

УДК 572.524.12

© Е. Н. Филиппова, Р. М. Хайруллин, Ф. Р. Хайруллин, 2016

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОЖНЫХ УЗОРОВ ПАЛЬЦЕВ КИСТИ ЧЕЛОВЕКА

Е. Н. Филиппова, Р. М. Хайруллин, Ф. Р. Хайруллин

ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск, Россия

ГУЗ «Ульяновский областной клинический центр специализированных видов медицинской помощи», г. Ульяновск, Россия

Целью настоящего исследования было установление взаимосвязи морфометрических параметров пальцевых кожных узоров. Материалом для исследования послужили 420 случаев наблюдения (200 молодых мужчин и 220 женщин). В исследовании проводился корреляционный и кластерный анализ пальцевых дерматоглифических узоров кисти человека. Проведенный анализ выявил в исследуемых выборках взаимосвязь морфометрических показателей пальцевых дерматоглифических узоров у представителей обоих полов, структура этих взаимосвязей зависит от пола, типа узора и его направления относительно проксимо-дистальной оси пальца. Одинаковая направленность половых различий однотипных морфометрических показателей кожных узоров пальцев, независимо от их типа, объясняется наличием статистически значимых взаимосвязей, обусловленных морфогенетически. Обсуждается возможность использования установленных закономерностей для ряда деталей узора с высокой идентификационной значимостью.

Ключевые слова: дерматоглифика, отпечатки пальцев, биометрия.

© E. N. Filippova, R. M. Khayrullin, F. R. Khayrullin, 2016

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russia

Ulyanovsk Regional Clinical Center of Specialized Medical Care, Ulyanovsk, Russia

The Cluster Analysis of Interrelations of Morphometric Parameters of Fingerprint Patterns of the Human Hand

The aim of this study was to determine the relationship of morphometric parameters of fingerprint patterns of human hand. The material is based on observations of 420 cases (200 young men and 220 women). In the study was analyzed correlation of morphometric parameters of basic dermatoglyphic patterns of finger's tips. The analysis revealed that in the studied samples statistical interrelations of morphometric parameters of finger's dermatoglyphic patterns are in both sexes, but the structure of these interrelations depends on the sex, the type of pattern and its direction relative to the axis of the proximal-distal finger. The similar direction of similar sex differences of morphometric parameters of dermatoglyphic patterns, regardless of their type, authors interpret by presence of statistically significantly interrelations, which determined morphogenetically. The possibility of using the established regularities for a number of parts of the pattern with high identification significance is discussed.

Keywords: dermatoglyphics, fingerprints, biometry.

Введение

Изучение закономерностей организации гребешковой кожи ладоней и пальцев представляет существенный научный и практический интерес. Как показывает анализ кривой изменений числа публикаций, индексируемых PubMed по предметной рубрике «дерматоглифика» в последние годы наблюдается их устойчивый рост, несмотря на разработку высокоинформативных и технологичных молекулярно-генетических методов идентификации людей и изучения проблем антропологической изменчивости. Этот факт убедительно доказывает, что возможности изучения кожных рисунков человека далеко не исчерпаны. Как показывает анализ содержания этих публикаций, наряду с прогрессивным движением морфометрических приемов анализа отпечатков пальцев [5, 7, 11], к сожалению,

растет и число псевдо-открытий в области пальцевой и ладонной дерматоглифики [6, 9, 10, 12 и т.д.] и даже солидные зарубежные научные издания не гнушаются публикациями. Установленный более 100 лет назад факт половых различий в морфометрических характеристиках пальцевых узоров, сегодня на разных этнических популяциях трактуется, как новое научное открытие, на основе которого можно диагностировать половую принадлежность. И никого не удивляет то, что на какой бы, существующей на планете популяции людей, эти показатели не были изучены, в любом случае результат будет абсолютно предсказуемый и один и тот же. Значение гребневого счета не зависит от типа узора, места отсчета на ладони или стопе у женщин будет всегда больше чем у мужчин, и это явление обусловлено не спецификой частоты узоров или другими факторами, а исключительно поло-

выми различиями толщины эпидермиса гребешковой кожи, и кожи вообще. Практическая сфера применения диагностики пальцевых кожных узоров чрезвычайно развита, автоматизирована, апробирована во всем мире и эффективна настолько, что ее результативность трудно переоценить. Однако как показывает одна из последних публикаций по пальцевой дерматоглифике группы авторов в журнале «Journal of Forensic Sciences» [8], псевдонаучные открытия случаются и в сфере, которые используют отпечатки пальцев в своей работе более 150 лет. Авторы показали, что гребневая ширина пальцевых узоров кисти человека является наиболее достоверным из всех существующих дерматоглифических параметров признаком, позволяющим различать пол человека. В нашей работе это было показано и доказано более десяти лет назад [2]. И вызывает сожаление, что авторы исследования практически не знакомы с соответствующими русскоязычными работами в этой области, в результате чего, как новые, публикуются давно известные, научные факты. Но причина того, почему однотипные морфометрические показатели кожных узоров пальцев, независимо от их типа демонстрируют одинаковую направленность половых различий, остается до настоящего времени не выясненной. В настоящей работе нами поставлена цель, установить взаимосвязь этих параметров, как, по меньшей мере, статистической обуславливающей и позволяющей объяснить степень достоверности половых и иных различий, пальцевых дерматоглифических узоров человека.

Целью настоящего исследования было установление взаимосвязи морфометрических параметров пальцевых кожных узоров.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования служили отпечатки пальцев 420 случаев наблюдения (200 юношей и 220 девушек в возрасте от 17 до 25 лет, проживающих в регионе Среднего Поволжья однотипной этнической принадлежности, русских), полученных классическим методом типографской краски [4]. Исследование выполнено на кафедре анатомии человека медицинского факультета Федерального бюджетного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный

университет» (ФГБОУ ВО УлГУ) Министерства образования и науки РФ. На все виды исследований было получено персональное информированное согласие всех участников исследования, разрешение локального этического комитета ФГБОУ ВО УлГУ, исследования произведены с соблюдением требований действующего законодательства РФ, этических норм и принципов Декларации Хельсинки (1964) со всеми последующими дополнениями и изменениями, регламентирующими научные исследования биоматериалов, полученных от людей, 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). Все первичные данные исследованных были обезличены в соответствии с требованием п. 3 ст. 6 действующего Федерального закона РФ 152-ФЗ «О персональных данных».

Измерения количественных параметров отпечатков пальцев производились с использованием стереоскопического микроскопа МБС-10 фирмы «ЛОМО» (Санкт-Петербург, Россия) при увеличениях от 4,8× до 16× (окуляр ×8, объектив ×0.6 или ×2) со стандартной окулярной морфометрической вставкой, имеющей градуированную шкалу. Цену деления окулярной морфометрической вставки контролировали с помощью стандартного объект-микрометра ОМОУ4.2 ГОСТ 7513-75, со значением 1 деления шкалы в 0.01 мм фирмы «ЛОМО» (Санкт-Петербург, Россия). Анализировались следующие морфометрические показатели основных типов пальцевых дерматоглифических узоров (ПДУ): гребневой счет – (ГС), угол наклона узора (УН), гребневая ширина (ГШ), расстояние «дельта–центр» (d–центр), гребневая плотность узора (ГП) и указатели формы узора по методам К. Bonnevie (далее – ШВУ-1) и Н. Cummins et M. Steggerda (далее – ШВУ-2), с использованием методических приемов, описанных в наших предыдущих исследованиях [2, 3].

В исследовании был проведен корреляционный анализ, задачей которого явилось установление направления (положительное или отрицательное) и формы (линейная, нелинейная) связи между варьирующими признаками, а также про-

**Значения коэффициентов корреляции морфометрических параметров ПДУ
не зависимо от пола (N=420)**

Параметр	ГШ [^]	ГС [^]	ГП [^]	УН [^]	ШВУ-1 [^]	ШВУ-2 [^]
ГШ						
ГС	0.04					
ГП	+0.16*	+0.53*				
УН	-0.15*	-0.36*	-0.08			
ШВУ-1	-0.24*	+0.12*	+0.23*	+0.32*		
ШВУ-2	-0.12*	+0.48*	+0.47*	-0.03	+0.45*	
d-центр	-0.04	+0.90*	+0.16*	-0.41*	0.0	+0.30*

Примечание: [^] – обозначения см. «Материал и методы исследования»; * – статистически значимые корреляции.

верка уровня значимости полученного коэффициента корреляции (Пирсона). Также задачей исследования явилось установление общих закономерностей линейной формы взаимосвязей количественных показателей кожных узоров у разных их типов и для этого был использован кластерный анализ, который помогает найти группы близко коррелирующих объектов в выборке.

Результаты и их обсуждение

Корреляционный анализ исследования включал определение взаимосвязей 7 морфометрических параметров ПДУ, в котором учитывались различия параметров от номера пальца, различие по полу и по типу узора. Особое внимание мы уделяли структуре корреляционной взаимосвязи морфометрических параметров ПДУ с разными их типами, направленности (знаку), составу и статистической значимости. Сравнительный анализ количественных показателей показал наличие между ними статистически значимых корреляций при уровне значимости $p < 0.05$. Но эти связи не одинаковы, о чем свидетельствуют коэффициенты корреляции, определенные в выборках.

Значительная корреляция имела место в паре признаков «ГС – d-центр». Значения коэффициентов Пирсона были высокими и положительными: 0.90 ± 0.021 с небольшими вариациями по полу – 0.91 ± 0.028 у юношей и 0.90 ± 0.058 у девушек (табл. 1). В зависимости от типа узора коэффициент корреляции у юношей варьировал от 0.38 до 0.93, у девушек – от 0.33 до 0.92. Кроме того, тесно взаимосвязанными параметрами оказались широтно-высотный указатель и показатель формы узора. Наибольшие значения

коэффициентов корреляции в этой паре признаков отмечались при завитковом типе ПДУ: у юношей его значение составило 0.80 ± 0.078 , у девушек – 0.74 ± 0.079 . Умеренная корреляция наблюдалась в парах: «ГС – ГП» – 0.62 ± 0.053 у юношей и 0.54 ± 0.055 у девушек и «ГС – ШВУ-2». В зависимости от типа узора, в частности, при ПДУ типа «радиальная петля» в паре параметров «ГС – ШВУ-2» он составил 0.62 ± 0.078 у юношей и 0.67 ± 0.085 у девушек.

Кроме указанных выше особенностей корреляционных взаимосвязей морфометрических параметров ПДУ следует отметить хорошо выраженную общую закономерность отрицательной корреляции УН со всеми другими параметрами, кроме параметра ШВУ-1, с которым она положительна. Аналогичная закономерность наблюдается в парах признаков с ГШ, корреляция которых отрицательна за исключением одной пары «ГШ–ГП», в которой она положительна.

При отдельном по полу анализе корреляционной структуры пар признаков все указанные нами выше общие закономерности корреляционных связей сохраняются, однако при отдельном по типам узоров анализе корреляций наименьшее их статистически значимое число обнаруживается при завитковом типе узора, наибольшие – при петлевых узорах. Положительная корреляция в паре признаков «УН–ШВУ-1» при завитковом типе узора у юношей снижается и становится отрицательной до -0.29 против общего ее уровня от 0.29 до -0.34, а у девушек становится статистически незначимой. При радиальном типе петлевого узора корреляция УН с другими параметрами теряет статистическую значимость, сохраняя ее только в паре «УН–ШВУ-2» на уровне значения 0.27. У девушек, наобо-

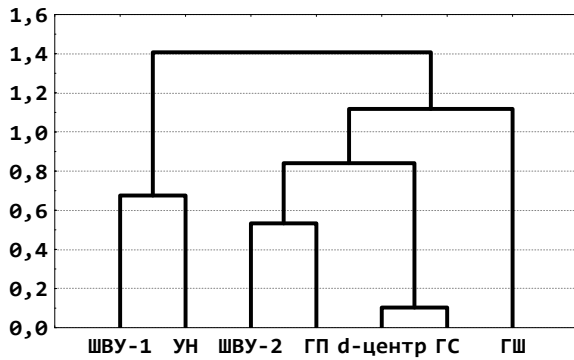


Рис. 1. Дендрограмма кластеров морфометрических показателей ПДУ независимо от пола и типа узора (N=420). По оси ординат – статистическое расстояние в единицах 1-г.

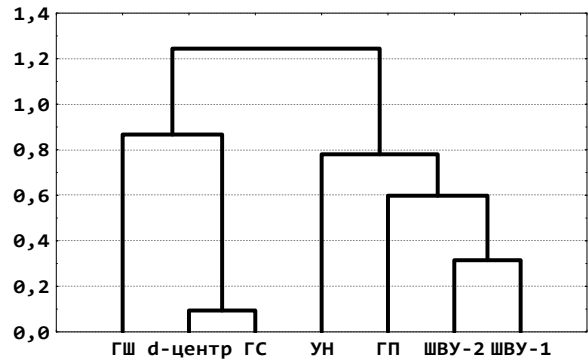


Рис. 2. Дендрограмма кластеров морфометрических показателей ПДУ ульнарного петлевого типа у девушек (N=84). По оси ординат – статистическое расстояние в единицах 1-г.

рот, при радиальной петле общие закономерности структуры корреляций сохраняются.

Наличие или отсутствие статистически значимых корреляций морфометрических параметров ПДУ, их разнонаправленность по знаку и значительный разброс значений делают интерпретацию результатов корреляционного анализа достаточно проблематичной. Конечной целью такого анализа, преследуемой авторами, явилась попытка установления некоторых общих закономерностей взаимосвязи эмпирических количественных показателей кожных узоров, характеризующих их как морфологический феномен, выяснение неравнозначности механизмов их морфогенеза, проявляющихся в качественной и количественной неоднородности структуры этих взаимосвязей у разных типов узоров. Для того этого был использован кластерный анализ. При анализе всей группы морфометрических признаков ПДУ независимо от пола и типа узора выделяются два основных кластера (рис. 1):

- 1) показателя формы и направления ориентации узора (ШВУ-1 и УН);
- 2) показатели, характеризующие гребневую насыщенность (все остальные).

Анализ значений статистических расстояний признаков в субкластерах на наш взгляд отражает реально существующие биологические зависимости. Как указывалось выше, максимальные значения корреляций наблюдаются в парах «ГС – d-центр». Действительно, на всех без исключения дендрограммах эти два признака никогда не встречаются в разных субкластерах, являясь максимально

сопряженными. Положение ГШ, выделяющейся в отдельный субкластер, характеризует ее как биологически независимую величину. Форма узора, определяемая относительно центральной проксимодистальной оси пальца сопряжена с ГП, характеризующей гребневую насыщенность только центральной части узора.

При анализе кластеризации признаков в зависимости от пола проявляются некоторые различия, характеризующиеся тем, что у юношей УН коррелирует в большей степени с ГШ, указывая тем самым на зависимость ориентации узора вдоль проксимодистальной оси пальца от толщины кожных гребешков, которая в целом статистически значимо выше, чем у девушек. Более того, при анализе дендрограмм морфометрических параметров петлевых узоров как ульнарных, так и радиальных, как не зависимо от пола, так и раздельно по полу выявляется аналогичная закономерность сопряженности УН с ГШ. С учетом абсолютного преобладания петлевых узоров над всеми остальными типами узоров корреляционную близость показателей УН узора и ГШ можно расценивать как одну из ведущих закономерностей структуры взаимосвязей морфометрических параметров ПДУ. Можно предположить, что существуют граничные показатели ГШ, в зависимости от которых узор может отклоняться в ту или иную сторону от центральной продольной оси пальца. Анализ дендрограмм структуры взаимосвязей морфометрических параметров ПДУ показывает, что они не зависят, по-видимому, от направления отклонения петлевого узора в ульнарную или радиальную сторону. Этот факт про-

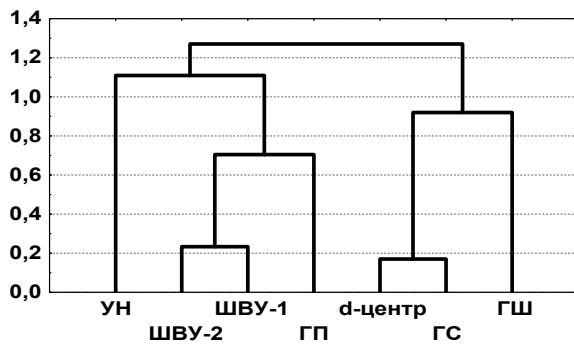


Рис. 3. Дендрограмма кластеров морфометрических показателей ПДУ завиткового типа независимо от пола (N=120). По оси ординат – статистическое расстояние в единицах 1-г.

тиворечит представленным ранее результатам, достаточно убедительно доказывающим самостоятельность радиального петлевого типа узора [1]. Но с другой стороны, идентичность структуры кластеров параметров описывающих тип узора еще не означает единства механизмов их образования. Еще раз подчеркнем, что одинаковые по структуре взаимосвязей параметров кожные узоры могут иметь разные исходные условия и механизмы морфогенеза, сходство структуры кластеров в данном случае отражает только дефинитивное состояние – конечный тип узора.

Так, например, структура кластеров ульнарного петлевого узора у девушек не соответствует указанной общей схеме, являясь исключением (рис. 2).

При этом УН перемещается из кластера с ГШ, в кластер с показателями формы узора, меняясь местом с субкластером «ГС – d-центр». Это соответствует данным об отсутствии половых различий в показателях УН в целом и появлении таких различий при раздельном анализе половых различий по типам узоров. Если, как указывалось выше, предполагать, что УН узора среди прочих факторов определяется также и ГШ, то указанное исключение можно объяснить тем, что какое-то граничное значение ГШ возможно обуславливает отклонение петлевого типа узора у девушек в «необычную» радиальную сторону.

Завитковый тип узора в структуре взаимосвязей, характеризующих его морфометрические признаки, имеет три относительно самостоятельных кластера: УН, формы узора и гребневой плотности, гребневой ширины и насыщенности центра узора (рис. 3). При этом типе узора УН

так же, как и в случае с радиальным типом петлевого узора у девушек, находится в одном «большом» кластере с показателями формы узора. Такое положение УН характеризует структуру взаимосвязей морфометрических параметров, которая отличает завитковый узор как от общих закономерностей (рис. 1) организации структуры ПДУ, так и от закономерностей, установленных для дельта-содержащих узоров в зависимости от пола. Это явление, возможно, обусловлено «смешением» соответствующих структур взаимосвязей параметров. Разделение структуры взаимосвязей по полу демонстрирует в целом наибольшую их изменчивость у завитковых узоров вообще в отличие от всех других. У юношей в структуре кластеров УН и ГШ располагаются отдельно как самостоятельно варьирующие признаки, при этом УН наиболее отдален от всех остальных. Все параметры, так или иначе характеризующие размеры кожных гребней и насыщенность ими узорного поля, выделяются в другой единый кластер. У девушек структура кластеров завитковых узоров аналогична таковой при ульнарных петлях. Этот факт свидетельствует о том, что у девушек структура параметров ульнарных петель и завитковых типов узоров (т.е. большинства узоров) по-видимому, едина, у юношей петлевые узоры имеют одну структуру, а завитковые – другую структуру параметров.

На основе результатов, полученных кластерным методом, все исследованные в настоящей работе морфометрические параметры ПДУ имеют статистически значимые линейные корреляции. Их общее число, абсолютная величина, направленность и статистическая значимость определяются полом исследуемых и типом узора. Максимальные высокие и не зависящие от пола корреляции проявляются в парах признаках, характеризующих гребневую насыщенность и размер центральной части узора «ГС – d-центр» и форму узора «ШВУ-1 – ШВУ-2». Структура параметров, основанная на кластерном анализе их корреляций, позволяет выделить две группы: одна включает в себя параметры формы и направления узора относительно центральной проксимо-дистальной оси пальца, вторая – показатели гребневой насыщенности. Структура параметров зависит от пола, типа узора и его направления относительно

проксимо-дистальной оси пальца и наибольшая специфика корреляций и структуры параметров присуща завитковым типам узоров.

Выводы

Результаты проведенного анализа позволяют сделать вывод о том, что наличие корреляций между всеми имеющимися в настоящее время характеристиками ПДУ следует учитывать при интерпретации результатов по отдельным показателям, полученным на различных популяциях. Выявленная структура корреляций морфометрических параметров позволяет характеризовать их как анатомическую форму, которая представляет собой целостную систему закономерно коррелирующих между собой параметров, единство которой обусловлено морфогенетически. В нашей работе было показано, что уровень статистических различий не зависит от типа узора, степени корреляции морфометрических параметров и влияния других факторов с наибольшей вероятностью присущ гребневой ширине. Именно этот показатель имеет четкие не перекрывающиеся в достаточном диапазоне значения, по которым можно различать половую принадлежность узора [2]. Гребневой счет, который наиболее часто пытаются исследовать начинающие специалисты, не дает аналогичных результатов, а обнаруживаемые ими явления объясняются тесной взаимосвязью параметров в морфометрическом поле ладонной поверхности пальца, накладывающем определенные пространственные ограничения. Это всегда следует учитывать при разработке автоматизированных программ обработки изображений пальцевых отпечатков.

Список литературы

1. Гусева И. С. Эпигенетический подход к анализу особенностей формирования и популяционного распределения пальцевых узоров рук человека / И.С. Гусева // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2009. № 3. С. 47–54.
2. Филиппова Е. Н. Морфометрический анализ анатомической изменчивости пальцевых дерматоглифических узоров кисти человека: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Е.Н. Филиппова. СПб., 2004. 18 с.
3. Филиппова Е. Н. Билатеральные различия морфометрических параметров кожных узоров кисти человека / Е.Н. Филиппова,

- Р.М. Хайруллин // Морфология. 2008. Т. 133, № 2. С. 142.
4. Хайруллин Р. М. Как делать отпечатки пальцев / Р.М. Хайруллин, Е.Н. Филиппова. Ульяновск: УлГУ, 2006. 20 с.
5. Buchwald W. A complex evaluation of the asymmetry of dermatoglyphs / W. Buchwald, B. Grubska // Homo. 2012 Oct; 63(5):385–395. doi: 10.1016/j.jchb. 2012.07.002. Epub 2012 Sep 13.
6. Fingerprint ridge density in the Argentinean population and its application to sex inference: A comparative study / N. Rivalder?a [et al.] // Homo. 2015 Sep 21. pii: S0018-442X(15)00080-3. doi: 10.1016/j.jchb.2015.09.004. (электронная публикация).
7. Fournier N. A. Sex, Ancestral, and pattern type variation of fingerprint minutiae: A forensic perspective on anthropological dermatoglyphics / N.A. Fournier, A.H. Ross // Am J Phys Anthropol. 2015. Sep 23. doi: 10.1002/ajpa. 22869 (электронная публикация).
8. Mundorff A. Z. Sexual dimorphism in finger ridge breadth measurements: a tool for sex estimation from fingerprints / A. Z. Mundorff, E.J. Bartelink, T.A. Murad // J Forensic Sci. 2014 Jul; 59(4):891–897.
9. Sex determination from fingerprint ridge density and white line counts in Filipinos / R.J. Taturan, A.K. Tadeo, N.A. Escalona, G.C. Townsend // Homo. 2015 Nov 12. pii: S0018-442X(15)96-97. doi: 10.1016/j.jchb.2015.11.001 (электронная публикация).
10. Sex differences in fingerprint ridge density in a Turkish young adult population: a sample of Baskent University / H. Oktem [et al.] // J Forensic Leg Med. 2015 May; 32:34-8. doi: 10.1016/j.jflm.2015.02.011. (электронная публикация).
11. Singh I. Determination of the hand from single digit fingerprint: a study of whorls / I. Singh, P.K. Chattopadhyay, R.K. Garg // Forensic Sci Int. 2005 Sep 10;152(2–3):205–208.
12. The Mystery of Handprints: Assesment and Correlation of Dermatoglyphics with Early Childhood Caries A Case-Control Study / S. Navit [et al.] // J Clin Diagn Res. 2015. Oct;9(10):44–48.

Информация об авторах

Филиппова Елена Николаевна – канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры анатомии человека ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет». 432017, Россия, г. Ульяновск, ул. Льва Толстого, 42. enfilipp@mail.ru

Хайруллин Радик Магзинович – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой анатомии человека ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет». **Хайруллин Фархад Радикович** – старший преподаватель кафедры анатомии человека ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный университет». Поступила в редакцию 26.01.2016 г.