

**СООТНОШЕНИЕ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ У МУЖЧИН – РАБОТНИКОВ
ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА В г. АРХАНГЕЛЬСКЕ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И СТАЖА РАБОТЫ**

*В.А. Попкова**

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
имени академика Н.П. Лаверова РАН
(г. Архангельск)

Своеобразная климато-географическая среда Арктической зоны РФ формирует специфический характер состояния здоровья и патологии с высокими требованиями к адапционному потенциалу организма, а дополнительное воздействие производственных факторов целлюлозно-бумажного комбината увеличивает эти требования. Неблагоприятное воздействие факторов производственной среды при достаточном функциональном резерве нередко в течение долгого времени не вызывает нарушения гомеостаза, а лишь ведет к некоторому смещению физиологических показателей в пределах общепринятого диапазона норм и сопровождается соответствующим напряжением регуляторных систем. Длительное комплексное воздействие производственных факторов приводит к изменению в биохимическом, иммунном и эндокринном статусе работников производственных групп. При этом в литературных источниках данные о состоянии гормональной системы работников целлюлозного производства единичны. В экстремальной среде обитания индекс тестостерон/эстрадиол оказывается наиболее чувствительным показателем функциональной напряженности. Представляло интерес изучить соотношение половых гормонов в сыворотке крови сотрудников целлюлозно-бумажного производства г. Архангельска и мужчин группы сравнения, а также его изменения с увеличением возраста и стажа. Выборку составили практически здоровые мужчины 22–50 лет, не состоявшие на учете у врача-эндокринолога, с индексом массы тела 19–25. По результатам анализов у рабочих комбината отмечено более высокое соотношение тестостерон/эстрадиол относительно контроля, при этом наибольшие его значения регистрировались у сотрудников комбината в возрасте 22–35 лет по сравнению с той же возрастной группой незанятых на производстве мужчин. Показано, что индекс тестостерон/эстрадиол снижается с увеличением возраста и стажа работы на предприятии.

Ключевые слова: *половые гормоны, тестостерон, эстрадиол, целлюлозно-бумажное производство, стаж работы, Европейский Север России.*

Ответственный за переписку: Попкова Виктория Анатольевна, адрес: 163000, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249; e-mail: victoria-porcova@yandex.ru

Для цитирования: Попкова В.А. Соотношение половых гормонов у мужчин – работников целлюлозно-бумажного производства в г. Архангельске в зависимости от возраста и стажа работы // Журн. мед.-биол. исследований. 2018. Т. 6, № 3. С. 262–269. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.262

Одной из основных отраслей промышленности на Европейском Севере является целлюлозно-бумажная, которая выступает важной составной частью экономики Российской Федерации. Тысячи людей заняты в этом виде деятельности, поэтому сохранение и укрепление здоровья данной категории работников является одним из приоритетов государственной политики в сфере охраны здоровья граждан России.

В литературе имеются данные, свидетельствующие о сниженном содержании тестостерона, фолликулостимулирующего гормона и повышенной концентрации лютеинизирующего гормона у мужчин – постоянных жителей Европейского Севера по сравнению с данными средних широт [1, 2]. В исследованиях населения Заполярья показаны более высокие уровни сывороточного тестостерона относительно жителей г. Архангельска [3].

Изменение функции гонад при стрессе зависит от продолжительности воздействия экстремального фактора, его природы и исходного состояния организма. Эти факторы могут непосредственно затрагивать как центральное, так и периферическое звено не только гипоталамо-гипофизарно-гонадной системы, но и других систем регуляции ответа, формируя определенный патогенетический механизм повреждения [4]. Хроническое воздействие химических агентов, содержащихся в воздухе производственных помещений, является сильным стрессорным фактором, приводящим к сдвигам гормонального фона [5]. Особое внимание при длительном воздействии органических соединений привлекают половые гормоны, оказывающие, кроме всего прочего, существенное влияние на метаболизм костной ткани [6]. Известно, что у мужчин, работающих на предприятии, осуществляющем выпуск каустической соды, хлора, хлористого водорода, винилхлорида и производных на его основе, синтетического глицерина, хлорорганических и других продуктов, наблюдается более раннее, не соответствующее возрасту снижение уровня тестостерона при повышении секреции гонадотропных гормонов и увеличение концентрации

эстрадиола. Это является ведущей причиной развития остеопении и остеопороза у сотрудников данного предприятия [6].

Работы о содержании половых гормонов в биологических жидкостях у мужчин, подверженных воздействию неблагоприятных факторов нефтегазовой промышленности, показывают снижение уровней тестостерона и лютеинизирующего гормона, свидетельствующее об угнетении тестостеронпродуцирующей активности яичек [7].

Есть сведения о гормональном статусе мужчин – жителей г. Ставрополя, работающих на химическом предприятии и контактирующих с оксидом азота и аммиаком. У этих лиц регистрировалось высокое содержание эстрадиола в крови, а концентрация тестостерона находилась в физиологической норме, но на более низком уровне по сравнению с данными мужчин, не испытывающих на себе действие химических факторов. Данный факт объясняется авторами действием оксида азота и аммиака в качестве ксеноэстрогенов. С возрастом эти различия усиливались, что свидетельствует о кумулятивном эффекте воздействия данных химических факторов на уровень половых гормонов [8].

По результатам исследования половых стероидов в крови у горняков Мурманской области (67° с. ш.) установлено, что содержание половых гормонов изменялось с увеличением возраста рабочих: наибольшая концентрация тестостерона наблюдалась в группе до 29 лет, после происходило резкое снижение на 1/3 уровня андрогена в возрасте 30–39 лет, дальнейшее снижение было менее выражено. Однако у горняков была отмечена более высокая степень сердечно-сосудистого риска, в увеличении которого, по мнению авторов, активное участие принимает концентрация тестостерона [9].

Анализируя сведения о содержании половых гормонов у мужчин, не связанных с работой на неблагоприятном производстве, можно отметить иную возрастную динамику содержания тестостерона у северян. У архангелогородцев фиксируется постепенное по-

вышение андрогена при увеличении возраста с 17 до 45 лет, после чего наступает спад значений [10].

На работника целлюлозно-бумажного комбината (ЦБК) в процессе деятельности влияет большое количество факторов химической (метилсернистые соединения, сернистый ангидрид, дигидросульфид, едкие щелочи), физической (повышенная температура микроклимата, шум, вибрации) и психической (повышенная напряженность) природы. Воздействие комплекса природных и производственных факторов оказывает влияние на репродуктивную систему человека, вызывая изменения как нейроэндокринной регуляции на уровне системы гипоталамус–гипофиз, так и гормональных резервов периферических эндокринных желез. Исследования, касающиеся изучения половых гормонов у рабочих ЦБК, проживающих на Европейском Севере, в доступной литературе не обнаружены. Более точная количественная характеристика гормональной активности организма дается при помощи соотношения половых гормонов (индекс тестостерон/эстрадиол) в случаях, когда оба гормона определяются одновременно. В связи с этим целью работы послужило изучение индекса тестостерон/эстрадиол в крови и его изменения в зависимости от возраста и стажа работы сотрудников в цехах сульфатного производства целлюлозы.

Материалы и методы. Проведено обследование 41 мужчины, работавшего на Соломбальском целлюлозно-бумажном комбинате (СЦБК) г. Архангельска, и 43 мужчин – жителей г. Архангельска, не контактирующих с неблагоприятными производственными факторами (комбинат г. Архангельска производил небеленую хвойную целлюлозу, поэтому действие хлорорганических соединений, считающихся ксенобиотиками, исключено). Возраст мужчин составлял от 22 до 50 лет, индекс массы тела – 19–25. Все обследуемые не состояли на учете у врача-эндокринолога. Средний возраст в группе рабочих составил 35 лет, в группе сравнения – 33 года. Согласно схеме

возрастной периодизации постнатального развития человека, принятой на VII конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии (Москва, 1965), обследуемые были разделены на возрастные группы 22–35 лет и 36–60 лет; т. к. рабочих старше 50 лет в выборке не оказалось, то во второй группе возраста верхняя граница составила 50 лет. Аналогично периодам адаптации к неблагоприятным условиям Севера [11, 12] для детального анализа сотрудники были разделены на группы по стажу работы на комбинате: 1) от 3 до 10 лет (в выборке отсутствовали мужчины со стажем работы до 3 лет); 2) от 10 до 15 лет; 3) более 16 лет.

Обследование проходило в период увеличения продолжительности светового дня. Забор крови проводили с 8 до 10 ч. утра из локтевой вены. Уровень эстрадиола определяли с помощью радиоиммунного анализа на установке «АРИАН» («Наркотест», ООО «Витако», Россия) наборами фирмы «Immunotech a.s.» (Франция/Чехия), концентрацию тестостерона – методом иммуноферментного анализа с помощью автоматического планшетного анализатора «Elisys Uno» («Human GmbH», Германия) наборами фирмы «Human GmbH». За нормы принимали референтные значения, указанные в инструкциях к тест-наборам.

Исследование выполнено в соответствии с документом «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием людей в качестве субъектов исследования» (Хельсинкская декларация). От обследуемых получено информированное согласие на обработку персональных данных и взятие биологического материала.

Статистическая обработка осуществлялась с помощью пакета прикладных программ «Statistica 6.0» («StatSoft, Inc.», США). При проверке полученных данных на нормальность распределения выборок выяснилось, что в большинстве случаев существуют отличия распределения признака от нормального вида, поэтому в связи с частичной асимметрией применяли непараметрические критерии анализа.

Проверку предположения о нормальности распределения признаков проводили с помощью критерия Шапиро–Уилка, наиболее подходящего для малых выборок. В процессе обработки данных вычислен индекс тестостерон/эстрадиол, при этом проведены оценка медиан, диапазонов колебаний 10-90-х процентильных интервалов, сравнение параметров групп с помощью *U*-критерия Манна–Уитни¹. В данном анализе пороговый уровень значимости принят равным 0,05.

Результаты. Анализ исследованных образцов крови показал, что индекс тестостерон/эстрадиол у работников комбината (108 усл. ед.) значимо выше, чем в группе контроля (87 усл. ед., $p = 0,017$), с преобладанием более высоких уровней эстрадиола у лиц группы сравнения [13]. Диапазон колебаний индекса у рабочих расширен в сторону высоких значений (*рис. 1*).

выраженные изменения в содержании половых гормонов могут свидетельствовать о более ранних проявлениях нарушения их баланса. Индексы, определенные у лиц обеих групп, превышают указанные показатели.

С увеличением возраста индекс тестостерон/эстрадиол снижается у мужчин обеих групп, при этом у сотрудников комбината даже в возрастной группе 36–50 индекс выше (106 усл. ед.), чем у группы контроля вне зависимости от возраста (91 усл. ед. – в первой возрастной группе и 79 усл. ед. – во второй). Диапазон колебаний показателя у рабочих в возрасте 22–35 лет достаточно вариативен, а при увеличении возраста он сужается (*рис. 2*).

Отмечается, что при увеличении продолжительности воздействия производственных факторов комбината индекс тестостерон/эстрадиол снижается, но при этом в стажевой группе 11–15 лет происходит расширение диапазона

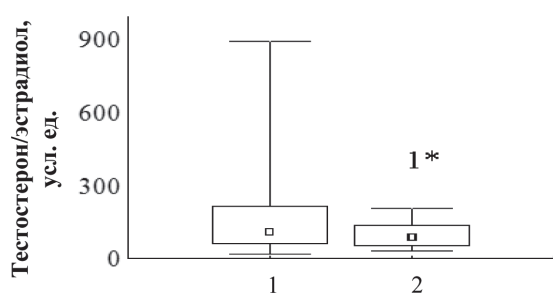


Рис. 1. Индекс тестостерон/эстрадиол в крови у мужчин – сотрудников ЦБК (1) и группы сравнения (2). Обозначения: \square – медиана; \square – диапазон колебаний 10–90-х перцентилей; I – min-max; * – установлены статически значимые различия, $0,01 < p < 0,05$

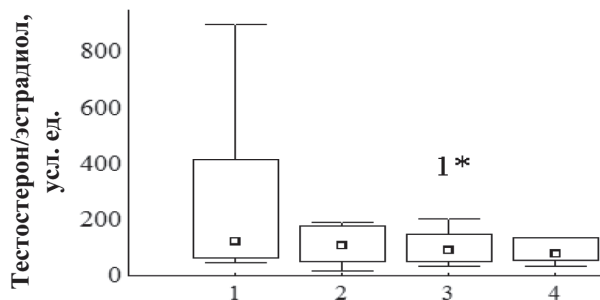


Рис. 2. Изменение индекса тестостерон/эстрадиол в крови у мужчин – сотрудников ЦБК и группы сравнения с возрастом: 1 – сотрудники комбината 22–35 лет; 2 – сотрудники комбината 36–50 лет; 3 – группа сравнения 22–35 лет; 4 – группа сравнения 36–50 лет. Обозначения – см. *рис. 1*

Согласно литературным источникам, в норме индекс тестостерон/эстрадиол должен быть более 50 усл. ед., а в средней возрастной группе может снижаться до 20 усл. ед. [14]. Именно

колебаний значений в сторону увеличения, и в данной группе стажа находятся максимальные значения индекса тестостерон/эстрадиол в представленной выборке (*рис. 3*, см. с. 266).

¹Трухачева Н.В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях в применении пакета Statistica. М.: ГЕОТАР-Медиа, 2013. 384 с.

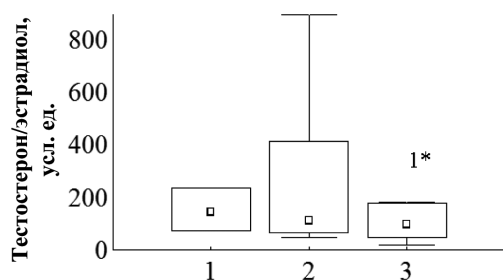


Рис. 3. Изменение индекса тестостерон/эстрадиол в крови у мужчин – сотрудников СЦБК с увеличением стажа работы на предприятии: 1 – 3–10 лет; 2 – 11–15 лет; 3 – более 15 лет. Обозначения – см. *рис. 1*

Обсуждение. Снижение продукции тестостерона у мужчин после 40 лет обусловлено естественными процессами старения и подтверждается морфологическими изменениями в яичках [15]. Индекс тестостерон/эстрадиол у работников СЦБК с увеличением возраста и стажа уменьшается, что соотносится с данными литературы о снижении уровня тестостерона в возрастной группе 45–60 лет [10]. Однако при физиологически нормальном уровне тестостерона необходимо учитывать изменение в соотношении между тестостероном и эстрадиолом в сыворотке крови у мужчин, т. к. за счет резкого повышения количества эстрадиола функциональная активность тестостерона снижается.

Характер сдвигов в функционировании половых гормонов, как один из критериев адекватности реакции организма на экологические факторы, определяет «плату за адаптацию» и позволяет понять патогенетические механизмы

возникновения и течения ряда неинфекционных заболеваний.

Стоит отметить, что индивидуальное физиологическое соотношение тестостерон/эстрадиол у рабочих, контактирующих с вредными производственными факторами варки целлюлозы, выше, несмотря на то, что медианные значения тестостерона у двух групп практически одинаковы [13]. Эстрогены обладают нейропротекторным эффектом, их защитное действие обусловлено способностью блокировать рецепторы свободных радикалов, усиленно образующихся при стрессовых ситуациях различного генеза, и нарушение секреции эстрогенов – одно из патогенетических звеньев в формировании психопатологических отклонений [16]. Воздействие стрессовых факторов и, соответственно, гиперсекреция кортизола у рабочих [13] могут блокировать образование эстрадиола [17]. Более высокий индекс тестостерон/эстрадиол регистрируется за счет меньшей ароматизации тестостерона в эстрогены и более низких уровней эстрадиола в крови у рабочих комбината по сравнению с контрольной группой. Снижение ароматизации тестостерона может быть связано с ингибированием ароматазы – фермента, отвечающего за конвертацию тестостерона в эстрогены.

Таким образом, в условиях целлюлозного производства физиологическое соотношение половых гормонов (тестостерон/эстрадиол) в сыворотке крови мужчин не нарушено, причем значение индекса тестостерон/эстрадиол у работников ЦБК превышает показатели в группе сравнения, что свидетельствует о меньшей степени ароматизации тестостерона в эстрогены среди лиц, работающих на целлюлозном производстве.

Список литературы

1. Титисова Е.В., Ткачев А.В., Поскотинова Л.В., Золкина А.Н., Вылегжанина А.В. 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 / Ин-т физиологии природ. адаптаций Урал. отд-ния РАН; отв. ред. Л.К. Добродеева. Архангельск: Изд. центр СГМУ, 2005. С. 19–24.

2. *Луначев В.В.* Проблема репродуктивной функции и особенности системы «гипофиз – гонады» у мужчин Европейского Севера (обзор) // *Экология человека*. 2009. № 7. С. 20–23.

3. *Типисова Е.В., Елфимова А.Э., Горенко И.Н., Попкова В.А.* Эндокринный профиль мужского населения России в зависимости от географической широты проживания // *Экология человека*. 2016. № 2. С. 36–41.

4. *Akinbami M.A., Philip G.H., Sridaran R., Mahesh V.B., Mann D.R.* Expression of mRNA and Proteins for Testicular Steroidogenic Enzymes and Brain and Pituitary mRNA for Glutamate Receptors in Rat Exposed to Immobilization Stress // *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 1999. Vol. 70, № 4–6. P. 143–149.

5. *Мухорямов А.В., Кудрявцев В.П., Сагидуллин Ф.А.* Содержание гонадотропных и половых гормонов у рабочих основных профессий в производстве резиновых и резинотехнических изделий // *Новая идеология в единстве фундаментальной и клинической медицины: материалы регион. науч.-практ. конф. Самара: Содружество плюс*, 2005. С. 278–281.

6. *Рамазанова Л.М., Меньшикова И.А., Камилев Ф.Х.* Нарушения минеральной плотности костной ткани у мужчин-работников химического производства // *Вестн. ОГУ*. 2008. № 9(91). С. 199–203.

7. *Логинов П.В., Николаев А.А., Тёплый Д.Л.* Эндокринные изменения у мужчин, подверженных воздействию неблагоприятных факторов // *Естеств. науки*. 2015. № 4(53). С. 83–89.

8. *Беляев Н.Г., Ягунова Ю.А., Околицо Н.Н.* Содержание репродуктивных гормонов в крови у мужчин, проживающих в условиях антропогенного загрязнения // *Наука. Инновации. Технологии*. 2016. № 3. С. 251–258.

9. *Ким Л.Б., Русских Г.С., Геворгян М.М., Пуяткина А.Н., Воронина Н.П., Кожин П.М., Козарук Т.В., Цыпышева О.Б., Долгова Н.А., Розуменко А.А.* Половые гормоны и кардиоваскулярный риск у мужчин-горнорабочих в условиях Европейского Севера // *Физиология человека*. 2016. Т. 42, № 2. С. 92–99.

10. *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.

11. *Ткачев А.В., Раменская Е.Б.* Эколого-физиологические особенности системы гипофиз–кора надпочечников–щитовидная железа // *Ткачев А.В., Бойко Е.Р., Губкина З.Д., Раменская Е.Б., Суханов С.Г.* Эндокринная система и обмен веществ у человека на Севере. Сыктывкар: Коми науч. центр Урал. отд-ния РАН, 1992. С. 15–44.

12. *Казначеев В.П.* Современные аспекты адаптации. Новосибирск: Наука, 1980. 190 с.

13. *Попкова В.А.* Динамика показателей эндокринного профиля рабочих целлюлозно-бумажного комбината // *Медицина труда и промышл. экология*. 2017. № 3. С. 54–59.

14. *Giampapa V.C., Williamson M.E.* Breaking the Aging Code: Maximizing Your DNA Function for Optimal Health and Longevity. North Bergen, 2004. 152 p.

15. *Gray A., Feldman H.A., McKinlay J.B., Longcope C.* Age, Disease, and Changing Sex Hormone Levels in Middle-Aged Men: Results of the Massachusetts Male Aging Study // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1991. Vol. 73, № 5. P. 1016–1025.

16. *Khan M.M., Dhandapani K.M., Zhang Q.G., Brann D.W.* Estrogen Regulation of Spine Density and Excitatory Synapses in Rat Prefrontal and Somatosensory Cerebral Cortex // *Steroids*. 2013. Vol. 78, № 6. P. 614–623.

17. *Pierce B.N., Clarke I.J., Turner A.I., Rivalland E.T., Tilbrook A.J.* Cortisol Disrupts the Ability of Estradiol-17 β to Induce the LH Surge in Ovariectomized Ewes // *Domestic Anim. Endocrinol.* 2009. Vol. 36, № 4. P. 202–208.

References

1. *Tipisova E.V., Tkachev A.V., Poskotinova L.V., Zolkina A.N., Vylegzhanina A.V.* Predely sodержaniya gormonov v syvorotke krovi u muzhchin [Hormone Limits in the Blood Serum of Men]. *Predely fiziologicheskogo kolebaniya v perifericheskoy krovi metabolitov, gormonov, limfotsitov, tsitokinov i immunoglobulinov u zhiteley Arkhangel'skoy oblasti* [The Range of Physiological Variations of Metabolites, Hormones, Lymphocytes, Cytokines and Immunoglobulins in the Peripheral Blood of Arkhangelsk Region Residents]. Arkhangelsk, 2005, pp. 19–24.

2. *Lupachev V.V.* Problema reproductivnoy funktsii i osobennosti sistemy “gipofiz – gonady” u muzhchin Evropeyskogo Severa (obzor) [The Problem of Reproductive Function and Features of Pituitary-Gonads System in Males of European North. Review]. *Ekologiya cheloveka*, 2009, no. 7, pp. 20–23.

3. Tipisova E.V., Elfimova A.E., Gorenko I.N., Popkova V.A. Endokrinnyy profil' muzhskogo naseleniya Rossii v zavisimosti ot geograficheskoy shirotы prozhivaniya [Endocrine Profile of the Male Population in Russia Depending on the Geographic Latitude of Occupation]. *Ekologiya cheloveka*, 2016, no. 2, pp. 36–41.

4. Akinbami M.A., Philip G.H., Sridaran R., Mahesh V.B., Mann D.R. Expression of mRNA and Proteins for Testicular Steroidogenic Enzymes and Brain and Pituitary mRNA for Glutamate Receptors in Rat Exposed to Immobilization Stress. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.*, 1999, vol. 70, no. 4–6, pp. 143–149.

5. Mukhoryamov A.V., Kudryavtsev V.P., Sagidullin F.A. Soderzhanie gonadotropnykh i polovykh gormonov u rabochikh osnovnykh professiy v proizvodstve rezinovykh i rezinotekhnicheskikh izdeliy [The Levels of Gonadotropic and Sex Hormones in Workers of Key Occupations in the Production of Rubber and Industrial Rubber Articles]. *Novaya ideologiya v edinstve fundamental'noy i klinicheskoy meditsiny* [New Ideology in the Unity of Fundamental and Clinical Medicine]. Samara, 2005, pp. 278–281.

6. Ramazanova L.M., Men'shikova I.A., Kamilov F.Kh. Narusheniya mineral'noy plotnosti kostnoy tkani u muzhchin-rabotnikov khimicheskogo proizvodstva [Abnormal Bone Mineral Density in Male Workers in Chemical Production]. *Vestnik OGU*, 2008, no. 9, pp. 199–203.

7. Loginov P.V., Nikolaev A.A., Teplyy D.L. Endokrinnyye izmeneniya u muzhchin, podverzhennykh vozdeystviyu neblagopriyatnykh faktorov [Endocrine Changes in Men Exposed to the Influence of Adverse Factors]. *Estestvennyye nauki*, 2015, no. 4, pp. 83–89.

8. Belyaev N.G., Yagupova Yu.A., Okolito N.N. Soderzhanie reproduktivnykh gormonov v krovi u muzhchin, prozhivayushchikh v usloviyakh antropogennogo zagryazneniya [The Levels of Reproductive Hormones in the Blood of Men Living in the Conditions of Anthropogenic Pollution]. *Nauka. Innovatsii. Tekhnologii*, 2016, no. 3, pp. 251–258.

9. Kim L.B., Russkikh G.S., Gevorgian M.M., Putyatina A.N., Voronina N.P., Kozhin P.M., Kozaruk T.V., Dolgova N.A., Rozumenko A.A., Tsyppsheva O.B. Sex Hormones and Cardiovascular Risk in Male Mining Workers Living in the European North. *Hum. Physiol.*, 2016, vol. 42, no. 2, pp. 195–202.

10. Yur'ev Yu. Yu., Tipisova E.V. Vozrastnyye aspekty endokrinnogo statusa u muzhchin – postoyannykh i priezhhikh zhiteley goroda Arkhangel'ska [Age Aspects of Endocrine Status in Men Permanent and Newly Arrived Residents of City of Arkhangelsk]. *Ekologiya cheloveka*, 2009, no. 7, pp. 15–19.

11. Tkachev A.V., Ramenskaya E.B. Ekologo-fiziologicheskie osobennosti sistemy gipofiz–kora nadpochechnikov–shchitovidnaya zheleza [Ecophysiological Features of the Pituitary–Adrenal–Thyroid System]. Tkachev A.V., Boyko E.R., Gubkina Z.D., Ramenskaya E.B., Sukhanov S.G. *Endokrinnaya sistema i obmen veshchestv u cheloveka na Severe* [The Endocrine System and Metabolism in Humans Living in the North]. Syktyvkar, 1992, pp. 15–44.

12. Kaznacheev V.P. *Sovremennyye aspekty adaptatsii* [Current Aspects of Adaptation]. Novosibirsk, 1980. 190 p.

13. Popkova V.A. Dinamika pokazateley endokrinnogo profilya rabochikh tsellyulozno-bumazhnogo kombinata [Changes in Endocrine Profile of Workers in Pulp and Paper Plant]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 3, pp. 54–59.

14. Giampapa V.C., Williamson M.E. *Breaking the Aging Code: Maximizing Your DNA Function for Optimal Health and Longevity*. North Bergen, 2004. 152 p.

15. Gray A., Feldman H.A., McKinlay J.B., Longcope C. Age, Disease, and Changing Sex Hormone Levels in Middle-Aged Men: Results of the Massachusetts Male Aging Study. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 1991, vol. 73, no. 5, pp. 1016–1025.

16. Khan M.M., Dhandapani K.M., Zhang Q.G., Brann D.W. Estrogen Regulation of Spine Density and Excitatory Synapses in Rat Prefrontal and Somatosensory Cerebral Cortex. *Steroids*, 2013, vol. 78, no. 6, pp. 614–623.

17. Pierce B.N., Clarke I.J., Turner A.I., Rivalland E.T., Tilbrook A.J. Cortisol Disrupts the Ability of Estradiol-17 β to Induce the LH Surge in Ovariectomized Ewes. *Domestic Anim. Endocrinol.*, 2009, vol. 36, no. 4, pp. 202–208.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.262

*Viktoriya A. Popkova**

*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research,
Russian Academy of Sciences
(Arkhangelsk, Russian Federation)

THE RATIO OF SEX HORMONES IN MALE PULP AND PAPER MILL WORKERS IN ARKHANGELSK, DEPENDING ON THEIR AGE AND LENGTH OF SERVICE

The climatic and geographical conditions of the Arctic zone of the Russian Federation form a specific state of health and pathology requiring high adaptive potential, while the production factors of pulp and paper mills impose an even greater strain on the human body. Sufficient functional reserve allows the body to maintain homeostasis for a long time under unfavourable conditions of the production environment. However, a certain shift in the physiological parameters within the generally accepted normal range takes place, accompanied by a corresponding strain of the regulatory systems. Long-term combined effects of production factors provoke changes in the biochemical, immune and endocrine status of production workers. However, there is limited information available in literature on the state of the hormonal system in pulp and paper mill workers. In extreme living environments, the testosterone/oestradiol ratio proves to be the most sensitive indicator of functional strain. This paper aimed to study the ratio of sex hormones in the blood serum of pulp and paper industry workers in Arkhangelsk and men of the control group, as well as its changes with age and length of service. The sample consisted of practically healthy men aged 22–50 years with a body mass index of 19–25 and without earlier history of endocrine pathology. The results of the tests showed that workers had a higher testosterone/oestradiol ratio compared to the control, the highest values being identified in the workers aged between 22 and 35 years compared to their peers from the control group. It is demonstrated that the testosterone/oestradiol ratio decreases with age and length of service.

Keywords: *sex hormones, testosterone, oestradiol, pulp and paper production, length of service, European North of Russia.*

Поступила 12.04.2017
Received 12 April 2017

Corresponding author: Viktoriya Popkova, *address:* prosp. Lomonosova 249, Arkhangelsk, Russian Federation;
e-mail: victoria-popcova@yandex.ru

For citation: Popkova V.A. The Ratio of Sex Hormones in Male Pulp and Paper Mill Workers in Arkhangelsk, Depending on Their Age and Length of Service. *Journal of Medical and Biological Research*, 2018, vol. 6, no. 3, pp. 262–269. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.262