



CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO-UNIFAMETRO
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

HADLER SILVANO MARTINS

TESTOSTERONA NO TREINAMENTO DE FORÇA

FORTALEZA

2020

HADLER SILVANO MARTINS

TESTOSTERONA NO TREINAMENTO DE FORÇA

Projeto de Pesquisa apresentado ao curso de Bacharelado em Educação Física do CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO - UNIFAMETRO - sob orientação do Professor Me. Lino Délcio Gonçalves Scipião como parte dos requisitos para a conclusão do curso.

FORTALEZA

2020

HADLER SILVANO MARTINS

TESTOSTERONA NO TREINAMENTO DE FORÇA

Este artigo foi apresentado no dia
01 de DEZEMBRO de 2020 como requisito
para obtenção do grau de Bacharelado do
Centro Universitário Fametro -
UNIFAMETRO, tendo sido aprovada pela
banca examinadora composta pelos professores.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Lino Délcio Gonçalves Scipião Junior

Orientador- FAMETRO

Prof. Me. Paulo André Gomes Uchôa

Membro- FAMETRO

Prof. Me. José Ribamar Ferreira Júnior

Membro- FAMETRO

RESUMO

O exercício físico é como um importante estimulador do sistema endócrino. A magnitude da resposta hormonal ao exercício depende da magnitude do estresse induzido pela sessão de treinamento. A testosterona é um importante hormônio anabólico com múltiplas funções fisiológicas no corpo humano, entre elas o estímulo à síntese proteica.

Esse estudo visa revisar os resultados encontrados na literatura a respeito dos diversos fatores relacionados com a resposta hormonal aguda e crônica ao treinamento de força. Foi observado que existe uma estreita relação entre a treinabilidade de indivíduos submetidos ao treinamento de força e os níveis circulantes de testosterona nesses sujeitos. Além disso, outros parâmetros hormonais, tais como as razões entre a testosterona e sua proteína carreadora e entre a testosterona com o cortisol, também foram relacionados com a capacidade de aumento de força. Diversos fatores ligados à sessão de treino, além das características da população investigada, influenciam a resposta hormonal aguda e crônica ao treinamento. Entre esses fatores, o volume e a intensidade são as principais variáveis ligadas à magnitude dessa resposta. A determinação de quais fatores possam estar estreitamente relacionados com a resposta hormonal ao treinamento de força pode ser importante para o estabelecimento de uma sessão de treino e uma periodização que otimizem o ambiente anabólico determinado pelas concentrações de testosterona e cortisol, e, dessa forma, maximizar os ajustes neuromusculares decorrentes desse tipo de treinamento.

1 INTRODUÇÃO

A Testosterona é considerada um hormônio que tem relação com a Síntese e diminuição da degradação de proteína muscular. É um hormônio masculino de função anabólica e androgênica, produzido pelas células de Leydig nos testículos. Há também uma pequena quantidade de secretada pelas glândulas supra-renais. A Testosterona é mais produzida e liberada por indivíduos do sexo masculino, o que faz jus a sua função, maior massa muscular e características como mais pelos, voz mais grave, produção de espermatozoides, etc. A testosterona também está presente no sistema feminino em menores quantidades, e depende da biossíntese de glicocorticóide, na qual o córtex adrenal, secreta esteróides androgênicos que podem ser convertidos em testosterona na periferia (VIEIRA, 2016).

O hormônio testosterona tem grande implicação na qualidade, variabilidade e realização de treinamento de força (TF). Ao longo dos anos, pesquisas evidenciam os benefícios do TF e mostram novas perspectivas em relação à aptidão física e a qualidade de vida. Esses achados têm importantes implicações para o estado de saúde da população que frequenta academias de ginástica e/ou indivíduos que apresentam doenças cardiovasculares, câncer, artrites, diabetes, obesidade, entre outras (PRESTES, 2016).

Diante dos aspectos mencionados surge o objeto de estudo que trata da testosterona do treinamento de força, utilizando os descritores: Testosterona. Treinamento. Força. Para a realização desse projeto de pesquisa formulou-se a seguinte questão da atividade investigativa dentro do objeto de estudo: “Qual a influência da quantidade do hormônio testosterona em sujeitos praticantes do treinamento de força? ”

Para responder à pergunta formulada, fundamentado no conhecimento empírico do pesquisador, pode-se afirmar, que, a testosterona influencia diretamente na nivelção e na qualidade do treinamento de força, trabalhando na regulação da massa corporal e conseqüente em seu ganho e reduzindo o índice de gordura corporal.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o papel da testosterona no treinamento de força. De forma específica esta buscou, entender os diversos perfis

comportamentais de praticantes de treinamento de força, analisar o nivelamento de testosterona dentro dos perfis de treino, e detalhar a abordagem esportiva utilizando dos descritores em estudo.

A escolha pessoal em trabalhar o tema foi o contato com academias de pratica de atividades com uso de força e observação cotidiana, além de falas sobre regulação e adaptação hormonal. Cientificamente o estudo se justifica por uma busca no sítio eletrônico da *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Sistema Online de Busca e Análise de Literatura Médica (Medline), onde foi verificado 15 estudos sobre o tema proposto, todavia, nenhum foi ambientado no município de Fortaleza-CE. Além do pessoal e científico, o trabalho traz uma proposta social e política, visto que a prática de treinamento proposto é cada vez maior, com isso, a necessidade de profissionais de Educação Física dentro dessa atuação.

De acordo com Prestes et al, (2016), pesquisar sobre treinamento de força é importante pois com a velocidade de informações e pesquisas acerca do tema na área de Educação Física, observa-se uma exigência crescente na melhor qualificação dos profissionais que atuam em academias e centros esportivos, onde o condicionamento físico deve ser desenvolvido, a partir da adequação das qualidades físicas, de acordo com a necessidade do indivíduo. O estudo torna-se relevante para profissionais da área de educação física, bem como pesquisadores da área de ciências da saúde, pois aborda temáticas pertinentes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TREINAMENTO DE FORÇA

O treinamento de força ou treinamento resistido exerce influência direta em diversos fatores morfológicos e neurais, compostos pela seção muscular, rigidez musculotendínea, recrutamento e sincronização de unidades motoras e com uma combinação de variáveis do treinamento (intensidades e volume) que podem induzir adaptações agudas e crônicas, tais como, o aumento da força (MARCHETTI et al., 2019; DAVÓ; RUIZ; SABIDO, 2017), hipertrofia muscular (DAMAS et al., 2019), aumento na resistência muscular (MATERKO; SANTOS, 2015; MATERKO et al., 2010), aumento na potência muscular (SILVA et al., 2018) e no aprimoramento do

gesto motor nos esportes (ZGHAL et al., 2019; ECHES et al., 2013), além disso, na melhoria e promoção da saúde (ANDREIS; BALBÉ, 2018; CAPRA et al., 2016).

Contudo, a magnitude dos efeitos da TF é determinada pela associação com outros fatores e estilos de vida da pessoa, incluindo alimentação adequada ao objetivo, quantidade e qualidade do sono, nível de estresse e ansiedade, uso ou abuso de álcool e drogas sociais, nível de satisfação com a vida, bem como com fatores associados ao sujeito, como alguns aspectos fisiológicos e o próprio perfil genético (PRESTES, 2016).

Sendo o treinamento de força considerado uma forma segura de exercício a ser praticado por várias faixas etárias e ambos os sexos. Este tipo exercício promove efeitos positivos na composição corporal e na prevenção de doenças, porém, a individualidade biológica deve ser levada em consideração para que tais benefícios ocorram de forma eficiente no organismo (STROHACKER, 2015).

As diretrizes do American College of Sports Medicine (2009) recomendam para execução de exercícios de forma segura sejam utilizados intervalos de 3-5 minutos em exercício de treinamento de força de alta intensidade e curta duração, possibilitando mais repetições nas séries e atingindo maiores ganhos de força (GRGIC et al., 2018; DAVÓ; RUIZ; SABIDO, 2017). No entanto, quando o objetivo é aumento do estresse metabólico, recomenda-se intervalos curtos, uma vez que o aumento do estresse metabólico ocasionado pela diminuição do tempo de intervalo induz o aumento na sinalização das concentrações de GH, IGF-1 e testosterona (GONZALEZ, 2016), principalmente, medida em efeito agudo (MCKENDRY et al., 2016).

2.2 TESTOSTERONA E INFLUÊNCIA NO TREINO DE FORÇA

A testosterona é um esteróide do grupo dos androgênicos e principal hormônio produzido pelas gônadas, principais órgãos reprodutores masculino e feminino. Estimulado pelo impacto do exercício, o hipotálamo, que estimula a hipófise anterior, libertar hormônios gonadotrópicos (GnTH) para as gônadas, participando na produção do hormônio folículo-estimulante (FSH) e no hormônio

luteinizante (LH). O hormônio FSH atua na formação do tecido germinativo dos testículos, na produção de espermatozoides, e nos ovários para produção de estrogênio e progesterona, enquanto o hormônio LH liberta estímulos ao testículo na produção do hormônio testosterona. O estresse psicológico gerado pela instabilidade emocional e o esforço físico intenso que uma prova de competição importante exige, pode fazer também com que os níveis de testosterona aumentem pelo aumento do LH na produção de catecolaminas, induzindo a descarga hormonal de adrenalina e noradrenalina, situada na medula supra-renal e libertada pelos nervos hipotalâmicos no sistema nervoso simpático (SNS), (Guyton& Hall, 1997).

A Testosterona (T) é um hormônio esteróide derivado do colesterol, com múltiplas funções fisiológicas, tais como crescimento e manutenção da matriz óssea e do músculo esquelético. Em homens é produzido e secretado em maior quantidade pelos testículos, nas células deLeydig, e em menor escala pelo córtex adrenal e ovários em mulheres. O hormônio testosterona é reconhecido como um potente hormônio esteróide e exerce importantes efeitos psicológicos. Estudos observaram que concentrações de testosterona em atletas antes de testes ou treinamentos têm sido correlacionadas com variáveis de desempenho físico (CAVALACANTI, 2016).

A literatura tem demonstrado que medidas de testosterona são correlacionadas com medidas de desempenho. Os autores confirmaram a hipótese de que testosterona exerce um papel além da recuperação física, a partir da remodelação tecidual, apresentando um papel importante na função neuromuscular (CAVALACANTI, 2016).

A testosterona revela uma plasticidade na sua resposta ao treino de força, e seu comportamento depende de fatores ligados à sessão de treino como volume, intensidade, método (séries simples ou múltiplas), tipo de contração muscular e massa muscular envolvida, além de fatores como idade e nível de treinamento dos indivíduos. Essa resposta ao TF pode submeter a musculatura esquelética a uma elevada concentração hormonal periférica que pode melhorar a interação entre o hormônio e seus receptores celulares (CADORE, 2008).

2.3 TREINOS E CORRESPONDENCIA HORMONAL

O corpo humano, como um sistema biológico dinâmico, sofre influências hormonais frente ao exercício físico (EF), sendo uma situação que, normalmente, estimula respostas psicológicas nos indivíduos, com possíveis alterações hormonais ocorrendo de forma a ajustar as novas exigências físicas, tem recebido destaque acerca do conceito de homeostase, o termo designa a condição de constante modificação do meio interno dos organismos vivos, que envolve fatores psicofisiológicos (hormônios, frequência cardíaca e os estados de fome e saciedade), (SCHULKIN, 1994).

É possível afirmar que a resposta hormonal ao exercício esteja ligada a algumas características inerentes à sessão de treino, como número de séries e repetições, intensidade relativa à carga máxima (percentual de 1 RM) e o tempo de intervalo. Segundo Smilios *et al.*, a quantidade apropriada de trabalho durante o TF pode ser um fator determinante na resposta hormonal aguda, que pode gerar uma combinação ótima entre os hormônios anabólicos e catabólicos estimulados. Isso pode resultar em um ambiente mais favorável para adaptações neuromusculares ao treinamento, como o aumento de força e massa muscular (CADORE, 2008).

Outro hormônio que apresenta relação estreita frente à prática do EF e/ou estado de treinamento é o Cortisol (C), um glicocorticóide secretado pelo córtex da adrenal presente nas glândulas suprarrenais. Este hormônio desempenha importantes funções fisiológicas, como a regulação da glicose. A produção de C em resposta ao estresse é dependente do estado psicológico do indivíduo, sendo modulada principalmente pelo eixo Hipotálamo-Hipófise-Adrenal (eixo HPA), em que ao considerarmos o EF como um evento estressor, a prática do mesmo pode causar aumento na secreção de C (CAVALVANTI, 2016).

Um estudo conduzido por Gomes *et al.* verificou uma relação de aumento entre a resposta endócrina e a carga interna de treino. Devido ao fato de T apresentar características anabólicas e o C apresentar características catabólicas, a relação entre T e C (T:C) vem sendo analisada como uma ferramenta para monitorar o estresse aplicado no treinamento do sujeito e, também, para analisar uma possível síndrome do over training. O equilíbrio entre ambos hormônios é

importante para o monitoramento do estado do treinamento. A razão T:C diminui com o aumento da intensidade de treinamento e duração, bem como com o período de competição. Em uma competição de golfe, uma queda na razão T:C ao longo de uma competição foi observada, bem como uma relação positiva entre a razão T:C e o desempenho na competição (CAVALVANTI, 2016).

Os fatores que possivelmente influenciam as respostas hormonais para mensuração de níveis de Testosterona e Cortisol, correlacionam está de forma aguda a variáveis ligadas a sessão de treino, como, número de series e repetições, carga e tempo de intervalo, o que confere uma plasticidade na resposta do sistema endócrino ao exercício. A identificação de tais fatores estimulantes de respostas hormonais se torna importante para que haja uma melhor periodização e prescrição de treinamento proporcionando um ambiente metabólico em relação a determinados objetivos (CADORE et al., 2008; BOTH, 2010).

3METODOLOGIA

3.1TIPOS DE ESTUDOS

A presente revisão justifica-se pela necessidade de conhecer a área do objeto de estudo da temática em questão. Portanto, conhecer as pesquisas com relevância da mensuração de esforço e carga interna no treinamento.

Para esta revisão, utilizou-se o sistema relevante de formatação baseado em evidências sobre a ciência da revisão sistemática e metas-análise, o sistema de PRISMA (MOHER et al., 2009).

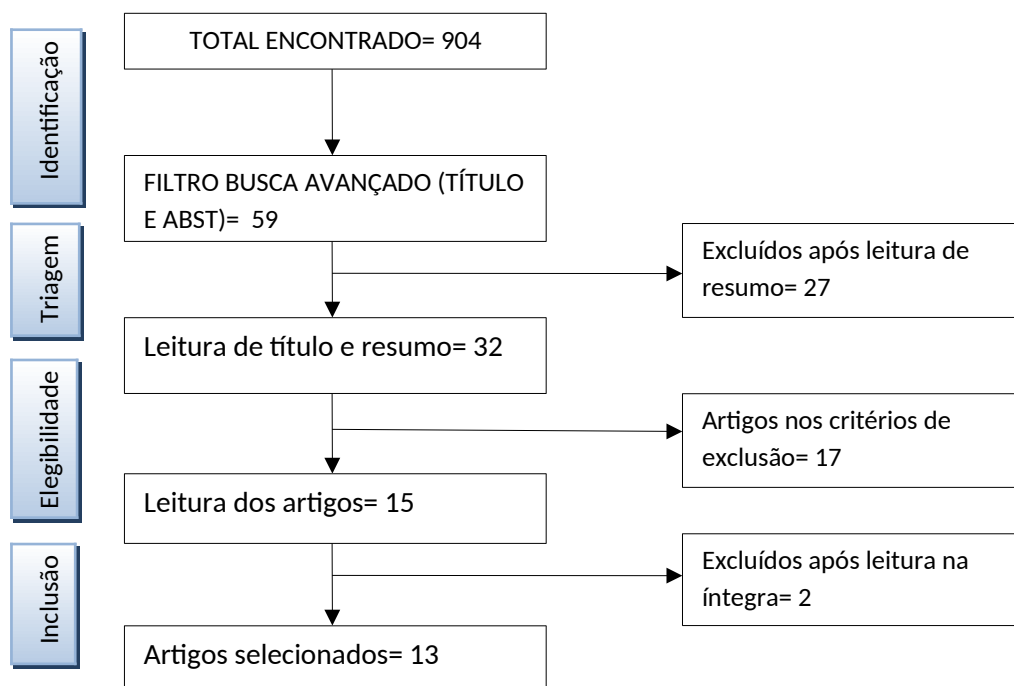
3.2 ESTRATEGIA DE PESQUISA E SELEÇÃO DE ESTUDOS

A pesquisa tem como critério de inclusão e exclusão as seguintes condicionantes: o delineamento do estudo deve ser em ensaios clínicos randomizados, somente artigos publicados em inglês, atletas do sexo masculino. Foram excluídos os artigos da amostra final, aqueles que se opuseram dos critérios de inclusão, teses, dissertações, capítulos de livros, a temática do artigo que não traria relevância para este estudo.

A revisão sistemática teve fase de busca com artigos publicados somente em inglês, as buscas foram realizadas no site eletrônico:Scielo. Os descritores utilizados: “TRAINING TESTOSTERONE” AND “RESISTANCE TRAINING”. Aplicou-se as buscas realizadas por tópicos delimitando estudos dos últimos anos, em sequência, foi utilizado o filtro de busca avançada por título e resumo dos trabalhos acadêmicos, afim de encontrar resultados relacionados ao uso de força no treino, sendo assim, excluídos artigos que não se relacionavam ao estudo e após análise minuciosa dos artigos, foram selecionados os que tinham base científica e amostras de seus estudos comprovados em relação a testosterona no treinamento de força.

3.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

O processo de seleção dos artigos se deu a partir de uma sequência dos passos: (1) Análise baseada nos títulos e resumos dos artigos nas base de dados relatada (2) importação dos estudos para a plataforma ZOTERO, (3) eliminação dos estudos duplicados na base de dados (4) leitura dos títulos e resumos assim identificando os estudos, o que possibilitou o critério de exclusão e artigos que não se encaixavam na pesquisa.(5) Para o desfecho das buscas a leitura dos estudos na íntegra, que possibilitou o critério de inclusão e exclusão.



3.4 CODIFICANDO ESTUDOS

Os estudos foram coletados, onde algumas métricas foram traçadas na busca, sendo elas: Homens, Mulheres, Status de treinamento. As características de estudos foram: atletas e pessoas não atletas, tempo e volume de treino.

4 RESULTADOS

Autor	Amostra	Intervenção	Resultados
Hakkinen et al. (40)	Homens halterofilistas de elite jovens.	2 anos, 5x/sem	↑ TT
Staron et al.(5)	Homens e mulheres jovens	8 sem, 3x/sem, 6-12 RM	↑ TT homens
Ryan et al. (21)	Homens idosos	16 sem, 3x/sem, 5-15 RM	Nenhum aumento
Hakkinen e Pakarinen(2)	Homens e mulheres, meia-idade e idosos	12 sem, 3x/sem, 40-80% 1 RM	Nenhum aumento
Nicklas et al. (45)	Homens meia-idade e idosos	16 sem, 3x/sem, 5-15 RM	Nenhum aumento
Kraemer et al. (48)	Homens militares jovens	12 sem, 4x/sem, 3-10 RM vs. Treinamento concorrente	↓ COR - grupo TF; ↑ TT e ↑ COR - grupo treinamento concorrente
Kraemer et al.(12)	Homens jovens e idosos	10 sem, 3x/sem, 3-15 RM	↑ TL jovens

Marx et al. (18)	Mulheres jovens	24 sem, 3-15 RM, séries simples vs. séries múltiplas	↑ TT em ambos após 12 semanas, maior em séries múltiplas
zquierdo et al.(33)	Homens e mulheres, meia-idade e idosos	16 sem, 3x/sem, 50-80%1 RM	Nenhum aumento
Häkkinen et al. (20)	Homens idosos	21 sem periodizado, 40-80% 1 RM	Nenhum aumento
Ahtiainen et al. (13)	Homens jovens, previamente treinados vs. não-treinados	21 semanas, 2x/sem, 8-10 RM	↑ TL nos previamente treinados após 14 sem; nenhum aumento após 21 sem
Cadore et al. (4)	Homens meia-idade treinados vs. não treinados	10 anos de treino em média, 4x/sem, 8-12 RM	Nenhuma diferença em repouso
Ahtiainen et al.(19)	Homens jovens	4 sem, 2x/sem, 10 RM	Nenhum aumento

TT: testosterona total; TL: testosterona livre; COR: cortisol; sem: semana (s); x/sem: n° de sessões semanais; RM: repetições máximas; ↑ : aumento; ↓ diminuição.

5 DISCUSSÃO

Alguns estudos demonstraram haver aumento da testosterona em repouso como ajuste ao TF (Izquierdo M, 2006, Tsolakis CK, 2004, Raastad, 2003, Kraemer WJ, 1995), ao passo que outros não encontraram diferença alguma (Ahtiainen JP, 2003, Hansen S, 2001, Hickson RC, 1994). Os resultados encontrados até o momento indicam que somente indivíduos jovens podem mudar suas concentrações em repouso (Deschenes MR, e Häkkinen K, 1994, Tsolakis CK, 2004), ao passo que em indivíduos de meia idade e idosos nenhuma modificação nesses parâmetros tem sido observada (Häkkinen K e Izquierdo M, 2001, Ryan AS, 1994). Além disso, fatores inerentes ao TF, como volume, intensidade, nível e tempo de treino parecem influenciar essas modificações (Häkkinen K, 1994, Marx JO, 2001).

Com relação ao nível e ao tempo de treinamento, embora Ahtiainen et al (2003) tenham sugerido que o aumento crônico nas concentrações hormonais seja um fator determinante em indivíduos bem treinados, submetidos a longos períodos de treinamento, estudos realizados por Staron et al e Kraemer et al (1994) demonstraram que podem haver mudanças crônicas no sistema endócrino em curtos períodos de treino. Provavelmente, essa discrepância de resultados ocorra devido à existência de uma interação entre todos os fatores que influenciam no ajuste endócrino crônico ao TF (Kraemer WJ, 2003).

O aumento observado nos receptores androgênicos musculares após o TF aparenta ocorrer após um período de downregulation logo após a sessão de treino. Ratamess et al. (2005) observaram, em homens adultos jovens, que a resposta aguda desses receptores, uma hora após uma sessão de TF com 6 séries de 10 RM no exercício de agachamento, era de diminuição, fato que não ocorreu após a realização de somente uma série. Possivelmente, isso tenha ocorrido em função do maior catabolismo muscular observado após o protocolo de 6 séries.

Os ajustes nos receptores androgênicos, aparentam ser mecanismos responsáveis pelo aumento da síntese de proteínas decorrente do TF (Häkkinen K, 1995), sendo determinados pelo padrão da resposta aguda da testosterona (Willoughby DS, 2004). Além disso, foi observado que esse ajuste ocorre

logo no início do treinamento, após um período de regulação para baixo imediatamente após o exercício (Ratamess, 2005)

Em mulheres, as variáveis do treinamento relacionadas com modificações na testosterona em repouso aparentam ser as mesmas de que nos homens (Marx et al, 2004). Avaliaram 34 mulheres (22 ± 5 anos) antes e após a realização de um TF de 24 semanas e investigaram suas concentrações de testosterona e cortisol em repouso, comparando grupos de TF de séries simples versus séries múltiplas.

Os resultados demonstraram que houve aumento na testosterona para ambos os grupos de treino, sendo que as primeiras adaptações a ocorreram após 12 semanas. Após 24 semanas, somente o grupo de maior volume de treino aumentou mais a testosterona de repouso, que foi maior nesse ponto que do que em 12 semanas, sendo também maior o grupo de baixo volume. Também houve uma diminuição no cortisol, após 12 e 24 semanas, mas somente no grupo de maior volume.

Embora a execução de uma sessão de TF com maior volume possa ocasionar um maior aumento agudo nos hormônios catabólicos (Smilios I, 2003), o estudo realizado por Marx et al demonstrou o TF com maior volume e intensidade pode levar a um aumento crônico nos hormônios anabólicos superior a um TF com volume e intensidade menor. Esse ajuste pode ser um fator mediador da maior performance na produção de força observada em indivíduos treinados com múltiplas séries quando comparados a indivíduos treinados com séries simples (Kemmler WK, 2006).

O estudo mostra resumidamente a metodologia e os resultados de estudos que avaliaram concentrações hormonais de repouso. Contudo, modificações nas concentrações de repouso aparentam ser modificações transitórias resultantes de aumento ou diminuição na intensidade e principalmente no volume (Ahtiainen JP, 2003). No entanto, o verdadeiro papel dessas modificações nas adaptações neuromusculares ao treinamento ainda não foi determinado.

6 CONCLUSÃO

Como foi observado nos estudos, existe uma relação entre treinabilidade de indivíduos submetidos ao TF e os níveis circulantes de testosterona nesses indivíduos. Por outro lado, fatores ligados à sessão de treino e características da população investigada, aparentam influenciar na resposta hormonal aguda e crônica, o que confere uma plasticidade na resposta do sistema endócrino ao exercício. Além disso, o aumento nos receptores hormonais celulares possuem um papel chave na hipertrofia muscular observada com o TF. Contudo, a determinação de quais fatores possam estar relacionados com a resposta hormonal ao TF pode ser importante para a prescrição de uma sessão de treino e uma periodização que otimizem o ambiente anabólico determinado pela testosterona e pelo cortisol, e sendo assim, maximizar os ajustes neuromusculares decorrentes desse tipo de treinamento.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir-me continuar minha trajetória acadêmica com êxito, apesar dos diversos obstáculos permaneci forte.

Aos meu pais, irmã e namorada por toda a força que precisei e compreenderam minha ausência enquanto eu realizava todo este trabalho.

Aos professores e coordenador por repassarem todo o conhecimento, correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

Ao meu orientador por ter paciência e pelas dicas fornecidas.

7 REFERÊNCIAS

CADORE, Eduardo Lusa et al. Fatores relacionados com as respostas da testosterona e do cortisol ao treinamento de força. *Revista brasileira de medicina do esporte*. São Paulo. Vol. 14, n. 1 (jan./fev. 2008), p. 74-78, 2008.

CALIXTO, R. D. et al. Acute effects of movement velocity on blood lactate and growth hormone responses after eccentric bench press exercise in resistance-trained men. *Biology of Sport*, v. 31, n. 4, p. 289, 2014.

DAMAS, F. et al. Myofibrillar protein synthesis and muscle hypertrophy individualised responses to systematically changing resistance training variables in trained young men. *Journal of Applied Physiology*, v. 127, n. 3, p. 806-815, 2019.

DAVÓ, J. L. H.; RUIZ, J. B.; SABIDO, R. Influence of strength level on the rest interval required during an upper-body power training session. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 31, n. 2, p. 339-347, 2017.

GONZALEZ, A. M. Acute Anabolic Response and Muscular Adaptation After Hypertrophy-Style and Strength-Style Resistance Exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 30, n. 10, p. 2959-2964, 2016.

GRGIC, J. et al. Effects of rest interval duration in resistance training on measures of muscular strength: a systematic review. *Sports Medicine*, v. 48, n. 1, p. 137-151, 2018.

Guyton, A., & Hall, J. (1997). *Fisiologia do Esporte*. In G. K. SA. (Ed.), *Tratado de Fisiologia Médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan SA.

LIMA, Fernando Vitor et al. Análise de dois treinamentos com diferentes durações de pausa entre séries baseadas em normativas previstas para a hipertrofia muscular em indivíduos treinados. **Rev Bras Med Esporte**, Niterói, v. 12, n. 4, p. 175-178, Aug. 2006. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922006000400002&lng=en&nrm=iso. access on 25 Apr. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922006000400002>.

MARCHETTI, P. H. et al. Different volumes and intensities of static stretching affect the range of motion and muscle force output in well-trained subjects. *Sports Biomechanics*, v. 29, p. 1-10, 2019.

MIGUEL, Henrique et al. Resposta aguda do lactato sanguíneo em diferentes métodos de treinamento de força realizados por homens treinados. **RBPFE-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 12, n. 72, p. 13-20, 2018.

MCKENDRY, J. et al. Short interser rest blunts resistance exercise-induced increases in myofibrillar protein synthesis and intracellular signalling in young males. *Experimental Physiology*, v. 101, n. 7, p. 866-882, 2016.

SILVA, M. S. et al. Efeitos do treinamento de musculação nos níveis de potência de membros inferiores em mulheres adultas. *Biomotriz*, v. 12, n. 3, p. 137-149, 2018.

Strohacker, K; Fazzino, D; Breslin, WL; Xu, X. O uso da periodização em prescrições de exercícios para adultos inativos: uma revisão sistemática. *Prev med rep.* 2015 6 de maio; 2: 385-96. Doi: 10.1016 / j.pmedr.2015.04.023. Ecollection 2015.

Schulkin J, McEwen BS, Gold PW. Allostasis, amygdala, and anticipatory angst. *NeuroBI Reviews.* 1994;18(3):385-96.

ZGHAL, F. et al. Combined resistance and plyometric training is more effective than plyometric training alone for improving physical fitness of pubertal soccer players. *Frontiers in physiology*, v. 10, p. 1026, 2019.

Deschenes MR, Maresh CM, Armstrong LE, Covault J, Kraemer WJ, Crivello JF. Endurance and resistance exercise induce muscle fiber type specific responses in androgen binding capacity. *J Steroid BiochMolBiol* 1994; 50: 175-9.

Häkkinen K, Pakarinen A. Serum hormones and strength development during strength training in middle-aged and elderly males and females. *ActaPhysiolScand* 1994; 150: 211-9.

Häkkinen K, Pakarinen A. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in men and women at different ages. *Int J Sports Med* 1995; 16: 507-13.

Cadore EL, Brentano MA, Lhullier FLR, Silva EM, Spinelli R, Kruel LFM et al. Hormonal concentrations at rest and induced by a superset strength training session in long-term strength-trained and untrained middle-aged men. Abstract book of Annual Congress of European College of Sports Science 2005; 10: 104-5

Staron RS, Karapondo DL, Kraemer WJ, Fry AC, Gordon SE, Falkel JE, et al. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J ApplPhysiol* 1994; 76: 1247-55

Lu S, Lau C, Tung Y, Huang S, Chen Y, Shih H, et al. Lactate and the effects of exercise on testosterone secretion: evidence for the involvement of cAMP-mediated mechanism. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 1048-54

Fahrner CL, Hackney AC. Effects of endurance exercise on free testosterone concentration and binding affinity of sex hormone binding globulin (SHBG). *Int J Sports Med* 1998; 19: 2-15.

Häkkinen K, Pakarinen A, Alen M, Kauhanen H, Komi PV. Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *J ApplPhysiol* 1988; 65: 2406-12.

Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, Harman EA, Marchitelli LJ, Gordon SE, et al. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J ApplPhysiol* 1993; 75: 494-504.

Smilios I, Piliandis T, Karamouzis M, Tokmakidis S. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 644-54.

Kraemer WJ, Häkkinen K, Newton RU, Nindl BC, Volek JS, McCormick M, et al. Effects of resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J ApplPhysiol* 1999; 87: 982-92.

Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Häkkinen K. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *Eur J ApplPhysiol* 2003; 89: 555-63.

Cadore EL, Lhullier FLR, Brentano MA, Silva EM, Spinelli R, Kruegel LFM, et al. Homens de meia idade treinados e não treinados possuem diferentes respostas hormonais salivares ao treinamento de força. In: Livro de Resumos da XXI Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental – Águas de Lindóia 2006: 61.

Hansen S, Kvorning T, Kjar M, Sjogaard, G. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. *Scand J Med Sci Sports* 2001; 11: 347-54.

Kraemer WJ, Marchitelli LJ, Gordon SE, Harman E, Dziados JE, Mello R, et al. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *J ApplPhysiol* 1990; 69: 1442-50.

Izquierdo M, Ibañez J, Badillo JJG, Häkkinen K, Ratamess NA, Kraemer WJ, et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength or power gains. *J ApplPhysiol* 2006; 100: 1646-56.

Marx JO, Ratamess NA, Nindl BC, Gotshalk LA, Volek, JS, Dohi K, et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 635-43.

Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Häkkinen K. Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. *J Strength Cond Res* 2005; 19: 572-82.

Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen A, Valkeinen H, Alen M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J ApplPhysiol* 2001a; 91: 569-80.

Ryan AS, Treuch MS, Rubin MA, Miller JP, Nicklas BJ, Landis DM, et al. Effects of strength training on bone mineral density: hormonal and bone turnover relationships. *J ApplPhysiol* 1994; 77: 1678-84.

Inoue K, Yamasaki T, Fushiki T, Kano T, Moritani T, Itoh K, et al. Rapid increase in the number of androgen receptors following electrical stimulation of the rat muscle. *Eur J ApplPhysiol* 1993; 66: 134-40.

Inoue K, Yamasaki T, Fushiki T, Okada Y, Sugimoto, E. Androgen receptor antagonist suppresses exercise-induced hypertrophy of skeletal muscle. *Eur J ApplPhysiol* 1994; 69: 88-91.

Willoughby DS, Taylor L. Effects of sequential bouts of resistance exercise on androgen receptor expression *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 1499-1506.

Bamman MM, Ship JR, Jiang J, Gower BA, Hunter GR, Goodman A, et al. Mechanical load increases muscle IGF-I and androgen receptor mRNA concentration in humans. *American J Physiol: EndocrinolMetab* 2001; 280: 383-90.

Häkkinen K, Alen M, Kallinen M, Newton RU, Kraemer WJ. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-training in middle-aged and elderly people. *Eur J ApplPhysiol* 2000; 83: 51-62.

Tsolakis CK, Vagenas GK, Dessypris AG. Strength adaptations and hormonal responses to resistance training and detraining in preadolescent males. *J Strength Cond Res* 2004; 18: 625-9.

Häkkinen K, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *ActaPhysiolScand* 2001b; 171: 51-62.

Kadi F, Bonnrud P, Eriksson A, Thornell LE. The expression of androgen receptors in human neck and limb muscles: effects of training and self-administration of androgenic steroids. *Histochem Cell Biol* 2000; 113: 25-9.

Bhasin SW, Woodhouse L, Casaburi R, Singh AB, Bhasin D, Berman N, et al. Testosterone dose-response relationships in healthy young men. *American J Physiol: EndocrinolMetab* 2001; 281: 1172-81.

Häkkinen K, Pakarinen A. Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy-resistance protocols in male athletes. *J ApplPhysiol* 1993a; 74: 882-7.

Häkkinen K, Pakarinen A. Muscle strength and serum testosterone, cortisol and SHBG concentrations in middle-aged and elderly men and women. *ActaPhysiolScand* 1993b; 148: 199-207.

Izquierdo M, Häkkinen K, Ibañez J, Garrues M, Antón A, Zúniga A, et al. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J ApplPhysiol* 2001; 90: 1497-1507.

Griggs RC, Kingston W, Jozefowicz RF, Herr BE, Forbes G, Halliday D. Effects of testosterone on muscle mass and muscle protein synthesis. *J ApplPhysiol* 1989; 66: 498-503.