

## A INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO DE ALTA INTENSIDADE NOS NÍVEIS DE CORTISOL – PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

*THE INFLUENCE OF HIGH INTENSITY EXERCISE IN CORTISOL LEVELS - PHYSIOLOGICAL PARAMETERS*

*HIGH INTENSITY EXERCISE AND CORTISOL*

Isabela Richardz Pauli<sup>1</sup>  
Bárbara Tagata<sup>2</sup>  
Sérgio Andrade<sup>3</sup>  
Camila Marques<sup>4</sup>

### RESUMO

O cortisol é um hormônio corticosteroide regulado pelo hormônio adenohipofisário adrenocorticotrófico (ACTH), possui ação catabólica, anti-inflamatória, reguladora do metabolismo lipídico e glicolítico e tem sua secreção aumentada em situações estressantes. Um treinamento intenso, composto de cargas elevadas com descanso inadequado, pode levar o atleta a desenvolver a síndrome do *overtraining*. Processo este que ocorre em decorrência de variáveis de carga e descanso mal manipuladas, ocasionando em uma queda do desempenho físico. Logo, a manutenção adequada das variáveis de carga tem papel essencial para a melhora da performance e das capacidades físicas do indivíduo. Este trabalho teve como objetivo analisar a relação entre o exercício de alta intensidade e os níveis de cortisol no organismo, buscando determinar a utilidade dessa relação como um possível marcador de carga e desempenho do treinamento. Esta pesquisa possui caráter qualitativo, onde foi realizada uma revisão de literatura através das bases de dados *Scielo*, *PubMed* e *Science Direct*. Pôde-se constatar que exercício de alta intensidade exerce influência sobre a secreção de cortisol, tornando este, um hormônio útil para monitorar o equilíbrio entre as sessões de treinamento. Porém, tratando-se do Cortisol como indicador de *overtraining*, ainda são necessários mais estudos para que exista essa confirmação.

**PALAVRAS-CHAVE:** fisiologia humana; fisiologia endócrino; cortisol; *overtraining* e exercício de alta intensidade.

### ABSTRACT

Cortisol is a corticosteroid hormone regulated by the adrenocorticotrophic adenohipophysis hormone (ACTH), has a catabolic, anti-inflammatory, lipidic and glycolytic metabolism regulator and has its secretion increased in stressful situations. An intense training, composed of high loads with inadequate rest, can lead the athlete to develop the overtraining syndrome. This process occurs due to poorly manipulated load and rest variables, resulting in a decrease in physical performance. Therefore, adequate maintenance of the load variables plays an essential role in improving the performance and the physical capacities of the individual. This study aimed to analyze the relationship between high intensity exercise and cortisol levels in the body, seeking to determine the usefulness of this relationship as a possible load marker and training performance. This research has a qualitative character, where a literature review was done through the Scielo, PubMed and Science Direct databases. It could be verified that high-intensity exercise exerts influence on the secretion of cortisol, making this a useful hormone to monitor the balance between training sessions. However, since Cortisol is an indicator of overtraining, further studies are needed to confirm this.

**KEY WORDS:** human physiology; endocrine physiology; cortisol; overtraining and high intensity exercise.

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Educação Física – Bacharelado no UniBrasil, Curitiba – PR, email: isah.pauli@hotmail.com.

<sup>2</sup> Mestranda em Exercício e esporte: UTFPR; Professora colaboradora – UniBrasil.

<sup>3</sup> Doutor em Educação Física: UFPR; Professor colaborador – UniBrasil.

<sup>4</sup> Doutora em Ciências Biológicas: UFRGS; Professora colaboradora – UniBrasil; Pesquisadora Instituto Denton Cooley.

## INTRODUÇÃO

O exercício físico tem como objetivo o aumento e a melhora do desempenho das capacidades físicas e saúde dos indivíduos. Durante a montagem de um plano de treinamento, variáveis como intensidade, duração, carga e tipo de atividade são levadas em consideração, além das diferenças biológicas de cada indivíduo <sup>(1)</sup>.

A intensidade pode ser manipulada por diversos fatores: aumento da carga, menor intervalo de descanso entre as séries e volume de treinamento.

Um treinamento intenso, composto de cargas elevadas com descanso inadequado podem levar o atleta a uma queda do desempenho esportivo. Todo quadro de baixo desempenho pode incluir: *overreaching* funcional, *overreaching* não funcional e o *overtraining* <sup>(2)</sup>.

O *overreaching* funcional é caracterizado com uma queda do desempenho do atleta, seguido de recuperação completa e supercompensação com desempenho melhorado dentro de duas semanas <sup>(2)</sup>. No *overreaching* não funcional encontramos episódios de desempenho diminuído que duram entre duas a seis semanas, seguido de recuperação completa, porém, nem sempre acompanhado de melhoras no desempenho <sup>(2)</sup>. E no *overtraining*, a queda do desempenho dura mais do que seis semanas, trazendo além de sintomas físicos persistentes, sintomas psicológicos <sup>(2,3)</sup>. Portanto, é de extrema importância que exista um bom planejamento na estrutura do treino, pois a linha entre o alcance de um ótimo desempenho e o *overtraining* é tênue. Júnior e Martins <sup>(4)</sup> definem o *overtraining* como um processo que ocorre como consequência de um treinamento excessivo prolongado aplicado junto a um período de recuperação inadequado ocasionando a ocorrência de lesões musculares, alterações hormonais e de humor, podendo desencadear também depressão, perda de apetite, ansiedade e irritabilidade, além da queda no desempenho físico. Estes sintomas implicam distúrbios que podem afetar os sistemas endócrino, imunológico, musculoesquelético e neurológico do indivíduo <sup>(5)</sup>.

O exercício de alta intensidade é caracterizado, principalmente, por possuir um curto período de duração quando comparado com outras atividades, ou seja, o indivíduo trabalha no máximo de sua capacidade física por um espaço de tempo reduzido, obtendo melhoras tão significativas quanto com outros tipos de atividades <sup>(1)</sup>.

Outra característica desse tipo de exercício é o aumento do estresse fisiológico, caracterizado pelo aumento de secreções hormonais, em especial, o hormônio cortisol.

Podemos citar como exemplos de exercícios de alta intensidade o treinamento de atletas de alto rendimento, tanto de modalidades individuais quanto de modalidades coletivas, o treinamento de militares <sup>(6)</sup> e também o HIIT, que segundo Moreno et. al. <sup>(7)</sup>, é um modelo de treinamento intervalado, composto de estímulos de alta intensidade com curtos intervalos de descanso. Esses atletas estão expostos constantemente a treinamentos intensos durante a maior parte do ano <sup>(6)</sup>.

O cortisol é um hormônio corticosteroide, da família dos esteroides, sintetizado na zona fasciculada, do córtex da glândula supra-renal e regulado pelo hormônio adenohipofisário adrenocorticotrófico (ACTH) <sup>(8)</sup>. Possui ação catabólica, anti-inflamatória, homeostática e estimulante do metabolismo lipídico, glicolítico e a nível de metabolismo pode promover degradação das proteínas <sup>(9)</sup>. Segundo Michailidis <sup>(10)</sup>, altas concentrações de cortisol circulante no organismo podem acarretar na inibição do sistema imunológico e aumento dos processos catabólicos no organismo. Estudos apontam que os níveis de cortisol são alterados conforme a intensidade do exercício <sup>(11)</sup>.

O exercício físico é considerado um agente estressor e por essa razão tira o organismo de sua homeostase. Em situações de estresse, os níveis de cortisol ficam elevados para ajudar na resposta de quadros fisiopatológicos, aumentando a pressão arterial e a glicose circulante. Quando há o *overtraining*, os níveis de cortisol acabam ficando elevados, o que se torna prejudicial para a saúde e desempenho do indivíduo, já que esse hormônio está envolvido no efeito catabólico e inflamatório desencadeado pela atividade intensa. Acredita-se que até os dias de hoje, cerca de 70% dos atletas de alto rendimento tenham entrado em *overtraining* ao longo de suas carreiras <sup>(1)</sup>.

De uma forma geral, a atividade física traz adaptações ao organismo que são determinadas pelo tipo do exercício, pela intensidade, duração e cargas aplicadas. O exercício intenso é acompanhado pela produção de radicais livres, que provocam alterações nas membranas celulares, causando lesões acompanhadas por um processo inflamatório ao nível das fibras musculares. Este dano muscular está associado a aumentos dos níveis plasmáticos de creatinoquinase (CK) e de lactato desidrogenase (LDH), o que serve como indicador do aumento da permeabilidade celular resultante <sup>(12)</sup>. Este acontecimento provoca uma lesão nas fibras musculares, que é acompanhada por um processo inflamatório, conduzindo a uma redução da função muscular com a liberação de enzimas musculares, alterações histológicas e dor muscular.

No período de recuperação do tecido, a musculatura lesada tenta recuperar a homeostase e antecipar outra perturbação fisiológica gerando uma adaptação excessiva, levando a alterações estruturais como aumento da secção transversa das fibras, maior eficiência neural, aumento de energia e etc. <sup>(13)</sup>.

O treinamento físico é considerado um poderoso estímulo aos eixos corticotróficos e somatotróficos, resultando diversas respostas no organismo <sup>(14)</sup>.

O cortisol é secretado em situações estressantes, e seu aumento na corrente sanguínea pode trazer efeitos nocivos à saúde e ao desempenho esportivo <sup>(15)</sup>. Portanto, a manutenção adequada das variáveis de carga tem papel essencial para melhora performance e das capacidades físicas do indivíduo.

Tian et. al <sup>(2)</sup> sugere o cortisol sérico como um forte indicador de inadaptação ao treinamento, levando ao decréscimo do desempenho esportivo e ao acúmulo da fadiga, portanto, acredita-se que este hormônio é útil para monitorar o equilíbrio entre as sessões de treinamento intenso e o tempo de recuperação. Biomarcadores sanguíneos são muito utilizados para diagnosticar cargas de treinamento, porém, estes não são totalmente confiáveis ou precisos o que acaba por dificultar no diagnóstico da síndrome do *overtraining* uma vez que sua fisiopatologia não é compreendida por completo.

Diante disso, é fundamental a compreensão dos parâmetros hormonais envolvidos através do estudo da fisiologia do sistema endócrino para a compreensão dos processos biológicos, sendo de suma importância aos acadêmicos do curso de Educação Física o entendimento da relação hormônios x exercício físico, para que quanto futuros profissionais de Educação Física e Saúde estes compreendam a importância de uma manipulação adequada das variáveis de intensidade e descanso, entendendo que estas exercem influência direta na melhora da saúde e performance do indivíduo.

O estudo dessa temática visa contribuir com pesquisas científicas relacionadas ao tema, buscando conscientizar e alertar treinadores físicos de todas as modalidades e profissionais da saúde sobre a importância de um plano de treinamento bem estruturado, buscando minimizar os indicies de *overtraining* e as consequências de níveis elevados de cortisol no organismo.

Para isso, este trabalho teve como objetivo, através de uma revisão bibliográfica, analisar a relação entre o exercício de alta intensidade e os níveis de cortisol no organismo, buscando determinar a utilidade dessa relação como um possível marcador de carga e desempenho do treinamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta é uma pesquisa qualitativa, que segundo Denzin e Lincoln <sup>(16)</sup>, possui uma abordagem interativa com o mundo, onde os pesquisadores estudam as coisas em cenários naturais, buscando então, compreender melhor como ocorrem os fenômenos, complementando, Creswell <sup>(17)</sup> afirma que o ambiente natural é a fonte direta de dados e o principal instrumento para o pesquisador, sendo que os dados coletados são predominantemente descritivos. Além disso, neste tipo de estudo, existe um grande interesse da parte do pesquisador em estudar um determinado problema e verificar de que maneira ele se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas, tentando assim, aproximar o estudo para uma aplicação prática <sup>(17)</sup>.

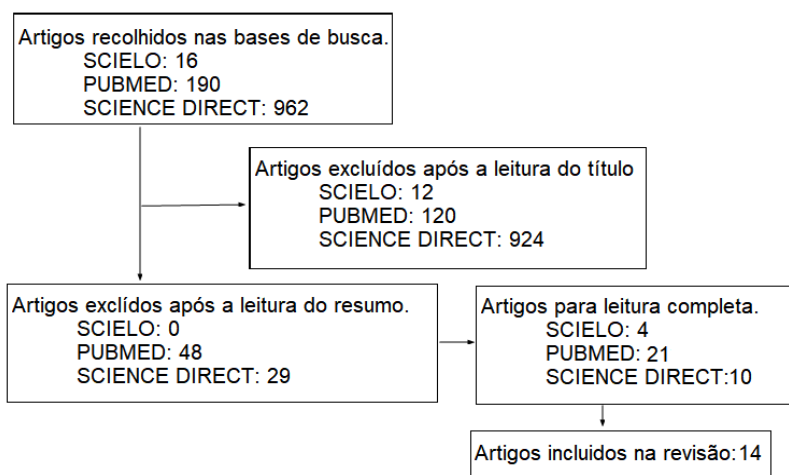
-Para a execução deste trabalho, foi realizada uma revisão de literatura através de levantamento bibliográfico. Para o embasamento desta pesquisa, foram utilizados bancos de dados relacionados a pesquisas das ciências biológicas e da saúde, como SCIELO, *Science Direct*, *PubMed* e livros sobre os temas fisiologia humana, fisiologia endócrino, fisiologia do exercício e treinamento.

Para os fatores de inclusão estipulou-se artigos indexados no período 2010 à 2017, artigos em português e em inglês, estudo experimentais que analisaram as respostas crônicas negativas do cortisol no exercício de alta intensidade, estudo experimentais que analisaram as respostas do cortisol em todas as modalidades esportivas, coletivas ou individuais e estudos que realizaram a coleta de amostra sanguínea, em ambos os sexos. Foram excluídos os estudos que analisaram respostas agudas do cortisol e estudos experimentais com modelos animais. Para realização da busca utilizou-se como palavras-chaves: fisiologia humana, fisiologia endócrino, cortisol, *overtraining*, exercícios de alta intensidade, bem como seus termos em inglês: *human physiology*, *endocrine physiology*, *cortisol*, *overtraining*, *high-intensity exercise*.

Todos os descritores foram cruzados, sendo Cortisol o descritor primário. Foram utilizadas aspas para obter melhor precisão nos resultados.

O fluxograma a seguir apresenta a busca realizada durante o processo metodológico.

**Figura 1.** Fluxograma



Fonte: Richardz; Tagata; Andrade e Marques (2018)

## RESULTADOS

Após a busca pelas bases de dados foram encontrados 14 artigos que se enquadraram nos critérios de inclusão para este estudo. Entre os artigos selecionados, três avaliaram modalidades coletivas (dois futebol e um vôlei), seis analisaram modalidades individuais (dois lutas, um ginástica de academia, um musculação, um triathlon e um natação), três treinamento de HIIT (Sprint e remo) e dois treinamento básico militar.

O quadro a seguir apresenta os artigos selecionados para discussão.

**Quadro 1**– Artigos selecionados

Autor/ Ano	Amostra	Tipo de Atividade	Duração	Frequência	Intensidade	Níveis de Cortiso I
Coelho et. al (2015)	10	Futebol	11 meses	6x/semana	90'	↑
Michailidis, Y (2014)	15	Futebol	11 meses	6-7x/semana	30-40'	↔
Cordova et. al (2010)	12	Vôlei	4 meses	5x/semana	2 treinos de 2hrs	↑
Ackel-D'elia et. al (2010)	60	Ginástica (Musculação, corrida, etc)	33 semanas	4x/semana	60'	↔

Tian et. al (2015)	114	Luta	8 anos	X	x	↑
Puggina et. al (2015)	12	Triathlon	12 semanas	6x/semana	213,8 km/semana	↑
Nassib et. al (2016)	30	Boxe	5 semanas	5-6x/semana	12h/semana	↔
Mangine et. al (2015)	30	Musculação	10 semanas	4x/semana	90% 1RM	↑
Majumdar et. al (2010)	7	Natação	3 semanas	6x/semana	95% FC	↑
Draina et. al (2017)	75	Treinamento Militar	12 semanas	x	x	↑
Tanskanen et. al (2011)	57	Treinamento Militar	8 semanas	x	X	↓
Herbert et. al (2017)	17	HIIT	8 semanas	5x/semana	214min/semana	↑
Sheykhlovand et. al (2016)	21	HIIT	3 semanas	x	x	↓
Lun-Lee et. al (2016)	48	HIIT	4 semanas	3x/semana	85% vo2max	↑

Fonte: Richardz, Tagata, Andrade e Marques (2018)

Legenda: ↑: Aumento nos níveis de Cortisol;

↓: Queda nos níveis de Cortisol;

↔: Não houve mudança nos níveis de Cortisol;

x: Não consta informação.

## DISCUSSÃO

Esse estudo procurou analisar a relação entre o exercício de alta intensidade e os níveis de cortisol no organismo, buscando também determinar a utilidade dessa relação como possível marcador de carga e desempenho de treinamento. Para discutir os resultados encontrados na revisão, foram utilizados artigos que não estão presentes na tabela exposta acima.

Para melhor compreensão sobre a influência do exercício de alta intensidade nos níveis de cortisol, a discussão foi organizada em quadro partes, separando os artigos por tipos de modalidades: a) Modalidades coletivas, b) Modalidades Individuais, c) HIIT e d) Treinamento Militar.

Os três artigos encontrados sobre modalidades coletivas avaliaram seus atletas durante uma temporada competitiva. Apenas Michailidis <sup>(10)</sup> não apresentou aumentos significativos



nos biomarcadores sanguíneos de Cortisol entre o começo e o final da temporada. Apoiando esse resultado, encontramos um estudo de Arruda et. al <sup>(20)</sup> realizado no ano de 2009 com 12 atletas da seleção Brasileira de Basquete durante a preparação para a copa américa, e este também não conseguiu observar nenhum tipo de alteração significativa nos níveis de cortisol. <sup>(20)</sup>

Coelho et. al <sup>(18)</sup> e Cordova et. al <sup>(12)</sup> estudaram diferentes modalidades (Futebol e Vôlei) e ambos conseguiram observar aumento nos níveis de cortisol. Em concordância com estes achados, Rocha et. al <sup>(19)</sup> acompanhou 12 jogadoras de futsal durante a temporada competitiva, que durou 9 meses, e pôde perceber que houveram alterações expressivas nos biomarcadores sanguíneos das atletas (pré: 14,0±2,3 ug/dL – pós: 18,0±3,0 ug/dL).

Dos seis artigos que estudaram modalidades individuais, apenas dois não apresentaram alterações.

Ackel-D'elia et. al <sup>(21)</sup>, analisaram um grupo de 60 pessoas por 33 semanas durante atividades regulares de academia (ginástica, corrida, caminhada, entre outros). Além de amostras sanguíneas, foi aplicado um questionário para avaliar os principais fatores predisponentes de sinais e sintomas associados a síndrome do *overtraining*. A pontuação média gerada pelo questionário apontava a ausência de indicativos de *overtraining*, esse achado foi apoiado pela ausência de quaisquer alterações bioquímicas significativas entre os sujeitos do estudo. Os níveis sanguíneos de cortisol estavam dentro da faixa normal para homens e mulheres (16±0.9 - 17.7±1.4).

Nassib et. al <sup>(14)</sup> comparou o efeito do treinamento intensivo de boxe durante cinco semanas entre dois grupos de indivíduos. O grupo treinamento (TR), composto por 15 jovens treinados participou de um programa típico de boxeadores elite com o objetivo de desenvolver aspectos físicos, técnicos e táticos da luta. Já o grupo controle (C), composto também por 15 jovens, destreinados e moderadamente ativos, contou com um treinamento regular de boxe, composto de séries repetitivas de exercícios curtos e intensos envolvendo vários componentes dentro de uma sessão de boxe. Não houveram diferenças significativas em nenhum dos dois grupos, antes ou após a intervenção. TR: 50.4±14.3 - 50.5±14.0 e C: 50.7±10.2 - 50.9±10.6, respectivamente.

Buscando discutir os resultados apresentados acima, foram encontrados outros dois estudos sobre modalidades individuais que não apresentaram aumentos nos níveis de cortisol. O primeiro autor acompanhou durante três semanas o treinamento de 18 ciclistas profissionais e ao final do estudo não notou mudanças nos níveis de cortisol <sup>(22)</sup>. O outro estudo trata-se da



aplicação diferentes protocolos de treinamento de força durante 8 semanas em 12 indivíduos já treinados e também constatou que não houveram aumentos nos níveis de cortisol <sup>(23)</sup>.

Outros quatro artigos estudaram modalidades individuais (Natação, Musculação, Luta e Triathlon) <sup>(24, 25, 2, 26)</sup> em diferentes situações e puderam notar um aumento significativo nos níveis de cortisol no organismo dos indivíduos envolvidos.

Procurando discutir os resultados encontrados anteriormente, dois autores apresentaram resultados semelhantes. Uchida et. al <sup>(27)</sup>, aplicou um treinamento de força durante oito semanas em cinco mulheres treinadas e pode perceber que os níveis de cortisol aumentaram significativamente de  $201,2 \pm 67,2$  ug/dL para  $228,1 \pm 79,7$  ug/dL. Em 2009, Zago <sup>(28)</sup> aplicou três protocolos diferentes de treinamento de natação em 17 atletas treinados e também percebeu grande mudança, na primeira semana os níveis de cortisol estavam em  $31,07 \pm 7,66$  ug/dL e ao final da terceira semana haviam aumentado para  $39,53 \pm 12,91$ .

Entre os três artigos encontrados que utilizam o HIIT, apenas Sheykhlovand et. al <sup>(29)</sup> encontrou queda dos níveis de cortisol na corrente sanguínea. O estudo que durou três semanas, contou com 21 atletas de canoagem. O protocolo de treino consistiu em três grupos que realizaram HIIT de remo com diferentes tipos de intensidade: G1: Remada intervalar com volume variável; G2: Remada intervalar com intensidade variável e G3: Grupo controle que realizou três sessões de remo de 60'. Os grupos G1 e G2 apresentaram um decréscimo nos níveis de cortisol da primeira para a terceira semana enquanto o G3 mostrou uma alteração pouco significativa ( $16.33 \pm 2.92$  -  $16.63 \pm 2.81$ ). Em concordância com este estudo citado acima, encontramos o artigo de Farzad et. al <sup>(30)</sup> para realizar a discussão, este autor avaliou a influencia do HIIT em 14 atletas de Wrestling durante quatro semanas. Separados em grupo experimental (GE) e grupo controle (GC), ambos realizaram o treinamento tradicional para lutadores, porém, o GE executou também um protocolo de HIIT. Além disso, foi aplicado um questionário para avaliar sinais de *overtraining*. Ao final do período experimental, pode-se perceber que ambos os grupos apresentaram queda nos níveis de cortisol pré e pós-exercício e não houveram mudanças nas respostas do questionário sobre *overtraining*.

Os outros dois artigos usaram diferentes protocolos de HIIT e conseguiram perceber aumentos significativos em seus resultados. Herbert et. al <sup>(31)</sup> reuniram 17 homens de idade mais avançada ( $60 \pm 5$  anos), as sessões de HIIT envolveram seis sprints de 30 segundos com 3 minutos de recuperação. As coletas de sangue foram realizadas no período de familiarização (A), antes do início do treinamento (B) e ao final do treinamento (C). Puderam então perceber um aumento significativo entre as coletas B e C ( $278 \pm 144$  nmol/L -  $389 \pm 135$  nmol/L). Já

Lun-Lee et. al <sup>(32)</sup> realizou um estudo de quatro semanas, constituído de 48 homens divididos em 3 grupos. Cada grupo realizou um protocolo diferente de sprint e os dados foram coletados antes e após os testes. Os protocolos apresentaram os seguintes resultados: G1: Longa duração (60') e alta intensidade: Pré: 163.7±51.3 - Pós: 179.4±27.0. G2: Curta duração (10') e alta intensidade: : Pré: 159.1±34.7 - Pós: 184.4±44.2 e Gc: Atividade física regular: 144.6±25.8 - Pós: 153.9±40.8. Podemos então perceber, que apesar de intensidades diferentes, este protocolo evidenciou aumento dos níveis de cortisol em todos os grupos.

Corroborando com os resultados citados anteriormente, foi encontrado um estudo onde o autor aplicou 3 diferentes protocolos de HIIT em 25 indivíduos por 10 semanas. Os indivíduos foram aleatoriamente designados para um dos três grupos de treinamento: intervalos de velocidade (SI) (N = 8), resistência (E) (N = 10) ou combinação (C) (N = 7). Ao final do estudo, pode-se perceber aumentos significativos dos níveis de cortisol em todos os três grupos. <sup>(33)</sup>

Drain et. al <sup>(6)</sup> avaliou 75 recrutas, homens e mulheres, do exército australiano durante o treinamento básico militar em dois diferentes protocolos durante 12 semanas. O grupo controle (n= 40), realizou um treino existente focado no desenvolvimento de resistência muscular. E o grupo experimental (n= 35) realizou um treinamento de força, altas cargas e intervalos de corrida de alta intensidade. Nas semanas 2, 6 e 9, ambos os grupos participaram do treinamento de manuseio de armas, tiros, e embarcações básicas de campo, treinamento tático de infantaria menor. Após as 12 semanas, ambos os protocolos apresentaram mudanças séricas no cortisol circulante, sendo o grupo experimental o mais evidente (S1: 584.9±73.5 nmol/L - 704.1±75.4 nmol/L).

Buscando apoiar o estudo citado acima, Makras et. al <sup>(34)</sup> acompanhou o treinamento militar do exército da Grécia. Em seu estudo ele observou 57 recrutas durante quatro semanas. Destes, 48 eram soldados (EX) e nove trabalhavam em cargos funcionais (cozinha, limpeza, entre outros) (NEX), estes não participaram do treinamento físico. Após o período de treinamento militar, este autor pode perceber que o grupo EX apresentou um grande aumento nos níveis de cortisol (pré: 2±0.00 pós: 4±1), já o grupo NEX não apresentou mudanças significativas. Outro achado, foi o estudo de Nind et. al <sup>(35)</sup>, que durante seu estudo acompanhou durante oito semanas 50 recrutas do *U.S Army*. O curso envolveu quatro fases: floresta, deserto, montanha e pântano. Além do treinamento intenso, os indivíduos foram expostos a situações de privação de alimentos e sono. Após o período de curso, puderam perceber que os níveis de cortisol aumentaram de 469±106 ug/dL para 692±109 ug/dL <sup>(35)</sup>.

Diante dos resultados apresentados, os profissionais especializados e treinadores envolvidos na preparação dos atletas, devem manter um cronograma de monitoramento a fim de detectar qualquer alteração hormonal que traga consequências negativas a saúde e ao desempenho esportivo do atleta. O aumento da secreção de cortisol na corrente sanguínea pode trazer prejuízos a saúde dos indivíduos, além da hipótese de estar fortemente associado ao desenvolvimento da síndrome do *overtraining*. Esta síndrome acomete a maioria dos atletas de alto rendimento, portanto, é de extrema importância que os profissionais de Educação Física entendam e monitorem a influência do exercício físico nos parâmetros hormonais, tornando estes aliados úteis no monitoramento do equilíbrio entre as sessões de treino.

## CONCLUSÃO

Este estudo sugere que exercício de alta intensidade tem grande influência sobre a secreção do hormônio cortisol. Como já citado anteriormente, o cortisol pode ser considerado um indicador de inadaptação ao treinamento e altas concentrações desse hormônio podem simbolizar um sinal de alerta para que treinadores reavaliem as táticas utilizadas durante os treinos.

Porém, ainda não se pode afirmar com certeza que o cortisol é um biomarcador seguro para detectar *overtraining*. A falta de dados sobre o assunto na literatura ainda é grande, tornando então que sejam necessários mais estudos para que se possa obter conclusões concretas sobre a influência do exercício de alta intensidade nos níveis de cortisol a longo prazo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cunha G, Ribeiro J, Oliveira A. Sobretreinamento: teorias, diagnóstico e marcadores. Rev Bras Med Esporte. 2006; 12(5): 297-302.
2. Tian Y, He Z, Zhao J, Tao D, Xu K, Midgley A, McNaughton L. An 8-Year Longitudinal Study of Overreaching in 114 Elite Female Chinese Wrestlers. Journal of Athletic Training. 2015; 50(2): 217-223.
3. Cadeiani F, Kater C. Hormonal Aspects of Overtraining Syndrome: A Systematic Review. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2017; 9(14): 102-117.

4. Junior M, Martins L. Efeitos do excesso de treinamento em atletas de rúgbi: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de prescrição e fisiologia do exercício*. 2006; 10(62): 798-805.
5. Myrick K. Overtraining and Overreaching Syndrome in Athletes. *The Journal for Nourse Practitioners*. 2015; 11(10): 1018-1022.
6. Drain J, Groeller H, Burley S, Nindl B. Hormonal response patterns are differentially influenced by physical conditioning programs during basic military training. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2017; 20(5): 98-103.
7. Moreno C, Liberali R, Navarraro F. Obesidade e exercício físico: Os benefícios do exercício intermitente de alta intensidade no processo de emagrecimento. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*. 2009; 3(16): 298-204.
8. Guyton A, Hall J. *Tratado de fisiologia médica*. 10ª edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A; 2002.
9. Casanova N, Oliveira A, Reis V, Serra N, Costa A. Respostas hormonais da testosterona e do cortisol em contexto competitivo: uma revisão sistemática. *Motricidade*. 2016; 11(4): 151-162.
10. Michailidis Y. Stress hormonal analysis in elite soccer players during a season. *Journal of Sport and Health Science*. 2014; 3(4): 279-283.
11. França S, Neto, T, Agresta M, Lotufo R, Kater C. Resposta divergente da testosterona e do cortisol séricos em atletas masculinos após uma corrida de maratona. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. 2006; 50(6): 1082-1087.
12. Cordova A, Navas J. Os radicais livres e o dano muscular produzido pelo exercício: papel dos antioxidantes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2000; 6(5): 204-208.
13. Gentil, P. *Bases científicas do treinamento de hipertrofia*. Rio de Janeiro: Editora Sprint LTDA: 2005.
14. Nassib S, Moalla W, Hammoudi-Nassib S, Chtara M, Hachana Y, Tabka Z, Chamari K, Ellomi M. The IGF-1/cortisol ratio as a useful marker for monitoring training in young boxers. *Biology of Sport*. 2016; 33(1): 15-22.
15. Santana P. Relação cortisol/testosterona em atletas de futebol: Uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de futebol e futsal*. 2015; 7(26): 435-440.
16. Denzin K, Lincoln S. *O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. Porto Alegre: Artmed. 2005.
17. Creswell J. *Projeto de pesquisa*. Porto Alegre: Artmed. 2007.
18. Coelho D et. al. Analysis of chronic physiological demand of an annual soccer season. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*. 2015; 21(2): 158-167.

19. Rocha R, Nunes E, Venera G. Selective loads periodization attenuates biochemical disturbances and enhances performance in female futsal players during competitive season. *Motriz*. 2015; 21(2): 158-167.
20. Arruda A, Moreira A, Nunes J, Viveiros L, Junior D, Aoki M. Monitoramento do nível de estresse de atletas da seleção brasileira de basquete feminino durante a preparação para a copa américa 2009. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2013; 19(1): 44-47
21. Ackel-D'Elia C, Vancini R, Castelo A, Nouailhetas V, Silva A. Absence of the predisposing factors and signs and symptoms usually associated with overreaching and overtraining in physical fitness centers. *Clinics*. 2010; 65(11): 1161-1166.
22. Fernandez-Garcia B et. al. The response of sexual and stress hormones of male Pro-cyclists during continuous intense competition. *Int J Sports Med*. 2002; 23: 555-560.
23. Uchida M, Aoki M, Navarro F, Tessutti V, Bacurau R. Efeitos de diferentes protocolos de treinamento de força sobre parâmetros morfofuncionais hormonais e imunológicos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2006; 23(1): 21-26.
24. Majumdar P, Srividhya S. Monitoring Training Load in Indian Male Swimmers. *Internarional Journal Of Exercise Science*. 2015; 3(3): 102-107.
25. Manginge G et. al. The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Physiological Reports*. 2015; 3(8).
26. Puggina E, Filho H, Machado D, Barbanti V. Efeitos do treinamento e de uma prova de triathlon em indicadores de lesão muscular e inflamação. *Revista Brasileira de Ciencias do Esporte*. 2016; 28(2): 115-123.
27. Uchida M et. al. Alteração da relação testosterona:cortisol induzida pelo treinamento de força em mulheres. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2004; 10(3): 165-168.
28. Zago S. Alterações metabólicas hormonais e imunológicas induzidas pelo exercício agudo intermitente em diferentes estágios do treinamento em natação. Escola Paulista de Medicina, 2009. Dissertação de Mestrado em Fisiologia do Exercício.
29. Sheykhlovand, M, Khalili, E, Agha-Alinejad, H, Gharaat, M. Hormonal and physiological adaptations to high-intensity interval training in professional male canoe polo athletes. *J Strength Cond Res*. 2016; 30(3): 859–866.
30. Farzad, B, Gharakhanlou, R, Agha-Alinejad, H, Curby, G, Bayati, M, Bahraminejad, M, Mäestu, J. Physiological and performance changes from the addition of a sprint-interval program to wrestling training. *J Strength Cond Res*. 2011; 25(9): 2392-2399.
31. Herbert P, Hayes L, Sculthorpe N, Grace F. HIIT produces increases in muscle power and free testosterone in male masters athletes. *Endocrine connections*. 2017; 6(7): 430-439.

32. Lun-Lee C, Chieh-Hsu W, Feng-Cheng C. Physiological Adaptations to Sprint Interval Training with Matched Exercise Volume. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2017; 49(1): 86-95.
33. Kraemer W et. al. Training responses of plasma beta-endorphin, adrenocorticotropin, and cortisol. *American College of Sports Medicine*. 1989; 21(2): 146-153.
34. Makras P et. al. Effect of 4 weeks of basic military training on peripheral blood leucocytes and urinary excretion of catecholamines and cortisol. *Journal of Sports Sciences*. 2007; 23(8): 825-834.
35. Nindl B, Barnes B, Alemany J, Frykman P, Shippee E, Friedl K. Physiological Consequences of U.S. Army Ranger Training. *Medicine & Science in sports & exercise*. 2007; 39(8): 1380-1387.