

**Л.Л. Юрлова, С.В. Одинцов, П.В. Хаснулин, О.И. Кузьмина,  
Т.В. Панькина, В.И. Хаснулин, В.Г. Селятицкая**

## **ГОРМОНАЛЬНЫЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ У ЛИЦ ВАХТОВОГО ТРУДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАЖА РАБОТЫ НА СЕВЕРНЫХ ГАЗОВЫХ ПРОМЫСЛАХ**

ГУ Научный центр клинической и экспериментальной медицины СО РАМН, Новосибирск

Сравнительное исследование гормонального статуса у мужчин, работающих на Крайнем Севере в режиме вахтового труда, относительно лиц, постоянно проживающих и работающих в средней полосе Сибири, выявило изменения, характерные для состояния функционального напряжения гипоталамико-гипофизарно-тиреоидной, адренокортикальной и инсулярной систем. С увеличением длительности северного стажа в крови вахтовых рабочих нарастает содержание глюкозы, холестерина, триглицеридов и бета-липопротеидов; при этом снижается число статистически значимых корреляционных связей между биохимическими и гормональными показателями и увеличивается — между изученными параметрами гормонального статуса.

**Ключевые слова:** гормоны, биохимические показатели, вахта, Крайний Север

Производственные миграции людей из разных районов и климатических зон в экологические условия Крайнего Севера являются обязательным условием развития газовой и нефтяной промышленности. Вахтовый метод труда показал высокую эффективность как на стадии первоначального освоения, так и при эксплуатации северных месторождений. В то же время работа в режиме вахты характеризуется напряжением всех регуляторных и гомеостатических систем организма [4, 6, 9]. Интенсивный труд вахтовиков в Заполярье должен компенсироваться межвахтовыми периодами отдыха по месту основного жительства. При недостаточной длительности периодов отдыха только с частичным восстановлением ресурсов жизнедеятельности формируется состояние незавершенной адаптации, сопровождающееся хроническим напряжением адаптационных систем организма и повышением заболеваемости у вахтовых рабочих [7].

Одними из наиболее характерных черт незавершенной адаптации являются пограничные изменения гормонального статуса и снижение резистентности организма. Однако остается недостаточно изученным, в какие временные периоды различные гормональные системы меняют свое функциональное состояние у вахтовых рабочих, как эти изменения связаны с активностью процессов метаболизма. А такие сведения необходимы для понимания фундаментальных закономерностей реагирования организма человека на повторяющиеся воздействия экстремальных факторов среды, для разработки схем и методов проведения оздоровительной работы как во время вахты, так и в межвахтовый период.

### **Методика**

В зимне-весенний период проведено обследование мужчин (n=59, средний возраст — 44,1 года), работающих вахтовым методом, во время очередной вахты на газовых промыслах ООО «Ямбурггаздобыча». Режим деятельности обследуемых лиц характеризовался 30-дневной вахтой и 30-дневным отдыхом по месту постоянного проживания (средняя полоса европейской части России). В качестве группы сравнения обследовали мужчин (n=54, средний возраст — 48,7 лет), постоянно проживающих в Новосибирске и работающих на ремонтной базе речного флота. Исследования, в частности забор крови для последующего определения гормональных и биохимических показателей, выполнены с информированного согласия здоровых испытуемых и соответствуют этическим нормам Хельсинкской декларации (2000 г.).

Кровь забирали из вены в утреннее время. Исследование содержания глюкозы, холестерина, триглицеридов и бета-липопротеидов в сыворотке крови проводили на биохимическом анализаторе Clinicon-Corona (LKB, Швеция). Содержание гормонов в сыворотке крови измеряли радиоиммунным методом с использованием коммерческих наборов:

- Трийодтиронин (Т3) (RIA-gnost T3/CIC bio international), норма: 0,9-2,9 нмоль/л;
- Тироксин (Т4) (RIA-gnost T4/CIC bio international), норма: 58-142 нмоль/л;
- Тиреотропный гормон (ТТТ) (RIA-gnost hTSH/CIS bio international), норма: 0,25-4,0 мкЕд/мл;

– Свободный трийодтиронин (свТ3) (RIA-gnost FT3 /CIC bio international), норма: 3,1-6,5 пмоль/л;

– Свободный тироксин (свТ4) (RIA-gnost FT4 /CIC bio international), норма: 9-23,2 пмоль/л;

– Кортизол (CORTISOL – RIA IMMUNOTECH), норма: 260-720 нмоль/л;

– Пролактин (PROLACTIN IRMA Orion Diagnostica), норма: мужчины – 30-414 мЕд/л;

– Тиреоглобулин (ТГ) (ИРМА-ТГ-СТ ГП«ХРОПИБОХНАНБ»), норма: 0-50 мкг/л;

– Иммунореактивный инсулин (ИРИ) (INSULIN IRMA CT ZenTech), норма: 2-25 МЕ/мл;

– С-пептид (C-PEPTIDE RIA CT ZenTech), норма: 0,11-1,27 пмоль/л;

– Альдостерон (IMMUNOTECH), норма: 8-172 пг/мл.

Полученные данные стандартизовали по возрасту в соответствии с европейским стандартом популяции. Для каждого показателя рассчитывали среднее значение и ошибку среднего ( $M \pm m$ ); для сравнения данных использовали критерий Стьюдента; при множественном межгрупповом сравнении использовали дисперсионный анализ и критерий Стьюдента с поправкой Бонферрони. Корреляционный анализ проводили с расчетом коэффициента ранговой корреляции Спирмана ( $r_s$ ). Вероятность справедливости нулевой гипотезы принимали при 5% уровне значимости ( $p < 0,05$ ).

### Результаты

В таблице 1 представлены сравнительные данные о содержании гормонов в крови вахтовых рабочих и жителей средней полосы Сибири. Видно, что в обеих группах у обследованных лиц значения гормональных показателей лежат в пределах нормативных значений. Однако по большинству гормонов, которые были определены в сыворотке крови обследуемых лиц, имеются статистически значимые различия между группами.

Оценка состояния гипоталамико-гипофизарно-тиреоидной системы выявила у вахтовых рабочих выраженное напряжение ее функционального состояния, проявляющееся в умеренном снижении содержания Т4 и Т3, статистически значимом повышении уровней свободных фракций этих тиреоидных гормонов (свТ4 и свТ3), а также ТТГ в крови. Такие изменения позволяют предполагать, что в периферических тканях происходит активное дейодирование Т4, причем не только в Т3, но и в физиологически неактивные метаболиты тиреоидных гормонов (моно- и дийодтиронины). Повышение содержания свободных тиреоидных гормонов указывает на усиление их вклада в регуляцию метаболизма в организме вахтовых рабочих, пребывающих в момент обследования в экологических условиях Крайнего Севера. Об усилении активности центральных звеньев гипоталамико-гипофизарно-тиреоидной системы у них свидетельствуют повышенные значения уровня ТТГ в крови. Однако снижение содержания тиреоглобулина может быть признаком развивающейся недостаточности функциональных резервов щитовидной железы.

По мнению Е.Р. Бойко [1], ключевым звеном в гормональной регуляции адаптивных метаболических процессов у человека на Севере являются гормоны системы гипоталамико-гипофизарно-тиреоидной системы – щитовидная железа, обеспечивающие широкий спектр адаптивных преобразований в метаболических путях и определяющие комплексные изменения в гормональном профиле, причем система гипоталамико-гипофизарно-тиреоидной системы доминирует в регуляции долговременных физиологических перестроек метаболизма. Таким образом, полученные результаты согласуются с литературными данными и указывают на выраженное функциональное напряжение гипоталамико-гипофизарно-тиреоидной системы у вахтовых рабочих в экологических условиях Крайнего Севера.

Таблица 1

Гормональные показатели крови ( $M \pm m$ )

Показатель	Группы		Р
	Вахтовые рабочие (n=59)	Жители средней полосы Сибири (n=54)	
ТТГ (мЕд/мл)	2,33±0,16	1,44±0,10	<0,01
Т4 (нмоль/л)	93,8±3,5	108,0±5,8	—
Т3 (нмоль/л)	1,99±0,07	2,23±0,05	—
свТ4 (нмоль/л)	16,54±0,50	12,14±0,47	<0,05
свТ3 (пмоль/л)	5,09±0,14	4,07±0,12	<0,05
Тиреоглобулин (мкг/л)	12,7±2,1	36,7±3,9	<0,01
Пролактин (мЕд/л)	131,1±9,0	78,6±5,8	<0,01
Кортизол (нмоль/л)	317,8±15,7	574,6±25,8	<0,05
Альдостерон (пг/мл)	81,3±6,2	46,7±3,4	<0,01
ИРИ (МЕ/мл)	11,49±0,73	4,87±0,92	<0,01
С-пептид (пмоль/л)	0,69±0,03	0,97±0,08	<0,01

Оценка содержания адренокортикальных гормонов выявила снижение уровня кортизола и повышение содержания альдостерона в крови (Таблица 1). Снижение содержания основного адаптивного гормона — кортизола в крови пришлых жителей Севера отмечали и ранее, объясняя его тем, что это фаза в динамике развития приспособительных реакций [5].

У вахтовых рабочих при условии завершения процесса дезадаптации во время отдыха [6], т.е. когда адаптивное напряжение регуляторных систем организма в межвахтовый период снижается и восстанавливаются их резервы реагирования, можно было бы ожидать не снижения, а повышения содержания кортизола в крови во время очередной вахты. Следовательно, снижение содержания кортизола в крови указывает на уменьшение адаптивных резервов коры надпочечников, что можно рассматривать как один из механизмов формирования незавершенной адаптации у вахтовых рабочих во время работы на Крайнем Севере.

Прогностически неблагоприятным признаком является выявленное повышение содержания альдостерона в крови (Таблица 1). Известно, что у пришлых жителей северных территорий, а также у работающих в вахтовом режиме на Крайнем Севере повышен риск развития артериальной гипертонии [2, 8, 10]. Полученные результаты свидетельствуют, что одним из механизмов этого может быть изменение активности процессов стероидогенеза в коре надпочечников со снижением синтеза глюкокортикоидов и повышением — минералокортикоидов. Хорошо известна важная роль альдостерона в развитии артериальной гипертонии [3].

Повышение содержания пролактина в крови вахтовых рабочих указывает на функциональное напряжение также и в центральных звеньях эндокринной системы.

Увеличение уровня инсулина в крови свидетельствует об усилении функционального напряжения инсулярного аппарата поджелудочной железы у рабочих в условиях вахты.

В таблице 2 представлены результаты анализа содержания гормонов и метаболитов в крови вахтовых рабочих в зависимости от длительности северного стажа. В первой подгруппе с длительностью северного стажа менее 5 лет содержание тиреотропного гормона и периферических тиреоидных гормонов не отличается от аналогичных показателей для жителей средней полосы Сибири (Таблица 1).

Статистически значимые различия между подгруппами с разной длительностью северного стажа отмечены по уровням ТТГ и свободного трийодтиронина в крови, значения которых нарастают при увеличении длительности северного стажа. Для общих фракций тиреоидных гормонов можно отметить снижение содержания тироксина при стаже от 5 до 15 лет и тенденцию к снижению уровня Т3 в крови при увеличении стажа работы на Крайнем Севере. Следовательно, в совокупности выявленные изменения свидетельствуют, что с увеличением длительности северного стажа нарастает функциональное напряжение гипоталамико-тиреоидной системы у вахтовых рабочих во время работы на Крайнем Севере.

Относительно содержания в крови других исследованных гормонов можно отметить только тенденции в изменении их уровней при уве-

Таблица 2

**Гормональные и биохимические показатели крови у вахтовых рабочих в зависимости от длительности северного стажа ( $M \pm m$ )**

Показатель	Группы			Р
	<5 лет (n=13) 1	5-15 лет (n=19) 2	>15 лет (n=27) 3	
ТТГ (мкЕд/мл)	1,72±0,31	2,76±0,38	2,30±0,18	1-2,3 <0,05
Т4 (нмоль/л)	108,3±7,2	84,0±5,3	94,5±5,3	1-2<0,05
Т3 (нмоль/л)	2,26±0,17	1,87±0,10	1,97±0,10	
св Т4 (нмоль/л)	17,20±1,09	15,07±0,72	17,15±0,78	
св Т3 (нмоль/л)	4,88±0,25	4,68±0,21	5,39±0,23	1,2-3 <0,05
Тиреоглобулин (мкг/л)	13,0±3,3	13,7±5,1	12,1±2,7	
Пролактин (млЕд/л)	114,7±12,3	139,8±18,9	131,7±13,2	
Кортизол (нмоль/л)	344,7±35,8	325,0±26,1	304,6±23,8	
Альдостерон (пг/мл)	71,4±13,7	81,1±7,0	84,8±10,6	
ИРИ (МЕ/мл)	10,15±0,77	12,12±1,54	11,59±1,09	
С-пептид (нмоль/л)	0,66±0,05	0,62±0,07	0,74±0,04	1,2-3 <0,05
Глюкоза (ммоль/л)	5,23±0,18	5,47±0,19	5,88±0,18	1,2-3 <0,05
Холестерин (ммоль/л)	4,71±0,41	6,28±0,21	6,41±0,32	1-2,3 <0,01
Триглицериды (ммоль/л)	1,08±0,13	1,63±0,17	1,71±0,24	1-2,3 <0,05
Бета-липопротеиды (г/л)	4,43±0,46	5,93±0,38	6,41±0,57	1-2,3 <0,01

Таблица 3  
Корреляционные связи между гормональными и биохимическими показателями крови в зависимости от длительности северного стажа у вахтовых рабочих ( $r, p < 0,05$ )

	Кортизол	ТТГ	ИРИ	С-пептид	T3	T4	Своб T3	Своб T4	Альдостерон	Пролактин	Тиреоглобулин
						менее 5 лет					
Глюкоза	0,17	0,60	0,46	0,38		-0,22		0,24	-0,32	0,34	-0,60
Холестерин	0,37	0,18	0,44		0,27	0,31	-0,24		-0,45		0,19
Триглицериды		0,49	0,70	0,42	0,23	0,36	-0,44	-0,23	-0,30		0,22
Бета-липопротеиды	0,39	0,31	0,51	0,31	0,34	0,39	-0,27		-0,18	0,25	
						от 5 до 15 лет					
Глюкоза		-0,24	0,30			0,44	0,17		0,29	0,21	-0,20
Холестерин			0,20					-0,17	0,67	0,16	
Триглицериды			0,60	0,24					0,50	0,31	
Бета-липопротеиды			0,41	0,29		-0,14		-0,19	0,52	0,34	
						более 15 лет					
Глюкоза	0,20	-0,13	0,14		0,25			-0,15		-0,18	
Холестерин		0,34		0,16	0,11			0,11	-0,22		0,13
Триглицериды		0,42	0,11	0,27	0,18	0,15					
Бета-липопротеиды		0,37	0,25	0,37	0,19	-0,13		-0,12			

личении длительности северного стажа (кроме содержания С-пептида, которое увеличивается статистически значимо), позволяющие предполагать менее выраженное нарастание напряжения в функционировании соответствующих гормональных систем, чем в гипофизарно-тиреоидной системе.

Выявленные сдвиги в содержании глюкозы, холестерина, триглицеридов и бета-липопротеидов в крови при увеличении длительности северного стажа указывают на изменения процессов метаболизма в организме рабочих во время работы на вахте. Рост всех этих показателей свидетельствует о накоплении неблагоприятных сдвигов в обмене веществ (Таблица 2). Повышение содержания глюкозы в крови на фоне увеличенного уровня инсулина позволяет предполагать формирование инсулинорезистентности периферических тканей. То, что это не сопровождается дополнительным адекватным повышением содержания инсулина в крови, характеризует недостаточность функциональных резервов островкового аппарата поджелудочной железы. Накопление холестерина, триглицеридов и бета-липопротеидов в крови является прогностически неблагоприятным признаком для последующего развития атеросклеротических нарушений и сердечно-сосудистых заболеваний.

Анализ корреляционных зависимостей выявил, что число статистически значимых связей между гормональными показателями для группы лиц, проживающих и работающих в условиях средней полосы Сибири, составляет 15; для групп вахтовых рабочих со стажем работы менее 5 лет — 27, от 5 до 10 лет — 40, а более 15 лет — 39 из 55 возможных связей. Таким образом, можно отметить, что у лиц, работающих на Крайнем Севере в вахтовом режиме, с увеличением длительности северного стажа в значительной мере усиливается координация функциональной активности гормональных систем, участвующих в регуляции процессов приспособления к экологическим условиям Крайнего Севера.

В таблице 3 представлены данные о корреляционных связях между гормональными и биохимическими показателями крови вахтовых рабочих в зависимости от длительности северного стажа. Для группы лиц со стажем менее 5 лет их число максимально и составляет 35; затем оно уменьшается до 21 и 24 в следующих двух выделенных по длительности северного стажа группах. При этом устойчивые корреляционные связи характерны преимущественно для инсулина и С-пептида. Однако и для этих сохраняющихся зависимостей значения коэффициентов корреляции снижаются с увеличением длительности северного стажа.

## **Заключение**

Полученные результаты указывают на нарастание напряжения в функционировании основных адаптивных гормональных систем у вахтовых рабочих при увеличении длительности северного стажа. Усиление межгормональных связей сопровождается снижением вклада адаптивных гормонов в регуляцию процессов метаболизма, что может быть одним из механизмов формирования дизадаптивных нарушений в состоянии здоровья вахтовых рабочих при увеличении длительности их работы в экологических условиях Крайнего Севера.

## **HORMONAL AND BIOCHEMICAL BLOOD INDICES AT SHIFT WORKERS DEPENDING ON THE LENGTH OF LABOUR ON THE NORTH GAS CRAFTS**

L.L. Yurlova, S.V. Odintsov, P.V. Khasnulin,  
O.I. Kuzminova, T.V. Pankina, V.I. Khasnulin,  
V.G. Selyatitskaya

The comparative research of a hormonal status in men working on the Far north in a shift work mode, relatively to persons constantly living and working in an average strip of Siberia, has revealed changes, characteristic for functional tension of hypophysis-thyroid, adrenocortical and insular systems. While increasing duration of northern period, the content of glucose, cholesterol, triglycerides and beta-lipoproteins accrues in blood of shift workers; the number of biochemical and hormonal indices statistically significant intercorrelation bonds being decreased and that for used parameters of hormonal status being increased.

## **Литература**

1. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере / Е.Р. Бойко. — Екатеринбург, 2005. — 190 с.
2. Гапон Л.И. Структурные изменения миокарда при различном суточном профиле артериального давления у больных артериальной гипертонией в условиях экспедиционной вахты на Крайнем Севере / Л.И. Гапон, Н.П. Шуркевич, А.С. Ветошкин // Кардиология. — 2005. — № 1. — С. 51-56.
3. Гончаров Н.П. Альдостерон и функция сердечно-сосудистой системы / Н.П. Гончаров // Пробл. эндокринол. — 2004. — № 6. — С. 29-32.
4. Дегтева Г.Н. Актуальные вопросы социальной, физиологической и метаболической адаптации организма человека к условиям Севера / Г.Н. Дегтева, Л.А. Зубов // Экология человека. — 2004. — № 4. — С. 57-59.
5. Казначеев В.П. Роль эндокринных факторов в процессах адаптации к экстремальным условиям высоких широт / В.П. Казначеев, Ю.П. Шорин // Вестник АМН СССР. — 1980. — № 7. — С. 76-85.
6. Кривошеков С.Г. Производственные миграции и здоровье человека на Севере / С.Г. Кривошеков, С.В. Охотников. — Москва; Новосибирск, 2000. — 118 с.
7. Кривошеков С.Г. Принципы физиологической регуляции функций организма при незавершенной адаптации / С.Г. Кривошеков, Г.М. Диверт // Физиология человека. — 2001. — Т. 27. — № 1. — С. 127-133.
8. Распространенность артериальной гипертензии среди работников предприятий газовой промышленности в районе Крайнего Севера / Т.В. Скавронская, А.И. Леус, Л.А. Федосеева и др. // Кардиология. — 2005. — № 3. — С. 84.
9. Сидоров П.И. Экология человека на европейском севере России / П.И. Сидоров, А.Б. Гудков // Экология человека. — 2004. — № 6. — С. 15-21.
10. Хаснулин В.И. Введение в полярную медицину / В.И. Хаснулин. — Новосибирск, 1998. — 337 с.