

С.С. Алексанин, Н.А. Алхутова, Н.А. Ковязина, В.Ю. Рыбников

ТРИЙОДТИРОНИН, ИНДЕКС ДГЭАС/КОРТИЗОЛ И СУТОЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ГОРМОНОВ КАК МАРКЕРЫ АДАПТАЦИИ К РАБОЧИМ НАГРУЗКАМ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРМОНАЛЬНОГО СТАТУСА ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ МЧС РОССИИ

Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России
(Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2)

Актуальность. Учитывая, что длительное напряжение адаптационных механизмов ассоциировано с увеличением риска развития соматической патологии, актуальным является поиск лабораторных маркеров, позволяющих оценить адаптационный статус мужчин, работающих в условиях Арктики и подвергающихся сочетанному воздействию профессиональных стрессорных факторов и синдрома полярного напряжения.

Цель – обосновать направление научного поиска лабораторных маркеров адаптации к профессиональной деятельности в условиях Арктики.

Методология. Выполнили лабораторное обследование 74 пожарных-спасателей МЧС России – практически здоровых мужчин от 22 до 49 лет, работающих в Арктической зоне России. Обследованные были разделены на группы в зависимости от условий профессиональной деятельности, а также уровня трийодтиронина и значений индекса адаптационного андрогена дегидроэпиандростерон-сульфат (ДГЭАС)/кортизола, соотношений кортизола утро/вечер. Оценены результаты исследования гормонального статуса.

Результаты и их анализ. Выявлены значимые отличия по уровню трийодтиронина между группами местных и приезжих пожарных-спасателей, в то время как отличия по возрасту и концентрациям тиреотропного гормона и свободного тироксина отсутствовали. У пожарных-спасателей – местных жителей Арктики с низкими уровнями трийодтиронина выявлена тенденция к формированию относительного андрогенного дефицита. У пожарных-спасателей с сохранными адаптационными резервами организма величина индекса ДГЭАС/кортизол повышалась соразмерно профессиональной нагрузке по количеству выездов на ликвидацию чрезвычайных ситуаций. У спасателей, индекс ДГЭАС/кортизол у которых был меньше 2,1, эта корреляция отсутствовала, а более высокие значения индекса соотносились с более выраженным ритмом суточной секреции трийодтиронина и свободного тироксина. В группе с наиболее выраженным суточным ритмом секреции кортизола определялось физиологическое повышение концентрации тиреотропного гормона в вечерние часы на фоне равномерной в течение дня секреции пролактина. В группе, характеризующейся более сглаженным ритмом секреции кортизола, наблюдалась тенденция к усилению вечерней секреции пролактина и сглаживанию ритма продукции тиреотропного гормона.

Заключение. Полученные данные согласуются с современными представлениями о полисистемности адаптивного ответа, позволяют предположить совместную активацию надпочечникового и гипофизарно-тиреоидного механизмов адаптации к профессиональной деятельности в условиях Арктики и свидетельствуют о целесообразности дальнейшего изучения и применения индекса ДГЭАС/кортизол и трийодтиронина, а также суточных колебаний уровня тиреоидных гормонов, тиреотропного гормона и пролактина в качестве маркеров адаптации.

Ключевые слова: адаптация, синдром полярного напряжения, гормон, трийодтиронин, ДГЭАС/кортизол, пожарный, спасатель, МЧС России.

Алексанин Сергей Сергеевич – д-р мед. наук проф., чл.-кор. РАН, директор, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 000-0001-6998-166, e-mail: medicine@nrccerm.ru;

Алхутова Наталья Александровна – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., отд. лаб. диагностики, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 0000-0002-6268-8969, e-mail: nalhutova@yandex.ru;

✉ Ковязина Надежда Алексеевна – канд. мед. наук, отд. лаб. диагностики, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 0000-0002-0482-0802, e-mail: nakovzn@gmail.com;

Рыбников Виктор Юрьевич – д-р мед. наук, д-р психол. наук проф., зам. директора по науч., учеб. работе, медицине катастроф, Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 4/2), ORCID: 0000-0001-5527-9342, e-mail: rvikirina@mail.ru

Введение

Необходимость усиления энергообмена в условиях низких температур окружающей среды и поддержание физиологического равновесия на фоне циклических изменений условий внешней среды формируют синдром полярного напряжения, который в настоящее время рассматривается как стрессорный фактор, влияющий на интенсивность и продолжительность индивидуального полисистемного адаптивного ответа организма [4].

Учитывая, что длительное напряжение адаптационных механизмов ассоциировано с увеличением риска развития соматической патологии [7, 11], представляется актуальным поиск лабораторных маркеров, позволяющих оценить адаптационный статус мужчин, работающих в условиях Арктики и подвергающихся сочетанному воздействию профессиональных стрессорных факторов, полярного напряжения. Настоящее исследование было частью комплексного медицинского обследования, включающего, помимо представленных в данной статье результатов, клинко-лабораторную оценку уровня стероидных гормонов и инсулина [1], а также объективную оценку соматического и психологического статуса пожарных-спасателей МЧС России.

Цель – обосновать направление научного поиска лабораторных маркеров адаптации к профессиональным нагрузкам пожарных-спасателей МЧС России в условиях Арктики.

Материал и методы

Материалом для исследования служила сыворотка крови практически здоровых 74 мужчин – пожарных-спасателей МЧС России в возрасте от 22 до 49 лет, средний возраст – $(33,1 \pm 0,8)$ года, работающих в Арктической зоне России. В рамках комплексного медицинского профилактического осмотра были получены данные о стаже их работы в МЧС России, в том числе в Арктике, и рабочей нагрузке, выраженной в количестве выездов на ликвидацию чрезвычайных ситуаций. Преимущественный режим работы обследованных лиц – сменный. Характеристика групп представлена в табл. 1.

Исследование уровня дегидроэпиандростерон-сульфата (ДГЭАС), трийодтиронина (T_3), тиреотропного гормона (ТТГ), свободного тироксина ($свT_4$), тестостерона и глобулина, связывающего половые гормоны (ГСПГ), выполняли с использованием автоматического иммунохемилюминесцентного анализатора закрытого типа «Иммулайт ХРi» (Siemens, США).

Таблица 1

Характеристика групп обследованных пожарных-спасателей

Группа	Статус обследованных		n (%)
1-я	Приезжие		14 (19)
2-я	Коренные жители		60 (81)
3-я	Трийодтиронин	Приезжие	8 (10)
4-я	менее 1,26 нмоль/л	Коренные жители	9 (12)
5-я	Соотношение кортизола	Более 4	20 (27)
6-я	(утро/вечер)	Менее 4	19 (26)

Определение концентрации кортизола проводили с использованием автоматического иммунохемилюминесцентного анализатора закрытого типа «Access 2» (Beckman Coulter, США). Индекс свободных андрогенов (ИСА) рассчитывали как отношение концентраций тестостерона и ГСПГ, выраженное в процентах. Значение индекса ДГЭАС/кортизол интерпретировали следующим образом: менее 1,1 – адаптационные резервы истощены, от 1,1 до 2,1 – адаптационные резервы расходуются, более 2,1 – адаптационные резервы сохранены.

Статистический анализ осуществляли с помощью программ Microsoft Excel и Statistica 10.0. Соответствие количественных результатов лабораторных исследований нормальному распределению оценивали с использованием критерия Шапиро–Уилка. При описании полученных результатов указывали совокупность структурных средних величин: медиану (Me), нижний и верхний квартили (Q_1 ; Q_3), среднее арифметическое (M) и стандартную ошибку среднего арифметического (m). Такой вариант представления данных демонстрирует характер (нормальность или ненормальность) распределения и аргументирует возможность анализа данных, полученных в малых группах. Кроме того, предоставление всего спектра структурных средних облегчает дальнейшее использование данных при сравнении с другими опубликованными сведениями по проблеме. Значимость различий при парных сравнениях оценивали с помощью Т-критерия Вилкоксона–Коновалова и U-критерия Манна–Уитни. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Результаты и их анализ

Ключевым звеном адаптации к неблагоприятным климатогеографическим условиям Севера принято считать механизм гипофизарно-тиреоидной регуляции, обеспечивающий широкий спектр приспособительных метаболических изменений [4]. Так, в настоящее

время в качестве адаптивного механизма, активирующегося в условиях воздействия стрессоров и задействованного в процессах формирования соматической патологии и старения, рассматривается снижение уровня T_3 [3]. Установлена положительная корреляция между уровнем T_3 и ДГАЭС [6], а также показаны взаимосвязи между уровнем T_3 и биологическим возрастом [12]. В нашем исследовании выполнен корреляционный анализ не показал наличия связи между уровнем T_3 , ДГАЭС и возрастом обследованных мужчин. Этот факт может быть обусловлен относительно молодым возрастом обследованных пожарных-спасателей, паспортный возраст которых не превышал 49 лет. Тем не менее, у 17 мужчин (23%) уровень T_3 соответствовал или был меньше нижней границы референтного диапазона. При этом концентрации ТТГ и св T_4 находились в пределах референтных значений, свидетельствуя об отсутствии нарушения функции щитовидной железы.

При разделении спасателей на две группы (приезжие и коренные жители) между ними были выявлены значимые отличия по уровню T_3 , в то же время отличия по возрасту и концентрациям ТТГ и св T_4 отсутствовали (табл. 2). У 9 (61,5%) пожарных-спасателей – приезжих жителей Арктики был выявлен патологически низкий уровень T_3 , в то время как у пожарных-спасателей – коренных жителей снижение концентрации T_3 в сыворотке крови ниже референтного диапазона отмечалось лишь в 8 (14%) случаях. Самые низкие уровни T_3 в сыворотке крови (1,06 и 1,07 нмоль/л) также были обнаружены у приезжих. Наши результаты согласуются с опубликованными данными

о более низких концентрациях T_3 и выраженном уменьшении концентрации T_3 с возрастом у приезжих жителей Севера [11, 12].

Принимая во внимание современные представления об адапционном характере снижения уровня T_3 и учитывая роль относительного андрогенного дефицита как предиктора формирования соматической патологии, ассоциированной со стресс-индуцированным преждевременным старением, оценили значения показателей андрогенного статуса пожарных-спасателей (n = 17), у которых концентрация T_3 в сыворотке крови соответствовала нижней границе или была ниже референтного диапазона. В данной группе (табл. 3) более низкие уровни T_3 также определялись у пожарных-спасателей – приезжих, что может быть обусловлено высокой интенсивностью их адаптации к неблагоприятным климатогеографическим условиям Арктики.

Обращает на себя внимание, что наметившиеся различия (см. табл. 2) в уровне стали статистически значимыми (см. табл. 3), при этом ИСА был ниже у пожарных-спасателей – коренных жителей Арктики, а медиана его значений была более чем на 25% меньше референтной. Поскольку концентрации тестостерона были сопоставимы, то снижение ИСА у пожарных-спасателей – коренных жителей Арктики обусловлено более высокими значениями ГСПГ, медиана которых почти на 30% превышала референтную. Полученные данные позволяют предположить, что у спасателей – коренных жителей Арктики с низкими уровнями T_3 , несмотря на их молодой возраст, наблюдается тенденция к формированию относительного андрогенного дефицита. В свя-

Таблица 2

Результаты исследования уровня гормонов и ГСПГ в сыворотке крови у пожарных-спасателей МЧС России

Показатель	Норма	Группа				p <
		1-я		2-я		
		M ± m	Me (Q ₁ ; Q ₃)	M ± m	Me (Q ₁ ; Q ₃)	
Возраст, лет		36,1 ± 2,1	36,0 (34,0; 40,0)	32,7 ± 0,8	32,0 (28,0; 36,0)	
Количество выездов на ЧС		105,6 ± 32,5	51,5 (17,8; 65,0)	143,5 ± 20,9	40,0 (26,5; 280,0)	0,05
Стаж работы в Арктике, лет		19,0 ± 3,2	22,5 (9,0; 28,8)	32,8 ± 0,8	32,0 (28,0; 36,5)	
Стаж работы в МЧС России, лет		9,3 ± 1,7	10,0 (3,5; 14,8)	8,4 ± 0,7	8,0 (5,0; 1,0)	
T_3 , нмоль/л	1,26–2,75	1,23 ± 0,04	1,17 (1,12; 1,33)	1,51 ± 0,03	1,50 (1,34; 1,64)	0,05
св T_4 , пмоль/л	11,5–22,7	14,32 ± 0,46	13,75 (13,45; 15,38)	15,06 ± 0,21	15,00 (14,10; 16,10)	
ТТГ, мМЕ/л	0,4–4,0	1,84 ± 0,29	1,63 (1,06; 2,11)	1,98 ± 0,12	1,82 (1,23; 2,50)	
ДГАЭС, мкмоль/л	2,2–15,2	7,6 ± 0,7	7,0 (6,2; 8,6)	7,1 ± 0,4	6,8 (5,1; 8,1)	
ДГАЭС/кортизол	Более 2,1	2,6 ± 0,2	2,4 (2,1; 3,0)	2,4 ± 0,1	2,2 (1,4; 2,8)	
Кортизол, нмоль/л	185–624	315,3 ± 33,6	276,2 (255,3; 300,9)	331,2 ± 13,7	327,0 (241,1; 408,7)	
Тестостерон, нмоль/л	7,0–28,0	11,6 ± 0,9	11,4 (9,7; 13,3)	12,4 ± 0,5	12,0 (9,5; 15,8)	
ИСА, %	14,8–95,0	42,5 ± 3,2	38,1 (36,6; 47,6)	38,6 ± 1,4	36,6 (31,3; 42,5)	
ГСПГ, нмоль/л	13,0–71,0	28,1 ± 2,2	29,2 (21,4; 33,4)	35,8 ± 1,8	31,3 (26,2; 44,6)	0,05

Таблица 3

Результаты исследования уровня гормонов у пожарных-спасателей с низкими концентрациями T_3 в сыворотке крови

Показатель	Норма	Группа				p <
		3-я		4-я		
	Me	M ± m	Me (Q ₁ ; Q ₃)	M ± m	Me (Q ₁ ; Q ₃)	
Возраст, лет		33,0 ± 2,9	35,0 (24,5; 39,0)	23,8 ± 0,4	24,0 (23,0; 25,0)	0,05
Количество выездов на ЧС		67,2 ± 26,3	38,0 (14,5; 86,5)	176,0 ± 49,5	170 (36,8; 300)	0,05
ТТГ, мМЕ/л	1,30	1,89 ± 0,45	1,34 (0,99; 2,33)	1,59 ± 0,22	1,59 (1,14; 2,09)	
T_3 , нмоль/л	1,83	1,12 ± 0,01	1,13 (1,09; 1,13)	1,20 ± 0,01	1,20 (1,18; 1,23)	0,05
Тестостерон, нмоль/л	11,3	11,1 ± 0,8	11,4 (9,9; 12,6)	12,2 ± 1,2	11,7 (10,0; 15,0)	
ГСПГ, нмоль/л	26,0	25,5 ± 2,3	23,25 (21,0; 29,7)	36,9 ± 4,5	33,4 (24,0; 46,1)	0,05
ИСА, %	43,5	44,9 ± 4,0	38,1 (31,1; 50,5)	34,5 ± 2,6	31,5 (29,9; 39,0)	0,05

зи с чем необходимо отметить, что их рабочая нагрузка (количество выездов на ликвидацию ЧС в 2019 г.) была более чем в 2 раза больше, чем в группе пожарных-спасателей – приезжих, что, по-видимому, послужило дополнительным стрессорным фактором и причиной более выраженных изменений их гормонального статуса. В то же время, этот факт может быть расценен в качестве маркера неоднородности показателей в 4-й группе и требует дальнейшего уточнения условий профессиональной деятельности обследуемых.

Результаты исследования подтверждают значимость гипофизарно-тиреоидного механизма в процессах адаптации к климатогеографическим условиям Арктики, а также согласуются с современными представлениями о полисистемности адаптивного ответа. Выявленные взаимосвязи лабораторных показателей тиреоидного и андрогенного статуса (см. табл. 2, 3) обуславливают необходимость исследования уровня T_3 в ходе оценки состояния здоровья спасателей, работающих в условиях Арктики, в качестве раннего и мультифакторного маркера адаптации с целью своевременного проведения профилактических мер, направленных на предотвращение развития у них соматической патологии, ассоциированной со старением.

Известно, что в условиях Севера длительная активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы снижает приспособительные резервы организма, что проявляется катаболическими эффектами глюкокортикоидов и катехоламинов [9]. Опубликованы результаты исследований, согласно которым интенсивность процессов адаптации к условиям Севера ассоциирована с повышением уровня кортизола, которое у приезжих жителей г. Архангельска наблюдается в более ранние сроки по сравнению с коренными жителями [8, 10]. Напротив, в нашем исследовании уровни кортизола значимо не отличались у приезжих

и коренных жителей, а медиана значений кортизола у пожарных-спасателей – приезжих жителей Арктики была существенно меньше (см. табл. 2). Кроме того, у 17 (23%) обследованных концентрация кортизола в сыворотке крови была ниже референтного диапазона.

В этой связи следует отметить, что в ходе комплексного клинико-лабораторного обследования сотрудников МЧС в 2019 г. авторы указали, что определение базального уровня кортизола является малоинформативным для оценки интенсивности напряжения процессов адаптации [7]. Для объективной оценки адаптационных резервов организма были разработаны критерии интерпретации индекса ДГЭАС/кортизол. Применение индекса основано на известном факте, что стадии адаптационного ответа характеризуются соотношением анаболических и катаболических процессов и способностью организма регулировать стероидогенез в надпочечниках с переключением продукции глюкокортикоидов на секрецию андрогенов, в частности, ДГЭАС [5]. В настоящем исследовании у 71 (95%) обследованного индекс ДГЭАС/кортизол составил $(2,5 \pm 0,3)$, и истощения адаптационных резервов не выявлено. Только у 4 (5%) человек индекс был равен или ниже 1,1, в то время как их возраст не превышал 38 лет.

В зависимости от значения индекса ДГЭАС/кортизол разделили обследованных пожарных-спасателей на 2 группы, сопоставимые по возрасту обследованных. У пожарных-спасателей ($n = 45$) с сохранными адаптационными резервами, у которых индекс ДГЭАС/кортизол был больше 2,1, величина индекса ДГЭАС/кортизол повышалась соразмерно рабочей нагрузке в 2018 г. ($r = 0,417$; $p < 0,05$) и 2019 г. ($r = 0,489$; $p < 0,05$). Напротив, у пожарных-спасателей ($n = 29$), у которых индекс ДГЭАС/кортизол был меньше 2,1, эта корреляция отсутствовала, а более высокие значения индекса соотносились ($r = 0,624$;

Таблица 4

Значения суточных колебаний уровня ТТГ и пролактина в группах, сформированных в зависимости от величины соотношения концентраций кортизол утро/вечер

Показатель	Группа				p <
	5-я		6-я		
	M ± m	Me (Q ₁ ; Q ₃)	M ± m	Me (Q ₁ ; Q ₃)	
Возраст, лет	34,4 ± 1,4	33,5 (28,0; 39,0)	33,6 ± 1,4	34,0 (28,0; 38,0)	
Стаж работы в Арктике, лет	32,0 ± 2,2	32,5 (28,0; 36,75)	31,1 ± 1,8	31,0 (27,75; 36,5)	
Стаж работы в МЧС России, лет	8,2 ± 0,9	8,5 (5,0; 11,0)	9,7 ± 1,3	9,0 (5,0; 13,0)	
Количество выездов на ликвидацию ЧС	154,9 ± 41,8	39,0 (27,5; 305,0)	141,1 ± 32,2	40,0 (27,5; 280)	
ТТГ (утро/вечер)	105,2 ± 7,8	105,6 (84,1; 122,0)	90,2 ± 10,9	68,5 (56,1; 102,1)	0,05
Пролактин (утро/вечер)	81,6 ± 5,7	77,6 (64,4; 98,0)	107,4 ± 11,1	100,1 (81,7; 130,2)	0,05

p < 0,05) с более выраженным ритмом суточной секреции T₃ и свT₄. Полученные данные позволяют предположить, что у мужчин с индексом ДГЭАС/кортизол равно или больше 2,1 сохранена способность увеличивать продукцию андрогенов в ответ на воздействие профессиональных стрессоров. При соотношении ДГЭАС/кортизол меньше 2,1 резервы повышения продукции ДГЭАС соразмерно рабочей нагрузке на фоне полярного напряжения, по-видимому, отсутствуют, а надпочечниковый путь адаптации синхронизирован с тиреоидным.

В ходе клинико-лабораторного обследования ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЛПА на ЧАЭС) нами были получены данные, свидетельствующие о сопряженности стресс-обусловленного преждевременного старения и нарушений суточных колебаний уровня кортизола [2], что приобретает особую актуальность при обследовании сотрудников МЧС России, работающих в условиях Арктики. Так, определение соотношения кортизол утро/вечер было нами выполнено у 39 спасателей. У 11 из них (29%) это соотношение составило 30–37% за счет снижения утренней концентрации кортизола. В 3 случаях изменение суточного ритма секреции кортизола было выраженным, составило от 48 до 72% и сопровождалось низкой концентрацией T₃ и изменением суточных ритмов секреции пролактина и тестостерона.

Учитывая необходимость выявления ранних маркеров адаптации, разделили обследованных пожарных-спасателей на 2 группы в зависимости от величины соотношения концентраций кортизола в утренней и вечерней порции крови (табл. 4), приняв за точку отсечки соотношение утренней и вечерней концентрации кортизола, равное 4.

Несмотря на сопоставимость групп по таким показателям, как возраст, стаж проживания в Арктике, стаж работы в структурах МЧС России и рабочая нагрузка, были выявлены значимые отличия в величине соотношений

концентраций пролактина и ТТГ в утренней и вечерней порциях крови. При этом в группе с наиболее выраженным суточным ритмом секреции кортизола [кортизол (утро/вечер) более 4] определялось физиологическое повышение концентрации ТТГ в вечерние часы на фоне равномерной в течение дня секреции пролактина. Напротив, в группе, характеризующейся более сглаженным ритмом секреции кортизола, наблюдалась тенденция к усилению вечерней секреции пролактина и сглаживанию ритма продукции ТТГ.

Заключение

Результаты анализа данных, полученных в ходе многолетнего клинико-лабораторного наблюдения за состоянием здоровья ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции и пожарных-спасателей МЧС России, согласуются с современными представлениями о единообразии и полисистемности механизмов преждевременного старения и адаптивного ответа. Выявленная совместная активация надпочечникового и гипофизарно-тиреоидного путей адаптации к профессиональным нагрузкам в условиях Арктики свидетельствует о необходимости дальнейшего изучения индекса ДГЭАС/кортизол, трийодтиронина, а также суточных колебаний тиреоидных гормонов, тиреотропного гормона и пролактина в качестве маркеров не только преждевременного старения (поздней стадии адаптивного ответа), но и ранних стадий адаптации.

В то же время, результаты проведенного исследования являются недостаточными для однозначной клинико-лабораторной трактовки. Так, изменения физиологических ритмов суточной секреции гормонов были сочетанными и наблюдались у соматически практически здоровых лиц с благополучным психологическим статусом, что не позволяет оценивать выявленные особенности в качестве десинхронозов. По-видимому, целесообразным является

установление референтных пределов суточных и сезонных колебаний кортизола, пролактина, тиреотропного и тиреоидных гормонов в условиях Арктики и оценка роли средовой обусловленности в формировании биологических ритмов. Следует увеличить количество клинических и лабораторных наблюдений для

того, чтобы установить, являются ли обнаруженные различия уровня трийодтиронина у местных и приезжих жителей Арктики, а также сочетанные изменения суточных ритмов гормональной секреции проявлением успешной адаптации к средовым факторам либо ее негативным исходом.

Литература

1. Алексанин С.С., Алхутова Н.А., Ковязина Н.А., Рыбников В.Ю. Лабораторные маркеры адаптации к условиям Арктики: научный поиск и перспективы внедрения // Клинич. лаб. диагностика. 2022. Т. 67, № 5. С. 267–270. DOI: 10.51620/0869-2084-2022-67-5-267-270.
2. Алхутова Н.А., Ковязина Н.А., Зыбина Н.Н. Анализ гормональных изменений, влияющих на ускорение темпов старения участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС через 18 и 28 лет // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2016. № 1. С. 64–70.
3. Беляков Н.А., Мазуров В.И. Ожирение. СПб. : СПбМАПО, 2003. 520 с.
4. Гора Е.П. Экология человека: учеб. пособие для вузов. М. : Дрофа, 2007. 540 с.
5. Зайчик А.Ш., Чурилов Л.П. Патофизиология : учеб. для студентов : в 2 т. СПб. : Элби-СПб., 2001. Т. 1. Общая патофизиология. Общая часть. 618 с.
6. Кичигин В.А., Маркова Т.Н., Мадянов И.В. [и др.]. Состояние адаптационных систем организма при метаболическом синдроме // Клинич. медицина. 2012. № 8. С. 50–54.
7. Ковязина Н.А., Алхутова Н.А. Индекс ДГЭАС/кортизол как маркер стресс-индуцированного преждевременного старения // Клинич. лаб. диагностика. 2019. № 3. С. 140–144.
8. Находкин С.С., Гончаров Н.П., Кацья Г.В. [и др.]. Анализ лунафазной зависимости основных гормонов эндокринной системы у жителей Якутии и Москвы // Вестн. Сев.-Вост. Федер. ун-та им. М.К. Аммосова. 2014. Т. 11, № 2. С. 29–35.
9. Селятицкая В.Г. Глюкокортикоидные гормоны: от процессов адаптации к экологическим факторам Севера до метаболических нарушений при диабете // Бюл. Сиб. отд-ния РАМН. 2012. Т. 32, № 1. С. 13–20.
10. Типисова Е.В., Ткачев А.В., Поскотинова Л.В. [и др.]. Пределы содержания гормонов в сыворотке крови у мужчин // Пределы физиологического колебания в периферической крови метаболитов, гормонов, лимфоцитов, цитокинов и иммуноглобулинов у жителей Архангельской области : информ. материалы [редкол.: Л.К. Добродеева (отв. ред.) и др.]. Архангельск : Изд. центр СГМУ, 2005. С. 19–24.
11. Юрлова Л.Л., Одинцов С.В., Хаснулин П.В. [и др.]. Гормональные и биохимические показатели крови у лиц вахтового труда в зависимости от стажа работы на северных газовых промыслах // Бюл. Сиб. отд-ния Рос. акад. мед. наук. 2006. Т. 26, № 1. С. 85–89.
12. Юрьев Ю.Ю., Типисова Е.В. Возрастные аспекты эндокринного статуса у мужчин – постоянных и приезжих жителей города Архангельска // Экология человека. 2009. № 7. С. 15–19.

Поступила 20.06.2022 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Вклад авторов: С.С. Алексанин, В.Ю. Рыбников – разработка концепции исследования и редактирование статьи; Н.А. Ковязина, Н.А. Алхутова – разработка дизайна исследования, интерпретация данных, написание статьи.

Для цитирования. Алексанин С.С., Алхутова Н.А., Ковязина Н.А., Рыбников В.Ю. Трийодтиронин, индекс ДГЭАС/кортизол и суточные колебания гормонов как маркеры адаптации к рабочим нагрузкам в условиях Арктики: результаты исследования гормонального статуса пожарных-спасателей МЧС России // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 3. С. 5–12. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-3-05-12.

Triiodothyronine, DHEAS/cortisol index and daily oscillations of hormones as markers of adaptation to occupational loads in the Arctic: results of hormonal status study in firefighters-rescuers of EMERCOM of Russia

Aleksanin S.S., Alhutova N.A., Kovyazina N.A., Rybnikov V.Yu.

Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia
(4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

Sergey Sergeevich Aleksanin – Dr. Med. Sci. Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 000-0001-6998-166, e-mail: medicine@nrccrm.ru;

Natalya Aleksandrovna Alhutova – PhD Biol. Sci., Senior Research Associate, Laboratory of Clinical Laboratory Department, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0002-6268-8969, e-mail: nalhutova@yandex.ru;

✉ Nadezhda Alekseevna Kovyazina – PhD Med. Sci., Head of the Laboratory of serology and allergology, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0002-0482-0802, e-mail: nakovzn@gmail.com;

Viktor Jur'evich Rybnikov – Dr. Med. Sci., Dr. Psychol. Sci. Prof., Deputy Director (Science and Education, Emergency Medicine) of The Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, EMERCOM of Russia (4/2, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID 0000-0001-5527-9342 e-mail: medicine@nrccrm.ru

Abstract

Relevance. Considering that prolonged stress of adaptive mechanisms is associated with an increase in the risk of developing somatic pathology, it is relevant to search for laboratory markers that allow assessing the adaptive status of men working in the Arctic and exposed to the combined effects of occupational stress factors and “polar stress”.

Intention. To substantiate directions of scientific search for laboratory markers of adaptation to occupational loads in the Arctic.

Methodology. A laboratory examination was performed on 74 practically healthy firefighters-rescuers from 22 to 49 years old, working in the Arctic zone of the Russian Federation. Those examined were divided into groups depending on the conditions of occupational activity, as well as triiodothyronine levels, the adaptive androgen dehydroepiandrosterone sulfate (DHEAS) / cortisol index and the cortisol morning/cortisol evening ratio. The results of the hormonal status study were evaluated.

Results and Discussion. Significant differences in triiodothyronine levels were revealed between the groups of local and visiting firefighters-rescuers, with no difference in age and concentrations of thyroid-stimulating hormone and free thyroxine. Firefighters-rescuers who were local residents of the Arctic and had low levels of triiodothyronine tended to a relative androgen deficiency. In firefighters-rescuers with preserved adaptive reserves, DHEAS / cortisol index increased with increasing workload in terms of the number of emergency response trips. In rescuers with HEAS / cortisol index < 2.1, there was no such correlation, and higher index values correlated with a more pronounced rhythm of the daily secretion of triiodothyronine and free thyroxine. In the group with the most pronounced daily rhythm of cortisol secretion, a physiological increase in thyroid-stimulating hormone concentration was determined in the evening hours along with uniform prolactin secretion throughout the day. A group with a smoother rhythm of cortisol secretion tended to increased evening secretion of prolactin and smoothed rhythm of thyroid-stimulating hormone production.

Conclusion. The data obtained are consistent with current ideas about the polysystemic adaptive response, suggest joint activation of the adrenal and pituitary-thyroid mechanisms of adaptation to occupational loads in the Arctic and indicate the necessity of further study and application of the DHEAS / cortisol index and triiodothyronine, as well as daily oscillations of thyroid hormones, thyroid-stimulating hormone and prolactin as markers of adaptation.

Keywords: adaptation, polar stress syndrome, hormone, triiodothyronine, DHEAS/cortisol, firefighter, rescuer, Emercom of Russia.

References

1. Aleksanin S.S., Alhutova N.A., Kovyazina N.A. [et. al]. Laboratornye markeri adaptatsii k usloviyam Arktiki: nauchnyy poisk i perspektivi vnedreniya [Laboratory markers of adaptation to Arctic conditions: scientific search and prospects of implementation]. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika* [Russian Clinical Laboratory Diagnostics]. 2022; 67(5):267–270. (In Russ.). DOI: 10.51620/0869-2084-2022-67-5-267-270.
2. Alhutova M.A., Kovyazina N.A., Zybina N.N. Analiz gormonal'nykh izmeneniy, vliyayushchih na uskorenie tempov stareniya uchastnikov likvidatsii posledstviy avarii na Chernobyl'skoj AES cherez 18 i 28 let [Analysis of hormonal changes that contribute to accelerated aging of Chernobyl accident consequences liquidators after 18 and 28 years]. *Mediko-biologicheskie i social'no-psihologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychajnykh situatsiyah* [Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2016; (1):64–70. (In Russ.)
3. Belyakov N.A., Mazurov V.I. Ozhirenie [Obesity]. St. Petersburg. 2003. 320 p. (In Russ.)
4. Gora E.P. E'kologiya cheloveka [Human ecology]. Moscow. 2007. 540 p. (In Russ.)
5. Zaichik A.Sh., Churilov L.P. Patofiziologiya. St. Petersburg. 2001. Vol. 1. Obshchaya patofiziologiya. Obshchaya chast' [General pathophysiology. General part]. 618 p. (In Russ.)
6. Kichigin V.A., Markova T.N., Madyanov I.V. [et al.]. Sostoyanie adaptatsionnykh sistem organizma pri metabolicheskom sindrome [Adaptive systems of the body in metabolic syndrome]. *Klinicheskaya medicina* [Clinical medicine]. 2012; (8):50–54. (In Russ.)
7. Kovyazina N.A., Alhutova N.A. Indeks DHEAS/kortizol kak marker stress-inducirovannogo prezhdvremennogo stareniya [DHEAS/cortisol index as a marker of stress-induced premature aging]. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika* [Russian clinical laboratory diagnostics]. 2019; (3):140–144. (In Russ.)
8. Nakhodkin S. S., Goncharov N. P., Katsiya [et al.]. Analiz lunafaznoj zavisimosti osnovnykh gormonov endokrinnoj sistemy u zhitelej YAKutii i Moskvy [Analysis of Dependence of Main Hormones of Human Endocrine System on Lunar Phase in Yakutia and Moscow residents]. *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova* [Bulletin of the North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov]. 2014; 11(2):29–35. (In Russ.)
9. Selyatitskaya V.G. Glyukokortikoidnye gormony: ot processov adaptatsii k ekologicheskim faktoram Severa do metabolicheskikh narusheniy pri diabete [Glucocorticoid hormones: from adaptation processes to northern ecology factors up to metabolic disturbances at diabetes]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya RAMN* [Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2012; 32(1):13-20. (In Russ.)

10. Tipisova E.V., Tkachov A.V., Poskotinova L.V. [et al.] Predely sodержaniya gormonov v syvorotke krovi u muzhchin [Limits of the content of hormones in the blood serum in men]. *Predely fiziologicheskogo kolebaniya v perifericheskoj krovi metabolitov, gormonov, limfocitov, citokinov i immunoglobulinov u zhitelej Arhangel'skoj oblasti: informacionnye materialy* [Limits of physiological fluctuations in peripheral blood of metabolites, hormones, lymphocytes, cytokines and immunoglobulins in residents of the Arkhangelsk region: informational materials]. Eds.: Dobrodeeva L.K. [et al.]. Arkhangelsk, 2005. (In Russ.)

11. Yurlova L.L., Odintsov S.V., Khasnulin P.V. [et al.]. Gormonal'nye i biohimicheskie pokazateli krovi u lic vahtovogo truda v zavisimosti ot stazha raboty na severnyh gazovyh promyslah [Hormonal and biochemical blood indices in shift workers depending on the length of service in the northern gas fields]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya RAMN* [Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2006; 26(1):85–89. (In Russ.)

12. Yurjev Yu.Yu., Tipisova E.V. Vozrastnye aspekty endokrinnogo statusa u muzhchin – postoyannyh i priezhzhih zhitelej goroda Arhangel'ska [Age aspects of endocrine status in men – permanent and newly arrived residents of Arkhangelsk city]. *Ekologiya cheloveka* [Human ecology]. 2009; (7):15–19. (In Russ.)

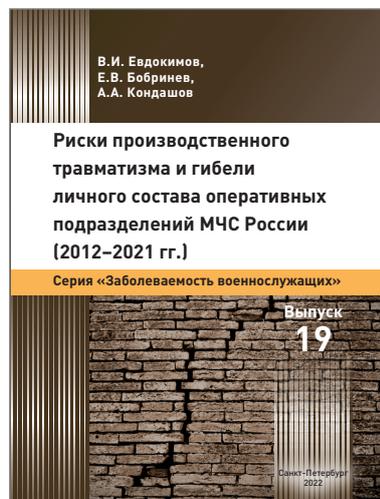
Received 20.06.2022

For citing: Aleksanin S.S., Alhutova N.A., Kovyazina N.A., Rybnikov V.Yu. Triiodtironin, indeks DGEAS/kortizol i sutochnye kolebaniya gormonov kak markery adaptatsii k rabochim nagruzkam v usloviyakh Arktiki: rezul'taty issledovaniya gormonal'nogo statusa pozharnykh-spasatelei MChS Rossii. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2022; (3):5–12. (In Russ.)

Aleksanin S.S., Alhutova N.A., Kovyazina N.A., Rybnikov V.Yu. Triiodothyronine, DHEAS/cortisol index and daily oscillations of hormones as markers of adaptation to occupational loads in the Arctic: results of hormonal status study in firefighters-rescuers of EMERCOM of Russia. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2022; (3):5–12. DOI: 10.25016/2541-7487-2022-0-3-05-12



Вышла в свет монография



Евдокимов В.И., Бобринев Е.В., Кондашов А.А. Риски производственного травматизма и гибели личного состава оперативных подразделений МЧС России (2012–2021 гг.) : монография / науч. ред. В.И. Евдокимов ; Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, Всероссийский орден «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России. СПб. : Измайловский, 2022. 147 с. (Серия «Заболеваемость военнослужащих»; вып. 19).

В подготовке разделов монографии принимали участие: В.А. Маштаков, Н.А. Панкратов, Е.Ю. Удавцова, В.В. Харин.

ISBN 978-5-00182-043-7. Табл. 80, рис. 35, библиогр. 47 назв. Тираж 500 экз.

Проанализированы травмы, в том числе фатальные, связанные с исполнением служебных обязанностей, у личного состава (военнослужащих, сотрудников, имеющих специальные звания, и работников) оперативных подразделений МЧС России за 10 лет (2012–2021 гг.).

Полученные травмы соотнесли с причинами (технические, организационные, психофизиологические и опасные факторы пожаров) и 18 обстоятельствами, деятельностью личного состава МЧС России (ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций, учебно-спортивная и повседневная), категориями

(оперативный состав, профилактический, технический и управленческий персонал) и оперативными подразделениями МЧС России. В связи с невысокими показателями риска или уровнем производственного травматизма по некоторым обстоятельствам его уровень рассчитали на 10 тыс. человек ($\times 10^{-4}$), гибели – на 100 тыс. ($\times 10^{-5}$). Среднегодовой уровень риска производственных травм у личного состава оперативных подразделений МЧС России в 2012–2021 гг. был $(11,57 \pm 0,68) \cdot 10^{-4}$, гибели – $(9,49 \pm 1,37) \cdot 10^{-5}$. В динамике отмечается уменьшение рисков производственного травматизма и гибели.

Монография будет полезна для широкого круга специалистов, занимающихся вопросами охраны труда, профилактики травматизма в подразделениях МЧС России и, в целом, по стране.