



Научная статья

УДК 577.175.44:612.8

DOI: 10.37482/2687-1491-Z254

Индивидуально-типологические изменения дофаминергической и глюкокортикоидной активности у женщин-северянок в период минимального светового дня

Валентина Николаевна Зябишева* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6133-8249>

Елена Васильевна Типисова* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2097-3806>

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова
Уральского отделения Российской академии наук
(Архангельск, Россия)

Аннотация. Персонализированное изучение адаптационных эндокринных механизмов, связанных с регуляцией функций щитовидной железы и надпочечников, остается одним из самых актуальных вопросов физиологических исследований в условиях Севера. Исходя из этого, **целью** работы явилось изучение типологических реакций периферического дофамина в период минимального светового дня и сопутствующих изменений уровней тиреоидных гормонов, кортизола и аутоантител к тканям щитовидной железы у молодых жительниц Европейского Севера России. **Материалы и методы.** В исследовании, проведенном в периоды снижения и минимальной продолжительности светового дня (сентябрь и декабрь 2022 года), приняли участие 20 практически здоровых эутиреоидных женщин 24–42 лет, постоянно проживающих в г. Архангельске. Содержание гормонов щитовидной железы, кортизола и тиреоидных аутоантител в сыворотке и дофамина в плазме крови оценивалось с помощью метода иммуноферментного анализа на автоматическом планшетном анализаторе ELISYS Uno (Human GmbH, Германия). В зависимости от изменений концентрации дофамина в период минимальной продолжительности светового дня относительно предыдущего фотопериода общая выборка разделилась на две группы: с повышающимся и снижающимся (либо не изменяющимся) уровнем исследуемого гормона. Также были рассчитаны индексы периферической конверсии и прогрессирующей периферической конверсии йодтиронинов, иллюстрирующие функциональное состояние щитовидной железы. **Результаты.** Снижение секреции дофамина сопровождалось увеличением уровней кортизола, трийодтиронина и антител к тиреопероксидазе, при повышении концентрации дофамина наблюдалось снижение содержания кортизола и антител к тиреоглобулину. В обоих случаях увеличивалась активность периферической конверсии общих фракций йодтиронинов. Авторы предполагают, что противоположные изменения уровней дофамина и кортизола при переходе к периоду минимальной длины светового дня могут быть связаны со степенью адаптации женщин к воздействию неблагоприятных клима-

© Зябишева В.Н., Типисова Е.В., 2025

Ответственный за переписку: Валентина Николаевна Зябишева, *адрес:* 163001, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249; *e-mail:* v-zyabisheva@fciaarctic.ru

тических факторов и являться компенсирующим механизмом, направленным на увеличение превращения тироксина в наиболее метаболически активный трийодтиронин в зимний период на Европейском Севере.

Ключевые слова: здоровые женщины Европейского Севера, типологические фотопериодические реакции, гипотизарно-тиреоидная система, периферический дофамин, кортизол, щитовидная железа, тиреоидные гормоны, адаптация к климатическим условиям Севера

Финансирование. Работа выполнена за счет финансирования Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (государственное задание Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук (регистрационный № 125021902585-2)) с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием «Критические технологии РФ в области экологической безопасности Арктики».

Для цитирования: Зябишева, В. Н. Индивидуально-типологические изменения дофаминергической и глюкокортикоидной активности у женщин-северянок в период минимального светового дня / В. Н. Зябишева, Е. В. Типисова // Журнал медико-биологических исследований. – 2025. – Т. 13, № 3. – С. 308-318. – DOI 10.37482/2687-1491-Z254.

Original article

Individual-Typological Changes in the Dopaminergic and Glucocorticoid Activity in Northern Women During the Period of Minimum Daylight Hours

Valentina N. Zyabisheva* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6133-8249>

Elena V. Tipisova* ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2097-3806>

*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
(Arkhangelsk, Russia)

Abstract. Personalized study of adaptive endocrine mechanisms related to the regulation of thyroid and adrenal gland functions in the context of the North remains one of the most significant issues in physiological research. With this in mind, the **purpose** of the article was to investigate the typological responses of peripheral dopamine during the period of minimum daylight hours and the corresponding changes in the levels of thyroid hormones, cortisol and autoantibodies to thyroid tissue in young women living in the European North of Russia. **Materials and methods.** The research was conducted during the periods of decreasing and minimum daylight hours (September and December 2022) and involved 20 apparently healthy euthyroid women aged 24–42 years permanently living in Arkhangelsk. The levels of serum thyroid hormones, cortisol and thyroid autoantibodies as well as plasma dopamine were measured using enzyme immunoassay on an automated Elisys Uno (Human GmbH, Germany) analyser. Depending on the changes in dopamine concentrations during the period of minimum daylight hours compared to the previous photoperiod, the total sample was divided into two groups: those with increasing and those with decreasing (or unchanged) dopamine level. In addition, indices of peripheral conversion (T_3/T_4) and

Corresponding author: Valentina Zyabisheva, address: prosp. Lomonosova 249, Arkhangelsk, 163001, Russia; e-mail: v-zyabisheva@fciaarctic.ru

progressive peripheral conversion (FT_4/FT_3) of iodothyronines were calculated, demonstrating the functional state of the thyroid gland. **Results.** The decrease in dopamine secretion was accompanied by an increase in cortisol, triiodothyronine and thyroid peroxidase antibodies. The rise in dopamine concentration was accompanied by a decrease in cortisol and thyroglobulin antibodies. In both cases, peripheral conversion of total iodothyronine fractions intensified. The authors suggest that opposite changes in dopamine and cortisol levels during the transition to the period of minimum daylight hours may be related to the women's level of adaptation to adverse climatic conditions. These changes may be a compensatory mechanism aimed at increasing the conversion of thyroxine to triiodothyronine, the most metabolically active hormone, during the winter in the European North of Russia.

Keywords: *healthy women of the European North, typological photoperiodic reactions, pituitary-thyroid axis, peripheral dopamine, cortisol, thyroid gland, thyroid hormones, adaptation to northern climate*

Funding. The research was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (state assignment of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (registration no. 125021902585-2)) and performed using the equipment of the Centre for Shared Use of Scientific Equipment "Critical Technologies of the Russian Federation in the Field of Environmental Safety of the Arctic".

For citation: Zyabisheva V.N., Tipisova E.V. Individual Typological Changes in the Dopaminergic and Glucocorticoid Activity in Northern Women During the Period of Minimum Daylight Hours. *Journal of Medical and Biological Research*, 2025, vol. 13, no. 3, pp. 308–318. DOI: 10.37482/2687-1491-Z254

Щитовидная железа – одно из основных определяющих звеньев адаптации человека к условиям Севера. В настоящее время неуклонно растет частота выявления эндокринных заболеваний, молодеет их распространенность [1]. Таким образом, изучение адаптационных процессов эндокринной системы в условиях Севера, где она подвержена наибольшему напряжению, приобретает особую актуальность.

Многочисленными исследованиями показано, что концентрации тиреоидных гормонов в сыворотке крови человека претерпевают сезонные изменения [2]. Однако эти сведения носят противоречивый характер, а относительно свободных фракций йодтиронинов такие данные единичны [2, 3].

Известно, что дофамин и кортизол могут оказывать регулирующее воздействие на активность системы «гипоталамус–гипофиз–щитовидная железа», однако вопрос оптимального соотношения их уровней на сегодняшний день остается не до конца изученным, особенно у лиц без патологии со стороны исследуемых систем. Например, по имеющимся сведениям,

дофамин может оказывать на гипоталамо-гипофизарно-тиреоидную систему как ингибирующее [4], так и стимулирующее влияние, в основном описанное в экспериментальных работах [5]. Также данный гормон воздействует и на периферическую конверсию тиреоидных гормонов, что сочетается с компенсаторным усилением синтеза катехоламинов надпочечниками, которые, в свою очередь, повышают активность йодтирониндейодиназы D2 в бурой жировой ткани [6]. Также дофамин влияет на образование тиреоидных антител: увеличение его уровня сопряжено с повышением синтеза и секреции иммуноглобулинов М и Е, при этом наблюдается снижение уровня иммуноглобулинов класса G, к которым и относятся аутоантитела к тканям щитовидной железы [7].

Отмечается, что сверхнормативное повышение секреции кортизола оказывает значительное действие на метаболизм гормонов гипоталамо-тиреоидной системы. При этом зафиксированы не только тенденция к снижению выработки тиреотропина, но и уменьшение синтеза трийодтиронина [8]. Повышение

концентрации кортизола в пределах нормы и ее воздействие на гормоны щитовидной железы у человека изучены в недостаточном объеме, но экспериментальные данные, полученные в ходе исследования гормональной системы рыб, продемонстрировали его стимулирующее влияние на метаболизм трийодтиронина и тироксина [9]. Воздействие кортизола на антителообразование может носить неоднозначный характер, однако считается, что в малых дозах оно имеет стимулирующий, а в больших – ингибирующий эффект [10].

В связи с вышеперечисленной целью нашей работы явилось изучение типологических реакций периферического дофамина в период минимального светового дня и изменений уровней тиреоидных гормонов, кортизола и аутоантител к тканям щитовидной железы у молодых жительниц Европейского Севера России в современных условиях меняющегося климата.

Материалы и методы. На базе Института физиологии природных адаптаций в 2022 году было проведено аналитическое неконтролируемое проспективное исследование, в котором приняли участие 20 практически здоровых эутиреоидных женщин 24–42 лет (средний возраст – $35,8 \pm 3,92$ года), постоянно проживающих в г. Архангельске и не состоящих на учете у эндокринолога и гинеколога. Все они дали добровольное информированное согласие на участие в эксперименте. Изучалось содержание гормонов гипофизарно-тиреоидной системы, кортизола и дофамина в периоды снижения (сентябрь) и минимальной продолжительности (декабрь) светового дня, поскольку именно эти сезоны характеризуются более негативным влиянием природных факторов и напряжением адаптации северян.

Забор образцов крови производился на 3–5-й день менструального цикла в утренние часы натощак. С помощью метода иммуноферментного анализа на автоматическом планшетном анализаторе ELISYS Uno (Human GmbH, Германия) в сыворотке крови с использованием тест-систем ООО «Компания Алкор Био» (Рос-

сия) оценивались уровни кортизола, тиреотропина (ТТГ), общих и свободных фракций трийодтиронина (T_3 , св. T_3) и тироксина (T_4 , св. T_4), антител к тиреоглобулину (АнтиТГ) и тиреопероксидазе (АнтиТПО). В плазме крови с помощью тест-системы компании Labor Diagnostika Nord (Германия) определялась концентрация дофамина.

Исследование проводилось с соблюдением норм Хельсинкской декларации (редакция 2013 года) и было одобрено этическим комитетом Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук (протокол № 1 от 03.02.2022).

Были рассчитаны индексы периферической конверсии ($ИПК = T_4/T_3$) и прогрессирующей периферической конверсии ($ИпИПК = \text{св. } T_4 / \text{св. } T_3$), иллюстрирующие функциональное состояние щитовидной железы. Кроме того, проведен анализ индивидуальных реакций респондентов и выполнен расчет изменения процентного соотношения повышающихся, а также снижающихся или не меняющихся уровней дофамина от сентября к декабрю, вследствие чего общая выборка делилась на две соответствующие группы. Изменение концентрации исследуемого гормона учитывалось с помощью формулы $Me \cdot KB$, где Me – медиана показателя; KB – коэффициент вариации показателя в пределах постановки, $KB = 29,8\%$ ($0,1$ нмоль/л).

Статистическая обработка данных проводилась в программе SPSS Statistics 22.0. Проверка нормальности распределения выборки осуществлялась с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для каждого показателя были рассчитаны медиана, 10-й и 90-й перцентили – Me [10%; 90%]. Для оценки значимости различий между двумя связанными выборками использовался непараметрический критерий Вилкоксона с коррекцией множественных сравнений по Бонферрони. Критический уровень статистической значимости (p) принимался равным 0,05. Значения выше 0,05, но не превышающие 0,1, считались тенденцией.

Результаты. Ранее нами было показано, что в период минимального светового дня по сравнению с периодом снижения его длительности у мужского населения г. Архангельска отмечались разные типы реактивности: с повышением, снижением или отсутствием реакций со стороны дофаминергической и гипофизарно-тиреоидной систем [11].

Аналогично мужской выборке, анализ индивидуальных реакций дофаминергической системы у женщин показал, что в декабре более чем у половины обследованных лиц наблюдалось повышение концентраций дофамина. Вследствие этого в период

минимальной длины светового дня также было произведено разделение выборки на две группы: с повышающимся уровнем периферического дофамина (60 %, 12 чел.); со снижающейся либо неизменной его концентрацией (40 %, 8 чел.) относительно предыдущего фотопериода.

Группа женщин, у которых концентрации дофамина в крови повышались в период минимальной продолжительности светового дня (табл. 1) относительно периода ее снижения, отличалась статистически значимым уменьшением уровня кортизола и увеличением активности периферической конверсии в

Таблица 1

Содержание дофамина, кортизола и гормонов тиреоидного профиля в крови женщин-северянок с повышающимся уровнем дофамина в период минимальной длины светового дня (12 чел.), *Me* [10%; 90%]

Levels of dopamine, cortisol and thyroid hormones in the blood of northern women with increasing dopamine concentration during the period of minimum daylight hours (*n* = 12), *Me* [10%; 90%]

Показатель	Референсные значения	Сентябрь	Декабрь	<i>p</i>
ТТГ, мМЕ/л	0,23–3,40	1,26 [0,56; 3,53]	1,44 [0,62; 2,07]	>0,05
T ₃ , нмоль/л	1,0–2,8	1,07 [0,78; 1,45]	1,235 [0,92; 1,49]	>0,05
T ₄ , нмоль/л	53–158	113,48 [85,24; 127,02]	106,61 [92,39; 122,14]	>0,05
св. T ₃ , пмоль/л	2,5–7,5	5,40 [4,67; 6,43]	5,36 [4,83; 7,03]	>0,05
св. T ₄ , пмоль/л	10,0–23,2	11,00 [9,76; 13,07]	10,65 [9,32; 13,01]	>0,05
ИпПК (св. T ₄ /св. T ₃)	1,37–4,43	2,27 [1,55; 3,07]	2,09 [1,69; 2,38]	>0,05
ИПК (T ₄ /T ₃)	—	96,83 [68,04; 149,67]	85,48 [69,19; 114,16]	0,041
АнтиТГ, Ед/мл	<65	1,48 [0,00; 17,56]	0,55 [0,00; 6,16]	0,032
АнтиТПО, Ед/мл	<30	3,15 [0,27; 18,46]	3,51 [0,00; 9,45]	>0,05
Дофамин, нмоль/л	<0,653	0,21 [0,021; 0,63]	0,48 [0,226; 0,96]	0,002
Кортизол, нмоль/л	150–660	419,53 [266,36; 528,80]	367,91 [277,41; 420,25]	0,034

Примечание. Здесь и далее полужирным начертанием выделены статистически значимые различия.

декабре. Изменения показателей тиреоидного профиля были незначимыми, однако при переходе от сентября к декабрю наблюдалось достоверное снижение уровня АнтиТГ.

У женщин, отличающихся отсутствием изменений или снижением концентрации дофамина от сентября к декабрю (табл. 2), наблю-

с возрастанием уровня АнтиТПО в крови. Свободные фракции тиреоидных гормонов, как и в предыдущей группе, оставались стабильными и не подвергались значимым изменениям. Что касается уровня дофамина, то была выявлена тенденция к его снижению, а у кортизола – к повышению.

Таблица 2

Содержание дофамина, кортизола и гормонов тиреоидного профиля в крови женщин-северянок со снижающимся или не изменяющимся уровнем дофамина в период минимальной длины светового дня (8 чел.), Me [10%; 90%]
Levels of dopamine, cortisol and thyroid hormones in the blood of northern women with decreasing or unchanged dopamine concentration during the period of minimum daylight hours ($n = 8$), Me [10%; 90%]

Показатель	Референсные значения	Сентябрь	Декабрь	<i>p</i>
ТТГ, мМЕ/л	0,23–3,40	1,98 [1,05; 3,09]	2,33 [0,84; 3,90]	>0,05
Т ₃ , нмоль/л	1,0–2,8	1,13 [0,90; 1,67]	1,30 [1,07; 1,89]	0,025
Т ₄ , нмоль/л	53–158	110,31 [99,48; 123,96]	103,88 [66,18; 117,62]	0,050
св. Т ₃ , пмоль/л	2,5–7,5	5,78 [4,87; 6,29]	5,59 [4,98; 7,47]	>0,05
св. Т ₄ , пмоль/л	10,0–23,2	11,15 [9,30; 12,10]	11,35 [9,00; 13,50]	>0,05
ИпПК	1,37–4,43	1,92 [1,56; 2,28]	1,99 [1,57; 2,22]	>0,05
ИПК	–	96,06 [74,22; 124,62]	76,42 [50,90; 100,04]	0,017
АнтиТГ, Ед/мл	<65	0,925 [0,00; 2,97]	1,110 [0,00; 2,97]	>0,05
АнтиТПО, Ед/мл	<30	0,81 [0,00; 6,67]	1,89 [1,44; 9,37]	0,030
Дофамин, нмоль/л	<0,653	0,45 [0,21; 0,89]	0,22 [0,00; 0,56]	0,093
Кортизол, нмоль/л	150–660	307,67 [194,38; 525,66]	407,34 [332,05; 528,52]	0,065

дались значимое увеличение содержания Т₃ и уменьшение уровня Т₄, что отражало активацию периферической конверсии тиреоидных гормонов. Все это также сочеталось

Обсуждение. Как в рассмотренной ранее мужской [11], так и в женской выборке наблюдались два типа реакций дофаминергической системы при переходе к периоду минимальной

продолжительности светового дня: повышение уровня периферического дофамина и его снижение (или отсутствие реакции). Поскольку одним из главных источников периферического дофамина в условиях стресса служит симпатoadреналовая система [12], состоящая из симпатических нервных окончаний и мозгового слоя надпочечников, мы предполагаем, что описанные выше эффекты могут быть связаны с индивидуальными особенностями активности вегетативной нервной системы в климатических условиях Европейского Севера. В исследовании И.М. Бойко и И.Г. Мосягина по исследуемой тематике были представлены данные о том, что устойчивость к воздействию стрессовых факторов в первую очередь зависит от степени реактивности симпатической нервной системы. Авторы отмечают, что у устойчивых к стрессу людей в критические моменты выражено изменение сердечного ритма за счет усиления влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы, в то время как у лиц с неустойчивостью к стрессу (низкий уровень адаптации) превалирует активность парасимпатической системы, симпатические реакции выражены слабо [13]. Помимо влияния фотопериодического фактора многие авторы описывают воздействие колебаний температурного режима, особенно в осенне-зимний период года, являющийся стрессовым для организма. Для поддержания внутренней температуры тела при снижении ее внешних показателей повышается синтез катехоламинов, что, соответственно, стимулирует активность симпатической нервной системы и способствует сужению сосудов кожи [14].

Несмотря на повышение конверсии тиреоидных гормонов от осени к зиме при различных типах реактивности дофаминергической системы, что также может быть связано с воздействием неблагоприятных климатических факторов, обеспечение превращения тироксина в трийодтиронин может происходить, на наш взгляд, различными механизмами: активацией дофаминергической системы либо усилением глюкокортикоидной активности коры надпочечников.

Так, установлено, что дофамин оказывает стимулирующее влияние на процесс конверсии гормонов щитовидной железы. Например, дофамин, содержащийся в тучных клетках, высвобождаясь, может оказывать прямое стимулирующее действие на синтез тиреоидных гормонов, увеличивая включение йода в белок щитовидной железы, что было экспериментально доказано при изучении тиреоидной системы крупного рогатого скота. Считается, что данный эффект опосредуется наличием α -адренорецепторов в клетках фолликула [5]. Также говорится о том, что в бурой жировой ткани дофамин активирует работу 5'-дейодиназы II типа – белка, катализирующего превращение T_4 в T_3 [15].

При снижении уровня дофамина в декабре мы наблюдали повышение уровня кортизола, параллельное ему изменение интенсивности секреции T_3 и активности периферической конверсии йодтиронинов, вследствие чего необходимо рассмотреть возможное влияние кортизола на этот процесс. В литературе отмечается, что практически в любой ситуации, характеризующейся повышенной эндогенной секрецией кортизола (в т. ч. при синдроме Иценко–Кушинга), фиксировались сходные изменения метаболизма тиреоидных гормонов. Общая картина представлена не только тенденцией к снижению продукции ТТГ за счет притупленной реакции на тиреотропин-релизинг-гормон, но и снижением T_3 -неогенеза в результате нарушения 5'-дейодирования – механизма, необходимого для превращения T_4 в метаболически более активный T_3 [8]. О влиянии нормальных концентраций кортизола, характерных для нашей работы, на гормоны щитовидной железы встречается мало данных, однако исследования, проведенные на тиреоидной системе рыб *Salvelinus fontinalis*, показали, что кортизол оказывает стимулирующее действие на метаболизм йодтиронинов [9]. Следовательно, мы можем предположить, что в данном случае повышение уровня кортизола сопряжено с увеличением их периферической конверсии.

Катехоламины, к которым относится и дофамин, вырабатываются мозговым веществом надпочечников, а также симпатическими нервными клетками при краткосрочной адаптации к неблагоприятным климатическим условиям. Следовательно, лица с повышающимся уровнем дофамина от сентября к декабрю могут находиться на начальных этапах адаптации с сохранением адаптационных резервов надпочечников.

Мы полагаем, что у лиц со снижающимся к декабрю уровнем дофамина в крови компенсирующим механизмом, направленным на увеличение конверсии тиреоидных гормонов, может быть активация коркового слоя надпочечников, связанная с ростом уровня кортизола. Стоит отметить, что повышение уровня кортизола в условиях адаптации к изменяющимся условиям внешней среды более энергозатратно для организма. Данный факт может свидетельствовать о напряжении адаптации в группе со снижающимся уровнем дофамина от сентября к декабрю. Поскольку кортизол является одним из основных стресс-гормонов, влияющих на многие аспекты обмена веществ [16], мы можем предположить, что увеличение его синтеза обусловлено необходимостью активации компенсаторно-приспособительных механизмов у женского населения Европейского Севера России при снижении активности мозгового слоя надпочечников, вырабатывающего дофамин. Кроме того, активация коркового слоя надпочечников относится к долгосрочным механизмам адаптации, связанным с катаболическими эффектами кортизола, направленными на увеличение уровней энергоемких субстратов крови, и подключающимся на более поздних стадиях адаптации, и может быть сопряжена с риском развития дезадаптационных процессов. Следовательно, низкий уровень дофамина и повышенный уровень кортизола в крови в зимний период года могут служить критериями риска срыва адаптационных реакций.

Одним из возможных механизмов воздействия дофамина на функционирование щитовидной железы является его влияние на им-

мунную систему. Данный гормон стимулирует лимфоцитопоз, активирует дифференцировку Т-хелперов, что, в свою очередь, ускоряет созревание антителообразующих клеток и выработку иммуноглобулинов. Однако исследования показывают, что при повышении уровня дофамина наблюдаются увеличение концентраций иммуноглобулинов классов М и Е, а также снижение уровней иммуноглобулинов G и А [7]. Это согласуется с данными о том, что он ингибирует синтез иммуноглобулинов класса G, к которым относятся и АнтиТГ [17]. В нашем исследовании повышение уровня указанного гормона в декабре также соотносилось со снижением уровня АнтиТГ, а у лиц с уменьшением концентрации дофамина в крови регистрировалось нарастание содержания АнтиТПО.

Воздействие кортизола на антителообразование может носить неоднозначный характер. Предполагается, что под его влиянием происходит уменьшение лимфоидной ткани, что способствует высвобождению глобулинов из лимфоцитов. Вследствие этого могут наблюдаться симптомы лимфопении и эозинопении, также отмечается повышение уровней глобулинов в крови. Поскольку антитела являются частью γ -глобулинов, после введения адренокортикотропного гормона фиксируется увеличение концентраций антител в сыворотке крови [10]. Активация синтеза тиреоидных антител наблюдалась и у школьников с повышенным уровнем кортизола [18]. При этом в другой работе отмечено, что метаболический эффект глюкокортикоидов проявляется в нарушении синтеза анти-тиреоидных аутоантител [19]. Также считается, что в физиологических концентрациях кортизол необходим для формирования индуктивной фазы, презентации антигена и дальнейшего антителообразования [20]. Кроме того, положительное или отрицательное действие гормона находится в прямой зависимости от дозы вводимого препарата. Большинство авторов полагают, что в малых дозах кортизол оказывает стимулирующее, а в больших – ингибирующее влияние на антителообразование [10]. В нашем

исследовании повышение уровня кортизола сочеталось с нарастанием уровня АнтиТПО, а снижение содержания кортизола – с уменьшением концентрации АнтиТТ. Следовательно, повышение уровня кортизола в неблагоприятный период года может приводить также к усилению аутоиммунизации щитовидной железы, что критично для лиц с отклонениями ее функции.

Разнонаправленность реакции периферической дофаминергической системы и уровня кортизола при переходе от периода снижения к периоду минимальной продолжительности светового дня и сопутствующие изменения параметров тиреоидного профиля и аутоан-

тител могут быть связаны с разной степенью адаптации к негативному влиянию климатических факторов и соответствующим ответом отделов вегетативной нервной системы и коры надпочечников. Мы можем предположить, что данная особенность является следствием воздействия индивидуальных физиологических и психосоциальных факторов. Таким образом, диагностика уровней дофамина и кортизола в зимний период года может помочь в определении стадии адаптационного процесса и разработке рекомендаций, касающихся оптимального режима труда и отдыха для лиц с длительным напряжением адаптации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Список литературы

1. Александрова Г.А., Ахметзянова Р.Р., Голубев Н.А., Кириллова Г.Н., Огрызко Е.В., Оськов Ю.И., Романенко О.И., Харькова Т.Л., Чумарина В.Ж. Здравоохранение в России. 2023: статист. сб. М.: Росстат, 2023. 179 с.
2. Mahwi T.O., Abdulateef D.S. Relation of Different Components of Climate with Human Pituitary-Thyroid Axis and FT₃/FT₄ Ratio: A Study on Euthyroid and SCH Subjects in Two Different Seasons // Int. J. Endocrinol. 2019. Vol. 2019. Art. № 2762978. <https://doi.org/10.1155/2019/2762978>
3. Kuzmenko N.V., Tsyrlin V.A., Pliss M.G., Galagudza M.M. Seasonal Variations in Levels of Human Thyroid-Stimulating Hormone and Thyroid Hormones: A Meta-Analysis // Chronobiol. Int. 2021. Vol. 38, № 3. P. 301–317. <https://doi.org/10.1080/07420528.2020.1865394>
4. Duval F., Mokrani M.-C., Erb A., Danila V., Lopera F.G., Foucher J.R., Jeanjean L.C. Thyroid Axis Activity and Dopamine Function in Depression // Psychoneuroendocrinology. 2021. Vol. 128. Art. № 105219. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2021.105219>
5. Melander A. Aminergic Regulation of Thyroid Activity: Importance of the Sympathetic Innervation and of the Mass Cells of the Thyroid Gland // Acta Med. Scand. 1977. Vol. 201, № 4. P. 257–262. <https://doi.org/10.1111/j.0954-6820.1977.tb15696.x>
6. Mariotti S., Beck-Peccoz P. Physiology of the Hypothalamic-Pituitary-Thyroid Axis // Endotext. South Dartmouth: MDText.com, Inc. 2021. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK278958/> (дата обращения: 05.02.2025).
7. Репина В.П. Влияние катехоламинов на уровень иммуноглобулинов и цитокинов в крови // Рос. аллергол. журн. 2008. № S1. С. 242–243.
8. Shekhar S., McGlotten R., Auh S., Rother K.I., Nieman L.K. The Hypothalamic-Pituitary-Thyroid Axis in Cushing Syndrome Before and After Curative Surgery // J. Clin. Endocrinol. Metab. 2021. Vol. 106, № 3. P. e1316–e1331. <https://doi.org/10.1210/clinem.dgaa858>
9. Arjona F.J., Vargas-Chacoff L., Martín del Río M.P., Flik G., Mancera J.M., Klaren P.H.M. Effects of Cortisol and Thyroid Hormone on Peripheral Outer Ring Deiodination and Osmoregulatory Parameters in the Senegalese Sole (*Solea senegalensis*) // J. Endocrinol. 2011. Vol. 208, № 3. P. 323–330. <https://doi.org/10.1530/joe-10-0416>
10. Типисова Е.В. Реактивность и компенсаторные реакции эндокринной системы у мужского населения Европейского Севера. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 201 с.
11. Зябишева В.Н., Типисова Е.В., Елфимова А.Э., Молодовская И.Н., Аликина В.А. Типологические изменения уровня дофамина, кортизола и тиреоидных гормонов у мужчин г. Архангельска в динамике фотопериодов года // Сиб. науч. мед. журн. 2023. Т. 43, № 6. С. 63–69. <https://doi.org/10.18699/SSMJ20230607>

12. Дегтяревская Т.Ю., Данилина В.А. Влияние стрессовых воздействий, перенесенных в детском возрасте, на психофизиологическую устойчивость к стрессу во взрослом возрасте // *Nor. J. Dev. Int. Sci.* 2019. № 29-3. С. 55–59.
13. Бойко И.М., Мосягин И.Г. Психофизиологическая безопасность полетов на Европейском Севере России: моногр. Архангельск: Изд-во Сев. гос. мед. ун-та, 2011. 202 с.
14. Rodriguez H., Filippa V.P., Penissi A., Fogal T., Domínguez S., Piezzi R.S., Scardapane L. Seasonal Changes in the Activity of the Adrenal Medulla of Viscacha (*Lagostomus maximus maximus*) // *Anat. Rec. (Hoboken)*. 2013. Vol. 296, № 7. P. 1089–1095. <https://doi.org/10.1002/ar.22707>
15. Coiro V., Volpi R., Cataldo S., Capretti L., Caffarri G., Pilla S., Chiodera P. Dopaminergic and Cholinergic Involvement in the Inhibitory Effect of Dexamethasone on the TSH Response to TRH // *J. Invest. Med.* 2000. Vol. 48, № 2. P. 133–136.
16. Рутковский А.В., Койносов А.П., Губина А.Е. Сезонная динамика эндокринной регуляции скорости обмена веществ, показателей кислородтранспортной системы крови и физической работоспособности у спортсменов среднего Приобья, специализирующихся в циклических зимних видах спорта // *Человек. Спорт. Медицина*. 2020. Т. 20, № 3. С. 41–50. <https://doi.org/10.14529/hsm200305>
17. Потуткин Д.С., Типисова Е.В., Девятова Е.Н., Попкова В.А., Лобанов А.А., Андронов С.В., Попов А.И. Уровни аутоантител к антигенам щитовидной железы у населения Арктической зоны Российской Федерации при различном уровне дофамина в крови // *Клин. лаб. диагностика*. 2020. Т. 65, № 3. С. 179–184.
18. Штина И.Е., Валина С.Л., Устинова О.Ю., Эйфельд Д.А., Зенина М.Т. Особенности вегетативного и тиреоидного статуса у школьников при различной напряженности учебного процесса // *Гигиена и санитария*. 2019. Т. 98, № 2. С. 183–188.
19. Валина С.Л., Зайцева Н.В., Штина И.Е., Устинова О.Ю., Эйфельд Д.А. Гигиеническая оценка влияния факторов образовательного процесса и образа жизни на состояние здоровья учащихся профильных школ в условиях промышленного мегаполиса // *Гигиена и санитария*. 2020. Т. 99, № 8. С. 822–828. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-822-828>
20. Полетаева А.В., Леванюк А.И., Сергеева Е.В. Влияние гормонов на иммунологическую реактивность. Обзор // *Экология человека*. 2009. № 7. С. 42–46.

References

1. Aleksandrova G.A., Akhmetzyanova R.R., Golubev N.A., Kirillova G.N., Ogryzko E.V., Os'kov Yu.I., Romanenko O.I., Khar'kova T.L., Chumarina V.Zh. *Zdravookhranenie v Rossii. 2023* [Healthcare in Russia. 2023]. Moscow, 2023. 179 p.
2. Mahwi T.O., Abdulateef D.S. Relation of Different Components of Climate with Human Pituitary-Thyroid Axis and FT3/FT4 Ratio: A Study on Euthyroid and SCH Subjects in Two Different Seasons. *Int. J. Endocrinol.*, 2019, vol. 2019. Art. no. 2762978. <https://doi.org/10.1155/2019/2762978>
3. Kuzmenko N.V., Tsyrlin V.A., Pliss M.G., Galagudza M.M. Seasonal Variations in Levels of Human Thyroid-Stimulating Hormone and Thyroid Hormones: A Meta-Analysis. *Chronobiol. Int.*, 2021, vol. 38, no. 3, pp. 301–317. <https://doi.org/10.1080/07420528.2020.1865394>
4. Duval F., Mokrani M.-C., Erb A., Danila V., Lopera F.G., Foucher J.R., Jeanjean L.C. Thyroid Axis Activity and Dopamine Function in Depression. *Psychoneuroendocrinology*, 2021, vol. 128. Art. no. 105219. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2021.105219>
5. Melander A. Aminergic Regulation of Thyroid Activity: Importance of the Sympathetic Innervation and of the Mass Cells of the Thyroid Gland. *Acta Med. Scand.*, 1977, vol. 201, no. 4, pp. 257–262. <https://doi.org/10.1111/j.0954-6820.1977.tb15696.x>
6. Mariotti S., Beck-Peccoz P. Physiology of the Hypothalamic-Pituitary-Thyroid Axis. *Endotext*. South Dartmouth, 2021. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK278958/> (accessed: 5 February 2025).
7. Repina V.P. Vliyanie katekholaminov na uroven' immunoglobulinov i tsitokinov v krovi [Influence of Catecholamines on the Ig and Cytokine Levels in the Blood]. *Rossiyskiy allergologicheskiy zhurnal*, 2008, no. S1, pp. 242–243.

8. Shekhar S., McGlotten R., Auh S., Rother K.I., Nieman L.K. The Hypothalamic-Pituitary-Thyroid Axis in Cushing Syndrome Before and After Curative Surgery. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 2021, vol. 106, no. 3, pp. e1316–e1331. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa858>
9. Arjona F.J., Vargas-Chacoff L., Martín del Río M.P., Flik G., Mancera J.M., Klaren P.H.M. Effects of Cortisol and Thyroid Hormone on Peripheral Outer Ring Deiodination and Osmoregulatory Parameters in the Senegalese Sole (*Solea senegalensis*). *J. Endocrinol.*, 2011, vol. 208, no. 3, pp. 323–330. <https://doi.org/10.1530/joe-10-0416>
10. Tipisova E.V. *Reaktivnost' i kompensatornye reaktsii endokrinnoy sistemy u muzhskogo naseleniya Evropeyskogo Severa* [Reactivity and Compensatory Responses of the Endocrine System in Male Population of the European North]. Yekaterinburg, 2009. 201 p.
11. Zyabisheva V.N., Tipisova E.V., Elfimova A.E., Molodovskaya I.N., Alikina V.A. Typological Changes in the Level of Dopamine, Cortisol and Thyroid Hormones in Males of Arkhangelsk in the Dynamics of Year Photoperiods. *Sib. Sci. Med. J.*, 2023, vol. 43, no. 6, pp. 63–69 (in Russ.). <https://doi.org/10.18699/SSMJ20230607>
12. Degtyarevskaya T.Yu., Danilina V.A. Vliyaniye stressovykh vozdeystviy, perenesennykh v detskom vozraste, na psikhofiziologicheskuyu ustoychivost' k stressu vo vzrosлом vozraste [The Influence of Stresses Transferred to the Children's Age, Physiological Resistance to Stress in Adulthood]. *Nor. J. Dev. Int. Sci.*, 2019, no. 29-3, pp. 55–59.
13. Boyko I.M., Mosyagin I.G. *Psikhofiziologicheskaya bezopasnost' poletov na Evropeyskom Severe Rossii* [Psychophysiological Flight Safety in the European North of Russia]. Arkhangelsk, 2011. 202 p.
14. Rodriguez H., Filippa V.P., Penissi A., Fogal T., Domínguez S., Piezzi R.S., Scardapane L. Seasonal Changes in the Activity of the Adrenal Medulla of Viscacha (*Lagostomus maximus maximus*). *Anat. Rec. (Hoboken)*, 2013, vol. 296, no. 7, pp. 1089–1095. <https://doi.org/10.1002/ar.22707>
15. Coiro V., Volpi R., Cataldo S., Capretti L., Caffarri G., Pilla S., Chiodera P. Dopaminergic and Cholinergic Involvement in the Inhibitory Effect of Dexamethasone on the TSH Response to TRH. *J. Investig. Med.*, 2000, vol. 48, no. 2, pp. 133–136.
16. Rutkovskiy A.V., Koynosov A.P., Gubina A.E. Seasonal Dynamics of Endocrine Regulation of Metabolic Rate, Blood Oxygen Transport System and Physical Performance of Middle Ob Region Athletes from Cyclic Winter Sports. *Hum. Sport Med.*, 2020, vol. 20, no. 3, pp. 41–50 (in Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm200305>
17. Potutkin D.S., Tipisova E.V., Devyatova E.N., Popkova V.A., Lobanov A.A., Andronov S.V., Popov A.I. Autoantibodies to Thyroid Antigens Levels in the Population of the Russian Arctic at Different Levels of Blood Dopamine. *Russ. Clin. Lab. Diagn.*, 2020, vol. 65, no. 3, pp. 179–184 (in Russ.).
18. Shtina I.E., Valina S.L., Ustinova O.Yu., Einfeld D.A., Zenina M.T. Peculiarities of Autonomous and Thyroidal State in School Children Under Different Intensity of Educational Process. *Hyg. Sanitation*, 2019, vol. 98, no. 2, pp. 183–188 (in Russ.).
19. Zaitseva N.V., Valina S.L., Shtina I.E., Ustinova O.Y., Einfeld D.A. Hygienic Assessment of Impacts Exerted by Factors Related to Educational Process and Lifestyle on Health of Schoolchildren Attending Secondary Schools in Industrial Megacity. *Hyg. Sanitation*, 2020, vol. 99, no. 8, pp. 822–828 (in Russ.). <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-822-828>
20. Poletaeva A.V., Levanyuk A.I., Sergeeva E.V. Vliyaniye gormonov na immunologicheskuyu reaktivnost'. Obzor [The Influence of Hormones on Immunologic Responsiveness. Review]. *Ekologiya cheloveka*, 2009, no. 7, pp. 42–46.

Поступила в редакцию 31.03.2025 / Одобрена после рецензирования 07.05.2025 / Принята к публикации 14.05.2025.
Submitted 31 March 2025 / Approved after reviewing 7 May 2025 / Accepted for publication 14 May 2025.