

17. Nasledov AD. SPSS 19: Professional statistical data analysis. Saint Petersburg: Piter, 2011; 400 p. (In Russ.) Наследов А.Д. SPSS 19: Профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Питер, 2011; 400 с.

18. Jasso-Ramírez NG, Elizondo-Omaña RE, Treviño-González JL, et al. Morphometric variants of the paranasal sinuses in a Mexican population: Expected changes according to age and gender. *Folia Morphol (Warsz)*. 2023;82(2):339-45. DOI:10.5603/FM.a2022.0033

19. Hung K, Montalvao C, Yeung AWK, et al. Frequency, location, and morphology of accessory maxillary sinus ostia: A retrospective study using cone beam computed tomography (CBCT). *Surg Radiol Anatomy*. 2020;42(2):219-28. DOI:10.1007/s00276-019-02308-6

20. Heuzé Y. What does nasal cavity size tell us about functional nasal airways? *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*. 2019;31(1-2):69-76. DOI:10.12466/bmsap-2018-0011

Статья поступила в редакцию 06.11.2025; одобрена после рецензирования 26.02.2026; принята к публикации 27.05.2026.
The article was submitted 06.11.2025; approved after reviewing 26.02.2026; accepted for publication 27.05.2026.

Информация об авторах:

Татьяна Андреевна Гридина – соискатель кафедры анатомии; врач-оториноларинголог центральной научно-исследовательской лаборатории, t.gridina@mail.ru; **Светлана Николаевна Деревцова** – профессор кафедры анатомии человека, доктор медицинских наук, derevzova@bk.ru, ORCID 0000-0003-2974-5930; **Александр Александрович Романенко** – доцент кафедры анатомии человека, кандидат медицинских наук, dr_alexandr@hotmail.com, ORCID 0000-0002-9340-1182.

Information about the authors:

Tatyana A. Gridina – Applicant for a Degree of the Department of Human Anatomy; Otolaryngologist of the Central Research Laboratory, t.gridina@mail.ru; **Svetlana N. Derevtsova** – Professor of the Department of Human Anatomy, DSc, derevzova@bk.ru, ORCID 0000-0003-2974-5930; **Aleksandr A. Romanenko** – Assistant Professor of the Department of Human Anatomy, PhD, dr_alexandr@hotmail.com, ORCID 0000-0002-9340-1182.

УДК 611.714.7; 616.212.4

EDN: PVHJVH

<https://doi.org/10.15275/ssmj2202259>

Оригинальная статья

ВОЗРАСТНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ГРУШЕВИДНОЙ АПЕРТУРЫ И ХОАН И ИХ КОРРЕЛЯЦИИ У ЛИЦ 1–21 ГОДА ПО ДАННЫМ КРАНИОМЕТРИИ

М.В. Маркеева¹, О.Ю. Алешкина¹, Н.В. Тарасова², Ю.А. Гладили¹, А.А. Зайченко¹

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, Саратов, Россия

²ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, Волгоград, Россия

AGE-RELATED VARIABILITY OF PIRIFORM APERTURE AND CHOANS LINEAR DIMENSIONS AND THEIR CORRELATIONS IN PERSONS AGED 1–21 YEARS OLD ACCORDING TO CRANIOMETRY DATA

M.V. Markeeva¹, O.Yu. Aleshkina¹, N.V. Tarasova², Yu.A. Gladilin, A.A. Zaichenko¹

¹V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia

²Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Для цитирования: **Маркеева М.В., Алешкина О.Ю., Тарасова Н.В., Гладили Ю.А., Зайченко А.А.** Возрастная изменчивость линейных размеров грушевидной апертуры и хоан и их корреляции у лиц 1–21 года по данным краниометрии. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2026; 22 (2): 259–264. EDN: PVHJVH. <https://doi.org/10.15275/ssmj2202259>

Аннотация. Цель: определить возрастную изменчивость линейных размеров грушевидной апертуры и хоан, их корреляции у лиц 1–21 года по данным краниометрии как анатомическую основу для планирования эндоназальных вмешательств. **Материал и методы.** Методом краниометрии 87 черепов 1–21 года получены линейные размеры грушевидной апертуры и хоан. Материал разделен на 6 групп по возрастным периодам: грудной возраст ($n=13$), раннее детство ($n=23$), первое детство ($n=15$), второе детство ($n=14$), подростковый ($n=12$), юношеский ($n=10$). **Результаты.** Рост структур полости носа происходит неравномерно: средние значения высоты и ширины грушевидной апертуры до 8–12 лет не имеют статистических различий, составляя в грудном возрасте 54,6 и 74,3% юношеского размера, высота хоан возрастает с 2–3 лет, ее ширина – с 8–12 лет до юношеского возраста, увеличиваясь на 75,1 и 57% соответственно. Выявлены прямые сильные корреляции высоты грушевидной апертуры с параметрами хоан. **Заключение.** Полученные краниометрические данные свидетельствуют о неравномерной возрастной изменчивости линейных размеров грушевидной апертуры и хоан у лиц 1–21 года. Наиболее выраженное увеличение высоты хоан отмечается после грудного возраста с 2–3 лет, тогда как ширина хоан и размеры грушевидной апертуры демонстрируют более поздний рост после 7 лет. Сильные корреляции между шириной грушевидной апертуры и размерами хоан в младших возрастных группах могут рассматриваться как анатомическая основа для планирования эндоназальных вмешательств, но не заменяют индивидуальную предоперационную визуализацию.

Ключевые слова: детство, краниометрия, хоаны, грушевидная апертура, корреляция

For citation: **Markeeva MV, Aleshkina OYu, Tarasova NV, Gladilin YuA, Zaichenko AA.** Age-related variability of piriform aperture and choans linear dimensions and their correlations in persons aged 1–21 years old according to craniometry data.

Abstract. *Objective:* to determine the age-related variability of the linear dimensions of the piriform aperture and choans, and their correlations in individuals aged 1–21 years, using cranial measurements as an anatomical basis for planning endonasal interventions. *Material and methods.* By the method of craniometry, 87 skulls 1–21 years old were obtained linear dimensions of the piriform aperture and choans. The material is divided into 6 groups by age periods: infant age ($n=13$), early childhood ($n=23$), first childhood ($n=15$), second childhood ($n=14$), adolescence ($n=12$), youth ($n=10$). *Results.* The growth of nasal cavity structures is uneven: the average values of the height and width of the piriform aperture up to 8–12 years do not have statistical differences, making up 54.6 and 74.3% of the juvenile size in infancy, the height of the choans increases from 2–3 years, its width – from 8–12 years to juvenile age, increasing by 75.1 and 57%, respectively. Direct strong correlations of the height of the piriform aperture with the parameters of the choans have been revealed. *Conclusion.* The obtained craniometric data indicate uneven age-related variability of linear dimensions of the piriform aperture and choans in individuals aged 1–21 years. The most pronounced increase in the height of the choans is observed after infancy from 2–3 years, whereas the width of the choans and the dimensions of the piriform aperture demonstrate a later growth after 7 years. Strong correlations between the width of the piriform aperture and the size of the choans in younger age groups can be considered as an anatomical basis for planning endonasal interventions, but they do not replace individual preoperative imaging.

Keywords: childhood, craniometry, choans, piriform aperture, correlation

Введение. В современной детской оториноларингологии существует тенденция использования малотравматичных эндоскопических хирургических доступов [1]. В детском возрасте хирургическое лечение требуется при различных состояниях внутриносовых структур и околоносовых пазух, таких как врожденные пороки развития полости носа, основания черепа, синуситы, травмы, опухоли [2]. Дети с врожденной атрезией хоан являются наиболее частыми пациентами с врожденными пороками [3–5]. Как наиболее высокоэффективный и безопасный в клинической практике применяется трансназальный хирургический доступ в сочетании с видеоэндоскопической техникой [6–8]. При планировании эндоскопических вмешательств у детей и успешного их выполнения необходимо учитывать возрастные анатомические особенности и взаимосвязи анатомических структур для выбора доступа и инструментов [9–12].

Цель – определить возрастную изменчивость линейных размеров грушевидной апертуры и хоан, их корреляции у лиц 1–21 года по данным краниометрии как анатомическую основу для планирования эндоназальных вмешательств.

Материал и методы. Материалом послужили 87 паспортизированных черепов в возрасте от 1 до 21 года европеоидной расы без разрушений и деформаций. Из них 65 из коллекции кафедры анатомии человека им. В.И. Сперанского СГМУ им. В.И. Разумовского и 22 черепа – кафедры нормальной анатомии ВМА им. С.М. Кирова. Дизайн исследования – поперечное анатомо-морфометрическое исследование краниологической коллекции.

В соответствии с возрастной периодизацией 1965 г. выполнено распределение изученного материала на 6 групп: 1–1,5 года – грудной возраст ($n=13$), 2–3 года – раннее детство ($n=23$), 4–7 лет – первое детство ($n=15$), 8–12 лет – второе детство ($n=14$), 13–16 лет – подростковый ($n=12$), 17–21 год – юношеский ($n=10$).

Методом краниометрии, используя штангенциркуль с ценой деления 0,1 мм, получены линейные параметры полости носа: высота грушевидной апертуры (ВГО) – между точками ринион и назоспинальной точкой (rhi-ns) в сагиттальной плоскости; ширина грушевидной апертуры (ШГО) – между наиболее удаленными точками отверстия во фронтальной плоскости; высота хоаны (ВХ) – расстояние между верхней

и нижней точками хоаны в сагиттальной плоскости; ширина хоаны (ШХ) – между наиболее удаленными точками хоаны во фронтальной плоскости (рис. 1).

Обработку результатов исследования осуществляли с использованием программного обеспечения Statistica v. 12.0 (StatSoft Inc., США). Для каждого изучаемого параметра определяли следующие статистические показатели: минимальное (Min) и максимальное значения (Max), среднее арифметическое значение (M), и его ошибку (m) для оценки точности, стандартное отклонение (s). Проводили проверку соответствия распределений полученных данных нормальному распределению с помощью критерия Шапиро – Уилка. Для проверки гипотезы о равенстве дисперсий выборок использовался критерий Фишера. Статистическую значимость (p) различий между средними арифметическими вычисляли на основе t -критерия Стьюдента для независимых выборок ($p<0,05$). Теснота связи количественных признаков определялась с использованием коэффициента корреляции Пирсона (r_p). Если $r_p<0,10$, то связь считалась отсутствующей; $0,10<r_p<0,30$ – слабая степень связи; $0,30<r_p<0,60$ – умеренная; $0,60<r_p<0,80$ – сильная; $0,80<r_p<1,0$ – тесная.

Результаты. ВГО в грудном возрасте составляет $16,6\pm 0,8$ мм и с 2 до 7 лет незначительно повышается, варьируя в пределах $17,7–19,1$ мм ($p>0,05$), статистически значимое увеличение высоты получено в 8–12 лет на $6,1$ мм ($25,2\pm 1,0$ мм; $p<0,001$), в подростковом возрасте рост замедляется и в юношеском возрасте высота вновь увеличивается на $4,5$ мм ($30,4\pm 1,3$ мм; $p=0,019$).

ШГО в грудном возрасте составляет $16,8\pm 0,3$ мм, в 2–3 года отмечается рост на $1,0$ мм ($17,8\pm 0,3$ мм; $p=0,022$), в 4–7 лет продолжает увеличиваться на $1,1$ мм ($18,9\pm 0,4$ мм; $p=0,024$), а в 8–12 лет еще на $2,0$ мм ($20,9\pm 0,6$ мм; $p=0,026$), в подростковом возрасте рост замедляется и в юношеском возрасте вновь увеличивается на $1,7$ мм по сравнению с 8–12 годами ($22,6\pm 0,4$ мм; $p=0,036$; табл. 1).

Не выявлено статистически значимых различий параметров хоан между сторонами (табл. 2 и 3), поэтому в дальнейшем данные указаны без учета сторон.

ВХ в грудном возрасте составляет в среднем $13,3\pm 0,7$ мм, в 2–3 года статистически значимо увеличивается на $1,4$ мм ($14,7\pm 0,3$ мм; $p=0,038$), рост продолжается в 4–7 лет на $2,0$ мм ($16,7\pm 0,6$ мм; $p=0,002$) и в 8–12 лет – еще на $3,1$ мм ($19,8\pm 0,8$ мм; $p=0,005$), в подростковом возрасте рост замедляется, а в юношеском снова отмечается увеличение на $2,0$ мм

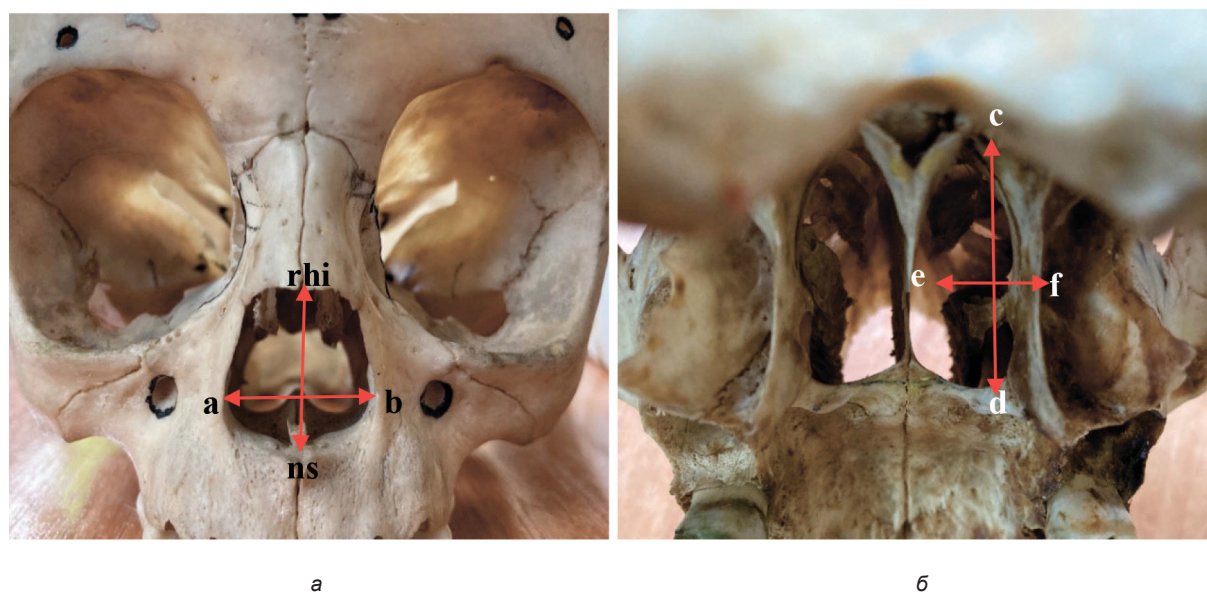


Рис. 1. Схема измерения линейных размеров грушевидной апертуры и хоан: а – высота грушевидной апертуры в сагиттальной плоскости (rhi-ns) и ее ширина во фронтальной плоскости (a-b); б – высота хоан в сагиттальной плоскости (c-d) и их ширина во фронтальной плоскости (e-f)

($23,3 \pm 0,3$ мм; $p=0,002$), достигая максимальных значений в этой возрастной группе.

ШХ до 7 лет статистически не имеет значимых различий с подобным параметром у детей грудного и раннего детского возраста ($p>0,05$), варьируя в пределах 8,6–9,6 мм, в 8–12 лет увеличивается на 2,3 мм по сравнению с 2–3 годами ($11,3 \pm 0,3$ мм; $p<0,001$), в подростковом возрасте рост замедляется и в юношеском статистически значимо увеличивается на 1,7 мм ($13,5 \pm 0,4$ мм; $p=0,014$; табл. 4).

Выявлены прямые сильные взаимосвязи ВГО с параметрами хоан. В 1–1,5 года ВХ и ШХ сильно коррелируют с ВГО ($r=0,745$; $p=0,003$ и $r=0,780$; $p=0,002$ соответственно).

В 2–3 года теснота связи ВГО остается сильной с ВХ ($r=0,632$; $p=0,001$), а между ВГО и ШХ становится статистически незначимой ($r=0,035$; $p=0,873$). С 2–3 лет наблюдается положительная связь между ШГО

и параметрами хоан. Сильная с ВХ ($r=0,717$; $p=0,000$) и умеренная с ШХ ($r=0,424$; $p=0,044$).

В 4–7 и 8–12 лет ВГО продолжает быть тесно связанной с ВХ ($r=0,693$; $p=0,004$ в 4–7 лет и $r=0,685$; $p=0,007$ в 8–12 лет). ВГО также тесно взаимосвязана с ШХ в 4–7 лет ($r=0,666$; $p=0,007$) и умеренно в 8–12 лет ($r=0,480$; $p=0,083$). ШГО также имеет умеренную связь с параметрами хоан. В 4–7 лет с ВХ $r=0,538$ ($p=0,039$), а с ШХ $r=0,457$ ($p=0,086$), в 8–12 лет с ВХ $r=0,460$ ($p=0,098$), а с ШХ $r=0,607$ ($p=0,021$).

В 13–16 лет ВХ и ШХ слабо коррелируют с ВГО и ШГО ($r<0,4$; $p>0,171$), а в 17–21 год ШХ умеренно коррелирует с ВГО ($r=0,477$; $p=0,163$), для остальных пар признаков связи не выявлено ($|r|<0,1$).

Обсуждение. Проведенный анализ исследования свидетельствует о том, что линейные размеры грушевидной апертуры (ВГО и ШГО) до 8–12 лет равны и изменяются незначительно, в подростковом

Таблица 1

Морфометрические параметры высоты и ширины грушевидного отверстия в разные возрастные периоды детства

Возраст, лет	Показатели	Min	Max	s	$M \pm m$	p_1	p_2	p_3
1–1,5	ВГО	11,0	20,0	2,9	$16,6 \pm 0,8$	$>0,05$ $0,022$	–	
	ШГО	15,0	19,0	1,1	$16,8 \pm 0,3$			
2–3	ВГО	11,0	23,0	2,8	$17,7 \pm 0,6$	$<0,001$ $0,026$	$>0,05$ $0,024$	–
	ШГО	15,0	21,0	1,3	$17,8 \pm 0,3$			
4–7	ВГО	13,0	25,0	3,9	$19,1 \pm 1,0$	$<0,001$ $0,026$		
	ШГО	15,5	21,0	1,4	$18,9 \pm 0,4$			
8–12	ВГО	17,0	33,0	3,7	$25,2 \pm 1,0$	$<0,001$ $0,026$		
	ШГО	17,0	25,0	2,2	$20,9 \pm 0,6$			
13–16	ВГО	17,0	31,0	4,3	$25,9 \pm 1,2$	$0,019$ $>0,05$	$<0,001$	$<0,001$
	ШГО	19,0	25,5	1,7	$21,6 \pm 0,5$			
17–21	ВГО	23,0	36,0	4,0	$30,4 \pm 1,3$	$0,019$ $>0,05$		$<0,001$
	ШГО	21,0	25,5	1,3	$22,6 \pm 0,4$			

Примечание. Здесь и далее в табл. 4: p_1 – сравнение между соседними возрастными группами; p_2 – сравнение между II и последующими возрастными группами (III, IV, V, VI); p_3 – сравнение между III и последующими возрастными группами (V, VI).

Таблица 2

Результаты проверки гипотезы о равенстве средних размеров высоты хоаны для разных возрастных групп

Возраст, лет	М справа	М слева	t-value	df	p
1–1,5	8,6	8,8	-0,63	24	0,532
2–3	9,0	9,0	-0,22	44	0,830
4–7	9,6	9,4	0,52	28	0,607
8–12	11,3	11,5	-0,44	26	0,661
13–16	11,8	12,2	-0,75	22	0,460
17–21	13,5	14,0	-0,76	18	0,454

Таблица 3

Результаты проверки гипотезы о равенстве средних размеров ширины хоаны для разных возрастных групп

Возраст, лет	М справа	М слева	t-value	df	p
1–1,5	8,6	8,8	-0,63	24	0,532
2–3	9,0	9,0	-0,22	44	0,830
4–7	9,6	9,4	0,52	28	0,607
8–12	11,3	11,5	-0,44	26	0,661
13–16	11,8	12,2	-0,75	22	0,460
17–21	13,5	14,0	-0,76	18	0,454

Таблица 4

Морфометрические параметры высоты и ширины хоан в разные возрастные периоды детства

Возраст, лет	Показатель	Min	Max	s	M±m	p_1	p_2	p_3	
1–1,5	BX	7,0	15,0	2,5	13,3±0,7	0,038 >0,05	—	—	
	ШX	6,0	9,5	1,1	8,6±0,3				
2–3	BX	12,0	17,0	1,5	14,7±0,3		0,002 0,04		
	ШX	7,0	10,0	0,7	9,0±0,2				
4–7	BX	14,0	21,0	2,3	16,7±0,6	0,005 >0,05	0,002 0,04		
	ШX	8,0	11,5	1,1	9,6±0,3				
8–12	BX	15,0	24,0	3,0	19,8±0,8		0,005 >0,05		<0,001
	ШX	9,0	13,0	1,3	11,3±0,4				
13–16	BX	18,0	25,0	1,6	21,3±0,5	0,002 0,014	<0,001		
	ШX	9,0	14,0	1,4	11,8±0,4				
17–21	BX	22,0	24,0	0,8	23,3±0,3			0,002 0,014	<0,001
	ШX	12,0	16,0	1,6	13,5±0,5				

возрасте высота начинает преобладать над ее шириной на 25,7% (в 1,3 раза). В грудном возрасте ВГО составляет 54,6%, а ШГО – 74,3% юношеского размера. Рост ВХ начинается с 2–3 лет, а ШХ – с 8–12 лет, достигая максимальных значений в юношеском возрасте, высота увеличивается на 63,1% (в 1,8 раза), ширина на 83,7% (в 1,6 раза) по сравнению с грудным возрастом. В литературе описаны морфометрические характеристики структур лицевого черепа у плодов 15–21 нед гестации [13]. Ряд ранее опубликованных работ посвящены изучению морфологической изменчивости структур задних отделов полости носа у детей [14], но без изучения корреляций.

По нашим данным, процентные соотношения линейных размеров хоан со структурами полости носа

составляют: в грудном возрасте ВХ меньше ВГО на 20% (в 1,25 раза), ШХ меньше ШГО на 49% (в 1,95 раза). В юношеском возрасте эти соотношения изменяются: ВХ – на 23% меньше ВГО (в 1,3 раза меньше), ШХ на 40% меньше ШГО (в 1,7 раза меньше). Ряд авторов приводят схожие соотношения линейных параметров данных структур у детей различного пола: ВГО к концу первого года жизни составляет у мальчиков 54% и девочек 58% по сравнению с размерами у взрослых людей, ШГО – 65 и 72%; ВХ – 51 и 55% и ШХ – 60 и 59% соответственно [15].

Нами выявлены прямые сильные корреляционные связи ВГО с ВХ в 1–1,5 года, 2–3 года, 4–7 лет и 8–12 лет. Сильная корреляция сложилась между ВГО и ШХ в 1–1,5 года и 4–7 лет, умеренная – в 8–

12 лет. Умеренная теснота связи выявлена между ШГО и параметрами хоан (ВХ и ШХ) в 2–3 года, 4–7 лет и 8–12 лет. В старших возрастных группах значимых связей между анатомическими параметрами не выявлено. Наиболее подробно описаны взаимосвязи структур полости носа с формами лицевого и мозгового черепа у взрослых [16], тогда как возрастная изменчивость структур полости носа в различные возрастные периоды детства недостаточно изучены и в литературе встречаются эпизодические.

Заключение. Полученные краниометрические данные свидетельствуют о неравномерной возрастной изменчивости линейных размеров грушевидной апертуры и хоан у лиц 1–21 года. Наиболее выраженное увеличение высоты хоан отмечается после грудного возраста с 2–3 лет, тогда как ширина хоан и размеры грушевидной апертуры демонстрируют более поздний рост после 7 лет. Сильные корреляции между шириной грушевидной апертуры и размерами хоан в младших возрастных группах могут рассматриваться как анатомическая основа для планирования эндоназальных вмешательств, но не заменяют индивидуальную предоперационную визуализацию.

Конфликт интересов отсутствует.

Вклад авторов. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Информированное согласие на публикацию. Ввиду специфики статьи – не требуется.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Соответствие принципам этики. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России (протокол №3 от 10.11.2020). Одобрение и процедуру проведения протокола получали по принципам Хельсинкской декларации.

References (Список источников)

- Vorozhczov IN, Grachev NS, Nasedkin AN. Transnasal endoscopic surgery of neoplasms in the children with the use of the CT-navigation systems. Russian Bulletin of Otorhinolaryngology. 2016;81(3):75-80. (In Russ.) Ворожцов И.Н., Грачев Н.С., Наседкин А.Н. Трансназальная эндоскопическая хирургия новообразований у детей с использованием КТ-навигационных систем. Вестник оториноларингологии. 2016;81(3):75-80. DOI:10.17116/otorino201681375-80
- Kalinin PL, Fomichev DV, Kutin MA. Endoscopic transsphenoidal surgery. Moscow: Shiko, 2017; 184 p. (In Russ.) Калинин П.Л., Фомичев Д.В., Кутин М.А. Эндоскопическая трансфеноидальная хирургия. М.: Шико, 2017; 184 с.
- Kotova EN, Bogomilsky MR. Transnasal endoscopic surgery of congenital choanal atresia in children. Vestnik RGMU. 2015; 3: 41-43. (In Russ.) Котова Е.Н., Богомилский М.Р. Трансназальная эндоскопическая хирургия врожденной атрезии хоан у детей. Вестник РГМУ. 2015; 3: 41-3.
- Baumann I, Sommerburg O, Amrhein P, et al. Diagnostik und management der choanal atresie. HNO. 2018;66:329-38. DOI:10.1007/s00106-018-0492-7
- Brihaye P, Delpierre I, De Villé A, et al. Comprehensive management of congenital choanal atresia. Int J Pediatr Otorhinol. 2017;98:9-18. DOI:10.1016/j.ijporl.2017.04.022
- Daikhes NA, Yunusov AS, Rybalkin SV, et al. Reconstructive surgery of congenital atresia of choan in children and features of management in the postoperative period: National Medical Association of Otorhinolaryngologists. Moscow; Saint Petersburg, 2015; 19 с. (In Russ.) Дайхес Н.А., Юнусов А.С., Рыбалкин С.В. и др. Реконструктивная хирургия врожденных атрезий хоан у детей и особенности ведения в послеоперационном периоде: Национальная медицинская ассоциация оториноларингологов. М.: СПб., 2015; 19 р.
- El-Anwar MW, Nofal AA, El-Ahl MA. Endoscopic repair of bilateral choanal atresia, starting with vomer resection: Evaluation study. Am J Rhinol Allergy. 2016;30(3):95-9. DOI:10.2500/ajra.2016.30.4321
- Verezgov VA, Pavlov PV, Breusenko DV, et al. Endoscopic surgery of the nasal cavity and paranasal sinuses in pediatric practice. Pediatric Medicine of the North-West. 2018;7(1):60-1. (In Russ.) Верезгов В.А., Павлов П.В., Бреусенко Д.В. и др. Эндоскопическая хирургия полости носа и околоносовых пазух в детской практике. Детская медицина Северо-Запада. 2018;7(1):60-1. EDN:YABDZJ
- Dzhamaludinov YuA, Markeeva MV, Tarasova NV, et al. Age-related variability of nasal cavity parameters in children and young men in the clinical aspect. Bulletin of the Dagestan Medical Academy. 2022;4(45):43-50. (In Russ.) Джамалудинов Ю.А., Маркеева М.В., Тарасова Н.В. и др. Возрастная изменчивость параметров полости носа у детей и юношей в клиническом аспекте. Вестник Дагестанской медицинской академии. 2022;4(45):43-50.
- Ivanova OP, Chernenko SV, Korchemnaya OS, et al. Craniometry of the facial part of the skull. Medicine in Kuzbass. 2023;22(1):22-6. (In Russ.) Иванова О.П., Черненко С.В., Корчемная О.С. и др. Краниометрия лицевого отдела черепа. Медицина в Кузбассе. 2023;22(1):22-6. DOI:10.24412/2687-0053-2023-1-22-26
- Davydov BN, Domenyuk DA, Porfiriadis MP, et al. Typological features of facial skeleton profiling according to craniometry and cephalometric analysis of telereöntographs. The Dental Institute. 2024;4(105):91-3. (In Russ.) Давыдов Б.Н., Доме-нюк Д.А., Порфириадис М.П. и др. Типологические особенности профилировки лицевого скелета по данным краниометрии и цефалометрического анализа телерентгенограмм (Часть IV). Институт стоматологии. 2024;4(105):91-3. EDN:JNCXOU
- Chernikova NA, Evteev AA, Satanin LA, et al. Growth processes of the facial skeleton and anterior base of the skull in healthy children from birth to 18 years. Lomonosov Journal of Anthropology. 2025;(1):5-16. (In Russ.) Черникова Н.А., Евтеев А.А., Сатанин Л.А. и др. Ростовые процессы лицевого скелета и переднего основания черепа у здоровых детей в возрасте от рождения до 18 лет. Вестник Московского университета. Антропология. 2025;(1):5-16. DOI:10.55959/MSU2074-8132-25-1-1
- Terskova NV, Cherkasov SS, Molgachev AA, et al. The comparative morphometric study of nasopharyngeal space in children with chronic adenoiditis and craniofacial dysmorphism. Russian Otorhinolaryngology. 2019;18;4(101):55-61. (In Russ.) Терскова Н.В., Черкасов С.С., Молгачев А.А. и др. Сравнительное морфометрическое изучение носоглоточного пространства у детей с хроническим аденоидитом и челюстно-лицевой дизморфией. Российская оториноларингология. 2019;18;4(101):55-61. DOI:10.18692/1810-4800-2019-4-55-61
- Gaivoronskii IV, Markeeva MV, Aleshkina OYu, Tarasova N.V. Age-related description of the posterior structures of the nasal cavity in children. Journal of Anatomy and Histopathology. 2020;9(3):9-15. (In Russ.) Гайворонский И.В., Маркеева М.В., Алешкина О.Ю., Тарасова Н.В. Характеристика структур задних отделов полости носа в возрастном аспекте у детей. Журнал анатомии и гистопатологии. 2020;9(3):9-15. DOI:10.18499/2225-7357-2020-9-3-9-15
- Sennikova ZV, Zhelezov LM. Morphometric characteristics of facial cranium in the intermediate fetal period of human ontogenesis. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2015;(5):62. (In Russ.) Сенникова Ж.В., Железнов Л.М. Морфометрическая характеристика лицевого отдела черепа в промежуточном плодном периоде онтогенеза человека. Современные проблемы науки и образования. 2015;(5):62. EDN:YTHZAN
- Xrappo NS, Tarasova NV. The nose in the whole skull system. Samara: SamSMU, 1999; 172 p. (In Russ.) Хрappo Н.С., Тарасова Н.В. Нос в системе целого черепа. Самара: Сам-ГМУ, 1999; 172 с.

Статья поступила в редакцию 29.12.2025; одобрена после рецензирования 26.04.2026; принята к публикации 27.05.2026. The article was submitted 29.12.2025; approved after reviewing 26.04.2026; accepted for publication 27.05.2026.

Информация об авторах:

Марина Викторовна Маркеева – доцент кафедры анатомии человека им. В.С. Сперанского, кандидат медицинских наук, mmarina-2011@mail.ru, ORCID 0000-0002-3297-1747; **Ольга Юрьевна Алешкина** – заведующая кафедрой анатомии человека им. В.С. Сперанского, профессор, доктор медицинских наук, aleshkina_ou@mail.ru, ORCID 0000-0003-2151-1208; **Тарасова Наталья Валерьевна** – заведующая кафедрой оториноларингологии, профессор, доктор медицинских наук, tarasova-nv@mail.ru, ORCID 0000-0003-1929-5155; **Юрий Александрович Гладиллин** – профессор кафедры анатомии человека им. В.С. Сперанского, доцент, доктор медицинских наук, GladilinUA@mail.ru, ORCID 0000-0003-2623-561X; **Александр Анатольевич Зайченко** – профессор кафедры анатомии человека им. В.С. Сперанского, профессор, доктор медицинских наук, zaichenko1958@mail.ru, ORCID 0000-0003-3683-6507.

Information about the authors:

Marina V. Markeeva – Assistant Professor of the Department of Human Anatomy, PhD, mmarina-2011@mail.ru, ORCID 0000-0002-3297-1747; **Olga Yu. Aleshkina** – Head of the Department of Human Anatomy n.a. V.S. Speransky, Professor, DSc, aleshkina_ou@mail.ru, ORCID 0000-0003-2151-1208; **Natalia V. Tarasova** – Head of the Department of Otorhinolaryngology, Professor, DSc, tarasova-nv@mail.ru, ORCID 0000-0003-1929-5155; **Yuriy A. Gladilin** – Professor of Department of Human Anatomy, Associate Professor, DSc, GladilinUA@mail.ru, ORCID 0000-0003-2623-561X; **Alexander A. Zaichenko** – Professor of the Department of Human Anatomy n. a. V.S. Speransky, Professor, DSc, zaichenko1958@mail.ru, ORCID 0000-0003-3683-6507.

УДК 611.714+572.71+572.08

EDN: QOOHEB

<https://doi.org/10.15275/ssmj2202264>

Оригинальная статья

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ КРАНИОСКОПИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛА ЭКСПЕРТОМ И АЛГОРИТМОМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

К.В. Соловьев¹, И.В. Гайворонский¹⁻³, И.Г. Широбоков⁴, А.А. Зайченко⁵

¹ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России, Санкт-Петербург, Россия

²ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» Минобрнауки России, Санкт-Петербург, Россия

³ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

⁴ФГБУН «Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого» РАН, Санкт-Петербург, Россия

⁵ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, Саратов, Россия

COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF SEX ESTIMATION FROM CRANIAL MORPHOLOGICAL TRAITS BY AN EXPERT AND A MACHINE LEARNING ALGORITHM

K.V. Solovyev¹, I.V. Gaivoronsky¹⁻³, I.G. Shirobokov⁴, A.A. Zaichenko⁵

¹Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russia

²Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

³Almazov National Medical Research Centre, Saint-Petersburg, Russia

⁴Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography (Kunstkamera), Saint-Petersburg, Russia

⁵V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russia

Для цитирования: Соловьев К.В., Гайворонский И.В., Широбоков И.Г., Зайченко А.А. Сравнение результативности краниоскопического определения пола экспертом и алгоритмом машинного обучения. Саратовский научно-медицинский журнал. 2026; 22 (2): 264-272. EDN: QOOHEB. <https://doi.org/10.15275/ssmj2202264>

Аннотация. Цель: на отечественном краниологическом материале установить сравнительную точность оценок пола, вынесенных на основании визуальных заключений экспертов и при помощи алгоритма машинного обучения. **Материал и методы:** Проведено исследование 159 черепов взрослых людей с задокументированным полом из краниологических коллекций Военно-медицинской академии. Проводилась балльная оценка 5 признаков (glabella, nuchal crest, mastoid process, supraorbital margin, mental eminence) согласно методике A. Klaes и S. Cole, к которой были предложены оригинальные дополнения (изменение интерпретации балльной оценки признаков). Полученные данные интерпретировались экспертами и при помощи программы MorphoPASSE. **Результаты.** Самый информативный признак – глабелла (84% точности), далее следует – сосцевидный отросток (75%), надглазничный край (68%), подбородочное возвышение (68%) и наружный затылочный выступ (67%). В обеих сериях на мужских черепах зафиксированы более высокие показатели точности (до 97,6%). Наиболее точные оценки определения пола женских черепов (до 85,1%) достигнуты при использовании алгоритма машинного обучения. Точность экспертной оценки и программы MorphoPASSE в общей выборке составила 83,6%. **Заключение.** Предложенные нами оригинальные дополнения методики Клейлс–Коул повышают точность экспертных оценок черепов женского пола на 12%. Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности использования программы MorphoPASSE в современных исследованиях черепов восточно-европейского населения.

Ключевые слова: оценка пола, морфология черепа, машинное обучение, MorphoPASSE, судебная антропология

For citation: Solovyev KV, Gaivoronsky IV, Shirobokov IG, Zaichenko AA. Comparison of the effectiveness of sex estimation from cranial morphological traits by an expert and a machine learning algorithm. Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2026; 22 (2): 264-272. (In Russ.) EDN: QOOHEB. <https://doi.org/10.15275/ssmj2202264>

Abstract. Objective: to assess the comparative effectiveness of two approaches to sex estimation: visual expert assessment and the cranial morphological scoring method proposed by A. Klaes and S. Cole. **Material and methods.** The study examined 159 adult skulls of documented sex. The material comprised two cranial series from the collection of the Kirov Military Medical Academy. Five ordinal cranial traits (glabella, nuchal crest, mastoid process, supraorbital margin, and mental eminence) were scored according to the Klaes and Cole method, to which original additions were