

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-1-12-19

УДК: 616-72

ПРИМЕНЕНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ ШАБЛОНОВ В СОВРЕМЕННОЙ СТОМАТОЛОГИИ И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ХИРУРГИИ

Белов Е. А.¹, Бекреев В. В.¹, Макарский В. О.¹, Труфанов В. Д.¹, Труфанова В. В.²

¹ Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия

² Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, г. Москва, Россия

Аннотация

В статье рассматриваются варианты применения навигационных шаблонов в разных областях стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Отображены современные технологии использования навигационных шаблонов, перспективные методики их разработки и конструирования. Проведён анализ актуальных исследований и данных отечественных и зарубежных исследователей, посвящённых проблеме артроцентеза височно-нижнечелюстного сустава. Также были выделены основные ключевые разработки, посвящённые данному методу лечения, получены данные, подтверждающие эффективность навигационных шаблонов в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии.

Предмет исследования — изучение особенностей и условий использования навигационных шаблонов в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии.

Цель исследования — изучение и анализ актуальных научных публикаций, посвящённых применению навигационных систем в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, в особенности в области лечения патологий височно-нижнечелюстного сустава.

Методология. Для поиска информации использовались русскоязычные (E-Library, Cyberleninka) и англоязычные (PubMed/MEDLINE, ClinicalKey, Elsevier, Google Academy) базы данных научной литературы. Анализировалась информация о применении навигационных шаблонов в стоматологии с акцентом на их использование при артроцентезе ВНЧС. Всего было проведено изучение 34 релевантных статей, включая 20 зарубежных. Для изучения источников неоднородности был проведен анализ подгрупп.

Результаты. Анализ полученных данных позволил выявить высокую точность и эффективность применения навигационных шаблонов, как при операциях в общей хирургии, так и при стоматологических и челюстно-лицевых операциях. Также полученные данные позволяют говорить о большом потенциале для использования 3D-шаблонов при артроцентезе височно-нижнечелюстного сустава.

Выводы. Использование хирургических шаблонов является одним из самых актуальных и перспективных направлений современной челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии. Применение навигационных шаблонов при лечении патологий височно-нижнечелюстного сустава может стать одним из самых эффективных методов, гарантирующих высокую точность и безопасность при проведении артроцентеза.

Ключевые слова: хирургический шаблон, имплантация, костная пластика, височно-нижнечелюстной сустав, артроцентез

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Евгений Андреевич БЕЛОВ ORCID ID 0009-0008-1823-4709

Аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия
belov97evgenii@gmail.com

Валерий Валентинович БЕКРЕЕВ ORCID ID 0009-0007-4305-3099

д.м.н., доцент, профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия
bekreev@mail.ru

Владислав Олегович МАКАРСКИЙ ORCID ID 0009-0009-1300-4645

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия
vlad.makarsky96@yandex.ru

Вадим Дмитриевич ТРУФАНОВ ORCID ID 0000-0001-5034-527

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия
trufanov_vadim@mail.ru

Виталия Вадимовна ТРУФАНОВА ORCID ID 0009-0004-2703-5454

Студентка 6 курса лечебного факультета, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, г. Москва, Россия
vlad.makarsky96@yandex.ru

Адрес для переписки: Евгений Андреевич БЕЛОВ

117208, г. Москва, ул. Кировоградская, д.4, корп. 3, кв.153

+7 (905) 1649007

belov97evgenii@gmail.com

Образец цитирования:

Белов Е. А., Бекреев В. В., Макарский В. О., Труфанов В. Д., Труфанова В. В.
ПРИМЕНЕНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ ШАБЛОНОВ В СОВРЕМЕННОЙ СТОМАТОЛОГИИ
И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ХИРУРГИИ. Проблемы стоматологии. 2025; 1: 12-19.

© Белов Е. А. и др., 2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-1-12-19

Поступила 26.02.2025. Принята к печати 18.03.2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-1-12-19

APPLICATION OF NAVIGATION TEMPLATES IN MODERN DENTISTRY AND MAXILLOFACIAL SURGERY. REVIEW ARTICLE

Belov E.A.¹, Bekreev V.V.¹, Makarsky V.O.¹, Trufanov V.D.¹, Trufanova V.V.²

¹ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

² First Moscow State Medical University named after I.M.Sechenov, Moscow, Russia

Annotation

The article deals with the variants of application of navigation templates in different fields of dentistry and maxillofacial surgery. Modern technologies of navigation templates use, perspective methods of their development and design are shown. The analysis of actual researches and data of domestic and foreign researchers devoted to the problem of temporomandibular joint arthrocentesis was carried out. The main key developments devoted to this method of treatment were also highlighted, data confirming the effectiveness of navigation templates in dentistry and maxillofacial surgery were obtained.

The subject of the research is the study of peculiarities and conditions of using navigation templates in dentistry and maxillofacial surgery.

The aim of the research is to study and analyze actual scientific publications devoted to the use of navigation systems in maxillofacial surgery and dentistry, especially in the field of treatment of temporomandibular joint pathologies.

Methodology. Russian-language (E-Library, Cyberleninka) and English-language (PubMed/MEDLINE, ClinicalKey, Elsevier, Google Academy) databases of scientific literature were used for information retrieval. Information on the use of navigation templates in dentistry was analyzed with a focus on their use in TMJ arthrocentesis. A total of 34 relevant articles, including 20 foreign articles, were reviewed. Subgroup analysis was performed to explore sources of heterogeneity.

Results. The analysis of the obtained data allowed to reveal high accuracy and efficiency of navigation templates application both in operations in general surgery and in dental and maxillofacial surgeries. Also the obtained data allow us to speak about a great potential for using 3D-templates at arthrocentesis of temporomandibular joint.

Conclusions. The use of surgical templates is one of the most actual and perspective directions of modern maxillofacial surgery and surgical dentistry. The use of navigation templates in the treatment of temporomandibular joint pathologies can become one of the most effective methods guaranteeing high accuracy and safety during arthrocentesis.

Keywords: surgical template, implantation, bone grafting, temporomandibular joint, arthrocentesis

The authors declare no conflict of interest.

Evgeny A. BELOV ORCID ID 0009-0008-1823-4709

Postgraduate student, Department of Oral and Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia
belov97evgenii@gmail.com

Valery V. BECKREEV ORCID ID 0009-0007-4305-3099

Dr. M.Sc., Associate Professor, Professor, Department of Oral and Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia
bekreev@mail.ru

Vladislav O. MAKARSKY ORCID ID 0009-0009-1300-4645

Postgraduate Student, Department of Oral and Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia
vlad.makarsky96@yandex.ru

Vadim D. TRUFANOV ORCID ID 0000-0001-5034-527

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Oral and Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia
trufanov_vadim@mail.ru

Vitalia V. TRUFANOVA ORCID ID 0009-0004-2703-5454

Student of the 6th year of medical faculty, First Moscow State Medical University named after I.M.Sechenov, Moscow, Russia
vlad.makarsky96@yandex.ru

Correspondence address: Evgeny Andreevich BELOV

117208, Moscow, Kirovogradskaya St., 4, bldg. 3, Apt. 153
+7 (905) 1649007
belov97evgenii@gmail.com

For citation:

Belov E.A., Bekreev V.V., Makarsky V.O., Trufanov V.D., Trufanova V.V.

APPLICATION OF NAVIGATION TEMPLATES IN MODERN DENTISTRY AND MAXILLOFACIAL SURGERY. REVIEW ARTICLE. Actual problems in dentistry. 2025; 1: 12-19. (In Russ.)

© Belov E.A. et al., 2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-1-12-19

Received 26.02.2025. Accepted 18.03.2025

Введение

Одним из перспективных направлений различных областей современной хирургии является использование во время оперативных вмешательств хирургических шаблонов. Так, в статье Асадулаева М. С. с соавт. (2019) описано применение направляющих шаблонов для установки транспедикулярных винтов при лечении пациентов с врожденным кифосколиозом [1]. Описано применение шаблонов направителей для радикальной коррекции искривлений позвоночника Кокушиным Д. Н. с соавт. (2017), [2].

На сегодняшний день опубликовано большое количество исследований о применении хирургических шаблонов в травматологической ортопедии. Согласно результатам трудов Бортужева П. И. и др. (2019), персонализированные навигационные шаблоны позволяют осуществлять максимально точную многоплоскостную коррекцию вертлужной впадины [3]. Хирургические шаблоны также активно применяются в челюстно-лицевой хирургии и в хирургической стоматологии, что отмечается многими отечественными авторами (Е. А. Дурново, А. И. Корсакова и Н. Е. Хомутинникова, 2022) [4]. Исследователями справедливо отмечено, что использование CAD/CAM технологий при стоматологическом лечении помогает ускорить и упростить данный процесс не только хирургам и ортопедам, но и специалистам других областей.

Наиболее часто хирургические шаблоны применяются при установке дентальных имплантатов, способствуя получению предсказуемого расположения последних и обеспечивая минимизацию ошибок, возникающих вследствие человеческого фактора, на всех этапах хирургического и ортопедического лечения. Назаров З. С. с соавт. (2022) подчеркивают, что с помощью шаблона можно провести установку имплантата на нужную глубину и под необходимым углом. На сегодняшний день существует несколько видов хирургических шаблонов — наслизистые, назубные, накостные и комбинированные, при этом каждый из перечисленных выше направляющих шаблонов имеет конкретные показания для применения [5]. В настоящее время отмечается тенденция к увеличению требований к эстетической и функциональной составляющей операционных вмешательств, что диктует необходимость применения инновационных технологий. Шулико Д. Л. с соавт. (2022) провели опрос 110 хирургов-ортопедов, занимающихся имплантацией (Волгоград и Волгоградская область). Согласно полученным результатам более 75% специалистов в своей работе используют хирургические шаблоны [6]. Безусловно, широкое распространение аддитивных технологий с применением компьютерного моделирования для изготовления различных видов шаблонов приводит к росту востребованности тех специалистов, которые владеют современными технологиями [7].

Внедрение в клиническую практику шаблонов-направителей позволяет существенно уменьшить риски развития интра- и послеоперационных осложнений,

снизить вероятность травматизации и исключить нанесение дополнительных разрезов мягких тканей. Минимизация ошибок позволяет предотвратить конфликт интересов в триаде «врач — пациент — родственники пациента».

Поиск информации осуществлялся в русскоязычных (eLibrary, Cyberleninka) и англоязычных (PubMed/MEDLINE, ClinicalKey, Elsevier, Google Academy) базах данных научной литературы с использованием ключевых слов и словосочетаний на русском и английском языке: «навигационные шаблоны», «управляемый артроцентез», «дентальная имплантация», «хирургическая стоматология», «КТ», «МРТ» / “navigation templates”, “guided arthrocentesis”, “dental implantation”, “dental surgery”, “CT”, “MRI”. Анализировалась информация о применении навигационных шаблонов в стоматологии с акцентом на их использование при артроцентезе ВНЧС. Данные, полученные из приемлемых исследований, включали первого автора, год публикации, страну, дизайн исследования, демографические данные и информацию по теме заявленной статьи, подкрепленную статистическими данными (соотношение рисков). Для изучения источников неоднородности был проведен анализ подгрупп.

Применение хирургических шаблонов при дентальной имплантации

Дентальная имплантация — это отрасль стоматологии, которая направлена на восстановление отсутствующих зубов путем установки дентальных имплантатов [8, 9].

Имплантация по хирургическому шаблону — современная методика, применяемая для позиционирования дентальных имплантатов в верные ортопедические позиции, не затрагивая соседние анатомические структуры. Предварительная виртуальная трехмерная установка дентальных имплантатов, осуществляемая в соответствии с биомеханическими и ортопедическими принципами, необходима для их оптимального позиционирования [10]. С помощью проведения контрольной КЛКТ и сравнения запланированного и фактического расположения дентального имплантата, врач-стоматолог получает возможность оценить качество установки имплантатов по направляющему шаблону [11]. Всё больше исследователей ставят своей целью изучение роли различных типов шаблонов для проведения процедур по установке имплантатов [12]. В работе Zadrozny L. et al. (2022) сравнивали время, необходимое для проведения дентальной имплантации, при использовании двух разных хирургических шаблонов. Были подготовлены и затем распечатаны десять идентичных прототипов моделей нижней челюсти на основе конусно-лучевой компьютерной томографии и оптического сканирования полости рта пациента с отсутствующими зубами 3.7, 4.6, 4.7 и 10 хирургических шаблонов. Пять из этих моделей использовались для подготовки костного ложа и установки имплантата с хирургической направляющей

без металлических втулок и специальным хирургическим набором, а остальные пять моделей использовались для той же процедуры, выполняемой с хирургической направляющей с металлическими втулками и специальным хирургическим набором, пример данных шаблонов (рис. 1).

Сравнивая требования к подготовке обоих комплектов, исследователи заметили, что для включения металлической втулки в 3D-печатную рамку требуется на 1 мм больше межзубного пространства. Кроме того, согласно полученным результатам, более простой протокол подготовки места имплантации с дизайном направляющей без металлических втулок приводит к снижению риска ошибки оператора, что может повысить безопасность хирургических процедур. Уменьшение количества хирургических инструментов не только сокращает время операции, но также может уменьшить вероятность ошибки хирурга [13]. Полученные данные согласуются с результатами работ других авторов. Так, Cassetta M. et al. еще в 2013 г. пришли к выводу, что зазор между сверлами и металлическими втулками может привести к неточностям во время операции [14]. Однако проблема выбора подходящего варианта шаблона для каждого конкретного клинического случая по-прежнему остается краеугольным камнем в практической стоматологии. В связи с этим в 2021 г. Седов Ю. Г. с соавт. разработали и предложили классификацию сложных хирургических шаблонов для применения при дентальной имплантации, а также при сочетании аугментации и дентальной имплантации. Параметрами при выборе шаблона авторы предлагают считать наличие или отсутствие костной пластики, одномоментное удаление зуба, включенный и концевые дефекты, а также полное отсутствие зубов [15].

Безусловно, планирование дентальной имплантации с помощью точных компьютерных расчетов является перспективным направлением практической стоматологии, поскольку позволяет минимизировать риск ошибки [16]. Использование 3D-технологии дает врачам возможность точной оценки размеров верхнечелюстного синуса и расположения альвеолярного нерва в нижней челюсти [17]. В статье Dementyeva K. et al. (2021) имплантация по хирургическому шаблону рассматривается как один из методов уменьшения сроков реабилитации, увеличения точности установки дентальных имплантатов и в дальнейшем изготовления более качественной ортопедической конструкции. Авторы подчеркивают, что дентальная имплантация является альтернативным способом замены удаленного зуба и дает пациенту возможность быстрого восстановления нарушенных функций и эстетики. Согласно приведенным данным, использование в практической деятельности хирургических шаблонов позволяет уменьшить интраоперационное кровотечение, сократить время операции, снизить послеоперационную боль и отек, а также в некоторых случаях исключает необходимость наложения швов при сохранении объема



Рис. 1. Хирургический шаблон под полный протокол навигации
Fig. 1. Surgical template under a complete navigation protocol

и архитектуры мягких тканей в месте дентальной имплантации [18]. Имеются и другие данные, подчеркивающие актуальность и необходимость применения шаблонов для дентальной имплантации. Так, согласно проведенному Tahmaseb A. et al. (2014) систематическому обзору и мета-анализу, имеются исследования, свидетельствующие о 98%-ной выживаемости имплантатов через 4 года в случаях частичной адентии с выраженной атрофией конечных отделов верхней челюсти, что позволяет избежать процедуры синус-лифтинга. При этом имплантаты были установлены с использованием хирургического шаблона, основанного на цифровом планировании, с использованием передней или задней стенки или перегородки пазухи, а также небной кривизны. За 4-летний период наблюдения осложнений зарегистрировано не было [19].

Lou F. et al. (2021) в своей работе изучали точность шаблонов под пилотное сверление и под полный протокол навигации, применяемых при имплантации передних зубов. Пациенты (60 человек) были разделены на 3 равные группы:

1. Кому проводилась имплантация мануально;
2. При лечении которых использовали шаблон под пилотное сверление;
3. При лечении которых применяли шаблоны под полный протокол сверления.

Эстетические параметры оценивались исходно, через 6 месяцев и 1 год после окончательного протезирования. Оценка состояния мягких тканей и эстетического результата реставрации проводилась по балльной системе с помощью шкал PES и WES. Согласно полученным результатам, через 6 месяцев отклонения имплантата по всем осям были самыми высокими в первой группе и самыми низкими в третьей. Через 1 год после окончательного протезирования анализ выявил, что средние значения PES и WES были самыми высокими в группе пациентов, лечение которых проводилось с помощью шаблонов под полный протокол навигации, и самыми низкими в группе пациентов, которым имплантаты были установлены мануально. Таким образом, было доказано, что цифровые хирургические шаблоны могут повысить точность трехмерного положения имплантатов в эстетической зоне верхней челюсти, а шаблон под полный навигационный протокол обладает более высокой точностью, чем шаблон под пилотное сверление, и играет важную роль

в достижении идеального эстетического результата для передних зубов верхней челюсти [20]. В 2023 г. Л. Н. Солдатова и Е. С. Музыка опубликовали клинический случай, в котором представили результаты использования навигационного шаблона в позиционировании мини-имплантата у пациента 36 лет с аномалией положения зубов МКБ-10 K07.3. Для наибольшей эффективности контроля посадки в шаблоне были созданы отверстия, для контроля посадки шаблона на окклюзионную поверхность зубов, а в области боковых поверхностей направляющих — вертикальные отверстия, позволяющие, с одной стороны, контролировать степень заглубления мини-имплантата, а с другой стороны, беспрепятственно вывести шаблон после окончания процедуры имплантации. Авторы подчеркнули, что применение шаблона позволяет обеспечить более стабильное положение имплантатов и, следовательно, уменьшить риск развития преждевременной потери первичной стабильности дентальных имплантатов [21].

В клиническом исследовании Zhang X. et al. (2021) оценивался метод немедленного восстановления передних зубов с использованием шаблона под полный навигационный протокол. 25 пациентам было установлено 30 имплантатов с использованием протокольных хирургических шаблонов. Данные, полученные с помощью послеоперационной конусно-лучевой компьютерной томографии, сравнивались с предоперационным планированием для измерения отклонения между планируемым положением имплантата и фактическим положением имплантата после его установки. Независимый t-тест использовался для сравнения немедленной и отсроченной установки имплантата. Также регистрировались любые осложнения, возникшие в последующие 3 месяца. Согласно полученным результатам, ни один из промежуточных протезов не нуждался в существенной корректировке и был успешно установлен на имплантаты после операции. Линейные и угловые отклонения не выявили существенных различий между немедленной и отсроченной установкой имплантата. В период наблюдения осложнений не наблюдалось. Таким образом, точность применённых хирургических шаблонов под полный

навигационный протокол была клинически приемлемой для готовых временных протезов и помогла сократить время приёма пациента [22].

Применение хирургических шаблонов при костной пластике

Liu X. et al. (2023) использовали напечатанные на 3D-принтере шаблоны и направляющие пластины для выполнения костной пластики (увеличения объема костной ткани) в зоне передних зубов. Методика применена у 10 пациентов, у 4 из которых наблюдалась потеря зубов вследствие заболеваний пародонта, 3 случая пришлось на травматическую потерю зубов и еще 3 случая — после локальной резекции опухоли. У всех пациентов были значительные костные дефекты в зоне передних зубов, длительность которых составляла 6 и более месяцев. Перед оперативным вмешательством с помощью компьютерной томографии и программных методов обеспечения были созданы 3D-шаблоны. В соответствии с определенным расположением линии остеотомии альвеолярной и подвздошной костей была выполнена виртуальная остеотомия путем сегментации данных. Была создана модель верхней челюсти после остеотомии и 3D-модель подвздошной кости. Через 4 месяца после операции была проведена компьютерная томография для анализа степени резорбции кости в каждом направлении и оценки эффекта увеличения костной массы. Согласно полученным результатам, у всех пациентов наблюдалось восстановление жевательной функции, а также увеличение костной массы в месте проведенного оперативного вмешательства. Наблюдаемая резорбция костного трансплантата была в пределах планирования. Таким образом, авторы пришли к выводу, что использование автоматизированного проектирования в сочетании с шаблоном, напечатанным на 3D-принтере, может быть эффективным методом для достижения точного увеличения костной массы в области передних зубов [23]. В работе Дурново Е. А. и соавт. (2022) изучалась эффективность применения направляющего шаблона в реконструкции альвеолярного гребня. В исследование вошло 8 пациентов, которым было выполнено 12 оперативных вмешательств по контролируемому увеличению ширины альвеолярного гребня двухэтапной сплит-техникой с помощью установки направляющего шаблона на альвеолярную часть нижней челюсти (рис. 2 и 3).

Срок послеоперационного наблюдения составил 6 месяцев.

Согласно полученным результатам, через полгода после проведенного вмешательства был отмечен прирост костной ткани в апикальной части гребня (на $74,0 \pm 34,5\%$), а также увеличение горизонтальных параметров альвеолярного гребня на уровне 1 мм от его вершины (на $40,7 \pm 27,1\%$). Гистологическое исследование трепанобиоптатов выявило наличие всех морфологических элементов, характерных для нормальной костной ткани. Таким образом, авторы доказали, что

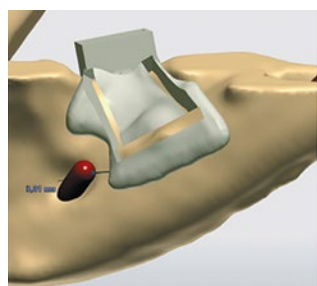


Рис. 2. Проектирование направляющего шаблона для расщепления альвеолярного гребня

Fig. 2. Design of a guiding template for alveolar ridge splitting

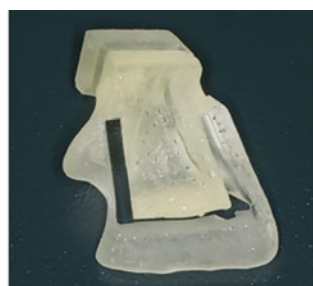


Рис. 3. Печать направляющего шаблона для расщепления альвеолярного гребня

Fig. 3. Printing of a guide template for alveolar ridge splitting

использование хирургического шаблона обеспечивает точность проводимого оперативного вмешательства, сокращает сроки его проведения, а также снижает риск послеоперационных осложнений [4].

Применение хирургических шаблонов при проведении анестезии

В 2020 г. Jain S. et al. представили новый метод проведения внутрикостной анестезии с использованием технологии навигации. Исследование было направлено на оценку безопасности и трехмерной точности по сравнению с традиционной инъекцией при внутрикостной анестезии. В работе было использовано шесть идентичных наборов 3D-печатных хирургических моделей челюстей (TrueJaw, DELendo, Санта-Барбара, Калифорния). Места инъекций были распределены поровну в зависимости от диапазона межрадикулярного расстояния: 1,5–2,5 мм, 2,5–3,5 мм, 3,5–4,5 мм. Частота перфорации корней, связанная с межрадикулярным расстоянием, была сравнена между двумя группами с помощью точного теста Фишера. Согласно полученным результатам, использование технологии динамической навигации в сочетании с 3D-шаблонами оказалось значительно безопаснее традиционной внутрикостной анестезии, поскольку позволило предотвратить повреждение корней соседних зубов [24].

Применение шаблонов при проведении других оперативных вмешательств

В статье Xia J. et al. (2018) описано применение 3D-шаблонов у пациентов с переломом и кариесом зубов. В обоих случаях шаблон использовался для прямой композитной реставрации центральных резцов верхней челюсти (рис. 4 и 5).

Согласно полученным результатам, прямая композитная реставрация центральных резцов верхней челюсти с помощью 3D-печатного шаблона представляет собой быстрый, удобный, эстетический и функциональный вариант лечения центральных резцов верхней челюсти. Таким образом, 3D-печатный шаблон является приемлемой и надежной альтернативой традиционной прямой композитной реставрации центральных резцов верхней челюсти, включая сломанные зубы и кариес зубов [25].

В статье Chen H. et al. (2022) сравнивались направляющие шаблоны и печатные окклюзионные шины для репозиции верхней челюсти. В исследование вошли пациенты как со сложными случаями (смещение при ударе более чем на 2 мм, наклон окклюзионной плоскости более чем на 3° или расхождение средней линии более чем на 2,5 мм), так и с простыми. Всего в работу включено 70 пациентов. Согласно результатам двустороннего дисперсионного анализа, среднее отклонение верхней челюсти было значительно меньше в сложных случаях у пациентов, в лечении которых использовались направляющие шаблоны (группа 1) (1,37 мм; 95% доверительный интервал 1,08–1,66 мм), чем в когорте пациентов с окклюзионными шинами

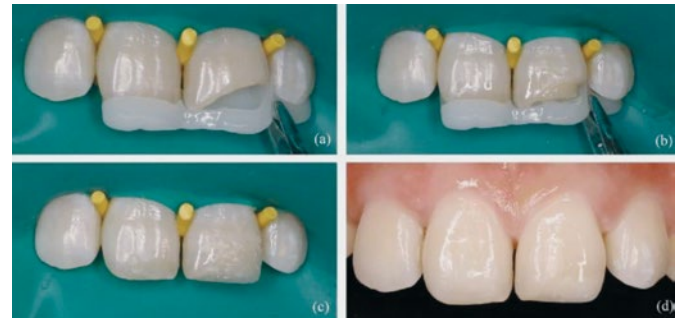


Рис. 4. Клинический случай 1. Фронтальные зубы пациента Д., 26 лет, с переломами левого центрального резца верхней челюсти в результате удара. (а) — размещение шаблона; (б) — расширение небной поверхности и дентинового ядра; (с) — восстановление; (д) — полировка

Fig. 4. Clinical case 1. Frontal teeth of patient D., 26 years old, with impact fractures of the left central incisor of the maxilla. (a) — template placement; (b) — expansion of the palatal surface and dentin core; (c) — restoration; (d) — polishing



Рис. 5. Клинический случай 2. Фронтальные зубы пациента Н., 36 лет, с кариесом левого верхнечелюстного центрального резца. Этапы от размещения 3D-шаблона на передних зубах (а) — до полировки; (б) — размещение шаблона; (с) — моделировка небной поверхности и дентинового ядра, (д) и (е) — восстановление; (ф) — до полировки

Fig. 5. Clinical case 2. Frontal teeth of patient N., 36 years old, with caries of the left maxillary central incisor. Steps from 3D template placement on anterior teeth (a) — before polishing; (b) — template placement; (c) — modelling of palatal surface and dentin core, (d) and (e) — restoration; (f) — before polishing

(2,47 мм; 95% доверительный интервал 1,92–3,02 мм) ($P = 0,002$). Отклонения в переднезаднем направлении в сложных случаях в первой группе были меньше, чем соответствующие значения во второй группе ($P = 0,035$). Существенной разницы между значениями отклонения в простых и сложных случаях с использованием шаблонов выявлено не было ($P = 0,116$). Полученные данные указывают на то, что в сложных случаях печатные направляющие шаблоны обеспечивают лучшую точность репозиции верхней челюсти, чем печатные окклюзионные шины [26].

Применение хирургических шаблонов для артроцентеза височно-нижнечелюстного сустава

Одним из перспективных направлений в лечении патологий височно-нижнечелюстного сустава является использование методов малоинвазивной хирургии, позволяющих существенно ускорить процессы постоперационной реабилитации и снизить вероятность развития осложнений, в частности, при проведении артроцентеза. Впервые процедура артроцентеза была описана в 1991 году, и в настоящее время является простой, минимально инвазивной, недорогой и высокоэффективной манипуляцией [27]. Основная цель артро-

центеза ВНЧС — промывание верхней суставной щели (лаваж), устранение продуктов воспаления в синовиальной жидкости, спаек в полости сустава, уменьшение боли и улучшение его функции. Для эффективного достижения этих целей и минимизации осложнений в литературе предложены и описаны различные методы [28].

Разработка протоколов управляемого артроцентеза является одним из актуальных направлений современной стоматологии. Известно, что анатомия ВНЧС отличается особой сложностью, вследствие чего процедура артроцентеза закономерно ассоциируется с рядом потенциальных осложнений: повреждение ветвей 5-го и 7-го черепно-мозговых нервов, отек мягких тканей, повреждение стенки наружного слухового прохода, нарушение смыкания зубов, кровотечение. Использование 3D-шаблонов является одним из методов для повышения безопасности артроцентеза [4]. Цифровые хирургические шаблоны являются современным и актуальным инструментом для повышения безопасности инвазивного вмешательства. Учитывая анатомию височно-нижнечелюстного сустава, точность посадки и размещение шаблона имеет первостепенное значение для безопасного проведения операции. Так, в 2019 г. Khallaf et al. опубликовали первые результаты использования печатных 3D-шаблонов для артроцентеза ВНЧС. На начальном этапе 8 пациентам с патологией ВНЧС было выполнено МСКТ исследование, затем полученные с помощью визуализации данные импортировались в программное обеспечение Mimics. Авторами были изготовлены две индивидуальные направляющие с двумя втулками диаметром 1,4 мм и проведён артроцентез. Согласно результатам исследования, наблюдалось значительное улучшение открытия рта ($36,50 \text{ мм} \pm 6,89 \text{ мм}$ вместо $31,83 \text{ мм} \pm 8,10 \text{ мм}$), а также статистически значимое повышение показателей боковых движений нижней челюсти и уменьшение боли. Одним из недостатков данного исследования является небольшой срок наблюдения за пациентами — 3 месяца, что, безусловно, диктует необходимость проведения более длительных исследований [29]. Mahmoud K. et al. (2019) предложили принципиально новую схему

использования 3D-шаблонов для артроцентеза ВНЧС: шаблон фиксировался, помимо кожи, на ушной раковине и зубах верхней челюсти, вследствие чего мог использоваться и для двустороннего артроцентеза [30].

В статье Krause M et al. (2019) рассматриваются преимущества артроскопии по хирургическому шаблону. При этом изготовление шаблона включает в себя части автоматизированного проектирования (CAD) и автоматизированного производства (CAM). В этом исследовании трём пациентам с патологией ВНЧС за период с 2017 по 2018 гг. было описано выполнение 3 артроскопий и 3 артроцентезов. На начальном этапе всем больным была проведена конусно-лучевая компьютерная томография и сделан слепок околоушно-жевательной области. Ни одному из пациентов не требовалась дополнительная открытая хирургическая операция, применяемый шаблон имел два расширения, в лобной и щёчной областях. Шаблон помогал направлять эндоскоп к необходимой части ВНЧС, предоставляя возможность планирования места входа в полость сустава. Кроме того, шаблон разделен на две части вдоль рабочих каналов, чтобы его можно было удалить и переместить во время операции, не извлекая рабочую часть артроскопа, что давало возможность перехода к классической операции (без использования шаблона) при возникновении каких-либо трудностей (рис. 6 и 7). Данный подход является принципиально новым, поскольку предоставлял возможность разбирать, удалять и заново фиксировать шаблон во время операции.

Во время проведения оперативного вмешательства ни у одного из пациентов не было кровотечения, травмы лицевого нерва и других осложнений [31]. Точность установки шаблона была расценена как удовлетворительная. Время последующего наблюдения за пациентами составило три месяца. У пациентов в исследуемой группе не было отмечено развития каких-либо осложнений, а также видимых рубцов и других косметических дефектов [31]. В 2020 г. Gosmen G. et al. опубликовали результаты применения 3D-шаблона, имеющего 3 направляющих отверстия и фиксирующегося на козелке уха. Полученные данные свидетельствуют о том, что применение данного шаблона значительно повышает точность и безопасность артроцентеза [33].

Управляемый артроцентез предназначен для предотвращения ряда возможных осложнений, а также для уменьшения травмы внутрисуставных тканей и сокращения времени вмешательства. Использование индивидуально напечатанных накожных 3D-шаблонов может стать одним из самых многообещающих, простых в планировании и применении методов, которые значительно упростят проведение артроцентеза ВНЧС, особенно для начинающих врачей [34].

Вывод

Таким образом использование хирургических шаблонов является одним из самых актуальных и перспективных направлений современной челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии.

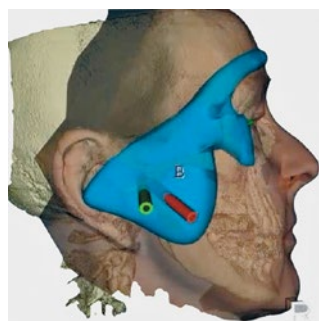


Рис. 6. Хирургический шаблон в специальном программном обеспечении
Fig. 6. Surgical template in special software

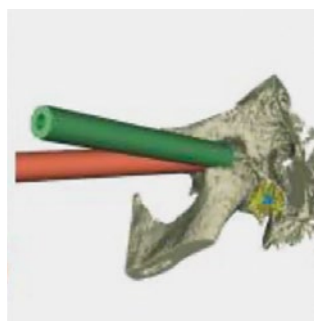


Рис. 7. Планирование пилотных каналов перед разделением на 2 части
Fig. 7. Planning of pilot channels before splitting into 2 parts

Литература/References

1. Асадулаев, М. С., Виссарионов, С. В., Кокушин, Д. Н., & Картавенко, К. А. (2019). Анализ применения 3D шаблонов-направителей транспедикулярных винтов в хирургическом лечении детей с врожденной деформацией позвоночника. *Forcipe*, 2 (S3), 8–9. <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-primeneniya-3d-shablonov-napraviteley-transpedikulyarnyh-vintov-v-hirurgicheskom-lechenii-detej-s-vrozhdennoy-deformatsiey-pozvonochnika>
2. Кокушин, Д. Н., Беляничков, С. М., Мурашко, В. В., Картавенко, К. А., & Хусаинов, Н. О. (2017). Сравнительный анализ корректности установки транспедикулярных винтов при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом. *Хирургия позвоночника*, 14 (4), 8–17. <https://doi.org/10.14531/ss2017.4.8-17>
3. Bortulev, P. I., Vissarionov, S. V., Baskov, V. E., Barsukov, D. B., Pozdnikin, I. Y., & Poznovich, M. S. (2019). The influence of triple pelvic osteotomy on the spine-pelvis ratios in children with dysplastic subluxation of the hip. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery*, 7 (2), 5–16. <https://doi.org/10.17816/PTORS725-16>
4. Дурново, Е. А., Корсакова, А. И., & Хомутинникова, Н. Е. (2022). Создание цифрового шаблона как этап реализации персонифицированного подхода в реконструктивной хирургии альвеолярного гребня челюстей. *Медицинский альманах*, (2 (71)), 55–62. <https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-tsifrovogo-shablona-kak-etap-realizatsii-personifitsirovannogo-podhoda-v-rekonstruktivnoy-hirurgii-alveolyarnogo-grebnua>
5. Назаров, З., Батиров, Б., Софиева, Н., & Бафоев, Б. (2020). Планирование установки имплантатов с применением хирургического шаблона. *Журнал стоматологии и краниофациальных исследований*, 1 (1), 33–36. <https://doi.org/10.26739/2181-0966-2020-1-7>
6. Шулико, Д. И., Линченко, И. В., & Вейсгейм, Л. Д. (2022). Деятельность врача-стоматолога-ортопеда при подготовке и применении имплантации с применением хирургического шаблона. *Главный врач Юга России*, (5 (86)), 23–27. <https://cyberleninka.ru/article/n/deyatelnost-vracha-stomatologa-ortopeda-pri-podgotovke-i-provedenii-implantatsii-s-primeneniem-hirurgicheskogo-shablona>
7. Луцкая, И. К. (2024). Аддитивные методы и 3D-технологии в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. 146–150. https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/42328/146_150.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. Bjertness, E., & Berseeth, G. (1993). Oral hygiene and periodontitis in young adults. *The Lancet*, 342 (8880), 1170–1171. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7901489/>
9. Bramanti, E., Norcia, A., Cicciù, M., Matacena, G., Cervino, G., Troiano, G., & Laino, L. (2018). Postextraction dental implant in the aesthetic zone, socket shield technique versus conventional protocol. *Journal of Craniofacial Surgery*, 29 (4), 1037–1041. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29489581/>
10. Рубникович, С. П., Денисова, Ю. Л., & Трояновская, М. С. (2021). Эффективность стоматологического лечения частичной вторичной потери зубов с использованием хирургических шаблонов. In *Актуальные вопросы стоматологии* (pp. 695–697). <https://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/41662/978-985-584-556-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Дробышев, А. Ю., Ваулина, Д. С., Редько, Н. А., & Панков, Е. В. (2023). Оценка прецизионности позиционирования дентальных имплантатов после применения хирургических шаблонов у пациентов с частичным отсутствием зубов. *Медицинский альманах*, (3 (76)), 42–47. <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-pretsizionnosti-pozitsionirovaniya-dentalnyh-implantatov-posle-primeneniya-hirurgicheskikh-shablonov-u-patsientov-s>
12. Lavorgna, L., Cervino, G., Fiorillo, L., Di Leo, G., Troiano, G., Ortensi, M., & Cicciù, M. (2019). Reliability of a virtual prosthodontic project realized through a 2d and 3d photographic acquisition: An experimental study on the accuracy of different digital systems. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (24), 5139. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6950125/>
13. Zdrożny, L., Czajkowska, M., Tallarico, M., Wagner, L., Markowski, J., Mijiritsky, E., & Cicciù, M. (2022). Prosthetic surgical templates and dental implant site time preparation: an in vitro study. *Prosthesis*, 4 (1), 25–37. https://www.researchgate.net/publication/358228316_Prosthetic_Surgical_Templates_and_Dental_Implant_Site_Time_Preparation_An_In_Vitro_Study
14. Cassetta, M., Di Mambro, A., Giansanti, M., Stefanelli, L. V., & Cavallini, C. (2013). The intrinsic error of a stereolithographic surgical template in implant guided surgery. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 42 (2), 264–275. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22789635/>
15. Седов, Ю. Г., Аванесов, А. М., Салеев, Р. А., Салеева, Г. Т., & Ярулина, З. И. (2021). Классификация вариантов применения хирургических направляющих шаблонов для дентальной имплантации. *Стоматология*, 100 (1), 84–88. <https://doi.org/10.17116/stomat202110001184>
16. Ивашенко, А. В., Яблоков, А. Е., Моисеев, М. Ю., Тлустенко, В. П., Нестеров, А. М., & Винник, С. В. (2021). Вариабельность использования направляющих шаблонов при проведении хирургического этапа дентальной имплантации. *Российская стоматология*, 14 (2), 3–4. <https://doi.org/10.17116/rossomat2021140213>
17. Жолудев, С. Е., & Нерсисян, П. М. (2017). Современные знания и клинические перспективы использования для позиционирования дентальных имплантатов хирургических шаблонов. Обзор литературы. *Проблемы стоматологии*, (4), 74–79. <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-znaniya-i-klinicheskie-perspektivy-ispolzovaniya-dlya-pozitsionirovaniya-dentalnyh-implantatov-hirurgicheskikh-shablonov>
18. Dementyeva, K. D., Ivashov, A. S., Nersisyan, P. M., Mandra, Y. V., & Khodko, V. V. (2021). Possibilities of navigation surgery in rehabilitation of dental patients (literature review). (in Russ.). https://elib.usma.ru/bitstream/usma/5598/1/USMU_Sbornik_statei_2021_2_157.pdf
19. Tahmaseb, A., Wismeijer, D., Coucke, W., & Derksen, W. (2014). Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 29 (Suppl), 25–42. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24660188/>
20. Lou, F., Rao, P., Zhang, M., Luo, S., Lu, S., & Xiao, J. (2021). Accuracy evaluation of partially guided and fully guided templates applied to implant surgery of anterior teeth: A randomized controlled trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 23 (1), 117–130. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33528110/>
21. Солдатова, Л. Н., & Музыка, Е. С. (2023). Практическое применение аддитивных технологий при ортодонтическом лечении. Клиническое наблюдение. *Вестник Авиценны*, 25 (4), 590–595. <https://cyberleninka.ru/article/n/prakticheskoe-primenenie-additivnyh-tekhnologiy-pri-ortodonticheskom-lechenii-klinicheskoe-nablyudenie>
22. Zhang, X., Wang, M., & Mo, A. (2021). An alternative method for immediate implant-supported restoration of anterior teeth assisted by fully guided templates: A clinical study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 126 (5), 636–645. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33008632/>
23. Liu, X., Fang, Z., Feng, J., Yang, S. F., & Ren, Y. P. (2023). Application of computer-aided design and 3D-printed template for accurate bone augmentation in the aesthetic region of anterior teeth. *BMC Oral Health*, 23 (1), 13. <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-023-02707-7>
24. Jain, S. D., Carrico, C. K., Bermanis, I., & Rehil, S. (2020). Intraosseous anesthesia using dynamic navigation technology. *Journal of endodontics*, 46 (12), 1894–1900. 1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32919987/>
25. Xia, J., Li, Y., Cai, D., Shi, X., Zhao, S., Jiang, Q., & Yang, X. (2018). Direct resin composite restoration of maxillary. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30236099/>
26. Chen, H., Jiang, N., Bi, R., Liu, Y., Li, Y., Zhao, W., & Zhu, S. (2022). Comparison of the accuracy of maxillary repositioning between using splints and templates in 2-jaw orthognathic surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 80 (8), 1331–1339. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35636471/>
27. Nitzan, D. W., Dolwick, M. F., & Martinez, G. A. (1991). Temporomandibular joint arthrocentesis: a simplified treatment for severe, limited mouth opening. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 49 (11), 1163–1167. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1941330/>
28. Şentürk, M. F., Yazıcı, T., & Gülşen, U. (2018). Techniques and modifications for TMJ arthrocentesis: A literature review. *CRANIO®*, 36 (5), 332–340. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28618972/>
29. Khallaf, M. G., Sidebottom, A. J., & Watson, J. (2019). Khallaf and Sidebottom Guiding Stent for Temporomandibular Joint Arthrocentesis: A New Era for Joint Space Puncturing Techniques (Registered Technical Note). *American Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 6 (1), 27–35. <https://www.semanticscholar.org/paper/Khallaf-and-Sidebottom-Guiding-Stent-for-Joint-A-Khallaf-Sidebottom/6d883438020891d84d0c56d265813b45517e9139>
30. Mahmoud, K., Galal, N., Ali, S., Gibaly, A., Elbehairy, M. S., & Mounir, M. (2020). Computer-guided arthrocentesis using patient-specific guides: A novel protocol for treatment of internal derangement of the temporomandibular joint. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 78 (3), 372–e1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31705867/>
31. Krause, M., Dörfler, H. M., Kruber, D., Hümpfner-Hierl, H., & Hierl, T. (2019). Template-based temporomandibular joint puncturing and access in minimally invasive TMJ surgery (MITMJS) — a technical note and first clinical results. *Head & Face Medicine*, 15, 1–6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30940211/>
32. Gocmen, G., Bayram, F., & Ozkan, Y. (2020). Arthrocentesis of temporomandibular joint with a tragus-supported guide: a technical note. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 58 (9), 1200–1202. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32819749/>
33. Казарян Г. Г., Бекреев В. В., Труфанов В. Д., Саркисян М. С., Чхикадзе Т. В., Джуманиязова Э. Д. Современные подходы для управляемого артроцентеза височно-нижнечелюстного сустава (обзор). — *Клиническая стоматология*. — 2023; 26 (2): 164–173. <https://kstorm.ru/ks/article/view/0106-22>
34. Иванов, С. Ю. Диагностика и лечение заболеваний височно-нижнечелюстного сустава: учебное пособие / Иванов С. Ю., Бекреев В. В. [и др.]. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. — 112 с. https://www.troykaonline.com/Diagnostika_i_lechenie_zabolevanii_visochno-nizhnecheliustnogo_sustava_uchebnoe_posobie_S_Iu_Ivanov_V_V_Bekreev_i_dr_Moskva_GEOTAR-Media_2021_112_s_il_636325.html?srsltid=AfmBOorGdt6zLaaI09GFZlnJq4UicXdPm76I9fNFwOhCmRl03JnXh_