

УДК [612.616.31+612.398.132]:577.175(985)(045)

*Е.В. Типисова<sup>1</sup>, И.Н. Горенко<sup>1</sup>, В.А. Попкова<sup>1</sup>, А.И. Попов<sup>2</sup>, С.В. Андронов<sup>2</sup>***СООТНОШЕНИЕ ДОФАМИНА, ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ,  
АНТИСПЕРМАЛЬНЫХ АНТИТЕЛ, СЕКС-СТЕРОИД-СВЯЗЫВАЮЩЕГО  
ГЛОБУЛИНА, cAMP У КОРЕННОГО И МЕСТНОГО МУЖСКОГО  
НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ**<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лавёрова  
Российской академии наук, г. Архангельск, Российская Федерация;<sup>2</sup>Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа  
«Научный центр изучения Арктики», г. Салехард, Российская Федерация*E.V. Tipisova<sup>1</sup>, I.N. Gorenko<sup>1</sup>, V.A. Popkova<sup>1</sup>, A.I. Popov<sup>2</sup>, S.V. Andronov<sup>2</sup>***THE CORRELATION OF DOPAMINE, SEX HORMONES,  
ANTISPERM ANTIBODIES, SEX HORMONE BINDING GLOBULINE,  
cAMP IN ABORIGINAL AND LOCAL MALE POPULATION  
OF THE ARCTIC ZONE OF THE RF**<sup>1</sup>Federal Center for Integrated Arctic Research, Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russian Federation<sup>2</sup>Arctic Research Center of the YaNAO - State institution Arctic Research Center  
of the Yamal-Nenets autonomous district, Salekhard, Russian Federation

**Резюме. Цель работы** — изучить модулирующее влияние уровня дофамина в крови на содержание гормонов системы гипофиз-гонады, антиспермальных антител и секс-стероид-связывающего бета-глобулина у различных групп населения Арктики.

Обследовано 122 практически здоровых мужчины 22–50 лет, проживающих на территориях Арктической зоны РФ: местное европеоидное население, постоянно проживающее на Севере и аборигенное население (кочующее и оседлое). Методами иммуноферментного и радиоизотопного анализов определяли уровни показателей системы гипофиз-гонады в сыворотке и плазме крови. Статистическую обработку результатов проводили непараметрическими методами.

Максимальное содержание дофамина (0,626 нмоль/л) и большая частота выявления его высоких концентраций (42,8%) у оседлого аборигенного населения сочетаются со снижением уровня пролактина и регистрацией большого процента лиц с низким содержанием тестостерона (25,8%), чаще встречается дисбаланс в содержании ЛГ при снижении предшественников стероидных гормонов — прогестерона и дегидроэпиандростерон-сульфата (11,7%), cAMP (27,3%) и повышении уровня секс-стероидсвязывающего глобулина (21,7%) и антиспермальных антител по сравнению с другими группами обследованных. Снижение уровня дофамина (0,472 нмоль/л,  $p=0,03$ ) и частоты выявления высоких его концентраций (25%) у кочующего населения сочетается с регистрацией высоких уровней пролактина (25%), ЛГ (17,5%), прогестерона (28,9%), дегидроэпиандростерон-сульфата (10%), тестостеро-

**Abstract:** The aim of the study was to study the modulating effect of dopamine levels in the blood on the hormone content of the pituitary-gonadal system, antisperm antibodies and sex-hormone-binding beta-globulin in various populations of the Arctic.

The study involved 122 apparently healthy men aged 22–50 years living on the territories of the Arctic zone of the Russian Federation: the local Caucasoid population permanently residing in the North and the aboriginal population (nomadic and settled). Serum and plasma levels of parameters of the pituitary-gonadal system were determined by methods of enzyme immunoassay and radioisotope analysis. The statistical processing of the data was carried out by nonparametric methods.

The maximum content of dopamine (0.626 nmol/L) and the high frequency of detection of its high concentrations (42.8%) in the settled aboriginal population are combined with a decrease in the level of prolactin and the registration of a large percentage of people with low testosterone level (25.8%), more often, an imbalance in the LH content occurs with a decrease in the progenitor hormone progesterone and dehydroepiandrosterone sulfate (11.7%), cAMP (27.3%) and an increase in sex steroid binding globulin (21.7%) and antisperm antibodies compared with the other groups of subjects. The decrease in the level of dopamine (0.472 nmol/L,  $p=0.03$ ) and the frequency of detection of its high concentrations (25%) in the nomadic population is combined with the registration of high prolactin levels (25%), LH (17.5%), progesterone (28.9%), dehydroepiandrosterone sulfate (10%), testosterone (34.2%). However, high concentrations of dopamine in the nomadic population are also associated

на (34,2%). Однако, высокие концентрации дофамина у кочующего населения ассоциированы также с более высоким содержанием секс-стероидсвязывающего глобулина (13,5%) и антиспермальных антител, а также с регистрацией низких значений тестостерона у 13,5% обследованных. Срединные значения дофамина (0,356 нмоль/л,  $p=0,07$ ) и выявление минимального процента лиц с его высокими уровнями (8,3%) у европеоидного населения сопровождалось наличием лиц с высокими уровнями пролактина (17,1%), ЛГ (11,1%), прогестерона (45,2%) при отсутствии значительного дисбаланса уровней тестостерона, дегидроэпиандростерон-сульфата, секс-связывающего глобулина и снижении уровня антиспермальных антител.

**Ключевые слова:** дофамин, половые гормоны, антиспермальные антитела, секс-связывающий глобулин, цАМФ, аборигены, Арктика

with a higher content of sex hormone binding globulin (13.5%) and antisperm antibodies, as well as the registration of low testosterone values in 13.5% of the examined. The median values of dopamine (0.356 nmol / L,  $p=0.07$ ) and the detection of a minimal percentage of individuals with high its levels (8.3%) in the Caucasoid population were accompanied by persons with high prolactin levels (17.1%), LH (11.1%), progesterone (45.2%) in the absence of a significant imbalance in testosterone, dehydroepiandrosterone sulfate, sex hormone binding globulin levels and a decrease in the level of antisperm antibodies.

**Keywords:** dopamine, sex hormones, antisperm antibodies, sex hormone binding globuline, cAMP, aborigines, Arctic

Конфликт интересов отсутствует.

There is no conflict of interest.

Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Типисова Елена Васильевна  
tipisova@rambler.ru

Contact information of the author responsible for correspondence:

Elena V. Tipisova  
tipisova@rambler.ru

Дата поступления 09.04.2018

Received 09.04.2018

Образец цитирования:

Типисова Е.В., Горенко И.Н., Попкова В.А., Попов А.И., Андронов С.В. Соотношение дофамина, половых гормонов, антиспермальных антител, секс-стероид-связывающего глобулина, цАМФ у коренного и местного мужского населения Арктической зоны РФ. Вестник уральской медицинской академической науки. 2018, Том 15, №2, с. 218–228, DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-218-228

For citation:

Tipisova E.V., Gorenko I.N., Popkova V.A., Popov A.I., Andronov S.V. The correlation of dopamine, sex hormones, antisperm antibodies, sex hormone binding globuline, cAMP in aboriginal and local male population of the Arctic zone of the RF. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki. = Journal of Ural Medical Academic Science. 2018, Vol. 15, no. 2, pp. 218–228. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-218-228 (In Russ)

Репродуктивное здоровье населения России является крайне важным показателем качества жизни и в значительной степени способствует увеличению численности населения, что является одной из приоритетных задач развития Российской Федерации. Территории Арктической зоны РФ в настоящее время подвергаются углубленному изучению в связи с утвержденной президентом РФ стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности. В то же время, проблема малочисленных народов в России не утратила своей значимости, особенно в связи с переходом кочующих аборигенов на оседлый образ жизни, ввиду чего изучение репродуктивного здоровья у коренных и местных жителей Арктики имеет особую значимость.

Одним из регуляторов работы системы гипофиз-

гонады выступает дофаминергическая система. Известно о колебаниях уровня дофамина в плазме крови в зависимости от различных факторов. Так, его концентрация увеличивается в связи с процессами, усиливающими тонус симпатической нервной системы, такими как эмоциональные и физические стрессы, гипогликемия, холодовой стресс [1].

Дофамин участвует в регуляции секреции ЛГ в качестве модулятора высвобождения ГнРГ, хотя данные противоречат друг другу, и сообщалось об обоих ингибирующих и возбуждающих действиях дофамина [2, 3]. Исследования на крысах *in vitro* подтверждают стимулирующий эффект низких доз дофамина, а при более высоких концентрациях дофамин способствовал снижению ГнРГ [4]. Известно также, что дофамин стимулирует  $\beta$ 2-адренорецепторы, локализованные

на клетках Лейдига, используя цАМФ в качестве вторичного посредника, и тем самым запускает процесс стероидогенеза [5, 6]. В то же время, введение крысам агонистов дофамина с пищей приводит к снижению числа рецепторов к ЛГ и производства тестостерона [7]. Катехоламины увеличивают количество внутриклеточных рецепторов к эстрогену и прогестерону. Рецепторы к прогестерону и эстрогену могут быть активированы дофамином в культивированных клетках, дофамин не имеет сродства к стероидным рецепторам, поэтому может воздействовать путём изменения фосфорилирования самого рецептора или транскрипционного кофермента [8].

Превращение андрогенов в эстрогены под действием фермента ароматазы является ключевым механизмом, посредством которого тестостерон регулирует многие физиологические и поведенческие процессы [9]. Дофамин способен регулировать уровень ароматазы напрямую связываясь с рецепторами типа D1 стимулируя систему вторичных мессенджеров (например, цАМФ), регулируя таким образом транскрипцию ароматазы [10, 11], также дофамин препятствует Ca<sup>2+</sup>-зависимому фосфорилированию ароматазы, приводящему к инактивации данного фермента [12]. Дофамин также способен поддерживать активность ароматазы опосредованно, через изменение активности гормонов гипофиза, ингибируя секрецию пролактина, ингибитора ароматазы [13].

В ранних наших работах мы рассматривали соотношение уровней дофамина с гормонами системы гипофиз-гонады в зависимости от территории проживания, где было показано, что для мужчин Заполярья по сравнению с мужчинами г. Архангельска при более низком уровне дофамина характерно более высокое содержание свободного тестостерона и секссвязывающего глобулина и более низкое содержание антиспермальных антител и эстрадиола [14]. Также нами было показано, что высокая концентрация дофамина у мужчин Архангельска положительно коррелировала с уровнем антиспермальных антител, также были зарегистрированы отрицательные корреляционные связи между уровнем дофамина и свободными фракциями тестостерона и положительные связи с уровнем эстрадиола в крови [15], что может свидетельствовать о его влиянии на ароматизацию тестостерона. Изучался в наших работах также дозозависимый эффект дофамина на систему гипофиз-гонады. Нами было показано, что аномально высокие уровни дофамина сопряжены с более низкими уровнями секссвязывающего глобулина и с более высоким содержанием антиспермальных антител и эстрадиола [16].

В связи с имеющимися данными о влиянии дофамина на систему гипофиз-гонады, а также о наличии сведений, в основном, в экспериментальных *in vitro* и клинических исследованиях, изучение данной про-

блемы у практически здоровых жителей Арктики среди различных групп населения (местные, кочующие и оседлые аборигены) является актуальным в свете сохранения репродуктивного потенциала жителей Арктических территорий.

**Цель работы:** изучить модулирующее влияние уровня дофамина в крови на содержание гормонов системы гипофиз-гонады, антиспермальных антител и секс-связывающего бета-глобулина у различных групп населения Арктики.

#### Материалы и методы

В данном исследовании использовался экспедиционный материал, привезённый из п. Нельмин Нос, НАО (67,58° с.ш., 2009 г.), п. Пинега (64,42° с.ш., 2010 г.), МО Совпольское (65,17° с.ш., 2012 г.) и МО «Соянское» Мезенского района Архангельской области (65,46° с.ш., 2013 г.), с. Се-Яха Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа (70,10° с.ш., 2015 г.), п. Гыда Тазовского района Ямало-Ненецкого автономного округа (70,53° с.ш., 2016 г.), п. Тазовский Тазовского района Ямало-Ненецкого автономного округа (67,27° с.ш., 2016 г.). Все экспедиции были проведены в один и тот же фотопериод года (период увеличения продолжительности светового дня) для исключения влияния фактора фотопериодичности.

Всего обследовано 122 мужчины в возрасте от 22 до 50 лет, постоянно проживающих на Севере, с учетом группы населения (кочующее аборигенное население — КА, местное европеоидное население — МН, оседлое аборигенное население — ОА). Все исследования проводились с согласия волонтеров и в соответствии с требованиями Хельсинкской Декларации Всемирной Медицинской Ассоциации об этических принципах проведения медицинских исследований (2000 г.). В ходе обследования, которое проводилось в утренние часы (с 8:00 до 10:00 часов), осуществляли анкетирование, физикальный осмотр врачом, на основании заключения которого делался вывод о состоянии здоровья испытуемых, забор крови из локтевой вены натощак. Кровь центрифугировали в течение 15–20 минут при 1500 об/мин. Собранную сыворотку хранили при –20°С до определения в ней гормонов.

Из обследования исключались лица, состоявшие на диспансерном учете у эндокринолога, имевшие в анамнезе заболевания сердечно-сосудистой системы, низкий (<17 кг/м<sup>2</sup>) или высокий индекс массы тела (>25 кг/м<sup>2</sup>), отклонения при оценке состояния тестикул, злоупотреблявшие алкоголем, недавно перенёсшие респираторные заболевания и стрессовые нагрузки.

Методом иммуноферментного анализа на автоматическом планшетном анализаторе (ELISYS Uno, Human GmbH, Германия) в сыворотке крови определяли

уровни лютеинизирующего (ЛГ) и фолликулостимулирующего (ФСГ) гормонов, пролактина, прогестерона, секс-стероид-связывающего  $\beta$ -глобулина (СССГ) с помощью наборов фирмы ООО «Хема-Медика» (Россия); тестостерона и дегидроэпиандростеронсульфата (ДГЭА-С) — ГК «АлкорБио» (Россия); свободного тестостерона, антиспермальных антител (АСАТ) — «DRG, Biomed» (Германия). В плазме крови определяли уровни дофамина наборами фирмы «Labor Diagnostika Nord» (Германия). Методом радиоиммунного анализа на установке «Ариан» (ООО «ВИТАКО», Москва), автор-разработчик А.С. Кауфман) определены уровни эстрадиола и циклического аденозин-3,5-монофосфата (цАМФ) наборами фирмы Immunotech (Чехия). За норму принимались предлагаемые нормативы для соответствующих тест-наборов.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ «Statistica 10.0». В связи с тем, что была выявлена частичная асимметрия рядов распределения, были использованы методы непараметрической статистики. В процессе обработки данных выполнено: 1) проверка нормальности распределения количественных признаков с использованием критерия Шапиро-Уилка; 2) оценка медиан, процентильных интервалов изучаемых признаков в группах; 3) сравнение групп с использованием U-критерия Манна-Уитни; 4) исследование связей признаков с применением рангового коэффициента корреляции Спирмена. Пороговое значение уровня значимости принято равным 0,05, тенденцией считали значения более 0,05, но менее 0,1. Вычислены медианы и проценти́ли интервалом 10–90%, с целью исключить более редкие и выпадающие из общей массы значения концентраций гормонов.

Для определения модулирующего влияния дофамина на синтез и секрецию гормонов системы гипофиз-гонады проводился множественный регрессионный анализ, где дофамин выступал в качестве предиктора, а в роли зависимых величин принимались концентрации гормонов системы гипофиз-гонады. Известно, что множественная линейная регрессия относится к методам параметрической статистики. В связи с тем, что в большинстве случаев распределение значений в выборках не подчинялось закону распределения Гаусса, а асимметрия значений была в сторону положительных величин, решено было изменять такие ряды значений: данным в выборке присваивали значения соответствующих натуральных логарифмов (Ln) [17]. Учитывали уравнения регрессии, в которых статистически значимыми были: всё уравнение (F-критерий  $<0,05$ ), коэффициент детерминации  $R^2$  и коэффициент уравнения регрессии «В». Определяли значение критерия Дарбина-Уотсона (DW). Для подтверждения адекватности регрессионной модели гистограмма остатков должна была иметь нормальное распределение [18].

Уравнение регрессии имеет вид:

$$y=a + b*x (1)$$

где  $b$  — угловой коэффициент уравнения регрессии (показатель наклона линии линейной регрессии),  $a$  — свободный член уравнения,  $y$  — зависимая переменная,  $x$  — независимая переменная (уровень гормона в крови).

### Результаты

Анализируя уровни дофамина в периферической крови у различных групп населения Арктики, было показано, что диапазон его колебаний расширен в сторону высоких значений, что особенно выражено для групп коренного населения, где частота выявления его высоких значений составила 25% среди кочующего и 42,8% среди оседлого аборигенного населения (табл.). У местного европеоидного населения частота выявления высоких значений дофамина значительно меньше и составляет 8,3% ( $p=0,04$ ).

Кроме того, у оседлого аборигенного населения регистрировали более высокое содержание дофамина (0,626 нмоль/л) относительно группы кочующих оленеводов (0,472 нмоль/л,  $p=0,03$ ) и местного населения (0,356 нмоль/л,  $p=0,007$ ). Учитывая разницу в содержании дофамина среди различных групп населения и роль дофамина в регуляции активности системы гипофиз-гонады, представляло интерес изучение содержания как периферических, так и гипофизарных гормонов системы гипофиз-гонады у различных групп населения Арктики.

Рассматривая изменения уровней периферических гормонов системы гипофиз-гонады у различных групп населения Арктики было показано, что пределы колебаний значений 10–90 процентилей тестостерона у мужчин-кочующих аборигенов расширены и выходят за обе границы нормы (у 34,2% — выше ( $p<0,001$  по сравнению с другими группами обследованных), 13,5% — ниже нормы). У оседлого аборигенного населения пределы колебаний тестостерона также расширены, однако регистрируется 25,8% его значений ниже нормативных уровней ( $p<0,001$  по сравнению с местным населением) при 3,2% высоких значений. У местного европеоидного населения данный диапазон смещен к нижней границе нормы с долей низких значений — 4,3% и высоких значений — 3,3%. Следовательно, у местного населения показан меньший диссонанс в содержании тестостерона по сравнению с аборигенным населением, среди которого у кочующего населения преобладают его высокие концентрации, а у оседлого аборигенного населения — низкие. В более ранних работах [19] нами также было показано более высокое содержание тестостерона у кочующих аборигенов. Расширение пределов колебаний

гормонов у аборигенного населения свидетельствует о большей адаптационной способности организма в неблагоприятных условиях среды. В то же время, низкие значения тестостерона, регистрируемые в большей степени у оседлого аборигенного населения, свидетельствуют о срыве адаптационных механизмов и развитии в популяции неблагоприятных тенденций снижения репродуктивной функции у лиц, сменивших свой традиционный уклад жизни. Относительно свободных фракций тестостерона также большой диссонанс отмечается среди коренного населения с выявлением 16,6% низких его значений у кочующего

населения, 14,2% — у оседлого аборигенного населения и 7,5% — у местного русского населения. Диапазон колебаний концентраций эстрадиола в сыворотке крови расширен в сторону высоких значений, особенно у аборигенного населения, при этом проценты отклонений от нормы составили 7,8; 15,2 и 16,1%, соответственно КА, МН, ОА. Повышение уровней эстрадиола у всех обследованных групп может быть следствием ароматизации тестостерона в эстрадиол под действием дофамина, т.к. дофамин усиливает активность ароматазы, а также действует на нее путем ингибции пролактина [20, 21].

Таблица 1  
Уровни дофамина, гормонов системы гипофиз-гонады, СССГ, антиспермальных антител, цАМФ в крови у мужчин 22–50 лет с учетом группы населения

Table 1  
Levels of dopamine, hormones of the pituitary-gonadal system, SSSG, antisperm antibodies, cAMP in the blood of men aged 22–50 years, taking into account the population groups

Показатель, ед. измерения / Index, units	Мужчины			p-уровень / p-level
	Кочующие аборигены / nomadic aborigines	Местное европеоидное население / Local Caucasoid population	Оседлое аборигенное население / settled aborigines	
	Me (10–90%)	Me (10–90%)	Me (10–90%)	
	1	2	3	
N	40	47	35	
Дофамин / dopamine, <0,653 нмоль/л	0,472 (0,000; 0,844)	0,356 (0,000; 0,731)	0,626 (0,322; 0,882)	$p_{1-3}=0,03$ $p_{2-3}=0,007$
Тестостерон / testosterone, 12,1–38,3 нмоль/л	22,64 (2,49; 38,80)	18,06 (11,99; 27,64)	20,58 (1,98; 35,28)	$p>0,1$
Свободный тестостерон / free testosterone, 4,5–42,0 пг/мл	13,88 (1,09; 19,60)	13,12 (6,12; 28,14)	13,09 (0,88; 33,70)	$p>0,1$
Эстрадиол / estradiol, 0,03–0,26 нмоль/л	0,155 (0,100; 0,300)	0,170 (0,095; 0,235)	0,200 (0,100; 0,300)	$p>0,1$
СССГ / SHBG, 15–100 нмоль/л	52,40 (28,19; 117,70)	47,00 (19,80; 79,85)	51,30 (14,30; 146,54)	$p>0,1$
ЛГ / LH, 1,5–9,0 МЕ/л	5,02 (2,40; 10,10)	4,48 (2,20; 7,31)	3,46 (1,04; 12,26)	$p>0,1$
ФСГ / FSH, 0,8–25,0 МЕ/л	5,93 (3,81; 10,85)	7,36 (3,40; 9,90)	4,68 (2,91; 46,04)	$p>0,1$
Пролактин / Prolactin, 2,9–26,9 нг/мл	13,10 (5,24; 42,00)	11,80 (5,76; 32,27)	6,16 (4,01; 15,50)	$p_{1-3}<0,001$ $p_{2-3}<0,001$
Прогестерон / Progesterone, 0–4,0 нмоль/л	2,33 (1,20; 6,09)	4,41 (0,90; 8,80)	3,30 (0,40; 6,52)	$p_{2-3}=0,06$
ДГЭА-С / DHEA-S, 2,7–11,3 мкмоль/л	6,04 (3,17; 11,37)	6,27 (4,43; 7,80)	5,87 (2,00; 10,43)	$p>0,1$
цАМФ / cAMP, 17–36 нмоль/л	23,45 (12,78; 30,91)	19,98 (9,39; 27,15)	20,23 (12,10; 30,51)	$p>0,1$
АСАТ / ASA, 0–60 МЕ/л	36,83 (16,18; 46,45)	21,69 (11,61; 42,95)	29,96 (21,62; 38,40)	$p_{1-2}=0,011$ $p_{2-3}=0,06$

Пределы колебаний значений глобулина, связывающего половые гормоны, у аборигенного населения расширены в сторону больших значений с регистрацией 13,5% показателей, выходящих за верхнюю границу нормы у кочующего населения и 21,7% — у оседлых аборигенов при наличии 8,6% значений ниже нормы. Секс-связывающий глобулин является белком-переносчиком стероидных половых гормонов и отрицательно связан со свободными фракциями тестостерона и положительно — с общими фрак-

циями (Рис. 1), что сочетается с расширением пределов колебаний общих и свободных фракций тестостерона у коренного населения. Снижение уровней секс-связывающего глобулина у части обследованного оседлого аборигенного населения также может являться фактором риска снижения транспорта стероидных половых гормонов к клеткам. У местного европеоидного населения его уровни не выходят за границы нормативов.

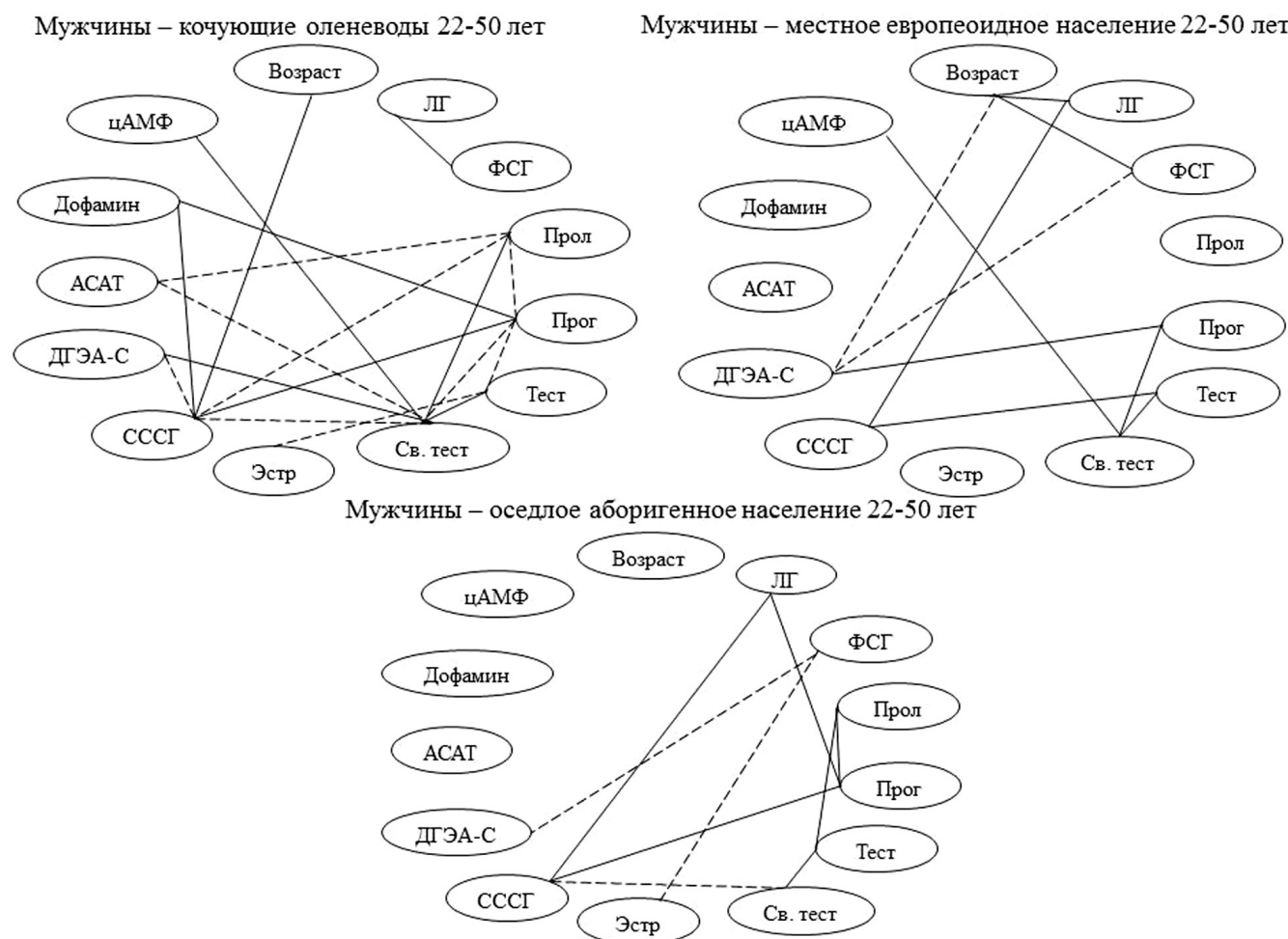


Рис. 1. Корреляционные взаимосвязи между уровнями гормонов системы гипофиз-гонады, секс-стероид-связывающего глобулина, антиспермальных антител, дофамина, циклического аденозинмонофосфата у мужчин Арктической зоны Российской Федерации с учетом группы населения

Примечания: непрерывной линией обозначена прямая корреляционная связь ( $0,32 < r < 0,92$ ); пунктирной линией обозначена обратная корреляционная связь ( $-0,6 < r < -0,3$ )

Fig. 1. Correlation between the hormone levels of the pituitary-gonadal system, sex-steroid-binding globulin, antisperm antibodies, dopamine, cyclic adenosine monophosphate in men from the Arctic zone of the Russian Federation, taking into account the population group

Notes: a continuous line indicates a direct correlation ( $0.32 < r < 0.92$ ); the dotted line denotes the inverse correlation ( $-0.6 < r < -0.3$ )

Рассматривая изменения уровней гипофизарных гормонов, было показано, что пределы колебаний концентраций ЛГ в группах аборигенного населения смещены в сторону верхних границ нормы и выходят за них у 17,5% кочующих оленеводов и 11,4% оседлых аборигенов. Характерно тому, что у оседлых аборигенов регистрируется четверть низких значений тестостерона, у них показано также наличие как высоких (11,4%), так и низких (20,5%) значений ЛГ, что свидетельствует как о наличии обратных связей в системе гипофиз-гонады, так и о снижении гипофизарной регуляции системы. У местного европейского населения процент лиц с высокими значениями ЛГ составляет 11,1%. Пределы колебаний уровня ФСГ у мужчин расположены у нижней границы нор-

мы, за исключением оседлых аборигенов, у которых данный интервал расширен в сторону высоких значений с долей превышающих норму значений у 14,3% лиц. Повышение уровней ФСГ у части оседлого аборигенного населения может являться компенсаторной реакцией в ответ на снижение сперматогенной активности [22]. Пределы колебаний значений пролактина расширены в сторону высоких значений и составляют 25% и 17,1% и 11,4%, соответственно, КА, МН, ОА. Однако, в группе оседлых аборигенов концентрация пролактина (6,16 нг/мл) снижена по сравнению с его уровнем у кочующих оленеводов (13,1 нг/мл,  $p=0,0001$ ), что было нами показано ранее [19] и европейского населения (11,8 нг/мл,  $p=0,0012$ ).

Относительно предшественников стероидных гор-

монов показано, что пределы колебаний прогестерона у обследуемых лиц расширены в сторону высоких значений. Доля показателей, превышающих норму, составила 31,5%, 47,6%, 39,3%, соответственно, для КА, МН, ОА. У оседлого аборигенного населения значения прогестерона несколько ниже (3,30 нмоль/л) относительно местного населения (4,41 нмоль/л,  $p=0,06$ ), вероятно, и резервы синтеза стероидных половых гормонов более низкие. То же можно сказать и о содержании другого предшественника стероидных гормонов — дегидроэпиандростерон-сульфата. Диапазоны колебаний его значений расширены в группе мужчин-аборигенов, однако у кочующих оленеводов регистрируется 10% значений, превышающих норму, а у оседлых аборигенов — 11,7% показателей ниже нормативов, что показывает на различный резерв синтеза стероидных гормонов.

Пределы колебаний значений циклического АМФ в плазме крови смещены в сторону низких уровней, доля низких значений у кочующих оленеводов составляет 18,8%, у местных — 17,9%, у оседлых — 27,3%. Содержание цАМФ отражает процессы активации синтеза в клетке, обусловленные стимуляцией или ингибированием рецепторов белковыми гормонами [23]. Можно полагать, что у оседлого аборигенного населения эти процессы замедлены по сравнению с другими группами обследованных.

Уровень антиспермальных антител в сыворотке крови находится в пределах нормативных показателей, однако их содержание у кочующих (36,83 МЕ/мл,  $p=0,011$ ) и оседлых аборигенов (29,96 МЕ/л,  $p=0,06$ ) выше относительно его содержания у местных мужчин (21,69 МЕ/л). Антиспермальные антитела определяются как иммуноглобулины с активностью антител против антигена спермы. Эти антитела связываются с белками (антигенами), расположенными на голове, хвосте или средней части сперматозоида, снижая их активность [24]. Наличие дофаминовых рецепторов на поверхности иммунных клеток (Т- и В-лимфоцитов, нейтрофилов, эозинофилов и моноцитов) предполагает, что дофамин играет физиологическую роль в регуляции иммунного ответа [25] и, соответственно, более высокие его уровни у аборигенного населения сочетаются с более высоким содержанием антиспермальных антител.

Сравнивая аборигенное население, ведущее кочевой или оседлый образ жизни, с местным европеоидным населением, были выявлены значимо более высокие уровни дофамина у оседлого аборигенного населения, что соотносится с более низкими значениями пролактина. Дофамин модулирует секрецию пролактина, действуя на D<sub>2</sub> рецепторы лактотрофов аденогипофиза, ингибируя аденилатциклазу и снижая уровень клеточного цАМФ, что, в свою очередь, подавляет синтез пролактина [26]. Пролактин выступает

как регулятор функции системы гипофиз-гонады, участвуя в активации рецепторной чувствительности гонад к ЛГ гипофиза, усиливая тем самым процесс стероидогенеза [21]. На рисунке представлены положительные корреляционные связи между содержанием пролактина, прогестерона, тестостерона, свободного тестостерона у оседлого аборигенного населения. Более низкое содержание пролактина, обусловленное ингибированием дофамином, могло стать одной из причин снижения уровней прогестерона, общих фракций тестостерона, цАМФ у оседлого аборигенного населения. Кроме того, высокие концентрации дофамина могут ингибировать ГнРГ, что приводит к снижению уровней ЛГ и, соответственно, дальнейшему снижению гормонпродуцирующей функции гонад.

Более низкое содержание дофамина в крови у кочующего населения по сравнению с оседлым аборигенным населением сочетается с более высоким уровнем пролактина, ЛГ, и, соответственно, содержанием тестостерона, цАМФ и предшественника тестостерона — дегидроэпиандростерон-сульфата. Это подтверждает мнение некоторых авторов о том, что пролактин у мужчин может оказывать стимулирующее влияние на функцию клеток Лейдига, повышая тем самым секрецию тестостерона [27]. Данное утверждение подтверждает также положительная связь между уровнями пролактина и свободного тестостерона. Данный факт подтверждается также наличием положительной корреляционной взаимосвязи между уровнями дофамина и прогестерона и следующее, полученное нами в соответствии с формулой (1), уравнение регрессии:

$$\text{Прогестерон}_{Ln} = 1,67 + 0,41 * \text{Дофамин}_{Ln} \\ (R^2 = 0,31; p = 0,009; DW = 2,26).$$

Наличие положительной корреляционной взаимосвязи между уровнями дофамина и прогестерона может указывать на активацию дофамином стероидогенеза. Однако, наличие большого процента лиц с высоким содержанием дофамина обуславливает выраженный дисбаланс в содержании общих и свободных фракций тестостерона с наличием низких их значений. У кочующих аборигенов также показаны положительные корреляционные взаимосвязи дофамина с уровнями СССГ, эффект дофамина на уровни СССГ подтверждают полученное, в соответствии с формулой (1), уравнение регрессии, где предиктором выступал дофамин, а зависимой переменной — СССГ:

$$\text{СССГ}_{Ln} = 4,62 + 0,72 * \text{Дофамин}_{Ln} \\ (R^2 = 0,27; p = 0,002; DW = 2,2)$$

У европеоидных мужчин минимальное выявление высоких уровней дофамина сочетается с высокими уровнями пролактина, ЛГ, прогестерона и минималь-

ными отклонениями от нормы содержания общих и свободных фракций тестостерона, антиспермальных антител и секс-стероид-связывающего глобулина.

Таким образом, максимальные медианные значения дофамина, приближенные к верхней границе нормы, и большая частота выявления высоких концентраций дофамина у оседлого аборигенного населения приводят к тому, что у данной группы населения ниже уровень пролактина при регистрации большого процента лиц с низким содержанием тестостерона, чаще встречается дисбаланс в содержании ЛГ при снижении предшественников стероидных гормонов — прогестерона и дегидроэпиандростерон-сульфата, цАМФ и повышении уровня секс-связывающего глобулина и антиспермальных антител. Снижение уровня и частоты выявления высоких концентраций дофамина у кочующего населения приводит к нали-

чию стимулирующего эффекта дофамина на стероидогенез при регистрации большой частоты выявления высоких уровней пролактина, ЛГ, прогестерона, дегидроэпиандростерон-сульфата, тестостерона. Однако высокие концентрации дофамина ассоциированы с более высоким содержанием секс-связывающего глобулина и антиспермальных антител, а также регистрацией низких значений тестостерона у части обследованных. Срединные значения дофамина и выявление минимального процента лиц с его высокими уровнями у европеоидного населения сопровождалось наличием лиц с высокими уровнями пролактина, ЛГ, прогестерона при отсутствии значительного дисбаланса уровней тестостерона, дегидроэпиандростерон-сульфата, секс-связывающего глобулина и снижении уровня антиспермальных антител.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Hata T., Itoh E., Kamanaka Y., Kawabata A., Honda S. Plasma catecholamine levels in SART-stressed rats and effects of drugs on stress-induced alteration in plasma and brain catecholamine levels. *J. Auton. Pharmacol.* 1991; 11(1): 15-25.
2. Sarkar D.K., Fink G. Gonadotropin-releasing hormone surge: possible modulation through postsynaptic  $\alpha$ -adrenoreceptors and two pharmacologically distinct dopamine receptors. *Endocrinology.* 1981; 108(3): 862-7. DOI: 10.1210/endo-108-3-862.
3. Ворохобина Н.В., Сильницкий П.А., Иванов Н.В. Заболевания мужских половых желёз. В кн.: Эндокринология: руководство для врачей: в 2 т. СПб.: СпецЛит; 2011, Т. 2: 335-91.
4. MarcanodeCotte D., DeMenezes C.E.L., Bennett G.W., Edwardson J.A. Dopamine stimulates the degradation of gonadotropin releasing hormone by rat synaptosomes. *Nature.* 1980; 283: 487-9. DOI:10.1038/283487a0.
5. Mayerhofer A., Steger R.W., Gow G., Bartke A. Catecholamines stimulate testicular testosterone release of the immature golden hamster via interaction with alpha- and beta-adrenergic receptors. *Acta. Endocrinologica.* 1992; 127(6): 526-30.
6. Mayerhofer A., Bartke A., Began T. Catecholamines stimulate testicular steroidogenesis in vitro in the Siberian hamster, *Phodopus sungorus*. *Biol. Reprod.* 1993; 48(4) 883-8.
7. Dirami G., Cooke B.A. Effect of a dopamine agonist on luteinizing hormone receptors, cyclic AMP production and steroidogenesis in rat Leydig cells. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1998; 150(2): 393-401.
8. Mani S.K., Allen J.M., Clark J.H., Blaustein J.D., O'Malley B.W. Convergent pathways for steroid hormone- and neurotransmitter-induced rat sexual behavior. *Science.* 1994; 265(5176): 1246-9.
9. Калинин С.Ю. Возрастные изменения состоя-

#### REFERENCES

1. Hata T., Itoh E., Kamanaka Y., Kawabata A., Honda S. Plasma catecholamine levels in SART-stressed rats and effects of drugs on stress-induced alteration in plasma and brain catecholamine levels. *J. Auton. Pharmacol.* 1991; 11(1): 15-25.
2. Sarkar D.K., Fink G. Gonadotropin-releasing hormone surge: possible modulation through postsynaptic  $\alpha$ -adrenoreceptors and two pharmacologically distinct dopamine receptors. *Endocrinology.* 1981; 108(3): 862-7. DOI: 10.1210/endo-108-3-862.
3. Vorokhobina N.V., Sil'nitskiy P.A., Ivanov N.V. Diseases of the male sex glands [Zabolevaniya muzhskikh polovykh zhelez]. In: *Endokrinologiya: rukovodstvo dlya vrachey*. SPb.: SpetsLit; 2011, T. 2: 335-91. (In Russian)
4. Marcano de Cotte D., De Menezes C.E.L., Bennett G.W., Edwardson J.A. Dopamine stimulates the degradation of gonadotropin releasing hormone by rat synaptosomes. *Nature.* 1980; 283: 487-9. DOI:10.1038/283487a0.
5. Mayerhofer A., Steger R.W., Gow G., Bartke A. Catecholamines stimulate testicular testosterone release of the immature golden hamster via interaction with alpha- and beta-adrenergic receptors. *Acta. Endocrinologica.* 1992; 127(6): 526-30.
6. Mayerhofer A., Bartke A., Began T. Catecholamines stimulate testicular steroidogenesis in vitro in the Siberian hamster, *Phodopus sungorus*. *Biol. Reprod.* 1993; 48(4) 883-8.
7. Dirami G., Cooke B.A. Effect of a dopamine agonist on luteinizing hormone receptors, cyclic AMP production and steroidogenesis in rat Leydig cells. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 1998; 150(2): 393-401.
8. Mani S.K., Allen J.M., Clark J.H., Blaustein J.D., O'Malley B.W. Convergent pathways for steroid hormone- and neurotransmitter-induced rat sexual behavior. *Science.* 1994; 265(5176): 1246-9.



- ния гипоталамо-гипофизарно-тестикулярной системы у мужчин старшей возрастной группы. Международный эндокринологический журнал. 2007; 4(10). Available at: [http://www.mif-ua.com/archive/article\\_print/2877](http://www.mif-ua.com/archive/article_print/2877)
10. Balthazart J., Ball G.F. New insights into the regulation and function of brain estrogen synthase (aromatase). Trends in Neurosciences. 1998; 21(6): 243-9.
11. Absil P., Baillien M., Ball G.F., Panzica G.C., Balthazart J. The control of preoptic aromatase activity by afferent inputs in Japanese quail. Brain. Res. Rev. 2001; 37(1-3): 38-58. DOI: 10.3389/fendo.2011.00034.
12. Balthazart J., Baillien M., Ball G.F. Interactions between kinases and phosphatases in the rapid control of brain aromatase. J. Neuroendocrinol. 2005; 17(9): 553-9. DOI: 10.1111/j.1365-2826.2005.01344.x.
13. Krasnow J.S., Hickey G.J., Richards J.S. Regulation of aromatase mRNA and estradiol biosynthesis in rat ovarian granulosa and luteal cells by prolactin. Mol. Endocrinol. 1990; 4(1): 13-21.
14. Горенко И.Н. Сравнительная характеристика состояния системы гипофиз-гонады и уровня дофамина у мужчин различных территорий европейского севера. Вестник САФУ. Серия мед.-биол. науки. 2013; 4: 12-20.
15. Горенко И.Н., Типисова Е.В. Возрастные изменения уровней гормонов системы гипофиз-гонады и дофамина у мужчин приполярных и заполярных территорий Европейского севера. Проблемы репродукции. 2014; 20(1): 68-73.
16. Горенко И.Н. Частота регистрации повышенных уровней дофамина и взаимосвязи с половыми гормонами у мужчин Европейского Севера. Вестник САФУ. Серия мед.-биол. науки. 2014; 2: 21-9.
17. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д., ред. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. Справочное издание. М.: Финансы и статистика; 1983.
18. Гржибовский А.М. Однофакторный линейный регрессионный анализ. Экология человека. 2008; 10: 55-64.
19. Типисова Е.В., Елфимова А.Э., Горенко И.Н. Гормональный профиль оседлого и кочующего населения Арктических территорий. В кн.: Материалы международной конференции «Конкурентный потенциал северных и арктических регионов». Архангельск; 2014: 99-103.
20. Gonzalez-Iglesias A.E., Murano T., Li S., Tomić M., Stojilkovic S.S. Dopamine inhibits basal prolactin release in pituitary lactotrophs through pertussis toxin-sensitive and -insensitive signaling pathways. Endocrinology. 2008; 149(4): 1470-9. DOI: 10.1210/en.2007-0980.
21. Gill-Sharma M.K. Prolactin and male fertility: the long and short feedback regulation. Int J Endocrinol. 2009. Available at: <https://www.hindawi.com/journals/>
9. Kalinchenko S.Yu. Age changes in the condition of the hypothalamic-pituitary-testicular system in men of the senior age group [Vozrastnye izmeneniya sostoyaniya gipotalamo-gipofizarno-testikulyarnoy sistemy u muzhchin starshey vozrastnoy gruppy] Int. J. Endocrinology [Mezhdunarodnyy endokrinologicheskiy zhurnal]. 2007; 4(10). Available at: [http://www.mif-ua.com/archive/article\\_print/2877](http://www.mif-ua.com/archive/article_print/2877) (accessed 4 March 2013). (In Russian)
10. Balthazart J., Ball G.F. New insights into the regulation and function of brain estrogen synthase (aromatase). Trends in Neurosciences. 1998; 21(6): 243-9.
11. Absil P., Baillien M., Ball G.F., Panzica G.C., Balthazart J. The control of preoptic aromatase activity by afferent inputs in Japanese quail. Brain. Res. Rev. 2001; 37(1-3): 38-58. DOI: 10.3389/fendo.2011.00034.
12. Balthazart J., Baillien M., Ball G.F. Interactions between kinases and phosphatases in the rapid control of brain aromatase. J. Neuroendocrinol. 2005; 17(9): 553-9. DOI: 10.1111/j.1365-2826.2005.01344.x.
13. Krasnow J.S., Hickey G.J., Richards J.S. Regulation of aromatase mRNA and estradiol biosynthesis in rat ovarian granulosa and luteal cells by prolactin. Mol. Endocrinol. 1990; 4(1): 13-21.
14. Gorenko I.N., Tipisova E.V. Comparative analysis of the state of the pituitary-gonadal axis and dopamine levels in men from subpolar and polar areas of the European North. Vestnik of Northern (Arctic) Federal University: Series of med.-biol. science = Vestnik SAFU. Seriya med.-biol. nauki. 2013; 4: 12-20. (In Russ)
15. Gorenko I.N., Tipisova E.V. The age-related changes of pituitary, gonadal hormones and dopamine levels in men from subpolar and polar areas of the European North. Russian Journal of Human Reproduction = Problemy reproduksii]. 2014; 20(1). 68-73. (In Russ)
16. Gorenko I.N. Frequency of elevated dopamine levels and its relationship with sex hormones in men from the European North. Vestnik of Northern (Arctic) Federal University: Series of med.-biol. science = Vestnik SAFU. Seriya med.-biol. nauki. 2014; 2: 21-9. (In Russ)
17. Ayvazyan S.A., Enyukov I.S., Meshalkin L.D., eds. Applied statistics: Basics of modeling and primary data processing. Reference edition. M.: Finansy i statistika, 1983. (In Russ)
18. Grjibovski A.M. Simple linear regression analysis. Human Ecology = Jekologija cheloveka. 2008; 10: 55-64. (In Russ)
19. Tipisova E.V., Elfimova A.E., Gorenko I.N. Hormonal profile of the settled and nomadic population of the Arctic Territories. In: Competitive potential of the northern and arctic regions: Proceedings of the international conference. Arhangel'sk, 2014; 99-103. (In Russ)
20. Gonzalez-Iglesias A.E., Murano T., Li S., Tomić M., Stojilkovic S.S. Dopamine inhibits basal prolactin release in pituitary lactotrophs through pertussis toxin-sensitive

- ije/2009/687259/ (accessed 15 February 2018). DOI: org/10.1155/2009/687259.
22. Молодовская И.Н., Типисова Е.В., Осадчук Л.В. Возрастные аспекты взаимосвязи гормонов систем гипофиз-щитовидная железа и гипофиз-гонады с показателями спермограммы у мужчин города Архангельска. Проблемы репродукции. 2012; 18(3): 72-7.
23. Farrell S.R., Howlett S.E. The age-related decrease in catecholamine sensitivity is mediated by beta(1)-adrenergic receptors linked to a decrease in adenylate cyclase activity in ventricular myocytes from male Fischer 344 rats. *Mech. Ageing Dev.* 2008; 129(12): 735-44. DOI: 10.1016/j.mad.2008.09.017.
24. Lu J.C., Huang Y.F., Lu N.Q. Antisperm immunity and infertility. *Expert. Rev. Clin. Immunol.* 2008; 4(1): 113-26. DOI: 10.1586/1744666X.4.1.113.
25. Pacheco R., Prado C.E., Barrientos M.J., Bernales S. Role of dopamine in the physiology of T-cells and dendritic cells. *J. Neuroimmunol.* 2009; 216(1-2): 8-19. DOI: 10.1016/j.jneuroim.2009.07.018.
26. McDonald W.M., Sibley D.R., Kilpatrick B.F., Caron M.G. Dopaminergic inhibition of adenylate cyclase correlates with high affinity binding to anterior pituitary D2-dopamine receptors. *Mol. Cell. Endocrinol.* 1984; 36(3): 201-9.
27. Rubin R.T., Poland R.E., Tower B.B. Prolactin-related testosterone secretion in normal adult men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1976; 42(1): 112-6. DOI: 10.1210/jcem-42-1-112.
- and -insensitive signaling pathways. *Endocrinology.* 2008; 149(4): 1470-9. DOI: 10.1210/en.2007-0980.
21. Gill-Sharma M.K. Prolactin and male fertility: the long and short feedback regulation. *Int J Endocrinol.* 2009. Available at: <https://www.hindawi.com/journals/ije/2009/687259/> (accessed 15 February 2018). DOI: org/10.1155/2009/687259.
22. Molodovskaja I.N., Tipisova E.V., Osadchuk L.V. Age-related aspects of the relationship between pituitary, thyroid and sex hormones and semen parameters in men from Arkhangelsk. *Russian Journal of Human Reproduction = Problemy reproduksii.* 2012; 18(3): 72-7. (In Russ)
23. Farrell S.R., Howlett S.E. The age-related decrease in catecholamine sensitivity is mediated by beta(1)-adrenergic receptors linked to a decrease in adenylate cyclase activity in ventricular myocytes from male Fischer 344 rats. *Mech. Ageing Dev.* 2008; 129(12): 735-44. DOI: 10.1016/j.mad.2008.09.017.
24. Lu J.C., Huang Y.F., Lu N.Q. Antisperm immunity and infertility. *Expert. Rev. Clin. Immunol.* 2008; 4(1): 113-26. DOI: 10.1586/1744666X.4.1.113.
25. Pacheco R., Prado C.E., Barrientos M.J., Bernales S. Role of dopamine in the physiology of T-cells and dendritic cells. *J. Neuroimmunol.* 2009; 216(1-2): 8-19. DOI: 10.1016/j.jneuroim.2009.07.018.
26. McDonald W.M., Sibley D.R., Kilpatrick B.F., Caron M.G. Dopaminergic inhibition of adenylate cyclase correlates with high affinity binding to anterior pituitary D2-dopamine receptors. *Mol. Cell. Endocrinol.* 1984; 36(3): 201-9.
27. Rubin R.T., Poland R.E., Tower B.B. Prolactin-related testosterone secretion in normal adult men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1976; 42(1): 112-6. DOI: 10.1210/jcem-42-1-112.

---

#### Авторы

Типисова Елена Васильевна  
 Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лавёрова Российской академии наук  
 Доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией эндокринологии имени проф. А.В. Ткачева  
 Российская Федерация, 163000, г. Архангельск, пр. Ломоносова, д. 249  
[tipisova@rambler.ru](mailto:tipisova@rambler.ru)

Горенко Ирина Николаевна  
 Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лавёрова Российской академии наук  
 Младший научный сотрудник лаборатории эндокринологии имени проф. А.В. Ткачева  
 Российская Федерация, 163000, г. Архангельск, пр. Ломоносова, д. 249

---

#### Authors

Elena V. Tipisova  
 Federal Center for Integrated Arctic Research, Russian Academy of Sciences  
 Dr. Sci.(Biology), Chief research scientist, Head of Laboratory of Endocrinology named after prof. A.V. Tkachev  
 Russian Federation, 163000, Arkhangelsk, Lomonosova Ave., 249  
[tipisova@rambler.ru](mailto:tipisova@rambler.ru)

Irina N. Gorenko  
 Federal Center for Integrated Arctic Research, Russian Academy of Sciences  
 Junior Researcher in lab. of endocrinology named after prof. A.V. Tkachev  
 Russian Federation, 163000, Arkhangelsk, Lomonosova Ave., 249  
[pushistiy-86@mail.ru](mailto:pushistiy-86@mail.ru)

pushistiy-86@mail.ru

Попкова Виктория Анатольевна

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лавёрова Российской академии наук

К.б.н., старший научный сотрудник лаборатории эндокринологии имени проф. А.В. Ткачева

Российская Федерация, 163000, г. Архангельск, пр. Ломоносова, д. 249

victoria-popcova@yandex.ru

Попов Андрей Иванович

Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа (ГКУ ЯНАО) «Научный центр изучения Арктики»

К.м.н., заведующий сектором медицинских исследований

Российская Федерация, 629008, г. Салехард, ул. Республики, д. 73

Anpopov2007@yandex.ru

Андронов Сергей Васильевич

Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа (ГКУ ЯНАО) «Научный центр изучения Арктики»

К.м.н., старший научный сотрудник сектора медицинских исследований

Российская Федерация, 629008, г. Салехард, ул. Республики, д. 73

sergius198010@mail.ru

Viktoriya A. Popkova

Federal Center for Integrated Arctic Research, Russian Academy of Sciences

Cand. Sci. (Biol.), Senior research assistant in lab. of endocrinology named after prof. A.V. Tkachev

Russian Federation, 163000, Arkhangelsk, Lomonosova Ave., 249

victoria-popcova@yandex.ru

Andrey I. Popov

State institution YNAO «Scientific center of Arctic research»

Cand. Sci.(Med.), Head of the medical research sector

Russian Federation, 629008, Salekhard, Respubliki str., 73

Anpopov2007@yandex.ru

Sergey V. Andronov

State institution YNAO «Scientific center of Arctic research»

Cand.Sci.(Med.), Senior research assistant of the medical research sector

Russian Federation, 629008, Salekhard, Respubliki str., 73

sergius198010@mail.ru