

ISSN 1814-6023 (Print)  
 ISSN 2524-2350 (Online)  
 УДК 616.216.3-073.756.8  
<https://doi.org/10.29235/1814-6023-2025-22-1-33-44>

Поступила в редакцию 04.11.2024  
 Received 04.11.2024

С. Л. Кабак<sup>1</sup>, Ю. М. Мельниченко<sup>1</sup>, Н. А. Саврасова<sup>2</sup>, М. П. Юферева<sup>1</sup>, Т. А. Шевчук<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Медицинский центр «Элегия», Минск, Республика Беларусь

## ЛИНЕЙНЫЕ И ОБЪЕМНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПАЗУХИ КЛИНОВИДНОЙ КОСТИ ПО ДАННЫМ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

**Аннотация.** Пазуха клиновидной кости является одной из четырех воздухоносных полостей черепа, сообщающихся с полостью носа. Она характеризуется высокой индивидуальной анатомической вариабельностью, включая половой диморфизм, этнической и географической изменчивостью морфометрических параметров.

Цель исследования – установить зависимость морфометрических параметров пазухи клиновидной кости от ее протяженности в переднезаднем и латеральном направлениях.

Изучены данные конусно-лучевой компьютерной томографии 245 стоматологических и ЛОР-пациентов (98 мужчин и 147 женщин, средний возраст  $37 \pm 13$  лет), получивших медицинскую помощь в частных медицинских центрах г. Минска в 2023–2024 гг.

Постселлярный тип пазухи клиновидной кости оказался доминирующим как у мужчин, так и у женщин (71,4 и 66,6 % соответственно). Объем воздухоносной полости в изученной выборке варьировался в пределах 3,4–37,5 см<sup>3</sup> и у мужчин был больше, чем у женщин. У пациентов в возрасте до 30 лет объем и ширина пазухи клиновидной кости оказались статистически значимо больше, чем у пациентов 31–84 лет. Все линейные размеры пазухи были больше при ее постселлярном типе. Ширина и объем пазухи с латеральной экспансией в большие крылья клиновидной кости статистически значимо больше, чем при отсутствии этой экспансии. У 56,7 % пациентов присутствовала парная пазуха клиновидной кости, разделенная перегородкой на правую и левую половины, чаще асимметричные. В 11,0 % случаев обнаружена одна воздушная полость. При этом контралатеральная сторона пазухи была сильно редуцирована. У 32,3 % пациентов помимо основной перегородки имелись добавочные перегородки, которые почти в половине случаев прикреплялись к костной стенке борозды внутренней сонной артерии при ее протрузии в пазуху.

В связи с высокой изменчивостью морфометрических параметров воздухоносной полости при рассмотрении возможности эндоскопического трансфеноидального доступа к основанию черепа рекомендуется проводить детальную предоперационную визуализацию пазухи клиновидной кости.

**Ключевые слова:** пазуха клиновидной кости, внутренняя сонная артерия, перегородка пазухи клиновидной кости, конусно-лучевая компьютерная томография

**Для цитирования:** Линейные и объемные параметры пазухи клиновидной кости по данным конусно-лучевой компьютерной томографии / С. Л. Кабак, Ю. М. Мельниченко, Н. А. Саврасова [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя медыцынскіх навук. – 2025. – Т. 22, № 1. – С. 33–44. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2025-22-1-33-44>

Sergey L. Kabak<sup>1</sup>, Yuliya M. Melnichenko<sup>1</sup>, Nina A. Savrasova<sup>2</sup>, Melania P. Iofereva<sup>1</sup>, Tatjana A. Shevchuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Dental clinic “Elegiya”, Minsk, Republic of Belarus

## LINEAR AND VOLUMETRIC PARAMETERS OF THE SPHENOID SINUS ACCORDING TO CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

**Abstract.** Sphenoid sinus is one of four air-filled spaces inside cranium bones, which drain into the nasal cavity. It has high individual anatomical variability, including sexual dimorphism, ethnic and geographic variations in morphometric parameters.

The purpose of the study was to establish the dependence of the morphometric parameters of the sphenoid sinus on its extent in the dorsal and lateral directions.

Cone beam computed tomography (CBCT) data of 245 patients (98 males and 147 females, mean age  $37 \pm 13$  years) who received dental and ENT care at a private medical center in Minsk in 2023–2024 were assessed.

The postsellar type of the sphenoid sinus was more frequent in males and females (71.4 and 66.6 %, respectively). The volume of the sinus in the present study varied between 3.4–37.5 cm<sup>3</sup>. It was larger in males. In patients under 30 years of age, the volume and width of the sphenoid sinus were significantly larger compared to patients 31–84 years old. All linear dimensions of the sinus were significantly larger in the postsellar type. The width and volume of the sinus were significantly larger as lateral expansion into the greater wings of the sphenoid occurred. In 56.7 % of patients, the sphenoid sinus was divided by the septum into right and left parts, most often asymmetric. In 11.0 % of cases, one air cavity was detected. In 32.3 % of patients, in addition to the main septum, accessory septa were present, which in about half the cases were inserted at the wall of carotid prominence.

Due to the high variability of the morphometric parameters of the sphenoid sinus, when considering the possibility of an endoscopic transsphenoidal approach to the skull base, a thorough preoperative CBCT examination of the sinuses is recommended.

**Keywords:** sphenoid sinus, internal carotid artery, sphenoidal septum, cone beam computed tomography

**For citation:** Kabak S. L., Melnichenko Y. M., Savrasova N. A., Iofereva M. P., Shevchuk T. A. Linear and volumetric parameters of the sphenoid sinus according to cone beam computed tomography. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya medytsynskikh navuk* = *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series*, 2025, vol. 22, no. 1, pp. 33–44 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2025-22-1-33-44>

**Введение.** Пазуха клиновидной кости<sup>1</sup> – одна из четырех воздухоносных полостей черепа, сообщающихся с полостью носа, – характеризуется высокой индивидуальной анатомической вариабельностью, включая половой диморфизм, этнической и географической изменчивостью морфометрических параметров [1, 2]. По данным литературы, горизонтальный размер пазухи, как правило, самый большой, а переднезадний диаметр – самый короткий [3, 4]. При рождении пазуха клиновидной кости находится в рудиментарном состоянии. Ее быстрое развитие начинается примерно с 3-летнего возраста, к 7 годам ее задняя стенка доходит до уровня турецкого седла, а к 12–13 годам пазуха практически достигает своих дефинитивных размеров [5–8].

В зависимости от протяженности воздухоносной полости клиновидной кости в переднезаднем направлении различают четыре типа пазухи: конхальный, преселлярный, селлярный и постселлярный [9, 10]. Частота встречаемости этих типов пазух существенно варьируется в разных популяциях [11, 12].

При латеральной экспансии за пределы тела клиновидной кости воздухоносная полость может заходить в крыловидные отростки, большие и малые крылья [13]. По данным Parameshwar с соавт. [11], одно- или двусторонняя пневматизация больших крыльев встречается в 26,8 % пазух.

Цель исследования – установить зависимость морфометрических параметров пазухи клиновидной кости от ее протяженности в переднезаднем и латеральном направлениях у жителей Республики Беларусь.

**Материалы и методы исследования.** Изучены данные конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) 244 стоматологических и ЛОР-пациентов в возрасте от 18 до 84 лет (98 мужчин и 146 женщин, средний возраст  $37 \pm 13$  лет), получивших медицинскую помощь в частных медицинских центрах г. Минска в 2023–2024 гг. Рентгенологическое исследование было выполнено на аппарате ProMax® 3D Max (Planmeca Oy, Helsinki, Финляндия) в программе Planmeca Romexis и на аппарате GALILEOS GAX5 в программе GALILEOS Viewer (Sirona, Bensheim, Германия) по стандартным методикам для визуализации околоносовых пазух.

Линейные размеры и объем пазух конхального и преселлярного типов не учитывали при расчете статических параметров, так как у таких пациентов тело клиновидной кости пневматизировалось на небольшом протяжении, и отсутствовала латеральная экспансия воздухоносной полости. Кроме того, такие типы пазухи были выявлены всего у 10 человек (4 % от общего количества пациентов).

Результаты исследования представлены в виде абсолютных величин и процентного соотношения. В список агрегированных показателей вошли: среднее значение, стандартное отклонение, медиана, процентная доля с указанием ее интервального покрытия (доверительного интервала (ДИ) с уровнем надежности 95 %). Вариабельность признаков оценивали с помощью коэффициента вариации. Проверку на соответствие выборочных совокупностей закону нормального распределения проводили с использованием теста Колмогорова–Смирнова и критерия согласия Шапиро–Уилка при уровне значимости 0,05. Для сравнения двух выборок количественных данных при нормальном распределении применяли *t*-критерий Стьюдента. Анализ выборок количественных данных, распределение которых было отличным от нормального, проводили с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни (*U*-тест). При сравнении качественных признаков использовали критерий соответствия Пирсона (метод  $\chi^2$ ). Статистически значимым

<sup>1</sup> Такое название представлено в Международной анатомической терминологии (FIPAT TA2) последней редакции (2019). В связи с этим в статье не используется термин «клиновидные пазухи», который встречается в литературе. Авторы считают, что в теле клиновидной кости находится одна воздухоносная полость, разделенная полной костной перегородкой на две половины.

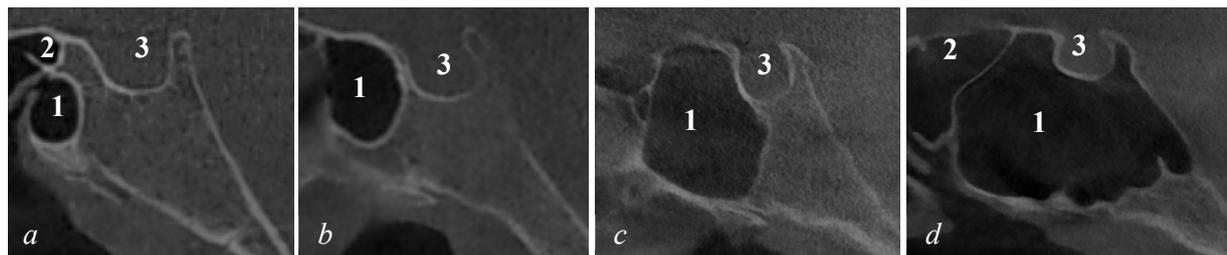


Рис. 1. Типы клиновидных пазух (КЛКТ, сагиттальные сканы): *a* – конхальный; *b* – преселлярный; *c* – селлярный; *d* – постселлярный. 1 – клиновидная пазуха; 2 – задняя решетчатая ячейка; 3 – турецкое седло

Fig. 1. Types of sphenoid sinuses (CBCT, sagittal scans): *a* – conchal type; *b* – pressellar type; *c* – sellar type; *d* – postsellar type. 1 – sphenoid sinus; 2 – posterior ethmoidal cell; 3 – sella turcica

считали результат, если вероятность ошибки в отрицании нулевой гипотезы об отсутствии различий не превышала 5 % ( $p < 0,05$ ).

Классификация клиновидных пазух проводилась по трем морфологическим признакам [2]:

1. *Протяженность* воздухоносной полости в дорсальном направлении определялась относительно стенок турецкого седла (рис. 1). Конхальный (раковинный) тип пазухи – полость находится на уровне верхней носовой раковины, не доходя до передней стенки турецкого седла. Преселлярный тип – задняя стенка пазухи находится на уровне передней стенки седла. Селлярный тип – пневматизация тела клиновидной кости не распространяется за пределы задней стенки турецкого седла. Постселлярный (затылочно-клиновидный) тип – воздухоносная полость простирается кзади от спинки турецкого седла.

2. *Латеральная экспансия* пазухи клиновидной кости определялась по уровню расположения ее боковой стенки относительно линии, соединяющей круглое отверстие с крыловидным каналом. При этом учитывали случаи, когда воздухоносная полость пневматизировала одновременно крыловидный отросток и большие крылья клиновидной кости (рис. 2).

3. По *расположению основной перегородки*, а также по *наличию дополнительных перегородок* (септ) пазуху клиновидной кости классифицировали как одиночную, парную или многокомпонентную. Одиночная пазуха пневматизировала тело и отростки клиновидной кости. В зависимости от расположения основной перегородки парные пазухи подразделяли на симметричные и асимметричные (при девиации перегородки в сторону от срединной плоскости). При наличии высоких неполных добавочных септ в многокомпонентных пазухах последние разделялись на относительно изолированные компартменты.

На аксиальных КЛКТ-сканах (рис. 3) измеряли *ширину пазухи*, максимальный горизонтальный размер, а также *глубину*, максимальный переднезадний размер; на сагиттальных сканах – максимальный вертикальный размер, максимальную *высоту*.

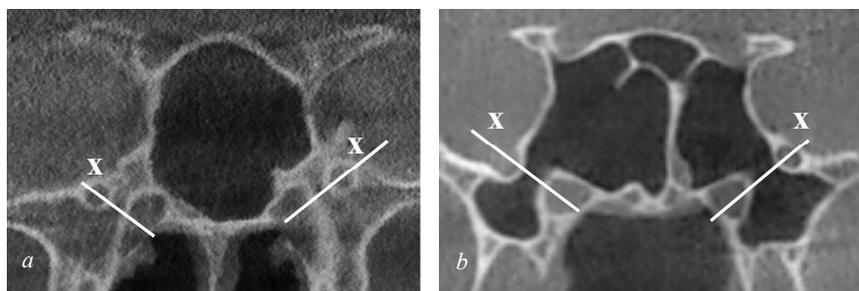


Рис. 2. Протяженность латеральной пневматизации клиновидной кости (КЛКТ, фронтальные сканы): *a* – воздушная полость не распространяется кнаружи от линии, соединяющей круглое отверстие и канал крыловидного нерва (линия *x*); *b* – пазуха клиновидной кости с двух сторон распространяется за пределы линии *x*

Fig. 2. Lateral extension of the sphenoid sinus (CBCT, frontal scans): *a* – air cavity does not extend outward from the line connecting the foramen rotundum and the pterygoid canal (line *x*); *b* – sphenoid sinus on both sides extends beyond the line *x*

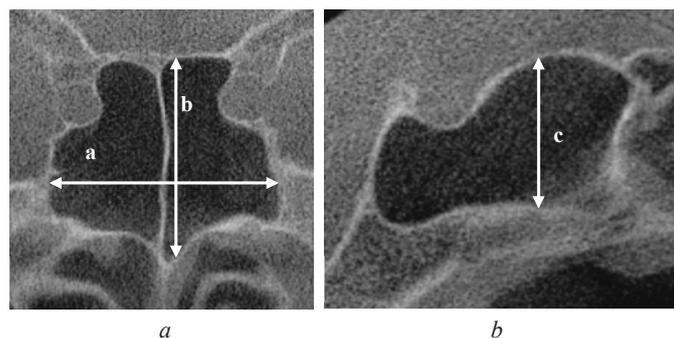


Рис. 3. Максимальные линейные размеры пазухи клиновидной кости ( $a$  – ширина,  $b$  – глубина,  $c$  – высота). КЛКТ, аксиальный ( $a$ ) и сагиттальный ( $b$ ) сканы

Fig. 3. Maximum linear dimensions of the sphenoid sinus ( $a$  – width,  $b$  – depth,  $c$  – height). CBCT, axial ( $a$ ) and sagittal ( $b$ ) scans

Объем воздухоносной полости рассчитывали по формуле

$$V = \frac{1}{2}abc,$$

где  $a$  – максимальная высота;  $b$  – максимальная ширина (двух пазух);  $c$  – максимальный переднезадний размер [14].

Средние ( $M$ ) и медианные ( $Me$ ) значения морфометрических показателей, а также первый и третий квартили (25; 75) рассчитывали отдельно у пациентов с сельлярным и постсельлярным типами клиновидной пазухи, а также в двух выборках – с наличием и с отсутствием ее латеральной экспансии.

У пациентов, разделенных на две возрастные группы (18–30 лет и 31–84 года), сравнивали объем пазухи клиновидной кости для определения возможного влияния возраста на степень пневматизации клиновидной кости.

**Результаты исследования.** В изученной выборке чаще всего встречался постсельлярный тип пазухи клиновидной кости (табл. 1).

Таблица 1. Частота встречаемости типов клиновидной пазухи

Table 1. Prevalence of sphenoid sinus pneumatization types

Тип пазухи	Мужчины, $n$ (%) ДИ для доли	Женщины, $n$ (%) ДИ для доли	Всего, $n$ (%) ДИ для доли
Конхальный	1 (1) 0,18–5,56	1 (0,7) 0,12–3,75	2 (0,8) 0,22–2,93
Пресельлярный	3 (3,1) 1,05–8,62	5 (3,4) 1,46–7,71	8 (3,3) 1,66–6,31
Сельлярный	24 (24,5) 17,04–33,86	43 (29,3) 22,50–37,06	67 (27,3) 22,15–33,25
Постсельлярный	70 (71,4) 61,81–79,43	98 (66,6) 58,71–73,78	168 (68,6) 62,51–74,06
Итого	98 (100,0)	147 (100,0)	245 (100,0)

Примечание. Здесь и в табл. 2–6:  $n$  – количество пациентов; доверительный интервал (ДИ) рассчитан по методу Уилсона.

Установлено, что процентное соотношение типов клиновидной пазухи не зависит от пола ( $p = 0,883$ ). Постсельлярный тип пазухи клиновидной кости оказался доминирующим как у мужчин, так и у женщин (около 68 % пациентов).

Объем воздухоносной полости варьировался в пределах 3,4–37,5 см<sup>3</sup>. Коэффициент вариации 37,5–50 % указывает на высокую изменчивость рассчитанного показателя как по всей выборке, так и отдельно по сельлярному и постсельлярному типам.

Объем пазухи клиновидной кости у пациентов в возрасте до 30 лет оказался статистически значимо больше, чем у пациентов 31–84 лет ( $p = 0,038$ ) (табл. 2). При сравнении линейных размеров в двух возрастных группах статистически значимые большие показатели обнаружены только в отношении ширины воздухоносной полости у пациентов 18–30 лет ( $p = 0,017$ ).

Таблица 2. Морфометрические параметры пазухи клиновидной кости в зависимости от возраста

Table 2. Morphometric parameters of the sphenoid sinus in relation to age

Морфометрический параметр	Пациенты в возрасте 18–30 лет	Пациенты в возрасте 31–84 года	Всего
	M ± SD (n = 87)	Me (25; 75), min–max / M ± SD (n = 148)	
Ширина, см	4,1 ± 1,1 (n = 87)	3,8 ± 0,9 (n = 148)	3,7 (3,1; 4,4) 1,7–7,8 (n = 235)
	$p = 0,017$		
Глубина, см	3,0 ± 0,5 (n = 87)	2,9 ± 0,5 (n = 148)	2,9 ± 0,5 (n = 235)
Высота, см	2,4 ± 0,3 (n = 87)	2,3 ± 0,4 (n = 148)	2,4 ± 0,4 (n = 235)
Объем, см <sup>3</sup>	15,4 ± 7,4 (n = 87)	11,6 (9,2; 15,9) 3,4–37,5 (n = 148)	12,2 (9,5; 17,5) 3,4–37,5 (n = 235)
	$p = 0,038$		

Объем пазухи клиновидной кости оказался статистически значимо больше у мужчин, чем у женщин ( $p = 0,010$ ) (табл. 3, рис. 4). При анализе объема пазухи отдельно при постселлярном и селлярном типах статистически значимые гендерные различия обнаружены только для постселлярного типа. Объем пазухи клиновидной кости при этом типе оказался больше у мужчин ( $p = 0,008$ ).

Таблица 3. Объем пазухи в зависимости от типа пневматизации клиновидной кости, см<sup>3</sup> (Me (25; 75), min–max / M ± SD)

Table 3. Sinus volume in relation to type of pneumatization of the sphenoid bone, cm<sup>3</sup> (Me (25; 75), min–max / M ± SD)

Тип пазухи	Мужчины	Женщины	Всего	
Селлярный	9,0 (6,3; 12,5) 3,4–31,1 (n = 24)	9,0 (6,9; 11,5) 3,5–35,7 (n = 43)	9,0 (6,4; 11,5) 3,4–35,7 (n = 67)	$p = 0,000$
	14,9 (12,2; 20,5) 7,0–37,5 (n = 70)	12,8 (10,5; 17,9) 6,9–31,4 (n = 98)	14,0 (11,1; 18,8) 6,9–37,5 (n = 168)	
Итого	$p = 0,008$			
	15,8 ± 7,9 (n = 94)	11,5 (9,2; 15,8) 3,5–35,7 (n = 141)	12,2 (9,5; 17,5) 3,4–37,5 (n = 235)	
$p = 0,010$				

Представленная на рис. 4 диаграмма показывает больший разброс значений объема пазухи клиновидной кости у мужчин. Наибольшее количество пациентов обоего пола имели объем пазухи в пределах 10–15 см<sup>3</sup> как у мужчин, так и у женщин. Доля мужчин, у которых объем пазухи оказался выше этих значений, превысила 40 %, в то время как доля женщин с большим объемом пазухи составила 27,6 %. Примечательно, что при этом среди мужчин доля пациентов с самым маленьким объемом клиновидной пазухи также оказалась выше – 3,2 % против 1,4 % у женщин.

При сравнении линейных размеров воздухоносной полости клиновидной кости у женщин и мужчин (табл. 4) оказалось, что ее ширина и высота статистически значимо больше у мужчин, в то время как достоверных гендерных различий по глубине не обнаружено.

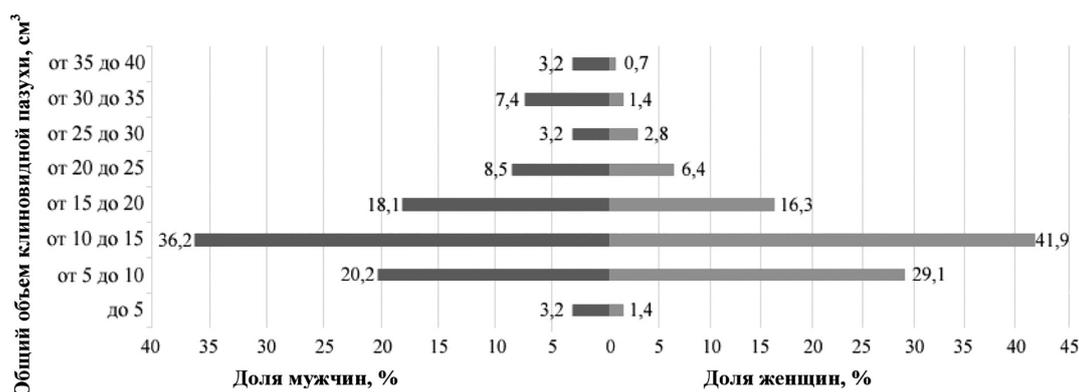


Рис. 4. Объем пазухи клиновидной кости у мужчин и женщин

Fig. 4. Volume of the sphenoid sinus in males and females

Т а б л и ц а 4. Линейные размеры пазухи клиновидной кости, Me (25; 75), min–max / M ± SD

T a b l e 4. Linear dimensions of the sphenoid sinus, Me (25; 75), min–max / M ± SD

Морфометрический параметр	Мужчины	Женщины	Всего
Ширина, см	4,1 ± 1,1 (n = 94)	3,6 (3,1; 4,1) 1,7–7,8 (n = 141)	3,7 (3,1; 4,4) 1,7–7,8 (n = 235)
	<i>p</i> = 0,010		
Глубина, см	3,0 ± 0,5 (n = 94)	2,9 ± 0,4 (n = 141)	2,9 ± 0,5 (n = 235)
Высота, см	2,4 ± 0,4 (n = 94)	2,3 ± 0,3 (n = 141)	2,4 ± 0,4 (n = 235)
	<i>p</i> = 0,016		

Сравнение линейных размеров при постселлярном и селлярном типах пазухи показало статистически значимые различия по всем показателям. Ширина, высота и глубина пазухи клиновидной кости были больше при постселлярном типе пазухи клиновидной кости (табл. 5).

Т а б л и ц а 5. Линейные размеры пазухи в зависимости от типа пневматизации клиновидной кости

T a b l e 5. Linear dimensions of sinus in relation to type of pneumatization of the sphenoid bone

Морфометрический параметр	Селлярный тип	Постселлярный тип	Всего
	M ± SD	Me (25; 75), min–max / M ± SD	
Ширина, см	3,4 ± 0,7 (n = 67)	3,8 (3,3; 4,6) 2,4–7,8 (n = 168)	3,7 (3,1; 4,4) 1,7–7,8 (n = 235)
	<i>p</i> = 0,000		
Глубина, см	2,5 ± 0,5 (n = 67)	3,1 ± 0,3 (n = 168)	2,9 ± 0,5 (n = 235)
	<i>p</i> = 0,000		
Высота, см	2,2 ± 0,4 (n = 67)	2,4 ± 0,4 (n = 168)	2,3 ± 0,4 (n = 235)
	<i>p</i> = 0,004		

Анализ ширины пазух клиновидной кости при наличии и отсутствии пневматизации больших крыльев показал, что значение этого параметра статистически значимо больше при латеральной экспансии пазухи (табл. 6).

Таблица 6. Ширина пазухи клиновидной кости при наличии или отсутствии латеральной пневматизации  
Table 6. Width of the sphenoid sinus in relation to the presence of lateral pneumatization

Морфометрический параметр	Латеральная пневматизация присутствует	Латеральная пневматизация отсутствует	Всего Me (25; 75), min-max
	M ± SD		
Ширина, см	4,6 ± 1,0 (n = 114)	3,2 ± 0,5 (n = 121)	3,7 (3,1; 4,4) 1,7–7,8 (n = 235)
	<i>p</i> = 0,000		

При постселлярном типе клиновидной пазухи большие крылья клиновидной кости пневматизировались статистически достоверно чаще, чем при селлярном типе (*p* = 0,000) (рис. 5). В обоих случаях двустороннее распространение воздухоносной полости в большие крылья встречалось чаще, чем при односторонней экспансии.

При распространении воздухоносной полости в большие крылья клиновидной кости объем пазухи составил 18,3 ± 7,2 см<sup>3</sup>, при отсутствии латеральной пневматизации – 10,2 ± 3,2 см<sup>3</sup> (различия статистически достоверны при *p* = 0,000).

У 139 (56,7 %) пациентов регистрировалась парная воздухоносная полость в клиновидной кости, которая разделялась полной перегородкой на правую и левую половины (рис. 6, *a*, *b*), причем у большинства из них (58,9 %) перегородка располагалась асимметрично. В 27 (11,0 %) случаях одна воздушная полость пневматизировала тело и другие части клиновидной кости с двух сторон, при этом контралатеральная сторона пазухи была гипоплазирована (рис. 6, *c*). У 79 (32,3 %) человек помимо основной (полной) перегородки слева и/или справа присутствовали добавочные перегородки, которые дополнительно разделяли их на относительно изолированные отсеки (рис. 6, *d*). У 37 (46,8 %) пациентов с септами они фиксировались к костной стенке, отделяющей пазуху от внутренней сонной артерии (рис. 7).

**Обсуждение.** Фактором, предопределяющим принятие решения об эндоскопическом оперативном вмешательстве на пазухе клиновидной кости и соседних структурах (например, гипофизе), является ее размер, включая объем и максимальный переднезадний диаметр [2]. По данным литературы, имеются существенные этнические и географические различия этих параметров. Например, у китайцев объем клиновидной пазухи больше, чем у жителей Малайзии [15]. Авторы

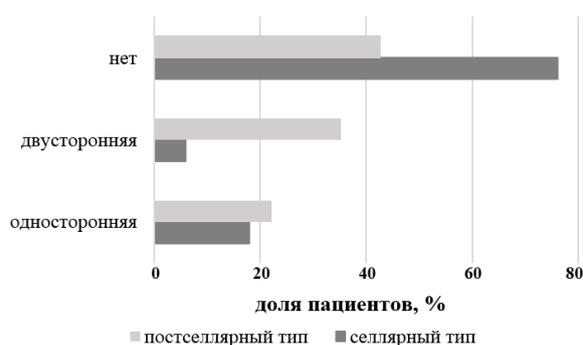


Рис. 5. Латеральная пневматизация (одно- или двусторонняя) клиновидной кости при селлярном и постселлярном типах клиновидной пазухи  
Fig. 5. Lateral pneumatization (unilateral or bilateral) of the sphenoid bone in sellar and post-sellar types of sphenoid sinus



Рис. 6. Топография костных перегородок (стрелки) пазухи клиновидной кости (КЛКТ, аксиальные сканы):  
*a* – полная перегородка, делящая пазуху на две симметричные части; *b* – полная перегородка, делящая пазуху на две асимметричные части; *c* – перегородка отделяет гипоплазированную половину (\*) от контралатеральной стороны пазухи; *d* – множественные костные перегородки

Fig. 6. Topography of the bony septa (arrows) of the sphenoid sinus (CBCT, axial scans):  
*a* – complete septum dividing the sinus into two symmetrical parts; *b* – complete septum dividing the sinus into two asymmetric parts; *c* – the septum separates the hypoplastic part (\*) from the contralateral side of the sinus; *d* – multiple intrasphenoid septa

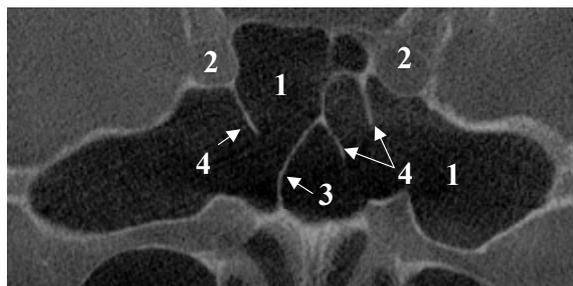


Рис. 7. Протрузия внутренней сонной артерии (КЛКТ, аксиальные сканы): 1 – пазуха клиновидной кости, 2 – внутренняя сонная артерия, 3 – основная септа, 4 – добавочные септы

Fig. 7. Protrusion of the internal carotid artery (CBCT, axial scans): 1 – sphenoid sinus, 2 – internal carotid artery, 3 – intersphenoid septum, 4 – accessory septa

отмечают, что при этом ее средний объем не превышает  $12 \text{ см}^3$ . Kim с соавт. [16] объясняют объем пазухи в  $13,8 \text{ см}^3$  у жителей Кореи большими размерами их головы относительно других частей тела. Средний объем воздухоносной пазухи клиновидной кости у жителей ряда стран в несколько раз ниже. Так, в Российской Федерации этот показатель составляет  $6,8 \text{ см}^3$  [17], в Германии –  $5,3 \text{ см}^3$  [18], в Испании –  $3,5 \text{ см}^3$  [19], в Израиле –  $4,0 \text{ см}^3$  [20].

В проанализированной нами выборке, включающей самые частые типы пазухи, объем воздухоносной полости в клиновидной кости варьировался в пределах  $3,4\text{--}37,5 \text{ см}^3$  ( $Me = 12,2 \text{ см}^3$ ). При этом коэффициент вариации составил  $37,5\text{--}50 \%$ , что указывает на высокую изменчивость данного параметра. К аналогичному выводу можно прийти, анализируя разброс значений показателей объема

воздухоносной полости, полученный другими исследователями. Кроме расово-этнических факторов причиной такого разброса может служить методика определения объема воздухоносной полости. Одни авторы определяли объем автоматическим методом, другие рассчитывали этот параметр по формуле на основании линейных размеров.

По нашим данным, объем пазух сельлярного типа статистически достоверно меньше объема пазух постсельлярного типа ( $p = 0,000$ ). Полученные данные совпадают с результатами Pirinc с соавт. [21], которые также установили зависимость между типом пазухи и ее объемом. Таким образом, средние значения объема воздухоносной полости в клиновидной кости могут зависеть от соотношения разных типов в анализируемых выборках. В настоящем исследовании пазухи сельлярного и постсельлярного типов встречались соответственно в  $27,3$  и  $68,6 \%$  случаев (суммарно в  $95,9 \%$ ). По данным литературы, постсельлярный тип пазухи диагностируется у  $82,5 \%$  пациентов [22], а суммарно распространенность сельлярного и постсельлярного типов колеблется в диапазоне от  $74$  до  $92,5 \%$  [10, 23, 24]. В то же время в исследованиях некоторых авторов доминирует сельлярный вариант пазухи клиновидной кости, варьируя в пределах  $41,5\text{--}74 \%$  [21, 25–27].

Морфометрические параметры клиновидной пазухи меняются с возрастом. Ее линейные размеры и объем достигают максимальных значений к 15 годам [28]. В более старших возрастных группах большинство исследователей не выявили статистически достоверной связи между объемом пазухи и возрастом [15, 29, 30]. По данным Karakas и Kavakli [31], Cohen с соавт. [32], объем пазухи с возрастом уменьшается. Yonetsu с соавт. [8], анализируя объем пазухи клиновидной кости в разных возрастных группах (9 групп пациентов в возрасте от 1 года до 80 лет), установили, что он увеличивается до 30 лет, а затем уменьшается. В проведенном нами исследовании при сравнении объема пазухи клиновидной кости двух возрастных групп пациентов (18–30 и 31–84 лет) обнаружено, что значение этого показателя статистически значимо больше у пациентов в возрасте до 30 лет ( $p = 0,038$ ).

Karakas и Kavakli [31], анализируя КТ-сканы пациентов в возрасте от 5 до 55 лет, выявили примерно одинаковые объемы клиновидных пазух у мужчин и женщин ( $6,83 \pm 3,73$  и  $6,00 \pm 3,02 \text{ см}^3$  соответственно). Напротив, большинство литературных источников содержат информацию, указывающую на наличие полового диморфизма в отношении объема пазухи [2, 21, 27, 29, 33]. У мужчин этот параметр больше, чем у женщин. По нашим данным, объем пазухи клиновидной кости при постсельлярном типе оказался статистически значимо больше у мужчин. При этом существенных гендерных различий в объеме клиновидной пазухи при ее сельлярном типе не выявлено.

Линейные размеры, так же как и объем, зависят от типа пазухи. По данным Štoković с соавт. [10], не только переднезадний, но и другие линейные параметры клиновидной пазухи (высота и ширина) были максимальными при постсельлярном типе и минимальными при конхальном типе.

По нашим данным, ширина и высота воздухоносной полости при сельлярном и постсельлярном типах статистически значимо больше у мужчин, в то время как достоверных гендерных различий по глубине не выявлено. Ширина пазухи клиновидной кости оказалась статистически значимо больше при наличии пневматизации больших крыльев.

Пациенты с пневматизацией крыловидных отростков, спинки турецкого седла и передних наклоненных отростков имеют больший объем пазухи, чем лица, у которых воздухоносная полость не выходит за пределы тела клиновидной кости [27]. Кроме того, авторы отмечают, что различия в объемах при разных типах пазухи статистически достоверны. В изученной выборке объем пазух с пневматизацией больших крыльев клиновидной кости оказался статистически значимо больше, чем при ее отсутствии ( $p = 0,000$ ).

Famurewa с соавт. [34] обнаружили, что приблизительно у половины пациентов воздухоносная полость клиновидной кости разделяется одной перегородкой на две половины, в то время как у другой половины она разделяется на небольшие полости множественными септами. По данным этих авторов, только у 2,5 % пациентов септы (включая основную) отсутствовали. По нашим данным, у 56,7 % пациентов воздухоносная полость в клиновидной кости разделялась полной перегородкой на правую и левую половины, чаще асимметричные. У 11,0 % пациентов одна воздушная полость пневматизировала тело и отростки клиновидной кости одновременно с двух сторон. В 32,3 % случаев обнаружены добавочные (неполные) костные перегородки. При этом у 37 (15,1 %) пациентов основная или добавочные септы были прикреплены к костной стенке пазухи, прилежащей к внутренней сонной артерии. В литературе такой вариант расположения перегородок отмечен в диапазоне от 4,9 до 89 % случаев [34].

**Заключение.** Объем воздухоносной полости клиновидной кости и ее линейные размеры зависят от типа пазухи и ее экспансии за пределы тела. Максимальные значения всех параметров выявляются при постсельлярном типе пазухи и пневматизации больших крыльев кости. Имеются гендерные различия в объеме и линейных размерах полости. В связи с высокой изменчивостью морфометрических параметров воздухоносной полости при рассмотрении возможности эндоскопического трансфеноидального доступа к основанию черепа рекомендуется проводить детальную предоперационную визуализацию пазухи клиновидной кости.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список использованных источников

1. Ominde, B. S. Pneumatization patterns of the sphenoid sinus in adult Nigerians and their clinical implications / B. S. Ominde, J. Ikubor, P. S. Igbigbi // *Ethiopian Journal of Health Sciences*. – 2021. – Vol. 31, N 6. – P. 1295–1302. <https://doi.org/10.4314/ejhs.v31i6.26>
2. Morphometric characteristics of the sphenoid sinus and potential influencing factors: A retrospective assessment using cone beam computed tomography (CBCT) / P. Singh, K. Hung, D. H. Ajmera [et al.] // *Anatomical Science International*. – 2021. – Vol. 96, N 4. – P. 544–555. <https://doi.org/10.1007/s12565-021-00622-x>
3. Wiebracht, N. D. Complex anatomy of the sphenoid sinus: A radiographic study and literature review / N. D. Wiebracht, L. A. Zimmer // *Journal of Neurological Surgery. Part B: Skull Base*. – 2014. – Vol. 75, N 6. – P. 378–382. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1376195>
4. Ramos, B. C. Volumetric and linear evaluation of the sphenoidal sinus of a Brazilian population, in cone beam computed tomography / B. C. Ramos, F. R. Manzi, A. I. Vespasiano // *Journal of Forensic and Legal Medicine*. – 2021. – Vol. 77. – Art. 102097. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2020.102097>
5. Development of the sphenoid sinus from newborn to age 18: A computed tomography imaging analysis / C. Aksakal, S. Aktı, M. E. Çeker [et al.] // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. – 2022. – Vol. 162. – Art. 111327. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2022.111327>
6. Volumetric changes of the paranasal sinuses with age: A systematic review / A. Iturralde-Garrote, J. L. Sanz, L. Forner [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2023. – Vol. 12, N 10. – Art. 3355. <https://doi.org/10.3390/jcm12103355>
7. Sex determination using human sphenoid sinus in a Northeast Iranian population: A discriminant function analysis / S. A. Banihashem Rad, N. Anbiaee, S. Moeini, A. Bagherpour // *Journal of Dentistry (Shiraz)*. – 2023. – Vol. 24, suppl. 1. – P. 95–102. <https://doi.org/10.30476/dentjods.2022.92915.1685>
8. Yonetsu, K. Age-related expansion and reduction in aeration of the sphenoid sinus: volume assessment by helical CT scanning / K. Yonetsu, M. Watanabe, T. Nakamura // *American Journal of Neuroradiology*. – 2000. – Vol. 21, N 1. – P. 179–182.
9. Sphenoid sinus anatomical variants and pathologies: pictorial essay / K. S. Sethi, S. Choudhary, P. K. Ganesan [et al.] // *Neuroradiology*. – 2023. – Vol. 65, N 8. – P. 1187–1203. <https://doi.org/10.1007/s00234-023-03163-4>
10. Sphenoid sinus types, dimensions and relationship with surrounding structures / N. Štoković, V. Trkulja, I. Dumić-Čule [et al.] // *Annals of Anatomy*. – 2016. – Vol. 203. – P. 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2015.02.013>

11. The evaluation of variations in patterns of sphenoid sinus pneumatization using computed tomography in a South Indian population / B. H. P. Keerthi, S. G. Savagave, A. K. Sakalecha [et al.] // *Cureus*. – 2022. – Vol. 14, N 3. – P. e23174. <https://doi.org/10.7759/cureus.23174>
12. Karadayi Buyukozsoy, A. Evaluation of sphenoid sinus pneumatization subtypes in posteroanterior and lateral directions on CT imaging / A. Karadayi Buyukozsoy, E. Karatay, H. Tastekin Toz // *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences*. – 2024. – Vol. 28, N 2. – P. e131911. <https://doi.org/10.5812/jkums-131911>
13. Pneumatization and extensions of the sphenoid sinus: a CT overlook / V. Budu, S. Crac, C. Goanta [et al.] // *Romanian Journal of Rhinology*. – 2021. – Vol. 11, N 41. – P. 24–29. <https://doi.org/10.2478/rjr-2021-0005>
14. Paranasal sinuses in children: size evaluation of maxillary, sphenoid, and frontal sinuses by magnetic resonance imaging and proposal of volume index percentile curves / G. Barghouth, J. Prior, D. Lepori [et al.] // *European Radiology*. – 2002. – Vol. 12, N 6. – P. 1451–1458. <https://doi.org/10.1007/s00330-001-1218-9>
15. Volumetric evaluation of the sphenoid sinus among different races in the Southeast Asian (SEA) population: a computerized tomography study / G. J. Tuang, F. D. Zahedi, S. Husain [et al.] // *International Journal of Medical Sciences*. – 2023. – Vol. 20, N 2. – P. 211–218. <https://doi.org/10.7150/ijms.68095>
16. Comparative study of the pneumatization of the mastoid air cells and paranasal sinuses using three-dimensional reconstruction of computed tomography scans / J. Kim, S. W. Song, J. H. Cho [et al.] // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2010. – Vol. 32, N 6. – P. 593–599. <https://doi.org/10.1007/s00276-009-0618-4>
17. Intraoperative sphenoid sinus volume measurement as an alternative technique to intraoperative computer tomography / S. Karpishchenko, I. Arustamyan, O. Stancheva [et al.] // *Diagnostics (Basel)*. – 2020. – Vol. 10, N 6. – Art. 350. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10060350>
18. Computed tomography measurements of different dimensions of maxillary and frontal sinuses / P. Sahlstrand-Johnson, M. Jannert, A. Strömbeck, K. Abul-Kasim // *BMC Medical Imaging*. – 2011. – Vol. 11. – Art. 8. <https://doi.org/10.1186/1471-2342-11-8>
19. Anatomical variations in the human paranasal sinus region studied by CT / I. Pérez-Piñas, J. Sabaté, A. Carmona [et al.] // *Journal of Anatomy*. – 2000. – Vol. 197, Pt. 2. – P. 221–227. <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2000.19720221.x>
20. Volumetric analysis of the maxillary, sphenoid and frontal sinuses: A comparative computerized tomography based study / O. Cohen, M. Warman, M. Fried [et al.] // *Auris Nasus Larynx*. – 2018. – Vol. 45, N 1. – P. 96–102. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2017.03.003>
21. Classification and volumetric study of the sphenoid sinus on MDCT images / B. Pirinc, Z. Fazliogullari, I. Guler [et al.] // *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. – 2019. – Vol. 276, N 10. – P. 2887–2894. <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05549-8>
22. Tavakoli, M. Sphenoid sinus pneumatization types and correlation with adjacent neurovascular structures using cone-beam computed tomography / M. Tavakoli, N. Jafari-Pozve, S. S. Aryanezhad // *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. – 2023. – Vol. 75, N 3. – P. 2245–2250. <https://doi.org/10.1007/s12070-023-03796-0>
23. Sphenoid sinus: Pneumatization and septation patterns in a Hispanic population / J. L. Treviño-Gonzalez, F. Maldonado-Chapa, J. A. Becerra-Jimenez [et al.] // *Journal for Oto-rhino-laryngology and its Related Specialties*. – 2021. – Vol. 83, N 5. – P. 362–371. <https://doi.org/10.1159/000514458>
24. Morphometry and intracranial relations of the sphenoid sinus in context to endoscopic transnasal transsphenoidal surgery / K. Gandhi, S. T. Patil, B. Kumar [et al.] // *Cureus*. – 2023. – Vol. 15, N 6. – P. e40187. <https://doi.org/10.7759/cureus.40187>
25. Anatomical variations of the sphenoid sinus and their impact on trans-sphenoid pituitary surgery / O. Hamid, L. El Fiky, O. Hassan [et al.] // *Skull Base*. – 2008. – Vol. 18, N 1. – P. 9–15. <https://doi.org/10.1055/s-2007-992764>
26. Kayalioglu, G. Variations in sphenoid sinus anatomy with special emphasis on pneumatization and endoscopic anatomy distances / G. Kayalioglu, M. Erturk, T. Varol // *Neurosciences (Riyadh)*. – 2005. – Vol. 10, N 1. – P. 79–84.
27. Volumetric assessment of sphenoid sinuses through segmentation on CT scan / D. Gibelli, M. Cellina, S. Gibelli [et al.] // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2018. – Vol. 40, N 2. – P. 193–198. <https://doi.org/10.1007/s00276-017-1949-1>
28. Development of the sphenoid sinus in Japanese children: A retrospective longitudinal study using three-dimensional computed tomography / M. Higashino, S. Abe, M. Sawada [et al.] // *Journal of Clinical Medicine*. – 2022. – Vol. 11, N 21. – Art. 6311. <https://doi.org/10.3390/jcm11216311>
29. Sphenoid sinus in relation to age, gender, and cephalometric indices / C. M. Özer, K. Atalar, I. I. Öz [et al.] // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2018. – Vol. 29, N 8. – P. 2319–2326. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000004869>
30. Gurlek Celik, N. Analysis of sphenoid sinus and ethmoid sinus volume and asymmetry by sex: A 3D-CT study / N. Gurlek Celik, B. Akman // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2024. – Vol. 46, N 5. – P. 551–558. <https://doi.org/10.1007/s00276-024-03319-8>
31. Karakas, S. Morphometric examination of the paranasal sinuses and mastoid air cells using computed tomography / S. Karakas, A. Kavakli // *Annals of Saudi Medicine*. – 2005. – Vol. 25, N 1. – P. 41–45. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2005.41>
32. Volumetric analysis of the maxillary, sphenoid and frontal sinuses: A comparative computerized tomography based study / O. Cohen, M. Warman, M. Fried [et al.] // *Auris Nasus Larynx*. – 2018. – Vol. 45, N 1. – P. 96–102. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2017.03.003>
33. Volumetric study of sphenoid sinuses: anatomical analysis in helical computed tomography / J. M. Oliveira, M. B. Alonso, M. J. de Sousa E. Tucunduva [et al.] // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2017. – Vol. 39, N 4. – P. 367–374. <https://doi.org/10.1007/s00276-016-1743-5>
34. Sphenoid sinus pneumatization, septation, and the internal carotid artery: A computed tomography study / O. C. Famurewa, B. O. Ibitoye, S. A. Ameye [et al.] // *Nigerian Medical Journal*. – 2008. – Vol. 59, N 1. – P. 7–13. [https://doi.org/10.4103/nmj.NMJ\\_138\\_18](https://doi.org/10.4103/nmj.NMJ_138_18)

## References

1. Ominde B. S., Ikubor J., Igbigbi P. S. Pneumatization patterns of the sphenoid sinus in adult Nigerians and their clinical implications. *Ethiopian Journal of Health Sciences*, 2021, vol. 31, no. 6, pp. 1295–1302. <https://doi.org/10.4314/ejhs.v31i6.26>
2. Singh P., Hung K., Ajmera D. H., Yeung A. W. K., von Arx T., Bornstein M. M. Morphometric characteristics of the sphenoid sinus and potential influencing factors: A retrospective assessment using cone beam computed tomography (CBCT). *Anatomical Science International*, 2021, vol. 96, no. 4, pp. 544–555. <https://doi.org/10.1007/s12565-021-00622-x>
3. Wiebracht N. D., Zimmer L. A. Complex anatomy of the sphenoid sinus: A radiographic study and literature review. *Journal of Neurological Surgery Part B: Skull Base*, 2014, vol. 75, no. 6, pp. 378–382. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1376195>
4. Ramos B. C., Manzi F. R., Vespasiano A. I. Volumetric and linear evaluation of the sphenoidal sinus of a Brazilian population, in cone beam computed tomography. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 2021, vol. 77, art. 102097. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2020.102097>
5. Aksakal C., Akti S., Çeker M. E., Subaşı Aksakal B., Sapmaz E., Gökçe E. Development of the sphenoid sinus from newborn to age 18: A computed tomography imaging analysis. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 2022, vol. 162, art. 111327. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2022.111327>
6. Iturralde-Garrote A., Sanz J. L., Forner L., Melo M., Puig-Herreros C. Volumetric changes of the paranasal sinuses with age: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 2023, vol. 12, no. 10, art. 3355. <https://doi.org/10.3390/jcm12103355>
7. Banihashem Rad S. A., Anbiaee N., Moeini S., Bagherpour A. Sex determination using human sphenoid sinus in a northeast Iranian population: A discriminant function analysis. *Journal of Dentistry (Shiraz)*, 2023, vol. 24, suppl. 1, pp. 95–102. <https://doi.org/10.30476/dentjods.2022.92915.1685>
8. Yonetsu K., Watanabe M., Nakamura T. Age-related expansion and reduction in aeration of the sphenoid sinus: volume assessment by helical CT scanning. *American Journal of Neuroradiology*, 2000, vol. 21, no. 1, pp. 179–182.
9. Sethi K. S., Choudhary S., Ganesan P. K., Sood N., Ramalingum W. B. S., Basil R., Dhawan S. Sphenoid sinus anatomical variants and pathologies: pictorial essay. *Neuroradiology*, 2023, vol. 65, no. 8, pp. 1187–1203. <https://doi.org/10.1007/s00234-023-03163-4>
10. Štoković N., Trkulja V., Dumić-Čule I., Čuković-Bagić I., Lauc T., Vukičević S., Grgurević L. Sphenoid sinus types, dimensions and relationship with surrounding structures. *Annals of Anatomy*, 2016, vol. 203, pp. 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2015.02.013>
11. Parameshwar Keerthi B. H., Savagave S. G., Sakalecha A. K., Reddy V., L Y. U. The evaluation of variations in patterns of sphenoid sinus pneumatization using computed tomography in a South Indian population. *Cureus*, 2022, vol. 14, no. 3, p. e23174. <https://doi.org/10.7759/cureus.23174>
12. Karadayi Buyukozsoy A., Karatay E., Tastekin Toz H. Evaluation of sphenoid sinus pneumatization subtypes in posteroanterior and lateral directions on CT imaging. *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences*, 2024, vol. 28, no. 2, p. e131911. <https://doi.org/10.5812/jkums-131911>
13. Budu V., Crac S., Goanta C., Farcasanu P. D., Decuseara T., Lupoi D. Pneumatization and extensions of the sphenoid sinus: a CT overlook. *Romanian Journal of Rhinology*, 2021, vol. 11, no. 41, pp. 24–29. <https://doi.org/10.2478/rjr-2021-0005>
14. Barghouth G., Prior J., Lepori D., Duvoisin B., Schnyder P., Gudinchet F. Paranasal sinuses in children: size evaluation of maxillary, sphenoid, and frontal sinuses by magnetic resonance imaging and proposal of volume index percentile curves. *European Radiology*, 2002, vol. 12, no. 6, pp. 1451–1458. <https://doi.org/10.1007/s00330-001-1218-9>
15. Tuang G. J., Zahedi F. D., Husain S., Hamizan A. K. W., Kew T. Y., Thanabalan J. Volumetric evaluation of the sphenoid sinus among different races in the Southeast Asian (SEA) population: a computerized tomography study. *International Journal of Medical Sciences*, 2023, vol. 20, no. 2, pp. 211–218. <https://doi.org/10.7150/ijms.68095>
16. Kim J., Song S. W., Cho J. H., Chang K. H., Jun B. C. Comparative study of the pneumatization of the mastoid air cells and paranasal sinuses using three-dimensional reconstruction of computed tomography scans. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 2010, vol. 32, no. 6, pp. 593–599. <https://doi.org/10.1007/s00276-009-0618-4>
17. Karpishchenko S., Arustamyan I., Stancheva O., Sharko K., Kaplun D., Bogachev M. I. Intraoperative sphenoid sinus volume measurement as an alternative technique to intraoperative computer tomography. *Diagnostics (Basel)*, 2020, vol. 10, no. 6, art. 350. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10060350>
18. Sahlstrand-Johnson P., Jannert M., Strömbeck A., Abul-Kasim K. Computed tomography measurements of different dimensions of maxillary and frontal sinuses. *BMC Medical Imaging*, 2011, vol. 11, art. 8. <https://doi.org/10.1186/1471-2342-11-8>
19. Pérez-Piñas I., Sabaté J., Carmona A., Catalina-Herrera C. J., Jiménez-Castellanos J. Anatomical variations in the human paranasal sinus region studied by CT. *Journal of Anatomy*, 2000, vol. 197, pt. 2, pp. 221–227. <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2000.19720221.x>
20. Cohen O., Warman M., Fried M., Shoffel-Havakuk H., Adi M., Halperin D., Lahav Y. Volumetric analysis of the maxillary, sphenoid and frontal sinuses: A comparative computerized tomography based study. *Auris Nasus Larynx*, 2018, vol. 45, no. 1, pp. 96–102. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2017.03.003>
21. Pirinc B., Fazliogullari Z., Guler I., Unver Dogan N., Uysal I. I., Karabulut A. K. Classification and volumetric study of the sphenoid sinus on MDCT images. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 2019, vol. 276, no. 10, pp. 2887–2894. <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05549-8>
22. Tavakoli M., Jafari-Pozve N., Aryanezhad S. S. Sphenoid sinus pneumatization types and correlation with adjacent neurovascular structures using cone-beam computed tomography. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 2023, vol. 75, no. 3, pp. 2245–2250. <https://doi.org/10.1007/s12070-023-03796-0>
23. Treviño-Gonzalez J. L., Maldonado-Chapa F., Becerra-Jimenez J. A., Soto-Galindo G. A., Morales-Del Angel J. A. Sphenoid sinus: Pneumatization and septation patterns in a Hispanic population. *Journal for Oto-Rhino-Laryngology and its Related Specialties*, 2021, vol. 83, no. 5, pp. 362–371. <https://doi.org/10.1159/000514458>

24. Gandhi K., Patil S. T., Kumar B., Patel M., Chawre P., Ahmad M., Pandita K., Parate S. B. Morphometry and intracranial relations of the sphenoid sinus in context to endoscopic transnasal transsphenoidal surgery. *Cureus*, 2023, vol. 15, no. 6, p. e40187. <https://doi.org/10.7759/cureus.40187>
25. Hamid O., El Fiky L., Hassan O., Kotb A., El Fiky S. Anatomic variations of the sphenoid sinus and their impact on trans-sphenoid pituitary surgery. *Skull Base*, 2008, vol. 18, no. 1, pp. 9–15. <https://doi.org/10.1055/s-2007-992764>
26. Kayalioglu G., Erturk M., Varol T. Variations in sphenoid sinus anatomy with special emphasis on pneumatization and endoscopic anatomy distances. *Neurosciences (Riyadh)*, 2005, vol. 10, no. 1, pp. 79–84.
27. Gibelli D., Cellina M., Gibelli S., Oliva A. G., Codari M., Termine G., Sforza C. Volumetric assessment of sphenoid sinuses through segmentation on CT scan. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 2018, vol. 40, no. 2, pp. 193–198. <https://doi.org/10.1007/s00276-017-1949-1>
28. Higashino M., Abe S., Sawada M., Yamada H., Ayani Y., Haginomori S. I. [et al.]. Development of the sphenoid sinus in Japanese children: A retrospective longitudinal study using three-dimensional computed tomography. *Journal of Clinical Medicine*, 2022, vol. 11, no. 21, art. 6311. <https://doi.org/10.3390/jcm11216311>
29. Özer C. M., Atalar K., Öz I. I., Toprak S., Barut Ç. Sphenoid sinus in relation to age, gender, and cephalometric indices. *Journal of Craniofacial Surgery*, 2018, vol. 29, no. 8, pp. 2319–2326. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000004869>
30. Gurlek Celik N., Akman B. Analysis of sphenoid sinus and ethmoid sinus volume and asymmetry by sex: A 3D-CT study. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 2024, vol. 46, no. 5, pp. 551–558. <https://doi.org/10.1007/s00276-024-03319-8>
31. Karakas S., Kavakli A. Morphometric examination of the paranasal sinuses and mastoid air cells using computed tomography. *Annals of Saudi Medicine*, 2005, vol. 25, no. 1, pp. 41–45. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2005.41>
32. Cohen O., Warman M., Fried M., Shoffel-Havakuk H., Adi M., Halperin D., Lahav Y. Volumetric analysis of the maxillary, sphenoid and frontal sinuses: A comparative computerized tomography based study. *Auris Nasus Larynx*, 2018, vol. 45, no. 1, pp. 96–102. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2017.03.003>
33. Oliveira J. M., Alonso M. B., de Sousa E. Tucunduva M. J., Fuziy A., Scocate A. C., Costa A. L. Volumetric study of sphenoid sinuses: anatomical analysis in helical computed tomography. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 2017, vol. 39, no. 4, pp. 367–374. <https://doi.org/10.1007/s00276-016-1743-5>
34. Famurewa O. C., Ibitoye B. O., Ameje S. A., Asaleye C. M., Ayoola O. O., Onigbinde O. S. Sphenoid sinus pneumatization, septation, and the internal carotid artery: A computed tomography study. *Nigerian Medical Journal*, 2008, vol. 59, no. 1, pp. 7–13. [https://doi.org/10.4103/nmj.NMJ\\_138\\_18](https://doi.org/10.4103/nmj.NMJ_138_18)

### Информация об авторах

*Кабак Сергей Львович* – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой. Белорусский государственный медицинский университет (пр. Дзержинского, 83, 220116, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0002-7173-1818>. E-mail: kabakmorph@gmail.com

*Мельниченко Юлия Михайловна* – канд. мед. наук, доцент. Белорусский государственный медицинский университет (пр. Дзержинского, 83, 220116, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0002-8742-6973>. E-mail: mjm1980@yandex.ru

*Саврасова Нина Александровна* – канд. мед. наук, доцент, врач-рентгенолог. Стоматологическая клиника «Элегия» (ул. Розы Люксембург, 143, 220036, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0000-0003-1297-0226>. E-mail: ninasavrassova@tut.by

*Юферева Мелания Павловна* – студент. Белорусский государственный медицинский университет (пр. Дзержинского, 83, 220116, г. Минск, Республика Беларусь). <https://orcid.org/0009-0000-2884-1133>. E-mail: melaniiaufere@yandex.ru

*Шевчук Татьяна Александровна* – канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник. Белорусский государственный медицинский университет (ул. Ленинградская, 6, 220006, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: t1266@mail.ru

### Information about the authors

*Sergey L. Kabak* – D. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department. Belarusian State Medical University (83, Dzerzhinski Ave., 220116, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0002-7173-1818>. E-mail: kabakmorph@gmail.com

*Yuliya M. Melnichenko* – Ph. D. (Med.), Associate Professor. Belarusian State Medical University (83, Dzerzhinski Ave., 220116, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0002-8742-6973>. E-mail: mjm1980@yandex.ru

*Nina A. Savrasova* – Ph. D. (Med.), Associate Professor, radiologist. Dental clinic “Elegiya” (143, Rosa Luxemburg Str., 220136, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0000-0003-1297-0226>. E-mail: ninasavrassova@tut.by

*Melania P. Iofereva* – student. Belarusian State Medical University (83, Dzerzhinski Ave., 220116, Minsk, Republic of Belarus). <https://orcid.org/0009-0000-2884-1133>. E-mail: melaniiaufere@yandex.ru

*Tatjana A. Shevchuk* – Ph. D. (Biol.), Senior Researcher. Belarusian State Medical University (6, Leningradskaya Str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: t1266@mail.ru