



ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Отажоновна Хилола Илхомжон кизи

Акбаров Авзал Нигматуллаевич

Ташкентский Государственный Стоматологический Институт

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17233095>

Введение. Современная дентальная имплантология является одним из наиболее динамично развивающихся направлений стоматологии. Рост интереса к этой области связан с высокой эффективностью имплантационного лечения и возможностью достижения стабильных функциональных и эстетических результатов даже в сложных клинических ситуациях. Однако точность позиционирования имплантатов и минимизация хирургических и послеоперационных осложнений остаются актуальной задачей. Исторически дентальная имплантация базировалась на традиционных методах диагностики и планирования: панорамных рентгенограммах, клинических измерениях и визуальной оценке объема костной ткани. Такие подходы имели ряд ограничений: невозможность полноценной трёхмерной оценки анатомических структур, высокая вероятность ошибок в выборе длины и диаметра имплантата, риск повреждения нижнечелюстного канала или перфорации гайморовой пазухи. Появление конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), а также внедрение CAD/CAM-технологий и 3D-печати позволили перейти к принципиально новому уровню планирования. Навигационные хирургические шаблоны, основанные на цифровом моделировании челюстей, позволяют реализовать протезно-ориентированный подход, когда положение имплантата определяется исходя из будущей ортопедической конструкции.

Цель. Целью данного обзора является оценка возможностей и клинической эффективности применения компьютерного планирования и навигационных хирургических шаблонов при дентальной имплантации, а также анализ преимуществ и ограничений данных технологий в сравнении с традиционными методами.

Материалы и методы. Проведен анализ современных публикаций, посвящённых цифровому планированию дентальной имплантации. Рассматривались этапы обследования и подготовки пациента, включающие:

- клиническое обследование и оценку состояния полости рта;

- КЛКТ для получения трёхмерного изображения челюстей и оценки анатомически значимых структур (нижнечелюстной канал, гайморовы пазухи, носовая полость, корни соседних зубов);
- получение цифровых моделей челюстей (интраоральное сканирование или сканирование гипсовых моделей);
- интеграцию данных КЛКТ и сканирования в специализированное программное обеспечение (Exoplan, coDiagnostiX, NobelClinician, Blue Sky Plan и др.);
- виртуальное моделирование позиции имплантатов с учётом протезных требований и биомеханических факторов;
- изготовление хирургических шаблонов с применением CAD/CAM- и 3D-печати.

В обзор были включены данные о точности позиционирования имплантатов, травматичности хирургического вмешательства, длительности операции, а также об отдалённых клинических и эстетических результатах.

Результаты. Большинство авторов отмечают, что использование навигационных хирургических шаблонов позволяет значительно повысить точность установки имплантатов. По данным литературы, отклонение фактического положения имплантата от виртуального плана составляет не более 0,5 мм по линейным параметрам и не более 4° по угловым. Это обеспечивает высокую безопасность процедуры и снижает риск повреждения нижнечелюстного канала, гайморовой пазухи или соседних зубов. Навигационная имплантация характеризуется меньшей травматичностью по сравнению с традиционными методами. В ряде случаев возможно выполнение операций без разреза слизистой (flapless-техника), что приводит к снижению кровопотери, уменьшению выраженности болевого синдрома и отёка, а также к более быстрому восстановлению пациента. Кроме того, компьютерное планирование позволяет заранее определить оптимальное количество и расположение имплантатов, что особенно важно при полной адентии или множественных дефектах зубных рядов. Такой подход обеспечивает равномерное распределение жевательной нагрузки, улучшает стабильность ортопедической конструкции и повышает её долговечность. Эстетический результат также является значимым преимуществом цифровых технологий. Точная установка имплантатов с учётом будущего протеза

позволяет добиться гармоничного контура десны и высокой эстетики реставрации, что особенно важно в зоне фронтальных зубов.

Заключение. Несмотря на очевидные преимущества, навигационная имплантация имеет и определённые ограничения. Одним из них является высокая стоимость оборудования, программного обеспечения и расходных материалов для изготовления хирургических шаблонов. Дополнительным фактором является необходимость обучения специалистов работе с цифровыми технологиями и программами планирования. Некоторые исследования указывают, что при неправильной фиксации шаблона в полости рта точность установки имплантата может снижаться. Также отмечается, что при значительных дефектах костной ткани требуется предварительная костная аугментация, что удлиняет сроки лечения и повышает его стоимость. Перспективными направлениями развития являются интеграция цифровых технологий с искусственным интеллектом, что позволит автоматизировать этапы анализа данных и выбора оптимальной позиции имплантата, а также дальнейшее совершенствование 3D-печати, обеспечивающей высокую точность и биосовместимость хирургических шаблонов. Компьютерное планирование и навигационные хирургические шаблоны являются эффективными инструментами современной дентальной имплантологии. Их применение позволяет реализовать протезно-ориентированный подход, обеспечивает высокую точность установки имплантатов, снижает травматичность вмешательства и улучшает функциональные и эстетические результаты лечения. Несмотря на высокую стоимость и необходимость дополнительного обучения специалистов, цифровые технологии имеют значительный потенциал и в ближайшем будущем могут стать стандартом имплантационного лечения.

Ключевые слова: дентальная имплантация, компьютерное планирование, навигационные хирургические шаблоны, цифровые технологии, 3D-печать.

Источники литературы:

- 1.Апресян С.В. (2022). Комплексное цифровое планирование лечения с использованием дентальных имплантатов. // Дисс. ... д.м.н. – Москва, 2022.
- 2.Апресян С.В., Степанов А.Г., Варданян Б.А. (2021). Цифровой протокол комплексного планирования лечения с применением дентальных имплантатов. // Стоматология. – 2021. – Т. 100, №6.

3. Журнал РОС (2021). Технология разработки хирургического шаблона для дентальной имплантации. // Российская ортопедическая стоматология. – 2021. – №4..
4. Закаев Ч.Т., Гаджиева М.А., Курбанов С.Х. (2023). Компьютерная навигация в хирургии дентальной имплантации: обзор и перспективы. // Клиническая стоматология. – 2023. – №2.
5. Канукова Л.С. (2024). Интеграция цифровых технологий в ортопедической стоматологии. // Современные проблемы науки и образования. – 2024. – №7.
6. Мамедов С.К., Иванов П.А., Орлов Е.В. (2023). Экспериментальное обоснование применения навигационных хирургических шаблонов. // Клиническая стоматология. – 2023. – №4.
7. Мельников Ю.А., Жолудев С.Е. (2022). Преимущества и недостатки навигационной хирургии при дентальной имплантации. // Проблемы стоматологии. – 2022. – Т. 18, №1.
8. Мельников Ю.А., Киселева Н.В., Сорокин Д.А. (2020). Навигационная хирургия в дентальной имплантологии: инструменты и методики. // Учёные записки УГМУ. – 2020. – Т. 29, №2.
9. Шулико Д.И., Сорокина А.П., Федоров И.В. (2022). Деятельность врача-ортопеда при имплантации с применением хирургического шаблона. // Современная стоматология. – 2022. – Т. 9, №3.
10. Ahmaseb A., Wismeijer D., Coucke W., Derksen W. (2018). The accuracy of static computer-aided implant surgery: a systematic review and meta-analysis of clinical studies. // Clinical Oral Implants Research. – 2018. – Т. 29, №Suppl 16.
11. Derksen W., Wismeijer D., Ren Y., Verhamme L.M. (2019). Accuracy of guided implant placement with tooth-supported templates. // Journal of Dentistry. – 2019.
12. Donos N., Mardas N., Buser D., Chen S. (2021). Impact of timing of implant placement and loading: EAO Consensus Conference Group 1. // Clinical Oral Implants Research. – 2021.
13. Khaohoen A., Yodsuwan R., Sirimaharaj V. (2024). Accuracy of static, dynamic and robotic CAIS: systematic review. // BMC Oral Health. – 2024.
14. Kühl S., Zürcher S., Filippi A., Payer M. (2015). Accuracy of computer-guided template-based implant placement: prospective study. // Clinical Oral Implants Research. – 2015.
15. Marquez Bautista N., Meniz-García C., López-Carriches C., Sánchez-Labrador L., Cortés-Bretón Brinkmann J., Madrigal Martínez-Pereda C. (2024). Accuracy of

different systems of guided implant surgery and methods for quantification: a systematic review. // Applied Sciences. – 2024.

16.Matvijenko K., Morimoto Y., Becker J. (2025). Comparison of dynamic navigation systems for dental implant placement. // Journal of Dentistry. –2025.

17.Nagata K., Warita H., Komatsu S. (2021). Accuracy of guided surgery with intraoral scanner vs conventional impression. // International Journal of Implant Dentistry. – 2021.

18.Pellegrino G., Taraschi V., Andrea P., Ferri A. (2021). Dynamic navigation in implant dentistry: systematic review and meta-analysis. // International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. – 2021.

19.Sankar H., Alqarni A., Zhang Y. (2025). Robot-assisted dental implant surgery: systematic review and meta-analysis. // Heliyon. – 2025.

20.Sanz M., Cecchinato D., Ferrus J., Pjetursson B.E. (2021). Soft tissue management at implant sites. // Clinical Oral Implants Research. – 2021.

21.Shi Y., Wang J.K., Ma C., Shen J., Dong X., Lin D. et al. (2023). A systematic review of the accuracy of digital surgical guides for dental implantation: influence of support types, manufacturing methods and design. // International Journal of Implant Dentistry. – 2023.

22.Singthong W., Khamfoo T., Choowattana S. (2024). Accuracy of guided implant surgery in posterior maxilla: randomized trial. // Journal of Dentistry. – 2024.

23.Werny J.G., Stübinger S., Kleinheinz J. (2025). Freehand versus computer-aided implant surgery: systematic review. // BMC Oral Health. – 2025.

24.Wismeijer D., Joda T., Degidi M., Wittneben J.G., Wennerberg A. (2018). Group 5 ITI Consensus Report: Digital technologies. // Clinical Oral Implants Research. – 2018.

25.Xu Z., Wang F., Huang X. (2024). Accuracy of dental implant placement using different guidance modalities. // NPJ Digital Medicine. – 2024.

26.Younis H., Abdelrahman A., Chang Y., et al. (2024). Accuracy of dynamic navigation compared to static surgical guides and freehand placement in dental implant surgery: prospective clinical study. // Head & Face Medicine. – 2024.

27.Yu X., Zhou X., Wu Y., Li J. (2023). Accuracy of dynamic navigation for dental implant placement: systematic review. // Journal of Dentistry. – 2023.