

# ПАЛЬЦЕВОЙ ИНДЕКС, МАСКУЛИННОСТЬ ЛИЦА И ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ КАК МАРКЕРЫ ПОЛОВОГО ОТБОРА В ТРАДИЦИОННЫХ АФРИКАНСКИХ ПОПУЛЯЦИЯХ ХАДЗА И ДАТОГА

М.Л. Бутовская<sup>1</sup>, Е.А. Постникова<sup>1</sup>, Е.В. Веселовская<sup>1</sup>, А.М. Маурер<sup>2</sup>, А.Б. Савинецкий<sup>3</sup>, Г.В. Сыроежкин<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Институт этнологии и антропологии РАН, Москва*

<sup>2</sup> *МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии, Москва*

<sup>3</sup> *Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», факультет кибернетики, кафедра информационных технологий в социальных системах, Москва*

Флуктуирующая асимметрия является неспецифическим показателем условий развития, что дает возможность использовать ее как индикатор качества экологической среды и как показатель генетических стрессов. Целью настоящего исследования является оценка степени выраженности лицевой флуктуирующей асимметрии и возможной взаимосвязи трех показателей – флуктуирующей асимметрии лица, выраженности степени полового диморфизма и пальцевого индекса 2D:4D в двух традиционных африканских популяциях (хадза и датоба), проживающих в условиях ограниченного контакта с западной культурой. Флуктуирующую асимметрию лица оценивали на фотоизображениях по принятой в эволюционно-антропологических исследованиях методике. Измерения пальцев и последующее вычисление пальцевых индексов на правой и левой руках проводили в соответствии с методикой, разработанной Дж. Мэннингом. В исследовании также определялся показатель выраженности черт полового диморфизма и гендерных различий, который рассчитывался в пропорциях лица по фронтальным лицевым фотографиям.

Ключевые слова: антропология, флуктуирующая асимметрия, лицо человека, гендерные различия, половой диморфизм, пальцевой индекс, охотники-собиратели, скотоводы, обобщенный фотопортрет

## Введение

В условиях ограниченного (или полного отсутствия) доступа к современным средствам медицины, в человеческих популяциях первостепенную роль в выживании индивида играет реактивность его иммунной системы. Еще с 50–60-х годов прошлого столетия многими учеными высказывались идеи о связи флуктуирующей асимметрии со стабильным развитием популяции, баланса ее генофонда и влиянием на нее различных стрессов [Van Valen, 1962; Mather, 1953; Thoday, 1958]. Флуктуирующая асимметрия является неспецифическим показателем условий развития, что дает возможность использовать ее как индикатор качества экологической среды, а также в качестве показателя генетических стрессов [Захаров с соавт., 2000; Palmer, Strobeck, 2003].

Исследования последних лет, позволяют предположить, что флуктуирующая асимметрия находится под давлением полового отбора. Так, по данным С. Гангестада с соавторами, флуктуирующая асимметрия лица и тела связана с внешней привлекательностью [Gangestad et al., 1994], а также с возрастом начала половой жизни и количеством половых партнеров. Показано, что у мужчин с большей симметрией лица было достоверно большее количество партнерш [Thornhill, Gangestad, 1994]. Мужские и женские лица с меньшей выраженностью флуктуирующей асимметрии расцениваются потенциальными партнерами как более привлекательные [Grammer, Thornhill, 1994]. Показана связь флуктуирующей асимметрии тела с маскулинными чертами лица у мужчин, например, с более массивной нижней челюстью, тогда как у женщин эта связь не была выявлена [Manning et al., 1997].

Степень выраженности асимметрии у детей выше, чем у взрослых, так как поддерживать симметрию в период быстрого роста организму сложнее. В связи с этим асимметричность парных структур, накопленная в период быстрых линейных изменений организма, может быть частично устранена после снижения темпов роста организма. Уровень метаболизма отрицательно связан с возрастом у детей и скорость метаболизма часто коррелирует с асимметрией [Mitton, 1993]. Вместе с тем, при прочих равных условиях, флуктуирующая асимметрия у детей является индикатором качества генотипа родителей [Folstad, Karter, 1992].

У человека прослеживается отчетливый половой диморфизм по размерам и форме тела. Большинство этих различий формируется под влиянием половых гормонов в период пубертатного развития [Beach, 1978]. Половой диморфизм отчетливо проявляется в строении лица человека [Perrett et al., 1998]. Маскулинизация мужских лиц положительно связана с уровнем андрогенов [Penton-Voak, Chen, 2004], а феминизация женских – с уровнем эстрогенов [Law-Smith et al., 2006]. Выраженность маскулинных показателей ассоциируется с высоким уровнем иммунитета [Folstad, Karter, 1992, Hillgarth, Wingfield, 1997]. Родесом с соавторами было показано, что маскулинизация черт лица положительно связана со здоровьем у мужчин [Rhodes et al., 2003]. Те же авторы отмечают, что формирование фемининных черт не требует столько затрат от организма как формирование маскулинных, поэтому они являются более слабыми индикаторами здоровья.

Еще одним признаком полового диморфизма у человека является соотношение длин второго и четвертого пальцев рук (2D:4D): чем больше это соотношение, тем более фемининным считается признак [Manning et al., 2000; Phelps, 1952]. Пальцевой индекс формируется в пренатальный период под влиянием половых гормонов и остается неизменным на протяжении всей жизни человека [Manning et al., 2000, 2004]. Этот показатель часто связывают с физическими характеристиками организма. Так, например, показатель 2D:4D отрицательно скоррелирован с атлетическими показателями у мужчин [Бутовская с соавт., 2011, 2012; Manning, Taylor, 2001]. В исследовании, где анализировались морфо-психологические характеристики женщин-спортсменок, было показано, что женщины, занимающиеся самбо, имеют более низкое значение пальцевого индекса, наряду с более мужественными пропорциями лица и фигуры, по сравнению с контрольной группой [Бутовская с соавт., 2012]. Достижения в силовых и

конкурентных видах спорта могут также отражать общий уровень приспособленности мужчины к условиям конкуренции и борьбы за ограниченные ресурсы [Бутовская с соавт., 2010]. По данным антропологов и в традиционных обществах охотников-собирателей, и мотыжных земледельцев более успешные охотники и воины, то есть члены общества с более выраженными маскулинными признаками, имеют достоверно большее число потомков [Marlow, 2007]. Некоторые исследователи считают, что есть связь между показателем 2D:4D и общей маскулинностью лица и тела. Так, по данным Финка с соавторами [Fink et al., 2005], мужчины с более низким показателем 2D:4D имели более маскулинные черты лица: более тонкие губы, более массивные челюсти.

Следует сказать, что до настоящего времени, исследования флуктуирующей асимметрии, маскулинности, пальцевого индекса, в подавляющем большинстве, проводились среди представителей современных индустриальных западных популяций, хотя полученные результаты интерпретировались исследователями с учетом эволюционных теорий (в частности, теории полового отбора). Нам представляется, что анализ этих феноменов в традиционных обществах, проживающих в условиях практически полного отсутствия доступа к современной медицине и современным технологиям, и продолжающих практиковать тип расширенного воспроизводства с высоким уровнем рождаемости [Вишневикий, 1982], позволит лучше понять механизмы полового отбора, связанные с формированием мужской и женской внешности у человека [Бутовская с соавт., 2012].

Цель данного исследования: оценить возможную взаимосвязь трех показателей (флуктуирующей асимметрии лица, выраженности полового диморфизма и пальцевого индекса) в двух традиционных африканских популяциях хадза и датога, проживающих в условиях ограниченного контакта с западной культурой [Бутовская, Драмбян, 2007; Бутовская, Мабулла, 2008; Бутовская с соавт., 2012].

В задачи исследования входило:

1. Сопоставить значения коэффициентов лицевой флуктуирующей асимметрии и полового диморфизма лицевых пропорций и пальцевого индекса у представителей двух традиционных африканских обществ хадза и датога.
2. Выявить возможную связь коэффициентов лицевой флуктуирующей асимметрии и полового диморфизма с возрастом, полом и пальцевым индексом у хадза и датога.
3. Проследить динамику возрастных изменений выраженности лицевой флуктуирующей

асимметрии и полового диморфизма в изученных группах.

4. Проанализировать возможные связи рассматриваемых морфологических показателей с социально-антропологическими характеристиками исследуемых групп.

## Материалы и методы

### *Общая характеристика исследованных выборок*

Исследования проводились исключительно на основе принципа добровольности, информированного согласия, с соблюдением прав и свобод, этических норм и принципов в соответствии с Декларацией Хельсинки (1964) со всеми последующими дополнениями и изменениями, регламентирующих научные исследования на человеке, а также международным руководством для биомедицинских исследований с вовлечением человека (International ethical guidelines for biomedical research involving human subjects) Совета международных организаций медицинских наук (CIOMS). Материалом для настоящей статьи служили фронтальные фотографии лиц мужчин и женщин, а также некоторые морфологические измерения представителей двух популяций Северной Танзании, хадза и датого, относящихся к разным хозяйственно-культурным типам. Материал собран М.Л. Бутовской во время экспедиций в 2006–2013 гг. в район озера Эйяси. Данные о половозрастном составе выборок представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Половой и возрастной состав выборок**

Этническая группа	Пол		Возраст, лет
	Мужчины	Женщины	
Хадза	113	84	14–70
Датого	32	33	18–70

Хадза проживают в условиях выраженной климатической сезонности и наличия возбудителей разного рода паразитарных заболеваний (малярия, глистные инвазии) [Бутовская, Драмбян, 2007; Бутовская, Мабулла, 2008]. В этой популяции наблюдается исключительно высокая детская и подростковая смертность: примерно 20% детей не доживают до пяти лет, а около 20% подростков не доживают до зрелого возраста [Бутовская, Буркова, 2011; Marlowe, 2010]. Несмотря на контакты со скотоводами, земледельцами и представите-

лями западной цивилизации хадза смогли сохранить свою культуру и традиционные системы жизнеобеспечения.

Датого – полуоседлые скотоводы, проживающие в том же районе, что и хадза, также сохранили традиционный образ жизни. Давление отбора на популяцию датого также исключительно высоко, принимая во внимание распространенность среди них таких инфекционных заболеваний, как туберкулез, бруцеллез, сальмонеллез, брюшной тиф, а также паразитарных инвазий [Бутовская, 2011]. Однако профиль питания датого более предсказуем, чем у хадза, а условия жизни способствуют более высокой по сравнению с хадза средней продолжительности жизни.

### *Оценка полового диморфизма и выраженности флуктуирующей асимметрии*

Для оценки полового диморфизма использовали два показателя. Первый представляет собой соотношение длины второго и четвертого пальцев рук, так называемый пальцевый индекс. Измерения пальцев и последующее вычисление пальцевых индексов на правой и левой руках проводили в соответствии с методикой, разработанной Дж. Меннингом (см подробнее, Бутовская с соавт., 2010). Другой показатель оценивает выраженность фемининных-маскулинных черт в пропорциях лица. Его рассчитывают по фронтальным лицевым фотографиям [Little et al, 2008]. Флуктуирующую асимметрию лица мы также оценивали на фотоизображениях по принятой в эволюционно-антропологических исследованиях методике [Little et al., 2008]. Антропологическую фотосъемку производили обычной цифровой камерой, с фиксированным расстоянием от объектива до лица объекта (180 см). Испытуемых просили смотреть прямо в камеру и сохранять нейтральное выражение лица (не улыбаться, не хмурить брови, не щуриться), голову фиксировали во «франкфуртской горизонтали». В общей сложности было обработано 262 фотографии лиц хадза и датого.

Фотоизображения хадза и датого обрабатывали с помощью программы «Adobe Photoshop CS5» (рис. 1).

На лице отмечали следующие точки: а) парные: наружный угол глаза (ek), внутренний угол глаза (en), центр зрачка (pu), максимальное выступание скул в стороны (zu), максимальное выступание крыльев носа в стороны (al), уголки рта (che), ширина нижней челюсти (go); б) по сагиттальной линии: линия роста волос (tri), линия смыкания губ (st), нижнеподбородочная точка (gn). Далее изме-

ряли расстояние между точками в пикселях для получения следующих антропометрических характеристик: физиономическая высота лица ( $tri-gn$ ), морфологическая высота лица ( $en-gn$ ), высота нижней челюсти ( $st-gn$ ), скуловой ( $zy-zy$ ) и нижнечелюстной ( $go-go$ ) диаметры, межзрачковое расстояние ( $pu-pu$ ).

Относительную мужественность или женственность лица рассчитывали на основе четырех показателей полового диморфизма:

- 1) относительное выступание скул = скуловой диаметр ( $zy-zy$ ) / нижнечелюстной диаметр ( $go-go$ );
- 2) относительная высота нижней челюсти = высота нижней челюсти ( $st-gn$ ) / морфологическая высота лица ( $en-gn$ );
- 3) соотношение высот лица = морфологическая высота лица ( $so-gn$ ) / физиономическая высота лица ( $tri-gn$ );
- 4) относительная ширина лица = скуловой диаметр ( $zy-zy$ )/морфологическая высота лица ( $en-gn$ ).

Женщины демонстрируют большие значения индексов относительного выступания скул и относительной ширины лица, а мужчины имеют относительно более высокую нижнюю челюсть и соотношение высот лица. Обобщенный показатель полового диморфизма рассчитывали по формуле: [относительная высота нижней челюсти + соотношение высот лица] – [относительное выступание скул + относительная ширина лица]. Из формулы следует, что чем выше значение коэффициента, тем более выражены мужественные пропорции лица у конкретного индивидуума. Вышеописанная методика была ранее использована нами для оценки выраженности полового диморфизма пропорций лица у спортсменов [Бутовская с соавт., 2012].

Коэффициент асимметрии рассчитывали путем суммирования абсолютных значений отклонений центральных координат по оси абсцисс парных точек от центральной координаты межзрачкового расстояния [Little et al., 2008]. Центральную координату для каждой пары билатеральных точек рассчитывали как среднее арифметическое координат правой и левой точки. Значение коэффициента асимметрии в пикселях переводили в миллиметры путем приведения всех изображений к усредненному межзрачковому расстоянию 66 мм. Все расчеты вели в программе «SPSS-15» для Windows. В том же пакете программ полученные данные анализировали статистически. При уровне значимости  $p < 0.05$  результаты считались достоверными, при  $0.05 > p < 0.1$  результаты интерпретировали как тенденцию.

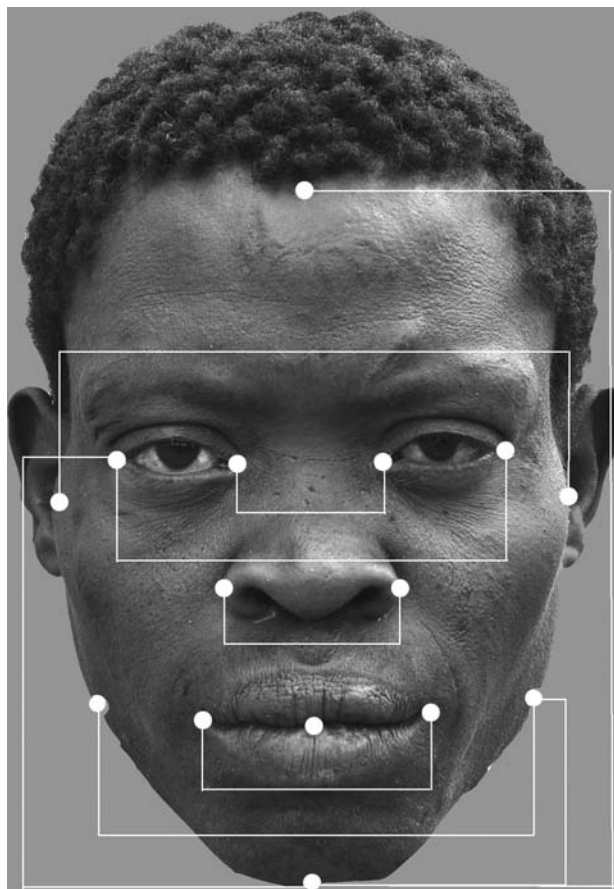


Рис. 1. Процесс подготовки фотоизображений к компьютерным измерениям флуктуирующей асимметрии и маскулинности лица

#### *Создание обобщенных портретов*

В нашем исследовании для создания обобщенных портретов танзанийцев была использована компьютерная программа «faceONface», написанная специалистами Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» А.Б. Савинецким и Г.В. Сыроежкиным. Последняя версия программы, прошедшая тестирование в лаборатории расоведения НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова, позволяет получать обобщенное цифровое изображение с опорой на три реперные точки – ротовую ( $st$ ), и две зрачковые ( $pu$ ). Обобщенный портрет, полученный путем стягивания по трем точкам, дает правдоподобную, морфологически содержательную и узнаваемую картину. Выравнивание по размеру и остальным показателям фотоизображения происходит автоматически. Процесс создания портрета

следующий: вначале автоматически высчитывается среднее межзрачковое расстояние для всей выборки в пикселях, затем все индивидуальные изображения приводятся, то есть уменьшаются или увеличиваются соответственно к найденному среднему расстоянию и одновременно вытягиваются или укорачиваются по высоте, достигая среднего значения расстояния между горизонталью, проходящей через зрачковые точки и ротовой точкой. Трансформированные таким образом изображения последовательно накладываются друг на и друга. Цвет пикселя в каждой точке равен среднему всех пикселей этой точки для всех введенных фотографий. Порядок и последовательность наложения не влияют на итоговое изображение. Процесс объединения достаточно быстрый за счёт преобразования каждой картинку в математическую модель. Благодаря этому обобщенный портрет создается за 5–10 минут в зависимости от размера изображения.

В данной работе представлены четыре обобщенных фотопортрета хадза и датого:

1. Мужчины и женщины датого в возрасте от 18 до 70 лет, N= 33 (рис. 2, 3);
2. Мужчины и женщины хадза в возрасте от 18 до 45 лет, N= 29 (рис. 4, 5)

Полученные методом обобщенного портрета конечные изображения позволяют сравнить характеристики лица мужчин и женщин у двух этнических групп (хадза и датого) и на качественном уровне (визуально) подтвердить полученные нами ранее выводы о большей выраженности полового диморфизма лица у датого по сравнению с хадза. В то же время, даже «невооруженным взглядом» т.е. без детального расоведческого анализа, видно, что обобщенные портреты хадза и датого отражают два визуально ясно различимых морфологических варианта (два типа) большой негрской расы.

### Результаты исследования

Проведенный анализ уровня лицевой асимметрии у взрослых представителей хадза и датого показал наличие тенденции к связи между индексом асимметрии с возрастом (табл. 2, 3). По средним значениям флуктуирующая асимметрия была максимальной у хадза между 30 и 45 годами, а у датого в возрасте старше 46 лет. В среднем, флуктуирующая асимметрия была выражена сильнее у хадза в возрастных группах до 46 лет. В старшей возрастной группе коэффициент

флуктуирующей асимметрии в двух исследованных популяциях был одинаков (табл. 2, 3).

В обобщенной выборке мужчин и женщин хадза выявлена небольшая по величине, но достоверная отрицательная связь между маскулинностью лицевых пропорций и пальцевыми индексами на правой и левой руках. Показано, что тенденция к связи между половым диморфизмом лица и пальцевым индексом на правой руке у хадза сильнее выражена у мужчин, чем у женщин (табл. 4).

У мужчин датого достоверной связи между пальцевыми индексами и коэффициентом полового диморфизма лица не выявлено. Отмечается тенденция к положительной связи между пальцевым индексом на правой руке и индексом флуктуирующей асимметрии лица, и тенденция к отрицательной связи между пальцевым индексом на левой руке и коэффициентом флуктуирующей асимметрии лица. Проведенный корреляционный анализ выявил отрицательную связь между коэффициентом полового диморфизма лица и пальцевым индексом на левой руке у женщин датого. Это означает, что женщины с более маскулинным пальцевым индексом имели также и более мужественные черты лица. Выявлена тенденция к положительной связи между коэффициентом флуктуирующей асимметрии с возрастом у женщин датого (табл. 5).

Мы провели регрессионный анализ, в котором коэффициент флуктуирующей асимметрии выступал зависимой переменной, а пол, возраст и этническая группа являлись независимыми переменными. Выявлена тенденция к отрицательной связи между полом и коэффициентом флуктуирующей асимметрии ( $R^2=0.019$ ;  $t=-1.993$ ;  $p=0.054$ ). У мужчин из обеих популяций коэффициент флуктуирующей асимметрии был выше, по сравнению с женщинами из той же популяции соответственного возраста.

На следующем этапе мы провели регрессионный анализ, в котором коэффициент полового диморфизма выступал в качестве зависимой переменной, а пол, возраст и этническая группа являлись независимыми переменными. Коэффициент полового диморфизма был выше у мужчин, как и ожидалось. Кроме того, в целом, хадза характеризовались более маскулинными чертами, чем датого ( $R^2=0.04$ ;  $t=-2.222$ ;  $p=0.027$ ). По пальцевому индексу правой руки мужчины ( $R^2=0.034$ ;  $t=-2.083$ ;  $p=0.039$ ) и женщины датого ( $R^2=0.025$ ;  $t=-1.689$ ;  $p=0.094$ ) оказались более маскулинными, чем хадза.



Рис. 2. Обобщенный фотопортрет женщин датога



Рис. 3. Обобщенный фотопортрет мужчин датога



Рис. 4. Обобщенный фотопортрет женщин хадза

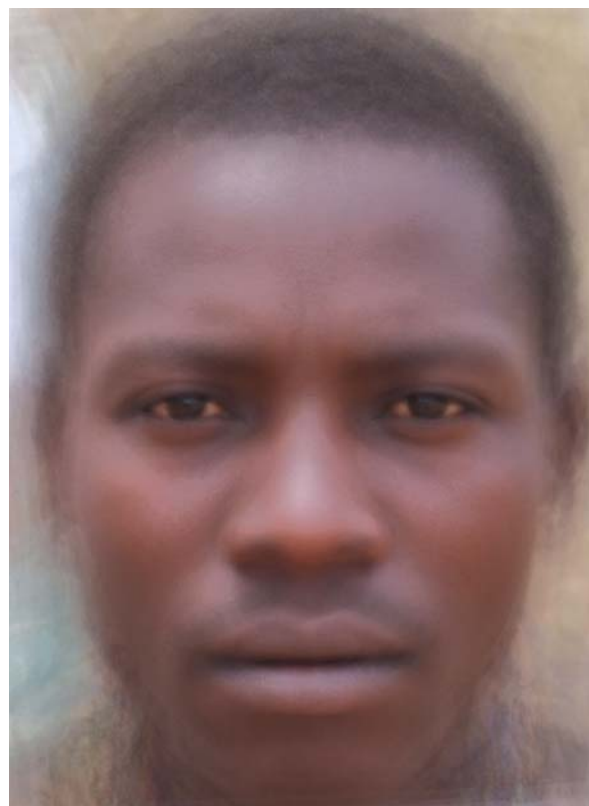


Рис. 5. Обобщенный фотопортрет мужчин хадза

Таблица 2. Основные статистические характеристики изученных параметров у хадза

Возраст, лет	N	Мужчины				Женщины				
		КФА X (S)	КПД X (S)	R2D:4D X (S)	L2D:4D X (S)	N	КФА X (S)	КПД X (S)	R2D:4D X (S)	L2D:4D X (S)
14–17	18	0.495 (0.326)	-1.459 (0.119)	0.949 (0.032)	0.944 (0.044)	11	0.924 (0.583)	-1.451 (0.109)	0.969 (0.042)	0.964 (0.037)
18–30	42	0.434 (0.204)	-1.457 (0.130)	0.967 (0.034)	0.972 (0.030)	29	0.378 (0.212)	-1.506 (0.105)	0.981 (0.038)	0.978 (0.035)
31–45	31	0.500 (0.229)	-1.409 (0.108)	0.975 (0.039)	0.970 (0.044)	28	0.531 (0.203)	-1.473 (0.106)	0.984 (0.038)	0.987 (0.040)
≥46	18	0.476 (0.194)	-1.374 (0.104)	0.957 (0.029)	0.957 (0.033)	14	0.449 (0.141)	-1.480 (0.124)	0.970 (0.039)	0.987 (0.046)

Примечание. КФА – коэффициент лицевой флуктуирующей асимметрии, КПД – коэффициент полового диморфизма, R2D:4D – пальцевый индекс на правой руке, L2D:4D – пальцевый индекс на левой руке, X – среднее значение признака, S – стандартное отклонение

Таблица 3. Основные статистические характеристики изученных параметров у датаго

Возраст, лет	N	Мужчины				Женщины				
		КФА X (S)	КПД X (S)	R2D:4D X (S)	L2D:4D X (S)	N	КФА X (S)	КПД X (S)	R2D:4D X (S)	L2D:4D X (S)
18–30	10	0.431 (0.192)	-1.512 (0.122)	0.950 (0.029)	0.965 (0.026)	11	0.354 (0.109)	-1.469 (0.133)	0.954 (0.039)	0.971 (0.028)
31–46	10	0.462 (0.210)	-1.493 (0.115)	0.948 (0.029)	0.961 (0.020)	15	0.444 (0.239)	-1.678 (0.785)	0.978 (0.033)	0.978 (0.024)
≥46	13	0.430 (0.186)	-1.460 (0.117)	0.950 (0.037)	0.962 (0.033)	6	0.480 (0.201)	-1.449 (0.032)	0.960 (0.020)	0.980 (0.017)

Примечание. См. табл. 2.

Таблица 4. Результаты корреляционного анализа изученных признаков у хадза

Женщины \ Мужчины	Возраст	КФА	КПД	R2D:4D	L2D:4D
Возраст	1	–	–	–	–
КФА	–	1	–	–	–
КПД	–	–	1	-0.140	-0.132
R2D:4D	–	–	-0.140	1	–
L2D:4D	–	–	-0.132	–	1

Примечание. Приведены только достоверные значения коэффициентов корреляции

Таблица 5. Результаты корреляционного анализа изученных признаков у датаго

Женщины \ Мужчины	Возраст	КФА	КПД	R2D:4D	L2D:4D
Возраст	1	–	–	–	–
КФА	0.332	1	–	0.344	-0.046
КПД	–	–	1	–	–
R2D:4D	–	–	–	1	0.465
L2D:4D	–	–	-0.361	0.573	1

Примечание. См. табл. 4.

## Обсуждение

Ранее было доказано, что флуктуирующая асимметрия является надежным индикатором здоровья организма [Waddington, 1940]. Увеличение степени флуктуирующей асимметрии связывают с негативным воздействием экзогенных факторов на развитие организма. Выраженность асимметрии зависит от типа, интенсивности и длительности воздействия неблагоприятных факторов с одной стороны, а также от способности организма противостоять неблагоприятному воздействию, для того, чтобы стабилизировать процесс развития, несмотря на воздействие извне [Leung, Forbes, Houle, 2000].

Наши данные свидетельствуют о том, что на уровне тенденции флуктуирующая асимметрия лица у хадза была выше, чем у датого. Это может быть связано с большим давлением неблагоприятных средовых факторов на популяцию охотников-собирателей, с большей их зависимостью от внешних условий в отличие от скотоводов. Выраженность лицевой флуктуирующей асимметрии у мужчин по сравнению с женщинами была выше в обеих популяциях. Эти данные, логично интерпретируются в рамках теории полового отбора: внешность (в частности, характеристики лица) в большинстве изученных популяций выступает более значимым критерием привлекательности для женщин, чем для мужчин [Бутовская, 2013].

Данные других исследований указывают на связь флуктуирующей асимметрии с возрастом. У подростков флуктуирующая асимметрия выражена сильнее, чем у взрослых, так как в период быстрого роста организма иммунная система находится в состоянии повышенных нагрузок [Mitton, 1993]. Наши данные по выборке хадза свидетельствуют о том, что уровень флуктуирующей асимметрии в возрастной группе от 14 до 17 лет был выше, чем в возрастной группе от 18 до 30 лет. Компенсация этого параметра с возрастом может объясняться, как выравниванием билатеральных размеров после завершения пубертатного периода, так и элиминацией ослабленных индивидуумов в ходе естественного отбора. Факты достаточно высокого уровня смертности подростков у хадза позволяяют допустить такую интерпретацию [Marlowe, 2010].

Для взрослых групп хадза и датого выявлена тенденция к повышению уровня флуктуирующей асимметрии лица с возрастом. Это в первую очередь касается деструктивных изменений зубной системы. У хадза эти процессы начинаются раньше, чем у датого. Не исключено, что полученные

различия отражают специфические социальные процессы, происходящие сегодня в данном регионе. Речь идет об этнотуризме, получившем широкое распространение в последние 8 лет, следствием которого явился беспримерный рост алкоголизма среди хадза [Butovskaya, 2013]. Датого же данная тенденция практически не затронула.

В этом исследовании мы использовали два показателя полового диморфизма – пальцевой индекс и соотношение фемининно-маскулинных пропорций лица. Оба показателя формируются под воздействием половых гормонов, прежде всего, пренатального тестостерона и тестостерона в период пубертатного развития (в случае индекса полового диморфизма лица). Пальцевой индекс, показал достоверные половые различия в обеих изученных популяциях, как для правой, так и для левой руки. Датого по этому показателю обладают более маскулинными значениями пальцевого индекса, чем хадза. По индексу полового диморфизма лица, напротив, датого имеют более фемининные его значения, чем хадза. Различия, по видимому, объясняются разной историей формирования этих двух популяций. Хадза являются автохтонным населением в районе озера Эяси, тогда как датого – нилоты, мигрировавшие на север Танзании, предположительно, с территории Южного Судана или нагорий Западной Эфиопии примерно 300 лет назад [Бутовская с соавт., 2012]. Хотя связь между двумя использованными индексами полового диморфизма выражена слабо, все же тенденция к отрицательной связи между пальцевым индексом правой и левой руки и половым диморфизмом лица выявлена для мужчин в обеих популяциях.

История создания составных (обобщенных) фотопортретов восходит к Ф. Гальтону. Метод получил плодотворное развитие в работах антропологов XX столетия [Перевозчиков, Маурер, 2009]. Обобщенный фотопортрет (ОФП) является своеобразным познавательным инструментом, который позволяет визуализировать интегральные морфологические характеристики изменчивости – половую, возрастную, расовую (этно-территориальную). Кроме того, по мере накопления вводимых изображений, ОФП иллюстрирует переход от индивидуально-типологического к популяционно-типологическому уровню выборочных характеристик [Павловский, Абдушелишвили, 1979]. В последнее время метод нашел применение в гендерных исследованиях и в работах в области антропозетики [Perrett, May, Yoshikawa, 1994]. Развитие цифровых технологий значительно упростило и ускорило процесс создания составных портретов



[Локк, 2012]. Обобщенные портреты мужчин и женщин хадза и датога, созданные нами, наглядно демонстрируют большую «робусть» внешнего облика хадза. Это относится как к мужским, так и к женским лицам, что, по-видимому, отражает разную эволюционную историю формирования двух указанных этнических групп.

В нашем исследовании выявлена тенденция положительной связи между пальцевым индексом на правой руке и коэффициентом флуктуирующей асимметрии у мужчин датога, тогда как у женщин этой популяции такая связь отсутствовала. Ранее в исследованиях других авторов отмечалось, что тестостерон действует на организм как иммунодепрессант, и наличие выраженной маскулинности у мужчин обычно сочетается с большей симметричностью лица, и является указанием на сильный иммунитет и «хорошие гены» носителя, тогда как для женщин подобная связь отсутствует [Gangestad, Thornhill, 2003; Little et al., 2008]. У датога, полигамных скотоводов, давление полового отбора в сторону маскулинизации мужской части популяции, по-видимому, выражено сильнее, чем в популяции хадза, моногамных охотников-собираателей.

### Благодарности

Авторы благодарны В.Н. Бурковой, Р.О. Бутовскому, Д.А. Дроновой, Д.В. Карелину за помощь в сборе материала, профессору А. Мабулле и Русско-Танзанийскому культурному центру за помощь и поддержку в работе. Данные исследования проводятся с разрешения Комиссии по науке и технике Объединенной Республики Танзании и при финансовой поддержке грантов РГНФ 11-01-18088е, 12-01-00032а.

### Библиография

Абдушлишвили М.Г., Павловский О.М. Интегрирование схематического и фотографического методов обобщений лица и использование полученного портрета в качестве источника антропологической информации // Советская этнография, 1979. № 1.  
 Бутовская М.Л. Антропология пола. Фрязино: Век-2, 2013.  
 Бутовская М.Л. Репродуктивный успех и экономический статус у датога – полуоседлых скотоводов Северной Танзании // Этнографическое обозрение, 2011. № 4. С. 85–99.

Бутовская М.Л., Буркова В.Н. Антропология социальных перемен // Социальный статус и репродуктивный успех в обществе хадза – охотников-собираателей Танзании / Под ред. Э.Б. Гучиновой, Г.А. Комаровой. М.: РОССПЭН, 2011. С. 365–386.

Бутовская М.Л., Веселовская Е.В., Година Е.З., Третьяк А.В., Силаева Л.В. Морфофункциональные и личностные характеристики мужчин спортсменов как модель адаптивных комплексов в палеореконструкциях // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2011. № 2. С. 4–17.

Бутовская М.Л., Веселовская Е.В., Кондратьева А.В., Просикова Е.А. Морфо-психологические комплексы как индикаторы успешности в спорте // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2012. № 2. С. 29–42.

Бутовская М.Л., Веселовская Е.В., Прудникова А.С. Модели био-социальной адаптации человека и их реализация в условиях индустриального общества // Археология, этнография и антропология Евразии. Новосибирск, 2010. № 4. С. 143–154.

Бутовская М.Л., Драмбян М.Ю. Хадза Танзании сегодня: традиция и современность // Азия и Африка сегодня, 2007. № 2, С. 105–110.

Бутовская М.Л., Карелин Д.В., Буркова В.Н. Традиционные скотоводы Восточной Африки сегодня: репродуктивный успех, плодовитость, детская смертность и благосостояние датога Северной Танзании // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2012. № 4. С. 70–83.

Бутовская М.Л., Мабулла А. Процессы социальной трансформации среди хадза северной Танзании по материалам комплексного антропологического исследования // Orus, 2008. Вып. 6. С. 121–141.

Вишневецкий А.Г. Воспроизводство населения и общество. М., 1982.

Захаров В. М., Баранов А.С., Борисов В. И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методологическое руководство для заповедников. М.: Центр экологической политики России, 2000.

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

Перевозчиков И.В., Маурер А.М. Обобщенный фотопортрет: история, методы, результаты // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2009. № 1. С. 35–44.

Beach F.A. Human sexuality and evolution // In Human Evolution: Biosocial Perspectives / Eds. S.L. Washburn, E.R. McCown. Menlo Park, Calif: Cummings, 1978. P. 123–153.

Butovskaya M.L. Aggression and Conflict Resolution among the Nomadic Hadza of Tanzania as Compared with their Pastoralist Neighbors // War, Peace, and Human Nature: The Convergence of Evolutionary and Cultural Views / D.P. Fry (ed.). Oxford University Press., 2013. P. 278–296.

- Fink B., Grammer K., Mitteroecker P., Gunz P., Schaefer K., Bookstein F.L.* Second to fourth digit ratio and face shape // *Proc. Royal Society of London. Ser. B*, 2005. Vol. 272. P. 1995–2001.
- Folstad I., Karter A.J.* Parasites, bright males, and the immunocompetence handicap // *The American Naturalist.*, 1992. Vol. 139. P. 603–622.
- Gangestad S.W., Thornhill R., Yeo R.A.* Facial attractiveness, developmental stability and fluctuating asymmetry // *Ethology and Sociobiology*, 1994. N 15. P.73–85.
- Gangestad S.W., Thornhill R.* Facial masculinity and fluctuating asymmetry // *Evolution & Human Behavior*, 2003. Vol. 24. N 4. P. 231–241.
- Grammer K., Thornhill R.* Human (*Homo sapiens*) facial attractiveness and sexual selection—the role of symmetry and averageness // *J. Comparative Psychol.*, 1994. Vol. 108. P. 233–242.
- Hillgarth N, Wingfield J.C.* Testosterone and Immunosuppression in vertebrates: implications for parasite mediated sexual selection // *Parasites and Pathogens / Beckage N.E. (ed.)*. New York: Chapman &Hall, 1997.
- Law-Smith M.J., Perrett D.I., Jones B.C., Cornwell R.E., Moore F.R.* Facial appearance is a cue to oestrogen levels in women // *Proc. Royal Society. Ser. B. Biological Sciences*, 2006. Vol. 273. P.135–140.
- Leung B., Forbes M.R., Houle D.* Fluctuating asymmetry as a bioindicator of stress: comparing efficacy of analyses involving multiple traits // *Amer. Naturalist*, 2000. N 155. P. 101–115.
- Little A.C., Jones B.C., Waite C., Tiddeman B.P., Feinberg D.R.* Symmetry is Related to Sexual Dimorphism in Faces: Data Across Culture and Species // *PLoS ONE*, 2008. Vol. 3. N 5.
- Manning J.T., Koukourakis K., Brodie D.A.* Fluctuating asymmetry, metabolic rate and sexual selection in human male // *Evolution and human behavior*, 1997. N 18. P. 15–21.
- Manning J.T., Taylor R.P.* Second to Fourth Digit Ratio and Ability in Sport: Implications for Sexual in Humans // *Evolution and Human Behavior*, 2001. N 22. P. 61–69.
- Manning J.T., Barley L., Walton J., Lewis-Jone D.I., Trivers R.L., Singh D.* The 2nd:4th digit ratio, sexual dimorphism, population differences and reproductive success: Evidence for sexually antagonistic genes? // *Evolution and Human Behavior*, 2000. Vol. 21. P. 163–183.
- Manning J.T., Stewart A., Bundred P.E., Trivers R.L.* Sex differences in the 2nd to 4th digit ratio of children // *Early Human Development*, 2004. Vol. 80. P. 161–168.
- Marlow F.W.* Hunting and Gathering: The human sexual division of foraging labor // *Cross-Cultural Research*, 2007. Vol. 41. N 2. P. 170–195.
- Marlowe F.* The Hadza: Hunter-gatherers of Tanzania. California, Berkeley and Los Angeles: Univ. of California Press, 2010.
- Mather K.* Genetical control of stability in development // *Heredity*, 1953. Vol. 7. P. 297–336.
- Mitton J.B., W.S.F. Schuster E.G. Cothran J.* The correlation in heterozygosity between parents and their offspring // *Heredity*, 1993. Vol. 71. P. 59–63.
- Palmer A.R., Strobeck C.* Fluctuating asymmetry analysis revisited // *Developmental instability (DI): causes and consequences / M. Polak (ed.)*. New York: Oxford University Press, 2003.
- Penton-Voak I.S., Chen J.Y.* High salivary testosterone is linked to masculine male facial appearance in humans // *Evolution and Human Behavior*, 2004. Vol. 25. P. 229–241.
- Perrett D.I., Lee K.J., Penton-Voak I.S., Rowland D.R., Yoshikawa S.* Effects of sexual dimorphism on facial attractiveness // *Nature*, 1998. Vol. 394. P. 884–887.
- Perrett D.I., May K.A., Yoshikawa S.* Facial shape and judgments of female attractiveness // *Nature*, 1994. Vol. 368. P. 239–242.
- Phelps V.R.* Relative index finger length as a sex-influenced trait in man // *Amer. J. Human Genetics*, 1952. Vol. 4, P. 72–85.
- Rhodes G., Chan J., Zebrowitz L.A., Simmons L.W.* Does sexual dimorphism in human faces signal health // *Proc. Royal Society of London*, 2003. Vol. 270. P. 93–95.
- Thoday J.M.* Homeostasis in a selection experiment // *Heredity*, 1958. Vol. 12. N 4. P. 401–415.
- Thornhill R., Gangestad S.W.* Fluctuating asymmetry and human sexual behavior // *Psychological Science*, 1994. Vol. 5. P. 297–302.
- Van Valen L.* A study of fluctuating asymmetry // *Evolution*, 1962. Vol. 16. N 2. P. 125–142.
- Waddington C.H.* Organizers and genes. Cambridge: Univ. Press, 1940.

## Контактная информация:

*Бутовская Марина Львовна:*

e-mail: marina.butovskaya@gmail.com;

*Постникова Екатерина Александровна:*

e-mail: katherine.postnikova@gmail.com;

*Веселовская Елизавета Валентиновна:*

e-mail: e.veselovskaya@rambler.ru;

*Маурер Андрей Маркович:* e-mail: foto-rer@yandex.ru;*Савинецкий Александр Борисович:* e-mail: albor52@inbox.ru;*Сыроежкин Герман Витальевич:* e-mail: laocooler@gmail.com.

## **2D:4D RATIO, FACIAL MACULINITY AND FLUCTUATION ASYMMETRY AS MARKERS OF SEXUAL SELECTION IN TRADITIONAL AFRICAN POPULATIONS OF HADZA AND DATOGA**

M.L. Butovskaya<sup>1</sup>, E.A. Postnikova<sup>1</sup>, E.V. Veselovskaya<sup>1</sup>, A.M. Maurer<sup>2</sup>, A.B. Savinetsky<sup>3</sup>, G.V. Suroejkin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Institute of ethnology and anthropology, RAS, Moscow*

<sup>2</sup> *Lomonosov Moscow State University, Institute and Museum of Anthropology, Moscow*

<sup>3</sup> *National Research Nuclear University, «MIFI», Department of Information technology in social systems, Moscow*

*It has been suggested that fluctuating asymmetry (FA) reflects the genetic quality of different populations, which is particularly informative in harsh environment, poor health and social security. The Hadza are hunter-gatherers and Datoga are pastoralists from Northern Tanzania. Both societies are currently living in extreme environmental conditions, with expressed climatic seasonality and abundance of various infectious and parasites diseases. The Datoga are cattle breeders and thus might have more stable food resources. The aim of the present study was to determine possible differences between Hadza and Datoga by fluctuating asymmetry rate, masculinity and 2D:4D ratio and the test for correlations between FA, general masculinity and 2D:4D ratio. The coefficient of fluctuating asymmetry and the rate of sexual dimorphism were measured on photos of adults ranged from 14 to 70 years (198 Hadza, 64 Datoga). FA traits were calculated by taking left and right deviation from the midline, calculated from inter-pupillary distance, for six facial bilateral points and then summing the absolute values of individual scores, and sexual dimorphism was measured by measuring distance between specific points, producing four ratios: Cheekbone Prominence, Jaw Height/Lower Face Height, Lower Face Height/Face Height, and Face Width/Lower Face Height. All images were normalized on inter-pupillary distance.*

*Keywords: anthropology, fluctuating asymmetry, human face, sexual dimorphism, gender, digit ratio, hunter-gatherers, pastoralists, composit photoportrait*