

УЧРЕДИТЕЛЬ
Московский
государственный
университет
имени М.В.Ломоносова

Серия XXIII – Антропология –
выходит с 2009 года (4 раза в год)

Vestnik Moskovskogo Universiteta.
Series 23. Anthropologiya

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе
по надзору
в сфере связи и массовых
коммуникаций РФ.
Свидетельство регистрации
ПИ № ФС77-35672
от 19 марта 2009 г.

Адрес редакции:
125009, Москва, ул. Моховая, д. 11
НИИ и Музей антропологии МГУ
Тел.: 8-495-629-75-36
E-mail: 1605vit@rambler.ru,
alla-sukhova@bk.ru

Корректор: А.М. Чумакова

*Адрес издательства
Московского университета:*
125009, Москва, ул. Б. Никитская, д. 5/7
Тел.: 8-495-697-31-28

Подписано в печать 28.08.2012 г.
Формат 60x90 1/8. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 17,0. Тираж 420 экз.

Отпечатано в издательско-полиграфической
компании ООО «Контент-Пресс»
Тел.: (495) 648-88-60
<http://www.c-press.ru>

Вестник Московского университета

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в ноябре 1946 г.

ISSN 0201-7385

ISSN 2074-8132

Серия XXIII

АНТРОПОЛОГИЯ

№ 3

2012

Издательство Московского университета

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Локк К.Э., Перевозчиков И.В., Сухова А.В., Тихомиров М.Н.</i> Антропологическое описание российских офицеров начала XIX века по материалам живописных портретов Военной галереи Зимнего дворца	4
<i>Булыгина Е.Ю.</i> Сравнительный анализ ископаемых находок детского возраста и анализ межвидовых отличий онтогенеза лобной кости при помощи геометрической морфометрии	12
<i>Гудкова Л.К.</i> Целостный подход к изучению процессов онтогенеза у детей 10-17 лет (антропологические аспекты)	25
<i>Абрамова Т.Ф., Головачев А.И., Никитина Т.М., Кочеткова Н.И., Гилярова О.А.</i> Динамика особенностей телосложения, показателей работоспособности и энергообеспечения у лыжников на этапах «спортивного» онтогенеза с учетом биологической зрелости	38
<i>Боровкова Н.П., Горбачева А.К., Федотова Т.К., Чтецов В.П.</i> Этнотерриториальное разнообразие размеров тела новорожденных	56
<i>Чумакова А.М., Кобылянский Е.Д.</i> Бедуины юга Синайского полуострова: генетико-демографические аспекты (по материалам антропологической экспедиции 1979–1982 гг.)	72
<i>Дорофеева А.А., Лоскутова Ю.В., Хрусталева А.В., Крылов Ю.В., Негашева М.А.</i> Современные методы изучения цвета и структуры радужки в различных науках и перспективы их развития в антропологии	85
<i>Моисеев В.Г., Хартанович В.И., Широбоков И.Г.</i> Краниология позднесредневекового населения Вологды	95
<i>Бурлак С.А.</i> Время появления звучащей речи по данным антропологии	110
Краткие сообщения	
<i>Спицын В.А., Райгородская М.П., Рыжков И.И., Чтецов В.П., Негашева М.А.</i> Ассоциации трех полиморфных генов: TGFB1, IGF1 и IGFII с заболеваемостью идиопатическим сколиозом, а также с особенностями телосложения и темпами скелетного созревания у детей и подростков	121
<i>Звягин В.Н., Фомина Е.Е., Галицкая О.И.</i> Компьютерная идентификация личности по красной кайме губ	129

CONTENTS

<i>Lock K.E., Perevozchikov I.V., Sukhova A.V., Tikhomirov M.N.</i> Anthropological description of Russian officers early 19th-century based on portrait paintings of the Winter Palace War Gallery	4
<i>Bulygina E.</i> Frontal bone growth trajectory in three groups of hominins	12
<i>Goodkova L.K.</i> Holistic approach to the study of ontogenetic processes of children 10-17 years (anthropological aspects)	25
<i>Abramova T.F., Golovachev A.I., Nikitina T.M., Kochetkova N.I., Gilyarova O.A.</i> The dynamics of constitution features, capacity for work indices and energy supply of skiers at the steps of «sport» ontogenesis with considering biologic maturity	38
<i>Borovkova N.P., Gorbacheva A.K., Fedotova T.K., Chtetsov V.P.</i> Newborn body indices variety in different ethno-territorial groups	56
<i>Chumakova A., Kobylansky Eu.</i> The Bedouins of the South Sinai Peninsula: the genetic and demographic aspects (based on an anthropological expedition of 1979–1982)	72
<i>Dorofeeva A.A., Loskutova Yu.V., Khrustalev A.V., Krilov Yu.V., Negasheva M.A.</i> Modern methods of studying the color and texture of iris in various sciences and their perspectives in anthropology	85
<i>Moiseyev V.G., Khartanovich V.I., Shirobokov I.G.</i> Cranial characteristics of the Late Middle Age population of Vologda	95
<i>Burlak S.</i> When did articulate speech arise (according to anthropological data)?	110
 Short Communications	
<i>Spitsyn, V.A., Raygorodskaya M.P., Ryzhkov I.I., Chtetsov V.P., Negasheva M.A.</i> Association of three gene polymorphisms (TGF B1, IGF I and IGF II) with a case rate an idiopathic scoliosis, and also with body constitution and rates of skeletal maturation	121
<i>Zvyagin V.N., Fomina E.E., Galician O.I.</i> The computer identification of personality of red border	129

АНТРОПОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РОССИЙСКИХ ОФИЦЕРОВ НАЧАЛА XIX ВЕКА ПО МАТЕРИАЛАМ ЖИВОПИСНЫХ ПОРТРЕТОВ ВОЕННОЙ ГАЛЕРЕИ ЗИМНЕГО ДВОРЦА

К.Э. Локк, И.В. Перевозчиков, А.В. Сухова, М.Н. Тихомиров

НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва

В связи с 200-летним юбилеем Отечественной войны 1812 года было решено сделать более подробное антропологическое описание галереи портретов участников этой войны, созданных Дж. Доу и его помощниками – А.В. Поляковым и В.А. Голике в период с 1819 по 1828 год. Всего в нашем распоряжении оказалось около 330 портретов. Из них примерно одна треть изображенных на портретах участников была по происхождению иностранцами (в большинстве прибалтийскими немцами). Выборка была проанализирована как по описательным признакам, так и с помощью анализа обобщенных изображений. Авторы приходят к выводу, что Военная портретная галерея Зимнего дворца может служить важным источником об антропологическом составе отечественного дворянства.

По всем важнейшим для европеоидов классификационным признакам изученная выборка может быть принята за эталон среднеевропейского варианта. Основные различия между русской и немецкой составляющими выборки заключены в признаках пигментации. Немецкая часть нашей выборки заметно более светло-пигментирована. В свою очередь русские офицеры 1812 года оказались более светло-пигментированными, чем русская выборка из дворянского сословия рубежа XVIII–XIX вв.

Ключевые слова: антропология, Отечественная война 1812 года, офицеры, дворяне, обобщенный портрет, Военная галерея Зимнего дворца

Введение

В ходе выполнения плановой темы «Живописный портрет как источник антропологической информации» нами был создан обобщенный живописный портрет отечественных офицеров начала XIX века [Локк, 2011]. Портрет был создан как часть программы по изучению антропологии до-революционного населения России. В связи с 200-летним юбилеем Отечественной войны 1812 года было решено сделать более подробное антропологическое описание портретов участников этой войны, созданных Дж. Доу и его помощниками – А.В. Поляковым и В.А. Голике в период с 1819 по 1828 год. Эта серия портретов весьма

подходит для подобной работы, так как она создана одним художником и его учениками, что исключает стилистическую неоднородность, а сам Дж. Доу был широко известен своим мастерством в достижении сходства с оригиналом. Стиль Дж. Доу можно охарактеризовать как романтический реализм.

К настоящему времени нами накоплен значительный опыт работы по антропологическому описанию живописных портретов и созданию обобщенных портретов с помощью оригинальной компьютерной программы [Перевозчиков, Локк, Сухова, Тихомиров, 2011; Перевозчиков, Локк, 2011; Локк, 2011].

Материалы и методы

Все изученные портреты получены нами из различных Интернет-ресурсов, а биографические сведения из Википедии [URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>]. Всего в нашем распоряжении оказалось около 330 портретов. Из этого множества нами было сделано несколько выборок. Выборки формировались в связи с теми или иными методическими особенностями при работе с портретами и с задачами, стоявшими перед нами.

Как и в наших предыдущих работах, информация об антропологических особенностях получена двумя способами. Первый – это подсчет обычных статистических параметров по описательным признакам. Второй – создание обобщенного изображения живописных портретов. По понятным причинам далеко не все признаки традиционной антропологической программы могут быть определены на живописном портрете с одинаковой степенью достоверности. Наши предыдущие опыты показали, что оба способа дают очень сходные результаты с точки зрения типологического описания выборки.

Положение головы на портретах очень разнообразно. Ввиду этого только часть портретов (примерно треть) была пригодна для создания обобщенного изображения, так как положение головы на портрете для обобщения должно быть в достаточной мере сходным. Для этого мы выбрали портреты, выполненные с небольшими поворотами вправо или влево, так как их было большинство. Для увеличения численности при суммировании мы с помощью зеркального поворота отображали их в одну сторону.

С другой стороны, при определении некоторых признаков, профильные и «фас» портреты больше соответствуют стандартным методам. Ввиду этого выборки, на которых основаны описательные определения и по которым составлены обобщенные изображения могут частично не совпадать по численности. Ранее нами было показано, что если выборки сделаны из одной и той же популяции и численность их превышает 30-40 индивидуумов, то на получаемую типологическую характеристику это обстоятельство не влияет.

Поэтому встает вопрос о структуре популяции, из которой взяты наши выборки. Структура изучаемой нами выборки имеет своеобразие, связанное с сословным делением населения России и с этническим составом офицерского корпуса постпетровского периода. Так как портреты написаны с офицерского состава армии, то они в подавляющем большинстве отображают дворянское сословие. Дворяне в России представляли собой

достаточно замкнутую группу. Мы сравнили фамилии офицеров нашей выборки с фамилиями рядового и унтер-офицерского состава участников Бородинского сражения [Целорунго // URL: <http://borodino-museum.ru/index.php?page=members&DocID=94>]. По данным Е.В. и О.П. Балановских [Балановская, Балановский, 2007] в десятку наиболее распространенных русских фамилий входят: Смирновы, Ивановы, Кузнецовы, Соколовы, Поповы, Лебедевы, Козловы, Новиковы, Морозовы и Соловьевы. Эти фамилии составляют около 45% от общего современного фамильного фонда России. Все эти фамилии со значительной частотой встречаются у рядовых на Бородинском поле, но их нет среди наших выборок из портретов Военной галереи. Безусловно, это косвенное свидетельство, но оно не противоречит предположению о своеобразие генофонда дворянского сословия. В какой-то мере мы уже получили некоторые отличия в антропологическом типе дворян и купечества (выходцев из крестьян) в предыдущей работе [Перевозчиков, Локк, Сухова, Тихомиров, 2011].

Второй особенностью нашей общей выборки является присутствие в ней заметного числа лиц иностранного происхождения. Это опять во многом наследие политики Петра I. В первую очередь, это немцы из прибалтийских стран. В нашей выборке они составляют 25–30%. Есть и другие иностранцы (около 20 национальностей), бывшие на службе в российских войсках, но их меньше – примерно 15%.

Иными словами, если рассматривать выборку в целом, то наши данные по описательным признакам и обобщенные портреты характеризуют определенный пласт российского общества – людей, посвятивших себя военной карьере и достигших в ней определенных высот.

В заключение надо сказать, что разнообразие лиц очень большое и нам не приходилось еще иметь дело со столь физиономически разнообразной выборкой.

Результаты

Результаты по наиболее надежно определяемому на портретах в норме $\frac{3}{4}$ признакам приведены в таблицах 1 и 2. Для сравнения мы приводим результаты отдельно по русским и немцам и по ранее изученным дворянам [Перевозчиков, Локк, Сухова, Тихомиров, 2011]. Обобщенные портреты приведены на рис. 1–3: это портрет русской части выборки (рис. 1), портрет немецкой части выборки (рис. 2) и портрет отечественного

Таблица 1. Сравнение средних величин по баллам по мужским дворянским портретам XVIII–XIX века и по портретам из Военной галереи Зимнего дворца

Признак	Дворяне русские		Офицеры 1812 г., русские		Офицеры 1812 г., немцы	
	N	Средний балл	N	Средний балл	N	Средний балл
Рост бороды (по бакенбардам)	31	3.45 (средне-сильный)	40	3.11 (N=40) (средний)	14	3.00 (N=14) (средний)
Цвет бороды	15	4.10 (темно-русый)	35	4.19 (N=35) (темно-русый)	9	3.33 (N=9) (средне-русый)
Цвет волос	80	4.19 (темно-русый с тенденцией к темному)	92	4.53 (N=92) (от темного до темно-русого)	28	3.86 (N=28) (темно-русый с тенденцией к средне-русому)
Брови рост	199	1.76 (средний с тенденцией к слабому)	103	1.65 (средне-слабый)	33	1.41 (средне-слабый)
Цвет глаз	199	2.18 (чаще темный или смешанный)	103	1.84 (чаще светлый или смешанный)	33	1.42 (чаще светлый или смешанный)
Ширина глазной щели	199	1.97 (средняя)	103	1.94 (средняя)	33	1.92 (средняя)
Наклон глазной щели	37	2.01 (горизонтальный)	100	1.95 (горизонтальный)	30	1.97 (горизонтальный)
Складка верхнего века проксимальная	199	1.20 (слабая)	103	1.46 (средне-слабая)	33	1.41 (средне-слабая)
Складка верхнего века медиальная	199	1.23 (слабая)	103	1.55 (средне-слабая)	33	1.58 (средне-слабая)
Складка верхнего века дистальная	199	1.44 (средне-слабая)	103	1.70 (средняя с тенденцией к слабой)	33	1.67 (средняя с тенденцией к слабой)
Горизонтальный профиль лица	199	2.10 (средний)	103	2.00 (средний)	33	2.03 (средний)
Выступление скул	199	1.14 (слабое)	103	1.10 (слабое)	33	1.12 (слабое)
Высота переносья	199	2.24 (средняя)	103	2.25 (средняя)	33	2.30 (средняя)
Поперечный профиль спинки носа	199	2.36 (средний)	103	2.68 (средний с тенденцией к острому)	33	2.89 (острый)
Общий профиль носа	199	2.36 (прямой с тенденцией к выпуклому)	103	2.20 (прямой с тенденцией к выпуклому)	33	2.24 (прямой с тенденцией к выпуклому)
Положение кончика носа	199	2.03 (горизонтальный)	103	2.08 (горизонтальный)	33	2.15 (горизонтальный)
Высота крыла носа	199	2.11 (средняя)	103	1.84 (средняя)	33	2.06 (средняя)
Выступление крыльев носа	199	1.53 (средне-слабое)	103	1.64 (средне-слабое)	33	1.69 (средне-слабое)
Высота верхней губы	199	1.92 (средняя)	103	1.95 (средняя)	33	2.03 (средняя)
Толщина верхней губы	199	1.26 (тонкая)	103	1.12 (тонкая)	33	1.08 (тонкая)
Толщина нижней губы	199	1.87 (средняя)	103	1.51 (средне-тонкая)	33	1.44 (средне-тонкая)

Таблица 2. Распределение признаков пигментации в процентах по дворянским портретам XVIII–XIX века и по портретам из Военной галереи Зимнего дворца

Признак	Градации	Дворяне русские		Офицеры 1812 г.	
		Масляные портреты	Акварельные портреты	Русские	Немцы
Цвет глаз	Светлые – балл 1	25.5	33.2	47.0	71.0
	Смешанные – балл 2	29.5	26.3	22.0	16.0
	Темные – балл 3	45.0	40.5	31.0	13.0
	Численность	298	274	100	31
Цвет волос	Белокурые – балл 1	0.7	0	0	1.8
	Светло-русые – балл 2	3.3	5.3	1.1	5.4
	Средне-русые – балл 3	20.0	14.7	7.6	17.9
	Темно-русые – балл 4	35.9	18.8	28.3	55.4
	Темные – балл 5	41.1	61.2	63.0	19.5
	Численность	153	224	92	28

дворянства конца XVIII – начала XIX века (рис. 3). Надо отметить, что несмотря на указанное выше физиономическое разнообразие, обобщенные портреты ясно читаются, не разбились на варианты и не размылись больше, чем обычно.

Общее сходство всех трех выборок по описательным признакам и обобщенным портретам не вызывает сомнений. Типологически – это средне-европейский вариант (учитывая этнический состав выборки, такая классификация выглядит своеобразной тавтологией). Это типологическое сходство подтверждает мнение С.Г. Ефимовой о значительном краниологическом сходстве средневековых славянских и германских племен [Ефимова, 1999].

В целом, антропологический тип офицеров, участников войны 1812 года может быть описан следующим образом. Преобладающий цвет волос темно-русый, а цвет глаз – смешанный и светлый, но при этом значителен процент темных окрасок радужины. Разрез глаз горизонтальный, расстояние между краями век среднее. Лицо средневысокое, среднеширокое, умеренно уплощенное, но со слабо выступающими скулами. Этажи лица достаточно соразмерны с довольно значительным расстоянием от подносовой точки до подбородочной. Верхняя губа средней высоты, а сами губы достаточно тонкие. Складка верхнего века развита средне-слабо. Наибольшее ее развитие наблюдается в дистальной части. Эпикантус не встретился. Переносье средневысокое с острым углом поперечного профиля. Высота крыла средняя, а его выступание над стенкой носа умеренное.

Если сравнивать нашу выборку с выборкой дворян рубежа XVIII–XIX вв. по описательным признакам и портретам, то при малости различий, можно отметить большую светлоглазость воен-

ных, меньшую массивность лица и некую «женственность» столичных дворян, в том числе и большую грацильность нижней челюсти (какая-то «холеность»). Немецкая часть нашей выборки еще более светлоглаза, а также она имеет несколько иное строение глазной области. У них немного меньше расстояние между углами глаз, а очертания глазницы несколько более округлы. Об этой же особенности строения глазной области, но отмеченной на краниологическом материале, писала и упомянутая выше С.Г. Ефимова [Ефимова, 1999].

Как показывает данная работа, соединение в антропологическом анализе описательных признаков и обобщенного портрета оказывается весьма продуктивным, так как оба метода не только дополняют друг друга, но контролируют достоверность результатов.

Выводы

1. Военная портретная галерея Зимнего дворца может служить важным источником об антропологическом составе отечественного дворянства.
2. По всем важнейшим для европеоидов классификационным признакам изученная мужская выборка может быть принята за эталон среднеевропейского варианта.
3. Основные различия между русской и немецкой составляющими выборки заключены в признаках пигментации. Немецкая часть нашей выборки заметно более светло-пигментирована.



Рис. 1. Обобщенный портрет русских по происхождению офицеров войны 1812 года российской армии (N=140)



Рис. 2. Обобщенный портрет немецких по происхождению офицеров войны 1812 года российской армии (N=72)



Рис. 3. Обобщенный портрет русских дворян рубежа XVIII–XIX века (N=113)

4. В свою очередь русские офицеры 1812 года оказались более светло-пигментированными, чем выборка из дворянского сословия рубежа XVIII–XIX вв.

Библиография

Балановская Е.В., Балановский О.П. Русский генофонд на Русской равнине. М.: ООО «Луч», 2007. 416 с.

Ефимова С.Г. Население Восточной Европы в эпоху железа и позднеримское время // Восточные славяне. Антропология и этническая история. М.: Научный мир, 1999. С. 279–306.

Локк К.Э. Антропологические типы населения России по произведениям портретной живописи середины XVIII – начала XIX века // Вестник Московского университета. Серия XVI. 2011. № 2. С. 22–25.

Локк К.Э. Компьютерные методы суммирования изображений. Обобщенный и усредненный портреты // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2011. № 1. С. 37–44.

Локк К.Э. Методы визуальной оценки суммарной характеристики выборки. Обобщенные портреты // V Московский международный фестиваль и конференция по визуальной антропологии «Камера - посредник»: сб. статей. М., 2010. С. 250–258.

Перевозчиков И.В., Давыдова Д.С. Опыт антропологического описания населения Европы XVI–XIX вв. по произведениям портретной живописи // Некоторые актуальные проблемы современной антропологии. Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого РАН (Кунсткамера). СПб., 2006. С. 101–102.

Перевозчиков И.В., Локк К.Э., Сухова А.В., Тихомиров М.Н. Результаты антропологического изучения портретной живописи России XVIII–XIX веков // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2011. № 1. С. 25–36.

Перевозчиков И.В., Локк К.Э., Сухова А.В., Маурер А.М. Опыт антропологического описания населения России по произведениям портретной живописи середины XVIII – начала XIX вв. // Актуальные вопросы антропологии. Минск: Право и экономика, 2008. Вып. 3. С. 141–148.

Перевозчиков И.В., Локк К.Э. Живопись как источник антропологической информации // Природа, 2011. № 1. С. 48–55.

Целорунго Д.Г. // URL: <http://borodino-museum.ru/index.php?page=members&DocID=94> (дата обращения 20.07.2011).

Википедия – свободная энциклопедия // URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 21.06.2011).

Контактная информация:

Перевозчиков Илья Васильевич. E-mail perevozchikovev@mail.ru;

Локк Кристина Эдвионовна. E-mail: lokkris@rambler.ru;

Сухова Алла Владимировна. E-mail alla-sukhova@bk.ru;

Тихомиров Михаил Николаевич. E-mail: orienter@list.ru.

ANTHROPOLOGICAL DESCRIPTION OF RUSSIAN OFFICERS EARLY 19TH-CENTURY BASED ON PORTRAIT PAINTINGS OF THE WINTER PALACE WAR GALLERY

K.E. Lock, I.V. Perevozchikov, A.V. Sukhova, M.N. Tikhomirov

Institute and Museum of Anthropology, MSU, Moscow

In connection with the 200 anniversary of the Patriotic War of 1812, it was decided to make a more detailed anthropological description of the portrait gallery of participants in the war, created by G. Dawe and his assistants A.V. Polyakov and V.A. Golike in the period from 1819 to 1828. We had in our disposal about 330 portraits. Of these, approximately one third were in origin foreigners (mostly Baltic Germans). The sample was analyzed by descriptive characteristics and analysis of composite images. The authors conclude that Military Portrait Gallery of the Winter Palace can serve as an important source of anthropological composition of Russian nobility. All major classification characteristics which were studied can be taken for the standard of the mid European anthropological variant. The main differences between the Russian and German parts of our sample lie in pigmentation. The German part of our sample has noticeably more lighter pigmented eyes and hair. In turn, Russian officers of the 1812 war, are lighter pigmented than the Russian nobility of the 18th and 19th centuries.

Keywords: *anthropology, the Patriotic War of 1812, officers, nobles, composite portrait, the war Gallery of the Winter Palace*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСКОПАЕМЫХ НАХОДОК ДЕТСКОГО ВОЗРАСТА И АНАЛИЗ МЕЖВИДОВЫХ ОТЛИЧИЙ ОНТОГЕНЕЗА ЛОБНОЙ КОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ

Е.Ю. Булыгина

НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва

В настоящей работе представляется и обсуждается метод филогенетического сравнения ископаемых находок детского возраста при помощи методов геометрической морфометрии. Осуществляется попытка построения и тестирования постнатальных онтогенетических регрессий в ряде позднплейстоценовых групп гоминин и современных популяций человека. Полученные данные применяются для идентификации ископаемых находок детей «неизвестной» групповой принадлежности: Тешик-Таш, Староселье, Сунгирь 2 и Сунгирь 3. Обсуждается значимость различий в направлении постнатального развития между родственными группами гоминин и тестируется правомерность реконструкции взрослых индивидов из «неизвестных» находок детского возраста при помощи онтогенетических регрессий «известных» групп.

Работа проводилась на материале по лобной кости. Морфология кости была запечатлена с помощью трехмерных координат. Обработка данных производилась путем применения базового подхода геометрической морфометрии и комбинации ряда статистических методов, таких как расчет линейных регрессий, метода главных компонент и тестирования групповых различий с помощью метода бутстрапа.

Представленная методология обнаружил значительный потенциал для проведения морфологических сравнений разно-возрастных групп, а также для филогенетического анализа ювенильных ископаемых индивидов. Результат проекции оригинальных данных в онтогенетическое пространство главных компонент позволил увидеть распределение индивидуумов, как вдоль онтогенетической так и вдоль межгрупповой составляющей.

По результатам анализа, ребенок из Тешик-Таш однозначно ассоциируется с неандертальцам, в то время как дети из Сунгирия и Староселья – с современными людьми. Кроме того, результаты показали отсутствие статистической значимости различий между коэффициентами регрессий разных видов. Несмотря на это, показано наличие разницы в направлении постнатального онтогенеза, которая наиболее четко проявляется между современными людьми и ископаемыми гомининами. Последнее оказывает значительное влияние на результат реконструкции взрослых на основании детской современной выборки, указывая на невозможность восстановления выборки взрослых современного человека при помощи «архаичных» регрессий. Предположено, что групповая разница между современными людьми и неандертальцами достигается как за счет пренатальных и ранних постнатальных различий в морфологии лобной кости, так и за счет разницы в направлении постнатального онтогенеза. В то же время, разница в морфологии ранних переднеазиатских сапиенсов и современных людей достигается в основном за счёт постнатального роста и развития.

Ключевые слова: антропология, эволюционная морфология, геометрическая морфометрия, онтогенетические траектории, лобная кость, гоминины позднего плейстоцена

Введение

Таксономическая оценка палеоантропологических находок является первым и незаменимым этапом анализа ископаемого материала, необходимым при построении гипотез об эволюции и расселении человека. Несмотря на доступность большого разнообразия методов соответствующих исследований, включая новейшие достижения в области анализа древней ДНК, геохронологии и микроэлементного состава ископаемых костей, морфология продолжает оставаться ведущим подходом сравнительного анализа, являясь уникальным методом исследования внутри и межгрупповой изменчивости ископаемых находок. Кроме того, с развитием методов геометрической морфометрии появилась возможность производить морфологический анализ со значительно большей эффективностью и точностью, чем в прошлом позволяли многие классические подходы.

Настоящая работа затрагивает вопрос таксономического анализа ископаемых находок детского возраста и является развитием конкретной темы по определению таксономического статуса находки ребенка из Тешик-Таш. Проблема происхождения Тешик-Ташского ребенка, казалось, была разрешена с публикацией анализа его митохондриальной ДНК [Krause et al., 2007]. Однако Glanz с соавторами [Glanz et al., 2009] показали, что на основании многомерного статистического анализа классических черепных размеров и индексов морфологически Тешик-Таш выпадает из группового распределения неандертальцев и приближается к современным людям. Кроме того, разница результатов анализа митохондриальной и ядерной ДНК неандертальцев в сравнении с современными людьми в определенной мере открыла ворота для пересмотра морфологии этой находки [Green et al., 2010].

Работа Glanz с соавторами [Glanz et al., 2009] отличается высокой точностью и сложностью статистических методов. Но она, однако, придает недостаточное значение возрастной изменчивости исследуемых находок, объединяя в одну группу детей разного возраста. С нашей точки зрения, более корректный подход для сравнительного анализа детских онтогенетических серий должен включать расчет внутригрупповых регрессий.

На настоящий момент накоплен значительный опыт межгруппового сравнения онтогенетических групп в области аукологии [например, Vogin, 1999]. Его ключевой позицией является построение онтогенетических регрессий и постадиальное сравнение состояния признаков у детей. Кроме того, в последнее десятилетие был опубликован целый ряд работ, строящих аналоги онтогенетических ростовых траекторий для срав-

нительного исследования онтогенеза черепа и лицевого скелета разных видов приматов [Ponce de Leon, Zollikhofer, 2001; Ackermann, Krovitz, 2002; Strand Vidarsdottir et al., 2002; Penin et al., 2002; Cobb, O'Higgins, 2004; Gunz, 2005; Mitteroecker et al., 2004; McNulty et al., 2006], а также популяций современного человека [Strand Vidarsdottir et al., 2002; Bulygina et al., 2006]. Как правило, каждая из вышеперечисленных работ использует свой особенный подход к анализу, что приводит к определенной полемике и разногласию между публикациями.

Центральный вопрос указанной выше дискуссии состоит в определении роли постнатального онтогенеза в формировании межвидовых и межпопуляционных различий. Наиболее популярной и радикальной гипотезой является полная зависимость специфических различий в морфологии взрослого организма от пренатальной и ранней постнатальной экспрессии генетического, предполагающей параллелизм в схеме развития разных видов на более поздних этапах онтогенеза [Ponce de Leon, Zollikhofer, 2001; Ackermann, Krovitz, 2002]. Противоположная точка зрения предполагает более значительный вклад постнатального онтогенеза в развитие специфических признаков, например в форме висцерального скелета, у разных видов *Papioni* [O'Higgins, Collard, 2002], человекообразных обезьян [Cobb, O'Higgins, 2004; Mitteroecker et al., 2004], а также человека и его предков [Strand Vidarsdottir et al., 2002].

В отличие от традиционной дискуссии о направлении онтогенетических траекторий разных видов, центральная задача данной работы состоит в сравнительном анализе разновозрастной выборки позднплейстоценовых находок и современного человека, а также определение морфологических связей «неизвестных» ископаемых находок. Вопрос разницы в направлении ростовых векторов рассматривается как этап анализа. Использовался основной протокол, предложенный Gunz [Gunz, 2005] для сравнения разновозрастных представителей австралопитеков, человекообразных обезьян и современного человека на основании методов геометрической морфометрии. В процессе анализа рассчитывались линейные регрессии конфигурации точек на размер черепа для нескольких известных групп. Затем результаты групповых регрессий использовались для создания пространства главных компонент, куда проецировались все индивидуумы сравниваемой выборки. Результат такого подхода позволяет увидеть распределение индивидуумов, как вдоль онтогенетической, так и вдоль межгрупповой составляющей [Gunz, 2005].

Основой сравнительного исследования послужила морфология лобной кости. Лобная кость

является одним из наиболее хорошо представленных фрагментов в археологических и палеоантропологических коллекциях. В этой связи существует значительный объем литературы, посвященной межвидовым различиям в строении лобной кости гоминин [Cunningham, 1908; Weidenreich, 1943, 1951; Smith, Ranyard, 1980]. Так, например, зарегистрирован дискретный комплекс неандертальских и современных характеристик надбровного рельефа и выпуклости лобной кости [Smith, Rainard, 1980], которые в свою очередь отличны от более древних представителей рода *Homo*. При этом гоминины среднего плейстоцена, такие как *Homo erectus* и *Homo heidelbergensis/helmei*, проявляют меньше различий в строении лобной кости, чем позднплейстоценовые представители рода, что предполагает определенную консервативность в строении лобного отдела на древнем этапе эволюции человека [Athrea, 2006].

Настоящая работа использует четыре индивидуума: Тешик-Таш, Староселье, Сунгирь 2 и Сунгирь 3 в качестве «неизвестных» ископаемых находок детского возраста. Использование Сунгирцев в качестве опытных индивидов здесь имеет только теоретическое значение для проверки степени разрешения методологии. Староселье заслуживает статуса «неизвестной» находки в связи с полемикой о его возможной принадлежности к ранним сапиенсам, таким как, переднеазиатские люди из Схул и Кафзех [Alexeeva, 1997]. Для сравнения используется в основном позднплейстоценовый материал, датируемый промежутком времени между 100 000 лет назад и современностью и включающий ранние находки сапиенса с территории Передней Азии, а также неандертальцев и современных людей, начиная со времени сосуществования двух видов около 40 000 лет назад.

Материалы и методы

Материалы насчитывают 122 лобных костей из археологических серий девяти современных популяций с разных континентов (взрослые и дети) (табл. 1), а также шесть представителей раннего сапиенса с территории Израиля (3 взрослых и 3 детей), 14 неандертальцев (10 взрослых и 4 детей), 16 верхнепалеолитических людей (14 взрослых и 2 детей) и 14 ископаемых гоминин, не вошедших ни в одну из вышеперечисленных групп, включая Тешик-Таш, Староселье, Сунгирь 2 и Сунгирь 3 (табл. 2). Современная сравниваемая выборка составлялась так, чтобы максимально отразить нормальную современную изменчивость человека. Каждая популяция включила мужчин,

женщин и детей разного возраста. Пол и возраст индивидуумов определялся автором на основании протокола, предложенного Buikstra and Ubelaker [Buikstra, Ubelaker, 1994] по признакам полового диморфизма на черепе и зубной формуле соответственно. Каждая популяция оценивалась отдельно.

Данные собирались в виде трехмерных координат точек на поверхности лобной кости при помощи сканера Microscribe3DX. Всего сканировались 19 анатомических точек, четыре дуги и вся поверхность лобной кости. Процесс получения меньшего числа равномерно распределенных полуточек (semilandmarks) на поверхности лобной кости включил проекцию предварительно сканированной сети точек на одном из индивидов на все другие лобные кости в сравниваемой выборке. Равномерно распределенные полуточки на дугах были рассчитаны математически (всего 215 полуточек). Геометрическая гомология между полуточками всех индивидов была достигнута путем применения протокола скольжения [Gunz et al., 2005]. Полученная комбинация точек и полуточек на поверхности лобной кости обеспечивает наиболее полное описание геометрии этого отдела черепа и гомологию (анатомическую и геометрическую) между данными разных индивидов (рис. 1).

Для сохранения полного набора сравниваемых данных, несколько ископаемых находок подверглись процедуре математической реконструкции утраченных, как правило небольших, участков лобной кости. Подробное описание реконструкции опубликовано Stansfield (nee Bulygina) and Gunz [Stansfield, Gunz, 2011]. Все расчеты производились автором при помощи программы Mathematica (Wolfram Research) на основании формул, разработанных доктором Philipp Gunz.

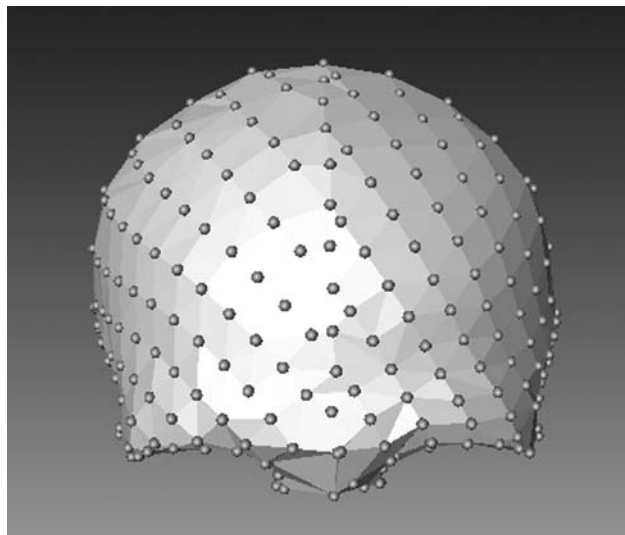


Рис. 1. Точки и полуточки на лобной кости

Таблица 1. Современные популяции

Группа	Место хранения	Состав	Происхождение и время
Европа			
Британцы	Дакворт Лаборатория, Кембридж, Великобритания	4 мужчин, 4 женщины, 1 подросток и 4 детей	Брэндон, Суффолк, возможно, Римское время
Африка			
Египтяне	Дакворт Лаборатория, Кембридж, Великобритания	6 мужчин, 6 женщин и 5 детей	Гизех, время 25-30 династии; Накада, прединастические
Тейта	Дакворт Лаборатория, Кембридж, Великобритания	8 мужчин, 6 женщин и 2 детей	Кения, современность
Азия			
Андаманцы	Музей естественной истории, Лондон, Великобритания	5 мужчин, 5 женщин и 2 детей	Андаманские острова, современность
Буряты	Музей антропологии МГУ	6 мужчин, 7 женщин и 3 детей	Несколько местонахождений вблизи озера Байкал, современность
Чукча	Музей антропологии МГУ	3 мужчин, 3 женщин и 4 детей	Полуостров Чукотка, современность
Эскимосы	Музей антропологии МГУ	7 мужчин и 6 женщин	Наукан, полуостров Наукан, современность
Америка			
Санта Круз	Музей естественной истории, Лондон, Великобритания	5 мужчин, 5 женщин и 4 детей	Чумашские индейцы с острова Санта Круз, одного из островов вблизи побережья Калифорнии, современность
Австралия			
Австралийские аборигены	Музей естественной истории, Лондон, Великобритания (13 человек); и Дакворт Лаборатория, Кембридж, Великобритания (4 человека)	6 мужчин, 3 женщин и 5 детей	Новый Южный Уэльс, современность; Южная Австралия, современность; Западная Австралия, современность; Квинсленд, современность; происхождение неизвестно – 1 человек

Таблица 2. Ископаемые находки

Ископаемые находки	Группа	Возраст	Страна	Место хранения
Европа				
Гибралтар 1	НЕА	взрослый	Гибралтар	Музей естественной истории, Лондон
Фельдхофер 1	НЕА	взрослый	Германия	Рейнский национальный музей, Бонн
Ла-Шапель-о-Сен	НЕА	взрослый	Франция	Музей человека, Париж
Ла Ферраси	НЕА	взрослый	Франция	Музей человека, Париж
Ла Кина	НЕА	взрослый	Франция	Музей человека, Париж
Шала 1	НЕА	взрослый	Республика Словакия	Словацкий национальный музей, Братислава
Спи 1	НЕА	взрослый	Бельгия	Томография, через Nespos
Спи 2	НЕА	взрослый	Бельгия	Томография, через Nespos
Печ дел'Азэ	НЕА	3 года	Франция	Музей человека, Париж
Энгис	НЕА	4.5 года	Бельгия	Университет Льежа
Ле Мустье	НЕА	взрослый	Франция	Музей предистории и ранней истории, Берлин
Гибралтар 2	НЕА	4 года	Гибралтар	Музей естественной истории, Лондон
Абри Пато	ВП	взрослый	Франция	Музей человека, Париж
Кроманьон 1	ВП	взрослый	Франция	Музей человека, Париж
Кроманьон 2	ВП	взрослый	Франция	Музей человека, Париж
Кроманьон 3	ВП	взрослый	Франция	Музей человека, Париж
Дольни-Вестонице 1 ^с	ВП	взрослый	Чешская Республика	Музей естественной истории, Лондон
Дольни-Вестонице 3 ^с	ВП	взрослый	Чешская Республика	Дольни-Вестонице, музей
Дольни-Вестонице 15	ВП	взрослый	Чешская Республика	Дольни-Вестонице, музей
Дольни-Вестонице 16	ВП	взрослый	Чешская Республика	Дольни-Вестонице, музей
Павлов	ВП	взрослый	Чешская Республика	Дольни-Вестонице, музей
Младеч 1	ВП	взрослый	Чешская Республика	Музей естественной истории, Вена
Младеч 2	ВП	взрослый	Чешская Республика	Музей естественной истории, Вена
Младеч 5 ^с	ВП	взрослый	Чешская Республика	Музей естественной истории, Лондон
Пржедмости 3 ^с	ВП	взрослый	Чешская Республика	Дольни-Вестонице, музей
Сунгирь 1	ВП	взрослый	Российская Федерация	Лаборатория реконструкции, Институт этнологии и антропологии РАН, Москва
Сунгирь 2	ВП	13 лет	Российская Федерация	Лаборатория реконструкции, Институт этнологии и антропологии РАН, Москва
Сунгирь 3	ВП	9 лет	Российская Федерация	Лаборатория реконструкции, Институт этнологии и антропологии РАН, Москва
Западная Азия				
Амуд 1	НЕА	взрослый	Израиль	Кафедра анатомии и антропологии, Тель-Авивский университет
Шанидар 1 ^с	НЕА	взрослый	Ирак	Музей человека, Париж
Зутти ^с	АрС	взрослый	Израиль	Музей человека, Париж
Кафзех 1 ^с	ВП	взрослый	Израиль	Музей человека, Париж
Кафзех 2 ^с	ВП	взрослый	Израиль	Музей человека, Париж

Примечания. НЕА – неандертальцы, ВП – верхний палеолит, РС – ранние сапиенсы из Израиля; СЛ – современные люди, АрС – архаичные сапиенсы

^с Копия высокого качества

Продолжение таблицы 2

Ископаемые находки	Группа	Возраст	Страна	Место хранения
Кафзах 6 ^c	РС	взрослый	Израиль	Музей человека, Париж
Кафзах 9	РС	взрослый	Израиль	Кафедра анатомии и антропологии, Тель-Авивский университет
Схул 5 ^c	РС	взрослый	Израиль	Кафедра анатомии и антропологии, Тель-Авивский университет
Схул 1	РС	5 лет	Израиль	Кафедра анатомии и антропологии, Тель-Авивский университет
Кафзах 10	РС	6 лет	Израиль	Кафедра анатомии и антропологии, Тель-Авивский университет
Кафзах 11	РС	12 лет	Израиль	Кафедра анатомии и антропологии, Тель-Авивский университет
Центральная Азия				
Тешик-Таш	НЕА	9 лет	Узбекистан	Музей антропологии МГУ, Москва
Африка				
Брокен-Хилл	АрС	взрослый	Замбия	Музей Естественной Истории, Лондон
Синга	АрС	взрослый	Судан	Музей Естественной Истории, Лондон

Методологический подход к обработке материала стал на данный момент типичным для геометрической морфометрии. Трехмерные координаты точек и полуточек всех индивидов были первым делом преобразованы так, чтобы привести все индивидуальные конфигурации к одному (единичному) размеру и положению в пространстве, производя трансляцию и ротацию индивидуальных конфигураций путем минимизации квадратичных расстояний между гомологичными точками (Прокрустова суперимпозиция) [Dryden, Mardia, 1998].

Онтогенетические траектории были рассчитаны для неандертальцев (НЕА), ранних сапиенсов из Израиля (РС) и современных людей (СЛ). Для расчета онтогенетических траекторий использовалась линейная регрессия трехмерных конфигураций точек после прокрустовой суперимпозиции на зубной возраст индивидов, который явился независимой переменной. При этом детский возраст определялся по зубной формуле [Buikstra, Ubelaker, 1994], тогда как взрослые после появления МЗ присваивались единый возраст 25 лет. Ископаемым находкам, где зубная формула неизвестна, присваивались возраст, опубликованный в литературе [Schwartz et al., 2005].

Процесс роста и развития человека, а также разделов его скелета не является прямолинейным. На ранних этапах онтогенеза рост и развитие происходят гораздо быстрее, чем, например, в позднем детстве. Однако было показано, что на

краниологическом материале линейная регрессия является хорошим приближением роста после появления М1 (McNulty et al., 2006). Линейная регрессия также является предпочитаемым методом при межвидовых сравнениях направлений онтогенетических траекторий, поскольку исторически принято рассчитывать разницу между направлениями в виде размера угла между соответствующими векторами [O'Higgins et al., 2001; Ponce de Leon, Zollikhofer, 2001; O'Higgins, Collard, 2004; McNulty et al., 2006].

Линейная регрессия рассчитывалась отдельно для каждой координаты каждой точки. Результат по каждой группе гоминид записывался как вектор коэффициентов регрессий координат. Попарные различия между групповыми онтогенетическими траекториями рассчитывались как разница между векторами. Статистическая достоверность различий оценивалась непараметрическим методом бутстрапа (bootstrap). Для этого индивиды из трех вышеуказанных групп смешивались в один пул, из которого набирались новые три группы (количество индивидов в которых соответствовало изначальному) случайным образом. Процедура повторялась 1000 раз и каждый раз производился расчет регрессионных уравнений для координат и попарная разница между групповыми векторами регрессионных коэффициентов. В случае, если в результате пермутации групп разница между векторами была больше оригинальной, результат записывался как 1. На конеч-

ном этапе количество результатов, где регрессионные векторы пермутированных групп различались больше, чем векторы оригинальных групп, делилось на количество пермутаций +1. Полученная величина, таким образом, представляла уровень достоверности различий.

На следующем этапе оценивалось общее направление различий в сравниваемой выборке. Для этого, сначала рассчитывались регрессионные значения конфигурации точек для каждого индивида из трех групп (HEA, PC и СЛ) по соответствующей групповой траектории. Затем на основании полученных данных рассчитывались главные компоненты (основные векторы ковариационной матрицы). И в конце концов, все индивиды из сравниваемой выборки проецировались в пространство трех первых главных компонент путем перемножения прокрустовых координат каждого индивида на соответствующие собственные числа.

Визуальная оценка величины различий трех онтогенетических траекторий (HEA, PC и СЛ) была произведена (1) путем восстановления соответствующих прямых в пространстве трех первых главных компонент и (2) путем применения трех траекторий к современным детям. В последнем случае конфигурации точек лобной кости каждого из современных детей были «выращены» на величину индивидуально соответствующую зубному возрасту ребенка до их «взрослого» значения. Подобная реконструкция взрослого из ребенка ранее предпринималась в работах McNulty с соавторами [McNulty et al., 2006], Singleton с соавторами [Singleton et al., 2009]; Frost и Strait [Frost, Strait 2006].

Помимо теста достоверности попарных различий между групповыми коэффициентами регрессии рассчитывалась угловая разница между регрессионными онтогенетическими траекториями в пространстве трех главных компонент. Для этого сначала каждая онтогенетическая траектория представлялась в виде вектора разницы между начальным и конечным ее значением в пространстве трех главных компонент. Угол между траекториями затем находился как \arccos попарного скалярного произведения векторов разделенного на произведение их соответствующих длин.

Результаты

После прокрустовой суперимпозиции всех индивидов сравниваемой выборки, онтогенетические регрессии были рассчитаны для неандертальцев, современных людей и ранних передне-

азиатских сапиенсов. Бутстрап-тест попарных групповых различий полученных регрессионных коэффициентов не выявил их статистической значимости. Тем не менее, полученные регрессионные траектории использовались для расчета регрессионных предсказаний для каждого индивида соответствующей группы, и результаты послужили исходными данными для выделения главных компонент (см.: Материалы и методы).

Первые три из главных компонент описывают 98.5% изменчивости в описанной выше выборке из предсказанных регрессией значений. Проекция всех реальных данных в построенное пространство представлена на рис. 2. Здесь, овальные облака охватывают 95% интервал распределения оригинальных данных по взрослым индивидам в соответствующей группе, тогда как регрессионные данные представлены прямыми. Индивидуальное положение ископаемых индивидов отмечено их названиями на рисунке. Современные дети представлены черными точками.

Полученная картина в первую очередь дает представление о четком различии неандертальцев и современных людей в строении лобной кости. При этом различия прослеживаются у детей также хорошо, как и у взрослых. Ранние сапиенсы из Передней Азии занимают промежуточное положение. Интересно, что положение их детей (Кафзех 10 и Схул 1) совпадает с распределением данных по детям в современных популяциях, тогда как взрослые ранние сапиенсы тяготеют к более «архаичному» полюсу, определенному неандертальской морфологией лобной кости.

В целом, распределение спроецированных индивидов не вызывает удивления и во многом повторяет работы, в которых расчет главных компонент производился с использованием оригинальных исходных данных [Brauer, 1984, 1989; Stringer, Andrews, 1988; Simmons et al., 1991; Lahr, 1996; Turbon et al., 1997]. Так, большинство верхнепалеолитических находок ассоциируется с современными людьми, тогда как Брокен-Хилл представляет максимально удаленный от современного человека морфотип, во многом за счет его исключительно развитого надбровного рельефа. Древние ископаемые находки с более генерализованной морфологией, такие как Зуттие и Синга, сходны и с ранними сапиенсами и с неандертальцами.

Положение Тешик-Таш совпадает с положением других неандертальских детей в выборке, таким образом, опровергая гипотезу о его морфологической схожести с современными людьми [Glanz et al., 2009]. Верхнепалеолитические дети из Сунгирия и ребенок из Староселья ассоциируются с современными людьми.

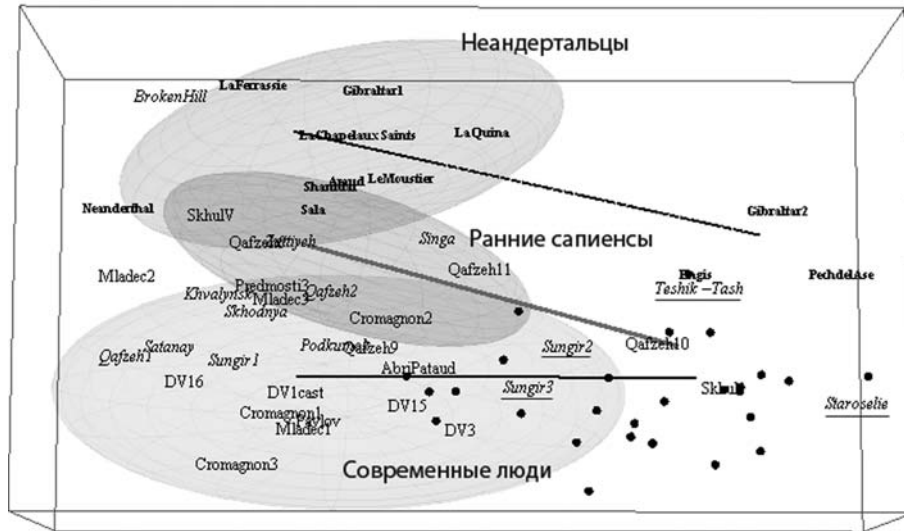


Рис. 2. Проекция реальных данных сравниваемой выборки в пространство первых трех главных компонент, рассчитанных на основании онтогенетических регрессий в трех группах: неандертальцев, современных людей и переднеазиатских ранних сапиенсов. Овальные облака охватывают 95% интервал распределения оригинальных данных по взрослым индивидам. Неандертальцы отмечены жирным шрифтом и пунктирной прямой, современные люди сплошной прямой и переднеазиатские сапиенсы широкой прямой серого цвета. Кроме того, данные представляют выборку верхнепалеолитических сапиенсов и гоминин, не вошедших ни в одну из группировок, включая Тешик-Таш, Староселье, Сунгирь 2 и Сунгирь 3

Для того, чтобы определить насколько разница в направлении постнатального развития может отвечать за наличие групповых различий в морфологии лобной кости, все дети из современной выборки были «выращены» до 25-летнего возраста с использованием каждой из трех рассчитанных регрессий. Графически результаты представлены на рис. 3. Здесь векторы соединяют положение молодого современного индивида и реконструкцию его взрослого в соответствии с неандертальской, реннесапиентной и современной траекториями. Несмотря на отсутствие статистической достоверности между коэффициентами групповых регрессий, невозможно не отметить разницу в направлении онтогенетических прямых в пространстве первых трех главных компонент на рис. 2 и 3. Расчет углов между траекториями в пространстве трех главных компонент дал следующие результаты:

- современные люди – неандертальцы: 16°,
- современные люди – ранние сапиенсы: 22°,
- ранние сапиенсы – неандертальцы: 6°.

В результате такой регрессионной реконструкции были получены искусственные группы взрослых «неандертальцев», «ранних сапиенсов» и «современных людей». Схожесть этих искусственных групп с оригинальными выборками оценивалась на основании попарной прокрустовой дистанции между индивидами из двух сравниваемых

групп. Статистическая значимость этой разницы рассчитывалась методом бутстрапа (табл. 3). Выяснилось, что искусственная популяция современных людей полностью совпадает с оригинальной. Искусственная группа ранних сапиенсов схожа с оригинальными данными по ранним сапиенсам. Искусственная группа неандертальцев также схожа с ранними сапиенсами (если использовать 0.01 как минимальный приемлемый уровень совпадения распределений). Ни одна их восстановленных групп не похожа на оригинальную выборку неандертальцев. В то же время, реконструированные группы ранних сапиенсов и неандертальцев не совпадают с распределением современных взрослых из исходной выборки.

Таблица 3. Вероятность схожести между группами на основании метода бутстрапа (1000 пермутаций). Схожие комбинации отмечены жирным шрифтом

	СЛ	РС	НЕА
Реконструкция СЛ	1.000	0.005	0.001
Реконструкция РС	0.001	0.052	0.001
Реконструкция НЕА	0.001	0.046	0.001

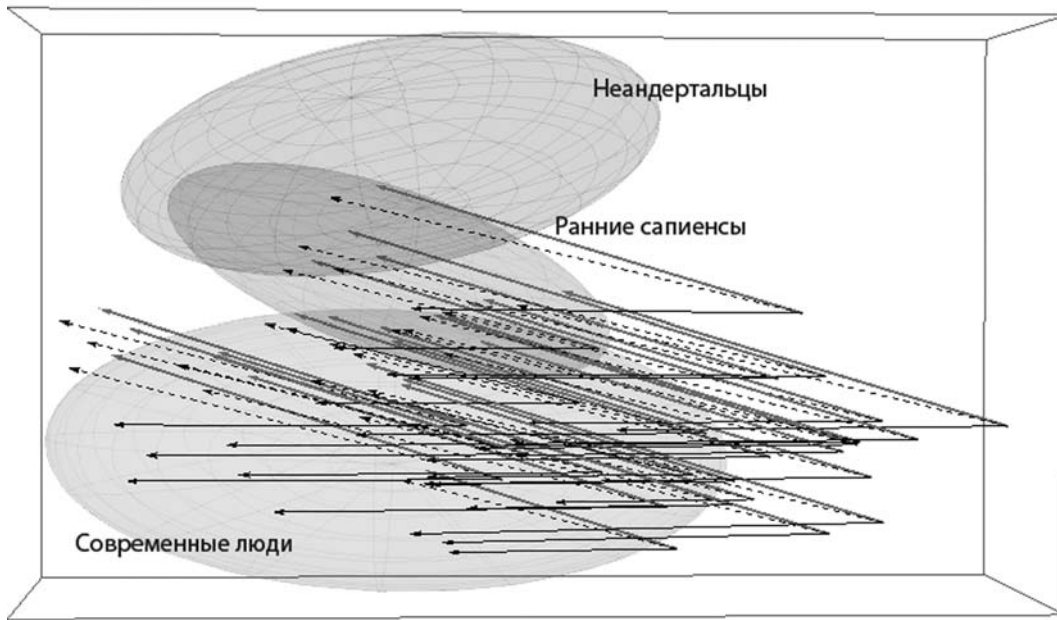


Рис. 3. Проекция векторов между современными детьми и реконструированными взрослыми на основании трех регрессий для СЛ, РС и НЕА. Неандертальцы отмечены жирным шрифтом и пунктирной прямой, современные люди сплошной прямой и переднеазиатские сапиенсы широкой прямой серого цвета. Кроме того, данные представляют выборку верхнепалеолитических сапиенсов и гоминин, не вошедших ни в одну из группировок, включая Тешик-Таш, Староселье, Сунгирь 2 и Сунгирь 3

Обсуждение результатов

Целью данной работы явилось проведение сравнительного анализа разновозрастных выборок ископаемых находок и определение морфологических связей «неизвестных» находок детского возраста. Работа проводилась на материале по лобной кости трех родственных групп: современных людей, ранних переднеазиатских сапиенсов и неандертальцев. Исследовалась роль направлений векторов постнатального развития лобной кости в формировании видовых различий между взрослыми индивидами и результативность методологии для филогенетического анализа ювенильных индивидов.

Лобная кость объединяет два функционально различных отдела черепа: лицевой скелет (надбровье) и мозговой отдел (чешуя кости), рост и развитие которых происходят в разное время. Мозговой череп современного человека достигает 90% взрослых размеров уже к возрасту 6 лет [Humphrey, 1998]. Имеются основания предполагать, что рост и развитие неандертальских детей шло даже быстрее [Rozzi, de Castro, 2004]. В то

же время, рост и формирование лицевого скелета продолжается вплоть до появления третьего моляра. У современных людей роста висцерального скелета, таким образом, может происходить до 21-летнего возраста. В результате онтогенез лобной кости неизбежно объединяет два гетерохронических процесса, где увеличение в размере случается раньше, чем матурация формы. Таким образом, онтогенетическое исследование лобной кости требует определенной осторожности. Для разрешения имеющихся сложностей, данная работа использует зубной возраст в качестве независимой переменной, таким образом избегая проблемы раннего достижения взрослых размеров лобной кости, с одной стороны, и обеспечивая биологическую корреляцию возраста разных групп гоминин – с другой.

Проведение межвидового морфологического сравнения в разновозрастной выборке чрезвычайно тяжело, если вообще возможно в связи с влиянием факторов роста и развития детей. С этой точки зрения метод геометрической морфометрии на основании прокрустовой суперимпозиции органично разрешает сложности, связанные с разни-

цей размеров путем приведения всех данных к единичному размеру на первых этапах анализа. Кроме того, предложенный Gunz [Gunz, 2005] вариант расчета главных компонент для нескольких групп также учитывает влияния онтогенетической аллометрии, используя ее для исходных данных анализа в прямой форме. Последующая проекция данных в пространство главных компонент естественным образом распределяет оригинальные данные в соответствии с их онтогенетической стадией и групповой принадлежностью.

Основным подходом к реконструкции онтогенетических траекторий явился метод построения регрессий всех трехмерных координат, в каждой из трех сравниваемых групп на величину зубного возраста индивидов. Наличие различий в направлении видовых онтогенетических траекторий предполагает два возможных теоретических сценария:

1. Если онтогенетические траектории близки к параллельным (то есть, нет различий в их направлении), величина сходства между молодыми индивидами полностью определяет таковую между взрослыми. С точки зрения реконструкции «взрослого» из ребенка, применение любой траектории приведет к единому результату;
2. Если онтогенетические траектории разных групп расходятся (имеют разное направление), исходная величина сходства между детьми имеет малое значение для развития различий между взрослыми. Другими словами, при необходимости реконструировать «взрослого» из ребенка, применение траекторий разных видов или групп приведет к разным результатам.

Вышеуказанные сценарии предполагают очевидное: если различия между ювенильными индивидами достаточно велики и сравнимы с межвидовыми, дальнейший онтогенез не изменит их взаимоотношений.

На материале по лобной кости, с одной стороны, показано отсутствие статистической значимости различий между коэффициентами регрессий разных видов, что совпадает с выводами целого ряда работ по онтогенезу лицевого и мозгового отделов черепа гоминин [Ponce de Leyn, Zollikhofer, 2001; Ackermann, Krovitz, 2002; McNulty et al., 2006]. С другой стороны, предсказания трехмерных конфигураций точек для взрослых дает разные результаты в зависимости от использованной траектории. Если современная траектория гарантирует, что расчет взрослой популяции совпа-

дает с оригинальными данными по современным взрослым людям, применение раннесапиентной и неандертальской траектории к современным детям приводит к выборке, которая статистически ближе к взрослым ранним сапиенсам. Кроме того, в пространстве трех первых главных компонент, описывающих 98.5% изменчивости, направления векторов регрессий не совпадают. Наиболее отличной оказывается современная траектория, тогда как угол между неандертальской и раннесапиентной траекторией значительно ниже. Данный результат во многом сближается с выводами в работах Strand Vidarsdottir с соавт. [Strand Vidarsdottir et al., 2002], Cobb и O'Higgins [Cobb, O'Higgins, 2004], Gunz [Gunz, 2005] и Mitteroecker с соавт. [Mitteroecker et al., 2004].

Результаты представленной работы указывают на некоторый средний вариант. С одной стороны, траектории роста лобной кости недостаточно различны для статистической достоверности. С другой – очевидно присутствие определенной разницы в направлении роста между современными людьми и древними гоминидами. С моей точки зрения, такой вариант подчеркивает близкое родство между сравниваемыми видами в целом. Однако вклад постнатального развития в формирование имеющихся видовых различий не может игнорироваться. В случае предсказания взрослых конфигураций точек для современных детей его влияние имеет центральное значение. При этом, как показал результат реконструкции популяций при помощи неандертальской траекторий, величина разницы в направлении постнатального онтогенетического развития современных людей и неандертальцев недостаточна для получения «неандертальца» из «сапиенса». Наличие пренатальной и ранней постнатальной дифференциации, таким образом, необходимо.

Проекция оригинальных данных в пространство первых трех главных компонент, рассчитанных на основании регрессионных предсказаний для современных людей, ранних сапиенсов и неандертальцев привела к интересному распределению индивидов. Во-первых, три перечисленных группы хорошо разделяются в данном пространстве. Во-вторых, очевидны видовые различия между неандертальскими и современными детьми. При этом ребенок из Тешик-Таш однозначно ассоциируется с неандертальцем, что с моей точки зрения, разрешает вопрос о его возможной ассоциации с современными людьми отрицательно. Сунгирь 1, Сунгирь 2 и Староселье больше похожи на современных детей. В случае Сунгирцев,

их ассоциация совпадает с картиной пересечения распределений современных и верхнепалеолитических взрослых. Сходство ребенка из Староселья с современными детьми не разрешает вопроса о его потенциальной связи с переднеазиатскими сапиенсами [Alexeeva, 1997], поскольку дети последних (Схул 1 и Кафзех 10) также ассоциируются с современными детьми. Интересно, что взрослые сапиенсы из Передней Азии занимают промежуточное положение. Данный результат совпадает с мнением А.-М. Tiller [Tiller, 1989] в том, что дети переднеазиатских ранних сапиенсов из Схул и Кафзех имеют больше сходства с современными людьми, чем с неандертальцами.

Представленный в настоящей работе результат в совокупности с малым углом различия между неандертальцами и ранними сапиенсами указывает на возможный путь эволюционного развития ранних сапиенсов, когда сближение детской морфология с современным человеком произошло раньше, чем была в полной мере достигнута современная схема онтогенетического развития. Дальнейшие исследования необходимы для развития и тестирования данной гипотезы.

В целом, представленный методологический подход обнаружил значительный потенциал для проведения морфологических сравнений разновозрастных групп, а также для филогенетического анализа ювенильных ископаемых индивидов. Наиболее важным результатом использования предложенного Gunz [Gunz, 2005] подхода, является возможность определить положение «неизвестных» ювенильных ископаемых индивидов в общем пуле сравниваемого материала, что было успешно показано для ребенка из Тешик-Таш и с меньшей степенью разрешения для детей из Сунгиря и Староселья. Предположительно, методология могла бы обеспечить более значимую групповую спецификацию, если бы изначальные регрессии строились по большему набору групп и индивидов.

Выводы

1. Представленный методологический подход обнаружил значительный потенциал для проведения морфологических сравнений разновозрастных групп, а также для филогенетического анализа ювенильных ископаемых индивидов.
2. Показано отсутствие статистической значимости различий между коэффициентами регрессий разных видов, с одной стороны, и очевидное присутствие разницы в направлении роста между современными людьми и древними гоминидами – с другой, что оказывается важным при реконструкции взрослых на основании детской современной выборки.
3. Различие в направлении постнатального онтогенеза наиболее четко проявляется между современными людьми и ископаемыми гоминидами в данном анализе. При этом разница с неандертальцами достигается как с помощью пренатальных и ранних постнатальных различий в морфологии лобной кости, так и за счет разницы в направлении постнатального онтогенеза.
4. Ребенок из Тешик-Таш однозначно ассоциируется с неандертальцами, в то время как дети из Сунгиря и Староселья – с современными людьми.
5. Переднеазиатские ранние сапиенсы представляют морфологически промежуточный вариант, в котором дети обнаруживают больше сходства с современными людьми, чем взрослые. Таким образом, предложена гипотеза о пути эволюции ранних сапиенсов, когда морфологическое сходство с современными детьми появляется геохронологически раньше, чем происходит изменение в схеме дальнейшего постнатального развития.

Библиография

- Ackermann R.R., Krovitz G.E.* Common patterns of facial ontogeny in the human lineage // *Anatomical record. Part B. New anatomist*, 2002. Vol. 269. P. 142–147.
- Alberch P., Gould S.J., Oster G.F., Wake D.B.* Size and shape in ontogeny and phylogeny // *Paleobiology*, 1979. Vol. 5. P. 296–310.
- Alexeeva T.I.* More on Starosele // *Current Anthropol.*, 1997. Vol. 38. P. 647–650.
- Athreya S.* Patterning of geographic variation in Middle Pleistocene Homo frontal bone morphology // *J. Hum. Evol.*, 2006. Vol. 50. P. 627–643.
- Bogin B.* *Patterns of Human Growth*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- Bräuer G.* A craniological approach to the origin of anatomically modern Homo sapiens in Africa and implications for the appearance of modern Europeans // In: Smith F.H. and Spencer F., eds. *The Origin of Modern Humans: A World Survey of the Fossil Evidence*. New York: Alan R. Liss., 1984. P. 327–410.

- Bräuer G.* The evolution of modern humans: a comparison of African and non-African evidence // In: Mellars P. and Stringer C., eds. *The Human Revolution*. Edinburgh: University of Edinburgh Press, 1989. P. 121–154.
- Buikstra J.E., Ubelaker D.H.* Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains. Fayetteville, Arkansas: Arkansas Archaeological Survey Report Number 44, 1994.
- Bulygina E., Mitteroecker P., Aiello L.* Ontogeny of facial dimorphism and patterns of individual development within one human population // *Amer. J. Physical Anthropol.*, 2006. Vol. 131. P. 432–443.
- Cobb S.N., O'Higgins P.* Hominins do not share a common postnatal facial ontogenetic shape trajectory // *J. Experimental Zoology. Part B: Molecular and Developmental Evol.*, 2004. Vol. 302B. P. 302–321.
- Cunningham D.J.* The evolution of the eyebrow region of the forehead, with special reference to the excessive supraorbital development in the Neanderthal face // *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 1908. Vol. 46. P. 283–311.
- Dryden I.L., Mardia K.V.* *Statistical shape analysis*. Chichester: John Wiley and Sons, 1998.
- Frost S.R., Strait D.S.* Examining affinities of the Taung child by developmental simulation // *J. Hum. Evol.*, 2006. Vol. 51. P. 274–296.
- Glanz M., Athreya S., Ritzman T.* Is Central Asia the eastern outpost of the Neanderthal range? A reassessment of the Teshik-Tash Child // *Amer. J. Physical Anthropol.*, 2009. Vol. 138. P. 45–61.
- Gould S.J.* *Ontogeny and Phylogeny*. Harvard University Press, 1977.
- Green R.E., Krause J., Briggs A.W. et al.* A draft sequence of the Neanderthal genome // *Science*, 2010. Vol. 328. N 5979. P. 710–722.
- Gunz P.* Statistical and geometric reconstruction of hominid crania: Reconstructing australopithecine ontogeny. PhD Thesis. 2005. Dep. of Anthropology, University of Vienna.
- Gunz P., Mitteroecker P., Bookstein F.L.* Semilandmarks in three dimensions // In: Slice D.E., ed. *Modern Morphometrics in Physical Anthropology*. New York: Kluwer Academic Plenum Publishers, 2005.
- Humphrey L.T.* Growth patterns in the modern human skeleton // *Amer. J. Physical Anthropol.*, 1998. Vol. 105. P. 57–72.
- Krause J., Orlando L., Serre D., Viola B., Pruefer K., Richards M.P., Hublin J.J., Haenni C., Derevianko A.P., Paabo S.* Neanderthals in Central Asia and Siberia // *Nature*, 2007. Vol. 449. P. 903–904.
- Lahr M.M.* *The Evolution of Modern Human Cranial Diversity: A Study in Cranial Variation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- McNulty K.P., Frost S.R., Strait D.S.* Examining affinities of the Taung child by developmental simulation // *J. Hum. Evol.*, 2006. Vol. 51. P. 274–296.
- Mitteroecker P., Gunz P., Bernhard M., Shaefer K., Bookstein F.L.* Comparison of cranial ontogenetic trajectories among great apes and humans // *J. Hum. Evol.*, 2004. Vol. 46. P. 679–698.
- O'Higgins P., Chadfield P., Jones N.* Facial growth and the ontogeny of morphological variation within and between the primates *Cebus paella* and *Cercocebus torquatus* // *J. Zoology*, 2001. Vol. 254. P. 255–272.
- O'Higgins P., Collard M.* Sexual dimorphism and facial growth in papionin monkeys // *J. Zoology*, 2002. Vol. 257. P. 255–272.
- Penin X., Berge C., Baylac M.* Ontogenetic study of the skull of modern humans and the common chimpanzee: neotenic hypothesis reconsidered with a tridimensional Procrustes analysis // *Amer. J. Physical Anthropol.*, 2002. Vol. 118. P. 50–62.
- Ponce de Leon M., Zollikofer C.P.E.* Neanderthal cranial ontogeny and its implications for late hominid diversity // *Nature*, 2001. Vol. 412. P. 534–538.
- Rozzi F.V.R., de Castro J.M.B.* Surprisingly rapid growth in Neanderthals // *Nature*, 2004. Vol. 428. P. 936–939.
- Schwartz J.H., Tattersall I., Holloway R.L., Broadfield D.C., Yuan M.S.* *The Human Fossil Record*, 4 Volumes. Wiley-Liss., 2005.
- Simmons T., Falsetti A.B., Smith F.H.* Frontal Bone Morphometrics of Southwest Asian Pleistocene Hominids // *J. Hum. Evol.*, 1991. Vol. 20. P. 249–269.
- Singleton M., McNulty K.P., Frost S.R., Soderberg J., Guthrie E.H.* Bringing up baby: developmental simulation of the adult cranial morphology of *Rungwecebus kipunji* // *The Anatomical Record*, 2010. Vol. 293. P. 388–401.
- Smith F.H., Ranyard G.C.* Evolution of the supraorbital region in Upper Pleistocene fossil hominids from South-Central Europe // *Amer. J. Physical Anthropol.*, 1980. Vol. 53. P. 589–610.
- Stansfield E., Gunz P.* Skhodnya, Khvalynsk, Satanay, and Podkumok calvariae: possible Upper Paleolithic hominins from European Russia // *J. Hum. Evol.*, 2011. Vol. 60. P. 129–144.
- Strand Vidarsdottir U., O'Higgins P., Stringer C.B.* A geometric morphometric study of regional differences in the growth of the modern human facial skeleton // *J. Anatomy*, 2002. Vol. 201. P. 211–229.
- Stringer C.B., Andrews P.* Genetic and Fossil evidence for the origin of Modern Humans // *Science*, 1988. Vol. 239. N 4845. P. 1262–1268.
- Tiller A-M.* The evolution of Modern humans: Evidence from young Mousterian individuals // In: Mellars P. and Stringer C., eds. *The Human Revolution*. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1989. P. 286–297.
- Turbon D., Perez-Perez A., Stringer C.B.* A multivariate analysis of Pleistocene hominids: Testing hypotheses of European origins // *J. Hum. Evol.*, 1997. Vol. 32. P. 449–468.
- Weidenreich F.* The skull of *Sinantropus pekinensis*: a comparative study of a primitive hominid skull // *Palaeontologia Sinica*, 1943. N 10.
- Weidenreich F.* Morphology of Solo man // *Anthropological Papers of the American Museum of Natural History*, 1951. Vol. 43. P. 205–290.

Контактная информация:

Бulygina Екатерина Юрьевна: ebuligin@yahoo.com.

FRONTAL BONE GROWTH TRAJECTORY IN THREE GROUPS OF HOMININS

E. Bulygina

Anuchin's Research Institute and Museum of Anthropology, Moscow State University, Moscow

Here we present a case of application and discuss usage of a geometric morphometric approach for phylogenetic analysis of juvenile fossils. We calculate and test post-natal ontogenetic regressions on frontal bone material in a number of late Pleistocene hominins as well as in a modern human sample. The obtained data is further used for identification of "unknown" juvenile fossils: Teshik-Tash, Staroselie, Sungir 2 and Sungir 3. Furthermore, we discuss the influence of differences in the direction of the post-natal trajectories and reliability of reconstruction of adult individuals from "unknown" juveniles with the help of ontogenetic regressions of "known" groups.

The material included a comparative sample of frontal bone. The morphology was captured with the help of 3D coordinates. Data analysis involved basic geometric morphometric approach together with a combination of regression analysis and principal components analysis. Group differences were tested with the help of bootstrap approach.

The presented combination of methods yielded interesting results in morphological analysis of the multi-age data sample. The projection of the original data into the ontogenetic space of the principal components has allowed observation of both ontogenetic and group differentiation among individuals.

The analysis has shown that the Teshik-Tash fossil has strong association with Neanderthals, whereas Staroselie and Sungir' children – with modern humans. It has been also demonstrated that differences between ontogenetic regression coefficients in modern humans, early West Asian Homo sapiens and Neanderthals are not statistically significant. At the same time, the differences in directions of post-natal development are present and best seen between recent modern humans and other fossils hominins in the sample. This plays central role in reconstruction of an adult sample from juveniles. It is suggested that differentiation between adult modern humans and Neanderthals is achieved due to their pre-natal differences in the frontal bone morphology as well as due to the divergence in the post-natal growth trajectories. At the same time, differentiation between modern humans and West Asian hominins could be achieved mostly due to the differences in the postnatal development.

Keywords: anthropology, evolutionary morphology, geometric morphometrics, ontogenetic trajectories, frontal bone, Late Pleistocene hominins

ЦЕЛОСТНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ПРОЦЕССОВ ОНТОГЕНЕЗА У ДЕТЕЙ 10-17 ЛЕТ (АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ)

Л.К. Гудкова

НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва

Введение. Целью данной статьи является анализ изменчивости физиологического статуса детей на общем фоне возрастных изменений, связанных с процессами роста, развития и полового созревания, а также анализ возрастной динамики внутрисистемных (физиологических) и межсистемных (морфофизиологических) корреляций.

Материалы и методы. В Хакасии по комплексной программе были обследованы школьники (190 мальчиков и 188 девочек). Уровни физиологических показателей крови – гемоглобина, сывороточных протеинов (общего белка, альбумина, α_1 -, α_2 -, β -, γ -глобулинов), общего холестерина и глюкозы были определены стандартными спектрофотометрическими методами.

Результаты и обсуждение. Установлено, что в определенные возрастные периоды у детей и подростков происходят характерные изменения физиологического статуса, связанные с процессами роста и развития, влияющими на физиологический гомеостаз. Активизация внутренних физиологических процессов на общем фоне возрастных изменений происходит в первую очередь. Существенные изменения уровней физиологических показателей крови, более заметные у мальчиков, чем у девочек, совпадают по времени с пубертатным периодом. Проследить возрастную динамику физиологического статуса как целостной структуры на данном этапе исследования сложно: разнонаправленная изменчивость переменных, составляющих физиологическую систему, при малой численности возрастных выборок не позволяет сделать какие-либо уверенные выводы. Разная сенситивность физиологических и морфологических систем к действию разнообразных факторов является причиной несовпадения темпов соизменчивости разносистемных признаков. И все же в отдельных возрастных группах детей можно уловить некоторую закономерность в проявлении морфофизиологических связей.

Заключение. Результаты, полученные при изучении изменчивости физиологического статуса, могут трактоваться с позиции физиологического гомеостаза, стабильность которого во время онтогенеза неоднократно нарушается. Изучение возрастной динамики физиологического статуса и анализ взаимосвязи метаболических показателей с морфологическими способствуют более целостному представлению о процессах онтогенеза у детей.

Ключевые слова: МГУ имени М.В. Ломоносова, антропология, физиология, морфология, онтогенез, целостный подход, изменчивость, корреляция

Введение

В антропологии проблеме целостности всегда придавалось большое значение [Гудкова, 2010]. И в настоящее время холистический подход к изучению морфологического, физиологического, гормонального и других статусов популяций имеет место в работах многих современных антропологов. Тем не менее, следует заметить, что на сегодняшний день с точки зрения проблемы целостности в наибольшей степени разработана программа изучения физиологического ста-

туса популяций [Гудкова, 2008]. Одна из позиций программы исследования заключается в анализе его изменчивости в процессе онтогенеза, устойчивость которого определяется сложной системой взаимозависимостей [Шмальгаузен, 1968].

Основной целью данной статьи является анализ изменчивости физиологического статуса детей на общем фоне возрастных изменений, связанных с процессами роста, развития и полового созревания, а также анализ возрастной динамики внутрисистемных (физиологических) и межсистемных (морфофизиологических) корреляций.

Материалы и методы

Материалы по физиологическому статусу детей собраны автором в составе экспедиций НИИ и Музея антропологии МГУ под руководством И.В. Перевозчикова. В Хакасии (пос. Кизлас, Усть-Чуль) по комплексной программе были обследованы школьники в возрасте 7–17 лет (190 мальчиков и 188 девочек). Возраст детей, различные показатели которых анализируются в статье, ограничен интервалом 10–17 лет. Численность (см.: табл. 1) меньше указанной выше, так как для проведения корреляционного анализа необходимо в каждом случае иметь полный набор признаков, что во время сбора материала по разным причинам можно выполнить не всегда.

В систему физиологических переменных, составляющих физиологический статус, вошли уровни физиологических показателей крови – гемоглобина, сывороточных протеинов (общего белка, альбумина, α_1 -, α_2 -, β -, γ - глобулинов), общего холестерина и глюкозы. Перечисленные признаки отражают физиологический гомеостаз; их ста-

бильность и изменчивость свидетельствуют о различных физиологических состояниях организма на индивидуальном и популяционном уровнях. Следует заметить, что необходимость сопоставления особенностей течения биохимических реакций у человека с физиологическими процессами и их нарушениями определяет тесную взаимосвязь биохимии с физиологией [Мак-Мюррей, 1980]. Отсюда проистекает некая терминологическая двойственность: анализируемые нами признаки называются в литературе как физиологическими, так и биохимическими. С точки зрения автора, в антропологических работах, когда обсуждается количественная изменчивость, а не биохимические превращения таких признаков, правильнее называть их физиологическими [см., например, Вейсс, 1986]. Однако методы измерения уровней физиологических показателей крови относятся к разряду биохимических. Уровни были определены стандартными спектрофотометрическими методами. Методическая сопоставимость соблюдена. Для получения статистических оценок использовалась программа Statistica-6.0.

Таблица 1. Средние арифметические величины уровней физиологических показателей крови у хакасских детей

Признаки	Возраст (в годах)							
	10	11	12	13	14	15	16	17
Мальчики								
Численность	5	23	17	20	23	22	23	14
Гемоглобин, г/л	126.0	124.9	127.9	127.9	131.0	134.5	140.5	145.9
Общий белок, г/л	79.3	77.1	78.3	78.6	77.3	79.5	80.5	79.2
Альбумин, г/л	47.0	43.7	44.5	45.8	43.2	45.5	46.9	45.6
α_1 – глобулины, г/л	3.5	3.7	3.7	3.9	3.7	3.5	3.5	3.2
α_2 – глобулины, г/л	6.4	7.0	7.0	6.3	6.9	6.7	6.7	6.0
β – глобулины, г/л	9.3	10.1	10.9	9.9	9.8	11.1	10.5	10.4
γ – глобулины, г/л	13.0	13.3	13.7	12.7	13.3	13.1	12.8	13.4
Холестерин, ммоль/л	4.26	4.19	4.11	4.23	3.66	3.85	3.84	4.01
Глюкоза, ммоль/л	4.24	4.32	4.16	4.17	4.50	4.37	4.33	4.18
Девочки								
Численность	8	19	17	26	28	19	7	17
Гемоглобин, г/л	127.9	126.3	124.7	125.7	129.1	128.0	134.7	128.5
Общий белок, г/л	75.5	77.1	78.9	79.6	79.8	77.4	82.1	80.9
Альбумин, г/л	43.5	44.4	45.4	45.5	44.6	43.3	46.2	46.2
α_1 – глобулины, г/л	3.4	3.6	3.4	3.8	3.2	3.4	3.3	3.0
α_2 – глобулины, г/л	6.2	6.1	6.1	6.9	6.7	6.4	6.5	6.3
β – глобулины, г/л	10.1	9.9	9.8	10.8	11.1	11.0	12.0	10.9
γ – глобулины, г/л	12.4	13.2	14.0	12.7	14.0	13.5	15.4	15.0
Холестерин, ммоль/л	4.18	4.23	4.03	4.19	4.11	3.99	4.33	4.20
Глюкоза, ммоль/л	4.22	4.09	4.01	4.15	4.39	4.33	4.52	4.21

Результаты и обсуждение

Возрастная изменчивость уровней физиологических показателей крови

Возрастная вариабельность уровней отдельных физиологических признаков (гемоглобина, общего белка и его фракций, общего холестерина, глюкозы) в этой статье подробно не будут рассматриваться. Соответствующий анализ, сопровождаемый таблицами и графиками; сравнение полученных результатов с литературными данными содержатся в монографии «Популяционная физиология человека» [Гудкова, 2008]. И все-таки для обсуждения, кратко и без ссылок на многочисленные источники (они содержатся в указанной монографии), кажется необходимым дать некоторые сведения о физиологической роли признаков и об изменчивости их уровней у детей в возрастном интервале 10–17 лет. Но основная задача заключается в интерпретации изменчивости с точки зрения роста, развития и полового созревания обследованных детей. Данные по этим признакам собраны и разработаны Е.И. Балаховой и И.В. Перевозчиковым и опубликованы в коллективной статье [Перевозчиков и др., 1987].

В табл. 1 приведены численности возрастных групп и средние величины уровней физиологических показателей крови хакасских школьников. В табл. 2 даны оценки достоверности различий средних величин отдельных признаков и оценки различий между уровнями всех физиологических показателей крови каждой возрастной группы. Критерий, или T2 – статистика, Хотелинга представляет обобщение отношений t-Стьюдента [Кендалл, Стьюарт, 1976].

Гемоглобин. Основная функция гемоглобина – перенос дыхательных газов – определяет его незаменимую роль в обменных процессах. Гемоглобин поставляет тканям кислород, который используется для выработки энергии. Кислород необходим для любой реакции биологического окисления, поэтому при помощи измерения количества поглощенного организмом кислорода можно судить об интенсивности обмена веществ. Уровень гемоглобина в крови отражает энергетические процессы, которые обеспечивают химические превращения в организме. Что касается возрастной изменчивости концентрации гемоглобина в крови, то известно, что после грудного периода начинается ее постепенное повышение и в пу-

Таблица 2. Оценка достоверности различий (t-критерий Стьюдента) средних величин уровней физиологических показателей крови и физиологического статуса в целом

Признаки	Оценка различий между возрастными группами	
	Мальчики	Девочки
Гемоглобин	10–17; 11–14*, 15, 16, 17; 12–15**, 16***, 17; 13–15**, 16***, 17; 14–16**, 17; 15–17***	16–11**, 12**
Общий белок	11–15*, 16**, 17*; 14–16**	13–10*; 14–10*, 11*; 16–10*, 11**, 12**, 14*, 15**; 17–10**, 11*, 15*
Альбумин	11–15*, 16**, 17*; 12–16*; 14–13*, 15**, 16, 17**	15–13*, 17**
α ₁ -глобулины	13–17*	17–10*, 11**, 12*, 13**
α ₂ -глобулины	–	11–13*
β-глобулины	15–13*, 14**	12–17*; 14–11**, 12**; 15–11*, 12*; 16–10**, 12***
γ-глобулины	–	16–10*, 13*
Холестерин	13–16*; 14–11**, 12**, 13***	–
Глюкоза	12–14*	12–14*; 16–10*, 11**, 12**, 13*, 17*
Оценка по критерию Хотелинга	11–15***, 16, 17; 12–16**, 17**; 13–14*, 15*, 16**, 17**, 14–15**, 16**, 17**	12–16**, 17*; 13–15**, 17***

Примечания. Различия, достоверные при уровне значимости $p < 0.001$ помечены тремя звездочками, $p < 0.01$ – двумя звездочками и $p < 0.05$ – одной. Достоверные различия при $p < 0.0001$ звездочками не отмечены

бертасе она достигает величины, характерной для взрослых людей.

Возрастные колебания в содержании гемоглобина у хакасских мальчиков и девочек различны. Возрастная динамика средних величин признака у девочек незначительна, а у мальчиков она выражена сильно. В 12 лет мальчики по уровню гемоглобина опережают девочек, и с этого момента устанавливается присущий признаку половой диморфизм. С 14 лет у мальчиков начинается закономерное повышение уровня показателя.

Увеличение концентрации гемоглобина с возрастом у мальчиков часто рассматривается как вторичное явление. В подростковом периоде у них в результате большей продукции тестостерона происходит быстрое развитие мышечной ткани. И повышение уровня гемоглобина представляет адаптивную реакцию на высокие кислородные требования как следствие стремительного накопления тощей массы тела. В это время у мальчиков резко возрастает мышечная сила и максимум скорости в увеличении последней достигается, примерно, через год после максимального ускорения роста большинства костных размеров [Тэннер, 1979; Parra et al., 1976]. Поэтому значительный подъем уровня гемоглобина у хакасских мальчиков после 15 лет кажется закономерным, так как периоды наибольших прибавок длины и веса тела у них приходятся на пятнадцатый год жизни. Однако скорости роста поперечных размеров остаются наивысшими от 14 до 17 лет [Перевозчиков и др., 1987] и величина гемоглобина продолжает повышаться у 17-летних юношей, достигая максимума в возрасте 18–22 лет (147.4 г/л; у взрослых мужчин – 147.0 г/л).

У хакасских мальчиков количество гемоглобина коррелирует со степенью развития обволошенности на лобке и в подмышечных впадинах ($p < 0.001$), т.е. с процессом полового созревания. У хакасских девочек между содержанием гемоглобина и степенью развития вторичных половых признаков связи не обнаружено. Существует мнение [Mikusek, 1973], что величину гемоглобина у девочек, характерную для взрослых женщин, следует рассматривать как показатель законченности полового созревания. У хакасских девочек эта величина приходится на возраст 15 лет – 128.0 г/л (у взрослых хакасских женщин – 127.5 г/л). Снижение уровня гемоглобина у девушек происходит в период максимальной выработки гормонов; у юношей, наоборот, в результате усиленного действия андрогенов количество гемоглобина в крови увеличивается [Рябов, Таланова, 1963].

Сывороточные протеины. Белки играют первостепенную роль в жизнедеятельности организ-

мов, выполняя многочисленные функции в их строении, развитии и обмене веществ. Общий белок является важнейшим интегративным показателем белкового обмена, но сам по себе он дает несравнимо меньшую информацию, нежели можно получить, анализируя уровни его фракций. По этой причине уровень общего белка как сумма нескольких переменных (уровней альбумина и глобулинов) при целом ряде биометрических анализов исключается из набора признаков [Клекка, 1989]. Альбумин является основным резервным белком, источником аминокислот, регулятором объема плазмы и равновесия тканевых жидкостей, акцептором жирных кислот, переносчиком витаминов, гормонов, микроэлементов и т.д. Глобулины определяют иммунные свойства организма, образуют комплексы с углеводами и липидами, переносят железо, медь, регулируют гемопоэз и т.д. Характерные изменения уровней сывороточных протеинов проявляются главным образом в первый год жизни. В последующие возрастные периоды содержание альбумина и глобулинов меняется мало. Однако следует заметить, что такие выводы сделаны на основании изучения малочисленных групп детей при большом возрастном размахе [см.: Гудкова, 2008].

У хакасских девочек между количеством общего белка и степенью развития грудных желез и волос в подмышечных впадинах существует достоверная связь ($p < 0.05$). У мальчиков лишь намечается ($p < 0.2$) параллельное увеличение количества общего белка и усиление развития вторичных половых признаков.

Средние уровни альбумина, показателя белкового обмена, у хакасских мальчиков разных возрастных периодов достоверно различаются. Увеличение содержания альбумина в сыворотке крови у мальчиков от 11 до 13 лет сменяется резким падением в 14 лет, после чего в 15, 16–17 лет наступает повышение концентрации альбумина. Заметное снижение средней величины показателя в группе 14-летних мальчиков происходит в период максимальных скоростей прироста у них основных длиннотных размеров [Перевозчиков и др., 1987]. Количество альбумина у мальчиков связано со степенью обволошенности в подмышечных впадинах ($p < 0.05$), намечается также тенденция ($p < 0.2$) к увеличению содержания альбумина с ростом волос на лобке. У хакасских девочек связи между концентрацией альбумина и степенью развития вторичных половых признаков не обнаружено. Альбумин – белок, являющийся строительным материалом для построения белков органов и тканей, имеет непосредственное отношение к развитию мышечной ткани. Видимо, именно

по этой причине возрастная динамика содержания сывороточного альбумина у мальчиков выражена ярче, чем у девочек (табл. 2).

Уровни α - и β -глобулинов отражают состояние углеводного и липидного обменов. У хакасских мальчиков и девочек средние уровни α_1 - и α_2 -глобулинов в основном с возрастом снижаются. У девочек прослеживается явная тенденция ($p < 0.1$) к уменьшению концентрации α_1 -глобулинов в сыворотке крови по мере увеличения степени развития вторичных половых признаков (Me, P, Ax, Ma). У мальчиков аналогичной связи не обнаружено. Содержание β -глобулинов в процессе полового созревания возрастает. У девочек установлена статистически достоверная связь величины признака со степенью развития молочной железы ($p < 0.05$); намечается ($p < 0.2$) положительная связь количества β -глобулинов со стадиями развития и других вторичных половых признаков как у девочек, так и у мальчиков. Возрастная динамика уровней β -глобулинов у девочек выражена отчетливее, чем у мальчиков (табл. 2). Не исключено, что это различие связано с физиологической ролью признака, имеющего отношение к липидному обмену и, соответственно, к развитию жировой ткани.

Гамма-глобулиновая фракция содержит иммуноглобулины и связана с процессами защиты организма, с гуморальным иммунитетом. Возрастная вариабельность средних уровней γ -глобулинов у хакасских мальчиков и девочек 10–15 лет сходна. Повышение уровня γ -глобулинов у мальчиков и девочек в 12 лет может свидетельствовать о мобилизации защитных свойств организма перед предстоящим пубертатным периодом. Характерные подъемы и спады в 12, 13 и 14 лет, видимо, объясняются неустойчивостью иммунной системы у детей в эти возрастные периоды. Скорее всего, переломные моменты в пубертатной перестройке организма сопровождаются угнетением защитных свойств организма на общем фоне стремления уровня γ -глобулинов к возрастному повышению. В связи с этим понятно последнее снижение показателя у девочек в 15 лет, после чего концентрация γ -глобулинов у них заметно возрастает. У девочек содержание γ -глобулинов в сыворотке крови сопряжено со стадиями полового созревания ($p < 0.05$ и $p < 0.1$). У мальчиков аналогичных корреляций не наблюдается. Следует отметить, что, начиная с 14 лет и во все последующие возрастные периоды, средняя величина γ -глобулинов у женщин выше, чем у мужчин. Видимо, повышенный уровень физиологического показателя, характеризующего защитные свойства организма, приобретает уже у девочек определен-

ный смысл в связи с особенностями их пола, обусловленными функцией деторождения.

Общий холестерин. Холестерин и его эфиры являются структурными элементами клеточных мембран, а также предшественниками разнообразных и функционально важных производных: солей желчных кислот, стероидных гормонов и витамина D. В связи с этим в организме существует два основных фонда холестерина: структурный, представленный свободным холестерином плазматических мембран, и гетерогенный фонд метаболически активного холестерина. Последний состоит из эфиров холестерина липопротеидов клеток и плазмы крови. Содержание общего холестерина в плазме крови служит показателем липидного обмена, а также, исходя из его биохимической функции (биосинтез стероидных гормонов), отражает процессы гормональной регуляции. Относительно возрастной изменчивости уровня общего холестерина однозначного мнения среди различных авторов не существует [см.: Гудкова, 2008]. Ряд исследователей считают, что количество холестерина у новорожденных быстро возрастает и достигает величины взрослых к концу первого года жизни. Есть также данные о повышении концентрации холестерина после первого года жизни и достижении уровня взрослых к 14 годам.

У хакасских мальчиков среднее содержание общего холестерина в сыворотке крови существенно уменьшается в 14-летнем возрасте, а у девочек снижение величин показателя происходит в 12-летнем и 15-летнем возрастах. Все исследователи, которые занимались изучением у детей возрастной вариабельности уровней сывороточного холестерина, отмечают их падение в возрастном периоде 12–15 лет, причем во всех этнотерриториальных группах у девочек оно происходит на два года раньше, чем у мальчиков [см.: Гудкова, 2008]. Эта негативная корреляция с возрастом, которая сильнее выражена у мальчиков, после 14–15 лет меняется на обратную и начинается постепенное повышение уровня холестерина. У хакасских детей через год после снижения наступает подъем среднего уровня холестерина. Он совпадает с периодами (13 лет у девочек и 15 лет у мальчиков) максимальных прибавок длины и веса тела [Перевозчиков и др., 1987], так что у хакасских детей во время ускоренного роста возрастает и уровень холестерина. Подобные результаты получены Ю.И. Строевым с соавторами [Строев и др., 1997]: они наблюдали у детей с отставанием физического развития самые низкие величины сывороточного холестерина.

Уменьшение содержания холестерина в сыворотке крови у хакасских мальчиков в 14 лет и у

девочек в 12 и 15 лет обусловлено, видимо, активизацией всех обменных процессов в перестраиваемом организме подростков и, соответственно, большей потребностью организма в холестерине, который является предшественником стероидных гормонов коры надпочечников и половых желез. Увеличение концентрации холестерина у девочек в 13 лет и у мальчиков в 15 лет связано с ускорением роста и процессом полового созревания. Действительно, 50% хакасских девочек в возрасте 13 лет достигают половой зрелости. Второе снижение уровня холестерина у девочек в 15 лет с последующим подъемом может указывать на завершение полового созревания. У девочек в 16 лет отмечается 100% наличие вторичных половых признаков. С аналогичной точки зрения можно объяснить и двухступенчатое повышение средней величины холестерина у хакасских мальчиков (15 и 17 лет) – неодновременность достижения зрелости по разным признакам (Р – в 15 лет 0 мес. и Ах – в 16 лет 6 мес.) [Перевозчиков и др., 1987]. Предполагается, что увеличение содержания холестерина в возрасте 14–16 лет указывает на завершение полового созревания [Jarob et al., 1981]. Однако в большинстве случаев корреляции уровня общего холестерина со степенью полового созревания не установлены [см.: Гудкова, 2008]. Мы также не получили достоверной связи между названными показателями.

Глюкоза. Глюкоза является важнейшим источником энергии в живых клетках. Уровень глюкозы в крови служит показателем углеводного обмена. У детей с момента рождения наблюдается повышение содержания глюкозы в крови, определенной натощак. Самые высокие величины обнаружены у детей 12–14 лет [Макаров, Тараканов, 1994]. Однако все эти данные весьма условны, так как концентрация глюкозы в крови у детей является настолько лабильной величиной, что даже при наличии сахарного диабета показатель, измеренный натощак, может быть нормальным [Функциональная диагностика в детском возрасте, 1979].

Несмотря на отсутствие статистически достоверных различий в средних величинах уровня глюкозы в крови у детей разных когорт, в возрастной динамике признака можно отметить некоторые характерные моменты. У 12-летних хакасских мальчиков и девочек количество глюкозы в крови уменьшается, с 12 до 14 лет увеличивается, после чего наступает снижение уровня показателя. В 14-летнем возрасте у хакасских мальчиков и девочек наблюдается самое высокое содержание глюкозы сравнительно с детьми других возрастных групп (кроме 16-летних девочек, численность

которых могла повлиять на среднюю величину), что согласуется с результатами исследователей, указанных выше. Анализ таблиц сопряженности не выявил связи между количеством глюкозы и показателями полового созревания. Лишь у девочек намечается тенденция ($p < 0.1$) к снижению концентрации глюкозы с усилением обволошенности на лобке и в подмышечных впадинах. Бесспорным является зависимость величины показателя от физического развития [Гудкова, 2008]. У детей и подростков при выполнении различных физических упражнений наблюдается, как правило, уменьшение содержания глюкозы в крови. Поэтому падение уровня гликемии в крови мальчиков после 14 лет, т.е. в подростковом периоде, когда у мальчиков начинает возрастать мышечная сила (см. гемоглобин), представляется закономерным.

Таким образом, в определенные периоды у детей и подростков происходят изменения уровня физиологических показателей крови, которые сопоставимы с периодами ускорения роста, с улучшением физического развития и эндокринными сдвигами. Заметим, что хакасские дети отличаются хорошим физическим развитием и довольно поздними сроками полового созревания: у девочек – в 16 лет отмечается 100% наличие вторичных половых признаков (независимо от балла), у мальчиков – после 17 лет [Перевозчиков и др., 1987]. У хакасских детей вариабельность уровней физиологических показателей крови в процессе онтогенеза не подвержена давлению со стороны экстремальных факторов внешней среды [Гудкова, 2008]. Обследованные нами хакасы живут в умеренной климато-географической зоне. Известно, что климатические особенности без выраженного экстремального характера не оказывают существенного влияния на ростовые процессы и половое созревание [Миклашевская и др., 1988]. Хакасские дети жили в сельской местности в поселках с хорошо развитым хозяйством (молочное скотоводство, овцеводство, пчеловодство). По нормам питания рацион хакасов оценивается как сбалансированный и полноценный. Следовательно, исключая прямое и опосредованное воздействие внешних факторов можно прийти к выводу, что поло-возрастная изменчивость физиологических признаков у обследованных нами детей подчинена в основном биологическим закономерностям пубертаса. При сравнении уровней физиологических показателей крови у раносозревающих и поздносозревающих девочек (табл. 3) получились различия в средних величинах. У раносозревающих девочек, например, более высокая средняя величина холестерина. В

Таблица 3. Статистические оценки уровней физиологических показателей крови у хакасских девочек

Признаки	Раносозревающие девочки				Поздосозревающие девочки			
	n	\bar{x}	s	v	n	\bar{x}	s	v
Гемоглобин, г/л	31	130.0	9.7	7.4	31	129.5	12.5	9.7
Общий белок, г/л	30	81.1	3.9	4.9	30	79.9	5.4	6.8
Альбумин, г/л	30	45.8	3.8	8.2	30	44.4	4.0	9.1
Глобулины, г/л:								
α_1 -	27	3.4	0.9	25.3	30	3.0	1.1	35.3
α_2 -	29	6.9	1.1	16.5	30	6.6	1.7	25.1
β -	29	11.4	1.5	13.6	30	11.3	2.2	19.1
γ -	29	13.9	2.6	18.8	30	14.5	3.3	23.1
Холестерин, ммоль/л	30	4.19	0.81	19.3	30	3.97	0.67	16.8
Глюкоза, ммоль/л	30	4.15	0.61	14.8	31	4.43	0.68	15.4

выборке поздносозревающих девочек оказалась существенно выше внутригрупповая изменчивость физиологических признаков (кроме уровня холестерина), что можно рассматривать как показатель незавершенности процесса полового созревания этой группы девочек, как следствие напряжения физиологического гомеостаза в перипубертатном периоде.

Возрастная изменчивость физиологического и морфофизиологического статусов

Понятие «статус» в антропологии означает совокупность определенных признаков (внутрисистемных или межсистемных), объединенных как на индивидуальном, так и на популяционном уровнях. Статус с точки зрения холистического подхода можно рассматривать в качестве целостного образования при наличии устойчивых связей между его составляющими [Гудкова, 2010].

Анализируемые в данной статье физиологические признаки характеризуют отдельные метаболические свойства организма и принимают участие в разнообразных энергетических процессах.

Структурная и функциональная целостность организма определяет существование целесообразных взаимосвязей между превращениями белков, жиров и углеводов. Целесообразность взаимосвязей не означает, что они тесны, так как совершенно очевидно, что тесное сцепление показателей внутренней среды организма в случае нарушения одного из звеньев целостной системы может повлечь за собой необратимые изменения в жизнедеятельности всего организма. Поэтому ожидать высоких корреляций между уровнями физиологических показателей крови не следует. Но значение корреляций не зависит от их величины: «с исследовательской точки зрения малые корреляции, если только они реальны, очень немного уступают по своему значению корреляциям большого размера» [Малиновский, 1948. С. 155]. Сложный характер физиологических процессов, сложные взаимодействия физиологических реакций могут менять степень связи и ее направленность. Причин, от которых может зависеть разнообразие коэффициентов корреляции величин физиологических показателей крови, много. Наиболее часто связь признаков на организменном уровне определяется существованием общего предшественника у двух метаболических путей. Однако

почти все организменные процессы постоянно варьируются под влиянием массы факторов, поиск которых чрезвычайно затруднен сложностью онтогенетических взаимосвязей и проблемами генетического контроля [Мазер, Джинкс, 1985]. И тем не менее анализ корреляций величин физиологических показателей крови у взрослых (20–50 лет) выявил на популяционном уровне наличие устойчивых связей, которые имеют определенный физиологический смысл. К устойчивым связям относятся связь уровня холестерина с уровнями общего белка и β -глобулинов; корреляции уровней альбумина и гемоглобина, глюкозы и β -глобулинов, сильнее выраженные у женщин; и обнаруженная только в мужских выборках корреляция между уровнями глюкозы и α_2 -глобулинов. Все названные связи положительные [Гудкова, 1998; 2008].

В литературе мало данных относительно корреляций между уровнями физиологических показателей крови и все они получены при исследовании взрослых индивидов. Что касается изучения соответствующих связей у детей, то автору статьи известна только одна публикация [Горбань и др., 1999], где обсуждаются корреляции между уровнями общего холестерина, триглицеридов и липопротеидов у 33 детей в возрасте 5–15 лет (!). При анализе возрастной динамики физиологического статуса хакасских детей рассматриваются только статистически достоверные корреляции ($p < 0.05$). Заведомо ложные корреляции уровня общего белка с отдельными белковыми фракциями во внимание не принимаются. Уровень альбумина имеет отрицательное направление связи с уровнями глобулиновых фракций. Уровень каждой глобулиновой фракции положительно связан с соседней по принципу их электрофоретической подвижности. Видимо, определенную роль в этих корреляциях играют небольшие различия в электрофоретической подвижности молекул множества белков, которые содержат выделенные фракции

протеинов. Наличие этих корреляций во всех когортах дает право, несмотря на малую численность отдельных возрастных групп, анализировать полученные результаты. Устойчивые корреляции уровней холестерина и общего белка найдены у мальчиков 10–12 лет и у девочек 15 лет. Характерная для женщин связь уровня альбумина с гемоглобином обнаружена только у 13-летних девочек. Характерная для мужчин связь уровня глюкозы с α_2 -глобулинами найдена только у 12-летних мальчиков. Такая устойчивая физиологическая корреляция как связь уровней холестерина и β -глобулинов у девочек отсутствует, а у мальчиков меняет тесноту и направление в различные возрастные периоды (табл. 4). У детей также обнаружен целый ряд корреляций, невыявленных у взрослых. У мальчиков число достоверных корреляций существенно больше, чем у девочек, у которых в возрастных группах 10, 11, и 14 лет связей между уровнями физиологических показателей крови не найдено совсем.

Анализ возрастной динамики физиологического статуса детей, ее интерпретация сопряжены с большими трудностями. Интенсивность обмена веществ у детей значительно выше, чем у взрослых и с пубертатным периодом совпадают по времени существенные изменения физиологических функций, которые выражены гораздо резче у мальчиков, чем у девочек [Тэннер, 1979]. В разных возрастных выборках отдельные признаки могут находиться в противоположных крайних точках, в результате чего ожидаемое соответствие нарушается и меняется корреляционное отображение физиологической структуры. Таким образом, повышенные энергетические затраты, идущие у детей на построение новых тканей; отсутствие временной синхронности в возрастной изменчивости различных показателей, полифункциональность физиологических признаков – все это и многое другое чрезвычайно осложняет трактовку полученных результатов.

Таблица 4. Коэффициенты парной корреляции (r) уровней холестерина и β -глобулинов

Возраст (в годах)	10–11	12	13	14	15	16–17	18–22	20–50
r	.62	.26	-.35	.35	-.07	-.01	.64	.42

Условное обозначение. ██████████ $p < 0.01$

В отличие от изучения соизменчивости физиологических переменных анализом соизменчивости морфологических и физиологических признаков у детей занимались многие исследователи. Однако при анализе морфофизиологических корреляций какой-либо определенной тенденции выявлено не было. Значительное внимание в литературе уделяется также изучению распределения средних уровней холестерина, глюкозы и гемоглобина у детей различных конституциональных типов и с проявлениями патологии. Разбор публикаций с соответствующими ссылками содержится в указанной выше монографии.

У детей трудно ожидать стойкой и однонаправленной соизменчивости разносистемных признаков, так как в процессе онтогенеза их вариативность, зависящая от массы внутренних и внешних факторов, не может быть синхронной. Если в отдельных возрастных выборках можно уловить некоторую закономерность в проявлении морфофизиологических связей, то при объединении всех возрастных групп, как это делают многие исследователи, получаемые коэффициенты корреляции, как правило, не отражают биологически ожидаемую соизменчивость признаков (табл. 5). В таблицу включены наиболее информативные у детей физиологические признаки (см. их возрастную изменчивость). Из-за малой численности, но при условии сходной направленности связи, некоторые возрастные выборки объединены. Коэффициенты корреляции, полученные у девочек, не рассматриваются по причине их фрагментарности и сложной трактовки.

Уровень гемоглобина у хакасских мальчиков до 16-летнего возраста положительно связан со всеми морфологическими признаками. В 16 лет все комплексы связей разрушаются. Можно предположить, что «синтез эритроцитов и гемоглобинизация клеток не успевают за энергией роста в пубертатном периоде» [Леонова, Рапопорт, 1989. С. 44]. В возрастном интервале 18–22 года снова намечаются некоторые устойчивые морфофизиологические корреляции [Гудкова, 2003, 2008]: положительно направленная связь уровня гемоглобина с признаками мышечной и костной ткани. Ряд положительных связей уровня альбумина с морфологическими характеристиками у 14-летних мальчиков разрушаются в 15 лет. В этом же возрасте происходит изменение в направлении связи уровня холестерина с морфологическими признаками. Следует заметить, что у хакасских мальчиков и девочек в 15-летнем возрасте наблюдается самая высокая внутригрупповая изменчивость уровня холестерина [Гудкова, 2008]. По всей

видимости, усиленная утилизация стероида в период полового созревания более актуальна для организма, чем сохранение устойчивых морфофизиологических корреляций, определяемых липидным обменом (холестерин – вес тела; холестерин – признаки жировой ткани).

Заключение

Несмотря на небольшую для детского материала численность, получились интересные результаты. Их можно интерпретировать с позиции физиологического гомеостаза, стабильность которого во время онтогенеза неоднократно нарушается. Как справедливо пишут Ю.С. Куршакова с соавторами: «...видовая программа сохранения и развития системы в онтогенезе ... реализуется через периодические перестройки, во время которых происходит разрегулировка системы...» [Куршакова и др., 1994. С. 35]. Выделенные авторами критические периоды в онтогенезе (3, 6, 9, 12, 15 лет) до некоторой степени совпадают с периодами, когда у хакасских детей происходят наиболее существенные изменения, касающиеся физиологических признаков, например, возраст 15 лет. К указанным выше особенностям этого возраста можно прибавить еще одно наблюдение. Динамика средних уровней физиологических показателей крови, рассчитанных по биологическому возрасту у девочек (табл. 6), имеет в 15 лет выраженные подъемы, исключая показатели углеводного обмена (глюкоза и α_2 -глобулины). И, кроме того, средние величины коэффициентов вариации всех признаков оказываются наиболее высокими у 12- и 15-летних мальчиков (табл. 7). У хакасских мальчиков максимальные скорости прироста длиннотных размеров наблюдаются в 13–14 лет, а приросты веса тела в 15-16 лет [Перевозчиков и др., 1987]. Как известно, организм детей максимально уязвим во время наибольшей интенсивности роста, что может быть причиной увеличения изменчивости уровней физиологических показателей крови как за год (12 лет), так и в течение (15-16 лет) этих периодов. Повышенную изменчивость физиологических переменных у девочек в возрастном диапазоне 11-14 лет (табл. 7) интерпретировать сложнее. Однако максимальные скорости прироста длиннотных размеров и веса тела в 11-12 лет и средний возраст менархе – 14 лет 0 месяцев [Перевозчиков и др., 1987] могут объяснить возрастную динамику усредненных коэффициентов вариации. Более того, у хакасских девочек в 13-летнем возрасте, когда начинает фиксироваться менархе, наблюдается самая

Таблица 5. Коэффициенты парной корреляции физиологических и морфологических признаков у хакасских мальчиков

Признаки	Возраст (в годах)							
	10–11	12–13	14	15	16–17	18–22	10–17	20–50
Гемоглобин -								
-длина тела	.43	.19	.50	.61	-.11	-.29	.53	.01
-вес тела	.34	.31	.46	.53	-.14	-.02	.43	.22
-жир	.18	.28	.17	.37	-.09	-.33	.37	.30
-мышцы	.37	.28	.47	.59	-.14	.18	.54	.31
-кости	.17	.23	.64	.37	-.01	.21	.50	.20
Альбумин -								
-длина тела	.01	.19	.31	.15	-.25	-.22	.29	.20
-вес тела	-.01	.23	.33	-.19	.04	-.07	.31	.36
-жир	-.07	.17	.27	-.40	.39	-.24	.26	.21
-мышцы	.01	.21	.32	-.12	-.07	.14	.30	.33
-кости	.03	.11	.14	.07	.19	.03	.27	.07
Холестерин -								
-длина тела	.49	.09	-.05	-.12	-.30	-.35	-.20	-.15
-вес тела	.43	.13	.13	-.46	-.09	.00	-.18	.33
-жир	.34	.17	.37	-.30	-.23	.44	.01	.46
-мышцы	.43	.11	.08	-.46	-.17	-.34	-.20	.12
-кости	.29	.05	-.13	-.55	.19	-.35	-.18	-.10

Условные обозначения.

	p<0.01		p<0.05		p<0.1
--	--------	--	--------	--	-------

Таблица 6. Средние уровни физиологических показателей крови, рассчитанные по биологическому возрасту

Признаки	Возраст (в годах)							
	9	10	11	12	13	14	15	16–17
Гемоглобин, г/л	129.1	126.1	124.7	123.5	128.3	128.5	133.6	131.1
Общий белок, г/л	73.4	77.4	78.4	77.9	80.1	78.0	83.8	81.9
Альбумин, г/л	42.0	44.1	45.0	44.9	45.5	43.5	48.2	46.0
Глобулины, г/л:								
α_1 -	3.3	3.3	3.6	3.8	3.3	3.3	3.4	3.0
α_2 -	5.9	6.3	6.0	6.8	6.7	6.6	6.3	6.6
β -	10.1	10.5	9.5	10.4	10.7	11.2	11.6	11.5
γ -	12.1	13.1	14.1	12.8	13.6	13.5	14.8	15.3
Холестерин, ммоль/л	4.14	4.30	4.04	4.27	4.07	3.99	4.30	4.30
Глюкоза, ммоль/л	4.19	4.18	4.02	3.91	4.38	4.51	4.23	4.30

Таблица 7. Усредненные коэффициенты вариации (%)

Возраст (в годах)	10	11	12	13	14	15	16	17
Мальчики	14.8	15.5	16.4	15.0	14.5	15.6	15.2	14.6
Девочки	13.0	16.6	16.3	17.1	16.5	15.2	15.4	15.5

высокая усредненная изменчивость уровней физиологических показателей крови (табл. 7) и самая высокая вариабельность уровня гемоглобина [Гудкова, 2008].

Итак, благодаря холистическому подходу была получена новая информация относительно возрастной изменчивости физиологических признаков у детей, чему, безусловно, способствовал комплексный характер наших исследований. Установлено, что в определенные возрастные периоды у детей и подростков происходят характерные изменения физиологического статуса, связанные с процессами роста и развития, влияющими на физиологический гомеостаз. Существенные изменения уровней физиологических показателей крови, более заметные у мальчиков, чем у девочек, совпадают по времени с пубертатным периодом. Активизация внутренних физиологических процессов на общем фоне возрастных изменений происходит в первую очередь. Разная чувствительность физиологических и морфологических систем к действию разнообразных факторов является причиной несовпадения темпов изменчивости разнотипных признаков. Изучение возрастной динамики физиологического статуса и анализ взаимосвязи метаболических показателей с морфологическими способствуют более целостному представлению о процессах онтогенеза у детей.

Благодарности

Автор выражает самую искреннюю благодарность участникам зимней экспедиции в Хакасию: И.В. Перевозчикову, Е.И. Балахоновой и А.В. Суховой. Как уже упоминалось в статье, И.В. Перевозчиков и Е.И. Балахонова выполняли программу по измерению тела и определению вторичных половых признаков. Без их работы данное исследование не могло состояться.

Библиография

Вейсс Ч. Физиология крови // Физиология человека. Ред. Р. Шмидт и Г. Тевс. М., 1986.
 Гудкова Л.К. Физиологический гомеостаз популяций человека (к проблеме адаптации и экологии) // Вопр. антропол., 1998. Вып. 89. С. 3–16.
 Гудкова Л.К. Морфофизиологические корреляции // Вопр. антропол., 2003. Вып. 91. С. 3–21.
 Гудкова Л.К. Популяционная физиология человека. М., 2008.

Гудкова Л.К. Проблема целостности в физиологической антропологии // Вестн. Моск. ун-та. Серия XXIII. Антропология, 2010. № 3. С. 16–24.
 Кендалл М., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. М., 1976.
 Клекка У. Дискриминантный анализ // Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М., 1989. С. 78–138.
 Куршакова Ю.С., Дунаевская Т.Н., Смирнова Н.С., Шугаева Г.Ш. Исследование роли соматической нормы детей от 3-х до 17 лет с целью выявления периодов онтогенеза с повышенной чувствительностью к воздействию среды // Биол. экол. биотехнол. и почвовед. МГУ, 1994. С. 32–41.
 Леонова В.Г., Рапопорт Ж.Ж. Количественные показатели крови у детей. Новосибирск, 1989.
 Мазер К., Джинкс Дж. Биометрическая генетика. М., 1985.
 Макаров В.А., Тараканов О.П. Системные механизмы регуляции содержания глюкозы в крови. М., 1994.
 Мак-Мюррей У. Обмен веществ у человека. М., 1980.
 Малиновский А.А. Элементарные корреляции и изменчивость человеческого организма // Труды Ин-та цитол., гистол. и эмбриол., 1948. Т. 2. Вып. 1. С. 136–198.
 Миклашевская Н.Н., Соловьева В.С., Година Е.З. Ростовые процессы у детей и подростков. М., 1988.
 Перевозчиков И.В., Гудкова Л.К., Балахонова Е.И., Сухова А.В. Морфофизиологическая характеристика хакасских детей от 7 до 17 лет // Вопр. антропол., 1987. Вып. 79. С. 48–66.
 Рябов С.И., Таланова И.В. Особенности кроветворения у здоровых людей различного пола // Пробл. гематол. и перелив. крови, 1963 Т. 8. № 7.
 Строев Ю.И., Недосекин В.И., Садов С.А. Холестерин крови при различной внутренней патологии у подростков // Профилактика и лечение сердечно-сосудистых заболеваний. Спб., 1997.
 Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. М., 1968.
 Тэннер Дж. Рост и конституция человека // Биология человека. М., 1979. С. 366–470.
 Функциональная диагностика в детском возрасте. София, 1979.
 Jarob B., Bachrecke M., Trubsbach A., Seiler E. Effects of sexual maturation on serum lipoproteins // Endokrinologie, 1981. Vol. 78. N 1. P. 28–34.
 Mikusek J. Niektore wartosci hematologiczne a stopien dojrzalosci plciowej dzieci i mlodziezy // Ped. Pol., 1973. Vol. 48. N 4.
 Parra A., Argote R., Garcia G. et al. Changes in haemoglobin and haematocrit values in children aged 6 to 13 1/2 years in Mexico City // Ann. Hum. Biol., 1976. Vol. 3. N 6. P. 543–548.

Контактная информация:

Гудкова Людмила Константиновна. E-mail: lkgoodkova@bk.ru.

HOLISTIC APPROACH TO THE STUDY OF ONTOGENETIC PROCESSES OF CHILDREN 10-17 YEARS (ANTHROPOLOGICAL ASPECTS)

L.K. Goodkova

Institute and Museum of Anthropology, MSU, Moscow

Introduction. The purpose of this article is to analyze the variability of the physiological status of children against the general background of the age changes associated with the processes of growth, development and puberty, as well as an analysis of age dynamics intrasystem (physiological) and intersystem (morphophysiological) correlations.

Materials and methods. In Khakassia by a complex program were surveyed schoolchildren (190 boys and 188 girls). The levels of physiological blood characters – hemoglobin, serum proteins (total protein, albumin, α_1 -, α_2 -, β -, γ - globulins), total cholesterol and glucose – were determined by standard spectrophotometer methods.

Results and discussion. It is established, that characteristic changes of physiological status of children and teenagers occur in certain age periods, which are connected with processes of growth and development and which influence physiological homeostasis. The activation of internal physiological processes is the first in the general age changes. Substantial changes in the levels of physiological blood characters are more marked in boys and coincide with the time of puberty. Following the age dynamics of physiological status as a holistic structure it is difficult at this stage of investigation: different directions variability of characters that make up the physiological system, combined with small number of age samples do not allow to draw definite conclusions. Different sensitivity of physiological and morphological systems to an effect of various factors is the cause of the failure to coincide between the rates of variability of traits of different systems. However, in some age groups one can catch some regularity in morphophysiological relationships.

Conclusion. The results, which we obtained investigating the variability of physiological status, may be explained from the point of view of physiological homeostasis, the stability of which during ontogenesis has been repeatedly violated. The study of age dynamics of physiological status and analysis of interconnections of metabolic characters with morphological helps a holistic insight about ontogenetic processes in children.

Keywords: Lomonosov' MSU, anthropology, physiology, morphology, ontogenesis, holistic approach, variability, correlation

ДИНАМИКА ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ, ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ У ЛЫЖНИКОВ НА ЭТАПАХ «СПОРТИВНОГО» ОНТОГЕНЕЗА С УЧЕТОМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗРЕЛОСТИ

Т.Ф. Абрамова¹, А.И. Головачев¹, Т.М. Никитина¹, Н.И. Кочеткова¹, О.А. Гилярова²

¹ ФГБУ ФНЦ ВНИИФК, Москва

² НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва

Достижение высоких результатов в современном спорте во многом лимитируется высокой интенсификацией тренировочных нагрузок при отсутствии учета закономерностей роста, биологического созревания, становления ведущих систем энергообеспечения деятельности. Изучалась возрастная динамика особенностей телосложения, биологического возраста, показателей работоспособности и энергообеспечения у 696 лыжников гонщиков 11–28 лет от этапа начальной ориентации и отбора до этапа высшего спортивного мастерства. Методы: антропометрия; калиперометрия; оценка биологического возраста; биохимический анализ крови (лактат); функциональное тестирование (анаэробная, аэробная и общая работоспособность, параметры внешнего дыхания); тестирование скоростно-силовых качеств мышц рук и ног; регистрация ЧСС. Выявлено влияние полового созревания на становление функционального статуса и гетерохронию развития основных систем энергообеспечения, а также силовых возможностей верхних и нижних конечностей у спортсменов лыжников на этапах спортивного становления. Показан приоритетный рост показателей телосложения и мощности всех систем энергообеспечения на этапе начала – середины пубертата при последующей дифференциации их становления по мере синхронизации развития мощностных и регуляторных характеристик во взаимосвязи с целостным развитием систем жизнеобеспечения.

Ключевые слова: телосложение, ростовое и биологическое развитие, аэробная и анаэробная работоспособность, скоростно-силовые качества, лыжники

Программа лыжного спорта медалелмка, что имеет большое значение для развития олимпийского движения и государственного престижа России на международной арене. В то же время результаты лыжников-гонщиков в последние десятилетия не всегда соответствуют международному уровню. Ведущим системоопределяющим фактором снижения уровня и устойчивости результатов является выраженная коммерциализация спорта. Жесткий регламент сроков проведения этапов Кубка мира, расширение программы летних соревнований требуют на всем протяжении годового цикла высокого уровня физической подготовленности с ориентацией на формирование пика спортивной формы – не один, а несколько раз в сезоне не только у взрослых, но и юных спортсменов. Подобные изменения предопределяют

раннюю специализацию с изменением баланса общей и специальной физической подготовки при нарастании интенсификации тренировочной работы, меняют хронологический ритм в структуре нагрузок недельного, месячного и годового циклов подготовки, приводя к изменению алгоритма формирования адаптации организма спортсмена в процессе спортивного роста. Вынужденное нарастание напряженности функционирования систем жизнеобеспечения в условиях напряженной мышечной деятельности приводит к снижению функциональных возможностей организма, в частности, подсистем, обеспечивающих адаптацию к тренировочным нагрузкам, и кроме того отрицательно влияет на здоровье в целом, что, по сути, является определяющим и лимитирующим в формировании физического потенциала и специаль-

ной подготовленности юного спортсмена на пути квалификационного становления.

Указанные позиции формируют необходимость не столько поиска новых критериев спортивной одаренности и методов отбора перспективных спортсменов, сколько переориентацию используемых технологий отбора на технологии оптимизации реализации потенциала юных спортсменов. Это, в свою очередь, требует знания о темпоритмовых характеристиках становления основных показателей физической подготовленности, включающих как функциональные возможности, так и уровень развития основных физических качеств, обеспеченных возрастным развитием и специализированным воздействием спорта и их дифференцированной значимости на этапах спортивного становления [Иорданская, 2011].

Физическая подготовленность лыжников гонщиков в соответствии с требованиями соревновательной деятельности (дистанции от 1.6–1.2 до 50–30 км у мужчин и женщин, соответственно) определяется развитием основных физических качеств, среди которых выносливость, скоростная и силовая выносливость, сила и быстрота базируются на развитии основных систем энергообеспечения: окислительной, лактаcidной и фосфатной.

Многочисленные данные возрастной физиологии и биохимии свидетельствуют о неравномерном развитии, как энергетических источников, так и соответствующих им физиологических механизмов, причем такая гетерохрония определяет качественное своеобразие мышечной энергетики на отдельных этапах онтогенеза [Сонькин, Тамбовцева, 2011].

Онтогенез человека представляет собой строго регулируемую последовательность смены фаз морфофизиологических изменений в организме, эволюционно сложившуюся и взаимообуславливающую преемственность фаз морфогенеза. Регуляция процессов развития адаптации человека находится под жестким контролем генотипа, который во взаимодействии с факторами внешней среды формирует индивидуальную варибельность, определяя в каждый данный момент развития вариант реализации фенотипа человека. Спортивная тренировка является могучим внешним раздражителем, оказывающим модифицирующее влияние на развитие морфофизиологических признаков и их физиологических проявлений [Тимакова, 2006].

«Спортивный онтогенез» охватывает период второго детства (8–12 лет – для мальчиков и 8–11 лет для девочек; подростковый возраст (13–16 лет для мальчиков и 12–15 лет для девочек),

юношеский возраст (17–21 год – юноши, 16–20 лет – девушки) и первый период зрелого возраста (22–35 лет – мужчины, 21–35 лет – женщины). Наиболее важным в заинтересованном аспекте является подростковый возраст, с одной стороны, как возраст подготовки резерва для сборных команд страны, а с другой стороны, как возраст прохождения критического периода полового созревания с окончательным завершением становления гормонального статуса и морфологических, физиологических и психологических функций, существенно отличающих подростков от детей и взрослых [Баранов, Щеплягина, 2006].

Вместе с тем, известна широкая индивидуальная изменчивость прохождения пубертатного периода, что проявляется в сроках начала, темпе и ритме процессов созревания систем, отдельных органов и звеньев. Уровень зрелости, реально достигнутый индивидом, определяется биологическим возрастом, который отражает развитие гормональных, биохимических, морфологических, физиологических показателей, с одной стороны, обуславливая, с другой, отражая готовность индивида к развитию и проявлению характеристик физической подготовленности. Знание биологического возраста способствует адекватной оценке текущих и потенциальных возможностей спортсмена, определяя соответствующий выбор средств и методов подготовки в педагогической практике. Однако оптимизация средств воздействия определяется в том числе и знанием реальных позиций возрастного становления отдельных компонентов физической подготовленности на этапах спортивного совершенствования.

Это в совокупности и обусловило комплексное исследование возрастной изменчивости показателей физической подготовленности лыжников гонщиков на этапах спортивного онтогенеза от начальной подготовки до уровня высшего спортивного мастерства с учетом морфологических показателей роста и биологического развития.

Цель исследования – изучить соизменчивость показателей телосложения, физической подготовленности лыжников гонщиков в процессе роста и развития на этапах спортивного совершенствования.

Материалы и методы исследования

Исследование представляет собой обобщение, анализ и систематизацию ретроспективных данных комплексных обследований спортсменов, проведенных научными сотрудниками ФГБУ ФНЦ

Таблица 1. Характеристика контингента испытуемых

Возраст, лет	Количество, чел.	Стаж, лет	Квалификация (%)					
			II разр	I разр.	КМС	МС	МСМК	ЗМС
11–12	8	2.6	20.0	80.0				
13–14	30	4.3	6.7	90.0	3.3			
15–16	146	5.4	0.7	90.4	6.2	2.7		
17–18	178	7.2		38.2	42.7	19.1		
19–22	226	10.2		4.0	19.9	62.8	13.3	
23	29	11.4		3.4	6.9	44.8	44.8	
24	25	12.7		4.0		36.0	60.0	
25	19	14.9			5.3	21.0	73.7	
26	13	16.0			7.7		92.3	
27	11	15.6				27.2	72.8	
28	11	16.7			9.1	9.1	81.8	

ВНИИФК в течение 1993–2009 гг. Тестирования спортсменов, имеющих допуск к занятиям спортом, проводились в подготовительном периоде подготовки.

Обследовано 696 спортсменов лыжников мужчин в возрасте 11–28 лет (88% – русские, 12% – коми, удмурты, татары), стаж занятий – 3–20 лет, квалификация – от II разряда до мастера спорта международного класса (табл. 1). Составление возрастных групп ориентировано на возрастную периодизацию биологического созревания (допубертатный, начало и конец пубертатного периода) и спортивную (юноши и молодежь) при отдельном рассмотрении каждого возраста на этапе высшего спортивного мастерства. Обследование носило поперечный (динамический – 45% всех испытуемых) и продольный варианты наблюдений.

Методы исследования: антропометрия – тотальные размеры тела, обхватные размеры конечностей и кожно-жировые складки [Бунак, 1941; Matiegka, 1921]; оценка биологического возраста [Штефко, Островский, 1929]; функциональное тестирование на беговом тредбане со ступенчато возрастающей нагрузкой до «отказа» (начальная скорость передвижения – 2.0–3.0 м/с в соответствии с возрастом, угол наклона тредбана – 1 градус, увеличение нагрузки через каждые 3 минуты на 0.5 м/с; 60-секундное ускорение, выполняемое с максимальной мощностью на велоэргометре «Mopark»; измерение параметров внешнего дыхания автоматическим газоанализатором «Cortex», регистрация АД, ЧСС, определение концентрации лактата (до, во время работы и в период

восстановления); методы оценки скоростно-силовых возможностей рук и ног с использованием тензометрической платформы и тренажера инерционного типа. Определялись тотальные размеры тела, лабильные компоненты состава массы тела, развитие вторичных половых признаков (Ах, Рв, С, суммарный бал – СБ); аэробная производительность (ступенчатый тест: время работы; максимальная скорость бега; максимальная вентиляция легких – МВЛ; максимальное потребление кислорода – МПК – абс. и отн.; дыхательный коэффициент – ДК; коэффициент использования кислорода – КИО₂; ЧСС макс.; кислородный пульс – КП); аэробно-анаэробная производительность – на уровне анаэробного порога (скорость АНП, потребление кислорода – ПК АНП, лактат); анаэробная производительность (предельная анаэробная мощность, ЧСС, лактат) взрывная сила мышц рук и ног; скоростно-силовая выносливость мышц рук. Математическая обработка: описательная статистика, корреляционный анализ [Дерябин, 2008].

Результаты и обсуждение

Биологическое развитие лыжников гонщиков отличается различной вариабельностью в рассматриваемых возрастных группах с наибольшим индивидуальным разнообразием на этапе прохождения пубертата (13–15 лет) с явным приоритетом направленного или «естественного» отбора

Таблица 2. Распределение балла биологического развития у лыжников различных возрастных групп (%)

Возраст, лет	Балл биологического развития								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
11	100								
12		100							
13			25	25	25				25
14		7.1	7.1	21.4	7.1	7.1	7.1	14.3	28.6
15		3.6	7.1	3.6	3.6	7.1	3.6	10.7	39.2
16							1.4	11.3	87.3
17						1.5		4.5	94.0
18									100

подростков с опережающим типом биологического созревания (табл. 2), при возможном влиянии и занятий активной физической деятельностью.

Изучение влияния биологической зрелости на характеристики ростовых процессов и становления различных сторон физической подготовленности проводилось для групп 13–16 лет в связи с однородностью по биологическому возрасту представителей 11–12 лет и 17–18 лет. Показано, что дифференциация индивидуальных темпов биологического развития оказывает различное по выраженности влияние на становление морфологического статуса и компонентов физической подготовленности на различных стадиях пубертатного периода, отражая динамику варибельности внутригрупповой гетерохронии роста и развития с минимальным количеством связей в группах 13 и 16-летних лыжников (6 и 3 связей, соответственно) и максимальным – в 14 и 15 лет (41 и 50 связей, соответственно) (табл. 3).

На начальном этапе пубертатного периода значимым является развитие отдельных вторичных половых признаков (обволошение подмышечных впадин и лобка). Лыжники 13 лет с более высокой биологической зрелостью отличаются более высокими характеристиками абсолютной мышечной массы, МПК на кг веса, силовой выносливости мышц рук, что сопровождается меньшим максимальным пульсом при более высокой лактатной стоимости выполненной работы.

Спортсмены 14 лет, соответствуя середине пубертатного периода по возрасту и существенно различаясь по степени биологической зрелости, обнаруживают значительно большее влияние биологического развития на комплекс показателей роста и подготовленности. Все частные составляющие и суммарный балл биологической зрелости

прямо и выражено ($r=0.5-0.75$, в среднем 0.63) коррелируют приоритетно с абсолютными величинами морфофункциональных показателей (тотальные размеры тела и развитие мышечной массы); аэробной производительности (МВЛ, МПК, л/мин, КП), взрывной силы ног (время отталкивания), в меньшей мере – с показателями взрывной силы и силовой выносливости рук, анаэробного порога (ПК АНП) и анаэробной (темп работы) производительности. Это в данном возрасте также, как и в предыдущем, приоритетно отражает общебиологическую зависимость показателей функциональной реализации от структурно-морфологических перестроек, происходящих индивидуально гетерохронно под воздействием гормональных изменений в соответствии с биологическим созреванием, до этого времени не выделяя значимого влияния физической подготовки.

У лыжников 15 лет, по возрасту в целом соответствующих завершению периода полового созревания и в 50% случаев практически его завершивших, изменяется распределение связей развития вторичных половых признаков с показателями морфофункционального спектра при небольшом снижении их выраженности ($r=0.45-0.74$, в среднем 0.56). Увеличивается влияние биологического развития на морфологические показатели с включением в число информативных относительное содержание мышечной массы и абсолютной величины жировой массы. Возрастает число связей показателей биологического созревания с показателями аэробной выносливости, среди которых наряду с абсолютными показателями внешнего дыхания появляются скорость и время работы в ступенчатом тесте «до отказа». Среди показателей аэробно-анаэробной производительности на смену ПК приходит скорость АНП; в комплексе

Таблица 3. Взаимосвязь показателей биологической зрелости с морфофункциональными характеристиками и показателями физической подготовленности

Показатели	13 лет				14 лет				15 лет				16 лет			
	Ах	Р	С	СБ	Ах	Р	С	СБ	Ах	Р	С	СБ	Ах	Р	С	СБ
Морфологический статус																
Длина тела, см					.62	.72	.51	.66	.57	.50	.64	.62				
Масса тела, кг					.69	.72	.59	.72	.53	.50	.63	.59				
Мышечная масса, кг	.98				.69	.67	.59	.71	.61	.55	.67	.66				
Мышечная масса, %									.59	.49	.45	.56				
Жировая масса, кг									.49	.43	.44	.49				
Аэробная производительность																
Время работы											.45					
Скорость макс.									.52	.53	.63	.59				
МВЛ					.66	.64	.54	.67	.48	.55	.54	.55				
МПК абс.					.68	.65	.61	.70	.63	.66	.71	.71				
МПК отн.	.96															
ЧСС		-.99														
КП					.73	.70	.64	.75	.66	.65	.69	.72				
ДК													-.30	-.31	-.34	
Лактат		.98														
Аэробно- анаэробная производительность																
Скорость АНП									.50		.54	.52				
ПК АНП, абс.					.54		.55	.54								
Анаэробная (гликолитическая) производительность																
Темп					.59		.54	.56								
Мощность макс., абс..						.51				.42		.55				
Лактат		.99														
ЧСС									-.49							
Силовые проявления рук																
Взрывная сила, абс.					.55			.53	.52	.56	.55	.58				
Выносливость, абс.	.99				.58		.62	.59		.45	.56	.48				
Взрывная сила ног																
Сила макс. абс.						.50										
Время макс.					-.78	-.64	-.59	-.74								

показателей анаэробной производительности приоритет темповых характеристик переходит к мощности. Изменяется влияние биологического возраста на проявления силовых возможностей с приоритетом связи степени выраженности вторичных половых признаков с абсолютными характеристиками взрывной силы и силовой выносливости рук при полном исключении влияния на индивидуальную вариабельность взрывной силы ног. Другими словами, в этом возрасте сохраняется влияние биологического возраста на формирования систем обеспечения деятельности с выделением показателей морфологического толка, дыхательной системы и силовых проявлений мышц рук в рамках общебиологической закономерности: больше размеры – больше функциональные проявления, но также уже прослежива-

ется дифференцирующее влияние биологического возраста на становление способности реализации функциональных возможностей лыжников-гонщиков.

Лыжники 16 лет, в соответствии с представленными данными в 87.3% случаев достигшие дефинитивной зрелости, обнаруживают крайне редкие и низкие связи биологического развития с единственным показателем из комплексов рассматриваемых ($r=0.30-0.34$, средняя – 0.32) – это величина дыхательного коэффициента, которая отрицательно связана с показателями биологического возраста, что также косвенно отражает более раннее становление аэробных возможностей у спортсменов лыжников с завершенным биологическим развитием относительно ретардантов в возрасте 16 лет.

Таблица 4. Тотальные размеры тела, лабильные компоненты массы тела и биологическое развитие лыжников гонщиков в возрасте 11–22 лет

Показатели	11–12 лет		13–14 лет		15–16 лет		17–18		19–22	
	\bar{X}	Σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	Σ
Длина тела, см	141.0	3.81	167.5	8.06	175.7	5.64	176.2	5.86	177.5	6.44
Масса тела, кг	34.3	3.76	53.9	8.98	66.3	7.60	70.5	7.40	73.3	7.45
Мышечная масса, кг	17.0	3.23	28.2	4.91	34.1	4.11	36.7	4.11	38.1	3.99
Мышечная масса, %	49.5	2.13	50.9	2.16	51.2	1.74	51.8	1.93	51.8	1.79
Жировая масса, кг	2.6	1.02	5.4	1.20	6.4	1.78	6.7	1.51	6.9	1.54
Жировая масса, %	7.6	1.12	9.8	1.91	9.6	1.92	9.4	1.57	9.3	1.71
Ах, балл	0.00	0.00	1.3	1.28	2.7	0.74	3.0	0.21	3.0	0
Р, балл	0.00	0.00	2.2	0.70	2.9	0.33	3.0	0.09	3.0	0
С, балл	0.00	0.00	1.4	0.75	1.9	0.42	2.0	0.13	2.0	0
Суммарный балл	0.00	0.00	4.9	2.50	7.5	1.38	8.0	0.32	8.0	0

Таблица 5. Тотальные размеры тела и лабильные компоненты массы тела лыжников гонщиков в возрасте 23–28 лет

Показатели	23 года		24 года		25 лет		26 лет		27 лет		28 лет	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Длина тела, см	179.3	5.46	178.7	6.07	178.3	7.91	175.8	5.91	176.1	3.49	176.0	4.92
Масса тела, кг	74.4	7.94	75.6	7.28	74.7	7.96	72.8	3.93	72.9	2.42	73.8	5.84
Мышечная масса, кг	39.1	3.97	39.8	3.78	38.3	4.38	37.6	2.29	37.3	1.72	37.8	2.54
Мышечная масса, %	52.4	1.77	52.2	1.04	51.3	1.61	52.2	1.72	51.2	2.09	51.2	1.91
Жировая масса, кг	6.4	1.59	7.0	1.27	7.1	1.74	6.3	1.22	6.9	1.42	6.7	1.34
Жировая масса, %	8.5	1.46	9.1	1.25	9.5	2.03	8.8	1.42	9.5	1.64	9.0	1.23

Таким образом, биологическое развитие лыжников гонщиков подчиняется общим биологическим закономерностям с наличием возрастной гетерохронии, наиболее значимой в возрасте 14–15 лет, что проявляется и в степени влияния биологического созревания на становление морфофункциональных показателей, соотносясь в общем варианте с известными данными онтогенеза развития компонентов физической подготовленности детей и подростков [Сонькин, Тамбовцева, 2011]. Вместе с тем, установление влияния биологического развития на становление физической подготовленности является лишь пусковым моментом анализа реальной возрастной динамики параметров роста, физических качеств и функциональных возможностей.

Морфологические особенности человека – один из генетически predetermined факторов, наиболее полно и наглядно определяющий индивидуальную специфичность, позволяющий оценить возможности человека в том или ином виде спорта [Мартыросов, 1998]. Особенности телосложения в двуединой ипостаси объединяют причинно-следственную роль в спорте, с одной стороны, являясь маркерами морфологической пригодности, а с другой, – продуктом, а значит и маркером воздействия спортивной деятельности в соответствии биомеханическим и энергетическим требованиям спорта.

Анализ динамики тотальных размеров тела с учетом степени биологической зрелости показал (табл. 4, 5), что лыжники гонщики на всем рассматриваемом интервале соответствуют возрастным

Таблица 6. Изменение (%) тотальных размеров и лабильных компонентов массы тела у лыжников-гонщиков в возрасте 11–22 лет

Показатели	Возраст, лет				
	11–12 – 13–14	13–14 – 15–16	15–16 – 17–18	17–18 – 19–22	11–22
Длина тела	18.8	4.9	0.3	0.7	25.9
Масса тела	57.1	23.1	6.3	4.0	113.8
Мышечная масса, кг	65.8	20.9	7.5	3.8	123.9
Мышечная масса, %	2.8	0.6	1.2	0.08	4.7
Жировая масса, кг	108.5	18.8	4.2	2.2	163.8
Жировая масса, %	29.5	-2.8	-1.7	-1.1	22.5

нормам длины и массы тела [Ананьева с соавт., 1995].

Длина и масса тела в группах лыжников достоверно возрастают в период от 11–12 до 17–18 лет, их изменения в старших группах не достоверны, определяются в большей мере индивидуальной вариабельностью. Наибольший прирост длины тела отмечается в период от 11–12 до 13–14 лет, что в нашей выборке соответствует прохождению первой половины пубертатного периода (табл. 6). В период от 13–14 до 15–16 лет ростовые процессы существенно замедляются, а в периоды 15–16 – 17–18 – 19–22 лет скорости роста тела в длину стремятся к нулю, что соотносится с достижением практически завершения биологического созревания. Наибольшие приросты массы тела, так же как и длины тела, наблюдаются в первую половину пубертата (11–12 – 13–14 лет), однако и во второй половине они существенны, отражая доминанту функционального развития в возрасте 13–14 до 15–16 лет. К возрасту 19–22 года масса тела достигает дефинитивных значений и в дальнейшем варьирует в соответствии с индивидуальными особенностями.

Изменения абсолютных величин мышечного и жирового компонентов подчиняются возрастному становлению с учетом биологического возраста – максимальны в период от 11–12 до 13–14 лет, снижаясь по мере прохождения второй половины пубертата, к возрасту завершения пубертата близятся к минимуму. Относительное содержание лабильных компонентов меняется значительно менее выражено, в большей мере отражая повышение уровня физической подготовленности: содержание (%) мышечной и жировой масс максимально повышается также в период начала пубертата, но в последующем содержание жировой массы начинает снижаться, прирост процентного содержания мышечной массы – снижается в период прохождения пубертата, увеличиваясь к воз-

расту его завершения, дальнейшие изменения определяются индивидуальной изменчивостью в условиях занятий спортом.

Таким образом, наибольшие сдвиги в морфологических показателях, обуславливающих физическую подготовленность, происходят в первой половине пубертата, приходящееся у лыжников на возраст с 11–12 до 13–14 лет, во второй половине пубертата – с 13–14 до 15–16 лет скорости изменения снижаются и к интервалу между 15–16 и 17–18 годами становятся минимальными для ростовых процессов и биологического развития, для лабильных компонентов массы тела, отражающих функциональное становление – в период 17–18 и 19–22 лет.

Физическая подготовленность лыжников-гонщиков определялась по комплексу показателей. Как уже говорилось, для оценки физической работоспособности в данном исследовании использовался тест со ступенчато возрастающей нагрузкой до «отказа», что обеспечивало информацию о динамике и максимальных параметрах функциональных возможностей основных систем энергообеспечения мышечной работы. Для количественной оценки уровня физической работоспособности спортсменов наряду с регистрацией времени работы в тесте регистрировалась скорость выполнения работы. Дозирование задаваемой скорости на начальной ступеньке теста определялось возрастом. В возрасте 11–12 лет начальная скорость передвижения составляла 2.0 м/сек, в интервале 13–14 лет – 2.5 м/сек, для более старших лыжников – 3.0 м/с. Нормативы были разработаны в экспериментальных исследованиях в соответствии с данными о том, что целевая функция теста – выход на уровень МПК – реализуется при длительности работы не менее 6–8 мин. Указанные начальные скорости бега обеспечивали решение основной задачи теста.

Таблица 7. Показатели физической работоспособности и систем энергообеспечения у лыжников в возрасте 11–22 лет

Показатели	11–12 лет		13–14 лет		15–16 лет		17–18 лет		19–22 лет		
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	
Аэробной производи- тельности	Время работы, мин	10.1	2.41	10.6	1.89	11.8	1.71	13.6	1.46	14.1	1.46
	Скорость макс., км/час	11.4	1.67	14.8	1.03	16.0	1.03	17.2	0.90	17.9	0.91
	МВЛ, л/мин	58.8	12.10	115.6	30.04	142.6	24.45	156.9	21.06	162.1	20.36
	МПК, л/мин	2.0	0.32	3.3	0.76	4.2	0.61	4.7	0.54	5.0	0.55
	МПК, мл/мин/кг	56.4	2.89	60.5	5.45	63.2	5.17	66.5	4.75	68.3	4.90
	ЧСС, уд/мин	195.0	6.36	201.9	9.68	200.9	10.16	200.9	7.97	198.0	9.57
	КП, мл/уд	10.2	1.45	16.3	3.94	20.9	3.11	23.3	2.83	25.4	3.23
	ДК, о.е.	1.03	0.04	1.07	0.05	1.07	0.06	1.08	0.09	1.07	0.05
	КИО ₂ , %	3.07	0.49	3.20	0.22	3.31	0.35	3.35	0.31	3.46	0.32
	Лактат п/р, ммоль/л	7.7	1.13	8.5	1.59	10.4	2.11	11.0	2.08	10.3	2.27
Анаэробного порога	Скорость АнП, км/час	10.0	1.48	12.5	0.97	13.4	1.01	14.4	0.94	15.1	0.92
	-“- от макс., %	82.1	1.39	84.5	2.83	83.8	2.79	83.7	3.15	84.4	2.67
	ПО ₂ АнП, мл/мин/кг	47.6	2.58	52.2	4.03	52.8	5.73	55.2	4.96	56.3	4.21
	-“- от МПК отн, %	84.4	3.11	86.4	4.54	83.4	6.03	83.1	4.93	82.5	3.67
	ЧСС, уд/мин	170.2	9.39	184.8	7.47	181.9	9.14	180.8	6.94	177.9	7.75
Гликолити- ческой производи- тельности	Соппротивление, кр	1.92	0.20	3.59	0.59	4.40	0.48	4.76	0.39	4.94	0.38
	Темп, об/мин	76.7	10.80	96.8	9.56	98.7	8.74	100.9	8.81	104.3	7.72
	Мощность макс., кгм/мин	858	173.8	2026	423.4	2523	339.6	2788	324.1	2994	313.4
	-“-, кгм/мин/кг	24.3	4.59	37.5	3.77	38.1	3.40	39.7	3.55	41.0	3.55
	Лактат, моль/л	8.5	0.88	10.5	2.22	11.9	2.13	12.7	2.09	12.2	2.29
	ЧСС, уд/мин	191.2	5.53	195.6	8.26	193.8	9.63	194.0	7.65	191.3	8.39

Для соблюдения методической адекватности в сопоставлении полученных данных в условиях различно задаваемой начальной скорости следует заметить, что дыхательный коэффициент в тесте (ДК) для спортсменов всех возрастных групп не имеет достоверных различий, превышает 1 и находится в интервале 1.03–1.09, что отражает включение анаэробно-гликолитического источника энергии с последующим выделением «неметаболического излишка» CO₂, свидетельствуя достижение истинного максимума потребления кислорода [Issekutz, Rodahl, 1961] в соответствии с международными правилами ВОЗ определения МПК [Larson, 1974]. Кроме того, уровень ДК свидетельствует, что выполненная работа соответствует максимальным возможностям спортсменов на каждом этапе возрастного развития.

Время, равно и скорость работы, основные параметры физической работоспособности, дос-

товерно и практически одинаково увеличиваются в возрастном интервале от 13 до 22 лет на 46.6 и 46.3% (соответственно), варьируя вокруг достигнутого уровня в возрасте 23–28 лет (табл. 7–9). Исключение составляет отсутствие достоверных различий при наличии тенденции по времени работы между группами 11–12 и 13–14 лет. Максимальные приросты времени и скорости не совпадают по возрастным интервалам. Время работы минимально увеличивается от возраста 11–12 лет до 13–14 лет (5.4%), скорость его прироста увеличивается между возрастными интервалами 13–14 и 15–16 лет (11.2%), достигая максимума между интервалами 15–16 лет и 17–18 лет (15.6%), при заметном снижении до 8.2% к периоду достижения дефинитивного статуса (17–18 лет и 19–22 года). Скорость работы, напротив, максимально нарастает (29.3%) в период от препубертата к началу пубертата (11–12 лет и 13–14 лет) при по-

Таблица 8. Показатели физической работоспособности и систем энергообеспечения у лыжников в возрасте 23–28 лет

Показатели	23 года		24 года		25 лет		26 лет		27 лет		28 лет		
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	
Аэробной производи- тельности	Время работы, мин	14.4	1.12	14.3	1.98	14.9	1.05	14.4	2.09	14.7	1.21	14.1	1.22
	Скорость макс., км/час	17.7	0.67	17.6	1.18	18.0	0.60	17.6	1.26	17.8	0.72	17.5	0.74
	МВЛ, л/мин	157.8	28.27	161.9	28.76	164.9	21.90	156.9	22.14	154.9	21.89	146.0	14.91
	МПК, л/мин	5.0	0.55	5.0	0.82	5.1	0.63	5.0	0.42	4.9	0.28	4.8	0.39
	МПК, мл/мин/кг	67.2	4.47	65.7	7.75	68.4	4.13	68.2	5.04	67.1	3.16	64.9	2.86
	ЧСС, уд/мин	194.8	9.18	198.0	6.93	194.7	7.96	196.3	10.12	197.3	7.45	196.0	6.57
	КП, мл/уд	25.7	3.14	25.0	4.09	26.3	3.53	25.3	2.42	24.8	1.56	24.4	1.61
	ДК, о.е.	1.08	0.06	1.09	0.05	1.09	0.05	1.09	0.05	1.10	0.05	1.06	0.03
	КИО ₂ , %	3.60	0.61	3.46	0.31	3.46	0.31	3.50	0.44	3.57	0.42	3.69	0.52
	Лактат п/р, ммоль/л	9.3	2.29	8.9	1.12	9.9	2.03	9.2	1.16	9.8	2.42	9.5	1.97
Анаэробного порога	Скорость АНП, км/час	15.1	0.80	15.0	1.32	14.9	0.76	15.0	0.96	15.2	0.75	15.0	1.17
	-“- от макс., %	85.5	3.15	84.9	3.07	83.1	2.85	85.2	1.36	85.0	1.45	85.7	4.17
	ПО ₂ АНП, мл/мин/кг	55.4	3.41	54.3	7.10	56.7	3.69	56.8	4.08	55.3	1.97	54.5	3.99
	-“- от МПК отн, %	82.6	3.57	82.6	4.38	82.9	2.27	83.4	3.10	82.5	2.44	83.9	3.60
	ЧСС, уд/мин	175.2	8.82	177.1	7.94	175.3	7.49	174.3	8.76	175.8	5.12	176.0	4.86
Гликолити- ческой производи- тельности	Сопротивление, кр	5.11	0.40	5.10	0.38	4.90	0.28	4.97	0.08	5.00	0.32	4.88	0.49
	Темп, об/мин	102.1	5.60	103.3	8.69	102.7	7.91	98.1	7.44	97.8	7.83	104.0	10.51
	Мощность макс., кгм/мин	3037	328.2	3058	347.3	2919	243.8	2832	195.4	2838	245.1	2939	360.2
	-“-, кгм/мин/кг	40.9	2.85	40.7	2.85	39.3	3.52	39.0	3.22	38.9	3.06	39.7	2.55
	Лактат, моль/л	11.3	2.08	11.0	1.44	11.5	2.16	11.6	1.73	12.1	2.69	11.6	2.34
	ЧСС, уд/мин	187.9	8.59	188.8	7.17	187.9	5.89	188.0	8.93	188.7	4.84	188.7	3.56

следующем снижении прироста скорости (8.3 и 7.2%, соответственно) от начала-середины пубертата до его завершения (13–14 лет и 15–16 лет) и на этапе завершения полового созревания (от 15–16 до 17–18 лет) и минимизации (4.0%) в юношеском периоде развития.

Различия темпов прироста максимальной скорости и времени работы на этапах возрастного развития, при, безусловно, высокой степени их взаимосвязи для каждого индивида в реальном масштабе времени, возможно объясняются дифференциацией их качественной окраски. Прирост скорости, как и сама скорость при прочих равных (например, равного умения выполнения упражнения и равной мотивации) обеспечивается приоритетно мощностью систем энергообеспечения, повышение времени работы в большой мере, в том числе зависит от слаженности межсистемных механизмов регуляции.

Возрастная динамика показателей аэробного энергообеспечения максимальной физической реализации у спортсменов при систематических занятиях лыжными гонками показывает, что повышение времени и скорости работы обеспечивает неуклонным и постоянным достоверным повышением абсолютных и относительных характеристик аэробной производительности в период 11–22 лет с последующим (23–28 лет) варьированием около достигнутого уровня. В частности, наибольшие приросты отмечаются для МВЛ, МПК (л/мин), КП (176–148%), при значительно меньшем повышении МПК (мл/мин/кг), КИО₂ (21.1 и 12.7%, соотв.) с последующим колебанием значений около достигнутого уровня. Также постоянно в возрастном интервале 11–22 лет повышается скорость бега и ПК на уровне анаэробного порога (50.1 и 18.3%, соответственно). Наряду с этим, не так однозначно изменяется ряд характеристик функци-

Таблица 9. Изменение (%) показателей физической работоспособности и систем энергообеспечения у лыжников в возрасте 11–22 лет

Показатели		Изменения (%)				
		11–12 – 13–14	13–14 – 15–16	15–16 – 17–18	17–18 – 19–22	11–22
Аэробной производи- тельности	Время работы, мин	5.4	11.2	15.6	8.2	46.6
	Скорость макс., км/час	29.3	8.3	7.2	4.0	46.3
	МВЛ, л/мин	96.8	23.4	10.0	3.3	176
	МПК, л/мин	64.0	28.0	11.4	6.8	150
	МПК, мл/мин/кг	7.3	4.5	5.1	2.8	21.1
	ЧСС, уд/мин	3.5	-0.5	0.02	-1.5	1.5
	КП, мл/уд	59.2	28.2	11.6	8.8	148
	ДК, о.е.	3.9	0	0.9	-1.0	3.9
	КИО ₂ , %	4.2	3.4	1.2	3.3	12.7
	Лактат п/р, ммоль/л	10.8	21.8	5.9	-5.7	34.7
Анаэробного порога	Скорость АнП, км/час	24.6	7.1	7.2	4.9	50.1
	-“- от макс., %	2.9	-1.1	0	0.9	2.7
	ПО ₂ АнП, мл/мин/кг	9.6	1.2	4.6	2.0	18.3
	-“- от МПК отн, %	2.3	-3.5	-0.4	-0.7	-2.3
	ЧСС, уд/мин	8.6	-1.6	-0.6	-1.6	4.5
Гликолити- ческой производи- тельности	Соппротивление, кр	87.0	22.6	8.2	3.8	157
	Темп, об/мин	26.2	1.9	2.3	3.4	36.1
	Мощность макс., кгм/мин	136	24.6	10.5	7.4	249
	-“-, кгм/мин/кг	54.3	1.5	4.3	3.1	68.3
	Лактат, моль/л	24.0	12.7	7.2	-4.1	43.9
	ЧСС, уд/мин	2.3	-0.9	0.09	-1.4	0.05

онального обеспечения. Максимальный уровень ЧСС практически не изменяется (достоверное снижение отмечается только между возрастными 15–16 и 17–18 лет и 19–22 года); величина ЧСС на уровне анаэробного порога максимально повышается в период от препубертата до начала-середины пубертата при последующем снижении скорости нарастания и стабилизации; % ПК от МПК на уровне АнП, которое мало меняется при тенденции к снижению (2.3%). Так же несколько отстоит от общей направленности повышения параметров аэробной системы в условиях выполнения ступенчатого теста «до отказа» уровень концентрации лактата, величина которого отчетливо повышается от препубертата до конца пубертата (табл. 7, 9). Наибольшие приросты большинства показателей аэробной системы энергообеспечения (табл. 9) достигаются в период от препубертата (11–12 лет) – начало-середина пубертата (13–

14 лет). Это касается в первую очередь МВЛ (96.8%); абсолютной величины МПК (64.0%); КП (59.2%); скорости бега, ПК и ЧСС на уровне анаэробного порога (24.6; 9.6 и 8.6%, соответственно); величины МПК, отнесенной к единице массы тела (7.3%); КИО₂ (4.2%), максимальной ЧСС (3.5%). Как видно, наибольшие изменения претерпевают показатели, находящиеся в прямой зависимости от общих размеров тела, менее выраженные изменения касаются показателей, отражающих совершенствование межсистемной регуляции. Приросты показателей аэробной системы энергообеспечения в период между началом-серединой пубертата (13–14 лет) и началом завершения пубертата (15–16 лет), наиболее представлены для абсолютной величины МПК и КП (28.0 и 28.2%, соответственно), МВЛ (23.4%), лактатной стоимости выполненной работы (21.8%); скорости на уровне АнП (7.1%), относительной величины МПК

(4.5%) и КИО2 (3.4%). В этот период развития подростков при систематическом занятии спортом, как видно, наряду с влиянием факторов роста активно выступают факторы гармонизации межсистемной регуляции; наряду с продолжением развития аэробного механизма проявляется становление лактаcidной системы энергообеспечения. На этапе полного завершения периода полового созревания (15–16 лет и 17–18 лет) скорости изменения рассматриваемых показателей в целом снижаются с выделением приростов скорости бега на уровне анаэробного порога (7.2%), относительной величины МПК (5.1%) и ПК на уровне анаэробного порога (4.6%), т.е. показателей, отражающих не только развитие систем аэробного и лактаcidного свойства, но и совершенствования механизмов регуляции межсистемного взаимодействия. Период перехода от завершения пубертата к дефинитивному статусу (17–18 лет и 19–22 года) характеризуется самыми низкими скоростями изменений всех показателей, выделяются: одно из максимальных повышений для КИО2 (3.3%), при появлении отрицательных скоростей или снижении концентрации лактата (на 5.7%), снижении ЧСС максимальной и на уровне анаэробного порога (1.5–1.6%), ДК (1.0%), что в целом отражает завершение процессов становления систем энергообеспечения и регуляции межсистемных взаимодействий с повышением значимости воздействия фактора тренировочного воздействия.

Возрастная динамика показателей анаэробно-гликолитической системы энергообеспечения в условиях спортивных занятий, частично освещенная при рассмотрении результатов ступенчатого теста «до отказа», наиболее прицельно может быть проанализирована по результатам минутного теста с максимальной мощностью. Предваряя анализ результатов, следует отметить, что исходное сопротивление, как уже указывалось, нормировалось по массе тела, что подтверждается динамикой задаваемого сопротивления, которая в высокой степени коррелирует с возрастной динамикой массы тела (табл. 4, 7).

Показано, что большая часть показателей, рассматриваемых в качестве параметров лактаcidной системы, достоверно повышается в период между 11–12 и 19–22 годами с последующей большей или меньшей стабилизацией у спортсменов, систематически занимающихся лыжным спортом (табл. 7–9). В частности, интегральный показатель реализации лактаcidной системы – максимальная мощность работы в интервале 11–22 лет достоверно повышается с 858 кгм/мин до

3000 кгм/мин (на 249%), в последующем в интервале 23–28 лет варьируя на достигнутом уровне (2800–3000 кгм/мин); в меньшей мере, но также растут: относительная мощность работы (с 24 до 41 кгм/мин/кг – на 68.3%), темп работы (с 76.7 до 104 оборотов/мин – на 36.1%), концентрация лактата (с 8.5 до 12.2 ммоль/л – на 43.9%). Отдельно по направленности возрастных изменений стоит реакция ЧСС, которая в целом за исследуемый интервал практически не меняется, несмотря на повышение выполняемой работы.

Особого внимания заслуживает повозрастная динамика параметров, раскрывающих изменения в становлении лактаcidной системы (табл. 9). Так, максимальные приросты всех рассматриваемых показателей (в том числе и ЧСС) приходятся на период от препубертата (11–12 лет) до начала-середины пубертата (13–14 лет). Это касается в первую очередь абсолютной величины максимальной мощности (136%); относительной величины максимальной мощности (54.3%); темпа работы (26.2%); концентрации лактата (24.0%); величины ЧСС (2.3%). Как видно, и в случае лактаcidной системы энергообеспечения при условии прицельного тестирования ее возможностей, наибольшие изменения претерпевают показатели, находящиеся в прямой зависимости от общих размеров тела, менее выраженные изменения касаются показателей, отражающих развитие вегетативной регуляции и нервно-мышечной координации. В период между началом-серединой пубертата (13–14 лет) и началом завершения пубертата (15–16 лет) наибольшие приросты отмечаются для абсолютной величины максимальной мощности (24.6%), концентрации лактата (12.7%) на фоне резкого снижения прироста относительной величины максимальной мощности и темпа работы (до 1.9 и 1.5%, соотв.) при небольшой выраженности (0.9%), но смене знака скорости изменения ЧСС с повышения на снижение. В этот период развития подростков при систематических занятиях спортом, как видно, наряду с продолжением влияния фактора ростовых процессов выступают факторы продолжения становления лактаcidной системы и гармонизации межсистемной регуляции. На этапе полного завершения периода полового созревания (15–16 лет и 17–18 лет) скорости изменения рассматриваемых показателей различаются в соответствии с качественной окраской показателей. Так, снижаются темпы роста величины абсолютной мощности (от 24.6 до 10.5%) и концентрации лактата (от 12.7 до 7.2%), сохраняется скорость повышения темпа работы (1.9–2.3%), в тоже время повышается скорость увели-

чения относительной величины максимальной мощности (от 1.5 до 4.3%) при практической неизменности ЧСС. Это свидетельствует, что и в случае анаэробно-гликолитической системы энергообеспечения на этом этапе развития снижается роль биологического и ростового развития, продолжается становление системы лактаcidного энергообеспечения, но приоритет переходит в сторону совершенствования межсистемной регуляции взаимодействия. Период перехода от завершения пубертата к дефинитивному статусу (17–18 лет и 19–22 года) характеризуется самой низкой скоростью повышения абсолютной величины максимальной мощности (скорость прироста снижается с 10.5 до 7.4%); напротив – повышением скорости прироста темпа работы (с 2.3 до 3.4%); сохраняется, не принципиально снижаясь (с 4.3 до 3.1%), скорость прироста относительной величины максимальной мощности при появлении отрицательных скоростей или снижении величин концентрации лактата (на 4.1%), снижении ЧСС (на 1.4%), что в целом также как и в случае становления аэробных возможностей отражает относительное завершение процессов становления системы лактаcidного энергообеспечения и вегетативной регуляции с повышением значимости фактора тренировочного воздействия.

В дополнении к выше изложенному представляется целесообразным рассмотреть вопрос о возрастном становлении «экономичности» реализации лактаcidной системы, по сути отражающей сбалансированность мощностных и регуляторных аспектов. Анализ соотношения показателей абсолютной и относительной величины максимальной мощности с показателями активности лактаcidной системы и напряженности вегето-сосудистой регуляции (ЧСС), как формализованных косвенных показателей эффективности реализации, показал, что (рис. 1):

— соотношение абсолютной величины мощности и лактата (количество работы в минуту, выполненной на ед. лактата) в возрастной динамике варьирует от 101 до 278 кгм/мин/ммоль/л достигает максимума интегральной реализации в период 23–24 года, отражая наиболее полное согласование мощностных параметров и регуляторных механизмов функциональной реализации лактаcidной системы (рис. 1, график 1). Наибольшие приросты соотношения максимальной мощности и активности лактаcidной системы (90%) наблюдаются в период между 11–12 годами и 13–14 годами, т.е. в период перехода к активно-

му пубертату; в период завершения полового созревания скорости, в целом, снижаются от начала завершения до полного завершения пубертата: от 13–14 к 15–16 годам – до 10.4%, от 15–16 до 17–18 лет – до 3.3%, повышаясь только на уровне дефинитивного развития в возрастных интервалах 19–22 и 23 лет (11.2 и 9.8%, соответственно), в дальнейшем еще немного повышаясь от 23 до 24 лет (на 3.7%), после чего меняют знак изменения на отрицательный, снижая величину указанного соотношения (на 9.4, 4%, соответственно) с повышением к 28 годам (на 8%).

— соотношение относительной величины мощности и лактата (количества работы в минуту на кг массы тела, ммоль/л) варьирует от 2.86 до 3.70 кгм/мин/кг/ммоль/л, также достигает максимума интегральной реализации в период 23–24 лет (рис. 1, график 2). Повозрастные изменения менее выражены, чем в случае абсолютной величины мощности относительно лактата и неоднозначны в рассматриваемом возрастном интервале: наибольшие приросты соотношения относительной мощности и активности лактаcidной системы (24.5%) также наблюдаются в период между 11–12 годами и 13–14 годами; в период завершения полового созревания скорости не только снижаются, но становятся отрицательными, т.е. в ответ на повышение лактата целостная реализация мощности на кг массы тела снижается на 10 и 2.0% (от 13–14 к 15–16 годам и от 15–16 до 17–18 лет, соответственно), повышаясь только на уровне дефинитивного развития в возрастных интервалах 19–22 и 23 лет (7.3 и 7.7%, соответственно), в дальнейшем прирост этого показателя снижается в интервале от 23 до 24 лет до 2.4%, после чего меняют знак изменения на отрицательный, снижая величину указанного соотношения в возрасте от 24 до 27 лет (-8; -1.8; -3.6%, соответственно) с последующим повышением от 27 до 28 лет (на 6.2%).

— соотношение абсолютной величины мощности и ЧСС, т.е. количества работы, выполненной на удар ЧСС, варьирует от 4.5 до 6.2 кгм/мин/уд/мин, достигает максимума интегральной реализации в период 23–24 года (рис. 1, график 3), что подтверждает и в этом случае наиболее полное совершенствование и мощностных параметров и вегетативной регуляции реализации лактаcidной системы к этому возрасту. Наибольшие приросты соотно-

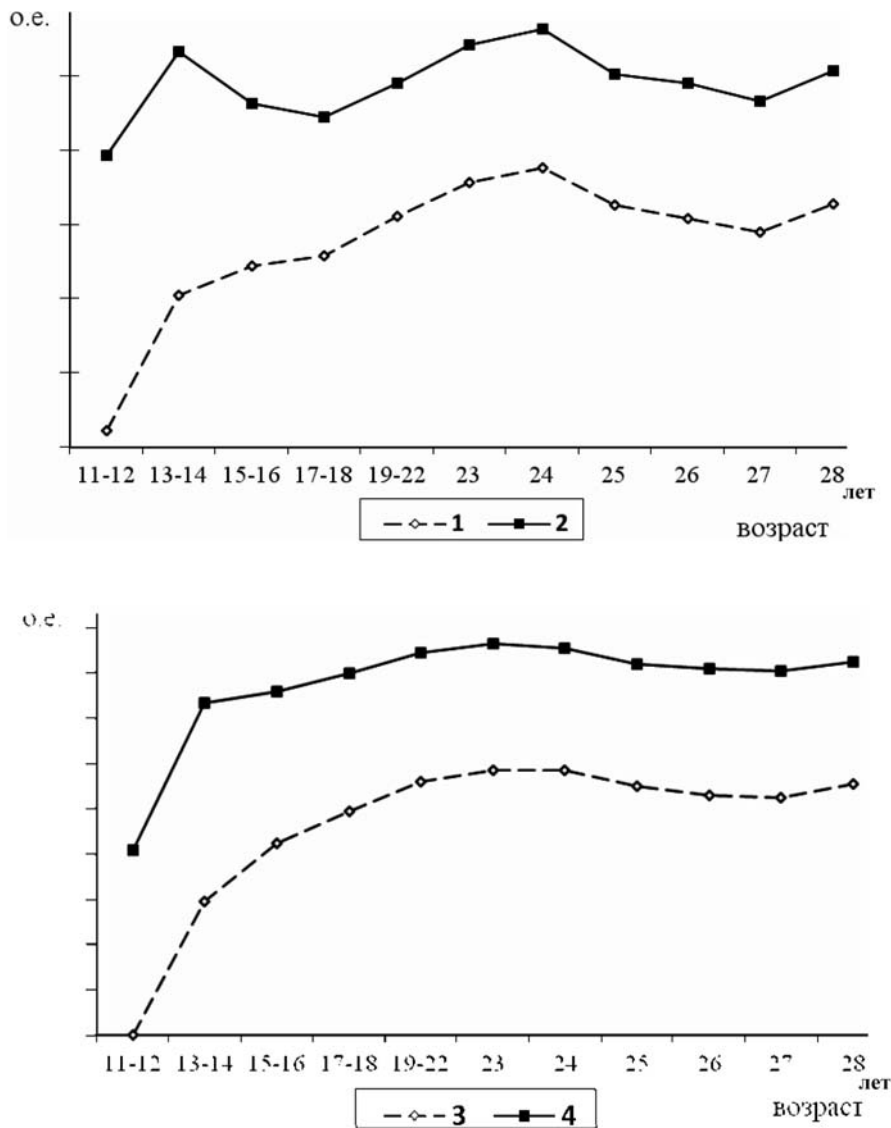


Рис. 1. Возрастная динамика соотношения абсолютной величины мощности в гликолитическом тесте с величиной лактата (1) и ЧСС (3); относительной величины мощности с величиной лактата (2) и ЧСС (4)

шения максимальной мощности и ЧСС (130%) наблюдаются, как и при соотношении с лактатом, в период между 11–12 годами и 13–14 годами; в период от середины до завершения полового созревания скорости повышения в целом снижаются (от 13–14 к 15–16 годам – до 25.7%, от 15–16 до 17–18 лет – до 10.4%), продолжая снижаться и по мере достижения дефинитивного развития: от 17–18 до 19–22 лет – до 8.9%, от 19–22 до 23 лет – до 3.5%, после чего величина показателя снижается до 0 в период от 23 до 24 лет, а в возрастном интервале 24–25–26–27 меняет знак изме-

нения на отрицательный, снижая величину указанного соотношения (до -4.3; -2.6; -0.7%, соответственно) с повышением к 28 годам (на 4%).

- соотношение относительной величины мощности и ЧСС, т.е. количества работы в минуту, выполненной на кг массы тела и уд/мин ЧСС, варьирует от 0.127 до 0.218кгм/мин/кг/уд/мин, максимально изменяясь также в период перехода от препубертата в начало-сердину пубертата (51%), с постепенным нарастанием до максимума к 19–24 годам и практически не меняясь в период зрелого возраста.

Таблица 10. Показатели силовых возможностей у лыжников в возрасте 11–22 лет

Показатели		11–12 лет		13–14 лет		15–16 лет		17–18		19–22	
		\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Взрывная сила рук	Работа, кгм	16.8	2.64	19.3	4.10	24.7	3.81	27.7	3.95	29.76	4.16
	Работа, кгм/кг	0.48	0.07	0.36	0.04	0.37	0.03	0.39	0.05	0.41	0.03
Взрывная сила ног	Сила макс., кг	57.2	5.71	86.1	21.58	101.8	17.8	115.8	20.52	122.4	20.51
	Время макс., с	0.40	0.03	0.40	0.07	0.39	0.06	0.38	0.05	0.36	0.05
	Сила/время кг/с	145	24.9	229	83.4	270	80.6	315	91.7	350	98.0
	Сила/время кг/с/кг	4.08	0.36	4.20	1.19	4.17	1.22	4.46	1.23	4.78	1.30
Выносливость рук	Мощность кгм/мин	5.7	0.66	7.3	1.72	10.0	1.63	11.7	1.38	12.6	1.54
	Мощность, кгм/мин/кг	0.16	0.02	0.14	0.02	0.15	0.02	0.17	0.02	0.17	0.02
	ЧСС, уд/мин	186	3.79	183.9	10.57	184.0	7.46	183.7	8.49	180.5	8.13

Таблица 11. Показатели силовых возможностей у лыжников в возрасте 23–28 лет

Показатели		23 года		24 года		25 лет		26 лет		27 лет		28 лет	
		\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	Σ
Взрывная сила рук	Работа, кгм	29.8	3.95	30.81	3.95	30.5	3.38	30.2	1.86	30.3	2.46	29.7	3.58
	Работа, кгм/кг	0.40	0.03	0.41	0.03	0.41	0.04	0.41	0.03	0.42	0.04	0.40	0.03
Взрывная сила ног	Сила макс., кг	130.4	22.66	130.3	20.70	123.3	22.03	125.2	17.16	113.8	12.07	116.8	14.12
	Время макс., с	0.35	0.05	0.36	0.05	0.34	0.07	0.33	0.07	0.34	0.05	0.36	0.04
	Сила/время кг/с	382	115.9	381	132.4	397	165.21	401	141.0	342	64.9	328	60.3
	Сила/время кг/с/кг	5.15	1.53	5.13	1.94	5.40	2.36	5.53	2.02	4.72	0.94	4.43	0.70
Выносливость рук	Мощность кгм/мин	12.5	1.44	12.4	1.71	12.7	1.26	12.4	0.84	12.5	0.69	12.5	1.49
	Мощность кгм/мин/кг	0.17	0.02	0.16	0.02	0.17	0.01	0.17	0.01	0.17	0.01	0.17	0.02
	ЧСС, уд/мин	178.0	9.15	176.7	8.61	175.6	8.48	172.8	8.54	176.2	7.91	174.7	7.97

Динамика изменения показателей экономичности интегральной реализации лактаcidной системы позволяет говорить о наибольшем вкладе ростовых процессов в формирование реализации лактаcidной системы на уровне мощностных характеристик в период начала середины пубертатного периода с последующим ограничением ее реализации по причине регуляторных перестроек в конце периода полового созревания с завершением окончательного становления ее как функциональной системы реализации в дефинитивном статусе, а именно в 23–24 года, при возможной вариабельности с учетом текущего уровня

подготовленности. Вегето-сосудистая регуляция обеспечения реализации лактаcidной системы достигает дефинитивного уровня ранее, чем ее мощностные проявления при принципиальном значении периода полового созревания в становлении вегетативной реакции на лактаcidную реализацию с выходом на максимальный уровень в период, начиная с 19-летнего возраста.

Показатели силовых возможностей в возрастной динамике в той или иной мере косвенно также отражают развитие анаэробных источников энергообеспечения: в случае взрывной силы – анаэробно-алактатного, в случае скоростно-сило-

Таблица 12. Изменение (%) показателей силовых возможностей у лыжников в возрасте 11–22 лет

Показатели		Возрастные интервалы, лет				
		11–12 – 13–14	13–14 – 15–16	15–16 – 17–18	17–18 – 19–22	11–22
Взрывная сила рук	Работа, кгм	15.0	27.8	12.4	7.3	77.2
	Работа, кгм/кг	-33.3	2.8	5.4	5.1	-17.1
Взрывная сила ног	Сила макс., кг	50.6	18.2	13.8	5.7	114.1
	Время макс., с	0	-2.6	-2.6	-5.6	-11.1
	Сила/время, кг/с	58.3	17.8	16.9	11.0	141.9
	Сила/время, кг/с/кг	2.9	-0.7	7.0	7.2	17.2
Выносливость рук	Мощность, кгм/мин	28.9	36.9	16.4	8.0	121.9
	Мощность, кгм/мин/кг	-14.3	7.1	13.3	0	6.3
	ЧСС, уд/мин	-1.1	0.03	-0.2	-1.8	-3.1

вой выносливости – анаэробно-гликолитического, расширяя представление о спортивном онтогенезе означенных систем энергообеспечения, но также освещая вопрос о синхронности развития силовых возможностей у спортсменов, систематически занимающихся лыжными гонками (табл. 10–12).

Показатели абсолютной величины взрывной силы рук достоверно повышаются в период между 11–12 и 19–22 годами (за исключением отсутствия достоверности в интервале между 11–12 и 13–14 годами) с 16.8 кгм до 29.8 кг (на 77.2%) последующей большей или меньшей стабилизацией (отсутствие достоверных различий) на уровне 29.7–30.8 кгм. Относительная величина взрывной силы рук в интервале 11–22 лет достоверно снижается с 0.48 до 0.41 кгм/кг (на 17.7%), в интервале 23–28 лет варьируя в пределах 0.40–0.42 кгм/кг.

Взрывная сила ног (сила отталкивания) в абсолютном выражении также достоверно повышается от 11–12 до 19–22 лет с 57.2 до 122.4 кг (на 114%) при отсутствии достоверных изменений в возрастах 23–28 лет, но наличии максимальных значений в возрасте 23–24 года с последующим снижением (не достоверно) до 28 летнего возраста (со 130 до 116 кг). Время отталкивания ног, наряду с силовыми возможностями в большой мере определяемое и уровнем становления межмышечной координации, обнаруживает достоверные различия только между возрастными интервалами 11–12 лет, 13–14 лет, 15–16 лет, 17–18 лет – с одной стороны и 19–22 года – с другой, т.е. не имеет реальных повозрастных различий с тенденцией к снижению от 0.40 сек до 0.38 сек в возрастном интервале периода полового созревания (от 11–12 до 17–18 лет, достоверно уменьшаясь к

возрасту достижения дефинитивного статуса (19–22 года – 0.36 сек) и достигая минимума в возрастах 25–27 лет (0.33–0.34 сек). Градиент абсолютной взрывной силы ног, интегративно оценивая прирост силы и нервно-мышечной координации, достоверно растет в интервале с 11–12 до 19–22 лет от 144.7 до 350 кг/с (на 14.9%) с последующей тенденцией нарастания в возрастном интервале 23–26 лет до максимальных значений (382–401 кг/с) при заметном (не достоверно) снижении к 27–28 годам (342–328 кг/с). Градиент относительной взрывной силы ног достоверно различается только между возрастными группами 15–16 и 17–18 лет с одной стороны и 19–22 годами с другой стороны, при тенденции к повышению от 11–12 лет до 19–22 лет с 4.08 до 4.78 кг/с/кг (на 17.2%) и дальнейшим ростом вплоть до достижения максимальных значений (5.53 кг/с/кг) в 25–26 лет при заметной тенденции к снижению в возрасте 27–28 лет (до 4.72–4.43 кг/с/кг).

Скоростно-силовая выносливость рук, определяемая в 5-минутном тесте, в абсолютном выражении мощности достоверно увеличивается до максимума в период от 11–12 до 19–22 (от 5.67 до 12.58 кгм/мин – на 122%), в последующем (23–28 лет) практически не меняется, варьируя около достигнутого максимума (12.39–12.67 кгм/мин). Относительная мощность, в большой мере нивелирующая влияние повышения массы тела, изменяется очень мало, варьируя на уровне 0.16–0.17 кгм/мин/кг, за исключением возрастных интервалов 13–14 и 15–16 лет – период начала-середины и начала завершения полового созревания, где достоверно минимальна (0.14 и 0.15 кгм/мин/кг). ЧСС в данном тесте, как видно не дости-

гает максимального уровня, тем не менее, имеет тенденцию (в отдельных возрастах достоверно) к направленному снижению в рассматриваемом возрастном диапазоне с наибольшими значениями в 11–12 лет (186 уд/мин), наименьшими – в возрастах 1-го периода зрелого возраста (173–178 уд/мин). Повозрастная динамика (табл. 12) позволяет рассмотреть периоды наибольшего изменения параметров силовых возможностей рук и ног. Как видно, период от препубертата (11–12 лет) до начала – середины пубертата (13–14 лет) характеризуется наибольшим и максимальным приростом градиента абсолютной силы и самой абсолютной силы ног (58.3 и 50.6%, соответственно) на фоне неизменности времени отталкивания и небольшого прироста градиента относительной силы (+2.9%), в меньшей мере – повышением абсолютной характеристики скоростно-силовой выносливости рук (абсолютная мощность прирастает на 28.9%) на фоне снижения относительной величины мощности (на 14.3%), минимально – приростом взрывной силы рук (абсолютная величина взрывной силы растет только на 15%, относительная величина работы падает на 33.3%). Период второй половины пубертата (13–14 и 15–16 лет) меняет структуру прироста показателей силы рук и ног – на первый план выходит прирост абсолютных характеристик скоростно-силовой выносливости рук (абсолютная мощность растет на 36.9%; относительная мощность – на 7.1%) и взрывной силы рук (абсолютная величина работы растет на 27.8%, относительная величина – на 2.8%), напротив, рост взрывной силы ног по выраженности в этом периоде занимает наиболее низкое место (абсолютная сила прирастает на 18.2%, градиент абсолютной силы – на 17.8%, на фоне роста снижения времени отталкивания – на 2.6% при отрицательной, но низкой скорости изменения относительного градиента силы – на 0.7%). Возраст окончательного завершения полового созревания (от 15–16 до 17–18 лет) выравнивает в основном выраженность и направленность сдвигов в силовых возможностях рук и ног при снижении, но сохранении приоритета роста абсолютных характеристик взрывной силы и рук и ног на фоне достижения максимального прироста относительных величин силовых возможностей рук и ног. Достижение дефинитивного статуса (17–18 лет и 19–22 года) отличается выравниванием приростов абсолютных и относительных параметров взрывной силы рук и ног при полном отсутствии изменений относительной характеристики силовой выносливости рук.

Заключение

Представленные данные свидетельствуют, что биологическое развитие лыжников гонщиков подчиняется, несмотря на направленность отбора, общим биологическим закономерностям с наличием возрастной гетерохронии, наиболее значимо проявляющейся в возрасте 14–15 лет. Индивидуальные темпы биологического развития оказывают дифференцированное влияние на становление морфологического статуса и компонентов физической подготовленности, что в общем варианте соотносится с известными данными онтогенеза развития компонентов физической подготовленности детей и подростков. Тотальные размеры тела, как организменные маркеры функционального потенциала лыжников во всех возрастах рассматриваемого возрастного интервала соответствуют популяционным возрастным нормам длины и массы тела; возрастная динамика тотальных размеров на этапах околупубертатного периода обусловлена темпами биологического развития. Наибольшие сдвиги в морфологических особенностях, определяющих функциональное становление и развитие физической подготовленности происходят в первой половине пубертата, приходящееся у лыжников на возраст с 11–12 до 13–14 лет, снижаясь во второй половине пубертата и становясь минимальными: для ростовых процессов к интервалу между 15–16 и 17–18 годами, для показателей, отражающих функциональное становление – в период между 17–18 и 19–22 годами.

Выявленная хронология развития систем энергообеспечения свидетельствует о приоритетном росте мощности всех систем энергообеспечения на этапе начала – середины пубертата, биологически закономерно обеспеченном принципиальным изменением гормонального статуса при последующей дифференциации их становления в высокой взаимосвязи с формированием целостной системы жизнедеятельности организма. Наиболее рано, начинаясь с 13–14 лет на уровне мощностных параметров, продолжаясь на уровне мощностных с появлением регуляторных характеристик к 15–16 годам и полностью завершаясь на уровне мощностных и регуляторных параметров реализации к 19–22 годам складывается функциональная система аэробного энергообеспечения. Лактацидная система, также как и аэробная, на уровне мощностных характеристик начинает активно развиваться с 13–14 лет, однако регуляторные перестройки организма на этапе полового

созревания ограничивают эффективность ее реализации в период от 13–14 до 15–16 лет с началом ее формирования как целостной функциональной системы начиная с 17–18 лет при достижении максимума к 23–24 годам. Становление фосфагенной системы в данном исследовании оценивалось по данным взрывной силы ног и рук, что несколько затрудняет анализ, но, тем не менее свидетельствует о ее развитии с наибольшим акцентом повышения мощностной компоненты в начале – середине пубертата (для мышц ног), середине – конце пубертата (для мышц рук) при более раннем достижении максимума для мышц верхних конечностей (до 22 лет), более поздним достижением максимума для мышц ног (23–26 лет).

Выявленная хронология убедительно показывает, что наряду с мощностными характеристиками работы в абсолютном выражении, высочайшее значение для адекватной оценки зрелости энергосистемы имеют показатели эффективности ее деятельности во взаимосвязи с целостным развитием систем жизнеобеспечения, т.к. именно зрелая готовность энергосистемы является базовым аргументом для планирования тех или иных нагрузок в определенном возрасте.

В связи с изложенным представляется существенным вывод о нецелесообразности раннего (на этапах пубертатного периода) использования тренировочных нагрузок, выполняемых с высокой долей участия гликолитического энергообеспечения при высоких требованиях к его емкостному потенциалу, особенно в условиях длинных для данного возраста соревновательных дистанций. Также следует отметить необходимость повышенного акцента индивидуализации подготовки спортсменов подросткового и юношеского возраста (особенно 14 и 15 лет) в связи с высокой гетерохронией биологического развития.

Полученные данные свидетельствуют, что в дальнейшем при формировании системы оценок технология поэтапного отбора спортсменов должна базироваться на основе комплексной оценки физической подготовленности с учетом неоднозначной информативности различных показателей на этапах возрастного и биологического развития.

Библиография

Ананьева Н.А., Бондаренко Н.М., Веремкович Л.В., Кантонистова Н.С., Ямпольская Ю.А. и др. Организация

медицинского контроля за развитием и здоровьем дошкольников и школьников на основе массовых скрининг-тестов и их оздоровление в условиях детского сада, школы: метод. пособие. М., 1995

Бунак В.В. Антропометрия. М.: МГУ. 1941.

Баранов А.А., Щеплягина Л.А. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы). М.: ГЭОТАР-Медия, 2006.

Дерябин В.Е. Курс лекций по многомерной биометрии для антропологов. М., 2008.

Иорданская Ф.А. Мониторинг функциональной подготовленности юных спортсменов – резерва спорта высших достижений (этапы углубленной подготовки и спортивного совершенствования) / М.: Советский спорт, 2011.

Мартыросов Э.Г. Соматический статус и спортивная специализация. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1998.

Сонькин В.Д. Особенности роста и физического развития ребенка в постнатальном онтогенезе // Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы). М.: ГЭОТАР-Медия, 2006. С. 97–158.

Сонькин В.Д., Тамбовцева Р.В. Развитие мышечной энергетики и работоспособности в онтогенезе. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011.

Тимакова Т.С. Подготовка юных пловцов в аспектах онтогенеза: Метод. пособие. М., 2006.

Штефко В.Г., Островский А.Д. Схемы клинической диагностики конституциональных типов. М.-Л.: Биомедгиз, 1929.

Issekutz B., Rodahl K. Respiratory quotient during exercise // J. Appl. Physiol., 1961. N 16. P. 606–610.

Larson L. Fitness, Health and work capacity: International Standards for Assessment. N.Y.: Int. Committee for the Standardization of Physical Fitness Tests, 1974.

Matiegka I. The testing of physical efficiency // Am. J. Phys. Anthropol., 1921. N 4. P. 223–230.

Контактная информация:

Абрамова Тамара Федоровна. Тел.: 499-261-58-24,

e-mail: ATF52@bk.ru;

Головачев Александр Иванович. Тел.: 499-265-34-07,

e-mail: malta94@mail.ru;

Никитина Татьяна Михайловна. Тел.: 499-261-58-24,

e-mail: tanya_nikitin@mail.ru;

Кочеткова Наталья Ивановна. Тел.: 499-261-58-24;

Гилярова Ольга Анатольевна. Тел.: 495-629-43-76,

e-mail: fellis@yandex.ru.

THE DYNAMICS OF CONSTITUTION FEATURES, CAPACITY FOR WORK INDICES AND ENERGY SUPPLY OF SKIERS AT THE STEPS OF «SPORT» ONTOGENESIS WITH CONSIDERING BIOLOGIC MATURITY

T.F. Abramova¹, A.I. Golovachev¹, T.M. Nikitina¹, N.I. Kochetkova¹, O.A. Gilyarova²

¹ *Federal State Budgetary Institution «Federal Science Center for Physical Culture and Sport», Moscow*

² *Institute and Museum of Anthropology MSU, Moscow*

The achievement of great results in the modern sport is highly limited due to the high intensification of the training load and the lack of laws of growth, biological maturity, formation of leading systems of the activity energy supply. The following aspects have been studied: age-related dynamics of the constitution features, biologic age, indices of the capacity for work and energy supply of 696 skiers, who are 11–28 years old, from the period of initial orientation and selection to the step of greatest sports mastery. The methods applied: anthropometric measurements, the biologic age estimation, biochemical blood analysis (lactate), functional testing (anaerobic, aerobic and general capacity for work, the parameters of external respiration), the testing of speed-force qualities of arms and legs, the record of heart rate. There has been revealed the influence of puberty on the formation of the functional status and heterochronos of main energy supply systems development as well as the abilities of force of upper and lower extremities of the sportsmen skiers at the period of sports formation. The research has also shown the priority growth of power of all energy supply systems at the period of the beginning – middle of the puberty with the subsequent differentiation of their formation by synchronizing of the power and regulatory characteristics development together with the integral development life sustenance development.

Keywords: growth, biological maturity, constitution, anaerobic and aerobic capacity for work, speed-force qualities, skiers

ЭТНОТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РАЗМЕРОВ ТЕЛА НОВОРОЖДЕННЫХ

Н.П. Боровкова¹, А.К. Горбачева², Т.К. Федотова², В.П. Чтецов¹

¹ Кафедра антропологии биологического факультета МГУ, Москва

² НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва

Рассматриваются вариации длины и массы тела, обхватов головы и груди новорожденных в связи с климато-географическими факторами, степенью урбанизации места жительства и этнической принадлежностью выборки.

Материалы и методы. Привлечены данные по физическому развитию новорожденных младенцев бывшего СССР за конец 1960-х – начало 1970-х гг. из сборника «Материалы по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей СССР». Общая численность материала более 70 тысяч человек, всего 63 группы, преимущественно городские выборки. Минимальная численность групп превышает 100 человек, максимальная составляет 3825 человека. Межгрупповые сравнения проводились отдельно для славянских этнических групп (русских, белорусских, украинских) разных регионов СССР и отдельно для прочих этнических групп (чукчи, эскимосы, таджики, туркмены, киргизы, узбеки, молдаване, азербайджанцы, литовцы). Это позволило в первом случае минимизировать влияние этнической принадлежности при рассмотрении связей антропометрии новорожденных с климато-географическими показателями. В качестве экологических параметров привлечены географическая широта и долгота, высота над уровнем моря, уровень инсоляции, суммарная солнечная радиация; среднегодовые показатели температуры, количества осадков, влажности, скорости ветра, температуры января, температуры июля, разности средних температур января-июля («континентальность» климата); численность населения места жительства как характеристика степени урбанизации. Все показатели заимствованы из электронных статистических ресурсов. Для установления направления этнотерриториальных различий отдельных признаков использовались нормированные разности $Z_i = (M_i - M_0)/S$ средних арифметических величин основных антропометрических признаков в разных сериях данных (M_i) от значений московской выборки (M_0). Для нормировки использовались единые, усредненные для всех серий материалов значения внутригрупповых средних квадратических отклонений признаков (S). Для установления интенсивности и направления связей антропометрических показателей и внешних факторов строились диаграммы рассеяния.

Результаты и обсуждение. При сравнении славянских групп наименьший размах межгрупповой изменчивости имеет масса тела – примерно 0.8 усредненных сигмы у мальчиков (370 г) и около 1 усредненной сигмы у девочек (420 г). Размах изменчивости по длине тела составляет около 1.8 сигмы у девочек и 1.9 у мальчиков, что соответствует 34 мм и 39 мм. Размах изменчивости по обхвату груди составляет около 1.7 усредненной сигмы у детей обоего пола или около 25–26 мм, по обхвату головы превышает 2 усредненных сигмы у детей обоего пола. Выявлена достоверная тенденция увеличения длины тела новорожденных с запада на восток с увеличением географической долготы места жительства: $r=0.4$, $P=0.02$ для мальчиков и $r=0.38$, $P=0.02$ для девочек. Корреляция длины тела со среднегодовым количеством осадков для мальчиков отрицательна и составляет $r = -0.5$, $P=0.01$. Отмечена тенденция к увеличению длины тела и обхвата груди у детей обоего пола при увеличении широты, т.е. с юга на север, в соответствии с правилом Бергмана. При сравнении не-славянских этнических групп масштаб и закономерности межгрупповой изменчивости разных размеров тела сопоставимы с картиной территориальной изменчивости славянских групп новорожденных. Тем не менее, показатели суровости климата – максимальная температура января, среднегодовая температура, континентальность климата – обнаруживают связи не с длиной тела, как это было при анализе славянских групп, а с массой тела и обхватом груди у девочек и мальчиков. Сравнение размеров тела новорожденных разных расовых/этнических групп, проживающих на одной территории, не укладывается в стройную схему. В частности, различия по длине тела русских и узбекских новорожденных мальчиков недостоверны в Ташкенте, Янги-Юле

и Ургенче. В Алмалыке и Сурхандарьинской области русские мальчики достоверно крупнее при рождении, чем узбекские. В Чирчике, напротив, русские мальчики отстают от узбекских по длине тела при рождении.

Закключение. Ни климато-географические факторы, ни степень урбанизации места жительства, ни собственно антропологическая специфика выборки новорожденных, рассматриваемые отдельно, не являются абсолютно однозначными определяющими в вариациях размеров тела новорожденных.

Ключевые слова: антропология, новорожденные, физическое развитие, этническая принадлежность, показатели суровости климата, степень урбанизации

Введение

Изучение вариаций размеров тела новорожденных младенцев в связи с расово-этническими и климато-географическими факторами имеет длительную историю. В конспективном изложении и самом общем виде связь между расой и массой тела при рождении можно представить так: европеоидные новорожденные в среднем крупнее монголоидных и негроидных. Это ожидаемый результат, поскольку у европеоидных женщин сравнительно с монголоидными и негроидными в среднем более крупный таз. Самые крупные новорожденные в Швеции – 3650 г мальчики и 3500 девочки. Этот факт увязывают обычно с наилучшими условиями пренатального ухода и акушерской помощи в Швеции. Однако нельзя не обратить внимание на то, что современные шведки оптимального детородного возраста (20–29 лет) одни из наиболее крупных в мире, наряду с молодыми женщинами из Нидерландов и Норвегии. Средняя длина тела, безусловно связанная положительными корреляциями с размерами таза, соответственно 1669 мм у шведок, 1687 мм у голландок (по некоторым данным 1693 мм) и 1690 у норвежек [Calevaars, 2000]. В этом контексте, как и в целом в изучении проблемы «раса – масса тела новорожденных», очевидно, довольно трудно разделить культурную и материнскую составляющие вариации размеров тела новорожденных, тем более что и длина тела матерей может рассматриваться как производное и мера качества жизни (популярная «формула» длины тела – генетический потенциал плюс питание минус стрессы).

Тот факт, что этническое разнообразие размеров тела новорожденных в значительной степени есть производная этнического разнообразия

морфологии рожениц, обсуждается в литературе достаточно часто. Так, при изучении физического статуса, течения беременности и родов женщин Республики Хакасия [Гладкая, 2006] выявлено, что пельвиометрические показатели женщин коренной национальности Республики Хакасия достоверно меньше, чем у европеоидных женщин, представляющих третье поколение, проживающее на территории Республики Хакасия. Большинство женщин-хакасок имеют лептосомную конституцию с преобладанием астенического типа телосложения по В.П. Чтецову [Чтецов, 1979] и в 64.4% случаев анатомически узкий таз с преобладанием поперечно-суженной его формы (46.2%). Одновременно антропометрические параметры новорожденных у рожениц-хакасок – масса и длина тела, окружности головы и груди – имеют достоверно ($p < 0.001$) меньшие значения сравнительно с новорожденными у европеоидов.

В обширном исследовании, проведенном в 2003 году в одном из районов Лондона с привлечением представительной выборки рожениц всех трех расовых групп численностью более 122 000 человек, показаны этнические различия в длительности гестационного возраста [Patel et al., 2003]. Нормальный срок гестации при срочных самопроизвольных родах короче у экваториалов и монголоидных женщин сравнительно с роженицами европеоидной расы и зрелость плода наступает быстрее: 39 недель в первом случае и 40 – во втором. В американском анатомическом исследовании размеров таза методом магнитного резонанса показано, что белые американки имеют достоверно ($p < 0.001$) более широкий вход и выход (intertuberous diameter, межвертельный диаметр) таза сравнительно с афро-американками [Handa et al., 2008].

В литературе приводятся и совершенно неожиданные факты. Так, по материалам обследования новорожденных Иллинойса, США, [David, Collins, 1997], родившихся в 1980-1995 гг. от трех групп рожениц – белых женщин (1) и афро-американок (2), рожденных в США, и афро-американок, рожденных в Африке (3) – масса тела детей 1-й и 3-й групп существенно ближе между собой и значительно выше, чем масса тела новорожденных у матерей афро-американок, родившихся в США. Соответствующие значения: 1 – 3446 г, 2 – 3089 г, 3 – 3333 г. Причем группы 1 и 3 не только близки по величине средней массы тела новорожденных, но имеют абсолютно идентичный характер распределения показателя и равную долю детей с низкой массой при рождении. При сравнении групп 2 и 3 учтены возраст и образовательный уровень матери, образовательный уровень отца, порядок родов, качество пренатального патронажа, брачный статус. К исследованию привлечен очень большой статистический материал – более 90 тысяч рожениц. Эти результаты опровергают итоги большинства исследований: расовые различия по массе тела новорожденных являются систематически вне зависимости от социально-экономических факторов риска.

По материалам еще одного исследования в Иллинойсе (США), выполненного теми же исследователями, что и упомянутое выше, в целом, распределение массы тела новорожденных от смешанных браков (один родитель белый американец, другой афро-американец) определяется расовой принадлежностью матери. Распределение массы тела новорожденных от матери – белой американки и отца афро-американца не отличается от такового у европеоидных новорожденных. В свою очередь дети от смешанных браков, где мать – афро-американка, мельче европеоидных новорожденных. Это явное свидетельство связи размеров тела новорожденного, которые в случае смешанных браков по логике вещей должна быть «промежуточными», не с расовой принадлежностью, но с материнским фактором как преобладающим [Collins, David, 1993].

Еще один интересный факт выявлен при анализе изменчивости антропометрических признаков у новорожденных – потомков русско-бурятских браков в Улан-Удэ [Дубова, Богатырева, 1993]. Сопоставление изменчивости девяти антропометрических признаков у русских, бурятских новорожденных и потомков русско-бурятских браков выявило выраженные различия в уровне коррелятивных связей между признаками у потомков межнациональных браков (существенное увеличение значений парных коэффициентов корреля-

ции семи размерных признаков) и увеличение средних значений признаков относительно русских и бурятских новорожденных. Изменчивость показателей последних двух групп мало отличается между собой.

Среди климато-географических факторов вариации размеров тела новорожденных следует упомянуть, во-первых, географическую широту проживания группы: чем дальше от экватора, тем тяжелее новорожденные в соответствии с правилом Бергмана [Bergmann, 1847; Вершубская, Козлов, 2009; Wells, Cole, 2002]. Во-вторых, климато-географическую специфику территории. Так, масса тела новорожденных в Перу убывает последовательно от береговых территорий к лесным и далее к горным. Различия между тремя географическими областями достоверны ($p < 0.05$) [Rendon, 2008]. В-третьих, масса тела уменьшается с увеличением высоты над уровнем моря примерно на 100 г на каждые 1000 м в связи с усилением фактора гипоксии, представляющего, по сложившемуся мнению, наибольшую проблему для адаптации [Beall, Steagman, 2000; Wells, Cole, 2002]. Причем в популяциях, имеющих исторически длительный срок проживания в высокогорье и период адаптации к высокогорной гипоксии и, соответственно, более эффективные механизмы адаптации, «падение» массы тела при рождении минимально сравнительно с показателями равнинных групп той же этнической принадлежности. Для высот более 3000 м над уровнем моря: индейцы Скалистых гор, 150 лет адаптации, снижение массы тела новорожденных на 352 г; индейцы Анд, 9-12 тысяч лет адаптации, снижение массы тела новорожденных на 270 г; тибетцы, срок адаптации 50 тысяч лет, снижение массы тела новорожденных на 72 г [Zamudio et al., 1993]. Приведенное исследование часто цитируется в литературных обзорах как манифестное свидетельство вклада стрессовых экологических факторов в вариации соматического развития новорожденных. Аналогичное изучение антропометрических показателей индийских новорожденных в Гималаях (народность ладакхи (ladakhi), 168 рожениц и их новорожденных) показало, что по массе тела они мельче новорожденных из выборок Анд и Тибета на 300 и 550 г, имея средние показатели массы 2764 г и длины тела 48.02 см [Wiley, 1994]. Автор считает эти различия, с одной стороны, следствием материнских характеристик – низкая масса тела, возраст и порядок родов, компромисс репродуктивных возможностей и недостаточного питания на фоне больших энергозатрат при выполнении сельскохозяйственных работ. С другой стороны недостаточной и недолгой адап-

тацией к высокогорной гипоксии популяции ладахи в целом, являющейся генетически гетерогенной вследствие длительной истории заселения региона.

В ряде работ отмечается сезонность колебаний массы тела новорожденных на фоне колебаний уровня инсоляции и витамина D: минимальная масса тела в летние месяцы (июнь-август для Северного полушария) и относительно большая – зимой-весной [Roberts, Thompson, 1976]. Средовые факторы с регулярной сезонной циклическостью влияют равно на размеры и форму новорожденных. В работе МакГрат с соавторами [McGrath et al., 2005], выполненной в Квинсленде, Австралия, вся совокупность антропометрических размеров новорожденных описана тремя факторами: а) общий размер с максимальной нагрузкой на массу тела как интегративный и самый информативный показатель «качества» развития; б) длины отрезков конечностей, связанные обратной зависимостью с величинами жировых складок; в) размер головы и жировых складок, в частности, уменьшение жиротложения на фоне увеличения размеров головы. Каждая из этих обобщенных характеристик демонстрирует сезонные вариации. В частности, масса тела максимальна в октябре, минимальна в мае, длина ноги максимальна в зимне-весенний период. Согласно собственным предварительным неопубликованным данным для выборки новорожденных Москвы 2010 года рождения наибольшие значения длины и массы тела новорожденных мальчиков и девочек приходится на март, и наименьшие – на сентябрь.

В задачу собственного исследования входила оценка некоторых аспектов межгруппового разнообразия размеров тела новорожденных на обширных материалах бывшего СССР. Авторы априори не предполагали получить большое количество связей антропометрии новорожденных с климато-географическими факторами исходя из простого соображения, что размеры тела новорожденных в большой степени есть производная материнских факторов; средой для развивающегося плода является в первую очередь среда материнского организма, опосредующая внешние экологические условия.

Материалы и методы

Для осуществления поставленной задачи привлечены данные по физическому развитию новорожденных младенцев бывшего СССР за конец

1960-х – начало 1970-х гг. из сборника «Материалы по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей СССР» [Материалы... 1977]. Такие сборники издавались в бывшем СССР с периодичностью раз в 10 лет под контролем Министерства здравоохранения СССР, НИИ гигиены детей и подростков, Всесоюзного НИИ социальной гигиены и организации здравоохранения им. Н.А.Семашко в качестве официального методического пособия для оценки уровня физического развития детей разных регионов и разных возрастных групп (от новорожденных до 17-летних). Исторический период конца 1960-х – начала 1970-х годов в СССР принадлежит эпохе «развитого социализма», отмеченной отсутствием каких-либо серьезных потрясений в политической жизни страны, а также социальной стабильностью и относительно высоким уровнем жизни (в противовес эпохе 1920-х–1950-х годов). Этнотерриториальные выборки представлены только одиночно рожденными доношенными младенцами. Перечень рассматриваемых групп приведен в табл. 1. Минимальная численность групп превышает 100 человек, максимальная составляет 3825 человека. Исключением являются выборки эскимосских новорожденных поселка Провидение Магаданской области: 53 мальчика и 51 девочка. Общая численность материала – более 70 тысяч человек. Это преимущественно городские выборки. Сельские выборки представлены Львовской, Винницкой и Одесской областями УССР, Сурхандарьинской областью Узбекской ССР, сельскими новорожденными Карелии и Туркмении, Молдавии. Из табл. 1 следует, что материал широко представляет фактически всю территорию бывшего СССР.

Для удобства анализа материала межгрупповые сравнения проводились 1) отдельно для славянских этнических групп (русских, белорусских, украинских) разных регионов СССР, 2) отдельно для прочих этнических групп. Это позволило в первом случае минимизировать влияние этнической принадлежности при рассмотрении связей антропометрии новорожденных с климато-географическими показателями. В недавнем исследовании межгруппового разнообразия ростовой динамики на первом году жизни для славянских групп были получены очень сходные ростовые кривые [Горбачева, Федотова, 2011], свидетельствующие о единообразии процессов развития этнически близких групп, что является аргументом в пользу объединения их в один блок и в настоящем исследовании. Сопоставление проводилось по четырем основным показателям физического развития: длина и масса тела, объемы головы и груди.

Таблица 1. Анализируемые выборки новорожденных

Этнотерриториальные группы	Год обследования	№ мальчиков	№ девочек
1. Архангельск, русские	1967	460	499
2. Астрахань, русские	1969	367	334
3. Воронеж, русские	1969	716	662
4. Калинин, русские	1969–1970	1180	1054
5. Канск, русские	1968	287	282
6. Магадан, русские	1970	680	621
7. Анадырь, русские	1964–1968	207	211
8. Сусуман, русские	1966–1968	537	441
9. Певек, русские	1964–1968	273	281
10. Москва, русские	1969–1970	446	401
11. Мурманск, русские	1969–1970	618	620
12. Оренбург, русские	1969	471	435
13. Свердловск, русские	1965–1966	1672	1608
14. Ханты-Мансийский округ, русские	1962–1964	342	313
15. Челябинск, русские	1965–1967	3751	3825
16. Карельская АССР (Петрозаводск и Олонец), русские	1965	867	849
17. Винница, Украинская ССР, украинцы	1966–1967	1080	939
18. Винницкая область, Липовецкий район, Украинская ССР, украинцы	1967	515	459
19. Донецк, Украинская ССР, украинцы	1967	673	646
20. Ивано-Франковск, Украинская ССР, украинцы	1964	339	317
21. Львовская область, Украинская ССР, украинцы	1963–1965	1494	1477
22. Одесская область, Украинская ССР, украинцы	1966–1967	140	162
23. Минск, Белорусская ССР, белоруссы	1966–1967	1883	1867
24. Ташкент, Узбекская ССР, русские	1969	568	584
25. Алмалык, Узбекская ССР, русские	1969	364	336
26. Фергана, Узбекская ССР, русские	1969	330	305
27. Чирчик, Узбекская ССР, русские	1969	467	497
28. Янги-Юль, Узбекская ССР, русские	1969	226	236
29. Ургенч, Узбекская ССР, русские	1969	134	115
30. Сурхандарьинская область, Узбекская ССР, русские	1968–1969	474	522
31. Алма-ата, Казахская ССР, русские	1965–1967	Не указано	Не указано
32. Рудный, Кустанайская область, Казахская ССР, русские	1969	661	594
33. Рудный, Кустанайская область, Казахская ССР, украинцы	1969	134	121
34. Кишинев, Молдавская ССР, молдаване	1970	447	431
35. Кишинев, Молдавская ССР, русские	1970–1971	137	145
36. Сельские районы Молдавской ССР, молдаване	1970–1971	158	134
37. Душанбе, Таджикская ССР, русские	1964	858-776	
38. Ашхабад, Туркменская ССР, русские	1967–1968	445	458
39. Ашхабад, Туркменская ССР, русские	1968–1971	243	248
40. Чарджоу, Туркменская ССР, русские	1972	386	381
41. Чукотский национальный округ (Анадырь, Певек, пос. Провидение), чукчи	1966–1970	130	147
42. пос. Провидение, Магаданская область, эскимосы	1966–1970	53	51

Продолжение таблицы 1

Этнотерриториальные группы	Год обследования	№ мальчиков	№ девочек
43. Карельская АССР (Петрозаводск и Олонец), карелы	1965	129	100
44. Сельские районы Карельской АССР, карелы	1965	113	114
45. Ташкент, Узбекская ССР, узбеки	1969	1580	1633
46. Алмалык, Узбекская ССР, узбеки	1969	273	287
47. Андижан, Узбекская ССР, узбеки	1969	209	184
48. Чирчик, Узбекская ССР, узбеки	1969	317	287
49. Янги-Юль, Узбекская ССР, узбеки	1969	579	505
50. Ургенч, Узбекская ССР, узбеки	1969	1012	963
51. Хива, Узбекская ССР, узбеки	1969	703	622
52. Сурхандарьинская область, Узбекская ССР, узбеки	1968–69	1108	1311
53. Алма-ата, Казахская ССР, казахи	1965–1967	Не указано	Не указано
54. Баку, Азербайджанская ССР, азербайджанцы	1965–1966	1294	982
55. Вильнюс, Литовская ССР, литовцы	1966–1967	231	210
56. Клайпеда, Литовская ССР, литовцы	1964	111	116
57. Кишинев, Молдавская ССР, молдаване	1970–1971	161	154
58. Нарын, Киргизская ССР, киргизы	1963–1965	140	158
59. Душанбе, Таджикская ССР, таджики	1964	527	474
60. Ашхабад, Туркменская ССР, туркмены	1967–1968	549	548
61. Ашхабад, Туркменская ССР, туркмены	1968–1971	243	266
62. Чарджоу, Туркменская ССР, туркмены	1972	876	800
63. Сельские туркменские новорожденные Туркменской ССР	1970–1971	715	682
Общая численность		36083	34780

В качестве климато-географических характеристик места проживания группы использовались следующие показатели из электронных статистических баз данных [Погода и климат, 2012; Метеоархивы 1, 2012; Метеоархивы 2, 2012]: 1) географическая широта, 2) географическая долгота, 3) высота над уровнем моря, 4) инсоляция региона (количество часов солнечного сияния в год), 5) суммарная солнечная радиация за год, Мдж/м.кв., 6) среднегодовое количество осадков (мм), 7) среднегодовая скорость ветра (м/сек), 8) среднегодовая влажность (в %), 9) средняя температура января, 10) средняя температура июля, 11) разность средних температур января и июля («континентальность» климата), 12) среднегодовая температура. Для характеристики степени урбанизации места жительства использовались два сходных по смыслу показателя: 1) численность населения (в тыс. человек), 2) тип города по уровню населенности (1 – до 100 000, 2 – от 100 001 до 250 000, 3 – от 250 001 до 500 000, 4 – от 500 001 до 1 000 000, 5 – больше 1 миллиона жителей). Далеко не все показатели вносят дос-

товерный вклад в соматическое разнообразие новорожденных, поэтому в разделе «Результаты и обсуждение» рассматриваются только те связи, которые достоверны или близки к достоверным и описывают четкую и биологически содержательную тенденцию, регистрируемую для детей обоего пола.

Для установления направления этнотерриториальных различий отдельных признаков использовались нормированные разности $Z_i = (M_i - M_o)/S$ средних арифметических величин основных антропометрических признаков в разных сериях данных (M_i) от значений московской выборки (M_o). Для нормировки использовались единые, усредненные для всех серий материалов значения внутригрупповых средних квадратических отклонений признаков (S). Напомним, что отдельно рассматривались славянские группы, отдельно прочие этнические группы. Нулевой уровень в том и другом случае соответствует материалам московской выборки. Такой алгоритм сравнения дает более наглядное представление о межгрупповых различиях по сравнению с традиционными абсолютными

значениями признаков, когда межгрупповые различия могут быть недостаточно отчетливы из-за их небольшой величины. Следует также помнить о том, что случайная величина рассматриваемых нормированных различий при объемах выборок около 100 наблюдений, как это нетрудно получить по формуле *t*-критерия Стьюдента, имеет уровень примерно в 0.2–0.3 внутригрупповой «сигмы».

Для установления интенсивности и направления связей антропометрических показателей и внешних факторов строились диаграммы рассеяния. На них описание зависимости между двумя переменными дает линия регрессии, автоматически вычисляемая с помощью метода наименьших квадратов.

Результаты и обсуждение

В целом, межгрупповые вариации соматического развития рассматриваемых славянских выборок новорожденных выглядят так: из четырех рассматриваемых размеров тела наименьший размах межгрупповой изменчивости имеет масса тела – примерно 0.8 усредненных сигмы у мальчиков, и несколько больше у девочек – около 1 усредненной сигмы, или около 370 г у мальчиков и около 420 г у девочек. Размах изменчивости по длине тела составляет около 1.8 сигмы у девочек и 1.9 сигмы у мальчиков, что соответствует 34 мм и 39 мм. Размах изменчивости по обхвату груди составляет около 1.7 усредненной сигмы у детей обоего пола или около 25–26 мм, по обхвату головы превышает 2 усредненных сигмы у де-

тей обоего пола или более 27 мм. Масса тела новорожденных является обобщенным показателем и наиболее информативным маркером «качества развития» [Практическое... 2008]. Наименьшая вариабельность этого показателя, по-видимому, есть следствие стабилизирующего отбора новорожденных по массе тела.

Для массы тела и обхватных размеров новорожденных обоего пола не выявлено достоверных или близких к достоверным корреляций с климато-географическими переменными. В славянских выборках выявлена достоверная тенденция увеличения длины тела новорожденных с запада на восток с увеличением географической долготы места жительства ($r=0.4$, $p=0.02$ для мальчиков и $r=0.38$, $p=0.02$ для девочек) (рис. 1). В контексте географии России долгота в некоторой степени характеризует западно-восточный градиент усиления суровости климата и может рассматриваться как косвенный указатель «похолодания» климата. Таким образом, выявленная тенденция в определенной степени иллюстрирует упоминавшееся выше правило Бергмана. Наличие западно-восточного градиента распределения длины тела для русских детей более старших возрастных групп на территории СССР начала 1980-х годов выявлено не было [Година, 2001]. Однако в этом же исследовании отмечается существование обсуждаемого градиента для других этнотерриториальных групп СССР, что автор интерпретирует «в контексте этногенетических различий между изученными популяциями» [Година, 2001]. Такое несоответствие новорожденных и детей других возрастных групп может свидетельствовать о качественно ином содержании соматического статуса

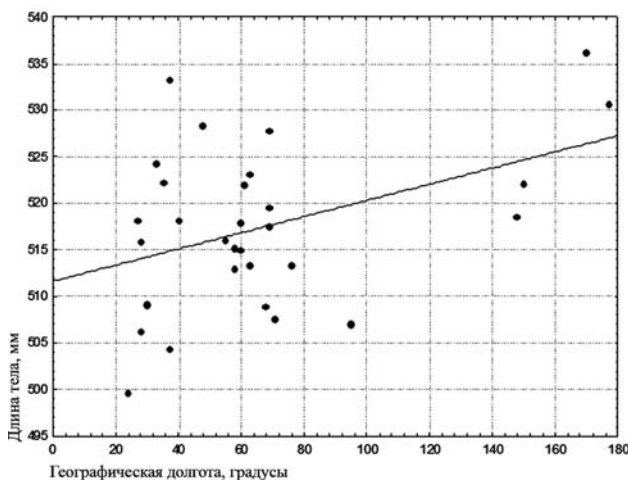


Рис. 1. Корреляция длины тела новорожденных славянских мальчиков с географической долготой

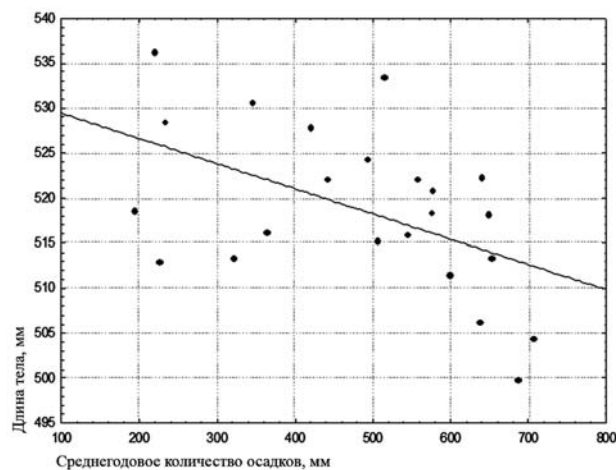


Рис. 2. Корреляция длины тела новорожденных славянских мальчиков со среднегодовым количеством осадков

новорожденных, являющегося, в числе прочего, производным не столько генетического потенциала, сколько ограничивающих рост факторов.

Еще одним климатическим показателем, связанным с размерами новорожденных, является среднегодовое количество осадков. Корреляции длины тела со среднегодовым количеством осадков для мальчиков отрицательна и составляет $r = -0.5$, $p = 0.01$; для девочек $r = -0.34$, $p = 0.08$ (ниже порога достоверности) (рис. 2).

Для набора других показателей, характеризующих суровость климата – географическая широта, разность средних температур январь-июль или «континентальности» климата, среднегодовая температура и средняя температура января – не выявлено достоверных корреляций с длиной тела новорожденных, хотя отмечается тенденция к увеличению длины тела и обхвата груди у детей обоего пола при увеличении широты, т.е. с юга на север. В частности, корреляция, для длины тела новорожденных мальчиков составляет 0.31 при $p = 0.08$.

При увеличении уровня инсоляции отмечается тенденция к закономерному увеличению длины тела у детей обоего пола, интерпретируемая с точки зрения значения ультрафиолета для метаболизма костной ткани. Например, для мальчиков корреляция составляет 0.39 ($p = 0.09$) (рис. 3). Аналогичные результаты получены для современных выборок русских новорожденных РФ [Вершубская, Козлов, 2011]: корреляция длины тела при рождении с уровнем инсоляции равна 0.31. Однако увеличения обхвата головы, еще одного размера, маркирующего в определенной степени развитие костной ткани, в нашем материале не

отмечается. Возможно, для вариации обхвата головы большее значение имеет материнский фактор (анатомические размеры таза) в связи со сложным механизмом естественного родоразрешения у *Homo sapiens*.

Усиление радиационного фона не влияет на уровни длины и массы тела и обхватов головы и груди новорожденных. Увеличение высоты места жительства над уровнем моря не связано с систематическими и достоверными изменениями четырех рассматриваемых размеров тела. Это ожидаемый результат, поскольку среди наших этнотерриториальных групп не было высокогорных выборок, живущих в экстремальных условиях гипоксии.

Еще раз напомним, что практически все рассматриваемые группы являются городскими. Урбанизированная среда в целом нивелирует влияние природных климато-географических факторов. Например, отмечается удивительное сходство в темпах созревания русских девочек крупных городов. В Москве, Архангельске, Смоленске, Нижнем Новгороде, Омске, Томске, Иркутске, Улан-Удэ, Южно-Сахалинске средний возраст менархе незначительно колеблется в диапазоне 12.9–13.1 года. У сельского русского населения упомянутых территорий размах изменчивости этого показателя более значителен (0.8 года) [Година, 2003]. Вероятно, для сельских новорожденных рассматриваемых нами регионов различия длины тела, а возможно и других показателей, по климато-географическим факторам были бы более многочисленными, явными и достоверными. Антропогенный фактор в нашем исследовании – численность населения как один из показателей степени ур-

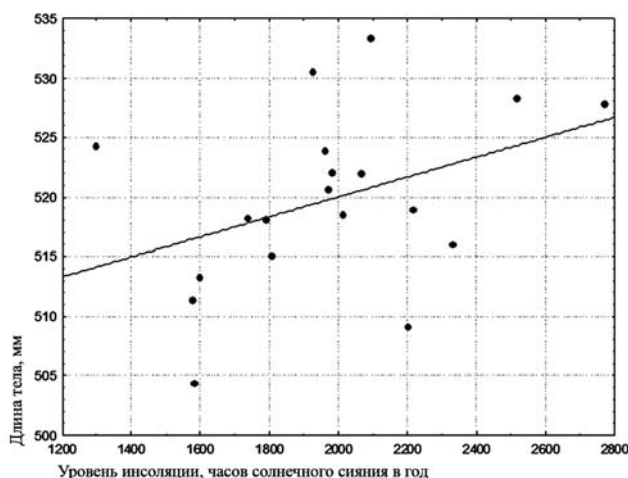


Рис. 3. Корреляция длины тела новорожденных славянских мальчиков с уровнем инсоляции

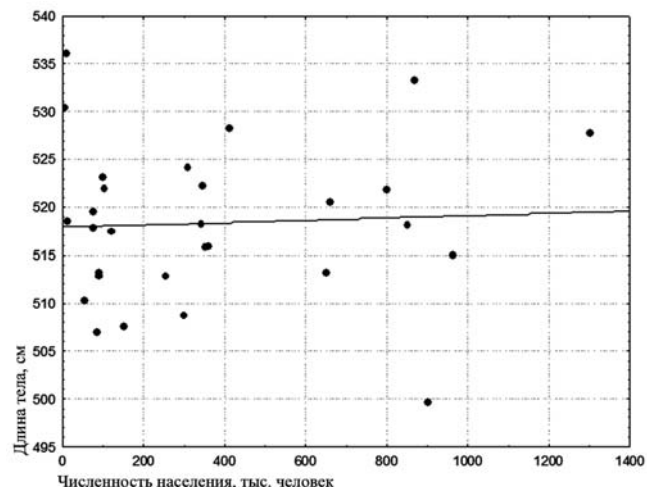


Рис. 4. Корреляция длины тела новорожденных славянских мальчиков с численностью населения места жительства

банизации места жительства и уровня антропогенного стресса, вносит достоверный вклад в вариации длины тела новорожденных ($r=-0.4$, $p=0.05$ для мальчиков, $r=-0.48$, $p=0.01$ для девочек). Этот факт, однако, требует оговорки. Самая маленькая длина и масса тела отмечена для новорожденных Москвы – единственного города среди рассматриваемых выборок с численностью населения свыше 5 млн человек, значительно обгоняющего по этому показателю прочие населенные пункты СССР 1960-х – 1970-х гг. Для последних численность населения колеблется в диапазоне от нескольких тысяч до немногим более миллиона жителей. При исключении из рассмотрения выборок московских новорожденных, корреляция длины тела с численностью населения места жительства не выявляется (рис. 4).

Из этого можно было бы заключить, что значительное увеличение уровня антропогенной нагрузки в мегаполисе связано с некоторой децелерацией габаритных размеров тела новорожденных. Однако обхватные размеры головы и груди у московских новорожденных самые большие. И по результатам уже упоминавшейся выше работы [Горбачева, Федотова, 2011], ростовая динамика на первом году жизни самая интенсивная именно у московских детей, за счет чего они уже к 12-ти месяцам обгоняют по длине и массе тела детей практически всех сравниваемых этнотерриториальных групп. В этом контексте, возможно, уместно говорить о наиболее высоком качестве медицинского обслуживания и патронажа беременных женщин и грудных детей в Москве 1970-х годов сравнительно с другими регионами СССР в этот период. Имеется в виду строгий контроль прибавок веса матери на протяжении беременности, поддерживающий габаритные размеры будущих новорожденных в пределах средних оптимальных значений, и оптимизация ухода за детьми грудного возраста, создающая условия для их активного развития и роста.

При сравнении прочих этнических групп масштаб и закономерности межгрупповой изменчивости разных размеров тела сопоставимы с картиной территориальной изменчивости славянских групп новорожденных. В этот блок попадают разнообразнейшие выборки – чукчи, эскимосы, таджики, туркмены, киргизы, узбеки, молдаване, азербайджанцы, литовцы; а спектр климато-географических условий имеет тот же масштаб, что и для славянских групп. Минимальной изменчивостью обладает масса тела – 0.8 усредненной сигмы размера или менее 400 г. Размах изменчивости по длине тела соответственно 1.6 усредненной сигмы у де-

вочек и 1.7 усредненной сигмы у мальчиков или около 30 мм. Размах изменчивости по обхвату головы достигает почти 2 усредненных сигм у детей обоего пола, а по обхвату груди превышает 2 усредненные сигмы и оставляет 30 мм и 31 мм у мальчиков и девочек соответственно. Таким образом, масштаб межгруппового разнообразия размеров тела новорожденных разных этнических групп на территории бывшего СССР сопоставим с территориальными вариациями размеров тела отдельно взятых славянских групп.

Для неславянских этнических групп новорожденных выявлены тенденции к связи размеров тела с климато-географическими факторами, описывающими суровость климата – долгота, максимальная температура января, среднегодовая температура, континентальность климата и среднегодовой нормой осадков. Однако эти показатели обнаруживают связи не с длиной тела, как это было при анализе славянских групп, а с массой тела и обхватом груди у девочек и мальчиков, характеризующими как габаритные размеры тела новорожденных, так и форму тела при соотношении этих показателей с длиной тела (рис. 5–7).

Сравнение размеров тела новорожденных разных этнических групп, проживающих на одной территории, не укладывается в стройную схему. Привлеченный материал позволил сравнить размеры узбекских и русских новорожденных в нескольких регионах Узбекистана – Ташкенте, Алматыке, Чирчике, Янги-Юле, Ургенче, Сурхандарьинской области (табл. 2). Так, различия по длине тела русских и узбекских новорожденных мальчиков недостоверны в Ташкенте, Янги-Юле и Ур-

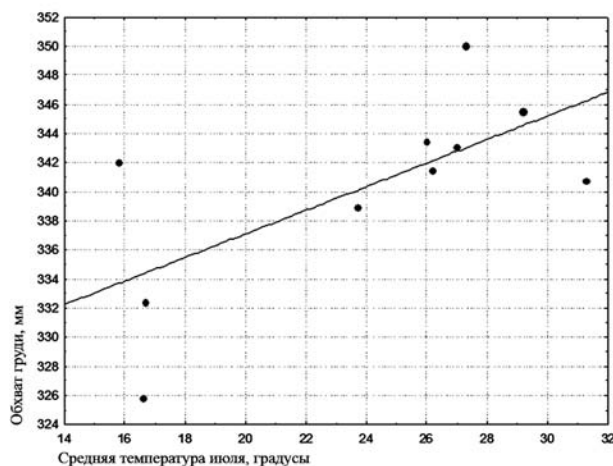


Рис. 5. Корреляция обхвата груди новорожденных девочек разных этнических групп со средней температурой июля

генче. В Алмалыке и Сурхандарьинской области русские мальчики достоверно крупнее при рождении, чем узбекские. В Чирчике, напротив, русские мальчики отстают от узбекских по длине тела при рождении. Для девочек картина совсем другая. Например, в Ташкенте русские новорожденные девочки опережают узбекских по длине и массе тела, а в Сурхандарьинской области отстают по обоим показателям. Эти результаты в сочетании с приведенными выше данными о том, что территориальный размах изменчивости размеров тела новорожденных славянских этнических групп сопоставим с аналогичными вариациями для большого спектра других этнических групп, не позволяет, по-видимому, говорить о систематических этнических различиях размеров тела новорожденных.

Однако различия между детьми столичного Ташкента и Сурхандарьинской области выражены более определенно. Русские новорожденные Ташкента обгоняют по размерам тела своих сельских русских ровесников, равно как и узбекские новорожденные горожане крупнее по длине и массе тела, чем сельские узбекские новорожденные. Различия достоверны для длины и массы тела детей обоего пола той и другой этнической принадлежности – $p=0.000$; несколько менее высокий уровень достоверности различий выявлен только для массы тела русских мальчиков – $p=0.05$.

Акцелерированность новорожденных горожан сравнительно с сельскими ровесниками отмечается и для других регионов СССР – по длине и массе тела для туркменских новорожденных и

украинских новорожденных Винницы и области; а в Карелии такое соотношение акцелерированности-ретардированности касается только длины тела мальчиков (табл. 3). Как видно из табл. 3, укрупнение размеров тела новорожденных горожан относится только к габаритным размерам и практически не отмечается для обхватных размеров головы и груди, в большей степени характеризующих пропорциональность или форму тела. Нельзя в этой связи не отметить, что при анализе закономерностей роста у детей первого года жизни для габаритных размеров тела и обхватов также была выявлена различная динамика, в частности, увеличение межгрупповых различий от рождения к 12 месяцам по длине и массе тела и «нивелирование» различий по обхватам головы и груди [Горбачева, Федотова, 2011].

Еще один аспект, интересовавший нас в исследовании, – уровень полового диморфизма размеров тела в разных этнических и территориальных группах новорожденных. В первую очередь половые различия по длине тела, которые являются маркером степени экологического напряжения среды обитания: мужской пол как более экологически чувствительный быстрее реагирует на улучшении экологических условий – половой диморфизм по длине тела увеличивается. При усилении экологического стресса различия по длине тела новорожденных мальчиков и девочек уменьшаются. Так, в исследовании секулярных трендов русских новорожденных Москвы [Dubrova, 1995] отмечено увеличение длины тела и темпов созревания рожениц параллельно с синхронным увеличением длины и массы тела, обхватов головы и груди

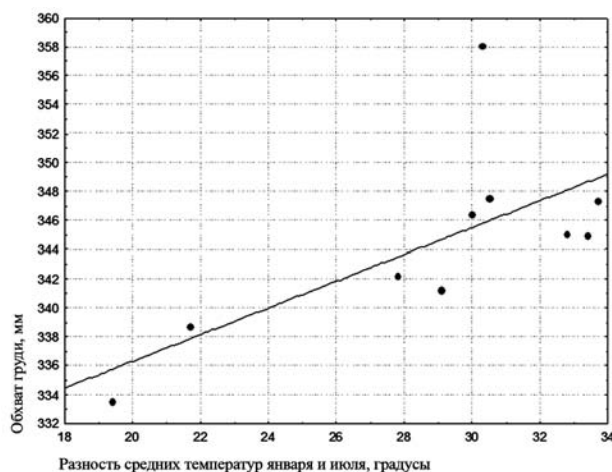


Рис. 6. Корреляция обхвата груди новорожденных мальчиков разных этнических групп с разностью средних температур января и июля

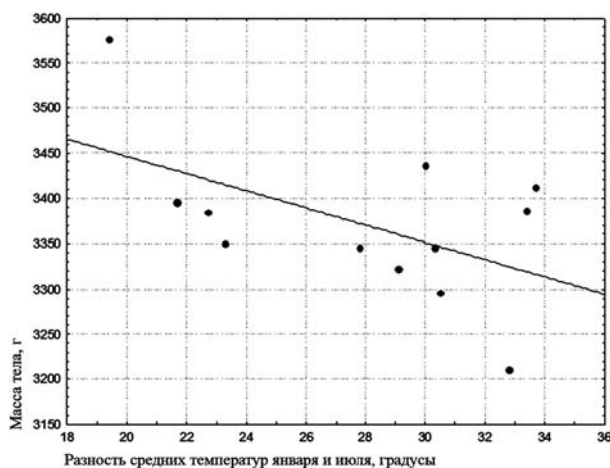


Рис. 7. Корреляция массы тела новорожденных девочек разных этнических групп с разностью средних температур января и июля

Таблица 2. Различия по длине и массе тела русских и узбекских новорожденных в регионах Узбекистана

	Длина тела (мм) русские		Длина тела (мм) узбеки		P	Масса тела (г) русские		Масса тела (г) узбеки		P
	M	S	M	S		M	S	M	S	
	Ташкент 1969 г. мальчики	527.8	27.3	526.1		25.6	0.09	3637.0	501.0	
Алмалык 1969 г. мальчики	519.5	21.8	513.4	19.9	0.00	3700.5	477.0	3531.5	474.0	0.00
Чирчик 1969 г. мальчики	517.5	21.4	523.4	21.0	0.00	3531.5	471.0	3546.5	513.0	0.34
Янги-Юль 1969 г. мальчики	510.3	21.1	508.3	16.8	0.11	3690.5	570.0	3654.5	501.0	0.19
Ургенч 1969 г. мальчики	517.8	19.6	518.9	18.3	0.26	3651.5	516.0	3675.5	534.0	0.31
Сурханд. обл. 1968–1969 гг. мальчики	510.4	16.4	504.4	16.3	0.00	3586.0	504.0	3397.0	513.0	0.00
Ташкент 1969 г. девочки	524.6	24.0	520.2	24.3	0.00	3451.0	444.0	3385.0	438.0	0.00
Алмалык 1969 г. девочки	513.2	19.0	510.5	16.9	0.03	3441.5	435.0	3435.5	408.0	0.43
Чирчик 1969 г. девочки	519.3	20.8	515.1	19.6	0.00	3402.5	453.0	3378.5	462.0	0.24
Янги-Юль 1969 г. девочки	504.5	16.1	504.8	17.1	0.41	3546.5	450.0	3489.5	474.0	0.06
Ургенч. 1969 г. девочки	515.9	16.9	513.2	17.3	0.06	3630.5	471.0	3537.5	486.0	0.03
Сурханд. обл. 1968–1969 гг. девочки	498.9	18.3	502.2	16.8	0.00	3328.0	483.0	3268.0	456.0	0.01

Таблица 3. Различия размеров тела городских и сельских новорожденных в разных регионах СССР

Группа	Признаки							
	Длина тела (мм) мальчики М±S	p	Масса тела (г) мальчики М±S	p	Длина тела (мм) девочки М±S	p	Масса тела (г) девочки М±S	p
Карелия, 1965 г., карелы	516.9 ± 19.3	0.04	3440.2±405.0	0.34	503.8±19.9	0.40	3307.9±366.0	0.10
Карелия, село, 1965 г., карелы	512.3±21.6		3417.7±461.0		504.4±15.7		3374.0±393.0	
Ашхабад, 1968–1971 гг., туркмены	515.0±16.4	0.00	3533.7±464.1	0.03	509.6±17.4	0.00	3399.9±471.6	0.00
Туркмения, село, 1970–971 гг., туркмены	508.0±19.0		3467.6±458.0		499.7±18.7		3308.2±433.0	
Винница, украинцы	506.2±14.0	0.00	3384.0±369.0	0.00	501.6±10.9	0.00	3240.0±264.0	0.00
Винницкая обл., украинцы	510.8±15.1		3484.0±412.0		504.6±16.6		3358.0±333.0	
Группа	Признаки							
	Обхват груди (мм) мальчики М±S	p	Обхват головы (мм) мальчики М±S	p	Обхват груди (мм) девочки М±S	p	Обхват головы (мм) девочки М±S	p
Карелия, 1965 г., карелы	348.7±19.3	0.43	356.8±17.4	0.10	347.6±15.9	0.14	349.6±13.9	0.02
Карелия, село, 1965 г., карелы	348.3±17.1		354.3±12.6		344.9±19.7		353.1±11.8	
Винница, украинцы	345.7±11.2	0.09	356.9±11.0	0.01	342.5±10.9	0.06	354.7±10.9	0.38
Винницкая обл., украинцы	344.8±15.0		358.4±15.0		341.4±14.3		354.9±13.6	

их новорожденных детей с 1950 по 1965 г. В дальнейшем, масса тела и обхват груди имеют отрицательную динамику, а длина тела и обхват головы – положительную вплоть до 1980-х годов. При этом индекс полового диморфизма также увеличивается для всех четырех показателей, особенно явно с 1975 по 1980 г., что автор интерпретирует по аналогии с секулярной динамикой длины тела у взрослых и подростков как следствие улучшения социально-экономических условий. В наших материалах наименьшая величина полового диморфизма по длине тела отмечается у русских новорожденных Янги-Юля и Ургенча Узбекской ССР, узбекских новорожденных Хивы и Сурхандарьинской области, азербайджанских новорожденных Баку и литовских Клайпеды – 2 мм во всех случаях (рис. 8, 9). Причем, в выборке русских

новорожденных Янги-юля девочки крупнее мальчиков! В то же время максимальные различия по длине тела отмечаются также для русских новорожденных в Узбекской ССР – Сурхандарьинская область (12 мм) и для карелов Карельской АССР (13 мм). Очевидно, что в пространственных вариациях полового диморфизма новорожденных по длине тела (та же ситуация отмечается и для трех других антропометрических размеров) довольно трудно усмотреть упорядоченность и систему. Минимальная величина полового диморфизма по длине тела встречается в контрастных экологических нишах у детей европеоидной и монголоидной этнической принадлежности; а максимальная также в контрастных экологических нишах у детей разной этнической принадлежности. Причем и минимальные, и максимальные величины

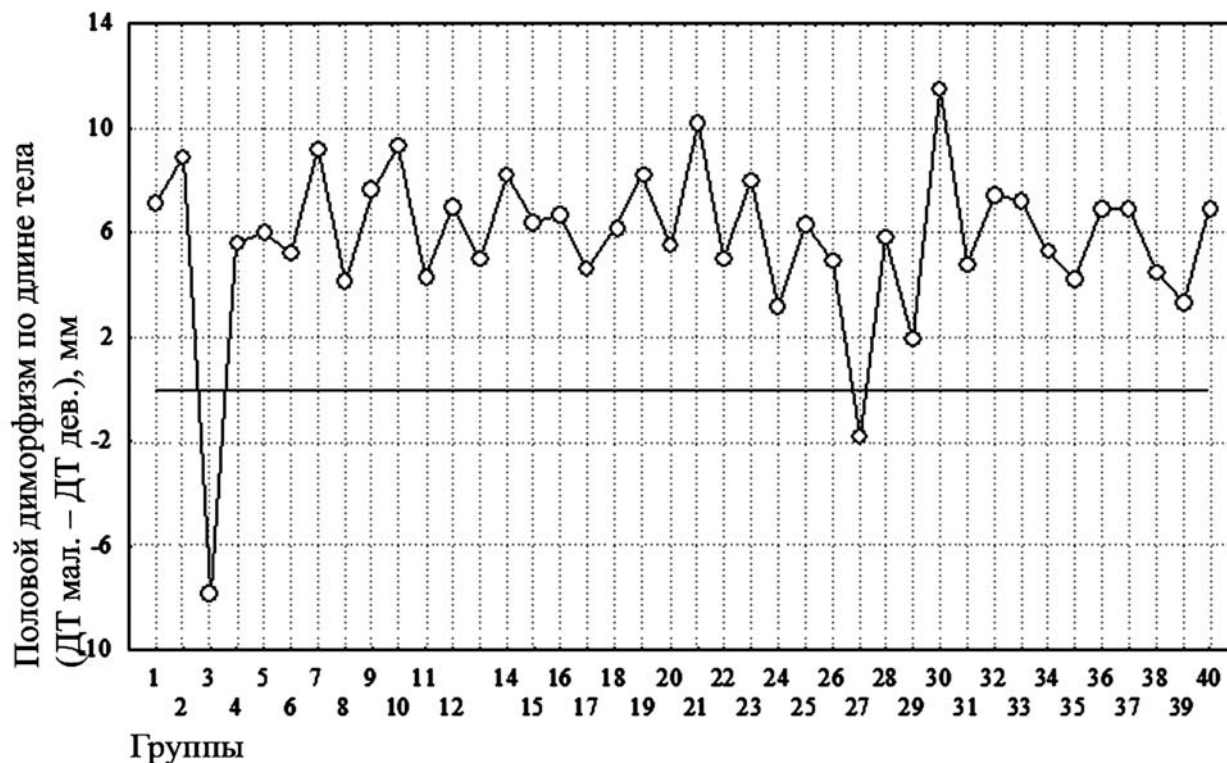


Рис. 8. Величина полового диморфизма славянских новорожденных по длине тела

Примечание: 1 – Архангельск; 2 – Астрахань; 3 – Воронеж; 4 – Калинин; 5 – Канск; 6 – Магадан; 7 – Анадырь; 8 – Сусуман; 9 – Певек; 10 – Москва; 11 – Мурманск; 12 – Оренбург; 13 – Свердловск; 14 – Ханты-Мансийский округ, Тюменская область; 15 – Челябинск; 16 – Карельская АССР (Петрозаводск и Олонец); 17 – г.Винница; 18 – Винницкая область; 19 – Донецк; 20 – Ивано-Франковск; 21 – Львовская область; 22 – Одесская область; 23 – Минск; 24 – Ташкент, Узбекская ССР; 25 – Алмалык, Узбекская ССР; 26 – Фергана, Узбекская ССР; 27 – Чирчик, Узбекская ССР; 28 – Янги-Юль, Узбекская ССР; 29 – Ургенч, Узбекская ССР; 30 – Сурхандарьинская область, Узбекская ССР; 31 – Алма-Ата, Казахская ССР; 32 – г. Рудный, Казахская ССР, русские; 33 – г. Рудный, Казахская ССР, украинцы; 34 – Кишинев, Молдавская ССР, 1970 г.; 35 – Кишинев, Молдавская ССР, 1970-71; 36 – сельские районы Молдавской ССР; 37 – Душанбе, Таджикская ССР; 38 – Ашхабад, Туркменская ССР; 39 – Ашхабад, Туркменская ССР; 40 – г.Чарджоу, Туркменская ССР

регистрируются у русских, проживающих в Узбекской ССР. Таким образом, вряд ли величину полового диморфизма размеров тела новорожденных можно считать надежным маркером уровня экологического стресса ниши развития.

Заключение

Таким образом, ни климато-географические факторы, ни степень урбанизации места жительства, ни собственно антропологическая специфика выборки новорожденных, рассматриваемые отдельно, не являются абсолютно однозначными определяющими в вариациях размеров тела но-

ворожденных. Результаты этой работы подтверждают обобщение, вытекающее из обзора литературных данных: этнические различия по размерам тела новорожденных не выявляются систематически вне зависимости от социально-экономических факторов риска. Направленное влияние природных факторов среды отмечается, по-видимому, только в случае экстремального их характера, например, высокогорная гипоксия, как следует из материалов литературного обзора. Однако пока климато-географические факторы находятся в пределах широкой нормы, то их влияние незначительно, что следует из представленного исследования. Влияние антропогенного фактора (в нашем случае степень урбанизации места житель-

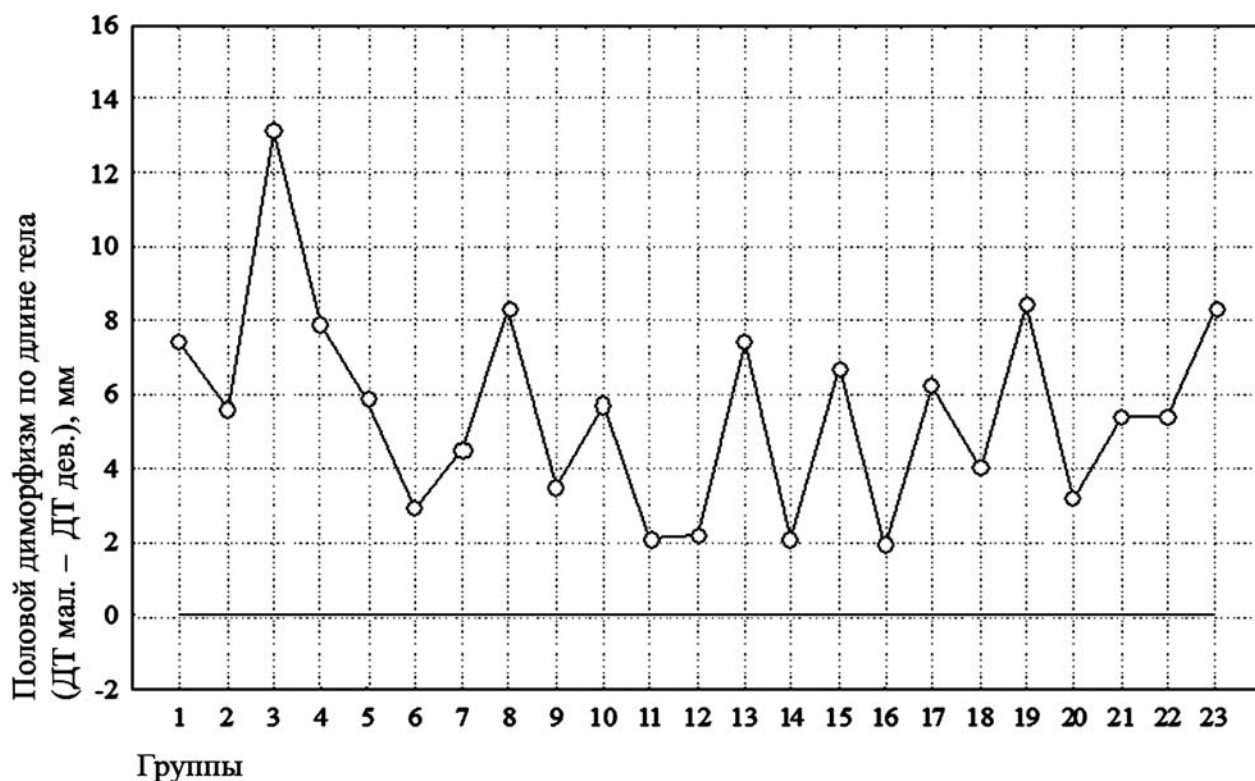


Рис. 9. Величина полового диморфизма новорожденных различных этнических групп по длине тела

Примечание: 1 – Чукотский национальный округ, чукчи; 2 – поселок Провидение, эскимосы; 3 – Карельская АССР, карелы; 4 – сельские районы Карельской АССР, карелы; 5 – Ташкент, узбеки; 6 – Алмалык, Узбекская ССР, узбеки; 7 – Андижан, Узбекская ССР, узбеки; 8 – Чирчик, Узбекская ССР, узбеки; 9 – Янги-Юль, Узбекская ССР, узбеки; 10 – Ургенч, Узбекская ССР, узбеки; 11 – Хива, Узбекская ССР, узбеки; 12 – Сурхандарьинская область, Узбекская ССР, узбеки; 13 – Алма-Ата, Казахская ССР, казахи; 14 – Баку, Азербайджанская ССР азербайджанцы; 15 – Вильнюс, Литовская ССР, литовцы; 16 – Клайпеда, Литовская ССР, литовцы; 17 – Кишинев, Молдавская ССР, молдаване; 18 – г. Нарын, Киргизская ССР, киргизы; 19 – Душанбе, Таджикская ССР, таджики; 20 – Ашхабад, Туркменская ССР, туркмены; 21 – Ашхабад, Туркменская ССР, туркмены; 22 – г. Чарджоу, Туркменская ССР, туркмены; 23 – сельские туркменские новорожденные Туркменской ССР

ства) также зависит от уровня антропогенной нагрузки и оказывает акцелерирующее воздействие при умеренном уровне (город по сравнению с селом) и, возможно, ретардирующее – при усилении этого уровня (мегаполис в сравнении с городом). То есть значимые различия в показателях физического развития новорожденных младенцев отмечаются в контрастных по уровню антропогенного стресса населенных пунктах. Остается констатировать, что размеры тела новорожденного являются производным большого числа разнообразных факторов, едва ли поддающихся полному учету.

Библиография

- Вершубская Г.Г., Козлов А.И. Подходы к изучению размеров тела новорожденных: научные школы и «нерешенные головоломки». Сообщение 11: Вклад экологии и социологии. Очередной «новый синтез»? // Новые исследования. Альманах. М.: Институт возрастной физиологии, 2009. № 1(18). С. 58–65.
- Вершубская Г.Г., Козлов А.И. Долговременные изменения размеров тела новорожденных и их матерей в Сибири и на Европейском Севере России // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2011. № 2 (15). С. 142-151.
- Гладкая В.С. Этнические особенности физического статуса, течения беременности и родов у женщин Республики Хакасия. Дисс. ... канд. мед. наук. Красноярск, 2006.

- Година Е.З. Динамика процессов роста и развития у человека: пространственно-временные аспекты. Автореферат ... докт. биол. наук. М., 2001.
- Година Е.З. Ауксология // Антропология: Учеб. для студ. учеб. заведений. М.: ВЛАДОС, 2003. С. 113–172.
- Горбачева А.К., Федотова Т.К. Особенности ростовых процессов детей грудного возраста в разных экологических нишах // Межд. науч. конф. «Современные проблемы экологии человека», посвященная памяти О.М. Павловского и В.П. Волкова-Дубровина. 7-9 декабря 2011 г.: Тез. докл. М: Параллели, 2011. С. 81–82.
- Дубова Ю.Е., Богатырева Л.В. Изменчивость антропометрических признаков у новорожденных – потомков русско-бурятских браков // Генетика, 1993. Т. 29. № 10. С. 1702–1711.
- Погода и климат. Электронный ресурс URL:<http://pogoda.ru.net/climate> (дата обращения 20.02.2012).
- Метеоархивы 1. Электронный ресурс URL:<http://aisori.meteo.ru>, (дата обращения 20.02.2012).
- Метеоархивы 2. Электронный ресурс URL:<ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/global/sod>, (дата обращения 20.02.2012).
- Практическое руководство по неонатологии / под ред. Яцык Г.В. М.: ООО «МИА», 2008.
- Чтецов В.П. Соматические типы и состав тела у мужчин и женщин. Автореферат ... докт. биол. наук. М., 1978.
- Beall C.M., Steegmann A.T. Human adaptation to climate: temperature, ultra violet radiation, and altitude / Eds. S.Stinson, B.Bogin, R.Huss-Ashmore, D.O'Rourke. Human biology: An evolutionary and biocultural perspective. New York: Wiley-Liss, 2000. P. 163–224.
- Bergmann C. Uber die Verhaltnisse der Warmeokonomie der Thiere zu ihrer Grosse. // Gottinger Studien., 1847. 1. Abt. S. 595–708.
- Calevaars A.E., Kunst A.E., Geurts J.J. et al. Persistent variations in average height between countries and socio-economic groups: an overview of 10 European countries // Ann. Hum. Biol., 2000. Vol. 27. N 4. P. 407–421.
- Collins J.W., David R.J. Race and birthweight in biracial infants // Am. J. Public Health, 1993. Vol. 83. N 8. P. 1125–1129.
- David R.J., Collins J.W. Differing birth weight among infants of U.S.-born blacks, African-born blacks, and U.S.-born whites // N. Engl. J. Med., 1997. N 337. P. 1209–1214.
- Dubrova Yu. E. et al. Secular growth trend in two generations of the Russian population // Hum. Biol., 1995. Vol. 17. N 5. P. 755–767.
- Patel R.R., Steer P., Doyle P. et al. Does gestation vary by ethnic group? A London-based study of over 122000 pregnancies with spontaneous onset of labour // Int. J. Epidemiology, 2003. Vol. 33. N 1. P. 107–113.
- Handa V.L., Lockhart M.E., Fielding J.R. et al. Racial differences in pelvic anatomy by magnetic resonance imaging // Obstetrics and Gynecology, 2008. Vol. 111. N 4. P. 914.
- McGrath J.J., Keeping D., Saha S., Chanta D.C., Liebermann D.E., O'Callaghan M.J. Seasonal fluctuations in birth weight and neonatal limb length; does prenatal vitamin D influence neonatal size and shape? // Early Hum. Dev., 2005. Vol. 81. N 7. P. 609–618.
- Rendon M.T., Apaza D.H. Peruvian neonatal fetal growth according to its sex, geographical area, and maternal parity and height // Ginecol. Obstet. Mex., 2008. Vol. 76. N 9. P. 512–519.
- Roberts D.F., Thompson A.M. The biology of human fetal growth. London: Taylor & Francis Ltd., 1976.
- Wells J.C.K., Cole T.J. Birth weight and environmental heat load: A between-population analysis // Am. J. Phys. Anthropol., 2002. Vol. 119. N 3. P. 276–282.
- Wiley A.S. Neonatal and maternal anthropometric characteristics in a high altitude population of the western Himalaya // Am. J. Hum. Biol., 1994. Vol. 6. N 4. P. 499–510.
- Zamudio S., Droma T., Norkyel K.Y. et al. Protection from intrauterine growth retardation in Tibetans at high altitude // Am. J. Phys. Anthropol., 1993. Vol. 91. N 2. P. 215–224.

Контактная информация:

Боровкова Надежда Павловна.

E-mail borovkova.nadya@gmail.com;

Горбачева Анна Константиновна. E-mail angoria@yandex.ru;

Федотова Татьяна Константиновна.

E-mail tatiana.fedotova@mail.ru;

Чтецов Владимир Павлович: 119991, Москва, Ленинские горы дом 1, строение 12, МГУ имени М.В. Ломоносова, Биологический факультет, кафедра антропологии. Тел. (495)939-43-17.

NEWBORN BODY INDICES VARIETY IN DIFFERENT ETHNO-TERRITORIAL GROUPS

N.P. Borovkova¹, A.K. Gorbacheva², T.K. Fedotova², V.P. Chtetsov¹

¹ Department of Anthropology, Biological Faculty, MSU, Moscow

² Research Institute and Museum of Anthropology, MSU, Moscow

Variations of newborn body length, mass, chest and head circumferences are reviewed in connection with climatic and geographical factors, urbanization degree of the residence and ethnicity.

Material and methods. Data on physical development of newborn infants of former USSR of the late 1960th – early 1970th are enlisted from the book «Material on physical development of children and teenagers from the cities and rural regions of the USSR». The total number of the material is over 70000 people, 63 samples, mainly urban. The minimum number of the samples is 100 people, the maximum is 3825 people. The intergroup comparison was held separately for slavonic ethnic groups (russian, bielorusian, ukranian) from different regions of the USSR, separately for the other ethnic groups (chukchi, eskimo, turkman, tajik, uzbek, kirghiz, moldavian, lithuanian, azerbaijanian). Such algorithm allowed to minimize the influence of the ethnicity in the first case while analysing the interrelations of newborn anthropometry with climatic and geographical indices. The list of ecological parameters involved includes latitude, longitude, altitude, insolation, total radiation; average year parameters of temperature, norm of precipitation, humidity, wind velocity, temperatures of january and july and their difference (climate «continentality»); the number of the population of the residence as the parameter of the urbanization degree. The enumerated indices are borrowed from electronic statistic resources. To define the trends of the ethno-territorial variations we used standard differences $Z_i = (M_i - M_o)/S$ of the mean values of anthropometric parameters of different samples (M_i) from the values of Moscow sample (M_o). The standardize procedure is based on using united common for all samples meanings of intragroup standard deviations of the parameters (S). To estimate the direction and intensity of anthropometric indices and external factors relations the dispersion diagrams were used.

Results and discussion. The comparison of slavonic groups revealed that the minimal scale of intergroup variation belongs to body mass – about 0.8 S for boys (370 g) and 1 S for girls (420 g). The variation range for body length is 1.8 S for girls and 1.9 for boys, 34 mm and 39 mm accordingly. The variation scale for chest circumference is about 1.7 S for both boys and girls or about 25-26 mm; for head circumference is over 2 S for both sexes. The significant trend of body length increase from west to east with the increase of longitude is established: $R=0.4$ ($P=0.02$) for boys and $R=0.38$ ($P=0.02$) for girls. The correlation of the body length with the average year norm of precipitation is negative and equals $R= - 0.05$ ($P=0.01$). The tendency of body length and chest circumference increase for both boys and girls is revealed in connection with the latitude increase, from south to north, in accordance with the Bergman rule. The comparison of non-slavonic ethnic groups shows the similarity of intergroup variation of different body indices with the state of territorial variation of slavonic groups of newborn. Never the less the parameters of climate severity – maximal january temperature, average year temperature, climate continentality – reveal correlations with body mass and chest circumference of boys and girls, not with the body length as it was fixed while examining slavonic samples. The comparison of newborn dimensions of different ethno-territorial groups, inhabiting the same region, doesn't keep inside the distinct scheme. Thus, differences of body length between russian and uzbek newborn are not significant in Tashkent, Yangi-Youll and Urgench. In Almalyk and Surkhandariinskaya province russian newborn boys are significantly bigger than uzbek. On the contrary in Chirchik russian boys fall behind the uzbek. Conclusion. Nor climatic and geographical factors, neither the urbanization rate of the residence or the anthropological specificity of the newborn sample, considered independently, are absolutely definite and facile determinants of newborn dimensions variations.

Keywords: anthropology, newborn, physical development, ethnicity, parameters of climate severity, urbanization rate

БЕДУИНЫ ЮГА СИНАЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА: ГЕНЕТИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ (ПО МАТЕРИАЛАМ АНТРОПОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ 1979–1982 гг.)

А.М. Чумакова¹, Е.Д. Кобылянский²

¹ НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва

² Кафедра анатомии и антропологии, Медицинский факультет им. Саклера,
Тель-Авивский университет, Тель-Авив, Израиль

Введение. Бедуинские популяции Южного Синая – кочевые эндогамные группы с признаками изоляции и традиционной архаичной структурой сообщества, проживающие в гомогенной, веками неизменной и достаточно суровой среде, представляют собой уникальную модельную группу для изучения роли генетических и средовых факторов. Представлены результаты генетико-демографического исследования нескольких групп бедуинов по материалам многопрофильной антропологической экспедиции Тель-Авивского университета, работавшей в 1979–1982 гг. на юге Синайского полуострова

Материалы и методы. Изучена взрослая выборка (старше 16 лет), насчитывающая около 600 человек, в т.ч. 106 женщин. Для установления степени родства между родителями и реконструкции генеалогий проводилось анкетирование у более чем 600 респондентов и были получены уточнения относительно родственных связей у местных старейшин-шейхов. Путевой анализ Райта применен для вычисления коэффициента инбридинга.

Результаты и обсуждение. Приведены сведения об истории заселения Южного Синая, родоплеменном устройстве сообществ местных бедуинов, а также рассчитанные демографические характеристики. На основании исследования истории, демографии, миграционных процессов и социальной структуры бедуинских племен Южного Синая выявлено, что бедуинские племена, мигрировавшие в Южный Синай с Аравийского полуострова более 1000 лет тому назад эндогамны: 97% браков заключается внутри племени, из них 14.6% являются межкученными браками. Зафиксированная величина показателя степени эндогамии группы превышает значения для других популяций человека. На момент обследования в изученной группе, как и во всем арабском мире, наблюдалась общая тенденция к снижению полигамии. В среднем 15% семей суперструктуры тоуара полигамны, причем количество многобрачных семей обратно пропорционально размерам племени. Плодовитость в таких семьях ниже, чем в моногамных союзах, что согласуется с данными по бедуинам Северной Аравии. Соотношение численностей полов в популяциях бедуинов с возрастом меняется в сторону увеличения мужской части популяции в старших возрастах. Создается впечатление о несколько большей средней продолжительности жизни мужчин, для которых тяготы экстремальной кочевой и полукочевой жизни оказываются менее губительными, чем для женщин, не выдерживающего дефицита пищи и элементарного медицинского обслуживания.

Ключевые слова: антропология, бедуины Южного Синая, демография, плодовитость, полигамия, эндогамия

Введение

За последние полвека сотни исследований по всему миру были посвящены изучению распространенности близкородственных браков и всего спектра процессов и явлений, связанных с этим феноменом. По современным оценкам 10.4% населения планеты приходится друг другу троюродными кузенами или еще более близкими родственниками [Bittles, Black, 2010]. Максимальные частоты близкородственных браков фиксируются в Африке на севере и к югу от Сахары, на Ближнем Востоке и Западной, Центральной и Южной Азии. Подробно обследованы популяции Японии [Schull et al., 1970], Индии [Srinivasan, Mukherjee, 1976; Devi, Rao, Bittles, 1981; Badaruddoza, Afzal, 1993], Саудовской Аравии [Aldahmesh et al., 2009], Йемена, Испании [Calderon, 1983; Abelson, 1978], Норвегии [Saugstad, 1977; Postma, Martini, 2010], Италии [Colonna et al., 2007], островные изоляты Хорватии [Rudan et al., 2002, 2004], Памира [Рычков, 1969], Узбекистана, Дагестана и другие. Высокие коэффициенты инбридинга характерны для небольших поселений, а также для разнообразных изолятов – религиозных, этнических и проч. В современных обзорах [Pattison, 2004; Bittles, Black, 2010] приводятся сравнительные данные по демографическим характеристикам популяций и уровню инбридинга в разных частях света, в том числе и по арабскому населению [Tadmouri, Nair et al., 2009]. Известный тезис о популяционных последствиях кровнородственных браков, заключающихся в увеличении уровня гомозиготности популяции и связанных с этим проявлением рецессивно-аутосомных заболеваний, получил подробное подтверждение в многочисленных популяционных исследованиях, оценивших характеристики уровня плодовитости, показатели роста и развития плода, репродуктивные потери, особенности физического развития детей, поведенческие отклонения, распространенность психиатрических заболеваний и снижение IQ, повышенную предрасположенность к инфекционным и онкологическим заболеваниям, частоту врожденных генетически обусловленных заболеваний [Teebi, 1994].

С другой стороны, в работах, посвященных генетико-демографическим процессам, происходящим в эндогамных изолятах, показано снижение уровня наследственного полиморфизма. Таким образом, популяция-изолят оказывается адаптированной к очень узкому диапазону условий окружающей среды, что «читается» на уровне физиологических, иммунологических и морфологических показателей. Принято считать, что

длительный тесный инбридинг удаляет из генофонда все неблагоприятные гены [Фогель, Мотульски, 1990].

Бедуинские популяции Южного Синая, проживающие в экстремальных условиях, представляют собой уникальную модельную группу для изучения роли генетических и средовых факторов, поскольку это кочевые эндогамные группы с признаками изолята и традиционной архаичной структурой сообщества, проживают в гомогенной, веками неизменной и достаточно суровой среде.

В данном сообщении представлены результаты генетико-демографического исследования нескольких групп бедуинов по материалам многопрофильной антропологической экспедиции Тель-Авивского университета, работавшей в 1979–1982 гг. на юге Синайского полуострова¹.

Материалы и методы

В исследовании использованы данные по взрослой выборке (старше 16 лет), насчитывающей около 600 человек, из них 106 женщин (табл. 1а, 1б). В целом, с учетом 563 обследованных детей (5–14 лет), совокупная выборка составляет более 10% от общей численности бедуинов Южного Синая на момент экспедиции.

Для установления степени родства между родителями, реконструкции генеалогий проводилось анкетирование детей и взрослых (более 600 респондентов). Уточнения относительно родственных связей были получены у местных старейшин-шейхов. На основе полученной информации путевым методом Райта вычислен коэффициент инбридинга. Путевой анализ Райта [Wright, 1921] – метод, позволяющий определить коэффициент инбридинга для любого организма с известной родословной, основан на подсчете числа связей в генеалогии, образующих замкнутые циклы, включающие анализируемую особь и всех предков, общих для обоих родителей. Использовались данные по каждому из 5 возможных типов комбинаций браков: F_{xe1} – браки внутри хамс;

¹ Проводилось классическое антропометрическое обследование взрослых и детей – морфологические признаки брались в соответствии с программой Мартина [1928] по стандартам, принятым в московской школе антропологии. В полевых условиях замерены физиологические параметры обследуемых, собран материал по одонтологии и дерматоглифике, сделаны рентгенограммы кистей рук.

Таблица 1а. Половозрастная структура бедуинских популяций Южного Синая и израильского Негева (%)

Возрастные группы лет	Мужчины		Женщины		Оба пола	
	Южный Синай	Негев	Южный Синай	Негев	Южный Синай	Негев
0–14	23.1	25.0	20.8	24.5	43.9	49.5
15–29	10.7	11.1	9.2	11.1	19.9	22.2
30–44	9.8	8.2	9.9	7.8	19.7	16.0
45–59	7.9	4.2	4.6	4.0	12.5	8.2
60 и старше	2.7	2.0	1.3	2.1	4.0	4.1
Всего	54.2	50.5	45.8	49.5	100.0	100.0

Таблица 1б. Возрастная структура южно-синаяской мужской бедуинской выборки (чел.)

Возраст лет	Племя				Всего
	Джебелія	Музейна	Алейгат+хамада	Прочие племена*	
17–18	19	27	12	18	76
19–39	108	107	38	73	326
40–49	15	21	10	14	60
50 и старше	4	8	2	9	23
Всего	146	163	62	114	485

Примечание. * – Категория «прочие племена» включает следующие племена: гарарша, бени вассал, авлад саид, хавейтат и савалча

$F_{\text{хе2}}$ – браки внутри расширенных семей; $F_{\text{хе3}}$ – браки внутри хамул; $F_{\text{хе4}}$ – браки внутри подплемена; $F_{\text{хе5}}$ – браки внутри племени. Для каждой из 5 возможных комбинаций вычислено генеалогическое расстояние в поколениях между родителями до их общего предка². Так, оценка генеалогической глубины племени музейна – в 16 поколений – стала возможной благодаря особенностям традиционного отношения к генеалогической памяти.

Южно-синаяские бедуины по данным различных источников

Происхождение

По данным археологии южная часть Синайского полуострова была заселена с доисторичес-

ких времен [Bar Yosef, 1980]. Обнаружены крупные поселения, относящиеся к эпохе неолита (8000–5500 лет до н.э.) [Bar Yosef, 1981], энеолита (4000–3150 лет до н.э.), а также раннего бронзового века (3150–2200 лет до н.э.) [Beit-Aryeh, 1980], византийского периода (324–640 г. н.э.) [Tsafir, 1970; Finkelstein, 1980] и раннего арабского периода (640–1291 г. н.э.).

Источником информации по истории собственно бедуинских южно-синаяских племен являются работы этнографов и антропологов XIX века [Burckhardt, 1822; Robinson, 1841; Stanley, 1864], свидетельства бедуинов и еженедельные записи настоятеля южно-синаяского монастыря Святой Екатерины, которые велись с конца VI в.

Племена бедуинов стали проникать в Южный Синай с территории Аравийского полуострова начиная с 621 г. н.э. [Tsafir, 1970]. Одним из первых племен, заселивших Синай после первых мусульманских завоеваний, было племя бен-сулейман [Burckhardt, 1822; Robinson, 1841; Ben David, 1978], впоследствии истребленное вторг-

² Детальное описание метода приведено в работе Е. Кобылянского и И. Гершковича [Kobyliansky, Hershkovich, 1997].

шимися с территории Египта племенами савалча и алейгат.

Аренсбург с соавт. [Arensburg et al., 1979] полагает, что одними из первых появились племена хамада и бени-вассал. По мнению Бен Давида [Ben David, 1978], племя хамада пришло в Синай с территории Аравии, а впоследствии от него в результате внутривременного конфликта откололось племя бени-вассал [Ben David, 1978]. Буркхардт [Burckhardt, 1822] утверждал, что племя бени-вассал (всего 15 семей) прибыло с Аравийского полуострова, точнее – из южной провинции Хадрамаут [Ben-David, 1978].

Самым известным и наиболее многочисленным среди первых бедуинских племен было племя савалча [Burckhardt, 1822], обосновавшееся в Западном Синае и в области горы Синай. Есть данные о том, что три вышеупомянутых племена – хамада, бени-вассал и савалча – достигли Синая между VIII и XIII веками [Arensburg et al., 1979].

В конце XIV столетия усилился приток бедуинов в Южный Синай. Эту волну возглавило племя алейгат. Бен Давид [Ben-David, 1978] полагает, что это племя прибыло из Уллаха, области на северо-западе Саудовской Аравии. Проникновение новых племен в Южный Синай началось в XIII столетии и вызвало сопротивление «старых» племен, особенно племени савалча. Легенды бедуинов хранят память о состоявшемся в XIV веке сражении [Ben-David, 1978] между племенами савалча и алейгат, результатом которого стал территориальный межплеменной передел.

По мнению большинства исследователей, все племена (за исключением джебелии) в своем происхождении связаны с территорией Аравийского полуострова, причем некоторые из них по пути в Синай из Саудовской Аравии длительно странствовали по сопредельным территориям, что не могло не сказаться на особенностях генофонда этих групп. Процессы формирования племен сложны и неоднозначны, порой племена складывались из неоднородных образований, а переселение ранее (в Аравии) единых племен шло асинхронно. Например, при становлении племени авлад саид [Ben-David, 1978], первым на территорию Южного Синая из Аравии прибыл клан абузохар, а клан абу-алай еще долго блуждал по североафриканским пескам Туниса.

Группы, происходящие из одного исходного «материнского» племени после миграции в Южный Синай могли оказаться в составе разных племен. В каждом южно-синайском племени есть и ассимилированные семьи. Нет сомнений в том,

что в бедуинских племенах жили рабы из Судана: «некоторые из них, особенно гарарша, обладают неграми-рабами, которые заботятся о верблюдах» [Palmer, 1871]. Шейх Эйд свидетельствовал, что даже в первой трети XX века шейх каждого крупного племени имел негров в качестве телохранителей и рабов. Наличие негроидных черт у современных бедуинов племени джебелии свидетельствует о генетической гетерогенности популяции.

Формирование племени джебелии, обитающего при монастыре Св. Екатерины, шло особенным образом. По свидетельству «Хроник» Александрийского патриарха Евтихия (VI в.), император Юстиниан около 550 г. переселил в окрестности монастыря примерно 200 семейств из северных районов Анатолии и из Александрии. За века, прошедшие с момента переселения, генофонд популяции трансформировался за счет браков с бедуинами и с рабами – суданскими неграми (представителями экваториальной расы).

Анализ генетических маркеров сыворотки крови [Kaufman-Zivelin, 1971; Bonne et al., 1971] приблизил к пониманию исторических взаимосвязей между различными племенами бедуинов Южного Синая. Обнаружены достоверные отличия племени джебелии от прочих племен по частоте фенотипа гаптоглобина³ Hp1–1 (0.19) и частоте Hp2–2 (63%), а также повышенной частоте гена q(B) системы АВ0 и сравнительно низкой частоте аллеля р(A).

Сравнение частот встречаемости гена Hp1 у бедуинов Синая и населения тех районов, откуда произошли синайских племен [Kaufman-Zivelin, 1971], показало достоверное сходство арабов и бедуинов Ближнего Востока. В племени джебелии частота гена Hp1 (0.18), отличается, как от европейских показателей (0.34–0.37), так и от африканских (0.40–0.63), примыкая к египетским (0.21), что подтверждает особое положение этой популяции. Высокая частота доминантного аллеля Т, определяющего чувствительность к фенилтиокарбамиду [Ben-David (Kobyliansky) et al., 1983], сближает племя джебелии с многими африканскими популяциями [Mourant et al., 1976].

³ Наследование фенотипа гаптоглобина определяется аутосомным геном Hp. Известны гомозиготные типы гаптоглобина 1–1 и 2–2; и гетерозиготный 2–1. В европейских популяциях чаще встречается Hp2–1, реже Hp2–2, а у африканцев выявляется Hp1–1.

Социо-биологические особенности

По югу Синайского полуострова на момент обследования (1979–1982 г.) кочевало 10 бедуинских племен: джебелія, савалча, хамада, алейгат, бени-вассал, музейна, хавейтат, гарарша, авлад саид, ахали и-тур, общей численностью приблизительно 10 500 человек. Как мы показали ранее, происхождение большинства племен связано с Аравийским полуостровом, а предки других мигрировали из Египта, Северной Африки и с юго-востока европейского континента. Труднопреодолимые географические барьеры и стоические усилия племен, направленные на поддержание своей культурной уникальности и самобытности, обеспечили биологическую изоляцию племен от иноэтничного окружения.

Жесткие рамки традиционной племенной структуры обеспечивают экономическую и юридическую безопасность ее членов, которые, в свою очередь, несут личную, преимущественно основанную на «кодексе чести», ответственность за группу [Першиц, 1961].

Условия, в которых протекает жизнь бедуина, довольно суровы: аридный климат, экономика, основанная на «внешних» трудовых и традиционных занятиях; кочевой образ жизни, скудное питание, минимальное начальное образование. Уровень медицинского обслуживания в бедуинских племенах абсолютно недостаточен, архаичен и зачастую сводится к шаманским приемам народной медицины. Так, наиболее распространенным методом борьбы с самыми разнообразными заболеваниями служит каутеризация (позднелат. *cauterisatio*, от греч. *kauter* – раскалённое железо) – нанесение «доктором» с «лечебной целью» термических ожогов по груди, спине и конечностям пациента.

Начиная с самых ранних работ, посвященных особенностям антропологии бедуинов Синая [Бурхардт, 1822, Робинсон, 1841], известно о крайней бедности бедуинов и их чрезвычайно скудном рационе. Анализ статуса питания бедуинских детей [Kobyliansky, Hershkovich, 1992] выявил значительный дефицит калорий: взрослые бедуины в среднем получают на 900 ккал/день меньше, чем европейцы.

В 2005 году в рамках Всемирной продовольственной программы ООН группой египетских ученых на территории всего Синайского полуострова было проведено исследование статуса питания бедуинских детей 2–5 лет, в котором зафиксированы все те же тенденции – недоедание, истощение, несбалансированное питание, преобладание в рационе углеводов – риса и пшеницы, недоста-

ток белковой пищи. Традиционные особенности рациона, позволяющие отнести синайских бедуинов к категории недоедающих популяций (по рубрикации ВОЗ), находят отражение в морфометрических характеристиках, в первую очередь, в низких показателях массы тела.

Структура сообщества

Родоплеменное устройство сообществ бедуинов Южного Синая, схожее с родовой организацией кочевников Саудовской Аравии [Першиц, 1961], характеризуется наличием следующих структурных уровней:

- племенная суперструктура
- союз племен
- племя
- подплемя
- хамул (линидж)
- расширенная семья
- ядерная семья.

Связи между бедуинскими племенами Южного Синая, составляющими единственную суперструктуру тоуара (араб., на рус. яз. – «скалистая вершина», что отражает гористый характер рельефа) главным образом основаны на общности территории и географической локализации, а не только на кровных отношениях, общепринятых в большинстве бедуинских групп [Ben-David, 1978]. Бейли [Baily, 1977] обращает внимание на то, что суперструктуры бедуинских племен Синая и израильского Негева ведут свое происхождение от ограниченного числа племен, первоначально объединившихся на Аравийском полуострове, а позднее мигрировавших на север и северо-запад. В ходе этих миграций племена ассимилировали местные семьи, а порою даже целые племена, формируя расширенную племенную суперструктуру. В отличие от бедуинских суперструктур Негева и Аравийского полуострова (тарабин, азама, тайяха) южно-синайская тоуара сложилась как объединение племен не столько по принципу родственных или исторических связей (которые зачастую отрицаются исследователями), сколько для противодействия другим племенным суперструктурам, особенно тайяхе.

Племенная суперструктура тоуара включает несколько объединений племен, что совпадает с устройством бедуинских суперструктур Негева. Однако израильских бедуинов на межплеменном уровне объединяет родство, а в Южном Синае связи образуются прежде всего на социополитическом уровне.

Согласно Бейли [Baily, 1977], роль племенного объединения заключается в формировании основы для социального общения (заключение межплеменных браков, взаимопомощь в паломничествах на могилы особо почитаемых шейхов), а также для экономического сотрудничества (особенно в контрабанде). Южно-синайские племенные союзы именуют по названию ведущего племени в группе: союз савалча включает помимо племени савалча также племена авлад саид и гарарша, а в союз алейгат входят музейна, алейгат и хамада. Племена джебелия, хавейтат и бени-вассал автономны, не включены ни в одну коалицию.

Структура бедуинского племени подвижна, нередко подплемена отпочковываются и соединяются вновь. Согласно Бейли [Baily, 1977] племя формируется одним из двух способов: либо подплемя увеличивается в размере и требует независимости от материнского племени, либо некоторая группа семей ассимилирует чужие группы семей, образуя новое племя. В соответствии с изменениями, происходящими в составе племени или его подразделений, преобразуются генеалогии (порой через измышление новых родственных связей). Подплемена представляют собой совокупность нескольких (количество может меняться) родовых групп-хамул (линиджей по этнографической терминологии). Члены хамулы ведут своё происхождение от реального предка, с которым все члены группы прослеживают точное генеалогическое родство. Хамула состоит из нескольких расширенных семей, широких родовых групп, образованных родственниками разных степеней родства. Как правило, расширенная семья состоит из семей взрослых сыновей одного отца и примкнувшей родни, а иногда и соседей. Ядерная (нуклеарная) семья – это наименьшая социальная единица, состоящая из мужчины, его жены или жен, их детей и иногда включающая жен и детей сыновей этого мужчины.

У бедуинов наряду с расширенной семьей, существует общность хамса, или группа кровной мести. Это небольшая родовая группа, состоящая из близких, реальных родственников, хорошо знавших своего общего предка, давшего имя всей группе. Название «хамса» (араб., на рус. яз. – «пятерка») отражает особенности родственных связей в ее пределах – в основном группа состоит из ортокузенов пятой степени, родственников до пятого колена. Членов хамсы связывает совместное кочевание, лагерное размещение у колодцев, а главное – взаимопомощь и взаимответственность, особенно в вопросах кровной мести.

Согласно Бейли [Baily, 1981], члены одной расширенной семьи – потомки одного общего деда, или прадеда, их родство прослеживается в 3–4 поколениях. По мнению Кобылянского и Гершковича [Kobyliansky, Hershkovitz, 1982], хамса, хотя и основана на биологическом родстве ее членов, скорее является своеобразным «судебным органом», чем структурным компонентом племени.

Особенности брачной структуры

Особенностью бедуинских племен является предпочтение близкородственных браков (особенно между ортокузенами). Крайне редко заключаются браки с представительницами чужой племенной структуры.

Внеплеменные браки. Несмотря на многочисленные свидетельства включения неродственных семей в южно-синайские племена бедуинов, в последних двух (на момент обследования) поколениях конкретных доказательств тому немного. Сложный географический рельеф Южного Синая представляет собой труднопреодолимую преграду, ограничивающую потенциальный миграционный поток. Только 0.4–2.0% браков в племени заключается с женщинами из других племен (табл. 2). Иммиграция в южно-синайские племена бедуинов чрезвычайно мала (обычно менее 0.5%). В некоторых племенах (например, в гарарше) наблюдается более явная тенденция к приему женщин извне суперструктуры тоуара. Особенности брачных предпочтений зависят и от географического положения локальной группы. Например, подплемя гсенат, живущее в центре племенной территории племени музейна, почти не принимает невест извне суперструктуры тоуара, а подплемя дарарме, занимающее периферию племенной территории, проявляет отчетливую тенденцию к заключению таких браков. Согласно Нир [Nir, 1987], джебелия – племя с самой высокой частотой кросс-кузенных браков и наименьшей частотой браков с иноплеменницами (<1%).

Племя авлад саид принимает женщин фактически из всех племен суперструктуры тоуара, превосходя по этому показателю джебелию и музейну. По нашим данным в племени музейна, в каждом из последних трех поколений иноплеменницы составляют в среднем приблизительно всего 3% от общего количества жен. Между подплеменами существуют некоторые различия в этом аспекте.

Браки в пределах племени. Несомненно, генеалогические связи между подплеменами опре-

Таблица 2. Происхождение жен подплемена гсенат племени музейна (%)

Доля местных жен, гсенат, %	Доля жен, происходящих из подплемен музейны, расположенных поблизости друг к другу, %			Доля жен, происходящих из удаленных подплемен музейны, %			Доля жен, происходящих извне племени музейна, %	Доля жен, происходящих извне суперструктуры тоуара, %
	Гаванме	Шададине	Дарарме	Мехайсина	Смехат	Присоедин. подплемена		
77.0	4.0	8.5	6.9	0.8	0.4	0.0	2.0	0.4

Таблица 3. Показатели брачности в племени музейна

Брак в пределах	Количество поколений между супругами до общего предка	Частота встречаемости соответствующего брака в племени, (%)	
		В поколении родителей	В предшествующем поколении
Хамса	2	14.6	3.8
Расширенная семья	6–7	20.4	20.5
Хамула/линидж	8–9	33.7	45.7
Подплемя	10–11	8.5	12.9
Племя	12 и более	15.0	11.0
Объединение племен	очень отдаленное родство	3.4	3.3

деляют уровень обмена женщинами между группами (табл. 2). Большая часть жен – уроженки своего подплемена. В племени музейна таких жен приблизительно 77% (в среднем для всех подплемен), 20.5% составляют женщины из соседних подплемен, и только около 2.4% жен происходят из других племен или извне племенной суперструктуры тоуара. В подплемени гсенат 19.3% от общего количества жен родом из связанных подплемен и только 12% из удаленных подплемен (смехат и мехайсина).

Браки в подплемени. Рассматривались браки между членами семей, принадлежащих одному племени и генеалогически связанных через одного из сыновей основателя племени (в случае племени музейна – Фарага или Алвана). Генеалогическая глубина достигает 10–12 поколений (табл. 3).

Браки в пределах хамулы/линиджа – между индивидами, принадлежащими к семьям, связанным общей генеалогией. Общая генеалогическая глубина для супружеской пары составляет 9 поколений.

Браки в расширенной (сложной) семье. Имеются ввиду браки между двумя индивидами одной семьи. Общая генеалогическая глубина для супружеской пары достигает 6–7 поколений.

Браки в группах «кровной мести», хамсах. Это браки между кузенами, в большинстве случаев, – браки с потомством братьев отца (58.5% по племени музейна), хотя существуют и другие комбинации (например, с детьми сестры матери – 18.8%). Доля межкузенных браков в хамсах достигает 77.3%. Браки между троюродными сибсами составляют 15.1%, а браки между четверюродными сибсами – 2%. Генеалогическая глубина варьирует от двух поколений для браков между первыми кузенами до четырех поколений в случае браков между четверюродными сибсами. Браки между представителями разных поколений (дядя–племянница) встречаются с частотой 5.6%. Заметим, что погрешность при оценке частот браков разных типов возрастает прямо пропорционально генеалогической глубине.

Таблица 4. Мировые «пики» коэффициента инбридинга [по: Фогель, Мотульски, 1990]

Популяция	Коэффициент инбридинга
Племя музейна*	0.09802
Нубийские племена Египта	0.03335
Племя фульбе Гвинеи	0.00819
Японцы	0.004
Индусы Южной Индии	0.02835

Примечание. * – наши данные

Результаты и обсуждение

Величина коэффициента инбридинга

На основании скрупулезного подсчета степени родства между супругами по результатам реконструкции всей структуры брачных связей 16 поколений южно-синайских бедуинов племени музейна стало возможным точно оценить степень эндогамии этой уникальной группы популяций. После вычисления предварительных оценок кровнородственных связей в каждом типе брака был рассчитан общий коэффициент инбридинга F , равный 0.09802. Из табл. 4, где мы приводим также максимальным мировые данные близкородственных браков очевидно, что зафиксированный экспедицией 1979–1982 гг. у бедуинов племени музейна уровень инбридинга – один из самых высоких в современных человеческих популяциях.

Демографические показатели

По сравнению с крупными племенными суперструктурами Негева (тарабин – 33 тыс. человек, 25 племен и тайяха – 27 тыс. человек, 29 племен) южно-синайская суперструктура тоуара образование довольно скромное – 10 500 человек, 10 племен.

Норма прироста племенной суперструктуры в год в период между 1929 и 1968 г. не превышала 0.9% [Nir, 1987]. В племенах, составляющих тоуару, численность населения варьирует между 151 и 1099 человек в подплемен. Например, в музейне наименьшее подплемя мехайсина насчитывает 261 человека, а наибольшее – дарарме – 785 человек [Vaily, 1974]. По количеству расширенных (сложных) семей племена также заметно отличаются друг от друга: в племени музейна

насчитывается 45 расширенных семей, в джебели – всего 24. Встречаются мощные расширенные семьи числом до 100 индивидуумов и очень маленькие расширенные семьи, численностью менее 10 человек. В Южном Синае количество ядерных семей колеблется от 88 в наименьшем из племен – хавейтате, до 880 в наибольшем племени – музейне. В пределах музейны число ядерных семей варьирует от 71 в наименьшем подплемен до 267 – в наибольшем. Несмотря на проведенные израильскими властями в Синае в 1968 и в 1975–1976 годах переписи населения, точные данные относительно распределения людей по возрасту отсутствуют. Демограф Мухсам [Muhsam, 1966], изучавший бедуинов Негева, объясняет трудности сбора данных незнанием бедуином своего возраста, а также стремлением утаить возраст членов своей семьи, в особенности жены и дочерей.

По данным Бен Давида [Ben-David, 1978] и Мухсама [Muhsam, 1966] дети (0–14 лет) составляют большую часть бедуинского населения: в Южном Синае 44% и в Негеве – 49%. (см.: табл. 1а, 1б). Это верно и для арабских деревень в Израиле [Muhsam, 1966]. У бедуинов в Южном Синае и Негеве доля каждой последующей возрастной когорты уменьшается, (см.: табл. 1а). Мужчины старше 60 лет в Южном Синае и бедуинских поселениях Негева составляют только 2.0–2.7%, в то время как в израильских мужских группах – 12.3%. Возможно, то, что до пожилого возраста доживают единицы, можно объяснить экстремальными условиями окружающей среды и низким уровнем жизни.

Индекс рождаемости на момент обследования составлял 38.7 живых детей на 1000 человек, что совпадает с данными переписи 1968 года [Ben-David, 1978]. Темпы рождаемости среди бедуинов Южного Синае относительно высоки по сравнению с промышленно развитыми странами, но сопоставимы с соседними арабскими странами.

По данным Кобылянского и Гершковича [Kobyliansky, Hershkovitz, 1997] к моменту менопаузы (старше 45 лет) южно-синайская женщина имела в среднем 5.5 детей, бедуинка Негева – 5.8 детей, арабская деревенская женщина – 6.04 детей. Средняя продолжительность фертильного периода южно-синайской женщины приблизительно 18 лет (диапазон 16–44 лет). Средний интервал рождений у женщин в Южном Синае – 2.4 ± 0.4 года. У негевских бедуинок продолжительность детородного периода 18.6 лет, живорождения происходят каждые 2.5 лет, а всего, в среднем, – 7.5 рождений на женщину [Muhsam, 1966].

Кривая смертности в изучаемой группе населения U-образна, что типично для обществ с традиционным социальным укладом: исключительно высока детская (0–14 лет) смертность, после 15 лет происходит ее снижение. Относительно низкой остается естественная убыль населения до конца третьего десятилетия жизни, позже смертность возрастает, хотя и не до того уровня, как в ранних возрастах.

Экстремальные условия жизни – холодные зимы в открытой ветрам палатке, летняя жара, вместе со скудной и неадекватной диетой, вызывали удлинение периода грудного вскармливания и сокращение полного детородного периода [Frish, 1978].

Средний возраст бракосочетания молодых бедуинов-отцов (21–35 лет) – приблизительно 20 лет, в более старших группах (36–45) – приблизительно 26 лет (судя по возрасту первого ребенка). С начала израильского присутствия на территории (1967 г.) снизился возраст бракосочетания у мужчин, что объяснимо ускорением процесса накопления собственности, открывшим возможности к более ранним бракам и увеличению среднего числа детей в семье. По результатам нашего анкетирования, средний возраст бракосочетания для мужчин около 23 лет, для женщин – 17.5. Возраст заключения брака для женщин варьировал с 16 до 18 лет, а для мужчин между 23 и 25 годами [Kobyliansky, Hershkovitz, 1987]. Согласно Мухсаму [Muhsam, 1966] приблизительно 50% бедуинов Негева женились в возрасте 20 лет, 75% были женаты в возрасте 24 (средний возраст бракосочетания – 22.4 года); в 17 лет были замужем 50% негевских бедуинок, а в возрасте 19 лет были замужем 80% (средний возраст – 18.4 л.).

Разница в возрасте вступления в брак между мужчинами и женщинами Южного Синая колеблется между 2 и 6 годами; для Негева составляет приблизительно 4 года [Muhsam, 1966]. Некоторые мужчины женятся в относительно зрелом возрасте, причем иногда на молодых женщинах, несмотря на общее отрицательное отношение к такому типу брака. Менее 4% мужчин женятся на более старших женщинах. Раннее замужество женщин теоретически позволяет им произвести больше потомства в течение фертильного периода, однако в большинстве публикаций отрицается существование связи между возрастом бракосочетания и количеством детей в семье [Revelle, 1968; Benedict, 1972].

Общеарабская (за исключением стран Персидского залива) тенденция [Chamie, 1986; Farques, 1997; Tabutin, Schoumaker, 2005] к сниже-

нию полигамии подтверждена нами при анализе генеалогий по нескольким поколениям. Средний для всей популяции бедуинов показатель полигамности, полученный по результатам анкетирования – 15% (что близко к вычисленному по генеалогиям – 12.1%). Бен Давид [Ben-David, 1978] сообщал о 17% полигамных семей у бедуинов Южного Синая. Анализ 1900 семей позволил Ниру [Nir, 1987] оценить полигамию в 12.25%: 10.15% с двумя женами, 1.68% с тремя женами и 0.42% с четырьмя женами, причем тремя–четырьмя женами обладали только шейхи или очень богатые бедуины. По Ниру норма многобрачия в племени алейгат – 21.3%; в хавейтате – 12.9%; в джебеллии – 7.5%; в савалче – 21.1%; авлад саид – 11.1%; хамада – 5.5%; гарарша – 15%; и музейна – 8.6%. Общая тенденция состоит в том, что, чем больше племя, тем меньше количество многобрачных семей. В пределах музейны (3056 чел.) 8.6% полигамных семей, в племени савалча (401 чел.) – 21.1%. Леви [Levi, 1979] указывает, что из 81 исследованной многобрачной семьи в 67 – по две жены, в 10 – 3 жены и в 4 – четыре жены. Среди бедуинов Негева средний процент полигамии в конце 1940-х был 7.7, в диапазоне 4.4–15.5% [Muhsam, 1966]. В Южном Синае средний возраст, в котором мужчины бедуинов обретают вторую жену, – 31 год. Мухсам [Muhsam, 1966] оценил этот возраст для племен Негева как 35.8 лет. Он определил среднюю разницу в возрасте между мужем и его второй женой в 14.5 лет, а различие в возрасте между женами приблизительно в 10 лет. Леви [Levi, 1987] утверждает, что преимущество полигамии состоит в том, что позволяет мужчине произвести большое потомство, увеличив этим «физическую» силу семьи. Мухсам [Muhsam, 1966] объясняет многобрачие экономической выгодой, что позволяет во времена засухи посылать стада к различным источникам воды под ответственностью одной из жен.

Обратную связь между полигамией и количеством детей Бенедикт [Benedict, 1972] объясняет бесплодием первой жены. Мухсам [Muhsam, 1966] в Негеве отметил более высокий уровень бесплодия у первых жен в полигамных семьях по сравнению с моногамными семьями. Джозефсон [Josephson, 2002] показал, что только в 9% человеческих популяций мира повышена фертильность в полигамных браках. Полигамные браки бедуинов менее плодовиты, чем моногамные. Эта тенденция прослеживается и в Саудовской Аравии [Khraif et al., 2008]. В богатых ОАЭ, где бедуины явно не составляют большинства населения, фиксируются противоположные закономерности

[Alnuaimi, Poston, 2009]. По нашим данным, среднее число живорожденных детей в полигамной семье – 4.0, в моногамных семьях эта цифра достигала 5.5. Для бедуинов Саудовской Аравии эти показатели также достоверно отличаются: 5.7 и 7.2 соответственно. В литературе есть гипотезы, объясняющие этот феномен недостаточностью периода созревания спермы у мужчин, состоящих в полигинном браке, делаются попытки объяснить эту закономерность причинами небиологического характера, однако однозначной трактовки этого явления пока не предложено.

В большинстве популяций мира среднее вторичное соотношение численностей полов, т.е. число мальчиков к числу девочек при рождении [Cavalli-Sforza, Bodmer, 1971] составляет приблизительно 105. По данным Бен Давида [Ben-David, 1978], в южно-синайском населении третичное соотношение численностей полов варьирует в возрастных когортах от 99 (у 30–44-летних), до 172 и даже 207 (в старших когортах 45–59-летних и 60 лет и старше). Можно предположить, что этот феномен связан с катастрофически низким состоянием здравоохранения, женской смертностью вследствие неполучения медицинской помощи.

Согласно исследованиям Нир [Nir, 1987], третичное половое соотношение для южно-синайских бедуинов всех возрастов 109, причем в поколении родителей (18–44 года) половое соотношение равно 128.1, в поколении потомства (0–17 лет) – 106.9.

Заключение

На основании исследования истории, демографии, миграционных процессов и социальной структуры бедуинских племен Южного Синая установлено, что межплеменные связи образуются прежде всего на социополитическом уровне, а не на уровне родства. Бедуинские племена, мигрировавшие в Южный Синай с Аравийского полуострова более 1000 лет тому назад характеризуются высоким уровнем эндогамии: 97% браков заключается внутри племени, из них 14.6% являются межклубными браками. Зафиксированный на основании реконструкции демографической истории племени музейна с учетом брачного круга предыдущих 16 поколений показатель степени эндогамии группы максимален и превышает значения для других популяций человека.

На момент обследования в изученной группе, как и в арабском мире в целом, (за исключе-

нием стран Персидского залива) наблюдалась тенденция к снижению полигамии. В среднем в суперструктуре тоуара 15% полигинных семей, их количество обратно пропорционально размерам конкретного племени. Плодовитость в таких семьях ниже, чем в моногамных союзах, что согласуется, в частности, с данными по бедуинам Северной Аравии.

Соотношение численностей полов в популяциях бедуинов меняется с возрастом, причем в сторону увеличения мужской части популяции в старших возрастах. Создается впечатление о несколько большей средней продолжительности жизни мужчин, для которых тяготы экстремальной кочевой и полукочевой жизни оказываются менее губительными, чем для женщин, не выдерживающих дефицита пищи и элементарного медицинского обслуживания.

Благодарность

Авторы выражают свою искреннюю благодарность А.П. Бужиловой за конструктивные замечания и ценные рекомендации при подготовке настоящей статьи.

Библиография

- Першиц А.И.* Хозяйство и общественно-политический строй Северной Аравии в XIX – первой трети XX в. // Тр. Ин-та этнографии. М., 1961.
- Рычков Ю.Г.* Антропология и генетика изолированных популяций (древние изоляты Памира). М.: Изд-во МГУ, 1969.
- Фогель Ф., Мотульски А.* Генетика человека. М.: Мир, 1990. Т. 3.
- Abelson A.* Population structure in the Western Pyrenees: social class, migration and the frequency of consanguineous marriage, 1850 to 1910 // *Ann. Hum. Biol.*, 1978. Mar. Vol. 5 (2).
- al-Gazali L.I., Dawodu A.H., Sabarinathan K., Varghese M.* The profile of major congenital abnormalities in the United Arab Emirates (UAE) population // *J. Med. Genet.*, 1995. Vol. 32.
- Alnuaimi W.S., Poston D.L. Jr.* Polygyny and Fertility in the United Arab Emirates at the End of the 20th Century. URL: <http://iussp2009.princeton.edu/download.aspx?submissionId=93083> (дата обращения 13.05.2012).
- Arensburg B., Hershkovitz I., Kobyljansk E., Micl S.* Southern Sinai Bedouin tribes: Preliminary communication on an anthropological survey // *Bull. et Mem. de la Socv. d'Anthrop. de Paris*, 1979. Serie XIII. T. 6. P. 362–372.

- Auton A. et al.* Global distribution of genomic diversity underscores rich complex history of continental human populations // *Genome Res.*, 2009. Vol. 19. P.795–803.
- Baily Y., Peled R.* The Bedouin tribes in the Sinai. Tel-Aviv: Ministry of Defence, 1974.
- Baily Y.* The Bedouins in Sinai. In E. Zohar (ed.) *The Desert*. Tel-Aviv: Reshafim, 1977. P. 240–247.
- Badaruddoza A. M.* Inbreeding depression and intelligence quotient among north Indian children // *Behav.Genet.*, 1993. Jul. Vol. 23 (4). P. 343–347.
- Bar-Yosef O.* The Stone Age in Sinai // In: Z. Meshel and I. Finkelstein (eds.) *Kadmoniot Sinai*, Tel Aviv: Hakibutz Hameohad., 1980. P. 11–40.
- Bar-Yosef O.* Neolithic sites in Sinai // In: Frey W. and Uerpmann H.P. (eds.) *Contribution to the Environmental Pliostory of Southwest Asia*. 1981. P. 217–235.
- Bashi J.* Effects of inbreeding on cognitive performance // *Nature*, 1977. Vol. 266. P. 440–442.
- Beit-Aryeh Y.* Early Bronze Settlement in South Sinai // In: Z. Meshel and I. Finkelstein (eds.) *Kadmoniot Sinai*, Tel Aviv: Hakibutz Hameohad., 1980. P. 295–312 (in Hebrew).
- Ben-David (Kobyliansky) Y., Micle S., Hershkovitz I., Arensburg B.* Sensitivity to Phenylthiocarbamide in some Bedouin tribes of South Sinai // *J. Isr. Med. Ass.*, 1982. July. P. 57–59. (in Hebrew).
- Ben-David Y.* Gebeliya: A Bedouin Tribe in a Monastery Shade. Jerusalem: Kana, 1981 (in Hebrew).
- Ben-David Y.* Bedouin Tribes in the South Sinai. Jerusalem: Keshet., 1978 (in Hebrew).
- Benedict B.* Social regulation of fertility. In: *The Structure of Human Populations*. Harrison, G.B. and Boyce, A.J. (eds.), Oxford: Clarendon Press, 1972. P. 73–89.
- Bittles A.H., Black M.L.* Consanguinity, human evolution, and complex diseases // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 2010. January 26. 107 (suppl_1). P. 1779–1786.
- Bittles A.H.* A community genetics perspective on consanguineous marriage // *Community Genet.*, 2008. Vol. 11. P. 324–330.
- Bittles A.H.* The global prevalence of consanguinity. URL: <http://www.consang.net> (дата обращения 13.05.2012).
- Bittles A.H., Neel J.V.* The costs of human inbreeding and their implications for variations at the DNA level // *Nat. Genet.*, 1994. Oct. Vol. 8 (2). P. 117–121.
- Bonne B., Godber M., Ashbel S., Mourant A.E., Tills D.* South Sinai Bedouin. A preliminary report on their inherited blood factors // *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1971. Vol. 34. P. 397–408.
- Burckhardt J.L.* *Travels in Syria and the Holy Land*. London, 1822.
- Calderon R.* Inbreeding, migration and age at marriage in rural Toledo, Spain // *J. Biosoc. Sci.*, 1983. Jan. Vol. 15 (1). P. 47–57.
- Carter C.* Risk of offspring of incest // *Lancet*, 1967. Vol. I. P. 436.
- Cavalli-Sforza L.L., Bodmer W.F.* *The Genetics of Human Populations*. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1971.
- Chamie J.* Polygyny among Arabs // *Population Studies*, 1986. Vol. 40. P. 55–66.
- Cohen B.E., Weller L., Rahman D.* Consanguinity analysis in Israeli men-retardates // *Am. J. Hum. Genet.*, 1977. Vol. 29. P. 339–349.
- Crow J.F.* Genetic loads and cost of natural selection. In: *Mathematical topics in population genetics*, Kojima K. (ed.), Springer, Berlin-N.Y.: Heidelberg, 1970. P. 128–177.
- Devi A.R., Rao N.A., Bittles A.H.* Consanguinity, fecundity and post-natal mortality in Karnataka, South India // *Ann. Hum. Biol.*, 1981. Sep.–Oct. Vol. 8 (5). P. 469–472.
- Fargues Ph.* The Decline of Arab Fertility // *Population*, 1989. Vol. 44. P. 147–175.
- Frisch R.E.* Population, food intake and fertility // *Science*, 1978. N 199. P. 22–30.
- Hershkovitz I., Livshits G., Moskona D., Arensburg B., Kobyliansky E.* Variables affecting dental fluctuating asymmetry in human isolates // *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1993. Jul. Vol. 91 (3). P. 349–365.
- Josephson S.* Does polygyny reduce fertility // *Am. J. Hum. Biol.*, 2002. Vol. 14. P. 222–232.
- Kaufman-Zivelin A.* The Distribution and Frequency of Haptoglobins and Transferrins of South Sinai Bedouin. M. Sc. Thesis. Tel Aviv University, 1971.
- Khlat M.* Consanguineous marriage and reproduction in Beirut, Lebanon // *Am. J. Hum. Genet.*, 1988. Aug. Vol. 43 (2). P. 188–196.
- Khraif R. et al.* Grazing Groups in Suman and Northern Parts of Saudi Arabia: A study of Their Demographic characteristics and Social and Economic Attributes // *J. Gulf and Arabian Peninsula Studies*, 2008. Vol. 34. P. 241–318.
- Kobyliansky E., Hershkovitz I.* Biology of Desert Populations South Sinai Bedouins: Growth and Development of Children in Human Isolates // *Etudes Recherches Archaeologique de l'Universite de Liege (ERAUL) Liege*, 1997. 82.
- Kobyliansky E., Hershkovitz I.* History, demography, marital patterns and immigration rate in the South Sinai Bedouins: their effect on the coefficient of inbreeding (F). 2002.
- Levi S.* *The Bedouins in Sinai Desert.*: Tel Aviv: Schocken, 1987 (in Hebrew).
- Li C.C.* *Population Genetics*. Chicago: The University of Chicago Press, 1968.
- Livshits G., Yakovenko K., Kletselman L., Karasik D., Kobyliansky E.* Bilateral asymmetry in dental discrete traits in human isolates: south Sinai Bedouin tribes // *Anthropol. Anz.*, 1996. Dec. Vol. 54 (4). P. 289–306.
- Livshits G., Kobyliansky E.* Fluctuating asymmetry as a possible measure of developmental homeostasis in humans: a review // *Hum. Biol.*, 1991. Aug. Vol. 63 (4). P. 441–466.
- Mourant A.E., Kopec A.C., Domaniewska-Sobczak K.* *The Distribution of the Human Blood Groups and Other Polymorphisms*. London: Oxford University Press, 1976.
- Muhsam H.V.* *Bedouin of the Negev: Eight Demographic Studies*. Jerusalem: Academic Press, 1966.
- Nandris J.* Tribal identity in Sinai // *Archaeol.*, 1981. P. 56–57.
- Nir Y.* The Bedouin tribes of Southern Sinai: Social and family structure. In: *Sinai (Human Geography – Part II)*. G. Gvirtzman, A. Shmueli et al. (eds), Tel Aviv: Eretz, Ministry of

- Defense, 1987. P. 807–818 (in Hebrew).
- Palmer E.H.* The Desert of Exodus. Cambridge, 1971.
- Perevolotzky A. and Perevolotzky A.* Agriculture and Herding: a traditional Food Resources of the Gebeliya Tribe. The Society for the protection of Nature. Tel Aviv, 1979 (in Hebrew).
- Postma E., Martini L., Martini P.* Inbred women in a small and isolated Swiss village have fewer children // *J. Evol. Biol.*, 2010. Jul. Vol. 23 (7). P. 1468–1474.
- Revelle R.* Introduction to historical population studies. Cambridge: Daedalus, Mass., 1968. Vol. 97. P. 353–362.
- Robinson E.* Biblical Researches in Palestine, Mount Sinai and Arabia Petraea, London, 1841.
- Rudan I., Campbell H.* Five reasons why inbreeding may have considerable effect on post-reproductive human health // *Coll. Antropol.*, 2004. Dec. Vol. 28 (2). P. 943–950.
- Rudan I., Biloglav Z., Vorko-Jovic A., Kujundzic-Tiljak M., Stevanovic R., Ropac D., Puntaric D., Cucevic B., Salzer B., Campbell H.* Effects of Inbreeding, Endogamy, Genetic Admixture, and Outbreeding on Human Health: A «1001 Dalmatians» Study // *Croatian Medical Journal*, 2006. August. Vol. 47 (4). P. 601–610.
- Pattison J.E.* A comparison of inbreeding rates in India, Japan, Europe and China // *Homo*, 2004. Vol. 55 (1–2). P. 113–128
- Salzano F.M.* Genetic aspects of the demography of American Indians and Eskimos. In: *The Structure of the Human Populations*, Harrison, G.A. & Boyce, A.J. (eds.), Oxford: Claredon Press, 1972. P. 234–251.
- Saugstad L.F.* Inbreeding in Norway // *Ann. Hum. Genet.*, 1977. May. Vol. 40 (4): P. 481–491.
- Srinivasan S., Mukherjee D.P.* Inbreeding among some Brahman populations of Tamil Nadu // *Hum. Hered.*, 1976. Vol. 26 (2). P. 131–136.
- Schull W.J., Nagano H., Yamamoto M., Komatsu I.* The effect of parental consanguinity and inbreeding in Hirado, Japan. I. Stillbirth and prereproductive mortality // *Am. J. Hum. Genet.*, 1970. Vol. 22. P. 239–262.
- Schull W.J., Nell J.V.* The effect of parental consanguinity and inbreeding in Hirado, Japan. V. Summary and interpretation // *Am. J. Hum. Genet.*, 1972. Vol. 24. P. 425–453.
- Spielman R.S., Neel J.V. and Li F.H.F.* Inbreeding estimation from population data: Models, procedures and implications // *Genetics*, 1975. Vol. 85. P. 355–371.
- Stanley A.P.* Sinai and Palestine. London, 1864.
- Tabutin D., Schoumaker B.* The Demography of the Arab World and the Middle East from the 1950s to the 2000s. // *Population (English Edition)*, 2005. Vol. 60. P. 505–615.
- Tadmouri G.O., Nair P., Obeid T., Al Ali M.T., Al Khaja N., Hamamy H.A.* Consanguinity and reproductive health among Arabs // *Reprod. Health.*, 2009. Oct. Vol. 8. P. 6–17.
- Teebi A.S.* Autosomal recessive disorders among Arabs: an overview from Kuwait // *J. Med. Genet.*, 1994. Mar. Vol. 31 (3). P. 224–233.
- Tsafrir Y.* Monks and monasteries in Southern Sinai // *Qadmoniot.*, 1970. Vol. 3. N 1 (9), P. 2–18.
- Wright S.* Systems of mating. II. The effects of inbreeding on the genetic composition of populations // *Genetics*, 1921. Vol. 6. P. 124–143.
- Wright S.* The genetical structure of populations // *Ann. Eugen.*, 1951. Vol. 15. P. 323–354.

Контактная информация:

Чумакова Анна Михайловна. E-mail: achumakova@mail.ru;

Кобылянский Евгений Давидович.

E-mail: anatom14@post.tau.ac.il.

THE BEDOUINS OF THE SOUTH SINAI PENINSULA: THE GENETIC AND DEMOGRAPHIC ASPECTS (BASED ON AN ANTHROPOLOGICAL EXPEDITION OF 1979–1982)

A. Chumakova¹, Eu. Kobyliansky²

¹*Institute and Museum of Anthropology, MSU, Moscow*

²*Department of Anatomy and Anthropology and Chair in Biological Anthropology, Sackler Faculty of Medicine, Tel-Aviv University*

Introduction. Bedouin population of southern Sinai, endogamous nomadic group with signs of isolates, traditional archaic structure of the community, living in a homogeneous, unchanging over the centuries, and quite a harsh environment, represents a unique model group for studying the role of genetic and environmental factors. Report presents the results of genetic and demographic study of several Bedouin groups based on a multidisciplinary anthropological expedition of Tel Aviv University, who worked in the years 1979–1982 in the South of the Sinai Peninsula.

Materials and Methods. Used an adult sample (age 16+), numbering about 600 people and including 106 female individuals. To establish the degree of relationship between parents, the reconstruction of genealogies were conducted more than 600 respondents, clarification on family ties received with the aid of parished elders, sheikhs. Inbreeding coefficient calculated by applying Wright's path analysis.

Results. This article contains information on the colonization history of Sinai, tribal Bedouin's structure, as well as demographic characteristics. Based on the study of history, demography, migration and social structure of the South Sinai Bedouin tribes research educed that tribal bonds were formed primarily on the sociopolitical level, not at the level of kinship. Bedouin tribes who migrated to South Sinai to the Arabian Peninsula for over 1000 years ago, characterized by high levels of endogamy (97% of marriages within the tribe, 14.6% marriages between first cousins). The recorded value of the endogamy rate exceeds values for other human populations. On average, 15% of families in Towara superstructure were polygynous, their number was inversely proportional to the size of a particular tribe. Fertility in these families was lower than in monogamous unions, that is consistent, in particular, with data on the Bedouins of North Arabia. The sex ratio in the Bedouin population changes in the direction of increasing the male population at older ages. It creates the impression of a somewhat larger average male life expectancy, which may be explained by the less harmful effect for men of extreme hardships of nomadic and semi-nomadic subsistence – the softer sex does not withstand shortages of food and basic health care.

Keywords: anthropology, Bedouins of Southern Sinai, demography, fertility, polygyny, endogamy

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЦВЕТА И СТРУКТУРЫ РАДУЖКИ В РАЗЛИЧНЫХ НАУКАХ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ В АНТРОПОЛОГИИ

А.А. Дорофеева¹, Ю.В. Лоскутова¹, А.В. Хрусталева², Ю.В. Крылов², М.А. Негашева¹

¹ Кафедра антропологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

² Кафедра «Биомедицинские технические системы» МГТУ имени Н.Э. Баумана, Москва

В статье рассматриваются данные научной литературы по изучению цвета и структуры радужки в биометрии, медицине и антропологии в настоящее время.

Первая часть статьи посвящена изучению цвета и структуры радужки как уникальной биометрической характеристики в целях идентификации личности. Особое внимание уделено основным анатомо-морфологическим свойствам радужки, диктующим требования к системам распознавания. Представлена схема, которую реализуют современные методы автоматического распознавания радужки по ее изображениям.

Вторая часть статьи посвящена исследованиям пигментации и структуры радужки в медицине. По литературным данным описаны важные взаимосвязи количества пигмента с болезненными состояниями органа зрения, методы исследования и регистрации количества меланина. Также представлены результаты оценки функционального статуса человека некоторыми медиками на базе комплекса индивидуальных иридоглифических показателей.

В третьей части статьи предложены современные разработки в области методического подхода к исследованию цвета глаз в антропологических исследованиях при помощи компьютерных технологий. Предложен унифицированный подход, исходя из требований объективной оценки фенотипических особенностей пигментации радужки, когда одной из основных проблем является методическая сопоставимость результатов, полученных разными специалистами. Источниками этой проблемы могут быть либо несопоставимость применяемых методов, либо субъективные ошибки исследователей. В связи с этим в настоящее время весьма актуальным является применение инструментальных методов определения особенностей пигментации (вместо описательных шкал), а также унификация полученных материалов, которая может быть достигнута автоматической компьютерной обработкой первичных антропологических данных (например, изображений радужки) с помощью специального программного обеспечения. В данной статье представлены результаты авторской инновационной разработки программного обеспечения, предназначенного специально для автоматического определения цвета глаз по антропологической 12-ти классовой шкале Бунака на базе цифровых фотографий радужки, полученных с помощью прибора – иридоскопа. На основе цифровых фотографий и предложенного программного обеспечения, являющихся предметом сотрудничества Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и Научно-исследовательского и испытательного центра биометрической техники МГТУ имени Н.Э. Баумана, оказалась возможной визуализация 12-ти классовой шкалы Бунака в виде компьютерных цифровых изображений. Разработанное программное обеспечение может оказаться весьма актуальным и востребованным для демонстрации музейных этнографических экспозиций на новом высококачественном уровне компьютерных технологий; для учебных целей при иллюстрации вариантов пигментации радужки в различных популяциях человека, а также для прикладного использования.

В заключение рассматриваются перспективы изучения цвета и структуры радужки в антропологических исследованиях с применением новых компьютерных технологий и способы усовершенствования имеющихся методик определения цвета глаз на основе молекулярно-генетических исследований.

Ключевые слова: антропология, методы определения цвета глаз, методы изучения структуры радужки, компьютерные технологии для изучения особенностей радужки

Исследование цвета и структуры радужки¹ в биометрии

Одной из наиболее востребованных областей применения результатов исследования цвета и структуры радужки является биометрия. Радужка как биометрическая характеристика человека отличается универсальностью и уникальностью для каждого индивида, высокой стабильностью параметров цвета и структуры, а также удобством регистрации [Кухарев, 2001]. Статистически подсчитанная вероятность ложного допуска при автоматическом распознавании радужки составляет около 0.2%, а вероятность ложного недопуска составляет около 2%. Для всех прочих биометрических систем такая вероятность ложного допуска достигается лишь при неприемлемых значениях недопуска в десятки процентов [Матвеев, Ганькин, 2004; Xiaoyan, Pengfei, 2007].

Информативность уникальных микроанатомических различий в радужке учитываются даже в медицине в подготовке и процессе хирургического вмешательства [Каган, Канюков, Урбанский, 2005; Урбанский, 2004].

Согласно исследованиям иридологов, форма и, особенно, окраска некоторых элементов радужки может изменяться достаточно быстро (в течение нескольких дней). Однако в биометрии используется полутоновое изображение радужки, и некоторые пигментные изменения не заметны. Считается, что количество элементов радужки столь велико, что при сравнении двух эталонов достаточно совпадения лишь 30% параметров, чтобы считать с вероятностью ошибки не более 10^{-6} , что эталоны принадлежат одному человеку (по статистическим расчетам).

В настоящее время применение изображений радужки в биометрии регламентируется ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-6-2006 «Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 6. Данные изображения радужной оболочки глаза». Данный стандарт устанавливает требования к формату обмена биометрическими данными изображения радужки, к техническим средствам и условиям регистрации изображений радужки [ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-6, 2006].

¹ Здесь и далее в тексте согласно современной анатомической терминологии [Международная анатомическая терминология, 2003] применяется термин «радужка», хотя ранее в антропологической литературе использовался термин «радужина» [Бунак, 1941; Рогинский, Левин, 1955; Хрисанфова, Перевозчиков, 2002].

Однако существующие биометрические системы распознавания личности по радужке не нашли широкого применения по ряду причин, основная из которых заключается в том, что технические характеристики средств регистрации и обработки изображений радужки не согласованы с анатомо-физиологическими особенностями радужки.

Радужка является передней частью сосудистого русла глаза, расположенной между роговицей и хрусталиком, и имеет форму усеченного конуса с отверстием в виде зрачка вдоль оси симметрии, совпадающей с оптической осью глаза. Значение диаметра радужки, характеризующее размер ее внешней границы, находится в диапазоне 9.5 – 13.7 мм и составляет в среднем 12 мм – вертикальный и горизонтальные размеры могут различаться на 0.5 – 0.7 мм [Кобаева, 2002; ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-6, 2006]. Диаметр зрачка зависит от большого числа факторов и может составлять от 2 до 8 мм [Вельховер, Ананин, 1991].

Высота конуса (толщина радужки) изменяется от 0.2 мм в на границе с цилиарным телом до 0.4 мм в области автономного кольца [Сомов, 2005]. Значительные отклонения поверхности радужки от плоскости приводят к формированию дополнительных требований к минимальной глубине резко отображаемого пространства аппаратно-программных средств для регистрации изображений радужки.

Особо стоит выделить изменения радужки, вызванные изменением формы зрачка. При аккомодации толщина хрусталика меняется от 3.6 до 5 мм, что приводит к смещению центральной части радужки относительно периферической.

При сокращении/расширении зрачка радужка деформируется хоть и нелинейно, но радиально-симметрично. Поэтому, используя модель радужки, можно с большей точностью предсказать, куда сдвинется и какую форму примет данный элемент радужки при том или ином изменении размера зрачка. Однако при изменении формы зрачка растяжение различно вдоль разных радиусов. Поэтому система, претендующая на высокую надежность, должна запоминать форму зрачка и учитывать ее изменения при регистрации или нормировать картину радужки к круглому зрачку, используя радиально-асимметричное преобразование.

Структурной единицей стромы радужки, определяющей вместе с цветом ее индивидуальный структурно-хроматический узор, является трабекула – мезодермальный тяж, соответствующий сосудистому анастомозу между большим и малым артериальными кругами радужки. Диапазон вариаций диаметра трабекул составляет от 70 до

120 мкм, поэтому разрешающая способность систем регистрации изображений радужки должна быть согласована с данным параметром, что не всегда выполняется в существующих биометрических системах.

В течение различных физиологических процессов в радужке можно наблюдать изменения, имеющие значение для биометрического сопоставления, такие как изменения размера и формы зрачка, изменения формы и окраски элементов радужки. Под воздействием изменений освещенности, при перемещении фокуса внимания и в зависимости от физического и психического состояния зрачок живого глаза постоянно меняет свой размер. Зрачок также совершает аperiodические самопроизвольные движения (гиппус). В результате этих движений зрачка изменяется размер радужки и соответственно деформируется ее рисунок. При изменении размеров зрачка участки радужки деформируются тем сильнее, чем ближе они к зрачку. Детально этим вопросом занимались в Научно-исследовательском и испытательном центре Биометрической техники МГТУ им. Н.Э. Баумана, сотрудниками которого предложен комплекс геометрических параметров радужки, изучены зависимости его значений от освещенности, а также определены условия регистрации иридоглифических изображений [Спиридонов, 2003; Хрусталева, Спиридонов, 2005].

От внешней среды радужка защищена роговицей, и поэтому любое исследование радужки *in vivo* должно проводиться с учетом особенностей этой среды. Диаметр роговицы взрослого человека колеблется от 10 до 12 мм. Радиус кривизны передней поверхности роговицы составляет в среднем от 7.6 до 7.8 мм, задней поверхности – около 6.8 мм, толщина в центральной части – 0.5–0.9 мм [Хацевич, 1998]. С воздухом граничит только ее передняя поверхность, задняя же соприкасается с водянистой влагой передней камеры, показатель преломления которой мало отличается от такового роговицы ($n_p = 1,376$. $n_{\text{вв}} = 1.336^2$). В этих условиях роговица работает как сильная положительная линза, при этом переднее и заднее фокусные расстояния ее составляют 23.22 мм и 31.03 мм, соответственно, что необходимо учитывать в сборе биометрического материала. Кроме того, зеркально отражая свет, предназначенный для освещения радужки, роговица формирует яркие блики на изображении, которые могут маскировать часть аксиологической информации.

² n_p – показатель преломления роговицы, $n_{\text{вв}}$ – показатель преломления водянистой влаги.

Существуют также специфические условия регистрации изображения, такие как подсветка. Уникальность каждой радужки определяется особенностями пространственного распределения цветности ее стромы. В зависимости от длины волны света, в котором регистрируется радужка, на ней проявляются различные детали, причем их выраженность зависит от типа цвета глаз. Например, большинство светлых глаз дает наиболее четкий рисунок в видимом свете. Напротив, структуры темных глаз четко проявляются в инфракрасном диапазоне. Подсветка должна давать в области регистрации радужек освещенность, в несколько раз превышающую ту, что создается посторонними источниками. Показано, что сходимость результатов измерения параметров цвета и структуры обеспечивается при освещенности радужки от 200 до 500 лк. Видимый свет с такой интенсивностью вызывает большое неудобство. Возможный вариант – вспышка, как в фотоаппарате.

В существующих биометрических системах распознавания личности для освещения радужки используются инфракрасная подсветка, поэтому зарегистрированные изображения являются не контрастными и утрачивают уникальные свойства, присущие радужке. Стандартами рекомендован свет 700–900 нм (ближний ИК).

Также требуется специфическая ориентация регистрируемого объекта относительно камеры, а именно конкретное пространственное положение: радужка – объект небольшого размера, и для получения ее изображения приемлемого качества (в фокусе и достаточного разрешения) требуется весьма точное позиционирование глаз (головы) пользователя. Особую сложность представляет угловая ориентация радужки относительно камер, то есть ее поворот относительно оси – луча зрения камеры [Ives, Bonney, Etter, Du, 2004; Abhyankar, Hornak, Schuckers, 2005].

Все существующие в настоящее время методы автоматического распознавания радужки глаза по ее изображениям реализуют следующую схему:

- выделение области интереса (радужки) на изображении,
- нормирование размеров изображения радужки,
- преобразование в полярную систему координат (иногда неявное),
- вычисление признаков и формирование из них эталона радужки,
- сравнение двух наборов признаков. [Кухарев, 2001; Dorairaj, Schmid, Fahmy, 2005].

В биометрических системах распознавания по радужке прослеживаются некоторые особенности. Преобразование, используемое для получения признаков, должно быть инвариантным к изменению яркости и контрастности изображения, тренду яркости, Гауссову шуму. Метод сравнения наборов признаков должен быть устойчив к тому, что часть признаков может быть недоступна (алгоритмы отбраковки век, ресниц, бликов указали, что соответствующие участки радужки закрыты) или, что хуже, искажена (алгоритмы отбраковки ошиблись и не исключили закрытый участок, и его данные считаются доброкачественными). Система распознавания по радужке компенсирует это большим резервом информативности признаков в незакрытых частях. В 1994 г. фирма «Иридиан» зарегистрировала патент на этот метод биометрического распознавания по радужке. В настоящее время начинают развиваться коммерческие биометрические проекты на базе различных научных разработок [Byungjun, Huysuk, Gyundo et al., 2004; Ives, Bonney, Etter, 2005; Chohg, Teoh, Ngo, 2005; Hyung, Seungin, Kwanghyuk et al., 2004; Yong, Jiu-Qiang, 2005]. Однако сложность структуры, формы и расположения радужки, высокая вариабельность ее параметров, обусловленная изменением диаметра зрачка, определяет специфические требования к условиям и средствам регистрации изображений радужки и методам их обработки, ввиду чего автоматические системы идентификации по радужке не находят пока широкого применения.

Исследование цвета и структуры радужки в медицине

В медицинской практике в настоящее время многие диагностические критерии дистрофических, дегенеративных и воспалительных заболеваний радужки основаны на описательных, относительных и, во многом, субъективных показателях, к которым относится и наблюдаемое при этих заболеваниях изменение цвета радужки [Вельховер, Ананин, 1991]. Количественная оценка содержания меланина в радужке может служить объективным критерием при ряде патологических состояний, в том числе и при открытоугольной глаукоме. Отечественные офтальмологи разработали экспериментальную установку, позволяющую неинвазивными методами отражательной спектроскопии и цифрового анализа изображений радужки выполнять оценку, как содержания, так и пространственного распределения меланина

и крови в радужке. С целью выявления корреляции между содержанием пигмента меланина в образцах и их цветовыми характеристиками, были проведены модельные измерения цветовых характеристик растворов меланина различной концентрации методом отражательной спектроскопии. Модельная среда представляла собой плоский слой толщиной 450 мкм, что соответствует реальным геометрическим параметрам радужки. Предполагалось, что доминирующими рассеивателями являются мелкие частицы с фактором анизотропии рассеяния g порядка 0.2. В качестве исходного спектра поглощения модельной среды (0) взят спектр поглощения феомеланина при значении его концентрации в среде, равном 1 мг/мл. Измерения спектров пропускания и отражения осуществлялось при помощи волоконно-оптического датчика и спектрометра ЛЭСА-6м. Источником белого света служила галогенная лампа мощностью 200 Вт. С использованием специального программного обеспечения проводился цифровой анализ цветных изображений радужки и дальнейшее сравнение со спектральными характеристиками различных модельных сред. В результате чего выявлено, что концентрация меланина в норме составила 2.6 ± 0.4 мг/см³ для голубых глаз, 3.0 ± 1.7 мг/см³ для карих глаз и 2.4 ± 0.4 мг/см³ для зеленых глаз. У пациентов, страдающих первичной открытоугольной глаукомой, данные значения составили 2.5 ± 0.6 мг/см³ для голубых глаз, 2.2 ± 0.2 мг/см³ для карих глаз, 1.6 ± 0.4 мг/см³ для зеленых глаз.

Таким образом, была выявлена существенная разница в содержании меланина у здоровых лиц и у пациентов, страдающих первичной открытоугольной глаукомой, что, по мнению авторов, может быть критерием диагностики данного заболевания. Авторами также предложено отслеживать динамику содержания пигмента меланина в радужке путем анализа ее цветового изображения [Долотов, Синичкин, Коблова и др., 2007; Коблова, Каменских, Башкатов, 2007; Коблова, Сергеева, Башкатов, 2004].

В клинической практике при открытоугольной глаукоме для увеличения оттока внутриглазной жидкости применяют препарат латанапрост, который побочно стимулирует меланогенез в меланоцитах радужки и приводит к ее потемнению [Cracknell, Grierson, Hogg, 2008; Pappas, Pusin, Higginbotham, 1998].

Для наблюдения динамики изменения пигментации радужки в процессе лечения глаукомы японские ученые предлагают использовать специальное программное обеспечение. Изображение на цветном мониторе сформировано комбинацией

точек – пикселей. В соответствии с цветовой системой RGB, цвет каждого пикселя определяется суммарной интенсивностью красного, зеленого и синего цветов в этой точке. Предлагаемое программное обеспечение на выделенной оператором области изображения производит оценку интенсивности каждого из трех цветовых составляющих (используется градация Adobe Photoshop от 0 до 255). Программа подсчитывает общую и среднюю RGB интенсивность. Например, общая интенсивность красного (интенсивность красного в каждом пикселе от 1 до 255) \times (количество пикселей в выделенной области). Средняя интенсивность красного – это (общая интенсивность красного) / (255 \times количество пикселей в выделенной области). Таким образом, при сопоставлении нескольких фотографий одного и того же глаза в процессе лечения, сделанных при одинаковых условиях освещения, данная программа позволит выявить различия цветовых характеристик. Авторы провели апробацию программного обеспечения на фотографиях радужек людей, больных глаукомой, до и после лечения. Результаты были следующими: до лечения средняя интенсивность цветов радужки была R 0.92, G 0.77, B 0.56; после девятимесячного лечения препаратом латанопрол средняя интенсивность цветовых составляющих составила R 0.65, G 0.59, B 0.48. Интенсивность всех RGB-составляющих снизилась после лечения, это говорит о том, что радужка стала темнее, (т.к. R 0, G 0, B 0 – соответствуют черному цвету). Таким образом, предложенное программное обеспечение для измерения интенсивности трех цветовых составляющих дает объективную оценку изменения цвета радужки, наблюдаемого в клинической практике [Otake, Kumagai, Inagaki et al., 2002].

Другие исследователи построили оптическую модель радужки, позволяющую выявить зависимость между структурными особенностями данной биоткани и ее цветовыми оттенками, определяющими цвет глаз. Радужная оболочка при расчетах моделировалась системой плоских слоев, содержащих дискретные рассеивающие центры, погруженные в однородное вещество с другими оптическими постоянными. Характерные размеры рассеивателей определялись согласно данным электронной микроскопии, их форма в первом приближении предполагалась сферической. Спектральная зависимость коэффициента поглощения определяется экспериментально измеренным спектром меланина. На основе полученных спектральных характеристик рассчитаны цветовые координаты и проанализированы закономерности изменения цвета в зависимости от параметров дисперсных систем. Разработана программа для

наглядной демонстрации цвета рассеивающих систем на экране монитора компьютера, проведены оценки диапазона изменения цветовых оттенков и чистоты цвета, проанализировано влияние размеров рассеивающих частиц и глубины залегания слоя меланиновых гранул на наблюдаемый цветовой оттенок [Скапцов, Максимова, 2006].

В МГТУ им. Н.Э. Баумана разработано специальное программное обеспечение для определения 4 основных типов пигментации радужки: темно-коричневого, светло-коричневого, серого, серого с гетерохромией [Krylov, Khrustaley, Spiridonov, 2008].

В профилактических целях медицина долгое время ищет возможности адекватной оценки функционального статуса и адаптивных возможностей человека.

В настоящее время не существует методов объективной оценки функционального статуса человека, за исключением подходов, предложенных в 1999 г. Н.В. Делоне и В.Г. Солониченко и основанных на измерении параметров информативных морфогенетических вариантов – «аномальных вариантов морфологии отдельных органов или тканей, не имеющих медицинского значения» [Делоне, Солониченко, 1999]. Особое место среди них занимают иридоглифические исследования, основанные на анализе морфологических и цветовых параметров радужки. Отличительные черты иридоглифических исследований обусловлены ее анатомо-физиологическими особенностями и проявляются в виде особых требований к условиям и средствам регистрации, методам обработки изображений радужки.

Рядом исследователей [Галимуллин, 1990; Вельховер, 1992; Сафина, 2000] предложены различные методики иридоглифических исследований функционального статуса человека. Ф.З. Галимуллиным предложена методика, основанная на анализе 15-и иридоглифических параметров: применение данной методики для профессионального отбора в военизированной горноспасательной части Печорского бассейна в течение трех лет позволило в 2 раза снизить число дней нетрудоспособности горноспасателей [Галимуллин, 1990]. В работе Р.Б. Сафиной показана взаимосвязь комплекса иридоглифических параметров с психосоматическими и психоневрологическими особенностями функционального статуса индивида [Сафина, 2000]. Е.С. Вельховером предложены подходы к иридоглифическим исследованиям функционального статуса с точки зрения репаративных способностей и адаптационных возможностей человека [Вельховер, 1992].

Исследование цвета и структуры радужки в антропологии

В антропологических исследованиях при описании фенотипических особенностей пигментации кожи, волос и радужки одной из основных проблем является методическая сопоставимость результатов, полученных разными специалистами. Источниками этой проблемы могут быть либо несопоставимость применяемых методов, либо субъективные ошибки исследователей. В связи с этим в настоящее время весьма актуальным является применение инструментальных методов определения особенностей пигментации (вместо описательных шкал), а также унификация полученных материалов, которая может быть достигнута автоматической компьютерной обработкой первичных антропологических данных (например, изображений радужки) с помощью специального программного обеспечения.

В 2009 г. на базе сотрудничества Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и Научно-исследовательского и испытательного центра Биометрической техники МГТУ имени Н.Э. Баумана коллектив авторов [Дорофеева, Хрусталева, Крылов и др., 2010] разработал специальное программное обеспечение, позволяющее автоматически определять цвет глаз по шкале Бунака на основе фотографических изображений радужки. Авторами также предложена оригинальная компьютерная визуализация шкалы Бунака. Для разработки указанного программного обеспечения были использованы материалы комплексного антропологического обследования 578 студентов московского и калмыцкого университетов: 294 юноши и 284 девушки в возрасте от 16 до 24 лет. С помощью прибора «Иридоскоп И-5» в одинаковых условиях получены цифровые изображения радужки, составившие массив индивидуальных данных для изучения морфологических особенностей цвета глаз. Регистрация изображений радужки проводилась в условиях освещения галогенной лампой постоянной мощности с цветовой температурой 3350 К в отсутствии внешнего освещения. В качестве приемника излучения использовалась аналоговая видеокамера Panasonic WV-CP484 с высокостабильными характеристиками цветовой чувствительности. Разрешение полученных цифровых изображений радужки составило 1000 dpi. Параллельно с регистрацией цифровых изображений радужки проводилось визуальное оценивание цвета радужки по традиционной шкале Бунака, состоящей из 12 глазных протезов, сравнение с которыми позволяет отнести все цветовые оттенки к трем основным типам: темному (радужка не содержит никаких иных цве-

товых элементов кроме черного, бурого, желтого); смешанному (в радужке кроме элементов перечисленных цветов имеются также участки серого, голубого или зеленого в разном количестве) или светлому типу (вся радужка окрашена исключительно в серый, голубой или синий цвет, при этом элементы черного, бурого и желтого отсутствуют). Каждый из трех типов в свою очередь подразделяется на 4 класса, соответствующих шкале Бунака.

В результате проведенного исследования морфологических особенностей цвета глаз по традиционной шкале Бунака установлено, что цвет радужки определяется цветом автономного кольца, цилиарного и зрачкового поясов радужки. На следующем этапе была разработана методика автоматического определения цвета глаз. Классификация цвета глаз по шкале Бунака основана на визуальном восприятии цветового контраста, поэтому описание цвета радужки проводилось в координатах пространства признаков равноконтрастной цветовой модели $L^*a^*b^*$ [Джадд, Вышецки, 1978; Домасёв, Гнатюк, 2009; Хрусталева, Ермакова, Спиридонов, 2009]. Обучающая выборка состояла из 420 цифровых изображений. Для каждого класса построены распределения цветовых координат пикселей цифрового изображения в зонах автономного кольца, цилиарного и зрачкового поясов радужки и установлены их статистические характеристики. Цветовые координаты радужек разных цветов имеют различные статистические распределения, поэтому для автоматического определения радужки по цвету выбран непараметрический метод классификации k -ближайших соседей. Экспериментально установлено, что оптимальным с точки зрения устойчивости и точности метода классификации радужки по цвету является значение параметра $k=7$.

В результате анализа особенностей пигментации радужки и статистических свойств ее цифрового изображения разработано оригинальное программное обеспечение для измерения цвета и классификации радужки, нахождения «характерных» и «редких» представителей каждого класса и их компьютерной визуализации. Предложенное специальное программное обеспечение позволяет работать в трех режимах: обучения, классификации и визуализации. В режиме обучения оператор формирует обучающую выборку из цифровых изображений радужки, выделяет на них области автономного кольца, цилиарного и зрачкового поясов. Для распределений цветовых координат пикселей автоматически рассчитываются значения моды и граничные значения, которые сохраняются в текстовом файле. В режиме классификации, на основании результатов измерения цве-

товых координат пикселей исследуемого цифрового изображения, автоматически определяется классовая принадлежность радужки (рис. 1). В режиме визуализации программа выводит на экран изображения «характерных» и «редких» представителей каждого класса, установленных на основании обработки выборки изображений, сформированной в режиме обучения.

Разработанное специальное программное обеспечение было апробировано на независимой выборке, состоящей из 158 изображений радужек. Результаты апробации показали, что ошибки классификации I-го и II-го рода не превышают 15%. Для определения «характерных» представителей класса вычисляется мода распределения цветовых координат пикселей цифрового изображения радужки: L^* , a^* и b^* внутри класса. «Редкие» представители класса соответствуют экстремальным значениям распределения по каждой цветовой координате. Для проведения внутри- и межклассовых сравнений морфологических особенностей цвета радужки в различных популяциях объем и состав выборки представителей каждого класса могут быть изменены. Весьма существенным является универсальность разработанного программного обеспечения, поскольку при автоматическом определении особенностей цвета все изображения радужки оцениваются по единому

алгоритму, при этом нивелируется расхождение результатов и субъективный подход разных исследователей.

В заключение следует отметить, что ни одна из предложенных в научной литературе шкал для определения цвета глаз так и не стала универсальной, общепринятой, признанной и распространенной в широких кругах отечественных и зарубежных исследователей [Дорофеева, Лоскутова, Негашева, 2012]. Все предложенные шкалы в той или иной мере содержат ряд недостатков и не могут удовлетворить современного исследователя на новейшем этапе развития науки, интегрирующем знания морфологии, гистологии, современной генетики и биохимии и использующем компьютерные технологии. Некоторые из предложенных шкал непригодны для генетического анализа, другие – для статистической обработки; одни разработаны на немногочисленных моноэтнических группах и не прошли проверку на других популяциях, другие не учитывают влияние структурных особенностей радужки на формирование воспринимаемого цвета или базируются на устаревших данных. И, наконец, ни одна из шкал не прошла проверку классификации фенотипов цветов глаз методом анализа генетических маркеров. Некоторые шкалы давно оставлены (Беддо, Брока, Топинара, Бертильона и др.), наиболее обо-

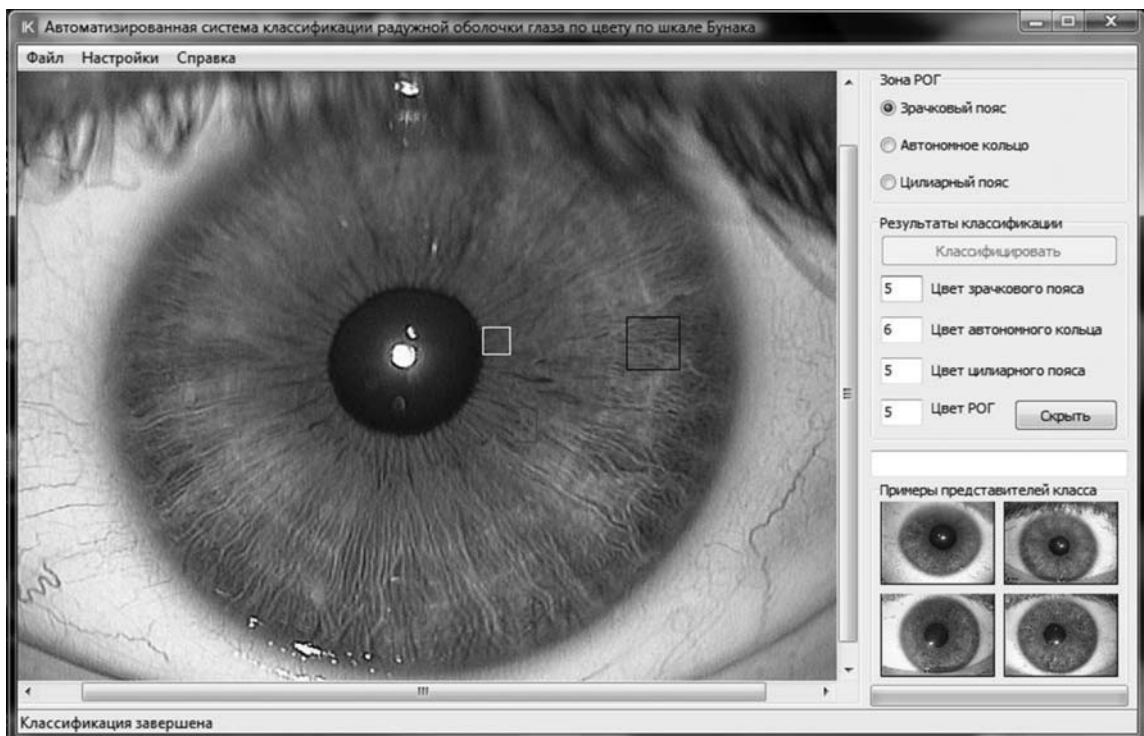


Рис. 1. Изображение окна специального программного обеспечения с результатами автоматической классификации радужки по цвету по шкале Бунака

снованные и удобные используются до настоящего времени (шкалы Мартина, Бунака). Распространенную и широко применяемую в России шкалу Бунака сам автор не признавал совершенной и, чтобы установить генетические границы 12 фенотипических классов, в качестве генетического анализа проводил сравнение состава потомков от однородных по цветовому классу близких сочетаний, например 10x10; 9x9 и так далее, до более удаленных. Если при таких сравнениях обнаруживалось, что границы изменчивости в распределении вариантов и средние величины одинаковы, делался вывод о том, что сравниваемые классы в среднем генетически однородны. По итогам этого анализа В.В. Бунак высказал несколько пожеланий о том, что можно попарно объединить № 12 и 11, 9 и 10, 8 и 7, 5 и 6 классы; 4, 2, 1 классы выделить как обособленные, а 3, видимо, требует дополнительного подразделения [Бунак, 1940]. Другие авторы предлагают объединить № 1 и 2, 6 и 7, 12 и 11 ввиду того, что первые из попарно перечисленных редко встречаются [Дубов, 1992]. Некоторые авторы, на основании многолетних полевых исследований, предлагают, наоборот, увеличить количество классов в шкале Бунака.

На современном этапе развития генетики, биохимии и молекулярной биологии известно, что цвет глаз наследуется полигенным кодоминантным путем [Frudakis, Thomas, Gaskin et al., 2003], что также предполагал В.В. Бунак [Бунак, 1940]. В настоящее время известны многие процессы белковой и нейрогуморальной регуляции меланогенеза, генов, кодирующих ключевые белки, а также химический состав и микроструктура различных меланинов и меланосом, особенности распределения пигментных клеток в тканях радужки [Millington, 2006; Sturm, Frudakis, 2004]. Таким образом, на данном этапе развития науки целесообразно провести комплексный молекулярно-генетический анализ фенотипов по цвету глаз для выяснения реальных генетических границ разных фенотипических классов. При этом определение особенностей цвета и структуры радужки необходимо проводить с помощью современных приборов, например, иридоскопа, позволяющего детально оценивать пигментные и структурные особенности радужки. Использование специального программного обеспечения для автоматической классификации цвета глаз [Дорофеева, Хрусталева, Крылов и др., 2010] по наиболее распространенной в отечественных антропологических исследованиях шкале Бунака позволит в определенной мере унифицировать фенотипический ряд цвета радужки. По результатам молекулярно-генетического исследования, проведение которого планируется при сотрудничестве биологического

факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и Медико-генетического Центра РАМН, возможно, удастся объективизировать шкалу Бунака с определением реальных границ различных фенотипов по цвету глаз.

Библиография

- Бунак В.В. Антропометрия. М.: УЧПЕДГИЗ, 1941.
 Бунак В.В. Генетический анализ окраски радужины человека // Уч. зап. МГУ. Сер. Антропология. 1940. Вып. 34. С. 193–208.
 Вельховер Е.С. Клиническая иридология. М.: Медицина, 1992.
 Вельховер Е.С., Ананин В.Ф. Введение в иридологию: Пуппилодиагностика. М.: Изд-во РУДН, 1991.
 Галимуллин Ф.З. Оценка конституциональных особенностей обследуемого с применением методики иридодиагностики // Иридолог: Сборник материалов всесоюзной ассоциации иридологов, 1990. № 2. С. 6–14.
 ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-6 Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 6. Данные изображения радужной оболочки глаза. М., 2006.
 Делоне Н.А., Солониченко В.Г. Адаптивные феномены человека в физиологии и медицине // Успехи физиологических наук 1999. Т. 30. № 2. С. 50–62.
 Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. Пер. с англ. под ред. Л.Ф. Артюшина. М.: Мир, 1978.
 Долотов Л.Е., Синичкин Ю.П., Коблова Е.В. и др. Оценка содержания пигмента меланина в радужной оболочке глаза человека путем анализа ее цветового изображения // Материалы 10 международной науч. школы по оптике, лазерной физике и биофизике «Проблема оптической физики». Саратов, 2007. С. 64–73.
 Домасёв М.В., Гнатюк С.П. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения. СПб.: Питер, 2009.
 Дорофеева А.А., Лоскутова Ю.В., Негашева М.А. История развития методов изучения цвета глаз (ретроспектива шкал для определения пигментации и структуры радужки). // Вестник антропологии, 2012. № 2.
 Дорофеева А.А., Хрусталева А.В., Крылов Ю.В., Бочаров Д.А., Негашева М.А. Применение компьютерных технологий для изучения морфологических особенностей цвета радужной оболочки глаза в антропологии // Морфологияб 2010. № 2. С. 93–97.
 Дубов А.И. Антропоскопия: методический аспект // Материалы к серии «Народы и культуры». Новое в методике и методологии антропологических исследований. Антропологические исследования. М., 1992. Вып. X. Кн. 2. С. 44–73.
 Каган И.И., Каниюков В.Н., Урбанский А.К. Закономерности внешнего строения и микротопографии радужки человека как основа микрохирургических вмешательств на переднем отделе глаза // Российская научная конф. с междунар. участием «Новое в экспериментально-морфологическом изучении глаза»: Тез. докл. / Вестн. Оренбург. гос. ун-та, 2005. Спец. вып. 166. С. 57–61,

- Коблова Е.В., Каменских Т.Г., Башкатов А.Н. и др. Определение содержания меланина в радужной оболочке глаза человека в норме и при первичной открытоугольной глаукоме // Сб. тезисов по материалам 10-й научно-практической конференции «Актуальные проблемы офтальмологии». М., 2007. С. 59–61.
- Коблова Е.В., Сергеева Е.К., Башкатов А.И. Исследование радиального распределения пигмента в радужной оболочке глаза методом пространственно-разрешенной отражательной спектроскопии // Материалы 65-й юбил. научн.-практ. конф. студентов и молодых специалистов СГМУ «Молодые ученые – здравоохранению региона». Саратов, 2004. С. 152.
- Копеева В.Г. Глазные болезни. М.: Медицина, 2002.
- Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. СПб.: Политехника, 2001.
- Матвеев И., Ганькин К. Распознавание человека по радужке // Гротек. Системы безопасности. 2004. № 5 (59). С. 72–76.
- Международная анатомическая терминология / Под ред. Л.Л. Колесникова. М.: Медицина, 2003.
- Рогинский Я.Я., Левин М.Г. Основы антропологии. М.: Изд-во Мос. ун-та, 1955. 502 с.
- Сафина Р.Б. Психофизиологический анализ иридологических маркеров индивидуальности. Дис. ... канд. психол. наук. Уфа, 2000.
- Скапцов А.А., Максимова И.Л. Влияние монократного рассеяния на цветовые характеристики слоистых дисперсных систем применительно к модели радужной оболочки глаза // 2 Троицкая конференция «Медицинская физика и инновации в медицине»: Тез. докл. / Альм. клин. мед., 2006. № 12. С. 32.
- Сомов Е.Е. Клиническая анатомия органа зрения человека. М.: МЕДпресс-информ, 2005.
- Спирidonov И.Н. Методы автоматизированной морфометрии медико-биологических изображений // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2003. № 1. С. 4–14.
- Урбанский А.К. Микрохирургическая анатомия радужки // Клин. анатомия и эксперим. Хирургия, 2004. № 4. С. 151–159.
- Хацевич Т.Н. Медицинские оптические приборы: Физиологическая оптика: Учебное пособие. Новосибирск: СГГА, 1998. Ч. 1.
- Хрисанфова Е.Н., Перевозчиков И.В. Антропология. М.: Изд-во Мос. ун-та, Высшая школа, 2002.
- Хрусталева А.В., Ермакова Т.А., Спиридонов И.Н. Измерение цвета радужной оболочки глаза // Медико-технические технологии на страже здоровья: Сб. докладов XI РНТК. М.: НИИ РЛ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. С. 129–131.
- Хрусталева А.В., Спиридонов И.Н. Особенности изменения геометрических параметров радужной оболочки глаза // Биомед. технол. и радиоэлектрон., 2005. № 9. С. 17–21.
- Abhyankar A., Hornak L., Schuckers S. Off-angle iris recognition using bi-orthogonal wavelet network system // Proc. of the 4th IEEE Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies (AutoID 2005). IEEE, 2005. P. 239–244.
- Byungjun S., Hyunsuk W., Gyundo K., Yillbyung L. Discriminant iris feature and support vector machines for iris // Recognition Image Processing, 2004. ICIP apos'04. International Conf., 2004. Vol. 2. P. 865–868.
- Chohng S.C., Teoh A.B.J., Ngo D.C.L. Tokenised discretisation in iris verification // IEICE Electronics Express., 2005. Vol. 2. N 11. P. 349–355.
- Cracknell K.P., Grierson I., Hogg P. Morphometric effects of long-term exposure to latanoprost // Ophthalmol., 2008. Vol. 115. N 2. P. 418–420.
- Dorairaj V., Schmid N.A., Fahmy G. Performance evaluation of non-ideal iris based recognition system implementing global ICA encoding // Proc. of the 2005 International Conf. on Image Processing. IEEE, 2005. Vol. 3. P. 285–288.
- Hyung G. L., Seungin N., Kwanghyuk B. et al. Invariant biometric code extraction // ISPACS, 2004. P. 181–184.
- Frudakis T., Thomas M., Gaskin Z. et al. Sequences associated with human iris pigmentation // Genetics, 2003. Vol. 165. P. 2071–2083.
- Ives R.W., Bonney B.L., Etter D.M. Effect of image compression on iris recognition // IMTC 2005: Proc. of the IEEE, 2005. Vol. 3. P. 2054–2058.
- Ives R.W., Bonney B.L., Etter D.M., Du Y. Iris pattern extraction using bit planes and standard deviations // Signals, Systems and Computers, 2004. Conference Record of the Thirty-Eighth Asilomar Conference on. Proc. of the IEEE, 2004. Vol. 1. P. 582–586.
- Krylov J.V., Khrustalev A.V., Spiridonov I.N. Development of numerical methods of iris integral parameters assessment // Proc. of the 4th Russian-Bavarian Conference on Biomedical Engineering. Moscow: MIET, 2008. P. 76–79.
- Millington G.W. Proopiomelanocortin (POMC): the cutaneous roles of its melanocortin products and receptors // Clin. Exp. Dermatol., 2006. Vol. 31. N 3. P. 407–412.
- Otaka I., Kumagai K., Inagaki Y. et al. Simple and inexpensive software designed for the evaluation of color // Amer. J. Ophthalmol., 2002. Vol. 133. N 1. P. 140–142.
- Pappas R.M., Pusin S., Higginbotham E.J. Evidence of early change in iris color with latanoprost use // Arch. Ophthalmol., 1998. Vol. 116. N 8. P. 1115–1116.
- Sturm R. A., Frudakis T.N. Eye color: portals into pigmentation genes and ancestry // Trends in genetics, 2004. N 8. P. 327–332.
- Xiaoyan Y., Pengfei S. Efficient iris recognition system based on iris anatomical structure // IEICE Electronics Express., 2007. Vol. 4. N 17. P. 555–560.
- Yong W., Jiu-Qiang H. Iris recognition using independent component analysis // Proc. of the 4th International Conference on Machine Learning and Cybernetics. IEEE, 2005. P. 4487–4482.

Контактная информация:

Дорофеева Анна Алексеевна. E-mail: ankada@mail.ru;
 Лоскутова Юлия Вячеславовна. E-mail: ulabox86@mail.ru;
 Крылов Юрий Викторович. E-mail: krylov-yuri@yandex.ru;
 Хрусталева Андрей Владимирович. E-mail: d1821@yandex.ru;
 Негашева Марина Анатольевна. E-mail: negasheva@mail.ru.

MODERN METHODS OF STUDYING THE COLOR AND TEXTURE OF IRIS IN VARIOUS SCIENCES AND THEIR PERSPECTIVES IN ANTHROPOLOGY

A.A. Dorofeeva¹, Yu.V. Loskutova¹, A.V. Khrustalev², Yu.V. Krilov², M.A. Negasheva¹

¹ Department of Anthropology, Biological faculty, Lomonosov' State University, Moscow

² Department «Biomedical technical systems» of the Bauman' State Technical University, Moscow

This article describes iris structure and color as they are presented in scientific literature.

The first part of the paper is devoted to iris color and structure as unique biometric characteristics for human identity. Special emphasis is made to the main anatomical and morphological properties of the iris, which defines the requirements for recognition patterns. We present the scheme used in advanced methods of automatic iris recognition by its images.

The second part of the article describes pigmentation and iris structure in medicine. On the bases of scientific publications, we fix important correlations between the amount of pigment with eye diseases, research methods and measurement of melanin.

In the third part of the paper we offer modern developments in methodological approach to eye color research, using computer technology. We proposed a unified approach, based on the requirements of an objective assessment of the phenotypic characteristics of the iris pigmentation, when one of the main problems is methodological comparability of the results, obtained by different specialists. The sources of this problem can be either a lack of comparability of used methods, or subjective mistakes of researchers. In this context, the application of instrumental methods for determining of features pigmentation (instead of scales) is very important, as well as the unification of the obtained materials, which can be achieved by automatic computer processing of primary anthropological data (such as iris images), using special software.

This article presents the results of the author's innovative software designed specially for the automatic detection of eye color according to 12-class Bunak's anthropological scale based on digital photographs of iris obtained with device – iridoskop. On the basis of digital photos and proposed software that are the result of cooperation of the Biological Faculty of Moscow State University and Research and Testing Center of biometric technology of the Bauman Moscow State Technical University, visualization of a 12-class Bunak scale as computer images was made possible.

The developed software can be very actual and important to demonstrate the museum ethnographic exhibitions at the new high-quality level of computer technologies, for educational purposes, illustration of iris pigmentation variants in different human populations.

In conclusion, we consider the perspectives of the study of iris color and structure in anthropological research with the possibility of new computer technologies and ways to improve of existing methods of determination of eye color based on molecular genetic studies.

Keywords: *anthropology, methods for the determination of eye color, methods of studying the structure of the iris and computer technology to study the characteristics of the iris*

КРАНИОЛОГИЯ ПОЗДНЕСРЕДНЕВЕКОВОГО НАСЕЛЕНИЯ ВОЛОГДЫ

Моисеев В.Г. Хартанович В.И., Ширококов И.Г.

*Музей антропологии и этнографии имени Петра Великого (Кунсткамера),
Санкт-Петербург*

Целью настоящего исследования является выявление антропологических связей поздне- средневекового населения Вологды на основе внутри- и межгруппового анализа краниометрических и краниоскопических характеристик двух серий черепов, полученных при раскопках городских кладбищ у Софийского собора и на территории современного Паркового переулка Вологды.

Всего по обеим системам признаков было изучено 24 мужских и 36 женских черепа из Софийского собора и 46 мужских и 32 женских черепа из раскопа в Парковом переулке. Для обработки метрических характеристик на внутригрупповом уровне использовался метод главных компонент, на межгрупповом – канонический анализ. Для анализа краниоскопических признаков использовался метод главных компонент. Для получения интегральной картины межгрупповой дифференциации было проведено графическое и статистическое сопоставление полученных результатов анализа краниоскопических и краниометрических характеристик.

Соотнесение результатов внутригруппового анализа серии черепов из Паркового переулка с планиграфией могильника показало наличие связей между степенью сходства морфологических характеристик черепов и территориальной близостью погребений, что, вероятно, отражает реальные родственные связи между погребенными. Особенно четко данное соответствие наблюдается при анализе женской выборки.

На межгрупповом уровне по комплексу краниометрических и краниоскопических признаков поздне- средневековые «вологодцы» оказываются в числе наиболее европеоидных и, одновременно, антропологически наименее «уралоидных» групп севера европейской части России. Такая позиция поздне- средневекового населения Вологды, видимо, является однозначным указанием на ограниченность контактов «вологодцев» с популяциями – носителями уральского комплекса признаков. При этом из современных групп Северной России наибольшее сходство с «вологодцами» фиксируется у коми-зырян и карел и возможно ижор, языки которых относятся к финской группе уральской семьи языков и у которых, согласно нашим предыдущим исследованиям, отсутствует уральская специфика. Можно предположить, что в составе всех этих трех групп населения имеется один и тот же древнеевропеоидный компонент. Весьма вероятно, что эти группы населения говорили на каких-то не сохранившихся до нашего времени палео-европейских языках. Впоследствии предки коми-зырян и карел в результате культурных контактов перешли на финские языки, тогда как среди предков средневековых вологодцев, оказавшихся в Средние века в зоне влияния Новгородской республики, распространился древнерусский язык. Несмотря на культурную ассимиляцию, все эти группы сохранили свое краниологическое своеобразие.

Ключевые слова: краниометрия, краниоскопия, этническая история, славяне, финно-угры

Введение

Согласно имеющимся на сегодняшний день данным этнографии, диалектологии, ономастики и археологии предполагается, что средневековое население Вологодчины, сформировалось на основе взаимодействия двух различных по происхождению групп популяций. Древнейший, аборигенный пласт населения Вологодчины обычно связывают с летописными племенами веси и чуды, финно-угорская этнолингвистическая принадлежность которых признается большинством исследователей [Матвеев, 2001; Загребин, 2006; Напольских, 2007; и др.].

Начиная с рубежа X–XI веков древнерусское население, преодолев волоки между реками Волжской системы и Белого моря, продвигается на восток и север. В период с XI по XIII века происходит колонизация Вологодского края сложным по составу «древнерусским» населением, в состав которого, в свою очередь, входили как славяне, так и группы прибалтийско-финского и поволжско-финского происхождения [Рябинин, 1995; Башенькин, 1997; Витов, 1997]. Постепенно в Обонежье, Южном Беломорье и Нижнем Подвинье утвердились группы «новгородского происхождения». На Верхней Двине, в Белозерье, на Сухоне в XIII–XV веках укрепились «низовцы». На Ваге, Пинеге и Мезени, особенно на водоразделах, долго (до XVI–XVII вв.) веков оставалось местное финноязычное население. Позднее, с конца XVI века, Печорская и Вятско-Пермская земли заселялись русскими. В ходе такого продвижения не только происходило смешение и ассимиляция пришлого и местного населения, но и длительное время сохранялись области, практически не осваиваемые русскими переселенцами. В целом же данные различных исторических источников позволяют в Вологодском крае выделить три зоны, где ранние этнические процессы имели разный характер. В западных районах с древнейших времен шло взаимодействие славян и западнофинских групп населения. В центре произошло столкновение двух славянских потоков – новгородского и ростово-суздальского. В восточных районах края славяне пришли во взаимодействие с восточнофинскими группами [Власова, 1997; 2001].

Очевидно, что данные палеоантропологии могли бы способствовать детализации столь пестрой по составу картины взаимодействия разнообразных компонентов в историческом процессе сложения современного русского населения Вологодского края, всего Севера Европейской России. Изучению средневековых антропологических серий, в основном из западных районах области,

посвящены работы В.Ю. Коваленко [Коваленко, 1975], Т.И. Алексеевой и В.Н. Федосовой [Алексеева, Федосова, 1992], Н.Н. Гончаровой [Гончарова, 2000], С.Л. Санкиной [Санкина, 2004]. К настоящему времени опубликованы краниологические данные около полутора десятков различных серий, относящихся к территории Вологодской области. Однако почти все они имеют очень небольшую численность. Последнее обстоятельство пока не позволяет делать окончательные выводы о роли различных компонентов в процессах сложения антропологического состава местного населения, как в эпоху средневековья, так и в более поздние периоды.

Целью настоящего исследования является выявление антропологических связей позднесредневекового населения Вологды на основе анализа их краниометрических и краниоскопических характеристик.

Материалы и методика

В качестве основного материала нами были использованы данные по двум впервые изученными авторами сериям черепов с территории Вологды, а именно – серии полученной при раскопках позднесредневекового кладбища у Софийского Собора (авторы раскопок И.П. Кукушкин и И.В. Папин), и так называемого Вологодского городища, находящегося на территории современного Паркового переулка (автор раскопок М.Л. Мокрушин).

Кладбище у Софийского собора было раскопано И.П. Кукушкиным и И.В. Папиным в 2000–2004 гг. Изученные погребения согласно археологическим данным датируются XIV–XVI вв. н.э. В двух раскопах (размерами 2 x 1.5 м и 2 x 1.2 м) непосредственно у стен Софийского собора костные останки находились не в анатомическом порядке, индивидуальные могильные ямы отсутствовали. Вероятно, обнаруженные останки происходят с кладбища приходской церкви, и были перезахоронены при его застройке в XVI или XVII вв., связанной с сооружением масштабного Архиерейского дома или самого Софийского собора [Папин, 2007]. Во вскрытом у Софийского собора захоронении, по результатам исследования краниологических материалов и костей посткраниальных скелетов, находились останки 182 взрослых субъектов и 72 детей – всего, как минимум, 254 индивидуумов.

В 2007 году М.Л. Мокрушиным были проведены археологические исследования на территории

Таблица 1. Средние размеры и показатели краниологических серий из скудельницы у Софийского собора (XIV–XVI вв.) и раскопок в Парковом переулке (XV–XVII вв.) г. Вологды

№ по Мартину и др.	Признаки	Софийский собор						Парковый переулок					
		♂			♀			♂			♀		
		n	X	sd	n	X	sd	n	X	sd	n	X	sd
1	Продольный диаметр	20	182.4	7.0	33	174.8	5.8	45	180.8	5.8	31	174.9	5.2
8	Поперечный диаметр	18	144.9	4.9	29	138.6	3.1	44	140.3	4.8	30	137.2	4.9
17	Высотный диаметр	11	139.0	5.1	20	128.7	3.8	38	135.2	5.4	27	132.3	4.9
5	Длина основания черепа	9	102.8	5.6	14	94.7	3.8	38	102.2	8.5	27	97.7	3.9
9	Наименьшая ширина лба	18	98.7	4.4	31	95.3	4.9	47	97.0	4.1	32	94.7	3.8
45	Скуловой диаметр	10	137.2	5.6	8	123.9	2.7	34	130.6	5.8	22	121.1	4.5
40	Длина основания лица	8	100.9	6.8	7	91.4	2.2	33	98.2	5.1	22	93.7	3.6
48	Верхняя высота лица	9	70.8	2.9	8	64.6	3.5	37	69.5	3.3	25	64.2	4.4
55	Высота носа	10	50.7	3.1	8	47.1	3.3	40	50.4	2.7	26	47.7	2.3
54	Ширина носа	10	26.7	2.9	8	25.5	1.3	39	25.9	2.4	26	26.2	3.0
51	Ширина орбиты от mf	10	43.0	2.4	9	40.1	2.1	42	40.9	1.9	26	39.3	1.5
52	Высота орбиты	9	31.7	2.2	9	31.3	2.6	42	33.1	2.7	26	32.6	2.4
77	Назомулярный угол	8	143.1	6.7	8	144.3	3.3	40	140.5	4.7	26	139.9	4.3
zm'	Зигмаксиллярный угол	7	130.9	2.2	7	130.3	4.3	37	129.9	6.3	26	128.5	6.3
SC	Симотическая ширина	9	9.9	2.2	10	9.6	1.8	40	10.2	1.9	25	10.2	2.4
SS	Симотическая высота	9	5.0	1.4	10	3.9	1.1	40	4.7	1.3	25	4.1	1.1
DC	Дакриальная ширина	8	24.6	1.4	6	22.2	1.4	31	24.0	3.3	15	22.7	2.2
DS	Дакриальная высота	8	12.3	2.1	6	10.1	1.2	31	13.8	2.3	15	12.6	1.8
72	Общий лицевой угол	8	83.9	3.1	7	85.7	2.3	34	83.5	3.2	23	82.9	5.0
75(1)	Угол выступания носа	6	31.7	6.6	6	28.2	6.1	33	30.5	5.5	18	26.1	4.8

памятника археологии «Вологодское городище», Парковый переулок г. Вологда. На всей площади раскопа были выявлены погребения, по всей видимости, позднесредневекового православного кладбища. Общее число задокументированных погребений составило 338 единиц. По устному сообщению автора раскопок датировки погребений укладываются в хронологический отрезок XV–XVII вв.

Все черепа были изучены по стандартной краниометрической программе, а также по краниоскопической программе, предложенной А.Г.Козинцевым [Козинцев, 1988; Kozintsev, 1992].

Всего пригодными для изучения по обеим системам признаков, оказались 24 мужских и 36 женских черепа из Софийского собора и 46 мужских и 32 женских черепа из раскопа в Парковом переулке.

Для анализа краниометрических характеристик на внутригрупповом уровне нами был исполь-

зован метод главных компонент, на межгрупповом – канонический анализ с использованием стандартной матрицы внутригрупповых корреляций. Для обработки краниоскопических признаков нами был использован метод главных компонент.

Морфологическое описание и результаты анализа внутригрупповой изменчивости краниометрических характеристик вологодских серий

Мужские черепа (табл. 1) из скудельницы у Софийского собора имеют средней длины, широкую, мезо-брахикранной формы черепную коробку. Высота черепа большая. Лоб довольно широкий, прямой. Лицевой скелет мезогнатный по указателю выступания лица, мезо-ортогнатный и по

общему и по среднему лицевым углам. Альвеолярный отросток мезогнатный. Скуловой диаметр большой по абсолютному размеру. При достаточно широкой черепной коробке, горизонтальный фацио-церебральный указатель попадает в категорию средних величин. Лицо средней высоты. При значительных величинах высоты черепной коробки и ширины лица, вертикальный фацио-церебральный и верхний лицевой указатели показывают малые значения. Орбиты широкие и низкие и по абсолютным размерам, и по указателям, как и грушевидное отверстие. Переносье и носовые кости широкие, высокие. Нос к линии профиля выступает очень сильно. Вместе с тем, лицевой скелет в горизонтальном плане несколько уплощен, и эта уплощенность особенно заметна на верхнем лицевом уровне – на уровне точки назион. Категории размеров и указателей женской части краниологической серии соответствуют средним характеристикам мужской ее части.

Мужские черепа из раскопок Вологодского городища имеют мезокранной формы черепную коробку, все основные диаметры которой относятся к категории средних величин. Лоб средней ширины, прямой. Лицевой скелет средней высоты, ортогнатный по указателю, мезогнатный по обоим лицевым углам. Скуловой диаметр и горизонтальный фацио-церебральный указатель относятся к категории средних величин. Орбиты имеют средние размеры, мезоконхны по указателю. Грушевидное отверстие скорее широкое, средней высоты, широкое по указателю. Переносье и носовые кости широкие, высокие. Нос к линии профиля выступает сильно, но лицевой скелет имеет несколько уплощенную горизонтальную профилировку. Характеристики женских черепов в целом соответствуют представленным у мужчин.

В серии черепов из Паркового переулка достаточно отчетливо выделяются два морфологических комплекса. Первый комплекс характеризуется значительной высотой черепа, средней высоты лицевым скелетом, сочетанием некоторой уплощенности лицевого скелета на верхнем уровне с его клиногнатностью на нижнем, и сильно выступающими носовыми костями. Второй, при относительно меньших размерах черепа, отличается средней высотой его свода; уплощенным на обоих уровнях горизонтальной профилировки лицом, скорее низким лицевым скелетом, относительно слабо выступающими носовыми костями. Сходные различия проявляются и в мужской и в женской части рассматриваемой выборки.

Результаты внутригруппового анализа, проведенного методом главных компонент, в значительной степени согласуются с этими выводами. Ана-

лиз проводился по десяти признакам (№ по Мартину: 1, 8, 9, 17, 45, 48, 77, zm, 75(1), SS:SC). Поскольку часть черепов имеет плохую сохранность, общая численность серии при проведении расчетов была сокращена и составила 23 черепа для мужской части выборки и 13 – для женской. Внутригрупповой анализ серии из Паркового переулка показал, что наиболее значимыми признаками для ее дифференциации являются угол выступания носа, высота переносья, высота свода черепа, высота лицевого скелета и степень его уплощенности на нижнем уровне горизонтальной профилировки (табл. 2).

Нами также было произведено соотнесение результатов внутригруппового анализа серии из Паркового переулка с планиграфией могильника, которое показало наличие связей между степенью сходства морфологических характеристик черепов и территориальной близостью погребений, что, вероятно, отражает реальные родственные связи между погребенными (рис. 1).

Результаты анализа позволили выявить определенные закономерности между морфологическим сходством черепов и относительным расположением могильных ям. Для мужской части выборки такое сближение данных прослеживается в качестве тенденции, проявляющейся на уровне двух основных выделенных внутри серии морфологических комплексов. Черепа с высоким сводом и средневысоким лицевым скелетом с сильно выступающим носом концентрируются в западной части раскопа. Исключением является положение черепа № 163, происходящего из нарушенного погребения, первоначальное месторасположение которого неизвестно. Черепа, характеризующиеся низким уплощенным лицевым скелетом и средней высотой свода, относятся к погребениям, фиксировавшимся на всей площади раскопа. Однако, во всех случаях, когда фиксировалось нарушение одной могильной ямы раскопками второй, захоронения, в которых был встречен второй комплекс, были перекрыты более поздними захоронениями умерших, морфологический комплекс которых выше условно обозначен как «высокоголовый».

Связь между территориальной близостью погребений и морфологическими характеристиками черепов на уровне выделенных комплексов отчетливо прослеживается и в женской части выборки. При этом между зонами, в которых располагаются могильные ямы умерших, характеризующихся разными комплексами, не наблюдается трансгрессии. Единственное исключение составляет положение черепа № 117, однако оно может быть следствием перезахоронения, так как череп

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между значениями первых двух главных компонент и исходными признаками для краниологической серии из Паркового переулка

Признаки	♂		♀	
	ГК I	ГК II	ГК I	ГК II
1	-0.48	-0.44	-0.74	0.20
8	-0.46	-0.75	0.54	0.14
17	-0.67	0.00	-0.68	-0.01
9	-0.07	-0.85	0.76	0.34
45	-0.38	-0.02	0.13	0.77
48	-0.70	-0.13	0.12	0.67
77	0.14	-0.04	0.78	0.21
zm	0.54	-0.37	0.01	0.15
SS:SC	-0.67	0.44	-0.53	0.47
75 (I)	-0.84	0.26	-0.73	0.39
Собственное число	3.00	1.89	3.33	1.65
Охват изменчивости, %	29.98	18.91	33.25	16.52

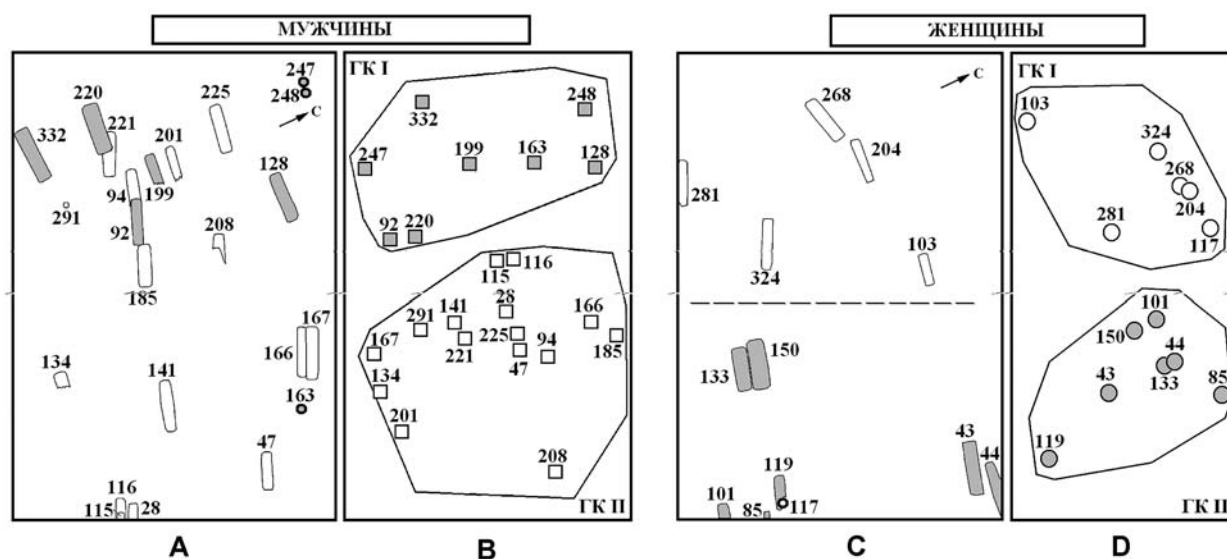


Рис. 1. Положение погребений Паркового переулка на плане раскопа (А и С) и расположение черепов в пространстве I и II ГК (В и D). Скопления на графиках В и D выделены в соответствии с результатами кластеризации матрицы евклидовых расстояний невзвешенным парногрупповым способом

был зафиксирован в заполнении могильной ямы № 119. По всей видимости, наблюдаемые закономерности являются отражением генетических связей между умершими, родственники которых старались хоронить их ближе к могилам предков. Одновременно, на наш взгляд они могут служить ещё одним показателем объективности существования выделенных в серии морфологических комплексов.

Таким образом, в составе краниологической серии из Паркового переулка было выделено два морфологических комплекса. Первый характеризуется значительная высота черепа, средней высоты лицевой скелет, сочетание некоторой уплощенности лицевого скелета на верхнем уровне с его клиногнатностью на нижнем, сильно выступающие носовые кости. Второй комплекс отличается средней высоты свода черепа при относительно меньших размерах; уплощенным на обоих уровнях горизонтальной профилировки, скорее низким лицевым скелетом, относительно слабо выступающими носовыми костями, широким средней высоты грушевидным отверстием. Как показали результаты статистических анализов, аналогичные морфологические комплексы выделяются также и в серии женских черепов.

Результаты многомерного анализа краниометрических показателей

Методом канонических корреляций по 10 признакам был проанализированы 46 близких к современности выборок с территории Восточной и Северо-Восточной Европы. Анализ проводился в двух вариантах: в первом случае для серии из Паркового переулка были использованы средние значения признаков, во втором серия была разбита на две группы в соответствии с результатами внутригруппового анализа. Результаты обоих вариантов анализа представлены на общем графике, поскольку они не оказали влияния на общее положение сравнительных серий в пространстве канонических векторов, за исключением групп из Паркового переулка (рис. 2). Суммарно первые два канонических вектора охватывают более 55% общей межгрупповой изменчивости признаков.

Для первого канонического вектора признаками, определяющими различия между привлеченными к анализу группами, являются в первую очередь высотный и скуловой диаметры, угол горизонтальной профилировки лицевого скелета на уровне орбит (табл. 3). Вектор отчетливо выделя-

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между значениями первых двух канонических векторов и исходными признаками для 46 близких к современности серий с территории Восточной и Северо-Восточной Европы

Признаки	КВ I	КВ II
1	-0.07	-0.40
8	0.53	0.63
17	0.93	0.14
9	0.08	0.39
45	0.72	-0.22
48	0.44	0.15
77	0.82	-0.30
zm	0.45	-0.79
SS:SC	-0.15	0.51
75 (1)	0.06	0.66
Собственное число	6.33	3.61
Охват изменчивости, %	35.12	20.07

ет группу популяций карел, коми-зырян и ижоры, для морфологической характеристики которых характерно сочетание высокого свода черепа со среднешироким и уплощенным на уровне орбит лицевым скелетом. Большая часть групп русских, а также финно-угорских народов Поволжья и Финляндии в пространстве первого вектора занимают общее, контрастное по отношению к гипсикранному комплексу, положение. Две серии с территории Вологды (серия из скудельницы близ Софийского Собора и высокоголовая серия из Паркового переулка) вписываются в область значений, характеризующих группы карел, ижоры и коми-зырян. Вторая группа из Паркового переулка в целом выделяется среди русских групп региона и тяготеет к некоторым финноязычным популяциям Поволжья и Финляндии.

Различия между группами в пространстве второго канонического вектора определяются в первую очередь величиной зигомаксиллярного угла, углом выступания носа и поперечным диаметром. Дифференциация отражает в первую очередь различия между комплексами, представленными в группах русского и финноязычного населения Восточной Европы. Вологодские серии занимают нейтральное положение в пространстве данного вектора. Однако, высокоголовая группа черепов

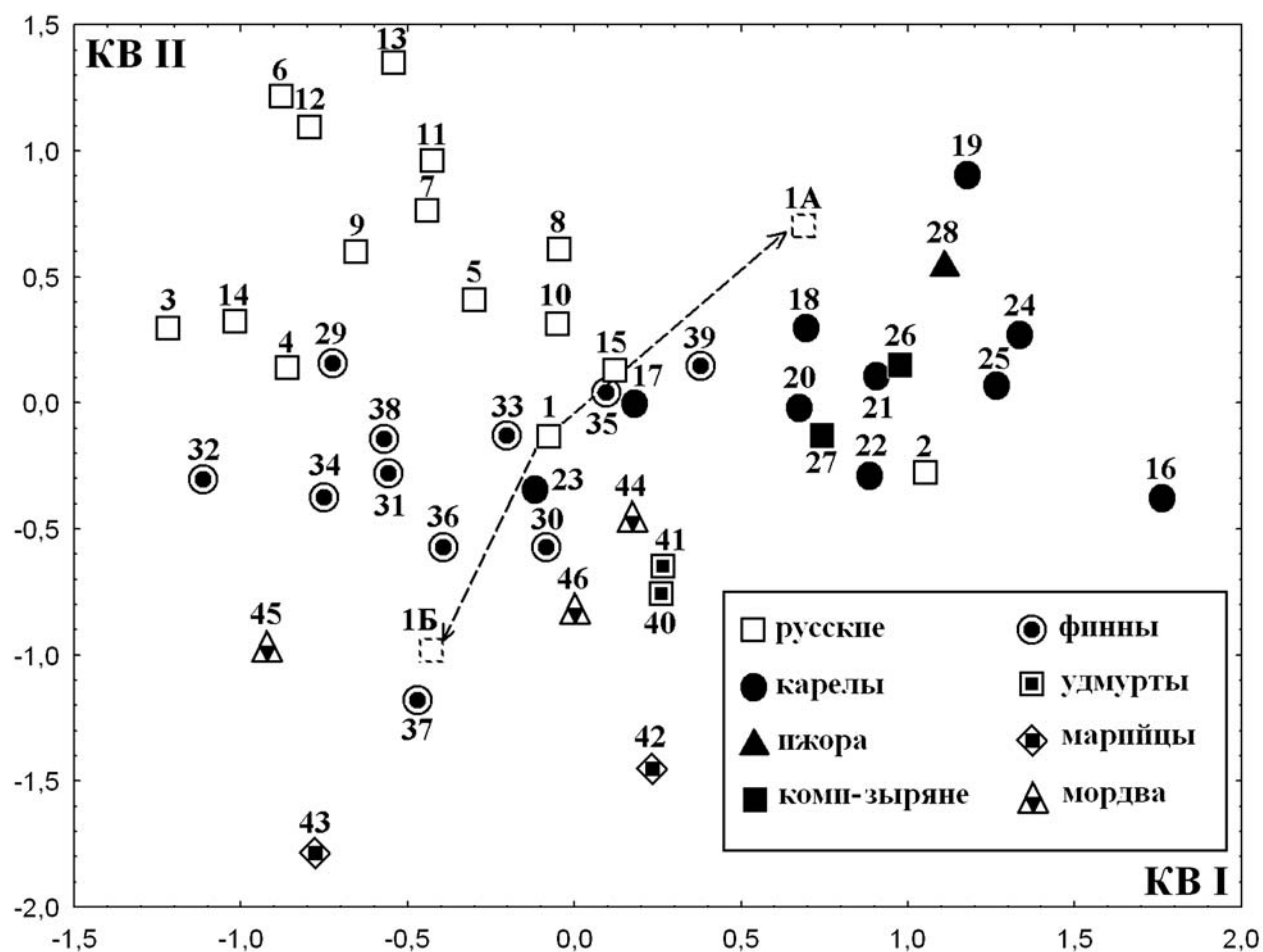


Рис. 2. Результаты анализа канонических корреляций позднесредневековых краниологических серий из г. Вологда и сравнительных материалов по близкому к современности населению Восточной и Северо-Восточной Европы.

Примечания. *Вологодские серии*: 1 – Парковый переулоч (1А – «высокоголовая» группа, 1Б – «низкоголовая» группа); 2 – Софийский собор. *Русские*: 3 – Архангельская губерния; 4 – Олонецкая губерния; 5 – Петербургская губерния; 6 – Новгородская губерния; 7 – Псковская губерния; 8 – г. Себеж; 9 – Вологодская губерния; 10 – Старая Ладога; 11 – Костромская губерния; 12 – Ярославская губерния; 13 – Тверская губерния; 14 – Московская губерния; 15 – Вятская губерния. *Карелы*: 16 – Алозеро I; 17 – Алозеро II; 18 – Суйстамо I; 19 – Турха; 20 – Кондиевуара; 21 – Пеканвуара; 22 – Боконвуара; 23 – Компаково; 24 – Чикша; 24 – Регарви. *Ижора*: 26 – Липпово. *Коми-зыряне*: 27 – Подъельск; 28 – Грива. *Финны*: 29 – Саво; 30 – Хяме; 31 – Уусима; 32 – Хельсинки; 33 – Варсинайс-Суоми; 34 – Педерсере; 35 – Южная Похъянмаа; 36 – Северная Похъянмаа; 37 – Сатакунта; 38 – Ингерманландия; 39 – Куркиеки. *Удмурты*: 40 – северные; 41 – южные. *Марийцы*: 42 – горные; 43 – луговые. *Мордва*: 44 – эрзя; 45 – мокша; 46 – терюхане

из Паркового переулка сближается с характерным для основного массива серий русских комплексом с резко профилированным на уровне альвеолярного отростка лицевым скелетом и сильно выступающим носом, тогда как низкоголовая группа отчетливо сближается с финноязычными группами Поволжья.

Следует отметить, что вологодские серии в обоих вариантах анализа в целом по первым двум каноническим векторам, наряду с выборкой из Вятской губернии, занимают периферийное положение по отношению к основной части групп русских и тяготеют к финноязычным народам Северо-Восточной Европы.

Собранные к настоящему времени близкие к современности краниологические серии с территории Северной и Северо-Восточной Европы позволяют выделить в составе отдельных прибалтийско-финских (карел и ижоры), а также пермских (коми-зырян) групп специфический антропологический комплекс, который резко отличает данные группы от наиболее близких в языковом отношении народов.

Вместе с тем, высокоголовый краниологический комплекс с уплощенным на уровне орбит лицевым скелетом и сильно выступающими носовыми костями известен по материалам целого ряда мезо- и неолитических могильников балтийского региона и Восточной Европы в целом (Звейниекы, Дудка, Васильевка II, Вовниги I, Капуловка, Никольский, Госпитальный Холм), что свидетельствует о его широком распространении в ранние эпохи [Хартанович 1986; Хартанович, 1990; Хартанович, 1991; Хартанович, 2004; Хартанович; Широбоков, Пантелеева 2011].

Таким образом, анализ краниометрических показателей позднесредневекового населения Вологды свидетельствует о том, что, по меньшей мере, часть местного населения в XV–XVII вв. в антропологическом отношении характеризуется принадлежностью к древнейшему североевропейскому комплексу. Эти данные, наряду с ранее опубликованными материалами по ряду таких средневековых памятников как Кюлялахти в Приладожье, Раглицы в Новгородской области [Хартанович, Широбоков, 2010], свидетельствуют о том, что область распространения данного комплекса еще в XIV–XVII веках охватывала южные территории рассматриваемого региона, возможно, образуя единый антропологический пласт на значительной части территории севера европейской части России – от Прибалтики до Пермского Предуралья.

К XIX веку комплекс сохранился в наиболее географически изолированных областях, в наи-

меньшей степени подверженных процессам ассимиляции группах различного этнического происхождения – на территории Республик Карелия и Коми. При этом наиболее северные группы карел в наибольшей степени сближаются с архаичным комплексом, представленным в ряде средневековых и неолитических серий балтийского региона. Краниологические материалы из Вологды свидетельствуют как о присутствии данного комплекса на территории города в XV–XVII вв., так и о влиянии процессов смешения на состав местного населения в условиях функционирования городского населения.

Анализ краниоскопических признаков вологодских серий и сравнение результатов анализа краниометрических и краниоскопических признаков

Краниоскопическая программа включает шесть признаков: затылочный индекс (ЗИ), частоты клиновидно-верхнечелюстного шва (КВШ), заднескулового шва (ЗСШ), подглазничного узора типа II (ПГУ II), индекса поперечного небного шва (ИПНШ) и частоты надглазничных отверстий (НО) [Козинцев, 1988; Kozintsev, 1992]. Главной отличительной чертой данной краниоскопической программы является то, что основным критерием для отбора признаков была их значимость для популяционной дифференциации. Для ЗИ, ЗСШ, ПГУ II, ИПНШ и НО данные суммированы без учета пола, для КВШ вычислялись полусуммы мужских и женских значений. Частоты признаков в исследованных группах и сериях с территории европейской части России, Финляндии и стран Балтии, привлеченные для сравнительного анализа, приведены в табл. 4.

Четыре исходных признака, а именно ЗИ, ЗСШ, ИПНШ и НО являются значимыми для дифференцирования современных европейских и азиатских популяций, при этом для европейских групп характерны низкие частоты ЗИ, ЗСШ, НО и высокие частоты ИПНШ. Частоты всех вышеперечисленных признаков у вологодских серий находятся в пределах варибельности европейских серий, привлеченных для анализа (рис. 3). При этом несомненной является выраженная тенденция в сторону крайних европеоидных значений практически по всем признакам. Так, по частоте ЗИ серия из Паркового переулка уступает только литовцам, а частота ИПНШ, по сравнению с обеими вологодскими сериями выше только у эстонцев. По частоте НО серия из вологодского городища вообще

Таблица 4. Частоты (%) краниоскопических признаков в сериях из Европейской части России и стран Балтии

№ п.п.	Группа	ЗИ	КВШ	ЗСШ	ПГУ II	ИПНШ	НО
1	г. Вологда, Парковый переулок	3.5 (29)	29.6 (209)	1.8 (110)	56.8 (81)	77.0 (100)	27.7 (141)
2	г. Вологда, Софийский собор	11.6* (41)	51.8 (56)	0 (27)	52.4 (21)	84.4 (32)	39.4 (66)
3	Финны (восточная, центральная, северная Финляндия)	7.5 (106)	26.1 (745)	5.9 (353)	63.1 (312)	71.8 (387)	28.9 (152)
4	Карелы	15.2 (33)	26.5 (292)	8.9 (158)	61.5 (135)	59.9 (167)	42.4 (236)
5	Саамы кольские	4.8 (21)	10.8 (255)	10.3 (156)	73.6 (106)	65.6 (151)	50.5 (218)
6	Саамы финские	6.7 (30)	16.9 (476)	15.9 (164)	75.8 (157)	67.3 (248)	–
7	Коми-зыряне	4.8 (42)	32.8 (274)	12.6 (135)	45.7 (92)	71.5 (137)	34.7 (193)
8	Эстонцы	6.7 (15)	34.3* (69)	8.2 (49)	58.8 (34)	86.4 (44)	–
9	Удмурты	11.3 (45)	11.6 (367)	13.7 (170)	55.2 (159)	58.1 (214)	34.7 (334)
10	Марийцы луговые	21.1 (19)	27.1 (125)	8.0 (50)	70.1 (67)	64.8 (71)	38.4 (80)
11	Марийцы горные	6.5 (31)	12.2 (162)	4.5 (67)	67.8 (87)	76.6 (94)	40.7 (153)
12	Мордва эрзя	8.0 (25)	10.2 (175)	8.6 (93)	57.6 (99)	60.2 (98)	36.2 (116)
13	Чуваши северные	18.5 (27)	27.6 (157)	9.0 (89)	75.0 (96)	69 (76)	43.8 (136)
14	Русские (Старая Ладога, Себеж)	10.7 (84)	26.2 (606)	6.9 (346)	58.3 (309)	67.7 (341)	32.8 (481)
15	Литовцы	2.0 (51)	37.7 (329)	3.8 (157)	59.7 (139)	68.9 (190)	34.4 (343)
16	Латыши	5.9 (34)	40.3 (163)	10.7 (75)	51.7 (29)	60.2 (93)	30.3 (131)

Примечания. ЗИ – затылочный индекс, КВШ – клиновидно-верхнечелюстной шов, ЗСШ – заднескуловой шов, ПГУ II – подглазничный узор типа II, ИПНШ – индекс поперечного небного шва, НО – надглазничные отверстия.

В скобках дана общая численность наблюдений.

* – величины вычисленные по уравнению регрессии

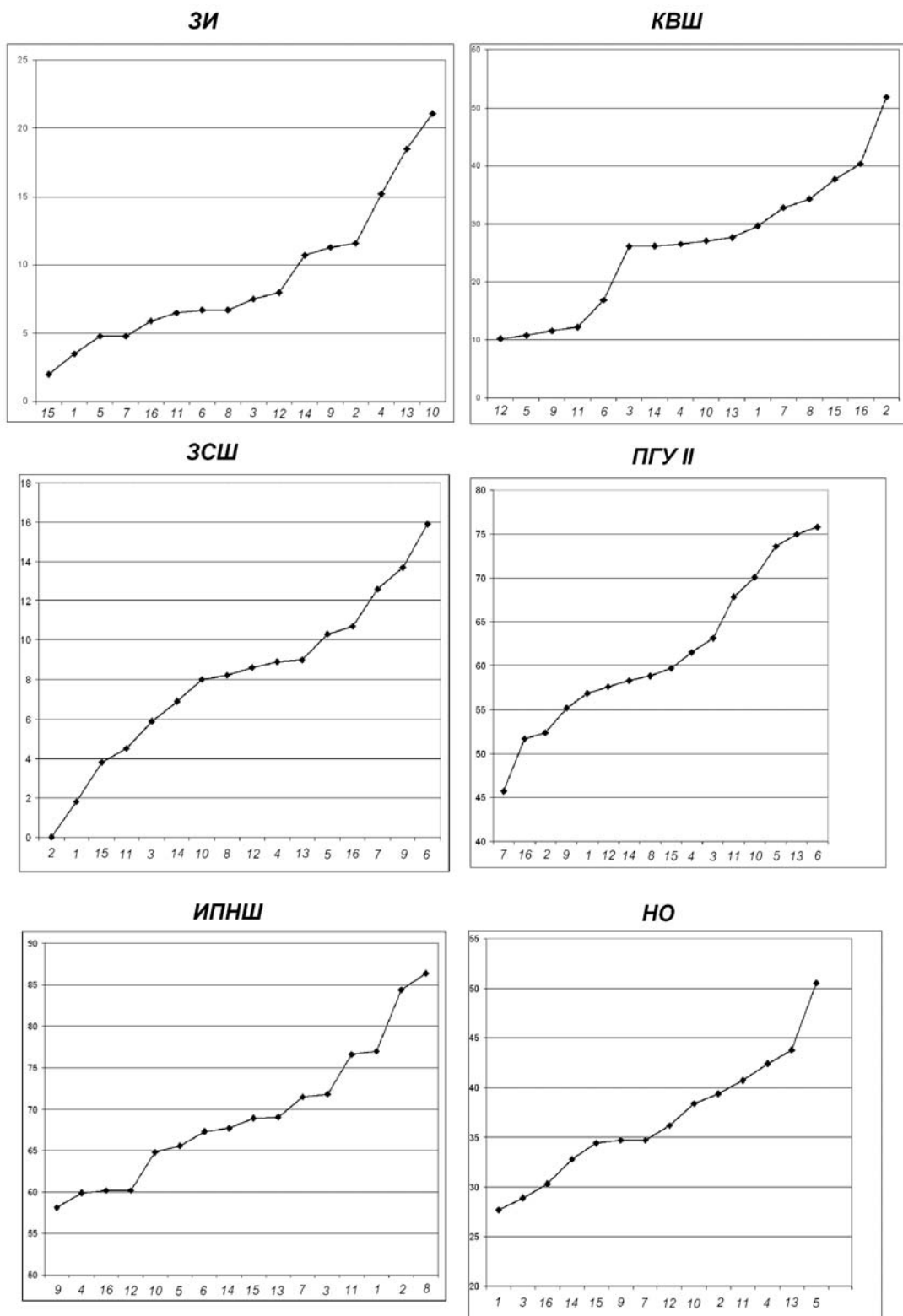


Рис. 3. Частоты шести краниоскопических признаков у 16 групп с территории севера Европейской части России, Фенноскандии и стран Балтии

Примечания. Ось X – группы (номер группы соответствует порядковому номеру в табл. 2), ось Y – частота признака

занимает крайнее европеоидное положение среди всех групп, привлеченных для анализа. Тоже можно сказать и в отношении частот ЗСШ, но в отношении уже обеих вологодских серий. Таким образом, на основе анализа отдельных признаков уже можно уверенно говорить, что городское население Вологды эпохи позднего средневековья характеризуется крайней степенью выраженности европеоидных краниоскопических особенностей, что исключает наличие у них существенной в популяционном отношении монголоидной примеси.

Два оставшихся признака – КВШ и ПГУ II эффективно маркируют уралоязычные группы, которые характеризуются сочетанием низкой частоты КВШ и высокой ПГУ II. Например, среди анализируемых групп наиболее выраженное «уральское» сочетание признаков фиксируется у обеих саамских групп и горных марийцев. Ни для одной из вологодских серий данное сочетание признаков не характерно. Более того, по частотам КВШ серия из Софийского собора занимает наиболее противоположное к «уральскому» (высокие частоты КВШ) положение среди всех групп, привлеченных для анализа.

Для сравнительного анализа рассматриваемых групп по комплексу краниоскопических признаков был проведен анализ главных компонент. Предварительно частоты исходных признаков у 14 близких к современности групп населения с территории севера европейской части России, Финляндии и стран Балтии, а также двух вологодских серий с целью стабилизации дисперсий были преобразованы в радианы.

Как видно из табл. 5, собственные числа первых двух ГК превышают 1.0, т.е. их разграничительная способность больше, чем любого из исходных признаков. На первую главную компоненту (I ГК) приходится около 42% общей изменчивости. При этом наибольшее значение здесь имеют три признака: КВШ, ЗСШ и ПГУ II. КВШ связан с I ГК положительной корреляционной связью, ЗСШ и ПГУ II – отрицательною. Таким образом, исходя из представленной выше маркирующей способности признаков, можно сказать, что первый вектор сочетает в себе два направления изменчивости, которые обычно выступают как независимые при совместном анализе европейских и азиатских групп. В данном же случае усиление европеоидности групп (уменьшение частоты ЗСШ) сочетается с уменьшением их «уралоидности» (увеличение частоты КВШ и сокращение частоты ПГУ II). Подобная ситуация уже встречалась при раздельном анализе как европейских, так и азиатских групп [Моисеев, 1999]. В последнем случае,

Таблица 5. Коэффициенты корреляции между шестью исходными краниоскопическими признаками и первыми тремя главными компонентами

Признак	I ГК	II ГК	III ГК
ЗИ	-0.399	0.001	-0.889
КВШ	0.811*	0.007	-0.375
ЗСШ	-0.720*	-0.426	0.011
ПГУ II	-0.700*	0.499	0.135
ИПНШ	0.580	0.708*	-0.003
НО	-0.596	0.626	-0.091
Собственное число:	2.51	1.323	0.960
% общей вариации:	0.419	0.221	0.160

Примечание. * – коэффициенты корреляции превышающие 0.7

большая выраженность монголоидных особенностей также приводит к ослаблению выраженности «уральского» комплекса признаков. По всей вероятности, данная ситуация является следствием процессов метисации уралоидных групп европеоидными популяциями в Европе и монголоидными в Азии.

Согласно результатам проделанного анализа отрицательными значениями I ГК характеризуется большинство финно-язычных групп, при этом крайние значения фиксируются у обеих саамских серий и горных марийцев (рис. 4). Противоположный полюс занимают как раз вологодские серии, которые таким образом сочетают крайнюю степень выраженности европеоидных и «анти-уральских» черт в своей краниоскопической характеристике, опережая в этом отношении русских, а также все балтийские группы.

На вторую ГК приходятся практически вдвое меньшая доля изменчивости (22%), при этом в основном она определяется лишь одним признаком – ИПНШ. Распределение групп в пределах данной ГК на настоящий момент сложно прокомментировать с точки зрения популяционной истории региона, и, возможно, что это распределение в большей степени случайно.

Для проверки соответствия данных краниоскопии и краниометрии, был проведен анализ с использованием метрических характеристик тех же групп, краниоскопические характеристики которых анализировались выше. Поскольку краниометрические признаки, в отличие от краниоскопических, не являются независимыми на внутригрупповом уровне, для их анализа использовался ка-

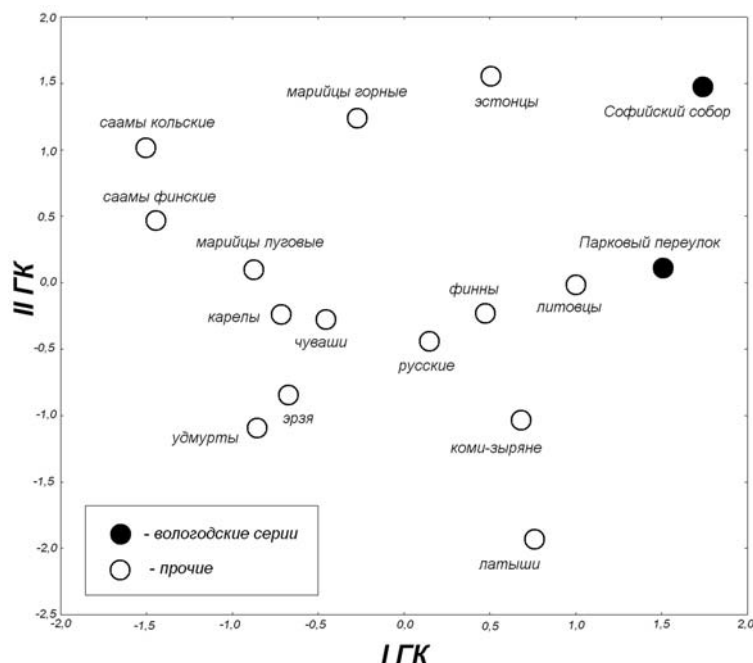


Рис. 4. Расположение 16 групп с территории севера Европейской части России, Фенноскандии и стран Балтии в пространстве I и II ГК

нонический анализ. В исследовании использовались данные по 14 признакам, в том числе: основному диаметру черепной коробки, ширине и высоте лица, минимальной ширине лба, ширине и высоте глазниц и носового отверстия, назомлярному и зигомаксиллярному углам, симметрическому указателю и углу выступания носа (№ 1, 8, 17, 45, 48, 9, 51, 52, 54, 55, 77, Zm, SS:SC, 75/1 по Мартину и др. соответственно).

Как показало дальнейшее изучение результатов выполненного канонического анализа, краниометрические и краниоскопические данные имеют высокий уровень взаимного соответствия (табл. 6, рис. 5). Так, корреляционная связь между I KB и I ГК очень высока, достигая величины 0.8 ($p < 0.05$). Можно уверенно утверждать, что эти вектора отражают сходное по содержанию направление межпопуляционной изменчивости. Последнее означает, что I KB, также как и I ГК фиксирует ослабление выраженности «уральского» комплекса признаков у анализируемых групп с одновременным увеличением уровня их европеоидности. Как видно из рисунка 5, в пространстве I KB и I ГК достаточно отчетливо выделяются две группы. В первую, характеризующуюся слабой степенью выраженности европеоидных особенностей с хорошо выраженным «уральским» комплексом признаков, входят обе саамские серии, луговые марийцы, удмурты и чувашы. Во вторую – русские, финны, эстонцы, коми-зыряне, латыши, литовцы,

а также обе вологодские серии. Данные серии характеризуются высоким уровнем европеоидности и ослаблением выраженности «уральских» особенностей. Горные марийцы, мордва эрзя и карелы занимают промежуточное положение, между двумя основными группами, сближаясь с одной из двух описанных групп лишь по одной системе признаков. При этом наибольшие различия между результатами анализа краниоскопических и краниометрических данных фиксируются у карел.

Наиболее важным итогом проделанного сравнительного анализа краниоскопических и краниометрических данных для обсуждаемой темы является то что, по обеим системам признаков вологодские серии оказываются в числе наиболее европеоидных и, одновременно, наименее «уралоидных» среди групп севера европейской части России. Поскольку об этом свидетельствуют две независимые системы признаков, данный результат не может быть случайным. Специального комментария требуют два момента. Во-первых, такая позиция позднесредневекового населения Вологды, видимо, является однозначным указанием на ограниченность контактов «вологодцев» с популяциями – носителями уральского комплекса признаков. Здесь следует заметить, что не все уралоязычные группы согласно результатам проведенного анализа и предыдущих исследований оказываются родственными между собой. Так, у

коми-зырян и, видимо, карел «уральский» комплекс признаков не выражен [Моисеев, 1999; 2001; 2006; Хартанович, 1986, 1991, 2004, 2006], поэтому популяционные контакты между «вологодцами» и этими группами не могут быть исключены. Во-вторых, отдельного объяснения требует крайняя степень выраженности европеоидных особенностей «вологодцев». На настоящий момент говорить об истоках антропологических особенностей позднесредневекового населения Вологды можно только на основании косвенных данных. Так, можно предположить, что поскольку серия русских (Себеж и Старая Ладога) значительно уступает «вологодцам» в выраженности данных показателей, то имеющаяся «суперевропеоидность» материалов из Вологды не может быть объяснена только посредством их контактов со средневековыми славяноязычными группами населения. Возможно, мы имеем здесь указание на наличие в составе средневековых «вологодцев» древнего европеоидного антропологического компонента, сходного с таковым у целой группы древних серий с территории Прибалтики и Севера России, вероятно связанного своим происхождением с позднепалеолитическими носителями аренбургской культуры.

Таблица 6. Коэффициенты корреляции между двумя первыми главными компонентами и тремя каноническими векторами

	I КВ	II КВ	III КВ	I ГК	II ГК
I КВ	1.00				
II КВ	0.00	1.00			
III КВ	-0.00	0.00	1.00		
I ГК	0.80*	0.16	0.24	1.00	
II ГК	-0.08	0.22	0.52*	0.00	1.00

Примечание. * – коэффициенты корреляции значимые при $p < 0.05$

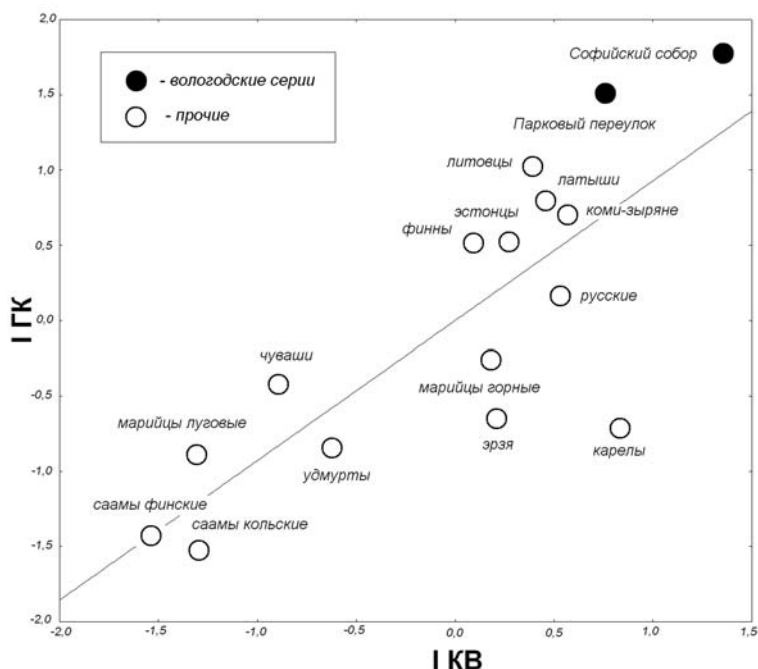


Рис. 5. Положение групп 16 групп с территории севера Европейской части России, Финноскандии и стран Балтии в пространстве I КВ и I ГК

Выводы

1. Результаты проделанного внутригруппового анализа краниометрических признаков позволяют говорить о наличии в составе серии из Паркового переулка двух морфологических комплексов. Как показали результаты межгруппового анализа один из них сходен с таковым у карел, коми-зырян и ижор, второй – с распространённым у финнов Финляндии и поволжских финноязычных групп населения.
2. Соотнесение результатов внутригруппового анализа серии черепов из Паркового переулка с планиграфией могильника показало наличие связей между степенью сходства морфологических характеристик черепов и территориальной близостью погребений, что, вероятно, отражает реальные родственные связи между погребёнными. Особенно четко данное соответствие наблюдается при анализе женской выборки.
3. Параллельный анализ краниометрических и краниоскопических характеристик показал, что обе позднесредневековые вологодские серии характеризуются крайне высоким уровнем выраженности европеоидных особенностей. В то же самое время полученные нами результаты позволяют говорить об отсутствии в их составе существенной уральской антропологической примеси.
4. Наибольшее сходство с позднесредневековыми «вологодцами» демонстрируют краниологические серии карел, коми-зырян и, возможно, ижор. Хотя язык вышеперечисленных народов и относится к уральской языковой семье (прибалтийско-финская и пермская группы), согласно нашим предыдущим исследованиям они имеют иное, по отношению к большинству уралоязычных народов, происхождение. Можно предположить, что в составе «вологодцев», коми-зырян и карел присутствует единый древнеевропеоидный компонент. Область его распространения, согласно новому исследованию, включает теперь и вологодский регион. Таким образом, закрывается имевшийся ранее территориальный разрыв между выявленными ареалами такого комплекса на территории Восточной Европы – Прибалтика и Карелия на западе, с одной стороны; Республика Коми на востоке – с другой.

Библиография

- Алексеева Т.И., Федосова В.Н.* Ранние этапы славянской колонизации Русского Севера. Ч. 1. Антропологический состав, палеодемография // *Вопр. антропол.*, 1992. Вып. 86. С. 8–23.
- Башенькин А.Н.* Вологодская область в древности и средневековье // *Вологда. Краеведческий альманах.* Вып. 2. Белозеро: Русь, 1997. С. 5–35.
- Витов М.В.* Антропологические данные как источник по истории колонизации Русского Севера. М.: ИЭА РАН, 1997.
- Власова И.В.* Вологодская земля и ее население: этническая история XII–XX веков // *Вологда. Краеведческий альманах.* Вып. 2. Белозеро: Русь, 1997. С. 47–62.
- Власова И.В.* Этническая история и формирование населения Русского Севера // *Русский Север. Этническая история и народная культура XII–XX вв.* М.: Наука, 2001. С. 16–36.
- Гончарова Н.Н.* Особенности антропологического типа новгородских словен в связи с вопросами происхождения // *Народы России. Антропология.* Ч. 2. М.: Старый сад, 2000. С. 66–94.
- Загребин А.Е.* К проблеме этнической идентификации чуди заволочской: историографический аспект // *Русский север и восточные финно-угры: проблемы пространственно-временного фольклорного диалога. Материалы I межрегиональной научной конференции и VII международной школы молодого фольклориста.* Ижевск: АНК, 2006. С. 80–85.
- Коваленко В.Ю.* К антропологии курганного населения XI–XIII вв. Вологодской области // *Вопр. антропол.*, 1975. Вып. 49. С. 92–107.
- Козинцев А.Г.* Этническая краниоскопия: Расовая изменчивость швов черепа современного человека. Л.: Наука, 1988. 168 с.
- Матвеев А.К.* Субстратная топонимия Русского Севера. Ч. 1. Екатеринбург, 2001.
- Моисеев В.Г.* Происхождение уралоязычных народов по данным краниологии. СПб: Наука, 1999.
- Моисеев В.Г.* Северная Евразия: языковая дифференциация и данные физической антропологии // *Археология, этнография и антропология Евразии*, 2001. № 4. С. 154–159.
- Моисеев В.Г.* Происхождение уралоязычных народов по антропологическим данным: результаты межсистемного анализа // II Северный археологический конгресс: докл. Екатеринбург; Ханты-Мансийск: Чароид, 2006. С. 240–263.
- Напольских В.В.* Происхождение самоназвания вепсов в контексте этнической истории Восточной Прибалтики // *Вопр. ономастики*, 2007. № 4. С. 28–33.
- Папин И.В.* Тайны главного здания Вологды: археологические исследования Софийского собора // *Археология Вологды: история и современность.* Вологда: Древности Севера, 2007, С. 69–75.
- Рябинин Е.А.* К этнической истории Русского Севера (чудь заволочская и славяне) // *Русский Север. К проблеме локальных групп.* СПб., 1995. С. 13–42.
- Санкина С.Л.* Антропология средневекового населения Русского Севера // *Палеоантропология. Этническая антропология. Этногенез.* СПб.: МАЭ РАН, 2004. С. 83–107.
- Хартанович В.И.* Краниология карел // *Антропология*

современного и древнего населения Европейской части СССР. Л., 1986. С. 63–120.

Хартанович В.И. К краниологии населения северо-западного Приладожья XIX – нач. XX вв. // Балты. Славяне. Финны. Рига, 1990. С. 87–124.

Хартанович В.И. Краниология коми-зырян // Новые коллекции и исследования по антропологии и археологии (Сб. МАЭ. Т. 44). Л.: Наука, 1991. С. 108–125.

Хартанович В.И. Новые краниологические материалы по саамам Кольского полуострова (могильник Северная Салма) // Палеоантропология, этническая антропология, этногенез. СПб.: МАЭ РАН, 2004. С. 108–125.

Хартанович В.И. О «лапоноидности» на Севере Европы (по антропологическим материалам из могильников Большого Оленьего острова в Кольском заливе Баренцева моря и Южного Оленьего о-ва Онежского озера // Первобытная и средневековая история и культура Европейского севера: проблемы изучения и научной реконструкции. Соловки, 2006. С. 143–156.

Хартанович В.И., Широбоков И.Г. Новые данные о происхождении карел (могильник Кюлялахти Калмистомяки) // Археология, этнография и антропология Евразии, 2010. Т. 1 (41). С. 138–146.

Хартанович В.И., Широбоков И.Г., Пантелеева Т.А. К проблеме формирования антропологического состава Северо-Запада России (по антропологическим материалам из позднесредневековой Вологды) // IX Конгресс этнографов и антропологов России: тез. докл. Петрозаводск, 2011. С. 27–31.

Kozintsev A. G. Ethnic epigenetics: A new approach // Homo, 1992. Vol. 43. N 3. P. 213–244.

Контактная информация:

Моисеев Вячеслав Григорьевич. E-mail: vmoiseyev@mail.ru;

Хартанович Валерий Иванович. E-mail: vkhartan@yandex.ru;

Широбоков Иван Григорьевич. E-mail: ivansmith@bk.ru.

CRANIAL CHARACTERISTICS OF THE LATE MIDDLE AGE POPULATION OF VOLOGDA

V.G. Moiseyev, V.I. Khartanovich, I.G. Shirobokov

Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography (Kunstkamera), Russian Academy of Science, Sain-Peterburg

The aim of the study. The paper is focused on the problem of ethnic affinities of the Late Middle Age urban population of Vologda. The study is based on intra and inter-group analyses of cranial metric and nonmetric characteristics of two series of skulls obtained during the excavations of urban cemeteries namely cemetery near Sofia Cathedral and cemetery on Parkovy lane of modern Vologda.

Materials and methods. The series under study consist of 24 male and 36 female skulls from Sofia Cathedral and 46 male and 32 female skulls from Parkovy cemeteries. Metric traits on intra and inter group levels were analyzed by means of principle component and canonical variate analyses correspondently. Non-metric traits after Anscombe transform were subjected to principle component analysis. To obtain integrated picture of population differentiation the results of analyses of metric and non-metric characteristics were graphically and statistically compared.

Obtained results and conclusions. Because strong correspondence between metrics of both males and females skulls and location of graves is observed on Parkovy lane cemetery it can be suggested that structure of the cemetery reflects kinship ties of buried people. This tendency is most evident in female sample.

The inter-group analyses of both metric and non-metric cranial traits reveal strong European tendency of Vologda people and at the same time they are the most distant from Volga Uralic-speaking groups. Strong anti-Uralian tendency of Vologda groups undoubtedly exclude ancient Uralian-populations who display very specific combination of cranial traits as ancestors of Vologda people. Several Uralic-speaking groups of Komi-zyrians, Kalelians and possibly Izhors demonstrate high level of similarity with Vologda people while lack of Uralic anthropological specificity as well. It can be suggested that all these groups have common European origin. Obviously their common ancestors spoke some paleo-European languages. Later ancestors of Komi-zyrians and Karelians because of cultural contacts with Uralians switched to Uralic languages while ancestors of Vologda people in the Middle Age time fall under the influence of Novgorod republic and accept Russian. Despite of different cultural history all these groups preserve their ancient cranial specificity.

Keywords: *cranial metric and non-metric characteristics, ethnical history, Slavic, Finno-Ugric peoples*

ВРЕМЯ ПОЯВЛЕНИЯ ЗВУЧАЩЕЙ РЕЧИ ПО ДАННЫМ АНТРОПОЛОГИИ

С.А. Бурлак

Институт востоковедения РАН, филологический факультет МГУ, Москва

В статье суммируются данные, проливающие свет на время возникновения звучащей речи. Рассматриваются анатомические черты, с которыми различные исследователи связывали переход гоминид к членораздельной звучащей речи (опущенная гортань, величина базикраниального угла, толщина канала подъязычного нерва, форма и расположение подъязычной кости, подбородочный выступ, ширина позвоночного канала), и степень их релевантности для обоснования таких гипотез: наиболее релевантными оказываются низкое положение гортани (в сочетании со сравнительно небольшой длиной ротовой полости, что обеспечивает языку большую подвижность в разных плоскостях и, тем самым, большие возможности для различения звуков при помощи артикуляции) и толщина позвоночного канала (свидетельствующая о расширении возможностей управления дыханием). Сопоставляются слуховые возможности как современных людей и человекообразных обезьян, так и ископаемых гоминид (по реконструкции на основе формы слуховых косточек), а также их возможности управлять дыханием (при помощи спинного мозга) и обрабатывать информацию (при помощи головного мозга). В обеспечении функционирования языка принимают участие не только зона Брока и зона Вернике, большое значение имеют лобные доли (в особенности, префронтальные формации коры). В то же время само по себе увеличение объема мозга в тех областях, где у современного человека находятся «речевые зоны», не является однозначным свидетельством в пользу наличия у соответствующего вида гоминид развитого звукового языка. Распознавание речи имеет комплексный характер, в нём участвуют мозговые структуры, распознающие не только отдельные смыслоразличительные признаки фонем, но и переходы от одной фонемы к другой, общий звуковой облик слова, языковой и внеязыковой контекст. Рассматриваются также когнитивные приспособления, необходимые для формирования звучащей речи: способность к самоподдерживающемуся звукоподражанию, желание слышать понимаемую речь и интерпретировать звуки, произносимые окружающими, как знаки. Формирование всего этого комплекса признаков происходит лишь в гоминидной линии и не может быть вызвано одиночной макромутацией. Всесторонний анализ данных позволяет сделать вывод, что звучащей речью обладал уже *Homo heidelbergensis*: у него отсутствуют горловые мешки (сильно уменьшающие влияние артикуляции на акустические характеристики звука), слух постепенно настраивается на лучшее распознавание тех частот, которые могут быть усилены или ослаблены при помощи артикуляции; у него же увеличивается толщина позвоночного канала. Но при этом нет оснований считать эту речь настоящим человеческим языком, поскольку многие аспекты языка связаны с лобными долями, которые у *Homo heidelbergensis* были меньше, чем у *Homo sapiens*.

Ключевые слова: антропология, происхождение языка; звучащая речь, *Homo heidelbergensis*

В числе ключевых свойств человеческого языка, отличающих его от коммуникативных систем других видов, непременно называют членораздельную звучащую речь. В середине XX века с лёгкой руки американского психолога Олвина Либермана эта идея обрела форму изящного афоризма – *Speech is special* (букв. «речь [видо]специфична»).

Человеческая речь – не просто издавание звуков, имеющих определенный смысл. Звуковая

сторона речи имеет сложную, иерархически устроенную организацию [см., например: Кодзасов, Кривнова, 2001]. Из отдельных звуков – фонем – складываются слоги, из слогов – фонетические слова (они могут не совпадать с грамматическими словами, например, в лесу – одно фонетическое слово, но два грамматических), из фонетических слов – фонетическим синтагмы (сочетания из нескольких фонетических слов без пауз между ними), а из них – фонетические предложения, или

периоды. Непросто устроены и сами звуки. При помощи движений языка, губ, нижней челюсти, нёбной занавески, надгортанника, человек, изменяя резонансные свойства речевого тракта, ослабляет одни частоты получающегося в итоге звука и усиливает другие. Каждый гласный характеризуется своим собственным «узором» усиленных частот (формант). Согласные также имеют свои частотные максимумы и минимумы, но распознаются в значительной степени по тому влиянию, которое они оказывают на форманты соседствующих с ними гласных. Например, после заднеязычного согласного (*g* или *k*) у последующего гласного сближаются начальные точки контуров второй и третьей формант.

Вообще говоря, прямое отождествление человеческого языка и членораздельной звучащей речи не вполне верно, поскольку жестовые языки глухонемых ни в коей мере не являются «менее человеческими», чем языки устные. Вопреки распространённому заблуждению, жесты этих языков передают не отдельные буквы (хотя пальцевая азбука – дактилология – тоже имеется, прежде всего для передачи имен собственных), а целые слова (или морфемы – значимые части слов). Каждый жест-слово состоит из незначимых элементов – хирем, а из слов, как и в устном языке, составляются словосочетания и предложения [см.: Stokoe, 1960; Зайцева, 1993]. В них имеется грамматика (например, средства выражения множественного числа, разнообразных видовых различий и мн. др.), различные стили речи, на них можно вести диалоги и составлять монологические рассказы на любые темы (например, можно пересказать приятелю сюрреалистический мультфильм).

И всё же, по-видимому, человеческий язык формировался в первую очередь именно как язык устный – об этом говорят имеющиеся у *Homo sapiens* многочисленные приспособления для производства и восприятия членораздельного звука. Главное из них – гортань, расположенная ниже, чем у современных человекообразных обезьян. Низкое положение гортани открывает возможность для чёткого произнесения звуков человеческого языка, но при этом создаёт риск подавиться. Как пишет С. Пинкер, «до недавнего изобретения приёма Геймлиха попадание еды в дыхательные пути было шестой лидирующей причиной смерти от несчастного случая в Соединенных Штатах, уносившей шесть тысяч жизней в год» [Пинкер, 2004]. Следует уточнить, что для членораздельной речи важно не положение гортани само по себе, а соотношение длины ротовой полости и длины глотки: у современного человека эти дли-

ны приблизительно одинаковы, так что части языка, расположенные во рту и в глотке, примерно уравниваются, и это даёт возможность чётко различать в произношении все звуки, включая «крайние» гласные – [i], [u] и [a] [Lieberman, 2002]. У других видов гоминид такой возможности, видимо, не было, поскольку они, как видно по сохранившимся черепам, обладали достаточно сильно выступавшими вперёд челюстями и, соответственно, длинной ротовой полостью. Чтобы уравновесить такую длину рта соответствующей длиной глотки, гортань должна была бы располагаться где-то в груди, что крайне маловероятно [ср.: Lieberman, 2002]. Впрочем, невозможность произнесения «крайних» гласных сама по себе не может свидетельствовать ни об отсутствии языка (язык мог в принципе быть и жестовым), ни даже об отсутствии членораздельной звучащей речи – просто, если таковая была, она должна была в большей степени полагаться на различия согласных звуков [Deacon, 1997].

Отметим, что у человеческих младенцев гортань тоже, как и у шимпанзе, расположена высоко (это позволяет одновременно сосать и дышать). Примерно к трём годам гортань опускается – и это приблизительно совпадает со временем полного овладения звуковой стороной языка. Впрочем, справедливости ради следует сказать, что положение гортани не остается неизменным в течение жизни не только у человека: по данным группы японских ученых, некоторое опускание гортани наблюдается и у шимпанзе [Nishimura et al., 2003].

О том, для чего нужно низкое положение гортани, существует по меньшей мере две гипотезы. Согласно одной точке зрения, оно необходимо только для членораздельной звучащей речи [см., например, Lieberman, 2002; Вишняцкий, 2004], поскольку дает возможность языку двигаться внутри речевого тракта как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости. Это позволяет создавать различные конфигурации ротовой полости и глотки независимо и тем самым сильно расширяет набор возможных фонем, различающихся по тому, на каких частотах звук усилен, а на каких, наоборот, приглушён. Согласно другой точке зрения, главная роль понижения гортани – это обеспечение возможности издавать более низкие звуки и тем самым создавать у слушателей впечатление, что говорящий имеет бóльшие размеры, чем на самом деле [Hauser et al., 2002. P. 1574]. По-видимому, эта точка зрения принципиально неверна. Дело не только в том, что преувеличение собственного размера – слишком ничтожное приобретение для такой огромной «цены», как риск подавиться. Главное, как кажется, то, что приматы

(а значит, по-видимому, и ранние гоминиды) – групповые животные с достаточно высоким уровнем интеллекта. Они долгие годы живут вместе, часто встречаются и хорошо знают друг друга «в лицо» – как показывают наблюдения, роль межличностных контактов в обезьяньем сообществе весьма велика [см., например, Бутовская, Файнберг, 1993]. В такой ситуации пытаться создавать ложное впечатление о размере (который виден невооружённым глазом и всей группе давно известен) просто бесполезно (показательно, что М. Хаузер и его соавторы в подтверждение своей точки зрения ссылаются на лягушек и птиц, которые производят коммуникативные действия на таких расстояниях и в такой среде, что размер того, кто издаёт звук, слушающему не виден). Предположение, что понижение тембра голоса было необходимо в межгрупповых конфликтах (для того, чтобы издав далеко устроить членов соседней группировки) тоже едва ли может претендовать на обоснованность: во-первых, такая задача должна была обусловить понижение гортани у взрослых особей мужского пола, но не у женщин и трёхлетних детей, для которых устрашение соседей неактуально, а во-вторых, слух человека настроен на преимущественное восприятие частот, слишком высоких для тех расстояний, на которых осуществляется межгрупповое общение (см. подробнее ниже). Таким образом, остается лишь одна возможность: низкое положение гортани как видовой признак – это одно из приспособлений для членораздельной звучащей речи.

Сложность заключается в том, что гортань не содержит костей, а мягкие ткани не сохраняются, так что все имеющиеся в науке сведения о положении гортани у того или иного вида гоминид – это реконструкции, выполненные на основании предположения, что положение гортани связано с величиной базикраниального угла (угла основания черепа): чем сильнее изогнуто основание черепа, тем ниже расположена гортань [Lieberman, Crelin, 1971; Lieberman et al., 1972; Laitman, Crelin, 1976; Crelin, 1987]. У австралопитеков и *Homo habilis* изгиб основания черепа примерно такой же, как у современных человекообразных обезьян, у архантропов он выражен значительно сильнее – поэтому некоторые исследователи предполагают, что «первыми «говорящими» гоминидами были, возможно, *Homo ergaster*» [Зубов, 2004]. Впрочем, исследования указывают на отсутствие (у современных людей) надёжной корреляции между величиной изгиба базикраниума и положением гортани [Lieberman, McCarthy, 1999].

Но низкое положение гортани – далеко не единственное анатомическое приспособление,

необходимое для языка. Большое значение для звучащей речи имеет точное управление мышцами языка. Движения всех этих мышц, кроме одной, обеспечиваются подъязычным нервом, канал которого расположен в толще затылочной кости между ярёмным отростком и мыщелком. Чем толще этот канал, тем, как считается, больше нейронов задействовано в управлении языком, поэтому на основании этого признака делаются предположения о наличии у того или иного вида гоминид звучащей речи: в частности, известно, что у представителей рода *Homo* этот канал как абсолютно, так и относительно больше, чем у человекообразных обезьян и австралопитековых [Кау et al., 1998]. Однако, по данным других исследователей, с учётом различий в размере языка толщина канала подъязычного нерва варьирует практически в одних и тех же пределах даже у человека и шимпанзе [Fitch, 2000. P. 262; Lieberman, 2002. P. 177]; кроме того, отсутствует корреляция между толщиной канала подъязычного нерва и числом аксонов, из которых этот нерв состоит [DeGusta et al., 1999].

В обеспечении членораздельной звучащей речи участвует подъязычная кость. У человека она расположена ниже, чем у других приматов, благодаря чему сильно расширяется спектр возможных движений глотки, гортани и языка друг относительно друга. Если бы подъязычная кость располагалась у нас иначе, мы были бы способны произносить не больше различающихся звуков, чем, например, шимпанзе. Как была расположена эта кость у других представителей клады человека – неизвестно, поскольку эта небольшая кость, не прикрепленная к остальному скелету, обычно не сохраняется. К настоящему времени исследователи располагают лишь очень немногими образцами подъязычной кости. Наиболее известны найденная в Израиле (пещера Кебара) подъязычная кость неандертальца [Arensburg et al., 1989] и подъязычная кость гейдельбергского человека из Испании (район Атапуэрка, пещера Сима де лос Уэсос); кроме того, в пещере Сидрон в Астурии, близ Пилона, была найдена частично сохранившаяся подъязычная кость гоминида, принадлежавшего к неандертальцам (или гейдельбержцам) [Cabo et al., 2003]. Все эти кости, хотя и несколько отличаются по своему строению, чрезвычайно сходны с теми, которые можно наблюдать у современных людей [Зубов, 2004] (в частности, в них отсутствуют отверстия для горловых мешков, свойственных современным шимпанзе [Fitch, 2000]), и это даёт возможность высказать гипотезу, что голосовые аппараты неандертальца, гейдельбержца и современного человека

анатомически чрезвычайно близки. Напротив, найденная недавно подъязычная кость афарского австралопитека оказалась такой же, как у шимпанзе [Alemseged et al., 2006].

Не менее важен для использования звучащей речи тонкий контроль дыхания [MacLarnon, Hewitt, 1999]. Дело в том, что при речи, в отличие от нечленораздельного крика, воздух надо подавать на голосовые связки не сразу, а небольшими порциями – слогами. Это позволяет строить длинные высказывания на одном выдохе, перемежая его короткими вдохами в моменты значимых для смысла и/или синтаксиса пауз. В рамках одного такого высказывания можно произнести большое количество слогов – тем самым, возникает эволюционная задача снабдить эти слоги необходимым количеством различий, что позволит придать высказыванию большую информационную наполненность. Если бы воздух подавался на голосовые связки сразу весь, возможности изменения звучания в процессе одного выдоха-высказывания были бы крайне ограничены (читатель может убедиться в этом сам, попытавшись снабдить членораздельными изменениями звучания, скажем, вопль ужаса). Как следствие, в таком языке оказалось бы очень мало слов: слишком малые возможности варьирования звука не позволяли бы проводить большое число различий. Кроме того, при произнесении фонем сближающиеся органы артикуляции ослабляют акустическую мощность – по-разному в разных случаях, так что при одинаковой силе воздушного потока, подаваемого на голосовые связки, одни звуки оказались бы настолько громче других, что заглушили бы последние (при восприятии наблюдается «маскирующий» эффект: тихий звук, непосредственно предшествующий громкому или следующий за ним, не распознаётся). Таким образом, речевое дыхание должно не только квантовать выдох на слоги, но и регулировать силу выдоха в рамках одного слога так, чтобы соседствующие звуки не заглушали друг друга. Как было показано ещё Н.И. Жинкиным [Жинкин, 1958] при помощи рентгенокимографической съёмки, это обеспечивается движениями диафрагмы: «в процессе речевого произнесения диафрагма на выдохе совершает резкие и отчётливо заметные вдыхательные и выдыхательные движения. Она модулирует с определённой амплитудой на каждом речевом звуке, то поднимаясь вверх, то опускаясь вниз, при этом экспирация не прекращается» [Жинкин, 1958]. Например, при произнесении слова *скалы* «на слоге *ска* диафрагма вначале делает два движения вверх (*ск*), потом опускается на *а*. После этого идёт краткое нижнее слогостояние диафрагмы и новый слог *лы*,

который начинается малым подъёмом диафрагмы на *л* и вторым, большим подъёмом на *ы*» [там же], при этом «в момент падения диафрагмы на слогоразделе вдоха не происходит» [там же]. Диафрагма иннервируется диафрагмальными нервами, отходящими от шейного отдела спинного мозга на уровне третьего, четвёртого и пятого шейных позвонков. В речевом дыхании задействованы также межрёберные мышцы, которые иннервируются из грудных спинно-мозговых нервов. Таким образом, для эффективного управления дыханием при речи необходим достаточно широкий позвоночный канал. По имеющимся данным, у неандертальца и гейдельбергского человека этот канал был примерно таким же широким, как у неантропа, тогда как у архантропа и даже у *Homo antecessor* – значительно уже [MacLarnon, Hewitt, 1999; Walker, Shipman, 1996; Дробышевский, 2004].

Иногда можно встретить утверждение о том, что значительную роль для членораздельной речи играет подбородочный выступ. Но это не вполне верно. Подбородочный выступ – это просто результат неравномерной редукции челюстей, происходившей в процессе эволюции человека. Другое дело, что при развитии речи мышцы языка совершали всё больше разнообразных тонко дифференцированных движений, и именно необходимость в прикреплении этих мышц, возможно, уберегла нижнюю челюсть от редукции. Более того, на ней возникли подбородочные ости и выступ. В становлении же членораздельной речи сыграл роль не подбородочный выступ как таковой, а изменение способа прикрепления подбородочно-язычной мышцы с мясистой на сухожильный. Впрочем, как отмечал В.В. Бунак, для развития членораздельной речи уменьшение размеров нижней челюсти сыграло положительную роль, поскольку «при быстрой смене артикуляции массивная нижняя челюсть и мускулатура создавали бы большую инерцию в работе речевого аппарата, основанной, как известно, именно на быстрой смене артикуляции» [Бунак, 1980]. Из всех гоминид подбородочный выступ имеется лишь у неантропа, но у некоторых неандертальцев прослеживается определённая тенденция к его формированию [Зубов, 2004]. Присутствует в зачаточном состоянии подбородочный выступ, например, у неандертальца Кебара 2, обладателя сохранившейся подъязычной кости. Впрочем, для выводов о системе коммуникации, возможно, более показательно строение внутренней поверхности нижней челюсти [Дробышевский С.В., устное сообщение]: в её середине (в области симфиза) у человека имеются подбородочные ости (места прикреплё-

ния подбородочно-язычной мышцы); у обезьян же на этом месте ямка (поскольку эта мышца прикрепляется к кости не сухожилием, а мясистой частью). Челюсти ископаемых гоминид демонстрируют спектр переходных форм.

Анатомические изменения, связанные с развитием членораздельной звучащей речи, коснулись не только речевого аппарата. У человека иначе, чем, например, у шимпанзе, устроен слуховой анализатор. У нас имеется область лучшей слышимости в диапазоне от 2 до 4 кГц – именно на этих частотах сосредоточены значимые характеристики фонем. Шимпанзе же лучше всего слышат звуки частотой около 1 кГц – для них это очень важно, поскольку примерно такую частоту имеют их «долгие крики» (один из типов коммуникативных сигналов). Настройка слуха на повышенную чувствительность к высоким частотам происходила ещё у предков человека современного типа – у *Homo heidelbergensis*. И. Мартинес и его коллеги исследовали слуховые косточки *Homo heidelbergensis*, найденных в Испании (местонахождение Сима-де-лос-Уэсос) и реконструировали, каким слухом обладали представители этого вида [Martinez et al., 2004]. Оказалось, что область лучшей слышимости в диапазоне от 2 до 4 кГц к этому времени уже начала формироваться, но ещё не установилась полностью, поскольку в степени её развития разные индивиды обнаруживают достаточно значительную вариативность.

Анализатор речевых звуков работает у человека чрезвычайно быстро (быстрее, чем распознаются неречевые звуки) – до 20–30, а при искусственном ускорении речи – до 40–50 фонем в секунду [Пинкер, 2004]. При этом люди могут проводить достаточно тонкие фонетические различия, например, мы способны не перепутать такие похожие звуки, как *b* и *p* (физически отличающиеся друг от друга тем, что колебания голосовых связок начинаются либо одновременно с тем, как разомкнутся губы, либо после этого).

Важным свойством человеческой коммуникации является то, что она подконтрольна воле, а не эмоциям (т.е. управляется структурами коры больших полушарий): чтобы заговорить, нам обязательно приходится в сильное возбуждение (это скорее помешает), надо лишь захотеть нечто сказать.

Главную роль в обеспечении функционирования языка играют две области левого (в норме у правой) полушария: зона Брока и зона Вернике. Зона Вернике, соседствующая с зоной визуального распознавания, хранит образы отдельных языковых элементов, зона Брока, прилегающая к премоторной коре, – программы обращения с

ними. Но не менее важны и другие отделы мозга, в особенности лобные доли – они обеспечивают возможность подавлять лишние эмоции, а также сосредоточивать внимание на главном, отвлекаясь при этом от несущественных деталей [см., например, Дерягина, 2003]. В отсутствие такой возможности люди никогда не смогли бы распознать, например, какие элементы фонетической реализации звука несут смысловоразличительную нагрузку, а какие – нет. При поражениях лобных долей человек не теряет дара речи, но утрачивает возможность строить поведение по словесной инструкции [см., например, Шульговский, 2003]. Если поражены префронтальные отделы коры, больной может повторять слова и целые фразы, но не в состоянии самостоятельно высказать какую-либо мысль или задать вопрос. Следует отметить, что в коре больших полушарий связаны между собой самые разные стороны восприятия одного и того же объекта: его внешний вид, запах и вкус (если он их имеет), звуки, называющие этот объект, звуки, производимые этим объектом (если он производит звуки), ощущение этого объекта в руке (если его можно взять в руку), представление о манипуляциях с ним и т.д. Словом, все то, что позволяет нам, видя (слыша, обоняя, осязая) этот объект, понимать, чего от него можно ожидать, что с ним можно (или даже нужно) делать, а чего нельзя [ср.: Calvin, Bickerton, 2000]. В хранение наших знаний о различных объектах оказываются вовлечены те отделы мозга, которые регулируют связанное с этими объектами поведение: например, в распознавании инструментов участвует премоторная кора, которая управляет рабочими движениями, а «при категоризации и назывании изображений животных, напротив, активируются прежде всего затылочно-височные области, ответственные за сложные формы зрительной обработки и восприятие движения» [Величковский, 2006].

Это оказывается важным при распознавании звучащей речи. В мозге, как показывают данные мозгового картирования, существуют специальные участки, предназначенные для обработки речевых звуков (отличные от тех, которые используются для распознавания звуков неречевых) [Hickok, Poeppel, 2000; Poeppel, 2001; Trout, 2001; Vouloumanos et al., 2001]. Эти участки позволяют обнаруживать различные простые характеристики акустических событий: наличие звучания на определенной частоте, увеличение энергии звука, уменьшение энергии звука, скорость изменения энергии звука, повышение частоты, понижение частоты и некоторые другие [Кодзасов, Кривнова, 2001]; различные комбинации показаний детекто-

ров складываются в смысловозначительные признаки фонем (набор которых уникален для каждой фонемы). Но человек, воспринимая и понимая речь, не распознаёт фонему за фонемой, складывая их потом в слова (подобно компьютеру, побуквенно распознающему отсканированный текст), распознавание речи устроено значительно сложнее. Во-первых, от звука к звуку в потоке речи имеются вполне акустически заметные переходы (поэтому, если звуки в слоге поменять местами, человек услышит не слог, произнесённый наоборот, а бессмысленную абракадабру – за счёт того, что привычные ему правила перехода от звука к звуку не будут соблюдены). Формантные переходы между соседствующими звуками нередко позволяют людям «услышать» нужный звук даже в том случае, когда он не был реально произнесён [Sinnott, Saporita, 2000], – и человек вполне может не осознать, что вместо, скажем, *Он – человек ответственный* услышал ...*чек отвесный*. Во-вторых, звуки речи встречаются – если не брать экспериментов – в словах, а «информация, достаточная для опознания слова по звуковому облику, включает в себя его общую длину, просодический контур, несколько гласных и согласных звуков, следующих друг за другом в определенном порядке» [Бурлак, Старостин, 2005]. Кроме того, слова употребляются в высказываниях, а высказывания – в тех или иных жизненных ситуациях, тем самым количество «контекста» (как языкового, так и внеязыкового) увеличивается. К распознаванию звуков речи может подключаться также зрительный анализатор, чему свидетельством известен «эффект Мак-Гурка»: если дать человеку прослушать слог *ba* и при этом показать ему губы, произносящие *ga*, он, автоматически сделав соответствующую поправку, воспримет услышанное как слог *da* [McGurk, MacDonald, 1976] (разомкнутые губы не могли произносить *b*, а шум на тех частотах, которые характерны для *b*, можно с некоторым напряжением принять за *d*, но никак не за *g*). Все это позволяет людям понимать друг друга даже при наличии ошибок.

Всем этим анатомо-физиологическим приспособлениям сопутствуют приспособления когнитивные: дети приходят в мир с желанием обнаруживать слова, т.е. интерпретировать звуки, произносимые окружающими, как знаки. Желание слышать понимаемую речь столь велико, что подчас заставляет человека обнаруживать слова в шумах природы (например, песня птицы чечевицы описывается обычно как «Витю видел?»). Даже новорожденные младенцы предпочитают звуки речи (включая такие, которые они не могли различать в утробе) неречевым звукам, похожим на

речевые по своему тембру и ритмике [Vouloumanos, Werker, 2004a; 2004b]. Большое значение для развития речи имеет способность к звукоподражанию: притом, что люди, в массе своей, достаточно плохие имитаторы (далеко не каждый способен адекватно изобразить пение синицы, мяуканье кошки или правильно воспроизвести даже несложную мелодию), подражание речевым звукам даётся им гораздо лучше: уже к трём-четырёх-пяти годам дети научаются правильно произносить все согласные и гласные своего родного языка, воспроизводить тоны (в тех языках, где они есть), интонационную структуру разных типов предложений и т.д. Важно, что звукоподражание это является самоподдерживающимся: детям, овладевающим языком, не нужно специальное поощрение за выученные элементы коммуникативной системы.

Формирование всего этого комплекса признаков начинается лишь в гоминидной линии. У современных человекообразных обезьян высоко расположена гортань (что позволяет есть и дышать / издавать звуки практически одновременно), имеются горловые мешки, иначе, чем у человека, крепится к нижней челюсти подбородочно-язычная мышца, отсутствует произвольная регуляция дыхания (зато имеется возможность издавать звуки как на выдохе, так и на вдохе), звукопроизводство подконтрольно эмоциям, а не воле (и управляется подкорковыми структурами мозга), слуховой анализатор настроен на преимущественное распознавание звуков только на низких частотах, желание обнаруживать слова, видеть за звуками имена всего сущего не отмечается даже в языковых проектах, способности и склонности к звукоподражанию нет. При этом у обезьян имеются гомологи зоны Брока и зоны Вернике [Зорина, Смирнова, 2006], соответствующие человеческим не только по своему расположению, но и по клеточному составу, а также по входящим и исходящим нейронным связям; кроме того, эти области – как у человека, так и у человекообразных обезьян – соединены между собой пучком волокон (это было показано как отечественными, так и зарубежными исследователями [Кочеткова, 1973; Galaburda, Pandya, 1982; Deacon, 1997]). Гомолог зоны Брока «отвечает» за автоматические комплексные поведенческие программы, осуществляемые мышцами лица, рта, языка и гортани, а также за координированные программы действий правой руки [Greenfield, 1991; Rizzolatti, Arbib, 1998]. Гомолог зоны Вернике (и соседние участки мозга) используются для распознавания звуковых сигналов, а также для того, чтобы различать сородичей по голосу. Кроме того, «различные подобласти этих гомологов получают данные от всех

частей мозга, задействованных при слушании, ощущении прикосновения во рту, языке и гортани и областях, где сливаются потоки информации от всех органов чувств» [Пинкер, 2004]. Таким образом, обнаружение на эндокранах ископаемых гоминоид развитых выпуклостей в области зоны Брока и зоны Вернике не может свидетельствовать о наличии у соответствующего вида членораздельной звучащей речи [ср.: Tobias, 1996].

При этом у *Homo sapiens* весь этот комплекс признаков закреплён в геноме, и, поскольку появление такого сложного комплекса признаков в результате единственной макромутации совершенно невозможно, это означает, что перед видо-предком задача приспособления к членораздельной звучащей речи уже стояла (и основу вида-потомка положили те, кто смог её успешно решить).

В качестве «гена речи» нередко рассматривается ген *FOXP2*, расположенный на седьмой хромосоме. Люди, имеющие дефектный вариант этого гена, страдают специфическим расстройством речи (англ. SLI), затрагивающим как фонетическую, так и грамматическую составляющие языка [см., например, Бурлак, 2011. С. 255, 256]. Кроме того, у них несколько нарушен волевой моторный контроль за мышцами рта (в области как отдельных движений, так и их последовательностей) – им сложно, например, по команде высунуть язык или несколько раз подряд сомкнуть и разомкнуть передние зубы [Alcock et al., 2000]. Как показали исследования, ген *FOXP2* является геном-регулятором высокого уровня (т.е. регулирует активность других генов-регуляторов) [Konopka et al., 2009]; он экспрессируется в различных отделах мозга, в частности, влияет на характер нейронных связей между корой больших полушарий и базальными ядрами, повышая синаптическую пластичность в них [Reimers-Kipping et al. 2011], что является чрезвычайно существенным для возможности выучивать последовательности действий [Jin, Costa, 2010].

Ген *FOXP2*, по всей видимости, был мишенью отбора в гоминоидной линии: со времени разделения предков людей и шимпанзе в этом гене произошли две замены, и обе они являются несинонимичными [Enard et al., 2002]. Как показали недавние исследования, таким же, как у нас, вариантом этого гена обладали и неандертальцы [Krause et al., 2007]. Тем самым, велика вероятность, что «человеческие» мутации в этом гене произошли уже у общего предка неандертальца и *Homo sapiens*, т.е. у *Homo heidelbergensis*, расширив его возможности как в области моторного контроля за органами артикуляции, так и в области автоматизации последовательностей действий,

что особенно важно для тех, кто может произносить длинные, многосложные реплики и перед кем, соответственно, стоит задача наделять эти реплики необходимым количеством различий между соседствующими элементами.

Важное значение для определения времени формирования членораздельной звучащей речи имеет недавнее исследование Б. де Бура [de Boer, 2011], направленное на выявление функции горловых мешков. Эти образования имеются у современных шимпанзе (и имелись, судя по строению подъязычной кости, у афарских австралопитеков), но отсутствуют у людей (а также у неандертальцев и *Homo heidelbergensis*) Построив модель речевого резонатора с горловыми мешками и без них, он показал, что при наличии горловых мешков во-первых, резонансы речевого тракта смещаются ближе друг к другу, а во-вторых, появляются дополнительные резонансы и антирезонансы – причём появляются независимо от производимой артикуляции. Из этого сразу видна отрицательная роль горловых мешков для членораздельности речи. Во-первых, если все области усиления звука приближены друг к другу, это значит, что звуки получаются более похожими один на другой, тогда как для членораздельной речи необходимо, наоборот, чтобы звуки достаточно сильно различались. Увеличение различающихся на слух звуков позволяет иметь коммуникативную систему с большим числом знаков (и тем самым, с большими выразительными возможностями). Во-вторых, наличие резонансов и антирезонансов, независимых от производимой артикуляции, сильно сужает возможности произвольного варьирования производимого звука. Такая задача актуальна для обезьян, которые, имея высоко расположенную гортань, могут есть и вокализовать одновременно: при наличии горловых мешков еда, находящаяся во рту, не мешает издавать необходимые звуки. Но членораздельная речь обуславливает противоположную задачу: при помощи органов артикуляции, доступных волевому управлению, обеспечить как можно большее количество различий в звучании. Ещё одна функция горловых мешков – понижение высоты звука. Эта задача также актуальна для обезьян, которые используют звуковую коммуникацию для общения с сородичами, находящимися сравнительно далеко и скрытыми густой листвой тропического леса (в общении на близком расстоянии более существенную роль играет мимика, жесты, позы и разнообразные прикосновения) и – в связи с этим – имеют слуховой анализатор, настроенный на преимущественное распознавание низкочастотных звуков. Но для гоминоид, обитающих в полутропических и открытых ландшаф-

тах, эта задача постепенно теряет актуальность. Слуховой анализатор *Homo heidelbergensis*, демонстрирующий формирование дополнительной области лучшей слышимости на высоких частотах, свидетельствует, что на первый план у гоминид постепенно выходило звуковое общение на близком расстоянии.

Всё это позволяет в общих чертах представить себе картину формирования звучащей речи в ходе эволюции. Первоначально основными носителями намеренно передаваемой сигнальной информации у гоминид, как и у современных приматов, вероятно, были жесты – они подчинены волевому контролю и могут использоваться для создания сигналов *ad hoc* (сигналов, создаваемых по ходу дела, у которых ни форма, ни смысл не являются врождёнными). Звуки же могли использоваться только в качестве эмоционального дополнения. Но когда объем манипулятивной активности гоминид возрос, в частности, за счет всё более частого изготовления и применения орудий, сочетание обычной и коммуникативной деятельности стало затруднено [Бутовская, 2004]: руки не могли одновременно делать орудия и знаки, мозгу приходилось выбирать, какой сигнал посылать на руки, какую информацию обрабатывать – от практических движений или от сигнальных (подобные затруднения легко смоделировать, попытавшись говорить и одновременно с этим жевать жвачку). Это, по-видимому, привело к эффекту замещения – сигнал из мозговых структур, управляющих коммуникацией, стал подаваться не только на руки, но и на органы звукопроизводства (и зона Брока, соседствующая с премоторной корой, получила в своё распоряжение контроль над вокализацией). Такое замещение могло быть облегчено тем, что у приматов управление ротовым аппаратом и управление руками связаны между собой, поскольку эти органы вместе задействованы в питании, груминге и т.д. [см., например, Pollick, de Waal, 2007].

Как было показано ещё советским археологом-экспериментатором С.А. Семёновым, самое примитивное «рубящее орудие возникло после двух-трёх ударов оббивки» [Семёнов, 1968], а для получения отщепы с острым краем бывает достаточно и одного (сходные результаты были получены и позднее, Н. Тотом и К. Шик, в том числе, в экспериментах, где орудия олдувайского типа изготавливал бонобо Канзи [Schick, Toth, 1993]); ашельская же технология предполагает гораздо большие трудозатраты: орудие обрабатывается со всех сторон, при этом сначала производится грубая оббивка каменным молотком, а затем края ретушируются с использованием мягких отбойни-

ков из кости или рога (подробнее о технологиях изготовления палеолитических орудий см. [Inizan et al., 1999; Schick, Toth, 1993]). Тем самым, с развитием технологии производство орудий требовало всё большего времени. Если при этом необходимо было коммуницировать, то в выигрыше оказывались те, кто мог ещё до начала собственно передачи информации (т.е. использования значащего, подконтрольного воле жеста), по звуку общего возбуждения или привлечения внимания догадаться (хотя бы в какой-то степени) о том, что будет сообщено. В принципе такое не невозможно: так, человек, слыша обращение к себе по имени, может по интонации предугадать часть смысла будущего сообщения – намерен ли говорящий просить его о чём-то, угрожать ему, стыдить, позвать к себе, сообщить о каком-то поразившем его событии и т.д.; при становлении речи у ребёнка овладение интонацией происходит до овладения словами [Лепская, 1997, Цейтлин, 2000].

Соответственно, отбором будет поощряться всё более вариабельный исходный сигнал и всё более точное «угадывание» другими особями по этому сигналу смысла планируемого сообщения. В этом случае информационная нагрузка переместится на звуковой канал, использование же прочих каналов редуцируется. При этом увеличится важность для коммуникации высоких частот, поскольку общение происходит на близком расстоянии.

Вероятно, «архантропы вследствие массивности челюстей могли произносить только небольшое число различных выкриков» [Бунак, 1980]. Поскольку у них не было возможности произносить длинные высказывания (вследствие недостаточных анатомо-физиологических средств для управления дыханием), они могли общаться при помощи голофраз (однословных высказываний), возможно, как современные дети, не столько описывая таким образом те или иные ситуации, сколько выражая свои эмоции по их поводу [Лепская, 1997].

У *Homo heidelbergensis* ситуация сильно изменилась: увеличенный позвоночный канал свидетельствует о том, что они были в состоянии произносить реплики из нескольких слогов, сочетая при этом по-разному артикулируемые звуки. Это имеет смысл только при наличии возможности вкладывать в звучание максимум различий (максимизируя тем самым передаваемую информацию). И действительно, отсутствие в подъязычной кости отверстий для горловых мешков, а также настройка слуха на высокие частоты показывают, что приспособления для лучшего различения звуков при помощи артикуляции коснулись как

звукопроизводства, так и звуковосприятия. Вероятно, это имело генетическую подоснову, обеспеченную мутациями в гене *FOXP2*. Таким образом, можно утверждать, что в основе коммуникации гейдельбергского человека лежала звучащая речь, в которой различия между звуками обеспечивались при помощи артикуляции. Косвенным свидетельством этого может служить и увеличение у *Homo heidelbergensis* базикраниального угла (по сравнению с тем, что было у архантропов). Но всё же, по-видимому, эта речь ещё не была настоящим человеческим языком. Для языка очень важна способность делать выводы из нескольких посылок одновременно, сосредоточивать внимание на главном, отвлекаясь от несущественного (в том числе это касается и чисто звуковых различий), держать в оперативной памяти достаточно много единиц, чтобы мочь обобщить синтаксические правила, определённые на длинных предложениях. Всё это обеспечивают лобные доли коры больших полушарий головного мозга, которые у гейдельбергского человека были гораздо меньше, чем у *Homo sapiens* [см. Дробышевский, 2007].

Итак, анатомически современный человек, появившийся не менее, чем 195 ± 5 тыс. лет назад [McDougall et al., 2008], уже, по-видимому, пользовался настоящим человеческим языком. Но база для этого, овладение членораздельностью звучащей речи, была заложена ещё предшествующим видом, *Homo heidelbergensis*, на несколько сотен тысячелетий раньше.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 11-06-12036-офи-м-2011.

Библиография

- Бунак В.В. Род *Ното*, его возникновение и последующая эволюция. М.: Наука, 1980.
- Бурлак С.А. Происхождение языка: Факты, исследования, гипотезы. М.: CORPUS, 2011.
- Бурлак С.А., Старостин С.А. Сравнительно-историческое языкознание. М.: Академия, 2005.
- Бутовская М.Л., Файнберг Л.А. У истоков человеческого общества. М.: Наука, 1993.
- Величковский Б.М. Когнитивная наука: Основы психологии познания: в 2 т. Т. 2. М.: Смысл: Издательский центр «Академия», 2006.
- Вишняцкий Л.Б. Человек в лабиринте эволюции. М.: Весь Мир, 2004.
- Дерягина М.А. Эволюционная антропология: биологические и культурные аспекты: учебное пособие. 2-е изд., испр. М.: Изд-во УРАО, 2003.
- Дробышевский С.В. Предшественники. Предки? Часть III: Архантропы. Часть IV: Гоминиды, переходные от архантропов к палеоантропам. М.: Едиториал УРСС, 2004.
- Дробышевский С.В. Эволюция мозга человека. Анализ эндокраниометрических признаков гоминид. М.: УРСС, 2007.
- Жинкин Н.И. Механизмы речи. М.: Издательство Академии педагогических наук, 1958.
- Зайцева Г.Л. Система жестового обучения глухих // Язык в океане языков / Сост. Донских О.А. Новосибирск: «Сибирский хронограф», 1993. С. 28–42.
- Зорина З.А., Смирнова А.А. О чем рассказали «говорящие» обезьяны: Способны ли животные оперировать символами? М.: Языки славянских культур, 2006.
- Зубов А.А. Палеоантропологическая родословная человека. М.: Россельхозакадемия, 2004.
- Кодзасов С.В., Кривнова О.Ф. Общая фонетика. М.: РГГУ, 2001.
- Кочеткова В.И. Палеоневрология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973.
- Лепская Н.И. Язык ребенка (онтогенез речевой коммуникации). М.: Филол. фак. МГУ, 1997.
- Пинкер С. Язык как инстинкт. М.: УРСС, 2004.
- Семенов С.А. Развитие техники в каменном веке. Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1968.
- Цейтлин С.Н. Язык и ребенок. Лингвистика детской речи. М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2000.
- Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности с основами нейробиологии. М.: Академия, 2003.
- Alcock K.J., Passingham R.E., Watkins K.E., Vargha-Khadem F. Oral dyspraxia in inherited speech and language impairment and acquired dysphasia // *Brain and Language*, 2000. Vol. 75. P. 17–33.
- Alemseged Z., Spoor F., Kimbel W.H., Bobe R., Geraads D., Reed D., Wynn J.G. A juvenile early hominin skeleton from Dikika, Ethiopia // *Nature*, 2006. Vol. 443. P. 296–301.
- Arensburg B., Tillier A.M., Vandermeersch B., Dудay H., Schepartz L.A., Rak Y. A Middle Palaeolithic human hyoid bone // *Nature*, 1989. Vol. 338. P. 758–760.
- Cabo L.L., Rodriguez L., Egocheaga J.E. Breve nota sobre el hioides neandertalense de Sidron (Piloica, Asturias) // *Antropología y biodiversidad: Actas XII Congreso de la SEAB*. Vol. 1 / Coord. por Malgosa A., Nogués R.M., Aluja M.P. Barcelona: Ediciones Bellaterra, 2003. Vol. 1. P. 484–493.
- Calvin W.H., Bickerton D. *Lingua ex machina: Reconciling Darwin and Chomsky with the human brain*. Cambridge: MIT Press, 2000.
- Crelin E. *The Human Vocal Tract: Anatomy, function, development and evolution*. New York: Vantage Press, 1987.
- Deacon T. *The symbolic species: The co-evolution of language and the brain*. N.Y.; L.: W.W. Norton & Company, Inc., 1997.
- de Boer B. Loss of air sacs improved hominin speech abilities // *J. Human Evol.*, 2011. P. 1–6.

- DeGusta D., Gilbert W.H., Turner S.P.* Hypoglossal canal size and hominid speech // *Proc. National Academy of Science, USA*, 1999. Vol. 96. P. 1800–1804.
- Enard W., Przeworski M., Fisher S.E., Lai C.S.L., Wiebe V., Kitano T., Monaco A.P., Pääbo S.* Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech and language // *Nature*, 2002. Vol. 418. P. 869–872.
- Galaburda A.M., Pandya D.N.* Role of architectonics and connections in the study of primate brain evolution // *Primate brain evolution: Methods and concepts* / Ed. by Armstrong E., Falk D. N.Y.: Plenum Press, 1982. P. 203–216.
- Greenfield P.M.* Language, tools and brain: The ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behavior // *Behavior and brain sciences*, 1991. Vol. 14. P. 531–595.
- Hauser M.D., Chomsky N., Fitch W.T.* The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve? // *Science*, 2002. Vol. 298. P. 1569–1579.
- Hickok G., Poeppel D.* Towards a functional neuroanatomy of speech perception // *Trends in Cognitive Sciences*, 2000. Vol. 4. N 4. P. 131–138.
- Inizan M.-L., Reduron-Ballinger M., Roche H., Tixier J.* Technology and terminology of knapped stone. Nanterre : CREP, 1999.
- Jin X., Costa R.M.* Start/stop signals emerge in nigrostriatal circuits during sequence learning // *Nature*. – 2010. Vol. 466. P. 457–462.
- Kay R.F., Cartmill M., Balow M.* The hypoglossal canal and the origin of human vocal behavior // *Proc. National Academy of Science, USA*, 1998. Vol. 95. P. 5417–5419.
- Konopka G., Bomar J.M., Winden K., Coppola G., Jonsson Z.O., Gao F., Peng S., Preuss T.M., Wohlschlegel J.A., Geschwind D.H.* Human-specific transcriptional regulation of CNS development genes by FOXP2 // *Nature*, 2009. Vol. 462. P. 213–217.
- Krause J., Lalueza-Fox C., Orlando L., Enard W., Green R.E., Burbano H.A., Hublin J.-J., Hänni C., Fortea J., de la Rasilla M., Bertranpetit J., Rosas A., Pääbo S.* The derived FOXP2 variant of modern humans was shared with Neandertals // *Current Biology*, 2007. Vol. 17. P. 1908–1912.
- Laitman, J.T., Crelin, E.S.* Postnatal development of the basicranium and vocal tract region in man // *Symposium on Development of the Basicranium* / Ed. by Bosma J.F. Bethesda: Department of Health, Education and Welfare, 1976. P. 206–219.
- Lieberman P.* Human language and our reptilian brain: The subcortical bases of speech, syntax and thought. Cambridge (Mass.): Harvard Univ. Press, 2002.
- Lieberman P., Crelin E.S.* On the speech of Neanderthal man // *Linguistic Inquiry*, 1971. Vol. 2 N 2. P. 203–222.
- Lieberman P., Crelin E.S., Klatt D.H.* Phonetic ability and related anatomy of the newborn and adult human, Neanderthal man, and the chimpanzee // *American Anthropologist*, 1972. Vol. 74. P. 287–307.
- Lieberman D.E., McCarthy R.C.* The ontogeny of cranial base angulation in humans and chimpanzees and its implications for reconstructing pharyngeal dimensions // *J. Human Evol.*, 1999. Vol. 36. N 5. P. 487–517.
- MacLarnon A.M., Hewitt G.P.* The evolution of human speech: The role of enhanced breathing control // *Amer. J. Physical Anthropol.*, 1999. Vol. 109. N 3. P. 341–363.
- Martinez I., Rosa M., Arsuaga J.-L., Jarabo P., Quam R., Lorenzo C., Gracia A., Carretero J.-M., Bermudez de Castro J.-M., Carbonell E.* Auditory capacities in Middle Pleistocene humans from the Sierra de Atapuerca in Spain // *Proc. National Academy of Science, USA*, 2004. Vol. 101. N 27. P. 9976–9981.
- McDougall I., Brown F.H., Fleagle J.G.* Spropels and the age of hominins Omo I and II, Kibish, Ethiopia // *J. Human Evol.*, 2008. Vol. 55. N 3. P. 409–420.
- McGurk H., MacDonald J.* Hearing lips and seeing voices // *Nature*, 1976. Vol. 264. P. 746–748.
- Nishimura T., Mikami A., Suzuki J., Matsuzawa T.* Descent of the larynx in chimpanzee infants // *Proc. National Academy of Science, USA*, 2003. Vol. 100. N 12. P. 6930–6933.
- Pinker S.* Language as an adaptation to the cognitive niche // *Language evolution* / Ed. by Christiansen M.H., Kirby S. Oxford: Oxford Univ. Press, 2003. P. 16–37.
- Poeppel D.* Pure word deafness and the bilateral processing of the speech code // *Cognitive Science*, 2001. Vol. 21. N 5. P. 679–693.
- Pollick A.S., de Waal F.B.M.* Ape gestures and language evolution // *Proc. National Academy of Sciences, USA*, 2007. Vol. 104. N 19. P. 8184–8189.
- Reimers-Kipping S., Hevers W., Pääbo S., Enard W.* Humanized FOXP2 specifically affects cortico-basal ganglia circuits // *Neuroscience*, 2011. Vol. 175. P. 75–84.
- Rizzolatti G., Arbib M.A.* Language within our grasp // *Trends in neurosciences*, 1998. Vol. 21. N 5. P. 188–194.
- Schick K.D., Toth N.* Making silent stones speak: Human evolution and the dawn of technology. London: Weidenfeld and Nicolson, 1993.
- Sinnott J.M., Saporita T.A.* Differences in American English, Spanish, and monkey perception of the say-stay trading relation // *Perception and Psychophysics*, 2000. Vol. 62. N 6. P. 1312–1319.
- Stokoe W.C.* Sign language structure: An outline of the visual communication systems of the American deaf / *Studies in linguistics. Occasional papers*. Vol. 8. Buffalo, N.Y.: University of Buffalo, 1960.
- Tobias P.V.* The brain of the first hominids // *Origins of the human brain* / Ed. by Changeux J.-P.; Chavillon J. Oxford: Oxford Univ. Press, 1996. P. 61–81.
- Trout J.D.* The biological basis of speech: What to infer from talking to the animals // *Psychological Review*, 2001. Vol. 108. N 3. P. 523–549.
- Vouloumanos A., Kiehl K.A., Werker J.F., Liddle P.F.* Detection of sounds in the auditory stream: Event-related fMRI evidence for differential activation to speech and nonspeech // *J. Cognitive Neuroscience*, 2001. Vol. 13. N 7. P. 994–1005.
- Vouloumanos A., Werker J.F.* A neonatal bias for speech that is independent of experience. Paper presented at the Fourteenth Biennial international conference on infant studies. Chicago. 2004a.
- Vouloumanos A., Werker J.F.* Tuned to the signal: The privileged status of speech for young infants // *Developmental science*, 2004b. Vol. 7. P. 270–276.
- Walker A., Shipman P.* The wisdom of the bones: In search of human origins. N.Y.: Alfred A. Knopf, 1996.

Контактная информация:

Бурлак Светлана Анатольевна. E-mail: svetlana.burlak@bk.ru.

WHEN DID ARTICULATE SPEECH ARISE (ACCORDING TO ANTHROPOLOGICAL DATA)?

Burlak S.

The Institute of Oriental Studies of the Russian Academy of Sciences, Moscow State University, Moscow

Author sums up the data which sheds light on the time of emergence of articulate speech and considers anatomical features that, in the opinion of some researchers, are relevant for the transition to articulate speech, such as lowered larynx, basicranial angle, hypoglossal canal, form and position of hyoid bone, mental protuberance, spinal canal width. The most relevant are lowered larynx (combined with shorter oral cavity, which allows a much greater range of sounds to be produced by movements of the vocal tract) and spinal canal width (indicating the increased capacity of breath control). Author compares auditory capacities of modern humans and apes with that of fossil hominids (reconstructed on the base of ear bones form) and also their breath control and information processing abilities. For the faculty of language, not only Broca and Vernicke areas are important, frontal lobes (especially, prefrontal cortex) also play a great role. At the same time, brain size growth in Broca and Vernicke areas does not provide, per se, the decisive argument for developed sound speech in a certain Hominid species. Speech processing has a complex nature, involving brain structures recognizing not only the distinctive features of single sounds but also formant transitions from one sound to another, the whole word-gestalt, linguistic and extra-linguistic context. Author also discusses cognitive adaptations necessary for sound speech to emerge: capacity for self-sustained vocal imitation, a strong desire to hear understandable speech and interpret sounds produced by others as symbols. This whole syndrome emerges only in Hominids and cannot be due to a single macromutation. Comprehensive study of the available data makes it possible to conclude that already Homo heidelbergensis was capable of articulate speech: this species had no air sacs (which reduced distinctiveness of articulations), maintained a relatively high sensitivity from 2 kHz up to 4 kHz (a region that contains acoustic features that can be modified by articulation) and had a wider spinal canal than Homo erectus. But there is no reason to believe that this species had a full-fledged human language, because many aspects of the latter are closely associated with frontal lobes, and in Homo heidelbergensis these lobes are smaller than in Homo sapiens.

Keywords: anthropology, language origin; articulate speech, Homo heidelbergensis

АССОЦИАЦИИ ТРЕХ ПОЛИМОРФНЫХ ГЕНОВ: TGF β 1, IGF1 И IGFII С ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬЮ ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ, А ТАКЖЕ С ОСОБЕННОСТЯМИ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ И ТЕМПАМИ СКЕЛЕТНОГО СОЗРЕВАНИЯ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

В.А. Спицын¹, М.П. Райгородская², И.И. Ръжков³, В.П. Чтецов², М.А. Негашева²

¹ Федеральное государственное бюджетное предприятие «Медико-генетический научный центр» РАМН, Москва

² Кафедра антропологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

³ Детская городская больница № 19 им. Т.С. Зацепина, Москва

Исследован полиморфизм по трем генетическим системам: трансформирующего фактора роста (TGF β 1), инсулиноподобного фактора роста I (IGF I) и инсулиноподобного фактора роста (IGF II) у 600 детей и подростков (300 условно здоровых и 300 больных идиопатическим сколиозом). При сравнении на однородность / гетерогенность различий между всей совокупностью больных сколиозом и соответствующим контролем статистически значимые различия отмечались как по генотипам, так и по аллелям системы трансформирующего фактора роста бета-1 (TGF β 1) ($\chi^2 = 19.99$ и $\chi^2 = 16.04$ соответственно). Выявлены половые различия в частотах распределения генотипов локуса IGFII +3123. При сопоставлении частот встречаемости генотипов и аллелей IGFII +3123 в когортах больных идиопатическим сколиозом и условно здоровых девочек была установлена связь с высоким уровнем достоверности: в подгруппе больных генотип AA встречается достоверно реже, чем среди условно здоровых. Для полиморфизма этого гена установлены ассоциации с типами телосложения у мальчиков. Различия между частотами генотипов в группах мальчиков с астеническим и нормостеническим телосложением оказались статистически достоверными при величине $\chi^2 = 6.81$ при $d.f.=2$ и $P<0.05$.

Ключевые слова: гены факторов роста, полиморфизм, тип телосложения, идиопатический сколиоз

Введение

В работах ряда исследователей показана высокая степень наследуемости некоторых морфофункциональных особенностей человека [Макаров и др., 2007; Ahituv et al., 2007; Ester et al., 2009; Hotta et al., 2009; Kostek et al., 2010; Lopez-Alacron et al., 2007; Sayer et al., 2002; Wang et al., 2006; Yang et al., 2009].

Данные, полученные на стыке молекулярной генетики, морфологии человека и медицины позволяют идентифицировать генетическую основу отдельных морфологических и функциональных характеристик человека [Спицын и др., 2009]. К сожалению, из литературных источников почти не известна информация о влиянии генетических

факторов на показатели конституциональных типов соматического развития в целом.

Цель данной работы состояла в изучении ассоциаций трех полиморфных генетических систем TGF, IGF I и IGF II с особенностями телосложения, темпами скелетного созревания, а также с заболеваемостью идиопатическим сколиозом.

Трансформирующий фактор роста, бета-1 (TGF β 1)

TGF β является многофункциональным пептидом, который контролирует пролиферацию, дифференциацию и другие функции для многих ти-

пов клеток. TGF β действует синергически с TGF α , индуцируя процессы трансформации. Он также действует в качестве негативного аутокринного ростового фактора. Нарушение регуляции активации TGF β может приводить к апоптозу. Множество типов клеток синтезируют TGF β и почти все из них обладают рецепторами для этого пептида. TGF β 1, TGF β 2 и TGF β 3 функционируют через те же системы сигнальных рецепторов. Исходный фактор TGF β 1 содержит 7 экзонов и весьма значительное число интронов. Фуджи с соавт. [Fujii et al., 1985] картировали TGF β на хромосоме 19 человека в области 19q13.1-q13.3. Носители определенных генотипов TGF β имеют предрасположенность к развитию ряда мультифакториальных болезней, патологических состояний связанных с дефектом опорно-двигательного аппарата [URL: <http://omim.org/entry/190180> (дата обращения 23.05.2012)].

Инсулиноподобные факторы роста (insulin-like growth factors, IGF)

Соматомедины или инсулиноподобные факторы роста (IGFs) принадлежат к сложному семейству пептидов, которые играют важную роль в росте и развитии млекопитающих. Они образуются под влиянием соматотропного гормона в печени и других тканях. Описано два типа IGF: инсулиноподобный фактор I (IGF-I – соматомедин C) и инсулиноподобный фактор роста II (IGF-II – соматомедин A). Последовательность IGF-I состоит из 70 аминокислот, кодируется геном *IGF-I*, который локализован в 12q22-q24.1 хромосоме. Ген *IGF-I* состоит из 90 000 пар оснований и содержит 6 экзонов, разделенных пятью интронами [Rotwein, 1986].

Ген *IGF-II* локализован в 11p15.5 хромосоме. Одноцепочечная аминокислотная последовательность IGF-II на 47% гомологична инсулину, а на 31% – релаксину. Основные функции IGF-II совпадают с IGF-I: регулирование активности гормона роста, стимуляция активности инсулина, участие в росте и развитии в процессе онтогенеза [Bachner-Melman et al., 2005]. В постэмбриональном периоде основное значение в регуляции роста имеет IGF-I, так как способствует пролиферации клеток хрящевой и костной тканей. Полагается, что уровень циркулирующего IGF-I на 40–60% предопределен генетически [Canzian et al., 2006]. Инсулиноподобные факторы роста экспрессиру-

ются в основном в тканях опорно-двигательной системы. При этом уровень экспрессии обоих факторов в скелетных мышцах приблизительно одинаков; но в костной ткани преобладает IGF-I. В губчатой костной ткани IGF-I преимущественно экспрессируется в остеобластах, расположенных вокруг костных трабекул [Han et al., 2005]. В хрящевой ткани IGF-I регулирует пролиферацию и созревание хондроцитов, тормозит апоптоз, нарушая экспрессию специфических белков апоптоза *Bcl* и *Bax*, что позволяет формировать кости соответствующего размера и прочности [Wang et al., 2006]. В хрящевой ткани под влиянием инсулиноподобного фактора роста I увеличивается продукция хондроцитами компонентов внеклеточного матрикса – в первую очередь протеогликанов, а также коллагена II типа [Chua et al., 2004]. Под влиянием IGF-I в мышечной ткани повышается содержание белка, останавливается дегенерация и развивается гипертрофия, а также обеспечивается усвоение глюкозы как основного энергетического материала. Мышечная масса и сила напрямую коррелируют с уровнем IGF-I в плазме крови [Lopez-Alarcon et al., 2007]. Янг с соавт. обсуждают связь факторов IGF-1 с развитием сколиоза [Yang et al., 2009]. IGF-II участвует в метаболизме хряща, реализуя свое действие через фосфатидилинозитол-3-киназу и трансформирующий фактор роста β , а в качестве молекул-мишеней – агрекан и версикан [Hamamura et al., 2008]. Генетические вариации IGF-II ассоциируются с такими показателями, как телосложение, вес при рождении, сила сжатия кисти в среднем возрасте, а также с индексом массы тела [Sayer et al., 2002; Bachner-Melman et al., 2005]. Генетические варианты IGF-I могут у человека ассоциироваться с ожирением, а некоторые формы IGF-II оказываются связанными с нарушением чувствительности клеток к инсулину [Lopez-Alarcon et al., 2007].

Показано, что при рождении масса тела коррелирует с определенными генотипами полиморфизма в гене *IGF-II* +3123 G/A (rs680) [Kaku et al., 2007]. В подростковом возрасте длина тела ассоциирована с полиморфизмом rs680 таким образом, что гомозиготы GG оказываются достоверно более высокими [Dedoussis et al., 2010]. У взрослых мужчин–гомозигот GG отмечалась большая длина рук, а у женщин, гомозиготных GG, – большая длина рук и ног, а также большая масса свободного жира [Schrager et al., 2004]. Однако в последующей работе ассоциации индекса массы тела и полиморфизма IGF rs680 не нашли своего подтверждения [Heude et al., 2007].

Таблица 1. Половозрастная характеристика обследованного контингента

Возраст обследованных	Мальчики		Девочки	
	Условно здоровые	С идиопатическим сколиозом	Условно здоровые	С идиопатическим сколиозом
5 лет	0	2	1	1
6	0	2	4	3
7	4	1	10	5
8	6	4	12	4
9	7	7	10	6
10	10	8	16	7
11	11	9	10	12
12	8	6	13	20
13	13	11	22	18
14	18	29	21	28
15	21	22	17	24
16	17	22	11	18
17	19	19	9	7
18	6	1	4	3
19	0	1	0	0
Всего	140	144	160	156

Материалы и методы

Материалом для исследования послужила выборка 300 неродственных детей и подростков в возрасте от 5 до 19 лет, родители которых русские, получавших лечение по поводу идиопатического сколиоза на базе детской городской больницы № 19 г. Москвы, а также 300 условно здоровых русских детей. Не наблюдалось статистически значимых различий между основной и контрольной группами по возрастно-половой принадлежности. В табл. 1 приведена численная характеристика обследованного контингента по полу и возрасту.

У детей с идиопатическим сколиозом были определены костный возраст по рентгеновскому снимку кисти и конституциональный тип по схеме Черноуцкого (астеническое / нормостеническое / гиперстеническое телосложение). Схема Черноуцкого применима в интервале изученных возрастов от 5 до 19 лет. Медико-статистические данные были предоставлены врачом-ортопедом, кандидатом медицинских наук И.И. Рыжковым.

Выделение ДНК из периферической венозной крови осуществлялось стандартным фенол-хлороформным методом с использованием протеиназы К. Дизайн олигонуклеотидов проводился с применением программного обеспечения Gene Runner 3.05 (Hastings Software-on-Hudson, NY). Полимеразная цепная реакция (ПЦР) проводилась в объеме 15 мкл в стандартной реакционной смеси. Продукты рестрикции подвергали элек-

трофорезу в 2% агарозном геле в течение 20–25 минут с последующим окрашиванием бромистым этидием и визуализацией в UV-свете.

Для статистической обработки полученных данных была использована программа Statistica 6.1. Проверка на достоверность различий частот встречаемости генотипов в исследуемых группах осуществлялась с помощью программы «Тест», разработанной В.Е. Дерябиным (1993) для проверки статистических гипотез.

В результате исследования был охарактеризован полиморфизм по трем генетическим системам: TGF β 1 509, IGF I 1245 и IGF II +3123.

Для каждого полиморфизма проводился поиск связей с заболеваемостью идиопатическим сколиозом, типами телосложения, определенными по схеме Черноуцкого (астеники / нормостеники / гиперстеники), и темпами скелетного развития. В данном случае были выделены 3 группы: с низкими, средними и опережающими темпами скелетного созревания в зависимости от соответствия биологического возраста паспортному. Деление выборок на 3 группы проведено следующим образом: отставание биологического возраста от паспортного на 2 и более лет считалось низкими темпами скелетного созревания; опережение биологического возраста по отношению к паспортному на 2 и более лет считалось опережающими темпами скелетного созревания. Темпы скелетного развития определялись только в группе больных идиопатическим сколиозом (для группы условно

Таблица 2. Распределение частот генотипов изученных систем в выборке детей больных сколиозом и в контрольной когорте

Локус	Генотип	Больные сколиозом			Контрольная группа		
		N _o	N _e	χ^2_{hw}	N _o	N _e	χ^2_{hw}
TGFβ1 509	CC	163	152.65	8.534	195	197.64	0.995
	CT	102	122.69		97	91.72	
	TT	35	24.65		8	10.64	
IGFI 1245	GG	168	169.50	0.216	183	177.81	2.797
	GA	115	112.00		96	106.26	
	AA	17	18.50		21	15.87	
IGFII +3123	GG	32	37.10	1.668	34	27.30	3.371
	GA	147	136.80		113	126.40	
	AA	121	126.10		153	146.30	

Таблица 3. Частоты аллелей изученных систем в выборке больных сколиозом и в контрольной группе

Локус	Аллель	Больные сколиозом	Контрольная группа
TGFβ1 509	TGFβ1*С	0.7133±0.0185	0.8117±0.0160
	TGFβ1*Т	0.2867±0.0185	0.1883±0.0160
IGFI 1245	IGFI *G	0.7517±0.0176	0.7700±0.0172
	IGFI *A	0.2483±0.0176	0.2300±0.0172
IGFII +3123	IGFII *G	0.3517±0.0195	0.3017±0.0187
	IGFII *A	0.6483±0.0195	0.6983±0.0187

здоровых данных по скелетному возрасту не было). 134 мальчика и 143 девочки оказались с нормальными темпами скелетного созревания (их биологический возраст совпадает с паспортным возрастом ±1 год). С отстающими темпами скелетного созревания отмечено 10 мальчиков и 9 девочек. С опережающими темпами скелетного созревания девочек не было, а в группе мальчиков было 4 человека.

Из анализа литературных источников не были найдены данные о половых различиях по данным полиморфизмам. Принимая во внимание различное протекание ростовых процессов у мальчиков и девочек, в последующем были проанализированы половые различия в частотах распределения генотипов по каждому из полиморфизмов.

Результаты и обсуждение

В табл. 2 представлены наблюдаемые и ожидаемые численности фенотипов по изученным генам TGFβ1 509, IGFI 1245 и IGFII +3123 в выборках детей, больных сколиозом, и в контроле. В когорте лиц, больных сколиозом, отмечено отклонение от равновесия Харди-Вайнберга за счет возрастания пропорций обоих гомозиготных носителей TGFβ1 509 CC и TT и редукции численности гетерозигот CT. Аллельные частоты генов TGFβ1 509, IGFI 1245 и IGFII +3123 приведены в табл. 3. Следует подчеркнуть, что при сравнении на однородность / гетерогенность различий между всей совокупностью больных сколиозом и соответствующим контролем статистически значимые различия отмечались как по генотипам, так и по

Таблица 4. Распределение частот генотипов и аллелей локуса IGFI +3123 в подгруппах мальчиков и девочек

Генотипы	Группа мальчиков			Группа девочек		
	No	Ne	χ^2_{HW}	No	Ne	χ^2_{HW}
GG	26	24.26	0.250	40	40.41	0.010
GA	114	117.49		146	145.18	
AA	144	142.26		130	130.41	
Аллели	Различия между частотами аллелей в подгруппах мальчиков и девочек статистически достоверны при величине $\chi^2 = 5.80$ (d.f.=1 и P<0.05)					
IGFI*G	0.2923 ± 0.0191			0.3576 ± 0.0191		
IGFI*A	0.7077 ± 0.0191			0.6424 ± 0.0191		

Таблица 5. Распределение частот генотипов и аллелей локуса IGFI +3123 в подгруппах больных и условно здоровых девочек*

Генотипы	Группа больных девочек			Группа здоровых девочек		
	No	Ne	χ^2_{HW}	No	Ne	χ^2_{HW}
GG	21	25.85	2.5860	19	15.31	1.8600
AG	85	75.30		61	68.37	
AA	50	54.85		80	76.31	
Аллели	Группа больных девочек			Группа здоровых девочек		
IGFI*G	0.4071 ± 0.0278			0.3094 ± 0.0258		
IGFI*A	0.5929 ± 0.0278			0.6906 ± 0.0258		

Примечание. * – различия по частотам генотипов и частотам аллелей IGFI +3123 между группами больных и условно здоровых девочек оказались статистически достоверными при величинах $\chi^2 = 10.919$ при d.f.=2 и P<0.05 и $\chi^2 = 6.56$ при d.f.=1 и P<0.05 соответственно

аллелям системы трансформирующего фактора роста бета-1 (TGF β 1) ($\chi^2 = 19.99$ и $\chi^2 = 16.04$ соответственно).

При анализе полиморфизма IGFI +3123 были обнаружены достоверные различия в аллельных частотах между подгруппами мальчиков и девочек (табл. 4). По остальным полиморфизмам изученных генов половых различий в аллельных частотах не выявлено. В связи с этим, дальнейший поиск связей полиморфизма гена IGFI +3123 с заболеваемостью идиопатическим сколиозом, а также с особенностями телосложения проводился для каждой подгруппы в отдельности.

При сопоставлении частот встречаемости генотипов и аллелей гена IGF II +3123 в когортах больных идиопатическим сколиозом и условно здоровых было показано, что в подгруппе маль-

чиков достоверные связи отсутствуют. Однако для девочек была выявлена связь с высоким уровнем достоверности: в подгруппе больных генотип AA статистически достоверно встречается реже, чем в подгруппе условно здоровых (табл. 5).

В группе мальчиков были выявлены ассоциации данного полиморфизма (гена IGF II +3123) с типом телосложения. В результате показано, что среди мальчиков с астеническим типом телосложения генотип AA встречается достоверно чаще, чем среди нормостеников (табл. 6). В одной из предшествующих наших работ с помощью канонического анализа также установлены достоверные связи (p<0.05) между инсерционно-делеционным полиморфизмом гена ACE с показателями физического развития в выборке мужчин. При этом субъекты с генотипом ACE II имеют тенден-

Таблица 6. Распределение частот генотипов и аллелей локуса IGFII +3123 в подгруппах мальчиков с различным типом телосложения

Генотипы	Подгруппа мальчиков с астеническим типом телосложения*			Подгруппа мальчиков с нормостеническим типом телосложения*		
	No	Ne	χ^2_{HW}	No	Ne	χ^2_{HW}
GG	5	3.50	1.1194	5	8.78	3.6300
GA	19	21.99		43	35.44	
AA	36	34.50		32	35.78	
Аллели						
IGFII*G	0.2417±0.0391			0.3313±0.0372		
IGFII*A	0.7583±0.0391			0.6687±0.0372		

Примечание. * – различия между частотами генотипов в группах мальчиков с астеническим и нормостеническим телосложением оказались статистически достоверными при величине $\chi^2 = 6.807$ при d.f.=2 и P<0.05

цию к повышенному физическому развитию [Макаров и др., 2007]. Субъекты гиперстеники не были включены в анализ ввиду их небольшой численности. В подгруппе девочек достоверных связей между частотами изученных факторов и типами телосложения обнаружено не было.

На заключительном этапе были проанализированы ассоциации полиморфизмов изученных генов (TGF, IGF I и IGF II) с темпами скелетного созревания. Достоверных связей выявлено не было.

Заключение

При сравнении на однородность / гетерогенность различий между всей совокупностью больных сколиозом и соответствующим контролем статистически значимые различия отмечались как по частотам генотипов, так и по частотам аллелей системы трансформирующего фактора роста бета-1 (TGF β 1) ($\chi^2 = 19,99$ и $\chi^2 = 16,04$ соответственно).

Выявлены половые различия в частотах распределения генотипов локуса IGFII +3123. При сопоставлении частот встречаемости генотипов и аллелей полиморфизма IGFII +3123 в когортах больных идиопатическим сколиозом и условно здоровых девочек была выявлена связь с высоким уровнем достоверности: в подгруппе больных генотип AA встречается достоверно реже, чем среди условно здоровых. Для полиморфизма это-

го гена установлены ассоциации с типами телосложения у мальчиков. Различия между частотами генотипов в группах мальчиков с астеническим и нормостеническим телосложением оказались статистически достоверными при величине $\chi^2 = 6.807$ при d.f.=2 и P<0.05.

Благодарность

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-06-00265 и РГНФ № 12-01-00063.

Библиография

- Макаров С.В., Негашева М.А., Мильготина А.Б., Пискорская И.В., Бычковская Л.С., Спицын В.А. Полиморфизм гена ангиотензинпревращающего фермента, альфа-актина-3 и антропометрические характеристики // Медицинская генетика, 2007. Т. 6. № 1. С. 43–47.
- Спицын В.А., Негашева М.А., Дукова И.В. Особенности вариации и топографии подкожного жира у юношей и девушек с различными генотипами апополипротеина Е // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2009. № 2. С. 75–80.
- Ahituv N., Kavaslar N., Schackwitz W. et al. Medical Sequencing at the Extremes of Human Body Mass and some morphological features // Amer. J. Hum. Genet., 2007. Vol. 80. P. 779–785.
- Bachner-Melman R., Zohar A.H., Nemanov L. et al. Association between the Insulin-Like Growth factor 2 Gene

- (IGF2) and scores on the Eating Attitudes Testin Nonclinical Subjects: A Family-Based Study // *Am. J. Psychiatry*, 2005. Vol. 162. P. 2256–2262.
- Canzian F., McKay J.D., Cleveland R.J. et al.* Polymorphisms of genes coding for insulin-like growth factor I and its major binding proteins, circulating levels of IGF-I and IGFB-3 and breast cancer risk: results from the EPIC study // *British J. Cancer*, 2006. Vol. 94. P. 299–307.
- Chua K.H., Aminuddin B.S., Fuzina N.H. et al.* Interaction between insulin-like growth factor-1 and other growth factors in serum depleted culture medium for human cartilage engineering // *The Medical J. Malaysia*, 2004. Vol. 59. Suppl. B. P. 7–8.
- Dedoussis G.V., Louzou E., Papoutsakis C. et al.* Dairy intake associates with the IGF rs680 polymorphism to height variation in periadolescent children // *European J. Clinical Nutrition*, 2010. Vol. 64. P. 253–258.
- Ester W.A., van Meurs J.B., Arends N.J., Uitterlinden A.G., de Ridder M.A., Hokken-Koelega A.C.* The –G1245A IGF1 polymorphism is related with small head size and less brain sparing in small for gestational age born children // *European J. Endocrinology*, 2009. Vol. 160 (4). P. 549–555.
- Fujii D.M., Brissenden J.E., Derynck R., Francke U.* Transforming growth factor beta gene maps to human chromosome 19 (Abstract) // *Cytogenet. Cell. Genet.*, 1985. Vol. 40. P. 632.
- Hamamura K., Zhang P., Yokota H.* IGF2-driven P13 kinase and TGFb signalling pathways in chondrogenesis // *Cell Biology International*, 2008. Vol. 32 (10). P. 1238–1246.
- Han J.-L., Liu J., Mu X.-S., Tang H.-M.* Expression of insulin-like growth factor in the cancellous bone of lumbar spine in ovariectomized rats // *Chinese J. Clinical Endocrinology & Rehabilitation*, 2005. Vol. 9 (47). P. 112–113.
- Heude B., Ong K.K., Luben R. et al.* Study of Association between Common Variation in the Insulin-Like Growth Factor 2 Gene and Indices of Obesity and Body Size in Middle-Aged Men and Women // *J. Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2007. Vol. 92. N 7. P. 2734–2738.
- Hotta K., Nakamura M., Nakamura T. et al.* Association between obesity and polymorphisms in SEC16B, TMEM18, GNPDA2, BDNF, FAIM2 and MC4R in a Japanese population // *J. Hum. Genet.*, 2009. Vol. 54. P. 727–731.
- Kaku K., Osada H., Seki K., Sekiya S.* Insulin-like growth factor 2 (IGF2) and IGF2 receptor gene variants are associated with fetal growth // *Acta Paediatrica. International J. Paediatrics*, 2007. Vol. 96 (3). P. 363–367.
- Kim J.-J., Lee H.-I., Park T. et al.* Identification of 15 loci influencing height in Korean population // *J. Hum. Genet.*, 2010. Vol. 55. P. 27–31.
- Kostek M.C., Devaney J.M., Gordish-Dressman H., Harris T.B., Thompson P.D., Clarkson P.M., Angelopoulos T.J., Gordon P.M., Moyna N.M., Pescatello L.S., Visich P.S., Zoeller R.F., Seip R.L., Garcia M., Li R., Zmuda J.M., Delmonico M.J., Kanaya A., Hoffman E.P.* A polymorphism near IGF1 is associated with body composition and muscle function in women from the Health, Aging, and Body Composition Study // *European J. Applied Physiol.*, 2010. Vol. 110. N 2. P. 315–324.
- Lopez-Alarcon M., Hunter G.R., Gower B.A., Fernandez J.R.* IGF-I Polymorphism is Associated with Lean Mass, Exercise Economy and Performance Among Premenopausal Women // *Arch. Med. Res.*, 2007. Vol. 38 (1). P. 56–63.
- Rankinen T., Bray M.S., Hagberg J.M. et al.* The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: The 2005 Update Special report // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. DOI: Research of relationship between polymorphisms of growth factors genes.
- Sayer A.A., Syddall H., O'Dell S.D. et al.* Polymorphism of the IGF2 gene, birth weight and grip strength in adult men // *Age Ageing*, 2002. Vol. 31. P. 468–470.
- Schrager M.A., Roth S.M., Ferrell R.E. et al.* Insulin-like growth factor-2 genotype, fat-free mass, and muscle performance across the adult life span // *J. Applied Physiol.*, 2004. Vol. 97. N 6. P. 2176–2183.
- Sunders M.A., Good J.M., Lawrence E.C. et al.* Human Adaptive Evolution at Myostatin (GDF8), as a Regulator of Muscle Growth // *Amer. J. Hum. Genet.*, 2006. Vol. 79. P. 1089–1097.
- Takeuchi F., Nabika T., Isono M. et al.* Evaluation of genetic loci influencing adult height in the Japanese population // *J. Hum. Genet.*, 2009. Vol. 54. P. 749–752.
- Wang Y., Nishida S., Sakata T. et al.* Insulin-like growth factor-1 is essential for embryonic bone development // *Endocrinology*, 2006. Vol. N 11 (6) P. 1028–1030.
- Yang B.Y., Wu Z., Zhao T., Wang H., Zhao D., Zhang J., Wang Y., Ding Y., Qiu G.* Adolescent Idiopathic Scoliosis and the Single-nucleotide Polymorphism of the Growth Hormone Receptor and IGF-1 Genes // *Orthopedics*, 2009. Vol. 32. P. 411.
- Yang T.-L., Xiong D.-H., Guo Y. et al.* Comprehensive association analyses of IGF1, ESR2 and CYP17 genes with adult height in Caucasians // *European J. Hum. Genet.*, 2008. Vol. 16. P. 1380–1387.

Контактная информация:

Спицын Виктор Алексеевич. E-mail: ecolab@med-gen.ru;
Райгородская Мария Павловна. E-mail: ramashka90@mail.ru;
Чтецов Владимир Павлович. Тел. (495)939-43-17;
Негашева Марина Анатольевна. E-mail: negasheva@mail.ru;
Рыжков И.И. E-mail: ecolab@med-gen.ru.

ASSOCIATION OF THREE GENE POLYMORPHISMS (TGF B1, IGF I AND IGF II) WITH A CASE RATE AN IDIOPATHIC SCOLIOSIS, AND ALSO WITH BODY CONSTITUTION AND RATES OF SKELETAL MATURATION

V.A.Spitsyn¹, M.P. Raygorodskaya², I.I. Ryzhkov³, V.P. Chtetsov², M.A. Negasheva²

¹ Federal state budgetary institution «Research Centre for medical genetics» of Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

² Biological faculty of Moscow State University

³ Children's municipal Zatsepin's hospital N 19, Moscow

Polymorphisms on three genetic systems: transforming growth factor beta-1 (TGFβ1), insulin-like growth factor I (IGF I) and insulin-like growth factor II (IGFII) at 600 children and adolescents (is conditional healthy – 300 patients with idiopathic scoliosis) were investigated. Reliable differences were observed between all scoliosis patients totality and corresponding control group as compared with genotypes and alleles distributions of TGFβ1 ($\chi^2 = 19.99$ and $\chi^2 = 16.04$ accordingly). Sexual differences in genotypes distributions of IGFII +3123 locus were revealed. By comparison of occurrence genotypes and alleles of IGFII +3123 in cohorts sick the idiopathic scoliosis and is conditional healthy girls had been established connection with high level of reliability where in a subgroup of patients genotype AA meets autenticly less often, than among is conditional healthy. We observed associations between habitus of studied boys and IGF II factors. Differences between IGF II genotypes in studied males groups with an asthenic and normosthenic constitution were observed ($\chi^2 = 6.81$; d.f.=2; $P<0.05$).

Keywords: growth factor genes, polymorphisms, idiopathic scoliosis, skeletal maturation

КОМПЬЮТЕРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО КРАСНОЙ КАЙМЕ ГУБ

В.Н. Звягин¹, Е.Е. Фомина², О.И. Галицкая¹

¹ ФГБУ «РЦСМЭ» Минздравсоцразвития России, Москва

² Тверской государственный технический университет (ТвГТУ), Тверь

Введение. Одной из основных задач в судебной медицине и криминалистике является задача идентификации личности. Наряду с описательными признаками существенную роль в решении задачи идентификации играют и количественные признаки, измерение которых достаточно кропотливый процесс. Поэтому актуальной задачей на сегодняшний день является необходимость использования и привлечения новых признаков, а также разработка специализированного программного обеспечения, позволяющего автоматизировать процессы измерения количественных признаков, проведения расчетов и решение задач идентификации. Целью исследования являлось изучение биометрических признаков красной каймы губ и определение возможности их использования при идентификации личности.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили фотографии губ из архива отдела судебно-медицинской идентификации личности РЦСМЭ. Каждый снимок представляет собой фотографию губ анфас, на которой четко видна граница между кожей и слизистой частью губ. Кроме того, каждая фотография содержала «эталон» – квадрат со стороной 1.5 см или круг диаметром 1.5 см, необходимый для измерения размеров признаков в абсолютных единицах. Для описания красной каймы губ были предложены признаки, объединенные в следующие группы: контур губ, межгубная линия, высоты. Для обработки данных и проведения процесса идентификации был разработан программный продукт «ALips 2.0».

Результаты и обсуждения. Проведено исследование гипотезы о нормальности распределения признаков, которое дало положительные результаты, что позволило разбить значения признаков на интервалы. Были рассчитаны границы категорий для каждого признака как для мужчин, так и для женщин, а затем в автоматическом режиме в программе «ALips 2.0» каждой записи был поставлен в соответствие набор категорий. На последнем этапе исследования был проведен ряд вычислительных экспериментов, позволяющих провести идентификацию объекта. Результаты экспериментов показали, что идентификационная значимость рассматриваемых признаков достаточно высока и количество объектов, близких к идентифицируемому не превышает пяти, что может говорить о хорошем выделении групп.

Выводы. На основе комплексного исследования проблемы идентификации личности по фотоснимкам губ предложена методика измерения признаков красной каймы губ. Разработан программный продукт «ALips 2.0», позволяющий формировать базу данных фотографий губ индивидов и производить измерение признаков в автоматическом режиме, а также проводить процесс идентификации. Рассчитаны категории изменчивости каждого признака, позволяющие сопоставить каждой фотографии набор чисел, характеризующих особенности красной каймы губ. В результате проведенного анализа была установлена возможность применения данной системы признаков для задач отождествления личности в судебной медицине и криминалистике.

Ключевые слова: красная кайма губ, идентификация, биометрические признаки

Введение

Одной из основных задач в судебной медицине и криминалистике является задача идентификации личности. В процессе проведения криминалистической экспертизы часто приходится проводить идентификацию объектов по их фотоснимкам.

Наряду с описательными признаками существенную роль в решении задачи идентификации играют и количественные признаки, измерение которых – достаточно кропотливый процесс. Помощь в решении этой проблемы могут оказать пакеты программ, предназначенные для ведения баз данных и осуществления расчетов.

Поэтому актуальной задачей на сегодняшний день является необходимость использования и привлечения новых признаков, а также разработка специализированного программного обеспечения, позволяющего автоматизировать процессы измерения количественных признаков, проведения расчетов и решение задач идентификации.

Каких-либо публикаций, касающихся идентификации личности по биометрическим признакам красной каймы губ, в настоящее время не имеется.

Цель исследования

Целью исследования являлось изучение биометрических признаков красной каймы губ и определение возможности их использования при идентификации личности.

Материал и методы

Материалом для исследования послужили фотографии губ из архива отдела судебно-медицинской идентификации личности РЦСМЭ. Каждый снимок представляет собой фотографию губ анфас, на которой четко видна граница между кожей и слизистой частью губ. Кроме того, каждая фотография должна содержать «эталон» – квадрат со стороной 1.5 см или круг диаметром 1.5 см, необходимый для измерения размеров признаков в абсолютных единицах.

Для описания красной каймы губ были предложены признаки, объединенные в следующие группы: контур губ, межгубная линия, высоты (рис. 1).

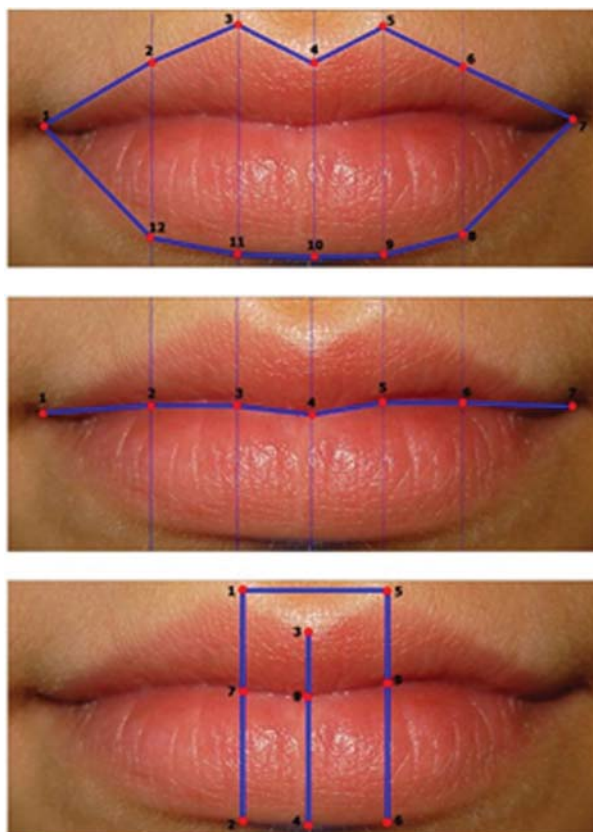


Рис. 1. Группы признаков, описывающие красную кайму губ: контур губ, межгубная линия, высоты

Контур губ

Все точки контура отмечались на границе слизистой части губ и кожи. Контур губ включает в себя следующие размеры (рис. 1):

1–3 – расстояние от правого угла рта до края фильтрума на уровне наибольшей высоты слизистой части обеих губ справа; 3–4 – расстояние от правой краевой точки фильтрума до его срединной точки (если нет выраженной асимметрии губ, она располагается посередине в медианной плоскости); 4–5 – расстояние от точки срединной линии фильтрума до его левого края; 5–7 – расстояние от левого края фильтрума до левого угла рта; 7–9 – расстояние от левого угла рта до точки пересечения линии, проходящей через левую краевую точку фильтрума, и границы слизистой; 9–10 – расстояние от точки, соответствующей проекции левого края фильтрума на границу слизистой части нижней губы, до точки пересечения срединной линии с контуром губ; 10–11 – расстояние от срединной линии до точки пересечения линии, проходящей вертикально через правый край

фильтрума, и границы слизистой; 11–1 – расстояние от точки, соответствующей проекции правого края фильтрума на границу слизистой части нижней губы, до правого угла рта; Точки 2, 6, 8, 12 не несут информативной нагрузки и используются только для удобства.

Межгубная линия

Межгубная линия включает в себя следующие размеры (рис. 1):

1–3 – расстояние между правым углом рта и точкой пересечения межгубной линии с наибольшей высотой слизистой части обеих губ справа. Точка 2 находится примерно на середине отрезка 1–3. Она необходима только для более точного контроля определения длины межгубной линии; 3–4 – расстояние на уровне границы верхней и нижней губы между наибольшей высотой слизистой части обеих губ справа и высотой обеих губ в точке срединной линии фильтрума; 4–5 – расстояние на уровне границы верхней и нижней губы между высотой обеих губ в точке срединной линии фильтрума и наибольшей высотой слизистой части обеих губ слева; 5–7 – расстояние между точкой пересечения межгубной линии с наибольшей высотой слизистой части обеих губ слева и левым углом рта. Точка 6 находится примерно на середине отрезка 5–7.

Высоты

Высоты включает в себя следующие вертикальные размеры (рис. 1):

1–2 – наибольшая высота слизистой части обеих губ справа; 1–7 – высота слизистой части верхней губы; 2–7 – высота слизистой части нижней губы; 3–4 – высота слизистой части обеих губ по срединной линии фильтрума; 3–8 – высота слизистой части верхней губы; 8–4 – высота слизистой части нижней губы; 5–6 – наибольшая высота слизистой части обеих губ слева; 5–9 – высота слизистой части верхней губы; 9–6 – высота слизистой части нижней губы; 1–5 – ширина фильтрума.

Все размеры должны измеряться в одинаковой последовательности, указанной на рис. 1.

Для обработки данных был разработан программный продукт «ALips 2.0», реализующий следующие функции:

1. Формирование базы данных фотографий губ индивидов. База данных содержит следующие

поля: порядковый номер, фамилия, имя, отчество, пол, возраст, фотография губ индивида, длины составляющих отрезков контура, длины составляющих отрезков межгубной линии, высоты.

- Измерение признаков – контура, межгубной линии и высот. Расчет длин соответствующих отрезков происходит в автоматическом режиме. Рассчитанные признаки будут иметь абсолютные размеры.
- Проведение процесса идентификации, т.е. выбора из базы данных группы индивидов наиболее близких к идентифицируемому объекту. Результаты идентификации представляются в виде таблицы, строки которой содержат информацию о наиболее близких индивидах.
- Копирование базы данных в буфер обмена с целью дальнейшей обработки с помощью пакетов MS Excel, Statistica и др. Интерфейс программы «ALips 2.0» представлен на рис. 2.

На основе имеющегося фотоматериала с использованием разработанной программы была создана база данных, которая содержит 174 записи (79 – мужчины, 95 – женщины, возраст 16–40 лет).

Результаты исследования и обсуждение

После сбора и обработки данных было проведено исследование гипотезы о нормальности распределения признаков, которое дало положительные результаты, что позволило разбить значения признаков на интервалы, границы которых определялись по следующим формулам: очень малые значения признака:

$$\bar{X} - 3.3\sigma < X_i \leq \bar{X} - 1.54\sigma,$$

малые значения признака:

$$\bar{X} - 1.54\sigma < X_i \leq \bar{X} - 0.56\sigma,$$

средние значения признака:

$$\bar{X} - 0.56\sigma < X_i \leq \bar{X} + 0.56\sigma,$$

большие значения признака:

$$\bar{X} + 0.56\sigma < X_i \leq \bar{X} + 1.54\sigma,$$

очень большие значения признака:

$$\bar{X} + 1.54\sigma < X_i \leq \bar{X} + 3.3\sigma,$$

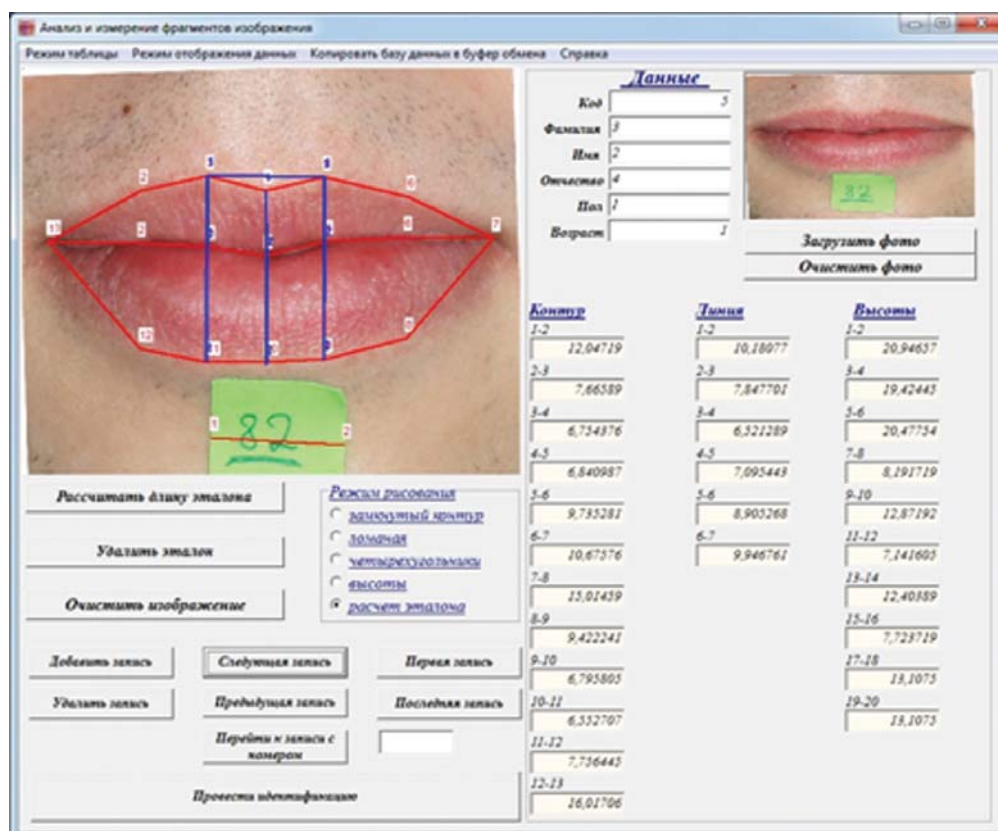


Рис. 2. Интерфейс программы «ALips 2.0»

где в очень большой и очень малый промежутки попадает по 11% случаев, в большой и малый – по 22% случаев, в средний – 33%.

По представленным выше формулам были рассчитаны границы категорий для каждого признака как для мужчин, так и для женщин, а затем в автоматическом режиме в программе «ALips 2.0» каждой записи был поставлен в соответствие набор категорий. В табл. 1 представлены границы категорий для высот.

На последнем этапе исследования был проведен ряд вычислительных экспериментов, позволяющих провести идентификацию объекта.

Результаты экспериментов показали, что идентификационная значимость рассматриваемых признаков достаточно высока и количество объектов, близких к идентифицируемому не превышает пяти, что может говорить о хорошем выделении групп [Зимин, 1991, Кирсанов, 1962].

Выводы

На основе комплексного исследования проблемы идентификации личности по фотоснимкам губ предложена методика измерения признаков красной каймы губ.

Разработан программный продукт «ALips 2.0», позволяющий формировать базу данных фотографий губ индивидов и производить измерение признаков в автоматическом режиме, а также проводить процесс идентификации.

Рассчитаны категории изменчивости каждого признака, позволяющие сопоставить каждой фотографии набор чисел, характеризующих особенности красной каймы губ.

В результате проведенного анализа была установлена возможность применения данной системы признаков для задач отождествления личности в судебной медицине и криминалистике.

Таблица 1. Интервалы для категорий

Признаки	Очень малые значения признака (1 категория)	Малые значения признака (2 категория)	Средние значения признака (3 категория)	Большие значения признака (4 категория)	Очень большие значения признака (5 категория)
Мужчины					
Высота 1-2	3.65–9.9	9.9–13.38	13.38–17.36	17.36–20.84	20.84–27.09
Высота 1-7	1.67–8.01	8.01–11.54	11.54–15.57	15.57–19.1	19.1–25.43
Высота 2-7	3.41–9.78	9.78–13.32	13.32–17.38	17.38–20.92	20.92–27.29
Высота 3-4	0.41–3.61	3.61–5.4	5.4–7.44	7.44–9.22	9.22–12.42
Высота 3-8	2.02–5.69	5.69–7.73	7.73–10.07	10.07–12.11	12.11–15.78
Высота 8-4	0.86–2.19	2.19–3.88	3.88–5.82	5.82–7.51	7.51–10.56
Высота 5-6	1.1–5.12	5.12–7.36	7.36–9.92	9.92–12.16	12.16–16.18
Высота 5-9	0.18–3.44	3.44–5.25	5.25–7.33	7.33–9.14	9.14–12.41
Высота 9-6	1.8–5.63	5.63–7.76	7.76–10.2	10.2–12.33	12.33–16.15
Высота 1-5	5.26–9.04	9.04–11.14	11.14–13.55	13.55–15.65	15.65–19.43
Женщины					
Высота 1-2	2.71–9.47	9.47–13.23	13.23–17.53	17.53–21.29	21.29–28.05
Высота 1-7	1.91–8.28	8.28–11.82	11.82–15.87	15.87–19.42	19.42–25.79
Высота 2-7	2.8–9.5	9.5–13.24	13.24–17.5	17.5–21.24	21.24–27.94
Высота 3-4	0.45–3.66	3.66–5.45	5.45–7.5	7.5–9.29	9.29–12.51
Высота 3-8	1.48–5.43	5.43–7.63	7.63–10.14	10.14–12.34	12.34–16.29
Высота 8-4	0.1–2.46	2.46–4.12	4.12–6.01	6.01–7.66	7.66–10.63
Высота 5-6	1.35–5.31	5.31–7.52	7.52–10.04	10.04–12.24	12.24–16.21
Высота 5-9	0.31–3.58	3.58–5.4	5.4–7.47	7.47–9.29	9.29–12.56
Высота 9-6	1.39–5.38	5.38–7.6	7.6–10.14	10.14–12.36	12.36–16.35
Высота 1-5	1.5–6.36	6.36–9.07	9.07–12.16	12.16–14.87	14.87–19.73

Библиография

Зимин А.М. Криминалистическая фотопортретная экспертиза: Учебное пособие / Зимин А.М., Кирсанова Л.З. Под ред.: Кирсанов З.И., Снетков В.А. М.: Изд-во ВНКЦ МВД СССР, 1991.

Кирсанов З.И. Идентификационное значение признаков внешности / Кирсанов З.И., Орлов П.Г. // Вопросы

криминалистики и судебной экспертизы: Мат. научн. конф. 1962. Сб. 2. С. 280–283.

Контактная информация:

Звягин Виктор Николаевич. E-mail: oilrcsme@mail.ru

Фомина Елена Евгеньевна. E-mail: f-elena2008@yandex.ru

Галицкая Ольга Ивановна. E-mail: oilrcsme@mail.ru.

THE COMPUTER IDENTIFICATION OF PERSONALITY OF RED BORDER

V.N. Zvyagin¹, E.E. Fomina², O.I. Galician¹

¹ Federal State budgetary institution «Russian Center for forensic medicine», Ministry of health and social development of the Russian Federation, Moscow

² Tver State Technical University, Tver

Introduction. One of the main tasks of forensic medicine and science is the identification of personality. Along with descriptive attributes, quantitative ones play a significant role in solving the problem of identification, the measurement of the latter being a laborious process. Therefore, it is urgent to use and employ new attributes, as well as to develop application-dependent software for automating the measurement of quantitative attributes, calculations and solution of identification problems. The aim of the study is to investigate the red border biometric attributes and determine their availability for the identification of personality.

Materials and methods. The materials under study are the lips photographs from the archives of forensic identification department of Russian Center of Forensic Medical Expertise. Each picture is a full-face photograph of lips with the boundary between the skin and the lip mucosa being clearly visible. In addition, each picture contains «a reference» – a 1.5 x 1.5 cm square or 1.5 cm-diameter circle. It is used to make the attribute measurements in absolute units. To describe the red border the attributes combined into the groups were proposed. The groups are the following: the lip contour, interlabial line, heights. To process the data obtained and conduct the identification ALips 2.0 software product was developed.

Results and discussion. The hypothesis of normal attribute distribution was investigated. The investigation gave positive results, thus permitting to divide the attribute values into intervals. The category limits for each attribute for both men and women were calculated and then each entry was brought in compliance with a set of categories with ALips 2.0 program automatically. At the last stage of the investigation a series of computing experiments was carried out to identify the object. The experimental results showed that the identification importance of the attributes under study is high enough and the number of objects close to an identified one does not exceed five which may indicate a good separation of groups.

Conclusions. Based on a comprehensive investigation of the identification of personality with the lips photographs the method of measuring red border attributes was proposed. ALips 2.0 software product, allowing to generate a database of individual lips photos, measure the attributes automatically, and carry out the identification process was developed. Each attribute variability category was calculated to match each photo with a set of numbers describing the red border features. The analysis conducted established the attribute system availability for identifying a personality in forensic medicine and science.

Keywords: red border, identification, biometric attributes

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

Научно-исследовательский институт и Музей антропологии имени Д.Н. Анучина
Федерального государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования
«Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова»
выпускает журнал
«Вестник Московского университета. Серия XXIII. АНТРОПОЛОГИЯ».
Журнал издается с 2009 г.

В журнале публикуются статьи, посвященные различным аспектам биологической и исторической антропологии, методологии и методике антропологических исследований, обсуждаются современные проблемы смежных наук, тесно связанные с основной тематикой журнала. В каждом номере находят отражение хроника научной жизни, информация о конференциях, симпозиумах и семинарах, критика и библиография.

Журнал выходит 4 раза в год и является рецензируемым. Рецензенты журнала – ведущие специалисты в области биологической и исторической антропологии из различных российских научных учреждений. Сроки публикации – от 2 до 6 месяцев с момента подачи рукописи. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Категории статей

В журнале печатаются оригинальные статьи, обзоры, краткие сообщения, рецензии и другие виды публикаций.

Оригинальные статьи описывают результаты оригинальных научных исследований в вышеперечисленных научных дисциплинах. Примерный объем, включая таблицы и рисунки, – до 1 п. л. (40 000 знаков).

В *Обзорных статьях* суммируются и анализируются проблемы первоочередной важности для современной антропологии. Основное требование, предъявляемое к таким статьям, – использование новейших литературных источников. Примерный объем, включая таблицы и рисунки, – до 1 п. л.

Краткие сообщения описывают результаты собственных исследований, а также новые методы и методики, технические изобретения и инновации. Примерный объем, включая таблицы и рисунки, – до 10 с.

Статья должна быть представлена в редакцию с сопроводительным письмом, в котором автор сообщает: 1) о категории, к которой относится статья; 2) о том, что материал ранее не публиковался и не сдан для публикации в другое издание.

Рукопись должна содержать титульную страницу, резюме на русском и английском яз., ключевые слова, основной текст статьи, библиографию, таблицы, рисунки и подписи к ним.

Исследования, которые описаны в статье, должны быть проведены с учетом требований биоэтики.

Титульная страница состоит из заглавия и сведений об авторе/ах: Ф.И.О. (полностью); ученая степень; ученое звание; место работы и должность; почтовый адрес, e-mail, телефон.

Общий объем *резюме* должен составлять не менее 300 и не более 500 слов. Резюме должно быть структурировано и содержать следующие разделы: Введение (Цель исследования), Материалы и методы, Результаты и обсуждение, Заключение (или Выводы). В конце резюме должно быть представлено 5–7 ключевых слов. Английское резюме (Abstract) по объему и структуре должно соответствовать русскому.

Основной текст статьи должен начинаться с отдельной страницы. Оригинальные статьи и Краткие сообщения должны, как правило, состоять из следующих разделов: Введение, Материалы и методы, Результаты, Обсуждение результатов, Выводы, или Заключение.

Во *Введении* характеризуются цели и задачи представленного исследования, определяется его новизна и отличия от ранее проведенных. *Материалы и методы*: дается характеристика использованных ма-

териалов; приводится четкое и подробное описание методов. *Результаты*: приводятся наиболее важные результаты исследования, которые подтверждаются таблицами и иллюстрируются рисунками. Следует избегать повторений одних и тех же данных в таблицах и рисунках. *Обсуждение результатов*: в этом разделе обсуждаются результаты исследования. Необходимо подчеркнуть новизну приведенных данных, их отличие от ранее полученных, обсудить их значение в контексте других исследований. *Выводы* должны содержать только те положения, которые подтверждаются проведенным исследованием. Цитируемая литература приводится в конце статьи под заголовком *Библиография*.

Материалы предоставляются в печатном виде (2 экз.) вместе с электронной версией («*.rtf») на CD/DVD-дисках и по электронной почте. Иллюстрации в журнале публикуются в черно-белом изображении. Место размещения иллюстраций и таблиц указывается в тексте рукописи. В объем текста входят библиография, таблицы и рисунки.

Статьи принимаются по адресу:

125009, Москва, Моховая ул., д. 11, НИИ и Музей антропологии МГУ. Заместителю главного редактора журнала «Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология» Харитонову Виталию Михайловичу (e-mail: 1605vit@rambler.ru) или ответственному секретарю журнала Суховой Алле Владимировне (e-mail: alla-sukhova@bk.ru).

Краткие требования к оформлению статей

- Редактор – Word, текстовый файл с расширением *.rtf.
- Шрифт – Times New Roman; размер шрифта – 12; интервал – 1,5; лист формата А4 с полями по 2 см с каждой стороны.
 - В состав электронной версии статьи должны входить: файл, содержащий текст статьи, и файлы, содержащие иллюстрации.
 - К комплекту файлов должна быть приложена опись (в виде файла), в которой обязательно должны быть указаны: имена файлов, название журнала, название статьи, фамилия, имя и отчество полностью автора(ов). Графические файлы должны быть поименованы таким образом, чтобы было понятно, к какой статье они принадлежат и порядок их расположения. Каждый файл должен содержать один рисунок.
 - Все сокращения в тексте должны быть расшифрованы, за исключением небольшого числа общеупотребительных.
 - Во всех материалах, включая рисунки и надписи на фотографиях, должна соблюдаться единообразная система оформления всех символов, дефисов, тире, курсивов.
 - Следует избегать смешанного употребления русских и латинских индексов в одной статье. Малораспространенные индексы подлежат расшифровке в тексте.
 - Для фотографий и рисунков использовать формат TIFF с разрешением 600 dpi.
 - Краткие библиографические ссылки даются в тексте в квадратных скобках, полные библиографические ссылки – в конце статьи в разделе «Библиография». Все ссылки даются в алфавитном порядке, оформленные в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5—2008. Названия на языках, использующих нелатинский шрифт, пишутся в латинской транскрипции.