

Ю. М. Мельниченко, С. Л. Кабак

ТОПОГРАФИЯ КЛИНОВИДНО-РЕШЕТЧАТЫХ КЛЕТОК ПО ДАННЫМ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Задние экстрамуральные клетки решетчатого лабиринта, в частности клиновидно-решетчатые клетки (клетки Оноди), представляют собой важный объект изучения в современной оториноларингологии ввиду их тесной связи с критическими нейрососудистыми структурами основания черепа и высокого риска интраоперационных осложнений.

Цель. Систематизировать современные представления о вариантах строения, классификации и клиническом значении клиновидно-решетчатых клеток на основе данных конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ).

Объект и методы исследования. Проведен анализ литературных данных, включая оригинальные исследования, систематические обзоры и мета-анализы, найденные в базах данных PubMed, Google Scholar, CyberLeninka. Критериями поиска служили ключевые слова: «клетка Оноди», «клиновидно-решетчатая клетка», «конусно-лучевая компьютерная томография» на русском и английском языках. Особое внимание уделялось работам, опубликованным за последние 10 лет, с использованием методов КЛКТ-визуализации.

Результаты. Обзор демонстрирует значительное разнообразие вариантов экстрамурального распространения задних решетчатых клеток, описанных в литературе. На основе их систематизации и с учетом собственных данных КЛКТ предложена модифицированная классификация клеток Оноди, включающая пять типов: I – верхний, II – верхнелатеральный, III – латеральный, IV – задне-верхний, V – интерсфеноидальный (межклиновидный).

Заключение. Знание анатомических вариантов клиновидно-решетчатых клеток имеет важное значение для обеспечения безопасности эндоскопических вмешательств. КЛКТ-визуализация позволяет детально оценить эти воздухоносные полости и их отношение к критически важным нейрососудистым структурам. Тщательная предоперационная оценка с учетом существующих классификаций должна стать стандартом планирования операций в области клиновидной пазухи и задних отделов решетчатого лабиринта для предотвращения ятрогенных повреждений.

Ключевые слова: клиновидно-решетчатая клетка; клетка Оноди; клиновидная пазуха; конусно-лучевая компьютерная томография; анатомические варианты.

Y. Melnichenko, S. Kabak

TOPOGRAPHY OF SPHENOETHMOIDAL CELLS BASED ON CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY DATA

Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

Introduction. Posterior extramural ethmoid air cells, particularly sphenoethmoidal cells (Onodi cells), are an important object of study in modern otorhinolaryngology due to their close relationship with critical neurovascular structures of the skull base and the high risk of intraoperative complications.

Aim. To systematize current data on the variants of structure, classification, and clinical significance of sphenoethmoidal cells based on cone-beam computed tomography (CBCT) data.

Objects and methods. An analysis of literary data was conducted, including original studies, systematic reviews, and meta-analyses found in PubMed, Google Scholar, and CyberLeninka databases. The search was performed using the following keywords in both English and Russian: «Onodi cell», «sphenothmoidal cell» and «cone-beam computed tomography». Special attention was paid to works published in the last 10 years that used CBCT imaging methods.

Results. The review demonstrates a significant diversity of variants of extramural extension of posterior ethmoid cells. Based on CBCT data, a modified classification of Onodi cells is proposed and detailed, including five types (I – superior, II – superolateral, III – lateral, IV – superoposterior, V – intersphenoidal).

Conclusion. Knowledge of anatomical variations of sphenothmoidal cells is of great importance for ensuring the safety of endoscopic interventions. CBCT imaging allows for a detailed assessment of these air cells and their relationship to critical anatomical neurovascular structures. A thorough preoperative evaluation, taking into account existing classifications, should become the standard for planning operations in the area of the sphenoid sinus and posterior ethmoid labyrinth to prevent iatrogenic injuries.

Key words: sphenothmoidal cell; Onodi cell; sphenoid sinus; cone-beam computed tomography; anatomical variations.

Решетчатый лабиринт характеризуется сложным анатомическим строением и состоит из множества воздухоносных ячеек, отличающихся значительной вариабельностью, как по форме, так и по степени пневматизации [1, 2]. В отличие от других околоносовых пазух, он не является единой полостью. Задние решетчатые клетки, дренирующиеся в верхний носовой ход, хотя и менее многочисленны, чем передние, часто имеют большие размеры и способны к экстрамуральному распространению за пределы собственно решетчатой кости [2]. Одним из наиболее клинически значимых вариантов такого распространения являются клетки Оноди, которые характеризуются не просто пневматизацией клиновидной кости, но и непосредственным контактом со стенкой зрительного канала [3] (рисунок 1).

Актуальность изучения данных анатомических вариантов обусловлена высоким риском ятрогенных осложнений (повреждение зритель-

ного нерва, кровотечение из внутренней сонной артерии) при эндоскопических вмешательствах на клиновидной пазухе и задних отделах решетчатого лабиринта [3]. Благодаря высокому пространственному разрешению и возможности мультипланарной реконструкции, конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) является ценным инструментом для детальной оценки распространенности и анатомических особенностей этих клеток [4]. Целью данного обзора является систематизация современных данных о вариантах строения, классификации и клиническом значении клиновидно-решетчатых клеток на основе данных конусно-лучевой компьютерной томографии и результатов научных исследований.

Объекты и методы

Проведен анализ литературных данных, включая оригинальные исследования, систематические обзоры и мета-анализы, найденные

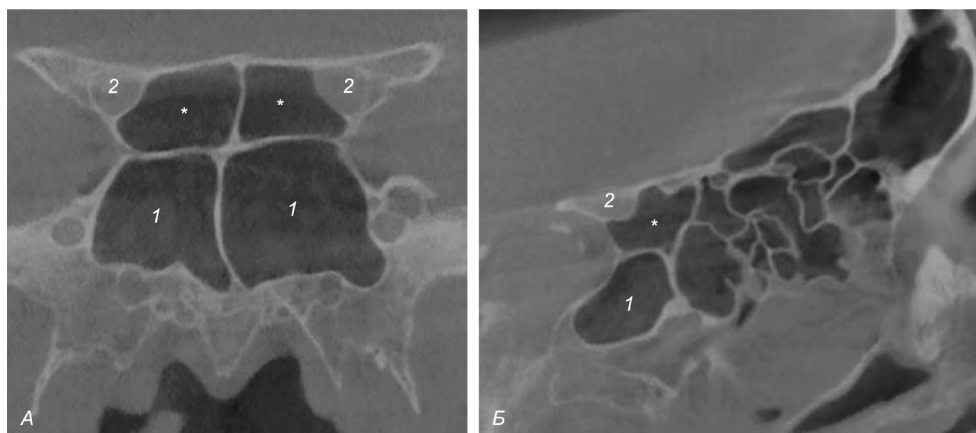


Рисунок 1. Двусторонние клетки Оноди (звездочка): 1 – клиновидная пазуха; 2 – зрительный канал. КЛКТ, фронтальный (А) и сагитальный (Б) сканы

в базах данных PubMed, Google Scholar, CyberLeninka. Критериями поиска служили ключевые слова: «клетка Оноди», «клиновидно-решетчатая клетка», «конусно-лучевая компьютерная томография» на русском и английском языках. Особое внимание уделялось работам, опубликованным за последние 10 лет, с использованием методов КЛКТ-визуализации. Представленные в статье иллюстрации получены в результате изучения КЛКТ-сканов 130 стоматологических и ЛОР-пациентов.

Результаты

Распространенность клеток Оноди, по данным литературы, широко варьирует от 8 % до 60 % [5, 6]. Этот разброс объясняется различиями в методах исследования, используемых критериях идентификации, а также этническими особенностями исследуемых популяций. Так, в азиатских странах отмечается более высокая частота встречаемости данного варианта строения решетчатого лабиринта [5]. По данным Melnichenko et al., основанным на анализе КЛКТ-сканов, распространенность клиновидно-решетчатых клеток у жителей Республики Беларусь в целом составила 12,9 %, при этом 97,8 % из них были классифицированы как клетки Оноди [1]. Статистически значимых гендерных различий в распространенности выявлено не было, что согласуется с результатами других исследований [3, 5].

Традиционно клетки Оноди классифицируют по их положению относительно клиновидной пазухи на три типа: I тип (верхний) – клетка расположена выше и медиальнее пазухи; II тип (верхнелатеральный) – клетка расположена выше и латеральнее пазухи; III тип (латеральный) – клетка расположена с латеральной стороны от пазухи [7].

На основе анализа данных литературы и с учетом собственных данных КЛКТ-изображений нами предложена модифицированная классификация, включающая пять типов клеток Оноди [1]:

- Тип I (верхний): клетка расположена выше и медиальнее ипсилатеральной клиновидной пазухи.

- о Подтип Ia (центральный): односторонняя верхняя клетка Оноди, контактирующая одновременно с двумя зрительными каналами. Такой вариант был впервые описан Cherla D. V. et al. [8].

- Тип II (верхнелатеральный): клетка расположена выше и латеральнее ипсилатеральной клиновидной пазухи.

- Тип III (латеральный): клетка Оноди расположена латеральнее клиновидной пазухи.

- о Подтип IIIa (полный латеральный): клетка распространяется книзу до основания крыловидного отростка, тесно связана с крыловидным каналом, круглым отверстием и проходящими через них нервами, а также с внутренней сонной артерией [9].

- Тип IV (задне-верхний): клетка расположена кзади и выше гипоплазированной клиновидной пазухи на ипсилатеральной стороне.

- Тип V (межклиновидный): Крупная клиновидно-решетчатая клетка расположена между двумя гипоплазированными клиновидными пазухами. В литературе такой вариант называется «Н-клетка» [10].

По нашим данным наиболее распространенным является I тип (48,2 %), затем следуют II (19,2 %) и III (18,0 %) типы. Редкие типы IV и V встречались с частотой 11,3 % и 1,1 % соответственно. Также отмечено, что распределение типов может статистически значимо различаться на правой и левой сторонах.

Ключевым аспектом, определяющим клиническую значимость клеток Оноди, является их тесная связь с зрительным каналом. Согласно данным литературы [11], значительным фактором риска ятрогенного повреждения нерва во время эндоскопических операций считается его выбухание в просвет клетки Оноди более чем на половину окружности канала.

Не менее важна связь с внутренней сонной артерией (ВСА). Хотя протрузия ВСА в просвет клетки встречается относительно редко (по данным разных авторов, от 2,3 % до 8,6 %), именно этот вариант несет в себе риск катастрофического интраоперационного кровотечения [11].

Существует взаимосвязь между типом пневматизации клиновидной пазухи и типом клетки Оноди. Так, клетки I и III типов статистически значимо чаще ассоциированы с селлярным и постселлярным типами пазухами, в то время как клетки IV типа преобладают при гипоплазии или аплазии клиновидной пазухи (конхальный тип) [1].

Помимо клеток Оноди, к задним экстрамуральным решетчатым клеткам относятся:

- решетчато-верхнечелюстная пазуха: крупная задняя решетчатая ячейка, распространя-

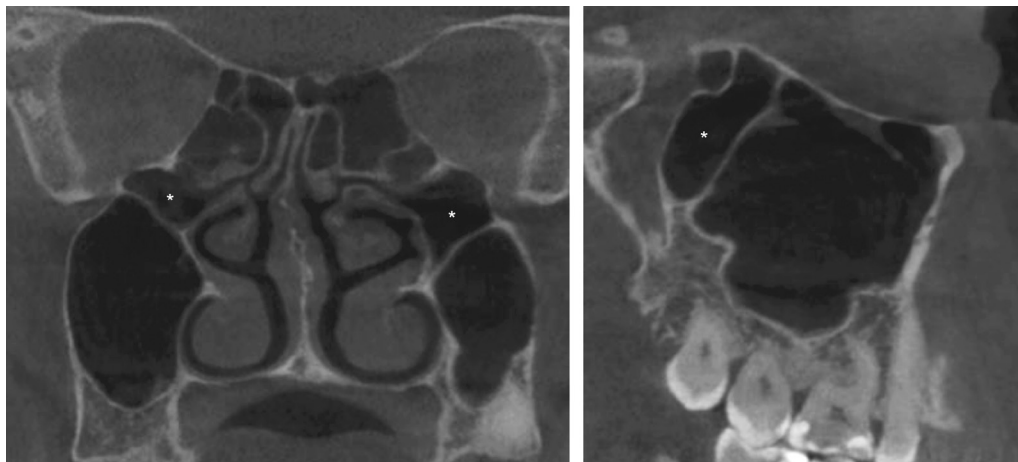


Рисунок 2. Двусторонняя решетчато-верхнечелюстная пазуха (звездочка)

ющаяся латерально и кзади в верхнечелюстную пазуху. Ее распространенность оценивается в 0,7–16 % [12] (рисунок 2).

- супрасептальная задняя решетчатая клетка: редкий вариант, при котором клетка пневматизирует пространство между верхним отделом носовой перегородки и решетчатой пластинкой [13] (рисунок 3).

- нижнелатеральная клиновидно-решетчатая клетка (клетка Джинфенг): клетка, распространяющаяся в нижнелатеральные отделы

тела клиновидной кости, не контактирующая со зрительным нервом, но тесно связанная с круглым отверстием и крыловидным каналом. Встречается крайне редко (~1.1 %) [14] (рисунок 4).

Наличие клеток Оноди и других вариантов экстрамуральных клеток создает риск повреждения зрительного нерва или внутренней сонной артерии во время эндоскопических операций [3, 11]. Кроме того, крупные клетки Оноди, особенно пневматизирующие скат черепа или

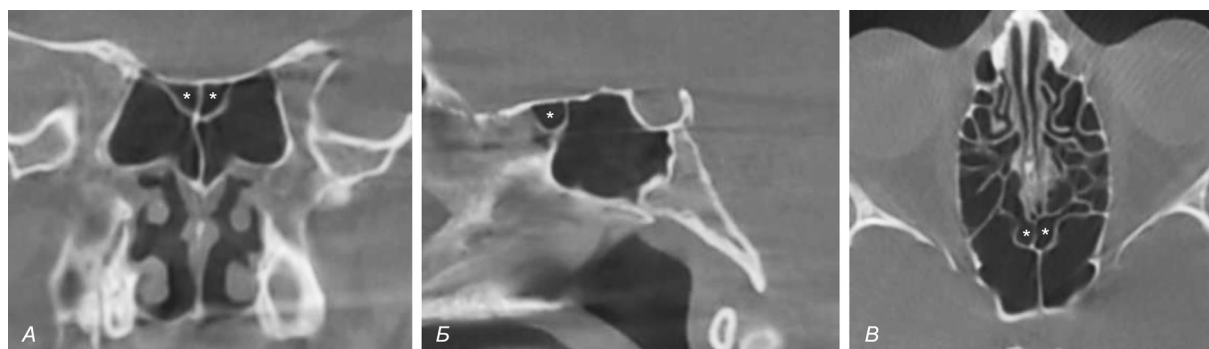


Рисунок 3. Двусторонние супрасептальные клиновидно-решетчатые клетки (звездочка). КЛКТ, фронтальный (А), сагитальный (Б) и аксиальный (В) сканы

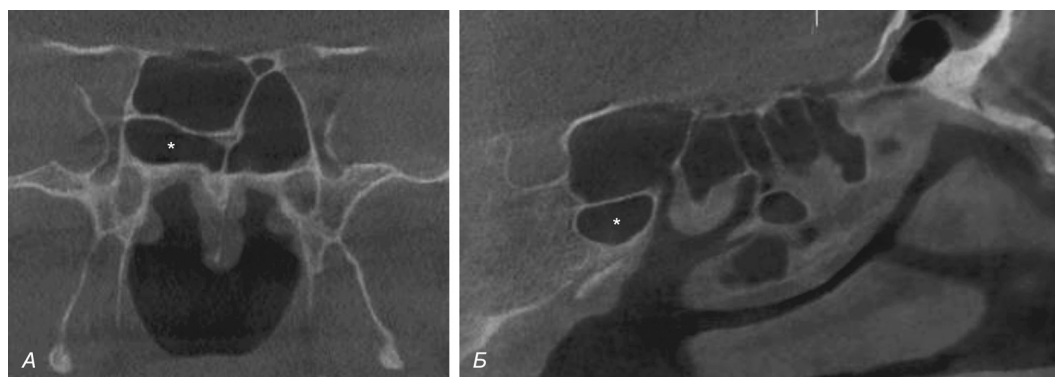


Рисунок 4. Нижнелатеральная клиновидно-решетчатая клетка (звездочка) справа. КЛКТ, фронтальный (А) и сагитальный (Б) сканы

располагающиеся между гипоплазированными клиновидными пазухами, могут быть неверно истолкованы на КЛКТ-сканах как воздухоносная полость в теле клиновидной кости [10]. Это может привести к неправильной интерпретации локализации патологического процесса и, вследствие этого, неадекватному хирургическому доступу.

Анатомия задних решетчатых клеток, в особенности их экстрамуральных вариантов, отличается чрезвычайно высоким разнообразием. Современные методы визуализации, такие как КЛКТ, предоставляют детальную информацию о распространенности, морфологии и взаимоотношениях этих клеток с критически важными структурами основания черепа. Классификация клеток Оноди, включающая пять типов, позволяет более точно описать их местоположение и оценить потенциальные хирургические риски.

Тщательное предоперационное изучение КЛКТ-изображений с обязательным поиском и идентификацией вариантов клиновидно-решетчатых клеток является обязательным стандартом для планирования безопасного и эффективного эндоскопического вмешательства в области клиновидной пазухи и задних отделов решетчатого лабиринта. Дальнейшие исследования, включающие корреляцию рентгенологических данных с интраоперационными находками, позволят оценить реальную клиническую значимость каждого из описанных анатомических вариантов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Melnichenko, Y. M. Cone-beam computed tomography analysis of Onodi cell types and their relationship to the sphenoid sinus and surrounding neurovascular structures / Y. M. Melnichenko [et al.] // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2025. – Vol. 47, № 1. – P. 173. – <https://doi.org/10.1007/s00276-025-03686-w>.
2. Stammberger, H. Paranasal sinuses: anatomic terminology and nomenclature. The Anatomic Terminology Group / H. Stammberger, D. W. Kennedy // *Annals of Otolaryngology & Rhinology*. – 1995. – Vol. 104, Suppl. 10. – P. 7–16. – <https://doi.org/10.1177/000348949510410s01>.
3. Tomovic, S. High-resolution computed tomography analysis of the prevalence of Onodi cells / S. Tomovic

[et al.] // *The Laryngoscope*. – 2012. – Vol. 122, № 7. – P. 1470–1473. – <https://doi.org/10.1002/lary.23346>.

4. Orhan, K. CBCT Imaging of Paranasal Sinuses and Variations [Electronic resource] / K. Orhan, S. Aksoy, U. Oz // *Paranasal Sinuses*. – InTech, 2017. – Mode of access: <https://www.intechopen.com/chapters/55475>. – Date of access: 13.09.2025.

5. Ali, I. K. Imaging analysis of Onodi cells on cone-beam computed tomography / I. K. Ali [et al.] // *International Archives of Otorhinolaryngology*. – 2020. – Vol. 24, № 03. – P. e319–e322. – <https://doi.org/10.1055/s-0039-1698779>.

6. Chmielik, L. P. The prevalence of the Onodi cell – most suitable method of CT evaluation in its detection / L. P. Chmielik, A. Chmielik // *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. – 2017. – Vol. 97. – P. 202–205. – <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2017.04.001>.

7. Thimmaiah, V. T. Pneumatization patterns of Onodi cell on multidetector computed tomography / V. T. Thimmaiah, C. Anupama // *Journal of Oral and Maxillofacial Radiology*. – 2017. – Vol. 5, № 3. – P. 63–66. – https://doi.org/10.4103/jomr.jomr_3_17.

8. Cherla, D. V. The central Onodi cell: A previously unreported anatomic variation / D. V. Cherla, S. Tomovic, J. K. Liu, J. A. Eloy // *Allergy & Rhinology*. – 2013. – Vol. 4, № 1. – P. e49–e51. – <https://doi.org/10.2500/ar.2013.4.0047>.

9. Liu, J. The Whole Lateral Type of the Sphenothmoidal Cell and Its Relevance to Endoscopic Sinus Surgery / J. Liu, J. Yuan, J. Dai, N. Wang // *Ear, Nose & Throat Journal*. – 2021. – Vol. 100, № 9. – P. NP416–NP423. – <https://doi.org/10.1177/0145561320922119>.

10. AL-Zaidi, H. M. H. Unusual large central sphenothmoidal cell separating the two sphenoid sinuses – A case report / H. M. H. AL-Zaidi, H. M. Badr // *Translational Research in Anatomy*. – 2022. – Vol. 28. – Art. 100212. – <https://doi.org/10.1016/j.tria.2022.100212>.

11. Fadda, G. L. Type IV optic nerve and Onodi cell: is there a risk of injury during sphenoid sinus surgery? / G. L. Fadda [et al.] // *Acta Otorhinolaryngologica Italica*. – 2024. – Vol. 44, № 1. – P. 36–41. – <https://doi.org/10.14639/0392-100X-N2462>.

12. Liu, J. Imaging and anatomical features of ethmoid maxillary sinus and its differentiation from surrounding air cells / J. Liu [et al.] // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2018. – Vol. 40, № 2. – P. 207–215. – <https://doi.org/10.1007/s00276-018-1974-8>.

13. Gore, M. R. The supraseptal ethmoid sinus cell: A previously unreported ethmoid sinus variant / M. R. Gore // *Clinical Case Reports*. – 2019. – Vol. 7, № 07. – P. 1306–1308. – <https://doi.org/10.1002/ccr3.2215>.

14. Liu, J. Posterior ethmoid cell expansion towards the inferolateral region of the sphenoid sinus: a computed tomography study / J. Liu, Q. Liu, N. Wang // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2019. – Vol. 41, № 9. – P. 1011–1018. – <https://doi.org/10.1007/s00276-019-02277-w>.

Поступила 10.10.2025 г.