

EDUCAÇÃO FÍSICA

LEONARDO CORDEIRO BOFF

**EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO
SOBRE SECREÇÃO DE TESTOSTERONA E
CORTISOL. UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**



Rio Claro
2015

LEONARDO CORDEIRO BOFF

EFEITOS DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE SECREÇÃO DE
TESTOSTERONA E CORTISOL. UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

Orientador: Prof. Ms. Sérgio Ricardo Boff

Supervisor: Prof. Dr. Alexandre Gabarra de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de bacharel em Educação Física.

Rio Claro
2015

796.077 Boff, Leonardo Cordeiro
B673e Efeito do treinamento resistido sobre secreção de testosterona e cortisol : uma revisão bibliografica. / Leonardo Cordeiro Boff. - Rio Claro, 2015
21 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação Física) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Sergio Ricardo Boff

1. Esportes - Treinamento técnico. 2. Treinamento resistido. 3.
Sistema endócrino. 4. Overtraining. 5. Hormônio. I. Título.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, Ricardo e Simone que sempre insistiram e se esforçaram para que eu pudesse sempre ter uma boa educação e poder estudar em uma das melhores universidades do país. A minha irmã Luiza que apesar de todo “ciúmes” sempre desempenhou seu papel de irmã mais nova de excelente maneira, assim como ela sempre torceu e me apoiou espero que ela consiga atingir todos os seus objetivos. Gostaria de agradecer aos meus tios, primos e primas que sempre adiantavam os almoços de domingos para que pudéssemos almoçar todos juntos e eu não perder meu ônibus.

Gostaria de agradecer meus avós, Vicente, Ramiro, Claudete e Adelina, que são um imenso poço de conhecimento durante toda a minha vida, passando vários ensinamentos os quais levarei para sempre.

Aos meus irmãos de República GrazaDeus, Toba, Renato, Geleia, Bigorna, Kuririn, Pequeno, Tllambuco, Amém, Aleluia, Larica, Gina, Bença, Gloria, DaniBoy, Mucilon, Globeleza e Dizimo, que me acolheram nesses 4 anos de graduação onde pude compartilhar muitos momentos de alegria, alegria e mais alegria, apesar de alguns maus momentos, aqui é e sempre será a minha segunda família. Aos meus amigos do colégio, André, Rodela, Renato, Kormann, mesmo cada um seguindo seu rumo são pessoas que posso considerar meus irmãos para toda a vida.

Aos Amigos do Didico, Miguel, Nene, Paiasso, Filho Gordo, Gustavinho, Edmundo ou Edgar, Marcus, Gabriel, Amém e Léo Gordo que me proporcionaram os melhores momentos em Rio Claro, onde pude dividir meu tempo de ócio relaxando com muito playstations 2 e majestoso salgadinhos.

Em especial duas pessoas que exerceram uma influência muito grande para que eu pudesse seguir nesta área, ao meu técnico e amigo Rafael Pombo que desde que iniciei no handebol foi uma pessoa que admirei e pude aprender muito. E meu pai e orientador Ricardo que desde pequeno vejo os seus passos e sempre o admirei por ser um exemplo de pessoa e profissional para mim.

Resumo

Pode-se definir o treinamento resistido como a realização de um movimento contra uma resistência realizando uma contração muscular e gerando uma adaptação muscular.

Esta forma de treinamento, inicialmente era utilizado apenas no treinamento de atletas com intuito de fortalecer e melhorar o condicionamento físico. Alguns treinadores não davam foco adequado, pois o aumento da massa muscular causaria perda de flexibilidade e agilidade. Contudo com o passar do tempo ocorreu uma enorme evolução dentro desta área e os praticantes do treinamento resistido deixaram de ser apenas atletas, e atingiram toda a comunidade, de jovens até idosos, por ser uma atividade física que gera um grande gasto calórico e tem vários benefícios para a saúde, melhorando o sistema cardiovascular e diminuindo a quantidade de massa gorda no corpo.

O Cortisol é um hormônio secretado a partir de um estímulo estressante ao organismo, sua secreção sofre controle do eixo hipotálamo-hipófise, que libera o hormônio andrenocorticotrópico na corrente sanguínea, indo até o córtex supra-renal responsável pela sua liberação. Este, tem função catabólica, atuando no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos, além de ter um importante efeito antiinflamatório.

A testosterona é um hormônio esteróide proveniente do colesterol sendo produzida nos homens pelo testículo, enquanto nas mulheres é produzido em menor escala no ovário e nas glândulas supra-renais, apresenta funções, androgênica e anabólica. A função androgênica é responsável pelo desenvolvimento das características sexuais masculinas, enquanto na função anabólica atua no crescimento de músculos e ossos, influenciando no desenvolvimento dos órgãos do corpo humano. Dentro das alterações metabólicas que ocorrem no treinamento resistido a testosterona tem um importante papel na síntese de proteína, influenciando na produção de força e/ou potência durante o exercício.

Assim, o objetivo deste trabalho é, através de uma revisão bibliográfica avaliar os efeitos do treinamento resistido sobre a produção destes hormônios bem como a relação entre ele.

Abstract

You can set the resistance training such as making a move against a resistance by performing a muscle contraction and generating a muscular adaptation.

This form of training, was initially used only in training athletes aiming to strengthen and improve fitness. Some coaches did not give proper focus, as the increase in muscle mass would cause loss of flexibility and agility. But over time a huge evolution occurred within this area and the practitioners of resistance training are no longer just athletes, and reached the whole community, from young to elderly, being a physical activity that generates a large caloric expenditure and has several health benefits, improve the cardiovascular system and decreasing the amount of body fat in the body.

Cortisol is a hormone secreted from a stressful stimulus to the body, secretion undergoes control of the hypothalamic-pituitary axis, which releases the hormone into the bloodstream andrenocorticotrófico, going to the adrenal cortex responsible for their release. This has catabolic function, acting in the metabolism of carbohydrates, proteins and lipids, as well as having an important effect antiinflamatório.

Testosterone is a steroid hormone cholesterol from being produced by the testicles in men, as in women is produced to a lesser extent in ovary and adrenal glands, has functions androgenic and anabolic. Androgen function is responsible for the development of male sexual characteristics, while on anabolic function operates in the growth of muscles and bones, influencing the development of the human body organs. Within the metabolic changes that occur in the resistance training testosterone plays an important role in protein synthesis, influencing the production of strength and / or power during exercise.

The objective of this work is through a literature review to assess the effects of resistance training on the production of these hormones and the relationship between them.

Sumario

1.Introdução.....	6
2.Metodologia.....	8
3.Objetivo.....	9
3.1 Objetivo Geral.....	9
3.2 Objetivo Especifico.....	9
4. Revisão Bibliográfica.....	10
4.1 Sistema Endócrino.....	10
4.2 Cortisol.....	11
4.3 Testosterona.....	13
4.4 Treinamento resistido, testosterona e cortisol.....	14
5.Conclusão.....	18
6.Referências Bibliográficas.....	19

1.Introdução

O Treinamento Resistido (TR) ao longo dos anos foi se desenvolvendo e tornando bastante popular, no decorrer do tempo houve uma explosão no número de academias abertas. No início da metade do século passado apenas atletas praticavam musculação e muitos deixavam de realizar o treinamento resistido por acreditarem que interferiria nas outras capacidades físicas, como por exemplo a flexibilidade.

Com o passar do tempo houve um maior desenvolvimento e interesse das pessoas, fazendo com que ocorresse crescimento no número de pesquisas realizadas em torno do TR, técnicos de equipes de auto rendimento passaram a incluí-lo na preparação dos atletas.

O desenvolvimento do treinamento resistido não ficou restrito apenas a atletas; pessoas não-atletas, sedentários ou fisicamente ativos passaram a procurá-lo para melhorar a qualidade de vida, e evitar problemas de saúde. Esses objetivos só podem ser alcançados pelo fato do TR tirar o corpo da homeostasia, aumentando a demanda metabólica, gerando uma queima de gordura e aumento do tecido muscular. Também podemos destacar que o treinamento resistido pode melhorar uma série de condições relacionadas a saúde, como problemas posturais, recuperação de lesões e auxilia no controle de doenças crônicas.

Durante a execução do treinamento resistido ocorre a modificação da relação testosterona-cortisol em favor do anabolismo. A razão entre a concentração de testosterona e cortisol (T:C) é frequentemente utilizada como indicativo no nível de estresse imposto pelo exercício (UCHIDA ET AL, 2004), sendo assim quanto maior for o número de séries e repetições, maior será a concentração sanguínea de cortisol, devido ao estresse gerado durante a atividade, enquanto os níveis testosterona pouco se alteram no número de repetições e séries.

Quando se aumenta o número de repetições o organismo passa a entender que o corpo está sob estresse, mandando impulsos nervosos para o hipotálamo para que este libere Cortisol na corrente sanguínea. Este hormônio apresenta diversas funções, tendo papel fundamental no equilíbrio eletrolítico e no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídeos, sendo importante ressaltar também o seu efeito anti-inflamatório além de ter forte relação com catabolismo, atuando de forma oposta da testosterona. (CODORE ET AL, 2008).

Um ponto importante entre o equilíbrio da atividade anabólica e catabólica do organismo é representado pela relação testosterona/cortisol, ADLERCREUTZ (1986) sugere que se uma diminuição dessa razão fosse maior que 30% o atleta estaria em overtraining. Mas, é importante ressaltar o desempenho do atleta, pois deve ser levado em consideração a individualidade biológica, sendo que alguns atingem o overtraining antes de outras pessoas.

Baseado nessa teoria Martins et al 2008, analisou grupos de indivíduos sem muita experiência com o treinamento resistido. Os resultados mostraram os níveis basais de testosterona e cortisol sem alterações, em contrapartida outros estudos como o de Uchida et. al apresentou resultados favoráveis para o anabolismo muscular mesmo sem ocorrer aumento dos níveis basais de testosterona após 8 semanas de treinamento, só sofrendo alteração após 10 semanas de treinamento.

Marx et. al. 2001 afirmaram que os níveis de testosterona continuam a subir após 12 semanas de treino, utilizando um protocolo de treinamento em circuito com um grupo com baixo volume de treinamento e outro grupo com o alto volume, os níveis de testosterona passaram a aumentar no grupo que periodizou o alto volume, enquanto no grupo que realizou o circuito de baixo volume os níveis de cortisol não se alteraram em momento algum, já o grupo periodizado teve um decréscimo progressivo após 24 semanas, gerando assim um bom resultado para a relação testosterona-cortisol.

Tremblay et al 2004, analisou o efeito anabólico e catabólico em resposta aguda aos exercícios de força e endurance com o mesmo volume em indivíduos com diferentes níveis de treinamento, utilizaram uma população de sedentários e atletas de força e endurance, comparando os níveis entre as sessões de repouso com o treinamento de força, a relação testosterona/cortisol apresentou diferenças significativas.

Fett e Fett, 2003, analisou o treinamento de alta intensidade em homens já treinados, com diferentes combinações tempo e tipo de treinamento, com o intuito de diminuir o tempo de recuperação e causar adaptações hormonais e energéticas favoráveis para o desenvolvimento hormonal, no final sugerem que as mudanças de força e massa muscular não dependem exclusivamente das alterações hormonais.

2. Metodologia

Este trabalho foi feito na forma de uma revisão, pesquisa em que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema, disponibilizando um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada. (SAMPAIO & MANCINI, 2007).

Para sua elaboração realizaremos uma busca, em inglês e português, utilizando os descritores testosterona, cortisol e treinamento resistido, nas bases de dados eletrônicas Lilacs, Medline/Pubmed, Scielo e Science Direct, tendo como base artigos publicados entre 2005 e 2015.

3.Objetivo

3.1 Objetivo Geral

Entender a relação entre secreção de Testosterona e Cortisol quando associados ao treinamento resistido.

3.2 Objetivo Especifico

Analisar a secreção de testosterona e sua relação com treinamento resistido.

Analisar a secreção de cortisol e sua relação com treinamento resistido.

Analisar a relação testosterona/cortisol e sua relação com anabolismo e catabolismo.

4. Revisão Bibliográfica

4.1 Sistema Endócrino

Sistema endócrino é formado por um conjunto de órgãos e tecidos que tem em comum a síntese e a secreção de hormônios, estes, são substâncias químicas capazes de modular a atividade celular, são liberados na corrente sanguínea para serem transportadas por todo o corpo, até o órgão alvo. (RIBEIRO ET AL, 2012)

Com relação a natureza química dos hormônios, podem ser classificados em dois tipos, hidrossolúveis que tem livre circulação pelo plasma, mas por questões químicas não são capazes de transpor a camada lipídica da membrana plasmática; os hormônios lipossolúveis ao contrário, atravessam a camada lipídica se ligando a receptores intracelulares localizados no citoplasma ou no núcleo celular, vale frisar que grande parte da secreção destes hormônios não circulam livremente pelo plasma, sendo necessário que estejam ligados a proteínas carregadoras, uma pequena parte circula livremente no plasma.

Os receptores dos hormônios nas células devem ser considerados uma estrutura dinâmica que se ajustam a partir das demandas fisiológicas do organismo (RIBEIRO ET AL, 2012). Assim, esse ajuste pode se dar a partir de dois sistemas de regulação, regulação descendente envolve uma perda de receptores destinados a impedir uma resposta excessiva das células-alvo aos níveis hormonais cronicamente elevados (reduzindo o efeito do hormônio). Enquanto a Regulação ascendente é o estado pelo qual as células-alvo formam mais receptores em respostas ao aumento da concentração de hormônio (aumenta o efeito do hormônio). (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2010).

A secreção hormonal também raramente é dada em um ritmo constante, diferente de outros sistemas, o sistema endócrino, secreta hormônios rapidamente, afim de atender a demanda imposta pela condição na qual o organismo se encontra, realizando alguma atividade ou simplesmente em repouso (RIBEIRO ET AL, 2012).

Já a concentração de hormônio depende do ritmo com que ele secretado e metabolizado. As modificações no volume plasmático alteram as concentrações hormonais, independente do ritmo de secreção, exemplo, durante o exercício prolongado o volume plasmático reduzido eleva simultaneamente a concentração plasmática do hormônio, podendo não acontecer nenhuma modificação na quantidade do hormônio. (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2010).

A produção e secreção dos hormônios se dá em diferentes órgãos endócrinos espalhados pelo organismo sendo eles: glândula pineal, hipotálamo, hipófise, tireoide, paratireoides, timo, suprarrenal, pâncreas, ovário e testículos, sendo controladas pelo hipotálamo, e hipófise por meio de hormônios liberadores. Assim, define-se um eixo hipotalâmico-hipófise-glândula periférica, no qual os três níveis devem estar em constante comunicação, a fim de garantir uma produção hormonal sempre adequada as necessidades fisiológicas. (RIBEIRO ET AL, 2012)

4.2 Cortisol

O Cortisol é um hormônio produzido pela Glândula Suprarrenal mais especificamente na zona fasciculada ou zona central, este hormônio é o principal glicocorticoide produzido por humanos, é sintetizado a partir do colesterol que é transformado em pregnenolona que por sua vez é transportada para o reticulo endoplasmático liso até formar o 11-desoxicortisol que é lançado para fora da célula.

O cortisol é secretado quando há um estímulo como traumas, infecções, calor, frio e situações de estresse como o treinamento resistido, que ameaçam a homeostase, estes estímulos induzem a secreção do Hormônio Liberador de Corticotrofina, que quando liberado na circulação atinge as células corticotróficas da hipófise, estimulando a secreção do Hormônio Adrenocorticotrófico (ACTH), que por sua vez irá estimular a liberação do hormônio cortisol pela glândula suprarrenal.

O aumento de cortisol no organismo é inibido pela retroalimentação negativa, como por exemplo situações em que o organismo não se encontra em estresse crônico (quando o indivíduo se encontra em repouso), por outro lado sob vigência de um estímulo estressante os neurônios produtores de CRH elevam seu nível de secreção, elevando a sua concentração plasmática de cortisol.

A secreção de cortisol apresenta um ritmo circadiano relacionado ao ciclo sono-vigília, este ritmo mostra que as menores concentrações plasmáticas de cortisol ocorrem por volta da meia-noite, começando a aumentar a sua concentração a partir de duas a três horas após o início do sono. O pico de secreção do cortisol ocorre próximo ao horário de despertar e ao longo do dia ocorre um declino gradual na sua concentração. (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2010). Os pulsos secretórios de cortisol, podem ser alterados por conta de estresse, exemplo seria o exercício físico, (BUCCI ET AL, 2005), quando iniciado

uma sessão de exercício na qual o organismo tenha que sair da sua homeostase, ocorre uma alteração no ciclo liberando e produzindo cortisol durante a atividade. (MCARDLE, KATCH, KATCH, 1992)

Segundo Wilmore e Costil (2001) as altas concentrações de cortisol que aumentam durante o exercício aumentam o metabolismo proteico, que induz a liberação de aminoácidos que serão utilizados no processo de gliconeogênese no fígado. Esse processo é denominado proteólise que consiste na quebra de proteína em glicose, quando os estoques de glicogênio estão se esgotando. (BERG, TYMOCZKO, STRYER, 2002) A ação do cortisol sobre a proteína é em função do catabolismo, onde o cortisol estimula a quebra de proteína gerando atrofia muscular e diminuição da força, conseqüentemente um efeito negativo no rendimento esportivo. (BUENO & GOUVÊA, 2011)

Além de ser conhecido como “hormônio do estresse”, também é considerado um hormônio catabólico, com um efeito importante, se opondo a hipoglicemia, sendo essencial a vida humana. Os níveis altos de cortisol iniciam o fracionamento excessivo das proteínas, desgaste de tecidos e equilíbrio nitrogenado. Também gera uma mobilização de gorduras para a produção de energia durante a atividade física intensa e prolongada. Com aumentos significativos e rápidos na produção de colesterol; o fígado fraciona uma quantidade de gordura em seus componentes cetoadidos mais simples, essa concentração de cetoadidos no líquido extracelular o que pode acarretar em uma acidose. (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2010).

A renovação, do cortisol durante a atividade física exibe uma considerável variabilidade com a intensidade do exercício, estado nutricional, nível de aptidão e até ritmo circadiano do indivíduo (MCARDLE, KATCH, KATCH, 2010). Os maiores níveis de concentração de cortisol no organismo aparecem após uma sessão intensa de treinamento resistido ou uma maratona, (BUCCI ET AL, 2005) em sessão de intensidade moderada, a concentração de cortisol aumenta com a duração mais prolonga, portanto, se a atividade foi moderada e em um curto período de tempo a concentração de cortisol será mais baixa. (OLIVEIRA ET AL, 2014). Os níveis de cortisol permanecem elevados até duas horas após a realização de uma atividade física, isso é um forte indicador que o cortisol atua como de alguma maneira na recuperação e reparo de tecidos, além de ser um facilitador na captação de substratos durante a atividade física. (ARAUJO, 2008).

4.3 Testosterona

Hormônios esteroides são produzidos pelo córtex da supra-renal e pelas gônadas (ovários e testículos), tendo a testosterona como um dos mais importantes hormônios deste grupo (BOFF, 2008), após secretada na corrente sanguínea ela circula no plasma ou em conjunto com proteínas transportadoras, como a albumina. (GUEBARA, 2002).

A testosterona é o principal hormônio androgênico, estimula eventos relacionados à função reprodutiva, como a espermatogênese e desenvolvendo caracteres sexuais secundários, por outro lado, os efeitos anabólicos estimulam o processo de síntese, atuando sobre diferentes tecidos como tecido muscular, tecido ósseo, tecido adiposo, e diferentes órgãos como fígado e rins (BOFF, 2008)

O papel anabólico ou de elaboração tecidual da testosterona contribui para as diferenças entre homens e mulheres na massa e força muscular que se manifestam por ocasiões do início da puberdade” MCARDLE, KATCH, KATCH, 2010), onde ela também tem um importante papel na manutenção da estrutura óssea no homem.

A concentração plasmática de testosterona funciona comumente como um marcador fisiológico do estado anabólico, além de ter efeito indiretamente na síntese do tecido muscular, onde a testosterona afeta o conteúdo proteico das fibras musculares promovendo a liberação de GH (Hormônio do Crescimento), que vai induzir a síntese e liberação de IGF pelo fígado (BOFF, 2008), que atua também nos receptores neurais aumentando a liberação de neurotransmissores e iniciam as alterações nas proteínas estruturais, modificando assim o tamanho da junção neuromuscular, aprimorando o efeito na produção de força do músculo durante o exercício. Já no sexo feminino a concentração plasmática é de um décimo da concentração encontrada no sexo masculino, (MCARDLE, KATCH, KATCH, 1992)

A testosterona é secretada durante três épocas da vida: 1) no primeiro trimestre da vida intrauterina, transitoriamente; 2) na vida neonatal e 3) continuamente após a puberdade. (GEBARA ET AL, 2002). A secreção testicular de testosterona é regulada pela secreção do hormônio luteinizante que irá estimular a esteroidogênese nas células de Leydig, tendo um aumento no substrato para a sua formação e regulando o fluxo sanguíneo testicular. O hormônio do crescimento (GnRH) hipotalâmico é secretado episodicamente,

controlando a secreção do hormônio luteinizante, e a testosterona, por sua vez, exerce retro-alimentação (feedback) negativa, inibindo a secreção de GnRH. (GEBARA ET AL, 2002).

4.4 Treinamento resistido, testosterona e cortisol.

O exercício físico altera a homeostase, pois requer rápida mobilização de fontes metabólicas (FRANÇA ET AL, 2006). A relação testosterona-cortisol tem sido proposta como um índice do balanço entre o anabolismo e catabolismo do músculo esquelético durante o treinamento resistido (OLIVEIRA ET AL, 2008), sendo os níveis de testosterona e cortisol alterados de acordo com a duração e a intensidade da atividade, exercícios de curta duração e alta intensidade ou trabalho de força, causando aumento de testosterona imediatamente após exercício intenso, seguido de redução horas após (FRANÇA ET AL, 2006).

Hakkinen e Pakarinen, observaram aumento da testosterona em indivíduos que eram submetidos a um trabalho de força muscular, e sugerem que esse aumento ocorreu devido as adaptações musculares a programas intensos de sobrecarga, enquanto que em exercícios de longa duração, realizado com duas horas ou mais, notou-se queda da testosterona e um aumento do cortisol, demorando cerca de 18 a 24 horas para se estabilizar.

O cortisol acelera a utilização de gordura para a obtenção de energia, efeito conhecido como lipólise. Onde as moléculas de triglicerídeos são clivados na hidrólise em uma molécula de glicerol e três moléculas de ácidos graxos, após a liberação na corrente sanguínea as moléculas de ácido graxo vão para tecidos ativos que metabolizam a produção de energia, esta reação é catalisada por uma enzima chamada lipase, e sua ativação para a realização da lipólise e mobilização de ácidos graxos é agravada pelo cortisol.

A testosterona desempenha um papel anabólico participando de uma série de processos metabólicos aumentando a síntese proteica (ganho de massa muscular) e a estruturação do glicogênio na musculatura esquelética, segundo França et al (1995), possuindo ainda efeito antagônico à ação proteolítica dos glicocorticoides. Já o cortisol, ao contrário da testosterona, tem um efeito catabólico no organismo que induz a proteólise e a lipólise, acarretando no aumento da gliconeogênese hepática e elevando a glicemia. Por ser conhecido como hormônio do estresse os níveis costumam aumentar durante uma sessão de exercícios em diferentes intensidades.

A testosterona é um esteróide de ativação tecidual anabólica, e o cortisol tem atividade essencialmente catabólica, seus níveis de repouso servem como um forte indicador no balanço entre o metabolismo anabólico e catabólico. As alterações nesse balanço podem ser usadas para observar o tempo de recuperação dos indivíduos após uma sessão de exercícios.

Quando se encontra em situação de overtraining (supertreinamento) pode ocorrer um distúrbio nessa relação, e em repouso os níveis de testosterona estão reduzidos e os de cortisol estão elevados, segundo França et al (1995) estas alterações se manifestam como redução crônica na performance, acompanhada de um ou mais sintomas físicos, como elevação da frequência cardíaca de repouso, perda de peso, diminuição da libido e alteração do sono.

Oliveira et al, 2008 observou a resposta hormonal em mulheres idosas após sessões de exercício resistido em diferentes intensidades, não observando uma mudança significativa na relação testosterona cortisol, não houve uma redução mínima na secreção de testosterona inerente durante o ciclo diário.

Canali & Kruehl, 2001; Bucci et al. 2005; Moraes et al, 2012; mostram que após uma sessão de atividade os níveis de cortisol e testosterona se alteram, de acordo com a intensidade e duração. Os resultados do estudo apresentado por Oliveira et al, 2008 corroboram com o estudo de Uchida et al. 2004; onde mulheres jovens não apresentaram alteração na concentração de cortisol na corrente sanguínea, após uma sessão de exercício resistido. Já Kraemer et al, 1993 relatou diferenças significativas na concentração de cortisol na corrente sanguínea, em mulheres jovens após serem submetidas a diferentes protocolos de exercícios.

Com a elevação do cortisol em resposta ao exercício elevou-se a concentração de lactato e creatina quinase na corrente sanguínea e redução da glicemia. (ARAUJO, 2008)

Com relação a testosterona, Oliveira et al (2008) demonstrou elevação aguda desse hormônio após exercício resistido em homens; entretanto, resultados similares não foram observados em mulheres de meia-idade e em idosas e verificou que após três horas da sessão de exercícios não houve mudança significativa na concentração de testosterona das voluntárias comparado com a amostra inicial.

A resposta na relação testosterona-cortisol não foi bem caracterizada em idosas, tendo ocorrido uma mudança após a realização de uma sessão de

treinamento a 80% de 1 RM gerando um estímulo no balanço anabólico-catabólico. Oliveira et al (2008)

Moraes et al, 2012 a partir de uma revisão sistemática investigou o efeito do exercício físico nos níveis de cortisol em idosos, devido a diferentes metodologias e resultados não foi possível chegar a uma conclusão sobre as alterações nos níveis de cortisol em resposta ao exercício físico.

A maioria dos estudos que foram observados não encontraram resultados significantes nos níveis de cortisol, observando que a redução destes níveis de cortisol somente quando o indivíduo está em recuperação após uma sessão de exercício (MORAES ET AL, 2012).

A resposta do cortisol ao exercício é difícil de ser diagnosticada. Existe muita variabilidade em relação ao tipo de intensidade, nível de treinamento, estado nutricional e ritmo circadiano. (CANALI & KRUEL, 2001) Sendo assim quanto mais intenso for o exercício, maior será a concentração de cortisol na corrente sanguínea. Em exercícios moderados, no entanto, há ainda muita controvérsia em relação aos níveis de cortisol, só aumentando após um período maior de tempo na realização do exercício. (BRENNER ET AL, 1998).

Segundo Canali & Krueel 2001, o exercício contribui para a elevação da testosterona, pois muitas vezes a musculatura desses indivíduos não é adequada, e o exercício acarretaria na hipertrofia, sendo alcançada muitas vezes em baixas intensidades.

No entanto, há muita controvérsia a respeito do treinamento de resistência e o aumento dos níveis de testosterona. Sugere-se que este aumento seja pequeno ou inexistente, já que atletas de modalidades de resistência em que se é exigido um grau maior de resistência muscular (CANALI & KRUEL, 2001).

Estudos analisados demonstraram que a testosterona e cortisol possuem respostas específicas quando há variação de protocolo de exercícios (Oliveira et al. 2014), e o uso destes protocolos podem expor o sistema endócrino a diversas situações, podendo ser um marcador biológico para reconhecer o desempenho físico do indivíduo.

Os exercícios de força aumentam a concentração de testosterona, o mesmo não ocorre com o cortisol. (BUCCI ET AL, 2005). Como o cortisol é um hormônio catabólico, seus efeitos seriam negativos para a massa muscular, ocorrendo a degradação de proteínas e uma inibição da síntese proteica. O treinamento de força modifica a relação testosterona-cortisol em favor do anabolismo (BUCCI ET AL, 2005). O treinamento de força aumenta a

concentração plasmática de testosterona no treinamento concomitante, enquanto no treinamento de endurance os níveis de cortisol são elevados devido ao tempo da atividade, inibindo a hipertrofia muscular.

Considerando o fato de que o cortisol aumenta a degradação proteica deteriorando as proteínas contrateis musculares, a síntese elevada de cortisol estaria acompanhada de um aumento da atrofia muscular e diminuição de força (BUCCI ET AL. 2005), com isso o desempenho do indivíduo estaria sendo prejudicado levando-o a atingir o overtraining acarretando lesões.

5. Conclusão

Após realizar uma busca na literatura sobre a relação da testosterona e do cortisol e o efeito do treinamento resistido neste eixo, é possível afirmar que testosterona e cortisol tem um importante papel no anabolismo e catabolismo muscular. Podendo ser um indicador de supertreinamento em indivíduos treinados ou não treinados. Portanto, para manter o eixo testosterona cortisol em níveis alterados, mas não trazendo prejuízos para os indivíduos é necessário dosar a intensidade, carga e volume de maneira que não sobrecarregue e não atrapalhe na sua performance e rendimento esportivo. Logo, protocolos de treinamentos devem ser pensados baseados em dosagens em que os indivíduos possam ter um período de recuperação adequado entre as sessões, de modo que os níveis de testosterona cortisol estarão alterados, mas dentro de níveis aceitáveis de maneira que o rendimento não seja afetado.

6. Referências Bibliográficas

Adlercreutz H, Harkonen M, Kuoppasalmi K, et al. Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *Int J Sports Med.* 1986;7 Suppl 1:27-8.

Araujo, M. R. A influência do treinamento de força e do treinamento aeróbio sobre as concentrações hormonais de testosterona e cortisol. *Revista de Desporto e Saúde.* 2008; 4(2): 68 – 75.

Berg, J. M. Tymoczko. J. L. Stryer, L. *Bioquímica.* 5ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2004.

BRENNER, I.; SHEK, P.N.; ZAMECNIK, J.; SHEPHARD, R.J. Stress hormones and the immunological responses to heat and exercise. *International Journal of Sports Medicine, Stuttgart,* v.19, p.130-43, 1998.

Boff, S.R. Esteroides anabólicos e exercício: Ação e efeitos colaterais. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento.* 2010;18(1): 81-88.

BUCCI, M; VINAGRE, E.C; CAMPOS, G.E.R; CURI, R.; PITHON-CURI, T.C. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. *R. bras, Ci e Mov.* 2005; 13(1): 17-28.

Bueno, J. R. Gouvea, C. M. C. P. Cortisol e exercício: efeitos, secreção e metabolismo. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício,* São Paulo, v.5, n.29, p.435-445. Set/Out. 2011

Cadore, E. L.; Brentano, M. A.; Lhuller, F. L. R.; Krueel, L. F. M. Fatores relacionados com as respostas da testosterona e do cortisol ao treinamento de força. *Revista Brasileira Medicina do Esporte.* 2008; 14(1): 74-78.

Canali, E. S., Krueel, L. F. M. (2001) Respostas hormonais ao exercício. *Rev. paul. Educ. Fís., São Paulo,* 15(2):141-53, jul./dez. 2001.

Costa, H.A; Valim-Rogatto, P.C; Rogatto, G.P. Influencia da especificidade do treinamento resistido sobre aspectos funcionais e antropométricos de homens jovens. *Revista Motriz.* 2007; 13(4): 288-297

Cunha, T.S.; Cunha N. S.; Moura, M.J.C.S; Marcondes, F.K. Esteróides anabólicos androgênicos e sua relação com a prática desportiva. *Revista Brasileira de Ciência Farmacêutica.* 2004; 40(2): 166-179

Fernandez-Fernandez, J. Boullosa, D. A. Sanz-Rivas, D. Filaire, E. Mendez-Villanueva, A. Psychophysiological stress responses during training and competition in Young female competitive tennis players. *International Journal Sports Med* 2015; 36: 22–28.

Fett, C.A; Fett, W.C.R. Correlação de parâmetros antropométricos e hormonais ao desenvolvimento da hipertrofia e força muscular. *Revista bras. Ci. E Mov.* 2003; 11(4): 27-32.

Filaire, E. Bernain, X. Sagnol, M. Lac, G. Preliminary results on mood state, salivar testosterone:cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *Europeans Journal Appl. Physiol.* (2001) 86: 179-184.

Hakkinen K, Pakarinen A. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in men and women at diferente ages. *Int J Sports Med* 1995.

KRAEMER, W. J.; FLECK, S. J.; DZIADOS, J. E.; HARMAN, E. A.; MARCHITELLI, L. J.; GORDON, S. E.; MELLO, R.; FRYKMAN, P. N.; KOZIRIS, L. P.; TRIPLETT, N. T. Changes in Hormone Concentrations After Differentes Heavy Resistance Exercise Protocols. *Journal Appl. Physiol.*, v. 75, n. 2, p. 594-604, 1993.

KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K.; NEWTON, R. U.; NINDL, B. C.; VOLEK, J. S.; MCCORMICK, M. Effects of resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol*, v. 87, p. 982-92, 1999.

Martins, B. Veloso, J. França. J. B. Bottaro, M. Efeitos do intervalo de recuperação entre séries de exercícios resistido no hormônio do crescimento em melhores jovens. *Rev Bras Med Esporte – Vol. 14, No 3 – Mai/Jun, 2008*

Marx J.O., Ratmess N.A., Nindl B.C., Gotshalk L.A., Volek J.S., Dohil K., Bush J.Á., Gómez AL, Mazzetti SA, Fleck SJ, Hakkinen K, Newton RU & Kraemer WJ (2001). Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. V.33, n.4, pp. 635-643.

Mcardle DW, Katch LF, Katch LV. *Fisiologia do exercício, energia, nutrição e desempenho humano*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2010.

Oliveira, B. O. P., Aguiar, L. H. F., Junior J. F. V, Neto, A. J. L. (2014). Respostas hormonais ao exercício físico: uma revisão das alterações na testosterona e cortisol. *Revista Movimenta ISSN: 1984-4298 Vol 7 N 4 (2014)*

Otavio C. E. Gebara, Núbia W. Vieira, Jayson W. Meyer, Ana Luisa G. Calich, Eun J. Tai, Humberto Pierri, Mauricio Wajngarten, José M. Aldrighi, Efeitos Cardiovasculares da Testosterona, *Arq Bras Cardiol*, volume 79 (nº 6), 644-9, 2002.

Ribeiro, E. B. *Fisiologia Endócrina*. 1ª Ed. Barueri: Manole Ltda. 2012

Sampaio, R. F., & Mancini, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: Um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11, 83-89.

dos Santos, P.B., Machado, T.A, Osiecki, A.C.V, Góes, S.M, Leite, N. Stefanello, J. M.F. A necessidade de parâmetros de cortisol em atletas: Uma revisão sistemática. *Motricidade*. 2014; 10(1): 107-125

da Silva, P. R. P. Junior. L. C. M. Figueiredo, V. C. Prestes. M. C. Czepielewski, M. A. Prevalência do uso de agentes anabólicos em praticantes de musculação de Porto Alegre. *Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabolismo* 2007;51/1

Uchida, M. C.; Bacurau, R.F.P.; Navarro, F.L.P.Jr.; Tessuti, V. D.; Moreau, R.L; Rosa, L.F.B.P.C; Aoki, M.S. Alterações da relação testosterona:cortisol induzida

pelo treinamento de força em mulheres. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2004; 10(3): 165-168

Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol*. 2004;96(2): 531-539.