

DOI: <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2025-15-1-56-66>

Анатомические варианты строения клиновидной пазухи и типы ее пневматизации

М.В. Нерсисян^{1,2}, Х. Газаль¹, В.И. Попадюк¹¹ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»; Россия, 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6;²Центр хирургии головы и шеи АО «Ильинская больница»; Россия, 143421 Красногорск, д. Глухово, ул. Рублевское предместье, 2, корп. 2**Контакты:** Марина Владиславовна Нерсисян nermarina@yahoo.com,
Хишам Газаль Hichamghazal5592@gmail.com

Несмотря на значительные достижения в оториноларингологии и лучевой диагностике, клиновидная пазуха была и остается предметом интереса ученых-ринологов во всем мире. Это связано, в первую очередь, с бурным развитием эндоскопической хирургии клиновидной пазухи и основания черепа и эндоскопической нейрохирургии, благодаря которому стали возможны трансфеноидальные хирургические вмешательства при различной патологии sellarной и околоселлярной локализаций. Клиновидная пазуха чрезвычайно вариабельна по строению и пневматизации, что зачастую затрудняет проведение хирургических вмешательств. Считается, что при некоторых видах ее пневматизации эндоскопическая сфенотомия и трансфеноидальные операции противопоказаны в связи с высоким риском развития осложнений.

В статье представлены варианты пневматизации клиновидной пазухи и ее расположение относительно соседних сосудисто-нервных структур при различных типах строения. Данные, содержащиеся в этой работе, позволят лучше понять анатомию клиновидной пазухи, что важно для детального планирования эндоскопической сфенотомии и трансфеноидальных операций. Это поможет повысить эффективность хирургических вмешательств и избежать развития тяжелых осложнений, с которыми сопряжены операции на основании черепа.

Ключевые слова: клиновидная пазуха, анатомическое строение клиновидной пазухи, пневматизация клиновидной пазухи, классификация пневматизации клиновидной пазухи, сфеноидит, эндоскопическая сфенотомия, трансфеноидальная хирургия, осложнение сфенотомии, осложнение трансфеноидальной хирургии, sellarная локализация

Для цитирования: Нерсисян М.В., Газаль Х., Попадюк В.И. Анатомические варианты строения клиновидной пазухи и типы ее пневматизации. Опухоли головы и шеи 2025;15(1):56–66.

DOI: <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2025-15-1-56-66>

Anatomical variations of the sphenoid sinus structure and types of its pneumatization

M. V. Nersesyan^{1,2}, H. Ghazal¹, V. I. Popadyuk¹¹RUDN University; 6 Miklukho-Maklaya St., Moscow 117198, Russia;²Center of Head and Neck Surgery of the Ilyinskaya Hospital; Bld. 2, 2 Rublevskoe Predmest'e, Glukhovo Village, Krasnogorsk 143421, Russia**Contacts:** Marina Vladislavovna Nersesyan nermarina@yahoo.com,
Hisham Ghazal Hichamghazal5592@gmail.com

Despite the achievements in otorhinolaryngology and radiology, the sphenoid sinus has been and still remains to be subject of interest for rhinologists in all over the world. This is primarily is due to the rapid development of endoscopic surgery of the sphenoid sinus, skull base and of endoscopic neurosurgery, which made transphenoidal approach possible for excision of various pathology the sellar and parasellar location. The sphenoid sinus is extremely variable in its development and pneumatization, which often make the surgery difficult to perform. Therefore, it is consider that, both endoscopic sphenotomy and transsphenoidal surgeries are contraindicated in some types of sphenoid sinus pneumatization due to the high risk of complications.

A detailed analysis of sphenoid sinus pneumatization variants, its relationship with neighboring neurovascular structures is presented in our paper. The presented data will allow for a better understanding of its anatomy, which is important for the detailed planning of endoscopic sphenotomy and transsphenoidal operations. This will help increasing the surgical efficiency by avoiding severe complications associated with surgery of the base of the skull region.

Keywords: sphenoid sinus, anatomical variations of sphenoid sinus, sphenoid sinus pneumatization, classification of sphenoid sinus, sphenoiditis, endoscopic sphenotomy, transsphenoidal surgery, complication of sphenotomy, complication of transsphenoidal surgery, cellular location

For citation: Nersesyan M.V., Ghazal H, Popadyuk V.I. Anatomical variations of the sphenoid sinus structure and types of its pneumatization. Head and Neck Tumors 2025;15(1):56–66. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2025-15-1-56-66>

Введение

Долгое время клиновидную пазуху (КП) называли «забытым синусом» [1]. Это было связано, во-первых, с неспецифической симптоматикой сфеноидитов, во-вторых, с глубоким расположением КП, что не позволяет визуализировать ее патологию в ходе обычной риноскопии, в-третьих, со сложностями интерпретации данных рентгенологического исследования из-за наложения на просвет КП костей лицевого скелета, височных костей и основания черепа при обычной рентгенографии [2, 3]. С внедрением новых технологий, таких как спиральная компьютерная томография (СКТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), различные патологические состояния КП и соседних с ней структур стали диагностироваться значительно лучше [4].

Строение КП является чрезвычайно вариабельным и зависит от возраста пациента. Большой интерес представляют исследования, посвященные анализу ее строения с учетом популяции, возраста и пола пациентов [5–7].

Результаты фундаментального исследования, проведенного С.А. Проскуряковым, показали, что КП представляет собой самостоятельно развивающуюся полость, поскольку ее зачаток обнаружен даже у 3-месячных младенцев. По данным других авторов, пневматизация этой пазухи у детей 6 мес начинается в области соустьев и распространяется в нижнем, заднем и латеральном направлениях. Одни исследователи считают, что полная пневматизация карманов КП продолжается и после завершения пубертатного периода [8, 9], другие полагают, что ее рост происходит в течение всей жизни, особенно активно в 30–40 лет [10, 11]. По данным К. Yonetsu и соавт., после 4-го десятилетия жизни объем пневматизации КП начинает снижаться и на 7-м десятилетии составляет около 2/3 своего максимального уровня [12]. Е. Bilgir и İ. Ş Bayrakdar не выявили значимых различий в распространенности типа пневматизации КП между мужчинами и женщинами, но обнаружили, что сельлярный тип чаще встречается у мужчин [13].

Внедрение эндоскопических эндоназальных методов ознаменовало прорыв в хирургии сфеноидитов [14]. В настоящее время при различных новообразованиях сельлярной и околосельлярной локализаций активно применяется эндоскопическая хирургия основания черепа, в частности трансфеноидальная [15, 16].

Вместе с тем получено довольно много данных о развитии тяжелых осложнений после хирургических вмешательств, выполняемых по поводу таких опухолей [17–19].

Строение КП чрезвычайно вариабельно и остается объектом изучения ринологов. Большой интерес представляют варианты строения КП и ее расположение относительно соседних жизненно важных структур, таких как зрительный нерв (ЗН), внутренние сонные артерии (ВСА), гипофиз, и различные патологические состояния КП и соседних с ней структур [20]. Выявление возможной взаимосвязи этих параметров при планировании эндоскопических трансфеноидальных операций имеет большое значение для выбора наиболее безопасного доступа с целью предотвращения развития хирургических осложнений [21].

Цель работы — изучение различных вариантов пневматизации КП и варианты расположения соседних нейроваскулярных структур относительно КП в зависимости от этого.

Мы проанализировали исследования из баз данных eLABRARY и PubMed за период с января 2006 г. по декабрь 2024 г. Поиск проводился по ключевым словам «пневматизация клиновидной пазухи», «классификация пневматизации клиновидной пазухи», “classification of the sphenoid sinus”, “pneumatization of the sphenoid sinus”. Выбраны публикации, в которых представлены данные пациентов 18 лет и старше с полностью развитой КП, а также 4 статьи, в которых приводились статистические данные и были использованы ранее описанные классификации. Из анализа исключены исследования, посвященные изучению развития КП и вариантов ее пневматизации у детей с учетом возраста, строения околоносовых пазух у животных, а также описания клинических случаев.

В результате из 360 найденных источников отобраны 15 исследований (10 зарубежных и 5 российских авторов).

Типы строения клиновидной пазухи в зависимости от ее пневматизации

Наиболее популярной классификацией пневматизации КП является классификация С.А. Hamberger, которая разработана более 50 лет назад [22]. Она основывается на анализе пневматизации в сагиттальной плоскости относительно турецкого седла. Согласно ей выделяют 3 типа пневматизации КП: сельлярную,

и преселлярную и конхальную. При селлярном типе КП наиболее пневматизирована, ее задняя стенка заходит за границу передней стенки турецкого седла. При преселлярном типе задняя стенка КП граничит с передней стенкой турецкого седла. При конхальном типе КП маленького размера (<1 см), минимально пневматизирована, ее задняя стенка не граничит с турецким седлом. Обычно при такой пневматизации наблюдается большой объем губчатой кости в области тела клиновидной кости [23].

Конхальный тип пневматизации КП исторически считался противопоказанием для использования трансфеноидального доступа к турецкому седлу [8]. Однако с внедрением в клиническую практику интраоперационной навигационной системы некоторые авторы стали рассматривать возможность применения доступа через раковинную (конхальную) непневматизированную КП. Вместе с тем исследователи подчеркивают, что показания к ним должны быть ограничены только небольшими опухолями, располагающимися исключительно интраселлярно [24, 25]. Считается, что конхальный тип КП является противопоказанием для расширенного доступа [26].

Классификация С.А. Hamberger получила широкое распространение, поскольку использовалась при планировании трансфеноидальных операций [27]. Наиболее благоприятным для их проведения считается селлярный тип пневматизации КП, поскольку турецкое седло является основным ориентиром при данных хирургических вмешательствах. К тому же при таком строении КП легче определить каналы ВСА и ЗН [28]. При менее пневматизированных или чрезмерно пневматизированных КП очень трудно идентифицировать турецкое седло [29]. При конхальном типе пневматизации доступ осложняется необходимостью высверли-

вания губчатой кости тела клиновидной кости, а также близостью к ВСА и ЗН и затруднениями в определении их каналов. Это обуславливает высокий риск ранения ВСА и ЗН как на этапе создания доступа, так и во время удаления опухоли [30].

В основе еще одной классификации пневматизации КП, разработанной С. Güldner, лежит классификация С.А. Hamberger с той разницей, что в нее добавлен еще один тип пневматизации – постселлярный [27]. При постселлярной пневматизации КП ее задняя стенка находится за задней стенкой турецкого седла. Варианты пневматизации КП, согласно данной классификации, представлены на рис. 1.

Интерес представляют исследования пневматизации КП, проведенные в различных этногеографических группах. Авторы выявили наиболее часто встречающиеся анатомические вариации КП у разных народов [31–33]. Так, селлярный тип пневматизации КП наиболее распространен среди азиатов, малазийцев и хорватов. По данным А. Vaezi и соавт., он отмечен в 73,8 % случаев, по данным Н.К. К. Тап и соавт. – в 55 %, по данным D.L. Daniels и соавт. – в 77,3 % [8, 34, 35]. Результаты исследования А. Madiha и соавт. показали, что у пациентов из Египта преобладает преселлярный тип пневматизации КП [36]. Он также наиболее распространен среди иракского (74,8 % случаев) [37], турецкого (80,2 % случаев) и непальского (52 % случаев) населения [38, 39]. По данным разных авторов, в России чаще всего встречаются постселлярный (68 % случаев) [23] и селлярный (59,46 % случаев) типы пневматизации КП [40].

Развитие эндоскопической эндоназальной хирургии основания черепа привело к тому, что на сегодняшний день КП является доступом к опухолям не только селлярной, но и супраселлярной локализации, а также к более латерально расположенным

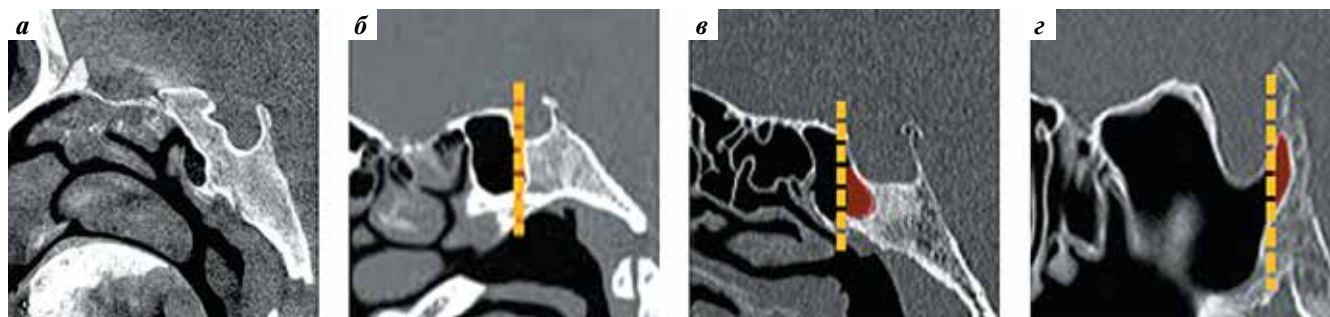


Рис. 1. Типы пневматизации клиновидной пазухи по классификациям С.А. Hamberger и С. Güldner: а – конхальный тип (аксиальная проекция); б – преселлярный тип (желтая пунктирная линия обозначает заднюю границу клиновидной пазухи, которая является передней стенкой турецкого седла); в – селлярный тип (пневматизация обозначена красным цветом, она выходит за пределы желтой пунктирной линии, ограничивающей переднюю стенку турецкого седла); г – постселлярный тип (пневматизация обозначена красным цветом, она выходит за пределы желтой пунктирной линии, ограничивающей заднюю стенку турецкого седла)

Fig. 1. Types of pneumatization of the sphenoid sinus per classifications by С.А. Hamberger and С. Güldner: а – conchal type (axial projection); б – presellar type (yellow dashed line follows the posterior border of the sphenoid sinus serving as the anterior wall of the sella turcica); в – sellar type (pneumatization is shown in red, it exceeds the boundaries of the yellow dashed line delimiting the anterior wall of the sella turcica); г – postsellar type (pneumatization is shown in red, it exceeds the boundaries of the yellow dashed line delimiting the posterior wall of the sella turcica)

новообразованиям (например, в пещере Меккеля, кавернозном синусе, овальном отверстии и средней черепной ямке (СЧЯ)) [41–43].

Ключом к успеху таких операций является их четкое планирование на основе данных об особенностях расположения анатомо-топографических структур этой локализации. Для выбора наилучшего доступа к КП и областям, граничащим с ней, разработаны несколько новых классификаций ее пневматизации [44, 34]. Согласно классификации, созданной в 2009 г. J. Wang и соавт., выделяют 6 типов строения КП в зависимости от ее пневматизации [30]:

- 1) тип тела клиновидной кости, при котором пневматизация не выходит за пределы ее тела;
- 2) латеральный тип, при котором размеры КП проецируются латерально от линии, соединяющей медиальное видиев канал (ВК) и круглое отверстие (foramen rotundum, FR). Преимуществом этого типа пневматизации при трансфеноидальной хирургии является наличие точки входа в СЧЯ через соединение переднего края латеральной крыловидной пластинки и большого крыла клиновидной кости. Осуществление расширенного латерального доступа в данном случае проще, так как КП имеет более тонкие костные стенки. Это облегчает идентификацию структур крылонебной и подвисочной ямок, снижает риск ранения подглазничного нерва (V2) и верхнечелюстной артерии [26]. Вместе с тем чрезмерная пневматизация КП может обнажить кавернозный синус и жизненно важные структуры, такие как ВСА и ЗН, каналы которых при латеральном типе пневматизации КП могут находиться в полости пазухи, а ее латеральной границей оказывается СЧЯ. При данном типе пневматизации риск ранения жизненно важных структур чрезвычайно высок [30];
- 3) кливальный (задний, или постселлярный) тип, при котором пневматизация КП выходит за пределы задней стенки гипофизарной ямки в коронарной плоскости. Такой тип является наиболее удобным для трансназального подхода к задней черепной ямке из-за более тонкой кости ската [30];
- 4) тип малого крыла клиновидной кости, также называемый верхним типом (optico-carotid, или tuberculum recesses), при котором пневматизация КП выражена, распространяется на малое крыло и может доходить до верхнего клиновидного отростка. При этом типе существует более высокий риск повреждения ЗН или канала ВСА, особенно когда пневматизация распространяется на передний клиновидный отросток;
- 5) передний тип, при котором передняя стенка КП располагается в переднебоковом направлении и выходит за пределы клиновидного гребня. При этом типе важно идентифицировать клиновидное

углубление (sphenoid recess), под которым обычно располагаются клиновидно-небное отверстие и основнебная артерия [45]. Знание расположения сосудов поможет избежать сильного кровотечения при сфенотомии [46];

- 6) комбинированный тип, при котором в одной пазухе проявляются черты двух и более типов пневматизации КП.

Данная классификация представлена на рис. 2.

А. Vaezi и соавт. в 2015 г. предложили простую классификацию строения КП в зависимости от пневматизации в латеральной (коронарной) плоскости. Типы пневматизации выделяли с учетом линии, проходящей через середину VC, и линии, проходящей через середину круглого отверстия (FR). Эта классификация позволяет определить расстояние между VC и FR и возможный размер хирургического окна, ведущего к основанию черепа, при различных типах строения КП [34]. По этой классификации выделяют 3 типа пневматизации КП:

- тип I (пре-видиев, pre-vedian), при котором пневматизация КП распространяется от средней линии до медиального края VC. В этом случае пневматизация крыловидного кармана полностью отсутствует, иными словами, наблюдается отсутствие бокового углубления (lateral recess), а видиев нерв (VN) и V2 находятся глубоко в теле клиновидной кости, т. е. их каналы не выступают в полость КП. При таком варианте для того, чтобы обнажить структуры, проходящие через крылонебную ямку, например клиновидно-небную артерию (arteria sphenopalatina), и идентифицировать VN, требуются чрезмерное высверливание большого костного массива и широкое открытие крылонебной щели. При этом, чтобы попасть в FR и оттуда в СЧЯ, придется пожертвовать VN;
- тип II (пре-ротундальный, pre-rotundum), при котором пневматизация КП достигает медиального края FR. При этом типе наблюдается частичная пневматизация крыловидного кармана и частично распознаются выступы BVN и V2, а также легко идентифицируется паракливальный отдел ICA. Таким образом, для доступа к пещере Меккеля, FR и СЧЯ требуется высверливание небольшого костного массива;
- тип III (постротундальный, post-rotundum), при котором пневматизация КП распространяется латерально и впереди. При таком строении КП крыловидный карман обширно пневматизирован, а VN и V2 существенно выступают в просвет пазухи и легко визуализируются. Обычно при этом типе наблюдается пневматизация большого крыла. Для расширенного доступа к основанию черепа (к таким структурам, как пещера Меккеля и FR) требуется небольшая резекция кости, при этом увеличиваются шансы на сохранение VN.

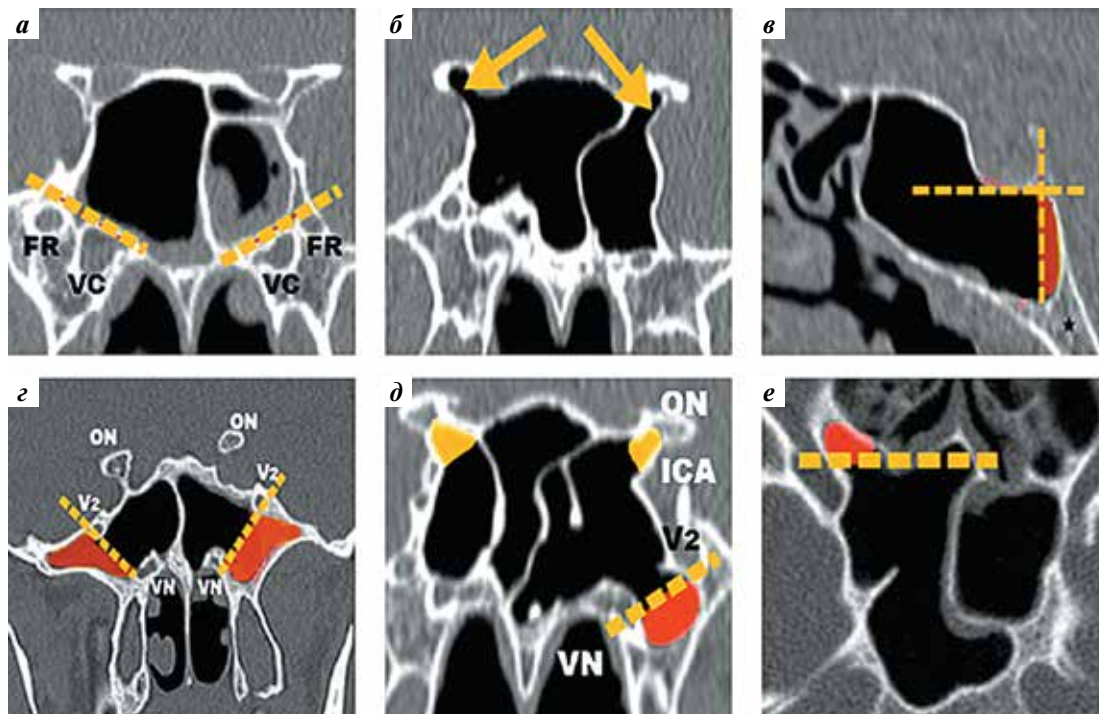


Рис. 2. Типы пневматизации клиновидной пазухи по классификации J. Wang и соавт.: а – тип тела клиновидной кости; б – тип малого крыла клиновидной кости (желтыми стрелками обозначены оптико-каротидные углубления); в – кливальный тип (пневматизация обозначена красным цветом, черной звездочкой – скат); г – латеральный тип (пневматизация выделена красным цветом); д – комбинированный тип (пневматизация левого малого крыла клиновидной кости обозначена желтым цветом, латеральная пневматизация – красным; е – передний тип (пневматизация обозначена красным цветом). FR – foramen rotundum, круглое отверстие; VC – видиев канал; VN – видиев нерв; V2 – канал 2-й ветви V черепного нерва, который проходит через FR; ON – зрительный нерв; ICA – внутренняя сонная артерия

Fig. 2. Types of pneumatization of the sphenoid sinus per classification by J. Wang et al.: а – body type sphenoid bone; б – sphenoid bone lesser wing type (yellow arrows show the opticocarotid recesses); в – clival type (pneumatization is shown in red, black asterisk shows the clivus); г – lateral type (pneumatization is shown in red); д – combined type (pneumatization of the left lesser wing of the sphenoid bone is shown in yellow, lateral pneumatization in red); е – anterior type (pneumatization is shown in red). FR – foramen rotundum; VC – vidian canal; VN – vidian nerve; V2 – the channel of the 2nd branch of the V cranial nerve, which passes through FR; ON – optic nerve; ICA – internal carotid artery

Классификация A. Vaezi и соавт. представлена на рис. 3.

В 2021 г. E. Bilgir и соавт. предложили новую, довольно сложную, классификацию пневматизации КП. Согласно ей выделяют 12 типов пневматизации [13]. За основу авторы взяли классификации J. Wang и соавт. и H. Tarek и соавт. [46]. E. Bilgir и соавт. расширили классификацию Wang J. и соавт., разделив латеральный, передне-задний и скатовый типы на подтипы.

Авторы выделяют 5 подтипов передне-заднего типа пневматизации КП (конхальный, преселлярный, селлярный, постселлярный и передний), размеры и условные пределы пневматизации при которых аналогичны тем, что представлены в классификации J. Wang и соавт. [30].

Передний тип пневматизации КП разделен на 3 подтипа: комбинированный с преселлярным, комбинированный с селлярным и комбинированный с постселлярным распространениями [13].

В зависимости от степени пневматизации КП относительно двух горизонтальных плоскостей, проходя-

щих через дно турецкого седла и переднюю стенку канала VN, выделены 4 подтипа постселлярного типа:

- 1) субдорзальный (subdorsum), располагающийся центрально и ограниченный межплоскостной областью;
- 2) дорзальный (dorsum), локализующийся над верхней плоскостью;
- 3) окципитальный (occipital), располагающийся под нижней плоскостью;
- 4) полный скатовый (full clival), локализующийся в обеих плоскостях (рис. 4, 5).

При латеральном типе пневматизации КП был добавлен нижний тип пневматизации, который, в свою очередь, подразделен на 4 подтипа:

- тип I – пневматизация ниже тела клиновидной кости (inferior body type) ограничена линией между VN и FR;
- тип II – пневматизация ниже большого крыла (greater wing inferior), пневматизация большого крыла клиновидной кости;
- тип III – ниже-птеригοидная (pterygoid inferior) пневматизация;

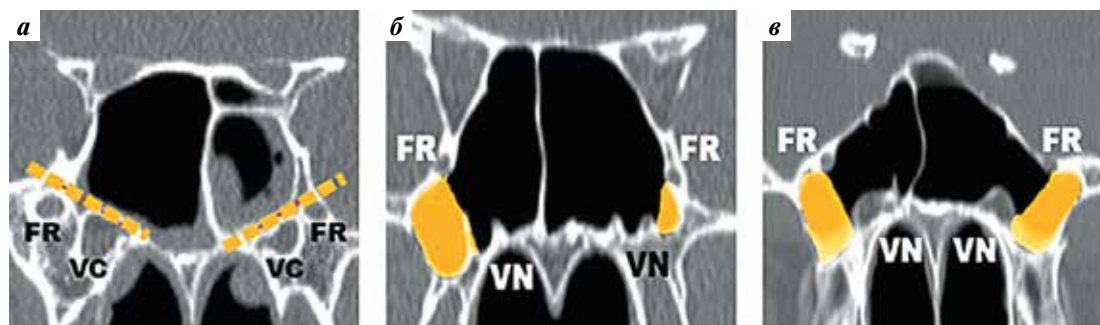


Рис. 3. Типы пневматизации клиновидной пазухи по классификации A. Vaezi и соавт.: а — пре-видиев тип (отсутствие бокового углубления с двух сторон); б — пре-ротундальный тип (желтым цветом обозначена частичная пневматизация крыловидного кармана слева); в — постротундальный тип (желтым цветом обозначена выраженная пневматизация латеральных карманов). FR — foramen rotundum, круглое отверстие; VC — видиев канал; VN — видиев нерв

Fig. 3. Types of pneumatization of the sphenoid sinus per classification by A. Vaezi et al.: a — post-rotundum type (absence of the lateral recesses on two sides); б — pre-rotundum type (partial pneumatization of the sphenoid sinus on the left is shown in yellow); в — pre-vedian type (marked pneumatization of the lateral recesses is shown in yellow). FR — foramen rotundum; VC — vidian canal; VN — vidian nerve

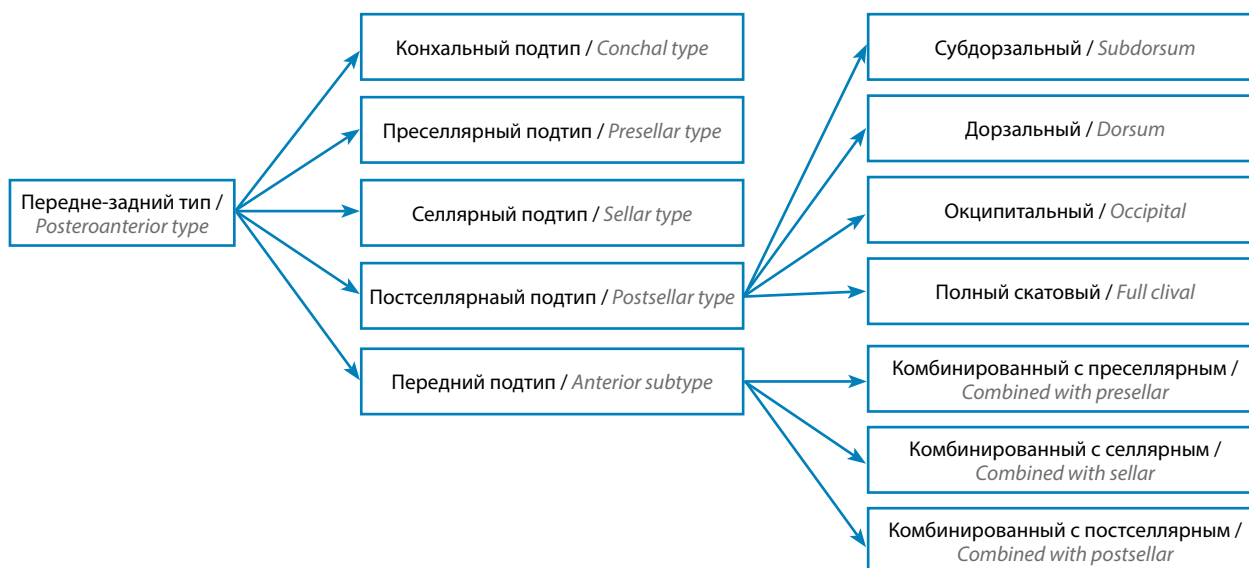


Рис. 4. Типы пневматизации клиновидной пазухи по классификации E. Bilgir и соавт. (передне-заднее направление)

Fig. 4. Types of pneumatization of the sphenoid sinus per classification by E. Bilgir et al. (posteroanterior direction)

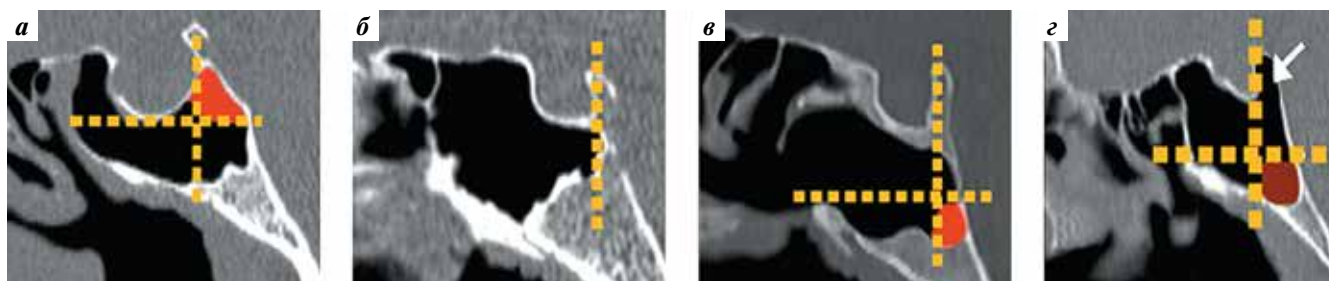


Рис. 5. Подтипы постселлярного типа пневматизации клиновидной пазухи в сагиттальной проекции по классификации E. Bilgir и соавт. (передне-заднее направление): а — дорзальный подтип (пневматизация обозначена красным цветом); б — субдорзальный подтип; в — окципитальный подтип (пневматизация обозначена красным цветом — располагается ниже желтой горизонтальной пунктирной линии, проходящей через переднюю стенку видиева канала); г — полный скатовый тип (пневматизация за задней стенкой турецкого седла — указана белой стрелкой)

Fig. 5. Subtypes of postsellar type of pneumatization of the sphenoid sinus in the sagittal projection per classification by E. Bilgir et al. (posteroanterior direction): a — dorsum subtype (pneumatization is shown in red); б — subdorsum subtype; в — occipital subtype (pneumatization is shown in red, is located below the yellow horizontal dashed line passing through the anterior wall of the vidian canal); г — full clival type (pneumatization behind the posterior wall of the sella turcica, shown by a white arrow)

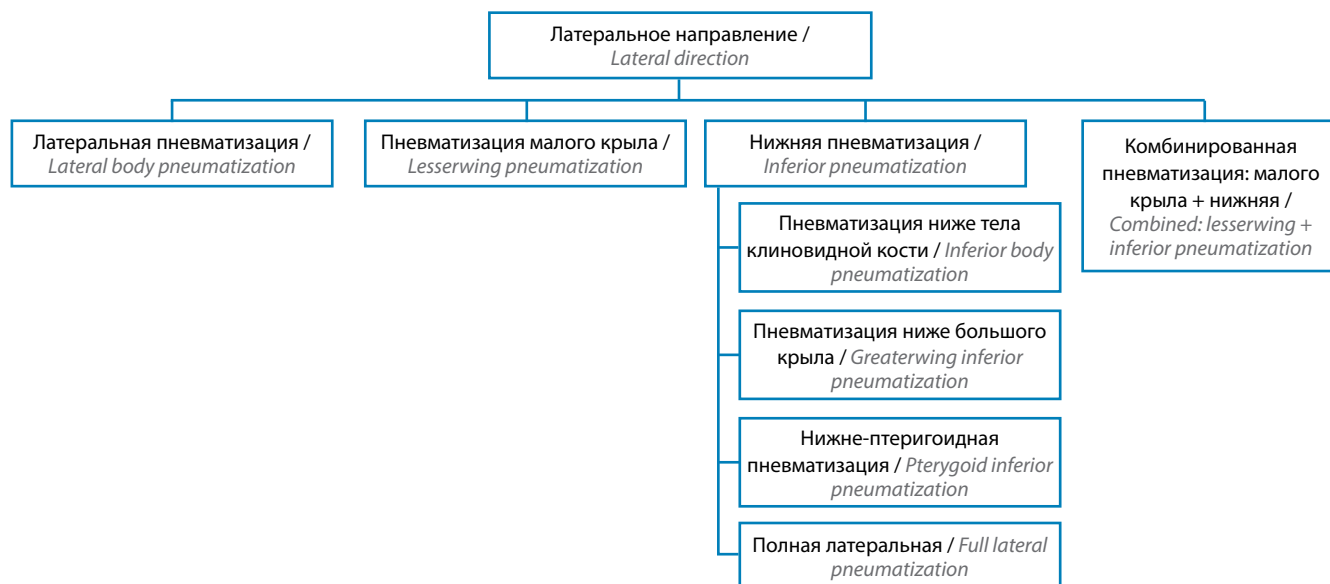


Рис. 6. Типы пневматизации клиновидной пазухи по классификации E. Bilgir и соавт. (латеральное направление)

Fig. 6. Types of pneumatization of the sphenoid sinus per classification by E. Bilgir et al. (lateral direction)

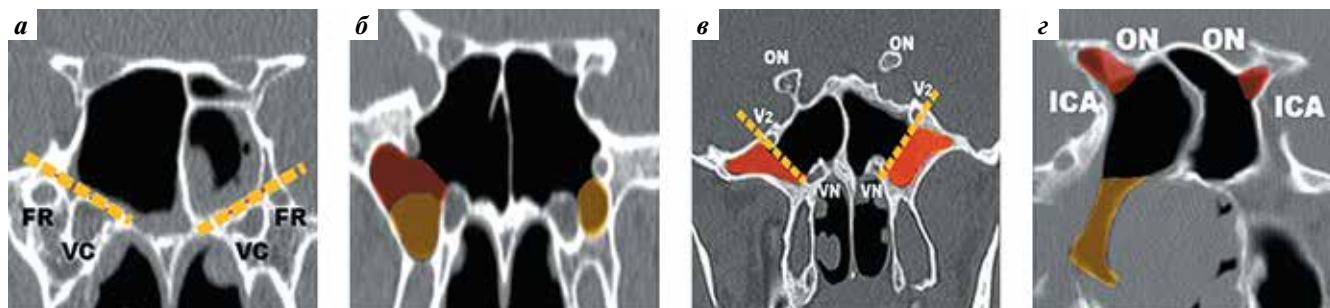


Рис. 7. Подтипы нижнего типа пневматизации клиновидной пазухи по классификации E. Bilgir и соавт. (латеральное направление): а — пневматизация ниже тела клиновидной кости; б — пневматизация ниже большого крыла слева (выделена желтым цветом) и полная латеральная пневматизация справа (пневматизация большого крыла выделена красным цветом, крыловидный тип — желтым цветом); в — нижне-птеригоидная пневматизация (обозначена красным цветом); г — комбинированная пневматизация: малого крыла (выделена красным цветом) + нижняя (выделена желтым цветом) + полная пневматизация справа. VN — видиев нерв; VC — видиев канал; FR — foramen rotundum, круглое отверстие; V2 — канал 2-й ветви V черепного нерва, который проходит через FR; ON — зрительный нерв; ICA — внутренняя сонная артерия

Fig. 7. Subtypes of inferior type of pneumatization of the sphenoid sinus in the sagittal projection per classification by E. Bilgir et al. (lateral direction): а — inferior sphenoid body pneumatization; б — greaterwing inferior pneumatization in the left (shown in yellow) and full lateral pneumatization on the right (pneumatization of the greater wing is shown in red, sphenoid body in yellow); в — pterygoid inferior pneumatization (red); г — combined pneumatization: of the lesser wing (red) + inferior (yellow) + full pneumatization on the right. VN — vidian nerve; VC — vidian canal; FR — foramen rotundum; V2 — the channel of the 2nd branch of the V cranial nerve, which passes through FR; ON — optic nerve; ICA — internal carotid artery

- тип IV — полная латеральная (full lateral), КП и большое крыло полностью пневматизированы (рис. 6, 7).

Частота встречаемости вариантов (типов и подтипов) пневматизации по классификации E. Bilgir и соавт. [13] представлена в табл. 1.

В российской литературе долгое время использовалась классификация пневматизации КП В.С. Майковой-Строгоновой и Д.Г. Рохлина, разработанная в 1955 г. [47]. Авторы выделили 5 степеней пневматизации КП в сагиттальной плоскости:

- I степень — отсутствие пневматизации;
- II степень — пневматизация передней трети тела клиновидной кости;
- III степень — пневматизация до середины дна турецкого седла;
- IV степень — пневматизация до уровня задней стенки дна турецкого седла;
- V степень — пневматизация всего тела клиновидной кости и спинки турецкого седла.

Е.Н. Чегкалова и соавт. в 2011 г. предложили новую классификацию пневматизации КП в зависимости

Таблица 1. Частота встречаемости типов и подтипов пневматизации клиновидной пазухи по классификации E. Bilgir и соавт.

Table 1. Distribution of types and subtypes of sphenoid sinus pneumatization per the classification by E. Bilgir et al.

Тип пневматизации Pneumatization type	Количество клиновидных пазух Number of sphenoid sinuses	
	n	%
Преселлярный тип Presellar type	35	22,4
Латеральный тип Lateral type	46	29,5
Пневматизация ниже большого крыла Greaterwing pneumatization	8	5,1
Нижне-птеригоидная пневматизация Pterygoid inferior pneumatization	28	18,0
Комбинированный с преселлярной пневматизацией Combined with presellar pneumatization	10	6,4
Полный скатовый тип Full clival type	33	21,1
Дорзальный тип Dorsum type	11	7,0
Субдорзальный тип Subdorsum type	7	4,0
Окципитальный тип Occipital type	6	3,5
Комбинированный с постселлярной пневматизацией Combined with postsellar pneumatization	9	5,7
Пневматизация малого крыла Lesserwing pneumatization	11	7,0
Передний тип пневматизации с подтипами Anterior pneumatization type with subtypes	10	6,4
Комбинированный тип Combined type	21	13,4

от степени ее развития, которую можно применять и у детей [40]. На ее основе выделены 6 типов пневматизации КП:

- тип I — агенезия КП, пазуха отсутствует;
- тип II — гипогенезия КП, она определяется в виде зачатка;

- тип III — КП расположена в теле клиновидной кости. В зависимости от варианта пневматизации в сагитальном направлении выделены 3 подтипа: подтип I — КП расположена в передней трети тела клиновидной кости, не распространяется далее колена ВСА; подтип II — КП расположена в теле кости, под гипофизарной ямкой до сонной борозды на уровне клиновидного язычка; подтип III — КП занимает все тело клиновидной кости на своей стороне;
- тип IV — гипергенезия КП, пазуха расположена в теле кости и занимает более 2/3 его объема, в том числе в сочетании с избыточным развитием пневматизации ее карманов;
- тип V — КП с выступами или карманами (нижне-боковой; верхне-боковой; крыловидный), ее пневматизация распространяется на спинку турецкого седла, максиллярно, рострально или (при более глубоком распространении) перегородочно, задне-затылочное, этмоидально, супраорбитально;
- тип VI — многокамерная КП (с полными или неполными перегородками).

Данная классификация позволяет точнее определить локализацию патологического процесса в КП при сфеноидитах и то, на какие структуры он может распространиться [40].

Знание индивидуальной анатомии пациента имеет большое значение в хирургии КП и основания черепа и во многих случаях позволяет избежать фатальных осложнений [46–49].

Объем КП зависит в том числе и от расположения межпазушной перегородки, которая может отсутствовать, присутствовать (одна или несколько), располагаться в различных направлениях: медианно, латерально, при этом заканчиваясь на каналах ЗН или ВСА (рис. 8).

В литературе представлены результаты ряда исследований на эту тему. Частота внедрения межпазушной перегородки в канал ВСА варьирует: по данным разных авторов, она составляет от 4,9 до 89 % [50–52]. Согласно результатам исследования J.H. Cho и соавт. межпазушная перегородка заканчивается на канале ЗН в 20 % случаев, на канале ВСА — в 16 % [53]. По данным B. Unal и соавт., она заканчивается на канале ЗН в 18 % случаев [41]. Аналогичные результаты представлены P. Sarrabianca и соавт. Согласно им межпазушная перегородка заканчивается на канале ВСА в 20 % случаев [54].

N. Stokovic и соавт., S. Şimşek и соавт. и C. Güldner и соавт. выявили взаимосвязь: с увеличением степени пневматизации КП увеличивается степень погружения прилежащих нервно-сосудистых структур в полость КП [27, 39, 55] (рис. 9).

Таким образом, по мере появления новых направлений в хирургии основания черепа разрабатывались различные классификации пневматизации КП. Представленные в статье данные имеют большое значение

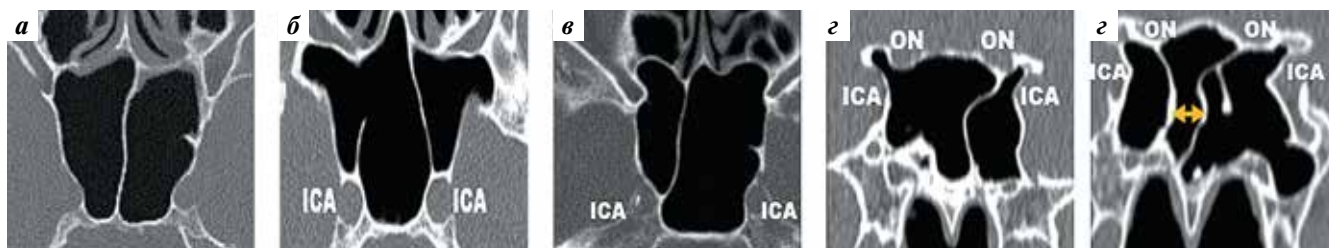


Рис. 8. Варианты соотношения сосудисто-нервных структур в зависимости от пневматизации клиновидной пазухи и положения межпазушной перегородки: а — межпазушная перегородка расположена медианно; б — межпазушная перегородка заканчивается на канале левой внутренней сонной артерии (ICA); в — межпазушная перегородка заканчивается на канале правой ICA; г — межпазушная перегородка заканчивается на канале левого зрительного нерва (ON); д — множественные перегородки (или сфено-этмоидальные клетки Оноди) справа (обозначены желтой стрелкой)

Fig. 8. Variants of relationships between neurovascular structures depending on sphenoid sinus pneumatization and position of the intersinus septum: а — intersinus septum is located medially; б — intersinus septum ends in the left internal carotid artery (ICA) canal; в — intersinus septum ends in the right ICA canal; г — intersinus septum ends in the left optic nerve (ON) canal; д — multiple septa (or sphenothmoidal Onodi cells) on the right (shown by yellow arrow)

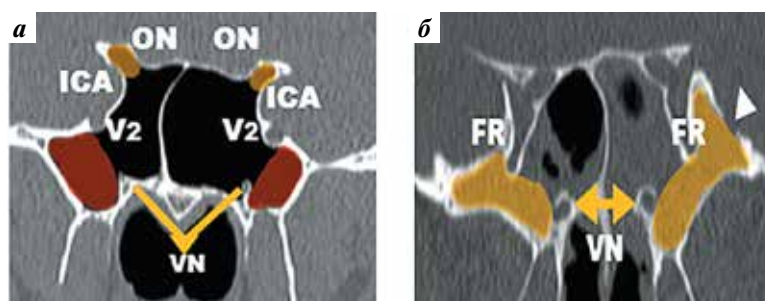


Рис. 9. Взаимосвязь погружения сосудисто-нервных структур и степени пневматизации клиновидной пазухи: а — двусторонняя комбинированная полная пневматизация переднего клиновидного отростка (пневматизация оптико-каротидного углубления обозначена желтым цветом, полная латеральная нижняя пневматизация — красным). Выпячивание каналов внутренней сонной артерии (ICA), зрительного нерва (ON), vidиева нерва (VN) и круглого отверстия (FR) с обеих сторон; б — двусторонняя обширная пневматизация большого крыла (обозначена желтым цветом); полное выпячивание VN и канала 2-й ветви V черепного нерва, который проходит через FR (V2), в просвет клиновидной пазухи с обеих сторон, дефект латеральной костной стенки клиновидной пазухи слева

Fig. 9. Relationship between the depth of neurovascular structures and degree of sphenoid sinus pneumatization: а — bilateral combined full pneumatization of the anterior sphenoid process (pneumatization of the opticocarotid recess is shown in yellow, full lateral inferior pneumatization in red). Bulging of the internal carotid artery (ICA), optic nerve (ON), vidian nerve (VN) and foramen rotundum (FR) canals on both sides; б — bilateral extended pneumatization of the greater wing (yellow); full bulging of the VN and the channel of the 2nd branch of the V cranial nerve, which passes through FR (V2) into the sphenoid sinus on both sides, defect of the lateral bone wall of the sphenoid sinus on the left

для понимания анатомии КП, что необходимо при планировании доступа к граничащим с ней областям.

Заключение

Пневматизация КП чрезвычайно вариабельна. Она различается в зависимости от популяции, возраста и пола пациентов. Анатомическое строение КП для каждого конкретного пациента имеет особенности. Анатомические соотношения различных сосудисто-нервных структур и КП очень также отличаются разнообразием и зависят от степени ее пневматизации.

Чем более пневматизирована КП, тем вероятнее, что каналы крупных сосудов и нервов будут находиться в ее полости. Детальный анализ данных СКТ и МРТ в 3 проекциях и трехмерная реконструкция КП при планировании эндоскопических операций на основании черепа являются залогом успеха транссфеноидальной хирургии основания черепа, способствуют расширению ее возможностей, а также снижению риска развития фатальных операционных осложнений, с которыми сопряжены хирургические вмешательства в этой области.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Нерсисян М.В., Анютин Р.Г. Рентгеновская компьютерная томография и магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний клиновидной пазухи. Российская ринология 2004(2):19–22.
Nersesyan M.V., Anyutin R.G. X-ray computed tomography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of diseases of the sphenoid sinus. Rossiyskaya rinologiya = Russian Rhinology 2004(2):19–22. (In Russ.).
2. Пискунов С.З., Пискунов Г.З., Лудин А.М. Изолированные поражения клиновидной пазухи. Курск, 2004.
Piskunov S.Z., Piskunov G.Z., Ludin A.M. Isolated lesions of the sphenoid sinus. Kursk, 2004. (In Russ.).

3. Ng Y.H., Sethi D.S. Isolated sphenoid sinus disease: differential diagnosis and management. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2011;19(1):16–20. DOI: 10.1097/moo.0b013e32834251d6
4. Мареев О.В., Мареев Г.О., Гутынина М.Э., Максимова Д.А. Изучение индивидуальной изменчивости линейных размеров клиновидной пазухи. Здоровье и образование в XXI веке 2019;1. Доступно по: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-individualnoy-izmenchivosti-lineynyh-razмеров-klinovidnoy-pazuhi> Mareev O.V., Mareev G.O., Gutynina M.E., Maksimova D.A. Study of individual variability of linear dimensions of the sphenoid sinus. *Health and education in the 21st century* 2019;1. (In Russ.). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-individualnoy-izmenchivosti-lineynyh-razмеров-klinovidnoy-pazuhi>
5. Thakur P., Potluri P., Kumar A. et al. Sphenoid sinus and related neurovascular structures-anatomical relations and variations on radiology-a retrospective study. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* 2021;73(4):431–6. DOI: 10.1007/s12070-020-01966-y
6. Aijaz A., Ahmed H., Fahmi S. et al. A comprehensive computed tomographic analysis of pneumatization pattern of sphenoid sinus and their association with protrusion/dehiscence of vital neurovascular structure in a pakistani subgroup. *Turk Neurosurg* 2023;33(3):501–8. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.40154-22.3
7. Badran K., Tarifi A., Shatarat A. et al. Sphenoid sinus pneumatization: the good, the bad, and the beautiful. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2022;279:4435–41. DOI: 10.1007/s00405-022-07297-8
8. Tan H.K.K., Ong Y.K., Teo M.S.K. et al. The development of sphenoid sinus in Asian children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2003;67(12):1295–302. DOI: 10.1016/j.ijporl.2003.07.012
9. Fujioka M., Young L.W. The sphenoidal sinuses: radiographic patterns of normal development and abnormal findings in infants and children. *Radiology* 1978;129(1):133. DOI: 10.1148/129.1.133
10. Гайворонский А.И., Гайворонский И.В., Яковлева А.А. и др. Особенности строения и рельефа стенок клиновидной пазухи по эндоскопии. Учетные записи СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова 2011;18(2):47–8. Gaivoronsky A.I., Gaivoronsky I.V., Yakovleva A.A. et al. Features of the structure and relief of the walls of the sphenoid sinus by endoscopy. *Uchetnye zapisi SPbGMU im. akad. I.P. Pavlova* = *Accounts of Pavlov St. Petersburg State Medical University* 2011;18(2):47–8. (In Russ.).
11. Сперанский В.С. Основы медицинской краниологии. М.: Медицина, 1988. 287 с. Speransky V.S. *Fundamentals of medical craniology*. Moscow: Meditsina, 1988. 287 p. (In Russ.).
12. Yonetsu K., Watanabe M., Nakamura T. Age-related expansion and reduction in aeration of the sphenoid sinus: volume assessment by helical CT scanning. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000;21(1):179–82.
13. Bilgir E., Bayrakdar İ.Ş. A new classification proposal for sphenoid sinus pneumatization: a retrospective radio-anatomic study. *Oral Radiol* 2021;37:118–24. DOI: 10.1007/s11282-020-00467-6
14. Гольбин Д.А. Применение эндоскопии в хирургии опухолей основания черепа. Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко 2007;2:49–53. Golbin D.A. The use of endoscopy in surgery of tumors of the base of the skull. *Voprosy Neyrohirurgii im. N.N. Burdenko* = *Questions of Neurosurgery named after N.N. Burdenko* 2007;2:49–53. (In Russ.).
15. Sethi P.S., Pillary P.K. Endoscopic management of lesions of the sella turcica. *J Laryngol Otol* 1995;109(10):956–62. DOI: 10.1017/s0022215100131755
16. Gopal H.V. Endoscopic transnasal transsphenoidal pituitary surgery. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;8:43–8.
17. Калинин П.Л., Фомичев Д.В., Кутин М.А. и др. Передний расширенный трансфеноидальный эндоскопический эндоназальный доступ в хирургии краниофарингиом. Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко 2013;77(3):13–20. Kalinin P.L., Fomichev D.V., Kutin M.A. et al. Anterior extended transsphenoidal endoscopic endonasal access in craniopharyngioma surgery. *Voprosy neyrohirurgii im. N.N. Burdenko* = *Questions of Neurosurgery named after N.N. Burdenko* 2013;77(3):13–20. (In Russ.).
18. Khanna A., Sama A. Managing complications and revisions in sinus surgery. *Curr Otorhinolaryngol Rep* 2019;7:79–86. DOI: 10.1007/s40136-019-00231-3
19. Ivan M.E., Iorgulescu J.B., El-Sayed I. et al. Risk factors for postoperative cerebrospinal fluid leak and meningitis after expanded endoscopic endonasal surgery. *J Clin Neurosci* 2015;22(1):48–54. DOI: 10.1016/j.jocn.2014.08.009
20. Tavakoli M., Jafari-Pozve N., Aryanezhad S. Sphenoid sinus pneumatization types and correlation with adjacent neurovascular structures using cone-beam computed tomography. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* 2023;75(3):2245–50. DOI: 10.1007/s12070-023-03796-0
21. Fatihoglu E., Aydin S., Karavas E., Kantarci M. The pneumatization of the sphenoid sinus, its variations and relations with surrounding neurovascular anatomic structures. *Am J Otolaryngol* 2021;42(4):102958. DOI: 10.1016/j.amjoto.2021.102958
22. Fraioli B., Esposito V., Santoro A. et al. Transmaxillo-sphenoidal approach to tumors invading the medial compartment of the cavernous sinus. *J Neurosurg* 1995;82(1):63–9. DOI: 10.3171/jns.1995.82.1.0063
23. Зелева О.В., Зельтер П.М., Колсанов А.В. и др. Анатомические особенности клиновидной пазухи по данным компьютерной томографии: типы строения, соотношение с верхнечелюстными пазухами. Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П. Павлова 2021;29(1):13–20. DOI: 10.23888/PAVLOVJ202129113-20 Zeleva O.V., Zelter P.M., Kolsanov A.V. et al. Anatomical features of the sphenoid sinus according to computed tomography: types of structure, relation to the maxillary sinuses. *Rossiyskiy mediko-biologicheskii vestnik im. akad. I.P. Pavlova* = *Russian Medical and Biological Bulletin named after Academician I.P. Pavlova* 2021;29(1):13–20. (In Russ.). DOI: 10.23888/PAVLOVJ202129113-20
24. Fatemi N., Dusick J.R., de Paiva Neto M.A., Kelly D.F. The endonasal microscopic approach for pituitary adenomas and other parasellar tumors: a 10-year experience. *Neurosurgery* 2008;63(4 Suppl. 2):244–56; discussion 256. DOI: 10.1227/01.NEU.0000327025.03975.BA
25. Romano A., Zuccarello M., van Loveren H.R., Keller J.T. Expanding the boundaries of the trans-sphenoidal approach: a micro anatomic study. *Clin Anat* 2001;14(1):1–9. DOI: 10.1002/1098-2353(200101)14:1<1::AID-CA1000>3.0.CO;2-3
26. Ong B.C., Gore P.A., Donnellan M.B. et al. Endoscopic sublabial trans-maxillary approach to the rostral middle fossa. *Neurosurgery* 2008;62(3 Suppl. 1):30. DOI: 10.1227/01.neu.0000317371.92393.33
27. Güldner C., Pistorius S.M., Diogo I. et al. Analysis of pneumatization and neurovascular structures of the sphenoid sinus using cone-beam tomography (CBT). *Acta Radiol* 2012;53(02):214–9. DOI: 10.1258/ar.2011.110381
28. Hamberger C.A., Hammer G., Norlen G. Transsphenoidal hypophysectomy. *Arch Otolaryngol* 1961;74:2–8. DOI: 10.1001/archotol.1961.00740030005002
29. Scuderi A.J., Harnsberger H.R., Boyer R.S. Pneumatization of the paranasal sinuses. Normal features of importance to the accurate interpretation of CT scans and MR images. *AJR Am J Roentgenol* 1993;160(5):1101–4. DOI: 10.2214/ajr.160.5.8470585
30. Wang J., Bidari S., Inoue K. et al. Extensions of the sphenoid sinus: a new classification. *Neurosurgery* 2010;66(4):797–816. DOI: 10.1227/01.NEU.0000367619.24800.B1
31. Refaat R., Basha M.A. The impact of sphenoid sinus pneumatization type on the protrusion and dehiscence of the adjacent neurovascular structures: a prospective MDCT imaging study. *Acad Radiol* 2020;27(6):132–9. DOI: 10.1016/j.acra.2019.09.005
32. Agam M.S., Zada G. Complications associated with transsphenoidal pituitary surgery: Review of the literature. *Neurosurg* 2018;65(1):69–73. DOI: 10.1093/neuros/nyy160

33. Famurewa O.C., Ibitoye B.O., Ameye S.A. et al. Sphenoid sinus pneumatization, septation, and the internal carotid artery: a computed tomography study. *Niger Med J* 2018;59(1):7–13. DOI: 10.4103/nmj.NMJ_138_18
34. Vaezi A., Cardenas E., Pinheiro-Neto C. et al. Classification of sphenoid sinus pneumatization: relevance for endoscopic skull base surgery. *Laryngoscope* 2015;125(3):577–81. DOI: 10.1002/lary.24989
35. Daniels D.L., Mark L.P., Ulmer J.L. et al. Osseous anatomy of the pterygopalatine fossa. *Am J Neuroradiol* 1998;19(8):1423–32.
36. Madiha A.E.S., Alaa A.R. Endoscopic anatomy of sphenoidal air sinus. *Bull Alex Fac Med* 2007;43:1021–6.
37. Abdalla M.A. Pneumatization patterns of human sphenoid sinus associated with the internal carotid artery and optic nerve by CT scan. *Rom J Neurol Rev Rom Neurol* 2020;19(4):244–51. DOI: 10.37897/RJN.2020.4.5
38. Nepal P.R., Karki K., Rajbanshi J.N. Types of sphenoid sinus pneumatization among nepalese population. *Eastern Green Neurosurg* 2020;2(3):14–8.
39. Şimşek S., İşlek A. Pneumatization of the sphenoid sinus is the major factor determining the variations of adjacent vital structures. *Egypt J Otolaryngol* 2014;40(2). DOI: 10.1186/s43163-023-00560-7
40. Unal B., Bademci G., Bilgili Y.K. et al. Risky anatomic variations of sphenoid sinus for surgery. *Surg Radiol Anat* 2006;28(2):195–201. DOI: 10.1007/s00276-005-0073-9
41. Theodosopoulos P.V., Guthikonda B., Brescia A. et al. Endoscopic approach to the infratemporal fossa: anatomic study. *Neurosurgery* 2010;66(1):196–202. DOI: 10.1227/01.NEU.0000359224.75185.43
42. Нерсисян М.В., Капитанов Д.Н., Зинкевич Д.Н. Дифференцированный подход к эндоскопическому удалению юношеских ангиофибром основания черепа. Техника эндоскопических операций. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae* 2017;23(3):17–34. Nersesyan M.V., Kapitanov D.N., Zinkevich D.N. Differentiated approach to endoscopic removal of juvenile angiofibromas of the base of the skull. The technique of endoscopic surgery. *Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae* 2017;23(3):17–34. (In Russ.).
43. Шелеско Е.В., Черникова Н.А., Кравчук А.Д. и др. Эндоскопическая эндоназальная пластика дефектов основания черепа в области латерального кармана клиновидной пазухи: оценка компьютерных томограмм для планирования операций. Вестник оториноларингологии 2021;86(6):74–81. DOI: 10.17116/otorino20218606174 Shelesco E.V., Chernikova N.A., Kravchuk A.D. et al. Endoscopic endonasal repair of skull base defects in the area of the lateral pocket of the sphenoid sinus: evaluation of computed tomograms for surgery planning. *Vestnik otorinolaringologii* = Bulletin of Otorhinolaryngology 2021;86(6):74–81. (In Russ.). DOI: 10.17116/otorino20218606174
44. Kasemsiri P., Solares C.A., Carrau R.L. et al. Endoscopic endonasal transpterygoid approaches: anatomical landmarks for planning the surgical corridor. *Laryngoscope* 2013;123(4):811–5. DOI: 10.1002/lary.23697
45. Arslan H., Aydinlioglu A., Bozkurt M., Egeli E. Anatomic variations of the paranasal sinuses: CT examination for endoscopic sinus surgery. *Auris Nasus Larynx* 1999;26(1):39–48. DOI: 10.1016/s0385-8146(98)00024-8
46. ELKammash T.H., Enaba M.M., Awadalla A.M. Variability in sphenoid sinus pneumatization and its impact upon reduction of complications following sellar region surgeries. *Egypt J Radiol Nuclear Med* 2014;45(3):705–14.
47. Пискунов И.С., Пискунов В.С. Клиническая анатомия решетчатой и клиновидной костей и формирующихся в них пазух: монография. Курск: ГОУ ВПО КГМУ Росздрава, 2011. 296 с. Piskunov I.S., Piskunov V.S. Clinical anatomy of latticed and sphenoid bones and sinuses forming in them: monograph. Kursk: GOU VPO KGMU Roszdruva, 2011. 296 p. (In Russ.).
48. Sagar S., Jahan S., Kashyap S.K. Prevalence of anatomical variations of sphenoid sinus and its adjacent structures pneumatization and its significance: a CT scan study. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* 2023;75(4):2979–89. DOI: 10.1007/s12070-023-03879-y
49. Fadda G.L., Petrelli A., Urbanelli A. et al. Risky anatomical variations of sphenoid sinus and surrounding structures in endoscopic sinus surgery. *Head Face Med* 2022;18:29. DOI: 10.1186/s13005-022-00336-z
50. Banna M., Olutola P.S. Patterns of pneumatization and septation of the sphenoidal sinus. *J Can Assoc Radiol* 1983;34(4):291–3.
51. Ramalho C.O., Marengo H.A., de Assis Vaz Guimarães Filho F. et al. Intraspheoid septations inserted into the internal carotid arteries: A frequent and risky relationship in transsphenoidal surgeries. *Braz J Otorhinolaryngol* 2017;83(2):162–7. DOI: 10.1016/j.bjorl.2016.02.007
52. Fernandez-Miranda J.C., Prevedello D.M., Madhok R. et al. Sphenoid septations and their relationship with internal carotid arteries: Anatomical and radiological study. *Laryngoscope* 2009;119(10):1893–6. DOI: 10.1002/lary.20623
53. Cho J.H., Kim J.K., Lee J.G., Yoon J.H. Sphenoid sinus pneumatization and its relation to bulging of surrounding neurovascular structures. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2010;119(9):646–50. DOI: 10.1177/000348941011900914
54. Cappabianca P., Cavallo L.M., Esposito F. et al. Extended endoscopic endonasal approach to the midline skull base: the evolving role of transsphenoidal surgery. *Adv Tech Stand Neurosurg* 2008;33:151–99. DOI: 10.1007/978-3-211-72283-1_4
55. Stokovic N., Trkulja V., Dumic-Cule I. et al. Sphenoid sinus types, dimensions and relationship with surrounding structures. *Ann Anat* 2016;203:69–76. DOI: 10.1016/j.aanat.2015.02.013

Вклад авторов

М.В. Нерсисян: обзор литературы по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста статьи, редактирование;
Х. Газаль: сбор и обработка данных, обзор литературы по теме статьи, написание текста статьи, подготовка иллюстраций;
В.И. Попадюк: обработка данных, редактирование.

Authors' contributions

M.V. Nersesyan: literature review on the topic of the article, data analysis, article writing, editing;
H. Ghazal: data collection and processing, literature review on the topic of the article, article writing, preparing illustrations;
V.I. Popadyuk: data processing, editing.

ORCID авторов / ORCID of authors

М.В. Нерсисян / M.V. Nersesyan: <https://orcid.org/0000-0003-2719-5031>
Х. Газаль / H. Ghazal: <https://orcid.org/0009-0003-5924-1634>
В.И. Попадюк / V.I. Popadyuk: <https://orcid.org/0000-0003-3309-4683>

Статья поступила: 17.01.2025. Принята к публикации: 12.02.2025. Опубликовано онлайн: 25.03.2025.

Article submitted: 17.01.2025. Accepted for publication: 12.02.2025. Published online: 25.03.2025.