

УДК 612.018:631.1(470.11)

АЛЕНИКОВА Александра Эдуардовна, и. о. старшего научного сотрудника лаборатории эндокринологии имени профессора А.В. Ткачёва Института физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН (г. Архангельск). Автор 21 научной публикации

ТИПISOVA Елена Васильевна, доктор биологических наук, заведующая лабораторией эндокринологии имени профессора А.В. Ткачёва Института физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН (г. Архангельск). Автор 123 научных публикаций, в т. ч. 6 монографий, двух учебных пособий

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ГОРМОНАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ МУЖЧИН г. АРХАНГЕЛЬСКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАКТОРОВ ПОГОДЫ

Выявлены изменения уровней гормонов в крови у мужского населения г. Архангельска (22–45 лет) в зависимости от погодных факторов и напряженности магнитного поля Земли. Отмечена значительная реактивность эндокринной системы на воздействие температурного фактора, особенно выраженная при отрицательных температурах, а также при сочетании отрицательных и положительных температур с высокой влажностью воздуха (> 85 %). При средней возмущенности геомагнитного поля ($A_p = 30\text{--}50$ нТл) выявлены повышенные уровни адренокортикотропина, тестостерона и сниженные концентрации трийодтиронина в крови. Показана зависимость уровней кортизола, трийодтиронина и тестостерона в крови от таких факторов, как долгота дня, температура и относительная влажность воздуха, атмосферное давление, Ар-индекс. Основными показателями, влияющими на уровни кортизола и T_3 , являются долгота дня и температура воздуха, для содержания тестостерона наиболее значимым фактором является температура, далее – значения относительной влажности воздуха и долготы дня.

Ключевые слова: эндокринная система, гормональный профиль мужчин, Европейский Север.

Метеорологические условия обуславливают определенные сдвиги в реактивности организма. Хотя они часто находятся в пределах физиологических колебаний, но все же не могут не сказываться на течении многих процессов, создавая определенный функциональный фон для различных органов и систем [14]. Вопросы климатологии и метеочувствительности в научных работах чаще поднимаются при рассмотрении влияния неблагоприятной погоды

на возникновение различных патологий и обострение хронических заболеваний [16–18], в то время как сведений о содержании гормонов при различных характеристиках естественных погодных условий высоких широт недостаточно. Поэтому представляет интерес определить основные метеорологические показатели, характерные для климата Европейского Севера России, которые влияют на эндокринную систему мужчин, проживающих в г. Архангельске. Цель

работы – выявить особенности гормонального профиля мужчин г. Архангельска при различных погодных и геофизических факторах высоких широт.

Материалы и методы. В работе представлены результаты обследования 314 местных практически здоровых мужчин в возрасте 22–45 лет (средний возраст 29,5 лет), проживающих в г. Архангельске, за период с 1983 по 2011 год. Обследуемые проживали на Севере не менее чем в трех поколениях. Забор крови проводился из локтевой вены с 8 до 9 часов утра, натощак. В сыворотке крови радиоиммунхимическими методами анализа на установке «Наркотест» (Россия, Москва) определяли уровни тиреотропного гормона (ТТГ), общих фракций трийодтиронина (T_3), тироксина (T_4) и тестостерона, адренокортикотропного гормона (АКТГ), кортизола.

Для оценки гормональных изменений в различные интервалы параметров погоды использовали основные показатели: значения наружной температуры воздуха (в °С), значения атмосферного давления (в гПа), значения относительной влажности воздуха (в %), которые были получены в Архангельском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями. Значения параметров соответствовали показаниям приборов на 9 часов утра. Были выделены следующие интервалы температур, при переходе между которыми наблюдались наиболее значимые изменения гормонального профиля: 1) от –16 до –25 °С; 2) от –6 до –15 °С; 3) от 0 до –5 °С; 4) от 0 до +5 °С; 5) от +6 до +15 °С; 6) от +16 до +20 °С; 7) от +21 до +25 °С. Согласно медико-биологическим критериям, воздух считали сухим при относительной влажности до 55 %, умеренно сухим при 56–70 % (оптимальная влажность), умеренно влажным – при 71–85 %, сильно влажным – свыше 85 % [4]. Для оценки вклада фактора освещенности в общую изменчивость гормональных показателей использовали данные о долготе дня в минутах в дни забора крови, полученные на сайте <http://www.timezone.ru/suncalc.php?tid=20>.

Геомагнитную активность в день сдачи крови оценивали по Ар-индексу, который представляет собой среднюю амплитуду вариаций геомагнитного поля по земному шару за сутки. Значения Ар-индекса были получены на сайте ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/GEOMAGNETIC_DATA/INDICES/KP_AP и распределены по интервалам: 1) Ар < 15 нТл, 2) 15–30 нТл, 3) 30–50 нТл.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.0». Критический уровень значимости (p) принимался за 0,05, тенденцией считали значения при $0,1 > p > 0,05$. В связи с тем, что была выявлена частичная асимметрия рядов распределения, использованы методы непараметрической статистики. Данные описаны медианой (Me), а также 25 и 75 перцентилями (25–75). Значимость различий уровней гормонов в изучаемые интервалы погодных факторов определяли по критериям Краскала–Уоллеса и Манна–Уитни. Проведен корреляционный анализ с учетом ранговой корреляции по Spearman (r_s). С целью выявления роли погодных и геофизических факторов в структуре гормонального профиля северян проведен множественный регрессионный анализ методом пошагового исключения предикторов. Вклад каждого предиктора в содержание гормонов оценивали по значению стандартизованных коэффициентов уравнения регрессии и величине их стандартных ошибок.

Результаты и обсуждение. Проведенный регрессионный анализ позволил выявить, что рассмотренные нами метеогеофизические показатели (температура и влажность воздуха, атмосферное давление, Ар-индекс и долгота дня) оказывают наибольшее влияние на содержание кортизола, трийодтиронина и тестостерона в сыворотке крови мужчин г. Архангельска. При этом тот факт, что значения коэффициента детерминации во всех случаях оказались практически одинаковыми ($R^2 = 10,0–16,2$ %), может свидетельствовать о том, что предикторы (метеорологические и геофизические показатели) вносят примерно одинаковый вклад в изме-

нение уровней данных гормонов. Выявлено, что основными показателями, влияющими на уровни кортизола и T_3 в крови, являются долгота дня ($Beta = -0,83$ и $-0,37$ соответственно) и температура воздуха ($Beta = 0,58$ и $0,38$); для содержания тестостерона наиболее значимым фактором является температура ($Beta = -0,56$), далее – значения относительной влажности воздуха ($Beta = -0,30$) и долготы дня ($Beta = 0,24$).

При рассмотрении изменений гормонального профиля северян в различные диапазоны показателей погоды выявлена значительная реактивность эндокринной системы на воздействие температурного фактора, которая особенно выражена при отрицательных температурах, а также при сочетании отрицательных и положительных температур с высокой влажностью воздуха. Дисперсионный анализ Краскала–Уоллеса показал значимые различия уровней гормонов в разные температурные интервалы: T_3 – $H = 47,2$, $p < 0,001$; T_4 – $H = 24,4$, $p < 0,001$; ТТГ – $H = 13,4$, $p = 0,036$; АКТГ – $H = 56,6$, $p < 0,001$; кортизол – $H = 34,2$, $p < 0,001$; тестостерон – $H = 55,3$, $p < 0,001$. В результате попарного сравнения выборок установлено, что даже при незначительном снижении наружной температуры (от 0 до -5 °С) происходило повышение уровня кортизола в крови (табл. 1), что подтверждает его активное участие в холодовой адаптации. При наблюдаемом повышении содержания кортизола в данном температурном интервале регистрировали снижение уровней АКТГ и тестостерона, что может быть объяснено как механизмами обратной связи в системе гипофиз – кора надпочечников, так и ингибирующим действием кортизола на систему гипофиз – гонады. При более низких значениях температуры воздуха (от -6 до -15 °С), наряду с повышенным содержанием кортизола, наблюдали более высокие уровни гормонов щитовидной железы и тестостерона в крови по сравнению с их значениями в интервале от 0 до -5 °С. Гормоны щитовидной железы, поступая в кровь, активируют ферментные комплексы в составе митохондрий, что приводит

к ускоренному окислению жиров и углеводов с высвобождением тепловой энергии. Повышенный уровень активности щитовидной железы при воздействии холода обеспечивается не только гуморальным путем, но и нервным в результате увеличения тонуса симпатической нервной системы [6], при этом адаптивные эффекты тиреоидных гормонов, в отличие от реакций симпатoadренальной системы, носят более продолжительный характер [15]. Повышенные уровни тестостерона при данной температуре соотносятся с выявленной Л.Х. Гаркави с соавт. [8] реакцией повышенной активации при действии слабых раздражителей, которая характеризуется умеренной активностью половых желез в сочетании с нарастанием уровней кортизола и гормонов щитовидной железы. При низких температурах воздуха повышение уровня тестостерона может являться следствием его участия в обменных процессах. При наружной температуре воздуха от -16 до -25 °С при сохранении высоких значений кортизола T_3 и T_4 наблюдали также повышенные уровни ТТГ. Возможно, в условиях пониженной температуры снижается чувствительность гипофиза к тормозным влияниям со стороны тироксина [7].

При положительной температуре воздуха уровни гормонов находятся в пределах своих нормальных физиологических значений. Однако при температуре от $+21$ до $+25$ °С, по сравнению с интервалом от $+16$ до $+20$ °С, наблюдали тенденцию к повышению содержания кортизола и тестостерона. При этом отмечена тенденция к снижению уровня T_3 , очевидно, вследствие снижения уровня основного обмена.

Нами также показана статистическая значимость различий уровней гормонов в разные интервалы влажности воздуха: T_3 – $H = 10,5$, $p = 0,014$; T_4 – $H = 17,8$, $p < 0,001$; АКТГ – $H = 41,6$, $p < 0,001$ и тестостерона – $H = 16,8$, $p = 0,001$. Выявлено, что при наружной температуре от $+6$ до $+15$ °С и высокой относительной влажности воздуха (свыше 85 %), по сравнению с периодом умеренной влажности,

Таблица 1

СОДЕРЖАНИЕ ГОРМОНОВ У МУЖЧИН Г. АРХАНГЕЛЬСКА В ВОЗРАСТЕ 22–45 ЛЕТ
ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ВОЗДУХА (МЕДИАНА, 25 И 75 ПЕРЦЕНТИЛИ)

Показатель	Температурные интервалы						
	от -16 до -25 °С (1) n = 33	от -6 до -15 °С (2) n = 66	от 0 до -5 °С (3) n = 41	от 0 до +5 °С (4) n = 31	от +6 до +15 °С (5) n = 75	от +16 до +20 °С (6) n = 48	от +21 до +25 °С (7) n = 20
ТТГ, мЕд/л	2,9 ² (1,5; 2,9)	1,4 (1,1; 1,8)	1,4 (1,1; 2,5)	1,7 (1,0; 2,2)	1,7 (1,2; 2,2)	2,0 ^{***1} (1,6; 2,5)	2,3 ^{***1,13,4,5} (1,8; 2,6)
Т ₃ , нмоль/л	1,9 ⁴ (1,5; 2,0)	1,8 ^{***4,7,5} (1,7; 2,0)	1,3 (1,2; 1,6)	1,4 (1,2; 1,7)	1,7 ^{***3,4} (1,5; 2,0)	1,8 ^{***3,***4} (1,3; 2,1)	1,6 ^{15,6} (1,4; 1,8)
Т ₄ , нмоль/л	121,1 ^{***3,5,6} (114,5; 122,9)	112,0 ^{***3,5,***6} (100,0; 120,0)	94,5 (80,0; 111,1)	100,8 (87,8; 128,0)	96,5 (86,0; 115,0)	100,0 (88,0; 118,8)	119,7 ¹³ (98,8; 124,9)
АКТГ, пмоль/л	2,2 (1,2; 6,0)	0,8 (0,2; 1,9)	1,8 (0,5; 6,1)	7,7 ^{***2,3} (5,3; 9,9)	4,4 ^{***2,14} (2,4; 7,7)	6,1 ^{***2,13} (2,2; 10,8)	6,6 ^{***2} (2,1; 9,0)
Корт., нмоль/л	778,3 ^{23,6,7,***4,5} (708,8; 850,8)	542,3 ^{13,4,***5,6} (401,4; 680,0)	600,0 ^{***4,5,6} (531,5; 720,0)	494,9 (412,5; 560,0)	460,0 (364,8; 596,8)	450,0 (350,0; 581,0)	560,0 ¹⁶ (405,0; 640,0)
Тест., нмоль/л	–	18,9 ^{***3,6} (15,6; 22,8)	10,9 (7,0; 18,3)	18,2 ^{***3,6} (15,7; 22,0)	21,5 ^{***3,6} (13,5; 27,8)	10,8 (9,0; 16,3)	17,0 ^{13,6} (15,0; 20,2)

Примечание: звездочкой обозначены значимые различия по сравнению с указанным диапазоном: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$, Т – тенденция к изменению ($0,1 > p > 0,05$).

у обследуемых мужчин выше уровни T_3 (1,8 и 1,5 нмоль/л соответственно), кортизола (670,0 и 360,0 нмоль/л) и тестостерона (23,3 и 10,0 нмоль/л (рис. 1). При этом значимо ниже уровень T_4 (86,0 и 125,0 нмоль/л) при увеличении индекса периферической конверсии T_3/T_4 (с 0,01 до 0,02). Повышенная влажность обыч-

но сопровождается снижением абсолютного количества кислорода в воздухе, что приводит к погодной гипоксии [13]. В свою очередь известно, что погодная гипоксия может провоцировать нарушение функций щитовидной железы [10] и вызывать увеличение содержания в крови тиреоидных гормонов [1]. Таким обра-

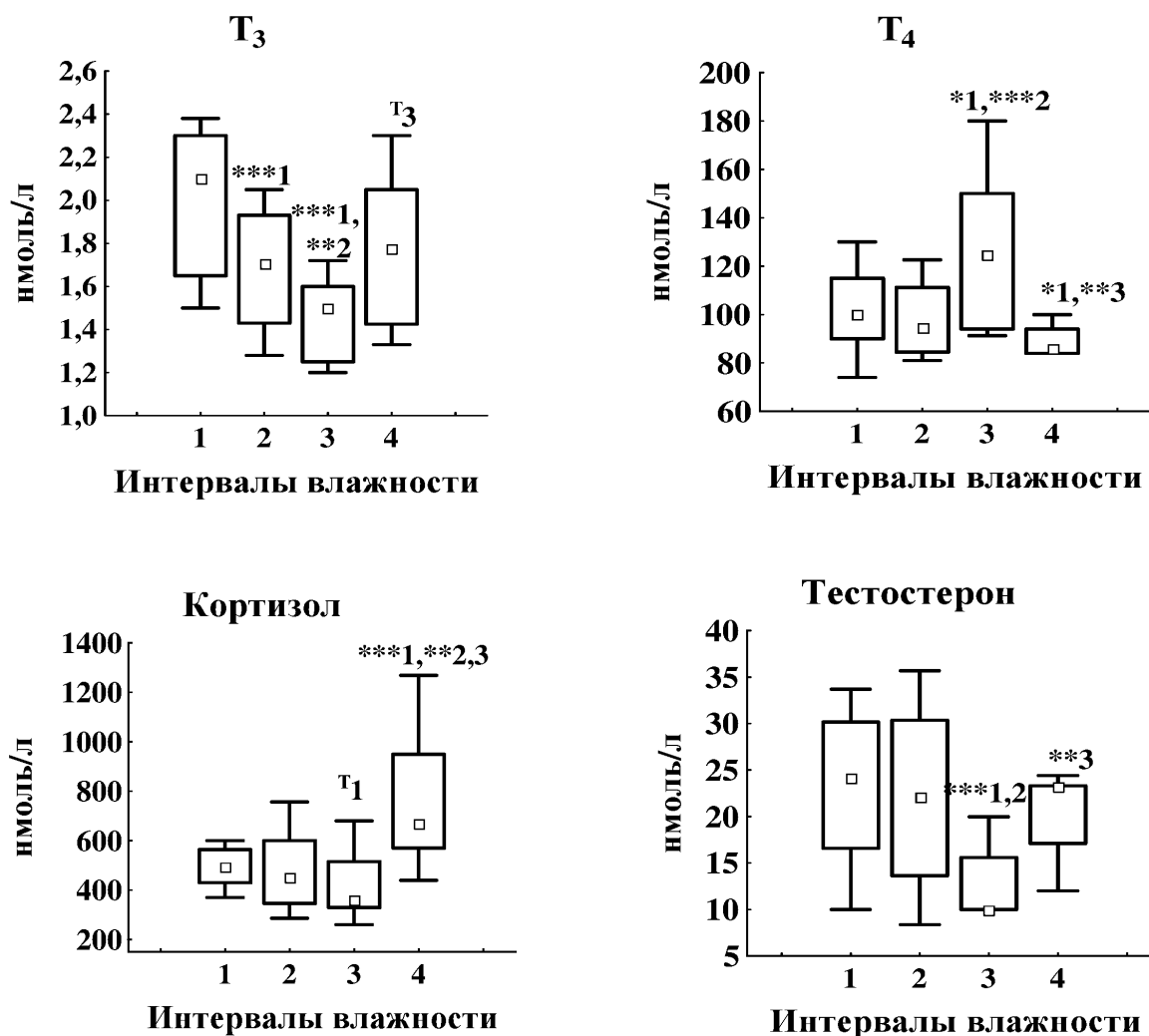


Рис. 1. Содержание гормонов в периферической крови мужчин-архангелогородцев 22–45 лет при температуре +6..+15 °С в сочетании с разными диапазонами относительной влажности воздуха: 1 – влажность до 55 %; 2 – 56–70 %; 3 – 71–85 %; 4 – выше 85 %; □ – медиана; ◻ – диапазон колебаний 25–75 %; ▮ – диапазон колебаний 10–90 %; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – статистическая значимость различий по сравнению с указанным интервалом; Т – тенденция к изменению ($0,1 > p > 0,05$)

зом, высокая влажность обуславливает снижение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе, что может привести к активации системы *гипофиз – цитовидная железа*, гормоны которой участвуют в потреблении кислорода клетками организма. В результате периферической конверсии образуется больше активного T_3 , уровень которого в крови повышается, а содержание T_4 снижается. Повышение уровня тестостерона в данном случае, вероятно, может усиливать процесс дейодирования йодтиронинов [9, 19]. Повышение уровня кортизола может быть обусловлено его свойством стабилизировать мембраны лизосом, повышая тем

самым устойчивость тканей к недостатку кислорода [11].

При температуре от +16 до +20 °С и высокой влажности воздуха реакции эндокринной системы схожи с реакциями, выявленными в предыдущем температурном интервале (рис. 2). При высокой влажности воздуха наблюдали повышенные уровни T_3 (2,2 и 1,9 нмоль/л), АКТГ (11,4 и 4,5 пмоль/л) и тестостерона (22,2 и 9,9 нмоль/л) при относительно невысоких концентрациях T_4 (92,0 нмоль/л). Однако содержание кортизола находилось в пределах нормальных физиологических значений (373,6 нмоль/л). Возможно, это связано

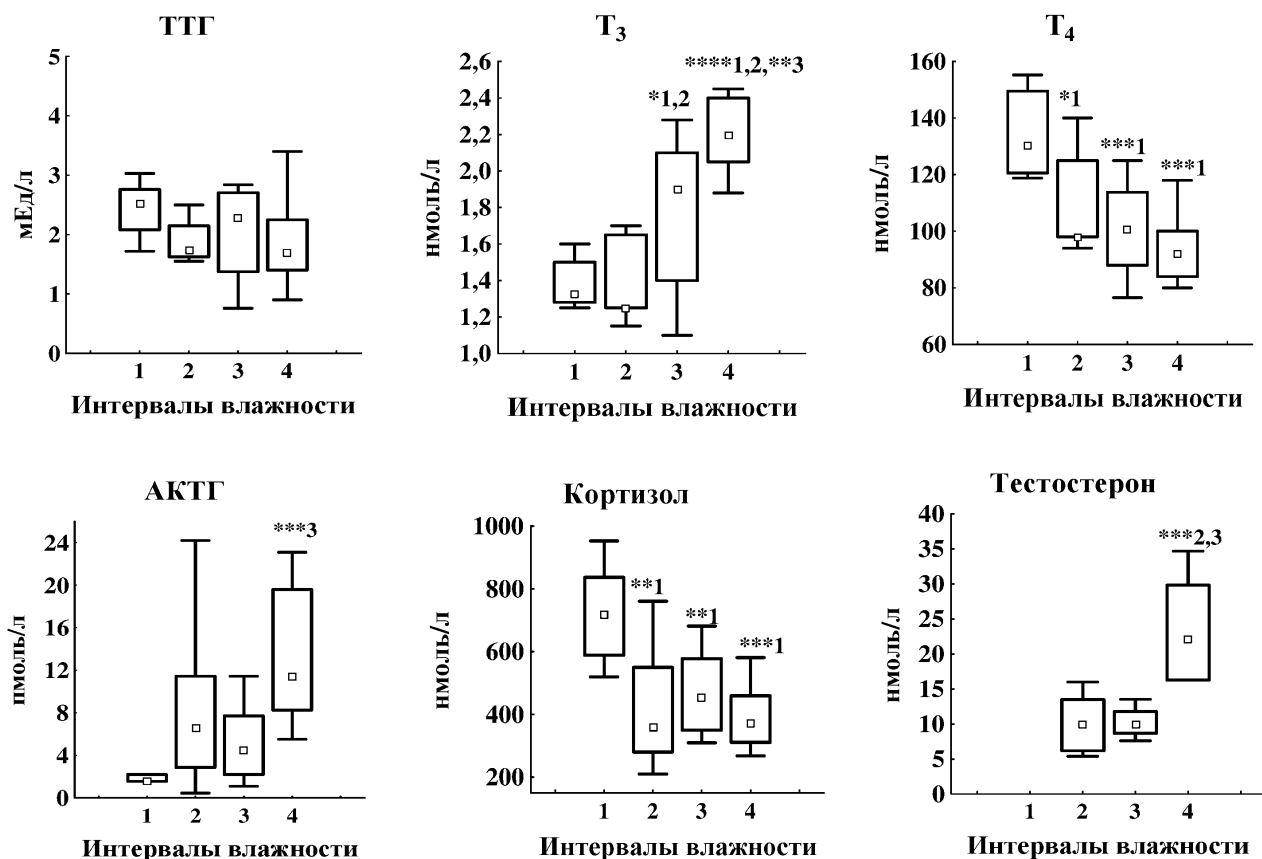


Рис. 2. Содержание гормонов в периферической крови мужчин-архангелогородцев 22–45 лет при температуре +16..+20 °С в сочетании с разными диапазонами относительной влажности воздуха: 1 – влажность до 55 %; 2 – 56–70 %; 3 – 71–85 %; 4 – выше 85 %; □ – медиана; □ – диапазон колебаний 25–75 %; ▭ – диапазон колебаний 10–90 %; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – статистическая значимость различий по сравнению с указанным интервалом

с усилением активности центра теплоотдачи при сочетании высокой влажности и повышенной температуры, при котором имеет место реципрокное угнетение гипоталамического центра теплопродукции. Это ведет к ослаблению влияния симпатической нервной системы, угнетению активности надпочечников [6]. В то же время на фоне сниженной влажности (от 35 до 55 %) в данном температурном интервале наблюдали высокие уровни кортизола (718,6 и 360,0 нмоль/л) и тироксина (130,3 и 98,0 нмоль/л) в крови по сравнению с оптимальными значениями влажности воздуха.

Также мы обнаружили изменения реактивности эндокринной системы при сочетании высокой влажности с отрицательной температурой (от 0 до -5°C) наружного воздуха: отмечены более высокие уровни T_3 (1,5 и 1,2 нмоль/л) и кортизола (679,7 и 531,5 нмоль/л), а также более низкие концентрации тестостерона (8,0 и 17,8 нмоль/л) по сравнению с их значениями при влажности 71–85 % (рис. 3), что может свидетельствовать о нарастании негативных тенденций стрессовой реакции, связанной с угнетением активности гонад.

Значительная доля влияния долготы дня на вариацию изучаемых гормонов объясняется своеобразной фотопериодичностью в условиях высоких широт. Ранее нами были показаны два пика секреции кортизола в контрастные фотопериоды года и повышенные уровни гормонов щитовидной железы в период минимального светового дня [3]. Корреляционный анализ выявил наличие большего количества взаимосвязей между длиной дня и уровнями гормонов у обследуемых мужчин: положительные взаимосвязи с содержанием ТТГ ($r_s = 0,2$; $p = 0,003$) и АКТГ ($r_s = 0,4$; $p < 0,001$), отрицательные – с уровнями T_3 ($r_s = -0,3$; $p < 0,001$), T_4 ($r_s = -0,14$; $p = 0,02$) и кортизола ($r_s = -0,2$; $p < 0,001$).

Индекс геомагнитной активности (A_p) в дни обследований составлял не более 50 нТл, что соответствует средней возмущенности геомагнитного поля (ГМП). Влияние слабых возмущений ГМП было показано М.В. Рагульской [5] в своей работе по выявлению воздействия нестационарных солнечных процессов на состояние человеческого организма. Показана значимость различий уровней гормонов мужчин г. Архангельска при различных вариациях ГМП: $T_3 - H = 12,5$, $p = 0,002$; АКТГ – $H = 12,3$,

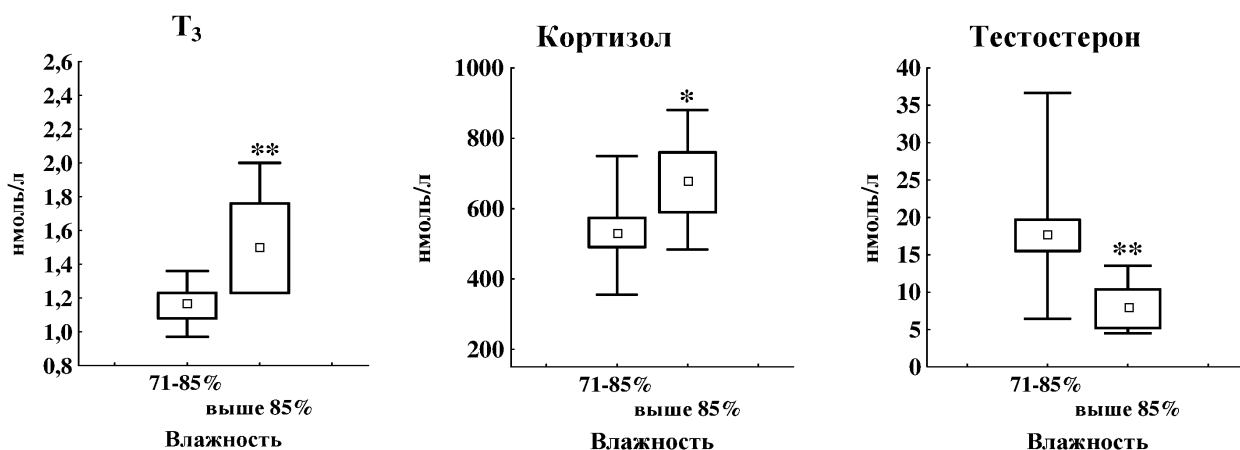


Рис. 3. Содержание гормонов в периферической крови мужчин-архангелогородцев 22–45 лет при температуре 0... -5°C в сочетании с разными диапазонами относительной влажности воздуха: \square – медиана; \square – диапазон колебаний 25–75 %; \square – диапазон колебаний 10–90 %; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ – статистическая значимость различий между интервалами

$p = 0,002$; тестостерон – $N = 30,3$, $p < 0,001$. При Ар-индексе 15–30 и 30–50 нТл по сравнению со спокойным геомагнитным полем ($Ar < 15$ нТл) у обследуемых мужчин отмечены более высокие уровни АКТГ и более низкие концентрации T_3 в крови (табл. 2). Несмотря на многочисленные и зачастую противоречивые сведения об изменении секреции кортизола в дни магнитных бурь, нам не удалось выявить реактивно-

нитного поля. Прослеживалась разнонаправленная динамика колебаний уровня тестостерона при вариациях ГМП. Так, при значениях Ар-индекса 15–30 нТл, по сравнению со спокойной геомагнитной обстановкой, концентрация тестостерона у мужчин была ниже, кроме того, выявлена отрицательная взаимосвязь показателя Ар с уровнем тестостерона ($r_s = -0,12$; $p = 0,03$). При увеличении Ар-индекса до

Таблица 2

**СОДЕРЖАНИЕ ГОРМОНОВ В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ МЕСТНЫХ МУЖЧИН
Г. АРХАНГЕЛЬСКА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ (МЕДИАНА,
25 И 75 ПЕРЦЕНТИЛИ)**

	Индексы геомагнитной активности		
	Ар < 15 нТл (1)	Ар 15–30 нТл (2)	Ар 30–50 нТл (3)
	n = 215	n = 56	n = 43
ТТГ, мЕд/л	1,8 (1,3; 2,5)	1,5 (1,0; 2,7)	1,6 (1,5; 1,7)
T_3 , нмоль/л	1,7 (1,4; 2,0)	1,6 (1,3; 2,0)	1,4 ^{***1,12} (1,2; 1,7)
T_4 , нмоль/л	100,0 (88,2; 120,0)	102,0 (90,0; 112,0)	98,0 (66,0; 110,0)
АКТГ, пмоль/л	2,9 (0,9; 7,0)	4,8 ^{*1} (2,2; 7,9)	7,5 ^{**1} (4,2; 11,0)
Кортизол, нмоль/л	520,8 (382,8; 645,2)	527,0 (385,0; 600,0)	463,8 (412,5; 563,8)
Тестостерон, нмоль/л	19,4 (13,5; 24,6)	10,8 ^{***1} (9,0; 13,5)	16,3 ^{***2} (15,0; 22,0)

Примечание: звездочкой обозначены значимые различия по сравнению с указанным диапазоном: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$, Т – тенденция к изменению ($0,1 > p > 0,05$).

сти коры надпочечников в ответ на средние возмущения ГМП. Однако отмечены повышенные уровни АКТГ даже при значениях Ар-индекса 15–30 нТл. Есть сведения, что в дни геомагнитных возмущений в крови повышается содержание кальция в 1,5–2 раза [2], который в свою очередь принимает участие в стимуляции секреции АКТГ. Известно, что АКТГ является пусковым гормоном для деятельности надпочечников, поэтому можно предположить, что система *гипофиз – кора надпочечников* имеет высокую чувствительность к колебаниям маг-

30–50 нТл содержание тестостерона повышалось, что может являться охранной реакцией сбережения резервов основного обмена путем торможения активности катаболизма [12].

Заключение. Таким образом, наиболее подвержены изменениям при неблагоприятных погодных характеристиках высоких широт уровни кортизола, трийодтиронина и тестостерона в крови мужчин Европейского Севера с определяющим влиянием на их содержание таких факторов, как долгота дня, температура и относительная влажность воздуха.

Список литературы

1. Абазов З.Х. Изменение содержания тиреоидных гормонов в условиях нормобарической гипоксии у здоровых людей // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2004. Т. 90. № 8. С. 79.
2. Агаджанян Н.А., Макарова И.И. Влияние геомагнитных возмущений и искусственно созданных магнитных полей на биообъекты различного уровня организации. Тверь, 2002.
3. Аленикова А.Э. Эндокринный профиль местных и приезжих мужчин – жителей г. Архангельска в различные световые периоды года // Экология человека. 2009. № 7. С. 56–60.
4. Бутьева И.В., Швейнова Т.Г. Методические вопросы интегрального анализа медико-климатических условий // Комплексные биоклиматические исследования. М., 1988. С. 80–84.
5. Рагульская М.В., Хабарова О.В., Обридо В.Н., Дмитриева И.В. Влияние солнечных возмущений на функционирование и синхронизацию человеческого организма // Журн. радиоэлектроники. 2000. № 10. URL: <http://jre.cplire.ru/koi/oct00/7/text.html> (дата обращения: 16.11.2012).
6. Воложин А.И., Ефременков С.В., Правдивцев В.А. Физиология и патофизиология терморегуляции. М., 1995.
7. Вундер П.А. Процессы саморегуляции в эндокринной системе. М., 1965.
8. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессорные реакции и активационная терапия. М., 1998.
9. Гладкова А.И., Карпенко Н.А. Взаимодействие тиреоидной и половой функций в мужском организме // Проблемы эндокринологии. 1991. Т. 37, № 3. С. 56–59.
10. Лебедева М.Г., Крымская О.В. Экологическая климатология и климатические ресурсы. Белгород, 2007.
11. Леонова Е.В., Висмонт Ф.И. Гипоксия (патофизиологические аспекты): метод. рекомендации. Минск, 2002.
12. Московская Н.Б. Оценка значимости индивидуальной магниточувствительности в характеристике иммунного и гормонально статуса: дис. ... канд. мед. наук. Архангельск, 1994.
13. Овчарова В.Ф. О содержании кислорода в атмосферном воздухе. URL: <http://meteocenter.net/meteolib/o2.htm> (дата обращения: 12.02.2010).
14. Султанов Ф.Ф., Клочкова Г.М., Мезидова Х.А. Влияние природно-климатических условий аридного региона на гормональный статус человека // Физиология человека. 2001. Т. 27, № 1. С. 74–85.
15. Щитовидная железа. Фундаментальные аспекты / под ред. А.И. Кубарко, S. Yamashita. Минск; Нагасаки, 1998.
16. Brown H.K., Simpson A.J., Murchison J.T. The Influence of Meteorological Variables on the Development of Deep Venous Thrombosis // Thromb. Haemost. 2009. Vol. 102, № 4. P. 676–682.
17. Danielides V., Nousia C.S., Patrikakos G. et al. Effect of Meteorological Parameters on Acute Laryngitis in Adults // Acta Otolaryngol. 2002. Vol. 122, № 6. P. 655–660.
18. Lee J.H., Chae S.C., Yang D.H. et al. Influence of Weather on Daily Hospital Admissions for Acute Myocardial Infarction (from the Korea Acute Myocardial Infarction Registry) // Int. J. Cardiol. 2010. Vol. 144, № 1. P. 16–21.
19. Marassi M.P., Fortunato R.S., da Silva A.C. et al. Sexual Dimorphism in Thyroid Function and Type 1 Iodothyronine Deiodinase Activity in Pre-Pubertal and Adult Rats // J. Endocrinol. 2007. Vol. 192, № 1. P. 121–130.

References

1. Abazov Z.Kh. Izmenenie soderzhaniya tireoidnykh gormonov v usloviyakh normobaricheskoy gipoksii u zdorovykh lyudey [Changes in the Content of Thyroid Hormones at Normobaric Hypoxia in Healthy People]. *Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2004, vol. 90, no. 8, p. 79.
2. Agadzhanyan N.A., Makarova I.I. *Vliyaniye geomagnitnykh vozmushcheniy i iskusstvenno sozdannykh magnitnykh poley na bioob"ekty razlichnogo urovnya organizatsii* [The Influence of Geomagnetic Disturbances and Artificial Magnetic Fields on Biological Objects at Various Levels of Organization]. Tver, 2002.
3. Alenikova A.E. Endokrinnyy profil' mestnykh i pryezhhikh muzhchin – zhiteley g. Arkhangel'ska v razlichnye svetovye periody goda [Endocrine Status in Arkhangel'sk Local Dwellers and Newcomers at Various Light Periods of the Year]. *Ekologiya cheloveka*, 2009, no. 7, pp. 56–60.

-
-
4. But'eva I.V., Shveynova T.G. Metodicheskie voprosy integral'nogo analiza mediko-klimaticheskikh usloviy [Methodological Aspects of Integrated Analysis of Medical and Climatic Conditions]. *Kompleksnyye bioklimaticheskie issledovaniya* [Integrated Bioclimatic Research]. Moscow, 1988, pp. 80–84.
 5. Ragul'skaya M.V., Khabarova O.V., Obridko V.N., Dmitrieva I.V. Vliyanie solnechnykh vozmushcheniy na funktsionirovanie i sinkhronizatsiyu chelovecheskogo organizma [Effect of Solar Disturbances on the Functioning and Synchronization of the Human Body]. *Zhurnal radioelektroniki*, 2000, no. 10. Available at: <http://jre.cplire.ru/koi/oct00/7/text.html> (accessed 16 November 2012).
 6. Volozhin A.I., Efremkov S.V., Pravdivtsev V.A. *Fiziologiya i patofiziologiya termoregulyatsii* [Physiology and Pathophysiology of Thermoregulation]. Moscow, 1995.
 7. Vunder P.A. *Protsessy samoregulyatsii v endokrinnoy sisteme* [Processes of Self-Regulation in the Endocrine System]. Moscow, 1965.
 8. Garkavi L.Kh., Kvakina E.B., Kuz'menko T.S. *Antistressornye reaktsii i akti-vatsionnaya terapiya* [Antistress Reactions and Activation Therapy]. Moscow, 1998.
 9. Gladkova A.I., Karpenko N.A. Vzaimodeystvie tireoidnoy i polovoy funktsiy v muzhskom organizme [Interaction of Thyroid and Reproductive Functions in the Male Body]. *Problemy endokrinologii*, 1991, vol. 37, no. 3, pp. 56–59.
 10. Lebedeva M.G., Krymskaya O.V. *Ekologicheskaya klimatologiya i klimaticheskie resursy* [Ecological Climatology and Climatic Resources]. Belgorod, 2007.
 11. Leonova E.V., Vismont F.I. *Gipoksiya (patofiziologicheskie aspekty)* [Hypoxia (Pathophysiological Aspects)]. Minsk, 2002.
 12. Moskovskaya N.B. *Otsenka znachimosti individual'noy magnitochuvstvitel'nosti v kharakteristike immunnogo i gormonal'no statusa: dis. ... kand. med. nauk* [Assessment of the Importance of Individual Magnetic Sensitivity for Characterizing the Immune and Hormonal Status]. Arkhangelsk, 1994.
 13. Ovcharova V.F. *O sodержanii kisloroda v atmosfernom vozdukh*e [On the Oxygen Content in Atmospheric Air]. Available at: <http://meteocenter.net/meteolib/o2.htm> (accessed 12 February 2010).
 14. Sultanov F.F., Klochkova G.M., Mezidova Kh.A. Vliyanie prirodno-klimaticheskikh usloviy aridnogo regiona na gormonal'nyy status cheloveka [The Effect of Climatic Conditions of an Arid Region on the Human Hormonal Status]. *Fiziologiya cheloveka*, 2001, vol. 27, no. 1, pp. 74–85.
 15. *Shchitovidnaya zheleza. Fundamental'nye aspekty* [Thyroid Gland. Fundamental Aspects]. Ed. by Kubarko A.I., Yamashita S. Minsk, Nagasaki, 1998.
 16. Brown H.K., Simpson A.J., Murchison J.T. The Influence of Meteorological Variables on the Development of Deep Venous Thrombosis. *Thromb. Haemost.*, 2009, vol. 102, no. 4, pp. 676–682.
 17. Danielides V., Nousia C.S., Patrikakos G., et al. Effect of Meteorological Parameters on Acute Laryngitis in Adults. *Acta Otolaryngol.*, 2002, vol. 122, no. 6, pp. 655–660.
 18. Lee J.H., Chae S.C., Yang D.H., et al. Influence of Weather on Daily Hospital Admissions for Acute Myocardial Infarction (from the Korea Acute Myocardial Infarction Registry). *Int. J. Cardiol.*, 2010, vol. 144, no. 1, pp. 16–21.
 19. Marassi M.P., Fortunato R.S., da Silva A.C., et al. Sexual Dimorphism in Thyroid Function and Type 1 Iodothyronine Deiodinase Activity in Pre-Pubertal and Adult Rats. *J. Endocrinol.*, 2007, vol. 192, no. 1, pp. 121–130.

Alenikova Aleksandra Eduardovna

The Institute of Environmental Physiology,
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Arkhangelsk, Russia)

Tipisova Elena Vasilyevna

The Institute of Environmental Physiology,
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Arkhangelsk, Russia)

ANALYSIS OF THE CHANGES IN MALE HORMONE PROFILE DEPENDING ON WEATHER CONDITIONS IN ARKHANGELSK

Changes in hormone levels in the blood of the male population of Arkhangelsk (22 to 45 years old) were observed at various weather conditions and magnetic field strength of the Earth. We found a significant responsiveness of the endocrine system to the temperature, especially at negative

temperatures, as well as in case of positive and negative temperatures being combined with high air humidity (> 85 %). At average geomagnetic disturbance ($A_p = 30\text{--}50$ nT) we revealed elevated blood levels of adrenocorticotropin, testosterone and decreased concentrations of triiodothyronine. The paper shows the dependence of the levels of cortisol, triiodothyronine and testosterone in the blood on such factors as day length, temperature and relative humidity, barometric pressure, and A_p -index. The main factors affecting the levels of cortisol and T_3 in the blood are day length and air temperature; the most significant factor for testosterone level is temperature, followed by relative humidity and day length.

Keywords: *endocrine system, male hormone profile, European North.*

Контактная информация:

Аленикова Александра Эдуардовна
адрес: 163000, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249;
e-mail: alenikova_a@mail.ru

Типисова Елена Васильевна
адрес: 163000, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249;
e-mail: tipisova@rambler.ru

Рецензент – *Хаснулин В.И.*, доктор медицинских наук, профессор, руководитель лаборатории механизмов дизадаптации Научного центра клинической и экспериментальной медицины СО РАМН (г. Новосибирск)