

УДК 612.017.2(571.65):572.9

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ У ЮНОШЕЙ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ: АНАЛИЗ МЕЖСИСТЕМНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ (сообщение 2)

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

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

На основании методов корреляционного и факторного анализа 21 морфофункционального показателя проведено сравнительное исследование выборки 1 656 юношей в возрасте 17–21 года, состоящей из аборигенов, мигрантов и уроженцев Магаданской области в первом и втором поколении из числа европеоидов (укорененные лица). Установлено, что для всех обследуемых групп юношей совокупность соматометрических показателей выступает наиболее значимым фактором, определяющим особенности стратегии долговременной адаптации организма к воздействию природно-климатических условий Севера. При этом у каждой популяции формируется характерный только для нее морфофункциональный экологический портрет, структура которого определяется количеством статистически информативных показателей, объединяемых в определенное число факторов.

Ключевые слова: Северо-Восток России, адаптивные перестройки, аборигены, мигранты, уроженцы-европеоиды, экологический портрет

Известно, что о степени адаптированности организма к воздействию экстремальных природно-климатических факторов принято судить по стабилизации ответов абсолютных значений показателей физиологических систем организма на действие тех или иных стандартных тестирующих нагрузок [16]. Однако такой подход оказывается обоснованным главным образом при изучении краткосрочных адаптационных перестроек популяций мигрантов и недостаточно информативным при анализе отдаленных процессов морфофункциональных изменений среди уроженцев тех регионов, где совокупное действие экстремальных факторов носит хронический характер (Север, высокогорье, аридные зоны и т. п.). Оценка адаптированности организма лиц, являющихся уроженцами (в первом и последующих поколениях) высоко дискомфортных территорий, должна строиться не на оценке изменений отдельных показателей, а на динамике их интегральной совокупности многофакторных характеристик, позволяющих производить оценку адаптационного профиля на уровне группы лиц или даже популяций.

Согласно теории функциональных систем центральным системообразующим фактором каждой функциональной системы является результат ее деятельности, определяющий в целом для организма нормальные условия поддержания его метаболических процессов [2]. При этом описание организма как целого невозможно без детального рассмотрения отдельных совокупностей взаимосвязей, так как центральным свойством сложных систем являются взаимодействия их компонентов на разных уровнях, реализующие характерные для них саморегуляторные механизмы и адаптационные стратегии [2, 5, 8, 15, 17].

С учетом этого нами была проведена количественная оценка межсистемных адаптационных перестроек у различных популяций уроженцев Северо-Востока России с использованием факторного корреляционного анализа. Известно, что анализ взаимосвязей разнонаправленных процессов на основе корреляционной адаптометрии позволяет дать обобщенную количественную оценку приспособительных перестроек не только отдельных систем организма, но и популяции в целом [6]. Поскольку взаимодействие различных функциональных систем строится на основе принципов иерархии, мультипараметрического и последовательного взаимодействия, целью нашего исследования была попытка установить иерархию информативности системных перестроек морфофункциональных взаимосвязей, определяющих особенности структуры адаптивных профилей у изучаемых нами групп молодых жителей Магаданской области из числа аборигенных и европеоидных популяций уроженцев Севера.

Методы

В период с 2004 по 2012 год было проведено полифункциональное обследование юношей Магаданской области в возрасте от 17 лет до

21 года, при этом вся выборка была разделена на 4 условные группы: аборигены (96 человек); мигранты — лица, прибывшие в регион и постоянно проживающие в нем не менее 5 лет (нулевое поколение, 56 человек); уроженцы-европеоиды Севера в первом (924 человека) и втором (580 человек) поколениях. Исследования морфофункциональных показателей основывались на общепринятых методиках и подробно описаны нами в первом сообщении [20].

Полученные результаты были подвергнуты статистической обработке с применением пакета прикладных программ Statistica 7.0. Для оценки относительной информативности всех 21 изученных нами морфофункциональных показателей были определены уровни значимости их различий по всем 4 группам относительно друг друга при величине критерия Стьюдента $t \geq 2$; $p \leq 0,05$. При этом наличие различий обозначалось цифрой 1, а их отсутствие — цифрой 0. Проверка на нормальность распределения измеренных переменных осуществлялась по критерию Шапиро-Вилка. Для построения плеяд использовался корреляционный анализ, который был выполнен с использованием критерия Пирсона, при этом в расчет принимались коэффициенты с силой связи от 0,5 и более с уровнем значимости $p < 0,05$, характеризующие средний и сильный характер взаимосвязей. При факторном анализе использовался метод главных

компонент с вращением Varimax с нормализацией Кайзера [4].

Результаты

В табл. 1 представлены морфофункциональные показатели и абсолютное количество значимых различий между ними в сравниваемых группах юношей Магаданской области. Кроме того, для оценки значения относительного уровня информативности (УИ) не просто отдельных морфофункциональных характеристик, а системы, их объединяющей, нами был проведен подсчет общей суммы выявленных различий, которая делилась на количество изученных в конкретной системе показателей. Полученное частное характеризовало УИ исследованной системы в оценке адаптивных перестроек у изученных групп жителей региона.

Для комплексной оценки особенностей межсистемных взаимосвязей функциональных показателей у различных групп изучаемых нами жителей были построены корреляционные плеяды (рис. 1). В свою очередь, для проверки гипотезы, объясняющей механизм межсистемных корреляционных перестроек, нами был проведен факторный анализ всей совокупности морфофункциональных показателей, полученных при исследовании юношей-аборигенов, мигрантов и уроженцев Севера первого и второго

Таблица 1
Морфофункциональные показатели и значения их относительной информативности у юношей Магаданской области

Показатель	Значение показателя по условным группам (M±m)				Наличие различий между показателями в сравниваемых группах, p<0,05						Сумма выявленных различий
	Мигранты (группа 1)	Первое поколение (группа 2)	Второе поколение (группа 3)	Аборигены (группа 4)	1-2	2-3	3-4	1-3	1-4	2-4	
МТ, кг	69,1±1,3	68,2±0,4	67,7±0,4	58,1±0,8	0	0	1	0	1	1	3
ОСЖ, %	10,2±0,6	11,1±0,2	10,7±0,2	10,8±0,5	0	0	0	0	0	0	0
ДТ, см	179,5±0,8	177,8±0,4	178,5±0,3	168,5±0,7	1	0	1	0	1	1	4
ОГК, см	89,8±0,6	90,3±0,2	90,4±0,3	85,9±0,7	0	0	1	0	1	1	3
ИП, усл. ед.	23,0±1,8	21,2±0,5	22,2±0,6	27,4±1,4	0	0	1	0	1	1	3
МТ/S, кг/м²	36,8±0,4	36,8±0,1	36,5±0,1	34,9±0,2	0	0	1	0	1	1	3
САД, мм рт. ст.	130,6±0,8	128,6±0,4	128,3±0,4	125,5±1,2	1	0	1	1	1	1	5
ДАД, мм рт. ст.	79,8±1,0	77,0±0,3	76,3±0,4	75,8±1,1	1	0	1	1	1	0	4
ЧСС, уд./мин	82,4±1,6	82,9±0,5	81,8±0,4	78,0±1,1	0	0	1	0	1	1	3
УО, мл	67,8±1,0	69,7±0,3	70,4±0,4	69,4±1,0	0	0	0	1	0	0	1
ОПС, дин·с·см⁻⁵	1498±42	1446±14	1443±16	1513±56	0	0	0	0	0	0	0
ДК, усл. ед.	1,10±0,03	0,94±0,01	0,87±0,01	0,65±0,02	1	1	1	1	1	1	6
ПО₂, мл/мин	348±19	342±6	324±8	346±16	0	0	0	0	0	0	0
КИО₂, мл/л	34,1±1,2	36,5±0,4	37,5±0,4	42,10±1,4	0	1	1	1	1	1	5
ЭП, ккал/мин	1,77±0,10	1,80±0,03	1,71±0,05	1,66±0,06	0	0	0	0	0	1	1
ДО, мл	762±40	671±14	612±17	560±20	1	1	1	1	1	1	5
МОД, л	10,6±0,5	9,5±0,2	8,7±0,2	8,1±0,4	1	1	0	1	1	1	5
ЖЕЛ, л	5,00±0,08	5,13±0,02	5,12±0,02	4,50±0,00	0	0	1	0	1	1	3
МОС₂₅%, л/с	9,2±0,2	9,2±0,0	8,7±0,1	8,3±0,1	0	1	1	1	1	1	5
МОС₅₀%, л/с	6,6±0,1	6,8±0,0	6,4±0,1	6,8±0,1	0	1	1	0	0	0	2
МОС₇₅%, л/с	3,7±0,1	4,0±0,0	3,9±0,0	4,2±0,1	1	1	1	0	1	0	4

Примечание. МОС₂₅%, МОС₅₀%, МОС₇₅% — мгновенная объемная скорость выдоха 25 %, 50 %, 75 % от форсированной ЖЕЛ.

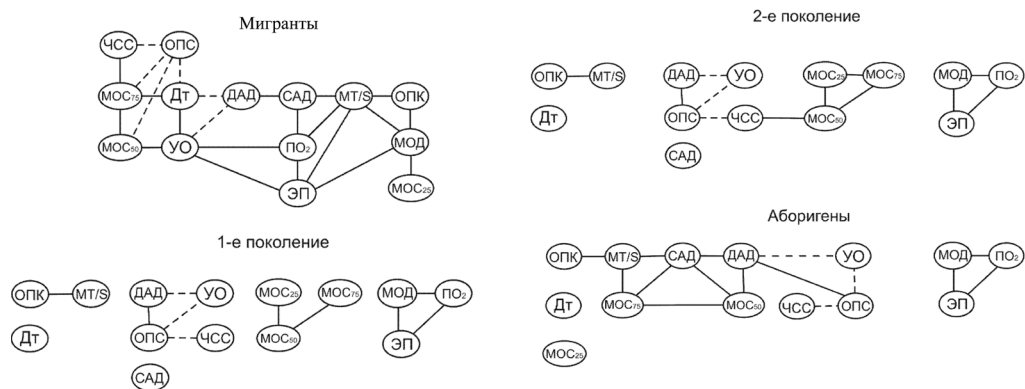


Рис. 1. Корреляционные плеяды морфофункциональных показателей у различных групп юношей из числа уроженцев и мигрантов Магаданской области

Таблица 2

Значения факторного анализа морфофункциональных показателей у юношей Магаданской области

Мигранты				Первое поколение			
Ранг фактора	Показатель	Удельное значение показателя в структуре фактора, %	Суммарное значение фактора, %	Ранг фактора	Показатель	Удельное значение показателя в структуре фактора, %	Суммарное значение фактора, %
1	МТ	8,9	42,4	1	МТ	4,7	23,7
	ОСЖ	8,8			ОСЖ	4,2	
	ОГК	8,0			ОГК	4,7	
	ИП	8,0			ИП	5,0	
	МТ/S	8,6			МТ/S	5,0	
2	ДТ	4,2	21,9	2	ДК	9,6	18,3
	ЧСС	3,8			КИО ₂	8,7	
	ДАД	4,6		3	ПО ₂	5,1	15,1
	УО	4,7			МОД	4,9	
	ОПС	4,6			ЭП	5,1	
3	ДО	16,8	16,8	4	МОС _{25%}	2,8	9,2
4	ДК	5,3	9,8		МОС _{50%}	3,4	
КИО ₂	4,5	МОС _{75%}	3,0				
5	ЖЕЛ	2,5	5,7	5	ДАД	3,9	7,8
	МОД	3,2			УО	3,9	
				6	ЧСС	2,9	6,0
ОПС	3,1						
Второе поколение				Аборигены			
Ранг фактора	Показатель	Удельное значение показателя в структуре фактора, %	Суммарное значение фактора, %	Ранг фактора фактора	Показатель	Удельное значение показателя в структуре фактора, %	Суммарное значение фактора, %
1	МТ	4,6	24,1	1	МТ	4,8	27,1
	ОСЖ	4,3			ОСЖ	5,2	
	ОГК	4,8			ОГК	5,3	
	ИП	5,2			ИП	6,0	
	МТ/S	5,2			МТ/S	5,7	
2	ПО ₂	5,0	15,0	2	ДО	5,3	19,5
	МОД	4,9			ПО ₂	6,6	
	ЭП	5,1			МОД	6,3	
3	ДАД	2,4	13,0	3	ДТ	7,0	13,2
	УО	2,5			ЖЕЛ	6,2	
	МОС _{25%}	2,6		4	ДК	4,4	9,5
	МОС _{50%}	3,0			КИО ₂	5,1	
4	МОС _{75%}	2,4	12,5	5	МОС _{25%}	3,1	9,1
	ЧСС	5,4			МОС _{50%}	3,5	
	ОПС	7,1			МОС _{75%}	2,6	
5	ДТ	5,0	9,6	6	ДАД	3,7	8,1
	ЖЕЛ	4,6			УО	4,4	
7	САД	6,5	6,0	7	ЧСС	2,5	4,7
	ДК	3,0			ОПС	2,1	
	КИО ₂	3,0					

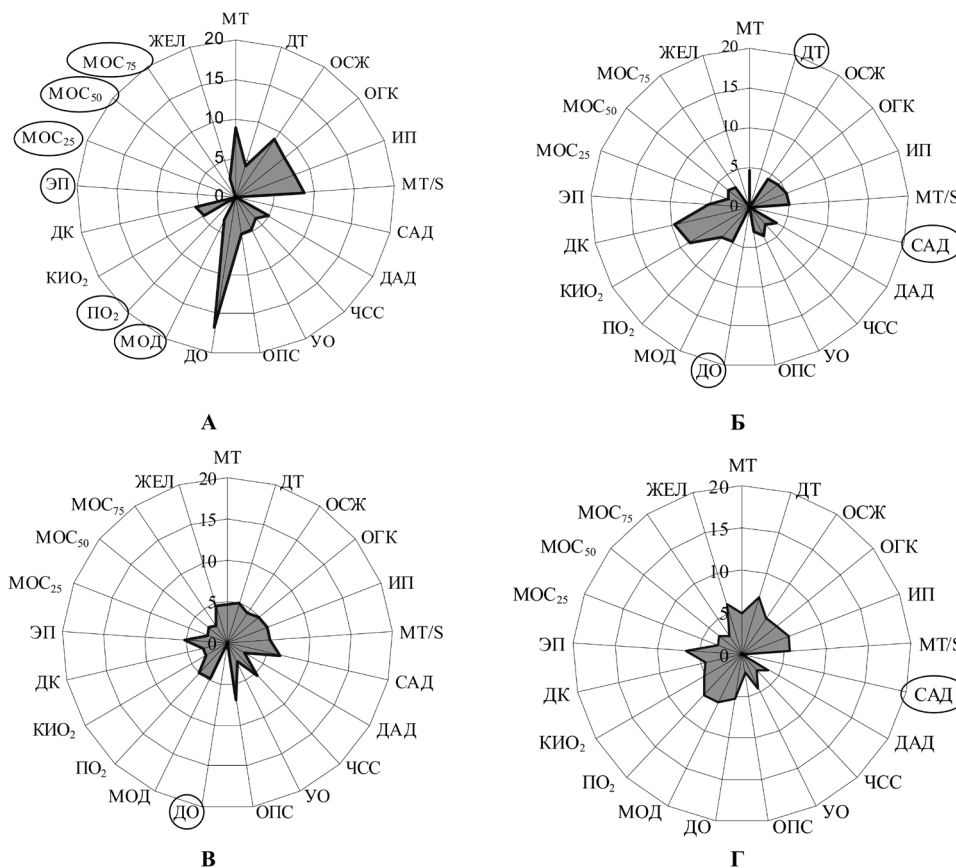


Рис. 2. Адаптивные профили (экологические портреты) мигрантов (А), уроженцев Севера первого (Б), второго (В) поколений и аборигенов (Г), постоянных жителей Магаданской области
 Примечание. Размерность диаграмм дана в %; функциональные показатели, имеющие в структуре факторного анализа нулевое процентное значение, выделены кругом.

поколений. Для количественной оценки совокупности различных показателей нами был вычислен удельный вес каждого из показателей, входящих в тот или иной фактор (табл. 2). В дальнейшем для детальной оценки профиля экологического портрета каждой группы обследуемых лиц нами в едином масштабе были построены лепестковые диаграммы, на которых в процентах представлены значения каждого из 21 изученного показателя, входящих в общую структуру выделенных факторов (рис. 2).

Обсуждение результатов

Анализ общего числа выявленных межгрупповых различий, представленных в последней колонке табл. 1, показывает, что их максимальное число — 6 наблюдалось по значениям дыхательного коэффициента (ДК), а минимальное — 1 по ударному объему (УО) и энергозатратам в состоянии оперативного покоя (ЭП). При этом оказалось, что такие показатели, как общее содержание жира (ОСЖ), общее периферическое сопротивление кровотоку (ОПС) и потребление кислорода в покое (ПО₂), вообще не имели статистически значимых различий в сравниваемых группах обследуемых лиц.

Оценка значения относительного УИ для различных функциональных систем позволила выявить ряд интересных моментов. Так, для системы внешнего

дыхания, объединяющей 6 показателей, в которой общее количество (сумма) выявленных различий между значениями в сравниваемых группах испытуемых достигало 24, значение УИ составляло: $24 / 6 = 4$.

Аналогичные расчеты для показателей сердечно-сосудистой системы, газоэнергообмена и внешнего дыхания дали в порядке убывания следующий ряд значений УИ показателей: внешнего дыхания — 4,0 усл. ед.; газоэнергообмена — 3,0; физического развития — 2,7; кардиогемодинамики — 2,6. Из представленных данных видно, что наибольшим УИ, отражающим изменения адаптивных перестроек, выступает система внешнего дыхания, что легко объяснимо, так как бронхолегочные структуры организма наиболее подвержены холодовому воздействию и менее всего оказываются защищенными от влияния экстремальных природно-климатических факторов Севера [21].

Рассматривая особенности структуры корреляционных плеяд, можно выявить ряд интересных моментов (см. рис. 1). Так, в группе мигрантов, обозначенной нами как нулевое поколение, из всего массива 21 изученного показателя только 14 имели между собой статистически значимые связи. Хорошо видно, что показатели УО и отношения массы тела к его площади (МТ/S) выступают центрами плеяды, где каждый из них объединяет по 5 показателей. При этом такая важная морфофункциональная характеристика, как

MT/S, имеет только положительные связи, четко указывающие, что с ее увеличением возрастают значения кардиореспираторных показателей, газообмена и энерготрат организма. Отметим, что величина MT/S опосредованно, через потребление кислорода, связана с УО сердца, который, в свою очередь, имеет отрицательную взаимосвязь с диастолическим артериальным давлением (ДАД) и положительные с длиной тела (ДТ), вентиляторной способностью бронхов среднего калибра ($MOC_{50\%}$), а также ЭП.

У юношей-уроженцев Севера в первом поколении наблюдается совершенно другая картина структуры межсистемных взаимосвязей, из которой видно, что единая корреляционная структура у них распадается на четыре отдельные части, лишь одна из которых является плеядой, где ОПС имеет 3 связи, а остальные представляют собой кластеры, где число связей между элементами не превышает 2. Наибольшее количество связей — 4 сформировалось между показателями, характеризующими состояние гемодинамики, где ОПС положительно коррелирует с ДАД и отрицательно с УО и частотой сердечных сокращений (ЧСС), показывая, что у уроженцев Севера первого поколения увеличение периферического сопротивления сосудов приводит к увеличению ДАД при снижении УО и ЧСС.

У юношей-уроженцев Севера второго поколения общая корреляционная структура несколько изменяется за счет появления взаимосвязи между ЧСС и $MOC_{50\%}$, при этом в единой плеяде оказались показатели системы внешнего дыхания и гемодинамики. Таким образом, наблюдаемые перестройки взаимосвязей функциональных систем позволяют предположить, что процесс отдаленных адаптивных перестроек у человека на Севере идет по пути формирования и увеличения числа межсистемных взаимосвязей.

Проверить данное предположение, изучая корреляционную структуру взаимосвязей у европеоидов — уроженцев Севера третьего поколения, не представлялось возможным, так как в настоящее время в Магаданской области такая популяция только формируется и практически невозможно набрать для анализа статистически репрезентативную выборку. Однако, принимая во внимание то, что аборигенные популяции из числа малочисленных народов Севера могут рассматриваться как лица, наиболее адаптированные к окружающим природно-климатическим условиям, мы изучили корреляционные связи у юношей из числа эвенков и коряков — постоянных жителей региона (группа аборигены).

Оказалось, что у них структура плеяды еще более усложнялась как за счет взаимосвязей с соматометрическими характеристиками, так и за счет увеличения их числа между внутрисистемными показателями. Так, если у уроженцев Севера первого и второго поколений ДАД имело корреляции только с ОПС и УО, то у аборигенов добавились взаимосвязи с систолическим артериальным давлением (САД) и $MOC_{50\%}$. При этом в корреляционной плеяде у обследуемых уроженцев Севера первого поколения

количество связей составляло 4, у второго — 8, а у аборигенов — 12. В этом аспекте кажется парадоксальным, что у обследуемых нулевого поколения, которые, по всей видимости, должны быть менее всего адаптированными к условиям Севера, плеяда объединяет наибольшее число показателей — 24. Однако, основываясь на положении В. И. Медведева о том, что у различных популяций или групп лиц при воздействии на их организм даже одинаковых факторов окружающей среды могут формироваться различные адаптационные стратегии, что подробно рассмотрено при акклиматизации человека в высокогорье [12, 13], наблюдаемая картина корреляционных взаимосвязей находит свое объяснение.

Подчеркнем, что группа мигрантов, обозначенная как нулевое поколение, обследовалась нами не сразу по прибытии в условия Севера, когда организм находится в острой фазе адаптационных перестроек [7], а спустя 5–10 лет проживания в регионе, когда сформировалась стадия относительной стабилизации. В этом периоде с учетом возрастного фактора, когда функциональные резервы высоки, а уровень их приспособления достигает оптимума, для пришлых молодых людей успешно прошедших острую и переходную стадии адаптации к Северу, межсистемные взаимосвязи могут характеризоваться максимальным количеством [11]. Однако такая стабилизация для новоселов Севера является временной, так как формирующиеся перестройки носят характер незавершенной адаптации [10], что проявляется спустя 15 и более лет проживания на Севере значительно большим, по сравнению с сопоставимыми группами лиц жителей центральных районов страны, истощением функциональных резервов и уменьшением числа корреляционных взаимосвязей.

Отметим, что вектор выраженной цикличности адаптационных перестроек от острой (аварийной) к переходной, стабильной и фазе истощения характерен только для лиц, впервые попадающих в новые, зачастую экстремальные условия жизнедеятельности, и является общей моделью приспособления организма к новым (как высокогорная гипоксия, так и Крайний Север) условиям жизнедеятельности [9, 14]. Однако такая стратегия адаптации характерна только для мигрантов, у уроженцев Севера и тем более аборигенов, по всей видимости, формируется своя модель, обуславливаемая в последующих поколениях все большим вкладом фенотипических факторов и однонаправленностью динамики уровней функциональных резервов от их максимального пика в 18–25 лет с последующим плавным снижением с увеличением возраста и экстремальности условий окружающей среды.

У юношей-уроженцев Севера первого поколения, когда у большинства систем уже сформирована присущая им норма физиологических реакций и достаточно высокий уровень адаптированности, позволяющий организму эффективно обеспечивать функционирование без жестких взаимосвязей на

межсистемных уровнях, в структуре корреляционной матрицы наблюдается ее частичная дезинтеграция. Однако отметим, что такая адаптационная стратегия, вероятно, не является оптимальной, на что указывает картина корреляционных взаимосвязей у лиц из числа уроженцев второго поколения и тем более у аборигенов, где общая структура корреляционной плеяды начинает восстанавливаться.

Известно, что количественную оценку сложной совокупности различных показателей и даже отдельных систем можно провести, рассчитав в процентах удельный вес объединяющего их фактора [4]. В этой связи нами было вычислено для каждой группы обследованных лиц количество факторов, их значимость и удельный вес каждого из показателей, входящих в тот или иной фактор (см. табл. 2).

Оказалось, что у представителей нулевого поколения из всех изученных показателей только 15 определяют характерный адаптационный профиль, объединяются они всего в 5 факторов с общим удельным весом 96,6 %. Отметим, что на остальные 6 показателей приходилось всего около 4 % их удельного вклада и они значимо не влияли на общую факторную структуру. Удельный вес 1-го, наиболее значимого фактора составлял 42,4 %, и он объединял в себе показатели МТ, ОСЖ, окружности грудной клетки (ОГК), индекса Пинье (ИП), МТ/S и практически отражал физическое развитие (соматометрические признаки) обследуемых лиц группы нулевого поколения. Во 2-й фактор со значением 21,9 % вошли показатели ДТ, ЧСС, ДАД, УО крови и ОПС.

Отметим, что выявленная зависимость гемодинамических показателей от ДТ свидетельствует о том, что у молодых мигрантов в условиях Северо-Востока напряжение сердечно-сосудистой системы сохраняется длительное время и в значительной степени связано не с массой, а с длиной тела. Интересным оказалось то, что у мигрантов показатель дыхательного объема (ДО) выступает в качестве самостоятельного фактора с достаточно высоким удельным значением — 16,8 %. В отдельный фактор со значением 5,7 % объединялись показатели жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и минутного объема дыхания (МОД), которые вместе с фактором ДО составляли 22,5 %, что указывает на значительную роль системы внешнего дыхания, сопоставимую с кардиогемодинамикой. Вполне естественно, что в этой и остальных группах обследуемых лиц отдельным фактором выступала характеристика газообмена, объединяющая значения ДК и коэффициента использования кислорода (КИО₂) при удельном значении 9,8 %, что отражало значимую роль метаболических перестроек в процессе адаптации человека на Севере, подробно проанализированных в ряде монографий [3, 18].

В группе уроженцев Севера первого поколения факторный анализ выявил, что состав показателей, входящих в 1-й фактор, не меняется, но он имеет меньшее удельное значение — 23,7 % относительно группы нулевого поколения. При этом показатель

ДО уже не выделяется в отдельный фактор, а на 2-ю и 3-ю позиции (по удельной величине значений) выдвигаются показатели ДК и КИО₂ (18,3 %); ПО₂, МОД и ЭП (15,1 %). Интересно, что показатель МОД вошел в структуру 3-го фактора вместе с уровнем ПО₂ и ЭП, которые в группе нулевого поколения не играли значимой роли и их удельные значения были менее 1 %. Роль вклада фактора, объединяющего показатели внешнего дыхания, у этой группы обследуемых относительно нулевого поколения снижается и составляет 9,2 %. Показатели гемодинамики распались на два отдельных фактора: ДАД + УО (7,8 %); ЧСС + ОПС (6,0 %). Таким образом, в группе лиц первого поколения, несмотря на увеличение числа факторов до 6, при общем их удельном значении 74,1 %, уровень взаимосвязей между функциональными системами уменьшился, что согласуется с данными анализа корреляционных плеяд, представленного выше.

У обследуемых второго поколения совокупность факторов, значимо определяющих адаптационный профиль, увеличилась до 7 и общее удельное их значение составило 86,8 %, что почти на 14 % больше относительно группы уроженцев первого поколения и также согласуется с результатами парной корреляции. Однако факторный анализ морфофункциональных показателей в группе аборигенов не выявил принципиальных особенностей по их количеству и структуре распределения относительно уроженцев Севера второго поколения. Так, общее количество факторов осталось равным 7 и число показателей, в них объединенных, существенно не изменилось. Отметим, что в этой группе показатель САД не выделялся в отдельный фактор, как это наблюдалось у лиц второго поколения, но отмечались перемещения некоторых показателей из одних факторов в другие. Подчеркнем, что удельное суммарное значение вклада всех 7 факторов по группе аборигенов возросло и составляло 91,2 %, что было больше, чем в группах уроженцев первого и второго поколений.

Структура корреляционных плеяд и факторный анализ функциональных систем организма, проведенный для групп лиц из числа мигрантов и европеоидов — уроженцев Севера первого и второго поколений, показывают, что они не копируют адаптивные стратегии, характерные для аборигенов Севера, а формируют свои морфофункциональные профили, которые, по мнению ряда исследователей, могут выступать в качестве экологического портрета тех или иных популяций [1].

На представленных диаграммах (см. рис. 2) видно, что, несмотря на одинаковое число факторов и количество входящих в их структуру функциональных показателей у лиц второго поколения и аборигенов, экологические (адаптационные) портреты данных популяций существенно различались. Еще больше различий было в структуре профилей у мигрантов и уроженцев Севера в первом поколении.

Таким образом, для всех обследуемых групп юношей, постоянных жителей Магаданской области, соматометрические показатели, по всей видимости, являются наиболее значимыми характеристиками, определяющими результат долговременной адаптации популяции к совокупному воздействию природно-климатических условий Севера.

Для проверки объективности сделанного предположения нами был проведен факторный анализ морфофункциональных показателей отдельно по совокупной выборке, состоящей из числа европеоидов нулевого, первого, второго поколений ($n = 1\ 560$) и только первого и второго поколения ($n = 1\ 504$). Оказалось, что и в том и в другом случаях наибольший удельный вес сохранял 1-й фактор, объединяющий соматометрические показатели при их значениях соответственно 20,9 и 20,7 % и практически полном совпадении процентных величин. Все остальные факторы имели статистически меньшие значения в диапазоне 6–17 %.

В дальнейшем при анализе выборок, состоящих из уроженцев только определенного поколения, было установлено, что из всех 5 факторов отличительным признаком для мигрантов (0-е поколение) оказался 3-й фактор, состоящий только из одного показателя ДО при его значении, равном 16,8 % (см. табл. 2). Отметим, что подобная высокая экологическая устойчивость данного показателя была ранее показана в наших предыдущих исследованиях [19].

Отметим также, что у лиц данного поколения шесть показателей (МОД, PO_2 , ЭП, $MOC_{25\%}$, $MOC_{50\%}$, $MOC_{75\%}$) имели нулевой вклад в формирование общего пула факторов, что значительно отличало структуру их профиля от остальных обследуемых групп уроженцев европеоидов и аборигенов (см. рис. 2). Подчеркнем, что важным отличительным признаком в структуре профилей экологических портретов, отражающих состояние адаптированности популяции, является количество показателей, входящих в статистически значимое число выявленных факторов. Так, среди аборигенов и уроженцев Севера во втором поколении таких показателей оказалось 20, в группе лиц первого поколения — 17, а у мигрантов (0-е поколение) — только 9, что хорошо демонстрируют представленные лепестковые диаграммы. Таким образом, проведение факторного анализа одинаковой по численности совокупности морфофункциональных показателей позволило определить особенности формирования экологических портретов различных популяций молодых жителей Магаданской области, объективно отражающих количественный вклад различных систем организма в характер долговременных адаптационных перестроек у человека на Севере.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Ермакова Н. В. Экологический портрет человека на Севере М. : КРУК, 1997. 208 с.
2. Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональной системы. М. : Наука, 1980. 196 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. Глазачев О. С., Судаков К. В. Взаимодействия функциональных систем гомеостатического уровня у детей и подростков в норме и радиоэкологически неблагоприятной среде // Успехи физиологических наук. 1999. Т. 30, № 3. С. 73–92.

6. Горбань А. Н., Смирнова Е. В., Чеусова Е. П. Групповой стресс: динамика корреляций при адаптации и организации систем экологических факторов. Красноярск : ВЦК СО РАН, 1997. 54 с.

7. Гудков А. Б., Попова О. Н., Небученных А. А. Новосёлы на Европейском Севере. Физиолого-гигиенические аспекты: монография. Архангельск : Изд-во СГМУ, 2012. 285 с.

8. Загулова Д. В. Принципы взаимодействий антропофизиологических и психологических систем : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Томск, 2003. 38 с.

9. Казначеев В. П. Современные аспекты адаптации. Новосибирск : Наука, 1980. 192 с.

10. Кривошеков С. Г., Леутин В. П., Чухрова М. Г. Психофизиологические аспекты незавершенных адаптаций. Новосибирск, 1998. 100 с.

11. Максимов А. Л., Голубев В. Н., Носов В. Н. Подходы к оценке региональной нормы и адаптации физиологических систем организма человека на Севере // Вестник ДВО РАН. 2007. № 6. С. 56–64.

12. Медведев В. И. Адаптация человека. СПб. : ИМЧ РАН, 2003. 584 с.

13. Медведев В. И., Марьянович А. Т., Аверьянов В. С. и др. Компоненты адаптационного процесса. Л. : Наука, 1984. 112 с.

14. Меерсон Ф. З. Общий механизм адаптации и про-филактики. М. : Медицина, 1973. 360 с.

15. Мерлин В. С. Очерк интегрального исследования индивидуальности. М. : Педагогика, 1986. 254 с.

16. Миррахимов М. М., Айдаралиев А. А., Максимов А. Л. Прогностические аспекты работоспособности человека в горах. Фрунзе : Илим, 1983. 160 с.

17. Митькин А. А. Принцип самоорганизации систем: критический анализ // Психологический журнал. 1998. Т. 19, № 4. С. 117–131.

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. Суханова И. В., Вдовенко С. И., Максимов А. Л. Морфофункциональные особенности организма юношей, проживающих в различных климато-географических зонах Магаданской области // Экология человека. 2010. № 3. С. 24–30.

20. Суханова И. В., Максимов А. Л., Вдовенко С. И. Особенности адаптации у юношей Магаданской области: морфофункциональные перестройки (сообщение 1) // Экология человека. 2013. № 8. С. 3–10.

21. Чащин В. П., Гудков А. Б., Попова О. Н., Одланд Ю. О., Ковшов А. А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. № 1, С. 3–12.

References

1. Agadzhanyan N. A., Ermakova N. V. *Ekologicheskii*

portret cheloveka na Severe [Ecological portrait of a human in the North]. Moscow, Kruk Publ., 1997, 208 p.

2. Anokhin P. K. *Uzlovye voprosy teorii funktsional'noy sistemy* [Key questions of the theory of functional systems]. Moscow, Nauka Publ., 1980, 196 p.

3. Boyko E. R. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy zhiznedeyatel'nosti cheloveka na Severe* [Physiological-biochemical grounds of human vital activity in the North]. Yekaterinburg, 2005, 190 p.

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

5. Glazachev O. S., Sudakov K. V. The interactions of functional system at the homeostatic level in normal children and adolescents and in a radioecologically unfavorable environment. *Uspehi fiziologicheskikh nauk* [Advancement of Physiological Sciences]. 1999, 30 (3), pp. 73-92. [in Russian]

6. Gorban' A. N., Smirnova E. V., Cheusova E. P. *Grupповый stress: dinamika korrelyatsiy pri adaptatsii i organizatsiya sistem ehkologicheskikh faktorov* [Group stress: dynamics of correlations in adaptation and organization of systems of ecological factors]. Krasnoyarsk, 1997, 54 p.

7. Gudkov A. B., Popova O. N., Nebuchennyh A. A. *Novosyoly na Evropeyskom Severe. Fiziologo-gigienicheskie aspekty* [Settlers in the European North. Physiological-hygienic aspects]. Arkhangel'sk, 2012, 285 p.

8. Zagulova D. V. *Printsipy vzaimodeystviy antropofiziologicheskikh i psikhologicheskikh sistem (avtoref. dok. diss.)* [Principles of interactions of anthropophysiological and psychological systems. Author's Abstract of Doct. Diss.]. Tomsk, 2003, 38 p.

9. Kaznacheev V. P. *Sovremennye aspekty adaptatsii* [Current aspects of adaptation]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1980, 192 p.

10. Krivoshhekov S. G., Leutin V. P., Chukhrova M. G. *Psihofiziologicheskie aspekty nezavershennykh adaptatsiy* [Psychophysiological aspects of uncompleted adaptations]. Novosibirsk, 1998, 100 p.

11. Maksimov A. L., Golubev V. N., Nosov V. N. Approaches to assessment of the regional norm of response and adaptation of human physiological systems in the North. *Vestnik DVO RAN* [Newsletter of Far Eastern Branch RAS]. 2007, 6, pp. 56-54. [in Russian]

12. Medvedev V. I. *Adaptatsiya cheloveka* [Human Adaptation]. Saint Petersburg, 2003, 584 p.

13. Medvedev V. I., Mar'yanovich A. T., Aver'yanov V. S. i dr. *Komponenty adaptatsionnogo protsesssa* [Adaptation Process Components]. Leningrad, Nauka Publ., 1984, 112 p.

14. Meerson F. Z. *Obshhiy mekhanizm adaptatsii i profilaktiki* [Common mechanisms of adaptation and prophylaxis]. Moscow, Meditsina Publ., 1973, 360 p.

15. Merlin V. S. *Ocherk integral'nogo issledovaniya individual'nosti* [Essay of individuality integral study]. Moscow, Pedagogika Publ., 1986, 254 p.

16. Mirrakhimov M. M., Aydaraliev A. A., Maksimov A. L.

Prognosticheskie aspekty rabotosposobnosti cheloveka v gorakh [Prognostic aspects of human work capacity in mountains]. Frunze, Ilim Publ., 1983, 160 p.

17. Mit'kin A. A. Principle of system self-organization: critical analysis *Psikhologicheskii zhurnal* [Psychological Journal]. 1998, 19 (4), pp. 117-131. [in Russian]

18. Panin L. E. Polyarnyi metabolicheskiy tip [Polar metabolic type]. In: *Voprosy ekologii cheloveka v usloviyakh Krainego Severa* [Issues of human ecology in conditions of the Extreme North]. Novosibirsk, 1979, pp. 23-32.

19. Sukhanova I. V., Vdovenko S. I., Maksimov A. L. Morphofunctional profiles observed in male subjects inhabiting different climatogeographic areas of the Magadan region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 3, pp. 24-30. [in Russian]

20. Sukhanova I. V., Maksimov A. L., Vdovenko S. I. Peculiarities of Adaptation Observed in Young Male Residents of the Magadan Region: Morphofunctional Changes (Report 1). *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2013, 8, pp. 3-10. [in Russian]

21. Chashhin V. P., Gudkov A. B., Popova O. N., Odland Y. O., Kovshov A. A. Characteristics of the main factors of health risk of population living in areas of active wildlife management in the Arctic. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2014, 1, pp. 3-12. [in Russian]

PECULIARITIES OF ADAPTATION IN YOUNG MALE RESIDENTS OF MAGADAN REGION: ANALYSIS OF INTERSYSTEM FUNCTIONAL RELATIONS (Report 2)

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

Research Center "Arktika" FEB RAS, Magadan, Russia

Based on the methods of correlation and factor analysis of the 21st morphofunctional parameter, there has been performed a comparative study of a sample of 1656 male subjects aged 17-21 y. o. consisting of aborigines, migrants and the 1st and 2nd generations' Caucasians born in the Magadan region in (enrooted persons). For all the examined subjects, a complex of somatometric indices was the most significant factor specifying the strategy of body long-term adaptation to northern natural and climatic conditions. However, each population has its special morphofunctional ecological portrait which structure is determined by a number of statistically meaningful indices united in a certain number of factors.

Keywords: Northeast of Russia, adaptive changes, aborigines, migrants, Caucasians born in the North, ecological portrait

Контактная информация:

Максимов Аркадий Леонидович — доктор медицинских наук, профессор, чл.-корр. РАН, директор НИЦ «Арктика» Дальневосточного отделения РАН

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

Тел. (8 4132) 62-06-28

E-mail: arkmax@mail.ru