

Агумава Мариам Отариевна, студентка,
Первый Московский государственный
медицинский университет им. И. М. Сеченова
Agumava Mariam Otariyevna, student,
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

Иванникова Виктория Анатольевна, студентка,
Первый Московский государственный
медицинский университет им. И. М. Сеченова
Ivannikova Victoria Anatolyevna, student,
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

Карманова Валерия Алексеевна, студентка,
Первый Московский государственный
медицинский университет им. И. М. Сеченова
Karmanova Valeria Alekseevna, student,
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University

**ИЗУЧЕНИЕ АЛЬВЕОЛЯРНО-АНТРАЛЬНОГО АНАСТОМОЗА
И СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ЕГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ОТКРЫТОГО СИНУС-ЛИФТИНГА
STUDY OF ALVEOLAR-ANTRAL ANASTOMOSIS AND REDUCTION
OF THE RISK OF ITS DAMAGE DURING OPEN SINUS LIFTING**

Аннотация: Настоящая статья посвящена комплексному исследованию топографии альвеолярно-антрального анастомоза и оценке рисков, связанных с его повреждением в ходе операции открытого синус-лифтинга. Был проведен детальный анализ данных конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), а также анкетирование хирургов-стоматологов. Результаты исследований свидетельствуют, что параметры структуры не зависят от пола и возраста пациента. Однако зафиксированы различия в частоте обнаружения альвеолярно-антральной артерии (ААА) при сравнении данных КЛКТ и результатов исследований на трупном материале. Следовательно, даже при тщательном планировании латерального синус-лифтинга на основании данных КЛКТ невозможно полностью исключить риск повреждения ААА.

Abstract: This article is devoted to a comprehensive study of the topography of the alveolar-antral anastomosis and assessment of the risks associated with its damage during open sinus lifting surgery. A detailed analysis of cone-beam computed tomography (CBCT) data was performed, as well as a survey of dental surgeons. The results of the research indicate that the parameters of the structure do not depend on the gender and age of the patient. However, there were differences in the frequency of detection of the alveolar-antral artery (AAA) when comparing CBCT data and the results of studies on cadaveric material. Therefore, even with careful planning of lateral sinus lifting based on CBCT data, it is impossible to completely exclude the risk of damage to the AAA.

Ключевые слова: открытый синус-лифтинг, альвеолярно-антральная артерия (ААА), КЛКТ, аугментация альвеолярного отростка, латеральная стенка верхнечелюстного синуса, мембрана Шнайдера.

Keywords: open sinus lift, alveolar-antral artery (AAA), CBCT, alveolar process augmentation, lateral wall of maxillary sinus, Schneider membrane.



ВВЕДЕНИЕ

Синус-лифтинг представляет собой хирургическое вмешательство, направленное на вертикальную аугментацию костной ткани в дистальных отделах верхней челюсти. Основной целью данной процедуры является восстановление объема альвеолярного отростка до параметров, необходимых для адекватной внутрикостной дентальной имплантации.

Для обеспечения первичной стабильности дентальных имплантатов минимальные линейные параметры воспринимающего ложа должны составлять не менее 4-5 мм как в трансверсальном, так и в вертикальном направлениях.

В классической модификации методика предусматривает щадящую сепарацию (отслаивание) мукопериоста (мембраны Шнайдера) от нижней стенки гайморовой пазухи с последующим заполнением сформированного субантрального пространства остеопластическим материалом (ксеногенным, аллогенным или синтетическим костным гранулятом).

В современной челюстно-лицевой хирургии применяются различные протоколы синус-лифтинга (открытый и закрытый доступы). В зависимости от исходной высоты остаточного костного массива процедура может выполняться как симультанно (одномоментно) с интеграцией дентальных имплантатов, так и в качестве самостоятельного этапа. Кроме того, операция нередко сочетается со смежными методиками реконструкции альвеолярного гребня, включая направленную костную регенерацию (НКР) или трансплантацию аутогенных костных блоков.

Два основных вида синус-лифтинга, которые назначаются на основе индивидуальных показаний:

1. **Закрытый синус-лифтинг (Summers' technique, крестальный доступ)** с введением остеопластического материала без визуального контроля. В данной методике используются специальные инструменты – остеотомы и трепаны. С помощью этих инструментов производится поднятие дна синуса через канал, сформированный для установки имплантата. Закрытый синус-лифтинг применяется при наличии объема костной ткани между дном верхнечелюстного синуса и ротовой полостью менее 7 мм. Методика позволяет получить прирост по высоте около 3-5 мм.

2. **Открытый синус-лифтинг (Метод латерального окна (Hilt Tatum)).** Хирургическое вмешательство заключается в создании окна, располагающегося на латеральной поверхности тела верхней челюсти, без перфорации слизистой, и введении остеопластического материала под слизистую на дно верхнечелюстного синуса. Техника латерального окна возможна с единовременной установкой имплантатов и изолированно, без установки. Установка имплантатов производится при высоте резидуальной кости более 3 мм. Отсроченная имплантация выбирается, если высота остаточной кости менее 3 мм, невозможно достичь адекватной первичной стабильности имплантатов. [22]. Некоторые преимущества открытого синус-лифтинга:

1. возможность увеличить объем кости даже в самых сложных клинических случаях;
2. надёжная фиксация имплантатов, меньше рисков осложнений;
3. более предсказуемый и контролируемый результат;
4. отличный визуальный контроль.

Недостатки открытого синус-лифтинга:

1. операция более травматична, требует серьёзного вмешательства;
2. продолжительная реабилитация;
3. выраженный послеоперационный отёк и дискомфорт [23].

Последовательность проведения операции:

- 1) Отслаивание слизисто-надкостничного лоскута



- 2) Остеотомия кортикальной пластинки верхней челюсти с вестибулярной стороны
- 3) Аккуратное отслаивание и приподнимание оболочки пазухи изнутри
- 4) Заполнение образованного пространства костным материалом, расположение внутри мембраны

5) Закрытие кости десневым лоскутом

6) Ушивание раны

Несмотря на то, что процедура считается безопасной и предсказуемой, во время ее проведения может возникнуть ряд осложнений:

На первом месте среди интраоперационных осложнений находится перфорация мембраны Шнайдера. В настоящее время данное сообщение можно легко устранить во время операции с помощью ушивания раны или использованием коллагеновой мембраны.

На втором месте по значимости интраоперационными осложнениями являются кровотечения, которые могут возникнуть из-за повреждения сосудов, и инфекции, которые могут развиться в результате нарушения стерильности.

Поскольку синус-лифтинг часто проводится в области, где расположены важные анатомические структуры, такие как верхнечелюстной синус, нервные и сосудистые сплетения, необходимо уделять особое внимание к их сохранности.

Вышеназванная артерия, протекающая по латеральной стенке верхнечелюстной пазухи или прилегающая к ней, обеспечивает кровоснабжением мембрану Шнайдера, костную стенку синуса и надкостницу. Повреждение этой артерии может привести к интенсивному кровотечению, что усложнит визуализацию операционного поля, повысит риск повреждения мембраны Шнайдера и спровоцирует возможное смещение костных фрагментов.

Скрупулёзное планирование хирургического вмешательства с использованием КЛКТ позволяет минимизировать риск возникновения осложнений, таких как кровотечение, при проведении субантральной аугментации [2].

Introduction

Sinus lifting is a surgical procedure aimed at vertical augmentation of bone tissue in the distal parts of the upper jaw. The main goal of this procedure is to restore the volume of the alveolar process to the parameters necessary for adequate intraosseous dental implantation.

To ensure the primary stability of dental implants, the minimum linear parameters of the recipient bed should be at least 4-5 mm in both the transversal and vertical directions.

In the classical modification, the technique provides for gentle separation of the mucoperiostasis (Schneider's membrane) from the lower wall of the maxillary sinus, followed by filling the formed subantral space with osteoplastic material (xenogenic, allogeneic or synthetic bone materials).

In modern maxillofacial surgery, various sinus lifting protocols (open and closed access) are used. Depending on the initial height of the residual bone mass, the procedure can be performed either simultaneously with the integration of dental implants, or as an independent stage. In addition, surgery is often combined with related alveolar ridge reconstruction techniques, including Guided Bone Regeneration – GBR or autogenic bone block transplantation.

There are two main types of sinus lifting, which are prescribed on the basis of individual indications:

1. Closed sinus lifting (Summers ' technique, horizontal access) with the introduction of osteoplastic material without visual control. This technique uses special tools - osteotomies and trepans. These instruments are used to lift the sinus floor through the channel formed for implant placement. Closed sinus lifting is used when the volume of bone tissue between the bottom of the maxillary sinus and the oral cavity is less than 7 mm. The technique allows you to get an increase in height of about 3-5 mm.



2. Open sinus lifting (Lateral window method (Hilt Tatum). Surgical intervention consists in creating a window located on the lateral surface of the upper jaw body, without perforation of the mucosa, and inserting osteoplastic material under the mucosa to the bottom of the maxillary sinus. The lateral window technique is possible with a one-time implant placement and in isolation, without installation. Implants are installed when the height of the residual bone is more than 3 mm. Delayed implantation is chosen if the height of the residual bone is less than 3 mm, and it is impossible to achieve adequate primary stability of the implants [22].

Some advantages of open sinus lifting:

1. the ability to increase bone volume even in the most difficult clinical cases;
2. reliable fixation of implants, less risk of complications;
3. more predictable and controlled results.
4. excellent visual control.

Disadvantages of open sinus lifting:

1. the operation is more traumatic and requires serious intervention.
2. long-term rehabilitation;
3. severe postoperative edema and discomfort [23].

Operation sequence:

- 1) Exfoliation of the muco-periosteal flap
- 2) Osteotomy of the cortical plate of the upper jaw from the vestibular side
- 3) Careful exfoliation and lifting of the sinus shell from the inside
- 4) Filling of the formed space with bone material, location inside the membrane
- 5) Closing the bone with a gingival flap
- 6) Suturing the wound

Despite the fact that the procedure is considered safe and predictable, a number of complications may occur during its implementation:

In the first place among intraoperative complications is perforation of the Schneider membrane. Currently, this can be easily eliminated during surgery by suturing the wound or using a collagen membrane.

The second most important intraoperative complications is bleeding, which can occur due to vascular damage, and infections that can develop as a result of impaired sterility.

Since sinus lifting is often performed in areas where important anatomical structures are located, such as the maxillary sinus, nerve and vascular plexuses, special attention should be paid to their safety

The above-mentioned artery, which flows along the lateral wall of the maxillary sinus or adjacent to it, provides blood supply to the Schneider membrane, the bone wall of the sinus and the periosteum. Damage to this artery can lead to intense bleeding, which will complicate the visualization of the surgical field, increase the risk of damage to the Schneider membrane and provoke possible displacement of bone fragments.

Careful planning of surgical intervention using CBCT helps to minimize the risk of complications, such as bleeding, during subantral augmentation [2].

АКТУАЛЬНОСТЬ

В современной структуре хирургической стоматологической помощи дентальная имплантация занимает одну из лидирующих позиций, являясь наиболее востребованным и высокотехнологичным методом оперативного восстановления целостности зубных рядов.

По данным литературных источников можно свидетельствовать о потребности населения Российской Федерации в возрасте 35-45 лет в зубном протезировании свыше 65% [17].



У значительной части пациентов, имеющих показания к дентальной имплантации в дистальных отделах, верхней челюсти верифицируется выраженный дефицит объема костной ткани альвеолярного отростка, вызванный процессами постэкстракционной атрофии и пневматизации верхнечелюстного синуса.

При проведении операции открытого синус-лифтинга вторым по распространенности является осложнение связанное с кровотечением, возникающим вследствие травмы альвеолярно-антральной артерии (ААА) [19].

RELEVANCE

In the modern structure of surgical dental care, dental implantation occupies one of the leading positions, being the most popular and high-tech method of surgical restoration of the integrity of dentition rows.

In a significant part of patients who have indications for dental implantation in the distal parts of the upper jaw, a pronounced deficit in the volume of bone tissue of the alveolar process caused by the processes of post-extraction atrophy and pneumatization of the maxillary sinus is verified.

When performing open sinus lift surgery, the second most common complication is associated with bleeding that occurs due to injury to the alveolar-antral artery (AAA) [19].

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель: комплексное исследование альвеолярно-антрального анастомоза и систематизация методов снижения риска его повреждения при открытом синус-лифтинге.

Задачи исследования:

1. Провести анкетирование и клинико-статистический анализ практикующих врачей-стоматологов-хирургов с целью определения реальной частоты выполнения открытого синуслифтинга, распространенности интра- и постинвазивных осложнений (в частности, гемисинусита), а также текущего уровня информированности специалистов об анатомии альвеолярно-антрального анастомоза.

2. Систематизировать и обобщить актуальные данные отечественной и зарубежной профильной литературы, касающиеся морфометрических параметров сосудистого русла верхнечелюстной области, для формирования репрезентативной статистической базы.

3. Изучить топографо-анатомические особенности, гемодинамические функции и индивидуальные варианты архитектоники альвеолярно-антрального анастомоза (включая внутрикостный, поднадкостничный и интрасинусальный типы залегания сосуда).

4. Оценить этиопатогенез повреждений указанной сосудистой структуры и детально проанализировать характер клинических последствий

5. Определить диагностическую ценность конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) в верификации анастомоза и разработать алгоритм комплексной предоперационной оценки рисков его травматизации при проведении костно-пластических манипуляций.

6. Разработать научно обоснованные выводы и практические рекомендации по интраоперационной профилактике и малоинвазивным протоколам ведения пациентов при неблагоприятной топографии альвеолярно-антрального анастомоза

GOALS AND OBJECTIVES

Objective: a comprehensive study of alveolar-antral anastomosis and systematization of methods to reduce the risk of its damage with open sinus lifting

Research objectives:

1. To conduct a survey and clinical and statistical analysis of practicing dental surgeons in order to determine the actual frequency of open sinus lifting, the prevalence of intra-and post-invasive complications (in particular, hemisinusitis), as well as the current level of awareness of specialists about the anatomy of alveolar-antral anastomosis.



2. To systematize and summarize current data from domestic and foreign specialized literature concerning morphometric parameters of the maxillary vascular bed in order to form a representative statistical base.

3. To study topographic and anatomical features, hemodynamic functions, and individual variants of the architectonics of alveolar-antral anastomosis (including intraosseous, subperiosteal, and intracinus types of vessel occurrence).

4. To assess the etiopathogenesis of damage to this vascular structure and analyze in detail the nature of clinical consequences

5. To determine the diagnostic value of cone beam computed tomography (CBCT) to develop an algorithm for complex preoperative assessment of the risks of its traumatization during bone-plastic manipulations.

6. To develop evidence-based conclusions and practical recommendations for intraoperative prevention and minimally invasive management protocols for patients with unfavorable topography of the alveolar-antral anastomosis

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках исследования был проведен опрос стоматологов-хирургов с целью выявления частоты проводимых операций открытого синус-лифтинга и осведомленности о наличии альвеолярно-антрального анастомоза.

Опрос проходил в электронном формате – с использованием онлайн-формы. Анкета носила анонимный характер, участие было добровольным.

Так же для литературного обзора были использованы базы данных PubMed, CochraneCENTRAL, GoogleScholar, клинические базы OpenNeuro, SibMed, данные собственных радиологических исследований, ручной отбор статей и поиск в книгах по челюстно-лицевой хирургии, имплантологии, стоматологии и анатомии.

MATERIALS AND METHODS

As part of the study, a survey of dental surgeons was conducted to identify the frequency of open sinus lifting operations and awareness of the presence of alveolar-antral anastomosis.

The survey was conducted in an electronic format using an online form. The questionnaire was anonymous, and participation was voluntary.

We also used PubMed, CochraneCENTRAL, GoogleScholar databases, OpenNeuro, SibMed clinical databases, data from our own radiological studies, manual selection of articles and search in books on maxillofacial surgery, implantology, dentistry, and anatomy.

ОПРОС И РЕЗУЛЬТАТЫ

В рамках выполнения настоящей работы было проведено анкетное исследование методом закрытого экспресс-опроса среди практикующих врачей-стоматологов хирургов. Основной целью анкетирования являлся клинико-статистический анализ частоты выполнения операций синуслифтинга, структуры выявляемых постоперативных осложнений, а также оценка уровня информированности специалистов относительно анатомо-топографических особенностей альвеолярно-антрального анастомоза.

Сбор первичных данных осуществлялся дистанционно в электронном формате с использованием онлайн-форм. Процедура анкетирования носила строго анонимный характер, а участие было добровольным.

Общий объем выборочной совокупности составил $n=10$ квалифицированных врачей-стоматологов-хирургов. Разработанный опросник представлял собой структурированную анкету, включающую в себя 6 целевых вопросов:

1) Какой синус-лифтинг Вы проводите чаще?

Для определения частоты выбора открытого синус-лифтинга.



Какой синус-лифтинг Вы проводите чаще? – количество

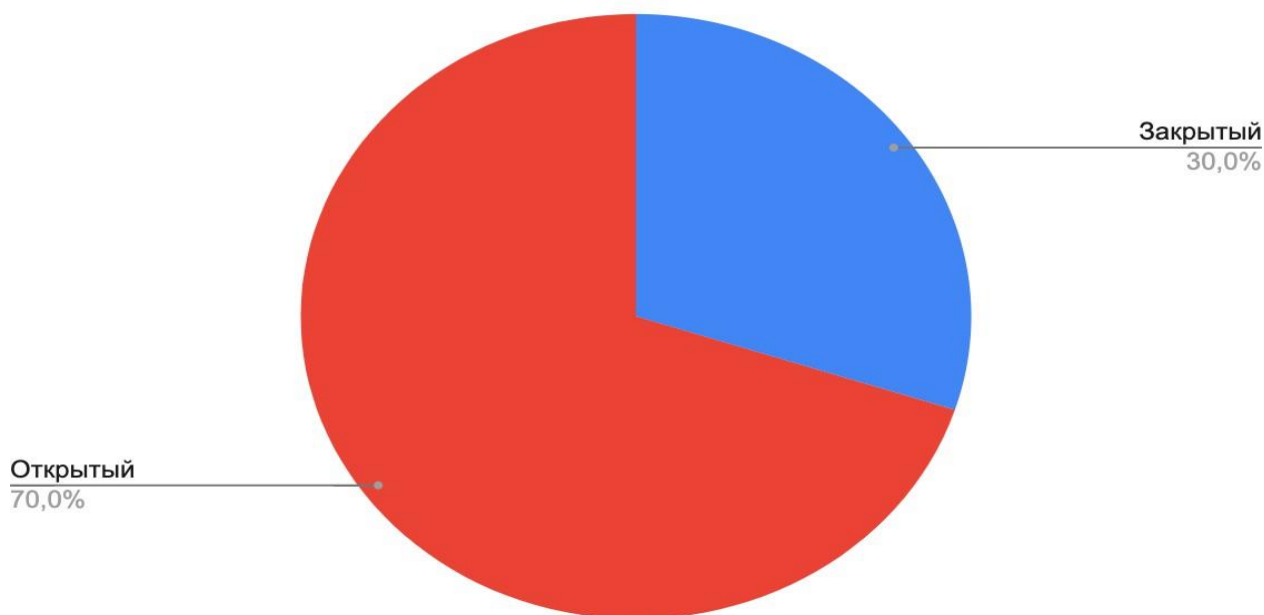


Рисунок 1. Результат: 70% опрошенных чаще проводят открытый синус-лифтинг

2) Как часто Вы проводите открытый синуслифтинг?

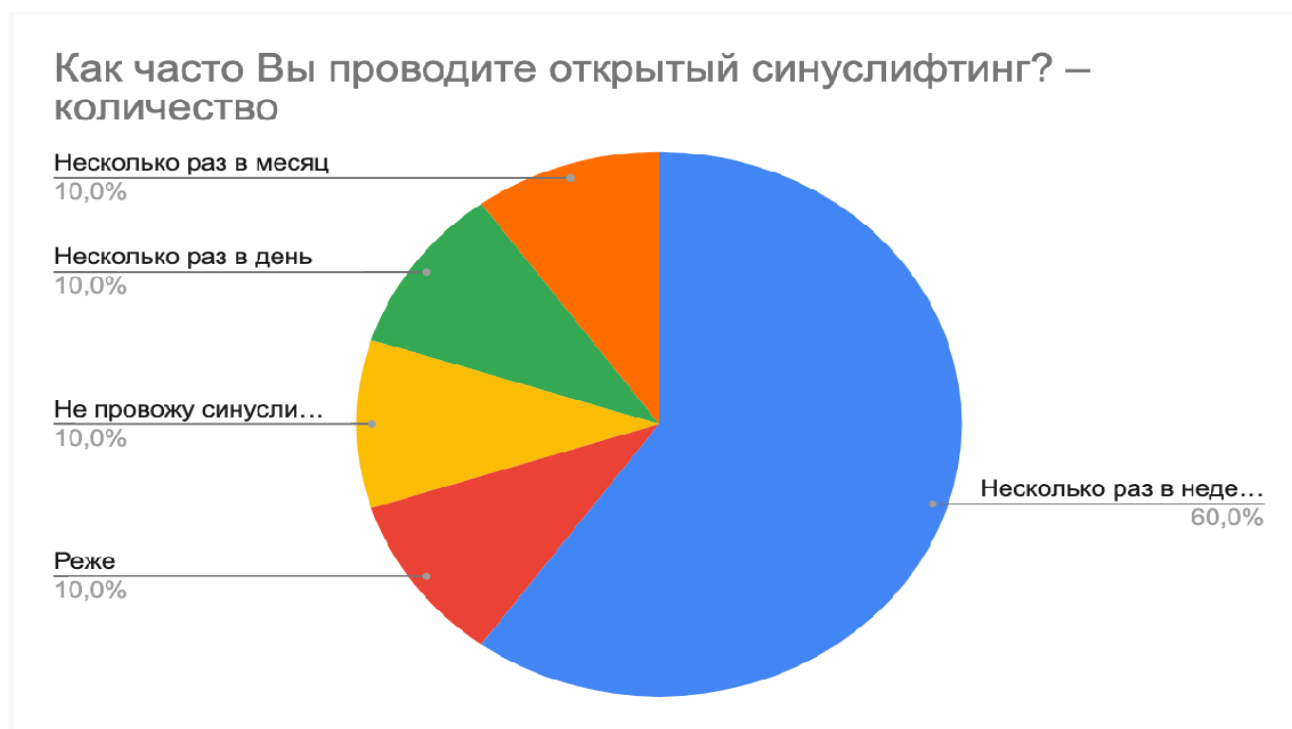


Рисунок 2. Результат: стоматологи-хирурги, прошедшие опрос, проводят открытый синус-лифтинг несколько раз в неделю (60% опрошенных)

3) Сталкивались ли Вы с таким осложнением как гемисинус?

По статистике на втором месте осложнений по частоте после перфорации мембраны синуса стоит кровотечение, вызванное повреждением альвеоло-антральной артерии (ААА)



Сталкивались ли Вы с таким осложнением как гемисинус? – количество

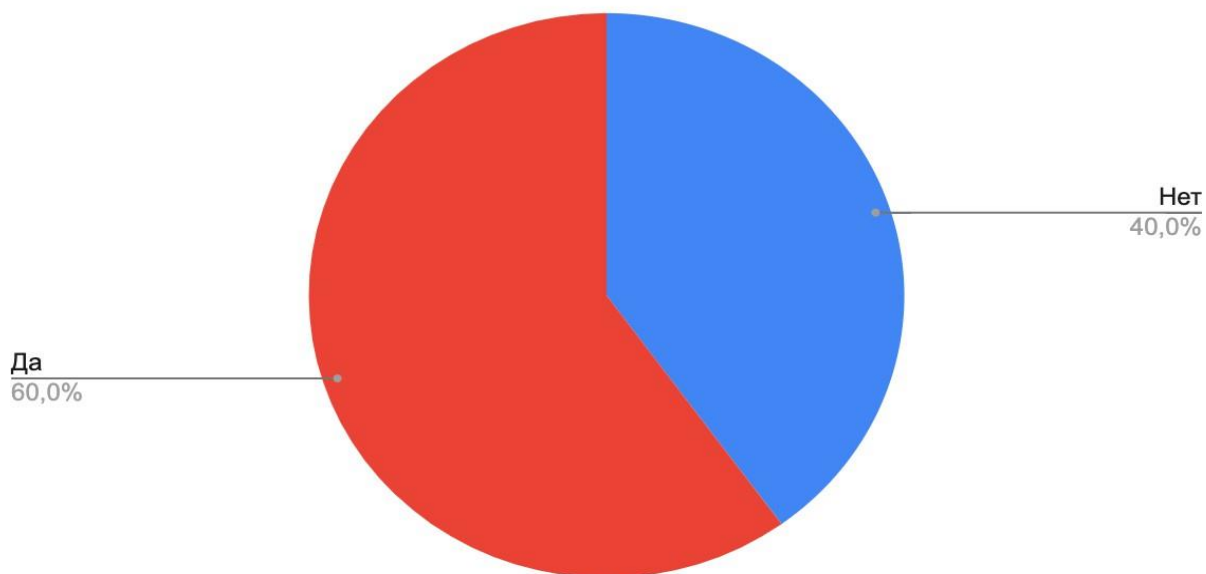


Рисунок 3. Результат: 60% опрошенных сталкивались с данным осложнением

4) Знаете ли Вы о существовании альвеолярно-антрального анастомоза?

Знаете ли Вы о существовании альвеолярно-антрального анастомоза? – количество

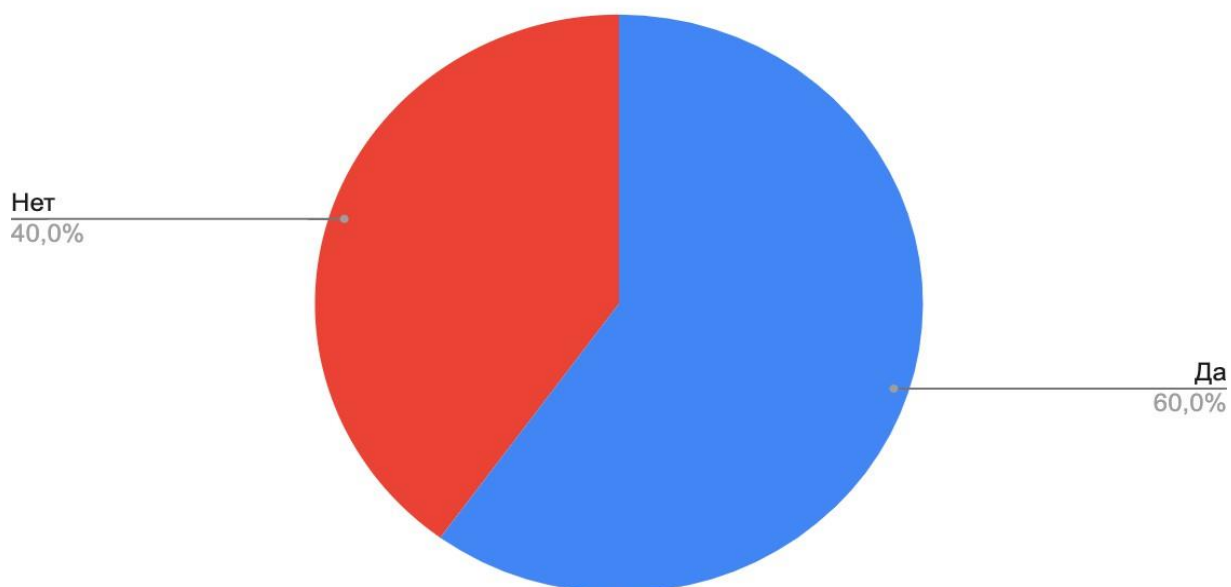


Рисунок 4. Результат: 60% опрошенных осведомлены о наличии альвеолярно-антрального анастомоза



5) Изучаете ли Вы КТ на предмет наличия альвеолярно-антрального анастомоза?

Изучаете ли Вы КТ на предмет наличия альвеолярно-антрального анастомоза? – количество

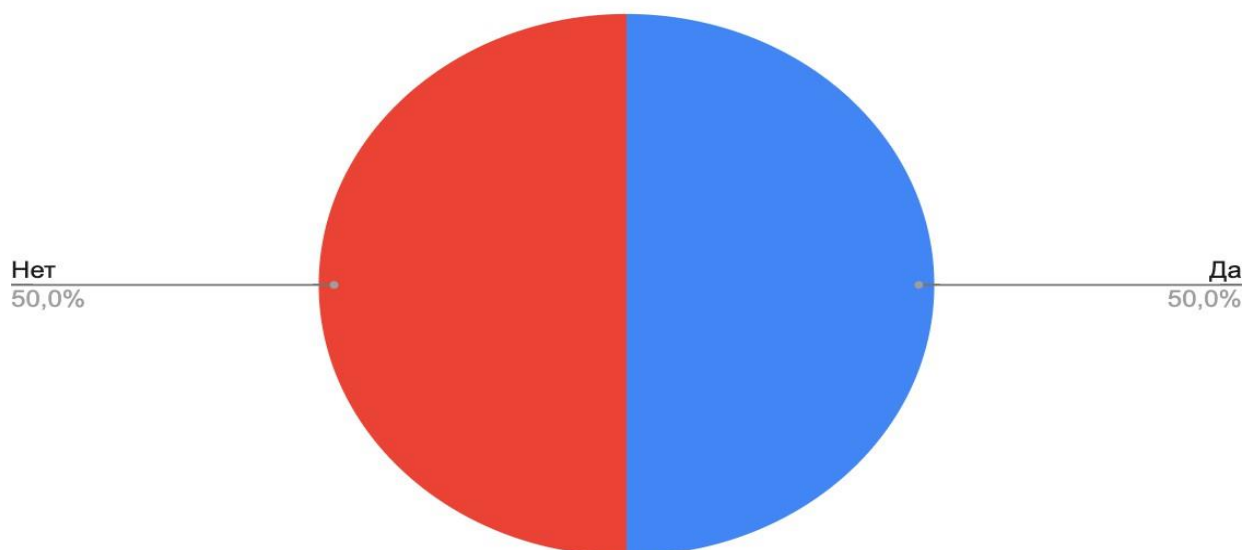


Рисунок 5. Результат: половина опрошенных изучает КТ на предмет данного анастомоза во время предоперационной подготовки

6) Учитываете ли Вы анатомические особенности данного анастомоза при планировании оперативного вмешательства?

Учитываете ли Вы анатомические особенности данного анастомоза при планировании оперативного вмешательства...

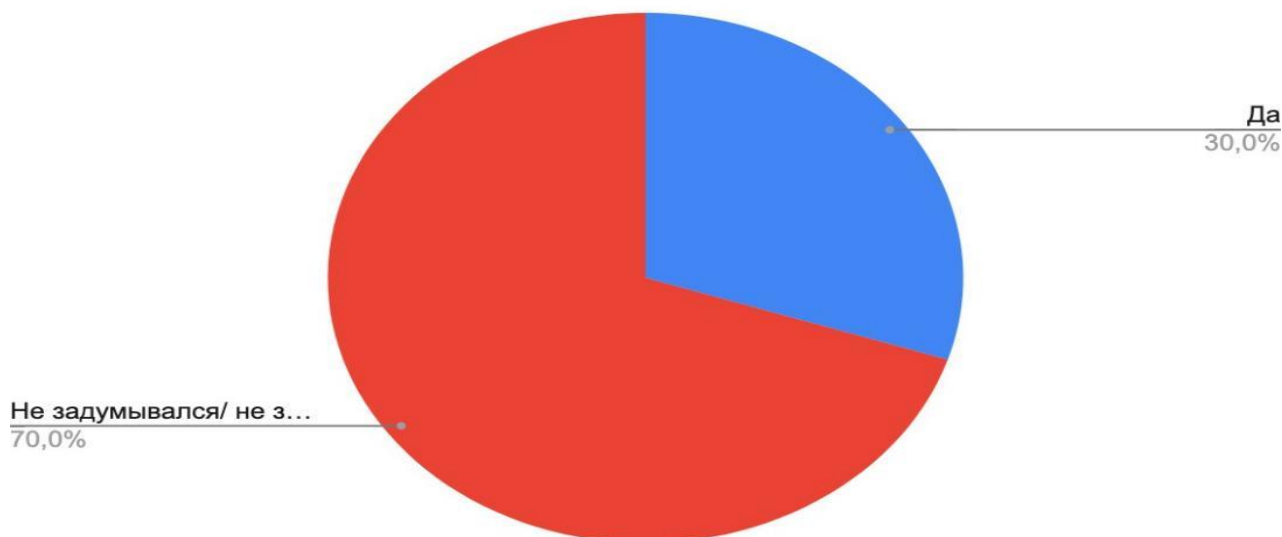


Рисунок 6. Результат: 70% опрошенных стоматологов-хирургов не задумываются об особенностях альвеолярно-антрального анастомоза при планировании операций

SURVEY AND RESULTS

As part of the implementation of this work, the following was carried out: closed-label questionnaire survey express survey among practicing dentists surgeons. The main purpose of the survey was clinical management statistical analysis of the frequency of operations performed sinus



lifting, structure of detected postoperative complications, as well as assessing the level of awareness of specialists regarding the anatomical and topographic features of the alveolar antral anastomosis.

Primary data collection was carried out remotely in the following areas: electronic format using online forms. Procedure the survey was strictly anonymous, and participation was voluntary.

The total sample size was n=10 qualified dental surgeons. Developed by the questionnaire was a structured questionnaire, it includes 6 targeted questions:

- 1) Which sinus lift do you perform more often?
To determine the frequency of open sinus lift selection

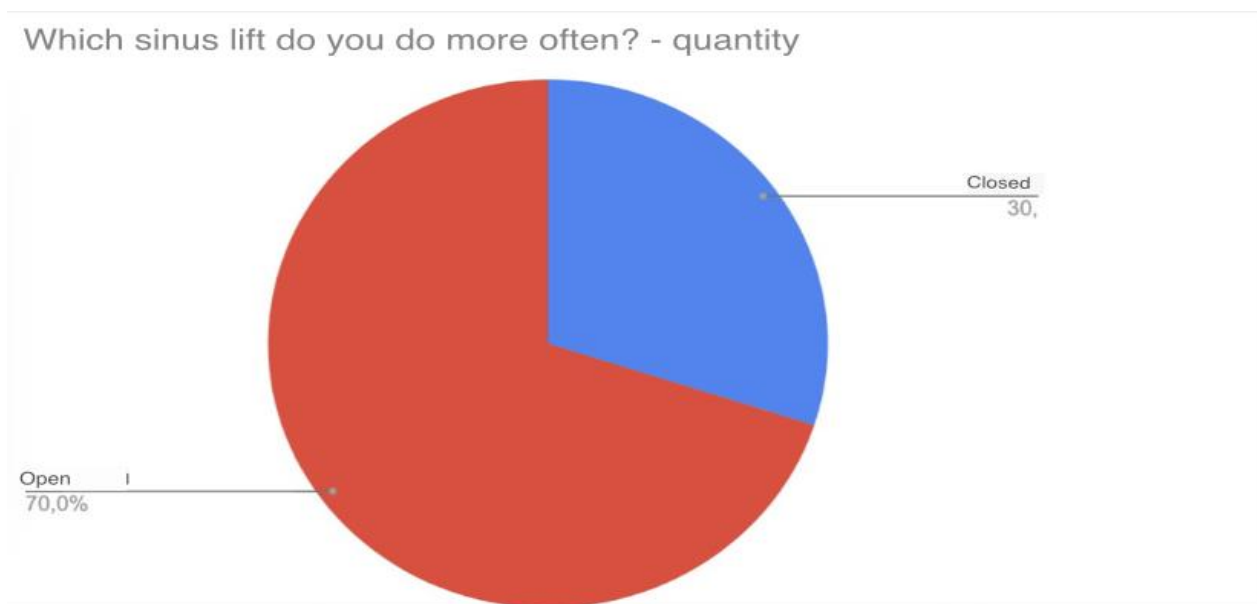


Figure 1. Result: 70% of respondents are more likely to perform an open sinus lift

- 2) How often do you perform an open sinus lift?

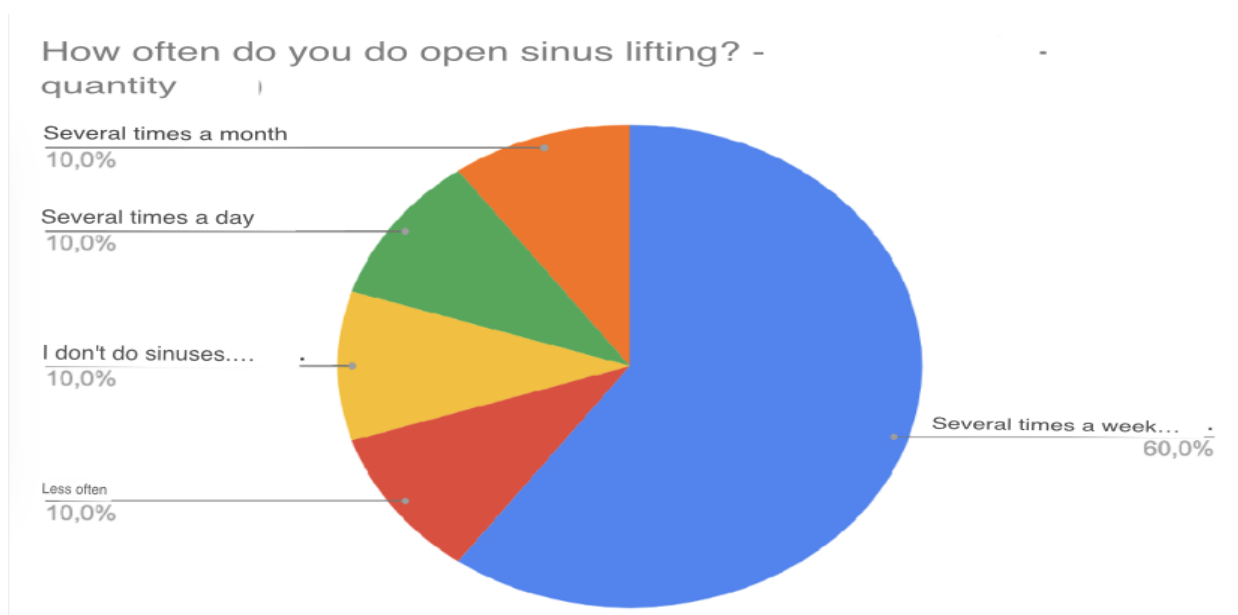


Figure 2. Result: dental surgeons who completed the survey perform open sinus lifting several times a week (60% of respondents)



3) Have you ever encountered such a complication as hemisinus?

According to statistics, the second most frequent complication after sinus membrane perforation is bleeding caused by damage to the alveoloantral artery (AAA)

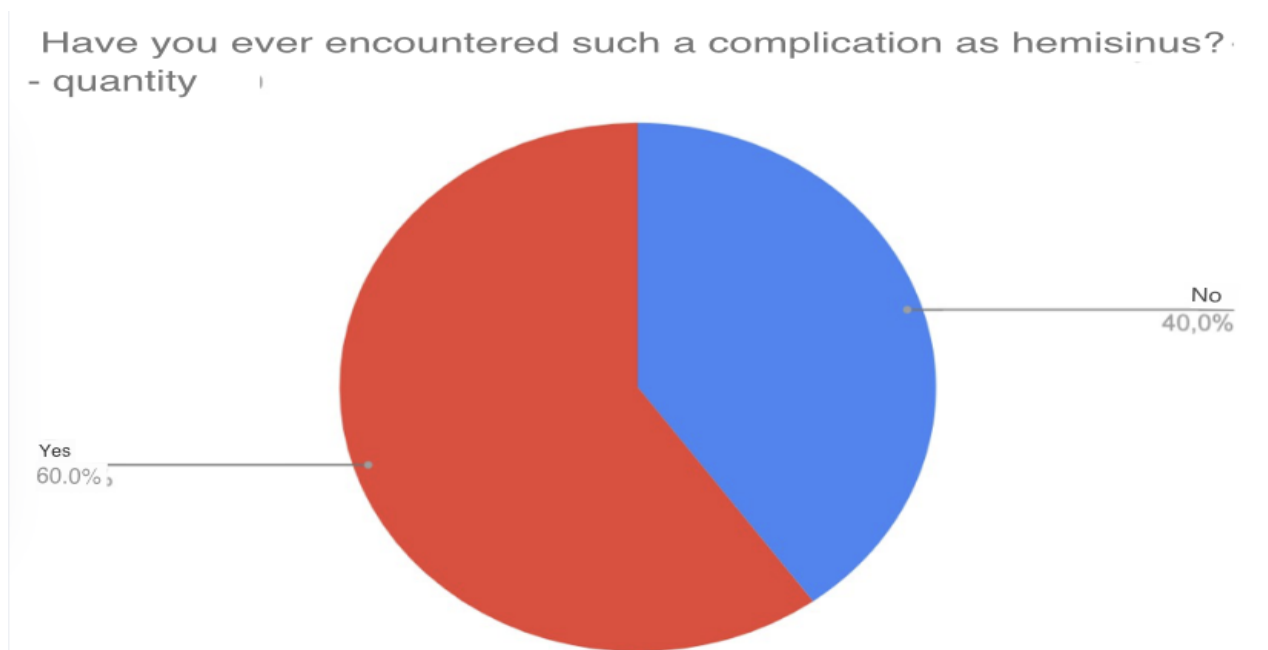


Figure 3. Result: 60% of respondents experienced this complication

4) Do you know about the existence of alveolar-antral anastomosis?

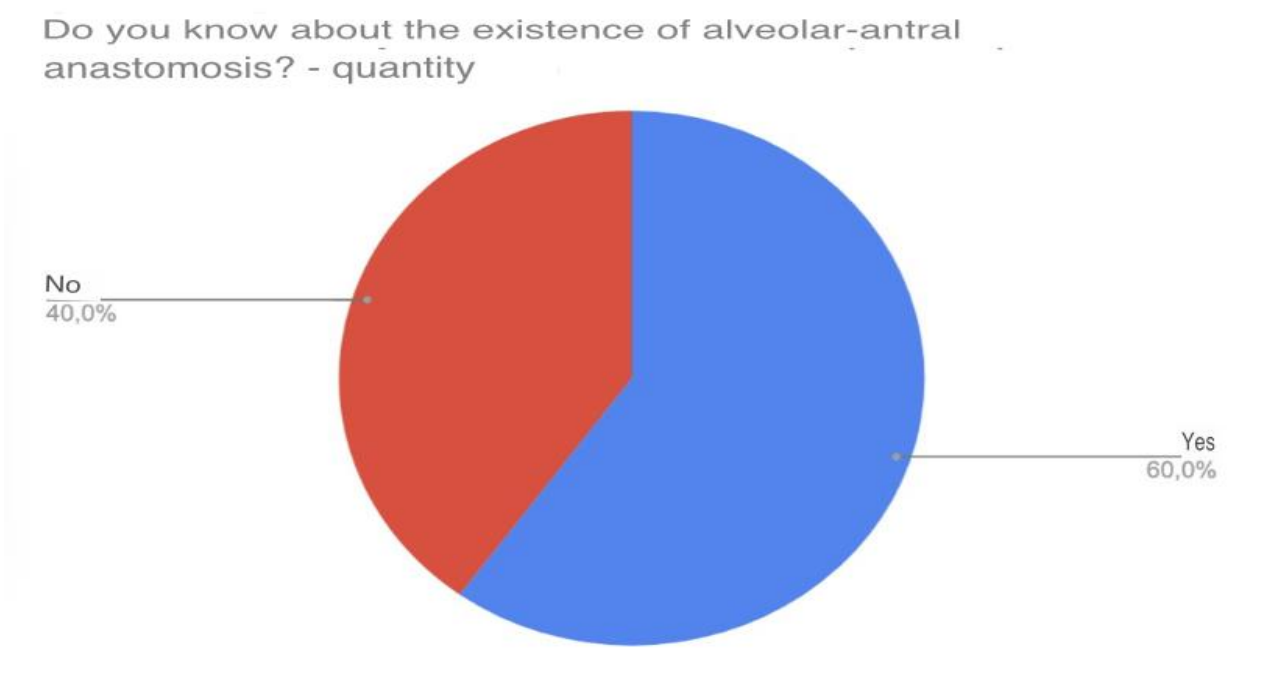


Figure 4. Result: 60% of respondents are aware of the presence of alveolar-antral anastomosis



5) Do you study CT scans for alveolar-antral anastomosis?

Are you studying CT scans for the presence of alveolar-antral anastomosis? - quantity

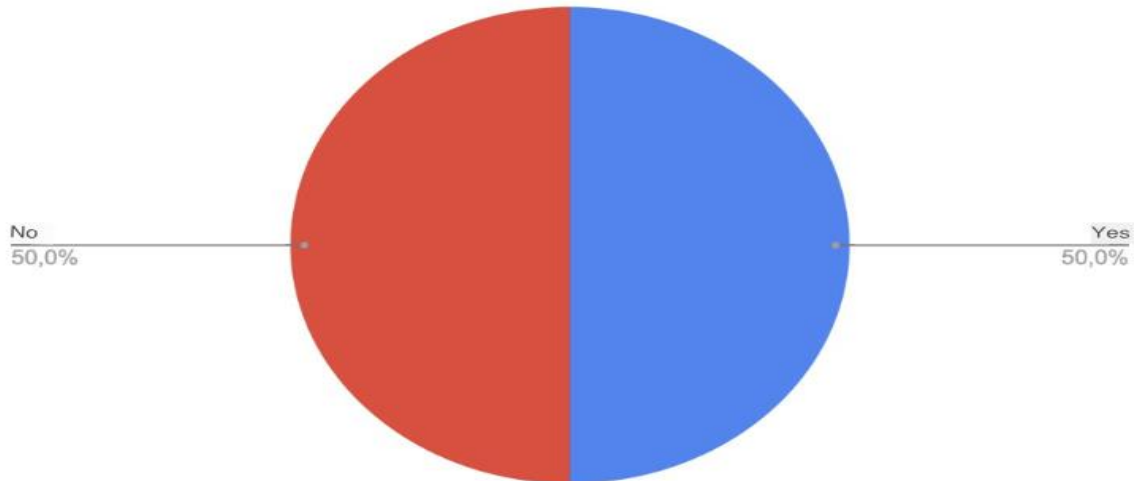


Figure 5. Result: half of the respondents study CT scans for this anastomosis during preoperative preparation

6) Do you take into account the anatomical features of this anastomosis when planning an operation?

Do you take into account the anatomical features of this anastomosis when planning surgery?...

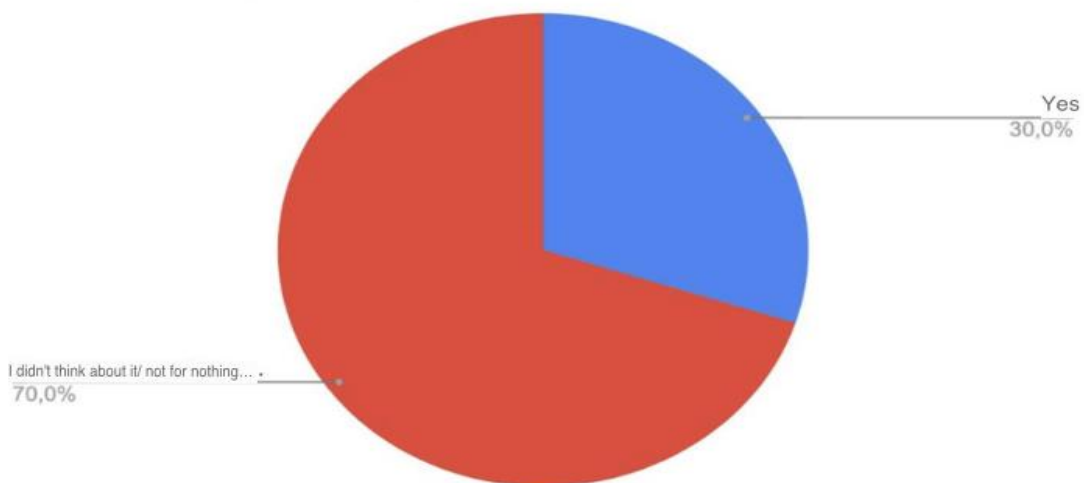


Figure 6 Result: 70% of the surveyed dental surgeons do not think about the features of alveolar-antral anastomosis when planning operations



ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Анатомия и топография

Альвеоларно-антральный анастомоз представляет собой соединение между задней верхней альвеоларной и подглазничной (передней или средней верхнечелюстной) артериями.[2] В исследованиях трупов отмечают 100% распространенность этого анастомоза, в то время как исследования живых людей с помощью конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) дают результаты 47-67% [12]. Это расхождение можно объяснить тем, что КЛКТ не может выявлять артерии диаметром менее 0,5 мм [8]. А как было выявлено, диаметр альвеоларно-антральной артерии редко превосходит 1 мм. Также в атрофированной челюстной кости, лишенной зубов, кровоснабжение снижено, артерии имеют меньший размер, который невозможно увидеть на КЛКТ.

Исследование 2020 года [7] показало, что альвеоларно-антральный анастомоз расположен в горизонтальном костном канале латеральной стенки верхнечелюстного синуса в среднем на расстоянии 14,90 мм от альвеоларного гребня. Ход артерии изогнут с самым нижним участком в области первого моляра и самым высоким участком в области первого премоляра.

По данным литературы, возможны три варианта расположения артерии: внутрикостное расположение (чаще всего), подслизистое (борозда на внутренней поверхности стенки пазухи) и поверхностное (на наружной поверхности латеральной стенки пазухи) [8]. Только внутрикостную форму можно обнаружить с помощью КЛКТ. Это может объяснить расхождение между результатами исследований на трупах и КЛКТ [20].

Было выяснено, что наличие костного канала анастомоза, его ширина не зависят от возраста. Однако у мужчин ширина канала немного больше [2].

2. Функции

Сосудистые ответвления питают слизистую оболочку верхнечелюстного синуса, надкостницу и костную стенку синуса [13]. При использовании костных трансплантатов в синус-лифтинге этот анастомоз питает биоматериал, способствует неоангиогенезу [9].

3. Повреждения и последствия

Нередко операция открытого синус-лифтинга затрагивает альвеоларно-антральный анастомоз, что приводит к кровотечению во время операции либо к отсроченному послеоперационному кровотечению (из-за действия вазоконстрикторов) [3]. Это уменьшает поле зрения хирурга при манипуляциях и тем самым увеличивает риск перфорации мембраны Шнайдера. У некоторых пациентов с отягощенным анамнезом, а также при большом диаметре артерии (более 2-3 мм) кровотечение может длиться несколько минут, приводить к массивной кровопотере, к затрудненному приживлению костного трансплантата, сегментарной ишемизации [6].

LITERATURE REVIEW ON THE RESEARCH TOPIC

1. Anatomy and topography

An alveolar-antral anastomosis is the junction between the posterior superior alveolar and suborbital (anterior or middle maxillary) arteries [2]. Cadaver studies report a 100% prevalence of this anastomosis, while studies of living people using cone-beam computed tomography (CBCT) give results of 47-67% [12]. This discrepancy can be explained by the fact that CBCT can not detect arteries with a diameter of less than 0.5 mm [8]. And as it was previously reported, it is not possible to detect arteries with a diameter of less than 0.5 mm. it was found that the diameter of the alveolar-antral artery rarely exceeds 1 mm. Also, in the atrophied jawbone, devoid of teeth, blood supply is reduced, the arteries are smaller, which cannot be seen on CBCT.

A 2020 study [7] showed that the alveolar-antral anastomosis is located in the horizontal bone channel of the lateral wall of the maxillary sinus at an average distance of 14.90 mm from the alveolar



ridge. The course of the artery is curved with the lowest section in the area of the first molar and the highest section in the area of the first premolar.

According to the literature, there are three possible options for the location of the artery: intraosseous location (most often), submucosal (a furrow on the inner surface of the sinus wall) and superficial (on the outer surface of the lateral sinus wall) [8]. Only the intraosseous form can be detected by CBCT. This may explain the discrepancy between the results of cadaver studies and CBCT [20].

It was found that the presence of the bone channel of the anastomosis, its width does not depend on age. However, in men, the channel width is slightly larger [2].

2. Functions

Vascular branches feed the mucosa of the maxillary sinus, the periosteum and the bone wall of the sinus [13]. When using bone grafts in sinus lifting, this anastomosis nourishes the biomaterial and promotes neoangiogenesis [9].

3. Damage and consequences

Often, open sinus lift surgery involves the alveolar-antral anastomosis, which leads to bleeding during the operation or delayed postoperative bleeding (due to the action of vasoconstrictors) [3]. This reduces the surgeon's field of view during manipulation and thereby increases the risk of Schneider membrane perforation. In some patients with a burdened medical history, as well as with a large artery diameter (more than 2-3 mm), bleeding can last for several minutes, lead to massive blood loss, difficult bone graft engraftment, and segmental ischemia [6].

АНАЛИЗ ДАННЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе исследования были проанализированы данные конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) 5 пациентов.

КЛКТ (конусно-лучевая компьютерная томография) – разновидность компьютерной томографии, которая позволяет получать трёхмерные снимки исследуемой области. На конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) альвеолярно-антральный анастомоз может визуализироваться как вдавление в боковой стенке верхнечелюстной пазухи.

На 2х КЛКТ не был обнаружен альвеолярно-антральный анастомоз, однако отсутствие рентгенологических признаков артерии не означает, что его нет, так как, по результатам исследований, он обнаруживается в 100% случаев.

На 3х КЛКТ был обнаружен костный канал, являющийся местом прохождения альвеолярно-антральной артерии.

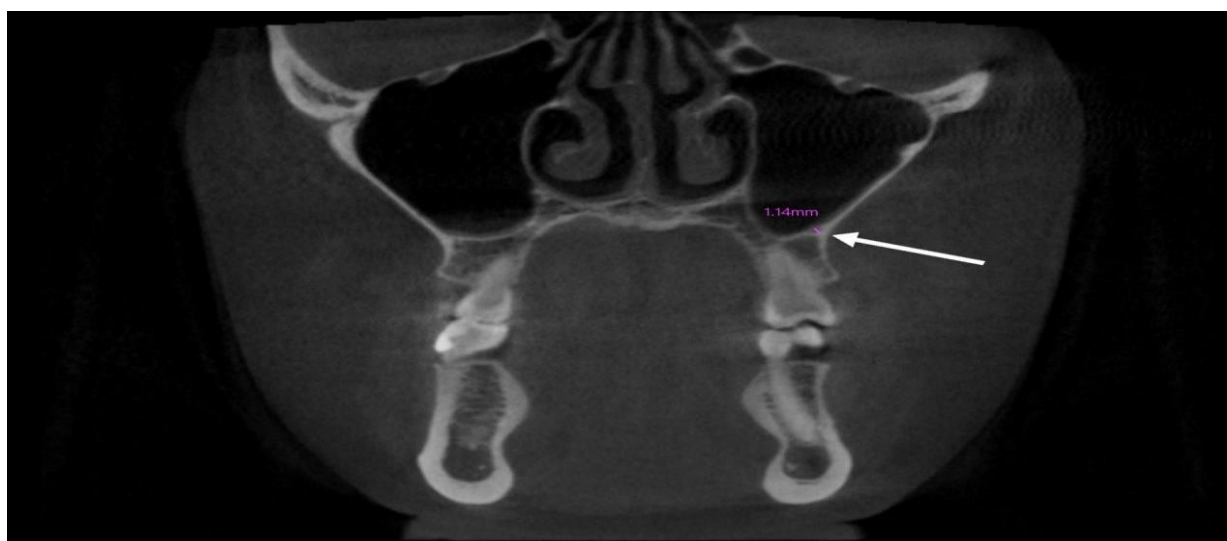


Рисунок 7. Костный канал, служащий местом прохождения альвеоло-антральной артерии (КЛКТ, коронарный срез, пациент 29 лет, пол женский) Диаметр канала 1,14 мм



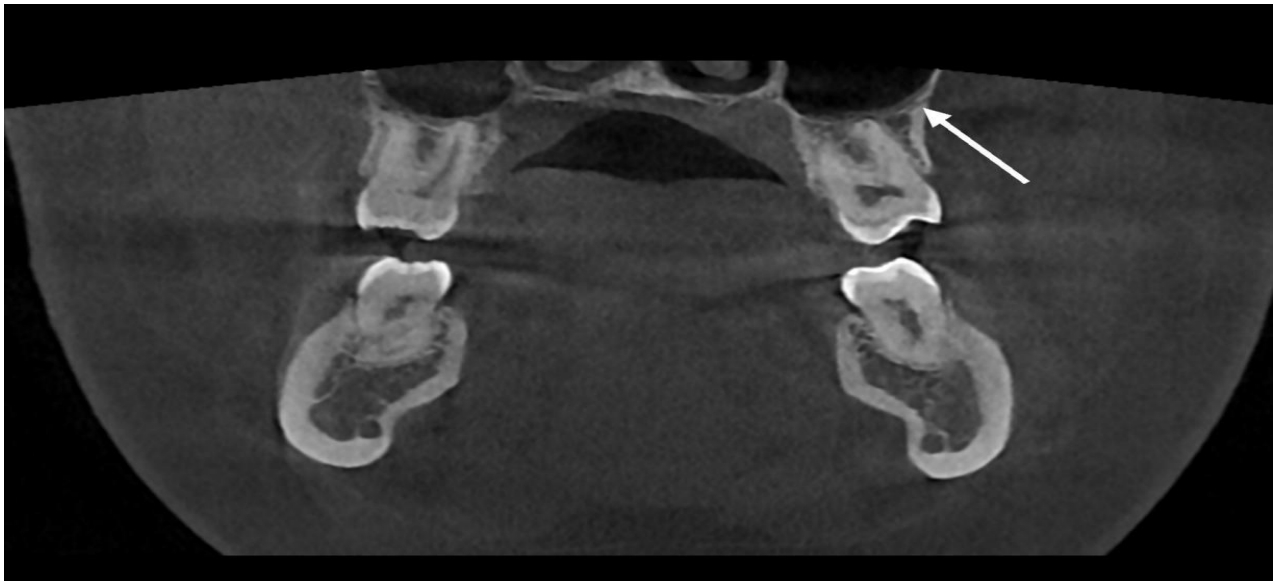


Рисунок 8. Ход альвеоло-антральной артерии
(КЛКТ, коронарный срез, пациент 22 года, пол женский)

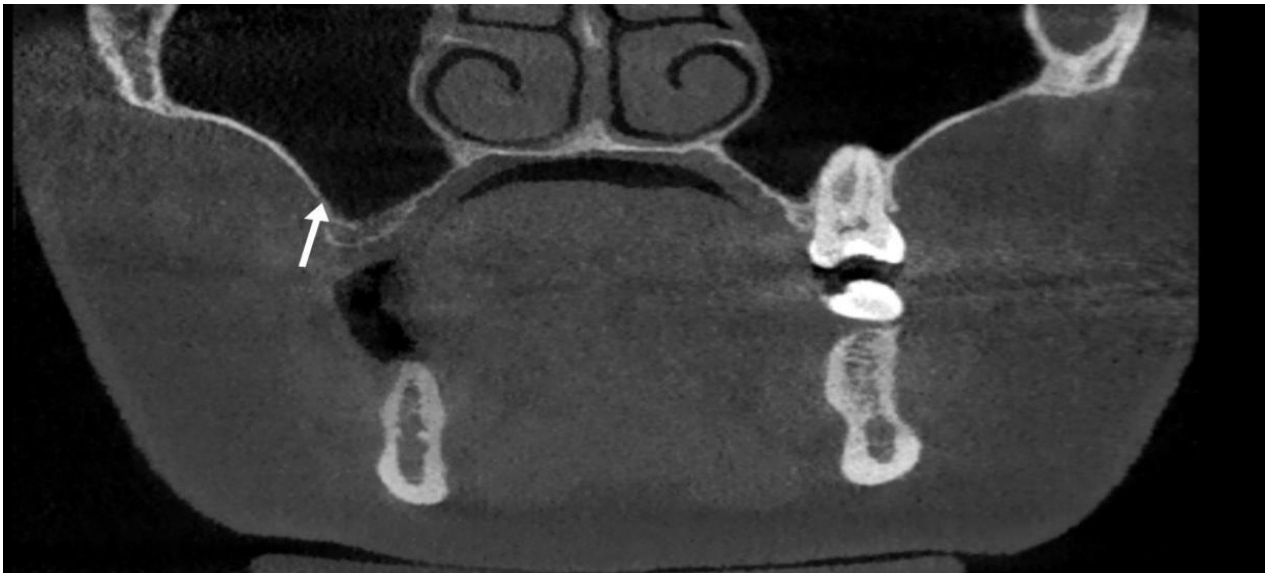


Рисунок 9. Ход альвеоло-антральной артерии
(КЛКТ, коронарный срез, пациент пол мужской)

ANALYSIS OF DIAGNOSTIC RESEARCH DATA

During the study, data from cone beam computed tomography (CBCT) of 5 patients were analyzed.

CBCT (cone beam computed tomography) is a type of computed tomography that allows you to get three-dimensional images of the area under study. On cone beam computed tomography (CBCT), an alveolar-antral anastomosis can be visualized as an indentation in the side wall of the maxillary sinus.

Alveolar-antral anastomosis was not detected on 2 CBCT, but the absence of X-ray signs of the artery does not mean that it does not exist, since, according to the results of studies, it is detected in 100% of cases.

On 3 CBCT, a bone canal was found, which is the place of passage of the alveolar-antral artery.



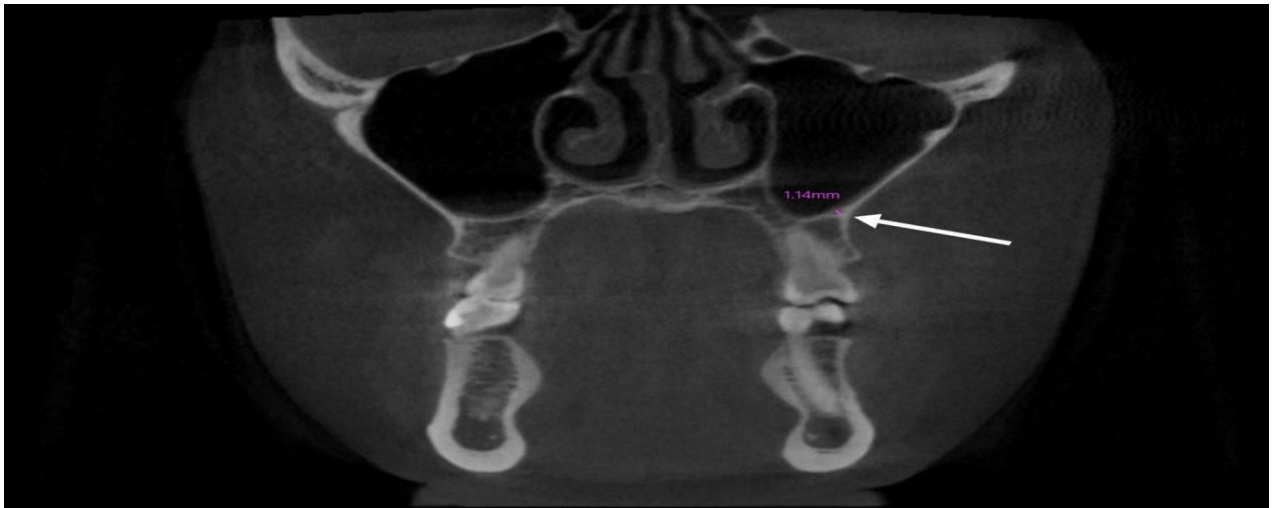


Figure 7. The bone canal serving местом as the passage point of the alveolo-antral artery (CBCT, coronary section, 29-year-old patient, female) Canal diameter 1.14 mm

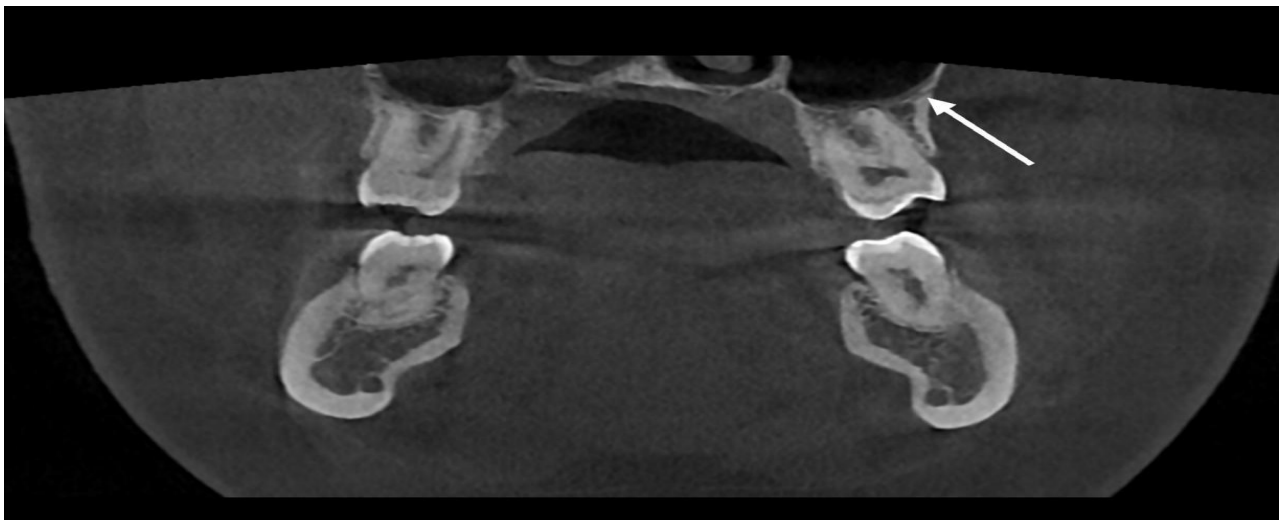


Figure 8. Course of the alveolo-antral artery (CBCT, coronary section, patient 22 years old, female)

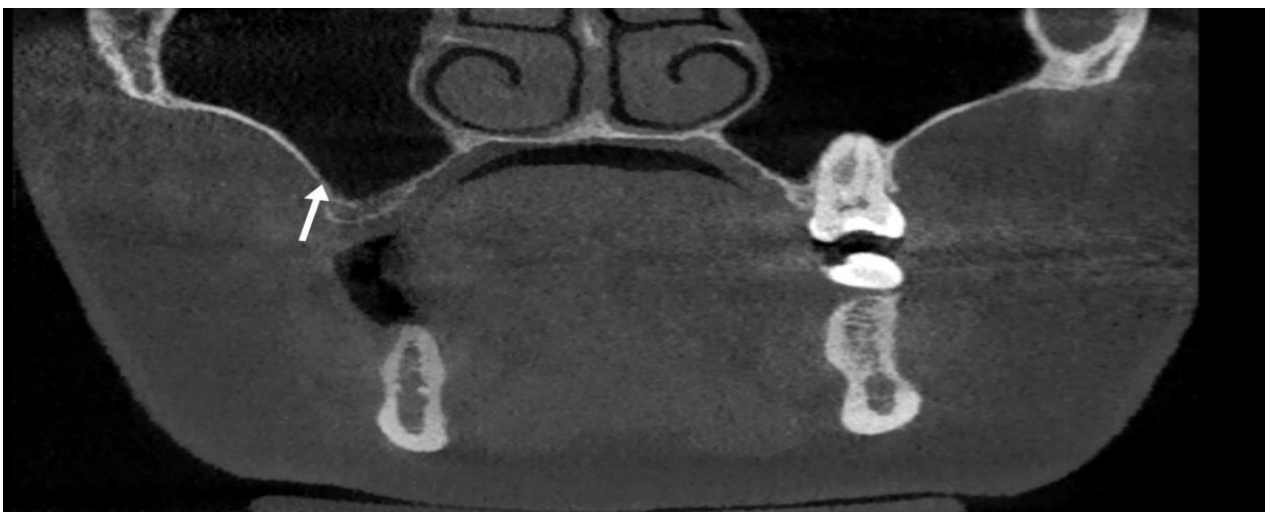


Figure 9. Course of the alveoloantral artery (CBCT, coronary section, male)



СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ АЛЬВЕОЛЯРНО-АНТРАЛЬНОГО АНАСТОМОЗА

При наличии точных топографо-анатомических данных об альвеолярно-антральном анастомозе (ААА) – его пространственном расположении и калибре – хирург может оптимизировать тактику хирургического вмешательства по следующим направлениям:

1. Модификация геометрии доступа путем изменения формы костного окна с округлой на продольную [4].
2. Формирования сдвоенного латерального доступа («двойного окна»), границы которого позиционируются супра- и инфраартериально (над и под проекцией залегания артерии) [9].
3. Бывают ситуации, когда нельзя избежать вовлечения артерии в зону распилов кости. Но даже в таком случае стоматолог может подготовиться, заранее найдя артерию на КЛКТ. В таком случае хирург вначале делает надрезы везде, где это возможно, не пересекая артерию, а в конце уже вблизи артерии [6]. Ассистент при этом, готов к кровотечению, имея рядом с собой электрокоагулятор, костный воск.
4. В качестве эффективного метода снижения риска травматизации альвеолярно-антрального анастомоза в литературе описывается применение пьезоэлектрических хирургических систем для формирования латерального костного окна. Физические свойства ультразвуковых колебаний обеспечивают селективный распил минерализованных структур, минимизируя механическое и термическое воздействие на прилежащие мягкотканые компоненты, включая целевой артериальный сосуд [18].
5. Применение денальных имплантатов уменьшенной длины, а также превентивное наложение профилактических лигатур [2].

WAYS TO REDUCE THE RISK OF DAMAGE TO THE ALVEOLAR-ANTRAL ANASTOMOSIS

In the presence of accurate topographic and anatomical data on the alveolar – antral anastomosis (AAA) - its spatial location and caliber the surgeon can optimize the tactics of surgical intervention in the following areas:

1. Modification of the access geometry by changing the shape of the bone window from rounded to longitudinal [4].
2. Formation of a double lateral access ("double window"), the boundaries of which are positioned supra - and infra-arterial (above and below the projection of the artery occurrence) [9].
3. There are situations when it is impossible to avoid the involvement of the artery in the area of bone cuts. But even in this case, the dentist can prepare in advance by finding the artery on the CBT. In this case, the surgeon first makes incisions wherever possible, without crossing the artery, and at the end already near the artery [6]. At the same time, the assistant is ready for bleeding, having an electrocoagulant and bone wax next to him.
4. The use of piezoelectric surgical systems for the formation of a lateral bone window is described in the literature as an effective method for reducing the risk of injury to alveolar-antral anastomosis. The physical properties of ultrasonic vibrations ensure selective cutting of mineralized structures, minimizing mechanical and thermal effects on adjacent soft-tissue components, including the target arterial vessel [18].
5. The use of reduced-length dental implants, as well as preventive application of preventive ligatures [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенный анализ свидетельствует об отсутствии статистически значимой корреляции между морфометрическими параметрами исследуемой структуры и такими факторами, как пол и возраст пациентов. Вместе с тем обнаружена гетерогенность результатов



при верификации альвеолярно-антрального анастомоза на аутопсийном материале в сравнении с данными конусно-лучевой компьютерной томографии. Полученные сведения позволяют сделать вывод, что даже прецизионное предоперационное планирование латерального синус-лифтинга на основе КЛКТ-визуализации не является абсолютной гарантией предотвращения интраоперационной травматизации альвеолярно-антрального анастомоза.

На томограммах альвеолярно-антральная артерия верифицируется в виде дискретного внутрикостного канала либо полуцилиндрического вдавления на внутренней поверхности латеральной стенки верхнечелюстного синуса. Однако отсутствие рентгенологических признаков (рентгеннегативность) указанной структуры на КЛКТ-снимках не исключает ее анатомического присутствия, что требует от врачей постоянной хирургической настороженности на всех этапах оперативного вмешательства.

RESULTS

The analysis shows that there is no statistically significant correlation between the morphometric parameters of the studied structure and such factors as gender and age of patients. At the same time, heterogeneity of the results of verification of alveolar-antral anastomosis on autopsy material was found in comparison with the data of cone-beam computed tomography. The obtained data allow us to conclude that even precision preoperative planning of lateral sinus lifting based on CBCT imaging is not an absolute guarantee of preventing intraoperative trauma to the alveolar-antral anastomosis.

On tomograms, the alveolar-antral artery is verified as a discrete intraosseous canal or a semi-cylindrical depression on the inner surface of the lateral wall of the maxillary sinus. However, the absence of X-ray signs (X-ray negativity) of this structure on CBCT images does not exclude its anatomical presence, which requires doctors to be constantly surgical alert at all stages of surgical intervention.

ВЫВОД

Резюмируя вышеизложенное, представляется клинически обоснованным смещение фокуса исследовательского и практического внимания на верификацию и стандартизацию интраоперационных методических подходов, обеспечивающих превентивную защиту и сохранение целостности данного анатомического образования в процессе синуслифтинга.

Conclusion

Summarizing the above, it seems clinically justified to shift the focus of research and practical attention to the verification and standardization of intraoperative methodological approaches that ensure preventive protection and preservation of the integrity of this anatomical formation during sinus lifting.

Список литературы:

1. Varela-Centelles P, Loira-Gago M, Gonzalez-Mosquera A, Seoane-Romero JM, Garcia-Martin JM, Seoane J. Distance of the alveolar antral artery from the alveolar crest. Related factors and surgical considerations in sinus floor elevation. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*. 2016;21(6):758-765. <https://doi.org/10.4317/medoral.21475>
2. Staněk J, Machálková K, Staňková M, Zapletalová J, Kocurová T. Alveolar antral artery: cone beam computed tomography study and clinical context. *PeerJ*. 2023 Nov 30;11:e16439. doi: 10.7717/peerj.16439. PMID: 38050605; PMCID: PMC10693819
3. Balaguer-Martí JC, Peñarrocha-Oltra D, Balaguer-Martínez J, Peñarrocha-Diago M. Immediate bleeding complications in dental implants: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2015 Mar 1;20(2):e231-8. doi: 10.4317/medoral.20203. PMID: 25475779; PMCID: PMC4393988
4. Rahpeyma A, Khajehahmadi S. Open Sinus Lift Surgery and the Importance of Preoperative Cone-Beam Computed Tomography Scan: A Review. *J Int Oral Health*. 2015 Sep;7(9):127-33. PMID: 26435632; PMCID: PMC4589707



5. Ketabi AR, Hassfeld S, Lauer HC, Piwowarczyk A. Comparative diagnosis of the alveolar antral artery canal in the lateral maxillary sinus wall in corresponding panoramic radiography and cone-beam computed tomography. *Int J Implant Dent.* 2023 Sep 19;9(1):30. doi: 10.1186/s40729-023-00497-9. PMID: 37725181; PMCID: PMC10509091
6. Rahpeyma A, Khajehahmadi S. Alveolar Antral Artery: Review of Surgical Techniques Involving this Anatomic Structure. *Iran J Otorhinolaryngol.* 2014 Apr;26(75):73-8. PMID: 24744995; PMCID: PMC3989871
7. Varela-Centelles P, Loira M, González-Mosquera A, Romero-Mendez A, Seoane J, García-Pola MJ, Seoane-Romero JM. Study of factors influencing preoperative detection of alveolar antral artery by CBCT in sinus floor elevation. *Sci Rep.* 2020 Jul 2;10(1):10820. doi: 10.1038/s41598-020-67644-9. PMID: 32616752; PMCID: PMC7331631
8. Мехтиев Р.С., Мельниченко Ю.М., Кабак С.Л., Саврасова Н.А. Топография сосудистого анастомоза в стенке верхнечелюстной пазухи по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. *Стоматология.* 2022;101(1):60-65
9. Maridati P, Stoffella E, Speroni S, Ciccio M, Maiorana C. Alveolar antral artery isolation during sinus lift procedure with the double window technique. *Open Dent J.* 2014 May 30;8:95-103. doi: 10.2174/1874210601408010095. PMID: 24949106; PMCID: PMC4062959
10. Ketabi AR, Hassfeld S, Lauer HC, Piwowarczyk A. Comparative diagnosis of the alveolar antral artery canal in the lateral maxillary sinus wall in corresponding panoramic radiography and cone-beam computed tomography. *Int J Implant Dent.* 2023 Sep 19;9(1):30. doi: 10.1186/s40729-023-00497-9. PMID: 37725181; PMCID: PMC10509091
11. Kolte RA, Kolte AP, Rahate PS, Bawankar PV. Association of location and diameter of alveolar antral artery to crest of alveolar bone in dentate and partially edentulous patients - A cone-beam computed tomography study. *J Indian Soc Periodontol.* 2021 Jan-Feb;25(1):55-60. doi: 10.4103/jisp.jisp_603_19. Epub 2020 Sep 21. PMID: 33642742; PMCID: PMC7904012
12. Седов Ю.Г., Аванесов А.М., Чибисова М.А., Морданов О.С. Анализ встречаемости и топографических данных альвеоло-антральной артерии на основе обзора литературы. *Стоматология.* 2020;99(4):76-80.
13. Varela-Centelles P, Loira-Gago M, Seoane-Romero JM, Takkouche B, Monteiro L, Seoane J. Detection of the posterior superior alveolar artery in the lateral sinus wall using computed tomography/cone beam computed tomography: a prevalence meta-analysis study and systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015 Nov;44(11):1405-10. doi: 10.1016/j.ijom.2015.07.001. Epub 2015 Jul 26. PMID: 26215383.
14. Güncü GN, Yildirim YD, Wang HL, Tözüm TF. Location of posterior superior alveolar artery and evaluation of maxillary sinus anatomy with computerized tomography: a clinical study. *Clin Oral Implants Res.* 2011 Oct;22(10):1164-1167. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02071.x. Epub 2011 Jan 18. PMID: 21244499.
15. Ilgüy D, Ilgüy M, Dolekoglu S, Fisekcioglu E. Evaluation of the posterior superior alveolar artery and the maxillary sinus with CBCT. *Braz Oral Res.* 2013 Sep-Oct;27(5):431-7. doi: 10.1590/S1806-83242013000500007. PMID: 24036981. Ketabi, AR., Hassfeld, S., Lauer, HC. *et al.* Comparative diagnosis of the alveolar antral artery canal in the lateral maxillary sinus wall in corresponding panoramic radiography and cone-beam computed tomography. *Int J Implant Dent* 9, 30 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40729-023-00497-9>
16. Берлов А.В., Рыбальченко И.А. (2018). Снижение атрофических процессов и гиперемии слизистой оболочки при протезировании полными съёмными протезами. *Вестник по педагогике и психологии Южной Сибири*, (2), 132-138
17. Valente NA. Anatomical Considerations on the Alveolar Antral Artery as Related to the Sinus Augmentation Surgical Procedure. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2016 Oct;18(5):1042-



1050. doi: 10.1111/cid.12355. Epub 2015 May 12. PMID: 25965402.

18. Velloso GR, Vidigal GM Jr, de Freitas MM, Garcia de Brito OF, Manso MC, Groisman M. Tridimensional analysis of maxillary sinus anatomy related to sinus lift procedure. *Implant Dent*. 2006 Jun;15(2):192-6. doi: 10.1097/01.id.0000223233.29454.77. PMID: 16766903.

19. Rysz M, Ciszek B, Rogowska M, Krajewski R. Arteries of the anterior wall of the maxilla in sinus lift surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014 Sep;43(9):1127-30. doi: 10.1016/j.ijom.2014.02.018. Epub 2014 Apr 1. PMID: 24703496.

20. Петров И. Ю., Коротких Н. Г., Ловчикова М. В. Петров А. И. (2010). Операции синус-лифтинга: возможные ошибки и осложнения, (2), 103-105.

21. Дентальная имплантация / под ред. Кулакова А. А. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. ISBN 978-5-9704-4541-9

22. Максюков С.Ю., Бойко Н.В., Пилипенко К.Д., Максюкова Е.С., Кипиани Ш.Г., Демидов И.А. (2019). Профилактика операционных и послеоперационных осложнений открытого синус-лифтинга у пациентов с патологией околоносовых пазух, (67), 27-29.

References:

1. Varela-Centelles P, Loira-Gago M, Gonzalez-Mosquera A, Seoane-Romero JM, Garcia-Martin JM, Seoane J. Distance of the alveolar antral artery from the alveolar crest. Related factors and surgical considerations in sinus floor elevation. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*. 2016;21(6):758-765. <https://doi.org/10.4317/medoral.21475>

2. Staněk J, Macháľková K, Staňková M, Zapletalová J, Kocurová T. Alveolar antral artery: cone beam computed tomography study and clinical context. *PeerJ*. 2023 Nov 30;11:e16439. doi: 10.7717/peerj.16439. PMID: 38050605; PMCID: PMC10693819

3. Balaguer-Martí JC, Peñarrocha-Oltra D, Balaguer-Martínez J, Peñarrocha-Diago M. Immediate bleeding complications in dental implants: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2015 Mar 1;20(2):e231-8. doi: 10.4317/medoral.20203. PMID: 25475779; PMCID: PMC4393988

4. Rahpeyma A, Khajehahmadi S. Open Sinus Lift Surgery and the Importance of Preoperative Cone-Beam Computed Tomography Scan: A Review. *J Int Oral Health*. 2015 Sep;7(9):127-33. PMID: 26435632; PMCID: PMC4589707

5. Ketabi AR, Hassfeld S, Lauer HC, Piwowarczyk A. Comparative diagnosis of the alveolar antral artery canal in the lateral maxillary sinus wall in corresponding panoramic radiography and cone-beam computed tomography. *Int J Implant Dent*. 2023 Sep 19;9(1):30. doi: 10.1186/s40729-023-00497-9. PMID: 37725181; PMCID: PMC10509091

6. Rahpeyma A, Khajehahmadi S. Alveolar Antral Artery: Review of Surgical Techniques Involving this Anatomic Structure. *Iran J Otorhinolaryngol*. 2014 Apr;26(75):73-8. PMID: 24744995; PMCID: PMC3989871

7. Varela-Centelles P, Loira M, González-Mosquera A, Romero-Mendez A, Seoane J, García-Pola MJ, Seoane-Romero JM. Study of factors influencing preoperative detection of alveolar antral artery by CBCT in sinus floor elevation. *Sci Rep*. 2020 Jul 2;10(1):10820. doi: 10.1038/s41598-020-67644-9. PMID: 32616752; PMCID: PMC7331631

8. Mekhtiev R. S., Melnichenko Yu. M., Kabak S. L., Savrasova N. A. Topography of vascular anastomosis in the maxillary wall sinuses according to cone-beam computed tomography. *Dentistry*. 2022;101(1):60-65 (In Russ.)

9. Maridati P, Stoffella E, Speroni S, Cicciu M, Maiorana C. Alveolar antral artery isolation during sinus lift procedure with the double window technique. *Open Dent J*. 2014 May 30;8:95-103. doi: 10.2174/1874210601408010095. PMID: 24949106; PMCID: PMC4062959

10. Ketabi AR, Hassfeld S, Lauer HC, Piwowarczyk A. Comparative diagnosis of the alveolar antral artery canal in the lateral maxillary sinus wall in corresponding panoramic radiography



and cone-beam computed tomography. *Int J Implant Dent*. 2023 Sep 19;9(1):30. doi: 10.1186/s40729-023-00497-9. PMID: 37725181; PMCID: PMC10509091

11. Kolte RA, Kolte AP, Rahate PS, Bawankar PV. Association of location and diameter of alveolar antral artery to crest of alveolar bone in dentate and partially edentulous patients - A cone-beam computed tomography study. *J Indian Soc Periodontol*. 2021 Jan-Feb;25(1):55-60. doi: 10.4103/jisp.jisp_603_19. Epub 2020 Sep 21. PMID: 33642742; PMCID: PMC7904012

12. Sedov Yu. G., Avanesov A.M., Chibisova M. A., Mordanov O. S. Analysis of the occurrence and topographic data of the alveoloantral artery based on a literature review. *Dentistry*. 2020;99(4):76-80.(In Russ.)

13. Varela-Centelles P, Loira-Gago M, Seoane-Romero JM, Takkouche B, Monteiro L, Seoane J. Detection of the posterior superior alveolar artery in the lateral sinus wall using computed tomography/cone beam computed tomography: a prevalence meta-analysis study and systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2015 Nov;44(11):1405-10. doi: 10.1016/j.ijom.2015.07.001. Epub 2015 Jul 26. PMID: 26215383.

14. Güncü GN, Yildirim YD, Wang HL, Tözüm TF. Location of posterior superior alveolar artery and evaluation of maxillary sinus anatomy with computerized tomography: a clinical study. *Clin Oral Implants Res*. 2011 Oct;22(10):1164-1167. doi: 10.1111/j.1600-0501.2010.02071.x. Epub 2011 Jan 18. PMID: 21244499.

15. Ilgüy D, Ilgüy M, Dolekoglu S, Fisekcioglu E. Evaluation of the posterior superior alveolar artery and the maxillary sinus with CBCT. *Braz Oral Res*. 2013 Sep-Oct;27(5):431-7. doi: 10.1590/S1806-83242013000500007. PMID: 24036981. Ketabi, AR., Hassfeld, S., Lauer, HC. *et al.* Comparative diagnosis of the alveolar antral artery canal in the lateral maxillary sinus wall in corresponding panoramic radiography and cone-beam computed tomography. *Int J Implant Dent* 9, 30 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40729-023-00497-9>

16. Berlov A.V., Rybalchenko I. A. (2018). Reduction of atrophic processes and hyperemia of the mucous membrane during prosthetics with complete removable dentures. *Bulletin of Pedagogy and Psychology of Southern Siberia*, (2), 132-138 (In Russ.)

17. Valente NA. Anatomical Considerations on the Alveolar Antral Artery as Related to the Sinus Augmentation Surgical Procedure. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016 Oct;18(5):1042-1050. doi: 10.1111/cid.12355. Epub 2015 May 12. PMID: 25965402.

18. Velloso GR, Vidigal GM Jr, de Freitas MM, Garcia de Brito OF, Manso MC, Groisman M. Tridimensional analysis of maxillary sinus anatomy related to sinus lift procedure. *Implant Dent*. 2006 Jun;15(2):192-6. doi: 10.1097/01.id.0000223233.29454.77. PMID: 16766903.

19. Rysz M, Ciszek B, Rogowska M, Krajewski R. Arteries of the anterior wall of the maxilla in sinus lift surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2014 Sep;43(9):1127-30. doi: 10.1016/j.ijom.2014.02.018. Epub 2014 Apr 1. PMID: 24703496.

20. Petrov I. Yu., Korotkikh N. G., Lovchikova M. V. Petrov A. I. (2010). Sinus-lifting operations: possible errors and complications, (2), 103-105.(In Russ.)

21. Dental implantation / ed. Kulakova A. A.-Moscow: GEOTAR-Media, 2018. ISBN 978-5-9704-4541-9 (In Russ.)

22. Maksyukov S. Yu., Boyko N. V., Pilipenko K. D., Maksyukova E. S., Kipiani Sh. G., Demidov I. A. (2019). Prevention of surgical and postoperative complications of open sinus lifting in patients with paranasal sinus pathology, (67), 27-29. (In Russ.).

