

**ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ SINUS FRONTALIS
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМЫ НАДГЛАЗНИЧНОГО КРАЯ ЛОБНОЙ КОСТИ**

*А.В. Павлов**, *А.А. Виноградов**, *И.В. Андреева**, *С.Р. Жеребятьева**, *И.В. Бахарев**

*Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова (г. Рязань)

Изучение вариантов анатомического строения лобной пазухи человека остается актуальной задачей современной фундаментальной и клинической медицины, с позиций хирургического доступа к околоносовым пазухам и полости черепа, а также необходимости восстановления ее костной основы после операций. Исследование выполнено на черепах из коллекции кафедры анатомии и кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова и их рентгенограммах в прямой и боковой проекциях. Цель исследования – обнаружение достоверной корреляции между формой и размерами надглазничного края лобной кости и лобной пазухой. На достаточном краниологическом и рентгенологическом материале авторами показана достоверная зависимость особенностей строения лобной пазухи от пространственного расположения надглазничного края лобной кости у людей зрелого возраста. Исследование входа в глазницу осуществляли с применением метода цифровой фотометрии: проводили определение количественных характеристик и пространственного положения надглазничного края относительно стандартных параметров глазницы. Проведена оценка ряда показателей ее размеров и разработана классификация, отражающая степень изогнутости дуги надглазничного края, на основании введенного авторами коэффициента изогнутости. Выделены три варианта пространственного расположения надглазничного края лобной кости: менее 30 – с небольшой изогнутостью дуги; 30–45 – со средней и более 45 – с большой. При исследовании черепов и их рентгенограмм было обнаружено, что чем более изогнут надглазничный край, тем выраженнее лобная пазуха.

Ключевые слова: череп человека, краниометрия, строение лобной пазухи, форма надглазничного края лобной кости.

Все более популярными в хирургической практике становятся миниинвазивные методы хирургических вмешательств, позволяющие свести к минимуму повреждение тканей и значи-

тельно сокращающие время операции [1]. Это в полной мере относится и к нейрохирургической практике. В специальной литературе в последнее время отмечается рост публикаций, описываю-

Ответственный за переписку: Павлов Артем Владимирович, адрес: 390026, г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9; e-mail: vitrea@yandex.ru

Для цитирования: Павлов А.В., Виноградов А.А., Андреева И.В., Жеребятьева С.Р., Бахарев И.В. Особенности строения *sinus frontalis* в зависимости от формы надглазничного края лобной кости // Журн. мед.-биол. исследований. 2017. Т. 5, № 1. С. 72–77. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.1.72

щих такого рода доступы через лобную область, среди которых следует отметить миниинвазивную супраорбитальную краниотомию [2–4].

Впервые возможности супраорбитального субфронтального доступа к передней черепной ямке были описаны в 1907 году Федором Краузе в книге «Хирургия головного и спинного мозга» [5]. С тех пор в нейрохирургической практике произошли значительные изменения в плане совершенствования нейровизуализации, хирургического инструментария, внедрения микро- и эндоскопической техники. Эти изменения позволили значительно модифицировать способ, описанный Ф. Краузе. В 2002 году был предложен микродоступ «замочной скважины» («keyhole»), разработанный А. Пернецки [6]. Но, несмотря на все новаторские подходы, оперативные доступы через лобную кость всегда сопряжены с опасностью повреждения лобной пазухи, что в нейрохирургической практике зачастую является нежелательным. Нарушение ее целостности может приводить к серьезным послеоперационным осложнениям, среди которых следует отметить ликворею, инфицирование костного лоскута, менингит и абсцесс мозга.

Вопросами анатомического строения околоносовых пазух занимались многие авторы [7–9], но при этом, по нашим данным, пазухи изучались изолированно, без связи с костными образованиями, способными выступать в качестве ориентира при выполнении хирургического вмешательства. В связи с этим представляется актуальным исследовать взаимосоотношение строения лобной пазухи и линейных и пространственных характеристик рядом лежащих образований, в частности – надглазничного края лобной кости.

Цель исследования – показать взаимосвязь особенностей анатомического строения лобной пазухи и пространственного расположения надглазничного края лобной кости у людей зрелого возраста.

Материалы и методы. Краниометрическое исследование проведено на 43 паспортизированных черепах людей обоих полов первого и второго периодов зрелого возраста (от 22 до 60 лет). Весь материал взят из современной,

этнически однородной коллекции кафедры анатомии и кафедры сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной, оперативной хирургии и топографической анатомии Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова Министерства здравоохранения Российской Федерации. Материал распределялся по полу, возрасту и значениям черепных индексов [10]. Количество мужских и женских черепов составило соответственно 23 и 20. Деление на возрастные группы проводилось согласно периодизации, принятой на 7-й Всероссийской научной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии (Москва, 1965 год).

В работе использовался метод цифровой фотограмметрии, представляющий собой измерение объектов по их фотографиям, выполненным в стандартных укладках. Измерение проводилось по методике Р. Мартина с соблюдением соответствующих методик краниометрии [11]. Для описания особенностей пространственного расположения надглазничного края дополнительно были введены следующие параметры: h – высота изгиба надглазничного края (расстояние (перпендикуляр) от глазничной хорды до наиболее удаленной от нее точки надглазничного края); α – угол, образованный хордой и линией, проведенной от максиллофронтальной точки к наиболее удаленной от хорды точке надглазничного края (показывает степень изогнутости надглазничного края относительно хорды глазницы).

Для измерения нестандартных значений надглазничного края использовалась собственная методика. Был введен коэффициент изогнутости надглазничного края $КИ = h/\text{глазничная хорда} \cdot 100$. Для оценки симметричности дуги надглазничного края лобной кости относительно перпендикуляра (h), проведенного от самой высокой точки надглазничного края к глазничной хорде, был введен коэффициент симметрии $КС = A_m/A_l \cdot 100$, где A_m , A_l – медиальный и латеральный отрезки глазничной хорды соответственно.

Измерения проводились в программе «ImageJ». Анатомия лобных пазух изучалась

на рентгенограммах черепов в прямой и боковой проекциях и имела значительный диапазон изменчивости: по форме (симметричная или асимметричная); количеству «развитых» перегородок (одно-, двух-, трех- или многокамерная); количеству «недоразвитых» перегородок (бухтообразная, ячеистая или смешанной формы); высоте относительно основания лобной пазухи и ширине распространенности вдоль надглазничных краев обеих орбит (широкая низкая, широкая средней высоты, широкая высокая, средней ширины низкая, средней ширины и средней высоты, средней ширины высокая, узкая низкая, узкая средней высоты, узкая высокая); глубине в сагиттальной плоскости (глубокая, неглубокая) [12, 13].

Результаты работы подвергались цифровой обработке и анализу. Статистические методы включали определение нормальности распределения значений; минимальных, максимальных и средних значений; их диапазона; стандартной ошибки; стандартного отклонения. Использовались критерии Уилкоксона, Манна-Уитни. Оценка корреляционной зависимости значений проводилась по методу ранговой корреляции Спирмена. Центральные тенденции и рассеяния количественных признаков описывались средним значением M и стандартной ошибкой среднего значения m , а также с помощью медианы и интерквартильного размаха – в зависимости от вида распределения. Статистическая обработка результатов проводилась с применением пакета анализа «Microsoft Excel» и Statistica 6.0, NCSS 2004.

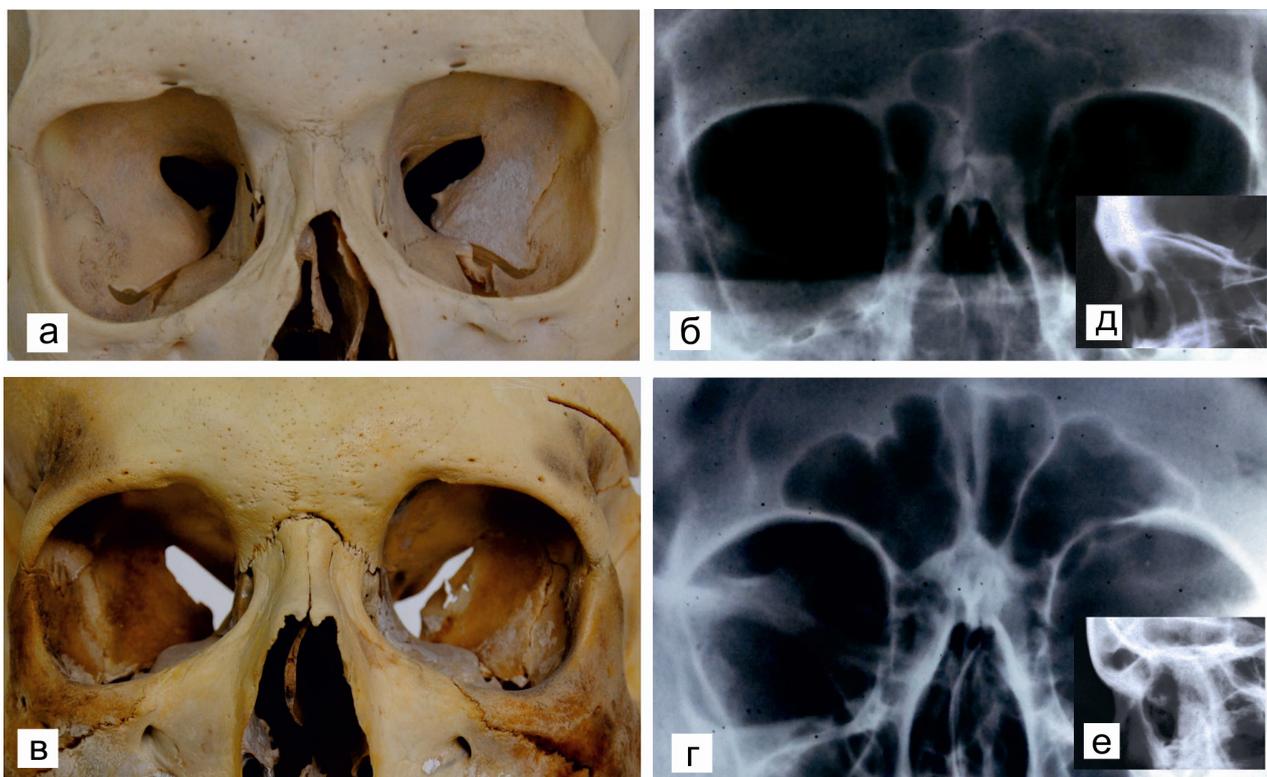
Результаты и обсуждение. Исследование показало, что линейные характеристики надглазничного края лобной кости имеют определенные половые отличия в зависимости от формы черепа, а особенности строения лобной пазухи коррелируют с пространственным расположением дуги надглазничного края (см. рисунок). Большинство изученных черепов имели верхнелицевой указатель, соответствующий лептанам: 68 в среднем. По значениям КИ можно разделить надглазничные края во всех исследованных черепах на следующие группы: менее 30 – с небольшой изогнутостью дуги;

30–45 – со средней и более 45 – с большой. Была обнаружена достоверная корреляционная связь умеренной силы (коэффициент Спирмена 0,41; $p < 0,05$) между значениями КИ и верхнелицевого индекса. Иными словами, можно предположить, что чем более узкое лицо человека, тем более выражен изгиб надглазничного края. При этом достоверных отличий данного коэффициента относительно стороны тела не выявлено. Таким образом, можно говорить об относительной симметричности изгиба надглазничного края лобной кости по отношению к срединной линии тела, несмотря на то, что ряд показателей в правой и левой глазнице показывает достоверные отличия.

Вместе с тем было обнаружено, что перпендикуляр h делил хорду глазницы на два неравных отрезка. В ходе измерения длин данных отрезков выявлено, что медиальный отрезок во всех случаях был значимо меньше латерального: $(16,40 \pm 0,30)$ и $(19,06 \pm 0,40)$ мм соответственно. При этом нет достоверных отличий длин указанных отрезков относительно стороны тела.

Коэффициент симметрии для правой и левой глазниц составлял в среднем $89,9 \pm 3,7$ и $84,9 \pm 4,0$ соответственно. Минимальное и максимальное значения данного коэффициента составляли соответственно 36,6 и 163,2. При этом его значения для правой и левой глазниц статистически не отличались ($U_{\text{знач}} = 840,0$; $p = 0,285$). Исследование показало, что значения данного коэффициента имели сильную корреляционную связь со значениями угла α (коэффициент Спирмена $-0,80$; $p < 0,05$). Чем острее был угол, тем более симметричной выглядела дуга за счет увеличения значений медиального отрезка хорды. Это наблюдение на основе КС дуги надглазничного края позволяет выделить симметрично и несимметрично изогнутый надглазничный край. Важным моментом можно считать отсутствие достоверной связи между КС и КИ. Таким образом, совершенно очевидно, что степень изогнутости дуги не связана с ее симметричностью относительно h .

Пространственное расположение надглазничного края оказывает свое влияние на формирование структуры лобной пазухи. Так, нами



Разные варианты строения лобной пазухи в зависимости от формы надглазничного края лобной кости: *a* – фото черепа человека со слабой изогнутостью дуги (КИ = 28,4); *б* – прямая рентгенограмма того же черепа: лобная пазуха асимметричная, короткая, узкая, средней высоты, бухтообразная, неглубокая (*д*); *в* – фото черепа со средней изогнутостью дуги (КИ = 41,6); *г* – прямая рентгенограмма того же черепа: лобная пазуха симметричная, средней ширины, высокая, бухтообразная, с полной дополнительной перегородкой (слева), средней глубины (*е*)

было отмечено, что в случае слабой изогнутости дуги надглазничного края лобная пазуха была чаще всего асимметричной, короткой, низкой или средней высоты, бухтообразной и неглубокой (см. рисунок, *a, б, д*). В случае средней или большой изогнутости дуги на рентгенограммах регистрировалось иное строение пазухи: она была симметричной, средней ширины или узкой (в наших наблюдениях 12 %), бухтообразной, средней глубины (см. рисунок, *в, г, е*). Такое взаимоотношение между надглазничным краем височной кости и лобной пазухой должно учитываться при выполнении доступов в полость черепа через данную область.

Заключение. Проведенное исследование показало, что, при всем анатомическом раз-

нообразии строения лобной пазухи человека, ее основные формы могут быть соотнесены с особенностями пространственного расположения надглазничного края лобной кости. При этом было отмечено, что угловые размеры, характеризующие его положение, зависели от формы черепа, а линейные – от формы черепа и пола: у мужчин они больше, чем у женщин, горизонтальные размеры больше у брахицефалов, вертикальные – у долихоцефалов, мезоцефалические черепа по данному показателю занимали промежуточное положение. Выявленные закономерности могут служить отправной точкой для создания новых и модификации уже имеющихся доступов к структурам передней черепной ямки.

Список литературы

1. Гайдар Б.В., Парфенов В.Е., Гуляев Д.А., Кондаков Е.Н., Свистов Д.В., Черebilло В.Ю., Гайворонский А.И. Оперативные доступы в хирургии черепа и головного мозга // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. 2011. № 2(34). С. 210–213.
2. Hernesniemi J., Dashti R., Lehecka M., Niemelä M., Rinne J., Lehto H., Ronkainen A., Koivisto T., Jääskeläinen J.E. Microneurosurgical Management of Anterior Communicating Artery Aneurysms // *Surg. Neurol.* 2008. Vol. 70, № 1. P. 8–29.
3. Cha K.-C., Hong S.C., Kim J.S. Comparison Between Lateral Supraorbital Approach and Pterional Approach in the Surgical Treatment of Unruptured Intracranial Aneurysms // *J. Korean Neurosurg. Soc.* 2012. Vol. 51, № 6. P. 334–337.
4. Ormond D.R., Hadjipanayis C.G. The Supraorbital Keyhole Craniotomy Through an Eyebrow Incision: Its Origins and Evolution (Review Article) // *Minim. Invasive Surg.* 2013. P. 1–11. Art. ID 296469.
5. Алексеев А.Г., Пичугин А.А., Шаяхметов Н.Г., Пашаев Б.Ю., Данилов В.И. Чрезбровная (транссиллярная) супраорбитальная краниотомия по типу «keyhole» в хирургии опухолей передней черепной ямки и аневризм передней циркуляции виллизиева круга: первый опыт нейрохирургического отделения // *Рос. нейрохирург. журн. им. проф. А.Л. Поленова.* 2014. Т. VI, № 2. С. 16–21.
6. Perneckzy A., Reisch R. Key Hole Approaches in Neurosurgery. Vol. I. Concept and Surgical Technique. Vienna, 2008.
7. Костоманова Н.Г. К вопросу об изменчивости положения, формы, размеров и придаточных полостей носа у человека (анатомо-рентгенологическое исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 1958. 12 с.
8. Загоровская Т.М., Кирсанов В.Н., Фомин Н.Н. Индивидуальная изменчивость степени пневматизации околоносовых пазух // Макро- и микроморфология. Саратов, 1999. Вып. 4. С. 70–72.
9. Худякова О.В., Виноградов А.А. Анатомическая изменчивость лобной пазухи черепов VIII и XX веков // *Український морфологічний альманах.* 2011. Т. 9, № 4. С. 131–134.
10. Сперанский В.С. Основы медицинской краниологии. М., 1988. 288 с.
11. Алексеев В.П., Дебец Г.Ф. Краниометрия. Методика антропологических исследований. М., 1964. 128 с.
12. Волков А.Г. Лобные пазухи. Ростов н/Д., 2000. 512 с.
13. Pondé J.M., Nonato Andrade R., Maldonado Via J., Metzger P., Teles A.C. Anatomical Variations of the Frontal Sinus // *Int. J. Morphol.* 2008. Vol. 26, № 4. P. 803–808.

References

1. Gaydar B.V., Parfenov V.E., Gulyaev D.A., Kondakov E.N., Svistov D.V., Cherebillo V.Yu., Gayvoronskiy A.I. Operativnye dostupy v khirurgii cherepa i golovnogogo mozga [Approaches in Skull and Brain Surgery]. *Vestnik Rossiyskoy voenno-meditsinskoy akademii*, 2011, no. 2, pp. 210–213.
2. Hernesniemi J., Dashti R., Lehecka M., Niemelä M., Rinne J., Lehto H., Ronkainen A., Koivisto T., Jääskeläinen J.E. Microneurosurgical Management of Anterior Communicating Artery Aneurysms. *Surg. Neurol.*, 2008, vol. 70, no. 1, pp. 8–28.
3. Cha K.-C., Hong S.C., Kim J.S. Comparison Between Lateral Supraorbital Approach and Pterional Approach in the Surgical Treatment of Unruptured Intracranial Aneurysms. *J. Korean Neurosurg. Soc.*, 2012, vol. 51, no. 6, pp. 334–337.
4. Ormond D.R., Hadjipanayis C.G. The Supraorbital Keyhole Craniotomy Through an Eyebrow Incision: Its Origins and Evolution (Review Article). *Minim. Invasive Surg.*, 2013, pp. 1–11. Art. ID 296469.
5. Alekseev A.G., Pichugin A.A., Shayakhmetov N.G., Pashaev B.Yu., Danilov V.I. Chrezbrovnaya (trantsiliarnaya) supraorbital'naya kraniotomiya po tipu "keyhole" v khirurgii opukholey peredney cherepnoy yamki i anevrizm peredney tsirkulyatsii villizieva kruga: pervyy opyt neyrokhirurgicheskogo otdeleniya [Trans-Ciliary Supraorbital "Keyhole" Type Craniotomy in the Surgery of Tumors of Precranial Fossa and Aneurysms of Willis' Artery Anterior Circulation: The First Experience of Neurosurgery Department]. *Rossiyskiy neyrokhirurgicheskiy zhurnal im. professora A.L. Polenova*, 2014, vol. VI, no. 2, pp. 16–21.
6. Perneckzy A., Reisch R. Key Hole Approaches in Neurosurgery. Vol. I. Concept and Surgical Technique. Vienna, 2008.

7. Kostomanova N.G. *K voprosu ob izmenchivosti polozheniya, formy, razmerov i pridatochnykh polostey nosa u cheloveka (anatomyo-rentgenologicheskoe issledovanie): avtoref. dis. ... kand. med. nauk* [On Variability of Position, Shape, Size and Paranasal Sinuses in Humans (Anatomical Examination and X-Ray Imaging): Cand. Med. Sci. Diss. Abs.]. Saratov, 1958. 12 p.

8. Zagorovskaya T.M., Kirsanov V.N., Fomin N.N. Individual'naya izmenchivost' stepeni pnevmatizatsii okolonosovykh pazukh [Individual Variability in the Degree of Pneumatization of Paranasal Sinuses]. *Makro- i mikromorfologiya* [Macro- and Micromorphology]. Saratov, 1999. Iss. 4, pp. 70–72.

9. Khudyakova O.V., Vinogradov A.A. Anatomicheskaya izmenchivost' lobnoy pazukhi cherepov VIII i XX vekov [Anatomical Variability in Frontal Sinus of Eighth- and Twentieth- Century Skulls]. *Ukrains'kiy morfologichniy al'manakh*, 2011, vol. 9, no. 4, pp. 131–134.

10. Speranskiy V.S. *Osnovy meditsinskoy kraniologii* [Fundamentals of Medical Craniology]. Moscow, 1988. 288 p.

11. Alekseev V.P., Debets G.F. *Kraniometriya. Metodika antropologicheskikh issledovaniy* [Cranioimetry. Anthropological Research Methods]. Moscow, 1964. 128 p.

12. Volkov A.G. *Lobnye pazukhi* [Frontal Sinuses]. Rostov-on-Don, 2000. 512 p.

13. Pondé J.M., Nonato Andrade R., Maldonado Via J., Metzger P., Teles A.C. Anatomical Variations of the Frontal Sinus. *Int. J. Morphol.*, 2008, vol. 26, no. 4, pp. 803–808.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.1.72

*Artem V. Pavlov**, *Aleksandr A. Vinogradov**, *Irina V. Andreeva**,
*Svetlana R. Zherebyat'eva**, *Il'ya V. Bakharev**

*I.P. Pavlov Ryazan State Medical University (Ryazan, Russian Federation)

STRUCTURAL FEATURES OF *sinus frontalis* DEPENDING ON THE SHAPE OF THE SUPRAORBITAL MARGIN

The study of the anatomical structure of the human frontal sinus is highly important for modern fundamental and clinical medicine in terms of surgical approaches to the paranasal sinuses and cranial cavity, as well as due to the need to restore it after surgeries. This research was performed using the skulls from our university's collection and their radiographs in the frontal and lateral projections. The study aimed to discover a significant correlation between the shape and size of the supraorbital margin of the frontal bone and the frontal sinus. Using sufficient cranial and radiological material, we showed a significant correlation between the structural features of the frontal sinus and the spatial location of the supraorbital margin in middle-aged people. The study was performed using the method of digital photometry: quantitative characteristics and spatial location of the supraorbital margin were determined, relative to the standard parameters of the orbit. Further, these parameters were evaluated and a classification was developed using the curvature index (CI) introduced by the authors. Three variants of spatial location of the supraorbital margin were singled out: CI less than 30 – minor curvature, CI 30–45 – average curvature, and CI more than 45 – large curvature. Having studied the skulls and their radiographs, we found that the greater the curvature of the supraorbital margin, the more pronounced the frontal sinus.

Keywords: *human skull, craniometry, frontal sinus structure, form of the supraorbital margin.*

Поступила 13.10.2016
Received 13 October 2016

Corresponding author: Artem Pavlov, *address:* ul. Vysokovol'tnaya 9, Ryazan, 390026, Russian Federation; *e-mail:* vitrea@yandex.ru

For citation: Pavlov A.V., Vinogradov A.A., Andreeva I.V., Zherebyat'eva S.R., Bakharev I.V. Structural Features of *sinus frontalis* Depending on the Shape of the Supraorbital Margin. *Journal of Medical and Biological Research*, 2017, vol. 5, no. 1, pp. 72–77. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.1.72