

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА У ЖИТЕЛЕЙ СЕВЕРА РОССИИ

*Е.В. Нестерова**, *Б.А. Шенгоф**, *А.А. Бичкаев**

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

Обследовано взрослое население (в возрасте 16–74 лет) арктического (818 человек) и приарктического (897 человек) регионов Севера России. Спектрофотометрическим и флуориметрическим методами анализа в возрастном аспекте определены: в сыворотке крови – уровни показателей углеводного обмена (глюкоза, пируват и лактат), в моче – содержание катехоламинов (адреналин и норадреналин). Выявлено, что повышение уровня адреналина и норадреналина в моче с возрастом сочетается с увеличением содержания глюкозы в сыворотке крови и активности анаэробных процессов в организме жителей арктического региона. У представителей приарктического региона с 16 до 45 лет содержание глюкозы значительно выше, чем в арктическом регионе, а у лиц с 46 до 74 лет региональные различия сглаживаются, но повышается доля лиц с аномально высокими его значениями, особенно в арктическом регионе. Во всех возрастных группах приарктического региона выявлено преобладание норадреналинового звена, особенно у 16–21-летних, а у жителей арктического региона – наоборот, адреналинового, особенно в возрастных группах 22–35, 36–45 и 61–74 лет. Установлены выраженные флуктуации уровня глюкозы у жителей Севера России, в частности статистически значимое его повышение в крови у 16–21- и 36–45-летних жителей приарктического региона. Также показано, что с возрастом у лиц приарктического региона уровень пирувата снижается, содержание лактата повышается, а у представителей арктического региона наблюдаются противоположные изменения. Наиболее значимое влияние содержания катехоламинов на уровень глюкозы и ее метаболитов отмечено у 16–21-, 46–60- и 61–74-летних жителей приарктического региона и 22–35- и 36–45-летних представителей арктического региона.

Ключевые слова: адреналин, норадреналин, глюкоза, лактат, пируват, приарктический регион, арктический регион, возрастные изменения.

Территории Севера России из-за суровых климатогеографических условий являются дискомфортными для проживания и трудовой дея-

тельности. Человек на Севере подвержен систематическому влиянию специфических раздражителей, мобилизующих симпатно-адреналовую

Ответственный за переписку: Нестерова Екатерина Васильевна, адрес: 163001, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249; e-mail: Ekaterina29reg@mail.ru

Для цитирования: Нестерова Е.В., Шенгоф Б.А., Бичкаев А.А. Возрастные изменения содержания катехоламинов и показателей углеводного обмена у жителей Севера России // Журн. мед.-биол. исследований. 2018. Т. 6, № 1. С. 25–34. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.1.25

систему (САС) на выполнение определенной работы, приводящей к совершенствованию ее работоспособности и повышению общей резистентности организма [1–7]. Катехоламины действуют по мембранно-опосредованному механизму, т. е. через α - и β -адренергические рецепторы, локализованные в мембранах клеточных мишеней. Адреналин взаимодействует с обоими типами рецепторов, а норадреналин – преимущественно с α -рецепторами. Каждая группа рецепторов делится на две подгруппы: α_1 и α_2 , а также β_1 и β_2 . Группа α -рецепторов проявляет сосудосуживающее действие, эффекты сокращения гладких мышц и ингибирования липолиза. Действие β -рецепторов связано с активацией аденилаткиназы, образованием цАМФ и последующим фосфорилированием белков. Например, адреналин через систему вторичных посредников регулирует гликогенолиз в печени и мышцах, а также глюконеогенез в печени; оказывает существенное влияние на функции сердечно-сосудистой системы, увеличивая силу и частоту сердечных сокращений, а также кровяное давление [8–10].

Таким образом, при акклиматизации человека к суровым природным условиям северных территорий САС играет важную роль в регуляции физиологических процессов [3, 11]: норадреналин оказывает долговременное действие, повышая тонус одних физиологических систем и понижая тонус других, тем самым создавая определенный метаболический фон, а адреналин – срочное, определяя выраженность стресс-реакций [3, 4, 11].

По данным многочисленных исследований [1, 4, 8, 9, 12, 13], углеводный обмен у северян характеризуется сниженным уровнем глюкозы и пирувата и повышенным содержанием лактата и значением коэффициента Лак/Пир (Лактат/Пируват), но взаимосвязь САС и углеводного обмена в возрастном аспекте изучена мало. В связи с этим целью работы явилось исследование возрастных изменений содержания катехоламинов и показателей углеводного обмена у практически здорового населения Севера России.

Материалы и методы. В 2009–2015 годах обследовано взрослое население Севера Рос-

сии: 818 человек – жители арктического региона (АР: пос. Несь, пос. Нельмин-Нос (НАО); пос. Совполье, дер. Сояна, с. Долгощелье (Архангельская область); с. Сеяха, г. Надым (ЯНАО)); 897 человек – представители приарктического региона (ПР: пос. Пинега Архангельской области, г. Архангельск). Критерии включения: мужчины и женщины в возрасте от 16 до 74 лет, постоянно проживающие в АР и ПР, вне периода обострения их хронических заболеваний.

Все участники исследования прошли анкетирование, включающее вопросы о возрасте, весе, росте, артериальном давлении, вредных привычках (курение, алкоголь), фактическом питании и др. Исследование проводилось с согласия обследуемых и в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной Медицинской Ассоциации «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта» (с изменениями 2000 года).

В соответствии с возрастной периодизацией в обследованном контингенте были выделены следующие группы:

1) 16–21 год (юношеская) – 132 человека в ПР (77 женщин, 55 мужчин) и 231 человек в АР (109 и 122 соответственно);

2) 22–35 лет (1-й период зрелого возраста) – 212 человек в ПР (115 и 97) и 141 человек в АР (65 и 76);

3) 36–45 лет (2-й период зрелого возраста) – 160 человек в ПР (76 и 84) и 141 человек в АР (80 и 61);

4) 46–60 лет (3-й период зрелого возраста) – 353 человека в ПР (179 и 174) и 242 человека в АР (132 и 110);

5) 61–74 лет (пожилой возраст) – 40 человек в ПР (19 и 21) и 63 человека в АР (32 и 31).

Для определения концентрации адреналина (АДР) и норадреналина (НАДР) проводили сбор утренней мочи. Уровень адреналина и норадреналина определяли флуоресцентным методом на анализаторе биожидкостей «ФЛЮОРАТ-02-АБЛФ-Т» (Россия).

Забор крови из локтевой вены осуществляли натошак в вакутайнеры «Beckton Dickinson ВР» (Англия). В сыворотке крови определяли содержание метаболитов углеводного обмена: глюкозы (Глю) и лактата (Лак) – спектрофото-

метрическим методом на биохимических анализаторах «МАРС» (Япония) и «Биалаб-100» (Россия) с использованием наборов «Chronolab AG» (Швейцария); пирувата (Пир) – методом Умбрайт с 2,4-динитрофенилгидразином. Рассчитывали значения коэффициента Лак/Пир, показывающего степень превалирования анаэробных процессов окисления над аэробными.

Статистический анализ результатов исследования проводили с применением пакетов прикладных программ «Microsoft Excel 2010» и «SPSS Statistics 22.0». Полученные выборки проверяли на нормальность распределения с помощью теста Шапиро–Уилка. Выбор мер, подходящих для описания изучаемых признаков, выполняли с учетом характера их распределения. Содержание адреналина и норадреналина оценивали по значениям медианы, 25-го и 75-го перцентилей. Для показателей углеводного обмена рассчитывали среднее арифметическое и стандартную ошибку среднего значения. Статистическую значимость различий оценивали с помощью *t*-критерия Стьюдента и критерия Манна–Уитни. Корреляционный анализ параметров выполняли с применением ранговой корреляции Спирмена. Все обнаруженные эффекты считали статистически значимыми при вероятности ошибочного принятия нулевой гипотезы $p < 0,05$.

Результаты. Значимость изучения САС, особенно у лиц, проживающих в условиях Севера, связана с ролью катехоламинов в обеспечении метаболических процессов, нарушение которых создает риск развития артериальной гипертензии, гипергликемических и дислипидемических состояний [4, 7, 11].

При анализе содержания адреналина (медиана, 25-й и 75-й перцентили) в моче в возрастном аспекте выявлено, что его уровень у жителей ПР в возрастных группах (ВГ) 16–21, 36–45, 61–74 лет соответствовал физиологической норме (1,2–81,9 нмоль/сут) и составил 15,14 (5,81; 38,03), 78,26 (34,5; 200,93) и 64,54 (32,32; 193,93) нмоль/сут, а у представителей АР был значимо выше – 140,24 (76,54; 204,19) нмоль/сут ($p = 0,000$), 116,86 (52,21; 174,66) и 164,62 (73,00; 235,29) нмоль/сут ($p = 0,039$) соответственно. Следует отметить, что

в 1-й ВГ (16–21 год) у 22 % жителей ПР и у 72 % представителей АР концентрация адреналина превышала ($p = 0,0002$) значения физиологической нормы (рис. 1, см. с. 28). В возрасте 36–45 лет аномально высокие значения наблюдались у 48 % жителей ПР и 62 % лиц АР ($p = 0,042$), а в 46–60 лет – у 44 % жителей ПР и 72 % представителей АР ($p = 0,0102$). У 22–35- и 46–60-летних жителей ПР и АР концентрации адреналина практически не различались и были выше физиологической нормы. Необходимо отметить, что у жителей ПР с увеличением возраста содержание адреналина значимо увеличивалось ($p = 0,000$), а у лиц АР значимые различия наблюдались лишь между 16–21- и 36–45-летними жителями ($p = 0,043$).

Анализ уровня норадреналина показал, что у представителей ПР его содержание значимо повышалось с 16 до 74 лет ($p = 0,005$; $p = 0,026$; $p = 0,003$; $p = 0,026$), а у лиц АР – лишь в 46–60 лет относительно 36–45-летних ($p = 0,028$) с последующим снижением в 61–74 года по сравнению с другими ВГ (рис. 1). Сравнение уровня норадреналина в моче у представителей аналогичных ВГ выявило статистически значимое его увеличение у лиц АР относительно жителей ПР в возрасте 16–21 года (140,01 и 81,70 нмоль/сут; $p = 0,025$) и 46–60 лет (172,62 и 134,83 нмоль/сут; $p = 0,022$) и тенденцию к повышению у 22–35- (143,97 и 124,25 нмоль/сут) и 36–45-летних жителей АР (148,25 и 121,84 нмоль/сут), а в 46–60 лет – наоборот, тенденцию к повышению у представителей ПР (146,03 и 137,09 нмоль/сут; $p = 0,022$). Вместе с тем частота встречаемости аномально низких значений концентрации норадреналина с 16 до 60 лет у жителей ПР снижалась с 39 до 18 %, а у лиц АР, наоборот, повышалась с 11 до 18 %.

Необходимо отметить, что у жителей ПР с 22 до 74 лет соотношение НАДР/АДР практически не изменялось, что свидетельствует об относительно устойчивом функциональном состоянии САС. Вместе с тем у представителей ПР во всех ВГ, особенно в возрасте 16–21 года, коэффициент был статистически значимо выше, что указывает на преобладание норадреналинового звена САС ($p = 0,000–0,023$), а в АР – наоборот, адреналинового, особенно в ВГ 22–45 и 61–74 лет.

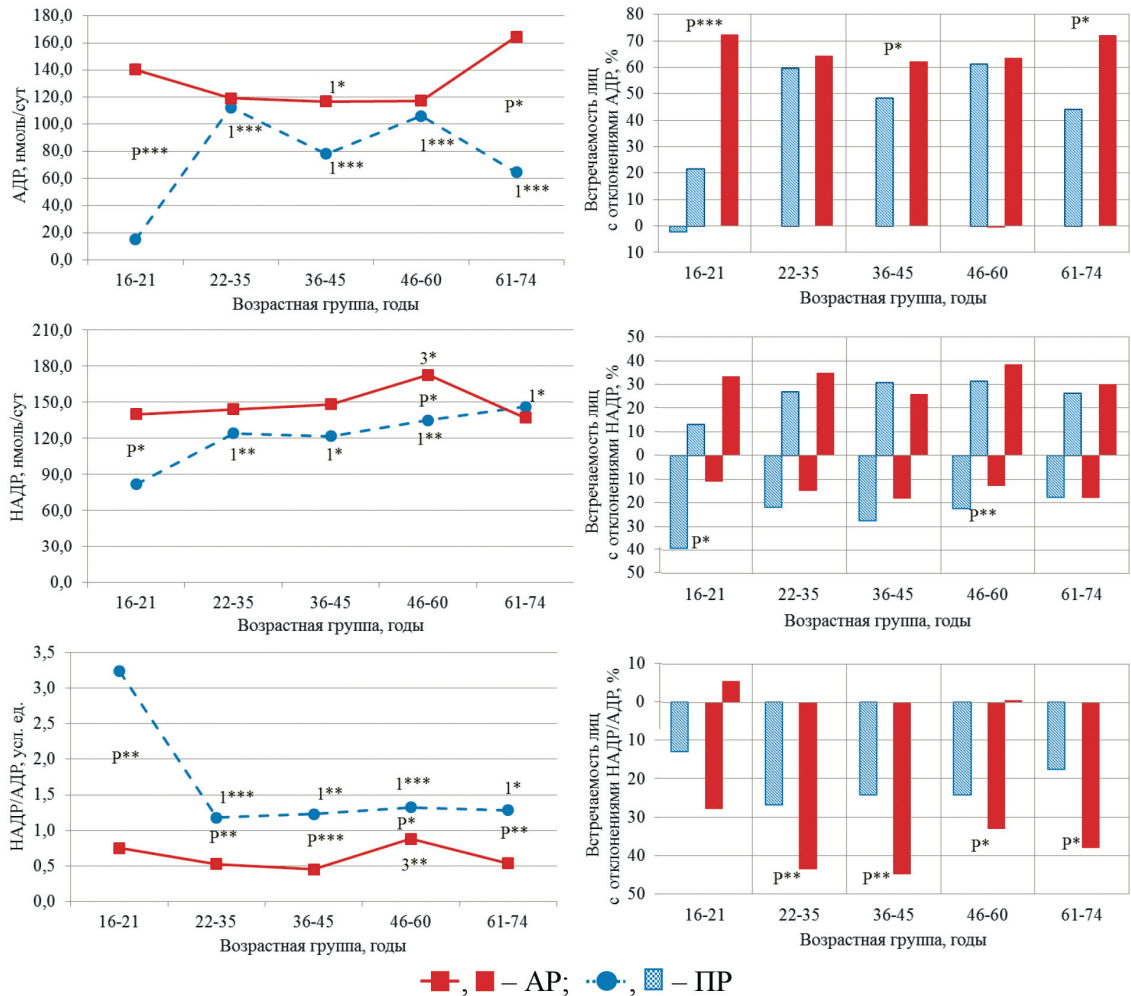


Рис. 1. Динамика возрастных изменений показателей катехоламинов в моче и частота встречаемости отклонений показателей катехоламинов от физиологической нормы (выше/ниже 0 – отклонение выше/ниже нормы) у практически здоровых жителей приарктического (ПР) и арктического (АР) регионов Севера России. Статистическая значимость различий: 1 – относительно возрастной группы 16–21 года; 3 – относительно возрастной группы 36–45 лет; P – между выборками АР и ПР; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

При оценке значений интегрального показателя углеводного обмена (рис. 2) было отмечено значимое увеличение содержания глюкозы в сыворотке крови у лиц обоих регионов с 16 до 74 лет: от $(4,68 \pm 0,06)$ до $(5,03 \pm 0,12)$ ммоль/л ($p = 0,77$; $p = 0,085$; $p = 0,008$; $p = 0,003$) в ПР и от $(3,46 \pm 0,04)$ до $(5,08 \pm 0,17)$ ммоль/л ($p < 0,001$) в АР. Сравнение средних значений уровня глюкозы у представителей аналогич-

ных ВГ показало значимое их увеличение в возрасте 16–21 год ($p < 0,001$) и 36–45 лет ($p = 0,029$) у лиц ПР и тенденцию к повышению в 22–35 лет ($p = 0,11$) относительно АР. При этом частота встречаемости повышенных значений с 16 до 45 лет не превышала 6,0 % у лиц обоих регионов, а в ВГ 46–60 и 61–74 лет составила 9,91 и 17,15 % у жителей ПР и 13,22 и 20,31 % у лиц АР, что, вероятно, связано с

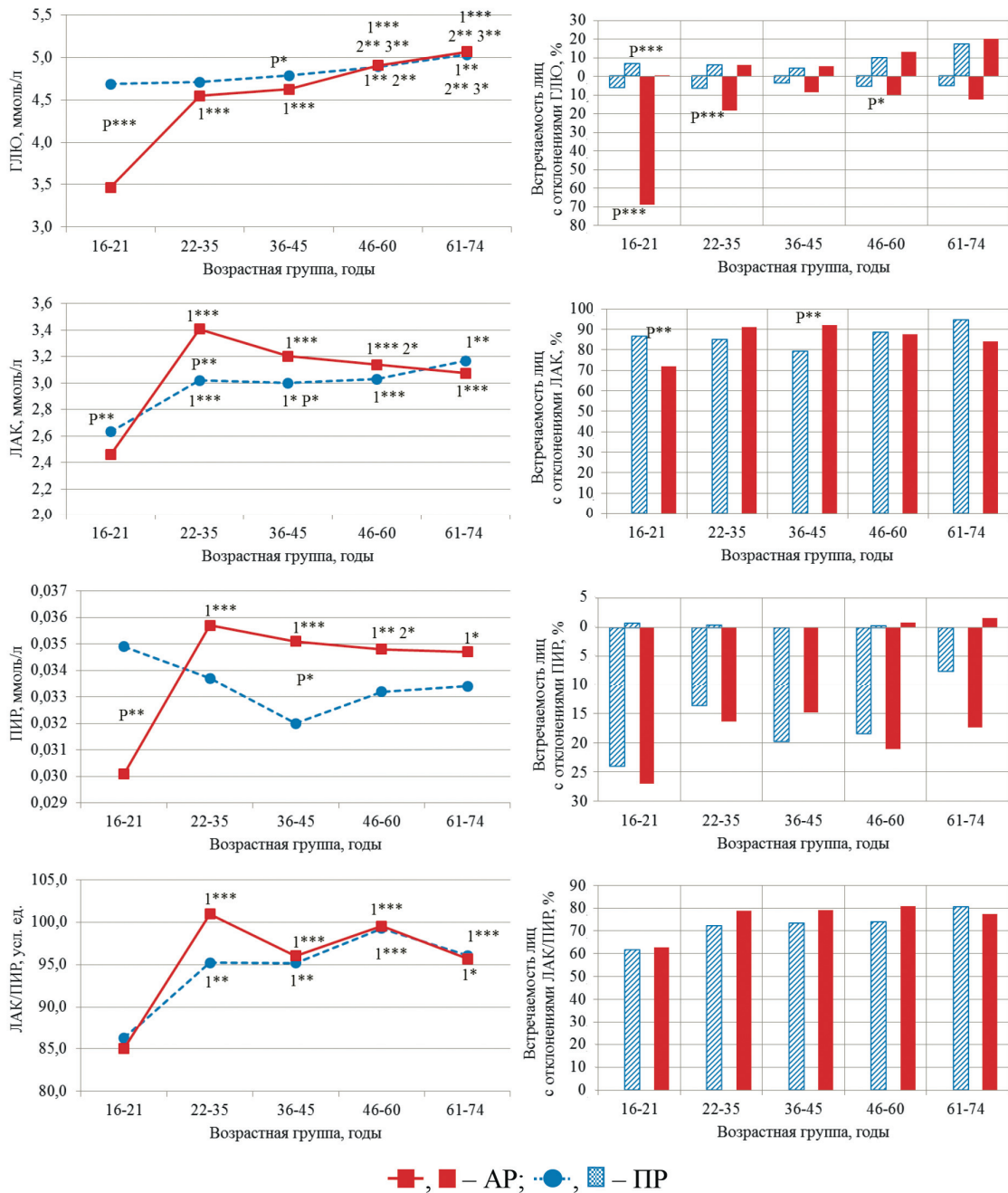


Рис. 2. Динамика возрастных изменений показателей углеводного обмена в сыворотке крови и частота встречаемости отклонений показателей углеводного обмена от физиологической нормы (выше/ниже 0 – отклонение выше/ниже нормы) у практически здоровых жителей приарктического (ПР) и арктического (АР) регионов Севера России. Статистическая значимость различий: 1 – относительно возрастной группы 16–21 года; 2 – относительно возрастной группы 22–35 лет; 3 – относительно возрастной группы 36–45 лет; P – между выборками АР и ПР; * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$

повышенной долей углеводов в фактическом питании жителей АР. Вместе с тем аномально низкие значения содержания глюкозы также преобладали у лиц АР всех ВГ (с 16 до 74 лет): 68,83 и 6,06 %; 18,44 и 6,6 %; 8,51 и 3,75 %; 9,92 и 5,38 %; 12,5 и 5,0 % у жителей АР и ПР соответственно.

Аналогичные изменения у лиц обоих регионов выявлены и в содержании лактата (рис. 2): значимое увеличение с 16 до 74 лет от 2,63 до 3,17 ммоль/л ($p < 0,001$; $p = 0,039$; $p < 0,001$; $p = 0,009$) у представителей ПР и от 2,46 до 3,09 ммоль/л ($p < 0,001$) у лиц АР. В уровне пирувата отмечены противоположные изменения: у жителей ПР с возрастом он практически не изменялся – от 0,035 до 0,033 ммоль/л ($p = 0,99$; $p = 0,37$; $p = 0,51$; $p = 0,73$), а у представителей АР, наоборот, статистически значимо повышался от 0,030 до 0,035 ммоль/л ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p = 0,004$; $p = 0,017$). При сравнении средних значений содержания промежуточных продуктов углеводного обмена было отмечено статистически значимое увеличение уровней лактата ($p = 0,004$) и пирувата ($p = 0,003$) в возрасте 16–21 года у жителей ПР по сравнению с лицами АР, а также в ВГ 22–35 лет ($p = 0,002$ и $p = 0,096$) и 36–45 лет ($p = 0,014$ и $p = 0,035$ для лактата и пирувата соответственно) у лиц АР относительно жителей ПР.

Вместе с тем в обоих регионах аномально высоких значений содержания лактата с 16 до 74 лет было больше среди жителей ПР (от 86,6 до 94,4 %), чем у лиц АР (от 72,1 до 84,12 %), а частота встречаемости низких концентраций пирувата, наоборот, с возрастом уменьшалась от 24,06 до 7,5 % у жителей ПР и от 27,03 до 17,46 % у лиц АР. При этом высокие значения коэффициента Лак/Пир среди представителей ПР и АР с 16 до 74 лет составили 61,6 и 62,6 %; 72,3 и 78,98 %; 73,4 и 79,1 %; 73,9 и 80,8 %; 80,55 и 77,4 % в соответствующих ВГ, что свидетельствует о преобладании анаэробных процессов над аэробными в разной степени выраженности у лиц обоих регионов.

Корреляционный анализ (см. таблицу) доказал более выраженную зависимость параметров углеводного обмена от содержания катехоламинов у 16–21-летних жителей ПР (АДР – Глю, АДР – Лак/Пир, АДР – Пир, НАДР – Пир, НАДР/АДР – Лак/Пир), а у лиц АР значимыми оказались лишь корреляции НАДР – Лак и НАДР – Пир. При этом в ВГ 22–35 лет, наоборот, более выраженная зависимость глюкозы и ее метаболитов от уровня катехоламинов отмечена у лиц АР (АДР – Глю, НАДР – Лак, НАДР/АДР – Лак, НАДР – Пир, НАДР/АДР – Лак/Пир), у жителей ПР выявлены зависимости НАДР – Лак и НАДР/АДР – Лак/Пир. У 36–45-летних лиц АР установлена лишь одна прямая зависимость АДР – Глю, а у 46–60-летних жителей ПР – прямые зависимости АДР – Лак/Пир, НАДР – Лак, НАДР – Лак/Пир. Следует отметить, что у представителей ПР в возрасте 61–74 лет, так же как и в 16–21 год, установлено наибольшее влияние катехоламинов на параметры углеводного обмена (АДР – Глю, АДР – Лак, НАДР – Глю), тогда как у лиц АР – лишь НАДР/АДР – Лак. Таким образом, катехоламины наиболее значимое влияние оказали на уровень глюкозы и ее метаболитов у 16–21-, 46–60- и 61–74-летних жителей ПР и 22–35- и 36–45-летних представителей АР.

Обсуждение. Катехоламины играют значительную роль в организме, обеспечивая адаптацию к острым и хроническим стрессам. Они представляют собой систему быстрого реагирования и являются необходимыми элементами реакции «борьбы или бегства» [2, 4].

Высокая активность гормонального компонента САС, особенно у жителей АР, свидетельствует о наличии потенциальных возможностей организма, способных реализоваться при неблагоприятной ситуации или воздействии чрезвычайных факторов внешней среды [2, 11]. Уровень катехоламинов и значение коэффициента НАДР/АДР у жителей АР в возрасте 16–21 года значительно выше физиологической нормы и данных показателей в других ВГ, что может говорить о напряжении механизмов адаптации с последующим нарушением регу-

**КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ
И ПОКАЗАТЕЛЕЙ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА У ЖИТЕЛЕЙ СЕВЕРА РОССИИ**

Катехоламин – показатель углеводного обмена	Возрастная группа, годы (n)	Коэффициент корреляции r	Значимость p
<i>Приарктический регион</i>			
АДР–Глю	16–21 (132)	0,394	0,007
	61–74 (40)	0,471	0,006
АДР–Лак	46–60 (353)	0,171	0,019
	61–74 (40)	0,370	0,044
АДР–Пир	16–21 (132)	–0,389	0,008
АДР–Лак/Пир	16–21 (132)	0,471	0,002
	46–60 (353)	0,244	0,001
НАДР–Глю	61–74 (40)	0,364	0,037
НАДР–Лак	22–35 (212)	0,202	0,036
	46–60 (353)	0,217	0,003
НАДР–Пир	16–21 (132)	–0,324	0,028
	22–35 (212)	0,202	0,028
НАДР–Лак/Пир	46–60 (353)	0,201	0,006
НАДР/АДР–Лак/Пир	16–21 (132)	–0,381	0,017
<i>Арктический регион</i>			
АДР–Глю	22–35 (141)	–0,206	0,020
	36–45 (141)	0,260	0,003
АДР–Лак	46–60 (242)	0,162	0,018
НАДР–Лак	16–21 (231)	0,517	0,034
	22–35 (141)	0,230	0,010
НАДР–Пир	16–21 (231)	0,569	0,017
НАДР/АДР–Лак	22–35 (141)	0,297	0,002
	61–74 (40)	–0,383	0,028
НАДР/АДР–Лак/Пир	22–35 (141)	0,227	0,019

ляторных механизмов метаболизма, компенсаторно-приспособительных реакций и истощением ресурсов естественной резистентности. У жителей АР в возрасте 22–45 лет установлено снижение активности САС, характеризующееся уменьшением уровня адреналина, норадреналина и соотношения НАДР/АДР, что, вероятно, может выступать одним из критериев адаптации к неблагоприятным факторам. Таким образом, в САС у жителей Севера Рос-

сии, независимо от региона проживания, с возрастом происходят значительные изменения, влияющие на степень адаптации организма к внешним условиям и формирование ответных физиологических реакций.

Статистически значимое повышение уровня глюкозы в сыворотке крови у лиц с 16 до 74 лет в обоих регионах может быть связано с тем, что основную роль в обеспечении организма энергией играет липолиз, поэтому исполь-

зование глюкозы для синтеза жиров снижается и происходит интенсификация глюконеогенеза.

Вместе с тем с возрастом у жителей ПР уровень пирувата снижался, лактата – повышался, а у лиц АР – наоборот. Несмотря на разные тенденции в содержании лактата и пирувата, с возрастом значение коэффициента Лак/Пир превышало значения нормы у жителей ПР с 16 до 74 лет, а у лиц АР – с 16 до 60 лет, что указывает на преобладание, с разной степенью выраженности, анаэробных процессов над аэробными у жителей обоих регионов. Можно предположить, что с возрастом повышается мобилизация энергетических ресурсов организма, что проявляется ростом в сыворотке крови уровня глюкозы, лактата, пирувата.

У жителей ПР и АР отмечена повышенная активация САС (выражающаяся в более высокой экстрекции адреналина, чем норадреналина), что можно рассматривать как адаптивную реакцию организма к экстремальным условиям проживания.

Установлены разнонаправленные изменения содержания катехоламинов с возрастом у жителей ПР и АР. В ПР уровень адреналина повышался относительно 16–21-летних, с максимальными значениями в 22–35 и 46–60 лет и минимальными в 16–21 и 61–74 лет, а в АР, наоборот, с возрастом снижался, максимальные значения отмечены в 16–21 и 61–74 лет. При этом во всех ВГ АР уровень данного гормона был выше, чем в аналогичных ВГ ПР.

Уровень норадреналина с 16 до 74 лет у лиц ПР возрастал, а у представителей АР значимое повышение отмечено лишь в 46–60 лет с последующим снижением в 61–74 лет до

уровня 16–21-летних. Вместе с тем у жителей ПР частота встречаемости аномально низких значений содержания норадреналина с 16–21 до 46–60 лет уменьшалась с 39 до 18 %, а у представителей АР, наоборот, повышалась с 11 до 18 %.

Соотношение НАДР/АДР было выше у жителей ПР во всех ВГ, особенно у 16–21-летних, по сравнению с представителями АР, что, вероятно, указывает на преобладание у лиц ПР норадреналинового звена САС, а у жителей АР – наоборот, адреналинового, особенно в ВГ 22–35, 36–45 и 61–74 лет.

У жителей Севера России с увеличением возраста установлены выраженные флуктуации в крови уровня глюкозы: статистически значимое повышение с 16 до 74 лет. Частота встречаемости повышенных значений уровня глюкозы с 16 до 45 лет не превышала 6 %, а в ВГ 46–60 и 61–74 лет составила 10 и 17 % у жителей ПР и 13 и 20 % у представителей АР, при этом аномально низкие значения преобладали у лиц всех ВГ АР в сравнении с показателями жителей ПР: 69 и 6 %, 18 и 6 %, 9 и 4 %, 10 и 5 %, 13 и 5 % с 16 до 74 лет.

Установлено, что с возрастом у лиц ПР уровень пирувата снижался, лактата – повышался, а в АР – наоборот. При этом аномально высоких значений содержания лактата с 16 до 74 лет было больше в ПР, чем в АР, а частота встречаемости низких концентраций пирувата с возрастом снижалась в обоих регионах. Несмотря на разные тенденции в уровне лактата и пирувата, с возрастом значения коэффициента Лак/Пир превышали значения нормы у жителей ПР с 16 до 74 лет, а у лиц АР – с 16 до 60 лет.

Список литературы

1. Бичкаева Ф.А. Эндокринная регуляция метаболических процессов у человека на Севере. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 304 с.
2. Адаптация человека к экологическим и социальным условиям Севера / отв. ред. Е.Р. Бойко. Сыктывкар; Екатеринбург: УрО РАН, 2012. 443 с.
3. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. Новосибирск: Наука, 1980. 192 с.

4. Бичкаева Ф.А., Нестерова Е.В., Третьякова Т.В., Власова О.С., Денисовская В.Ю., Шенгоф Б.А., Баранова Н.Ф. Взаимоотношение адреналина и параметров углеводного или липидного обмена у лиц с инсулиннезависимым сахарным диабетом, проживающих в Архангельской области // Регуляция метаболических процессов при сахарном диабете II типа / отв. ред. Л.К. Добродеева. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2014. С. 152–199.
5. Баранов В.М., Баевский Р.М., Берсенева А.П., Михайлов В.М. Оценка адаптационных возможностей организма и задачи повышения эффективности здравоохранения // Экология человека. 2004. № 6. С. 25–29.
6. Бойко Е.Р. Некоторые закономерности метаболических перестроек у человека на Крайнем Севере // Физиология человека. 1996. Т. 22, № 4. С. 122–129.
7. Туписова Е.В. Реактивность и компенсаторные реакции эндокринной системы у мужского населения Европейского Севера. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. 202 с.
8. Presta E., Leibel R.L., Hirsch J. Regional Changes in Adrenergic Receptor Status During Hypocaloric Intake Do Not Predict Changes in Adipocyte Size or Body Shape // *Metabolism*. 1990. Vol. 39. P. 307–315.
9. Corkill A.B., Marks H.P. The Effect of Adrenaline on Muscle Glycogen // *J. Physiol.* 1930. Vol. 70, № 1. P. 67–85.
10. Leys D. The Influence of Adrenaline on Carbohydrate Metabolism // *J. Physiol.* 1931. Vol. 71, № 3. P. 275–279.
11. Васильев В.Н., Чугунов В.С. Симпатико-адреналовая активность при различных функциональных состояниях человека. М.: Медицина, 1985. 270 с.
12. Halter J.B., Beard J.C., Porte D.Jr. Islet Function and Stress Hyperglycemia: Plasma Glucose and Epinephrine Interaction // *Am. J. Physiol.* 1984. Vol. 247. P. E47–E52.
13. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 190 с.

References

1. Bichkaeva F.A. *Endokrinnaya regulyatsiya metabolicheskikh protsessov u cheloveka na Severe* [Endocrine Regulation of Metabolic Processes in Humans in the North]. Yekaterinburg, 2008. 304 p.
2. Boyko E.R. *Adaptatsiya cheloveka k ekologicheskim i sotsial'nym usloviyam Severa* [Human Adaptation to Environmental and Social Conditions in the North]. Syktyvkar, 2012. 443 p.
3. Kaznacheev V.P. *Sovremennye aspekty adaptatsii* [Current Aspects of Adaptation]. Novosibirsk, 1980. 192 p.
4. Bichkaeva F.A., Nesterova E.V., Tret'yakova T.V., Vlasova O.S., Denisovskaya V.Yu., Shengof B.A., Baranova N.F. *Vzaimootnoshenie adrenalina i parametrov uglevodnogo i lipidnogo obmena u lits s insulinnezavisimym sakharnym diabetom, prozhivayushchikh v Arkhangel'skoy oblasti* [The Relationship Between Adrenaline and Parameters of Carbohydrate and Lipid Metabolism in Patients with Non-Insulin-Dependent Diabetes Living in the Arkhangelsk Region]. *Regulyatsiya metabolicheskikh protsessov pri sakharnom diabete II tipa* [Regulation of Metabolic Processes in Diabetes Mellitus Type II]. Yekaterinburg, 2014, pp. 152–199.
5. Baranov V.M., Baevskiy R.M., Berseneva A.P., Mikhaylov V.M. *Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostey organizma i zadachi povysheniya effektivnosti zdavookhraneniya* [Evaluation of Adaptive Abilities of an Organism and Tasks of Healthcare Effectiveness Increase]. *Ekologiya cheloveka*, 2004, no. 6, pp. 25–29.
6. Boyko E.R. *Nekotorye zakonomernosti metabolicheskikh perestroek u cheloveka na Kraynem Severe* [Some Regularities of Metabolic Changes in Humans in the Far North]. *Fiziologiya cheloveka*, 1996, vol. 22, no. 4, pp. 122–129.
7. Tapisova E.V. *Reaktivnost' i kompensatornye reaktsii endokrinnoy sistemy u muzhskogo naseleniya Evropeyskogo Severa* [Reactivity and Compensatory Responses of the Endocrine System in Male Population of the European North]. Yekaterinburg, 2009. 202 p.
8. Presta E., Leibel R.L., Hirsch J. Regional Changes in Adrenergic Receptor Status During Hypocaloric Intake Do Not Predict Changes in Adipocyte Size or Body Shape. *Metabolism*, 1990, vol. 39, no. 3, pp. 307–315.
9. Corkill A.B., Marks H.P. The Effect of Adrenaline on Muscle Glycogen. *J. Physiol.*, 1930, vol. 70, no. 1, pp. 67–85.
10. Leys D. The Influence of Adrenaline on Carbohydrate Metabolism. *J. Physiol.*, 1931, vol. 71, no. 3, pp. 275–279.
11. Vasil'ev V.N., Chugunov V.S. *Simpatiko-adrenalovaya aktivnost' pri razlichnykh funktsional'nykh sostoyaniyakh cheloveka* [Sympathoadrenal Activity at Various Functional States in Humans]. Moscow, 1985. 270 p.

12. Halter J.B., Beard J.C., Porte D.Jr. Islet Function and Stress Hyperglycemia: Plasma Glucose and Epinephrine Interaction. *Am. J. Physiol.*, 1984, vol. 247, no. 1, pt. 1, pp. E47–E52.

13. Boyko E.R. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy zhiznedeyatel'nosti cheloveka na Severe* [Physiological and Biochemical Bases of Human Life in the North]. Yekaterinburg, 2005. 190 p.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.1.25

*Ekaterina V. Nesterova**, *Boris A. Shengof**, *Artem A. Bichkaev**

*Laverov Federal Research Centre for Integrated Studies of the Arctic, Russian Academy of Sciences
(Arkhangelsk, Russian Federation)

AGE-RELATED CHANGES IN THE LEVELS OF CATECHOLAMINES AND PARAMETERS OF CARBOHYDRATE METABOLISM IN RESIDENTS OF THE RUSSIAN NORTH

The research involved adult population (aged 16–74 years) of the Arctic (818 subjects) and the Subarctic (897 subjects) regions of the Russian North. Using the spectrophotometric and fluorometric methods, we determined the serum levels of carbohydrate metabolism parameters (glucose, pyruvate, and lactate) and the urine levels of catecholamines (epinephrine and norepinephrine). We found that the increase in urine epinephrine and norepinephrine levels with age is accompanied by an increase in serum glucose level and activity of anaerobic processes in inhabitants of the Arctic region. People living in the Subarctic region aged 16–45 years had significantly higher glucose levels than those living in the Arctic region. In subjects aged 46–74 years, the regional differences were much less pronounced, but the number of people with abnormally high glucose values was greater, especially in the Arctic region. In all age groups of the Subarctic region, we identified prevalence of norepinephrine, especially in 16–21-year-olds; in the Arctic region, on the contrary, epinephrine dominated, especially in the age groups of 22–35, 36–45 and 61–74 years. There were established pronounced fluctuations in the glucose level, such as its significant increase in the blood of 16–21- and 36–45-year-old inhabitants of the Subarctic region. Furthermore, the research found that the pyruvate level decreases and the lactate level increases with age in inhabitants of the Subarctic region, while those living in the Arctic region showed an opposite trend. The most significant effect produced by the levels of catecholamines on the levels of glucose and its metabolites was observed in inhabitants of the Subarctic region aged 16–21, 46–60 and 61–74 years and in those of the Arctic region aged 22–35 and 36–45 years.

Keywords: *epinephrine, norepinephrine, glucose, lactate, pyruvate, Subarctic region, Arctic region, age-related changes.*

Поступила 27.04.2017

Received 27 April 2017

Corresponding author: Ekaterina Nesterova, *address:* prosp. Lomonosova 249, Arkhangelsk, 163001, Russian Federation; *e-mail:* Ekaterina29reg@mail.ru

For citation: Nesterova E.V., Shengof B.A., Bichkaev A.A. Age-Related Changes in the Levels of Catecholamines and Parameters of Carbohydrate Metabolism in Residents of the Russian North. *Journal of Medical and Biological Research*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 25–34. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2018.6.1.25