

УДК 612.017.2-055.1(571.65)

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ У ЮНОШЕЙ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ: МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ (сообщение 1)

© 2013 г. **И. В. Суханова, А. Л. Максимов, С. И. Вдовенко**

Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, г. Магадан

Проблеме адаптации к различным природно-климатическим факторам, воздействующим на организм человека, посвящено значительное количество работ отечественных и зарубежных ученых [8, 9, 24, 29, 30]. Одним из ключевых вопросов адаптации организма к воздействию экстремальных факторов является формирование адекватного уровня метаболизма, в обеспечении которого дыхательная и сердечно-сосудистая системы занимают ведущее положение.

В настоящее время на территории Магаданской области сформировались популяции уроженцев 1–2-го поколений укорененных жителей из числа европеоидов, родители которых (мигранты) прибыли на Северо-Восток России в 1940–1960-х годах, где у них родились дети (1-е поколение), которые, в свою очередь, дали начало следующим поколениям (2-е поколение), постоянно там проживающим. Здоровье таких популяций, а особенно адаптивные перестройки на внутри- и межсистемных уровнях, обеспечивающие устойчивое функционирование организма при постоянном воздействии неблагоприятных природно-климатических факторов, в настоящее время мало изучены и представляют особый интерес для решения проблем адаптации человека [13]. По данным В. И. Хаснулина [25], 3-е и последующие поколения пришлых северян по ряду показателей становятся похожими на аборигенных жителей Севера. Ряд авторов в своих работах указывают на то, что организм аборигенов эволюционно адаптирован к суровым условиям северных областей. В то же время люди, впервые прибывшие на данную территорию, оказываются под воздействием новых условий обитания, которые являются для них экстремальными. Это связано с тем, что нормы реакции физиологических систем данных мигрантов сформировались и генетически закрепились в иных природно-климатических условиях среды [8]. Некоторые исследователи предполагают, что оптимальный акклиматизационный эффект может быть получен при наибольшем достижении у пришлого населения показателей, характерных для аборигенных популяций [6]. Однако имеются научные публикации, показывающие, что в процессе приспособления у различных групп населения, длительно проживающих в экстремальных природно-климатических условиях, могут формироваться свои адаптационные программы и функциональные перестройки, отличающиеся от таковых у коренных жителей тех же регионов [15].

В этой связи целью данной работы явилось определение особенностей морфофункциональных перестроек организма аборигенов, мигрантов и уроженцев Северо-Востока 1–2-го поколения из числа европеоидов, постоянно проживающих в Магаданской области.

Исследованы морфофункциональные показатели 1 656 юношей в возрасте 17–21 года из числа аборигенов, мигрантов и уроженцев Магаданской области 1–2-го поколений из числа европеоидов, постоянных жителей региона. Установлено, что среди современной популяции юношей-аборигенов и уроженцев-европеоидов, проживающих в однотипных природно-климатических условиях, наблюдаются процессы сближения ряда физиологических параметров организма, что позволяет рассматривать данное явление как определенную стадию в процессе конвергентной адаптации. При этом вектор направленности показателей перестроек физиологических систем организма у мигрантов и различных поколений уроженцев-северян позволяет констатировать, что в современных условиях на Северо-Востоке России происходит формирование новой популяции, обозначенной нами как укорененные лица, функциональные показатели которых отличаются от таковых у аборигенов и мигрантов.

Ключевые слова: Северо-Восток России, юноши, аборигены, мигранты, укорененные европеоиды, функциональные показатели

Методы

Методом случайной выборки были обследованы 1 656 юношей в возрасте от 17 до 21 года, постоянных жителей Магаданской области. Все обследованные лица были разделены на 4 группы. Первую группу ($n = 56$) представляли приезжие мигранты-европеиды (адаптанты) из центральных районов страны со сроком проживания на Севере от 5 до 10 лет (в среднем $7,2 \pm 1,4$) года), которую мы обозначили как нулевое поколение. Вторая группа — это уроженцы Магаданской области в 1-м поколении из числа европеидов ($n = 924$), третья — уроженцы во 2-м поколении ($n = 580$), при этом и у тех, и у других родители являлись мигрантами, прибывшими на Северо-Восток России в прошлом столетии. В четвертую группу вошло аборигенное население региона (эвены, коряки, $n = 96$). Исследования были проведены в период с 2004 по 2012 год.

У обследуемых определяли основные соматометрические показатели: длину и массу тела, окружность грудной клетки с использованием медицинского ростомера и весов. По этим данным рассчитывали индекс Пинье (ИП, усл. ед.), характеризующий крепость телосложения [27]. Вычислялись индекс пропорциональности телосложения (ПТ, %), индекс массы тела (ИМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$), площадь тела (S , см^2) и отношение массы тела к площади тела (MT/S , $\text{кг}/\text{м}^2$).

На основе метода биоэлектрического сопротивления определяли общее содержание жира (в % от массы тела) в организме [28]. Для анализа функционального состояния сердечно-сосудистой системы в покое с помощью автоматического тонометра Nesei DS-1862 (Япония) производилось измерение показателей систолического (САД, мм рт. ст.), диастолического (ДАД, мм рт. ст.) артериального давления, а также частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин). Расчетным путем определяли общее периферическое сопротивление сосудов (ОПС, $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}$), ударный объем по Старру (УО, мл) и минутный объем крови (МОК, мл/мин) [27].

Для оценки ряда параметров системы внешнего дыхания и газообмена у юношей в состоянии покоя с помощью метаболога MedGraphics VO2000 (США) определяли уровни содержания кислорода (O_2 , %) и углекислого газа (CO_2 , %) в выдыхаемом воздухе, потребление кислорода (ПО_2 , мл/мин), минутный объем дыхания (МОД, л), частоту дыхания (ЧД, цикл/мин), дыхательный объем (ДО, мл), энергозатраты в состоянии покоя (ккал/мин) и кислородную емкость крови (КИО₂, мл/л). Легочные объемы и показатели вентиляции автоматически приводились к системе ВTPS, а величина потребления кислорода — к системе STPD.

Параметры внешнего дыхания регистрировались в открытой системе с помощью компьютерного спироанализатора КМ-АР-01 «Диамант-С». Запись производилась в положении сидя в два этапа: первый включал в себя максимальный вдох и спокойный

максимальный выдох в трубку модуля системы газоанализа; на втором этапе после максимального вдоха производился стремительный форсированный выдох также до предела. Все основные характеристики автоматически сравнивались с должными величинами, изначально заложенными в программном обеспечении аппарата и представляющими собой данные, полученные для популяции жителей Центрально-Европейской части России [10]. Оценку состояния системы внешнего дыхания обследуемых проводили на основании замеров и последующего анализа следующих показателей: ЖЕЛ — жизненная емкость легких, (л); ПОС — пиковая объемная скорость выдоха, (л/с); МОС_{25%} — мгновенная объемная скорость на 25 % от форсированного выдоха, (л/с); МОС_{50%} — мгновенная объемная скорость на 50 % от форсированного выдоха, (л/с); МОС_{75%} — мгновенная объемная скорость на 75 % от форсированного выдоха, (л/с). Для показателей ПОС, МОС_{25%}, МОС_{50%}, МОС_{75%} автоматически рассчитывался процент от должной величины, которая условно была принята за 100 %. В программном обеспечении компьютерного спирографа заложены должные величины, зависящие от возраста и длины тела каждого испытуемого.

Обследование юношей осуществлялось в помещении с температурой 18–20 °С в первой половине дня. Все юноши добровольно участвовали в исследованиях, которые проводились с соблюдением требований биомедицинской этики. Полученные результаты были подвергнуты статистической обработке с применением пакета прикладных программ «Statistica 7.0» Проверка на нормальность распределения измеренных переменных, осуществлявшаяся на основе теста Колмогорова — Смирнова, показала, что все полученные данные подчиняются закону нормального распределения. Результаты представлены в виде среднего значения (M) и ошибки средней арифметической (m). При статистической обработке материала использовался дисперсионный анализ с последующим попарным сравнением с помощью критерия Штеффле. Критический уровень значимости (p) в работе принимался равным 0,05 [4].

Результаты

Основные соматометрические показатели представлены в табл. 1. Следует отметить, что при сравнении адаптантов и уроженцев-европеидов значимые различия отмечались только по длине тела между группами 1 и 2 — ($1,7 \pm 0,5$) см. Статистически значимых отличий между уроженцами разных поколений (2 и 3 группы), а также между группами 1 и 3 не было выявлено ни по одному из сравниваемых параметров. Проведенные нами исследования современной популяции юношей-аборигенов относительно их сверстников из числа уроженцев-европеидов и мигрантов позволили установить, что для них сохраняются более низкие значения длины и массы тела, а также показатели окружности грудной клетки. В свою очередь это ведет к снижению показателей

Таблица 1

Соматометрические показатели у испытуемых с различным уровнем адаптации к условиям Северо-Востока России (M ± m)

Исследуемый показатель	Обследованная группа				Уровень значимости различий между группами		
	0 поколение (1), n = 56	1 поколение (2) n = 924	2 поколение (3) n = 580	Аборигены (4) n = 96	3-4	1-4	2-4
Масса тела, кг	69,1±1,3	68,2±0,4	67,7±0,4	58,1±0,8	*	*	*
Общее содержание жира, %	10,2±0,6	11,1±0,2	10,7±0,2	10,8±0,5	—	—	—
Длина тела, см	179,5±0,8	177,8±0,2	178,5±0,3	168,5±0,7	*	*	*
Окружность грудной клетки, см	89,8±0,6	90,3±0,2	90,4±0,3	85,9±0,7	*	*	*
ИП, усл.ед.	23,0±1,8	21,2±0,5	22,2±0,6	27,4±1,4	*	*	*
ПТ, %	91,2±0,6	91,0±0,2	91,4±0,2	89,2±0,5	*	*	*
S, см ²	18687,7±176,7	18448,9±50,6	18448,6±62,2	16570,1±134,1	*	*	*
ИМТ, кг/м ²	21,4±0,4	21,3±0,1	21,2±0,1	20,4±0,2	*	*	*
MT/S, кг/ м ²	36,8±0,4	36,8±0,1	36,5±0,1	34,9±0,2	*	*	*

Примечание. Здесь и в остальных таблицах прочерк означает отсутствие статистически значимых различий между сравниваемыми группами, а звездочка — наличие различий при уровне значимости p ≤ 0,05.

индекса массы тела, площади тела и отношения массы тела к площади тела. Важно отметить то, что не наблюдалось статистически значимых различий по значениям общего содержания жира в организме у представителей всех изучаемых групп. Это дает возможность предположить отсутствие зависимости динамики данного показателя от этнической принадлежности и продолжительности проживания на Севере испытуемых.

Анализ показателей сердечно-сосудистой системы, представленный в табл. 2, выявил ряд значимых различий между изучаемыми группами. Так, наблюдалась выраженная тенденция снижения уровня систолического и диастолического артериального давления от группы мигрантов к группе аборигенов с отсутствием статистически значимых различий у пришлых жителей Магаданской области в 1-го и 2-го поколении. Различий по уровню периферического сопротивления сосудов у представителей четырех групп в наших исследованиях выявлено не было.

С учетом информативности показателей энергообмена в оценке уровня адаптированности организма к экстремальным природно-климатическим условиям нами были проведены исследования параметров газообмена в изучаемых группах (табл. 3). Так, из приведенных данных видно, что значения ДО имели

четкую тенденцию к уменьшению по мере увеличения срока адаптации, при этом его наивысшие показатели отмечались у мигрантов, а наименьшие — у юношей-аборигенов. Аналогичная динамика была выявлена и для показателя МОД. Значения ЧД у лиц во всех обследуемых группах незначимо варьировали в пределах 14,5–15,2 цикл/мин, составляя в среднем (14,9±0,33) цикл/мин. Следует отметить, что у 1-го и нулевого поколений юношей значения ДО и МОД превышали нормативные величины, характерные для здорового молодого человека. Также отмечалась динамика повышения коэффициента использования кислорода от представителей нулевого поколения к аборигенам.

Анализ центральной характеристики газоанализа — уровня потребления кислорода, отражающего скорость обмена веществ и интенсивность окислительных реакций, не выявил статистически значимых различий у представителей четырех изучаемых нами групп. Полученные результаты показателей концентрации диоксида углерода в выдыхаемом воздухе были зафиксированы у испытуемых-аборигенов как самые низкие среди всех обследованных нами лиц.

Для детализации состояния кислородного обеспечения организма были исследованы показатели функции внешнего дыхания (табл. 4).

Таблица 2

Показатели сердечно-сосудистой системы у испытуемых с различным уровнем адаптации к условиям Северо-Востока России (M ± m)

Исследуемый показатель	Обследованная группа				Уровень значимости различий между группами					
	0 поколение (1), n = 56	1 поколение (2) n = 924	2 поколение (3) n = 580	Аборигены (4) n = 96	1-2	2-3	3-4	1-3	1-4	2-4
САД, мм рт.ст.	130,6±0,8	128,6±0,4	128,3±0,4	125,5±1,2	*	—	*	*	*	*
ДАД, мм рт.ст.	79,8±1,0	77,0±0,3	76,3±0,4	75,8±1,1	*	—	*	*	*	—
ЧСС, уд./мин	82,4±1,6	82,9±0,5	81,8±0,4	78,0±1,1	—	—	*	—	*	*
УО, мл	67,8±1,0	69,7±0,3	70,4±0,4	69,4±1,0	—	—	—	*	—	—
МОК, мл/мин	5564,2±123,1	5751,4±40,7	5722,0±51,4	5403,7±105,8	—	—	*	—	—	*
ОПС, дин · с · см ⁻⁵	1498,1±42,4	1446,3±13,7	1443,4±15,8	1513,1±55,7	—	—	—	—	—	—

Таблица 3

Показатели газоанализа и параметров внешнего дыхания у испытуемых с различным уровнем адаптации к условиям Северо-Востока России ($M \pm m$)

Изучаемый показатель	Обследованная группа				Уровень значимости различий между группами					
	0 поколение (1), n = 32	1 поколение (2) n = 224	2 поколение (3) n = 189	Аборигены (4) n = 32	1-2	2-3	3-4	1-3	1-4	2-4
ДО, мл	761,6±40,4	671,5±14,2	612,3±17,5	560,30±19,9	*	*	*	*	*	*
Уровень CO ₂ в выдыхаемом воздухе, %	3,77±0,07	3,67±0,04	3,54±0,06	3,05±0,07	—	—	*	*	*	*
ДК, усл. ед.	1,10±0,03	0,94±0,01	0,87±0,01	0,65±0,02	*	*	*	*	*	*
ПО ₂ , мл/мин	348,4±19,1	342,3±5,9	323,6±8,3	346,5±15,6	—	—	—	—	—	—
МОД, л	10,6±0,5	9,5±0,2	8,7±0,2	8,1±0,4	*	*	—	*	*	*
Уровень O ₂ в выдыхаемом воздухе, %	17,40±0,10	16,95±0,04	16,81±0,05	16,41±0,10	*	*	*	*	*	*
КИО ₂ , мл/л	34,1±0,8	36,5±0,4	37,5±0,4	42,10±1,40	*	*	*	*	*	*
Энергозатраты в состоянии покоя, ккал/мин	1,77±0,10	1,80±0,03	1,71±0,05	1,66±0,06	—	—	—	—	—	*

Таблица 4

Показатели ФВД у испытуемых с различным уровнем адаптации к условиям Северо-Востока России ($M \pm m$)

Изучаемый показатель	Обследованная группа				Уровень значимости различий между группами					
	0 поколение (1), n = 32	1 поколение (2) n = 175	2 поколение (3) n = 152	Аборигены (4) n = 31	1-2	2-3	3-4	1-3	1-4	2-4
ЖЕЛ (л)	5,00±0,08	5,13±0,02	5,12±0,02	4,5±0,0	—	—	*	—	*	*
ПОС (л/с)	10,1±0,2	10,3±0,0	9,7±0,1	8,8±0,1	—	*	*	*	*	*
ПОС (л/с) %	112±1,6	111±0,4	106±0,5	105±1,8	—	*	—	*	*	*
МОС ₂₅ % (л/с)	9,2±0,2	9,2±0,0	8,7±0,1	8,3±0,1	—	*	*	*	*	*
МОС ₂₅ % (л/с) %	113±1,9	110±0,5	105±0,6	112±1,9	—	*	*	*	—	—
МОС ₅₀ % (л/с)	6,6±0,1	6,8±0,0	6,4±0,1	6,8±0,1	—	*	*	—	—	—
МОС ₅₀ % (л/с) %	116±2,3	117±0,7	111±0,9	130±2,4	—	*	*	*	*	*
МОС ₇₅ % (л/с)	3,7±0,1	4,0±0,0	3,9±0,0	4,2±0,1	*	*	*	—	*	—
МОС ₇₅ % (л/с) %	134±3,2	141±1,0	138±1,3	164±4,9	*	—	*	—	*	*

Значимые различия практически между всеми группами отмечались для пиковой объемной скорости, проходимости крупных (МОС₂₅%) и средних (МОС₅₀%) бронхов. Относительно значений ПОС следует отметить, что максимальные различия были выявлены между адаптантами и аборигенами. Выявленная межгрупповая динамика была установлена в отношении дыхательных показателей, характеризующих объемно-скоростные характеристики в крупных бронхах. Так, наблюдалось постепенное снижение значений мгновенной скорости выдоха от группы юношей нулевого поколения к юношам 2-го поколения. Наибольшее же количество статистически значимых различий было зафиксировано в отношении объемных скоростей в бронхах среднего диаметра. Проходимость средних бронхов значительно возрастала у аборигенов относительно мигрантов и уроженцев 1-го, а также 2-го поколений. Как видно из приведенных значений, для юношей из числа аборигенов наивысшие показатели проходимости наблюдались также и в отношении мелких бронхов (МОС₇₅%), где уровень бронхопроходимости достигал 164 % относительно нормативов.

В целом видно, что наименьшее количество различий было зафиксировано между юношами-мигрантами

и представителями 1-го поколения. Так, МОС₇₅% у адаптантов не только оказался значимо ниже, чем у юношей из второй группы, но также был отмечен как самый низкий среди испытуемых всех групп.

Обсуждение результатов

Полученные соматометрические показатели (см. табл. 1) свидетельствуют о том, что изменений по абсолютному большинству из них между мигрантами и лицами 1–2-го поколений не наблюдалось. Учитывая, что изменения данных параметров в значительной степени являются генетически детерминированными, очевидно, что за достаточно короткий промежуток времени (в эволюционном аспекте) проживания в условиях Севера они не могли сформироваться. В то же время полученные нами данные позволяют констатировать постоянство соматотипа, не выходящего за пределы потенциальных экологических и генотипических особенностей организма населения Магаданской области. При этом анализ выявил значимые различия между изучаемыми показателями соматотипа уроженцев Севера из числа европеоидов относительно представителей аборигенного населения. Показатель индекса пропорциональности свидетельствует о том, что у юношей-аборигенов величина

относительной длины ног была значимо ниже, чем у пришлых юношей. Представляется очевидным, что уменьшение площади «выступающих» участков тела у лиц «арктического адаптивного типа» направлено на снижение теплоотдачи с поверхности тела в условиях холода.

Большой вклад в изучение морфофункциональных характеристик аборигенных жителей Севера внесла Т. И. Алексеева [2]. Основываясь в своих исследованиях на обобщении результатов особенностей строения тела и специфического обмена веществ, она отнесла аборигенов Северо-Востока России к представителям «арктического адаптивного типа». Данный тип представляет собой норму биологической реакции на комплекс условий окружающей среды, обеспечивающей состояние равновесия популяций с этой средой и находящей внешне выражение в морфофункциональных особенностях популяций.

Рассматривая показатели работы сердечно-сосудистой системы, важно отметить особо высокие величины САД и ДАД у обследуемых нами юношей из числа адаптантов, которые, по данным Всероссийского научного общества кардиологов (2004) [21], находились на верхней границе нормы в отношении этих физиологических характеристик и значительно превышали показатели, характерные для жителей средней полосы страны и Европейского Севера [5, 7, 12]. Анализ гипертензионной направленности артериального давления для современных юношей-европеоидов Магаданской области был проведен нами ранее [14]. Реакция сердечно-сосудистой системы в начальный период адаптации к условиям Северо-Востока России у вновь прибывших жителей региона обусловлена повышением уровня САД и ДАД, что, как нам кажется, является компенсаторным механизмом при действии низких температур окружающей среды. Следует сказать, что именно у юношей-аборигенов были отмечены наиболее низкие показатели артериального давления.

Известно, что более высокая ЧСС потенциально не выгодна для оптимального состояния кровообращения, в частности, в связи с укорочением периода диастолической фазы и повышенной нагрузки в отношении МОК, что метаболически для организма обходится существенно «дороже» и требует значительного прироста потребления кислорода [16]. В соответствии с этим можно констатировать сниженную эффективность в работе сердечно-сосудистой системы у представителей нулевого поколения жителей Магаданской области. Минутный объем крови является исключительно важной переменной величиной сердечно-сосудистой системы, которая постоянно регулируется таким образом, чтобы данная система могла удовлетворить газотранспортные потребности организма в конкретный момент времени, причем повышение энергетических трат и увеличение потребления кислорода вызывает пропорциональное нарастание МОК. С этой позиции становятся понятными более низкие значения данного показателя у юношей-аборигенов, что согласуется с

принципом экономизации энергетических функций организма в условиях экстремальных климатических характеристик.

Таким образом, проведенный анализ показал, что для жителей Северо-Востока России с непродолжительным периодом проживанием на Севере в начальной фазе адаптации характерно состояние напряжения сердечно-сосудистой системы, проявляющееся повышением САД и ДАД, а также снижением УО крови. В то же время у исследованных нами представителей аборигенного этноса Северо-Востока России установлены более оптимальные показатели в работе системы, что проявляется статистически значимо более низкими значениями артериального давления (как систолического, так и диастолического) и ЧСС. Помимо этого у испытуемых данной группы отмечаются минимальные показатели МОК, что свидетельствует о более экономном функционировании сердечно-сосудистой системы в условиях Северо-Востока России и характеризует стратегическую направленность адаптационных перестроек, связанную с энергетической минимизацией функциональных систем организма при действии холодного фактора, что достаточно хорошо показано при исследовании на животных [19]. В этой связи понятна направленность изменений показателей системы кровообращения, напряженность функционирования которой у мигрантов была значимо выше, чем у представителей 1-го и последующих поколений.

Среди показателей внешнего дыхания (см. табл. 3) следует отметить факт превышения нормативных показателей по МОД и ДО у адаптантов и уроженцев в 1-м поколении, тогда как у молодых людей во 2-м поколении и у аборигенов эти характеристики находились в пределах физиологической нормы. Данное обстоятельство свидетельствует об оптимизации функции дыхания у представителей 2-го поколения и аборигенного этноса, так как известно, что легочная вентиляция влияет на уровень теплоотдачи с дыханием, что в значительной мере проявляется функцией «экономизации», реализующейся, в частности, через снижение респираторных теплопотерь под влиянием экстремальных условий Северо-Востока России [26].

Увеличение КИО₂ в ряду от адаптантов к аборигенам свидетельствует о повышении диффузии кислорода через альвеолярно-капиллярную мембрану [17] и улучшении кислородотранспортной функции организма в целом. Важно отметить, что наивысшие показатели данной физиологической характеристики наблюдались у представителей аборигенного населения. Аналогичные результаты были получены А. Я. Соколовым и Л. И. Гречкиной [23], которые отмечали, что у аборигенов при меньшей величине МОД был выше коэффициент использования кислорода и кислородный пульс, что, по мнению авторов, свидетельствовало о высокой эффективности функционирования кардиореспираторной системы у юношей-аборигенов.

Важно отметить повышение потребления кислорода у обследованных юношей в пределах 25 % относительно нормативных величин [20]. Несмотря на то, что концентрация CO_2 в выдыхаемом воздухе была минимальной у юношей-аборигенов, выявленные значения данного параметра значительно превышали показатели, полученные в работах других авторов, которые проводили исследования на жителях Европейского Севера [7].

Вопрос об этиологии повышенных величин концентрации CO_2 в выдыхаемом воздухе остается открытым. Так, по мнению С. Г. Кривошекова с соавторами [11], увеличение образования углекислого газа может объясняться высоким функциональным резервом гликолитических процессов. У наших испытуемых первой и второй групп это подтверждается повышенными значениями дыхательного коэффициента, величины которого свидетельствуют о преобладании углеводного обмена веществ и соответственно об отсутствии у них «полярного метаболического типа», характерного для аборигенов [3, 18]. Между тем, по данным О. И. Ровной и В. Н. Ильина [22], высокое выделение углекислоты может быть следствием редкого и глубокого дыхания, как у наших испытуемых первой и второй групп, что, в свою очередь, способствует связыванию кислорода кровью и высвобождению CO_2 .

В целом в процессе проживания в условиях Северо-Востока России происходит компенсаторная мобилизация ряда механизмов, направленных на увеличение доставки кислорода в ткани. Так, в ряду юношей от нулевого ко 2-му поколению отмечается снижение легочной вентиляции, направленной на уменьшение респираторных теплопотерь с дыханием и снижение энергозатрат, а также повышение эффективности газообмена (по значениям КИО_2). При этом изучаемые показатели газообмена и функции внешнего дыхания у юношей-аборигенов характеризуются оптимальными величинами.

Таким образом, в ходе проведенных исследований было выявлено, что среди современной популяции юношей аборигенов и укорененных европеоидов, проживающих в однотипных природно-климатических условиях, наблюдаются процессы сближения ряда физиологических параметров организма, что позволяет рассматривать данное явление как определенную стадию в процессе конвергентной адаптации. Отсутствие динамики сближения ряда соматометрических и морфологических характеристик (см. табл. 1) у аборигенов и укорененных популяций позволяет говорить о достаточно жесткой фенотипической детерминации этих показателей действующими экстремальными условиями окружающей среды, которые у северных этносов выступают в качестве закрепленных маркеров эффективной адаптированности или экологического портрета [1]. При этом вектор функциональных физиологических перестроек у мигрантов и различных поколений уроженцев-северян из числа европеоидов позволяет констатировать то, что в современных условиях на Северо-Востоке

России происходит формирование новой популяции, обозначенной нами как укоренные лица.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Ермакова Н. В. Экологический портрет человека на Севере. М. : Круг, 1997. 212 с.
2. Алексеева Т. И. Географическая среда и биология человека. М. : Мысль, 1977. 302 с.
3. Бойко Е. Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург : УрО РАН, 2005. 190 с.
4. Боровиков В. П. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. СПб. : Питер, 2003. 688 с.
5. Гапон Л. И., Шуркевич Н. П., Ветошкин А. С. и др. Хронобиологическая характеристика ритмов артериального давления у больных артериальной гипертонией: десинхроноз как фактор формирования болезни в условиях вахты на Крайнем Севере // Кардиология. 2011. № 3 (16). С. 54–60.
6. Гребнева Н. Н. Функциональные резервы и формирование детского организма в условиях Западной Сибири : дис. ... д-ра биол. наук. Томск, 2001. 337 с.
7. Евдокимов В. Г. Функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека на Севере : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Сыктывкар, 2004. 34 с.
8. Казначеев В. П. Современные аспекты адаптации. Новосибирск : Наука, 1980. 192 с.
9. Казначеев В. П., Казначеев С. В. Адаптация и конституция человека. Новосибирск : Наука, 1986. 118 с.
10. Клемент Р. Ф., Лаврушин А. А., Тер-Погосян П. А., Котегов Ю. М. Инструкция по применению формул и таблиц должных величин основных спирографических показателей. Л. : МЗ СССР, ВНИИ пульмонологии, 1986. 79 с.
11. Кривошеков С. Г., Диверг Г. Э., Диверг Д. М. Реакция тренированных к задержке дыхания лиц на прерывистую нормобарическую гипоксию // Физиология человека. 2007. Т. 33, № 3. С. 75–80.
12. Лямина С. В., Лямина Н. П., Сенчихин В. Н., Додина К. А. Вариабельность артериального давления и сосудистый кровоток в молодом возрасте при артериальной гипертонии // Фундаментальные исследования. 2009. № 10. С. 16–20.
13. Максимов А. Л. Современные методологические аспекты адаптации аборигенных и коренных популяций на Северо-Востоке России // Экология человека. 2009. № 6. С. 17–21.
14. Максимов А. Л., Суханова И. В., Вдовенко С. И. Функциональные особенности организма юношей и девушек, жителей различных климатогеографических зон Магаданской области // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2012. Т. 98, № 1. С. 48–56.
15. Медведев В. И., Марьянович А. Т., Аверьянов В. С. и др. Компоненты адаптационного процесса. Л. : Наука, 1984. 112 с.
16. Мошнич П. С., Сидельников В. М., Кривченя Д. Ю. и др. Кардиология детского возраста. Киев : Здоров'я, 1986. 400 с.
17. Неверова Н. П. Состояние вегетативных функций у здоровых людей в условиях Крайнего Севера : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Новосибирск, 1972. 39 с.
18. Панин Л. Е. Полярный метаболический тип // Вопросы экологии человека в условиях Крайнего Севера / под ред. Л. Е. Панина. Новосибирск. 1979. С. 23–32.

19. Пастухов Ю. Ф., Максимов А. Л., Хаскин В. В. Адаптация к холоду и условиям Субарктики: проблемы термофизиологии. Магадан : СВНЦ ДВО РАН 2003. Т. 1. 373 с.

20. Попова О. Н. Характеристика адаптивных реакций внешнего дыхания у молодых лиц трудоспособного возраста, жителей Европейского Севера : автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. М., 2009. 39 с.

21. Профилактика, диагностика и лечение артериальной гипертензии. Российские рекомендации (второй пересмотр) // Приложение к журналу Кардиоваскулярная терапия и профилактика. М., 2004. 20 с.

22. Ровная О. И, Ильин В. Н. Особенности адаптивных реакций системы дыхания высококвалифицированных спортсменов синхронного плавания во время интервальной гипоксической тренировки // Проблемы физического воспитания и спорту. 2010. № 9. С. 71–75.

23. Соколов А. Я., Гречкина Л. И. Энергообмен и параметры кардиореспираторной системы у коренных и пришлых жителей Северо-Востока России // Экология человека. 2003. № 3. С. 10–12.

24. Судаков К. В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу. М., 1998. 267 с.

25. Хаснулин В. И. Этнические особенности психофизиологии коренных жителей Севера как основа выживания в экстремальных природных условиях // Проблемы сохранения здоровья в условиях Севера и Сибири : труды по медицинской антропологии / отв. ред. В. И. Харитонов. М. : Типография Новости, 2009. С. 36–55.

26. Шишкин Г. С., Петрунев С. А. Особенности вентиляции легких при дыхании низкотемпературным воздухом // Физиология человека. 1995. Т. 21, № 2. С. 61.

27. Юрьев В. В., Симаходский А. С., Воронович Н. Н., Хомич М. М. Рост и развитие ребенка. СПб : Питер, 2003. 272 с.

28. De Lorenzo A., Andreoli A., Matthie J., Withers P. Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review // The American Physiological Society. 1997. P. 1542–1557.

29. Halberg F., Cornelissen G., Bakken E. Caregiving merged with chronobiologic outcome assesment, research and education in health maintenance organization (HMOs) // Progress in Clinical and Biological Research. 1990. Vol. 341B. P. 491–549.

30. Selye H. The story of the Adaptation Syndrome. Montreal, 1960. P. 156–167.

References

1. Agadzhanian N. A., Ermakova N. V. *Ekologicheskii portret cheloveka na Severe* [Ecological portrait of a human in the North]. Moscow, 1997, 212 p. [in Russian]

2. Alekseeva T. I. *Geograficheskaya sreda i biologiya cheloveka* [Geographical environment and human biology]. Moscow, 1977, 302 p. [in Russian]

3. Boiko E. R. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy zhiznedeyatel'nosti cheloveka na Severe* [Physiological and biochemical grounds for human vital activity in the North]. Ekaterinburg, 2005, 190 p. [in Russian]

4. Borovikov V. P. *Statistica. Iskusstvo analiza dannykh na komp'yutere: dlya professionalov* [Statistica. The art of computer data analysis: for professionals]. Saint Petersburg, 2003, 688 p. [in Russian]

5. Gapon L. I., Shurkevich N. P., Vetoshkin A. S. i dr. *Kardiologiya* [Cardiology]. 2011, no. 3(16), pp. 54-60. [in Russian]

6. Grebneva N. N. *Funktsional'nye rezervy i formirovanie detskogo organizma v usloviyakh Zapadnoi Sibiri (dok. dis.)* [Functional reserves and formation of a child's body under conditions of West Siberia (Doctoral Thesis)]. Tomsk, 2001, 337 p. [in Russian]

7. Evdokimov V. G. *Funktsional'noe sostoyanie serdechno-sosudistoi i dykhatel'noi sistem cheloveka na Severe (avtoref. dok. dis.)* [Functional state of the human cardiovascular and respiratory systems in the North (Author's Abstract of Doctoral Thesis)]. Syktyvkar, 2004, 34 p. [in Russian]

8. Kaznacheev V. P. *Sovremennye aspekty adaptatsii* [Current aspects of adaptation]. Novosibirsk, 1980, 192 p. [in Russian]

9. Kaznacheev, V. P., Kaznacheev S. V. *Adaptatsiya i konstitutsiya cheloveka* [Human adaptation and constitution]. Novosibirsk, 1986, 118 p. [in Russian]

10. Klement R. F., Lavrushin A. A., Ter-Pogosyan P. A., Kotegov Yu. M. *Instruktsiya po primeneniyu formul i tablits dolzhnykh velichin osnovnykh spirograficheskikh pokazatelei* [Guidelines for using formulas and tables of proper values of basic spiographic indices]. Leningrad, 1986, 79 p. [in Russian]

11. Krivoshchekov S. G., Diverg G. E., Diverg D. M. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 2007, vol. 33, no. 3, pp. 75-80. [in Russian]

12. Lyamina S. V., Lyamina N. P., Senchikhin V. N., Dodina K. A. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Studies]. 2009, no. 10, pp. 16-20. [in Russian]

13. Maksimov A. L. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology], 2009, no. 6, pp. 17-21. [in Russian]

14. Maksimov A. L., Sukhanova I. V., Vdovenko S. I. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I. M. Sechenova* [I. M. Sechenov Physiological Journal]. 2012, vol. 98, no. 1, pp. 48-56. [in Russian]

15. Medvedev V. I., Mar'yanovich A. T., Aver'yanov V. S. i dr. *Komponenty adaptatsionnogo protsessa* [Components of adaptation process]. Leningrad, 1984, 112 p. [in Russian]

16. Moshchich P. S., Sidel'nikov V. M., Krivchenya D. Yu. i dr. *Kardiologiya detskogo vozrasta* [Cardiology of a child]. Kiev, 1986, 400 p. [in Russian]

17. Neverova N. P. *Sostoyanie vegetativnykh funktsii u zdorovykh lyudei v usloviyakh Krainego Severa (avtoref. dok. dis.)* [Vegetative functions' state in healthy people in the Far North (Author's Abstract of Doctoral Thesis)]. Novosibirsk, 1972, 39 p. [in Russian]

18. Panin, L. E. *Voprosy ekologii cheloveka v usloviyakh Krainego Severa* [Issues of human ecology in conditions of the Far North]. Novosibirsk, 1979, pp. 23-32. [in Russian]

19. Pastukhov Yu. F., Maksimov A. L., Khaskin V. V. *Adaptatsiya k kholodu i usloviyam Subarktiki: problemy termofiziologii* [Adaptation to cold and subarctic conditions: problems of thermophysiology]. Magadan, 2003, vol. 1, 373 p. [in Russian]

20. Popova O. N. *Kharakteristika adaptivnykh reaksii vneshnego dykhaniya u molodykh lits trudospobnogo vozrasta, zhitelei Evropeiskogo Severa (avtoref. dok. dis.)* [Characteristics of adaptive responses of external respiration in young able-bodied people in European North (Author's Abstract of Doctoral Thesis)]. Moscow, 2009, 39 p. [in Russian]

21. *Profilaktika, diagnostika i lechenie arterial'noi gipertenzii. Rossiiskie rekomendatsii (vtoroj peresmotr). Prilozhenie k zhurnalu "Kardiovaskulyarnaya terapiya i*

profilaktika” [Prophylaxis, diagnostics and treatment for arterial hypertension. Russian recommendations (the second revision). Cardiovascular therapy and prevention. Suppl.]. Moscow, 2004, 20 p. [in Russian]

22. Rovnaya O. I., Ilyin V. N. *Problemi fizichnogo vikhovaniya i sportu* [Problems of physical training and sport]. 2010, no. 9, pp. 71-75. [in Russian]

23. Sokolov A. Ya., Grechkina L. I. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2003, no. 3, pp. 10-12. [in Russian]

24. Sudakov K. V. *Individual'naya ustoichivost' k emotsional'nomu stressu* [Individual resistance to emotional stress]. Moscow, 1998, 267 p. [in Russian]

25. Khasnulin V. I. *Problemy sokhraneniya zdorov'ya v usloviyakh Severa i Sibiri. Trudy po meditsinskoj antropologii* [Problems of health maintenance under North and Siberia conditions. Manuscripts on medical anthropology], ed. V. I. Kharitonov. Moscow, 2009, pp. 36-55. [in Russian]

26. Shishkin G. S., Petrunov S. A. *Fiziologiya cheloveka* [Human Physiology]. 1995, vol. 21, no. 2, pp. 61. [in Russian]

27. Yuryev V. V., Simakhodskiy A. S., Voronovich N. N., Khomich M. M. *Rost i razvitie rebenka* [Growth and development of a child]. Saint Petersburg, 2003, 272 p. [in Russian]

28. De Lorenzo A., Andreoli A., Matthie J., Withers P. Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review. *The American Physiological Society*, 1997, pp. 1542-1557.

29. Halberg F., Cornelissen G., Bakken E. Caregiving merged with chronobiologic outcome assessment, research and education in health maintenance organization (HMOs). *Progress in Clinical and Biological Research*. 1990, vol. 341B, pp. 491-549.

30. Selye H. *The story of the Adaptation Syndrome*. Montreal, 1960, pp. 156-167.

PECULIARITIES OF ADAPTATION OBSERVED IN YOUNG MALE RESIDENTS OF MAGADAN REGION: MORPHOFUNCTIONAL CHANGES (Report 1)

I. V. Sukhanova, A. L. Maximov, S. I. Vdovenko

Scientific-Research Center "Arktika" FEB RAS, Magadan, Russia

There were examined 1 656 young male residents of the Magadan region from among aborigines aged 17-21 y. o., migrants and Caucasoid natives of the Magadan region of the 1st - 2nd generations in order to study their morphofunctional parameters. It has been found that among the modern population of the male aborigines and the Caucasoid natives residing under similar natural-climatic conditions, there were observed processes of convergence of some of their physiological parameters. Those processes allowed to consider the phenomenon as a certain stage of convergent adaptation. Moreover, the vector of the change indices' focus among the migrants and different generations of the Caucasoid natives allows to state formation of a new population that is developing in the Northeast of Russia. We specify this new population as a population of rooted residents who have different functional indices as compared to those of aborigines or migrants.

Keywords: Northeast of Russia, young male residents, aborigines, migrants, Caucasoid natives, functional indices

Контактная информация:

Вдовенко Сергей Игоревич – младший научный сотрудник ФГБУН НИЦ «Арктика» Дальневосточного отделения РАН

Адрес: 685000, г. Магадан, ул. К. Маркса, д. 24

Тел. (4132) 62-45-84

E-mail: Vdovenko.sergei@yandex.ru