

УДК [16.4–02–055.1:613.1](470.11)

## СООТНОШЕНИЕ КЛИМАТО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И ЭНДОКРИННОГО ПРОФИЛЯ У МУЖЧИН ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

© 2012 А.Э. Аленикова, Е.В. Типисова

Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН, Архангельск

Поступила в редакцию 09.10.2012

Проведено обследование местных мужчин г. Архангельска при различных параметрах погодных факторов Севера (интервалы температур, сочетанное воздействие температуры и влажности воздуха, межсуточные колебания температуры и атмосферного давления воздуха), а также изучено изменение уровней гормонов у местных и приезжих жителей при различной возмущенности геомагнитного поля Земли. Выявлено изменение уровней гормонов коры надпочечников, гонад и системы гипофиз – щитовидная железа в различные интервалы отрицательных температур воздуха. При положительной температуре воздуха наиболее значимые изменения содержания гормонов обнаружены при контрастных значениях влажности воздуха (>85% и <55%) При высокой влажности происходит усиление реактивности эндокринной системы в температурном интервале от 0 до -5°C. Характер гормонального ответа на межсуточные колебания температуры и давления зависит от направленности (в сторону снижения или повышения), а также возраста обследуемых. Реактивность приезжих мужчин на изменение возмущенности магнитного поля выражена сильнее, чем у местных, что указывает на более высокую чувствительность эндокринной системы к данному фактору.

*Ключевые слова: эндокринная система, влияние климатических факторов, геомагнитная активность, Европейский Север, местное и приезжее население*

К настоящему времени имеются сведения о влиянии погоды на сердечно-сосудистую, кровеносную, нервную системы; накоплен большой массив данных о влиянии отдельных элементов погоды на возникновение и течение некоторых заболеваний. Особенно актуальным вопрос о сохранении здоровья становится в местах с экстремальными климатическими условиями, таких как высокие широты. Эндокринная система является важнейшим регулятором физиологических функций, ей принадлежит ведущая роль в механизмах адаптации организма к неблагоприятным условиям Севера. Ранее установлено, что воздействие низких температур приводит к повышению активности щитовидной железы и коры надпочечников. Кроме того, отмечены сниженные значения инсулина и тестостерона у северян [12, 13]. Воздействие положительных температур в целом рассматривалось только в случае перегрева организма. Сведения о влиянии

атмосферного давления обнаруживаются в основном при резких его изменениях в условиях профессиональной деятельности или в экспериментах на животных [11]. Важное значение имеет учет гелиогеофизических факторов. К настоящему времени имеются некоторые данные о колебаниях уровней гормонов в дни геомагнитных возмущений [8, 14]. Но интерес вызывают не только магнитные бури, но и различные колебания магнитного поля Земли, которые, даже не достигая силы бури, оказывают влияние на биосферу. Кроме того, у приезжих жителей Севера влияние геомагнитной активности на эндокринную систему изучено мало.

**Цель исследования:** выявление особенностей реактивности эндокринной системы мужчин г. Архангельска при различных погодных и геофизических факторах высоких широт.

**Материалы и методы.** Обследовано 406 местных и 76 приезжих мужчин в возрасте от 22 до 60 лет. Местными считались лица, живущие на Севере не менее, чем в трех поколениях. Все приезжие мужчины проживали на Севере не менее года. Проанализированы результаты многолетних исследований 428 человек в возрасте от

*Аленикова Александра Эдуардовна, научный сотрудник лаборатории эндокринологии. E-mail: alenikova\_a@mail.ru*

*Типисова Елена Васильевна, доктор биологических наук, заведующая лабораторией эндокринологии*

22 до 45 лет (364 местных и 64 приезжих). Для изучения возрастных отличий среди местных мужчин были выделены группы зрелого возраста: 22-35 и 36-60 лет, соответственно, 304 человека (средний возраст 27,5 лет), 102 человека (средний возраст 44,3 года). Кровь брали в утренние часы, натощак. В сыворотке крови радиоиммунным методом определяли уровни тиреотропного гормона (ТТГ), общих фракций трийодтиронина ( $T_3$ ), тироксина ( $T_4$ ) и тестостерона, адренокортикотропного гормона (АКТГ), кортизола. Для оценки влияния климатических параметров на эндокринную систему использовали основные показатели: уровень наружной температуры воздуха (в градусах Цельсия), уровень атмосферного давления (в гПа), значения относительной влажности воздуха (в процентах), которые были получены в Архангельском Центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями. Значения соответствуют показаниям приборов на 9 часов утра. Экспериментальным путем определены следующие интервалы температур, при переходе между которыми наблюдались наиболее значимые изменения гормонального фона: 1) от  $-16$  до  $-25^\circ\text{C}$ ; 2) от  $-6$  до  $-15^\circ\text{C}$ ; 3) от  $0$  до  $-5^\circ\text{C}$ ; 4) от  $0$  до  $+5^\circ\text{C}$ ; 5) от  $+6$  до  $+15^\circ\text{C}$ ; 6) от  $+16$  до  $+20^\circ\text{C}$ ; 7) от  $+21$  до  $+25^\circ\text{C}$ . Воздух считали сухим при влажности до 55%, умеренно сухим при 56-70% (оптимальная влажность), влажным – при 71-85%, сильно влажным – свыше 85% [2, 4]. Также учитывались значения исследуемых показателей за сутки до взятия крови для оценки уровня их межсуточной изменчивости. Слабым похолоданием или потеплением считали изменение среднесуточной температуры на  $1-2^\circ\text{C}$ , умеренным – на  $3-4^\circ\text{C}$ , резким – более чем на  $4^\circ\text{C}$  [2]. Слабым изменением давления считали его понижение или повышение между сутками на  $1-4$  гПа, умеренным – на  $5-8$  гПа, резким – более чем на  $8$  гПа [2]. Геомагнитную активность в день сдачи крови оценивали по Ар-индексу, значения которого распределяли по интервалам: 1)  $Ar < 15$  нТл, 2)  $15-30$  нТл, 3)  $30-50$  нТл [9]. Все полученные показатели кодировались. Для обработки данных применяли непараметрические критерии статистического анализа с вычислением медиан значений. Достоверность различий между выборками определяли с помощью U-критерия Манна-Уитни. Все представленные результаты имели значимые различия ( $p = 0,05-0,001$ ).

**Результаты исследования.** При наружной температуре воздуха от  $0$  до  $-5^\circ$  по сравнению с интервалом от  $0$  до  $+5^\circ\text{C}$  зарегистрированы более высокие значения кортизола (600 нмоль/л и 494,9 нмоль/л) при более низком содержании АКТГ (1,8 пмоль/л и 7,7 пмоль/л) и тестостерона (10,9 нмоль/л и 18,2 нмоль/л). Если

при температуре воздуха от  $0$  до  $-5^\circ$  относительная влажность воздуха составляет  $>85\%$ , то данные реакции усиливаются по сравнению с влажностью 71-85%, а также повышается уровень  $T_3$  (1,2 нмоль/л и 1,5 нмоль/л). При более низких значениях температуры воздуха (от  $-6$  до  $-15^\circ\text{C}$ ) в сравнении с интервалом от  $0$  до  $-5^\circ$  наряду с повышенными уровнями кортизола (542,3 нмоль/л) наблюдаются более высокие значения гормонов щитовидной железы ( $T_3$  – 1,8 и 1,3 нмоль/л,  $T_4$  – 112,0 и 94,5 нмоль/л) и тестостерона (31,7 и 18,9 нмоль/л). Повышение уровня тестостерона в данном случае можно рассматривать с позиции реакции активации, описанной Л.Х. Гаркави с соавт. при действии раздражителей средней силы [5]. Повышение уровня тестостерона Л.В. Поскотинова [10] рассматривает как реакцию восстановления анаболических ресурсов и вариант оптимальной адаптации к физическим нагрузкам.

При положительной температуре воздуха наиболее значимые изменения содержания гормонов обнаружены при контрастных значениях влажности воздуха. Изменение влажности воздуха от умеренной до высокой при температуре от  $+6$  до  $+15^\circ\text{C}$  сопровождалось разнонаправленной динамикой со стороны йодтиронинов и тестостерона: при умеренной влажности регистрировали повышение уровня  $T_4$  (125 нмоль/л по сравнению с 94,5 нмоль/л при оптимальной влажности) и снижение  $T_3$  (1,5 и 1,7 нмоль/л) и тестостерона (10 и 22,1 нмоль/л); при высокой влажности – более низкие уровни  $T_4$  (86 и 125 нмоль/л) и более высокие концентрации  $T_3$  (1,8 и 1,5 нмоль/л), тестостерона (23,3 и 10,0 нмоль/л) и кортизола (670 и 360 нмоль/л) при увеличении индекса периферической конверсии  $T_3/T_4$  (с 0,01 до 0,02). Низкая влажность ( $<55\%$ ) при температуре  $+16-20^\circ\text{C}$  обуславливает более высокие уровни кортизола (718,6 и 360 нмоль/л) и  $T_4$  (130,3 и 98 нмоль/л) по сравнению со значениями оптимальной влажности. Повышенная влажность обычно сопровождается резким снижением весового содержания кислорода в воздухе, что приводит к погодной гипоксии. Как показали исследования З.Х. Абазова [1] при вдыхании гипоксических смесей отмечается увеличение содержания в крови тиреоидных гормонов. Таким образом, высокая влажность может приводить к снижению парциальной плотности кислорода во вдыхаемом воздухе, что запускает активацию системы гипофиз – щитовидная железа, гормоны которой участвуют в потреблении кислорода клетками организма. В результате периферической конверсии образуется больше активного  $T_3$ . Повышение уровня тестостерона в данном случае, вероятно, может усиливать процесс дейодирования йодтиронинов [3]. Глюкокортикоиды обладают способностью

стабилизировать мембраны лизосом, тем самым, повышая устойчивость тканей к недостатку кислорода [7].

При исследовании влияния межсуточных колебаний внешней температуры воздуха на гормональный ответ выявлены различия в зависимости от направленности колебаний, а также возраста. У мужчин 22-35 лет в ответ на умеренное похолодание по сравнению со слабым похолоданием выше содержание ТТГ (2,4 и 1,6 мЕд/л) и  $T_3$  (1,8 и 1,6 нмоль/л), а при резких колебаниях по сравнению с умеренными выше концентрация  $T_3$  (1,9 нмоль/л) и  $T_4$  (112 и 96 нмоль/л). В возрасте 36-60 лет при резком межсуточном похолодании по сравнению со слабым выше уровни ТТГ (3,4 и 1,9 до мЕд/л) и  $T_4$  (120 и 94,1 нмоль/л). Уровень  $T_3$  значимо не изменяется. Возможно это связано с замедлением в старшем возрасте конверсии  $T_4$  в  $T_3$  [6]. Уровень тестостерона в возрастной группе 22-35 лет при умеренном похолодании был ниже, чем при слабым похолодании (11,4 и 17,7 нмоль/л), однако при резких колебаниях был выше, чем при умеренных (11,4 и 19,3 нмоль/л), в то время как у мужчин старше 35 лет значимых изменений уровня тестостерона не выявлено. В обеих группах при резком похолодании по сравнению с умеренным выше содержание кортизола (640 и 461 нмоль/л; 640 и 467,5 нмоль/л, соответственно), что, вероятно, наряду с нарастанием гормонов щитовидной железы обеспечивает формирование срочной адаптационной реакции организма. При резком межсуточном потеплении по сравнению со слабым кроме более низких значений тестостерона в обеих возрастных группах (15,7 и 20,8 нмоль/л; 17,4 и 25,8 нмоль/л, соответственно) у мужчин 36-60 лет наблюдается также более низкое содержание ТТГ (1,4 и 2,1 мЕд/л) и кортизола (346,4 и 588,8 нмоль/л).

Обнаружены возрастные различия при межсуточных колебаниях атмосферного давления. При резком снижении атмосферного давления по сравнению со слабым у мужчин 22-35 лет регистрировали более высокие уровни кортизола (720 и 475,2 нмоль/л) и более низкие значения тестостерона (7,8 и 15 нмоль/л). У мужчин 36-60 лет даже при умеренном снижении атмосферного давления по сравнению со слабым снижением были выше уровни кортизола (610,5 и 440 нмоль/л) и  $T_3$  (1,6 и 1,3 нмоль/л). При резком межсуточном повышении атмосферного давления, по сравнению со слабым у лиц 22-35 лет отмечено более высокое содержание кортизола (622,4 и 465,1 нмоль/л), а у мужчин старше 35 лет выше содержание гипофизарных гормонов – АКТГ (7,4 и 0,7 пмоль/л) и ТТГ (3,4 и 2,1 мЕд/л). В обеих группах ниже содержание  $T_3$  (1,2 и 1,7 нмоль/л; 1,5 и 1,8 нмоль/л, соответственно). Хотелось бы отметить увеличение уровня кортизола, как при межсуточном снижении, так и при

повышении барометрического давления. При снижении атмосферного давления уменьшается абсолютное количество кислорода, происходит механическое действие на кровеносные сосуды, что вызывает расстройство кровообращения. Кортизол имеет тенденцию увеличивать кровяное давление. Можно предположить, что резкие межсуточные колебания атмосферного давления влияют на физиологическую активность коры надпочечников, увеличивая секрецию кортизола, не зависимо от направленности колебаний.

И у местных, и у приезжих мужчин при Ар-индексе 30-50 нТл по сравнению со спокойной геомагнитной обстановкой ниже содержание  $T_3$  (1,4 и 1,7 нмоль/л; 1,4 и 1,9 нмоль/л, соответственно), а у приезжих, кроме того, ниже уровень  $T_4$  (92,7 и 112 нмоль/л). Ранее при исследовании уровней гормонов у лиц с различной магниточувствительностью [8] было выявлено снижение содержания  $T_4$  в магнитовозмущенные дни у лиц с высокой и средней магнитной чувствительностью. Можно предположить, что приезжие жители имеют более высокую чувствительность к магнитным возмущениям, что в частности выражается в снижении уровня  $T_4$ . У местных мужчин при Ар-индексе 30-50 нТл по сравнению с 15-30 нТл выше содержание тестостерона (16,3 и 10,8 нмоль/л). Н.Б. Московская, в работе которой показано повышение содержания тестостерона и прогестерона в дни магнитных бурь, рассматривает это в качестве охранной реакции сбережения резервов основного обмена путем торможения активности катаболизма [8]. У приезжих мужчин, напротив, при возникновении даже слабого магнитного возмущения (15-30 нТл) по сравнению со спокойной геомагнитной обстановкой концентрация тестостерона ниже (9,6 и 19,7 нмоль/л). Возможно, это свидетельствует об отсутствии такой охранной реакции, что может привести к срыву адаптационных механизмов, если геомагнитные возмущения достигнут силы бурь.

**Выводы:** нами впервые установлены диапазоны температур, при которых выявлены наиболее значимые изменения уровней гормонов в крови местных мужчин Европейского Севера. Показано повышение уровня  $T_3$  при высокой относительной влажности воздуха, как при отрицательных, так и при положительных температурах воздуха. Обнаружено изменение уровня тестостерона у мужчин 22-35 лет при межсуточных колебаниях наружной температуры воздуха независимо от их направленности. Выявлено повышение уровня кортизола при межсуточных изменениях атмосферного давления независимо от направленности колебаний. Чувствительность эндокринной системы приезжих мужчин к изменениям возмущенности магнитного поля более высока, чем у местных.

Работа поддержана грантом № 12-У-4-1021 программ инициативных фундаментальных исследований УрО РАН

## 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. Бокшиа, В.Г. Справочник по климатотерапии. – К.: Здоровья, 1989. 264 с.
3. Бриндак, О.И. О взаимодействии мужского полового, тиреотропного и хорионического гонадотропного гормонов в онтогенезе / О.И. Бриндак, С.Л. Матвеева // Проблемы эндокринологии. 1983. Т. 29, №4. С. 59-63.
4. Бутьева, И.В. Методические вопросы интегрального анализа медико-климатических условий / И.В. Бутьева, Т.Г. Швейнова // Комплексные биоклиматические исследования. – М., 1988. С. 80-84.
5. Гаркави, Л.Х. Антистрессорные реакции и активационная терапия / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, Т.С. Кузьменко. – М.: «ИМЕДИС», 1998. 565 с.
6. Ермоленко, Е.К. Возрастная морфология. – М.: Феникс, 2006. 464 с.
7. Леонова, Е.В. Гипоксия (патофизиологические аспекты): метод. рекомендации. – Мн.: БГМУ, 2002. 22 с.
8. Московская, Н.Б. Оценка значимости индивидуальной магниточувствительности в характеристике иммунного и гормонально статуса: Дис...канд. мед. наук. – Архангельск, 1994. 122 с.
9. Мяжкова, И.Н. Геоэффективность солнечной активности и космическая погода // Космические исследования и взаимодействия космической среды с системами и материалами космических аппаратов. Эл. учебник – URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/cosm/index1086.htm>
10. Пискотинова, Л.В. Вегетативная регуляция ритма сердца и эндокринный статус молодежи в условиях Европейского Севера России. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. С. 145-148.
11. Салей, А.П. Реакция гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы на адаптацию к пониженному барометрическому давлению / А.П. Салей, Е.И. Зубкова-Михайлова // Проблемы экологии человека: Сборник научных статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием. – Архангельск, 2000. С. 183-187.
12. Типисова, Е.В. Реактивность и компенсаторные реакции эндокринной системы у мужского населения Европейского Севера. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 202 с.
13. Ткачев, А.В. Влияние природных факторов Севера на эндокринную систему человека // Проблемы экологии человека: Сборник науч. статей по материалам Всероссийской конф. с междуна. участием. – Архангельск, 2000. С. 219-224.
14. Хаснулин, В.И. Психонейрогуморальные взаимоотношения и артериальная гипертензия у людей, работающих на Севере вахтовым методом // Бюллетень СО РАМН. 2010. Т. 30, № 3. С. 78-85.

## RATIO OF CLIMATE-GEOGRAPHY FACTORS AND ENDOCRINE PROFILE AT MEN OF THE EUROPEAN NORTH

© 2012 А.Е. Alenikova, E.V. Tipisova

Institute of Nature Adaptations Physiology UrO RAS, Arkhangelsk

Examination of aboriginal men from Arkhangelsk is conducted at various parameters of weather factors of the North (intervals of temperatures, combined influence of temperature and humidity of air, interdaily fluctuations of temperature and atmospheric pressure of air), and also change of hormones levels at aboriginal and visitors is studied at a various perturbations of geomagnetic field of the Earth. Change of hormones levels of adrenal glands core, gonads and system hypophysis-thyroid gland in various intervals of negative air temperatures is revealed. At positive air temperature the most significant changes of hormones content are found at contrast values of humidity of air (>85% and <55%). At high humidity occur strengthening of endocrine system reactance in temperature interval from 0 to - 5°C. Character of the hormonal answer to interdaily fluctuations of temperature and pressure depends on an orientation (towards decrease or increase), and also age of the surveyed. Reactance of men-visitors on change of perturbations of a magnetic field is expressed more strongly, than at aboriginals, that points to higher sensitivity of endocrine system to this factor.

Key words: *endocrine system, influence of climatic factors, geomagnetic activity, European North, aboriginal and visitors*

Alexandra Alenikova, Research fellow at the Endocrinology Laboratory.

E-mail: [alenikova\\_a@mail.ru](mailto:alenikova_a@mail.ru)

Elena Tipisova, Doctor of Biology, Chief of the Endocrinology Laboratory