

© Коллектив авторов, 2025  
УДК 616.833-001.35-08-71  
DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2025.20072>  
ISSN – 2073-8137

## Соотношение компактной и трабекулярной кости верхней челюсти и особенности строения верхнечелюстной пазухи при планировании операции имплантации и субантральной аугментации

И. А. Гатило<sup>1</sup>, С. В. Сирак<sup>1</sup>, В. Н. Ленев<sup>1</sup>, Е. Е. Есауленко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ставропольский государственный медицинский университет,  
Российская Федерация

<sup>2</sup> Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар,  
Российская Федерация

## The relationship of the compact and trabecular bone of the maxillary and the structure features of the maxillary sinus when planning implantation operations and subantral augmentation

Gatilo I. A.<sup>1</sup>, Sirak S. V.<sup>1</sup>, Lenev V. N.<sup>1</sup>, Esaulenko E. E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Stavropol State Medical University, Russian Federation

<sup>2</sup> Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

Проведен анализ данных 156 конусно-лучевых компьютерных томографий (КЛКТ) и распилов 148 скелетированных паспортизированных черепов для изучения анатомо-топографического строения 608 верхнечелюстных пазух и изменения соотношения трабекулярного и компактного вещества в области премоляров и моляров на верхней челюсти. Установлена связь между наличием зубов жевательной группы и степенью пневматизации пазух, а также их формой. Форма пазухи становится четырёхгранной после потери жевательных зубов и соответствует гипопневматизированному типу. При наличии жевательных зубов форма пазухи щелевидная или трёхгранная и соответствует гиперпневматизированному типу. Определено соотношение между компактным и трабекулярным костным веществом дна верхнечелюстной пазухи в области премоляров и моляров верхней челюсти. С возрастом и у мужчин, и у женщин уменьшается объём трабекулярного и увеличивается объём компактного костного вещества в области жевательных зубов верхней челюсти. Установлены средние значения толщины передней стенки и дна верхнечелюстного синуса при частичной и полной адентии, а также определена частота встречаемости трёхгранных, четырёхгранных и щелевидных конфигураций пазух.

*Ключевые слова:* верхнечелюстная пазуха, конусно-лучевая компьютерная томография, дентальная имплантация, скелетированный череп, пневматизация, имплантологическое лечение

The article analyzes data from 156 cone beam computed tomography (CBCT) scans and sections of 148 skeletonized certified skulls to study the anatomical and topographic structure of 608 maxillary sinuses and changes in the ratio of trabecular and compact substance in the area of premolars and molars in the upper jaw. A connection has been established between the presence of teeth in the chewing group and the degree of pneumatization of the sinuses, as well as their shape. The shape of the sinus becomes tetrahedral after the loss of chewing teeth and corresponds to the hypopneumatized type. In the presence of chewing teeth, the shape of the sinus is slit-like or triangular and corresponds to the hyperpneumatized type. The relationship between the compact and trabecular bone substance of the bottom of the maxillary sinus in the area of premolars and molars of the upper jaw was determined. With age, in both men and women, the volume of trabecular substance decreases and the volume of compact bone substance increases in the area of the chewing teeth of the upper jaw. The average thicknesses of the anterior wall and bottom of the maxillary sinus with partial and complete adentia were determined, and the frequency of triangular, tetrahedral, and slit-shaped sinus configurations was determined.

*Keywords:* maxillary sinus, cone beam computed tomography, dental implantation, skeletonized skull, pneumatization, implantological treatment

**Для цитирования:** Гатило И. А., Сирак С. В., Ленев В. Н., Есауленко Е. Е. Соотношение компактной и трабекулярной кости верхней челюсти и особенности строения верхнечелюстной пазухи при планировании операции имплантации и субантральной аугментации. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2025;20(4):340-345. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2025.20072>

**For citation:** Gatilo I. A., Sirak S. V., Lenev V. N., Esaulenko E. E. The relationship of the compact and trabecular bone of the maxillary and the structure features of the maxillary sinus when planning implantation operations and subantral augmentation. *Medical News of North Caucasus*. 2025;20(4):340-345. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2025.20072> (In Russ.)

**В** связи с частым применением имплантационных методов для устранения дефектов зубных рядов растет интерес к уточнению данных об анатомо-топографических особенностях строения верхнечелюстной пазухи и альвеолярного отростка верхней челюсти (АОВЧ). Известно, что альвеолярный отросток верхней челюсти – структура, существование которой зависит от наличия зубов [1, 2], поскольку процессы его роста и развития идут одновременно с формированием и прорезыванием зубов. Вторичная адентия ведет к атрофии альвеолярного отростка, скорость этого процесса зависит от целого ряда причин: возраста, пола, гормональных сдвигов [3, 4]. Успех операции дентальной имплантации для устранения вторичной адентии напрямую зависит от объема губчатого вещества и близости к верхнечелюстной пазухе [5, 6].

Следует отметить, что гайморова пазуха (верхнечелюстной синус) является самым большим полостным образованием в лицевом отделе черепа и ее форма часто повторяет форму верхнечелюстной кости [7–9]. Объем и пневматизация верхнечелюстных синусов зависит от типа антропологического строения, а также наличия премоляров и моляров. При потере жевательных зубов верхней челюсти наблюдается увеличение объема верхнечелюстного синуса, что ухудшает условия для установки имплантатов в эту область из-за малого объема губчатой кости и обусловлено смещением дна пазухи в направлении альвеолярного отростка челюсти [10, 11]. В таких клинических ситуациях показана аугментация костной ткани в области верхнечелюстной пазухи, причем установлена прямая связь между наличием премоляров и моляров верхней челюсти и объемом синусов [12–14].

Все вышеперечисленные особенности строения верхнечелюстной пазухи и костных структур верхней челюсти диктуют выбор тактики хирургического вмешательства для устранения дефектов зубных рядов [15, 16]. Однако в доступной литературе имеются отрывочные сведения о соотношении компактной и трабекулярной кости верхней челюсти в возрастном и половом аспектах, также нуждаются в корректировке сведения об особенностях строения верхнечелюстной пазухи при планировании операции имплантации и субантральной аугментации, в связи с этим возникла необходимость детального изучения соотношения компактного и трабекулярного костного вещества верхней челюсти в области премоляров и моляров и соотношения костных структур с дном верхнечелюстного синуса.

Цель исследования – изучение влияния соотношения компактного и трабекулярного костного вещества верхней челюсти, толщины передней стенки, типа пневматизации и формы верхнечелюстной пазухи на выбор методики имплантации с предшествующей аугментацией костной ткани в области синуса.

**Материал и методы.** Исследовано 156 конусно-лучевых компьютерных томографий (КЛКТ) следующих возрастных групп: 25–34, 35–44, 45–54, 55–64 и 65–70 лет, 70 мужских и 86 женских. В задачи исследования входило определение типа пневматизации пазух, формы, возрастных изменений соотношения компактного и трабекулярного (губчатого) костного вещества, высоты и ширины альвеолярного гребня в области жевательных

зубов, проникновения апексов в просвет синусов. Объем синусов определяли, измеряя ширину, высоту и глубину пазух.

Также произведены распилы 148 скелетированных черепов для изучения особенностей строения верхнечелюстного синуса. На фронтальной части передней стенки в области клыковой ямки выпиливалось окно в полость верхнечелюстной пазухи для визуализации формы, наличия септ, обнаружения проникновения верхушек корней премоляров и моляров в полость синуса и детализации строения дна пазухи. Далее полость синуса заполнялась С-силиконовой массой Speedex, для 3D-реконструкции и детального изучения их строения. Производились замеры толщины компактной пластинки дна верхнечелюстной пазухи, объема трабекулярной костной ткани в области премоляров и моляров, ширины и высоты альвеолярного гребня с помощью штангенциркуля Stainless Hardened. При оценке толщины передней стенки верхнечелюстной пазухи измерения выполнялись в пяти точках: верхней медиальной, верхней латеральной, нижней медиальной, нижней латеральной и в середине fossa canina слева и справа.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием метода множественного сравнения Стьюдента с поправкой Бонферони с 5 % уровнем значимости, а также критерия Ньюмена – Кейлса, позволяющего после проведенного дисперсионного анализа проверить нулевую гипотезу о равенстве всех средних или отвергнуть справедливость нулевой гипотезы при  $p > 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** Результаты исследования КЛКТ показали, что наибольший объем губчатой костной ткани отмечается у женщин в области премоляров. С возрастом соотношение между трабекулярным и компактным костным веществом изменяется в сторону увеличения компактной кости (табл.). Установлено, что трабекулярная костная ткань верхней челюсти имеет более пористое строение по сравнению с нижней, что объясняет быстрое наступление инфльтрационной анестезии и лучшие условия для формиро-

Таблица  
Соотношение между компактным и трабекулярным костным веществом в жевательном отделе верхней челюсти (%)

Возрастные группы	Пол	Всего наблюдений		Область премоляров губчатая/компакт.	Область моляров губчатая/компакт.
		абс.	%		
25–34	М	14	100	78,3±0,1/21,7±0,2	74,6±0,2/25,4±0,4
	Ж	8	100	82,4±0,1/17,60±0,2	80,6±0,15/19,4±0,3
35–44	М	18	100	74,3±0,2/25,7±0,1	68,4±0,2/34,6±0,1
	Ж	16	100	68,6±0,03/31,4±0,1	60,8±0,3/39,2±0,2
45–54	М	4	100	72,28±0,1/27,72±0,2	50,2±0,2/49,8±0,5
	Ж	18	100	62,56±0,1/37,5±0,02	36,8±0,4/63,2±0,2
55–64	М	10	100	68,4±0,1/31,6±0,2	34,8±0,1/65,2±0,4
	Ж	20	100	57,3±0,3/43,4±0,1	34,4±0,1/65,6±0,1
65–70	М	24	100	42,2±0,2/57,8±0,2	34,6±0,2/65,4±0,4
	Ж	24	100	41,4±0,4/58,6±0,2	22,4±0,2/77,6±0,2

вания костного ложа под дентальные имплантаты.

У всех исследуемых среднее соотношение толщины трабекулярного и компактного костного вещества в области премоляров в возрасте 25–34 и 35–44 лет оказалось достаточно стабильным: с возрастом эти показатели в области моляров стремительно сдвига-

лись в сторону увеличения компактного компонента костной ткани. Наиболее выражены изменения были у женщин в возрасте от 45 лет и старше, что может быть связано с гормональными изменениями в климактерическом периоде. Соотношение трабекулярного и компактного компонента костной ткани в области премоляров у женщин в возрасте от 55 до 64 лет составило  $57,3 \pm 0,3 / 43,4 \pm 0,1$  %, в возрасте 65–70 лет –  $41,4 \pm 0,4 / 58,6 \pm 0,2$  %. В области моляров потеря костной ткани происходила быстрее из-за того, что они первыми подвергаются кариозным изменением и впоследствии подлежат удалению. В настоящее время удаление зуба проводится с помощью люксаторов, что позволяет максимально сохранить костную ткань, тогда как удаление зубов щипцами приводит к потере и компактной, и трабекулярной кости. Очевидно, этим объясняется соотношение губчатой и компактной кости в области моляров в возрасте 65–70 лет  $34,6 \pm 0,2 / 65,4 \pm 0,4$  % – у мужчин и  $22,4 \pm 0,2 / 77,6 \pm 0,2$  % – у женщин.

Для изучения формы и типа пневматизации, а также измерения ширины и высоты альвеолярного отростка верхней челюсти в области жевательных зубов, толщины компактной костной ткани в области дна верхнечелюстных пазух исследованы скелетированные паспортизированные женские и мужские черепа. Так, при распиле

женского скелетированного черепа № 4 с полной потерей зубов отмечается вторичная атрофия альвеолярного отростка, отсутствие трабекулярной костной ткани и истончение компактной кости (рис. 1а). Данные КЛКТ полностью соответствуют данным при распиле пазухи (рис. 1б). Толщина костной ткани слева от дна пазухи и до вершины альвеолярного гребня по данным распила составила  $2,26 \pm 0,02$  мм, справа –  $2,90 \pm 0,1$  мм, а толщина компактной пластинки дна синусов составила  $1,32 \pm 0,01$  мм слева и  $1,28 \pm 0,02$  мм справа. Высота правой пазухи составила  $41,68 \pm 0,02$  мм, ширина –  $18,42 \pm 0,01$  мм, глубина –  $40,79 \pm 0,02$  мм. Высота левой верхнечелюстной пазухи –  $35,02 \pm 0,01$  мм, ширина –  $16,63 \pm 0,01$  мм, глубина –  $36,10 \pm 0,01$  мм. Объем правой пазухи составил  $3,132 \pm 0,01$  см<sup>3</sup>, левой –  $2,102 \pm 0,02$  см<sup>3</sup>. Минимальная толщина передней стенки справа составляет  $1,43 \pm 0,02$  мм, максимальная –  $2,58 \pm 0,02$  мм, среднее значение толщины (измерения выполнены в пяти точках) –  $1,99 \pm 0,03$  мм. Минимальная толщина передней стенки слева составляет  $1,28 \pm 0,01$  мм, максимальная –  $2,24 \pm 0,02$  мм, среднее значение толщины –  $1,65 \pm 0,02$  мм. Синусы асимметричны. Дно верхнечелюстных пазух слева и справа находилось ниже дна полости носа, соответственно тип синуса – гиперпневматизированный. Форма пазухи – четырёхгранная.

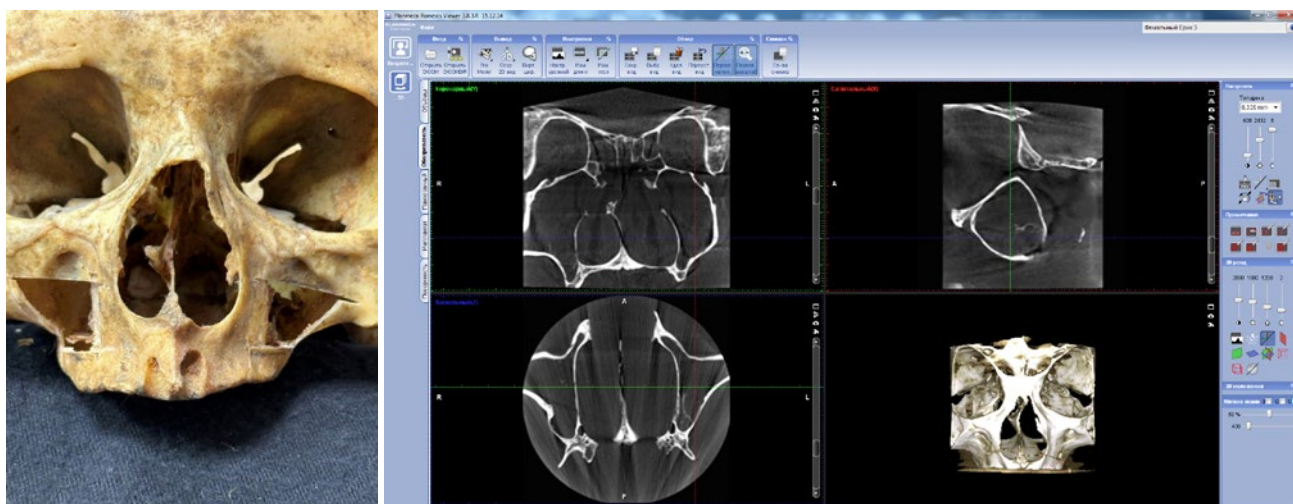


Рис. 1. Женский скелетированный череп со вскрытыми верхнечелюстными пазухами (а), КЛКТ женского черепа с полной потерей зубов (б)

При изучении мужского скелетированного черепа № 12 с частичной потерей зубов (рис. 2а), также отмечается уменьшение объема трабекулярной костной ткани и увеличение компактной кости. Корни 16 и 17 зубов женского черепа № 8 проникают в полость верхнечелюстной пазухи (рис. 2б). В области верхушек 27 зуба на КЛКТ (рис. 2в) и при распиле обнаружены образования округлой формы, диаметром 6 мм. Проникновения верхушек корней 27 зуба не обнаружено. Произведены замеры толщины компактной и трабекулярной ткани в области жевательных зубов, граничащих с верхнечелюстным синусом. Так, наименьшая толщина компактной кости в области дна пазухи отмечается в области 16 зуба и составляет  $0,8 \pm 0,01$  мм, ширина альвеолярного гребня  $6,75 \pm 0,01$  мм и высота гребня –  $8,98 \pm 0,02$  мм. Наибольшая высота и ширина альвеолярного гребня наблюдалась в области первых премоляров. Так, в области 14 зуба толщина компактной кости дна верхнечелюстной пазухи составила  $1,13 \pm 0,01$  мм, ширина альвеолярного гребня –  $8,33 \pm 0,02$  мм, высота –  $13,11 \pm 0,01$  мм.

В области 24 зуба показатели были схожи: толщина компактной кости дна верхнечелюстной пазухи составила  $1,28 \pm 0,01$  мм, ширина альвеолярного гребня –  $10,26 \pm 0,01$  мм, высота –  $13,12 \pm 0,02$  мм.

Высота правого синуса составила  $41,46 \pm 0,01$  мм, ширина –  $23,69 \pm 0,02$  мм, глубина –  $42,68 \pm 0,02$  мм. Высота левого синуса –  $38,73 \pm 0,02$  мм, ширина –  $24,37 \pm 0,01$  мм, глубина –  $41,92 \pm 0,01$  мм. Объем правой верхнечелюстной пазухи –  $4,192 \pm 0,02$  см<sup>3</sup>, левой –  $3,957 \pm 0,01$  см<sup>3</sup>. Минимальная толщина передней стенки справа составляет  $1,43 \pm 0,03$  мм, максимальная –  $1,63 \pm 0,03$  мм, среднее значение толщины –  $1,54 \pm 0,01$  мм. Минимальная толщина передней стенки слева составляет  $1,27 \pm 0,01$  мм, максимальная –  $2,31 \pm 0,02$  мм, среднее значение толщины –  $1,59 \pm 0,02$  мм. Нижние стенки пазух справа и слева находятся ниже дна полости носа, следовательно, пазухи гиперпневматизированы и асимметричны. Форма пазух – четырёхгранная. Таким образом, можно сделать вывод, что наибольший объем трабекулярной костной ткани при частичной потере зубов жеватель-

ной группы отмечается в области первых премоляров, наименьший – в области первых моляров. Объем трабекулярной кости на верхней челюсти в области премоляров и моляров распределен неравномерно. Так, при поперечном срезе верхней челюсти на уровне

$\frac{1}{2}$  длины корней больше губчатой кости отмечается с вестибулярной стороны в области моляров. В области премоляров больше трабекулярной кости ближе к небной поверхности. Корни клыков вестибулярно покрыты лишь компактной костной тканью.

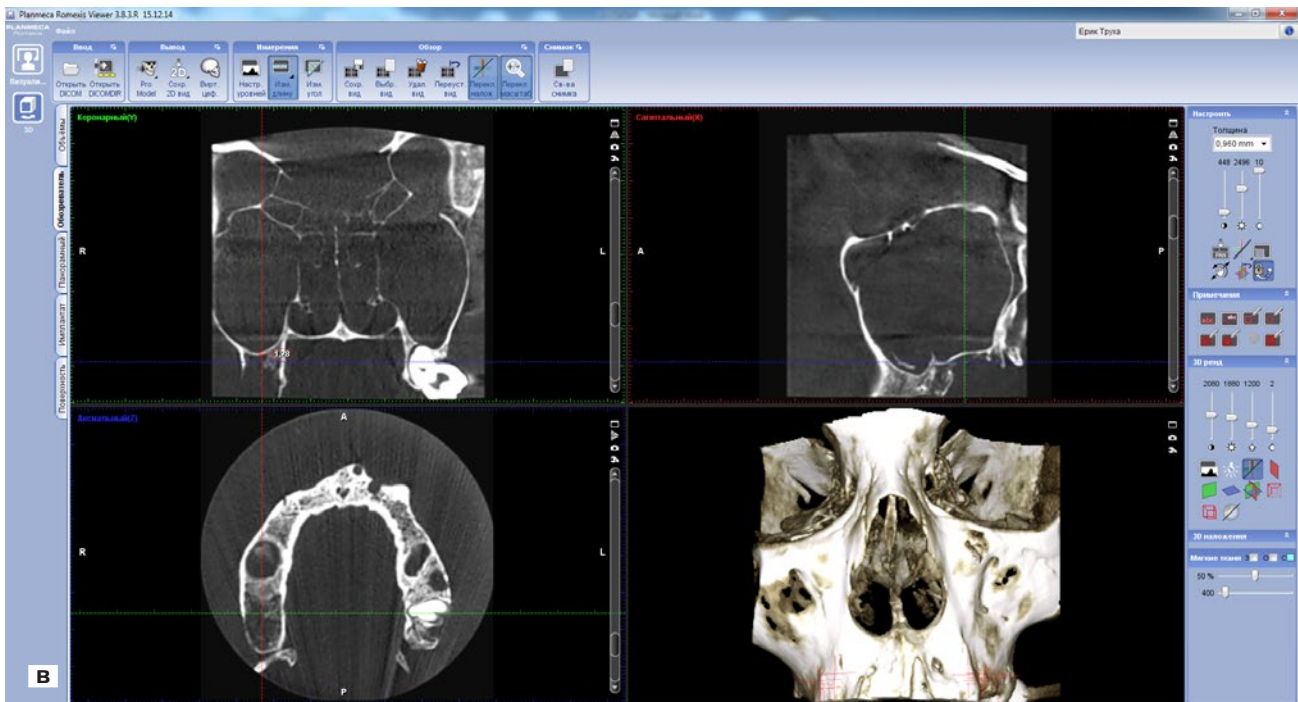


Рис. 2. Мужской (а) и женский (б) скелетированные черепа со вскрытыми верхнечелюстными пазухами, КЛКТ мужского черепа с частичной потерей зубов (в)

Соотношение трабекулярной и компактной кости менялось во всех возрастных группах. В группах от 25 до 34 и от 35 до 45 лет у мужчин и женщин больше губчатой костной ткани. В возрастных группах от 46 до 55 лет и от 56 до 60 лет соотношение сдвигается в сторону компактного костного вещества. В группе старше 60 лет объем трабекулярной кости, особенно после потери премоляров и моляров, мал, что является показанием для выполнения операции аугментации костной ткани в области верхнечелюстного синуса.

Полученные данные согласуются с результатами исследований, проведенных другими авторами, где

показано, что высота альвеолярной кости влияет на результаты приживления имплантата [17]. При измерениях толщины альвеолярной кости на различных уровнях корней моляров установлена минимальная толщина костной ткани, необходимая для стабильности имплантата с щечной и язычной сторон, которая составляет не менее 2 мм [18, 19]. Также установлено, что костная ткань на корональном уровне более подвержена резорбции по сравнению с апикальной частью [19].

При исследовании альвеолярного гребня верхней челюсти для уточнения информации о компонентах

альвеолярного отростка в различных участках челюсти как при полной потере зубов, так и при наличии зубов установлено, что плотность губчатой ткани повышена в области фронтальной группы зубов и понижена в области бугра верхней челюсти [20]. Ряд авторов ссылаются на известную классификацию плотности костной ткани по Misch, используемую перед планированием операции имплантации [21–23], которая между тем не учитывает вышеперечисленные особенности строения верхнечелюстной кости.

**Заключение.** Как показали результаты исследования, при полноценном зубном ряде верхней челюсти форма гайморовых пазух чаще щелевидная или трехгранная; при полной или частичной адентии в области жевательной группы зубов верхней челюсти – четырехгранная. Щелевидная и трехгранная форма верхнечелюстного синуса соответствуют гипопневматизированному типу, четырехгранная – гиперпневматизированному.

При полной вторичной адентии на верхней челюсти у пациентов обоих полов фиксируется убыль костной ткани альвеолярного отростка, истончение компактной кости и значительное уменьшение объема тра-

бекулярной кости. При частичной потере зубов наибольший объем губчатой костной ткани отмечается в области первых премоляров, а наименьший – в области первых моляров. Соотношение компактного и губчатого костного вещества также сдвигается в сторону компактного. Наименьшая толщина компактной кости дна верхнечелюстной пазухи отмечается у женщин в области первых моляров. При измерении толщины передней стенки синусов отмечено, что наибольшая толщина отмечена у женщин в области подглазничного отверстия, составляя в среднем  $2,39 \pm 0,05$  мм ( $p < 0,05$ ), а наименьшая – в углублении fossa canina. У мужчин толщина передней стенки пазухи в среднем составляет  $1,57 \pm 0,03$  мм ( $p < 0,05$ ).

Полученные данные играют важную роль при выборе методики оперативного вмешательства для восстановления целостности зубного ряда верхней челюсти: проведение субантральной аугментации в условиях полной или частичной адентии должно проводиться с учетом анатомо-топографических особенностей верхнечелюстной пазухи.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

### Литература/References

1. Матчин А. А., Мац Е. Г. Компьютерная томография верхнечелюстных пазух: нормальная анатомия и патология. *Оперативная хирургия и клиническая анатомия. Пироговский научный журнал.* 2019;2(3):73-74. [Matchin A. A., Mats E. G. Computed tomography of the maxillary sinuses: normal anatomy and pathology. *Operativnaya xirurgiya i klinicheskaya anatomiya. Pirogovskij nauchnyj zhurnal. – Operative surgery and clinical anatomy. Pirogov Scientific Journal.* 2019;2(3):73-74. (In Russ.).]
2. Харламов А. А., Панин А. М., Васильев А. Ю., Вишняков В. В., Серова Н. С. Оценка информативности методики цифровой объемной томографии для диагностики состояния верхнечелюстных синусов. *Эндодонтия Today.* 2011;1:19-23. [Kharlamov A. A., Panin A. M., Vasiliev A. Yu., Vishnyakov V. V., Serova N. S. Evaluation of the information content of the digital volumetric tomography technique for diagnosing the condition of the maxillary sinuses. *Endodontiya Today. – Endodontics Today.* 2011;1:19-23. (In Russ.).]
3. Иванов С. С., Мураев А. А., Мухаметшин Р. Ф., Иванов С. Ю., Судьев С. А. [и др.]. Устранение дефектов мембраны Шнейдера во время проведения операций синус-лифтинга. *Стоматология.* 2024;1(103):31-34. [Ivanov S. S., Murayev A. A., Mukhametshin R. F., Ivanov S. Yu., Sudyev S. A. [et al.]. Elimination of Schneiderian membrane defects during sinus lift operations. *Stomatologiya. – Dentistry.* 2024;1(103):31-34. (In Russ.).] <https://doi.org/10.17116/stomat202410301131>
4. Kato S., Botticelli D., De Santis E. Sinus mucosa thinning and perforation after sinus augmentation. A histological study in rabbits. *Oral and Maxillofacial Surgeons.* 2021;25(4):477-485. <https://doi.org/10.1007/s10006-021-00946-y>
5. An J. H., Park S. H., Han J. J. Treatment of dental implant displacement into the maxillary sinus. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery.* 2017;39(2):35-42. <https://doi.org/10.1186/s40902-017-0133-1>
6. Sala Y. M., Lu H., Chrcanovic B. R. Clinical outcomes of maxillary sinus floor perforation by dental implants and sinus membrane perforation during sinus augmentation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine.* 2024;13(5):1253. <https://doi.org/10.3390/jcm13051253>
7. Kim J., Jang H. A review of complications of maxillary sinus augmentation and available treatment methods. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons.* 2019;45(3):220-224. <https://doi.org/10.5125/jkaoms.2019.45.4.220>
8. Сирак С. В., Долгалев А. А., Слетов А. А., Михайленко А. А. Изучение особенностей анатомо-топографического строения нижней челюсти для планирования эндодонтического и имплантологического лечения. *Институт стоматологии.* 2008;2(39):84-87. [Sirak S. V., Dolgalev A. A., Sletov A. A., Mihajlenko A. A. Izuchenie osobennostej anatomo-topograficheskogo stroenija nizhnjej cheljusti dlja planirovanija jendodonticheskogo i implantologicheskogo lechenija. *Institut stomatologii. – Institute of Dentistry.* 2008;2(39):84-87. (In Russ.).]
9. Ragucci G. M., Elnayef B., Suárez-López del Amo F. Influence of exposing dental implants into the sinus cavity on survival and complications rate: a systematic review. *International Journal of Implant Dentistry.* 2019;5(6):110-116. <https://doi.org/10.1186/s40729-019-0157-7>
10. Hamdoon Z., Mahmood N., Talaat W. Evaluation of different surgical approaches to remove dental implants from the maxillary sinus. *Scientific Reports.* 2021;11(2):4440. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83721-z>
11. Sodnom-Ish B., Eo M. Y., Lee J. Y. Functional rehabilitation of the maxillary sinus after modified endoscopic sinus surgery for displaced dental implants. *International Journal of Implant Dentistry.* 2023;9(2):25-33. <https://doi.org/10.1186/s40729-023-00490-2>
12. Jin T., Wang Y., Li S., Cai Q., Huang Z. Removal of the dental implant displaced into the maxillary sinus through the inferior nasal meatus via transnasal endoscopy. *Journal of Craniofacial Surgery.* 2019;30(4):1178-1179. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000005263>
13. Froum S. J., Elghannam M., Lee D., Cho S. C. Removal of a dental implant displaced into the maxillary sinus after final restoration. *Compendium of continuing education in dentistry.* 2019;40(8):530-535. <https://doi.org/10.1186/s13005-022-00339-w>
14. Han S. A., Kim S., Seo Y. Dental implant as a potential risk factor for maxillary sinus fungus ball. *Scientific Reports.* 2024;14(3):2483. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52661-9>
15. Park W. B., Han J. Y., Oh S. L. Maxillary sinusitis associated with peri-implantitis at sinus floor augmented sites: Case series. *International Journal of Implant Dentistry.* 2019;28(11):484-489. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000922>
16. Seigneur M. Characteristics and management of dental implants displaced into the maxillary sinus: A systematic review. *International Association of Oral and Maxillofacial Surgeons.* 2023;52(14):245-254. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2022.06.009>
17. Chaves L. L. V., Lopes Rosado L. P., Piccolo S. M. Evaluation of the maxillary sinus of patients with maxillary posterior implants: a cross-sectional study. *Diagnostics.* 2022;12(12):3169. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12123169>
18. Oliveira-Santos N. Association between maxillary sinus floor perforation by dental implants and mucosal thickening: A cone-beam computed tomography study. *Journal of Dentistry.* 2024;144:104963. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104963>

19. Ahmad A. G., Awadalkreem F., Osman M. Does the protrusion of corticobasal implants in the maxillary sinuses affect sinus health? A retrospective study. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2023;24(6):357-363. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3521>
20. Molina A., Sanz-Sánchez I., Sanz-Martin I. Complications in sinus lifting procedures: Classification and management. *Periodontology 2000*. 2022;88(1):103-115. <https://doi.org/10.1111/prd.12414>
21. Elghobashy M. T. M., Shaaban A. M., Melek L. N. F. Radiographic comparison between Densah burs and osteotome for graftless internal sinus lifting with simultaneous implant placement: a randomized clinical trial. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2023;52(3):388-395. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2022.06.020>
22. Youssef M. A., von Krockow N., Pfaff J. A. Diagnostic reliability and accuracy of the hydraulic contrast lift protocol in the radiographic detection of sinus lift and perforation: ex vivo randomized split-mouth study in an ovine model. *Biodiversity Data Journal*. 2024;10(1):6. <https://doi.org/10.1038/s41405-024-00188-6>
23. Jia K., You J., Zhu Y., Li M., Chen S. [et al]. Platelet-rich fibrin as an autologous biomaterial for bone regeneration: mechanisms, applications, optimization. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2024;12:1286035. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1286035>

Поступила 07.06.2024

#### Сведения об авторах:

Гатило Ирина Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой гигиены им. Г. А. Гудзовского; тел.: +79614569888; e-mail: [chijgay@yandex.ru](mailto:chijgay@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0003-0139-5094>

Сирак Сергей Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой стоматологии; тел.: +78652350551; e-mail: [sergejsirak@yandex.ru](mailto:sergejsirak@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0002-4924-5792>

Левев Вадим Николаевич, кандидат медицинских наук, доцент; тел.: +78652350551; e-mail: [lenvadim@yandex.ru](mailto:lenvadim@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0003-2189-7147>

Есауленко Елена Евгеньевна, доктор биологических наук, профессор кафедры фундаментальной и клинической биохимии; тел.: +79184353523, e-mail: [esaulenkoe@bk.ru](mailto:esaulenkoe@bk.ru); <https://orcid.org/0000-0002-9386-8049>

© Коллектив авторов, 2025

УДК 615.28

DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2025.20073>

ISSN – 2073-8137

## Короткий катионный пептид с антибактериальной активностью, идентифицированный в протеоме *Blautia producta*

А. Д. Болатчиев, В. А. Батурин, А. А. Вартамян,  
Е. Ю. Болатчиева, Н. Н. Диденко, Т. А. Веретенников

Ставропольский государственный медицинский университет,  
Российская Федерация

## Short cationic peptide with antibacterial activity identified in the proteome of *Blautia producta*

Bolatchiev A. D., Baturin V. A., Vartanyan A. A.,  
Bolatchieva E. Yu., Didenko N. N., Veretennikov T. A.

Stavropol State Medical University, Russian Federation

С помощью метода «майнинга пептидов» впервые идентифицировали короткий катионный пептид АВР9L (состоящий из 9 аминокислотных остатков) в протеоме бактерии *Blautia producta* (компонент микробиома человека). АВР9L обладал антибактериальной активностью в отношении ряда грамположительных и грамотрицательных бактерий и был эффективен *in vivo* в экспериментальной модели генерализованной инфекции (*Pseudomonas aeruginosa*) у мышей. Исследуемое соединение не обладало гемолитической активностью и цитотоксическим действием *in vitro*.

**Ключевые слова:** антибиотикорезистентность, антимикробный пептид, разработка лекарственных препаратов, разработка пептидов *de novo*

Using the peptide mining method, for the first time, we identified a short cationic peptide ABP9L (consisting of 9 amino acid residues) in the proteome of the bacterium *Blautia producta* (a component of the human microbiome). ABP9 had antibacterial activity against a number of Gram-positive and Gram-negative bacteria and was effective *in vivo* in an experimental model of generalized infection (*Pseudomonas aeruginosa*) in mice. In addition, the studied compound did not have hemolytic activity and cytotoxic effect *in vitro*.

**Keywords:** antibiotic resistance, antimicrobial peptide, drug discovery, *de novo* peptide development