

Tatarinova O.V. Cardiovascular pathology and its risk factors in the Yakut population / O.V. Tatarinova // *Atherosclerosis*. - 2014.- № 2.- P.61- 69.

5. Эволюция представлений о про- и антиатерогенных свойствах липопротеинов / В.С. Гуревич, С.А. Уразгильдеева, М.И. Бутхашвили, Л.В. Васина // *Атеросклероз и дислипидемии*. - 2012. -№9(4). - С. 53-61.

Evolution of ideas about pro and antiatherogenic properties of lipoproteins / V.S. Gurevich,

S.A. Urazgildeeva, M.I. Butkhashvili, L.V. Vasina // *Atherosclerosis and dyslipidemia*. - 2012. - № 9 (4). - P. 53-61.

6. Dzaou Victor J. Creating a Global Roadmap for Healthy Longevity/ Victor J. Dzaou, Jo Ann C. Jenkins // *J. Gerontol a Biol Sci Med Sci* 74, no. Supplement_1 (November 13, 2019): S4–6. DOI: 10,1093 / герона / glz226 CrossRef

7. Jenkins JC. Disrupt aging: a call to action for gerontologists /JC Jenkins // *Gerontologist*.

2017; 57(suppl 2): S115–S117. doi:10.1093/geront/gnx079 S115 – S117.

DOI: 10,1093 / geront / gnx079 Google ScholarCrossrefPubMedCrossref

8. HDL as a crucial indicator of an early clinical manifestation of coronary atherosclerosis in patients with familial hypercholesterolemia / S.A. Urazgildeeva, M.V. Muzalevskaya, A.V. Tregubov [et al.] // *Abstracts of the 84th European Atherosclerosis Society Congress*. *Atherosclerosis*. 2016;252:e113.

Е.З. Засимова, А.С. Гольдерова, Е.Д. Охлопкова,
А.А. Захарова, С.Д. Ефремова

ДИНАМИКА УРОВНЯ ГОРМОНОВ У РАБОТНИКОВ РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО РЕЙСА

DOI 10.25789/YMJ.2020.71.23

УДК 613.6.027

Проведена оценка стресс-реализующих гормонов у речников до и после длительного рейса в условиях Якутии. Выявлены значимое повышение уровня тиреоидных гормонов (ТТГ, Т₃_{св}, Т₄_{св}) и тестостерона, а также снижение кортизола и интегрального тиреоидного индекса, что свидетельствует о напряжении, а также признаках истощения адаптационных механизмов.

Ключевые слова: гормоны, ТТГ, Т₃, Т₄_{св}, тестостерон, кортизол, речники, Якутия.

The stress-releasing hormones in river workers before and after a long voyage in Yakutia have been evaluated. We revealed a significant increase in the level of thyroid hormones (TSH, T₃, T₄) and testosterone, as well as a decrease in cortisol and integral thyroid index, that is indicating stress, as well as signs of depletion of adaptive mechanisms.

Keywords: hormones, TSH, T₃, T₄, testosterone, cortisol, river workers, Yakutia.

Введение. Труд плавсостава под воздействием факторов судовой среды вызывает в организме значительное напряжение адаптационных систем с возможным нарушением функционального состояния основных регуляторных систем, приводящим к ухудшению состояния здоровья и снижению трудоспособности [3].

В экстремальных условиях длительных и контрастных рейсов могут быть реализованы большие возможности организма человека, причем его функции изменяются различным образом в зависимости от того, какую роль играет каждая из них в общей приспособительной реакции организма [4]. Показано, что степень климатогеографического стресса, проявляющегося во взаимосвязанном повышении

психоземotionalного напряжения и накоплении в крови стрессовых гормонов, зависит от увеличения географической широты проживания человека и дисконформности климата на данной территории [6].

Природно-климатические условия Севера, являющиеся экстремальными для человека, вызывают активизацию функциональных механизмов адаптации. Одной из гомеостатических систем организма, вносящей существенный вклад в северную адаптацию, является тиреоидная система и ее центральный орган - щитовидная железа.

Показано, что щитовидная железа у жителей северных регионов отличается повышенным функциональным тонусом. При этом границы ее адаптивных и дезадаптивных структурно-функциональных перестроек определяются силой и частотой воздействия тиреоидных стимуляторов [1].

При любых перегрузках организма, в том числе психических, для преодоления неблагоприятных обстоятельств усиливается расход энергии (калорий). Поскольку энергию (заключена в углеводах и жирах) все клетки организма способны воспринимать только с помощью гормонов щитовидной железы (Т₃ и Т₄ в свободном виде), то вполне закономерно, что в случае психиче-

ского перенапряжения активизируется выделение гипофизом тиреотропного гормона (ТТГ) для усиленной стимуляции образования щитовидной железой Т₃ и Т₄ [7].

Активация трех эндокринных механизмов (осей): адренкортикального, соматотропного и тиреоидного, представляет собой адаптационный синдром или стресс-реакцию.

Целью настоящей работы явилась оценка влияния длительного рейса на уровень гормонов работников речного транспорта Якутии.

Материал и методы исследования. Нами обследованы 98 работников водного транспорта Республики Саха (Якутия) до и после рейса во время плановых периодических медицинских осмотров. Возраст обследованных составил от 20 до 68 лет (средний возраст 46,08 ± 1,35 года): от 20 до 29 лет – 13 чел (13,3%), от 30 до 39 – 20 (20,4%), от 40 до 49 лет – 20 (20,4%), от 50 до 59 лет – 22 (22,4%), от 60 до 69 лет – 23 (23,5%). Из них представителями коренной национальности явились 10 чел. (якуты – 8, малочисленные народы Севера - 2). Некоренное население было представлено 88 лицами русской, украинской, татарской национальности и др., из них 36 чел. оказались уроженцами Якутии. Прибывшими из других регионов России

ЗАСИМОВА Екатерина Захаровна – врач терапевт, нач. отдела ИФКиС СВФУ им. М.К. Аммосова, ekazas15@yandex.ru; **ГОЛЬДЕРОВА Айтилина Семеновна** – д.м.н., проф. СВФУ им. М.К. Аммосова, hoto68@mail.ru; **ОХЛОПКОВА Елена Дмитриевна** – к.б.н., в.н.с.-руковод. лаб. ЯНЦ КМП, elena_ohlopkova@mail.ru; **ЗАХАРОВА Анна Анатольевна** – директор Спортивно-оздоровительного комплекса ИФКиС СВФУ им. М.К. Аммосова, anna-medsport@mail.ru; **ЕФРЕМОВА Светлана Дмитриевна** – м.н.с. ЯНЦ КМП, esd64@mail.ru.

и СНГ явились 52 чел., в зависимости от стажа проживания в Якутии они распределены следующим образом: до 1 года - 2 чел.; до 5 лет - 1; от 10 до 15 лет - 1; от 15 до 20 лет - 7; 20 лет и более - 41 чел. Для определения изменений уровней гормонов в сыворотке крови у речников был проведен сравнительный анализ в период длительной навигации - весной и осенью (перед рейсом и после рейса).

Кровь для исследования забирали из локтевой вены в утренние часы натощак. Лабораторные исследования проводились в условиях постоянного внутреннего и внешнего контроля качества. Концентрацию в сыворотке крови свободных фракций трийодтиронина ($T3_{cb}$) и тироксина ($T4_{cb}$), тиреотропного гормона, кортизола и тестостерона определяли методом иммуноферментного анализа с помощью наборов реагентов АО «Вектор-Бест» (Новосибирск, Россия) согласно инструкции фирмы - производителя. Учет результатов иммуноферментного определения гормонов проводили на фотометре «Униплан» (фирма «Пикон», РФ).

Для характеристики функционального состояния щитовидной железы определенным интерес представляет величина интегрального тиреоидного индекса (ИТИ) - отношения уровней самих гормонов щитовидной железы к их гипофизарному регулятору. Определение ИТИ проводилось по формуле: $ИТИ = (T3_{cb} + T4_{cb}) / ТТГ$, норма составляет 7,04-27,21 [7].

Данное исследование одобрено решением локального этического комитета при ФГБНУ «ЯНЦ КМП» и выполнено с информированного согласия испытуемых в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации (2000 г.).

Непрерывные величины были представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха - 25 и 75% процентилей (25-75%). При оценке значимости различий уровня гормонов использовали критерий Уилкоксона для двух связанных групп. Для выявления связи между изучаемыми показателями применяли метод корреляционного анализа данных с вычислением коэффициентов и ранговой корреляции Спирмена и Пирсона. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Сравнительный анализ уровня гормонов речников до (весна) и после длительного рейса (осень) выявил значимые статистические различия. В таблице представлены результаты анализа, свидетельствующие о значимых изменениях гормонов после рейса по сравнению с данными до начала рейса. Так, у обследованных лиц существенно повысились концентрации ТТГ, $T3_{cb}$, $T4_{cb}$ и тестостерона, все различия являются статистически значимыми.

Повышение тиреоидных гормонов ($T3_{cb}$, $T4_{cb}$ и ТТГ) у речников после рейса указывает на признаки напряжения и активации адаптационных механизмов во время длительного рейса (3-4 месяца). Установлено, что одним из значимых факторов антистресс-системы организма, ограничивающих деятельность стресс-системы на всех уровнях организации, являются йодсодержащие тиреоидные гормоны. Они повышают резистентность организма к действию различных стрессоров [2].

При рассмотрении особенностей динамики тиреоидных гормонов в возрастных группах наиболее высокие значения разницы (соотношения) гормонов до рейса/после рейса отмечаются по концентрации ТТГ (рис. 1).

Максимальное значение соотношения этого гормона отмечается в возрастной группе 40-49 лет (в 4,48 раза) и 25-29 лет (в 3,85 раза). Такое различие уровня ТТГ у мужчин возрастных групп 40-49 и 25-29 лет, скорее всего, обусловлено минимальной его концентрацией до рейса по сравнению с другими возрастными группами - $1,49 \pm 0,23$ и $1,72 \pm 0,31$ мМЕ/л соответственно. Минимальное соотношение концентрации ТТГ до и после рейса отмечается в возрастной группе 50-59 лет.

Повышение интегрального тиреоидного индекса - наиболее ранний признак гипертиреоза, тогда как его снижение показывает начальные стадии гипотиреоза. В нашем исследовании ИТИ имел тенденцию к снижению: до рейса оказался немного выше нижней границы нормы, а после рейса оказался ниже общепринятой нормы (таблица).

Следует отметить, что процент лиц с нормальным ИТИ до рейса составлял более половины - 58,16%, а после рейса снизился до 37,8%. Всего 4,08% имели ИТИ выше нормы до рейса (рис.2). Низкие значения ИТИ в большей части связаны с повышенными значениями ТТГ. Несмотря на то, что значения медианы содержания $T3_{cb}$ и $T4_{cb}$ после рейса находились в диапазонах норм и повысились по сравнению с исходными данными (до рейса), низкие значения ИТИ свидетельствуют о риске развития гипотиреоза. Известно, что состояние гипотиреоза уменьшает мобилизацию компенсаторных механизмов при стрессовых состояниях, которая в свою очередь может привести к срыву механизмов адаптации. Анализ возрастных особенностей указывает, что до рейса во всех возрастных группах преобладали лица с ИТИ в норме или выше нормы, за исключением мужчин в возрасте 50-59 лет (низкий ИТИ у 54,5%). После рейса во всех группах преобладают лица с ИТИ ниже нормы.

В целом, можно утверждать, что функциональное состояние щитовидной железы у речников в условиях Якутии к концу почти трехмесячного рейса характеризуется относительным снижением, а длительные рейсы в течение нескольких летних месяцев влияют отрицательно и могут провоцировать риск гипотиреоза.

Концентрация тестостерона после длительного рейса значительно повысилась ($p=0,000$) в 1,48 раза, чем до рейса, что, возможно, связано с повышением физической активности во время рейса. Тестостерон и кортизол являются

Уровень гормонов у речников до и после длительного рейса

Показатель, референсные значения	До рейса (весна)	После рейса (осень)	p...
ТТГ, 0,3-4,0 мМЕ/л	1,61 (1,02; 2,58)	2,83*** (1,88; 4,03)	0,000
$T3_{cb}$, 2,5-7,5 нмоль/л	3,45 (2,98; 4,02)	4,73*** (3,95; 5,47)	0,000
$T4_{cb}$, 10,0-25,0 нмоль/л	9,82 (8,61; 11,96)	14,4*** (9,55; 17,23)	0,000
ИТИ = $T3_{cb} + T4_{cb} / ТТГ$ 7,04 - 27,21	8,07 (4,98; 13,94)	6,02 (3,82; 8,72)	0,000
Тестостерон, 4,5 - 35,4 нмоль/л	11,94 (7,92; 17,01)	17,7*** (9,65; 22,63)	0,000
Кортизол, 190,0-690,0 нмоль/л	705,09 (513,19; 875,89)	573,63* (442,05; 754,85)	0,039

Примечание. Представлены показатели медиан (Me) и межквартильные размахи 25-75 процентилей; значимость различий показателей: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; $\Delta p < 0,1$.

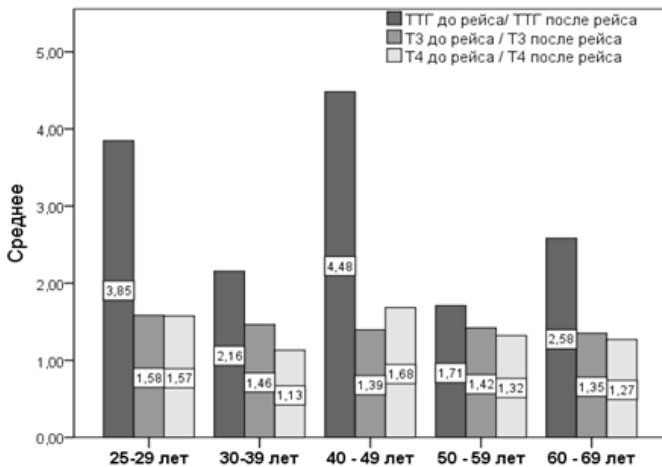


Рис. 1. Соотношение тиреоидных гормонов до и после рейса в возрастных группах

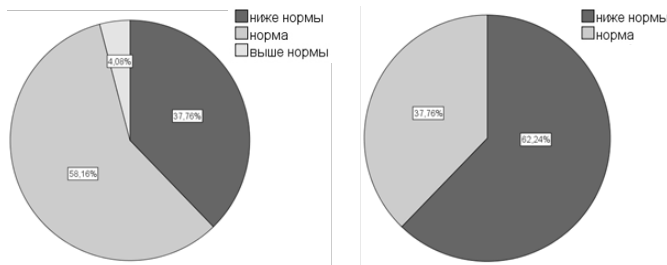


Рис. 2. Уровни ИТИ у речников до рейса (слева) и после рейса (справа)

ся антагонистическими стероидными гормонами. Следует отметить, что до рейса выявлена положительная корреляционная связь, которая составила $r=0,330$; $p=0,001$, однако после рейса между этими гормонами корреляционной связи не выявлено. Уровень кортизола у речников после длительного рейса (осень) оказался значимо ниже ($p=0,039$), чем до рейса (весна), в 60,2% случаев выявлена отрицательная динамика. Низкий уровень кортизола у речников в конце длительного рейса может быть связан со стадией истощения при длительном хроническом воздействии стрессорных факто-

(3-4 мес.) отмечаются признаки напряжения и истощения адаптационных механизмов.

Литература

1. Горбачев А.Л. Структурно-функциональные особенности тиреоидной системы человека и его микроэлементный статус в условиях Северо-Востока России : автореф. ...д-ра биол. наук / А.Л. Горбачев. – Архангельск, 2002. – 50 с.

Gorbachev A.L. Structural and functional features of the human thyroid system and its microelement status in the North-East of Russia / A.L. Gorbachev // Abstract for the competition for Doctor of Biology sciences. – Arkhangelsk, 2002. – 50 p.

ров. Такое состояние также связано с сезонными колебаниями кортизола. По данным Л.М. Полякова [5], сезонные (циркадные) ритмы содержания кортизола у жителей данных регионов существенно различались между собой: у мужчин, проживающих в средних широтах, оно было повышено в весенне-летний период и существенно снижено в осенне-зимний период, в то время как сезонных различий в суточном ритме содержания кортизола у северян не обнаружено.

Выводы. Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют, что у речников Якутии в результате длительного рейса

2. Городецкая И.В. Периферические механизмы стресс-протекторного эффекта йодсодержащих гормонов щитовидной железы / И.В. Городецкая, Е.А. Гусакова, О.В. Евдокимова // Физиология. – 2016. – Т.15, №6. – С. 41-51.

Gorodetskaya I.V. Peripheral mechanisms of the stress-protective effect of iodine-containing thyroid hormones / I.V. Gorodetskaya, E.A. Gusakova, O.V. Evdokimova // Physiology. – 2016. – V.15. – №6. – P. 41-51.

3. Кубасов Р.В. Условия жизнедеятельности экипажа на борту морского судна (обзор литературы) / Р.В. Кубасов, В.В. Лупачев, М.В. Попов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2016. – №2 (36). – С. 49-56. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-2-49-56

Kubasov R.V. Life conditions of the crew on board a sea vessel (literature review) / R.V.Kubasov, V.V. Lupachev, M.V. Popov // Bulletin of the State University of the Sea and River Fleet named after Admiral S.O. Makarov. – 2016. – №2 (36). – P.49-56. DOI: 10.21821 / 2309-5180-2016-8-2-49-56

4. Некоторые теоретические и практические аспекты изучения условий труда на флоте / В.И. Зайцев, С.А. Виноградов // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 2 (251). – С. 13–15.

Zaitsev V.I. Some theoretical and practical aspects of the study of working conditions in the fleet / V.I.Zaitsev, S.A. Vinogradov // Public health and habitat. – 2014. – №2(251). – P.13-15.

5. Поляков Л.М. Суточные и сезонные ритмы содержания кортизола у мужчин, проживающих в высоких и средних широтах / Л.М. Поляков // Сибирский научный медицинский журнал. – 2017. – №2 (37). – С.92-96.

Daily and seasonal rhythms of cortisol content in men living in high and middle latitudes / L.M. Polyakov [et al.] // Siberian Scientific Medical Journal. – 2017. – №2 (37). – P.92-96.

6. Хаснулин В.И. Особенности психоэмоционального стресса у жителей регионов Севера и Сибири с дискомфортным климатом при высоком и низком содержании гормонов стресса в крови / В.И. Хаснулин, А.В. Хаснулина // Мир науки, культуры, образования. – 2012. – №5 (36). – С. 32-35.

Khasnulin V.I. Peculiarities of psychoemotional stress in residents of the regions of the North and Siberia with an uncomfortable climate with high and low levels of stress hormones in the blood / V.I. Khasnulin, A.V. Khasnulina // The world of science, culture, education. – 2012. – № 5 (36). – P.32-35.

7. Effects of acute psychosocial stress on the hypothalamic-pituitary-thyroid (HPT) axis in healthy women / Fischer S., Strahler J., Markert C. [et al.] // Psychoneuroendocrinology. – 2019. – Sep 6.