

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
BACHARELADO EM FARMÁCIA

GABRIEL SANTOS AQUINO

**Efeito do treinamento de força e nutrição na concentração de hormônios
anabólicos e catabólicos em atletas**

Maceió, AL
2023

GABRIEL SANTOS AQUINO

**Efeito do treinamento de força e nutrição na concentração de hormônios
anabólicos e catabólicos em atletas**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Farmácia da
Universidade Federal do Alagoas (UFAL)
como requisito parcial para a obtenção do
título de bacharel em Farmácia.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Aparecido
Meireles Grillo

Maceió, AL

2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

A657e Aquino, Gabriel Santos.

Efeito do treinamento de força e nutrição na concentração de hormônios anabólicos e catabólicos em atletas / Gabriel Santos Aquino. – 2023.

41 f. : il. color.

Orientador: Luciano Aparecido Meireles Grillo.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Farmácia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Farmacêuticas. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 39-41.

1. Treinamento de força. 2. Regulação hormonal. 3. Esteróides anabólicos. 4. Esteróides catabólicos. I. Título.


CDU: 577.17 : 796.015.52

GABRIEL SANTOS AQUINO


**Efeito do treinamento de força e nutrição na concentração de hormônios
anabólicos e catabólicos em atletas**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Farmácia da
Universidade Federal do Alagoas (UFAL)
como requisito parcial para a obtenção do
título de bacharel em Farmácia, aprovado
em 21 de agosto de 2023.


Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANO APARECIDO MEIRELES GRILLO**
Data: 23/08/2023 07:58:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luciano Aparecido Meireles Grillo
Universidade Federal do Alagoas (UFAL)

Documento assinado digitalmente
 **CAMILLA CAMERINO SANTANA**
Data: 27/08/2023 17:30:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Camilla Camerino Santana
Universidade Federal do Alagoas (UFAL)

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO THOMAS DA SILVA**
Data: 28/08/2023 19:49:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Antonio Thomás da Silva
Universidade Federal do Alagoas (UFAL)

Maceió, AL

2023

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por todo apoio ao longo da trajetória.

Aos familiares pela compreensão de minha ausência ao longo deste período.

Ao professor Dr. Luciano Meireles, por ter aceito mais um desafio em me orientar neste trabalho, e por toda paciência.

Aos professores e preceptores pelos ensinamentos, aconselhamentos e pela paciência que me permitiu o desenvolvimento de desempenho ao longo do curso.

Aos amigos, pela ajuda e apoio durante todo período do curso, dentro e fora da universidade.

RESUMO:

O treinamento de força é amplamente utilizado por atletas e praticantes de exercícios físicos como uma estratégia eficaz para melhorar o desempenho atlético e promover adaptações fisiológicas favoráveis. Nesse contexto, a regulação hormonal desempenha um papel crucial, com os hormônios anabólicos e catabólicos desempenhando um papel fundamental na resposta do organismo ao treinamento. Diante desse cenário, esta pesquisa tem como objetivo geral investigar a relação entre o treinamento de força e as variações na concentração de hormônios anabólicos e catabólicos em atletas. Para tanto, parte-se do seguinte problema de pesquisa: como o treinamento de força influencia a concentração de hormônios anabólicos e catabólicos em atletas e quais fatores podem moderar essa relação? A metodologia adotada para a execução do estudo é a revisão bibliográfica, o que torna este qualitativo quanto à abordagem e exploratório e descritivo quanto ao tipo. Os resultados indicam que os efeitos do treinamento de força na concentração de hormônios anabólicos, como a testosterona e o hormônio do crescimento (GH), apontam para aumentos agudos e crônicos dessas substâncias após as sessões de treinamento. Essas respostas hormonais estão associadas à promoção da síntese proteica e ao crescimento muscular. Além disso, o treinamento de força também pode modular a concentração de hormônios catabólicos, como o cortisol, sendo observadas diminuições agudas e adaptações crônicas nessa substância em resposta ao treinamento adequado. Dessa forma, o efeito do treinamento de força na concentração de hormônios anabólicos e catabólicos em atletas revela a complexidade e a importância dessas modulações hormonais para as adaptações fisiológicas e o desempenho atlético. Assim, conclui-se que o treinamento de força é capaz de promover alterações hormonais favoráveis, com aumentos nos hormônios anabólicos e reduções nos hormônios catabólicos, proporcionando um ambiente propício para a hipertrofia muscular e o desenvolvimento do desempenho esportivo.

Palavras-chave: Treinamento de força. Hormônios anabólicos. Hormônios catabólicos. Atletas.

ABSTRACT:

Strength training is widely used by athletes and exercisers as an effective strategy to enhance athletic performance and promote favorable physiological adaptations. In this context, hormonal regulation plays a crucial role, with anabolic and catabolic hormones playing a fundamental part in the body's response to training. Given this scenario, the general objective of this research is to investigate the relationship between strength training and variations in the concentration of anabolic and catabolic hormones in athletes. Thus, the following research question is posed: How does strength training influence the concentration of anabolic and catabolic hormones in athletes, and what factors may moderate this relationship? The methodology adopted for the study is a literature review, making it qualitative in terms of approach, and exploratory and descriptive in terms of type. The results indicate that the effects of strength training on the concentration of anabolic hormones, such as testosterone and growth hormone (GH), show acute and chronic increases in these substances following training sessions. These hormonal responses are associated with promoting protein synthesis and muscle growth. Furthermore, strength training can also modulate the concentration of catabolic hormones, such as cortisol, with acute reductions and chronic adaptations observed in response to appropriate training. Therefore, the effect of strength training on the concentration of anabolic and catabolic hormones in athletes reveals the complexity and importance of these hormonal modulations for physiological adaptations and athletic performance. In conclusion, strength training is capable of promoting favorable hormonal changes, including increases in anabolic hormones and reductions in catabolic hormones, thus providing an environment conducive to muscle hypertrophy and the development of athletic performance.

Keywords: Strength training, Anabolic hormones, Catabolic hormones, Athletes.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comportamento do cortisol durante as três situações	14
Gráfico 2 - Comportamento da Testosterona durante as três situações	15
Gráfico 3 - Comportamento da Razão T:C durante as 3 situações	15
Gráfico 4 - As adaptações neurais e a hipertrofia muscular contribuem para os ganhos de força	20
Gráfico 5 - Comparação do volume total de treinamento entre as fases do ciclo menstrual no grupo não usuário de anticoncepcional	32
Gráfico 6 - Comparação do volume total de treinamento entre as fases do ciclo menstrual no grupo usuário de anticoncepcional	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores antropométricos e caracterização da amostra.....	18
Tabela 2 - Valores hormonais da amostra, pré e pós-exercício.....	18
Tabela 3 - Volume de treino e percepção subjetiva de esforço durante diferentes fases do ciclo menstrual	33

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
OBJETIVO	12
1. IMPACTO DO TREINAMENTO DE FORÇA NA RESPOSTA HORMONAL.....	13
1.1. Os hormônios anabólicos e catabólicos.....	13
1.2. Efeitos do treinamento de força na produção hormonal.....	16
1.2.1. Tipos de treinamento de força e resposta hormonal.....	21
1.2.2. Intensidade do treinamento e resposta hormonal	21
1.3. Adaptações hormonais agudas e crônicas ao treinamento.....	22
2. INTERSECÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO E TREINAMENTO DE FORÇA NA MODULAÇÃO HORMONAL	24
2.1. Importância da nutrição e resposta hormonal.....	24
2.1.1. Proteínas e resposta anabólica	25
2.1.2. Carboidratos e regulação do cortisol.....	26
2.3. Impacto do estado nutricional do atleta na regulação hormonal	27
2.3.1. Estado de hidratação e resposta hormonal e status de energia e resposta hormonal.....	29
3. VARIAÇÕES INDIVIDUAIS NA RESPOSTA HORMONAL AO TREINAMENTO DE FORÇA	30
3.1. A individualidade biológica e resposta hormonal e influência do sexo na resposta hormonal.....	30
3.1.1. Diferenças na resposta hormonal entre homens e mulheres	34
3.2. Efeito da idade na regulação hormonal e mudanças na resposta hormonal ao longo da vida.....	35
3.2.1. Implicações genéticas na modulação hormonal pelo treinamento de força, genótipo e resposta hormonal ao treinamento de força	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS.....	41

INTRODUÇÃO

Investigar os mecanismos bioquímicos que permitem aos atletas alcançar o desempenho máximo representa um campo de estudo vasto e profundamente instigante. Uma área de especial interesse é a análise do efeito do treinamento de força na concentração de hormônios anabólicos e catabólicos. Por tais motivos, há que se aprofundar o entendimento da interação desses hormônios com o treinamento de força, destacando o impacto no desempenho atlético (MONTEIRO, 2021).

Dessa maneira, observa-se que o treinamento de força, frequentemente associado à musculação e atividades de alta intensidade, é uma ferramenta significativa para aprimorar o desempenho físico e a resistência muscular. A importância deste tipo de treinamento para a produção hormonal se destaca, especialmente na regulação do metabolismo muscular e no desempenho esportivo (PIMENTA et al., 2022).

Entre os hormônios anabólicos, a testosterona, o hormônio do crescimento (GH) e a insulina são primordiais para o desenvolvimento e manutenção da massa muscular. Eles promovem a síntese proteica e aumentam a captação de aminoácidos pelo tecido muscular. Por outro lado, os hormônios catabólicos, incluindo o cortisol e a adrenalina, favorecem o catabolismo proteico, processo de degradação de proteínas que libera aminoácidos para utilização energética (DE JESUS et al., 2017).

Por tais motivos, observa-se que o balanceamento entre ação anabólica e catabólica é fundamental para a homeostase do corpo e o rendimento físico. Nos esportes, este equilíbrio desempenha papel vital, pois a predominância anabólica promove ganhos de massa muscular, enquanto a catabólica pode gerar perda de músculo. Compreender essa interação é fundamental para otimizar o treinamento de força (MARTINS, 2013).

Nessa perspectiva, os dados têm evidenciado que o treinamento de força induz adaptações hormonais agudas e crônicas. As respostas agudas referem-se às alterações hormonais imediatas após uma sessão de treinamento. Estas alterações são temporárias, mas proporcionam um ambiente hormonal favorável à hipertrofia muscular, como aumento da concentração de testosterona e GH (SANTANA, 2015).

Por sua vez, há que se chamar a atenção para o fato de que as adaptações crônicas se referem às mudanças hormonais de longo prazo resultantes de um programa contínuo de treinamento de força. Este processo permite adaptações

musculares significativas, como aumento da densidade e tamanho das fibras musculares, uma vez que a síntese proteica supera o catabolismo (TOURINHO FILHO; MARTINELLI JUNIOR, 2023).

A influência da alimentação na regulação hormonal também deve ser considerada. A ingestão adequada de nutrientes, como proteínas e carboidratos, antes e após o exercício pode influenciar a resposta hormonal, maximizando os efeitos anabólicos e minimizando os catabólicos. Uma dieta rica em proteínas, por exemplo, pode promover a síntese proteica, enquanto os carboidratos podem ajudar a regular o cortisol, contribuindo para a manutenção do equilíbrio entre anabolismo e catabolismo (PISA, 2017).

A interação entre nutrição e treinamento de força na modulação da resposta hormonal merece atenção. A compreensão deste relacionamento pode aprimorar os protocolos de treinamento, com benefícios para o desenvolvimento muscular e desempenho atlético. A individualidade bioquímica de cada atleta deve ser levada em conta. Diferenças genéticas, sexo, idade e estado de saúde podem afetar a resposta hormonal ao treinamento de força. Portanto, programas de treinamento devem ser individualizados, considerando as características e metas específicas de cada atleta (VIEIRA et al., 2015).

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo geral investigar a relação entre o treinamento de força e as variações na concentração de hormônios anabólicos e catabólicos em atletas. Os objetivos específicos visam: entender a extensão na qual diferentes tipos e intensidades de treinamento de força influenciam a produção e regulação desses hormônios; elucidar como a alimentação e o estado nutricional do atleta interagem com o treinamento de força para modular a resposta hormonal; e investigar como as diferenças individuais, como sexo, idade e genética, podem afetar a resposta hormonal ao treinamento de força.

OBJETIVO

Objetivo Geral:

Elucidar a influência do treinamento de força na concentração de hormônios anabólicos e catabólicos em atletas e identificar os fatores que podem moderar essa relação.

Objetivos Específicos:

- Investigar a importância da nutrição e sua influência na resposta hormonal
- Explorar as variações individuais na resposta hormonal ao treinamento de força, com foco nas diferenças entre homens e mulheres;
- Investigar as implicações genéticas na modulação hormonal pelo treinamento de força, com foco no genótipo e na resposta hormonal.

1. IMPACTO DO TREINAMENTO DE FORÇA NA RESPOSTA HORMONAL

1.1. Os hormônios anabólicos e catabólicos

Compreender o que são os hormônios anabólicos e catabólicos, pertencentes a dois grupos bioquímicos que responsáveis por regular processos cruciais do organismo, é fundamental para a ciência do esporte e do exercício. Essas substâncias, produzidas naturalmente pelo corpo, desempenham um papel vital na modulação do crescimento e do desenvolvimento corporal, bem como na regulação do metabolismo.

Os hormônios anabólicos são fundamentais para o crescimento e a recuperação tecidual, sendo a testosterona o mais conhecido entre eles. Sendo este o principal hormônio sexual masculino, tem um papel central na promoção do crescimento muscular, estimulando a síntese de proteínas e a produção de células vermelhas do sangue (VIEIRA et al., 2015). A presença deste hormônio é indispensável para a hipertrofia muscular, sendo uma das razões pelas quais os homens, em geral, têm mais massa muscular do que as mulheres (PIRES; FIGUEIRA JÚNIOR; MIRANDA, 2014).

Outro hormônio anabólico importante é o hormônio do crescimento (GH), produzido pela glândula pituitária. O GH tem um efeito potente na estimulação do crescimento e desenvolvimento corporal, auxiliando na recuperação e regeneração dos tecidos (OLIVEIRA; PERUSSOLO; PIMENTA, 2020). Contrariamente, os hormônios catabólicos são responsáveis pela quebra de moléculas complexas em moléculas mais simples, uma etapa fundamental no processo de obtenção de energia (COSTA et al., 2020).

O cortisol, um hormônio produzido pelas glândulas suprarrenais em resposta ao estresse, é um exemplo chave. Este hormônio tem efeitos catabólicos significativos, sendo capaz de quebrar proteínas musculares para fornecer aminoácidos que o corpo pode usar para produzir glicose, um processo conhecido como gliconeogênese (STÁBILE et al., 2017). Apesar de sua má reputação como um hormônio "destruidor de músculos", o cortisol tem uma função essencial no organismo, pois fornece uma fonte rápida de energia em situações de estresse, como durante o exercício intenso ou em situações de jejum (FERREIRA NETO et al., 2020).

A interação entre os hormônios anabólicos e catabólicos é um componente fundamental na regulação do metabolismo. Quando em equilíbrio, esses hormônios

garantem que o corpo possa responder adequadamente ao estresse do exercício, adaptando-se ao longo do tempo para melhorar a performance e a saúde (OLIVEIRA et al., 2014). No entanto, uma produção excessiva ou insuficiente de qualquer um desses hormônios pode resultar em distúrbios metabólicos ou dificuldade em alcançar os objetivos de treinamento (ARRUDA et al., 2013).

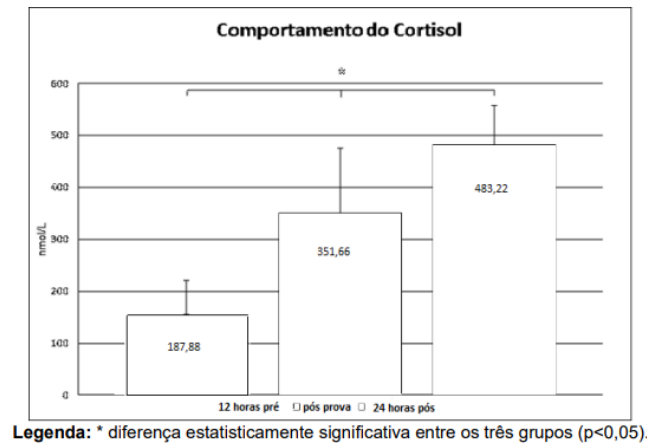
O treinamento de força, por exemplo, aumenta a produção de hormônios anabólicos como a testosterona e o GH, promovendo o crescimento e a recuperação muscular. Ao mesmo tempo, a intensidade do exercício também pode desencadear a produção de cortisol, garantindo que o corpo tenha energia suficiente para completar o treinamento (RAMOS et al., 2019). Em resposta ao treinamento contínuo, o corpo se adapta a este estresse aumentando a eficiência de sua resposta hormonal, o que resulta em ganhos de força e massa muscular (CERQUEIRA; CORRÊA JUNIOR, 2020).

Com a finalidade de analisar a relação testosterona e cortisol (T:C) durante um triathlon olímpico, obteve-se alguns resultados a partir de um estudo (RAMOS et al., 2017). O Gráfico 1 aponta as diferenças estatisticamente significativas nos níveis de cortisol em três momentos distintos ($F=2$; $p=0,0001$). O cortisol medido 12 horas antes da prova ($187,88 \pm 32,39$ nmol/L) estava mais baixo em comparação com o cortisol após a prova ($351,66 \pm 123,32$ nmol/L; $p=0,001$) e 24 horas depois da prova ($483,22 \pm 73,23$ nmol/L; $p=0,0001$). Foi detectada também uma diferença estatística entre o cortisol pós-prova e o cortisol 24h após a prova ($p=0,009$).

No que tange à testosterona, os resultados medidos 12 horas antes da prova ($18,23 \pm 4,35$ nmol/L), logo após a prova ($19,25 \pm 5,86$ nmol/L) e 24 horas após ($21,01 \pm 3,18$ nmol/L) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas nas três ocasiões ($F 0,84=2$; $p=0,444$), como ilustrado no Gráfico 2. Por fim, o Gráfico 3 mostrou diferenças estatisticamente significativas nos valores da relação T:C ($F=2$; $p=0,0001$). A relação T:C 12h antes da prova ($0,096 \pm 0,012$) foi maior comparada à relação T:C após a prova ($0,056 \pm 0,013$; $p=0,0001$), indicando uma redução de 41,6%.

Além disso, a relação T:C 12h antes da prova foi maior quando comparada à relação T:C 24h após a prova ($0,044 \pm 0,005$; $p=0,0001$), o que representa uma diminuição de 54,1%. Os gráficos a seguir expressam esse fenômeno:

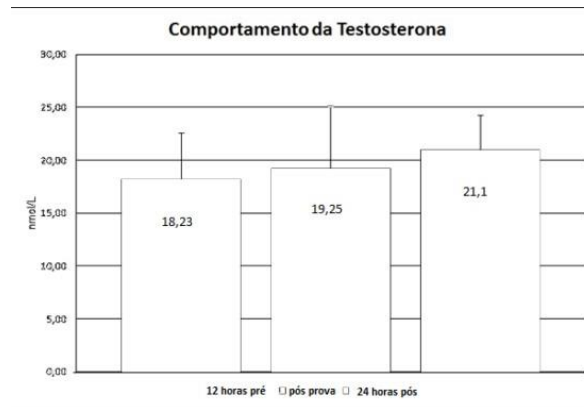
Gráfico 1 - Comportamento do cortisol durante as três situações



Legenda: * diferença estatisticamente significativa entre os três grupos ($p < 0,05$).

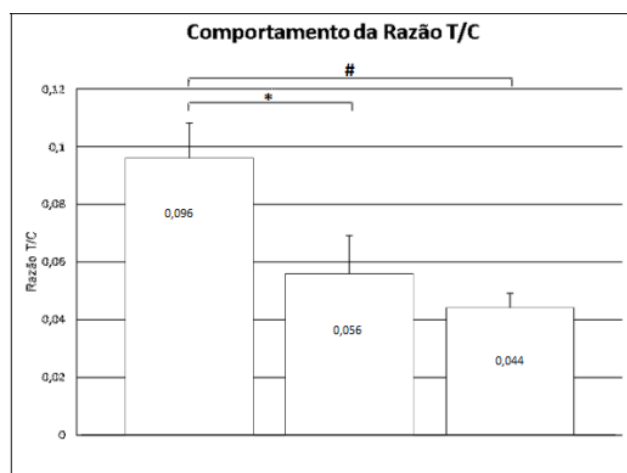
Fonte: Ramos et al. (2017, p. 456)

Gráfico 2 - Comportamento da Testosterona durante as três situações



Fonte: Ramos et al. (2017, p. 456)

Gráfico 3 - Comportamento da Razão T:C durante as 3 situações



Legenda: * diferença estatisticamente significativa entre 12h Pré e Pós Prova ($p < 0,05$); # diferença estatisticamente significativa entre 12h Pré e 24h Pós ($p < 0,05$).

Fonte:

al. (2017, p. 457)

Ramos et

A análise hormonal do cortisol, mostrada no Gráfico 1, revelou um aumento substancial após a competição e 24 horas após, em comparação com o nível 12 horas antes. Este aumento é comumente associado a situações de estresse e é disparado pelo aumento dos níveis cerebrais de dopamina e norepinefrina (RAMOS et al., 2017). No entanto, outros estudos que exploraram a resposta do cortisol ao esforço físico não conseguiram replicar esses resultados. Em uma pesquisa com jogadores de rugby semiprofissionais, não foram encontradas diferenças significativas na resposta do cortisol após um período de treinamento intensivo (NUNES JÚNIOR et al., 2018).

Similarmente, em outro estudo realizado com jogadores de rugby, não foram detectadas alterações relevantes nos níveis de cortisol após um período de treinamento excessivo (LEITE et al., 2015). Em relação aos níveis de testosterona, apesar de haver um aumento de 13% 24 horas após a competição de triatlo, não se observou diferenças estatisticamente significativas. Outras pesquisas que analisaram a resposta da testosterona a atividades físicas extenuantes também chegaram a conclusões semelhantes (RAMOS et al., 2017).

Isso pode ser explicado pelo fato de o triatlo ser uma atividade aeróbica, que tem uma sensibilidade maior ao hormônio cortisol. Nos esportes intermitentes, como o rugby, e no treinamento de resistência, houve um aumento significativo de até 54% na resposta da testosterona (NUNES JÚNIOR et al., 2018). A proporção entre testosterona e cortisol é geralmente utilizada como um indicador do equilíbrio anabólico e catabólico, que tende a aumentar com o processo de fadiga. Este indicador também tem sido apontado como um marcador de treinamento excessivo (RAMOS et al., 2017).

A manutenção deste índice é crucial para ajustar e otimizar o treinamento em atletas. Ademais, vale destacar que, embora os hormônios anabólicos e catabólicos tenham funções diferentes, ambos são necessários para a homeostase corporal. O equilíbrio entre os dois é essencial para garantir que o corpo possa responder e se adaptar adequadamente ao estresse do exercício (FEI, 2023). O treinamento de força, em particular, oferece um exemplo útil desta dinâmica, com a produção de hormônios anabólicos, que favorecem o crescimento e a recuperação muscular, aumentando em resposta ao exercício, ao mesmo tempo em que os hormônios catabólicos fornecem energia para suportar o esforço (FERREIRA; ALVES; GOMES, 2017).

1.2. Efeitos do treinamento de força na produção hormonal

A prática do treinamento de força é capaz de gerar impactos substanciais na produção hormonal, exercendo influência tanto de forma direta quanto indireta sobre a qualidade de vida dos praticantes. Consequentemente, os desafios metabólicos apresentados pelos exercícios de resistência provocam uma diversidade de reações fisiológicas, acarretando em mudanças significativas nos níveis hormonais.

A testosterona, hormônio de natureza anabólico, apresenta resposta notável aos estímulos do treinamento de força. Durante o exercício intenso, o corpo aumenta a produção deste hormônio para promover a recuperação e o crescimento muscular (GONÇALVES; NAVARRO, 2017). Com o tempo, a resposta da testosterona ao treinamento torna-se mais eficiente, permitindo que se obtenham maiores ganhos de massa muscular e força (WANG; WANG, 2023).

Também deve-se destacar a presença de um outro hormônio anabólico influenciado pelo treinamento de força é o hormônio do crescimento (GH). O GH promove a regeneração e o crescimento dos tecidos, além de desempenhar um papel vital na resposta do corpo ao estresse do exercício. Durante o treinamento de força, o corpo libera GH em resposta à demanda aumentada por recuperação e reparo tecidual (PIRES; PIRES; FIGUEIRA, 2017).

No entanto, não são apenas os hormônios anabólicos que respondem ao treinamento de força. O cortisol, um hormônio catabólico, também apresenta alterações em resposta ao exercício. O cortisol é produzido pelas glândulas suprarrenais em resposta ao estresse e serve a função essencial de fornecer energia rápida durante o exercício, através da quebra de proteínas musculares em aminoácidos. Durante o treinamento de força, o aumento da demanda por energia pode levar a um aumento nos níveis de cortisol (SANTOS; MARTINS; FERREIRA, 2021).

Diante desse cenário, um estudo analisou a presença de testosterona e cortisol na prática de exercícios físicos (VIEIRA et al., 2015). As amostras sanguíneas para determinar níveis de Testosterona e Cortisol foram coletadas por uma enfermeira capacitada, antes e após o exercício. Essas coletas aconteceram em um local espaçoso e ventilado. Quanto à atividade física, os participantes passaram por uma fase de adaptação antes do programa de exercícios de força excêntricos. Depois, realizaram um teste de força máxima na cadeira extensora, com um aquecimento geral e subsequente estimativa de carga baseada na capacidade individual de cada um (VIEIRA et al., 2015).

O treino excêntrico iniciou após dois dias de descanso, envolvendo um aquecimento geral e específico, e uma série de exercícios na cadeira extensora, com intervalos de descanso entre as séries e repetições. Para análise estatística, as informações foram processadas através do software BioEstat. As análises incluíram medidas de tendência central e variabilidade dos dados, o coeficiente de correlação de Spearman e o teste t pareado para comparar os valores pré e pós-exercício. A significância foi considerada para ($P < 0,05$). A Tabela 1 apresenta as informações relativas à idade dos participantes, à força mensurada no teste de 10RM, e à composição corporal geral, determinada via bioimpedância, expressas como média e desvio padrão:

Tabela 1 - Valores antropométricos e caracterização da amostra

VARIÁVEIS	VALORES
Idade (anos)	23,10 \pm 3,75
MC (kg)	60,52 \pm 9,25
10 RM (kg)	63,40 \pm 13,09
IMC	23,97 \pm 3,49
%G	32,40 \pm 5,58
MME	22,21 \pm 2,54
MLG	40,59 \pm 4,15

MC= Massa Corporal. 10 RM= 10 repetições máximas.
 IMC= Índice de Massa Corporal. %G= Percentual de Gordura. MME= Massa Muscular Esquelética. MLG = Massa Livre de Gordura.

Fonte: Vieira et al. (2015, p. 11)

Tabela 2 - Valores hormonais da amostra, pré e pós-exercício

Variável	Pré Exercício	Pós Exercício
Testosterona	43,41 \pm 23,17 (ng/dL)*	38,60 \pm 18,94 (ng/dL)*
Cortisol	5,65 \pm 2,00 (mcg/dL)*	7,35 \pm 2,76 (mcg/dL)*

*Nível de significância com ($p < 0,05$).

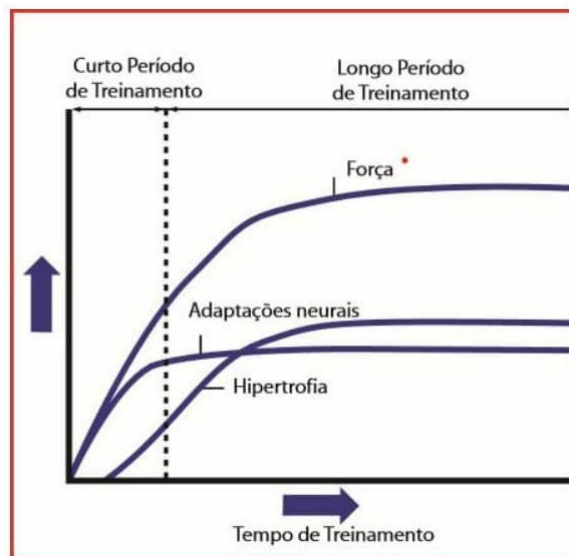
Fonte: Vieira et al. (2015, p. 11)

Com base nas informações contidas nas Tabelas 1 e 2, percebe-se que os níveis de Cortisol antes e após a intervenção mostraram diferenças notáveis, com um aumento nos índices sanguíneos logo após a execução do exercício (pré: $5,65 \pm 2,00$ mcg/dL; pós: $7,35 \pm 2,76$ mcg/dL; $p = 0,0017$). A quantidade de Testosterona também exibiu variações estatisticamente relevantes, com um decréscimo nos valores após o exercício (pré: $43,40 \pm 23,16$ ng/dL; pós: $38,60 \pm 18,93$ ng/dL; $p = 0,01$) (VIEIRA et al., 2015).

Observou-se que durante um período de treinamento de 8 semanas, a secreção de cortisol antes da sessão de treino diminuiu em 38%, enquanto após a sessão, essa concentração aumentou em 48% em relação ao repouso. Indivíduos estressados ou com alta ansiedade tendem a produzir mais cortisol durante o exercício, dificultando a recuperação após o esforço devido à diminuição na produção de testosterona, uma vez que a produção deste hormônio é suprimida pelo aumento do cortisol no sangue (VIEIRA et al., 2015).

A resposta hormonal ao treinamento de força é um processo complexo e multifacetado, influenciado por uma variedade de fatores. A intensidade, a duração e o tipo de exercício podem todos afetar a produção hormonal (SANTOS et al., 2018). Exercícios de alta intensidade e curta duração, por exemplo, são conhecidos por estimular a liberação de testosterona e GH, enquanto exercícios de baixa intensidade e longa duração podem levar a um aumento na produção de cortisol (PIMENTA et al., 2022). O Gráfico 4 demonstra a importância das adaptações neurais e a hipertrofia muscular contribuem para os ganhos de força:

Gráfico 4 - As adaptações neurais e a hipertrofia muscular contribuem para os ganhos de força



Fonte: STLAB (2020, s.p)

Os efeitos do treinamento de força na produção hormonal também podem variar entre indivíduos. A genética, a idade, o sexo e o estado nutricional de uma pessoa podem influenciar a forma como o corpo responde ao exercício (PISA, 2017). Assim, um programa de treinamento que é eficaz para um indivíduo pode não produzir os mesmos resultados para outro. Dessa forma, os efeitos do treinamento de força na produção hormonal têm implicações significativas para a prática esportiva e a promoção da saúde (SANTANA, 2015).

Essa interação entre treinamento de força e produção hormonal reforça a importância de uma abordagem personalizada para o treinamento físico. Dadas as diferenças individuais na resposta hormonal ao exercício, os atletas e treinadores precisam monitorar cuidadosamente os efeitos do treinamento e ajustar os regimes de acordo. Isso pode incluir a variação da intensidade, duração e tipo de exercício, bem como a consideração do tempo de recuperação e das necessidades nutricionais (MARTINS, 2013).

Diante desse cenário, também é importante salientar que, enquanto o treinamento de força pode influenciar a produção hormonal, ele não é o único fator a considerar (HENRIQUES NETO et al., 2017). Nessa perspectiva, há uma ampla gama de outros aspectos como, por exemplo, o estilo de vida, somados a dieta, sono e gerenciamento de estresse, que também podem afetar os níveis hormonais e devem ser considerados (TOURINHO FILHO; MARTINELLI JUNIOR, 2023).

1.2.1. Tipos de treinamento de força e resposta hormonal

Atualmente, há uma ampla gama de tipos de treinamento de força, cada um com suas peculiaridades e nuances. Cada modalidade de treinamento de força tem o potencial de influenciar a produção hormonal de maneiras diferentes. Dessa maneira, examinar as especificidades dessas modalidades pode fornecer uma visão detalhada de como o treinamento de força pode ser otimizado para manipular a resposta hormonal (OLIVEIRA; PERUSSOLO; PIMENTA, 2020).

Treinamento de força resistido, que envolve o uso de pesos livres, máquinas de peso e exercícios com o próprio peso corporal, é uma das modalidades mais estudadas em termos de resposta hormonal (COSTA et al., 2020). Pesos mais pesados e menor número de repetições têm se mostrado particularmente eficazes para estimular a produção de testosterona e GH. Por outro lado, pesos mais leves e um maior número de repetições podem resultar em um aumento da produção de cortisol (STÁBILE et al., 2017).

O treinamento de força de potência, que envolve exercícios explosivos de alta intensidade como levantamentos olímpicos e saltos pliométricos, é outro tipo de treinamento que pode ter efeitos significativos na produção hormonal (FERREIRA NETO et al., 2020). Este tipo de treinamento é conhecido por estimular a liberação de testosterona e GH, provavelmente devido à alta demanda de energia e estresse físico associados a esses exercícios (ARRUDA et al., 2013).

Ademais, há uma outra modalidade de treinamento de força que deve ser destacada. Trata-se do treinamento de resistência muscular, que envolve a utilização de pesos mais leves, assim como demanda um maior número de repetições (OLIVEIRA et al., 2014). Este tipo de treinamento tem se mostrado eficaz para aumentar a produção de GH, possivelmente devido ao estresse metabólico prolongado associado a este tipo de exercício (FLECK; KRAEMER, 2017).

Dessa maneira, tem-se observado que essas diferentes modalidades de treinamento de força apontam para efeitos variados no que tange à produção hormonal, dependendo de fatores como a intensidade, a duração e o tipo de exercício (VIEIRA et al., 2015). Com isso em mente, é possível que a combinação de diferentes tipos de treinamento de força possa ser uma estratégia eficaz para maximizar a resposta hormonal ao exercício (CERQUEIRA; CORRÊA JUNIOR, 2020).

1.2.2. Intensidade do treinamento e resposta hormonal

A intensidade do treinamento de força representa um fator significativo na modulação da resposta hormonal. Neste sentido, é crucial entender como diferentes níveis de intensidade de treinamento influenciam a secreção de hormônios.

A intensidade do treinamento de força é frequentemente medida como uma porcentagem do máximo de uma repetição (1RM), que é a maior quantidade de peso que um atleta pode levantar uma única vez para um exercício específico (COELHO; SIMÕES; LUNZ, 2015). Dessa forma, treinar a uma alta porcentagem de 1RM (por exemplo, 80-90%) pode maximizar a resposta de hormônios anabólicos, como a testosterona e o hormônio do crescimento. Acredita-se que este aumento seja devido ao maior estresse colocado sobre os músculos durante o treinamento de alta intensidade (MARTINS, 2013).

No entanto, a intensidade do treinamento de força também pode influenciar a produção de hormônios catabólicos, como o cortisol. Acredita-se que o cortisol seja liberado em resposta ao estresse e sua produção pode ser aumentada durante o treinamento de alta intensidade (SANTANA, 2015). O aumento do cortisol pode ser benéfico no curto prazo, pois ajuda o corpo a lidar com o estresse do treinamento. Contudo, o aumento crônico do cortisol pode ser prejudicial, pois pode levar ao catabolismo muscular e à fadiga (HENRIQUES NETO et al., 2017).

Tem-se observado que, ao mesmo tempo, o treinamento de baixa a moderada intensidade (por exemplo, 50-70% de 1RM) tem sido associado a uma menor resposta do cortisol, o que pode ser benéfico para a recuperação e prevenção da fadiga (FORNEL, 2018). Todavia, verifica-se que esta intensidade mais baixa de treinamento pode não ser tão eficaz no que concerne ao estímulo à produção de hormônios anabólicos, de modo que tais aspectos negativos não devem ser negligenciados (DE JESUS et al., 2017).

1.3. Adaptações hormonais agudas e crônicas ao treinamento

A prática de exercícios físicos, notadamente o treinamento de força, traz consigo uma série de alterações fisiológicas e bioquímicas no organismo. Entre as alterações mais notáveis estão as adaptações hormonais, que ocorrem tanto de maneira aguda - imediatamente após o exercício - quanto cronicamente - ao longo de semanas, meses ou até anos de treinamento regular (OLIVEIRA; PERUSSOLO; PIMENTA, 2020). O entendimento dessas adaptações hormonais, sejam elas agudas

ou crônicas, é de vital importância para quem busca melhorar o desempenho esportivo ou aprimorar a saúde e o bem-estar (PIRES; FIGUEIRA JÚNIOR; MIRANDA, 2014).

De forma imediata após uma sessão de treinamento de força, ocorre um aumento na concentração sanguínea de vários hormônios, como o hormônio do crescimento, a testosterona e o cortisol. Essa resposta aguda é necessária para reparar e regenerar os tecidos musculares danificados durante o exercício, promovendo assim o crescimento e fortalecimento muscular (RAMOS et al., 2019). O grau dessa resposta hormonal aguda pode variar dependendo de vários fatores, como a intensidade e a duração do exercício, a nutrição pré e pós-treino, a hidratação e o estado de treinamento do indivíduo (PIRES; PIRES; FIGUEIRA, 2017).

Com o treinamento regular, o corpo também passa por adaptações hormonais crônicas, que são mudanças duradouras na produção e na sensibilidade hormonal. Por exemplo, com o treinamento de força prolongado, pode ocorrer um aumento na produção de hormônios anabólicos, como a testosterona, que promovem o crescimento muscular (SANTOS et al., 2018). Além disso, os tecidos musculares podem se tornar mais sensíveis à ação desses hormônios, aumentando assim a eficácia do treinamento de força (FEI, 2023).

Por outro lado, não se pode negligenciar o fato de que, nesse processo, também pode ocorrer uma diminuição na produção de hormônios catabólicos, como o cortisol, que promovem a degradação muscular (SANTOS; MARTINS; FERREIRA, 2021). Essa adaptação crônica ajuda a proteger os músculos contra danos futuros e a promover a recuperação muscular, permitindo assim um maior volume e intensidade de treinamento ao longo do tempo (WANG; WANG, 2023).

Apesar da importância dessas adaptações hormonais, vale ressaltar que elas não ocorrem de maneira isolada. Elas são apenas uma parte do complexo sistema de adaptações que ocorrem no organismo em resposta ao treinamento de força (GONÇALVES; NAVARRO, 2017). O entendimento dessas adaptações permite não só otimizar o desempenho esportivo, mas também promover a saúde em geral (CASSIANO; GOMES; 2020).

Além do impacto sobre a performance física, as respostas hormonais agudas e crônicas também têm implicações para a saúde metabólica, a composição corporal, o sistema imunológico e o sistema nervoso central. A elevação de hormônios anabólicos e a redução de catabólicos, por exemplo, podem auxiliar na melhoria do metabolismo de lipídios e glicose, na regulação do apetite e no equilíbrio energético. Já a

modulação do sistema imunológico e do sistema nervoso central podem influenciar a capacidade de recuperação, a percepção de esforço e até mesmo o estado de humor (FERREIRA; ALVES; GOMES, 2017).

2. INTERSECÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO E TREINAMENTO DE FORÇA NA MODULAÇÃO HORMONAL

2.1. Importância da nutrição e resposta hormonal

Nutrientes e calorias consumidos no cotidiano estabelecem uma ligação profunda com a endocrinologia, sendo fatores moduladores da produção, secreção e atividade hormonal. Compreender a essa interação permite a formulação de estratégias nutricionais que potencializem as respostas hormonais favoráveis ao desempenho e recuperação atléticos (TOURINHO FILHO; MARTINELLI JUNIOR, 2023).

Os macronutrientes - proteínas, carboidratos e gorduras - fornecem o combustível energético para as atividades físicas e fisiológicas. Proteínas e aminoácidos, por exemplo, são essenciais para a síntese de muitos hormônios (PISA, 2017). Peptídeos e proteínas, incluindo muitos hormônios e enzimas, requerem aminoácidos como blocos de construção. Sem ingestão adequada de proteínas na dieta, a capacidade do corpo de produzir esses hormônios essenciais fica comprometida (PIMENTA et al., 2022).

Carboidratos, por outro lado, têm uma relação forte com os níveis de insulina, um hormônio anabólico fundamental que regula o metabolismo energético e promove a síntese de glicogênio e proteínas. Nessa perspectiva, salienta-se que aquelas dietas pobres em carboidratos podem levar a uma redução expressiva na secreção de insulina, prejudicando esses processos anabólicos (MONTEIRO, 2021).

Já no que tange às gorduras dietéticas, há que se destacar que são precursoras de uma ampla gama de hormônios esteroides, incluindo-se os hormônios sexuais como a testosterona (SANTANA, 2015). Adicionalmente, as gorduras são componentes fundamentais das membranas celulares, incluindo as das células do sistema endócrino, o que afeta a liberação e sensibilidade hormonal (FORNEL, 2018).

Micronutrientes também têm uma relevância imensa na endocrinologia. Vitaminas e minerais funcionam como co-fatores para enzimas que atuam na síntese

e metabolismo hormonal. O zinco, por exemplo, é crucial para a função da enzima aromatase, responsável pela conversão de andrógenos em estrogênios. A deficiência de zinco pode resultar em alterações na produção de vários hormônios (COELHO; SIMÕES; LUNZ, 2015).

Nutrientes também têm o poder de influenciar a sensibilidade dos tecidos-alvo aos hormônios. Por exemplo, a deficiência de magnésio tem sido associada à resistência à insulina, onde as células musculares se tornam menos sensíveis à ação da insulina, comprometendo a captação e utilização de glicose (DE JESUS et al., 2017).

Para além dos nutrientes, a ingestão calórica total também tem implicações endócrinas. A restrição calórica severa pode resultar na redução da produção de vários hormônios anabólicos, como a insulina e o hormônio do crescimento, e aumento na produção de hormônios catabólicos, como o cortisol (MARTINS, 2013).

2.1.1. Proteínas e resposta anabólica

Compreender a relação entre proteínas e a resposta anabólica é de suma importância para otimizar o treinamento de força. As proteínas são uma parte essencial da dieta humana e exercem várias funções vitais no corpo, incluindo a construção e reparação de tecidos, como os músculos. Portanto, a ingestão adequada de proteínas é essencial para aqueles que buscam aumentar a massa muscular e a força através do treinamento (MIL-HOMENS, 2022).

Existem vários mecanismos pelos quais as proteínas influenciam a resposta anabólica. Um deles é o estímulo à síntese de proteínas musculares. A ingestão de proteínas resulta em um aumento na concentração de aminoácidos no sangue, o que leva a um aumento na síntese de proteínas musculares e, portanto, a um estado anabólico. Além disso, a ingestão de proteínas após o treinamento de força pode aumentar ainda mais essa resposta, fornecendo aos músculos os aminoácidos necessários para a reparação e crescimento durante o período de recuperação (RAMOS et al., 2019).

Outra forma pela qual as proteínas influenciam a resposta anabólica é por meio da secreção de certos hormônios que promovem o anabolismo. As proteínas podem aumentar a secreção de insulina e o hormônio do crescimento, ambos os quais promovem a síntese de proteínas musculares e o anabolismo. No entanto, é

importante lembrar que nem todas as proteínas são iguais em termos de seu potencial para estimular a resposta anabólica (GONÇALVES; NAVARRO, 2017).

As proteínas de alto valor biológico, que contêm todos os aminoácidos essenciais em proporções adequadas, são particularmente eficazes neste sentido. As fontes de proteínas de alto valor biológico incluem carne, peixe, ovos e laticínios. Por outro lado, as proteínas de baixo valor biológico, que são deficientes em um ou mais aminoácidos essenciais, têm um potencial anabólico menor (SANTOS; MARTINS; FERREIRA, 2021).

Além disso, o tempo da ingestão de proteínas também pode ser um fator importante na resposta anabólica. Dessa maneira, os dados têm evidenciado que, de maneira geral, a ingestão de proteínas imediatamente após o treinamento de força pode maximizar a síntese de proteínas musculares e a resposta anabólica (SANTOS et al., 2018).

2.1.2. Carboidratos e regulação do cortisol

Carboidratos desempenham um papel crucial na regulação do cortisol, um hormônio esteroide que é liberado pela glândula adrenal em resposta ao estresse. O cortisol é muitas vezes referido como o "hormônio do estresse" e tem várias funções no corpo, incluindo a regulação do metabolismo de carboidratos, proteínas e gorduras, a supressão da resposta imunológica e a ajuda na resposta do corpo ao estresse (OLIVEIRA; PERUSSOLO; PIMENTA, 2020).

O treinamento de força é uma forma de estresse físico que pode levar à liberação de cortisol. Enquanto uma certa quantidade de cortisol é necessária para o funcionamento normal do corpo, níveis excessivos podem ser prejudiciais e levar à quebra do tecido muscular, o que é contraproducente para aqueles que buscam aumentar a massa e a força muscular através do treinamento de força (SANTOS; MARTINS; FERREIRA, 2021).

A ingestão de carboidratos pode ajudar a regular a liberação de cortisol em resposta ao treinamento de força. Os carboidratos fornecem glicose, a principal fonte de energia para o corpo. Quando o corpo tem uma fonte adequada de energia, ele não precisa recorrer a outras fontes, como o tecido muscular, para energia. Isso pode ajudar a prevenir a liberação excessiva de cortisol e a subsequente quebra do tecido muscular (FLECK; KRAEMER, 2017).

Além disso, a ingestão de carboidratos pode aumentar a liberação de insulina, um hormônio que, entre outras coisas, ajuda a regular os níveis de açúcar no sangue. A insulina pode ajudar a neutralizar os efeitos do cortisol, promovendo a síntese de glicogênio, a forma armazenada de glicose no corpo, e inibindo a quebra de proteínas musculares. Dito isto, não é apenas a quantidade de carboidratos consumidos que importa, mas também o tipo e o momento da ingestão (COSTA et al., 2020).

Carboidratos de rápida absorção, como os encontrados em alimentos processados e bebidas açucaradas, podem levar a picos rápidos e subsequentes quedas nos níveis de açúcar no sangue, o que pode estimular a liberação de cortisol. Em contraste, carboidratos complexos de digestão lenta, como os encontrados em grãos integrais, legumes e alguns tipos de frutas, fornecem uma liberação mais lenta e sustentada de glicose, que pode ajudar a manter os níveis de cortisol sob controle (STÁBILE et al., 2017).

2.3. Impacto do estado nutricional do atleta na regulação hormonal

O estado nutricional de um atleta representa uma variável decisiva que afeta diretamente o equilíbrio hormonal e o rendimento no treinamento de força. Esta condição nutricional envolve não apenas a qualidade e quantidade dos nutrientes ingeridos, mas também considera o momento adequado de ingestão e o equilíbrio entre as calorias consumidas e gastas.

A relação entre o estado nutricional e a regulação hormonal é complexa e multifacetada. Em condições normais, o corpo mantém um estado de homeostase - um equilíbrio delicado que permite que o organismo funcione efetivamente (RAMOS et al., 2019). Essa homeostase depende, em grande parte, de um equilíbrio nutricional adequado, que garante o fornecimento suficiente de energia e nutrientes para sustentar os processos corporais (FERREIRA; ALVES; GOMES, 2017). Contudo, quando o estado nutricional é inadequado - seja por desnutrição ou superalimentação - este equilíbrio pode ser perturbado, resultando em alterações na regulação hormonal.

Vários hormônios estão envolvidos na regulação do metabolismo, incluindo insulina, glucagon, cortisol, hormônios tireoidianos e hormônios sexuais. O estado nutricional pode influenciar o equilíbrio desses hormônios de várias maneiras (SANTOS; MARTINS; FERREIRA, 2021). Por exemplo, a desnutrição pode levar a um estado de deficiência energética, que pode desencadear respostas hormonais para

conservar energia, como o aumento do cortisol e a diminuição dos hormônios tireoidianos (STÁBILE et al., 2017).

Por outro lado, observa-se que a superalimentação pode levar ao excesso de energia e peso, que pode resultar em resistência à insulina e alterações nos níveis de leptina, hormônios que desempenham papéis cruciais na regulação do metabolismo energético e do apetite (VIEIRA et al., 2015). Ambas as situações - desnutrição e superalimentação - podem afetar adversamente o rendimento no treinamento de força, ao comprometer a recuperação, a síntese proteica e o desempenho (FERREIRA NETO et al., 2020).

Outro fator que contribui para o estado nutricional do atleta é o estado de hidratação. A desidratação pode afetar o equilíbrio dos fluidos corporais e a função celular, o que pode, por sua vez, influenciar a regulação hormonal. Além disso, a desidratação pode comprometer o desempenho no treinamento de força e a recuperação pós-treino, ao reduzir a resistência e o volume de treino (PIRES; FIGUEIRA JÚNIOR; MIRANDA, 2014).

O status de energia do atleta, que se refere ao equilíbrio entre a energia consumida e gasta, também é crucial para a regulação hormonal. Um status energético adequado garante que o atleta tem energia suficiente para sustentar os treinos intensos e a recuperação posterior. No entanto, um desequilíbrio energético - seja por um déficit ou excesso de energia - pode desencadear uma série de respostas hormonais que podem afetar negativamente o treinamento de força (COSTA et al., 2020).

A otimização do estado nutricional do atleta requer uma compreensão clara da interação entre a nutrição e a regulação hormonal, bem como a implementação de estratégias nutricionais individualizadas. A adequação das necessidades calóricas, a distribuição correta de macronutrientes e micronutrientes, o momento de ingestão de nutrientes e a hidratação são aspectos fundamentais a serem considerados (FERREIRA NETO et al., 2020).

Manter um balanço energético positivo é essencial para a promoção de ganhos de força e hipertrofia muscular, evitando catabolismo ou perda de massa magra. Ingestão inadequada de energia pode prejudicar a performance e limitar a capacidade do organismo em se recuperar após os treinos. Compreender o impacto do estado nutricional na regulação hormonal permite a elaboração de estratégias eficazes para melhorar a performance do atleta (ARRUDA et al., 2013).

Há uma relação direta entre ingestão de nutrientes e o ambiente hormonal do organismo. Cada macronutriente tem uma interação específica com o sistema endócrino, influenciando tanto a liberação quanto a ação de diversos hormônios. Macronutrientes não só fornecem energia necessária para a realização dos exercícios de força como também desempenham papel central na sinalização celular que guia a recuperação e adaptação pós-exercício (CERQUEIRA; CORRÊA JUNIOR, 2020).

Outro aspecto relevante na intersecção entre nutrição e regulação hormonal no contexto esportivo é a hidratação. A desidratação pode levar a alterações no equilíbrio hormonal, afetando, por exemplo, a liberação de vasopressina, um hormônio que atua na regulação do equilíbrio hídrico do corpo. A manutenção da hidratação adequada é, portanto, vital para o desempenho e recuperação do atleta (MIL-HOMENS, 2022).

O status de energia - o equilíbrio entre a energia ingerida e a energia gasta - é outra variável crucial na interação entre nutrição e regulação hormonal. Tanto um balanço energético positivo (superávit calórico) quanto negativo (déficit calórico) podem influenciar a regulação hormonal, com impactos na performance, recuperação e adaptações ao treinamento de força (SANTOS et al., 2018).

Com base na complexa relação entre nutrição e regulação hormonal, emerge a necessidade de implementar estratégias nutricionais que considerem o estado nutricional do atleta, a ingestão adequada de nutrientes, a hidratação e o balanço energético. Tais estratégias devem ser personalizadas, levando em conta o tipo de treinamento, os objetivos do atleta, e as demandas energéticas e nutricionais específicas.

2.3.1. Estado de hidratação e resposta hormonal e status de energia e resposta hormonal

A água compõe a maior parte do corpo humano e tem um papel vital na homeostase corporal. A hidratação adequada desempenha um papel significativo em várias funções corporais, incluindo a regulação hormonal. O equilíbrio hídrico é mantido pelo controle do sistema nervoso central, especificamente pelo hipotálamo, que sinaliza a sede e libera hormônios que regulam o equilíbrio hídrico (MARTINS, 2013).

Um dos hormônios relacionados à hidratação é a vasopressina, também conhecida como hormônio antidiurético, que é liberada em resposta à desidratação. A vasopressina atua nos rins para aumentar a reabsorção de água, ajudando a manter

o equilíbrio hídrico. Alterações no estado de hidratação podem, portanto, influenciar a liberação desse hormônio (TOURINHO FILHO; MARTINELLI JUNIOR, 2023).

Além disso, a desidratação pode aumentar a produção de cortisol. O aumento do cortisol pode levar à redução do anabolismo e ao aumento do catabolismo, limitando os ganhos de força e massa muscular. A ingestão adequada de líquidos antes, durante e após o exercício é, portanto, crucial para otimizar a resposta hormonal e a adaptação ao treinamento de força (COELHO; SIMÕES; LUNZ, 2015).

Já o status de energia, ou balanço energético, é o resultado da energia consumida pelo corpo em comparação com a energia gasta. A energia é necessária para todas as funções corporais, incluindo a produção e a ação dos hormônios. Um balanço energético positivo, quando mais energia é consumida do que gasta, é necessário para o crescimento e a recuperação muscular. Por outro lado, um balanço energético negativo, quando mais energia é gasta do que consumida, pode levar a uma perda de massa muscular (CERQUEIRA; CORRÊA JUNIOR, 2020).

O balanço energético também influencia a liberação de vários hormônios. Por exemplo, a insulina é liberada em resposta à ingestão de alimentos e ajuda no transporte de nutrientes para as células. Já a grelina, um hormônio que promove a sensação de fome, é liberada durante períodos de restrição energética. Além disso, a leptina, um hormônio que sinaliza a saciedade, é produzida pelo tecido adiposo e sua concentração está relacionada à quantidade de energia armazenada no corpo (PIRES; FIGUEIRA JÚNIOR; MIRANDA, 2014).

3. VARIAÇÕES INDIVIDUAIS NA RESPOSTA HORMONAL AO TREINAMENTO DE FORÇA

3.1. A individualidade biológica e resposta hormonal e influência do sexo na resposta hormonal

Individualidade biológica, entendida como a singularidade do organismo de cada indivíduo, reflete-se na resposta hormonal ao treinamento de força (MONTEIRO, 2021). Esta resposta singular surge de uma complexa interação entre genética, ambiente e fatores específicos do indivíduo, como idade, sexo, estado nutricional e nível de condicionamento físico. Assim, a resposta hormonal ao treinamento de força

é personalizada, tornando-se um fenômeno individualizado (TOURINHO FILHO; MARTINELLI JUNIOR, 2023).

O conceito de individualidade biológica sugere que cada indivíduo é único, não apenas em características fenotípicas observáveis, mas também em aspectos moleculares e celulares, incluindo a resposta hormonal. O organismo humano é um sistema complexo de sistemas inter-relacionados, e a modulação hormonal não é exceção. As flutuações hormonais em resposta ao treinamento de força são influenciadas por uma série de fatores, entre os quais o estado nutricional, o tipo de exercício, a intensidade do exercício, a duração do exercício e a recuperação pós-exercício (PISA, 2017).

As diferenças individuais nesses parâmetros podem levar a respostas hormonais amplamente divergentes, mesmo que o protocolo de treinamento seja idêntico. Por exemplo, o sexo de um indivíduo também desempenha um papel significativo na resposta hormonal ao treinamento de força (SANTANA, 2015). As diferenças na resposta hormonal entre os sexos são resultado de diferenças na composição hormonal basal, que são moldadas em grande parte por diferenças genéticas e fisiológicas entre os sexos. Os homens, por exemplo, têm níveis significativamente mais altos de testosterona, o que pode afetar a maneira como respondem ao treinamento de força (MARTINS, 2013).

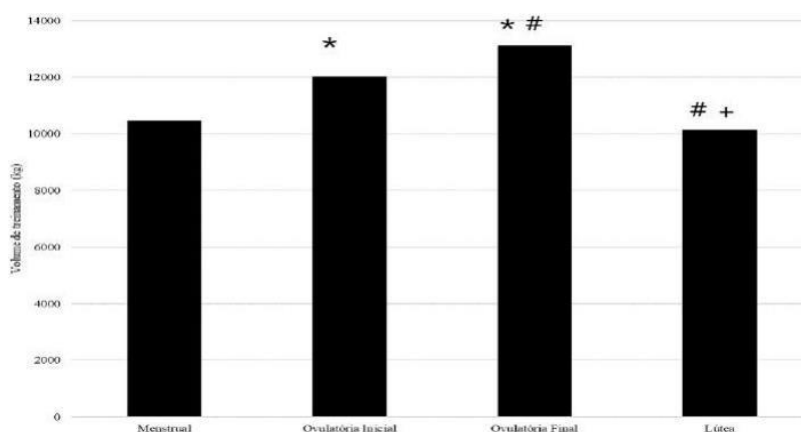
Em contrapartida, as mulheres possuem níveis mais altos de estrogênio, um hormônio que desempenha um papel crucial na regulação da massa óssea e do metabolismo lipídico. Estas diferenças hormonais entre os sexos não são estáticas, mas variam com o ciclo menstrual nas mulheres e com a idade em ambos os sexos (DE JESUS et al., 2017). Por exemplo, as mulheres podem ter uma resposta hormonal diferente ao treinamento de força dependendo da fase do ciclo menstrual em que se encontram, enquanto homens e mulheres podem experimentar mudanças significativas na resposta hormonal ao treinamento de força à medida que envelhecem (FORNEL, 2018).

Um estudo avaliou essas questões (RUTENBERG; CEZNE; VIDAL, 2022). No grupo que não utiliza anticoncepcionais, foi observada uma variação significativa no volume total de treinamento ao longo das diferentes fases do ciclo menstrual, conforme ilustrado no Gráfico 5. Comparando as fases, notou-se um aumento substancial no volume de treinamento da fase menstrual para a ovulatória inicial e da ovulatória inicial para a final, com um tamanho de efeito categorizado como "muito

grande" (4,04 e 6,93, respectivamente). Essa tendência continuou até a fase lútea, com o aumento do volume de treinamento da fase ovulatória final para a lútea mostrando o maior tamanho de efeito observado (7,22).

Portanto, fica evidente que a fase do ciclo menstrual pode ter uma influência considerável na capacidade de treinamento em mulheres que não utilizam anticoncepcionais, como demonstra o Gráfico 5:

Gráfico 5 - Comparação do volume total de treinamento entre as fases do ciclo menstrual no grupo não usuário de anticoncepcional



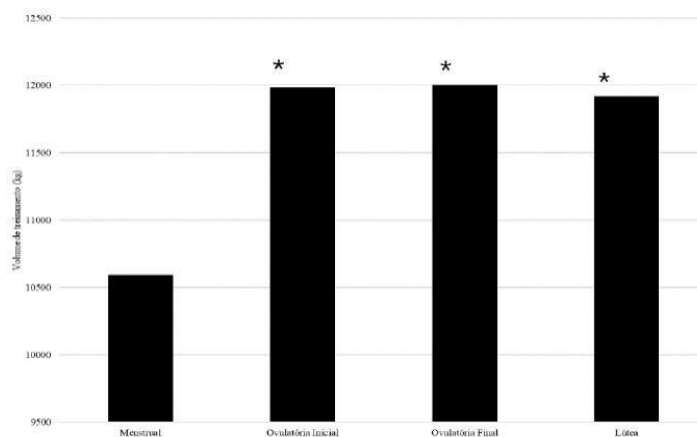
Legenda: * diferença significativa ($p < 0,0001$) para fase menstrual; # diferença significativa ($p < 0,0001$) para fase ovulatória inicial; + diferença significativa ($p < 0,0001$) para fase ovulatória final.

Fonte: Rutenberg, Cezne e Vidal (2022, p. 4)

As informações adquiridas do grupo que não utiliza anticoncepcionais indicam uma forte influência das fases do ciclo menstrual na performance de treino de resistência. Todavia, a fase ovulatória mostrou um aumento notório no volume total de treinamento, culminando num ápice de desempenho no décimo sexto dia (RUTENBERG; CEZNE; VIDAL, 2022). Em relação ao grupo que utiliza anticoncepcionais, foi constatada uma diferença marcante ($p < 0,0001$) quando comparando as fases: menstrual x ovulatória inicial; menstrual x ovulatória final e; menstrual x lútea. O tamanho do efeito entre todas elas foi extremamente grande ($> 1,30$).

As informações coletadas não indicam alterações nas fases além do período menstrual, observando-se uma estabilidade no volume total de peso levantado entre o sétimo e vigésimo quarto dia, com uma queda apenas na semana menstrual, como pode ser visto no Gráfico 6:

Gráfico 6 - Comparação do volume total de treinamento entre as fases do ciclo menstrual no grupo usuário de anticoncepcional



Legenda: * diferença significativa ($p < 0,0001$) para fase menstrual.

Fonte: Rutenberg, Cezne e Vidal (2022, p. 5)

Ao contrastar os grupos, foi encontrada uma diferença notável ($p < 0,0001$) nas fases ovulatória final (com um volume superior para o grupo não usuário de anticoncepcionais; tamanho do efeito: 2,73 – extremamente grande) e lútea (com um volume superior para o grupo usuário de anticoncepcionais; tamanho do efeito: 4,67 – extremamente grande). Ao analisar a escala de percepção de esforço, a diferença ocorreu na fase lútea, favorecendo o grupo usuário de anticoncepcionais, como se pode ver na Tabela 3:

Tabela 3 - Volume de treino e percepção subjetiva de esforço durante diferentes fases do ciclo menstrual

Fase	Volume Total (kg)			Escala de percepção de esforço (PSE)		
	NA	AT	p	NA	AT	p
Menstrual	10.467,5 ± 384,78	10.592,5 ± 510,91	0,5442	9,1 ± 0,87	9,4 ± 0,69	0,4083
Ovulatória inicial	12.023,8 ± 234,68	11.988,8 ± 375,83	0,8056	8,1 ± 0,87	7,9 ± 0,87	0,6157
Ovulatória final	13.134,2 ± 414,63	12.001,5 ± 327,77	<0,0001	8,2 ± 0,78	8,1 ± 0,73	0,7730
Lútea	10.138,2 ± 327,66	11.921,5 ± 381,61	<0,0001	9,6 ± 0,51	8,7 ± 0,67	0,0036

Fonte: Rutenberg, Cezne e Vidal (2022, p. 5)

As medidas na escala de percepção de esforço indicaram uma diferença marcante dentro do grupo não usuário de anticoncepcionais entre as fases menstrual e ovulatória final ($p = 0,01$), menstrual e lútea ($p = 0,05$), ovulatória inicial e lútea ($p < 0,001$) e ovulatória final e lútea ($p = 0,0013$), apontando para um maior cansaço nas semanas menstrual e lútea. Nos mesmos dados do grupo usuário de

anticoncepcionais, houve diferenças notáveis entre menstrual e ovulatória inicial ($p < 0,0001$), menstrual e ovulatória final ($p = 0,0007$), menstrual e lútea ($p = 0,0248$), ovulatória inicial e lútea ($p = 0,0031$) e ovulatória final e lútea ($p = 0,0238$), sugerindo uma maior sensação de fadiga nas semanas menstrual e lútea (RUTENBERG; CEZNE; VIDAL, 2022).

A consideração das diferenças na resposta hormonal entre os sexos pode ajudar a informar a escolha do volume, intensidade e tipo de exercício, assim como a estratégia de recuperação pós-exercício. Assim, no contexto da resposta hormonal ao treinamento de força, a individualidade biológica e a influência do sexo são intrinsecamente interligadas (COELHO; SIMÕES; LUNZ, 2015). Portanto, é importante que os profissionais de saúde estejam cientes da individualidade biológica na resposta hormonal ao treinamento de força e da influência do sexo nessas respostas (COSTA et al., 2020).

Essa compreensão é essencial para garantir que o treinamento de força seja eficaz e seguro para cada indivíduo, independentemente de seu sexo. Olhando além do sexo, outros fatores contribuem para a individualidade biológica na resposta hormonal ao treinamento de força (VIEIRA et al., 2015). Entre esses fatores estão as diferenças genéticas que influenciam a capacidade de um indivíduo de se adaptar ao treinamento de força. Algumas pessoas podem responder de maneira mais eficaz ao treinamento de força, mostrando maior ganho de força e hipertrofia, enquanto outras podem ter uma resposta menos robusta (FERREIRA NETO et al., 2020).

3.1.1. Diferenças na resposta hormonal entre homens e mulheres

Homens e mulheres possuem perfis hormonais distintos, o que resulta em diferentes respostas ao treinamento de força (CERQUEIRA; CORRÊA JUNIOR, 2020).

Dentre os principais hormônios envolvidos na resposta ao treinamento de força estão o cortisol, a testosterona e o hormônio do crescimento. Em relação ao cortisol, conhecido como hormônio do estresse, a resposta a exercícios de alta intensidade pode ser mais acentuada em mulheres do que em homens, o que pode ter implicações para a recuperação e a adaptação ao treinamento (FLECK; KRAEMER, 2017).

Por outro lado, a testosterona, um hormônio anabólico importante para a síntese de proteínas musculares e, conseqüentemente, para a hipertrofia muscular, é encontrada em quantidades significativamente maiores em homens do que em

mulheres. Esta diferença hormonal é uma das razões pelas quais homens geralmente exibem maior ganho de força e massa muscular em resposta ao treinamento de força (ARRUDA et al., 2013).

O hormônio do crescimento, que também desempenha um papel crucial na regeneração e crescimento muscular, apresenta respostas semelhantes ao treinamento de força em ambos os sexos. No entanto, a influência do ciclo menstrual na secreção desse hormônio em mulheres pode levar a variações nas respostas ao treinamento durante diferentes fases do ciclo. Contudo, outra diferença notável diz respeito ao estradiol, um hormônio esteróide sexual feminino (STÁBILE et al., 2017).

Enquanto os níveis de estradiol variam ao longo do ciclo menstrual e podem afetar a resposta ao treinamento de força, essa variável hormonal não está presente em homens. Estas diferenças hormonais não apenas afetam a resposta imediata ao treinamento, mas também a adaptação a longo prazo ao treinamento de força. Por exemplo, diferenças na regulação hormonal podem explicar por que homens e mulheres tendem a exibir diferentes padrões de hipertrofia muscular em resposta ao treinamento de força (OLIVEIRA; PERUSSOLO; PIMENTA, 2020).

Ainda assim, apesar das diferenças na resposta hormonal ao treinamento de força, é importante destacar que tanto homens quanto mulheres podem alcançar ganhos significativos de força e melhorias na composição corporal através do treinamento de força. Em termos práticos, estas diferenças na resposta hormonal sugerem que programas de treinamento de força podem precisar ser personalizados de acordo com o sexo (FEI, 2023).

3.2. Efeito da idade na regulação hormonal e mudanças na resposta hormonal ao longo da vida

Evolução no campo das ciências biológicas resultou na compreensão de que a idade exerce uma influência inegável na regulação hormonal e, conseqüentemente, na resposta ao treinamento de força. O progresso dos anos modifica aspectos fundamentais da fisiologia humana, inclusive o sistema endócrino, que tem um papel importante na modulação do desempenho físico (FERREIRA; ALVES; GOMES, 2017).

Ao longo da vida, ocorrem mudanças significativas na secreção e sensibilidade aos hormônios, refletindo diretamente na resposta ao treinamento de força. No período da infância e adolescência, há um aumento acentuado nos níveis de vários hormônios anabólicos, como a testosterona e o hormônio do crescimento, que são

cruciais para o desenvolvimento de massa muscular e força. Já na idade adulta, há uma estabilização desses níveis hormonais (MIL-HOMENS, 2022).

Na terceira idade, a regulação hormonal sofre declínio, uma característica conhecida como somatopausa. A somatopausa é definida pela diminuição na produção de hormônios anabólicos, particularmente o hormônio do crescimento e a testosterona. Essa diminuição hormonal está associada à perda de massa muscular e de força, fenômeno conhecido como sarcopenia. Apesar dessas mudanças, estudos mostram que o treinamento de força pode mitigar a perda de massa muscular e de força em indivíduos mais velhos, graças à capacidade do exercício de estimular a produção hormonal (RAMOS et al., 2019).

O treinamento de força provoca um aumento na produção de hormônios anabólicos, mesmo em idosos, o que pode ajudar a combater a sarcopenia e melhorar a qualidade de vida. Porém, é preciso considerar que a resposta hormonal ao treinamento de força em pessoas mais velhas é menor se comparada à de indivíduos jovens. Dessa forma, observa-se que, apesar de o treinamento de força induzir um aumento na secreção hormonal em idosos, esse aumento é menos acentuado do que em indivíduos jovens (WANG; WANG, 2023).

A despeito do declínio hormonal associado à idade, a manutenção de um estilo de vida ativo, incluindo o treinamento de força regular, pode promover a saúde hormonal e física ao longo da vida. Assim, os profissionais de saúde são encorajados a promover o treinamento de força entre indivíduos de todas as idades (SANTOS; MARTINS; FERREIRA, 2021).

3.2.1. Implicações genéticas na modulação hormonal pelo treinamento de força, genótipo e resposta hormonal ao treinamento de força

O genótipo de um indivíduo, uma composição genética específica, desempenha um papel crucial na determinação da maneira como o corpo responde ao treinamento de força. Estudos recentes mostram que as diferenças genéticas podem explicar a variabilidade na resposta hormonal após o treinamento de força. Isso ressalta o fato de que cada corpo é único, e a resposta de cada um ao treinamento de força também será (TOURINHO FILHO; MARTINELLI JUNIOR, 2023).

Os genes estão intimamente envolvidos na regulação hormonal. Eles são responsáveis pela codificação das proteínas que formam os receptores de hormônios, bem como os hormônios propriamente ditos. Portanto, variações em genes

específicos podem influenciar a forma como um indivíduo responde hormonalmente ao treinamento de força. Por exemplo, um indivíduo pode ter um genótipo que favorece a secreção de hormônios anabólicos, como a testosterona, durante o exercício. Isso pode resultar em ganhos mais significativos de força e massa muscular em comparação a indivíduos com genótipos diferentes (PISA, 2017).

Estudos genômicos amplos associaram vários genes a uma resposta hormonal ao treinamento de força. Esses genes incluem aqueles envolvidos na síntese e degradação de hormônios, bem como na sinalização hormonal. Nessa perspectiva, algumas variações genéticas associadas a esses processos foram associadas a diferenças na resposta hormonal ao treinamento de força (COELHO; SIMÕES; LUNZ, 2015).

Ainda assim, é importante ressaltar que, apesar do papel crucial que o genótipo desempenha na resposta hormonal ao treinamento de força, ele é apenas um dos muitos fatores envolvidos. Fatores ambientais, como a dieta e o estilo de vida, também desempenham papéis importantes. Portanto, embora o genótipo possa fornecer algumas dicas sobre como um indivíduo pode responder ao treinamento de força, ele não determina essa resposta de maneira absoluta (MARTINS, 2013).

Por fim, é crucial reconhecer que, apesar do papel que o genótipo desempenha na resposta hormonal ao treinamento de força, o esforço e a dedicação ao treinamento ainda são fundamentais. Independentemente do genótipo, o treinamento de força regular, acompanhado de uma dieta adequada e um estilo de vida mais saudável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desta pesquisa consistiu em elucidar a influência do treinamento de força na concentração de hormônios anabólicos e catabólicos em atletas e identificar os fatores que podem moderar essa relação. Com uma avaliação aprofundada da literatura existente e com base em uma abordagem multissistêmica, o objetivo foi alcançado por meio de uma exploração cuidadosa dos múltiplos sistemas e fatores que contribuem para a resposta hormonal ao treinamento de força.

A questão central que a pesquisa procurou responder foi: como o treinamento de força influencia a concentração de hormônios anabólicos e catabólicos em atletas e quais fatores podem moderar essa relação? Como resposta, o trabalho concluiu que o treinamento de força provoca variações significativas na concentração de hormônios anabólicos e catabólicos. Isso se deve à natureza adaptativa do corpo humano, que responde ao estresse do treinamento de força com a alteração dos níveis hormonais para facilitar a recuperação e o crescimento muscular.

A influência desses ajustes hormonais é significativa e pode ser a chave para entender como os atletas se recuperam, se adaptam e melhoram o desempenho. Na análise da influência do treinamento de força na concentração de hormônios anabólicos e catabólicos, observou-se que a resposta hormonal é influenciada por uma série de fatores, incluindo a duração e intensidade do treinamento, a dieta e o estado nutricional do atleta, o nível de hidratação, o estado de energia, além das diferenças individuais como sexo, idade e genótipo.

Em particular, a dieta e o estado nutricional demonstraram desempenhar um papel importante na modulação da resposta hormonal ao treinamento de força, com efeitos observados na regulação do cortisol e na promoção de um ambiente hormonal mais anabólico. Além disso, as diferenças individuais, como sexo, idade e genótipo, foram reconhecidas como fatores críticos na determinação da resposta hormonal ao treinamento de força, levando à necessidade de uma abordagem individualizada para a prescrição de treinamento.

Considerando essas descobertas, fica evidente que o treinamento de força tem o potencial de influenciar substancialmente a concentração de hormônios anabólicos e catabólicos. No entanto, essa resposta não é uniforme entre todos os atletas, sendo moderada por vários fatores. Por essa razão, é fundamental que os profissionais envolvidos na prescrição e implementação de programas de treinamento de força

considerem esses fatores para garantir que as adaptações hormonais desejadas sejam alcançadas. A compreensão dessas variáveis pode permitir que treinadores e atletas otimizem as respostas hormonais ao treinamento de força, melhorando o desempenho e a recuperação.

No que diz respeito ao primeiro objetivo específico, que buscava investigar a importância da nutrição e sua influência na resposta hormonal, os resultados destacaram a relevância de uma alimentação adequada para otimizar as adaptações hormonais ao treinamento de força. Foi observado que a ingestão de nutrientes, em particular as proteínas, desempenha um papel crucial na resposta anabólica, favorecendo o desenvolvimento muscular e a recuperação pós-exercício. Além disso, os carboidratos desempenham um papel importante na regulação do cortisol, hormônio catabólico associado ao estresse e à degradação muscular. Esses achados destacam a importância da nutrição como uma ferramenta poderosa para modular a resposta hormonal ao treinamento de força.

O segundo objetivo específico visava explorar as variações individuais na resposta hormonal ao treinamento de força, com foco nas diferenças entre homens e mulheres. Os resultados revelaram que, apesar de algumas semelhanças, existem diferenças marcantes na resposta hormonal entre os sexos. As mulheres tendem a apresentar níveis mais baixos de hormônios anabólicos, como a testosterona, em comparação aos homens, o que pode influenciar a adaptação muscular. Além disso, a fase menstrual e os níveis hormonais flutuantes ao longo do ciclo menstrual também podem afetar a resposta hormonal. Esses achados destacam a importância de considerar as diferenças de gênero ao desenvolver programas de treinamento de força e prescrições nutricionais para atletas.

O terceiro objetivo específico abordou as implicações genéticas na modulação hormonal pelo treinamento de força, com foco no genótipo e na resposta hormonal. Os resultados revelaram que as características genéticas individuais podem influenciar a resposta hormonal ao treinamento de força. Diferenças no perfil genético podem afetar a sensibilidade dos receptores hormonais, a produção de enzimas relacionadas ao metabolismo hormonal e a expressão gênica associada à resposta anabólica. Esses achados destacam a importância de considerar o perfil genético dos atletas ao prescrever programas de treinamento de força, a fim de otimizar a resposta hormonal e, conseqüentemente, o desempenho atlético.

Embora esta pesquisa tenha fornecido compreensão sobre a relação entre treinamento de força e resposta hormonal, é importante reconhecer algumas limitações enfrentadas ao longo do estudo. Uma das limitações foi a falta de estudos longitudinais de longo prazo, que poderiam fornecer uma visão mais abrangente das alterações hormonais ao longo do tempo em resposta ao treinamento de força. Além disso, a heterogeneidade dos participantes, como diferenças de idade, níveis de condicionamento físico e histórico de treinamento, pode ter influenciado as respostas hormonais e limitado a generalização dos resultados.

Considerando essas limitações, é necessário direcionar esforços para futuras pesquisas que preencham essas lacunas. Estudos longitudinais de longo prazo, com amostras mais homogêneas e controles rigorosos, poderiam fornecer uma compreensão mais detalhada das adaptações hormonais ao treinamento de força em diferentes populações. Além disso, investigações mais aprofundadas sobre a influência de fatores como a genética, a nutrigenômica e a interação entre hormônios específicos são áreas promissoras para estudos futuros. Com uma abordagem multidisciplinar e a integração de tecnologias avançadas, como a genômica e a metabolômica, podemos obter uma compreensão mais precisa e abrangente dos mecanismos subjacentes à resposta hormonal ao treinamento de força.

Em conclusão, esta pesquisa desempenhou um papel exploratório da complexa interação entre treinamento de força e resposta hormonal em atletas. Os resultados obtidos forneceram compreensão sobre a importância da nutrição, as diferenças de gênero e as implicações genéticas na modulação hormonal. No entanto, é necessário continuar a investigar e aprofundar nosso conhecimento nesse campo em constante evolução. A compreensão aprimorada dos mecanismos e das variáveis que influenciam a resposta hormonal ao treinamento de força permitirá que profissionais do esporte desenvolvam estratégias mais eficazes para otimizar o desempenho, a recuperação e a saúde dos atletas.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, A. F. S. de. et al. Monitoramento do nível de estresse de atletas da seleção brasileira de basquetebol feminino durante a preparação para a Copa América 2009. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 1, p. 44-47, 2013.
- CASSIANO, S.; GOMES, V. S.; PIMENTA, T. F. Treinamento de força para prevenção em atletas de voleibol. **Anais do EVINCI - UniBrasil**, v. 6, n. 1, p. 87-87, 2020.
- CERQUEIRA, H. S. C.; CORRÊA JUNIOR, M. Interação entre nutrientes e o eixo GH-/IGF-I. **RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 14, n. 85, p. 222-232, 2020.
- COELHO, S. M. H.; SIMÕES, R. D.; LUNZ, W. Desequilíbrio hormonal e disfunção menstrual em atletas de ginástica rítmica. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 37, n. 3, p. 222-229, 2015.
- COSTA, Y. P. et al. Voleibol de Praia: Análise Temporal e Respostas Endócrinas de Atletas de Nível Nacional. **Motricidade**, v. 16, n. 4, p. 379-385, 2020.
- DE JESUS, J. S. et al. Respostas da razão testosterona/cortisol no Triathlon distância olímpica. **RBPFX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 11, n. 67, p. 453-460, 2017.
- FEI, Z. Influências do treinamento de força sobre o desempenho nos atletas de artes marciais. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 29, p. 1-4, 2023.
- FERREIRA NETO, L. C. et al. Respostas de cortisol e testosterona em jogadores de futebol: uma revisão de literatura. **Revista Kinesis**, v. 36, n. 3, p. 141-153, 2014.
- FERREIRA, J. F.; ALVES, B. P.; GOMES, D. A. Efeito do treinamento de força máxima sobre o desempenho motor no Jump Test e no teste de 1RM em atletas de Futsal. **RBFF - Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 9, n. 34, p. 314-319, 2017.
- FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Porto Alegre, RS: Artmed Editora, 2017.
- FORNEL, R. G. **Concentrações séricas de GH, IGF-I, IGFBP-3, CK e LDH de jogadores de futebol adolescentes durante período competitivo**. 2018. 57f. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2018.
- GONÇALVES, R. A.; NAVARRO, A. C. A influência do treinamento de força especial explosiva pliométrica para membros inferiores em saltos e velocidade. **RBFF - Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 9, n. 32, p. 64-69, 2017.
- HENRIQUES NETO, D. M. et al. Avaliação da intensidade de um teste de força específico em Judô segundo resposta hormonal. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFX)**, v. 11, n. 69, p. 650-660, 2017.

LEITE, M. A. F. de. J. et al. Análise do pico de potência de membro superior em jogadores amadores de rugby. **Conexões**, v. 13, n. 2, p. 1-14, 2015.

MARTINS, A. O. **Cortisol e testosterona salivares como biomarcadores de estresse e recuperação em atletas de corrida de aventura**. 2013. 88f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia do Exercício) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2013.

MIL-HOMENS, P. Fatores hormonais e sinais anabólicos no treino de força. *In*: MIL-HOMENS, P.; CORREIA, P. P.; MENDONÇA, G. V. de. **Treino da Força**. Volume 1. Lisboa, Portugal: Universidade de Lisboa, 2022. p. 95-116.

MONTEIRO, D. P. P. F. **Cinética do eixo GH/IGF-I em fisiculturistas do sexo feminino ao longo de uma preparação para competição**. 2021. 51f. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2021.

NUNES JÚNIOR, A. de. O. et al. Effects of high-intensity inspiratory muscle training in rugby players. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, p. 216-219, 2018.

OLIVEIRA, B. O. P. de. et al. Respostas hormonais ao exercício físico: uma revisão das alterações na testosterona e cortisol. **Revista Movimenta**, v. 7, n. 4, p. 2014, 2018.

OLIVEIRA, D. B. de.; PERUSSOLO, I.; PIMENTA, T. F. da. F. Como o treinamento de força pode influenciar os atletas de artes marciais. **Anais do EVINCI - UniBrasil**, v. 6, n. 1, p. 128-128, 2020.

PIMENTA, E. M. et al. Influência da densidade de jogos na demanda fisiológica de jogadores de futebol durante uma temporada competitiva. **RBPFOX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 16, n. 106, p. 602-613, 2022.

PIRES, G. P.; FIGUEIRA JÚNIOR, A.; MIRANDA, M. L. de. Treinamento de força para nadadores competitivos: uma revisão sistemática acerca dos métodos e dos resultados na força muscular e desempenho na natação. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 22, n. 2, p. 148-162, 2014.

PIRES, G. P.; PIRES, K. C.; FIGUEIRA, A. J. Efeitos de 14 semanas de treinamento de força com periodização linear e ondulatória diária nas variáveis cinemáticas de jovens atletas de natação competitiva. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 39, n. 3, p. 291-298, 2017.

PISA, M. F. **Estudo dos possíveis efeitos do treinamento físico ao longo de uma temporada de treinamento sobre o eixo GH/IGF-I, proteínas de ligação dos IGFs em atletas de voleibol**. 2017. 53f. Dissertação (Mestrado em Educação Física e Esporte) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2017.

RAMOS, D. et al. Treinamento proprioceptivo na prevenção da lesão de entorse de tornozelo em atletas: uma revisão sistemática. **DêCiência em Foco**, v. 3, n. 1, p. 118-128, 2019.

RAMOS, R. A. et al. Respostas da razão testosterona/cortisol no Triathlon distância olímpica. **RBPFX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 11, n. 67, p. 453-460, 2017.

RUTENBERG, J.; CEZNE, A. F.; VIDAL, R. G. Os efeitos das fases do ciclo menstrual no volume total de treinamento de força. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. 1-8, 2022.

SANTANA, S. H. Relação cortisol/testosterona em atletas de futebol: um estudo de revisão sistemática. **RBFF - Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 7, n. 26, p. 435-440, 2015.

SANTOS, J. P. C. dos.; MARTINS, G. H. da. S.; FERREIRA, J. C. de. S. O uso da creatina no treinamento de força e na melhoria do desempenho físico. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e59101119410-e59101119410, 2021.

SANTOS, L. S. et al. Comparação da fadiga muscular localizada entre atletas de Handebol e praticantes do treinamento de força verificada através de eletromiografia. **RBPFX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 12, n. 79, p. 1001-1009, 2018.

STÁBILE, L. et al. Uma breve revisão: a utilização da suplementação de creatina no treinamento de força. **Rev. Odontol. Araçatuba.**, v. 38, n. 1, p. 14-18, 2017.

TOURINHO FILHO, H.; MARTINELLI JUNIOR, C. E. Puberdade, sistema GH/IGF e treinamento físico em atletas jovens: uma revisão narrativa. **RBPFX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 17, n. 108, p. 170-180, 2023.

VIEIRA, V. B. et al. Respostas agudas de testosterona e cortisol em mulheres não treinadas ao exercício excêntrico. **Programa de Iniciação Científica-PIC/UniCEUB-Relatórios de Pesquisa**, v. 1, n. 1, 2015.

WANG, L.; WANG, X. Treinamento de força muscular no centro abdominal em atletas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 29, p. 1-4, 2023.