscular, força e consequentemente o desempenho atlético denominado de micro trauma adaptativo (MA). O M.A. por provocar dor, desconforto e fadiga que pode ser resultante da ação muscular excêntrica e do fenômeno isquemia-reperfusão. O esforço excêntrico pode provocar aumento da ruptura de fibras

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

musculares enquanto a isquemia pode aumentar a quantidade de espécies reativas do oxigênio que pode provocar um desequilíbrio *redox*[4,5].

Em condições de estresse físico extremo, o dano pode exceder a capacidade de reparo fisiológico, resultado da toxicidade de produtos metabólicos dissipados pela célula, como a produção inadequada de ATP em relação a sua demanda, podendo resultar de um processo isquêmico mais intenso, com aumento de radicais livres que provocam o estresse oxidativo causando dano a proteínas e lipídios de membrana[4,6].

A busca da superação de limites e de resultados cada vez mais competitivos pode exceder a capacidade fisiológica de recuperação evoluindo para uma síndrome de supertreinamento ou *overtraining*. O *overtraining* é caracterizado pela redução de rendimento nos treinos, acompanhada de sintomas físicos, psicológicos, cognitivos, fisiológicos e sociais. Essa síndrome está relacionada não só com o excesso de treino em seu volume e intensidade demasiados, mas principalmente com o descanso inapropriado entre as sessões. Embora os indicadores e efeitos do supertreinamento tenham atraído considerável interesse em pesquisas, não existem testes de diagnóstico que prevejam com segurança o supertreinamento iminente[7-9].

A dinamometria isocinética é uma análise muscular computadorizada, onde podem ser detectados desequilíbrios e déficits musculares, fornecendo resultados de força, potência e resistência muscular permitindo orientação e direcionamento na reabilitação e/ou treinamento muscular[10]. Durante o teste a capacidade máxima e/ou submáxima do músculo em toda amplitude de movimento é determinada sem sobrecarga, garantindo total segurança na execução do teste[10].

Por outro lado, a utilização de biomarcadores plasmáticos como proteínas, enzimas, metabólitos e eletrólitos podem ser utilizados por profissionais para averiguar a carga de exercício, rendimento e lesão muscular de atletas de alto rendimento[11].

Não há relatos de determinação de biomarcadores de desempenho atlético durante um teste de esforço em dinamômetro isocinético, que está padronizado ao limite de força do atleta sem sobrecarga. A compreensão da cinética dos biomarcadores em esforço controlado pode permitir estabelecer um padrão de comportamento bioquímico para posteriormente extrapolá-los em condições reais de treino. Uma vez realizado de forma regular e continuada, os resultados podem permitir às equipes a personalização de treinamentos, reforços de grupamentos musculares específicos (confrontando resultados do teste de força com os resultados bioquímicos), aprimorando de desempenho e facilitando a diferenciação de microtrauma adaptativo e *overtraining*.

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

Partindo destes princípios, o objetivo do presente estudo foi analisar a cinética de biomarcadores de dano endotelial, estresse oxidativo, dano muscular, substratos energéticos de atletas de futebol submetidos a um teste de força em dinamômetro isocinético.

MÉTODOS

Delineamento

Realizou-se um estudo observacional, experimental de corte transversal com vinte jogadores de futebol profissional do sexo masculino, para análise de biomarcadores de dano endotelial, estresse oxidativo, dano muscular, substratos energéticos durante a uma sessão de avaliação de força de membros inferiores em dinamômetro isocinético.

Casuística

Vinte atletas profissionais de futebol do sexo masculino, pertencentes ao Sport Club Gaúcho de Passo Fundo apresentavam média de idade de 23,92 ± 6,2 anos; 1,76±6 cm de altura e IMC 25,7±1,9 Kg/m².

Foram incluídos no estudo atletas que treinavam a mais de seis meses e que ingeriram um refeição leve pelo menos duas horas antes do teste. Os critérios de exclusão utilizados foram: fumantes, tratamento fisioterápico por lesão, diabéticos, usuários de medicamentos e portadores de doenças crônicas.

Aspectos éticos

O protocolo do estudo foi previamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Passo Fundo. O trabalho foi desenvolvido segundo declarações e diretrizes sobre pesquisas que envolvem seres humanos: o Código de Nuremberg, Declaração de Helsinque e resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012, sob número de registro: 105/2010.

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

Protocolo experimental

Quanto ao protocolo de treinamento, o esforço físico realizado pelos jogadores baseou-se na avaliação da *performance* a partir da coleta do pico de torque isocinético, onde foi utilizado o dinamômetro isocinético computadorizado (*Biodex System 3 Pro),* pertencente a Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo. Amostras de sangue dos atletas foram coletadas em repouso, antes da realização do esforço físico, e após 15 minutos do término do esforço físico.

Inicialmente, os participantes foram submetidos a uma avaliação clínica, na qual realizou-se a coleta de dados pessoais. Após, os jogadores fizeram um aquecimento de cinco minutos em uma bicicleta ergométrica; em seguida foram posicionados na cadeira do dinamômetro isocinético e estabilizados no tronco, pelve e quadril por cintas de contenção para evitar compensações durante o exame. Os voluntários foram instruídos a segurar seus braços cruzados sobre o tórax para isolar o momento extensor e flexor do joelho.

Para a avaliação do torque isocinético, foi elaborado protocolo com três séries de velocidades diferentes (60º/s, 180º/s e 300º/s). Nas velocidades de 60º/s e de 180º/s, os voluntários realizaram uma série de cinco movimentos de extensão e flexão do joelho, e na velocidade de 300º/s, foi realizada uma série de 20 repetições. Todas as velocidades foram realizadas com os joelhos percorrendo entre os ângulos de 0° e 90° o mais rápido e forte possível, com intervalos entre séries de 30 segundos para recuperação. Durante o teste, o paciente recebeu estímulo verbal constante para realizar o exame.

Análises bioquímicas

Amostras de sangue foram obtidas assepticamente da fossa antecubital dos atletas em repouso e 15 minutos após o término do exercício. As amostras de 8mL de sangue foram acondicionadas em um tubo de ensaio sem anticoagulante e centrifugadas a 1500 rpm durante 15 minutos. Na sequência, o soro foi extraído e acondicionado em frascos Eppendorff para realização das dosagens bioquímicas.

Para a análise de marcadores bioquímicos, dividiu-se em quatro diferentes categorias: marcadores de dano oxidativo, marcadores de adaptação endotelial, marcadores de dano muscular e substratos energéticos. Para os marcadores de dano oxidativo incluiu-se a determinação da concentração de grupamentos tióis totais e tióis

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

não protéicos ocorreu mediante ensaio de grupamentos sulfidrílicos proposto por Ellman[12]. Já a ocorrência de lipoperoxidação foi analisada através do método de determinação de susbtâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico segundo Esterbauer e Chessman[13].

Para os marcadores de adaptação endotelial, a determinação da proteína C reativa de alta sensibilidade (PCR) se deu pelo método de imunoturbidimetria (Labtest Diagnóstica). Já a determinação da albumina modificada pela isquemia (IMA) foi realizada de acordo com a metodologia de Bhagavan[8].

Para os marcadores de dano muscular, a determinação de creatina quinase total foi realizada por método cinético, ultravioleta, pela redução de NAD^+ (Labtest Diagnóstica SA). A determinação de creatina quinase fração MB foi feita por método cinético por inibição imunológica do monômero M segundo Okinaka (Labtest Diagnóstica SA). Considerando a baixíssima atividade da fração BB da creatina quinase no soro, a fração MM da creatina quinase foi obtida por cálculo, mediante subtração da creatina quinase total pela creatina quinase MB. A determinação de lactato desidrogenase se deu pelo método cinético ultravioleta, pela oxidação de NADH (Labtest Diagnóstica SA).

Para os substratos energéticos (albumina, creatinina, glicose, proteínas totais e ureia) foram utilizados kits da Labtest Diagnóstica SA. As análises colorimétricas para todos os marcadores foi realizada em espectrofotômetro semi-automatizado TP Analizer, marca Thermo Plate®.

Análise estatística

Os resultados foram compilados numa planinha de trabalho para testagem da normalidade mediante testes de Shapiro-Wilk. Os dados foram analisados por comparação entre médias de duas amostras pareadas, utilizando o teste "t" de Student utilizando software estatístico, considerando $p<0,05$ como nível mínimo de significância. Os resultados foram expressos como média ±erro padrão.

RESULTADOS

A análise dos dados dos marcadores de adaptação endotelial (figura 1), proteína C reativa de alta sensibilidade (PCR) e albumina modificada pela isquemia (IMA),

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

mostrou tendência de elevação após o esforço quando comparado com o repouso para ambos os marcadores. Todavia, essas diferenças não se mostraram significativas (p>0,05).

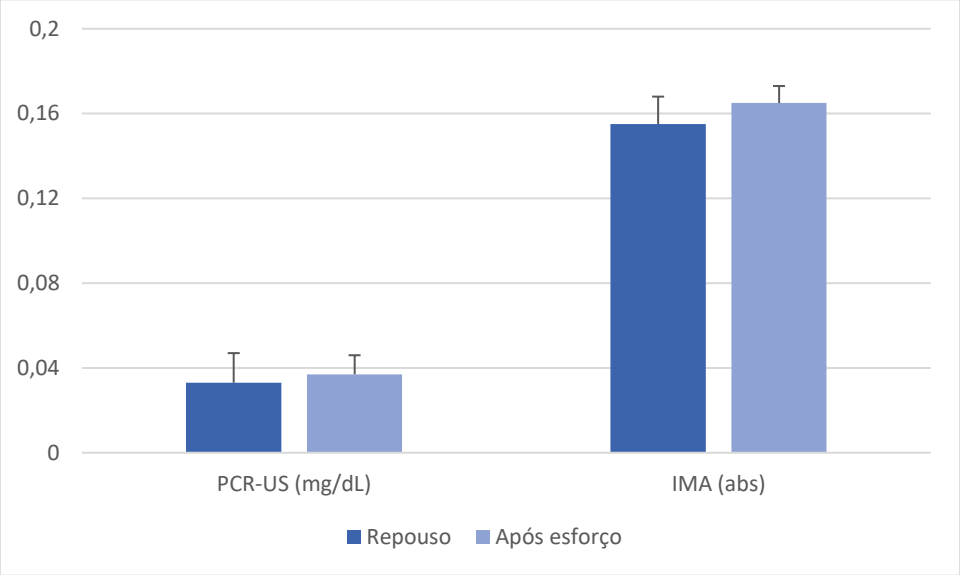


Figura 1: Análise do efeito do esforço agudo em dinamômetro isocinético para membros inferiores sobre a concentração de proteína C reativa de alta sensibilidade (PCR) e albumina modificada pela isquemia (IMA) de atletas em repouso e 15 minutos após esforço. Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Os marcadores de dano oxidativo (malondialdeído, tióis totais e tióis não-protéicos) apresentaram uma tendência de elevação após o esforço quando comparada com o repouso, no entanto, sem mostrar diferença estatística significante (Figura 2).

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

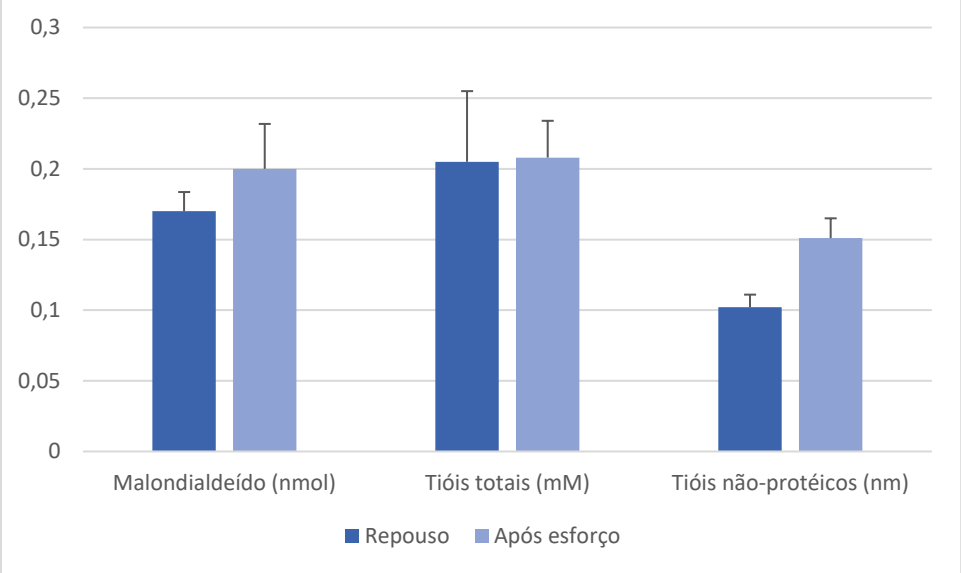


Figura 2: Análise do efeito do esforço agudo em dinamômetro isocinético para membros inferiores sobre a concentração de malondialdeído, tióis totais e tióis não-protéicos de atletas em repouso e 15 minutos após esforço. Resultados expressos como média ± desvio padrão.

A análise dos resultados da dosagem de glicose, proteínas totais e albumina mostrou uma elevação estatisticamente significante. Por outro lado, ureia e creatinina não apresentaram alterações estatisticamente significantes (Figuras 3 e 4).

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

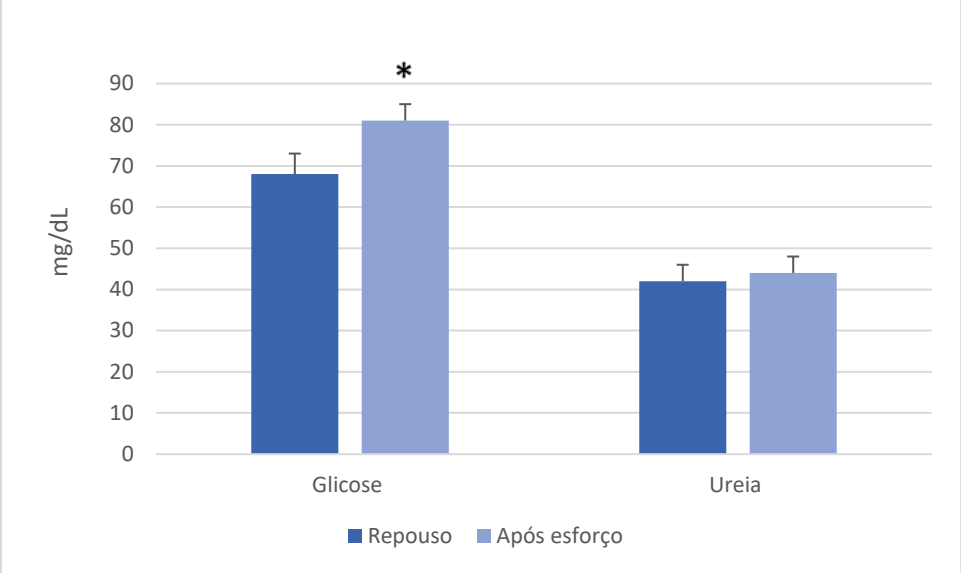


Figura 3: Análise do efeito do esforço agudo em dinamômetro isocinético para membros inferiores sobre a concentração de glicose e ureia de atletas em repouso e 15 minutos após esforço. Resultados expressos como média ± desvio padrão. *p<0,05 comparado com o repouso por análise de dados paramétricos pelo teste t de Student para amostras pareadas.

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

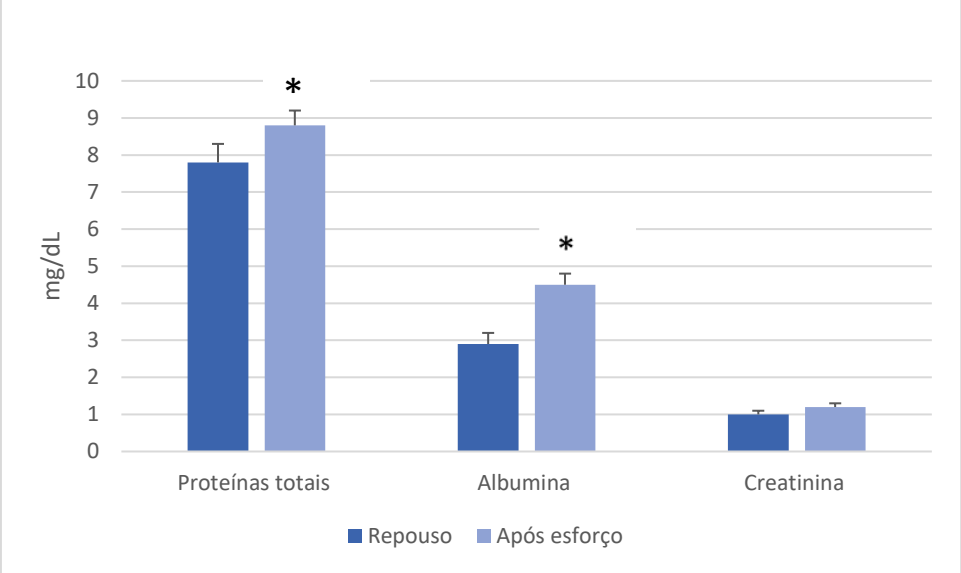


Figura 4: Análise do efeito do esforço agudo em dinamômetro isocinético para membros inferiores sobre a concentração de proteínas totais, albumina e creatinina de atletas em repouso e 15 minutos após esforço. Resultados expressos como média ± desvio padrão. *p<0,05 comparado com o repouso por análise de dados paramétricos pelo teste t de Student para amostras pareadas.

Os resultados encontrados a partir da análise das medidas plasmáticas dos substratos marcadores de dano muscular (figura 5) mostrou uma elevação estatisticamente significativa para a medida de lactato desidrogenase (LDH), enquanto as mensurações de creatina quinase total (CK-total), creatina quinase fração MM (CK-MM), creatina quinase fração MB (CK-MB) e da relação/proporção CK-MB/CK-total não demonstraram significância.

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

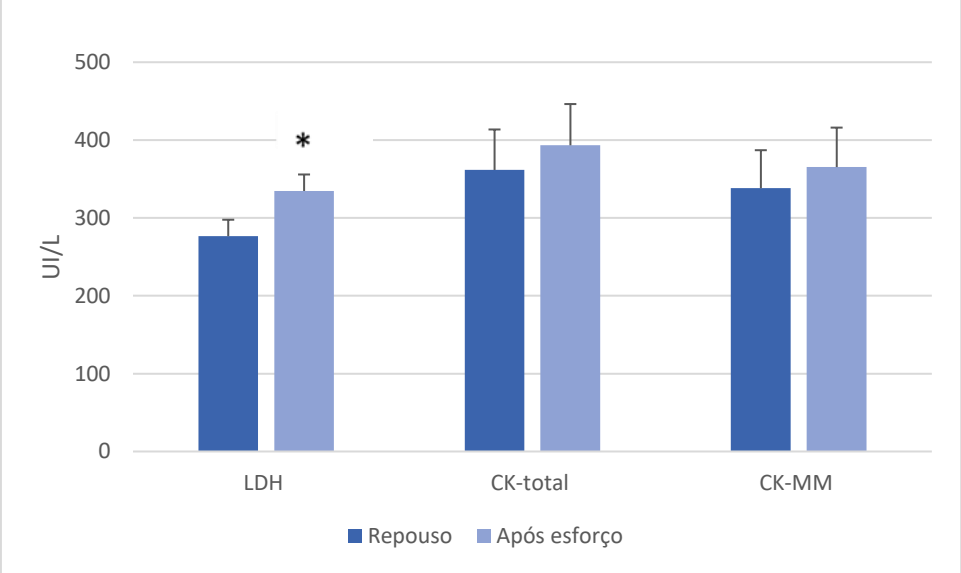


Figura 5: Análise do efeito do esforço agudo em dinamômetro isocinético para membros inferiores sobre a atividade da lactato desidrogenase (LDH), creatina quinase total (CK-total), creatina quinase fração MM (CK-MM) de atletas em repouso e 15 minutos após esforço. Resultados expressos como média ± erro padrão. *p<0,05 comparado com o repouso por análise de dados paramétricos pelo teste t de Student para amostras pareadas.

DISCUSSÃO

Marcadores de adaptação endotelial

A PCR-US é um marcador de inflamação que está elevado em qualquer estado inflamatório. Indivíduos que treinam regularmente possuem valores menores de PCR em relação aqueles que não praticam atividade física regularmente, provavelmente pela maior expressão de óxido nitrico, um potente vasodilatador com atividade antiinflamatória[9]. A análise dos resultados mostraram uma elevação média de 0,033mg/dL em repouso para 0,037mg/dL pós esforço. Essa elevação não apresentou

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

significancia estatística, nem tem correlação clínica relevante uma vez que os valores se encontram abaixo dos valores de referencia para pessoas não atletas, corroborando o achado do estudo de Strunz et al (2011).

Outro biomarcador analisado foi a Albumina Modificada pela Isquemia (IMA). Essa molécula é resultado de uma variação da proteína após um episódio isquêmico que impossibilita o carreamento de metais de transição pela proteína como o cobre, níquel e cobalto, induzido por estresse oxidativo. Elevações nos niveis de IMA pode estar relacionado ao fenomeno de isquemia-reperfusão muscular. Por mais que seja um marcador inespecífico, ele pode ajudar na investigação de lesão muscular, visto que ele também já está sendo usado para questões que envolvam isquemia miocárdica[10]. Nesse estudo, o valor de IMA elevou de 0,155 para 0,165. A elevação apresentada não mostrou diferença significante, mas a determinação deste biomarcador pode ter indicado um quadro micro isquêmico no músculo treinado em razão do fenômeno de isquemia-reperfusão durante o processo fisiológico de contração muscular, principalmente por se tratar de um exercício de força. O protocolo de força analisado aplicado aos biomarcadores de dano endoteliar mostrou-se seguro. No entanto, a utilização de outro protocolo de esforço mais intenso pode induzir a quadros mais severos de isquemia e que exigirão adaptações endoteliais e consequentemente variações significantes nos biomarcadores utilizados no presente estudo.

Marcadores de dano oxidativo

O aumento no consumo de oxigênio sistêmico e muscular durante o esforço físico pode resultar no simultâneo aumento da síntese de espécies reativas de oxigênio (EROs) [16,17]. A partir do momento em que a quantidade de EROs superar a capacidade do sistema antioxidante do indivíduo, pode ocorrer dano oxidativo caracterizado por oxidação de lipídios de membrana, proteínas e DNA[16]. Além disso, cabe ressaltar o fenômeno da isquemia e reperfussão, pode potencializar o estresse oxidativo em áreas isquêmicas após o retorno do fluxo sanguíneo e reoxigenação[17].

A oxidação lipídica ou lipoperoxidação é o processo em que radicais livres atacam lipídios insaturados e substituem um hidrogênio por um oxigênio, dando origem a peróxidos lipídicos e hidroperóxidos. A lipoperoxidação acarreta alteração na permeabilidade e fluidez das membranas plasmáticas e, por consequência, perda da homeostase, morte celular e diminuição da performance [16-18].

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

O dano oxidativo lipídico pode ser quantificado por diferente substâncias, entre elas o malondialdeído (MDA). O MDA é o produto final da decomposição do ácido araquidônico e de grandes ácidos graxo insaturados[17,18], portanto se espera que a sua medida sérica esteja elevada após uma situação de estresse oxidativo, como o exercício físico extenuante[19]. Segundo Michailidis et al.[20], os níveis de MDA crescem de 0 até 4 horas após o esforço. A análise da lipoperoxidação mostra uma tendência de elevação, mas que segundo o protocolo de esforço aplicado não foi suficientemente elevado para promover uma variação estatística significante.

A glutationa (GSH), um tripeptídeo (glutamil-cisteinilglicina), é o mais abundante tiol de baixa massa molecular do nosso organismo e age na defesa das células contra agentes oxidantes, atuando como sequestradora de radicais na homeostase tiólica, na manutenção do balanço redox e no combate a agentes eletrofílicos[12,20,21,22]. Nesse estudo, a medida de de glutationa foi determinada indiretamente pela concentração de tióis totais e tióis não-protéicos de amostras de sangue. Determinou-se com o intuito de analisar a resposta antioxidante da GSH ao exercício de alta intensidade e curta duração[20].

Ascensão et al.[23] comparou diferentes medidas plasmáticas de marcadores de dano oxidativo de 16 atletas de futebol da segunda divisão de Portugal antes de uma partida, 30 minutos, 24 horas, 48 horas e 72 horas após. O MDA, quando comparado com a medida pré-jogo, apresentou uma elevação significativa até 72 horas Os níveis de grupos tióis se mostraram inferiores a medida inicial, com exceção da medida realizada 72 horas após o jogo. No presente estudo, a análise dos resultados mostra que não houve diferença significante nas determinações de grupamentos tiólicos totais e não proteicos. Este achado pode ter decorrido do menor tempo de determinação entre o término do esforço e a coleta de material (15 minutos) e o protocolo de esforço aplicado (intensidade e tempo de duração do esforço).

Scheffer et al.[24] mediu o impacto da prova Triatlon Ironman (42,2 km corrida, 3,8 km de natação e 180 km ciclismo) sobre os parâmetros de estresse oxidativo de 19 participantes mostrando uma redução significativa na quantidade de tióis após a prova em relação a pré-prova. O Triatlon Ironman é uma atividade esportiva de alta intensidade e longa duração, o que proporcionou dano e tempo suficiente para que os níveis de tióis ou propriedades antioxidantes da glutationa fossem reduzidos. A intensidade do esforço realizado no presente estudo não induziu a um dano suficiente para ser determinado bioquimicamente, além disso, o curto período de tempo entre o termino do esforço físico e a medida plasmática não permitiu a aferição da queda dos níveis de tióis totais e tióis

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

não-protéicos. Por outro lado, pode-se justificar também que o aumento dos níveis de tióis como um reflexo da boa resposta antioxidante dos atletas, uma vez que a quantidade de tióis elevou-se.

Marcadores de dano muscular

Exercício físico ou esportes extenuantes podem aumentar o nível sérico de creatina-quinase (CK), visto que essa molécula é um marcador de dano da fibra muscular, trauma ou *overtraining*, sendo utilizado um ponto de corte para a atividade da enzima quatro vezes o valor do limite superior [25,26]. Ela é um marcador diretamente proporcional à intensidade do exercício, tipo de exercício e sua duração. A CK possui diferentes isoenzimas, onde cada uma pode ser mais identificada em um órgão específico - CK-MB no músculo cardíaco, CK-BB no cérebro e CK-MM no músculo esquelético[25]. O aumento da atividade sérica desse marcador é causado a partir do dano ao sarcolema e esse dano é proporcional à duração e intensidade da contração. O pico ocorre em 24 horas após o exercício e pode permanecer no sangue por 48-72 horas. Em indivíduos saudáveis, o pico de atividade sérica da CK ocorre em 6 horas após os exercícios e retorna ao normal em 48 horas[25-27]. No presente estudo, a coleta da amostra foi realizada 15 minutos após o esforço em dinamômetro isocinético, sendo evidenciada, mesmo assim, uma tendência de elevação na relação CK-MB/CK-total de 12% em relação ao atleta em repouso. Esse valor nos permite, então, visto que não houve indícios clínicos de lesão muscular entre os atletas, estipular um valor de confiança entre o limiar de lesão da musculatura dos membros inferiores para o protocolo de esforço aplicado.

A análise da atividade da lactato desidrogenase (LDH) mostra uma elevação estatisticamente significante, indicando uma hiperatividade da rota glicolítica anaeróbia pelo protocolo de esforço de alta intensidade e curta duração. O extravazamento da enzima LDH sem aumento da CK pode ser um indicativo de microlesão adaptativa e/ou em razão do comportamento cinético da enzima CK se elevar após 4 horas do dano com um pico entre 24 e 36 horas. A coleta de amostras seriadas em diferentes tempos poderiam esclarecer esse diferente comportamento cinético das duas enzimas.

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

Substatros energéticos

A principal fonte de energia utilizada na contração muscular é o trifosfato de adenosina (ATP). Apesar do protagonismo, os estoques de ATP nas células musculares são suficientes para manter uma potência muscular máxima por apenas 2 a 3 segundos. Sendo assim, dependendo da intensidade e duração da atividade física, diferentes mecanismos são utilizados para fornecer suprimento energético contínuo aos músculos: sistema da fosfocreatina-creatina, sistema do glicogênio-ácido lático e o sistema aeróbio[28].

A fosfocreatina, a partir da sua decomposição em íon fosfato e creatina, da origem a novas moléculas de ATP. Em conjunto com os depósito de ATP musculares, a fosfocreatina pode proporcionar potência muscular máxima por 8 a 10 segundos[28]. A variação plasmática da medida de creatinina, produto de degradação da fosfocreatina, não se mostrou diferença significante no presente estudo. No entanto, se houvesse diferença, a elevação encontrada poderia ser justificada pela depuração da creatina formada pelo sistema da fosfocreatina-creatina ao expor o músculo a exercício de alta intensidade e curta duração[29].

Se o esforço físico sob potência máxima durar mais que 10 segundos, macronutrientes armazenados sob diferentes formas passarão a fornecer suprimento energético muscular. O glicogênio armazenado no músculo, por exemplo, pode ser transformado em glicose, a qual será utilizada na síntese de energia. A glicólise, a primeira etapa da síntese de ATP a partir da glicose, ocorre sem o uso de oxigênio, ou seja, é um processo metabólico anaeróbico. Se atividades físicas de curta a moderada duração de contração muscular exigirem grandes quantidades energéticas, o catabolismo anaeróbicos da glicose pode ser usado como uma fonte rápida de energia, o que fornece atividade muscular máxima por 1,3 a 1,6 minutos e resulta na síntese de ácido lático. O sistema aeróbio, composto pelo ciclo de Krebs e pela cadeia de transporte de elétrons, consiste na oxidação mitocondrial dos produtos decorrentes da glicólise citoplasmática sendo grande fonte de energia para exercícios de longa duração[28,29].

O protocolo de exercício proposto no presente estudo resultou em uma elevação estatisticamente significante na medida plasmática de glicose pós-exercício. Essa variação se deve à ativação do sistema glicogênio-ácido-lático e consequente glicogenólise muscular, uma vez que o esforço se caracterizou por ser de alta intesidade e curta duração.

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

Segundo Brandão et al.[30], elevação dos níveis de creatina quinase na corrente sanguínea pode justificar o aumento na medida plasmática de proteínas totais para serem transportadas aos diversos locais de dano celular gerada pela contração muscular. A elevação estatisticamente significante da concetração de proteínas totais e albumina plasmática corrobora a teoria proposta por Brandão et al.[30], reservado às diferenças de protocolos de exercício, acredita-se que as variações encontradas nos níveis plasmáticos de creatina quinase e proteínas totais sugere a presença de estresse mecânico devido ao dano muscular gerado por sucessivas contrações sem relação com proteólise. Justifica-se pois a ureia, produto final do metabolismo protéico e indicador de proteólise, não mostrou diferença significativa.

Destaca-se o caráter inédito deste estudo cuja revisão bibliográfica não apresenta registros da análise bioquímica de atletas submetidos a uma sessão de análise de esforço de membros inferiores em dinamômetro isocinético. Esse procedimento é cada dia mais difundido em equipe de futebol profissional que necessitam explorar o máximo do potencial e desempenho físico dos atletas com vistas a previnir dano e lesão. Os achados no presente estudo podem contribuir com preparadores físicos que dispõem deste tipo de equipamento e consequentemente com o desempenho atlético dos indivíduos por eles analisados.

O estudo limita-se por analisar os atletas somente 15 minutos após o esforço. Diversos biomarcadores apresentam comportamento cinético diferente e que necessitam da análise seriada. Justifica-se a escolha para análise 15 minutos após o esforço em razão da disponibilidade da equipe em fazer essas análises, a logística da coleta entre os treinos e jogos. Por ser um procedimento invasivo, a coleta de sangue na fossa antecubital apresenta grande resistência por parte dos atletas que muitas vezes não concordam em ser puncionados 3-4 vezes em um dia. Assim sendo, optou-se por uma análise transversal em repouco e em 15 minutos por ser rápida e com objetivo de analisar as variações bioquímica agudas dos atletas, indepentendemente dos resultados tardios e/ou comportamento cinético diferenciado dos biomarcadores. Análises com determinações seriadas em 4 e 12 horas, poderiam enriquecer as informações e conclusões em estudos futuros, o que seria nossa sugestão para pesquisadores da área.

Os resultados aqui elencados permitem aplicação e na delimitação de técnicas e protocolos de força com vistas a utilizar biomarcadores bioquímicos como balisadores de estresse oxidativo em testes de força em dinamômetros isocinéticos bem como preditores de análise de microlesão adaptativa e dano muscular indicadores de lesão.

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

A análise individual dos resultados laboratoriais confrontados com os respectivos perfis de desempenho no dinamometro apresentaram resultados riquíssimos e muito diversificados em razão da individualidade bioquímica de cada atleta que não foi o foco deste artigo. Com base nos resultados obtidos como balizadores, será possivel personalizar o treinamento, processo de fortalecimento específico bem como de repouso, quando for o caso. Futuramente, os resultados serão extrapolados para condições reais de treinamento pautados pelos resultados previos obtidos neste estudo para que um conjunto de informações possam ser disponibillizadas como estratégias de aprimoramento atletico.

CONCLUSÃO

O exame de força em dinamometro isocinético padroniza a intensidade de esforço dos atletas cujo comportamento cinético de biomarcadores bioquímicos é quase inexistente na literatura. A análise dos resultados da cinética de biomarcadores bioquímicos não mostrou sinais signiticativos de inflamação (PCR-US), estresse oxidativo (TBARS e grupamentos SH), lesão/dano muscular (CK total e Ck-mm) e de substratos energéticos (creatinina e uréia). No entanto, os resultados revelam um aumento estatisticamente significativo nos niveis de glicose, proteínas, albumina e na atividade da LDH.

REFERÊNCIAS

1. Hall, JE, Guyton, A. Guyton & Hall tratado de fisiologia médica. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

2. Schmit C, Duffield R, Hausswirth C, Brisswalter J, Le Meur Y. Optimizing Heat Acclimation for Endurance Athletes: High- Versus Low-Intensity Training. Int J Sports Physiol Perform. 2018 Jul 1;13(6):816-823.

3. Gabriel BM, Zierath JR. The Limits of Exercise Physiology: From Performance to Health. Cell Metab. 2017 May 2;25(5):1000-1011.

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

4. Pol R, Hristovski R, Medina D, Balague N. From microscopic to macroscopic sports injuries. Applying the complex dynamic systems approach to sports medicine: a narrative review. Br J Sports Med. 2019 Oct;53(19):1214-1220.

5. Russell HC, Wiese-Bjornstal DM. Narratives of Psychosocial Response to Microtrauma Injury among Long-Distance Runners. Sports. 2015; 3(3):159-177.

6. Halliwell B. Biochemistry of oxidative stress. Biochem Soc Trans. 2007 Nov;35(Pt 5):1147-50.

7. Salonen M, Huovinen J, Kyröläinen H, Piirainen JM, Vaara JP. Neuromuscular Performance and Hormonal Profile During Military Training and Subsequent Recovery Period. Mil Med. 2019 Mar 1;184(3-4):e113-e119.

8. Pope CC, Penney D, Smith, TB. Overtraining and the complexities of coaches' decision-making: managing elite athletes on the training cusp. Reflective practice. 2018.19(2).145-166

9. Mónico JL, Silva F, Marques JP, Cardoso J, Mónico L, Fonseca F. Estudo das lesões de sobrecarga durante período intenso de atividade física complementado com avaliação por dinamometria isocinética. Revista Brasileira de Ortopedia. 2020. 55(6), 681-686.

10. Da Mata GSL, Oliveira DM, Lopes TR, Silva BM. Correlação entre a dinamometria isocinética e a avaliação do salto vertical: uma revisão sistemática. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia eo Exercício. 2020 13(87), 1183-1195.

11. Manechini JPV, Aquino R, Moraes C, Tourinho Filho H, Pimenta P M, Puggina EF. Long distance training associated to HIIT protocol does not induce changes in blood biochemical markers in adult marathoners. Revista Brasileira de Ciências do Esporte. 2020. 42, e2032.

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

12. Ellman GL. Tissue sulphydryl groups. Arch. Biochem. Biophys n. 82, p. 70-77. 1959.

13. Esterbauer H., Cheesman K.H., Determination of aldehydic lipid peroxidation products: MDA and hydroxymonenal. 1991, in: Methods of Enzymology, vol. 186 (eds. L. Parcker, A. Glazer). New York, Academic Press, pp. 407–421.).

14. Bhagavan NV, Lai EM, Rios PA, Yang J, Ortega-Lopez AM, Shinoda H, Honda SA, Rios CN, Sugiyama CE, Ha CE. Evaluation of human serum albumin cobalt binding assay for the assessment of myocardial ischemia and myocardial infarction. Clin Chem. 2003 Apr;49(4):581-5.

15. Strunz CM, Araki LM, Nogueira AA, Mansur AP. Gender differences in serum CK-MB mass levels in healthy Brazilian subjects. Braz J Med Biol Res. 2011 Mar;44(3):236-9.

16. Cadegiani FA, Kater CE. Novel causes and consequences of overtraining syndrome: the EROS-DISRUPTORS study. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2019 Sep 18;11:21.

17. Cadegiani FA, Kater CE. Novel insights of overtraining syndrome discovered from the EROS study. BMJ Open Sport Exerc Med. 2019 Jun 20;5(1):e000542.

18. Yin H, Xu L, Porter NA. Free radical lipid peroxidation: mechanisms and analysis. Chem Rev. 2011 Oct 12;111(10):5944-72.

19. Bachi ALL, Barros MP, Vieira RP, Rocha GA, de Andrade PBM, Victorino AB, Ramos LR, Gravina CF, Lopes JD, Vaisberg M, Maranhão RC. Combined Exercise Training Performed by Elderly Women Reduces Redox Indexes and Proinflammatory Cytokines Related to Atherogenesis. Oxid Med Cell Longev. 2019 Aug 5;2019:6469213.

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

20. Michailidis Y, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Fatouros IG, Koutedakis Y, Papassotiriou I, Kouretas D. Sampling time is crucial for measurement of aerobic exercise-induced oxidative stress. Med Sci Sports Exerc. 2007 Jul;39(7):1107-13.
21. Huber, Paula C., Almeida, Wanda P., & Fátima, Ângelo de. (Glutationa e enzimas relacionadas: papel biológico e importância em processos patológicos. 2008. Química Nova, 31(5), 1170-1179.

22. Angelo PM, Jorge N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. Rev Inst Adolfo Lutz 2007;66(1):232-40.

23. Ascensão A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Pereira L, Magalhães J. Biochemical impact of a soccer match - analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. Clin Biochem. 2008 Jul;41(10-11):841-51.

24. Scheffer DL, Pinho CA, Hoff MLM, Silva LA, Benetti M, Moreira JCF, Pinho RA. Impact of ironman triathlon on oxidative stress parameters. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. 2012.14(2), 174-182

25. Neal RC, Ferdinand KC, Ycas J, Miller E. Relationship of ethnic origin, gender, and age to blood creatine kinase levels. Am J Med. 2009 Jan;122(1):73-8.

26. Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress : relationship with exercise and training. Sports Med. 2006;36(4):327-58.

27. Silva LA, Silveira PC, Pinho CA, Tuon T, Dal Pizzol F, Pinho RA. N-acetylcysteine supplementation and oxidative damage and inflammatory response after eccentric exercise. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2008 Aug;18(4):379-88.

28. McArdle WD, Katch FI, Katch VL: Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance, ed 8. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2014.

29. Mougios, V. Exercise biochemistry. Second edition. Champaign Il. Human Kinetics, 2020. ISBN 978-1-4925-2904-0

DOI: 10.29327/213319.21.5-6
Páginas 1 a 22

Temas em Saúde
Volume 21, Número 5
ISSN 2447-2131
João Pessoa, 2021

Artigo

30. Brandão, Felipe, Fernandes, Helder Miguel, Alves, José Vilaça, Fonseca, Sandra, & Reis, Victor Machado. Hematological and biochemical markers after a Brazilian Jiu-Jitsu tournament in world-class athletes. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. 2014. 16(2), 144-151.