

УДК: 616.314-089.843:616-073.75

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D-ПЛАНИРОВАНИЯ И ХИРУРГИЧЕСКИХ ШАБЛОНОВ В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ИМПЛАНТОЛОГИИ

Акопян Г.В.^{1*}, Акопян Д.А.¹, Хачатрян Г.А.², Матевосян Д.В.¹, Сейранян В.В.¹, Арутюнян А.Э.¹

¹ ЕГМУ, Кафедра челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии

² ЕГМУ, Центр профессионального и непрерывного образования

Получена: 08.02.2022, рецензирована: 11.04.2022, принята: 19.04.2022.

Ключевые слова: зубные имплантаты, хирургические шаблоны, 3D-моделирование.

Использование дентальных имплантатов увеличивает функциональную эффективность ортопедического лечения у пациентов с различными формами потери зубов [6, 8, 14, 17-19]. Один из важных факторов, предопределяющих эффективность дентальной имплантации – это правильное положение имплантата по плану протезирования. Правильное размещение имплантата обуславливает благоприятные эстетические и протезные результаты, а также обеспечивает оптимальную ось нагрузки на имплантат [22].

Даже небольшие отклонения от оси установки имплантата вызывают трудности при протезировании, в то время как правильная ось имплантата уменьшает биомеханические осложнения и вероятность отказа имплантата.

Часто неправильное позиционирование имплантата приводит к резорбции периимплантной маргинальной кости [1, 9]. Для оценки качества и количества кости, для профилактики осложнений и повреждений важных анатомических структур первостепенное значение имеет адекватный хирургический диагноз. Применение компьютерной томографии (КТ) определило большой прогресс в предоперационном планировании дентальной имплантации, поскольку КТ предоставляет трехмерные данные об анатомии челюсти, более полные данные о качестве и количестве кости, об анатомических ограничениях, позволяет точно рассчитать анатомо-топографические параметры. Используя различные программы [3, 11, 13, 16] можно также виртуально запланировать положение имплантатов.

Тенденции дентальной имплантологии изменились с использованием хирургических шаблонов. При планировании дентальной имплантации КТ, 3D-компьютерное моделирование и хирургические шаблоны могут существенно снизить риск осложнений и повысить эффективность лечения [20]. Так как препарирование костного ложа осуществляется через металлические цилиндры, помещенные в шаблоне, то это обеспечивает правильное направление и необходимую глубину костного ложа, выдерживая расстояние в 2 мм от анатомических структур. Преимущества управляемой имплантации по сравнению с классической имплантацией могут значительно расширить ее применение в повседневной клинической практике.

Цель исследования – оценить эффективность дентальной имплантации при использовании компьютерного 3D-моделирования и хирургических шаблонов.

Материалы и методы

В исследовании участвовали 148 пациентов с различными адентиями: 72 женщины и 76 мужчин в возрасте от 38 до 62 лет, которым за 2015-2021 годы была проведена ортопедическая реабилитация с использованием дентальных имплантатов. Все пациенты прошли комплексное клиническое, лабораторное и инструментальное исследование для диагностики и планирования лечения. КТ была использована для оценки объема и качества кости, 3D-компьютерное моделирование и хирургические шаблоны – для планирования операции. Для проведения сравнительного анализа результатов лечения были сформированы две группы: группу А составили 75 пациентов, хирургическое вмешательство которым было проведено с использованием хирургических шаблонов, группу Б составили 73 пациента, которым хирургическое вмешательство провели без использования хирургических шаблонов. Всего было установлено 583 имплантата. На этапах диагностики и планирования операции пациентам группы А провели сканирование альвеолярной кости, которое было загружено в програму 3 Shape Studio.

* АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

Г.В. Акопян

ЕГМУ, Кафедра челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии

Адрес: РА, Ереван, 0025, ул. Корюна 2

Эл. почта: hakobyan_gv@rambler.ru

Тел.: (+374) 91 40 30 38

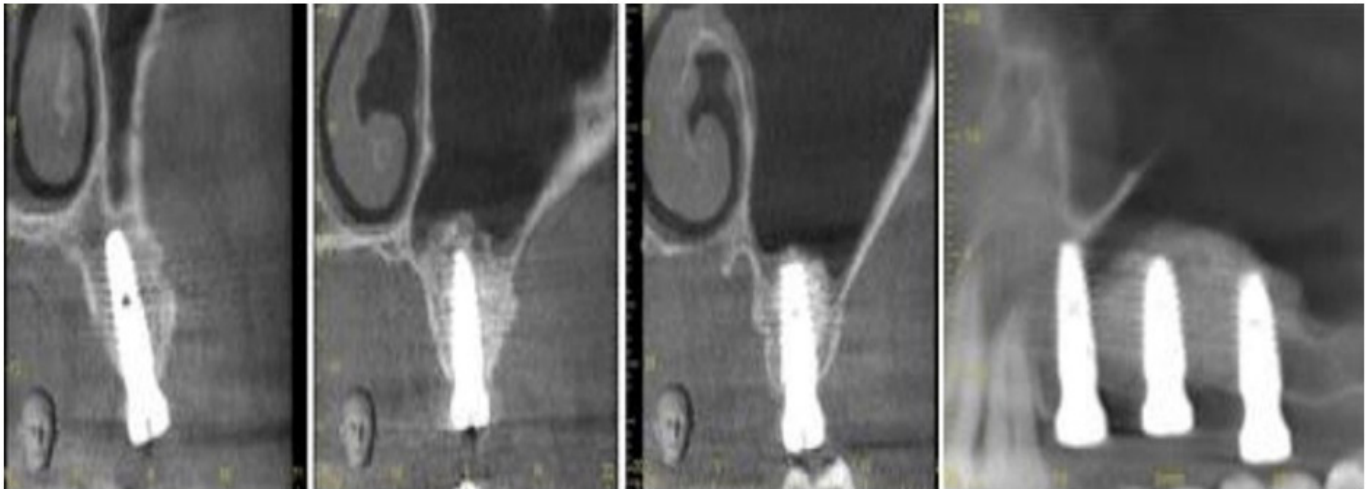


Рис. 4 Послеоперационное контрольное КТ (после имплантации)

Этапы протезирования начинали внутриворотным сканированием зоны имплантации. Файлы сканирования были загружены в ортопедический CAD (Computer-Aided Design), где виртуально выполнялась реставрация с учетом объема, формы окклюзионных зубов и антагонистов. Результаты исследования фиксировались непосредственно во время операции (интраоперационные осложнения, стабильность имплантата) и при ежегодных осмотрах (выживаемость имплантата). Клиническое обследование проводилось для оценки периимплантной ткани и стабильности имплантата. Послеоперационное изменение уровня маргинальной кости оценивали с помощью цифровой рентгенографии сразу после 2-го этапа (базовый уровень для сравнения), затем через 3 месяца после установки имплантата, далее через 1 и 3 года после установки имплантата в условиях функциональной нагрузки на имплантат. Пациенты регулярно проходили клинический и радиационный мониторинг.

Статистика проводилась с использованием программы SPSS (SPSS Software Company, Чикаго, Иллинойс, США), значения $p < 0,05$ расценивались статистически значимыми.

Результаты и их обсуждение

У пациентов группы А во время операции или сразу после нее осложнений (ошибок положения, наклона и глубины имплантатов) не наблюдалось. У пациентов же группы Б зафиксированы следующие интраоперационные осложнения: перфорации мембраны синуса

(4), ошибки в положении имплантатов (16), в наклоне имплантатов (18), фенестрации (12) (табл. 1).

Таблица 1

Интраоперационные осложнения у пациентов группы А и Б

Интраоперационные осложнения	Пациенты группы А	Пациенты группы Б
Перфорация мембраны синуса	0	4
Ошибки в положении имплантатов	0	16
Наклон имплантата	0	18
Фенестрации	0	12

У пациентов группы А ($n=72$) среднее значение потери маргинальной кости (MBL) до нагрузки на имплантат составило $0,47 \pm 0,23$ мм, через 3 года после установки имплантатов – $1,23 \pm 0,34$ мм; у пациентов группы Б ($n=76$) среднее значение MBL до нагрузки на имплантат было $0,51 \pm 0,28$ мм, а через 3 года – $1,45 \pm 0,61$ мм. Разница между средними значениями MBL через 3 года после установки имплантатов у пациентов группы А составила $0,76 \pm 0,28$ мм, а у пациентов группы Б – $0,94 \pm 0,31$ мм.

Таким образом, среднее значение MBL у пациентов в группе Б было значительно выше, чем у пациентов группы А ($p < 0,05$).

Таблица 2

Средние значения MBL у пациентов группы А и Б

Время после имплантации	Пациенты группы А	Пациенты группы Б
До нагрузки на имплантат	0,47±0,23 мм	0,51±0,28 мм
Через 3 года после имплантации	1,23±0,34 мм	1,45±0,61 мм
Разница между средними значениями MBL	0,76±0,28 мм	0,94±0,31 мм

У пациентов группы А длительность хирургической процедуры от анестезии до установки заживляющего абатмента в среднем составила $10,6 \pm 2,9$ минут на имплант, а у пациентов группы Б – $16,4 \pm 1,5$ минут на имплант. Через 3 года выживаемость имплантатов у пациентов группы А составила 97,6%, а у пациентов группы Б – 96,8%.

Для эффективной имплантационной реабилитации выдвигаются определенные требования: анатомические, функциональные и эстетические. Современные тенденции дентальной имплантологии ведут в направлении развития минимально инвазивных процедур с уменьшением длительности хирургического вмешательства, сокращением сроков заживления и количества послеоперационных осложнений [7]. 3D-методы цифровой визуализации весьма популярны, учитывая возможность достижения предсказуемых и точных результатов.

Для успешной дентальной имплантации необходимо использовать специально разработанную компьютерную программу, виртуальное планирование положения имплантата и затем перевести ее на хирургическую процедуру. Хирургический направляющий шаблон повышает точность положения имплантата в зоне операции с учетом эстетики, биомеханических и функциональных требований [5, 12, 21], обуславливает безопасность, эффективную управляемость, точность хирургического вмешательства, что крайне необходимо, поскольку имплантаты вставляются вблизи жизненно важных анатомических структур.

На сегодняшний день в специализированной литературе представлено достаточно исследований относительно надежности и точности метода полностью контролируемой имплантации. Тем не менее на практике, при применении этой техники возможны отклонения между планированием и фактическим положением имплантата, обуславливаемые различными факторами: томографическим сканированием, переводением



Рис. 5 Металлокерамический протез верхней челюсти, интраоральный вид

данных планирования, производством и неадекватной стабильностью хирургического шаблона, сверлением, установкой имплантата [10]. В результате отклонения позиций между этапами планирования и хирургическим вмешательством, возможны образование фенестраций, повреждение анатомических структур, таких как мембранный синус, нижний альвеолярный нерв. Залогом точности установки имплантата является избегание, недопущение ошибок, возникающих в процессе всей лечебной процедуры.

Общий протокол 3D-хирургии содержит следующие шаги:

- ◆ получение трехмерной виртуальной модели челюстно-лицевой области;
- ◆ планирование виртуального размещения имплантата;
- ◆ виртуальное планирование хирургического шаблона;
- ◆ изготовление хирургического шаблона на 3D-принтере.

При операциях дентальной имплантации 3D-направляющие шаблоны особенно востребованы в ситуациях, когда нужны параллельные имплантаты, где степень точности критична для протезирования. Хирургические шаблоны, смоделированные с помощью компьютерной программы 3D обеспечивают установку имплантата с заданной осью, поддерживая необходимое расстояние имплантата от анатомических структур, обеспечивают параллельность имплантата и облегчают правильную установку имплантатов, при этом операция выполняется с минимальным повре-

ждением тканей и развитием дальнейших осложнений.

В представленной работе анализ ближайших и отдаленных результатов показывает, что использование хирургического шаблона снижает такие риски и осложнения, как повреждение нижнечелюстного нерва, перфорации мембраны синуса, фенестрации, при этом повышается и эффективность имплантационного лечения. Использование направляющих шаблонов позволяет установить имплантаты в наиболее оптимальном положении для дальнейшего протезирования, контролировать положение, глубину и наклон имплантата. Операции имплантации на основе 3D-планированных направляющих шаблонов позволяют избежать процедуры по наращиванию костной ткани за счет оптимизации использования существующей костной ткани челюсти. Шаблон позволяет проводить операции в условиях сохранной надкостницы, регионарной микроциркуляции, с минимальными кровопотерями, отеками. В процессе хирургического вмешательства

по методу контролируемой имплантации пациенты испытывают менее интенсивную и, при этом, что немаловажно, кратковременную боль, поскольку уменьшается длительность хирургического вмешательства по сравнению с обычным размещением имплантата без шаблона. Минимальная травматизация тканей в свою очередь предотвращает развитие интра- и послеоперационных осложнений: кровотечений, отеков, постоперационного болевого синдрома.

Заключение

Метод 3D-моделирования и контролируемое позиционирование имплантата позволяет осуществить хирургический доступ с минимальной травматизацией тканей, сократить длительность лечения и развитие послеоперационных осложнений. Эта методика требует высокой квалификации специалистов, обладающих достаточным опытом в области дентальной имплантологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Al-Juboori M.J., A. Rahman S., Hassan A., Bin Ismail I.H., Tawfiq O.F. What is the effect of initial implant position on the crestal bone level in flap and flapless technique during healing period? *J Periodontal Implant Sci.*, 2013;43(4):153-9
2. Bornstein M.M., Scarfe W.C., Vaughn V.M., Jacobs R. Cone beam computed tomography in implant dentistry: A systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 2014;29:55-77
3. De' Almeida E.O., Pellizzer E.P., Goiatto M.C., Margonar R., Rocha E.P., Freitas Jr. A.C., Anchieta R.B. Computerguided surgery in implantology: review of basic concepts. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 2010;21(6):1917-21.
4. D'haese J., Van De Velde T., Komiyama A., Hultin M., De Bruyn H. Accuracy and complications using computer-designed stereolithographic surgical guides for oral rehabilitation by means of dental implants: a review of the literature. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.*, 2012;14(3):321-35
5. Farley N.E., Kennedy K., McGlumphy E.A., Clelland N.L. Split-mouth comparison of the accuracy of computer-generated and conventional surgical guides. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 2013;28(2)
6. Froum S.J. Dental implant complications: etiology, prevention, and treatment. John Wiley & Sons; 2015
7. Gaggl A., Schultes G., K rcher H. Navigational precision of drilling tools preventing damage to the mandibular canal. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, 2001;29(5):271-5
8. Garg A.K. Complications associated with implant surgical procedures part 1: prevention. *Dental implantology update*, 2004;15(4):25-32
9. Hakobyan G. et al. Clinical Effectiveness of Guided Implant Surgery, *The Journal of Implant & Advanced Clinical Dentistry* vol.2019; 11;(2):6-1
10. Hakobyan G. New Trends Oral and Maxillofacial Surgery Past Two Decades. *J. Surg. Curr. Trend Innov.*: 006. Received. 2020;13
11. Hatcher D.C., Dial C., Mayorga C. Cone beam CT for pre-surgical assessment of implant sites. *J. Calif. Dent. Assoc.*, 2003 ;31(11):825-33
12. Holst S., Blatz M.B., Eitner S. Precision for computer-guided implant placement: using 3D planning software and fixed intraoral reference points. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2007;65(3):393-9
13. Kola M.Z. et al. Surgical templates for dental implant positioning; current knowledge and clinical perspectives. *Niger J. Surg.*, 2015;21(1):1-5
14. Misch K., Wang H.L. Implant surgery complications: etiology and treatment. *Implant Dent.*, 2008;17(2):159- 68
15. Ramaglia L., Toti P., Sbordone C., Guidetti F., Martuscelli R., Sbordone L. Implant angulation: 2-year retrospective analysis on the influence of dental implant angle insertion on marginal bone resorption in maxillary and mandibular osseous onlay grafts. *Clinical Oral Investigations*, 2015;19(4):769-79.
16. Ramasamy M., Giri R.R., Subramonian K., Narendrakumar R. Implant surgical guides: From the past to the present. *J. Pharm. Bioallied. Sci.*, 2013;5(Suppl 1):S98.
17. Scarano A., Sinjari B., Murmura G., Lorusso F. Neurosensory disturbance of the inferior alveolar nerve after 3025 implant placements. *Implant. Dent.*, 2017;26(5):735-43
18. Shavit I., Juodzbaly G. Inferior alveolar nerve injuries following implant placement-importance of early diagnosis and treatment: a systematic review. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 2014;5(4)
19. Truab D. Surgical complications related to implant surgery. *N M Dent.*, 1997;48(1):16
20. Van Assche N., Vercrijssen M., Coucke W., Teughels W., Jacobs R., Quirynen M. Accuracy of computer- aided implant placement. *Clin. Oral Implants Res.*, 2012;23:112-23
21. Vercrijssen M., Laleman I., Jacobs R., Quirynen M. Computer-supported implant planning and guided surgery: a narrative review. *Clin. Oral Implants Res.*, 2015;26:69-76
22. Widmann G., Bale R.J. Accuracy in computer-aided implant surgery--a review. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 2006;21(2)

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

3D ՊԼԱՆԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՎ ՎԻՐԱԲՈՒԺԱԿԱՆ ՇԱՐԼՈՆՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ԱՏՈՄԱՏՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԻՄՊԼԱՆՏՈԼՈԳԻԱՅՈՒՄ

Հակոբյան Գ.Վ.¹, Հակոբյան Դ.Ա.¹, Խաչատրյան Գ.Ա.², Մաթևոսյան Դ.Վ.¹, Սեյրանյան Վ.Վ.¹, Հարությունյան Ա.Է.¹

¹ ԵՊԲՀ, դիմաձևատային վիրաբուժության և վիրաբուժական ստոմատոլոգիայի ամբիոն

² ԵՊԲՀ, մասնագիտական և շարունակական կրթության կենտրոն

Բանալի բառեր՝ *ինպլանտ, վիրաբուժական շաբլոն, 3D պլանավորում:*

Նպատակը: Գնահատել իմպլանտների բուժման արդյունավետությունը՝ օգտագործելով 3D համակարգչային մոդելավորում և վիրաբուժական շաբլոններ:

Նյութերը և մեթոդները: Ուսումնասիրությունը ներառել է 148 հիվանդի, որոնք 2015-2021թթ. ստոմատոլոգիական իմպլանտների կիրառմամբ ենթարկվել են օրթոպեդիկ վերականգնման: Բուժումը պլանավորելու համար օգտագործվել են 3D համակարգչային մոդելավորում և վիրաբուժական շաբլոններ: Բուժման արդյունքների համեմատական վերլուծություն իրականացնելու համար հիվանդները բաժանվել են երկու խմբի՝ Ա խումբ (ներառյալ 72 հիվանդ, վիրաբուժական միջամտությունը կատարվել է վիրաբուժական շաբլոնների կիրառմամբ), Բ խումբ (ներառյալ 76 հիվանդ, վիրաբուժական միջամտությունը կատարվել է վիրաբուժական շաբլոնների կիրառմամբ):

Արդյունքները: Ա խմբի հիվանդների դեպքում չեն արձանագրվել ներվիրահատական կամ անմիջական հետվիրահատական բարդություններ (ինպլանտի դիրքի

սխալներ, թեթևություն): 3 տարի անց իմպլանտացիայի արդյունավետությունը կազմել է 96,2%: Բ խմբի հիվանդների դեպքում գրանցվել են ներվիրահատական բարդություններ՝ վերին ծնոտի թաղանթի պատռվածք՝ 4 դեպք, սխալներ իմպլանտների դիրքում՝ 16 դեպք, իմպլանտների թեթևություն՝ 18 դեպք, ֆենեստրացիա՝ 12 դեպք: Երեք տարի անց իմպլանտացիայի արդյունավետությունը կազմել է 97,6%: Հարիմպլանտային միջին ոսկրային կորուստը (MBL) Ա խմբի հիվանդների դեպքում զգալիորեն մեծ էր, քան Բ խմբի հիվանդների դեպքում ($p < 0,05$): Ա խմբի հիվանդների դեպքում անզգայացման պահից մինչև իմպլանտի տեղադրման վիրահատության միջին տևողությունը կազմել է $10,6 \pm 2,9$ րոպե մեկ իմպլանտի դեպքում, իսկ Բ խմբի հիվանդների դեպքում՝ միջինը $16,4 \pm 1,5$ րոպե մեկ իմպլանտի դեպքում:

Եզրակացություն: 3D մոդելավորման մեթոդը և վիրաբուժական շաբլոնի կիրառումն ապահովում են իմպլանտացիայի մեծ արդյունավետություն՝ նվազեցնելով իմպլանտների տեղադրման ժամանակահատվածը և բարդությունների քանակը:

SUMMARY

USE OF 3D PLANNING AND SURGICAL GUIDES IN ORAL IMPLANTOLOGY

Hakobyan G.V.¹, Hakobyan D.A.¹, Khachatryan G.A.², Matyosyan D.V.¹, Seyranyan V.V.¹, Harutyunyan A.E.¹

¹YSMU after M. Heratsi, Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Stomatology

²YSMU after M. Heratsi, Center for Professional and Continuing Education

Keywords: *dental implants, surgical guide, implants, surgical template, 3D planning.*

Purpose: To evaluate the effectiveness of implant treatment using computer 3D modeling and surgical guides.

Materials and Methods: The study included 148 patients, who underwent prosthodontics rehabilitation, using dental implants in 2015- 2021. 3D computer-aided modeling and surgical guides were used to plan the operation. To conduct a comparative analysis of the treatment results, two groups were formed: group A (included 72 patients, fully guided surgery), and group B (included 76 patients).

Results: In Group A intraoperative or immediate postoperative complications were recorded: (errors in the position, inclination), anatomical risk structures were invaded, 3 years later

producing a survival rate of 96.2%. In Group B, intraoperative complications were recorded: membrane perforation (4), errors in the position of the implants (16), inclination of the implants (18), fenestration (12), 3 years later producing a survival rate of 97.6%. Mean marginal bone loss (MBL) in patients of group A was significantly higher than in patients of group B ($p < 0.05$). In patients of Group A, the average surgical time from time of anesthesia to the placement of the healing abutment was 10.6 ± 2.9 min per implant, in patients of group B, the average surgical time was 16.4 ± 1.5 min per implant.

Conclusion: The 3D modeling method and the controlled positioning of the implant allows surgical access with the minimal trauma, reducing treatment time and complications.