

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-115-121

УДК 616.314-003.141.22/222

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВОДНИКОВОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОДГЛАЗНИЧНОГО ОТВЕРСТИЯ ПРИ ТРАДИЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ПОДХОДАХ ПЛАНИРОВАНИЯ

Коблов Д. А., Лапина Н. В., Овчаренко Е. С., Бондаренко Н. А.

Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия

Аннотация

Инфраорбитальная анестезия является ключевым методом проводникового обезбоживания на верхней челюсти, однако классическая мануальная техника демонстрирует недостаточную эффективность и высокий риск осложнений до 25 %, что связано с анатомической вариабельностью подглазничного отверстия (ПО) и отсутствием персонализированного подхода.

Цель исследования: сравнить клиническую результативность традиционной мануальной техники и оптимизированного подхода к проводниковой анестезии в области подглазничного отверстия при выполнении цистэктомии на верхней челюсти, основанного на цифровом предоперационном планировании и применении персонализированного навигационного шаблона.

Материалы и методы: в рандомизированное клиническое исследование включено 40 пациентов (25–45 лет) с хроническим апикальным периодонтитом (K04.5), нуждающихся в цистэктомии. В основной группе (n = 20) анестезия и операция проводились с использованием индивидуального навигационного шаблона, спроектированного на основе цифровых и аддитивных технологий. В контрольной группе (n = 20) цистэктомия осуществлялась путем выполнения классической мануальной инфраорбитальной блокады по анатомическим ориентирам. Оценивали время наступления анестезии (сек), объем введенного анестетика, частоту и структуру осложнений. Статистический анализ выполнялся при помощи программы StatTech v. 4.12.5.

Результаты и обсуждение. Применение шаблона позволило сократить время наступления анестезии в 1,7 раза и уменьшить объем анестетика в 2,3 раза. У мужчин потребовалось в 2,4 раза больше анестетика, чем у женщин (p < 0,05). Частота осложнений снизилась с 25 % в контроле до 5 % в основной группе. Угол введения иглы по шаблону в 97 % случаев совпадал с направлением вершук корней, что позволило использовать навигационное окно для анестезии и верхний край навигационной стойки, как ориентир для разреза при выполнении цистэктомии.

Заключение. Цифровой протокол планирования и 3D-печати индивидуального навигационного шаблона для инфраорбитальной анестезии достоверно повышает эффективность, безопасность и воспроизводимость обезбоживания, снижая время наступления обезбоживающего эффекта, объем анестетика и частоту осложнений, что обосновывает его внедрение в клиническую практику при плановых операциях на верхней челюсти.

Ключевые слова: инфраорбитальная анестезия, подглазничное отверстие, навигационный шаблон, цифровое планирование, конусно-лучевая компьютерная томография, 3D-печать

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

Дмитрий Александрович КОБЛОВ ORCID ID 0009-0000-1452-6693

аспирант кафедры стоматологии, Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия
dikoblov@gmail.com

Наталья Викторовна ЛАПИНА ORCID ID 0000-0003-1835-8898

д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии и кафедрой стоматологии, Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия
Kgma74@yandex.ru

Евгения Сергеевна ОВЧАРЕНКО ORCID ID 0000-0002-0132-2517

к.м.н., доцент кафедры стоматологии, Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия
ovcharenkoes@mail.ru

Николай Александрович БОНДАРЕНКО ORCID ID 0000-0001-8207-7009

к.м.н., доцент кафедры стоматологии, Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия
nick_bond@mail.ru

Адрес для переписки: Евгения Сергеевна ОВЧАРЕНКО

350063, Краснодар, ул. Митрофана Седина, 4 (кафедра стоматологии КГМУ)

+7 (961) 508-66-98

ovcharenkoes@mail.ru

Образец цитирования:

Коблов Д. А., Лапина Н. В., Овчаренко Е. С., Бондаренко Н. А.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВОДНИКОВОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОДГЛАЗНИЧНОГО ОТВЕРСТИЯ ПРИ ТРАДИЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ПОДХОДАХ ПЛАНИРОВАНИЯ. Проблемы стоматологии. 2026; 2: 115-121.

© Коблов Д. А. и др., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-115-121

Поступила 17.05.2026. Принята к печати 19.06.2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-115-121

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF CLINICAL RESULTS OF CONDUCTION ANESTHESIA IN THE AREA OF THE INFRAORBITAL FORAMEN USING TRADITIONAL AND DIGITAL PLANNING APPROACHES

Koblov D.A., Lapina N.V., Ovcharenko E.S., Bondarenko N.A.

Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

Abstract

Infraorbital anesthesia is a key method of conduction anesthesia in the maxilla. However, the classic manual technique demonstrates limited efficacy and a high complication risk of up to 25 %, due to the anatomical variability of the infraorbital foramen (IFO) and the lack of a personalized approach.

Study objective: To compare the clinical effectiveness of traditional manual technique and an optimized approach to conduction anesthesia in the infraorbital foramen during maxillary cystectomy based on digital preoperative planning and the use of a personalized navigation template.

Materials and Methods: This randomized clinical trial included 40 patients (25–45 years old) with chronic apical periodontitis (K04.5) requiring cystectomy. In the study group (n = 20), anesthesia and surgery were performed using a customized navigation template designed using digital and additive technologies. In the control group (n = 20), cystectomy was performed using a classic manual infraorbital block using anatomical landmarks. The onset of anesthesia (in seconds), the volume of anesthetic administered, and the incidence and pattern of complications were assessed. Statistical analysis was performed using StatTech v. 4.12.5.

Results and Discussion. Using a template reduced the onset of anesthesia by 1.7 times and the volume of anesthetic by 2.3 times. Men required 2.4 times more anesthetic than women ($p < 0.05$). The complication rate decreased from 25 % in the control group to 5 % in the study group. The needle insertion angle using the template coincided with the direction of the root apices in 97 % of cases, allowing the use of the anesthesia navigation window and the upper edge of the navigation stand as incision guides during cystectomy.

Conclusion. A digital protocol for planning and 3D-printing a custom navigation template for infraorbital anesthesia significantly improves the efficacy, safety, and reproducibility of anesthesia, reducing the onset time, anesthetic volume, and complication rate. This justifies its implementation in clinical practice for elective maxillary surgeries.

Keywords: *infraorbital anesthesia, infraorbital foramen, navigation template, digital planning, cone beam computed tomography, 3D-printing*

The authors declare no conflict of interest

Dmitry A. KOBLOV ORCID ID 0009-0000-1452-6693

Postgraduate student of the Department of Dentistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia
dikoblov@gmail.com

Natalya V. LAPINA ORCID ID 0000-0003-1835-8898

PhD, MD, DSc, Professor; Head of Department of Orthopedic Dentistry and Head of Department of Dentistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia
Kgma74@yandex.ru

Evgeniya S. OVCHARENKO ORCID ID 0000-0002-0132-2517

PhD, Associate Professor of the Department of Dentistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia
ovcharenko@mail.ru

Tatyana V. GERBOVA ORCID ID 0000-0002-9069-0062

PhD, Assistant Professor, Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia
gerbova70@inbox.ru

Nikolay A. BONDARENKO ORCID: 0000-0001-8207-7009

PhD, Associate Professor of the Department of Dentistry, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia
nick_bond@mail.ru

Correspondence address: Evgeniya S. OVCHARENKO

4 Mitrofan Sedin str., Krasnodar, 350063, Russia

+7 (961) 508-66-98

ovcharenko@mail.ru

For citation:

Koblov D.A., Lapina N.V., Ovcharenko E.S., Bondarenko N.A.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF CLINICAL RESULTS OF CONDUCTION ANESTHESIA IN THE AREA OF THE INFRAORBITAL FORAMEN USING TRADITIONAL AND DIGITAL PLANNING APPROACHES. *Actual problems in dentistry*. 2026; 2: 115-121. (In Russ.)

© Butorova A.V. et al., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-115-121

Received 17.05.2026. Accepted 19.06.2026

Введение

Актуальность. Эффективное местное обезболивание является фундаментальным условием успешного выполнения стоматологических манипуляций, обеспечивая не только контроль боли, но и снижение риска развития стоматофобии, повышение качества лечения и удовлетворенности пациента [1]. Однако любой вид анестезии сопряжен с возможностью развития осложнений как общего, так и местного характера [2, 3]. При лечении зубов верхней челюсти традиционно предпочтение отдается инфильтрационной анестезии ввиду ее технической простоты, однако она требует введения больших объемов анестетика, что увеличивает вероятность системных токсических реакций [4–6]. Альтернативой выступает инфраорбитальная анестезия — метод проводникового обезболивания ветвей подглазничного нерва, обеспечивающий анестезию области резцов, клыка и премоляров верхней челюсти. Несмотря на теоретические преимущества: меньший объем анестетика, избирательность блокады, в реальной клинической практике классическая мануальная методика, основанная на усредненных внешних анатомических ориентирах таких как: нижнеглазничный край, зрачок, крыло носа, что демонстрирует недостаточную эффективность, так как частота полноценной анестезии не превышает 60–70 %, а частота осложнений достигает 20–25 % [7].

Причиной столь низких результатов служит высокая индивидуальная вариабельность формы, размеров и топографии подглазничного отверстия (ПО), которая не учитывается стандартными подходами. В литературе описаны различные формы ПО (овальная, круглая, треугольная, полулунная), наличие добавочных отверстий, а также половой диморфизм и латеральная асимметрия [8–10, 16]. Однако большинство исследований носят описательный характер и не предлагают клинически применимых алгоритмов персонализации анестезии.

В последние десятилетия конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) и внутриротовое сканирование стали рутинными методами диагностики и планирования в стоматологии, однако применительно к проводниковой анестезии они используются преимущественно для ретроспективного анализа, а не для активной навигации [11, 12]. Отсутствуют работы по созданию индивидуальных навигационных шаблонов для направленного введения иглы к ПО, не разработаны цифровые протоколы, не проведены рандомизированные клинические испытания, сравнивающие традиционную и цифровую технологии.

Цель исследования: провести сравнительную оценку клинической эффективности мануального способа и оптимизированной методики инфраорбитальной анестезии при цистэктомии на верхней челюсти путем внедрения цифрового планирования и индивидуального навигационного шаблона.

Материалы исследования. Исследование проведено в период 2025–2026 гг. на базе клиники «Эй-би-си» (г. Краснодар) совместно с кафедрой стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава РФ. Протокол исследования одо-

брен локальным этическим комитетом, все пациенты подписали добровольное информированное согласие.

Критерии включения: подписанное информированное согласие; возраст 25–45 лет; диагноз хронический апикальный периодонтит (K04.5) по МКБ-10.

Критерии невключения: аллергия на артикаин или адреналин; психические расстройства; алкогольная/наркотическая зависимость; обострение соматических заболеваний; сахарный диабет; аутоиммунные заболевания; беременность и лактация; злокачественные новообразования; тяжелая дисфункция ВНС.

Критерии исключения: отказ пациента, нарушение протокола, возникновение угрожающих состояний.

Всем участникам исследования было проведено комплексное обследование, включающее в себя анализ общего статуса, стоматологический осмотр, выполнения всем пациентам конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) на компьютерном томографе «RAYSCAN Studio» с зоной сканирования 20×20 см. Далее методом последовательной рандомизации были сформированы две группы по 20 человек: основная (10 мужчин, 10 женщин), которым инфраорбитальная анестезия и цистэктомия выполнялась с использованием индивидуального навигационного шаблона; контрольная (10 мужчин, 10 женщин) — аналогичные вмешательства проводились с классической мануальной анестезией по анатомическим ориентирам. Дополнительное распределение по возрастным подгруппам: 25–34 года и 35–45 лет (по 10 мужчин и 10 женщин в каждой возрастной группе). Средний возраст составил $37 \pm 6,72$ года ($p > 0,05$ между группами).

В обеих группах исследования использовали 4 % раствор артикаина с адреналином 1:200000. В контрольной группе анестезию проводили по стандартной методике: иглу вводили в переходную складку в проекции первого премоляра, продвигали вверх, назад и медиально до контакта с костью в области ПО. В основной группе применяли индивидуальный навигационный шаблон для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия и цистэктомию выполняли стандартным способом.

Следующий этап включал в себя разработку и изготовление индивидуального навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия и разработан цифровой протокол, включающий в себя следующие этапы:

1. КЛКТ пациента с получением DICOM-файла. На коронарных и сагиттальных реформатах измеряли морфометрические параметры ПО: форму, размеры, расстояние до альвеолярного гребня, угол индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти (УИК), угол индивидуального введения иглы (УИВ) (рис. 1).

2. Внутриоральное сканирование верхней челюсти сканером Primescan AC Dentsply Sirona (Германия). Файл экспортировали в формате STL (рис. 2).

3. Далее загружаем DICOM — файл КЛКТ в программу 3D “Diagnosys”, определяем морфометрические

и анатомо-топографические параметры подглазничного отверстия и рассчитываем угол УИВ с учетом математической модели введения инъекционной иглы карпульного инъектора в область ПО (рис. 3).

4. Совмещение данных в программе «RealGuide5» (Италия). По композитным маркерам выполняли наложение DICOM- и STL-объектов (рис. 4).

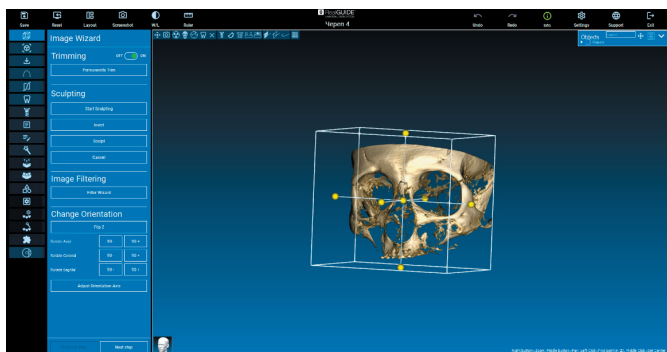


Рис. 1. Коронарный реформат конусно-лучевой компьютерной томографии пациента

Fig. 1. Coronal reformat of cone beam computed tomography of a patient

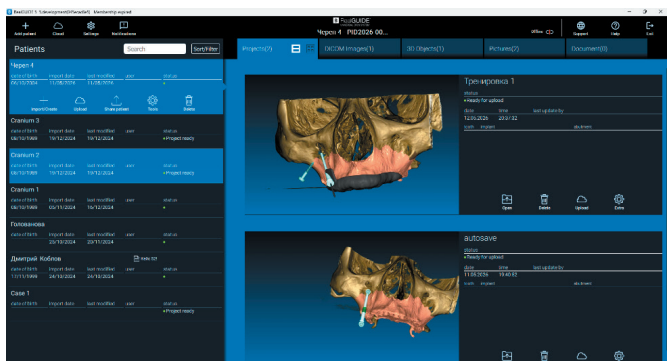


Рис. 2. Коронарный реформат конусно-лучевой компьютерной томограммы, совмещенный с STL-файлом внутриротового сканирования и расположение направляющих втулок для планирования навигационного отверстия в вестибулярной стойке

Fig. 2. Coronal reformat of cone-beam computed tomography combined with STL file of intraoral scanning and location of guide bushings for planning of navigation hole in vestibular pillar

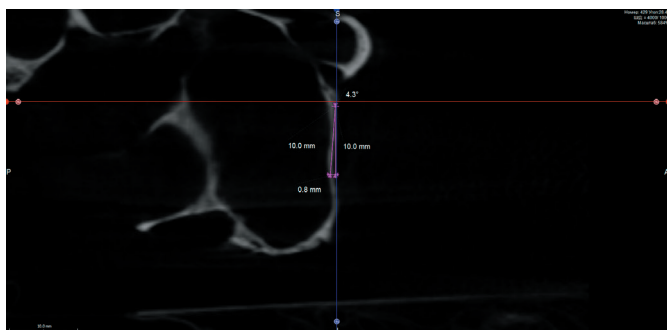


Рис. 3. Процесс загрузки DICOM-файла конусно-лучевой компьютерной томографии пациента в программу цифрового планирования

Fig. 3. The process of loading a patient's CBCT DICOM file into the digital planning software

5. 3D-дизайн шаблона в той же программе: моделировали назубную капу для стабильной фиксации и вестибулярную стойку с навигационным окном, задающим рассчитанный УИВ и глубину введения (рис. 5).

6. Экспорт и подготовка к печати в программе CHITUBOX (Китай).

7. 3D-печать на принтере Creality 3D HALOT-MAGE (технология LCD, 405 нм, 8K) с использованием фотополимерной смолы Dental Yellow Clear Pro (Harz Labs, Россия), соответствующей требованиям: твердость по Шору 85–88, прочность на разрыв 80–85 МПа, прочность на изгиб 100–116 МПа, биосовместимость по ГОСТ-ISO 10993.

8. Постобработка: отмывка в 10 % изопропиловом спирте, фотополимеризация в камере Anycubic Wash&Cure Plus (385–405 нм, 15–20 мин).

9. Стерилизация в автоклаве в крафт-пакетах.

10. Припасовка на стереолитографической модели и в полости рта пациента.

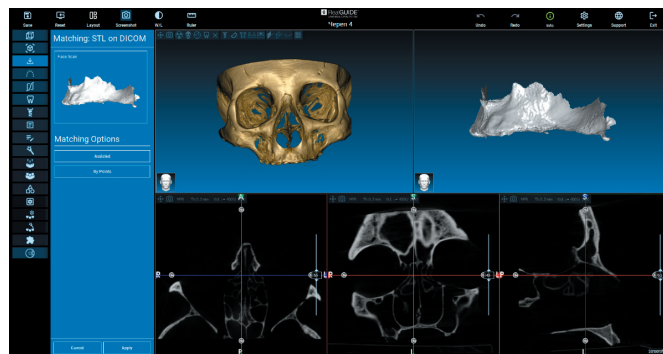


Рис. 4. Перенос коронарного реформата КЛКТ в программу совмещения и цифрового планирования «RealGuide5»

Fig. 4. Transfer of coronal CBCT reformat to the RealGuide5 digital planning and integration program

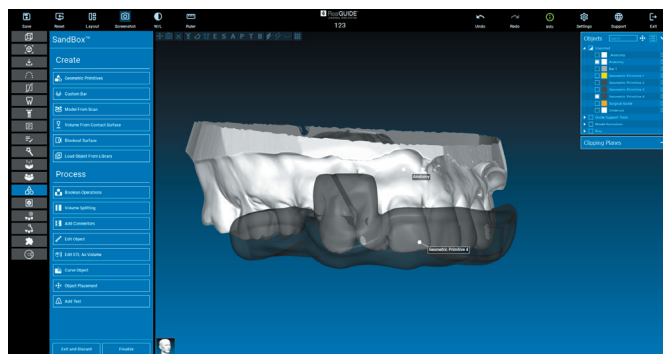


Рис. 5. Планирование 3D-дизайна индивидуального навигационного шаблона для выполнения анестезии в области подглазничного отверстия при помощи программного обеспечения «RealGuide5»

Fig. 5. Planning a 3D-design of an individual navigation template for performing anesthesia in the infraorbital foramen using "RealGuide5" software

После планирования, изготовления шаблона и его припасовки в полости рта осуществлялось выполнение инфраорбитальной анестезии и операции цистэктомии у пациентов основной группы, у пациентов контрольной группы все этапы анестезии и выполнения операции осуществлялись классическим способом по усредненным среднеанатомическим параметрам. В обеих группах пациентов проводилась оценка клинических параметров и регистрацию:

- времени наступления анестезии (сек) — от момента окончания инъекции до
- появления субъективного онемения в зонах иннервации подглазничного нерва (кожа нижнего века, крыло носа, верхняя губа, слизистая оболочка альвеолярного отростка в проекции клыка и премоляров);
- оценку проводили каждые 2 минуты по 3-балльной шкале: 0 — нормальная чувствительность, 1 — гипестезия, 2 — полная анестезия. Регистрировали момент достижения 2 баллов;
- объем введенного анестетика (мл) по делениям предварительно изготовленной шкалы и наклеенной на одноразовый карпульный инъектор для регистрации использованного объема анестетика;
- регистрировали осложнения: гематома, ишемия, болезненность при дотрагивании, диплопия, парестезия.

Статистический анализ. Выполнен с использованием программы StatTech v. 4.12.5 (Россия). Проверка нормальности распределения проводилась по критерию Колмогорова-Смирнова. Описание количественных данных: медиана (Me) и межквартильный интервал [Q1; Q3]. Сравнение двух независимых групп: U-критерий Манна-Уитни применялся при ненормальном распределении. Корреляционный анализ проводили по Спирмену с оценкой тесноты по шкале Чеддока. Уровень значимости определяли при $p < 0,05$.

Результаты

По результатам оценки времени наступления анестезии установлено, что в основной группе с исполь-

зованием индивидуального навигационного шаблона медиана времени составила 39,0 с [Q1–Q3: 34,8; 88,0], в контрольной группе — 67,0 с [34,8; 87,8]. Различие статистически значимо ($p = 0,05$), применение шаблона ускоряет наступление анестезии в 1,7 раза (рис. 7).

Анализ объема введенного анестетика при сравнении классической методики инфраорбитальной анестезии и с применением цифрового планирования манипуляции показал, что в основной группе медиана объема составила 0,6 мл [0,5; 1,4], в контрольной — 1,4 мл [0,6; 1,5]. Различие высоко значимо ($p < 0,001$): шаблон позволяет уменьшить объем в 2,3 раза (рис. 8).

Результаты оценки по гендерным различиям показали, что объем введенного анестетика у мужчин (независимо от методики) составил 1,4 мл [0,6; 1,4], у женщин — 0,6 мл [0,6; 1,4]; различие статистически значимо ($p < 0,05$), у мужчин требуется в 2,4 раза больше анестетика

Корреляционный анализ между временем наступления анестезии и объемом введенного препарата выявил высокую прямую корреляцию ($\rho = 0,802$; $p < 0,001$).

Уравнение парной линейной регрессии: $\bar{Y}_{\text{объем (мл)}} = 0,015 \times X_{\text{время (с)}} + 0,067$. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,912$, то есть 91,2 % дисперсии времени наступления объясняется изменением объема введенного анестетика. Связь между объемом препарата и возрастом оказалась слабой обратной ($\rho = -0,295$; $p = 0,065$), модель объясняет лишь 2,6 % дисперсии.

Сравнительный анализ местных осложнений показал, что в контрольной группе общая частота осложнений составила 25 % (5 из 20 пациентов): гематома и ишемия — 5 % (1 пациент) + 20 % (2 пациента с болезненностью при дотрагивании и 2 пациента с диплопией). В основной группе только в одном случае (5 %) отмечена гематома; болезненность и диплопия отсутствовали (табл. 1). Различия по частоте общего числа осложнений статистически значимы ($p < 0,05$).

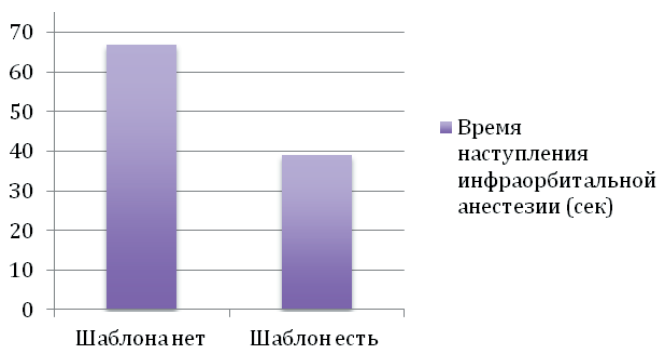


Рис. 7. Анализ времени наступления анестезии (секундах) при выполнении местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при операции цистэктомии с использованием индивидуального навигационного шаблона и без его применения

Fig. 7. Analysis of the time of anesthesia onset (in seconds) during local conduction anesthesia in the infraorbital foramen area during cystectomy surgery using an individual navigation template and without its use

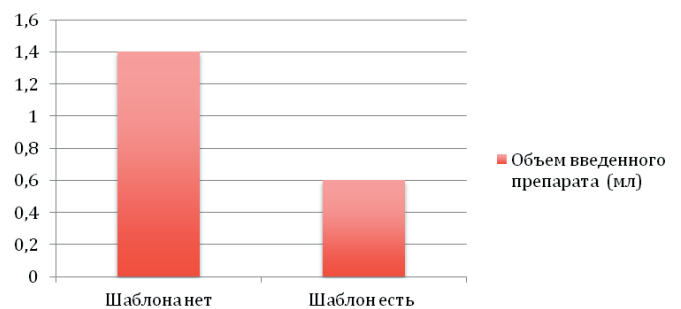


Рис. 8. Анализ объема использованного местного анестетика при выполнении инфраорбитальной анестезии и цистэктомии с использованием индивидуального навигационного шаблона и без его применения

Fig. 8. Analysis of the volume of local anesthetic used during infraorbital anesthesia and cystectomy with and without the use of a custom navigation template

Таблица 1

Анализ осложнений, возникающих при выполнении местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия с применением индивидуального навигационного шаблона и без его использования

Table 1. Analysis of complications arising during local conduction anesthesia in the infraorbital foramen with and without the use of a custom navigation template

Показатели	Вид местного осложнения	Шаблона не применяется	Шаблон применяется	p
Осложнения, абс. (%)	Осложнений нет	15 (75,0 %)	19 (95,0 %)	0,456
	Гематома, ишемия	1 (5,0 %)	1 (5,0 %)	
	Болезненность при дотрагивании	2 (10,0 %)	0 (0,0 %)	
	Диплопия	2 (10,0 %)	0 (0,0 %)	

В основной группе при предоперационном КЛКТ-планировании определены угол индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка (УИК) в диапазоне 5,2–34,7 ° и угол введения иглы (УИВ) 5,3–35,7 °. Корреляция между УИК и УИВ составила $\rho = 0,995$ ($p < 0,001$), $R^2 = 99,3$ %, что подтверждает возможность точного прогнозирования траектории инъекции по данным КЛКТ. В 97 % случаев направляющий тубус шаблона обеспечивал совпадение с длинной осью корней зубов, что позволило через одно навигационное окно последовательно выполнять как анестезию, так и цистэктомию без перепозиционирования.

Обсуждение результатов

Полученные в исследовании данные убедительно демонстрируют клиническую эффективность персонализированного подхода к проводниковой анестезии в области подглазничного отверстия. Сокращение времени наступления анестезии с 67 до 39 секунд (в 1,7 раза) при использовании навигационного шаблона обусловлено устранением этапа поиска устья подглазничного канала, который при классической методике может занимать значительную часть времени и сопровождаться многократными перепозиционированиями иглы. Большинство руководств указывают, что при успешном попадании в канал анестезия развивается практически мгновенно (за 1–2 минуты), однако на практике это удается далеко не всегда. Наши результаты превосходят литературные данные (3–5 мин по одним источникам, 7–10 мин — по другим) благодаря высокой точности доставки анестетика [6, 13].

Особого внимания заслуживает двукратное с лишним снижение объема вводимого анестетика (0,6 мл против 1,4 мл). При классической блокаде необходимость введения большего объема связана с диффузией раствора через мягкие ткани для достижения ПО; при этом рекомендуемый объем в литературе варьирует от 0,5–1,0 мл до 1,5–2,0 мл и даже до 4–8 мл при «заполнении канала». Навигационный шаблон, обеспечивая точное позиционирование иглы у отверстия, позволяет использовать минимальный эффективный объем (0,5–0,6 мл), что соответствует физиологическим потребностям блокады и снижает риск системной токсичности [14,15].

Выявленный половой диморфизм подтверждает, что у мужчин требуется в 2,4 раза больше анестетика, чем

у женщин, ранее в литературных источниках в количественном виде данный показатель не описывался. Вероятное объяснение — большая толщина мягких тканей и более массивная костная архитектура в периинфраорбитальной области у мужчин, что создает дополнительные диффузионные препятствия. В основной группе, у которой местное обезболивание и оперативное вмешательство проводилось с применением индивидуального навигационного шаблона, где вклад диффузии минимален, этот эффект сохраняется, что указывает на необходимость учета пола при планировании объема даже при навигационной технике.

Высокая корреляция между временем наступления местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия и объемом анестетика ($\rho = 0,802$), а также построенная регрессионная модель ($R^2 = 91,2$ %) имеют важное практическое значение: зная время наступления, можно с высокой точностью прогнозировать объем, и наоборот. При этом слабая связь с возрастом ($\rho = -0,295$, $p = 0,065$) и отсутствие значимой связи с полом (кроме гендерных различий в абсолютном объеме) позволяют считать объем основным модифицируемым фактором, влияющим на скорость развития блокады.

Частота осложнений в контрольной группе составила 25 % случаев, в том числе диплопия — 10 %, что соответствует данным литературы о недостатках классической инфраорбитальной анестезии [2, 4, 7]. Диплопия — результат попадания анестетика в орбиту и пареза глазодвигательных мышц — полностью отсутствовала в основной группе, что подтверждает высокую безопасность направляющего шаблона: игла не проникает за пределы целевой зоны. Гематома в 5 % случаев в основной группе возникла, вероятно, из-за повреждения мелких ветвей подглазничной артерии, которые не визуализируются на КЛКТ; это указывает на необходимость дополнения протокола ультразвуковым картированием сосудистого русла.

Разработанный цифровой протокол: КЛКТ → интраоральное сканирование → совмещение → 3D-дизайн → 3D-печать, впервые адаптирован для регионарной анестезии на верхней челюсти. Аналогичные подходы ранее применялись только для дентальной имплантации или блокады верхнечелюстного нерва через большой небный

канал. Преимущество индивидуального навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия заключается в двойной функциональности: после анестезии, проводимой через навигационное отверстие в навигационной стойке выполняется разрез для проведения цистэктомии по верхнему краю навигационной стойки, что связано с совпадением траектории с направлением корней зубов в 97 % случаев. Это сокращает время операции и уменьшает травматизацию тканей.

Заключение

1. Впервые разработан и внедрен в клиническую практику цифровой протокол изготовления индивидуального навигационного шаблона для проводниковой инфраорбитальной анестезии на основе совмещения данных КЛКТ и внутривидеовидеоскопического сканирования с последующей 3D-печатью из биосовместимой фотополимерной смолы.

2. В рандомизированном клиническом исследовании ($n = 40$) применение навигационного шаблона по сравнению с классической мануальной методикой позволило достоверно ускорить наступление анестезии в 1,7 раза (медиана 39 с против 67 с, $p = 0,05$) и снизить объем вводимого анестетика в 2,3 раза (0,6 мл против 1,4 мл, $p < 0,001$).

3. Установлен половой диморфизм, так как у мужчин требуется в 2,4 раза больший объем анестетика, чем у женщин ($p < 0,05$), что необходимо учитывать при планировании.

4. Выявлена высокая прямая корреляция между временем наступления инфраорбитальной анестезии и объемом анестетика ($\rho = 0,802$, $p < 0,001$), построена регрессионная модель ($R^2 = 91,2\%$), позволяющая прогнозировать один параметр через другой.

5. Применение навигационного шаблона снижает общую частоту осложнений с 25 % до 5 % ($p < 0,05$), полностью устраняя такие местные осложнения, как диплопия и болезненность при дотрагивании.

6. Благодаря совпадению угла введения иглы с направлением верхушек корней в 97 % случаев, шаблон позволяет выполнять через навигационное окно и верхний край навигационной стойки последовательно анестезию и разрез для проведения цистэктомии, повышая точность и сокращая длительность вмешательства.

7. Результаты исследования обосновывают рекомендацию к широкому клиническому внедрению индивидуальных навигационных шаблонов для проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при плановых хирургических вмешательствах на верхней челюсти.

Литература/References

1. Бочарова М. А., Смирнова П. Н., Тюлькина Е. Е., Миронова С. В. Дентофобия взрослых. *Scientist*. 2023;(2):79–87. [Bocharova M.A., Smirnova P.N., Tyulкина E.E., Mironova S.V. Dentophobia in adults. *Scientist*. 2023;(2):79–87. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/item.asp?id=50750990>
2. Айдемирова М. А., Давыдова Н. В., Фирсова И. В. Особенности использования местных анестетиков в практике детского врача-стоматолога. Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2017;7(4):662. [Aidemirova M.A., Davydova N.V., Firsova I.V. Features of the use of local anesthetics in the practice of a pediatric dentist. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2017;7(4):662. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/item.asp?id=29421171>
3. Рабинович С. А., Заводиленко Л. А. Безопасное обезболивание в стоматологии. *Российская стоматология*. 2024;17(4):76–77. [Rabinovich S.A., Zavodilenko L.A. Safe anesthesia in dentistry. *Russian journal of stomatology*. 2024;17(4):76–77. (In Russ.)] <https://doi.org/10.17116/rosstomat20241704129>
4. Железняк В. А., Васильев Ю. Л., Балин В. В. Местная анестезия на стоматологическом приеме: учебное пособие. Санкт-Петербург: Человек; 2025. 52 с. [Zheleznyak V.A., Vasiliev Yu.L., Balin V.V. Local anesthesia at a dental appointment: a tutorial. St. Petersburg: Chelovek; 2025. 52 p. (In Russ.)]
5. Рабинович С. А., Заводиленко Л. А., Васильев Ю. Л. Седация в стоматологической практике в России. Состояние вопроса. *Клиническая стоматология*. 2020;(2):36–39. [Rabinovich S.A., Zavodilenko L.A., Vasil'ev Yu. L. Sedation in dental practice in Russia. Status of the question. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2020;(2):36–39. (In Russ.)] https://doi.org/10.37988/1811-153X_2020_2_36
6. Богавская О. Ю., Сохов С. Т. Риски инъекционного обезболивания при стоматологическом лечении. Вестник российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2020;24(1):61–68. [Bogaevskaya O.Y., Sokhov S.T. The risks of injection anesthesia in dentistry. *RUDN Journal of Medicine*. 2020;24(1):61–68. (In Russ.)] <https://doi.org/10.22363/2313-0245-2020-24-1-61-68>
7. Михайличенко Е. А., Гончарова П. Ю., Денисова С. В. Нежелательные побочные действия местных анестетиков, применяемых в стоматологии. В: Интеграция теории и практики в медицине: достижения и перспективы: сборник научных статей. Кемерово: Кемеровский государственный медицинский университет; 2024. С. 314–320. [Mikhailichenko E.A., Goncharova P.Yu., Denisova S.V. Undesirable side effects of local anesthetics used in dentistry. In: *Integration of theory and practice in medicine: achievements and prospects: collection of scientific articles*. Kemerovo: Kemerovo State Medical University; 2024. Pp. 314–320. (In Russ.)]
8. Shin K. J., Lee S. H., Park M. G., Shin H. J., Lee A. G. Location of the accessory infraorbital foramen with reference to external landmarks and its clinical implications. *Scientific Reports*. 2020;10(1):8566. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65330-4>
9. Hong J. H., Kim H. J., Hong J. H., Park K. B. Study of Infraorbital Foramen Using 3-Dimensional Facial bone computed tomography scans. *Pain physician*. 2022;25(1):E127-E132. <https://www.painphysicianjournal.com/linkout?issn=&page=E127&vol=25>
10. Ebogo M., Mouhammad K., Ndiaye A., Gislaine F., Daramsis H., Karl K. et al. Sexual dimorphism and infraorbital foramen: a computerized tomography-scan study in a cohort of Senegalese population. *Minerva dental and oral science*. 2021;70(5):184–189. <https://doi.org/10.23736/S2724-6329.20.04414-3>
11. An D., K C K., Vorakulpipat C., Ngamsom S., Kumchai T., Ruangsitt S. et al. Accessory infraorbital foramen location using cone-beam computed tomography. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*. 2023;23(5):257–264. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2023.23.5.257>
12. Gawlikowska-Sroka A., Stocki Ł., Szczurowski J., Nowaczewska W. Topography of the infraorbital foramen in human skulls originating from different time periods. *Folia morphologica*. 2023;82(4):875–884. <https://doi.org/10.5603/fm.97440>
13. Чахов А. А. Клинико-физиологическое обоснование эффективности местной анестезии в челюстно-лицевой области с учетом анатомо-топографической вариабельности: диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Уфа; 2023. 273 с. [Chakhov A. A. Clinical and physiological substantiation of the effectiveness of local anesthesia in the maxillofacial region, taking into account anatomical and topographic variability: dissertation for the degree of Doctor of Medical Sciences. Ufa; 2023. 273 p. (In Russ.)] <https://bashgmu.ru/upload/%D0%94%D0%98%D0%A1%D0%A1%D0%95%D0%A0%D0%A2%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%AF%20%D0%A7%D0%90%D0%A5%D0%9E%D0%92%20%D0%90.%D0%90.%202023%20%D0%91%D0%93%D0%9C%D0%A3.pdf?ysclid=mqjibzbtbke345644290>
14. Iwanaga J., Kikuta S., Kusukawa J., Tomaszewski K. A., Walocha J. A., Tubbs R. S. Anatomic Study of Accessory Infraorbital Nerves and Foramina: Application for a Better Understanding of Complications of Le Fort Fractures and Osteotomy. *Journal of oral and maxillofacial surgery*. 2020;78(5):717–723. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.01.004>
15. Polo C. L., Abdelkarim A. Z., von Arx T., Lozanoff S. The Morphology of the Infraorbital Nerve and Foramen in the Presence of an Accessory Infraorbital Foramen. *The Journal of craniofacial surgery*. 2019;30(1):244–253. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000000489>
16. Sokhn S., Challita R., Challita A., Challita R. The Infraorbital Foramen in a Sample of the lebanese population: A Radiographic study. *Cureus*. 2019;11(12): e6381. <https://doi.org/10.7759/cureus.6381>