



NICOLAUS COPERNICUS  
UNIVERSITY  
IN TORUŃ



**Quality in Sport. eISSN 2450-3118.**

**Journal Home Page**

**<https://apcz.umk.pl/QS/index>**

**KANARSZCZUK, Julia, KAWA, Zuzanna, KASPRZAK, Maria, JĘDRZEJEWSKA, Aleksandra, JURECZKO, Aleksandra, KLECZAJ, Klaudia, STARCZEWSKI, Łukasz, JAWOROWSKA, Julia, BABIARZ, Gabriela, and OSIŃSKI, Damian. Wpływ stylu życia na prawidłowe funkcjonowanie tarczycy. The Impact of Lifestyle on Proper Thyroid Gland Function. Quality in Sport. 2026;55:70926. eISSN 2450-3118. <https://doi.org/10.12775/QS.2026.55.70926>**

The journal has been awarded 20 points in the parametric evaluation by the Ministry of Higher Education and Science of Poland. This is according to the Annex to the announcement of the Minister of Higher Education and Science dated 05.01.2024, No. 32553. The journal has a Unique Identifier: 201398. Scientific disciplines assigned: Economics and Finance (Field of Social Sciences); Management and Quality Sciences (Field of Social Sciences).

Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 20 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Szkolnictwa Wyższego i Nauki z dnia 05.01.2024 Lp. 32553. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201398. Przynależność dyscypliny naukowej: Ekonomia i finanse (Dziedzina nauk społecznych); Nauki o zarządzaniu i jakości (Dziedzina nauk społecznych). © The Authors 2026.

This article is published with open access under the License Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Toruń, Poland. Open Access: This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License, which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial Share Alike License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), which permits unrestricted, non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

Received: 15.04.2026. Revised: 24.04.2026. Accepted: 2.05.2026. Published: 10.05.2026.

**Wpływ stylu życia na prawidłowe funkcjonowanie tarczycy.**

**The impact of lifestyle on proper thyroid gland function.**

**Julia Kanarszczuk**

ORCID <https://orcid.org/0009-0001-7482-2379>

E-mail [jkanarszczuk01@gmail.com](mailto:jkanarszczuk01@gmail.com)

Medical University of Lublin,

Aleje Raławickie 1, 20-059 Lublin, Poland

**Damian Osiński**

ORCID <https://orcid.org/0009-0005-5197-3173>

E-mail [osinski.damian00@gmail.com](mailto:osinski.damian00@gmail.com)

Medical University of Lublin,

Aleje Raławickie 1, 20-059 Lublin, Poland

**Zuzanna Kawa**

ORCID <https://orcid.org/0009-0009-2579-2888>

E-mail [zuziak772@gmail.com](mailto:zuziak772@gmail.com)

Student Scientific Club at the Department of Medical Informatics and Statistics with e-Health  
Lab, Medical University of Lublin,

Medical University of Lublin,

Aleje Raławickie 1, 20-059 Lublin, Poland

**Maria Kasprzak**

ORCID <https://orcid.org/0009-0005-4201-2231>

E-mail [kasprzak.maria.anna@gmail.com](mailto:kasprzak.maria.anna@gmail.com)

Student Scientific Club at the Department of Medical Informatics and Statistics with e-Health  
Lab, Medical University of Lublin,

Aleje Raławickie 1, 20-059 Lublin, Poland

**Aleksandra Jędrzejewska**

ORCID <https://orcid.org/0009-0002-8118-1810>

E-mail [ola.jedrzejewska@o2.pl](mailto:ola.jedrzejewska@o2.pl)

Student Scientific Club at the Department of Medical Informatics and Statistics with e-Health  
Lab, Medical University of Lublin,

Medical University of Lublin, Aleje Raławickie 1, 20-059 Lublin, Poland

**Aleksandra Jureczko**

ORCID <https://orcid.org/0009-0005-5562-2637>

E-mail [olajureczko01@gmail.com](mailto:olajureczko01@gmail.com)

Student Scientific Club at the Department of Medical Informatics and Statistics with e-Health  
Lab, Medical University of Lublin,

Medical University of Lublin, Aleje Raławickie 1, 20-059 Lublin, Poland

**Klaudia Kleczaj**

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2534-6863>

E-mail [klaudia.kleczaj@gmail.com](mailto:klaudia.kleczaj@gmail.com)

Student Scientific Club at the Department of Medical Informatics and Statistics with e-Health Lab, Medical University of Lublin,  
Medical University of Lublin, Aleje Raławickie 1, 20-059 Lublin, Poland

**Julia Jaworowska**

ORCID <https://orcid.org/0009-0006-5770-7578>

E-mail [j.u.l.a.jaworowska@gmail.com](mailto:j.u.l.a.jaworowska@gmail.com)

Student Scientific Club at the Department of Medical Informatics and Statistics with e-Health Lab, Medical University of Lublin,  
Medical University of Lublin, Aleje Raławickie 1, 20-059 Lublin, Poland

**Gabriela Babiarz**

ORCID <https://orcid.org/0009-0002-2715-6470>

E-mail [gabrielakarolina.babiarz@gmail.com](mailto:gabrielakarolina.babiarz@gmail.com)

Medical University of Lublin,  
Aleje Raławickie 1, 20-059 Lublin, Poland

**Łukasz Starczewski**

ORCID <https://orcid.org/0009-0000-2258-4885>

E-mail [lukasz.starczewski7@gmail.com](mailto:lukasz.starczewski7@gmail.com)

Medical University of Warsaw,  
ul. Żwirki i Wigury 61, 02-091 Warszawa, Poland

**Abstrakt**

**Wstęp.** Styl życia odgrywa istotną rolę w funkcjonowaniu tarczycy, szczególnie w przebiegu niedoczynności tego gruczołu. Coraz więcej badań wskazuje, że regularna aktywność fizyczna, odpowiednio zbilansowana dieta, właściwa ilość snu oraz skuteczna redukcja stresu mogą przyczyniać się do poprawy wyników hormonalnych oraz łagodzenia objawów choroby. Celem niniejszej pracy przeglądowej jest analiza wpływu wybranych czynników stylu życia na przebieg niedoczynności tarczycy, ze szczególnym uwzględnieniem roli aktywności fizycznej, snu, diety oraz przewlekłego stresu. W ostatnich latach zwrócono również uwagę na znaczenie

witaminy D oraz mikrobioty jelitowej, których prawidłowy poziom i równowaga mogą wspierać funkcjonowanie układu odpornościowego oraz wpływać na regulację hormonalną. Istotnym elementem wspomagającym terapię pozostaje także dieta bogata w kluczowe mikroelementy, takie jak jod, selen i cynk. Analiza dostępnych doniesień naukowych sugeruje, że modyfikacja codziennych nawyków może stanowić wartościowe uzupełnienie leczenia farmakologicznego, korzystnie wpływając na pracę tarczycy oraz jakość życia pacjentów.

**Cel badań.** Celem pracy jest podsumowanie aktualnych dowodów naukowych dotyczących związku między wybranymi czynnikami stylu życia a funkcjonowaniem tarczycy.

**Wnioski.** Na podstawie analizy dostępnej literatury można stwierdzić, że styl życia odgrywa istotną rolę w przebiegu niedoczynności tarczycy oraz w utrzymaniu prawidłowego funkcjonowania tego gruczołu. Odpowiednio zbilansowana dieta, regularna aktywność fizyczna, właściwa ilość snu oraz skuteczna redukcja przewlekłego stresu mogą wspierać terapię, wpływać korzystnie na gospodarkę hormonalną oraz przyczyniać się do łagodzenia objawów choroby. Dodatkowo coraz więcej badań wskazuje na znaczenie prawidłowego poziomu witaminy D oraz równowagi mikrobioty jelitowej w regulacji funkcji tarczycy i wsparciu układu odpornościowego. Modyfikacja codziennych nawyków stanowi zatem ważny element wspomagający leczenie niedoczynności tarczycy oraz poprawę jakości życia pacjentów.

**Słowa kluczowe:** gruczoł tarczowy, niedoczynność tarczycy, czynniki stylu życia, aktywność fizyczna, dieta, witamina D, mikrobiota jelitowa

## **Abstract**

**Introduction.** Lifestyle significantly influences the functioning of the thyroid gland, especially in the case of hypothyroidism. Regular physical activity, a proper diet, an adequate amount of sleep, and stress reduction can contribute to improving hormonal test results and alleviating the symptoms of this condition. The aim of this paper is to analyze the impact of lifestyle on hypothyroidism, with particular emphasis on the role of physical activity, sleep, diet, and chronic stress. Recent studies also highlight the role of vitamin D and gut microbiota. Their proper levels and the balance of microorganisms in the gut may support the immune system and influence hormonal regulation. Regular physical activity, which positively affects metabolism and hormonal balance, is also of key importance. A balanced diet rich in essential micronutrients, such as iodine, selenium, and zinc, is an important element supporting therapy. This paper provides an overview of current scientific reports on the impact of selected lifestyle factors on the course of hypothyroidism. Available research results suggest that modifying daily

habits can be a significant supplement to therapy, positively affecting the functioning of the thyroid gland and the quality of life of patients.

**Research objective.** The objective of this review is to summarize the current scientific evidence concerning the impact of selected lifestyle factors on thyroid gland function.

**Conclusions.** Based on the analysis of the available literature, it can be concluded that lifestyle plays a significant role during hypothyroidism and in maintaining the proper functioning of the thyroid gland. A well-balanced diet, regular physical activity, adequate sleep, and effective reduction of chronic stress may support therapy, positively influence hormonal balance and contribute to the alleviation of disease symptoms. Furthermore, an increasing number of studies highlight the importance of maintaining adequate vitamin D levels and gut microbiota balance in the regulation of thyroid function and support of the immune system. Therefore, the modification of daily habits constitutes an important adjunct to the treatment of hypothyroidism and may contribute to improving patients' quality of life.

**Keywords:** thyroid gland, hypothyroidism, lifestyle factors, physical activity, diet, vitamin D, gut microbiota

Prawidłowe funkcjonowanie tarczycy jest wynikiem złożonej interakcji wielu czynników, w tym diety, aktywności fizycznej, poziomu stresu oraz jakości snu. Elementy te odgrywają kluczową rolę w patogenezie niedoczynności tarczycy poprzez wpływ na produkcję hormonów. [1] Zaburzenia czynności tarczycy są bardzo częste w praktyce klinicznej, a jod stanowi główny czynnik wpływający na występowanie tych schorzeń. [2] Niedoczynność tarczycy jest stanem charakteryzującym się niewystarczającą produkcją hormonów tarczycy, prowadzącą do spowolnienia wielu procesów metabolicznych w organizmie. Styl życia, obejmujący dietę, aktywność fizyczną oraz inne zdrowe nawyki, odgrywa kluczową rolę w postępowaniu terapeutycznym w tej jednostce chorobowej. Niniejsza praca przeglądowa analizuje wpływ różnych aspektów stylu życia na przebieg i leczenie niedoczynności tarczycy na podstawie aktualnych badań naukowych. [3, 4] Częstość występowania niedoczynności tarczycy może różnić się w zależności od wieku, płci oraz miejsca zamieszkania, jednak szacuje się, że

schorzenie to dotyczy około 5% populacji ogólnej, przy czym kolejne 5% osób może pozostawać niezdiagnozowanych. [5]

Typowe objawy niedoczynności tarczycy obejmują przewlekłe zmęczenie, osłabienie oraz przyrost masy ciała. Do innych często występujących objawów należą sucha skóra i włosy, bóle mięśni, nadwrażliwość na zimno oraz trudności ze snem. Częstość występowania niedoczynności tarczycy w populacji różni się w zależności od zastosowanych kryteriów diagnostycznych oraz badanej grupy, jednak powszechnie przyjmuje się, że dotyczy ona około jednej na dwadzieścia osób w wieku 12 lat i starszych w Stanach Zjednoczonych. [6] W badaniu National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) III częstość występowania niedoczynności tarczycy wyniosła 4,6% (0,3% postać kliniczna oraz 4,3% postać subkliniczna). [7]

Aktywność fizyczna odgrywa kluczową rolę w funkcjonowaniu tarczycy oraz przebiegu niedoczynności tego gruczołu. Wpływ wysiłku fizycznego na hormony tarczycy jest złożony i zależy od intensywności oraz rodzaju wykonywanej aktywności. Osoby z niedoczynnością tarczycy często wykazują obniżoną tolerancję wysiłku fizycznego, głównie z powodu niewystarczającego wsparcia ze strony układu sercowo-naczyniowego. [8] Ćwiczenia fizyczne mogą przyczyniać się do poprawy ogólnego stanu zdrowia oraz zwiększenia poziomu energii. [9] Regularna aktywność fizyczna może również wpływać korzystnie na nastrój oraz samopoczucie psychiczne poprzez mechanizmy neurohormonalne i redukcję objawów zmęczenia. [10] Badania wskazują, że intensywność ćwiczeń ma istotny wpływ na poziomy hormonów tarczycy. Wysiłek o wysokiej intensywności może prowadzić do wzrostu stężenia tyroksyny (T4) oraz trójiodotyroniny (T3), podczas gdy ćwiczenia o umiarkowanej intensywności zazwyczaj nie wywołują istotnych zmian w poziomach tych hormonów. Jedno z badań wykazało, że maksymalny wysiłek aerobowy istotnie wpływa na krążące poziomy hormonów tarczycy. [11] Randomizowane badanie kontrolowane wykazało między innymi, że ćwiczenia aerobowe mogą poprawiać funkcję tarczycy, profil lipidowy oraz jakość życia kobiet z niedoczynnością tarczycy. [12] Regularna aktywność fizyczna może również wpływać na skuteczność terapii hormonalnej. Badania wykazały, że poranny wysiłek fizyczny może wpływać na wchłanianie doustnej lewotyroksyny, co ma istotne znaczenie dla pacjentów przyjmujących ten lek. [13]

Sen odgrywa kluczową rolę w regulacji funkcji tarczycy, a jego zaburzenia mogą prowadzić do dysfunkcji, w tym niedoczynności tarczycy. Wydzielanie hormonu tyreotropowego (TSH) przez przysadkę mózgową podlega rytmowi dobowemu, z najwyższymi wartościami występującymi na początku snu oraz najniższymi w godzinach popołudniowych. [14]

Zaburzenia cyklu snu mogą zakłócać ten wzorzec, prowadząc do nieprawidłowości w wydzielaniu TSH oraz poziomach hormonów tarczycy. [15] Badania pokazują, że całkowita deprivacja snu może zaburzać oś podwzgórze–przysadka–tarczyca. Prowadzi to do wzrostu poziomu TSH oraz zmian w stężeniach hormonów tarczycy — tyroksyny (T4) i trójiodotyroniny (T3). Wyniki te sugerują, że niedobór snu może negatywnie wpływać na funkcję tarczycy i przyczyniać się do rozwoju jej zaburzeń. [16]

Istnieje również związek pomiędzy subkliniczną niedoczynnością tarczycy a obniżoną jakością snu. Przegląd systematyczny wykazał, że osoby z subkliniczną niedoczynnością tarczycy częściej doświadczają problemów ze snem, takich jak bezsenność i skrócony czas snu [17, 18]. Zarówno zbyt krótki, jak i zbyt długi czas snu mogą zwiększać ryzyko subklinicznych zaburzeń tarczycy [19].

Stres, zarówno ostry, jak i przewlekły, odgrywa istotną rolę w funkcjonowaniu osi podwzgórze–przysadka–tarczyca (HPT), wpływając na regulację hormonów tarczycy. W odpowiedzi na stres aktywacja osi podwzgórze–przysadka–nadnercza (HPA) prowadzi do zwiększonego wydzielania glikokortykosteroidów, takich jak kortyzol, który może hamować uwalnianie TSH z przysadki, a tym samym zmniejszać produkcję hormonów tarczycy [20].

Badania wskazują na związek między stresem a rozwojem autoimmunologicznych chorób tarczycy, takich jak choroba Hashimoto. Stres może modulować odpowiedź immunologiczną, prowadząc do zaburzeń tolerancji immunologicznej i inicjacji procesów autoimmunologicznych skierowanych przeciwko tarczycy [21]. W kontekście niedoczynności tarczycy przewlekły stres może prowadzić do obniżenia poziomu hormonów tarczycy poprzez hamowanie aktywności dejodynaz — enzymów odpowiedzialnych za konwersję tyroksyny (T4) do aktywnej trójiodotyroniny (T3) [22].

Dieta odgrywa kluczową rolę w utrzymaniu prawidłowej funkcji tarczycy, a niewłaściwy skład żywieniowy może przyczyniać się do rozwoju niedoczynności tarczycy [23]. Odpowiednio zbilansowana dieta może pomagać w redukcji objawów tej choroby oraz wspierać poprawę poziomów hormonów tarczycy [24, 25]. Jod jest niezbędnym pierwiastkiem do syntezy hormonów tarczycy, takich jak tyroksyna (T4) i trójiodotyronina (T3). Niedobór jodu prowadzi do zmniejszonej produkcji tych hormonów, co może skutkować niedoczynnością tarczycy, natomiast jego nadmiar również może zaburzać funkcję tego gruczołu [26].

Selen jest jednym z kluczowych mikroelementów niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania tarczycy. Jego obecność jest konieczna dla aktywności enzymów uczestniczących w konwersji T4 do T3. Niewystarczająca podaż selenu może negatywnie

wpływać na funkcję tarczycy, prowadząc do niedoczynności oraz nasilając objawy chorób autoimmunologicznych [27].

Żelazo odgrywa istotną rolę w funkcjonowaniu tarczycy, ponieważ stanowi niezbędny składnik peroksydazy tarczycowej (TPO), enzymu biorącego udział w syntezie hormonów tarczycy. Niedobór żelaza może zaburzać ten proces i zwiększać ryzyko niedoczynności tarczycy [28, 29].

Cynk jest kolejnym istotnym mikroelementem wpływającym na syntezę i metabolizm hormonów tarczycy. Jego niedobór może prowadzić do obniżenia poziomu T4 i T3, zaburzając prawidłową funkcję tarczycy [30, 31].

Mikrobiota jelitowa odgrywa kluczową rolę w utrzymaniu homeostazy organizmu, wpływając na procesy metaboliczne, immunologiczne i hormonalne. W ostatnich latach coraz więcej badań koncentruje się na zależności pomiędzy składem mikrobioty jelitowej a funkcjonowaniem tarczycy, sugerując istnienie tzw. osi jelito–tarczyca [32]. Dysbioza może istotnie wpływać na rozwój i progresję chorób tarczycy, w tym niedoczynności [33–36].

Witamina D, znana przede wszystkim z roli w regulacji gospodarki wapniowo-fosforanowej i utrzymaniu zdrowia kości, odgrywa również ważną rolę w funkcjonowaniu układu odpornościowego. Coraz więcej badań wskazuje na związek pomiędzy niedoborem witaminy D a zaburzeniami funkcji tarczycy, zwłaszcza w kontekście niedoczynności oraz choroby Hashimoto [37–41].

## **Wnioski**

Styl życia w istotny sposób wpływa na funkcjonowanie tarczycy i wykazuje obiecujący potencjał w profilaktyce oraz wspomaganiu leczenia niedoczynności tarczycy. Regularna aktywność fizyczna, zdrowa dieta, odpowiednia ilość snu oraz redukcja stresu mogą korzystnie wpływać na wyniki badań hormonalnych oraz łagodzić objawy tego schorzenia. Istotną rolę odgrywają również witamina D oraz mikrobiota jelitowa, wspierające regulację hormonalną i funkcjonowanie układu odpornościowego. Utrzymanie prawidłowego poziomu tych elementów oraz zachowanie równowagi mikrobioty jelitowej może wspomagać leczenie niedoczynności tarczycy. Dodatkowo dieta bogata w mikroelementy, takie jak jod, selen i cynk, ma kluczowe znaczenie we wspieraniu terapii. Analizowane badania sugerują, że modyfikacja stylu życia poprzez zmianę codziennych nawyków może stanowić istotne uzupełnienie leczenia konwencjonalnego, poprawiając funkcję tarczycy oraz jakość życia pacjentów.

Conceptualization, Julia Kanarszczuk; methodology, Zuzanna Kawa; software, Maria Kasprzak; check, Aleksandra Jędrzejewska; formal analysis, Aleksandra Jureczko; investigation, Klaudia Kleczaj; resources, Łukasz Starczewski; data curation, Julia Kanarszczuk; writing - rough preparation, Julia Jaworowska; writing - review and editing, Gabriela Babiarcz; visualization, Damian Osiński; supervision, Zuzanna Kawa; project administration, Maria Kasprzak; receiving funding, - non specific funding

Wszyscy autorzy przeczytali i zgodzili się z opublikowaną wersją manuskryptu.

Oświadczenie o finansowaniu

Badania te nie otrzymały środków zewnętrznych

Oświadczenie instytucjonalnej komisji rewizyjnej

Nie dotyczy

Oświadczenie o świadomej zgodzie

Nie dotyczy

Oświadczenie o dostępności danych

Nie dotyczy

Oświadczenie o konflikcie interesów

Autorzy zaprzeczają konfliktowi interesów

Deklaracja dotycząca wykorzystania narzędzi sztucznej inteligencji: Autorzy skorzystali z narzędzia ChatGPT wyłącznie w celu przetłumaczenia, poprawy językowej i stylistycznej tekstu. Po jego użyciu dokonano pełnej weryfikacji, redakcji oraz zatwierdzenia treści. Autorzy ponoszą pełną odpowiedzialność za merytoryczną zawartość publikacji.

## Bibliografia

1. Pirahanchi Y, Tariq MA, Jialal I. Physiology, Thyroid. [Updated 2023 Feb 13]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519566/>
2. Tian L, Lu C, Teng W. Association between physical activity and thyroid function in American adults: a survey from the NHANES database. *BMC Public Health*. 2024 May 10;24(1):1277. doi: 10.1186/s12889-024-18768-4. PMID: 38730302; PMCID: PMC11084014.
3. Duntas LH. Nutrition and thyroid disease. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2023 Dec 1;30(6):324-329. doi: 10.1097/MED.0000000000000831. Epub 2023 Aug 13. PMID: 37578378.
4. Larsen D, Singh S, Brito M. Thyroid, Diet, and Alternative Approaches. *J Clin Endocrinol Metab*. 2022 Nov 23;107(11):2973-2981. doi: 10.1210/clinem/dgac473. PMID: 35952387.
5. Chiovato L, Magri F, Carlé A. Hypothyroidism in Context: Where We've Been and Where We're Going. *Adv Ther*. 2019 Sep;36(Suppl 2):47-58. doi: 10.1007/s12325-019-01080-8. Epub 2019 Sep 4. PMID: 31485975; PMCID: PMC6822815.
6. Addanki S, Patel K, Patel L, Smith B, Patel P, Uppalapati S, Nathanson L. Thyroid Function and Sleep Patterns: A Systematic Review. *Cureus*. 2024 Jun 29;16(6):e63447. doi: 10.7759/cureus.63447. PMID: 39077291; PMCID: PMC11285688.
7. Tian L, Lu C, Teng W. Association between physical activity and thyroid function in American adults: a survey from the NHANES database. *BMC Public Health*. 2024 May 10;24(1):1277. doi: 10.1186/s12889-024-18768-4. PMID: 38730302; PMCID: PMC11084014.
8. McAllister RM, Delp MD, Laughlin MH. Thyroid status and exercise tolerance. Cardiovascular and metabolic considerations. *Sports Med*. 1995 Sep;20(3):189-98. doi: 10.2165/00007256-199520030-00005. PMID: 8571001.
9. Ahmad AM, Serry ZH, Abd Elghaffar HA, Ghazi HA, El Gayar SL. Effects of aerobic, resistance, and combined training on thyroid function and quality of life in hypothyroidism. A randomized controlled trial. *Complement Ther Clin Pract*. 2023 Nov;53:101795. doi: 10.1016/j.ctcp.2023.101795. Epub 2023 Aug 22. PMID: 37659172.
10. Craft LL, Perna FM. The Benefits of Exercise for the Clinically Depressed. *Prim Care Companion J Clin Psychiatry*. 2004;6(3):104-111. doi: 10.4088/pcc.v06n0301. PMID: 15361924; PMCID: PMC474733.

11. Ciloglu F, Peker I, Pehlivan A, Karacabey K, Ilhan N, Saygin O, Ozmerdivenli R. Exercise intensity and its effects on thyroid hormones. *Neuro Endocrinol Lett.* 2005 Dec;26(6):830-4. Erratum in: *Neuro Endocrinol Lett.* 2006 Jun;27(3):292. PMID: 16380698.
12. Ahmad AM, Serry ZH, Abd Elghaffar HA, Ghazi HA, El Gayar SL. Effects of aerobic, resistance, and combined training on thyroid function and quality of life in hypothyroidism. A randomized controlled trial. *Complement Ther Clin Pract.* 2023 Nov;53:101795. doi: 10.1016/j.ctcp.2023.101795. Epub 2023 Aug 22. PMID: 37659172.
13. Gezer E. Morning exercise affects the absorption of oral levothyroxine: a single center pilot study. *Endocrine.* 2024 Jul;85(1):267-271. doi: 10.1007/s12020-024-03698-3. Epub 2024 Jan 27. PMID: 38280145.
14. Shekhar S, Hall JE, Klubo-Gwiedzinska J. The Hypothalamic Pituitary Thyroid Axis and Sleep. *Curr Opin Endocr Metab Res.* 2021 Apr;17:8-14. doi: 10.1016/j.coemr.2020.10.002. Epub 2020 Oct 24. PMID: 34322645; PMCID: PMC8315115.
15. Fisher DA. Physiological variations in thyroid hormones: physiological and pathophysiological considerations. *Clin Chem.* 1996 Jan;42(1):135-9. PMID: 8565215.
16. Nazem MR, Bastanhigh E, Emami A, Hedayati M, Samimi S, Karami M. The relationship between thyroid function tests and sleep quality: cross-sectional study. *Sleep Sci.* 2021 Jul-Sep;14(3):196-200. doi: 10.5935/1984-0063.20200050. PMID: 35186196; PMCID: PMC8848531.
17. Teliti M, Fanfulla F, Croce L, Coperchini F, Rotondi M. The interplay between subclinical hypothyroidism and poor sleep quality: A systematic review. *Eur J Intern Med.* 2024 Aug;126:49-55. doi: 10.1016/j.ejim.2024.03.013. Epub 2024 Mar 28. PMID: 38548514.
18. Song L, Lei J, Jiang K, Lei Y, Tang Y, Zhu J, Li Z, Tang H. The Association Between Subclinical Hypothyroidism and Sleep Quality: A Population-Based Study. *Risk Manag Healthc Policy.* 2019 Dec 19;12:369-374. doi: 10.2147/RMHP.S234552. PMID: 31908553; PMCID: PMC6927586.
19. Kim W, Lee J, Ha J, Jo K, Lim DJ, Lee JM, Chang SA, Kang MI, Kim MH. Association between Sleep Duration and Subclinical Thyroid Dysfunction Based on Nationally Representative Data. *J Clin Med.* 2019 Nov 18;8(11):2010. doi: 10.3390/jcm8112010. PMID: 31752113; PMCID: PMC6912782.
20. Helmreich DL, Parfitt DB, Lu XY, Akil H, Watson SJ. Relation between the hypothalamic-pituitary-thyroid (HPT) axis and the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis during

- repeated stress. *Neuroendocrinology*. 2005;81(3):183-92. doi: 10.1159/000087001. Epub 2005 Jul 11. PMID: 16020927.
21. Mizokami T, Wu Li A, El-Kaissi S, Wall JR. Stress and thyroid autoimmunity. *Thyroid*. 2004 Dec;14(12):1047-55. doi: 10.1089/thy.2004.14.1047. PMID: 15650357.
  22. Nadol'nik LI. [Stress and the thyroid gland]. *Biomed Khim*. 2010 Jul-Aug;56(4):443-56. Russian. PMID: 21032895.
  23. Toloza FJK, Mao Y, Menon LP, George G, Borikar M, Erwin PJ, Owen RR, Maraka S. Association of Thyroid Function with Posttraumatic Stress Disorder: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Endocr Pract*. 2020 Oct;26(10):1173-1185. doi: 10.4158/EP-2020-0104. PMID: 33471719.
  24. Corso A, Engel H, Müller F, Fiacco S, Mernone L, Gardini E, Ehlert U, Fischer S. Early life stress in women with autoimmune thyroid disorders. *Sci Rep*. 2023 Dec 15;13(1):22341. doi: 10.1038/s41598-023-49993-3. PMID: 38102234; PMCID: PMC10724129.
  25. Tsatsoulis A. The role of stress in the clinical expression of thyroid autoimmunity. *Ann N Y Acad Sci*. 2006 Nov;1088:382-95. doi: 10.1196/annals.1366.015. PMID: 17192582.
  26. Shulhai AM, Rotondo R, Petraroli M, Patianna V, Predieri B, Iughetti L, Esposito S, Street ME. The Role of Nutrition on Thyroid Function. *Nutrients*. 2024 Jul 31;16(15):2496. doi: 10.3390/nu16152496. PMID: 39125376; PMCID: PMC11314468.
  27. Zimmermann MB, Boelaert K. Iodine deficiency and thyroid disorders. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2015 Apr;3(4):286-95. doi: 10.1016/S2213-8587(14)70225-6. Epub 2015 Jan 13. PMID: 25591468.
  28. Eftekhari MH, Keshavarz SA, Jalali M, Elguero E, Eshraghian MR, Simondon KB. The relationship between iron status and thyroid hormone concentration in iron-deficient adolescent Iranian girls. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2006;15(1):50-5. PMID: 16500878.
  29. Luo J, Wang X, Yuan L, Guo L. Iron Deficiency, a Risk Factor of Thyroid Disorders in Reproductive-Age and Pregnant Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021 Feb 25;12:629831. doi: 10.3389/fendo.2021.629831. PMID: 33716980; PMCID: PMC7947868.
  30. Rabbani E, Golgiri F, Janani L, Moradi N, Fallah S, Abiri B, Vafa M. Randomized Study of the Effects of Zinc, Vitamin A, and Magnesium Co-supplementation on Thyroid Function, Oxidative Stress, and hs-CRP in Patients with Hypothyroidism. *Biol Trace Elem Res*. 2021 Nov;199(11):4074-4083. doi: 10.1007/s12011-020-02548-3. Epub 2021 Jan 7. PMID: 33409923.

31. Mahmoodianfard S, Vafa M, Golgiri F, Khoshniat M, Gohari M, Solati Z, Djalali M. Effects of Zinc and Selenium Supplementation on Thyroid Function in Overweight and Obese Hypothyroid Female Patients: A Randomized Double-Blind Controlled Trial. *J Am Coll Nutr.* 2015;34(5):391-9. doi: 10.1080/07315724.2014.926161. Epub 2015 Mar 11. PMID: 25758370.
32. Cayres LCF, de Salis LVV, Rodrigues GSP, Lengert AVH, Biondi APC, Sargentini LDB, Brisotti JL, Gomes E, de Oliveira GLV. Detection of Alterations in the Gut Microbiota and Intestinal Permeability in Patients With Hashimoto Thyroiditis. *Front Immunol.* 2021 Mar 5;12:579140. doi: 10.3389/fimmu.2021.579140. PMID: 33746942; PMCID: PMC7973118.
33. Knezevic J, Starchl C, Tmava Berisha A, Amrein K. Thyroid-Gut-Axis: How Does the Microbiota Influence Thyroid Function? *Nutrients.* 2020 Jun 12;12(6):1769. doi: 10.3390/nu12061769. PMID: 32545596; PMCID: PMC7353203.
34. Su X, Zhao Y, Li Y, Ma S, Wang Z. Gut dysbiosis is associated with primary hypothyroidism with interaction on gut-thyroid axis. *Clin Sci (Lond).* 2020 Jun 26;134(12):1521-1535. doi: 10.1042/CS20200475. PMID: 32519746.
35. Liu S, An Y, Cao B, Sun R, Ke J, Zhao D. The Composition of Gut Microbiota in Patients Bearing Hashimoto's Thyroiditis with Euthyroidism and Hypothyroidism. *Int J Endocrinol.* 2020 Nov 10;2020:5036959. doi: 10.1155/2020/5036959. PMID: 33224194; PMCID: PMC7673947.
36. Cayres LCF, de Salis LVV, Rodrigues GSP, Lengert AVH, Biondi APC, Sargentini LDB, Brisotti JL, Gomes E, de Oliveira GLV. Detection of Alterations in the Gut Microbiota and Intestinal Permeability in Patients With Hashimoto Thyroiditis. *Front Immunol.* 2021 Mar 5;12:579140. doi: 10.3389/fimmu.2021.579140. PMID: 33746942; PMCID: PMC7973118.
37. Adam LN, Abbas AM. Thyroid function and its association with vitamin deficiencies: a case-control study in Duhok. *Expert Rev Endocrinol Metab.* 2025 Nov;20(6):615-621. doi: 10.1080/17446651.2025.2469686. Epub 2025 Feb 21. PMID: 39985134.
38. Babić Leko M, Jureško I, Rozić I, Pleić N, Gunjača I, Zemunik T. Vitamin D and the Thyroid: A Critical Review of the Current Evidence. *Int J Mol Sci.* 2023 Feb 10;24(4):3586. doi: 10.3390/ijms24043586. PMID: 36835005; PMCID: PMC9964959.
39. Tang J, Shan S, Li F, Yun P. Effects of vitamin D supplementation on autoantibodies and thyroid function in patients with Hashimoto's thyroiditis: A systematic review and meta-

- analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2023 Dec 29;102(52):e36759. doi: 10.1097/MD.00000000000036759. PMID: 38206745; PMCID: PMC10754614.
40. Jiang H, Chen X, Qian X, Shao S. Effects of vitamin D treatment on thyroid function and autoimmunity markers in patients with Hashimoto's thyroiditis-A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Pharm Ther*. 2022 Jun;47(6):767-775. doi: 10.1111/jcpt.13605. Epub 2022 Jan 3. PMID: 34981556; PMCID: PMC9302126.
41. Appunni S, Rubens M, Ramamoorthy V, Saxena A, Tonse R, Veledar E, McGranaghan P. Association between vitamin D deficiency and hypothyroidism: results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2007-2012. *BMC Endocr Disord*. 2021 Nov 12;21(1):224. doi: 10.1186/s12902-021-00897-1. PMID: 34772378; PMCID: PMC8590325.