

АДАПТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПОЛОВЫМИ ГОРМОНАМИ И ДОФАМИНОМ У МУЖЧИН с. НЕСЬ (Ненецкий автономный округ)

И.Н. Горенко, К.Е. Киприянова*, Е.В. Типисова**

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

Холодовое воздействие в зимнее время года является постоянной частью жизни человека на арктических территориях. Формирование и развитие основных компонентов механизма общей адаптации осуществляется за счет функционального взаимодействия гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и симпатoadреналового комплекса (катехоламинов). В исследовании участвовали мужчины ($n = 51$) в возрасте 22–65 лет – жители с. Несь (Ненецкий автономный округ, $66^{\circ}39'$ с. ш.). Мужчины были разделены на три возрастные группы: 22–35, 36–45, 46–65 лет. Адаптационный потенциал рассчитывали по формуле Р.М. Баевского. В крови при помощи иммуноферментного метода определяли уровни дофамина, прогестерона, кортизола, дегидроэпиандростерон-сульфата, общего и свободного тестостерона. Для оценки симптомов возрастной андрогенной недостаточности использовали «Опросник симптомов старения мужчины» (AMS – Aging Males' Symptoms). Установлено, что адаптационный потенциал значительно увеличивается с возрастом: от 2,6 условных единиц в группе 22–35 лет до 3,17 и 3,08 условных единиц в группах 36–45 и 46–65 лет. Адаптационный потенциал отрицательно коррелирует с уровнями прогестерона ($r = -0,38$, $p = 0,006$), свободного тестостерона ($r = -0,28$, $p = 0,03$), дегидроэпиандростерон-сульфата ($r = -0,30$, $p = 0,03$) и кортизола ($r = -0,24$, $p = 0,07$), положительно – с данными опросника AMS ($r = 0,40$; $p = 0,003$). В то же время 45 % мужчин отметили симптомы андрогенодефицита от легкой до тяжелой степени, т. е. набрали более 27 баллов по шкале симптомов старения. Рост напряжения адаптационных механизмов системы кровообращения происходит при повышенном использовании катехоламинов, способствующих более экономному расходованию запасов энергии. Пониженный уровень прогестерона и повышенное содержание дофамина являются маркерами роста адаптационного потенциала. Напряжение адаптационного потенциала приводит к снижению уровней половых гормонов, а компенсаторным механизмом становится увеличение активности симпатoadреналовой системы.

Ключевые слова: адаптационный потенциал, дофамин, кортизол, половые гормоны, мужчины Европейского Севера России.

Ответственный за переписку: Горенко Ирина Николаевна, адрес: 163000, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249; e-mail: pushistiy-86@mail.ru

Для цитирования: Горенко И.Н., Киприянова К.Е., Типисова Е.В. Адаптационный потенциал и его взаимосвязь с половыми гормонами и дофамином у мужчин с. Несь (Ненецкий автономный округ) // Журн. мед.-биол. исследований. 2018. Т. 6, № 2. С. 105–114. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.2.105

Сочетание изменений выраженной солнечной активности, резкой фотопериодичности, колебаний температуры и атмосферного давления, высокой относительной влажности, жесткого ветрового режима обуславливает особую структуру климата Арктики и Субарктики. Современные технологии в сфере одежды, жилья, транспорта и снабжения продовольствием сделали природные воздействия менее выраженными, но все еще способными вызывать некоторые физиологические ответы. Климато-географические условия Ненецкого автономного округа являются основной функциональной нагрузкой на организм проживающих здесь людей, способствуя развитию перестроек многих функциональных систем, что достигается за счет определенной биосоциальной платы.

Формирование и развитие основных компонентов механизма общей адаптации, по мнению Г. Селье, осуществляется за счет функционального взаимодействия гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и симпатoadреналового комплекса (катехоламинов) под контролем центральной нервной системы и заключается в мобилизации энергетических и пластических ресурсов организма [1]. Кроме того, за адаптацию ответственна система кровообращения, и ее можно рассматривать как индикатор адаптационных реакций всего организма [2]. Оценка функционирования системы кровообращения организма с точки зрения его способности адаптироваться к условиям окружающей среды включает определение адаптационного потенциала (АП) – комплексного показателя, построенного на основе регрессивных взаимоотношений: частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериального давления, возраста (В), массы тела (МТ) и роста (Р). Для расчета АП используется формула, разработанная Р.М. Баевским и А.П. Берсеновой [3].

Дофамин надпочечников является важным регулятором функции почек (усиливает экскрецию натрия) и артериального давления (увеличивает пульсовое давление и сердечный ритм), поэтому дофаминовые инфузии широко ис-

пользуются для лечения сердечно-сосудистых заболеваний в отделениях интенсивной терапии [4]. Хорошо известно, что кортизол, основной глюкокортикоид человека, необходим для поддержания нормального кровяного давления, а его избыток вызывает повышение тонуса кровеносных сосудов и кровяного давления [5].

С увеличением длительности проживания в Арктике и формированием более «экономных» механизмов адаптации происходит повышение продукции анаболических половых стероидов – тестостерона, прогестерона [6]. Кардио- и ангиопротекторные эффекты прогестерона мало изучены, хотя накоплены доказательства того, что он снижает кровяное давление, ингибирует коронарную гиперактивность и обладает мощными сосудорасширяющими и натрийуретическими эффектами [7, 8]. Тестостерон на молекулярном уровне контролирует экспрессию важных регуляторных белков, участвующих в гликолизе, синтезе гликогена и метаболизме липидов и холестерина [9]. Тот факт, что риск сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин выше, чем у женщин, привел к убеждению, что сам тестостерон оказывает пагубное влияние на сердечно-сосудистую систему. Однако в последние годы появились свидетельства того, что ряд клеточных механизмов, близких к атеросклеротическому процессу, положительно модулируется тестостероном. Антиандрогенная терапия при лечении рака предстательной железы – это уникальная ситуация, когда можно наблюдать прямые эффекты снижения тестостерона. Сниженный уровень тестостерона уменьшает рост и выживание опухоли, однако увеличивает риск ишемической болезни сердца, диабета и смерти от сердечно-сосудистых заболеваний [10, 11]. Это подтверждает антиатерогенную роль тестостерона. Важность андрогенов определена широко распространенной экспрессией андрогенового рецептора, в т. ч. в сердечно-сосудистой системе [10].

Дефицит андрогенов у мужчин может быть связан с рядом клинических симптомов, таких как снижение костной и мышечной массы, увеличение массы жира и снижение либидо [12].

Для оценки возрастного андрогенного дефицита используется «Опросник симптомов старения мужчины» (AMS – Aging Males' Symptoms), спроектированный и стандартизированный для самоконтроля [13].

Как правило, АП изучают в контексте влияния физической активности и отказа от вредных привычек на состояние сердечно-сосудистой системы. Определение АП в основном проводилось при исследовании лиц детского и юношеского возраста [14–16], а также женщин [17]. В то же время возрастная изменчивость АП у взрослых мужчин и его взаимосвязь с половыми гормонами и дофамином, играющими существенную роль в обеспечении функционирования сердечно-сосудистого русла, ранее в литературе не получали должного освещения.

В связи с вышеперечисленным цель работы заключалась в определении гормональных механизмов поддержания АП системы кровообращения со стороны надпочечников и половых желез у мужчин, проживающих в условиях Арктики.

Материалы и методы. В период минимальной продолжительности светового дня (декабрь 2009 и 2011 годов) обследовали 51 мужчину от 22 до 65 лет (средний возраст – 42 года) – постоянных жителей с. Несь (Ненецкий автономный округ, 66°39' с. ш.). Мужчин подразделяли на группы: 1) 22–35 лет ($n = 15$); 2) 36–45 лет ($n = 12$); 3) 46–65 лет ($n = 24$).

Обследование осуществляли с письменного согласия добровольцев, с соблюдением основных норм биомедицинской этики в соответствии с документом «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием людей в качестве субъектов исследования» (Хельсинкская декларация Всемирной Медицинской Ассоциации 1964 года, с изменениями и дополнениями 2013 года). В ходе обследования проводили анкетирование, забор крови из локтевой вены и врачебный осмотр, на основании которого делали вывод о состоянии здоровья обследуемых. Все участники исследования заполняли стандартную анкету, которая содержала вопросы о возрасте, наци-

ональности респондента и его родителей, употреблении табака и алкоголя, образовании и профессии, занятиях спортом, уровне доходов, благоустроенности жилья, перенесенных заболеваниях, а также отвечали на вопросы опросника AMS.

Согласно опроснику AMS, выраженность симптоматики андрогенного дефицита возрастает с увеличением тяжести субъективно воспринимаемых жалоб в каждом из 17 вопросов (от 1 до 5 баллов) [13]. Симптомы дефицита андрогенов считаются невыраженными при суммарном количестве баллов от 17 до 26, слабовыраженными – от 27 до 36, средней выраженности – от 37 до 49, выраженными – более 50.

Адаптационный потенциал рассчитывали по формуле [3]

$$АП = 0,011 \cdot ЧСС + 0,014 \cdot САД + 0,008 \cdot ДАД + 0,014 \cdot В + 0,009 \cdot МТ - 0,009 \cdot Р - 0,27.$$

По результатам расчетов оценивали степень АП:

- 1) хорошая адаптация ($АП < 2$ усл. ед.);
- 2) удовлетворительная адаптация ($АП = 2,10$ усл. ед.) – достаточные функциональные возможности системы кровообращения;
- 3) функциональное напряжение механизмов адаптации ($АП = 2,11–3,20$ усл. ед.);
- 4) неудовлетворительная адаптация ($АП = 3,21–4,30$ усл. ед.) – снижение функциональных возможностей системы кровообращения с недостаточной, приспосабливаемой реакцией к нагрузкам;
- 5) срыв адаптации ($АП > 4,30$ усл. ед.) – резкое снижение функциональных возможностей системы кровообращения с явлением срыва механизмов адаптации целостного организма.

Методом иммуноферментного анализа на планшетном автоматическом анализаторе «ELI-SYS Uno» (производства «Human», Германия) в сыворотке крови определяли содержание тестостерона, прогестерона, кортизола, дегидроэпиандростерон-сульфата (ДЭАС) – с использованием наборов фирмы «Human GmbH» (Германия), свободного тестостерона – наборами компании DRG (Германия). В плазме крови

выявляли уровень дофамина при помощи набора фирмы LDN (Германия). За физиологически оптимальные значения принимали предлагаемые нормативы для соответствующих коммерческих тест-наборов.

Статистическую обработку данных проводили при помощи пакета прикладных программ «StatSoft STATISTICA 10.0». В связи с выявленной частичной асимметрией рядов распределения использовали методы непараметрической статистики. В процессе обработки данных выполнены: 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 $p = 0,05$, тенденцией считали значения $0,05 < p < 0,1$.

Результаты. Оценка АП системы кровообращения позволяет определить так называемую структуру здоровья популяции мужчин, т. е. процентное распределение лиц с различными степенями адаптации, проживающих в конкретных условиях. Согласно Р.М. Баевскому и А.П. Берсеновой [3], к донологическим состояниям относятся напряжение механизмов адаптации и неудовлетворительная адаптация при отсутствии выраженных специфических отклонений. Анализ состояния адаптации системы кровообращения у мужчин с. Несь показал, что значения АП варьируют в зависимости от группы возраста. Так, в 1-й группе данный показатель составил 2,6 (2,3–2,8) усл. ед., что соответствует функциональному напряжению механизмов адаптации. В то же время во 2-й и 3-й группах АП был статистически значимо выше, чем в 1-й группе ($p_{1-2} = 0,0005$ и $p_{1-3} = 0,0001$), и равнялся 3,17 (2,7–3,8) и 3,08 (2,5–4,2) усл. ед., что также указывает на напряжение механизмов адаптации. Неудовлетворительная адаптация характерна для 41,6 % лиц 2-й группы и 37,5 % представителей

3-й группы; кроме того, в 3-й группе выявлены лица в состоянии срыва адаптации – 8,3 %. Повышение АП с возрастом было ранее показано в работе В.М. Цинкера и Д.В. Дугаровой [2], однако в их исследовании данная закономерность выявлена на более молодой популяции мужчин, занятых спортивной деятельностью.

В предыдущих работах нами показано отсутствие возрастной динамики уровней андрогенов и дофамина у мужчин с. Несь [18, 19]. В настоящее время определенный интерес представляло изучение гормонального фона мужчин в зависимости от степени АП (см. *таблицу*).

Как видно из представленных данных, среди обследованных мужчин не выявлено лиц с хорошей и удовлетворительной адаптацией. Подобная ситуация была и при обследовании женщин, проживающих в с. Несь [17]. Напряжение механизмов адаптации зарегистрировано у 68,6 % обследованных, неудовлетворительная адаптация – у 27,5 %, и только 3,9 % относились к группе со срывом адаптации. В группе лиц с неудовлетворительной адаптацией (4-я степень АП) по сравнению с группой, характеризующейся напряжением адаптации (3-я степень АП), статистически значимо ниже уровни прогестерона (0,8 против 1,55 нмоль/л; $p = 0,023$) и выше уровни дофамина (0,8 против 0,35 нмоль/л; $p = 0,008$), причем значения отличались почти в 2 раза. Доля лиц с содержанием дофамина выше нормы составила 8,5 % для группы с 3-й степенью АП и 28,5 % для группы с 4-й степенью АП ($p = 0,03$).

Следует отметить также, что в группах обследованных с напряжением адаптации и с неудовлетворительной адаптацией оценка симптомов андрогенного дефицита по результатам опросника AMS составила 24,0 и 25,5 баллов, что указывает на невыраженную симптоматику и статистически значимо ($p = 0,008$) отличается от данных лиц со срывом адаптации (5-я степень АП), для которых характерна средняя выраженность симптоматики (44,0 балла). При этом 45 % всех обследованных мужчин отметили у себя симптомы

УРОВНИ ГОРМОНОВ И ПОКАЗАТЕЛИ ОПРОСНИКА AMS У МУЖЧИН с. НЕСЬ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА

Показатель	Степень АП (количество человек)					p-уровень
	1 (n = 0)	2 (n = 0)	3 (n = 35)	4 (n = 14)	5 (n = 2)	
AMS, баллы			24,0 (18,0–35,0)	25,5 (18,0–46,0)	44,0 (37,0–51,0)	$p_{3-5} = 0,008$
Прогестерон (0,32–3,18 нмоль/л)			1,55 (0,8–3,0)	0,8 (0,5–2,9)	0,8 (0,6–0,9)	$p_{3-4} = 0,023$
Тестостерон (12,15–29,8 нмоль/л)			19,5 (14,8–30,6)	18,2 (13,3–21,0)	17,1 (16,9–17,3)	$p > 0,1$
Свободный тестостерон (4,5–42 пг/мл)			14,0 (7,2–24,1)	13,1 (5,2–19,8)	10,0 (6,8–13,2)	$p > 0,1$
ДЭАС (2,6–10,92 мкмоль/л)			5,4 (2,7–8,8)	4,8 (2,4–9,7)	3,0 (2,4–3,6)	$p > 0,1$
Дофамин (<0,653 нмоль/л)			0,35 (0,0–0,72)	0,8 (0,5–1,3)	1,24 (1,21–1,27)	$p_{3-4} = 0,008$
Кортизол (150–660 нмоль/л)			541 (397–839)	495 (223–765)	452 (289–616)	$p > 0,1$

Примечание. Результаты представлены в виде медианы и 10–90-х перцентилей.

андрогенодефицита от слабовыраженных до выраженных, т. е. набрали более 27 баллов по опроснику AMS. Кроме того, встречаемость симптомов андрогенодефицита возрастала от 34,2 % у лиц с 3-й степенью АП до 50 % у лиц с 4-й степенью АП.

Статистически значимых изменений уровней тестостерона, свободного тестостерона, ДЭАС и кортизола не выявлено, но с увеличением степени АП пределы колебаний их значений смещались в сторону нижней границы нормы.

В результате корреляционного анализа установлено, что АП мужчин с. Несь в возрасте от 22 до 65 лет отрицательно связан с уровнями прогестерона ($r = -0,38$; $p = 0,006$), свободного тестостерона ($r = -0,28$; $p = 0,03$), ДЭАС ($r = -0,3$; $p = 0,03$), кортизола ($r = -0,24$; $p = 0,07$) и положительно – с данными AMS ($r = 0,4$; $p = 0,003$).

Обсуждение. Изучение адаптационных возможностей мужской популяции с. Несь показало, что наиболее яркими маркерами роста напряжения адаптационных механизмов явля-

ются пониженные уровни прогестерона и повышенные концентрации дофамина. Это соответствует и литературным данным о животных: экспериментальным путем показано, что чем лучше крысы адаптированы к холоду, тем выше уровень прогестерона в их крови [20]. Высокая частота встречаемости лиц с повышенными уровнями дофамина, вероятно, обусловлена усиленной активностью дофаминергических структур головного мозга. Косвенным подтверждением такого положения может быть частая встречаемость состояния симпатикотонии [21] и артериальной гипертензии у северян, в основе которых лежит высокая реактивность симпатического отдела вегетативной нервной системы в ответ на воздействие факторов окружающей среды. Д.Б. Дёмин и соавторы [22] наблюдали в заполярном районе широкую распространенность лиц с выраженной медленно-волновой активностью ЭЭГ, что также может свидетельствовать о повышенной активности диэнцефальных и подкорковых структур головного мозга, где сосредоточены центры секре-

торной активности нейромедиаторных систем, в т. ч. и дофаминергические.

Известно также, что прогестерон и тестостерон являются потенциально термогенными гормонами, но их содержание понижается при охлаждении [23]. Формирование и развертывание общего механизма адаптации организма жителей Севера происходит в условиях усиленной потребности в катехоламинах, которые способствуют более экономному использованию энергетических депо [1]. Так, повышенная активность симпатической нервной системы при холодовом воздействии увеличивает уровни катехоламинов, приводящих к вазоконстрикции и росту выделения жирных кислот из жировой ткани, которые используются в качестве энергетических субстратов, а также ингибируют секрецию инсулина, повышая тем самым уровень глюкозы в крови, являющейся топливом для производства тепла [23].

С одной стороны, более высокие уровни дофамина у лиц с неудовлетворительной адаптацией и срывом адаптации можно рассматривать как положительное явление с позиции повышения пластических ресурсов организма. С другой стороны, продолжительное функционирование симпатoadренальной системы в режиме повышенной активности может привести к гиперфункции сердечно-сосудистой системы и, в конечном счете, к изнашиванию ее клеточных структур. Учитывая защитные эффекты прогестерона в деятельности сердечно-сосуди-

стой системы, снижение его уровня у лиц с 3-й и 4-й степенями АП следует рассматривать как неблагоприятный признак, вызывающий напряжение механизмов адаптации.

Наращение напряжения АП системы кровообращения сочетается со снижением уровней прогестерона, свободного тестостерона, ДЭАС, кортизола и повышением выраженности симптоматики андрогенодефицита, оцененной субъективно мужчинами, постоянно проживающими в условиях Арктики. Наши данные подтверждают выводы Г.С. Садыковой и соавторов [24] о том, что пониженный уровень секреции половых гормонов является маркером экологического неблагополучия популяции.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что у лиц с неудовлетворительной адаптацией и со срывом адаптации происходит подавление активности систем «гипофиз–гонады» и «гипофиз–кора надпочечников», участвующих в поддержании кровообращения, что, возможно, связано со снижением резервов синтеза гормонов данных систем. Кроме того, у мужчин с неудовлетворительной адаптацией (4-я степень АП) уровни дофамина в 2 раза превышают таковые у мужчин с напряжением адаптации (3-я степень АП), что указывает на активацию симпатoadренальной системы для обеспечения организма необходимой ему энергией и может являться компенсаторным механизмом при снижении активности других эндокринных звеньев.

Список литературы

1. Пирогов А.Б. Нейроэндокринная организация адаптации жителей Северо-Востока России // Бюл. физиологии и патологии дыхания. 1998. № 1. С. 14–27.
2. Цинкер В.М., Дугарова Д.В. Оценка адаптационного потенциала организма спортсменов на различных этапах спортивной тренировки // Вестн. Бурят. гос. ун-та. 2011. № 13. С. 159–162.
3. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 236 с.
4. McGrath B.P., Wang X.Q. Dopamine: Clinical Applications iii. Cardiovascular // Aust. Prescriber. 1994. Vol. 17, № 2. P. 44–51.
5. Walker B.R. Glucocorticoids and Cardiovascular Disease // Eur. J. Endocrinol. 2007. Vol. 157, № 5. P. 545–559.

6. Шварева Н.В., Ткачев А.В. Содержание гонадотропных гормонов и кортизола у женщин в процессе адаптации к условиям высоких широт // Физиология человека. 1983. Т. 9, № 4. С. 537–541.
7. Thomas P., Pang Y. Protective Actions of Progesterone in the Cardiovascular System: Potential Role of Membrane Progesterone Receptors (mPRs) in Mediating Rapid Effects // Steroids. 2013. Vol. 78, № 6. P. 583–588.
8. Oettel M., Mukhopadhyay A.K. Progesterone: The Forgotten Hormone in Men? // Aging Male. 2004. Vol. 7, № 3. P. 236–257.
9. Kelly D.M., Jones T.H. Testosterone: A Metabolic Hormone in Health and Disease // J. Endocrinol. 2013. Vol. 217, № 3. P. R25–R45.
10. Levine G.N., D'Amico A.V., Berger P., Clark P.E., Eckel R.H., Keating N.E., Milani R.V., Sagalowsky A.I., Smith M.R., Zakai N. Androgen Deprivation Therapy in Prostate Cancer and Cardiovascular Risk: A Science Advisory from the American Heart Association, American Cancer Society, and American Urological Association: Endorsed by the American Society for Radiation Oncology // Circulation. 2010. Vol. 121, № 6. P. 833–840.
11. Jones T.H. Cardiovascular Risk During Androgen Deprivation Therapy for Prostate Cancer // B.M.J. 2011. Vol. 342. Art. № d3105.
12. Weidemann W., Hanke H. Cardiovascular Effects of Androgens // Cardiovasc. Drug Rev. 2002. Vol. 20, iss. 3. P. 175–198.
13. Daig I., Heinemann L.A.J., Kim S., Leungwattanakij S., Badia X., Myon E., Moore C., Saad F., Potthoff P., Thai D.M. The Aging Males' Symptoms (AMS) Scale: Review of Its Methodological Characteristics // Health Qual. Life Outcomes. 2003. Vol. 1. Art. № 77.
14. Мирная А.В. Влияние занятий по физическому воспитанию в вузах с использованием средств восточных гимнастик на адаптационный потенциал сердечно-сосудистой системы студенток // Физ. воспитание студентов. 2010. № 4. С. 57–59.
15. Цыбиков Д.Б., Найданов Б.Н. Особенности профилактики вредных привычек в среде студенческой молодежи // Вестн. Бурят. гос. ун-та. 2011. № 13. С. 162–165.
16. Псеунок А.А. Оценка адекватности учебных и физических нагрузок с учетом возрастно-половых особенностей школьников 5-6 классов // Вестн. Адыг. гос. ун-та. Сер. 4: Естеств.-матем. и техн. науки. 2009. № 1. С. 78–83.
17. Дубинин К.Н., Типисова Е.В. Роль гормонов системы гипофиз – щитовидная железа в обеспечении адаптационного потенциала у женщин Крайнего Севера // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2012. Т. 14, № 5(2). С. 330–332.
18. Горенко И.Н., Типисова Е.В. Сравнительная характеристика состояния системы «гипофиз–гонады» и уровня дофамина у мужчин различных территорий Европейского Севера // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2013. № 4. С. 12–20.
19. Горенко И.Н., Типисова Е.В. Возрастные изменения уровней гормонов системы гипофиз–гонады и дофамина у мужчин на приполярных и заполярных территориях Европейского Севера // Проблемы репродукции. 2014. Т. 20, № 1. С. 68–73.
20. Селятицкая В.Г. Вклад основных адаптивных гормональных систем в поддержание повышенной устойчивости к холоду взрослых животных, подвергавшихся кратковременным охлаждениям в раннем постнатальном онтогенезе // Сиб. науч. мед. журн. 1996. Т. 16, № 1. С. 103–107.
21. Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В. Возрастные особенности функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у подростков различных арктических территорий // Экология человека. 2015. № 7. С. 27–32.
22. Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В. Сравнительная оценка изменений структуры ЭЭГ при кардиотренинге у подростков приполярных и заполярных территорий Севера // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2014. Т. 100, № 1. С. 128–138.
23. Shalaby A., Eliwa K.A.A., Hassan A.M., El-Fiky M. Sex Differences in Some Physiological Effects of Cold Season or Short-Term Cold Exposure in Adult Albino Rat // Endocrinol. Metab. Syndr. 2015. Vol. 4, № 1. Art. № 159.
24. Садыкова Г.С., Джунусова Г.С., Закиров Дж.З. Функциональные взаимосвязи эндокринных комплексов у высокогорных жителей при воздействии средовых факторов Тянь-Шаня // Наука, новые технологии и инновации. 2013. № 2. С. 100–105.

References

1. Pirogov A.B. Neyroendokrinnaya organizatsiya adaptatsii zhiteley Severo-Vostoka Rossii [Neuroendocrine Structure of Adaptation of Russian North-Eastern Population]. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya*, 1998, no. 1, pp. 14–27.
2. Tsinker V.M., Dugarova D.V. Otsenka adaptatsionnogo potentsiala organizma sportsmenov na razlichnykh etapakh sportivnoy trenirovki [The Evaluation of Adaptive Potential of Sportsmen Organism at Different Stages of Sports Training]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no. 13, pp. 159–162.
3. Baevskiy R.M., Berseneva A.P. Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostey organizma i riska razvitiya zabolevaniy [Assessment of the Body's Adaptive Capacity and of the Risk of Developing Diseases]. Moscow, 1997. 236 p.
4. McGrath B.P., Wang X.Q. Dopamine: Clinical Applications iii. Cardiovascular. *Aust. Prescriber*, 1994, vol. 17, no. 2, pp. 44–51.
5. Walker B.R. Glucocorticoids and Cardiovascular Disease. *Eur. J. Endocrinol.*, 2007, vol. 157, no. 5, pp. 545–559.
6. Shvareva N.V., Tkachev A.V. Soderzhanie gonadotropnykh gormonov i kortizola u zhenshchin v protsesse adaptatsii k usloviyam vysokikh shirot [Level of Gonadotropic Hormones and Cortisol in Women During Adaptation to High Latitudes]. *Fiziologiya cheloveka*, 1983, vol. 9, no. 4, pp. 537–541.
7. Thomas P., Pang Y. Protective Actions of Progesterone in the Cardiovascular System: Potential Role of Membrane Progesterone Receptors (mPRs) in Mediating Rapid Effects. *Steroids*, 2013, vol. 78, no. 6, pp. 583–588.
8. Oettel M., Mukhopadhyay A.K. Progesterone: The Forgotten Hormone in Men? *Aging Male*, 2004, vol. 7, no. 3, pp. 236–257.
9. Kelly D.M., Jones T.H. Testosterone: A Metabolic Hormone in Health and Disease. *J. Endocrinol.*, 2013, vol. 217, no. 3, pp. R25–R45.
10. Levine G.N., D'Amico A.V., Berger P., Clark P.E., Eckel R.H., Keating N.E., Milani R.V., Sagalowsky A.I., Smith M.R., Zakai N. Androgen-Deprivation Therapy in Prostate Cancer and Cardiovascular Risk: A Science Advisory from the American Heart Association, American Cancer Society, and American Urological Association: Endorsed by the American Society for Radiation Oncology. *Circulation*, 2010, vol. 121, no. 6, pp. 833–840.
11. Jones T.H. Cardiovascular Risk During Androgen Deprivation Therapy for Prostate Cancer. *BMJ*, 2011, vol. 342. Art. no. d3105.
12. Weidemann W., Hanke H. Cardiovascular Effects of Androgens. *Cardiovasc. Drug Rev.*, 2002, vol. 20, no. 3, pp. 175–198.
13. Daig I., Heinemann L.A.J., Kim S., Leungwattanakij S., Badia X., Myon E., Moore C., Saad F., Potthoff P., Thai D.M. The Aging Males' Symptoms (AMS) Scale: Review of Its Methodological Characteristics. *Health Qual. Life Outcomes*, 2003, vol. 1. Art. no. 77.
14. Mirnaya A.V. Vliyaniye zanyatiy po fizicheskomu vospitaniyu v vuzakh s ispol'zovaniem sredstv vostochnykh gimnastik na adaptatsionnyy potentsial serdechno-sosudistoy sistemy studentok [The Influence of Physical Education Classes in Universities Involving Oriental Gymnastics on the Adaptive Potential of the Cardiovascular System in Female Students]. *Fizicheskoe vospitanie studentov*, 2010, no. 4, pp. 57–59.
15. Tsybikov D.B., Naydanov B.N. Osobennosti profilaktiki vrednykh privyчек v srede studencheskoy molodezhi [The Features of Prevention of Harmful Habits Among Students]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no. 13, pp. 162–165.
16. Pseunok A.A. Otsenka adekvatnosti uchebnykh i fizicheskikh nagruzok s uchedom vozrastno-polovykh osobennostey shkol'nikov 5-6 klassov [Adequacy Assessment of Educational and Exercise Stresses Taking Account of Age and Sexual Features of 5-6-Form Pupils]. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 4: Estestvenno-matematicheskie i tekhnicheskie nauki*, 2009, no. 1, pp. 78–83.
17. Dubinin K.N., Tipisova E.V. Rol' gormonov sistemy gipofiz – shchitovidnaya zheleza v obespechenii adaptatsionnogo potentsiala u zhenshchin Kraynego Severa [Role of Hormones of the Hypophysis Thyroid Gland System in Providing Adaptable Potential at Women of Far North]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2012, vol. 14, no. 5, pp. 330–332.
18. Gorenko I.N., Tipisova E.V. Sravnitel'naya kharakteristika sostoyaniya sistemy "gipofiz–gonady" i urovnya dofamina u muzhchin razlichnykh territoriy Evropeyskogo Severa [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 Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2013, no. 4, pp. 12–20.

19. Gorenko I.N., Tipisova E.V. Vozrastnye izmeneniya urovney gormonov sistemy gipofiz–gonady i dofamina u muzhchin na pripolyarnykh i zapolyarnykh territoriyakh Evropeyskogo Severa [The Age-Related Changes of Pituitary, Gonadal Hormones and Dopamine Levels in Men from Subpolar and Polar Areas of the European North]. *Problemy reproduktivnoy*, 2014, vol. 20, no. 1, pp. 68–73.

20. Selyatitskaya V.G. Vklad osnovnykh adaptivnykh gormonal'nykh sistem v podderzhanie povyshennoy ustoychivosti k kholodu vzroslykh zhivotnykh, podvergovshikhsya kratkovremennym okhlazhdeniyam v rannem postnatal'nom ontogeneze [Contribution of the Basic Adaptive Hormonal Systems to Maintaining High Resistance to Cold in Mature Animals That Had Been Exposed to Short-Term Cooling in Early Postnatal Ontogenesis]. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal*, 1996, vol. 16, no. 1, pp. 103–107.

21. Demin D.B., Poskotinova L.V., Krivonogova E.V. Vozrastnye osobennosti funktsional'nykh pokazateley serdechno-sosudistoy sistemy u podrostkov razlichnykh arkticheskikh territoriy [Age Features of Cardiovascular System Functional Parameters in Adolescents Living in Different Arctic Areas]. *Ekologiya cheloveka*, 2015, no. 7, pp. 27–32.

22. Demin D.B., Poskotinova L.V., Krivonogova E.V. Sravnitel'naya otsenka izmeneniy struktury EEG pri kardiotreninge u podrostkov pripolyarnykh i zapolyarnykh territoriy Severa [Comparison of Electroencephalogram Changes at Cardiovascular Training in Adolescents of Subpolar and Polar Northern Territories]. *Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2014, vol. 100, no. 1, pp. 128–138.

23. Shalaby A., Eliwa K.A.A., Hassan A.M., El-Fiky M. Sex Differences in Some Physiological Effects of Cold Season or Short-Term Cold Exposure in Adult Albino Rat. *Endocrinol. Metab. Syndr.*, 2015, vol. 4, no. 1. Art. no. 159.

24. Sadykova G.S., Dzhunusova G.S., Zakirov Dzh.Z. Funktsional'nye vzaimosvyazi endokrinnykh kompleksov u vysokogornyykh zhitel'ey pri vozdeystvii sredovykh faktorov Tyan'-Shanya [Functional Interrelations of Endocrine Complexes in Highlanders Under the Influence of Environmental Factors of the Tian Shan Regions]. *Nauka, novye tekhnologii i innovatsii*, 2013, no. 2, pp. 100–105.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.2.105

*Irina N. Gorenko**, *Kseniya E. Kipriyanova**, *Elena V. Tipisova**

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

ADAPTIVE POTENTIAL AND ITS CORRELATION WITH SEX HORMONES AND DOPAMINE IN MEN FROM NES VILLAGE (Nenets Autonomous Area)

During the winter season, cold exposure is an integral part of human life in Arctic and Subarctic areas. Key components of the mechanism of general adaptation are formed and developed through the functional interaction between the hypothalamic-pituitary-adrenal system and the sympathoadrenal complex (catecholamines). Our study involved 51 men residing in Nes village (Nenets Autonomous Area, 66°39'N) and aged 22–65 years. The men were divided into three age groups (22–35, 36–45, and 46–65 years). Their adaptive potential was calculated using R.M. Baevsky's formula. Blood samples were collected to determine the levels of dopamine, progesterone, cortisol, dehydroepiandrosterone sulfate as well as total and free testosterone by enzyme-linked immunosorbent assay. To assess the symptoms of age-related androgen deficiency, the Aging Males' Symptoms (AMS) scale was used. We found that adaptive potential increases statistically significantly with age: from 2.6 conventional units in the age group of 22–35 years to 3.17 and 3.08 conventional units in the age group of 36–45 and 46–65 years. Adaptive potential correlates negatively with the levels of progesterone ($r = -0.38$, $p = 0.006$), free testosterone ($r = -0.28$, $p = 0.03$), dehydroepiandrosterone sulfate ($r = -0.3$, $p = 0.03$)

and cortisol ($r = -0.24$, $p = 0.07$) and positively with the data of the AMS scale ($r = 0.4$; $p = 0.003$). At the same time, 45% of the men reported symptoms of androgen deficiency, from mild to severe, i.e. they scored more than 27 points on the AMS scale. Under the stress of adaptive mechanisms of the circulatory system, there takes place an increased use of catecholamines, which make possible a more economical utilization of energy depots. Low progesterone and high dopamine levels are markers of growing adaptive potential. The adaptive potential's stress state leads to reduced sex hormones levels. As a compensatory mechanism, the sympathoadrenal system increases its activity.

Keywords: *adaptive potential, dopamine, cortisol, sex hormones, men in the European North of Russia.*

Поступила 09.11.2017
Received 9 November 2017

Corresponding author: Irina Gorenko, *address:* prosp. Lomonosova 249, Arkhangelsk, 163000, Russian Federation; *e-mail:* pushistiy-86@mail.ru

For citation: Gorenko I.N., Kipriyanova K.E., Tipisova E.V. Adaptive Potential and Its Correlation with Sex Hormones and Dopamine in Men from Nes Village (Nenets Autonomous Area). *Journal of Medical and Biological Research*, 2018, vol. 6, no. 2, pp. 105–114. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.2.105