

© Team of authors, 2025 / © Коллектив авторов, 2025  
3.1.7. Dentistry, 3.1.2. Maxillofacial surgery, 3.1.25. Radiation diagnostics /  
3.1.2. Челюстно-лицевая хирургия, 3.1.7. Стоматология, 3.1.25. Лучевая диагностика

## Comparative evaluation of the efficacy of parotid gland calculus removal with navigation using ultrasound and augmented reality technology

A.Ya. Razumova, A.V. Lysenko, A.I. Yaremenko, S.I. Kutukova, N.L. Petrov

FSBEI HE Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia  
Contacts: Alexandra Yaroslavovna Razumova – e-mail: alserova@yandex.ru

## Сравнительная оценка эффективности удаления конкремента околоушной слюнной железы с навигацией при помощи ультразвукового исследования и технологии дополненной реальности

А.Я. Разумова, А.В. Лысенко, А.И. Яременко, С.И. Кутукова, Н.Л. Петров

ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава РФ, Санкт-Петербург, Россия

Контакты: Разумова Александра Ярославовна – e-mail: alserova@yandex.ru

## 利用超声及增强现实技术导航下腮腺结石摘除术疗效的比较评估

A.Ya. Razumova, A.V. Lysenko, A.I. Yaremenko, S.I. Kutukova, N.L. Petrov

俄罗斯联邦卫生部FSBEI HE巴甫洛夫学者圣彼得堡第一国立医科大学, 圣彼得堡, 俄罗斯

联系方式: Alexandra Yaroslavovna Razumova – 邮箱: alserova@yandex.ru

**Purpose of the study.** To study the accuracy of intraoperative visualization and salivary calculus localization using augmented reality technology in comparison with ultrasound examination.

**Material and methods.** The retrospective data of eight patients who underwent surgical intervention in the volume of removal of a calculus from the parotid salivary gland via external access under general anesthesia with the visualization technique of ultrasound examination only were taken. Prospectively, 9 patients diagnosed with parotid salivary gland sialolithiasis were operated on by applying augmented reality technology.

**Results.** In the main group of patients, the range of hologram misalignment varied from 570.00 to 1220.00  $\mu\text{m}$ , the median misalignment was 1000.00  $\mu\text{m}$  [595.00–1140.00], which was significantly less than that in the control group of patients who had ultrasound imaging only ( $p=0.0216$ ). When analyzing the timing of surgery, we found that when augmented reality was used, the duration of surgical intervention ranged from 32.00 to 60.00 minutes, the mean duration being 44.11+8.30 minutes (95% CI: 37.73–50.49), which was significantly shorter than that with ultrasound imaging alone ( $p=0.0014$ ).

**Conclusion.** This study of the augmented reality technology application during calculus removal provides a promising direction for clinical investigation and implementation of this technique in practice.

**Keywords:** augmented reality, ultrasound examination, calculus, marker, salivary gland, navigation, sialolithiasis

**Conflicts of interest.** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Financing.** The study was funded by a group of authors.

**For citation:** Razumova A.Ya., Lysenko A.V., Yaremenko A.I., Kutukova S.I., Petrov N.L. Comparative evaluation of the efficacy of parotid gland calculus removal with navigation using ultrasound and augmented reality technology. Head and neck. Russian Journal. 2025;13(2):52–59

**Doi:** 10.25792/HN.2025.13.2.52-59

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

**Цель исследования.** Изучение точности интраоперационной визуализации и определения локализации слюнного камня при применении технологии дополненной реальности по сравнению с ультразвуковым исследованием (УЗИ).

**Материал и методы.** Были взяты архивные данные 8 пациентов, которым проводилось удаление конкремента из околоушной слюнной железы (ОСЖ) наружным доступом под общим наркозом с навигацией при помощи УЗИ. В проспективном исследовании были прооперированы 9 пациентов с диагнозом «слюнокаменная болезнь (сиалолитиаз) ОСЖ» при помощи применения технологии дополненной реальности.

**Результаты.** При анализе полученных данных было установлено, что в основной группе больных диапазон ошибочного смещения голограммы варьируется от 570,00 до 1220,00 мкм, медиана смещения составила 1000,00 мкм (595,00–1140,00), что значительно меньше, чем в контрольной группе больных, которым проводилась только УЗ-визуализация ( $p=0,0216$ ). При анализе длительности оперативного вмешательства получено, что при использовании дополненной реальности время операции варьировалось от 32 до 60 минут, среднее время операции составило  $44,11 \pm 30,0$  минут (95% ДИ 37,73–50,49), что было значительно меньше, чем при использовании только УЗ-визуализации ( $p=0,0014$ ).

**Заключение.** Данное исследование применения технологии дополненной реальности во время удаления конкремента является перспективным направлением для клинического исследования и практической работы челюстно-лицевого хирурга.

**Ключевые слова:** дополненная реальность, ультразвуковое исследование, конкремент, маркер, слюнная железа, навигация, слюннокаменная болезнь

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование было профинансировано группой авторов.

**Для цитирования:** Разумова А.Я., Лысенко А.В., Яременко А.И., Кутукова С.И., Петров Н.Л. Сравнительная оценка эффективности удаления конкремента околоушной слюнной железы с навигацией при помощи ультразвукового исследования и технологии дополненной реальности. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2025;13(2):52–59

**Doi:** 10.25792/HN.2025.13.2.52-59

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

研究目的: 本研究旨在对比增强现实技术与超声检查在术中可视化与唾液腺结石定位中的准确性。

材料与方 法: 回顾性分析8例仅采用超声检查可视化技术, 在全麻下经外科入路行腮腺结石摘除术的患者资料; 前瞻性选取9例被诊断为腮腺结石的患者, 采用增强现实技术进行手术操作。

研究结果: 在增强现实技术组, 三维全息图的偏差范围为570.00至1220.00微米, 中位数为1000.00微米 [595.00–1140.00], 明显低于仅用超声成像的对照组 ( $p=0.0216$ )。手术时长方面, 应用增强现实技术的手术时长为32.00至60.00分钟, 平均 $44.11 \pm 8.30$ 分钟 (95% CI: 37.73–50.49), 也显著短于单纯超声定位组 ( $p=0.0014$ )。

结论: 本研究显示, 在腮腺结石摘除术中应用增强现实技术具有良好的发展前景, 为其在临床上的研究与应用提供理论基础。

关键词: 增强现实、超声检查、结石、标记物、唾液腺、导航、腮腺结石病

利益冲突声明: 作者声明不存在利益冲突。

资助声明: 本研究由作者团队资助。

引用格式: Razumova A.Ya., Lysenko A.V., Yaremenko A.I., Kutukova S.I., Petrov N.L. Comparative evaluation of the efficacy of parotid gland calculus removal with navigation using ultrasound and augmented reality technology. *Head and neck. Russian Journal.* 2025;13(2):52–59

**Doi:** 10.25792/HN.2025.13.2.52-59

作者声明: 作者对所提供数据的原创性及插图 (表格、图片、患者照片) 的发表合法性负责。

## Введение

Слюннокаменная болезнь (сиалолитиаз) является одной из самых частых причин появления obstructивных симптомов у пациента. Заболеваемость сиалолитиазом оценивается от 1 на 10 000 до 1 на 30 000 человек. Локализация конкрементов в околоушной слюнной железе (ОСЖ) составляет 20% [1]. В связи с отсутствием полного понимания причин появления и этапов формирования слюнного камня (СК) основные методики лечения направлены на его удаление и улучшение проходимости протоковой системы. Проведение такого вида оперативного

вмешательства в ОСЖ представляет особенные трудности. До появления сиалэндоскопии варианты удаления таких конкрементов были ограничены внутриротовым доступом, частичной паротидэктомией, полным удалением СЖ. Методики консервативного лечения направлены на уменьшение симптомов или снижение выделения слюны [2]. Однако такие методики могут привести к осложнениям, таким как парез ветвей лицевого нерва, формирование свища, развитие ксеростомии.

Основными проблемами при удалении конкремента из протоковой системы ОСЖ до сих пор остается определение локализации конкремента и формирование места доступа. При значительных

размерах конкремента возможно чрезкожное удаление с применением диафаноскопии [3]. Однако существуют ограничивающие факторы использования этой технологии, такие как невозможность введения эндоскопа в устье протока из-за его постравматического или врожденного сужения, аномалии развития протока, высокая стоимость оборудования и инструментария.

Одним из вариантов интраоперационной визуализации конкремента является ультразвуковое исследование (УЗИ). На экране конкремент выглядит как гиперэхогенный очаг с акустической тенью. Чувствительность УЗИ составляет 94,7% при специфичности от 97,4 до 100% [4, 5]. Однако камни размером менее 2 мм могут не создавать акустической тени. Диагностические ошибки могут касаться очень маленьких камней во внутривисцеральных протоках без расширения протоков [6].

Поэтому создание новых интраоперационных методик визуализации конкрементов остается актуальным.

На сегодняшний день технология дополненной реальности тесно вошла как в повседневную жизнь, так и в отрасль медицины. Цифровые возможности позволяют нам переносить точную информацию о расположении патологического очага на реального пациента как при предоперационной подготовке, так и во время оперативного вмешательства [7, 8].

**Целью** данного исследования является изучение точности интраоперационной визуализации и определение локализации СК при применении технологии дополненной реальности по сравнению с УЗИ.

## Материал и методы

Исследование включало 2 раздела: ретроспективное и проспективное. При ретроспективном исследовании были взяты архивные данные 8 пациентов, которым проводилось оперативное вмешательство по удалению конкремента из ОСЖ наружным доступом под общим наркозом с УЗ-навигацией.

Были прооперированы 10 пациентов с диагнозом «Слюннокаменная болезнь ОСЖ» при помощи технологии дополненной реальности на базе онкологического отделения №8 (ЧЛХ) ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава РФ.

Все медицинские исследования соответствуют Хельсинкской декларации о медицинских протоколах. Это исследование было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. Все методы были выполнены в соответствии с соответствующими руководящими принципами и правилами нашей больницы. Информированное добровольное согласие на участие в исследовании было получено от всех участников.

В предоперационном периоде проводилось УЗИ СЖ. При исследовании оценивалась возможность визуализации СК, его размеры, форма и степень фиксации. Также всем пациентам была выполнена диагностическая сиалоскопия, в результате которой диагностировали наличие стриктур, послеоперационных деформаций, аномалий развития протока. В связи с этим визуализация конкремента при помощи сиалоскопа была неэффективна.

Были сформированы общие критерии включения пациентов в исследование с применением методики дополненной реальности при хирургическом лечении сиалолитиаза ОСЖ:

1. Пациенты должны были пройти информирование и дать добровольное согласие в письменной форме на свое участие в проводимом клиническом исследовании.
2. Пациенты должны были пройти оперативное вмешательство по удалению конкремента.

3. Проведение сиалэндоскопии невозможно.

4. Конкремент должен быть фиксирован в протоке, локализация его должна быть во внутривисцеральных протоках либо в части протока, располагающейся за жевательной мышцей, что исключает применение внутривисцерального доступа.

5. Конкремент должен быть рентгеноконтрастен.

Далее проводилась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) без контрастирования со специальной рамкой-держателем, которая фиксировалась на голове пациента. В рамке расположены 6 рентгеноконтрастных меток, по которым происходила калибровка и привязка рентгенологического изображения пациента к положению держателя и закрепляемого маркера. Маркер устанавливается по внешней стороне основания рамки в разъемное соединение по центру. Для формирования трехмерного изображения локализации конкремента, его формы и размера, а также для определения взаимосвязи с костными структурами DICOM-файл МСКТ был загружен в программу сегментации медицинских изображений с открытым исходным кодом 3D-slicer. Выполнили сегментацию всех патологических и анатомических структур и планирование оперативного доступа. После проведения сегментации изготавливали маркер с индивидуальным QR-кодом на бумажном носителе с самоклеющимся основанием. Во время операции маркер дополненной реальности повторно закреплялся на голове пациента в первичном положении. Голограмма конкремента визуализировалась в очках (HoloLens Microsoft Corporation, Redmond, WA) у хирурга во время операции (рис. 1).

УЗ-визуализация конкремента проводилась с использованием аппарата (SonoScape S8Exp, Китай) с внеротовым датчиком. Во время операции на внеротовой датчик наносился слой геля и надевалась стерильная хирургическая перчатка. Исследование проводили 2 раза: в горизонтальном положении пациента сразу после введения в эндотрахеальный наркоз, после разведения тканей паренхимы железы и визуализации части протока.

В предоперационном периоде на лицо пациента наносились проекционные линии (Камперовская горизонталь – нососошная линия – воображаемая линия от козелка уха до наружного края крыла носа), а также линия, проведенная от угла рта до середины мочки уха, как ориентиры для отсчета смещения изображения (рис. 2).



Рис. 1. Визуализация голограммы конкремента в операционной ране  
Fig. 1. View of the hologram of the calculus in the surgical wound



Рис. 2. Фотофиксация локализации конкремента при ультразвуковом исследовании и отображении голограммы (зеленый круг – область визуализации конкремента при помощи ультразвука, синий круг – область визуализации при помощи дополненной реальности)

Fig. 2. Photofixation of the calculus localization during ultrasound examination and hologram display (the green circle is the area of calculus visualization with ultrasound, the blue circle is the area of visualization with augmented reality)

Положение конкремента по данным УЗИ и положение конкремента по данным дополненной реальности отмечалось на коже разным цветом, выполнялась фотофиксация для последующего сравнения. Фотофиксация пациента проводилась в горизонтальном положении при применении эндотрахеального наркоза перед проведением наружного разреза. Такая же фотофиксация

проводилась во время хирургического вмешательства после удаления конкремента для подтверждения успешности операции.

Во время операции оценка точности производилась путем линейного измерения отклонения места положения конкремента в протоке в реальном времени и голограммы конкремента, таким же образом проводилось измерение с гиперэхогенным очагом с акустической тенью при УЗИ.

Параметры оценки результатов ретроспективного и проспективного исследований:

- вид оперативного доступа;
- время хирургического вмешательства от момента разреза до наложения швов;
- число осложнений.

Общий принцип оперативного вмешательства сводился к проведению послойного доступа к протоку под общим наркозом, далее рассеклась стенка протока, удалялся конкремент. Проводилась установка трубчатого катетера в рассеченный проток для профилактики появления стриктуры и повторного формирования конкремента. Пациентам накладывались внутрикожные швы для достижения эстетического результата.

## Результаты

Были прооперированы 9 из 10 изначально включенных в исследование пациентов с диагнозом «Слюннокаменная болезнь ОСЖ» при помощи технологии дополненной реальности на базе онкологического отделения №8 (ЧЛХ) ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава РФ. Одному пациенту выполнить хирургическое вмешательство по данной методике не удалось в связи с отсутствием визуализации голограммы.

Общая характеристика пациентов, включенных в исследование, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Общая характеристика пациентов, включенных в исследование  
Table 1. General characteristics of the patients included in the study

Параметры Parameter	Основная группа Main group	Контрольная группа Control group	p
Общее число больных Total number of patients	10 (100,00) 10 (100,00)	8 (100,00) 8 (100,00)	
Пол, n (%): мужчины женщины Gender, n (%): males females	5 (50,00) 5 (50,00) 5 (50,00) 5 (50,00)	3 (37,50) 5 (62,50) 3 (37,50) 5 (62,50)	–
Возраст: среднее±SD (95% ДИ) (годы: мин.–макс.) Age: mean±SD (95% CI)(years: min–max)	41,70±5,33 (95% ДИ 37,88–45,52) (35,00–53,00) 41,70±5,33(95% CI 37,88–45,52) (35,00–53,00)	39,00±13,23 (95% ДИ 27,94–50,06) (27,00–65,00) 39,00±13,23 (95% CI 27,94–50,06) (27,00–65,00)	0,6498
Заблевание СЖ, n (%): Хр. сиалоаденит ОСЖ слева Хр. сиалоаденит ОСЖ справа SG disease, n (%): Chronic sialadenitis of the left PG Chronic sialadenitis of the right PG	5 (50,00) 5 (50,00) 5 (50,00) 5 (50,00)	5 (62,50) 3 (37,50) 5 (62,50) 3 (37,50)	–
Локализация конкремента, n (%): паренхима проток (дистальная часть) Calculus localization, n (%): parenchyma duct (distal part)	5 (50,00) 5 (50,00) 5 (50,00) 5 (50,00)	7 (87,50) 1 (12,50) 7 (87,50) 1 (12,50)	–
Размер образования (наибольший диаметр), мм: среднее±SD (95% ДИ)(мин.–макс.) Size of the calculus (largest diameter), mm: mean±SD (95% CI)(min-max)	5,74±1,59 (95% ДИ 4,60–6,88) (4,00–9,4) 5,74±1,59 (95% CI 4,60–6,88) (4,00–9,4)	5,25±1,04 (95% ДИ 4,38–6,12) (4,00–7,00) 5,25±1,04 (95% CI 4,38–6,12) (4,00–7,00)	0,4164

В основную группу вошли 5 (50%) мужчин и 5 (50%) женщин в возрасте от 35 до 53 лет, средний возраст составил  $41,70 \pm 5,33$  года (95% ДИ 37,88–45,52). В контрольную (ретроспективную группу) были включены 8 пациентов: 3 (37,5%) мужчин и 5 (62,5%) женщин в возрасте от 27 до 65 лет, средний возраст составил  $39,00 \pm 13,23$  года (95% ДИ 27,94–50,06). Обе группы больных были сопоставимы по возрасту ( $p=0,6498$ ).

У первой половины пациентов основной группы конкремент локализовался в паренхиме железы, у второй половины – в дистальной части выводного протока. У пациентов контрольной группы в 87,5% (7/8) случаев конкремент локализовался в паренхиме железы, в 12,5% (1/8) – в дистальном отделе выводного протока.

Размер (наибольший диаметра) конкрементов у больных основной группы варьировался от 4,00 до 8,94 мм, средний размер составил  $5,74 \pm 1,59$  (95% ДИ 4,60–6,88) и значимо не отличался ( $p=0,4164$ ) от среднего размера конкрементов больных контрольной группы, где он составил  $5,25 \pm 1,04$  мм (95% ДИ 4,38–6,12) при минимальном диаметре 4 мм, максимальном – 7 мм.

Таким образом, все пациенты основной и контрольной групп были сопоставимы по основным демографическим и клиническим показателям.

Всем пациентам, включенным в исследование, было проведено хирургическое удаление конкремента. Особенности проведенного хирургического лечения представлены в табл. 2.

При проведении оперативного вмешательства с применением дополненной реальности использовали 2 вида разреза: по Г.П. Ковтуновичу («Lazy-S» incision) и линейный разрез. В основной группе больных у 44,44% (4/9) был выбран разрез «Lazy-S», в 55,56% (5/9) – линейный разрез. При использовании только УЗ-навигации для визуализации конкремента, выбор разреза «Lazy-S» применялся в 62,50% (5/8) случаях. Статистически значимых различий по типу хирургического доступа в обеих группах получено не было ( $p=0,4702$ ).

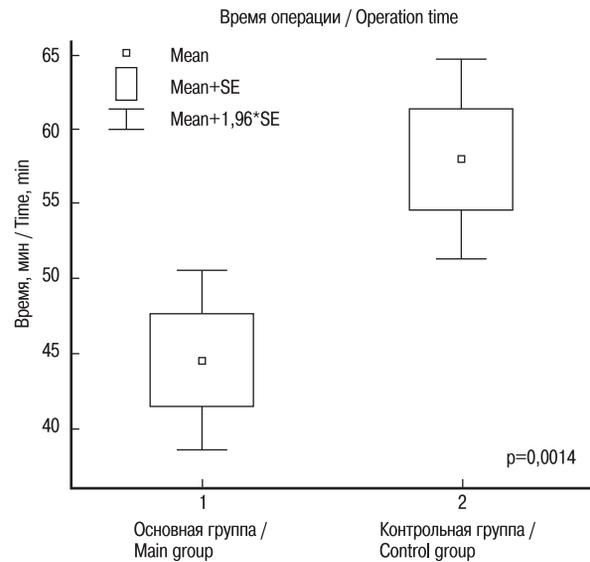


Рис. 3. Время оперативного вмешательства в зависимости от метода визуализации конкремента

Fig. 3. The duration of surgical intervention depending on the method of calculus visualization

Длина хирургического разреза также значимо не отличалась в основной и контрольной группах ( $p=0,5620$ ). В основной группе медиана длины разреза составила 30 мм [11,10–35,50] при минимальном значении, равном 10 мм, максимальном, равному 37 мм. В контрольной группе средняя длина разреза составила  $29,25 \pm 8,05$  мм (95% ДИ 22,52–35,98) и варьировалась от 12 до 37 мм.

При анализе времени оперативного вмешательства было выявлено, что при использовании дополненной реальности время оперативного вмешательства варьировалось от 32

Таблица 2. Общая характеристика проведенного хирургического вмешательства  
Table 2. General characteristic of the surgical interventions performed

Параметры Parameter	Основная группа, n (%) Main group, n (%)	Контрольная группа, n (%) Control group, n (%)	p
Общее число больных, n (%) Total number of patients, n (%)	9 (100,00) 9 (100,00)	8 (100,00) 9 (100,00)	
Хирургический доступ/разрез, n (%): по Ковтуновичу линейный Surgical access/incision, n (%): Kovtunovich linear	4 (44,44) 5 (55,56) 4 (44,44) 5 (55,56)	5 (62,50) 3 (37,50) 5 (62,50) 3 (37,50)	0,4702
Длина разреза, мм: среднее±SD/медиана (95% ДИ)/[Q25–Q75] (мин.–макс.) Incision length, mm: mean±SD/median (95% CI)/[Q25–Q75] (min-max)	30,00 [11,10–35,50] (10,00–37,00)	29,25±8,05 (95% ДИ 22,52–35,98) (12,00–37,00)	0,5620
Смещение локализации конкремента, мкм: среднее±SD/медиана (95% ДИ)/[Q25–Q75] (мин.–макс.) Misalignment of calculus localization, μm: mean±SD/median (95% CI)/[Q25–Q75] (min-max)	1000,00 [595,00–1140,00] (570,00–1220,00)	1190,00 [1130,00–1990,00] (800,00–2010,00)	0,0267
Время операции, мин.: среднее±SD/медиана (95% ДИ)/[Q25–Q75] (мин.–макс.) Procedure duration, min: mean±SD/median (95% CI)/[Q25–Q75] (min-max)	44,11±8,30 (95% ДИ 37,73–50,49) (32,00–60,00)	60,13±8,63 (95% ДИ 52,91–67,34) (49,00–72,00)	0,0014

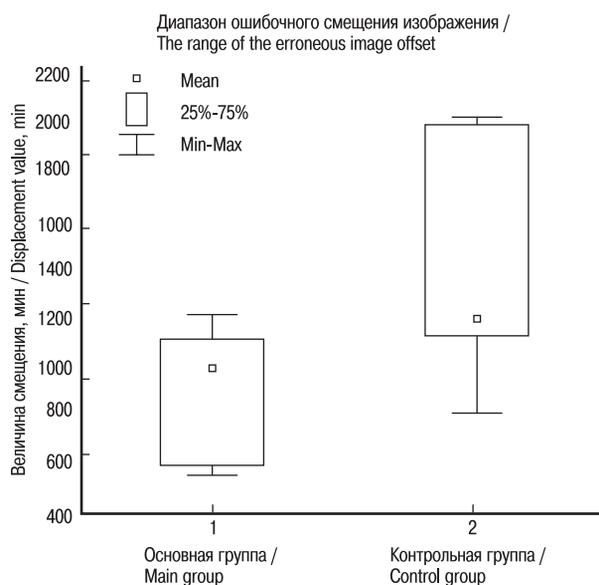


Рис. 4. Диапазон ошибочного смещения изображения в зависимости от метода визуализации

Fig. 4. The range of image misalignment depending on the visualization method

до 60 минут, среднее время операции составило  $44,11 \pm 8,30$  минуты (95% ДИ 37,73–50,49), что было значимо меньше, чем при использовании только ультразвуковой визуализации ( $p=0,0014$ , рис. 3). Среднее время операции в контрольной группе составило  $60,13 \pm 8,63$  минуты (95% ДИ 52,91–67,34), при минимальном значении, равном 49 минутам, а максимальном – 72 минутам.

При проведении интраоперационного УЗИ было отмечено, что в разные этапы оперативного вмешательства акустическая тень могла исчезать, а очаг гиперэхогенности терять точность, что затрудняло определение локализации. Также после снятия датчика с операционного поля навигационная точка могла теряться из-за подвижности мягких тканей. Однако при применении методики дополненной реальности голограмма не меняла своего положения независимо от проведения хирургических манипуляций. Стоит отметить, что хирургу необходимо пройти адаптацию и принять первично корректное положение для правильного размещения голограммы.

После анализа полученных данных было выявлено, что в основной группе больных диапазон ошибочного смещение голограммы варьировался от 570 до 1220 мкм, медиана смещения составила 1000 мкм [595–1140], что значимо меньше, чем в контрольной группе больных, которым проводилась только УЗ-визуализация ( $p=0,0216$ ). В контрольной группе диапазон ошибочного смещения изображения составил от 800 до 2010 мкм, а медиана – 1190 мкм [1130–1990] (рис. 4). Это показывает более высокую точность применения технологии дополненной реальности. Однако эти 2 метода не могут с точностью определить уровень расположения конкремента относительно кожных покровов.

Особенности послеоперационного периода представлены в табл. 3.

В послеоперационном периоде в двух группах (11,11 и 12,5% соответственно) были зарегистрированы эпизоды слюнотечения из послеоперационной раны, что, в большей степени, связано с несоблюдением послеоперационных рекомендаций ( $p=0,9314$ ).

Длительность послеоперационного периода и число послеоперационных койко-дней также значимо не отличилось в обеих группах ( $p=0,6894$ ): среднее число послеоперационных койко-дней составили  $4,44 \pm 1,74$  (95% ДИ 3,11–5,78) в основной и  $4,75 \pm 1,28$  (95% ДИ 3,68–5,82) в контрольной группах, при минимальном нахождении больного на койке после операции 2 и 3 суток, максимальных 7 и 6 суток соответственно.

## Обсуждение

Проблема лечения слюнокаменной болезни до сих пор остается актуальной. Методы визуализации конкремента при его удалении ограничены и имеют свои недостатки. Размер, расположение, подвижность и форма СК влияют на успешность результата лечения [3]. Поэтому в арсенале хирурга должен быть несколько методик оперативного вмешательства.

Удаление конкремента при помощи корзиночного захвата (basket) возможно при определенных размерах СК и его локализации, отсутствие сужения, что не всегда возможно предугадать, а использование дорогостоящих расходных материалов не позволяет использовать данную методику повсеместно. В некоторых исследованиях сообщалось о 2–5% пациентов, которым все равно было необходимо проводить удаление СЖ после сиалозндоскопии, а общее количество осложнений составляет около 3% [9, 10]. В более чем 80% случаях необходима фраг-

Таблица 3. Особенности послеоперационного периода  
Table 3. Features of the postoperative period

Параметры Parameter	Основная группа Main group	Контрольная группа Control group	p
Общее число больных, n (%) Total number of patients, n (%)	9 (100,00) 9 (100,00)	8 (100,00) 8 (100,00)	
Послеоперационные осложнения, n (%): нет есть (формирование свища) Postoperative complications, n (%): no yes (fistula formation)	8 (88,89) 1 (11,11)	7 (87,5) 1 (12,5)	0,9314
Послеоперационный период, к/д: среднее±SD/медиана (95% ДИ)/[Q25–Q75] (мин.–макс.) Postoperative period, days: mean±SD/median (95% CI)/[Q25–Q75] (min-max)	$4,44 \pm 1,74$ (95% ДИ 3,11–5,78) (2,00–7,00)	$4,75 \pm 1,28$ (95% ДИ 3,68–5,82) (3,00–6,00)	0,6894

ментация конкремента при сиаоскопии или требуется альтернативное лечение, такие как комбинированные хирургические методики [12]. При комбинированных подходах интраоперационная визуализация СК и определение его локализации возможно только при помощи сиаоэндоскопии и ультразвукового метода. При применении методики трансфациального удаления конкремента из ОСЖ с сиаоэндоскопией (Sialendoscopy-assisted transfacial removal of parotid sialoliths) возможны осложнения в виде перфорации стенки протока, слюнные свищи, парастезия и паротит [14,15]. Также проведение данного вида оперативного вмешательства осложняется при наличии стриктуры, стеноза, аномалии развития протоков системы и рубцовых деформациях. При использовании ультразвуковой методики навигации только 71% операции имели успешный исход [16]. На сегодняшний день мы не нашли исследований о применении дополненной реальности, как метода навигации при удалении конкремента, что говорит о новизне данной методики. Представленные результаты являются первичными и требуют дальнейшего рассмотрения и дополнения.

## Выводы

Данное исследование применения технологии дополненной реальности во время удаления конкремента показывает перспективы более высокой точности. Она позволяет достоверно определить топографо-анатомическое расположения СК, снизить риск развития осложнений и сократить время операции. Однако, эта методика так же имеет свои ограничения, поэтому требует дальнейшего исследования.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Huoh K.C., Eisele D.W. Etiologic factors in sialolithiasis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 201;145(6):935–9. Doi: 10.1177/0194599811415489.
- Roland L.T., Skillington S.A., Ogden M.A. Sialendoscopy-assisted transfacial removal of parotid sialoliths: A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope.* 2017;127(11):2510–6. Doi: 10.1002/lary.26610.
- Koch M., Mantsopoulos K., Müller S., et al. Treatment of Sialolithiasis: What Has Changed? An Update of the Treatment Algorithms and a Review of the Literature. *J. Clin. Med.* 2021;11(1):231. Doi: 10.3390/jcm11010231.
- Goncalves M., Mantsopoulos K., Schapher M., et al. Ultrasound in the diagnosis of parotid duct obstruction not caused by sialolithiasis: diagnostic value in reference to direct visualization with sialendoscopy. *Dentomaxillofac. Radiol.* 2021;50(3):20200261. Doi: 10.1259/dmfr.20200261.
- Goncalves M., Schapher M., Iro H., et al. Value of Sonography in the Diagnosis of Sialolithiasis: Comparison With the Reference Standard of Direct Stone Identification. *J. Ultrasound Med.* 2017;36(11):2227–35. Doi: 10.1002/jum.14255.
- Rzymka-Grala I., Stopa Z., Grala B., Gołębowski M., et al. Salivary gland calculi – contemporary methods of imaging. *Pol. J. Radiol.* 2010;75(3):25–37.
- Ayoub A., Pulijala Y. The application of virtual reality and augmented reality in Oral & Maxillofacial Surgery. *BMC. Oral Health.* 2019;19(1):238. Doi: 10.1186/s12903-019-0937-8.
- Lysenko A., Razumova A., Yaremenko A., et al. The First Clinical Use of Augmented Reality to Treat Salivary Stones. *Case Rep. Dent.* 2020;2020:5960421. Doi: 10.1155/2020/5960421.
- Faizal B., Gangadharan S., Thankappan K. Comparison between Sialendoscopy and Conventional Methods in the Treatment of Sialolithiasis. *Malays J. Med. Sci.* 2017;24(5):94–100. Doi: 10.21315/mjms2017.24.5.10.
- Nahlieli O. Complications of sialendoscopy: personal experience, literature analysis, and suggestions. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2015;73(1):75–80. Doi: 10.1016/j.joms.2014.07.028.
- Capaccio P., Torretta S., Pignataro L., Koch M. Salivary lithotripsy in the era of sialendoscopy. *Acta Otorhinolaryngol. Ital.* 2017;37(2):113–21. Doi: 10.14639/0392-100X-1600.
- Kim D.H., Kang J.M., Kim S.W., et al. Utility of Ultrasonography for Diagnosis of Salivary Gland Sialolithiasis: A Meta-Analysis. *Laryngoscope.* 2022;132(9):1785–91. Doi: 10.1002/lary.30020.
- Roland L.T., Skillington S.A., Ogden M.A. Sialendoscopy-assisted transfacial removal of parotid sialoliths: A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope.* 2017;127(11):2510–6. Doi: 10.1002/lary.26610.
- Orhan K., Bozkurt P., Berktaş Z.S., Kurt M.H. Ultrasonography-guided sialolithotomy and stricture dilations of the major salivary glands: a preliminary study. *J. Ultrason.* 2021;21(86):e237–43. Doi: 10.15557/JoU.2021.0038.
- Carroll W.W., Walvekar R.R., Gillespie M.B. Transfacial ultrasound-guided gland-preserving resection of parotid sialoliths. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013;148(2):229–34. Doi: 10.1177/0194599812471514.

Поступила 02.10.2023

Получены положительные рецензии 01.02.25

Принята в печать 24.02.25

Received 02.10.2023

Positive reviews received 01.02.25

Accepted 24.02.25

**Вклад авторов.** А.И. Яременко, Н.Л. Петров – концепция и дизайн. А.В. Лысенко, С.И. Кутукова – разработка методологии. А.Я. Разумова, А.В. Лысенко – сбор данных. А.Я. Разумова, Н.Л. Петров, С.И. Кутукова – написание, рецензирование и доработка работы.

**Contribution of the authors.** A.I. Yaremenko, N.L. Petrov – concept and design. A.V. Lysenko, S.I. Kutukova – methodology development. A.Y. Razumova, A.V. Lysenko – data collection. S.I. Kutukova, A.Y. Razumova, N.L. Petrov – writing, reviewing and revision of the manuscript.

## Информация об авторах:

Разумова Александра Ярославовна – к.м.н., доцент кафедры стоматологии хирургической и челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава РФ. Адрес: 197022, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8; тел.: +7 (906) 268-11-69; e-mail: alserova@yandex.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0415-3413>, SCOPUS ID: 57213268690.

Лысенко Анна Валерьевна – к.м.н., старший научный сотрудник НИИ стоматологии и ЧЛХ ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава РФ. Адрес: 197022, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8; тел.: +7 (812) 429-03-37; e-mail: Lysenkoanna@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5625-1085>, SCOPUS ID: 7203013059.

Яременко Андрей Ильич – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой стоматологии хирургической и челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава РФ. Адрес: 197022, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8; тел.: +7 (812) 338-61-81; e-mail: ayaremenko@me.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7700-7724>, SCOPUS ID: 57192215862.

Кутукова Светлана Игоревна – д.м.н., профессор кафедры стоматологии хирургической и челюстно-лицевой хирургии, ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава РФ. Адрес: 197022, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8; тел.: +7 (812) 338-61-82; e-mail:

*dr.s.kutukova@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2221-4088>, SCOPUS ID: 57190572647.*

*Петров Николай Леонидович – к.м.н., доцент кафедры стоматологии хирургической и челюстно-лицевой хирургии, ФГБОУ ВО Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Минздрава РФ. Адрес: 197022, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8; тел.: +7 (812) 338-71-78; e-mail: n\_petrov@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5182-1763>.*

#### **Information about the authors:**

*Alexandra Yaroslavovna Razumova – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, FSBEI HE Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia. Address: 6-8, Lva Tolstogo St., 197022, St. Petersburg, Russia; tel: +7 (906) 268-11-69; e-mail: alserova@yandex.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0415-3413>, SCOPUS ID: 57213268690.*

*Anna Valerievna Lysenko – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of the Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, FSBEI HE Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia. Address: 6-8, Lva Tolstogo St., 197022, St. Petersburg, Russia; tel: +7 (812) 429-03-37;*

*e-mail: [Lysenkoanna@mail.ru](mailto:Lysenkoanna@mail.ru). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5625-1085>, SCOPUS ID: 7203013059.*

*Andrey Ilyich Yaremenko – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, FSBEI HE Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia. Address: 6-8, Lva Tolstogo St., 197022, St. Petersburg, Russia; tel: +7 (812) 338-61-81; e-mail: ayaremenko@me.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7700-7724>, SCOPUS ID: 57192215862.*

*Svetlana Igorevna Kutukova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, FSBEI HE Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia. Address: 6-8, Lva Tolstogo St., 197022, St. Petersburg, Russia; tel: +7 (812) 338-61-82; e-mail: [dr.s.kutukova@gmail.com](mailto:dr.s.kutukova@gmail.com). ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2221-4088>, SCOPUS ID: 57190572647.*

*Nikolay Leonidovich Petrov – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, FSBEI HE Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russian Federation, St. Petersburg, Russia. Address: 6-8, Lva Tolstogo St., 197022, St. Petersburg, Russia; tel: +7 (812) 338-71-78; e-mail: [n\\_petrov@mail.ru](mailto:n_petrov@mail.ru). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5182-1763>.*