

УДК 616.36: 616-08-035

ПРОТЕТИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОЕ ВИРТУАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТОЛОГИИ

¹Мельников Ю. А., ²Жолудев С. Е.

¹ АНО Объединение «Стоматология», филиал № 6;

² ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения России,
кафедра ортопедической стоматологии и стоматологии общей практики,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Введение. Развитие цифровых технологий в стоматологии привело к широкому внедрению виртуального планирования дентальной имплантации, основанного на данных конусно-лучевой компьютерной томографии и цифрового протетического сет-апа. Протетически ориентированный подход позволяет повысить точность позиционирования имплантатов и прогнозируемость результатов ортопедического лечения.

Цель работы — проанализировать возможности и ограничения современных программных систем виртуального планирования дентальной имплантации с акцентом на протетический сет-ап и интеграцию анатомических данных.

Объекты и методы. Проведен обзор современных программных комплексов виртуального планирования дентальной имплантации на основе анализа научных публикаций. Оценивали инструменты виртуального протетического сет-апа, визуализации анатомических структур, возможности позиционирования дентальных имплантатов, поддержку виртуальной артикуляции и интеграция с CAD/CAM-системами.

Результаты. Установлено, что большинство программных систем обеспечивают визуализацию имплантатов в мультипланарных и трехмерных реконструкциях, а также позволяют учитывать ключевые анатомические ограничения. Вместе с тем возможности индивидуализации протетического сет-апа ограничены по сравнению с полнофункциональными CAD-системами. Виртуальная артикуляция и моделирование индивидуальных абатментов реализованы только в отдельных программных решениях.

Заключение. Современные системы виртуального планирования имплантации обеспечивают условия для протетически ориентированного размещения дентальных имплантатов, однако требуют дальнейшего развития в части интеграции протетического и хирургического этапов, а также расширения арсенала инструментов для виртуального моделирования.

Ключевые слова: цифровая имплантология; виртуальное планирование; протетический сет-ап; CAD/CAM; навигационная имплантация.

PROSTHETICALLY DRIVEN VIRTUAL PLANNING IN DENTAL IMPLANTOLOGY

¹*Melnikov Yu. A.*, ²*Zholudev S. E.*

¹ ANO Association “Dentistry”, branch N 6;

² Ural State Medical University, Department of Orthopedic Dentistry and General Practice Dentistry, Ekaterinburg, Russian Federation

Introduction. The development of digital technologies in dentistry has led to the widespread introduction of virtual dental implantation planning based on cone beam computed tomography and digital prosthetic set-up. The prosthetically oriented approach makes it possible to increase the accuracy of implant positioning and the predictability of orthopedic treatment results.

The aim of the work is to analyze the possibilities and limitations of modern software systems for virtual dental implantation planning with an emphasis on prosthetic set-up and integration of anatomical data.

Objects and methods. A review of modern software systems for virtual dental implantation planning based on the analysis of scientific publications has been conducted. The tools of the virtual prosthetic set-up, visualization of anatomical structures, positioning capabilities of dental implants, support for virtual articulation and integration with CAD/CAM systems were evaluated.

Results. It has been established that most software systems provide visualization of implants in multiplanar and three-dimensional reconstructions, and also allow taking into account key anatomical limitations. However, the possibilities of customizing a prosthetic set-up are limited compared to full-featured CAD systems. Virtual articulation and modeling of individual abutments are implemented only in individual software solutions.

Conclusion. Modern virtual implantation planning systems provide conditions for the prosthetically oriented placement of dental implants, however, they require further development in terms of integrating the prosthetic and surgical stages, as well as expanding the arsenal of tools for virtual modeling.

Keywords: digital implantology; virtual planning; prosthetic set-up; CAD/CAM; navigation implantation.

Введение. Цифровая дентальная имплантация в последние годы стала неотъемлемой частью современной стоматологической практики. Основной задачей цифрового планирования является достижение оптимального положения имплантата с учетом будущей ортопедической конструкции, анатомических ограничений и функциональных требований [1].

В цифровом рабочем процессе ключевую роль играет этап виртуального протетического планирования и последующего виртуального планирования имплантации, поскольку именно на нем формируются предпосылки для долговременной стабильности имплантат-поддерживаемых реставраций, адекватного распределения жевательной нагрузки и прогнозируемого эстетического результата [2, 3].

Цель работы — проанализировать возможности и ограничения современных программных систем виртуального планирования дентальной имплантации с акцентом на протетический сет-ап и интеграцию анатомических данных.

Объекты и методы. Работа выполнена в форме аналитического обзора современных публикаций, посвященных цифровой имплантологии и виртуальному планированию дентальной имплантации. Оценивали функциональные возможности программных комплексов, применяемых для цифрового протетического сет-апа, виртуального позиционирования дентальных имплантатов и интеграции протетического и хирургического этапов лечения [2, 3, 4].

Результаты. Протетически ориентированное планирование дентальной имплантации определяется не только объемом и качеством костной ткани, но прежде всего параметрами планируемой ортопедической конструкции. К ключевым протетическим факторам относятся форма коронки, профиль прорезывания, окклюзионные и проксимальные контакты, а также взаимоотношение реставрации с мягкими тканями [1]. Игнорирование данных показателей может приводить к функциональным перегрузкам, эстетическим компромиссам и осложнениям в отдаленные сроки.

Цифровой протетический сет-ап позволяет сократить число промежуточных этапов и выполнить моделирование будущей реставрации непосредственно в программной среде. Использование виртуальных библиотек стандартных зубов, инструментов масштабирования и позиционирования, а также интеграция с CAD-системами обеспечивают более точное и воспроизводимое планирование [2, 3]. В ряде программных решений доступны функции зеркального копирования зубов с контралатеральной стороны челюсти.

Виртуальное планирование имплантации основано на анализе трехмерных данных конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), что позволяет объективно оценить объем и конфигурацию костной ткани, а также расположение анатомически значимых структур [5]. Программные комплексы обеспечивают визуализацию дентальных имплантатов в мультипланарных срезах и трехмерных реконструкциях, что позволяет точно позиционировать их относительно планируемой ортопедической конструкции [2, 3].

Ключевым преимуществом цифрового подхода является интеграция протетического сет-апа и хирургического планирования в едином цифровом рабочем процессе, что обеспечивает перенос виртуально запланированного положения имплантата в клиническую практику с использованием CAD/CAM-изготовленных хирургических шаблонов [3] (рис. 1).

Заключение. Современные системы виртуального планирования дентальной имплантации обеспечивают надежную визуализацию анатомических структур и создают условия для протетически ориентированного размещения имплантатов. Вместе с тем их функциональные возможности в части индивидуализации протетического сет-апа и ортопедических компонентов остаются ограниченными по сравнению со специализированными CAD-системами.

Перспективы дальнейшего развития цифровой имплантологии связаны с углубленной интеграцией протетического и хирургического этапов, расширением арсенала инструментов для виртуального моделирования и совершенствованием виртуальной артикуляции.



Рис. 1. Виртуальное планирование, установка дентального имплантата и изготовление коронки зуба 2.2

ЛИТЕРАТУРА

1. *Prosthetic considerations in implant-supported prosthesis: a review of literature* / M. S. Gowd [et al.] // J. Int. Soc. of Prev. and Community Dent. – 2017. – Vol. 7, Suppl 1. – S1–S7. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_149_17.
2. *Digital implantology — a review of virtual planning software for guided implant surgery. Part II: Prosthetic set-up and virtual implant planning* / T. Flügge [et al.] // BMC Oral Health. – 2022. – Vol. 22, N 1. – P. 23. doi: 10.1186/s12903-022-02057-w.
3. *Digital implant planning and guided implant surgery: workflow and reliability* / O. Schubert [et al.] // Br. Dent. J. – 2019. – Vol. 226, N 2. – P. 101–108. doi: 10.1038/s.j.bdj.2019.44.
4. *Al Yafi, F. Is digital guided implant surgery accurate and reliable?* / F. Al Yafi, B. Camenisch, M. Al-Sabbagh // Dent. Clin. of North Am. – 2019. – Vol. 63, N 3. – P. 381–397. doi: 10.1016/j.cden.2019.02.006.
5. *Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use* / R. Jacobs [et al.] // BMC Oral Health. – 2018. – Vol. 18, N 1. – P. 88. doi: 10.1186/s12903-018-0523-5.

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
КОМИТЕТ ПО ЗДРАВООХРАНЕНИЮ МИНГОРИСПОЛКОМА
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ХИРУРГИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ
ОО «АССОЦИАЦИЯ ОРАЛЬНЫХ И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВЫХ ХИРУРГОВ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВОПРОСЫ
ХИРУРГИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ
И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ХИРУРГИИ, ИННОВАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЕ РЕШЕНИЯ**

Материалы юбилейного X Национального конгресса
с международным участием «Паринские чтения 2026»

(Минск, 7–8 мая 2026 года)



Минск БГМУ 2026

ISBN 978-985-21-2235-1

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2026