



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
GUSTAVO RICARDO SCHMITZ

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O HIPOTIREOIDISMO: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA**

Palhoça
2023

GUSTAVO RICARDO SCHMITZ

**EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE O HIPOTIREOIDISMO: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Curso de Fisioterapia da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientadora: Prof.^a Daniela Dero Lüdtke, Dra.

Palhoça
2023

“Se tens de servir a Deus com a tua inteligência, para ti estudar é uma obrigação grave” Caminho, 336 - São Josemaria Escrivá.

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, que em sua infinita bondade proporcionou este momento. Ele que nos ampara em meio as dificuldades e nos guia em nossa jornada.

Aos meus país, **Paulo e Adriana**, que em meio a tantos desafios sempre garantiram que não me faltasse nada, por todo apoio, amor e ensinamentos que me deram ao longo dos anos. Sei o quanto trabalharam nessa vida para que eu pudesse realizar esta graduação, serei eternamente grato, aos melhores pais que eu poderia ter o meu mais sincero obrigado.

À minha namorada **Tainara**, por todo apoio, paciência, cumplicidade e dedicação. Obrigado por sempre estar presente, e nunca deixar de acreditar em mim. Todos os momentos vividos ao longo desses anos foram únicos, e sei que este é apenas o começo de nossa história.

À minha vó, **dona Ana**, que a pouco mais de um ano nos deixou. Com ela pude entender o significado de bondade, jamais em minha memória será esquecido o sorriso mais bondoso e caridoso que já vi.

À minha orientadora **Daniela Dero Lüdtke**, por toda paciência e ensinamentos durante esta jornada. É uma das referências dentro do curso de fisioterapia por sua humildade e excelência em cada coisa que se propõe a fazer. Muito obrigado.

À **Claudinei e Maria Salete**, por todo apoio, incentivo e confiança. Muito obrigado. A todo aquele que contribuiu de maneira direta ou indireta para que este momento fosse possível, familiares, amigos, professores e profissionais da área que inspiram o sério compromisso de ser fisioterapeuta. Muito obrigado por me direcionarem neste caminho que está apenas no começo.

EFFECT OF PHYSICAL EXERCISE ON HYPOTHYROIDISM: AN INTEGRATIVE REVIEW

Gustavo Ricardo Schmitz¹, Daniela Dero Lüdtkke^{1*}

¹Curso de Fisioterapia – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, SC, Brasil.
ORCID: 0009-0005-1397-9048.

^{1*} Autor correspondente: Daniela Dero Lüdtkke, PhD. Universidade do Sul de Santa Catarina, Campus Grande Florianópolis, Palhoça, Santa Catarina, Brasil. E-mail: daniela.ludtke@animaeducacao.com.br. ORCID: 0000-0001-6306-9417.

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Fonte de Financiamento: O estudo não teve financiamento.

RESUMO

Introdução: O hipotireoidismo é a forma mais comum e prevalente das disfunções tireoidianas, com uma prevalência mundial estimada de 0,25% a 4,20% na população geral. O tratamento conservador para o hipotireoidismo, a depender da etiologia, consiste basicamente no tratamento farmacológico, entretanto, estudos já correlacionam a influência do exercício físico sobre os hormônios tireoidianos apesar de não haver um consenso sobre quais as faixas de treinamento utilizar. **Objetivo:** Descrever o efeito da intensidade do exercício físico sobre o hipotireoidismo. **Métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, com busca nas bases de dados: LILACS, SciELO, *PubMed* e PEDro, através de descritores tanto em português quando em inglês (hipotireoidismo; exercício físico; hormônios da tireoide). A seleção dos artigos foi com base em critérios pré-estabelecidos, cuja leitura fora iniciada pelo título, resumo e na íntegra, quando selecionado, para posterior coleta dos principais resultados. Os achados foram descritos e organizados em quadro. **Resultados:** Observou-se que a maioria da população estudada foi de homens jovens, submetidos ao exercício aeróbio de corrida em esteira de moderada e alta intensidade, culminando em um aumento dos níveis séricos dos hormônios tireoidianos, sendo mais significativo para o TSH, ft4 e ft3. **Conclusão:** O presente estudo indica que o exercício físico aeróbio de moderada intensidade pode influenciar os níveis séricos dos hormônios tireoidianos. Contudo, sua utilização na prática clínica necessita de uma avaliação que respeite a individualidade fisiológica de cada indivíduo, bem como um maior número de ensaios clínicos sobre a temática, voltado principalmente a pacientes que possuem disfunções tireoidianas.

Palavras-chave: Hipotireoidismo; Exercício físico; Hormônios da tireoide.

Abstract

Introduction: Hypothyroidism is the most common and prevalent form of thyroid dysfunction, with an estimated worldwide prevalence of 0.25% to 4.20% in the general population. Conservative treatment for hypothyroidism, depending on the etiology, basically consists of pharmacological treatment, however, studies already correlate the influence of physical exercise on thyroid hormones, although there is no consensus on which training ranges to use. **Objective:** To describe the effect of physical exercise intensity on hypothyroidism. **Methods:** This is an integrative literature review, with a search in the databases: LILACS, SciELO, PubMed and PEDro, using descriptors both in Portuguese and in English (hypothyroidism; physical exercise; thyroid hormones). The selection of articles was based on pre-established criteria, whose reading was initiated by the title, abstract and in full, when selected, for later collection of the main results. The findings were described and organized in a table. **Results:** It was observed that the majority of the population studied was young men, submitted to aerobic exercise running on a treadmill of moderate and high intensity, culminating in an increase in serum levels of thyroid hormones, being more significant for TSH, ft4 and ft3. **Conclusion:** The present study indicates that moderate-intensity aerobic exercise can influence serum levels of thyroid hormones. However, its use in clinical practice requires an assessment that respects the physiological individuality of each individual, as well as a greater number of clinical trials on the subject, aimed mainly at patients with thyroid dysfunction.

Keywords: Hypothyroidism; Physical exercise; thyroid hormones.

INTRODUÇÃO

A tireoide é uma glândula endócrina situada anteriormente a laringe e, sob controle da glândula hipófise, secreta três hormônios na corrente sanguínea: tiroxina (T4 tetraiodotironina), triiodotironina (T3) e a calcitonina, os que são responsáveis pela homeostase do metabolismo basal¹. As disfunções mais comuns da tireoide são aquelas relacionadas ao seu funcionamento, classificadas em hiperatividade da glândula (hipertireoidismo) e hipoatividade da glândula (hipotireoidismo)².

Relacionado a epidemiologia das disfunções tireoidianas, um estudo epidemiológico longitudinal de Benseñor et al.³ (2021) realizado no Brasil com uma amostra de 9705 pacientes, que foram avaliados quanto a função tireoidiana durante um período de 4 anos, obteve como resultados uma incidência cumulativa de doença da tireoide de 6,7%, sendo o hipotireoidismo (5,97%) mais incidente do que o hipertireoidismo (0,73%). Nesse contexto, o diagnóstico do hipotireoidismo primário depende do nível sérico elevado do hormônio estimulante da tireoide (TSH – do inglês, *thyroid stimulating hormone*), que indica uma baixa produção dos hormônios tireoidianos⁴. Essa produção insuficiente do hormônio tireoidiano pode estar relacionada a presença de doenças autoimunes (tireoidite de Hashimoto), assim como pela remoção parcial ou total da glândula tireoide, exposição a tratamento com radiação, alteração dos níveis de iodo, dano a glândula hipófise, entre outros fatores⁵. Assim, o hipotireoidismo evidente ocorre quando o nível sérico de T4 livre está baixo, o que geralmente acompanha uma série de sintomas, tais como diminuição do metabolismo basal, letargia, depressão, ganho de peso, constipação, pele seca, bradicardia, menstruação irregular e infertilidade⁴.

Referente às abordagens terapêuticas, o tratamento para o hipotireoidismo visa a normalização das concentrações de TSH e a resolução dos sintomas, sendo utilizado como principal fármaco a levotiroxina (substituto sintético da tiroxina – T4). Todavia, observa-se que falhas nas metas de tratamento são comuns em muitas patologias, não sendo diferente no hipotireoidismo, portanto, cada vez mais se utilizam terapias complementares a fim de maximizar os resultados dos tratamentos².

Uma das abordagens complementares documentadas é o exercício físico^{1,6}. E, segundo Galbo et al.⁷ (1986), o exercício de curta duração (≤ 20 min) resulta em níveis de TSH elevados no sangue, desde que seja atingida uma intensidade moderada de treinamento ($\geq 60\%$ VO_2 máx). Ainda nessa perspectiva, Abassi et al.⁸ (2020)

utilizaram protocolos de exercício físico em adolescentes do sexo feminino, com sobrepeso/obesidade e identificaram que o treinamento de alta intensidade, durante 12 semanas, foi mais eficaz na melhora dos hormônios tireoidianos, quando comparado ao treinamento de moderada intensidade.

Como observado nos estudos anteriores, há evidências de que o exercício físico altera os níveis dos hormônios tireoidianos, contudo, ainda há incertezas quanto ao efeito da intensidade do exercício físico nesse fenômeno e isso está relacionado as inconsistências entre os estudos encontrados, principalmente devido as diferenças de estado físico dos sujeitos e parâmetros de treinamento adotados, como intensidade, duração e tipo de exercício físico utilizado⁶. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi analisar qual o efeito da intensidade do exercício físico sobre o hipotireoidismo.

METODOLOGIA

O presente estudo é uma revisão integrativa da literatura, que compreende o período de 2012 a 2022, realizado a partir de buscas nas bases de dados Scielo, Pubmed, LILACS e PEDro, por meio dos seguintes descritores: Hipotireoidismo; Exercício físico; Hormônios da tireoide; e, respectivamente, em inglês: *Hypothyroidism; Physical exercise; Thyroid hormones*. Os critérios de inclusão para utilização das publicações foram: possuir os descritores utilizados nas buscas presentes no título ou nas palavras-chave; ter explícito no resumo que o texto se relaciona aos efeitos do exercício físico de diferentes intensidades em indivíduos com ou sem hipotireoidismo, podendo ser incluídos estudos com amostras em animais; tratar-se de artigo original; estar disponível na íntegra, em formato eletrônico nas bases de dados selecionadas. Ademais, foram excluídas as publicações científicas que não apresentaram os critérios de inclusão estabelecidos e/ou que apresentaram duplicidade, ou seja, publicações recuperadas em mais de uma base de dados.

Para a seleção dos artigos potencialmente elegíveis, as seguintes etapas foram percorridas: inicialmente, foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos artigos; após, fora conduzida a leitura completa dos artigos pré-selecionados; então, para a extração dos resultados, os pesquisadores utilizaram um formulário padronizado; por fim, os dados obtidos foram organizados e tabelados.

RESULTADOS

Na presente revisão, dez artigos foram selecionados (Quadro 1), sendo constatado que, em relação a população estudada, a maioria foi de homens jovens e apenas um ensaio clínico utilizou exclusivamente mulheres com hipotireoidismo subclínico. Quanto aos parâmetros do exercício físico, observou-se que as intensidades mais utilizadas foram de moderada e alta intensidade. Ainda relacionado ao exercício físico, a maior parte dos estudos utilizou exercício aeróbio de corrida em esteira e apenas um ensaio utilizou, de maneira exclusiva, o exercício anaeróbio de treino de força (Quadro 1).

Referente a relação do exercício físico com os hormônios tireoidianos, os estudos apontam que o TSH, ft4 e ft3 são os hormônios mais excitados pelo exercício físico, havendo aumento no nível sérico desses hormônios após a realização de exercício físico aeróbio de moderada e alta intensidade. Ademais, apenas um artigo demonstrou aumento dos níveis hormonais de ft4 após exercício anaeróbio de alta intensidade. E, um dos artigos apontou redução significativa do ft3, 12 horas após a realização de exercício físico de alta intensidade. Por fim, os dois ensaios pré-clínicos incluídos nesta revisão apresentaram como resultado aumento nos níveis séricos de ft3 e ft4 (Quadro 1).

Quadro 1 – Síntese dos artigos selecionados.

Características do Estudo	Objetivo do Estudo	Metodologia do Estudo	Principais Resultados
Anthony C. Hackney e col (2012) Ensaio clínico	Comparar as respostas hormonais da tireoide ao HIIT e ao EREE em homens altamente treinados	- 15 homens treinados, participaram de três sessões experimentais realizadas em dias distintos de: - CON: 45 minutos de repouso em supino. - HIIT: série de corridas anaeróbicas intensas de 90 segundos (100-110% Vo2máx) em esteira, com intervalos de recuperação de 90 segundos de corrida leve (40% Vo2máx),	- Os níveis hormonais PRÉ sessão não obtiveram alteração significativa em nenhuma das sessões. - ft4 aumentou significativamente no treino de HIIT e EREE PÓS exercício físico. - 12h PÓS não houve diferença significativa.

		<p>TTRE = 42-47 minutos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - EREE: Corrida em esteira a 60-65% do Vo2máx, durante 45 minutos. - Coletas de sangue foram realizadas PRÉ, PÓS e 12h PÓS sessão. - Exames laboratoriais avaliaram ft4, ft3, rt3 e cortisol. 	<ul style="list-style-type: none"> - ft3 apresentou aumento significativo em HIIT e EREE PÓS exercício físico. - 12h PÓS houve redução significativa de ft3 para HIIT. - O HIIT e EREE aumentaram o rt3 significativamente PÓS sessão. - 12h PÓS sessão em HIIT o rt3 ainda se encontrava elevado. - O cortisol foi elevado pelo HIIT e EREE PÓS sessão.
<p>Anastassios Philippou e col (2016) Ensaio clínico</p>	<p>Investigar respostas sistêmicas de vários hormônios, bem como proteínas secretadas que são reguladas pelo exercício e associadas à adaptação muscular, por vários dias após dano muscular induzido por exercício excêntrico em humanos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 9 participantes masculinos jovens. - Realizaram 50 ações musculares excêntricas máximas usando os músculos extensores do joelho de ambas as pernas. - Foram analisados os níveis séricos de: GH, IGFBP-3, cortisol, prolactina, TSH, ft4, irisina, folistatina e esclerostina. - Amostras de sangue foram coletadas antes, 6, 48 e 120 horas após o exercício. 	<ul style="list-style-type: none"> - O TSH aumentou gradualmente, mas não significativamente até 120 horas pós-exercício. - ft4 apresentou aumento gradual pós-exercício, que se tornaram significativos 48 e 120 horas após o exercício excêntrico.
<p>Sung-Hyun Park e MinYoung Song (2016) Estudo piloto – Pré-clínico</p>	<p>Analisar a degradação da capacidade de aprendizado espacial causada pelo hipotireoidismo usando exercícios aeróbicos e anaeróbicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 7 ratos machos. - 4 grupos (2 normais; 1 controle da tireoide; 2 exercícios aeróbico; 2 exercícios anaeróbico). - O exercício físico foi realizado 30 min por dia, 5 vezes na 	<ul style="list-style-type: none"> - A análise sanguínea do hormônio tireoidiano revelou níveis iniciais reduzidos de T3, T4, FT4 e hormônio tireoidiano no grupo de ratos que

		<p>semana, por 4 semanas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exercício aeróbico: foi realizado em esteira (10 m/s por 5 minutos, seguido de 25 m/s por 25 minutos). - Exercício anaeróbico: consistiu em subir uma escada de 1 m, 8 vezes, com uma massa de 50% do peso presa à cauda. 	<p>tiveram o hipotireoidismo induzido.</p> <ul style="list-style-type: none"> - A análise de sangue após o experimento mostrou que os níveis de hormônios da tireoide de todos os grupos eram iguais aos do grupo normal. - O exercício anaeróbico foi mais benéfico no alívio dos sintomas.
<p>Francisco Zacaron Werneck e col, (2018) Ensaio clínico randomizado</p>	<p>Avaliar a QV em mulheres com HSC após 16 semanas de treinamento de <i>endurance</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - 20 mulheres com HSC, alocadas em dois grupos (10 realizaram atividade física e 10 serviram como controle). - Exames laboratoriais foram realizados pré e pós 16 semanas. - O programa de exercício aeróbio consistiu em 60 minutos (corrida e caminhada), com intensidade de 65 a 75% da FC. - Quatro meses. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não houve alterações hormonais significativas de TSH e ft4 - HSC está associado a uma pior percepção de QV. - As mulheres com HSC apresentaram melhorias na capacidade funcional, nos aspectos emocionais e na saúde geral, após o treinamento de exercícios aeróbicos.
<p>Anthony C. Hackney e Ayoub Saeidi (2019) Revisão</p>	<p>Revisar a relação do eixo da tireoide e prolactina com o exercício físico em humanos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Elucidar a função e a regulação dos hormônios tireoidianos. - Verificar os efeitos do exercício físico sobre os hormônios da tireoide. - Compreender a função e a regulação da prolactina e os 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercícios graduais de curta duração (≤ 20 min) resultam em níveis elevados de TSH no sangue, desde que um limiar de intensidade de aproximadamente $\geq 60\%$ do consumo máximo

		<p>efeitos do exercício sobre ela.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entender a interação dos hormônios tireoidianos e da prolactina. 	<p>de oxigênio (Vo2máx)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Os efeitos do exercício submáximo em estado estacionário mais prolongado (≥ 60 min) sobre os hormônios da tireoide são discutíveis: há relatos de nenhum efeito nos níveis de TSH, enquanto outros indicam que o TSH e/ou T₃ livre aumentaram progressivamente ou atingiram um platô de estado estacionário em aproximadamente 40 minutos de exercício.
Kejun Wu e col, (2021) Estudo transversal	Investigar a associação entre o estilo de vida e a função tireoidiana no HSC	<ul style="list-style-type: none"> - 159 participantes com HSC (81 homens e 78 mulheres). - 159 participantes eutireoidianos (87 homens e 72 mulheres). - Informações coletadas sobre QV (sono, exercício e dieta) - Exames laboratoriais analisados: TSH; FT4; TgAb; TPOAb; CIU; SPINA-GT; TSHI; TTSI. 	<p>Grupo HSC:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pacientes mais propensos a ter má qualidade geral do sono - O exercício físico foi o fator que influenciou o TSH, a capacidade secretora da tireoide e a resistência à tireotrofina. <p>Ambos os grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dieta, tabagismo e ficar acordado nos finais de semana influenciaram ($\uparrow\downarrow$) a função da tireoide.
Mirjana Babić Leko e col, (2021) Revisão	Discutir estudos que analisaram o impacto de fatores	<ul style="list-style-type: none"> - Foram discutidos fatores de estilo de vida (tabagismo, consumo de álcool, 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuição nos níveis de hormônio tireoidiano após

	ambientais nos níveis de TSH e hormônio tireoidiano em adultos saudáveis.	dieta e exercícios) e poluentes (produtos químicos e metais pesados.	exposição ao perclorato. - Fumar diminui os níveis de TSH e aumenta os níveis de T3 e T4. - Dieta apresenta forte consistência nas alterações da tireoide. - A relação do exercício físico com a tireoide em indivíduos saudáveis é incerta, devido a inconsistência entre os estudos.
Qihong Liu e col (2022) Ensaio pré-clínico	Explorar o efeito do exercício aeróbico na lesão hepática na NASH.	- 3 grupos de camundongos: 1 – Dieta normal 2 – Dieta aterosclerótica 3 – Dieta aterosclerótica e exercício aeróbico. - 8 semanas de treinamento de corrida, 12m/min, 1 hora por dia, 5 dias na semana. - Foram realizadas análises bioquímicas, histológicas e genéticas.	- O treinamento físico melhorou significativamente o acúmulo de lipídios hepáticos e reduziu a infiltração inflamatória e a fibrose. - O exercício aeróbico aumentou significativamente a resposta de T3 no fígado, os níveis séricos de ft3 e ft4 e a expressão hepática de Dio1.
Amine Souissi e col, (2022) Estudo piloto	Explorar os efeitos da ingestão diurna de melatonina nas respostas dos hormônios tireoidianos ao exercício submáximo agudo.	- 16 estudantes (2 grupos: 8 participantes ingeriram 6mg de melatonina antes da corrida e 8 participantes ingeriram placebo). - Análises laboratoriais de TSH e ft4 foram colhidas antes e imediatamente após o exercício.	- Em ambos os grupos, o TSH aumentou em 54% após o exercício submáximo - Não foram encontradas alterações significativas de ft4.

		<p>- Ambos os grupos realizaram corrida por 45min e 60% da velocidade aeróbica máxima.</p>	
<p>Filipe Brasil e Silva e col (2022) Revisão sistemática</p>	<p>Selecionar publicações que envolvessem alterações em biomarcadores decorrentes de intervenções conjuntas de esforço físico/restrição alimentar/privação de sono em unidades militares de jovens adultos em treinamento.</p>	<p>- Buscas nas bases de dados (PubMed e Scopus). - Período: Antes de 1º de dezembro de 2020. - Termos utilizados: “treinamento militar” OU “exercício militar” OU “exercício físico” OU “exercício de alta intensidade” OU “custo calórico” OU “dano muscular” OU biomarcador OU “oxidativo estresse” OU hormonal OU hormônio OU.</p>	<p>- A maioria dos artigos revisados envolveu participantes do sexo masculino entre 20 e 30 anos de idade. - Todas as publicações envolveram a combinação de atividade física intensa, restrição alimentar e privação de sono, com a maioria dos estudos ocorrendo em 3 a 8 dias. - Cinco artigos analisaram os níveis de TSH, três relataram um aumento e dois relataram uma diminuição após o TCM. - Nos cinco estudos que analisaram o hormônio T3, todos os estudos relataram que os níveis de T3 diminuíram, exceto para um grupo em um estudo que recebeu uma ingestão calórica diária de 8.000 kcal. - T4 foi medido em seis publicações, com quatro estudos relatando níveis</p>

			mais baixos após TCM, um estudo mostrando nenhuma mudança e um estudo mostrando níveis mais altos, em um estudo onde um subgrupo recebeu ingestão calórica diária de 8.000kcal
--	--	--	--

Legenda: **HSC** = hipotireoidismo subclínico; **TSH** = hormônio estimulante da tireoide; **T3** = Triiodotironina; **ft3** = triiodotironina livre; **T4** = tiroxina; **ft4** = tiroxina livre; **rt3** = t3 reverso; **GH** = hormônio do crescimento; **IGFBP-3** = proteína de ligação do fator de crescimento semelhante à insulina-3; **HIIT** = exercício intervalado de alta intensidade – do inglês, *high intensity interval exercise*; **EREE** = exercício de resistência em estado estacionário; **CON** = controle de repouso; **PRÉ** = pré sessão; ↑↓: aumento e diminuição; **PÓS** = pós sessão; **12PÓS** = 12 horas após sessão; **QV** = qualidade de vida; **FC** = frequência cardíaca; **Vo2máx** = volume máximo de oxigênio; **NASH** = esteato-hepatite não alcoólica; **DIO1** = enzima que contribuem para a ativação e inativação do hormônio tireoidiano; **TCM** = treinamento de campo militar.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através das buscas constataram que a maioria da população estudada foi de homens jovens, submetidos ao exercício aeróbio de corrida em esteira de moderada e alta intensidade, culminando em um aumento dos níveis séricos dos hormônios tireoidianos, sendo mais significativo para o TSH, ft4 e ft3.

Vale ressaltar que a glândula tireoide e seus respectivos hormônios desempenham um papel fisiológico vital para manutenção da homeostase corporal, uma vez que, possui um amplo espectro de ações em diferentes tecidos. Com isso, sendo o exercício físico um agente estressor, os sistemas regulatórios do organismo são desafiados a manter a homeostase nessas situações. Sendo assim, a literatura já evidenciou que o exercício físico pode modular os níveis séricos dos hormônios tireoidianos, no entanto, não há um consenso entre os estudos referente a qual tipo de exercício e intensidade seriam mais benéficos a pacientes com doenças tireoidianas, em especial a pacientes diagnosticados com hipotireoidismo¹.

Dessa forma, na tentativa de elucidar tais respostas, algumas pesquisas são realizadas e, conforme demonstrado na maioria dos estudos analisados, a população selecionada foi de homens jovens, sendo que, apenas dois estudos incluíram

mulheres na amostra e apenas um foi feito exclusivamente com mulheres. Esta diferença desproporcional na utilização de homens e mulheres em ensaios clínicos, muitas vezes, é justificada pelas diferenças biológicas existente entre os sexos, principalmente no que diz respeito às diferenças hormonais. Contudo, apesar dos estudos utilizarem em sua maioria homens jovens, o hipotireoidismo é mais comum em mulheres e tem sua prevalência aumentada com a idade^{2,9}. Nesse sentido, os resultados encontrados representam uma possível resposta orgânica da relação dos níveis hormonais tireoidianos com o exercício físico, a qual deverá ser analisada com cautela e considerada para a prescrição do treinamento físico, sem negligenciar as características biológicas e individuais de cada paciente.

Referente as modalidades do exercício físico, em sua maioria, os artigos selecionados utilizaram o exercício aeróbio em esteira e apenas um artigo utilizou exclusivamente o exercício anaeróbio. Neste contexto, Souissi et al.¹⁰ (2022) exploraram os efeitos da ingestão diurna de melatonina nas respostas dos hormônios tireoidianos ao exercício submáximo agudo. Para tanto, oito estudantes foram selecionados e, após 50 minutos de ingestão de melatonina (6 mg) ou placebo, foram submetidos a corrida por 45 minutos (60% da velocidade aeróbica máxima). Como resultado, verificou-se que o exercício submáximo aumentou 54% o TSH, em condições de ingestão de melatonina e placebo, enquanto não alterou o ft4.

Da mesma maneira, Hackney et al.¹¹ (2012) submeteram homens treinados ao exercício em esteira e compararam as respostas hormonais da tireoide ao HIIT (90 segundos a 100-110% do VO_2 máx e 90 segundos de recuperação ativa a 40% do VO_2 máx) e ao exercício de resistência em estado estacionário (corrida de 45 minutos a 60-65% do VO_2 máx). Como observado, o HIIT resultou em uma conversão periférica suprimida de T4 para T3. Nessa perspectiva, o exercício aeróbio em esteira é mais utilizado pela sua capacidade de modular o metabolismo, gerando uma rápida e aumentada demanda de energia, exigindo uma atividade coordenada elevada de todos os sistemas do corpo¹². Ademais, a utilização de intensidades moderadas e altas nos estudos selecionados, vai de acordo com evidências já estabelecidas na literatura, visto que, Ciloglu et al.¹³ (2005) evidenciaram que exercícios físicos graduais de curta duração (≤ 20 min) resultaram em níveis elevados de TSH, desde que, seja atingida uma intensidade de exercício $\geq 60\%$ do VO_2 máx.

Ainda referente às respostas hormonais ocasionadas pelo exercício físico, Philippou et al.¹⁴ (2017) investigaram as respostas sistêmicas de vários hormônios,

bem como proteínas secretadas que são reguladas pelo exercício e associadas à adaptação muscular. Assim, nove jovens do sexo masculino realizaram 50 ações musculares excêntricas máximas, com o músculo quadríceps, o que resultou em um aumento sérico de ft4 tardio, ou seja, 48 horas após a realização do exercício excêntrico. Desse modo, assim como este último estudo, muitos relatos na literatura relacionam os exercícios resistidos com as alterações hormonais, no entanto, novos estudos com amostras maiores devem ser realizados para que seus métodos possam ser aplicados na prática clínica.

Enfatizando as alterações hormonais encontradas nos estudos selecionados, a maioria dos estudos obteve como resultados, um aumento nos níveis séricos de TSH, ft4 e ft3, tais modulações dos hormônios tireoidianos não possuem um consenso na literatura quanto a como elas ocorrem, porém, um dos possíveis mecanismos existentes para situações pós exercício físico, onde há um aumento hormonal, seria pelo fato de que hormônios que possuem um tamanho molecular grande, e aqueles ligados a proteínas transportadoras de alto peso, podem ficar presos nos espaços vasculares; assim, uma perda de líquido plasmático aumenta a concentração desses hormônios, gerando assim uma hemoconcentração induzida pelo exercício. Do mesmo modo, não está claro se as reduções hormonais induzidas pelo exercício ocorrem devido a diminuições da produção ou aumento da absorção do tecido alvo dos hormônios tireoidianos^{1,15}.

Ademais, o estudo pré-clínico de de Liu et al.¹⁶ (2022) apresentou uma hipótese diferente para o aumento dos hormônios tireoidianos induzido pelo exercício físico e, após a análise dos resultados, foi constatado que o exercício aeróbio aumentou os níveis séricos de ft3 e ft4 bem como a expressão hepática de Dio1. Esta enzima denominada de desidase Tipo 1 (Dio1) possui propriedades catalíticas, podendo realizar a desidatação tanto do anel fenólico quanto do anel tirosínico, e estes processos resultam, respectivamente, na ativação e inativação dos hormônios tireoidianos¹⁷. Tais achados sugerem que o aumento transitório do hormônio tireoidiano circulante após o exercício físico pode ativar a expressão de Dio1 no fígado, o que pode aumentar ainda mais o conteúdo de T3 intra-hepático, tendo em vista que o principal papel fisiológico da Dio1 é fornecer T3 para o plasma, sendo assim, podendo formar um ciclo de *feedback* positivo.

Apesar dos estudos demonstrarem alterações dos hormônios tireoidianos após exercício físico, o estudo de Leko et al⁶ (2021) enfatiza o papel dos fatores ambientais

nas alterações dos hormônios tireoidianos, apresentado a importância de levar o estilo de vida do indivíduo em consideração nos futuros ensaios clínicos, atentando-se principalmente a fatores como tabagismo, sono, ingestão de iodo e dieta no geral. Tais fatores podem comprometer, quando não analisados, a eficácia do estudo em verificar a influência isolada do exercício físico sobre os hormônios tireoidianos.

Os artigos selecionados enfatizam a utilização do exercício aeróbio de moderada intensidade para que haja alterações dos níveis séricos dos hormônios tireoidianos, cujos achados podem ser valiosos e considerados um ponto de referência para o tratamento não farmacológico de pacientes com hipotireoidismo. Contudo, é importante e necessário ressaltar a influência das condições e características únicas de cada indivíduo para um tratamento mais eficaz e completo.

CONCLUSÃO

O presente estudo indica que o exercício físico aeróbio de moderada intensidade pode influenciar os níveis séricos dos hormônios tireoidianos. Contudo, sua utilização na prática clínica necessita de uma avaliação que respeite a individualidade fisiológica de cada indivíduo, bem como um maior número de ensaios clínicos sobre a temática, voltado principalmente a pacientes que possuem disfunções tireoidianas.

REFERÊNCIAS

1. Hackney AC, Saeidi A. The thyroid axis, prolactin, and exercise in humans. *Current Opinion in Endocrine and Metabolic Research*. 2019 Dec;9:45–50.
2. Chaker L, Bianco AC, Jonklaas J, Peeters RP. Hypothyroidism. *The Lancet* [Internet]. 2017 Sep;390(10101):1550–62. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6619426/>
3. Benseñor IM, Sgarbi JA, Janovsky CCPS, Pittito BA, Diniz M de FHS, Almeida M da CC de, et al. Incidence of thyroid diseases: Results from the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Archives of Endocrinology and Metabolism*. 2021 Apr 12;
4. Centanni M, Benvenga S, Sachmechi I. Diagnosis and management of treatment-refractory hypothyroidism: an expert consensus report. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2017 Jul 10;40(12):1289–301.
5. Ralli M, Angeletti D, Fiore M, D’Aguanno V, Lambiase A, Artico M, et al. Hashimoto’s thyroiditis: An update on pathogenic mechanisms, diagnostic protocols, therapeutic strategies, and potential malignant transformation. *Autoimmunity Reviews*. 2020 Oct;19(10):102649.
6. Babić Leko M, Gunjača I, Pleić N, Zemunik T. Environmental Factors Affecting Thyroid-Stimulating Hormone and Thyroid Hormone Levels. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021 Jun 17;22(12):6521.
7. Galbo H. The hormonal response to exercise. *Diabetes / Metabolism Reviews*. 1986;1(4):385–408.
8. Abassi W, Ouerghi N, Ghouili H, Haouami S, Bouassida A. Greater effects of high- compared with moderate-intensity interval training on thyroid hormones in overweight/obese adolescent girls. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*. 2020 Nov 25;41(4).
9. Taylor PN, Albrecht D, Scholz A, Gutierrez-Buey G, Lazarus JH, Dayan CM, et al. Global epidemiology of hyperthyroidism and hypothyroidism. *Nature Reviews Endocrinology* [Internet]. 2018 Mar 23;14(5):301–16. Available from: <https://www.nature.com/articles/nrendo.2018.18>

10. Amine Souissi, Ismail Dergaa, Hamdi Chtourou, Helmi Ben Saad. The Effect of Daytime Ingestion of Melatonin on Thyroid Hormones Responses to Acute Submaximal Exercise in Healthy Active Males: A Pilot Study. 2022 Jan 1;16(1):155798832110703-155798832110703.
11. Hackney AC, Kallman A, Hosick KP, Rubin DA, Battaglini CL. Thyroid hormonal responses to intensive interval versus steady-state endurance exercise sessions. *Hormones*. 2012 Jan;11(1):54–60.
12. Kisner C, Colby LA, Borstad J. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas . (7ª edição). Barueri: Editora Manole; 2021
13. Ciloglu F, Peker I, Pehlivan A, Karacabey K, ilhan N, Saygin O, et al.: Intensidade do exercício e seus efeitos nos hormônios tireoidianos. *Neuroendocrinol Lett* 2005, 26 :830–834.
14. Philippou A, Maridaki M, Tenta R, Koutsilieris, M. Hormonal responses following eccentric exercise in humans. *Hormones*. 405-413, 12 fev. 2018. Springer Science and Business Media LL
15. Hackney AC, Viru A. Research Methodology: Endocrinologic Measurements in Exercise Science and Sports Medicine. *Journal of Athletic Training*. 2008 Nov;43(6):631–9.
16. Liu Q, Li H, Zheng Z, Zhao Q, Huang C, Wang Q, et al. Role of aerobic exercise in ameliorating NASH: Insights into the hepatic thyroid hormone signaling and circulating thyroid hormones. 2022 Dec 20;13.
17. Meyer ELS, Wagner MS, Maia AL. Expressão das iodotironinas desidases nas neoplasias tireoidianas. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. 2007 Jul;51(5):690–700.

ANEXO

NORMAS DA REVISTA – O Archives of Endocrinology and Metabolism (AE&M)

Instruções para os autores:

Preparação do Manuscrito

O manuscrito deve ser enviado em arquivo Microsoft Office Word, com paginação obrigatória em papel A4 (210 × 297 mm) e margens de 2 cm em todos os lados, fonte Times New Roman ou Arial, tamanho 12 e 1,5 pt. espaçamento entre linhas.

Todos os manuscritos devem incluir uma carta de apresentação declarando a importância e relevância do manuscrito. Essa carta também deve conter as seguintes informações: se há ou não conflito de interesses, se o manuscrito é original e não foi publicado em outro lugar, nem está sendo considerado para publicação em outro lugar, e também incluir o número do comitê de ética (humano ou animal). No caso de pesquisas realizadas no Brasil, a carta de apresentação deve conter o número de registro do CAAE gerado na plataforma Brasil.

Os manuscritos enviados sem o cumprimento de todos esses itens serão suspensos até a finalização.

A AE&M usa revisão cega, o que significa que a identidade dos autores deve ser omitida dos revisores. A fim de facilitar o processo de submissão, a revista recomenda que os autores preparem seus manuscritos em arquivos separados conforme descrito abaixo:

A folha de rosto deve ser estruturada da seguinte forma:

O título do artigo deve estar em inglês e ser conciso e informativo.

Título curto de no máximo 40 caracteres para títulos de página.

Nomes completos dos autores com seus respectivos graus acadêmicos.

A afiliação de cada autor deve conter as seguintes informações: universidade, departamento, cidade, CEP, país, e-mail e ORCID (todos os autores devem ter o identificador ORCID – Open Researcher and Contributor ID – <https://orcid.org/signin>).
ID – ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1397-9048>

Um autor correspondente deve ser indicado.

É obrigatório que cada autor ateste ter participado suficientemente do trabalho para assumir a responsabilidade por parte significativa do conteúdo do manuscrito. Cada um dos autores deve especificar suas contribuições para o trabalho. O autor correspondente ou autor que submeteu o trabalho indicará, durante o processo de submissão, a garantia e veracidade da integridade de todos os dados informados no manuscrito.

A AE&M recomenda que a autoria seja baseada nos critérios do ICMJE. A coautoria irrestrita é permitida. O crédito de autoria deve ser baseado apenas em contribuições substanciais para:

Contribuições substanciais para a concepção ou desenho da obra; ou aquisição, análise ou interpretação de dados para o trabalho; e

Elaboração do trabalho ou revisão crítica de conteúdo intelectual importante;

Aprovação final da versão a ser publicada; e

Consentimento em ser responsável por todos os aspectos do trabalho, garantindo que questões relacionadas à precisão ou integridade de qualquer parte do trabalho sejam devidamente investigadas e resolvidas.

Todos os colaboradores que não atenderem aos critérios de autoria devem ser listados na seção Agradecimentos, bem como o apoio financeiro de agências de fomento.

Palavras-chave: devem ser incluídos de três a cinco descritores em inglês. Os descritores podem ser encontrados nos seguintes endereços: <https://meshb.nlm.nih.gov/MeSHonDemand> ou <https://meshb-prev.nlm.nih.gov/search>

Tipo de manuscrito

Preparação do Manuscrito: o corpo do texto não deve conter nenhuma informação como nome ou filiação dos autores. E deve ser estruturado da seguinte forma:

Abstrato

Texto principal (artigo)

Tabelas, Gráficos, Figuras e/ou Fotografias. Devem ser citados no texto principal em ordem numérica

Patrocínio

Agradecimentos

Referências

Resumo: artigos originais, comunicações breves e relatos de caso devem apresentar resumos de até 250 palavras. O resumo deve conter informações claras e objetivas sobre o ensaio de forma que possam ser entendidas sem consulta ao texto. O resumo deve incluir quatro seções que reflitam os títulos das seções do texto principal. Todas as informações relatadas no resumo devem ser originárias do manuscrito. Por favor, use frases completas para todas as seções do resumo.

Introdução: o principal objetivo da introdução é estimular o interesse do leitor pelo artigo, oferecendo uma perspectiva histórica e justificando seus objetivos.

Materiais e Métodos: deve conter todos os detalhes de como o estudo foi conduzido, para que outros pesquisadores possam avaliá-lo e reproduzi-lo. A origem de hormônios, produtos químicos incomuns, reagentes e dispositivos deve ser indicada. Para métodos modificados, apenas novas modificações devem ser descritas.

Resultados e Discussão: a seção Resultados deve apresentar resumidamente os dados experimentais tanto no texto quanto em tabelas e/ou figuras. A repetição no texto dos resultados apresentados nas tabelas deve ser evitada. Para mais detalhes sobre a preparação de tabelas e figuras, veja abaixo. A Discussão deve focar na interpretação e significado dos resultados, com comentários concisos e objetivos descrevendo sua relação com outras pesquisas nesta área. Na Discussão, devemos evitar repetir os dados apresentados nos Resultados. Pode incluir sugestões para explicar esses dados e deve encerrar com as conclusões.

Tabelas e Figuras: Tabelas e Figuras devem ser numeradas de acordo com a ordem em que aparecem no texto, conter título e ser enviadas em arquivos separados. As tabelas não devem conter dados já mencionados no texto. Devem ser abertas nas

laterais e ter fundo totalmente branco. As abreviaturas utilizadas nas tabelas devem ser mencionadas em ordem alfabética, no rodapé, com os respectivos formulários completos. Para tabelas retiradas de outras fontes de informação ou adaptadas (com a devida autorização), o crédito da fonte deve ser informado ao final de cada legenda entre parênteses. Este crédito deve ser completo com a referência bibliográfica da fonte ou os direitos autorais. Da mesma forma, as abreviaturas utilizadas nas figuras devem ser explicadas nas legendas. Só serão aceitas imagens no formato JPEG, com resolução mínima de acordo com o tipo de imagem, **A AE&M** solicita que os autores arquivem as imagens originais em sua posse, pois caso as imagens submetidas online apresentem algum impedimento para impressão, entraremos em contato para nos enviar esses originais.

Fotografias: AE&M prefere publicar fotos de pacientes sem máscara. Encorajamos os autores a obter permissão dos pacientes ou de seus familiares, antes de enviar o manuscrito, para possível publicação de imagens. Se o manuscrito contiver imagens identificáveis do paciente ou informações de saúde protegidas, os autores devem enviar autorização documentada do paciente, ou pai, responsável ou representante legal, antes que o material seja distribuído aos editores, revisores e outros funcionários da AE& M . Para identificar os sujeitos, use uma designação numérica (por exemplo, Paciente 1); não use as iniciais do nome.

Patrocínio: devem ser declaradas todas as fontes de apoio à pesquisa (se houver), bem como o número do projeto e a instituição responsável. O papel das agências financiadoras na concepção do estudo e coleta, análise e interpretação dos dados e redação do manuscrito deve ser declarado em Agradecimentos.

Agradecimentos: Todos os participantes que fizeram contribuições substanciais para o manuscrito (por exemplo, coleta de dados, análise e assistência na redação ou edição), mas que não atendem aos critérios de autoria, devem ser nomeados com suas contribuições específicas em Agradecimentos no Manuscrito. A declaração de conflito de interesses deve ser incluída nesta seção. Mesmo que os autores não tenham um conflito de interesse relevante a divulgar, devem comunicá-lo na seção de Agradecimentos.

Referências: as referências de documentos impressos e eletrônicos devem ser padronizadas de acordo com o estilo Vancouver, elaborado pelo ICMJE. As referências devem estar em ordem numérica (entre parênteses), de acordo com a citação no texto, e listadas na mesma ordem numérica ao final do manuscrito, em página separada.

A AE&M incentiva o uso do DOI, pois garante um link de acesso permanente ao artigo eletrônico. Para artigos ou textos publicados na internet que não contenham o DOI, indicar o endereço URL completo, bem como a data de acesso em que foram acessados. Exemplos do estilo Vancouver estão disponíveis no site da National Library of Medicine (NLM) em Citing Medicine: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/> .

Exemplo:

Artigo

Bein M, Yu OHY, Grandi SM, Frati FYE, Kandil I, Fillion KB. Levotiroxina e o risco de desfechos adversos da gravidez em mulheres com hipotireoidismo subclínico: uma revisão sistemática e meta-análise. *Distúrbio BMC Endocr.* 2021;27;21(1):34. doi: 10.1186/s12902-021-00699-5.

Unidade de Medida: Os resultados devem ser expressos usando o sistema métrico. A temperatura deve ser expressa em graus Celsius e a hora do dia usando o relógio de 24 horas (por exemplo, 0800 h, 1500 h).

Abreviações padrão: Todas as abreviações no texto devem ser definidas imediatamente após o primeiro uso da abreviatura.

Descrição Genética Molecular: Use a terminologia padrão para variantes polimórficas, fornecendo os números rs para todas as variantes relatadas. Os detalhes do ensaio, como sequências de primers de PCR, devem ser descritos brevemente junto com os números rs. Os gráficos de pedigree devem ser elaborados de acordo com o padrão publicado: Bennett RL, French KS, Resta RG, Doyle DL. Nomenclatura padronizada de pedigree humano: atualização e avaliação das recomendações da Sociedade Nacional de Conselheiros Genéticos. *J Genet Condes.* 2008 Oct;17(5):424-33. doi: 10.1007/s10897-008-9169-9.

Nomenclaturas: Para genes, use notação genética e símbolos aprovados pelo HUGO Gene Nomenclature Committee (HGNC) – (<http://www.genenames.org/~V>).

Para mutações, siga as diretrizes de nomenclatura sugeridas pela Human Genome Variation Society (<http://www.hgvs.org/mutnomen/>).

Fornecer e discutir os dados de equilíbrio de Hardy-Weinberg dos polimorfismos analisados na população estudada. O cálculo do equilíbrio de Hardy-Weinberg pode ajudar na descoberta de erros de genotipagem e seu impacto nos métodos analíticos.

Forneça as frequências originais dos genótipos, alelos e haplótipos.

Sempre que possível, o nome genérico dos medicamentos deve ser mencionado. Quando um nome comercial é usado, ele deve começar com uma letra maiúscula.

Siglas devem ser usadas com moderação e totalmente explicadas quando mencionadas pela primeira vez.

Processo de Revisão por Pares

A AE&M adota blind review para manuscritos aprovados, onde os revisores estão cientes dos nomes e afiliações dos autores, mas os relatórios fornecidos por eles aos autores são anônimos. O feedback emitido pelos avaliadores pode considerar o manuscrito como aceito, rejeitado ou necessitando de revisões, seja na forma ou no conteúdo. As opiniões emitidas pelos avaliadores são apreciadas pelo Editor-Chefe, e um relatório final de feedback é enviado aos autores.

Submissão Eletrônica

Os manuscritos devem ser submetidos e preenchidos online no sistema ScholarOne – <https://mc04.manuscriptcentral.com/aem-scielo>, acompanhados de:

Carta de apresentação.

Declaração de Estudos Envolvendo Experimentação Animal (se aplicável).

O Manuscrito.

Cada documento deve ser anexado, separadamente, no campo indicado pelo sistema.

Para iniciar o processo, o responsável pela submissão deve se cadastrar previamente no sistema como autor, criando/associando o cadastro ORCID – <https://orcid.org/signin>. Todos os autores devem ter seu cadastro associado a um ORCID atualizado.

Considerações importantes:

O manuscrito deve ser submetido a um corretor ortográfico. Serviços de edição são recomendados, como: American Journal Experts
– <http://www.journalexperts.com/index.php>, PaperCheck
– <http://www.papercheck.com/> e Voxmed Medical Communications
– <https://www.voxmed.com.br/voxmed/>

Todas as referências devem ser citadas no texto e listadas ao final.

Concessões devem ser obtidas se o material protegido por direitos autorais for usado (inclusive da Internet).