

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO – UNISAGRADO

HELOISA VIDAL COSTA

ANÁLISE DOS EFEITOS HORMONAIIS DA TESTOSTERONA E GH NO
DESEMPENHO FÍSICO ESPORTIVO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

BAURU

2022

HELOISA VIDAL COSTA

ANÁLISE DOS EFEITOS HORMONAIS DA TESTOSTERONA E GH NO
DESEMPENHO FISICO ESPORTIVO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do
título de bacharel em Biomedicina - Centro
Universitário Sagrado Coração.

Orientadora: Prof.^a Dra. Thainá Valente
Bertozzo

BAURU

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

C837a	<p>Costa, Heloisa Vidal</p> <p>Análise dos efeitos hormonais da testosterona e GH no desempenho físico esportivo: uma revisão de literatura / Heloisa Vidal Costa. -- 2022. 26f. : il.</p> <p>Orientadora: Prof.^a M.^a Thainá Valente Bertozzo Coorientadora: Prof.^a Dra. Andrea Mendes Figueiredo</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP</p> <p>1. Desempenho Físico. 2. Hormônio Somatotrófico. 3. Metabolismo Hormonal. 4. Prática Esportiva. 5. Testosterona. I. Bertozzo, Thainá Valente. II. Figueiredo, Andrea Mendes. III. Título.</p>
-------	---

HELOISA VIDAL COSTA

ANÁLISE DOS EFEITOS HORMONAIIS DA TESTOSTERONA E GH NO
DESEMPENHO FÍSICO ESPORTIVO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do
título de bacharel em Biomedicina - Centro
Universitário Sagrado Coração.

Aprovado em: ___/___/___.

Banca examinadora:

Prof.^a Dra. Thainá Valente Bertozzo (Orientadora)
Centro Universitário Sagrado Coração

Prof.^a Dra. Fernanda Furlanetto Bellantani
Centro Universitário Sagrado Coração

AGRADECIMENTOS

Começarei agradecendo as pessoas mais importantes em minha vida e que não saíram do meu lado em nenhum minuto. Minha mãe Daniele, meu pai Ademir, meu irmão João Miguel, minha avó Maria Lúcia, meu tio Douglas, minha tia Ana Lúcia e minha prima Ana Laura. Estas pessoas foram importantes durante todo o meu processo dentro da instituição e em toda a caminhada na vida adulta.

Agradeço a Deus por todos os momentos de bênçãos e por ter me dado forças para enfrentar todas as dificuldades, agradeço a Nossa Senhora de Aparecida por ter me dado coragem e apoio quando mais precisei e a minha padroeira Nossa Senhora das Graças por ter me dado graças e resiliência durante todo o ano e por não me deixar desamparada nos momentos de fragilidade.

Agradeço as minhas amigas Bárbara, Camila, Isabela, Jordanna e Stefani pois sem elas não conseguiria me manter alegre e não enfrentaria todos os obstáculos que encontrei pelo caminho. Elas me ensinam todos os dias sobre o verdadeiro sentido da palavra amizade e de como é importante ter pessoas alegres, boas, inteligentes e de fé ao meu lado.

Venho agradecer também uma das pessoas mais importantes que encontrei durante toda a minha jornada. A minha amiga, a minha alma gêmea, a minha brilhantíssima companheira Andressa. Só tenho a agradecer por todos os ensinamentos que pude ter ao lado dela, por tê-la ao meu lado nos momentos onde mais precisei, nos momentos de tristezas, de desespero, angústia e dor. Com ela aprendi que compartilhar os sentimentos, por mais ruins que eles sejam, quando vividos com quem amamos, se tornam pequenos e que o amor se torna maior que quaisquer obstáculos.

E por último venho agradecer a instituição UNISAGRADO que me acolheu durante esses 4 anos, sendo acolhedora, prestativa em todos os momentos necessários e que me apresentou pessoas maravilhosas e profissionais de excelência como minha coorientadora Andrea Mendes Figueiredo, minha orientadora Thainá Valente Bertozzo a quem devo toda a minha gratidão por me auxiliar em todos os momentos durante a escrita deste trabalho e venho agradecer a minha banca Fernanda Furlanetto Bellentani por aceitar este convite e participar do momento de apresentação.

“O que não provoca minha morte faz com que eu fique mais forte” (Nietzsche Friedrich).

RESUMO

A fisiologia do exercício baseia-se no estudo do corpo humano somados aos efeitos orgânicos frente ao exercício físico. A fisiologia do esporte e exercícios possui grande influência na parte mecânica, física, bioquímica e metabólica das funções dos seres vivos. Dentre essas funções, pode-se citar o metabolismo hormonal, que possui importante papel no corpo humano, já que os hormônios são reguladores fisiológicos. Quando se estuda o metabolismo hormonal junto da prática esportiva, se faz presente o entendimento de que frente a um estresse estímulos são gerados que provocam secreções de certos hormônios e inibem outros. Dentre os principais hormônios que são liberados durante o exercício físico pode-se citar o GH e a testosterona, que respectivamente são conhecidos por crescimento ósseo e de tecidos moles e estimulador da síntese de proteína. Entretanto, muitos atletas os utilizam de maneira sintética, obtendo efeitos adversos destes hormônios na prática física. O objetivo deste trabalho foi investigar e descrever os aspectos metabólicos relacionados aos hormônios supracitados e descrever suas alterações frente a prática do exercício físico e esportes, bem como as alterações causadas pelo uso indiscriminado em suas formas sintéticas. Para isso foi realizado um estudo descritivo baseado em levantamento bibliográfico de trabalhos e artigos publicados nos últimos anos, nas principais bases de dados como Scielo, Pumed e Google Acadêmico. Ao final deste estudo foi possível concluir que a prática de esportes está intimamente relacionada à liberação de hormônios, e que é necessário constância de treino e progressão de carga para que os efeitos dos mesmos sejam notados eficientemente. Além disso, percebeu-se que a utilização de compostos sintéticos sem acompanhamento pode levar à efeitos adversos como irritabilidade, hipertrofia do coração, atrofia dos testículos em homens e características masculinas em mulheres que podem atrapalhar o desempenho fisiológico do indivíduo.

Palavras-chave: Desempenho físico. Hormônio somatotrófico. Metabolismo hormonal. Prática esportiva. Testosterona.

ABSTRACT

Exercise physiology is based on the study of the human body in addition to the organic effects of physical exercise. The physiology of sport and exercise has a great influence on the mechanical, physical, biochemical and metabolic part of the functions of living beings. Among these functions, hormonal metabolism can be mentioned, which plays an important role in the human body, since hormones are physiological regulators. When studying the hormonal metabolism with the practice of sports, the understanding is present that, in the face of stress, stimuli are generated that cause secretion of certain hormones and inhibit others. Among the main hormones that are released during physical exercise, we can mention GH and testosterone, which are respectively known for bone and soft tissue growth and protein synthesis stimulator. However, many athletes use them synthetically, obtaining adverse effects of these hormones in physical practice. The aim of this work was to investigate and describe the metabolic aspects related to the aforementioned hormones and describe their changes in the physical exercise and sports, as well as the changes caused by the indiscriminate use in their synthetic forms. For this, a descriptive study was carried out based on a bibliographic survey of works and articles published in recent years, in the main databases such as Scielo, Pumed and Google Scholar. At the end of this study, it was possible to conclude that the practice of sports is closely related to the release of hormones, and that constant training and load progression are necessary for their effects to be noticed efficiently. In addition, it was noticed that the use of synthetic compounds without monitoring can lead to adverse effects that can disrupt the physiological performance of the individual.

Keywords: Physical performance. Somatrophic hormone. Hormonal metabolism. Sports practice. Testosterone.

LISTA DE ABREVIATURAS

EAA	Esteroides anabolizantes androgênicos
IGF	Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 ou somatomedina C
PTN	Proteína

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	12
3	METODOLOGIA	13
4	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	14
4.1	FISIOLOGIA HUMANA E INTERAÇÃO COM EXERCÍCIO FÍSICO	14
4.2	IMPORTÂNCIA DOS HORMÓNIOS NO DESEMPENHO FÍSICO ESPORTIVO 15	
4.2.1	Testosterona.....	16
4.2.2	Utilização da forma sintética da testosterona.....	18
4.2.3	Somatotropina (GH)	21
5	CONSIDERAÇÃO FINAL	23

1 INTRODUÇÃO

A fisiologia do exercício e esporte baseia-se no conhecimento que vem da fisiologia humana somados aos estudos dos efeitos agudos e crônicos do exercício sobre estruturas e funções do corpo humano. A prática esportiva é uma das disciplinas consideradas mais tradicionais em relação ao campo de estudo biológico, principalmente quando refere-se à interação entre as funções orgânicas e como estas respondem e se adaptam aos estresses causados pelo esforço físico. Além disso, também investiga a interação entre diferentes efeitos do exercício físico e a influência dos estressores ambientais (FORJAZ & TRICOLO, 2011).

Segundo FORJAZ & TRICOLO (2011), a fisiologia do esporte e exercício caracteriza-se também pelo estudo das múltiplas funções mecânicas, físicas, bioquímicas e metabólicas dos seres vivos, utilizando conceitos da física e química para explicar funções vitais dos diferentes organismos e as adaptações frente aos estímulos.

As funções metabólicas hormonais têm total atuação sobre o corpo, já que os hormônios são reguladores fisiológicos. O hormônio é uma substância química secretada por células específicas ou glândulas endócrinas que atuam no sangue, nos órgãos ou na linfa, e, frente a determinadas quantidades (pequenas/elevadas), provocam uma resposta fisiológica (CANALI & KRUEL, 2017).

A junção do metabolismo hormonal com o exercício se faz presente a partir do entendimento de que frente à uma atividade física são gerados estímulos que provocam a secreção de certos hormônios, e a inibição de outros. Não se sabe ao certo os mecanismos pelos quais acontecem as alterações nos ritmos desta secreção e nem nos seus níveis plasmáticos, mas podemos acreditar que existe motivos para que ocorra alterações (CANALI & KRUEL, 2017).

Alguns hormônios que são estimulados com o esporte e atividade físicas são o GH (*human Growth Hormone* - ou também somatotropina), testosterona, hormônio tireoestimulante, adrenocorticotropina, FHS, prolactina e vasopressina (ADH).

Segundo FELTRACO, BALBINOT & LARA (2008), o GH ou também conhecido como somatotrofina, é um hormônio anabólico importante e têm recebido muita atenção nos últimos anos. O mesmo é produzido pela hipófise anterior e exerce funções de crescimento ósseo e de tecidos moles. A principal ação do GH é considerada indireta sobre o crescimento, já que o mesmo age diretamente sobre células do fígado, ligando-se ao seu receptor e assim, induzindo uma série de eventos que acabam resultando na produção do fator de crescimento semelhante à insulina IGF-1 ou somatomedina C. O GH encontra-se em elevadas

concentrações durante o exercício, sendo que, quanto mais intenso o exercício, maior será a concentração liberada (CRUZAT, V, et al., 2008). A somatotrofina (GH) pode promover lipólise, e, a partir da realização de exercícios regulares, sua taxa de secreção aumenta, conseqüentemente contribuindo para a diminuição da obesidade (CRUZAT, V, et al., 2008)

Outro hormônio muito específico do treinamento esportivo é a testosterona. Esta é descrita como um potente estimulador da síntese de proteína, e isso se dá através da interação do hormônio com seu receptor nas células musculares. A testosterona é muito utilizada por influenciar a produção de força, já que estimula a transição das fibras tipo II para um perfil mais glicolítico. Influencia também o aumento da liberação do fator de crescimento que se assemelha à insulina I (IGF-I), sendo mediada por sua influência na amplitude de pulsos do hormônio do crescimento (GH), além de influenciar os neurotransmissores importantes para a contração muscular (KRUEL, L, et al., 2008).

O treinamento de força pode causar mudanças hormonais no sangue. Os hormônios anabólicos como a testosterona e o hormônio de crescimento (GH) podem aumentar pelo resultado dos exercícios de intensidades apropriadas. Quando no treinamento ocorre a adaptação de intensidade, resulta-se em melhorias na capacidade de força e no tamanho das células musculares. Envolvidos neste processo estão o GH e a testosterona (QUADROS, 2003). Diante disso, é importante descrever os mecanismos que envolvem a prática esportiva e a liberação de tais hormônios para compreender os processos que permeiam a melhoria do desempenho físico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar e descrever aspectos relacionados ao metabolismo hormonal e suas alterações durante a prática de exercício físico e esportes.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Compreender homeostase e suas alterações fisiológicas durante a prática do exercício físico;
- Descrever os efeitos dos hormônios GH e testosterona frente à prática esportiva
- Compreender e relacionar os efeitos de tais hormônios com hipertrofia, desempenho e bem-estar físico, bem como descrever os efeitos da administração de seus correspondentes sintéticos no organismo

3 METODOLOGIA

Realizou-se um estudo descritivo a partir do levantamento bibliográfico de artigos e livros publicados nos últimos 20 anos sobre o tema. Trabalhos científicos indexados em bases de dados como Scielo, Pubmed, Google Acadêmico e Lilacs foram pesquisados e triados a partir da utilização de palavras-chave como “desempenho físico”, “metabolismo hormonal”, “testosterona”, “hormônio somatotrófico”, “GH” e “prática esportiva”.

4 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

4.1 FISILOGIA HUMANA E INTERAÇÃO COM EXERCÍCIO FÍSICO

Segundo TEIXEIRA (2021), a fisiologia humana é o estudo do funcionamento normal do organismo, incluindo todos os processos, tanto físicos quanto químicos. O termo fisiologia caracteriza-se por “conhecimento da natureza”. Aristóteles, faz uso desta palavra em um sentido amplo de modo a descrevê-la como o funcionamento de todos os seres vivos, não apenas do corpo humano. Todavia, o pai da medicina, Hipócrates, utiliza a palavra “fisiologia” como “o poder de cura da natureza”. Esta última definição foi crucial para que a fisiologia fosse associada intimamente com a medicina.

Intimamente ligado à fisiologia, pode-se citar o conceito de homeostasia. Esta significa o equilíbrio das funções orgânicas, gerando um estado fisiológico dentro de padrões de normalidade. Basicamente, este sistema equilibrado é controlado por condições de retroalimentação, conhecidas também como “feedbacks”. A partir deles, a fisiologia normal do organismo se mantém por fenômenos antagonistas ou agonistas (TEIXEIRA 2021)

Denomina-se “exercício físico” toda atividade realizada a partir de repetições sistemáticas de movimentos orientados. Também pode ser caracterizado como qualquer atividade muscular que interrompa a homeostase a partir da geração de força, onde há aumento do consumo dos níveis de oxigênio devido à necessidade muscular, gerando dessa maneira, um esforço (MONTEIRO; FILHO, 2004). Vale ressaltar que todo exercício físico provoca uma série de respostas fisiológicas no organismo.

As respostas frente à atividade física podem ser classificadas como efeitos agudos (imediatos e tardios) e efeitos crônicos. Basicamente constituem-se em alterações decorrentes da execução de um determinado exercício. A resposta aguda imediata diz respeito às alterações que ocorrem nas primeiras 1-2 horas após a atividade, enquanto que a resposta tardia caracteriza as alterações observadas ao longo de 24 horas pós-exercício. Os efeitos crônicos, denominados também de “adaptações”, correspondem às alterações funcionais e estruturais decorrentes de um período prolongado de treinamento físico regular (NOBREGA, 2005).

Como efeitos agudos imediatos, pode-se citar, por exemplo, elevação da frequência cardíaca, presença de sudorese e aumento da ventilação pulmonar. Já os efeitos agudos tardios caracterizam-se pela expansão do volume plasmático, redução dos níveis tensionais, melhora da função do endotélio e aumento da sensibilidade insulínica muscular. Por fim os efeitos crônicos perfazem a bradicardia de repouso, hipertrofia, aumento do fluxo sanguíneo aos

músculos esqueléticos e cardíaco, além de aumento do consumo máximo de oxigênio (VO_2) (MONTEIRO; FILHO, 2004).

Segundo PILCH e colaboradores (2017), os efeitos agudos e crônicos do exercício impactam no sistema cardiovascular e respiratório a fim de atender às altas demandas musculares. A fisiologia cardiovascular exigida durante exercícios de força resistida fornece oxigênio e outros nutrientes ao músculo. Os efeitos dos treinamentos de força sobre o sistema cardíaco e respiratório são importantes para entender o desempenho físico: à medida que um exercício é realizado com frequência, o mesmo causa pequenas adaptações que, ao serem repetidas constantemente, influenciam nos parâmetros anatômicos e fisiológicos do organismo, melhorando o seu desempenho.

O treinamento físico regular já é comprovadamente benéfico ao ser humano. Além das alterações de curto e longo prazo já citadas, a prática de exercícios físicos reduz o risco de doenças cardiovasculares, mantém o peso corporal equilibrado, melhora o sistema imunológico e retarda mudanças fisiológicas causadas pelo envelhecimento (PILCH et al., 2017).

Estudos realizados com grupos populacionais jovens ainda citam o benefício da prática de atividades físicas regulares no estímulo ao crescimento e desenvolvimento, além de auxiliar na prevenção da obesidade, diminuição da pressão arterial, melhora do perfil lipídico e pressão arterial e incremento da massa óssea (PILCH et al., 2017).

4.2 IMPORTÂNCIA DOS HORMÔNIOS NO DESEMPENHO FÍSICO ESPORTIVO

Diante dos diversos estímulos gerados pelo treinamento físico, o metabolismo hormonal é impactado diretamente, tanto em relação à concentração hormonal, quanto à ação desses hormônios nos músculos. Entretanto, é importante citar que a resposta hormonal estará intimamente ligada ao tipo de estímulo (força, periodização, intensidade, frequência) que o indivíduo exerce sobre a musculatura. Além disso, pessoas já condicionadas ao exercício físico obterão uma resposta hormonal diferente dos indivíduos não-treinados, promovendo um aumento ou diminuição de certo hormônio decorrente da fadiga causada pelo exercício (CRUZAT, V, et al., 2008).

Os hormônios anabólicos primários, como hormônio do crescimento (GH) e testosterona, podem aumentar diante de um exercício físico de intensidade moderada. Esses hormônios são foco de grande quantidade de estudos por induzir o aumento da massa magra, melhorar a força e aumentar o tamanho das células musculares (CRUZAT, V, et al., 2008).

4.2.1 Testosterona

A testosterona é um hormônio sexual masculino endógeno que tem influência no comportamento sexual e emocional. Possui também uma grande contribuição no controle metabólico, considerando suas propriedades em relação a síntese e diminuição da degradação proteica-muscular. O treinamento físico é um fator influente para liberação desse hormônio (KRUEL, L, et al., 2008).

Segundo Krueel (et al., 2013), a testosterona é produzida principalmente nas células Leydig, também conhecidas como células intersticiais, encontradas nos túbulos seminíferos, na região testicular. Em menores quantidades, o hormônio também é produzido no córtex adrenal. Essas células secretam o hormônio sobre estímulo do LH (hormônio luteinizante), advindo da hipófise anterior. Células específicas adeno-hipofisárias, denominadas gonadotrofos, secretam LH e FSH (hormônio folículo estimulante), glicoproteínas envolvidas no desenvolvimento, crescimento e na secreção dos hormônios esteroides em ambos os sexos.

O esteroide é proveniente do colesterol, sendo produzido nos homens pelo testículo, enquanto nas mulheres é produzido em menor escala nos ovários e glândulas supra-renais, apresentando função anabólica e androgênica. A androgênica tem a responsabilidade de desenvolver as características masculinas, em contrapartida, a anabólica atua no crescimento de músculos e ossos, tendo influencia no desenvolvimento dos órgãos do corpo humano. Dentre as alterações metabólicas que ocorrem no treinamento físico, a testosterona tem importância na síntese de proteína, assim influenciando na força e/ou potência do exercício (CUNHA, T, et al., 2004).

Através da secreção da testosterona na corrente sanguínea, há a circulação pelo plasma juntamente com a albumina, uma proteína transportadora. Como já descrito, os efeitos anabólicos estimulam a síntese atuando sobre diferentes tecidos, sendo eles o muscular, ósseo, adiposo e em órgãos como fígado e rins. O papel anabólico auxilia a diferenciar homens e mulheres nos aspectos de força e massa (CUNHA, T, et al., 2004).

A concentração plasmática da testosterona funciona usualmente como marcador fisiológico do estado anabólico, além de ter efeito indireto na síntese do tecido muscular, onde o hormônio esteroide de interesse afeta o conteúdo proteico das fibras musculares promovendo assim liberação de GH, que acaba induzindo a síntese e a liberação de IGF pelo fígado, aprimorando o efeito na produção de força do musculo durante o exercício e esporte (CUNHA, T, et al., 2004).

Segundo CUNHA (et al., 2004), há relatos de que a testosterona é secretada em três épocas da vida: no primeiro trimestre da vida intrauterina, na vida neonatal e após a puberdade. A secreção da testosterona é regulada pela secreção do hormônio luteinizante que estimula a esteroidogênese nas células de Leydig, aumentando o substrato para a sua formação e regulando o fluxo sanguíneo.

Sabe-se também que esportes e exercícios alteram a homeostase, sendo os níveis de testosterona e cortisol alterados dependendo da duração e da intensidade da atividade, os exercícios de curta duração e alta intensidade (trabalho de força), causam aumento de testosterona instantaneamente após um exercício intenso, seguido de uma redução horas após (CUNHA, T, et al., 2004).

Visto que a produção das células testiculares estão sob controle do GnRH hipotalâmico, que são os hormônios de liberação das gonadotrofinas, o GnRH atua na hipófise anterior promovendo a liberação de FSH (hormônio folículo-estimulante). O produto final de todo este metabolismo é o ICSH, que estimula a secreção de androgênios, sendo a síntese a partir do colesterol. Tendo no final a pregnenolona que é o precursor dos hormônios esteroides, convertendo-se em testosterona. Os esteroides androgênicos são moléculas lipofílicas que atravessam com facilidade a membrana plasmática. Atuam sobre os receptores intracelulares citosólicos, que encontram-se em estabilidade pelas proteínas (CZEPIELEWSKI; DANIELSKI; SILVA, 2002).

Descreve-se que a testosterona tem rápida metabolização pelo fígado quando administrada oralmente, possuindo meia-vida livre de 10-21 minutos. É inativada no fígado pela conversão em androstenediona e 90% de seus metabólitos são excretados na urina (CZEPIELEWSKI; DANIELSKI; SILVA, 2002).

As mulheres, no entanto, dependem da biossíntese de glicocorticoides para obter testosterona. O córtex adrenal secreta esteroides andrógenos que podem ser convertidos em testosterona. Os ovários bem como as adrenais são responsáveis pela produção de testosterona. Ainda assim, já é sabido que o sexo feminino possui efeitos menos pronunciados do hormônio, já que a produção tende a ser cerca de dez vezes menor que nos homens (ROMERO; MAIA; FERREIRA et al, 2013).

Há correlação direta entre o aumento de testosterona e a prática física, tanto em homens quanto em mulheres. No entanto, se pensarmos no período crônico, não há conclusões sobre as concentrações basais. As alterações ocorrem a depender de quatro fatores:

duração da prática física, intensidade, nível de adaptação à forma do exercício e necessidade homeostática (ROMERO; MAIA; FERREIRA *et al*, 2013).

O treinamento de força (TF) com alta intensidade é um potente estimulador para aumentar a concentração de testosterona na resposta aguda. O estímulo possui alguns mecanismos de controle, que são independentes da estimulação do LH, e fatores ligados a sessão de treinamento parecem ter influência nesta resposta. Autores de outros estudos indicam que o treinamento de força contínuo influencia na manutenção dos níveis deste hormônio no envelhecimento (KRUEL, L, et al., 2008).

É sabido que a testosterona é um hormônio fundamental ao funcionamento do organismo, tendo sua síntese mais intensa na prática de atividades físicas. Apresenta funções vitais para o metabolismo, agindo na síntese e reparação dos tecidos e músculo esquelético, sobre adaptações na musculatura. Pode-se citar ainda o estímulo da síntese proteica, capacidade de cessar o catabolismo, influencia na diminuição do tecido adiposo e deposição de tecido ósseo, além de atuar nas funções sexuais masculinas e femininas (KRUEL, L, et al., 2008).

No entanto, quando observado do ponto de vista esportivo, este hormônio está relacionado à geração de força e massa magra. Visando monitorar esse hormônio no esporte, teríamos entendimento sobre intensidade e sua duração, adequação e buscando sempre melhorar os resultados e o desempenho (KRUEL, L, et al., 2008).

4.2.2 Utilização da forma sintética da testosterona

Os efeitos colaterais da testosterona são responsáveis pelo desenvolvimento de características masculinas, como o crescimento de órgãos genitais, timbre vocal, desenvolvimento de pelos na face e genitália, aumento da laringe e agressividade excessiva (XAVIER; *et al*, 2022). O uso exagerado do hormônio sintético em atletas e iniciantes tem o objetivo de melhorar a performance e aumentar a massa muscular. Majoritariamente a utilização da substância possui motivação estética e não possui acompanhamento médico necessário. O uso inapropriado resulta em alterações patológicas a depender do modo de uso, dosagem, tipo e frequência.

Segundo Xavier (*et al*, 2022) os EAA, como são conhecidos os esteroides anabolizantes, têm como efeito adverso o acometimento dos vários sistemas corporais. Como exemplo, pode-se citar alterações no metabolismo hepático, reprodutivo, músculo-esquelético, renal, endócrino, cardiovascular e dermatológico. Além disso, a utilização desses compostos

causa distúrbios comportamentais e neuropsiquiátricos. O uso abusivo dos anabolizantes tem potencial de se tornar um grave problema de saúde pública, já que relatos da utilização do composto por atletas iniciantes estão crescendo. Além disso, a administração dos mesmos em atletas de musculação vem se tornando um hábito comum.

Os EAA apresentam-se por diversas formas como spray, creme, supositório, sublingual, chip com fixação na pele, orais e injetáveis, sendo as duas últimas as mais amplamente utilizadas. Os EAA ingeridos via oral são 17-alfa alquilados, possuindo o intuito de melhorar a biodisponibilidade do produto no organismo. Em contrapartida, tem-se mais efeitos hepatotóxicos. Os injetáveis são considerados menos nocivos por não serem alcalinizados, passando por via intramuscular para a corrente sanguínea (XAVIER et al., 2022).

No Brasil, as substâncias mais consumidas são a Oxandrolona, Undecanoato de testosterona, Decanoato de Nandrolona (Deca-Durabolin), Estanozolol (Winstrol), Propionato de testosterona, Fenilpropionato de testosterona, Isocaproato e Caproato de testosterona (Durateston), Trembolona e Metandrostenolona (Dianabol). Dentre os efeitos colaterais da utilização destes anabolizantes pode-se citar o aumento de pelos, libido e pressão arterial, retenção hídrica e irregularidade menstrual, no caso das mulheres (FREITAS et al, 2019). O excesso da testosterona restringe a secreção das gonadotrofinas por feedback negativo, reduzindo a produção endógena do hormônio, além de inibir a espermatogênese, provocando atrofia testicular e inibição do eixo hormonal.

Em relação ao sistema cardiovascular, a administração excessiva de EAA provoca mudanças no perfil lipídico. É sabido que esses anabolizantes possuem potencial de aumento de doenças cardiovasculares, provocando eventos ateroscleróticos e disfunção miocárdica, a depender do tempo de uso. Provocam também elevação na produção de trombina, que está associado ao aumento da densidade de receptores para tromboxano A₂ nos vasos e nas plaquetas. Essa elevação leva o organismo à um estado de coagulabilidade alta, colaborando para o desenvolvimento de eventos tromboembólicos arteriais e venosos (XAVIER; et al, 2022).

Ainda segundo Xavier (et al, 2022), a elevação da pressão arterial em usuários de EAA é associada a um desequilíbrio na atividade autonômica, com aumento de atividade simpática e diminuição de atividade parassimpática cardíaca. Outras alterações importantes são: a calcificação vascular, que leva à elasticidade dos vasos e a modificação da atividade no miocárdio, que leva a uma maior susceptibilidade de arritmias cardíacas. Outros achados nos

usuários de EAA são a hipertrofia do miocárdio, morte dos cardiomiócitos, diminuição da função sistólica e diastólica e fibrose cardíaca.

O uso exarcebado dos EAAs, principalmente dos esteroides administrados via oral, pode causar alterações no fígado. No sistema hepático, além de icterícia, a hepatotoxicidade gerada por anabolizantes estimula danos teciduais que refletem nas alterações dos valores séricos de algumas enzimas hepáticas como a AST/TGO, ALT/TGP, bilirrubinas conjugadas e não conjugadas e Gama-GT. Outras alterações no fígado descritas foram tumores hepáticos, lesão vascular aguda e doença hepática gordurosa (XAVIER; *et al*, 2022).

Há efeitos neuropsiquiátricos e comportamentais descritos. Dentre os frequentemente relatados pode-se citar ansiedade, irritabilidade, hiperatividade, insônia, atitudes imprudentes, euforia, comportamentos agressivos e impulsivos (XAVIER; *et al*, 2022). Segundo o autor, a redução na massa cinzenta e afinção do córtex cerebral são algumas das alterações morfológicas analisadas nas imagens de ressonância magnética em levantadores de peso, além de os EAAs estarem relacionados a distúrbios de imagem corporal e transtorno dismórfico muscular.

A acne vulgar, queda de cabelo e foliculite são as consequências dermatológicas do uso exagerado dos EAAs. Conforme o uso do hormônio em sua forma sintética, há hipertrofia das glândulas sebáceas, aumento dos lipídios da superfície da pele e o aumento das populações de *Propionibacterium acnes* e *Staphylococcus aureus*. Esses achados contribuem para associar os EAA com problemas de pele. Além disso, os usuários destas substâncias relatam melhora na pele após a interrupção do uso dos anabolizantes (XAVIER; *et al*, 2022).

Os EAA ainda podem ter efeitos adversos graves e potentemente irreversíveis no sistema reprodutivo. A depender da dose, os esteroides anabolizantes produzem depressão na liberação de gonadotrofina, resultando em um estado de hipogonadismo hipogonadotrópico prolongado em homens. A redução da gonadotrofina resulta em diminuição dos níveis de testosterona intratesticular e periférica, ocasionando atrofia testicular, oligospermia, azoospermia e outras anomalias do esperma. Há relatos de falta de libido, disfunção erétil e até ginecomastia (XAVIER; *et al*, 2022).

Os efeitos na próstata incluem hiperplasia, hipertrofia e possivelmente até câncer. No sexo feminino, o abuso de EAAs se manifesta principalmente na menstruação, causando quadros como oligomenorreia, amenorreia, dismenorreia, anovulação, hipertrofia do clitóris, alteração da libido e atrofia uterina, sendo muitas delas permanentes. Outra característica marcante do uso dessas substância por mulheres é a modificação da voz para um tom mais grave (XAVIER; *et al*, 2022).

4.2.3 Somatotropina (GH)

Segundo MEDEIROS e SOUZA (2008), o GH (somatotropina) é um hormônio secretado pela hipófise anterior e composto por uma cadeia de 191 aminoácidos. Sua principal função é promover o crescimento de todo o corpo através da intervenção na formação proteica, multiplicação e diferenciação celular. Takarada *et al.* (2000), citado por Medeiros e Souza (2008), cita que a característica principal do GH é a pulsatilidade, já que sua concentração pode variar em até 290 vezes em minutos. O mesmo evidencia também que o hormônio citado tem como principais estímulos a liberação do sono, hipoglicemia, refeições ricas em proteínas, estresse (dor, calor, ansiedade), exercícios e outros agentes (serotonina, adrenalina e estrógenos).

Ainda segundo os mesmos autores, o GH frente ao esporte e/ou exercícios físicos apresenta como sua principal função sendo a síntese tecidual, usando de exemplo a hipertrofia muscular. Como efeito positivo, tem-se as ações anabólicas que são capazes de promover o aumento da massa muscular e a redução de gordura corporal. Diante disso, sabe-se que muitos atletas, visando uma melhor performance e melhores resultados fazem o uso do GH com o objetivo de alcançá-lo mais facilmente.

Os hormônios ligam-se a receptores específicos para exercer seus efeitos biológicos. A sinalização do GH se dá a partir da ligação ao GHR, que pertence a classe 1 dos receptores de citocinas, localizado na membrana plasmática de tecidos alvo (MEDEIROS; SOUZA, 2008).

Os efeitos biológicos do GH são muito evidentes durante a adolescência, mas ainda que sejam menos aparentes na vida adulta, os efeitos deste hormônio continuam sendo responsáveis por diversas ações metabólicas. Como exemplo de efeitos biológicos, pode-se citar o crescimento linear ósseo, lipólise, influência antidiurética, síntese de PTN e síntese de IGF-1 (MEDEIROS; SOUZA, 2008)

O exercício físico e os esportes são um potente estímulo fisiológico para a secreção do hormônio de crescimento. Seus efeitos metabólicos exercidos pelo eixo GH/IGF-1 ocorrem a curto e longo prazo, levando alterações importantes durante o exercício. Evidências mostram que o aumento agudo de GH é importante para a regularidade dos substratos metabólicos durante a sessão de exercícios. Durante a prática esportiva, a secreção do hormônio acarreta mudanças no eixo GH/IGF-1 que contribuem para as adaptações decorrentes de um programa regular de exercícios físicos (MEDEIROS; SOUZA, 2008).

Segundo Cruzat *et al* (2008), diversos efeitos são promovidos pelo exercício físico, influenciados pelo GH. Dentre eles, pode-se citar a redução no catabolismo proteico e a oxidação de glicose, concomitante ao aumento da mobilização de ácidos graxos livres do tecido adiposo, para gerar energia. Sugere-se que o GH é um hormônio liberado em diversas situações de estresse, no entanto, alguns estudos mostram que o mesmo tem efeitos considerados anabólicos dentre os quais, promoção do balanço proteico positivo.

Os indivíduos que anseiam por um maior crescimento estrutural, força muscular e aumento de massa fazem o uso de medicamentos que possuem o rHGH, o mesmo tem benefícios conhecidos do metabolismo do GH tal qual: síntese proteica, atua contra a ação da insulina e estimula a lipólise no tecido adiposo, mesmo não devendo-se fazer o uso deste para melhorar o desempenho atlético (ALVES & LIMA, 2008). Afinal, a administração do GH pode causar hiperinsulinemia e impedimento da ação supressora da produção de glicose hepática pela insulina, inibindo assim, a ação da insulina de captar e oxidar a glicose (MEDEIROS; SOUZA, 2008).

5 CONSIDERAÇÃO FINAL

A partir deste trabalho, foi possível concluir que a homeostase corporal do indivíduo muda frente à prática do exercício físico, principalmente em relação à oxigenação, débito cardíaco, pressão arterial e níveis de insulina. Além disso, os hormônios focos deste estudo, GH e testosterona, exercem um papel importante não só em condições fisiológicas mas também frente ao estresse do desempenho físico, como hipertrofia muscular, ganho de massa magra, produção de força e síntese proteica. Entretanto, quando se suplementa indiscriminadamente com as formas sintéticas destes hormônios, essas características de ganho de força vêm acompanhadas de uma série de efeitos adversos em diversos sistemas corporais (hepático, cardíaco, reprodutor, neurológico). Por fim, ressalta-se a importância do exercício físico para melhorar o desempenho físico e psíquico do indivíduo a partir da liberação de diversas substâncias, destacando-se os hormônios.

REFERÊNCIAS

- ALVES & LIMA. Impacto da atividade física e esportes sobre o crescimento e puberdade de crianças e adolescentes. **Rev Paul pediatr**, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rpp/a/ydDHN9Khrjv4tFQ9xNmGBwp/?format=pdf&lang=pt>.
- CANALI, E. S.; KRUEL, L. F. M. **Respostas hormonais ao exercício**. **Revista Paulista de Educação Física**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 141-153, 2001. DOI: 10.11606/issn.2594-5904.rpef.2001.139895. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rpef/article/view/139895>.
- CUNHA, T, et al. Esteroides anabólicos androgênicos e sua relação com a prática desportiva. **RBCF: Revista Brasileira de ciências farmacêuticas**, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcf/a/3K9ZsdqmCFxhxjDMrXbdC8t/?format=pdf&lang=pt>.
- CRUZAT, V, et al. Hormônio do crescimento e exercício físico: considerações atuais. **RBCF: Revista Brasileira de ciências farmacêuticas**, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcf/a/sHkXqpGZtspzKGy9YwY3wDF/?format=pdf&lang=pt>.
- CZEPIELEWSKI, M; DANIELSKI, R; SILVA, P. Esteroides anabolizantes no esporte. **RBME: Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/pM5xWdGWg3H75yfhphJ6XPs/?format=pdf&lang=pt>.
- FELTRACO, L. BALBINOT, D. & LARA, G. Efeitos do exercício físico sobre o hormônio do crescimento. **Efdesportes.com**, 2008. Disponível em: <https://efdesportes.com/efd122/efeitos-do-exercicio-fisico-sobre-o-hormonio-do-crescimento.htm>.
- FORJAZ, C & TRICOLI, V. **A fisiologia em educação física e esporte**. Rev. bras. Educ. Fís. Esporte, São Paulo, v.25, p.7-13, dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbefe/a/cc5Bkc7mxRK5b4ZyYppmFmq/?lang=pt&format=pdf>.
- KRAEMER W.J., RATAMESS N.A. **Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training**. Sports Med. 2005;35(4):339-61. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200535040-00004>.
- KRUEL, L, et al. Fatores relacionados com as respostas da testosterona e do cortisol ao treinamento de força. **RBME: Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/44YTTSr7ZTD5895NpV5Kb8H/?lang=pt>.
- LÍVIA, et al. **Respostas metabólicas e hormonais ao treinamento físico**. Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, Lazer e Dança, dez. 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jonato-Prestes/publication/237760769_RESPOSTAS_METABOLICAS_E_HORMONAIS_AO_TREINAMENTO_FISICO_METABOLIC_AND_HORMONAL_RESPONSES_TO_PHYSICAL_TRAINING/links/56b00c7408ae9c1968b490d5/RESPOSTAS-METABOLICAS-E-HORMONAIS-AO-TREINAMENTO-FISICO-METABOLIC-AND-HORMONAL-RESPONSES-TO-PHYSICAL-TRAINING.pdf.
- MEDEIROS, R. J. D.; SOUSA, M. do S. C. de. **Compreendendo o hormônio do crescimento nos âmbitos da saúde, desenvolvimento e desempenho físico**. **Conexões**, Campinas, SP, v. 6, n. 3, p. 68–77, 2008. DOI: 10.20396/conex.v6i3.8637797. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/conexoes/article/view/8637797>.
- MONTEIRO, M. F, SOBRAL-FILHO, D.C. **Exercício físico e o controle da pressão arterial**. Revista Brasileira de Medicina do Esporte [online]. 2004, v. 10, n. 6 [Acessado 31 Outubro 2022], pp. 513-516. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1517-86922004000600008>>. Epub 05 Abr 2005. ISSN 1806-9940. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922004000600008>.

- NOBREGA, A.C.L. The subacute effects of exercise: concept, characteristics, and clinical implications. **Exercise Sport Science Reviews**, New York, v.33, n.2, p.84-7, 2005.
- PATE, R.P.; DURSTINE, J.L. Exercise physiology and its role in the clinical sports medicine. **Southern Medical Journal**, Birmingham, v.97, n.9, p.881-5, 2004.
- PILCH, W. et al. The effect of a 12-week health training program on selected anthropometric and biochemical variables in middle-aged women. *BioMed research international*, v. 2017, 2017.
- QUADROS, M. **Efeitos fisiológicos no treinamento de força em adultos**. Curitiba, PR, 2003. Disponível em:
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61322061/EFEITOS_FISIOLOGICOS_NO_TREINAMENTO_DE_FORCA_EM_ADULTOS20191124-71312-1bzepz6-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1662863796&Signature=aAgUHX7wFfH6jUJ~bCXXRot0VMb1WkUKTxyo7jRg2JluAr4kHF7FH9PGV6TCeZlh7mpuiFgeWfYCjYGeBbbhbsBAoRjRLAd~coPsc0trAEJaEyVXRMIAX~h45H8LIRzGAdmAASlfaqBNIGhUR299xM-T-b5IYNDnJmdvha~xFG01otcywPAJy6BQCZY4I6UJ-h9AeoTVTr5BWc6hOhdObnypLbDWI4i9bmp2DZI2Uk9oYq5CDQSFfKROCFKvGpIF34E~dprFNbjRV6FVbWyDFXZJw-1psVlom~tjC9z9OOLNXUe7tq-VfuwTNhz~v5z7E7MUwvX7RYxhyroz4D1jg_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.
- ROMERO, F. et al. Bases moleculares das ações da testosterona, hormônio do crescimento e IGF-1 sobre a hipertrofia muscular esquelética e respostas ao treinamento de força. **Revista Mackenzie de educação física e esporte**, 2013. Disponível em:
<https://blog.ufes.br/lucasgf/files/2012/02/BASES-MOLECULARES-DAS-AC%CC%A7O%CC%83ES-DA-TESTOSTERONA-HORMO%CC%82NIO-DO-CRESCIMENTO-E-IGF-1-SOBRE-A-HIPERTROFIA-MUSCULAR-ESQUELE%CC%81TICA-E-RESPOSTAS-AO-TREINAMENTO-DE-FORC%CC%A7A.pdf>.
- SIMÃO, R. **Fisiologia e prescrição de exercícios para grupos especiais**: São Paulo: Phorte. 2014.
- TEIXEIRA, D. **Fisiologia humana. NICE: Núcleo de investigação científica e extensão**, 2021.
- XAVIER, B. et al. O uso de anabolizantes e suas consequências: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, 2022.