

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm737>

Изменчивость плотности гребней отпечатков ладоней среди египтян в зависимости от распределения и дискриминации по признаку пола

N. Ramadan, A.M.S. Ahmed

Department of Forensic Medicine and Clinical Toxicology, Faculty of Medicine, Cairo University, Каир, Египет

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Определение пола как части биологического профиля жертвы или преступника играет важную роль в судебно-медицинских расследованиях и позволяет увеличить количество случаев успешного установления личности на 50%. Среди ранее опубликованных исследований гораздо больше тех, которые посвящены роли отпечатков пальцев в идентификации пола, тогда как отпечаткам ладоней до сих пор уделялось меньшее значение.

Цель исследования — оценить плотность гребней отпечатков ладоней и составить уравнение для установления пола с помощью гендерных параметров для конкретной популяции (египтян).

Материал и методы. Исследование проводилось с участием 200 условно здоровых молодых людей (113 мужчин и 87 женщин в возрасте 18–22 лет) родом из г. Каира (Египет). Отпечатки ладоней снимали красковым методом, после чего определяли плотность гребней на каждой из четырёх областей отпечатка.

Результаты. Женщины имеют более высокую плотность гребней, чем мужчины, во всех областях ладоней со значимо высокой статистической разницей ($p < 0,001$) для всех областей обеих рук. Область с наиболее выраженной дискриминационной способностью на правой ладони — четвёртая (P4), на левой — первая (P1). При этом пол нам удалось определить с точностью до 70%. Кроме того, наблюдалась значительная корреляция показателей плотности гребней в каждой области ладони с другими её областями.

Заключение. Результаты исследования свидетельствуют о целесообразности использования отпечатков ладоней в качестве инструмента для определения пола в судебной медицине, что позволяет уменьшить количество сомнительных случаев на 50%.

Ключевые слова: египтяне; пол; отпечаток ладони; идентификация личности.

Как цитировать

Ramadan N., Ahmed A.M.S. Изменчивость плотности гребней отпечатков ладоней среди египтян в зависимости от распределения и дискриминации по признаку пола // *Судебная медицина*. 2022. Т. 8, № 3. С. 17–27. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm737>

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm737>

The variability of palm print ridge density among Egyptians regarding distribution and sex discrimination

Nazih Ramadan, Asmaa Mohamed Sayed Ahmed

Department of Forensic Medicine and Clinical Toxicology, Faculty of Medicine, Cairo University, Cairo, Egypt

ABSTRACT

BACKGROUND: Sex determination, as a part of the biological profile of a victim or assailant, plays an important role in resolving different forensic cases as it reduces susceptibility to its half (fifty percent). Previous studies highlighted the role of palm print in sex identification, however, these studies were little when compared to fingerprints.

AIM: To estimate the density of palm print ridges and to make an equation for establishing gender using gender parameters for a specific population (Egyptians).

MATERIALS AND METHODS: The study was conducted on 200 healthy young adults (113 males and 87 females, aged 18–22 years) from Cairo city, Egypt. The palm prints were taken by inking method and four areas of the palm print were analyzed to count the ridge density of each palm print area.

RESULTS: Females describe higher ridge density than males in all palm areas with a significant high statistical difference ($p < 0.001$) for all areas of both hands. The areas of highest sexual discriminatory power for the right palm was Palmar area 4 (P4) and for the left palm was Palmar area 1 (P1) and sex could be accurately identified at an accuracy of 70%. In addition, there was a significant correlation for ridge density in each palm area and other palm areas.

CONCLUSION: The current study raises hope for the usage of palm print a newly added tool for sex identification in the forensic field, thus decreasing suspicion by fifty percent.

Keywords: Egyptians; sex; palm print; identification.

To cite this article

Ramadan N, Ahmed AMS. The variability of palm print ridge density among Egyptians regarding distribution and sex discrimination. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(3):17–27. DOI: <https://doi.org/10.17816/fm737>

Received: 14.07.2022

Accepted: 04.10.2022

Published: 24.10.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm737>

根据分布和性别歧视，埃及人掌纹脊密度的变化

Nazih Ramadan, Asmaa Mohamed Sayed Ahmed

Department of Forensic Medicine and Clinical Toxicology, Faculty of Medicine, Cairo University, Cairo, Egypt

简评

论证。作为受害者或犯罪者生物特征的一部分，性别鉴定在法医调查中起着重要的作用，并可以使成功查明身份的数量增加50%。在之前发表的研究中，更多关注指纹在性别鉴定中的作用，而手掌印至今为止受到的关注较少。

该研究的目的是估计手掌印脊的密度，并使用特定人群（埃及人）的性别参数制定一个鉴定性别的方程式。

材料与方法。该研究涉及来自埃及开罗市的200名相当健康的年轻人（113名男性和87名女性，年龄在18-22岁）。手掌印是通过颜料方法而取得的，然后确定手掌印每四个区域掌纹脊的密度。

结果。女性手掌所有区域的脊密度均高于男性，双手所有区域的统计差异较高（ $p < 0.001$ ）。右手掌辨别能力最明显的区域为第四（P4），左侧为第一（P1）。同时，我们能够确定性别，准确率为70%。同时，我们能够以高达70%的准确率确定性别。

结论。研究结果表明，在法医学中使用手掌印作为确定性别的工具是可行的，可以将可疑病例的数量减少50%。

关键词：埃及人；性别；掌纹；个人识别。

To cite this article

Ramadan N, Ahmed AMS. 根据分布和性别歧视，埃及人掌纹脊密度的变化. *Russian Journal of Forensic Medicine*. 2022;8(3):17-27.

DOI: <https://doi.org/10.17816/fm737>

收到: 14.07.2022

接受: 04.10.2022

发布日期: 24.10.2022

ОБОСНОВАНИЕ

Дерматоглифические узоры — это эпидермальные гребни, расположенные в определённых областях или частях тела, таких как ладонь, подошва, палец и т.д. [1]. Изучение этих узоров важно, поскольку они обусловлены генетически, формируются на внутриутробном этапе и, как правило, сохраняются на протяжении всей жизни [2]. Кроме того, многие исследования показали, что дерматоглифика играет большую роль в установлении этнических различий [3].

В последнее время для установления личности всё чаще используют отпечатки пальцев, однако опубликованных работ, касающихся отпечатков стоп и ладоней и их роли в идентификации личности, по-прежнему недостаточно [1].

Определение пола как части биологического профиля жертвы или преступника играет важную роль в судебно-медицинских расследованиях и позволяет увеличить количество случаев успешного установления личности на 50% [4].

Отпечатки пальцев и ладоней с учётом их неизменности в течение жизни, внутриутробного формирования и уникальности у отдельных людей — это идеальный инструмент для идентификации личности в судебно-медицинских расследованиях [5–7]. Установление личности по отпечатку ладони подобно процедуре с использованием отпечатков пальцев, где сравнивается известный (дактилоскопический) отпечаток и отпечаток неизвестного происхождения (след от пальца) [8].

Во многих исследованиях сообщается о различиях между мужчинами и женщинами в плотности гребней, выявленных путём определения их плотности, тем не менее большинство этих исследований были связаны с плотностью гребней отпечатков пальцев, а не ладоней [9–15]. Что касается отпечатков ладоней, предыдущие исследования доказали их полезность в определении пола [1, 14, 16, 17]. К тому же при сравнении отпечатков ладоней различных популяций были выявлены этнические различия между ними [7]. Так, в 2014 г. К. Krishan и соавт. [18] пришли к выводу, что плотность гребней ладони — это наиболее достоверный признак биологической вариабельности среди отдельных людей и популяций по сравнению с другими полиморфными признаками, такими как цвет глаз и группа крови. Плотность гребней может быть полезным предварительным средством различения мужской и женской идентичности при массовых бедствиях, а также при идентификации расчленённых частей верхних конечностей [7]. В недавних исследованиях средняя плотность минуций выявила статистически значимые топологические и половые различия в испанской выборке [8], а в отношении населения Хорватии измерения межпальцевой области позволили определить пол по отпечаткам ладони [19]. Среди этнических групп Нигерии также отмечались значительные половые различия,

но не столько в плотности гребней, сколько в распределении частоты ладонных складок [3], тогда как у населения Таиланда наблюдались различия в рисунке отпечатков ладоней [20].

Обнаруживаемые на местах преступлений скрытые отпечатки ладоней составляют до 30% общего числа обнаруженных отпечатков [21]. Кроме того, на скрытых отпечатках ладоней плотность гребней у женщин выше, чем у мужчин [22].

Цель исследования. С учётом небольшого количества исследований, проведённых для оценки потенциала половой дифференциации с помощью отпечатков ладоней в Африке [1] и арабских странах, особенно в Египте, становится очевидной важность изучения отпечатков ладоней в качестве идентификатора пола для египтян. Следовательно, цель исследования заключалась в том, чтобы оценить плотность гребней отпечатков ладоней и составить уравнение для установления пола с помощью гендерных параметров для конкретной популяции (египтян).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Участники исследуемой выборки проживали в центральной части Каира и принадлежали к этнической группе долины и дельты реки Нила, к которой относится большинство населения Египта.

Критерии соответствия

Критерии исключения: заболевания кистей, а также переломы, травмы, деформация, ампутация или какие-либо предшествующие хирургические вмешательства на кистях.

Методы регистрации исходов. Сбор отпечатков ладоней осуществляли простым красковым методом, который описали E. Ohler и H. Cummins [23]. Сначала испытуемых просили тщательно вымыть руки и вытереть их насухо. Затем на ладонь участников равномерно наносили краску с помощью специального валика, после чего обе ладони плотно прижимались к листу бумаги, лежащему на ровной поверхности. Чтобы получить чёткий, полный и детальный отпечаток всей ладони без каких-либо наложений, оттиски наносили на бумагу с особой тщательностью. Демографические данные участников (имя, возраст, пол) записывали на отдельном бланке, где каждому участнику присваивали номер, которым затем помечали лист с отпечатком ладони.

Отпечатки ладоней оценивали по методу, который использовали M. Acree [11], K. Krishan [18] и др. Для измерения плотности гребней были выбраны четыре области, на каждую из которых накладывали прозрачную плёнку с нарисованным на ней квадратом размером примерно 5×5 мм (рис. 1). Для подсчёта эпидермальных гребней по диагонали использовали увеличительное стекло. Полученное число представляло собой плотность гребней, или количество гребней в квадрате площадью 25 мм.

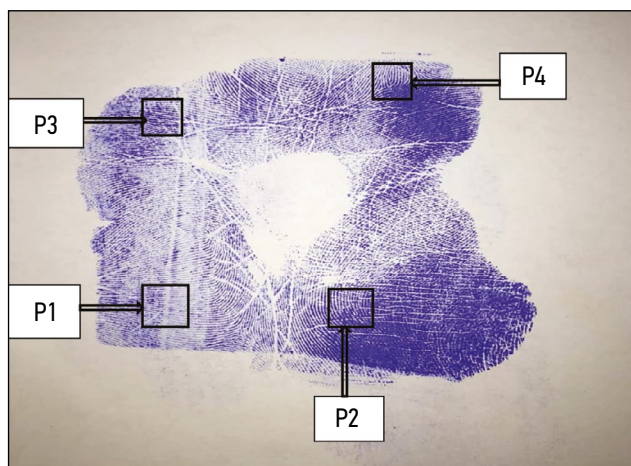


Рис. 1. Области, по которым оценивалась плотность гребней ладони.

Fig. 1. Designated areas on the palmprint that were analysed for the palmprint ridge density.

Плотность гребней рассчитывали для каждого участника индивидуально, исходя из данных, полученных из обозначенных областей на отпечатках ладоней.

На отпечатках ладоней мы исследовали 4 области:

- 1) первая ладонная область (P1): прозрачный квадрат располагали в центре тенара;
- 2) вторая ладонная область (P2): прозрачный квадрат располагали в области гипотенара дистальнее осевого трирадиуса;
- 3) третья ладонная область (P3): прозрачный квадрат располагали проксимальнее второго пальцевого трирадиуса;
- 4) четвёртая ладонная область (P4): прозрачный квадрат располагали проксимальнее пятого пальцевого трирадиуса [1, 18].

Этические нормы

Испытуемым подробно разъясняли цели, метод и этапы исследования, после чего у них брали письменное согласие на участие в исследовании.

Статистический анализ

Анализ данных выполняли с помощью компьютера IBM с использованием программы SPSS (статистический пакет для общественных наук, версия 21) следующим образом: описание количественных переменных [среднее значение, стандартное отклонение (СО), медиана (Me), межквартильный размах]; описание качественных переменных (числовое значение, процентное соотношение). Для сравнения количественных переменных в непараметрических данных (СО > среднего значения 30%) вместо *t*-теста для независимых выборок использовали тест Манна–Уитни (*Z*-тест), где $p \leq 0,05$ — значимые различия, $p < 0,01$ — высокозначимые различия. Для определения дискриминационной способности и порогового значения для разных областей ладони была построена

кривая ROC (Receiver Operator Characteristic) с использованием программы MedCalc. В 2000 г. D.W. Hosmer и S. Lemeshow [24] предположили, что значения площади под ROC-кривой будут приемлемыми, если варьируют в пределах 0,70–0,80, хорошими — в пределах 0,80–0,90, исключительно хорошими, если площадь равна $\geq 0,9$. Однако, если площадь под ROC-кривой $\leq 0,50$, это означает, что различия в дискриминационной способности между исследуемыми группами отсутствуют [24]. Поиск значимых предикторов исхода выполняли с использованием методов множественной пошаговой регрессии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследуемая выборка

В исследовании участвовали 200 условно здоровых людей (113 мужчин и 87 женщин) родом из города Каира (Египет). Возраст участников составлял от 18 до 22 лет. Узкий возрастной диапазон был обусловлен изменениями в толщине эпидермиса, происходящими с возрастом.

В данном исследовании женщины имели более высокую плотность гребней, чем мужчины, во всех четырёх обозначенных областях ладони со значимой высокой статистической разницей ($p < 0,001$) для обеих рук (табл. 1). Максимальная плотность гребней на правой руке наблюдалась в области P1 как у мужчин ($9,6 \pm 1,7$), так и у женщин ($9,9 \pm 1,6$), в то время как для левой руки максимальная плотность гребня обнаружена в области P3 как у мужчин ($9,1 \pm 1,6$), так и у женщин ($9,9 \pm 1,6$). Наибольшая дискриминационная способность на правой ладони выявлена в области P4 ($Z=5,229$), тогда как половой диморфизм на левой ладони был наиболее выражен в области P1 ($Z=5,438$) с учётом общей плотности гребней левой руки ($Z=5,409$). Кроме того, при сравнении плотности гребней в каждой области с другими областями обеих рук обнаружена высокозначимая корреляция между ними ($p < 0,001$). Многие из этих корреляций можно считать приемлемыми, причём самая высокая из них ($r=0,787$) наблюдалась между средней плотностью гребней и областью P4 на правой руке и средней плотностью на левой (табл. 2).

Пороговые значения плотности гребней в каждой области определяли путём построения ROC-кривой (табл. 3). Наиболее потенциальной областью на правой руке, которая может быть использована для определения пола, является P4, на левой руке — P1 и средняя плотность гребней (рис. 2).

Для определения наиболее значимых предикторов пола мы применяли модель пошаговой множественной регрессии, где было установлено, что наилучшие предикторы для идентификации пола — это область P4 правой руки, а также P1 и средняя плотность гребней на левой.

Таблица 1. Различия в плотности гребней всех областей обеих рук между мужчинами и женщинами

Table 1. The difference between females and males in ridge density of all areas of both hands

Рука	Область	Мужчины			Женщины			Z	p*
		n	Me	Среднее ± CO	n	Me	Среднее ± CO		
Правая	P1	113	9 (8; 10)	9,6±1,7	87	10 (9; 11)	9,9±1,6	4,691	<0,001
	P2	113	9 (8; 10)	9,1±1,5	87	10 (9; 11)	9,8±1,6	3,839	<0,001
	P3	113	9 (8; 10)	8,8±1,7	87	9 (9; 11)	9,7±1,5	4,817	<0,001
	P4	113	8 (7; 10)	8,5±1,7	87	9 (9; 10)	9,5±1,5	5,229	<0,001
	Вся кисть	113	8,5 (7,75; 9,5)	8,93±2,28	87	9,5 (8,75; 10,38)	9,48±1,38	4,838	<0,001
Левая	P1	113	9 (8; 10)	8,8±1,6	87	10 (9; 11)	9,8±1,6	5,438	<0,001
	P2	113	9 (8; 10)	9±1,4	87	10 (9; 11)	9,9±1,6	5,028	<0,001
	P3	113	9 (8; 10)	9,1±1,6	87	10 (9; 11)	9,9±1,6	4,316	<0,001
	P4	113	8 (7; 9)	8,5±1,5	87	9 (8; 10)	9,3±1,6	4,465	<0,001
	Вся кисть	113	8,75 (8; 9,5)	8,76±1,27	87	9,5 (8,63; 10,5)	9,54±1,62	5,409	<0,001

Примечание. * $p < 0,01$ — высокозначимые различия, $p \leq 0,05$ — значимые различия.

Note: * $p < 0.01$ — highly significant differences, $p \leq 0.05$ — significant differences.

Таблица 2. Корреляция Пирсона между плотностью гребней в четырёх исследуемых областях обеих рук

Table 2. Pearson's correlation between ridge density of the four studied areas of both hands

Рука	Область	Статистические параметры	Правая рука					Левая рука				
			P1	P2	P3	P4	Среднее	P1	P2	P3	P4	Среднее
Правая	P1	r	1	.474**	.523**	.591**	.744**	.594**	.525**	.525**	.458**	.624**
		p	.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	P2	r	.474**	1	.492**	.495**	.688**	.521**	.609**	.544**	.380**	.642**
		p	<0.001	.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	P3	r	.523**	.492**	1	.551**	.716**	.508**	.507**	.571**	.520**	.628**
		p	<0.001	<0.001	.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	P4	r	.591**	.495**	.551**	1	.787**	.506**	.512**	.531**	.584**	.668**
		p	<0.001	<0.001	<0.001	.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	Среднее	r	.744**	.688**	.716**	.787**	1	.613**	.610**	.617**	.559**	.787**
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Левая	P1	r	.594**	.521**	.508**	.506**	.613**	1	.507**	.479**	.527**	.777**
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	P2	r	.525**	.609**	.507**	.512**	.610**	.507**	1	.557**	.394**	.738**
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	.	<0.001	<0.001	<0.001
	P3	r	.525**	.544**	.571**	.531**	.617**	.479**	.557**	1	.440**	.752**
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	.	<0.001	<0.001
	P4	r	.458**	.380**	.520**	.584**	.559**	.527**	.394**	.440**	1	.736**
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	.	<0.001
	Среднее	r	.624**	.642**	.628**	.668**	.787**	.777**	.738**	.752**	.736**	1
		p	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	.

Примечание. * $p < 0,01$ — высокозначимые различия; $p \leq 0,05$ — значимые различия.

Note: * $p < 0.01$ — highly significant differences, $p \leq 0.05$ — significant differences.

Таблица 3. ROC-кривая для определения плотности распределения гребней на отпечатках ладоней

Table 3. ROC curve for palm print ridge density

Рука	Область	* AUC (площадь под кривой)	Z	95% доверительный интервал	p	Пороговое значение	Чувстви- тельность	Специфич- ность	+PV	-PV
Правая	P1	0.652	4.691	0.594 to 0.708	<0.001	>8.25	79.41	44.9	57.1	70.2
	P2	0.627	3.839	0.568 to 0.684	0.001	>9	57.04	64.63	59.7	62.1
	P3	0.656	4.817	0.597 to 0.711	<0.001	>8.5	78.36	47.95	58	70.7
	P4	0.671	5.229	0.611 to 0.727	<0.001	>8.5	76.38	55.24	60.2	72.5
	Среднее	0.657	4.838	0.598 to 0.712	<0.001	>9	61.03	65.99	62.4	64.7
Левая	P1	0.674	5.438	0.615 to 0.728	<0.001	>9	55.97	69.86	63	63.4
	P2	0.662	5.028	0.604 to 0.717	<0.001	>9	58.52	67.81	62.7	63.9
	P3	0.641	4.316	0.582 to 0.697	<0.001	>8.25	81.48	42.86	56.7	71.6
	P4	0.648	4.465	0.588 to 0.704	<0.001	>8.35	66.92	57.34	58.8	65.6
	Среднее	0.677	5.409	0.619 to 0.731	<0.001	>9.25	57.35	73.47	66.7	65.1

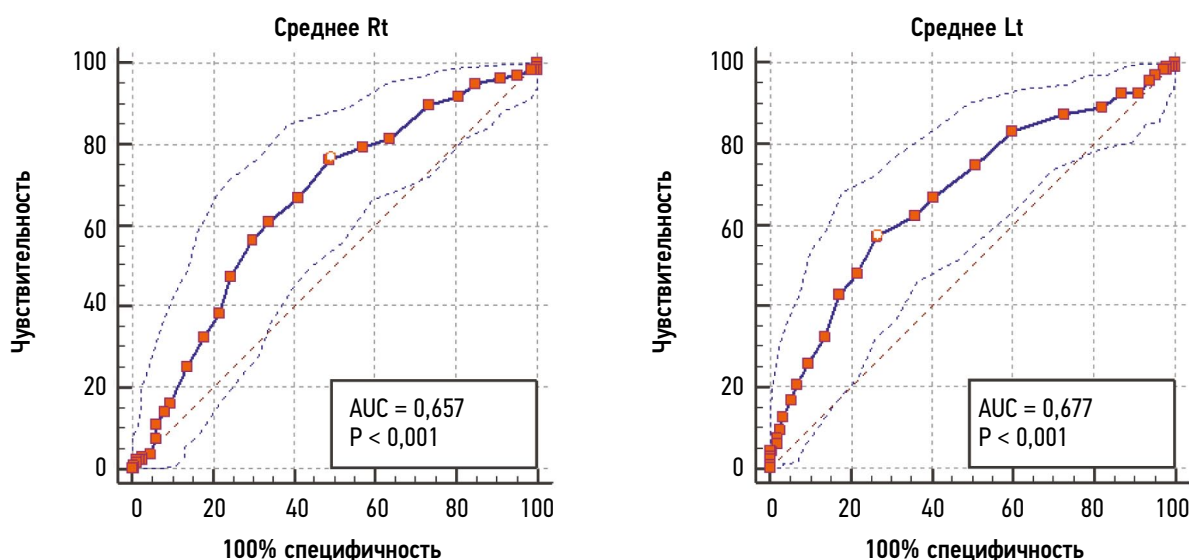


Рис. 2. ROC-кривая для определения средней плотности гребней на отпечатках ладоней каждой руки: Rt — правая рука; Lt — левая рука; AUC — площадь под кривой. $p < 0,01$ — значимые различия.

Fig. 2. ROC curve for average palm print ridge density of each hand: Rt — right hand; Lt — left hand; AUC — area under the curve. $p < 0.01$ — significant differences.

Кроме того, пол можно определить с помощью следующего уравнения:

$$\text{Пол} = \frac{e^{1,319 - 0,287 \cdot P4Rt - 0,259 \cdot P1Lt + 0,419 \cdot \text{Среднее Lt}}}{1 + e^{1,319 - 0,287 \cdot P4Rt - 0,259 \cdot P1Lt + 0,419 \cdot \text{Среднее Lt}}}$$

Пороговое значение в этой модели составило 0,5. Это означает, что при её практическом применении полученные значения от 0,0 до <0,5 относятся к мужским половым признакам, тогда как от 0,5 до 1,0 — к женским.

С целью проверить надёжность используемой модели логистической регрессии, мы протестировали её на выборках исследуемой популяции, где сравнивали данные о наблюдаемом (фактическом) поле с прогнозируемым. Оказалось, что мужской пол был правильно определён в 77% случаев, женский — в 62,1%. Следовательно,

с помощью данной модели удалось успешно определить пол у 70% участников.

ОБСУЖДЕНИЕ

В последнее время дерматоглифика приобрела популярность в области судебно-медицинской идентификации. Плотность и ширина гребней отпечатков ладоней изучаются среди различных популяций с использованием различных методологий. В данном исследовании мы оценивали плотность гребней в четырёх областях отпечатка ладоней с целью определения пола в египтянской выборке. Полученные результаты свидетельствуют о том, что у женщин плотность гребней во всех областях ладони значимо выше, чем у мужчин.

Таблица 4. Предыдущие исследования, посвящённые оценке потенциала величины плотности гребней на отпечатках ладоней для определения пола**Table 4.** Previous studies about the potentiality of palm print ridge density in sex identification

Исследование	Год	Популяция	Точность, %		Наилучшая область, %	
			Правая рука	Левая рука	Правая рука	Левая рука
Текущее	2021	Египтяне	70		Р4	
Rivaldería и Gutiérrez-Redomero [8]	2021	Испанцы	-		Плотность минуций*	
Jerković и соавт. [19]	2021	Хорваты	81–87		Ладонная межпальцевая область*	
Ali и Ahmed [1]	2020	Суданцы	69–78,8		Р4	Р3
Moorthy и Rajathi [17]	2020	Малазийцы	-			
Badiye и соавт. [26]	2019	Индийцы	-		Расстояние между ладонными трирадиусами*	
Krishan и соавт. [18]	2014	Северные индийцы	58,9–66,8		58,8–71,7	Р4
Gutiérrez-Redomero и Alonso-Rodríguez [16]	2013	Испанцы из кавказских регионов	-		Т-I	
Kanchan и соавт. [14]	2013	-	70,2–71,8		Р4	Р4

Примечание. * Метод, используемый авторами, не применялся в текущем исследовании.

Note: * The method used by the authors rather than the methodology of the current study.

Многие авторы смогли доказать половой диморфизм в отношении плотности расположения гребней на отпечатке ладоней для различных популяций (табл. 4). Так, два исследования было проведено с участием индийцев. В 2013 г. Т. Kanchan и соавт. [14] сообщили о значимых половых различиях, выявляемых по плотности гребней отпечатков ладоней. Они отметили, что у женщин плотность гребней выше, чем у мужчин, во всех четырёх исследованных областях, за исключением области Р3 на правой руке. К. Krishan и соавт. [18] также утверждают, что у индийских женщин плотность гребней выше, чем у мужчин. F.I. Ali и A.A. Ahmed [1] в исследовании, проведённом с участием суданцев, получили результаты, схожие с нашими. Так, в их работе сообщается о значимых различиях между женщинами и мужчинами в плотности гребней на всех участках ладони. В 2020 г. N.T. Moorthy и S. Rajathi [17] подтвердили в своей работе половой диморфизм в отношении тех же признаков среди малазийцев. E. Gutiérrez-Redomero и C. Alonso-Rodríguez [16], в свою очередь, подтвердили половой диморфизм в плотности гребней, однако в данной работе изучалось пять областей отпечатка ладони: тенар/первая межпальцевая подушечка (Т-I); гипотенар; II, III и IV межпальцевые подушечки. Подсчёт гребней здесь осуществлялся по двум методикам, предложенным в работах Н. Cummins [23] и М. Acree [11], в результате чего авторы пришли к мнению, что областью с наиболее выраженными половыми различиями, независимо от применяемого метода подсчёта, является Т-I для обеих рук. N. Rivaldería и E. Gutiérrez-Redomero [8], оценивая топологическую и половую вариативность плотности минуций среди испанцев, выявили

соответствие топологической и половой вариативности ширины или плотности гребней.

В некоторых исследованиях авторы использовали отпечатки ладони в качестве инструмента для определения пола по скрытым отпечаткам [22, 25]. Кроме того, А. Badiye и соавт. [26] показали, что расстояние между ладонными трирадиусами (дельтами) у мужчин в индийской выборке было гораздо выше, чем у женщин, тогда как I. Jerković и соавт. [19] в исследовании с участниками из Хорватии доказали, что по измерениям межпальцевой области можно определить пол с точностью от 81 до 87%.

Существует множество теорий, объясняющих половой диморфизм в плотности гребней отпечатка ладони. Так, R.L. Jantz [27] в 1977 г. говорил о генетической обусловленности этого явления, предположив, что половые хромосомы, в частности Y-хромосома, влияют на плотность кожных гребней. В свою очередь, M. Králík и V.V. Novotny в 2003 г. [28] и затем К. Krishan и соавт. в 2010 г. [15] обсуждали влияние некоторых ассоциированных генов, находящихся в X-хромосоме, на формирование кожных гребней. Известно также, что факторы окружающей среды, такие как плохое питание и болезни, в пренатальный период могут влиять на развитие эмбриона, причём мужчины подвержены этому влиянию в большей степени, чем женщины [29]. Ещё одна причина полового диморфизма в плотности гребней на отпечатках ладоней заключается в том, что размеры кисти и ладони у мужчин больше, чем у женщин [30].

Более того, в текущем исследовании наблюдалась высокосignифицирующая корреляция между плотностью гребней в каждой области ладони и другими её областями. Этот

результат также соответствует данным, которые представили F.I. Ali и A.A. Ahmed [1], где говорилось о статистически значимой корреляции между плотностью гребней всех исследуемых областей обеих рук у обоих полов [1]. О корреляции, в свою очередь, говорили K. Krishan и соавт. в 2014 г. [18], однако она не была ярко выраженной и наблюдалась не во всех исследуемых областях. При этом максимальная корреляция наблюдалась в областях P3 и P4 у мужчин с левой стороны, а у женщин с обеих сторон.

В нашем исследовании оценка потенциала различных областей для определения пола с помощью анализа ROC-кривой показала, что области с наибольшей половой дискриминационной способностью — это P4 на правой ладони и P1 на левой. F.I. Ali и A.A. Ahmed [1] также пришли к выводу, что лучшая область для оценки пола на правой руке — это P4, а на левой — P3, а не P1, как в нашем исследовании. В Северной Индии K. Krishan и соавт. [18] обнаружили максимальный потенциал для определения пола в области P4 на обеих руках.

Текущее исследование с участием египтян показало, что пол можно определить по плотности отпечатков ладоней с точностью до 70%. Этот результат близок к данным, зарегистрированным для суданцев, который составляет 62,8–77,8% для левой ладони и 69,0–78,8% для правой [1], причём он выше, чем у северных индийцев (правая ладонь — 58,9–66,8%, левая — 58,8–71,7%) [18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для определения пола среди выборки египтян оценивалась плотность гребней в четырёх областях отпечатка ладоней, при этом показатели женщин были значимо выше по сравнению с мужчинами. Области с наибольшей дискриминационной способностью являются области P4 на правой ладони и P1 на левой. Оценка плотности гребней на отпечатках ладоней позволяет определить пол с точностью до 70%. Таким образом,

отпечаток ладони можно использовать в качестве нового инструмента для определения пола в судебной медицине, что позволяет уменьшить количество сомнительных случаев на 50%.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: N. Ramadan — концепция и дизайн работы, наблюдение за сбором данных, интерпретация данных, составление проекта работы и окончательное утверждение версии для публикации; Asmaa Mohamed Sayed Ahmed — доработка дизайна исследования, сбор образцов, проверка проекта рукописи и окончательное утверждение версии для публикации.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. Nazih Ramadan — the conception and the design of the work, supervision of data collection, interpretation of data, drafting the work and final approval of the version to be published; Asmaa Mohamed Sayed Ahmed — revision of the study design, samples collection, revision of the manuscript draft and final approval of the version to be published.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ali F.I., Ahmed A.A. Sexual and topological variability in palm-print ridge density in a sample of Sudanese population // *Forensic Anthropology*. 2020. Vol. 2. P. 100151. doi: 10.1016/j.fsir.2020.100151
2. Karmakar B., Yakovenko K., Kobylansky E. Qualitative finger and palmar dermatoglyphics: sexual dimorphism in the Chuvashian population of Russia // *Anthropol Anz*. 2007. Vol. 65, N 4. P. 383–390.
3. Usman A., El-Ladan I.S. Distribution and sexual dimorphism of palm print variable (Palm creases) among Hausa of Kano and Zaria, Nigeria // *Bayero J Pure Appl Sci*. 2020. Vol. 12, N 1. P. 133–138. doi: 10.4314/bajopas.v12i1.225
4. Ramadan N., Abd El Salam M.H., Hanon A.F., et al. Age and sex identification using multi-slice computed tomography of the last thoracic vertebrae of an Egyptian sample // *J Forensic Res*. 2017. Vol. 8, N 5. P. 386. doi: 10.4172/2157-7145.1000386
5. Kaushal N., Kaushal P. Human identification and fingerprints: a review // *J Biom Biostat*. 2011. Vol. 2, N 4. P. 2–5. doi: 10.4172/2155-6180.1000123
6. Adamu L.H., Taura M.G. Embryogenesis and applications of fingerprints: a review // *Int J Hum Anat*. 2017. Vol. 1, N 1. P. 1–8. doi: 10.14302/issn.2577-2279.ijha-17-1539
7. Adetona M., Shokunbil M. The variation of ridge density in palm prints among Nigerian ethnic populations and its forensic use for sex determination // *Arch Bas App Med*. 2018. Vol. 6, N 2. P. 173–176.
8. Rivaldería N., Gutiérrez-Redomero E. Distribution of the minutiae in palmprints: Topological and sexual variability // *J Forensic Sci*. 2021. Vol. 66, N 1. P. 135–148. doi: 10.1111/1556-4029.14583
9. Nanakorn S., Kutanan W. Variability of finger ridge density among Thai adolescents // *J Forensic Res*. 2012. Vol. 4. P. 1–4. doi: 10.4172/2157-7145.S1-005

10. Wang J, Lin C, Chang Y, et al. Gender determination using fingertip features // *Internet J Med Updat*. 2008. Vol. 3, N 2. P. 22–28. doi: 10.4314/ijmu.v3i2.39838
11. Acree M. Is there a gender difference in fingerprint ridge density? // *Forensic Sci Int*. 1999. Vol. 102, N 1. P. 35–44. doi: 10.1016/s0379-0738(99)00037-7
12. Ahmed A.A., Osman S. Topological variability and sex differences in fingerprint ridge density in a sample of the Sudanese population // *J Forensic Leg Med*. 2016. Vol. 42. P. 25–32. doi: 10.1016/j.jflm.2016.05.005
13. Gutiérrez-Redomero E., Alonso C., Romero E., Galera V. Variability of fingerprint ridge density in a sample of Spanish Caucasians and its application to sex determination // *Forensic Sci Int*. 2008. Vol. 180, N 1. P. 17–22. doi: 10.1016/j.forsciint.2008.06.014
14. Kanchan T., Krishan K., Aparna K.R., Shyamsundar S. Is there a sex difference in palm print ridge density? // *Med Sci Law*. 2013. Vol. 53, N 1. P. 33–39. doi: 10.1258/msl.2012.011092
15. Krishan K., Ghosh A., Kanchan T., et al. Sex differences in fingerprint ridge density--causes and further observations // *J Forensic Leg Med*. 2010. Vol. 17, N 3. P. 172–173. doi: 10.1016/j.jflm.2009.12.003
16. Gutiérrez-Redomero E., Alonso-Rodríguez C. Sexual and topological differences in palmprint and ridge density in the caucasian Spanish population // *Forensic Sci Int*. 2013. Vol. 229, N 1-3. P. 159e1-10. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.03.014
17. Moorthy N.T., Rajathi S. Sexual dimorphism from palm print ridge density among Malaysian Tamils for person identification // *J Krishna Inst Med Sci Univ*. 2020. Vol. 9, N 1. P. e1–e7.
18. Krishan K., Kanchan T., Sharma R., Pathania A. Variability of palmprint ridge density in a North Indian population and its use in inference of sex in forensic examinations // *Homo*. 2014. Vol. 65, N 6. P. 476–488. doi: 10.1016/j.jchb.2014.08.003
19. Jerković I., Ljubić T., Bardić L., et al. Application of palmar digital intertriradial distances for sex classification from palmprints: a preliminary study // *Aust J Forensic Sci*. 2021. P. 1–12. doi: 10.1080/00450618.2021.1882573
20. Komjaroenpompong R., Saisophon C., Benchawattananon R. Sexual differences in palmprints in a population of Buengkan province, Thailand: Sexual differences in palmprints. In: 2015 International Conference on Science and Technology, 04–06 November, 2015. P. 61–63. doi: 10.1109/TICST.2015.7369341
21. Jain A.K., Feng J. Latent palmprint matching // *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*. 2009. Vol. 31, N 6. P. 1032–1047. doi: 10.1109/TPAMI.2008.242
22. Chauhan A. Determination of sex from the latent palm prints present on documents // *J Forensic Res*. 2015. Vol. 6, N 5. P. 149–153. doi: 10.4172/2157-7145.1000300
23. Ohler E., Cummins H. Sexual differences in breadths of epidermal ridges on finger tips and palms // *Am J Phys Anthr*. 1942. Vol. 29, N 3. P. 341–362. doi: 10.1002/ajpa.1330290302
24. Hosmer D.W., Lemeshow S. *Applied Logistic Regression*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2000. 376 p. doi: 10.1002/0471722146
25. Abd-elaleem S., Mohammed A., Hassan E. Determination of sex and stature from latent palm prints present on documents in egyptian population sample // *Int J Forensic Sci Pathol*. 2017. Vol. 5, N 4. P. 360–369. doi: 10.19070/2332-287X-1700079
26. Badiye A., Kapoor N., Mishra S.D. A novel approach for sex determination using palmar tri-radial: a pilot study // *J Forensic Leg Med*. 2019. Vol. 65. P. 22–26. doi: 10.1016/j.jflm.2019.04.005
27. Jantz R.L. Sex and race differences in finger ridge-count correlations // *Am J Phys Anthropol*. 1977. Vol. 46, N 1. P. 171–176. doi: 10.1002/ajpa.1330460122
28. Králik M., Novotny V.V. Epidermal ridge breadth: an indicator of age and sex in paleodermatoglyphics // *Variability and Evolution*. 2003. Vol. 11. P. 5–30.
29. Karmakar B., Yakovenko K., Kobylansky E. Quantitative digital and palmar dermatoglyphics: sexual dimorphism in the Chuvashian population of Russia // *Homo*. 2008. Vol. 59, N 4. P. 317–328. doi: 10.1016/j.jchb.2007.01.002
30. Kanchan T., Rastogi P. Sex determination from hand dimensions of North and South Indians // *J Forensic Sci*. 2009. Vol. 54, N 3. P. 546–550. doi: 10.1111/j.1556-4029.2009.01018.x

REFERENCES

1. Ali FI, Ahmed AA. Sexual and topological variability in palmprint ridge density in a sample of Sudanese population. *Forensic Anthropology*. 2020;2:100151. doi: 10.1016/j.fsir.2020.100151
2. Karmakar B, Yakovenko K, Kobylansky E. Qualitative finger and palmar dermatoglyphics: sexual dimorphism in the Chuvashian population of Russia. *Anthropol Anz*. 2007;65(4):383–390.
3. Usman A, El-Ladan IS. Distribution and sexual dimorphism of palm print variable (Palm creases) among Hausa of Kano and Zaria, Nigeria. *Bayero J Pure Appl Sci*. 2020;12(1):133–138. doi: 10.4314/bajopas.v12i1.225
4. Ramadan N, Abd El Salam MH, Hanon AF, et al. Age and sex identification using multi-slice computed tomography of the last thoracic vertebrae of an egyptian sample. *J Forensic Res*. 2017;8(5):386. doi: 10.4172/2157-7145.1000386
5. Kaushal N, Kaushal P. Human identification and fingerprints: a review. *J Biom Biostat*. 2011;2(4):2–5. doi: 10.4172/2155-6180.1000123
6. Adamu LH, Taura MG. Embryogenesis and applications of fingerprints: a review. *Int J Hum Anat*. 2017;1(1):1–8. doi: 10.14302/issn.2577-2279.ijha-17-1539
7. Adetona M, Shokunbil M. The variation of ridge density in palm prints among nigerian ethnic populations and its forensic use for sex determination. *Arch Bas App Med*. 2018;6(2):173–176.
8. Rivaldería N, Gutiérrez-Redomero E. Distribution of the minutiae in palmprints: Topological and sexual variability. *J Forensic Sci*. 2021;66(1):135–148. doi: 10.1111/1556-4029.14583
9. Nanakorn S, Kutanan W. Variability of finger ridge density among thai adolescents. *J Forensic Res*. 2012;4:1–4. doi: 10.4172/2157-7145.S1-005
10. Wang J, Lin C, Chang Y, et al. Gender determination using fingertip features. *Internet J Med Updat*. 2008;3(2):22–28. doi:10.4314/ijmu.v3i2.39838
11. Acree M. Is there a gender difference in fingerprint ridge density? *Forensic Sci Int*. 1999;102(1):35–44. doi: 10.1016/s0379-0738(99)00037-7

12. Ahmed AA, Osman S. Topological variability and sex differences in fingerprint ridge density in a sample of the Sudanese population. *J Forensic Leg Med.* 2016;42:25–32. doi: 10.1016/j.jflm.2016.05.005
13. Gutiérrez-Redomero E, Alonso C, Romero E, Galera V. Variability of fingerprint ridge density in a sample of Spanish Caucasians and its application to sex determination. *Forensic Sci Int.* 2008;180(1):17–22. doi: 10.1016/j.forsciint.2008.06.014
14. Kanchan T, Krishan K, Aparna KR, Shyamsundar S. Is there a sex difference in palm print ridge density? *Med Sci Law.* 2013;53(1):33–39. doi: 10.1258/msl.2012.011092
15. Krishan K, Ghosh A, Kanchan T, et al. Sex differences in fingerprint ridge density--causes and further observations. *J Forensic Leg Med.* 2010;17(3):172–173. doi: 10.1016/j.jflm.2009.12.003
16. Gutiérrez-Redomero E, Alonso-Rodríguez C. Sexual and topological differences in palmprint and ridge density in the caucasian Spanish population. *Forensic Sci Int.* 2013;229(1-3):159e1-10. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.03.014
17. Moorthy NT, Rajathi S. Sexual dimorphism from palm print ridge density among Malaysian Tamils for person identification. *J Krishna Inst Med Sci Univ.* 2020;9(1):e1–e7.
18. Krishan K, Kanchan T, Sharma R, Pathania A. Variability of palmprint ridge density in a North Indian population and its use in inference of sex in forensic examinations. *Homo.* 2014;65(6):476–488. doi: 10.1016/j.jchb.2014.08.003
19. Jerković I, Ljubić T, Bardić L, et al. Application of palmar digital intertriradial distances for sex classification from palmprints: a preliminary study. *Aust J Forensic Sci.* 2021;1–12. doi: 10.1080/00450618.2021.1882573
20. Komjaroenpompong R, Saisophon C, Benchawattananon R. Sexual differences in palmprints in a population of Buengkan province, Thailand: Sexual differences in palmprints. In: 2015 International Conference on Science and Technology, 04-06 November 2015. P. 61–63. doi: 10.1109/TICST.2015.7369341
21. Jain AK, Feng J. Latent palmprint matching. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell.* 2009;31(6):1032–1047. doi: 10.1109/TPAMI.2008.242
22. Chauhan A. Determination of sex from the latent palm prints present on documents. *J Forensic Res.* 2015;6(5):149–153. doi: 10.4172/2157-7145.1000300
23. Ohler E, Cummins H. Sexual differences in breadths of epidermal ridges on finger tips and palms. *Am J Phys Anthr.* 1942;29(3):341–362. doi: 10.1002/ajpa.1330290302
24. Hosmer DW, Lemeshow S. Applied Logistic Regression. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA; 2000. 376 p. doi: 10.1002/0471722146
25. Abd-elaleem S, Mohammed A, Hassan E. Determination of sex and stature from latent palm prints present on documents in egyptian population sample. *Int J Forensic Sci Pathol.* 2017;5(4):360–369. doi: 10.19070/2332-287X-1700079
26. Badiye A, Kapoor N, Mishra SD. A novel approach for sex determination using palmar tri-radii: a pilot study. *J Forensic Leg Med.* 2019;65:22–26. doi: 10.1016/j.jflm.2019.04.005
27. Jantz RL. Sex and race differences in finger ridge-count correlations. *Am J Phys Anthropol.* 1977;46(1):171–176. doi: 10.1002/ajpa.1330460122
28. Králík M, Novotný VV. Epidermal ridge breadth: an indicator of age and sex in paleodermatoglyphics. *Variability and Evolution.* 2003;11:5–30.
29. Karmakar B, Yakovenko K, Kobylansky E. Quantitative digital and palmar dermatoglyphics: sexual dimorphism in the Chuvashian population of Russia. *Homo.* 2008;59(4):317–328. doi: 10.1016/j.jchb.2007.01.002
30. Kanchan T, Rastogi P. Sex determination from hand dimensions of North and South Indians. *J Forensic Sci.* 2009;54(3):546–550. doi: 10.1111/j.1556-4029.2009.01018.x

AUTHORS' INFO

* **Nazih Ramadan**, MD; address: Al-Saray Street, El Manial Cairo, Egypt, ZIP code: 11956; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4090-5416>; e-mail: drnazihramadan@kasralainy.edu.eg

Asmaa Mohamed Sayed Ahmed, Msc; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7794-5243>; e-mail: Asmaa.m.abdallah@kasralainy.edu.eg

* Corresponding author