DOI 10.29254/2077-4214-2019-3-152-257-260
УДК 616.314-071

Калашніков Д. В., Король Д. М., Тончева К. Д., Кіндій Д. Д., Зубченко С. Г.

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ 3-D МОДЕЛЮВАННЯ В СТОМАТОЛОГІЇ

Українська медична стоматологічна академія (м. Полтава)
tonchysik@gmail.com

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Дана робота є фрагментом комплексної ініціативної теми кафедри пропедевтики ортопедичної стоматології Української медичної стоматологічної академії: «Нові підходи до діагностики та лікування вторинної адентії, ураження тканин пародонту та скронево-нижньощелепного суглобу у дорослих» (№ державної реєстрації 0117U000302, 2016-2021 рр.).

Вступ. Сучасну стоматологію не можливо представити без використання сучасних технологій, серед яких як методи дослідження так і методи лікування. До таких відносяться і 3-D технології. 3D-моделювання широко застосовується при імплантації, протезуванні зубів знімними та незнімними конструкціями, а також у щелепно-лицевій хірургії. Комп'ютерне моделювання дає можливість скоротити терміни протезування, а найголовніше – продемонструвати пацієнту як може змінитися його обличчя після маніпуляцій [1,2].

На сьогоднішній день у різних сферах медицини все частіше застосовують технологію тривимірного друку в різних ситуаціях планування і здійснення оперативного втручання. Практично будь-який людський орган може бути відтворений за допомогою 3D-друку у вигляді тривимірної моделі.

Стрімке зростання популярності 3D-друку підтверджує великий потенціал цієї технології і можливості її застосування в медицині, особливо у стоматології. Друкуються не тільки індивідуальні анатомічні моделі, а й індивідуальне медичне обладнання: імплантати, протези, апарати зовнішньої фіксації, шини, хірургічні пристрої та шаблони [3].

Вперше застосування тривимірних медичних зображень для відтворення фізичної моделі вперше було запропоновано у 1979 році, не зважаючи на те, що на той час ще не існувало систем 3D-друку, проте була присутня можливість субтрактивної обробки матеріалів, або фрезерування [4]. До появи 3D-принтерів основним способом виготовлення унікальних деталей була обробка заготовок на верстатах з числовим програмним управлінням. Процес виготовлення починався із заготівлі, якій поступово надавалася необхідна форма, але остаточне доведення деталі виконується вручну. Перша анатомічна модель, створена з використанням методів медичної візуалізації, була виготовлена в тому ж 1979 році: це була модель таза з полістиролу. В кінці 1980-х стали з'являтися комерційні зразки 3D-принтерів і все частіше стали використовуватися технології тривимірної візуалізації, що поклало початок розглядати питання про застосування 3D-друку в медицині.

Стереолітографія (Steriolithography Apparatus – SLA) – технологія, в якої керований комп'ютером промінь лазера застосовується для затвердіння рідкого полімеру або смоли, пошарово створюючи необхідну структуру. SLA стала першою доступною технологією 3D-друку, яка була застосована в біомедицині в 1994 році [4]. Ортопедична стоматологія, щелепно-лицева хірургія та ортопедична хірургія стали першими сферами медицини де розпочали використовувати дану технологію. Причина цього полягає в тому, що 3D-друк підходить для створення твердих предметів, а перші 3D-принтери друкували тільки твердими матеріалами.

Метою роботи є аналіз застосування 3-D моделювання у стоматологічній практиці.

Об'єкт і методи дослідження. Проаналізовані комп'ютерні методи дослідження та CAD/CAM-технології з огляду на широке впровадження у стоматологічну практику.

Результати дослідження та їх обговорення. Комп'ютерна томографія є найрозповсюдженішим методом діагностики на сучасному етапі розвитку медицини в цілому та стоматології зокрема. Вона дає можливість пошарово дослідити будь-який орган організму людини та отримати зображення шарів від 0,5 до 10 мм. Вони можуть бути площинними, або об'ємними – 2-D та 3-D відповідно.

Томографічне дослідження дає змогу отримати вичерпну інформацію про стан кісток та м'яких тканин щелепно-лицевої ділянки, а особливо, що є дуже суттєвою перевагою даного методу – деталізація скронево-нижньощелепного суглобу та верхньощелепних пазух [2].

Все це в свою чергу дозволяє:

- вивчити анатомічні особливості кісткової тканини та індивідуальні особливості м'яких тканин і зубів пацієнта незалежно від клінічної ситуації;
- змоделювати шаблони для якісної постановки дентальних імплантатів;
- зробити віртуальну установку імплантатів, вводячи розмір, товщину, кут нахилу і місце їх розташування;
- визначити кут нахилу зубів, які обмежують дефект зубного ряду;
- внутрішньо-ротове сканування опорних зубів замість зняття відбитка;
- детально вивчити та розрахувати шляхи введення та виведення бюгельних протезів різноманітної конфігурації;
- обговорити план лікування, необхідність залучення відповідних суміжних фахівців, узгодити форму майбутніх протезів;
- виготовити незнімні ортопедичні конструкції відповідно до оклюзійних вимог та анатомічних особливостей;
- виготовлення протеза за технологією CAD/CAM повністю без воскового моделювання;

• точність – комп'ютерна програма вловлює всі анатомічні особливості організму та створює ідентичне зображення;

• безпечність – тривимірна модель дозволяє розглянути зубощелепну ділянку під різними кутами, що, в свою чергу, сприяє правильному встановленню імплантів без пошкодження коренів здорових зубів, нервів, судин і гайморових пазух;

• якість – роботизоване обладнання виточує коронки, вініри та вкладки, що ідеально підходять для пацієнта і не спричиняють незручності;

• швидкість – виготовлення протезів механічним способом відбувається набагато швидше, ніж це робить зубний технік вручну;

• практичність – візуалізація зовнішнього вигляду зубів зводить до мінімуму естетичні проблеми, дозволяючи лікарю та пацієнту побачити результат, узгодити та внести правки при необхідності;

• виготовити бюгельні протези з детальним рельєфом, який відповідає анатомічним особливостям протезного ложа у пацієнта, що в свою чергу сприяє більш швидкій адаптації до нього;

• розрахувати переміщення, кути повороту і нахилу зубів в залежності від модуля зсуву кісткової тканини, координати і проекції прикладених сил, жувальний тиск різних ділянок знімного протеза, завдяки чому є можливість виготовити найбільш відповідну для пацієнта конфігурацію часткового або повного знімного протеза.

Застосування 3D-моделювання в стоматології дало можливість виготовляти високоточні коронки, вініри та вкладки, проводити повний оклюзійний аналіз для більш якісного виправлення прикусу, протезування та імплантації зубів.

За допомогою тривимірної візуалізації лікар може продемонструвати результат і за бажанням пацієнта внести необхідні корективи. Завдяки новим технологіям протези виготовлюються з максимальною точністю, тому не завдають ніякого дискомфорту з перших днів встановлення.

Відповідна програма показує модель зубозамінюючої конструкції до найменших деталей з урахуванням індивідуальних параметрів конкретного пацієнта. Це дає можливість стоматологу спланувати весь процес ортопедичного лікування для поліпшення функціональності й естетики порожнини рота.

В свою чергу комп'ютерне моделювання дає можливість зробити ортопедичні конструкції, які максимально відповідатимуть за формою та функціональними характеристиками природним зубам пацієнта, а також оцінити модель зубного протеза не тільки на етапі планування, але й у припасованому вигляді [5,6].

3D-друк дозволяє виготовлення направляючих для дентальних імплантатів, виробництво фізичних моделей для протезування, ортодонтії та хірургії, виготовлення зубних, краніо-максілло-фаціальних і ортопедичних імплантатів, а також виготовлення копій і каркасів для імплантатів і стоматологічних реставрацій [7-10].

Впровадження технології CAD/CAM у виробництво зубних протезів має кілька переваг процесу виготовлення, забезпечуючи високу точність фіксації знімного за рахунок можливості фрезерування блоків поліметилметакрилату, що усуває усадку акрилового базису протеза. Також спостерігається зниження пористості в порівнянні з традиційно обробленим протезом [11].

Незважаючи на значну зацікавленість стоматологами 3-D моделюванням та CAD/CAM, а також їх значними перевагами, комп'ютерні технології тільки поступово впроваджуються в стоматологічну практику, оскільки існують певні проблеми на цьому шляху [7,9,12]:

1) На даний час відсутні узагальнені дані про проведені клінічні та лабораторні дослідження.

2) Тільки зараз з'являється достовірна наукова література, що пов'язана з цифровими технологіями виготовлення знімних протезів.

3) Кожна частина каркаса як бюгельних протезів, так і часткових пластинчатих знімних протезів повинна бути виконана належним чином ще в процесі проектування. Враховуючи розмаїття частин і їх форм, тривимірне проектування таких протезів займає багато часу та складне у виконанні [9].

4) Наявність інтраорального сканера для отримання цифрових відбитків.

5) Необхідність використання програмного забезпечення для тривимірного проектування ортопедичних конструкцій [10].

6) Наявність або доступ до 3-D принтера, який має можливість друкувати різноманітними матеріалами, включаючи різні сплави металів та кераміку, а не тільки полімери.

7) Висока вартість обладнання.

Висновки. Незважаючи на низку недоліків комп'ютерні технології впроваджуються в практику сучасного лікаря-стоматолога. Вони сприяють можливості надання якісної кваліфікованої допомоги пацієнтам, не зважаючи на клінічну ситуацію.

Віртуальні технології в сучасній стоматології реалізуються завдяки цифровим методам дослідження, а саме комп'ютерної томографії органів та порожнин щелепно-лицевої ділянки. Застосування 3D-зображень є ефективним методом в плануванні ортопедичного лікування та дентальній імплантації.

CAD/CAM-технології спрямовані на анатомічну деталізацію та відповідність ортопедичної конструкції тканинам протезного ложа, незалежно від її конфігурації (незнімний, знімний).

Комп'ютерне моделювання буде корисне при роботі з пацієнтами, що мають виражений блювотний рефлекс, утруднене відкривання рота та для пацієнтів з мікростомією, оскільки дана технологія є альтернативою зняттю повного анатомічного відбитка і більш надійним методом для клініциста, що дозволяє йому фіксувати деталі твердого та м'якого піднебіння для виготовлення знімних протезів.

3D-моделювання сприяє правильному встановленню дентальних імплантатів за рахунок виготовлення відповідних шаблонів та знижує післяімплантаційні ризики.

Перспективи подальших досліджень. Значні успіхи цифрових технологій поступово призводять до більшої комерційної доступності їх, зменшення обсягу клінічних протоколів, тому очікується повсюдне використання цифрових технологій в стоматологічній практиці.

Таким чином очевидно, що застосування 3D-моделювання в стоматології відкриває широкі можливості та є перспективним напрямком для подальших наукових досліджень і практичних розробок.

Література

1. Astvatsatryan LE, Gazhva LE, Astvatsatryan SI. Sovremennyie aspektyi ispolzovaniya 3d-tehnologiy v izgotovlenii s'yomnyih zubnyih protezov. Sovremennyie problemyi nauki i obrazovaniya. 2017;5:194. [in Russian].
2. Nidzelskyi MYa, Davydenko HM, Tsvetkova NV, Sokolovska VM. Rol kompiuternykh tekhnolohii v suchasnii ortopedychnii stomatolohii. Eksperymentalna i klinichna medytsyna. 2013;4(61):161-4. [in Ukrainian].
3. Alberti C. Three-dimensional CT and structure models. The British Journal of Radiology. 1980;53(627):261-2.
4. Frame M, Huntley JS. Rapid Prototyping in Orthopaedic Surgery: A User's Guide. The Scientific World Journal. 2012 May 1;2012:1-7. DOI: 10.1100/2012/838575
5. Naumovich SS, Razorenov AN. Cad/cam sistemyi v stomatologii: sovremennoe sostoyanie i perspektivyi razvitiya. Sovremennaya stomatologiya. 2016;4(65):2-9. [in Russian].
6. Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V, Darwood A. 3D printing in dentistry. British Dental Journal. 2015;219(11):521-9.
7. Bidra AS, Taylor TD, Agar JR. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2013;109(6):361-6.
8. Junning Chen, Rohana Ahmad, Hanako Suenaga, Wei Li, Keiichi Sasaki, Michael Swain, et al. Shape Optimization for Additive Manufacturing of Removable Partial Dentures – A New Paradigm for Prosthetic CAD/CAM [Internet]. PLoS ONE. 2015;10(7):e0132552.
9. Alharbi N, Wismeijer D, Osman RB. Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? A Critical Review. The International Journal of Prosthodontics. 2017 September/October;30(5):474-84.
10. Rajaa MM, Farzaneh FF. Computer-Based Technologies in Dentistry: Types and Applications. Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences. 2016 Jun;13(3):215-22.
11. de Mendonça AF, Furtado de Mendonça M, White GS, Sara G, Littlefair D. Total CAD/CAM Supported Method for Manufacturing Removable Complete Dentures [Internet]. Case Reports in Dentistry. 2016;2016:1259581.
12. Wu J, Zhang Y, Li Y. Use of intraoral scanning and 3-dimensional printing in the fabrication of a removable partial denture for a patient with limited mouth opening. The Journal of the American Dental Association. 2017 May;148(5):338-41.

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ 3-D МОДЕЛЮВАННЯ В СТОМАТОЛОГІЇ

Калашніков Д. В., Король Д. М., Тончева К. Д., Кіндій Д. Д., Зубченко С. Г.

Резюме. Автори статті звертають увагу на використання сучасних цифрових технологій. 3D-моделювання широко застосовується при імплантації, протезуванні зубів знімними та незнімними конструкціями, а також у щелепно-лицевій хірургії.

Метою роботи є аналіз застосування 3-D моделювання у стоматологічній практиці.

Об'єкт і методи. Проаналізовані комп'ютерні методи дослідження та CAD/CAM-технології у стоматологічній практиці.

Результати. Автори звертають увагу на позитивні та негативні сторони 3-D моделювання. Комп'ютерна томографія є найрозповсюдженішим методом діагностики, що дає можливість пошарово дослідити будь-який орган організму людини та отримати зображення шарів від 0,5 до 10 мм.

Акцентується увага на тому, що томографічне дослідження дає змогу отримати вичерпну інформацію про стан щелепно-лицевої ділянки, а особливо, деталізацію скронево-нижньощелепного суглобу та верхньощелепних пазух.

Висновок. Незважаючи на низку недоліків CAD/CAM-технології реалізуються завдяки цифровим методам дослідження. Застосування 3D-зображень є ефективним методом в плануванні ортопедичного лікування та дентальній імплантації.

Ключові слова: CAD/CAM-технології, 3-D моделювання, стоматологія, протезування.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ 3-D МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТОМАТОЛОГИИ

Калашников Д. В., Король Д. М., Тончева Е. Д., Киндий Д. Д., Зубченко С. Г.

Резюме. Авторы статьи обращают внимание на использование современных цифровых технологий. 3D-моделирование широко применяется при имплантации, протезировании зубов съемными и несъемными конструкциями, а также в челюстно-лицевой хирургии.

Целью работы является анализ использования 3-D моделирования в стоматологической практике.

Объект и методы. Проанализированы компьютерные методы исследования и CAD/CAM-технологии в стоматологической практике.

Результаты. Авторы обращают внимание на положительные и отрицательные стороны 3-D моделирования. Компьютерная томография является наиболее распространенным методом диагностики, что позволяет послойно исследовать любой орган человеческого организма и получить изображение слоев от 0,5 до 10 мм.

Акцентируется внимание на том, что томографическое исследование позволяет получить исчерпывающую информацию о состоянии челюстно-лицевой области, а особенно, детализацию височно-нижнечелюстного сустава и верхнечелюстных пазух.

Вывод. Несмотря на ряд недостатков CAD/CAM-технологии реализуются благодаря цифровым методам исследования. Применение 3D-изображений является эффективным методом в планировании ортопедического лечения и дентальной имплантации.

Ключевые слова: CAD/CAM-технологии, 3-D моделирование, стоматология, протезирование.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF 3-D MODELING IN DENTISTS

Kalashnikov D. V., Korol D. M., Toncheva K. D., Kindiy D. D., Zubchenko S. G.

Abstract. Modern dentistry cannot be imagined without the use of modern technologies, including both research methods and treatment methods. These include 3-D technology. 3D modeling is widely used for implantation, dental prosthetics with removable and non-removable structures, as well as in maxillofacial surgery. Computer modeling makes it possible to reduce the time of prosthetics, and most importantly, to demonstrate to the patient how his face can change after manipulations.

The *aim* of the work is to analysis of the use of 3D technology in dental practice.

Object and methods. Analyzed computer research methods and CAD/CAM-technologies in dental practice.

Results. Computed tomography is the most common diagnostic method at the present stage of development of medicine in general and dentistry in particular. It provides an opportunity to study layers of any organ of the human body and obtain an image of layers from 0.5 to 10 mm. They can be planar, or bulk – 2-D and 3-D, respectively.

A tomographic study provides comprehensive information about the state of bones and soft tissues of the maxillofacial region, and especially, that the detailing of the temporomandibular joint and maxillary sinuses is a very significant advantage of this method.

In turn, computer modeling makes it possible to make orthopedic structures, to maximally match the patient's natural teeth in form and functional characteristics, as well as evaluate the model of a dental prosthesis not only at the planning stage, but also in the adjacent form.

3D printing allows the manufacture of guides for dental implants, the production of physical models for prosthetics, orthodontics and surgery, the manufacture of dental, cranio-maxillofacial and orthopedic implants, as well as the making of copies and skeletons for implants and dental restorations.

Despite significant interest by dentists in 3-D modeling and CAD/CAM, as well as their significant advantages, computer technologies are only gradually being introduced into dental practice, since there are certain problems along the way.

Conclusion. Despite a number of shortcomings, computer technologies are being introduced into the practice of a modern dentist. They contribute to the possibility of providing quality qualified patient care, despite the clinical situation.

Virtual technologies in modern dentistry are realized thanks to digital methods of research, namely computed tomography of organs and cavities of the maxillofacial area. The use of 3D images is an effective method in planning orthopedic treatment and dental implantation.

CAD/CAM technologies are aimed at anatomical detailing and compliance of the orthopedic construction with the tissues of the prosthetic bed, regardless of its configuration (fixed, removable).

Computer modeling will be useful when working with patients who have a pronounced gag reflex, difficulty opening the mouth and for patients with microstomy, since this technology is an alternative to removing the full anatomical impression and a more reliable method for the clinician, which allows him to fix the details of a hard and soft palate for making removable dentures.

3D modeling contributes to the proper installation of dental implants by making appropriate templates and reduces the risks of implantation after.

Key words: CAD/CAM-technology, 3-D modeling, dentistry, prosthetics.

Рецензент – проф. Ткаченко І. М.
Стаття надійшла 28.08.2019 року

DOI 10.29254/2077-4214-2019-3-152-260-263
УДК 616.65-006-07:616.428:616-005:616.381-072.1-089.168

Кошарний В. В., Пілін Є. В., Молчанов Р. М., Абдул-Огли Л. В., Дем'яненко І. А.

ВИКОРИСТАННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ РЕЧОВИН ДЛЯ ВИВЧЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО КРОВООБІГУ В НОРМІ ТА ПРИ ПАТОЛОГІЇ

ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України» (м. Дніпро)
kosha.v@ukr.net

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Дослідження проведені в рамках наукової теми кафедри хірургії № 1 «Розробка уніфікованих протоколів організації надання допомоги, діагностики та лікування захворювань органів черевної порожнини і позаочеревинного простору, що потребують хірургічного лікування та визначення ефективності сучасних методів інтраопераційної візуалізації кровообігу в тканинах оперованого органу» № державної реєстрації 0117U004786.

Вступ. Знання механізмів мікроциркуляції і особливостей регіонального кровотоку необхідно для розуміння процесів підтримки гомеостазу в умовах дії різних нервових і гуморальних факторів і, в разі необхідності, цілеспрямовано впливати на стан кровотоку в різних органах і системах.

Для передміхурової залози здорових чоловіків характерна переважна локалізація судин в центральній зоні і в латеральних відділах периферичної зони залози. Для передміхурової залози хворих на рак простати характерне значне переважання судин в пухлинному вогнищі в порівнянні з периферичної зоною простати. При цьому щільність судинного сплетення в пухлинному вогнищі при раку простати в середньому в 2 рази більше, ніж у вогнищі доброякісної гіперплазії. Відмінною особливістю судин пухлинного вогнища при раку простати є їх виражена звивистість.

При хронічному простатиті зменшується щільність судинного сплетення залози з одночасним збільшенням середнього діаметра судин. Про доброякісній гіперплазії візуалізуються судини в дорзальному відділі вогнища гіперплазії. При цьому відсутні відмінності щільності судинного сплетення в осередку гіперплазії і в периферійній зоні. При раку передміхурової залози виражена звивистість судин пухлини і їх розташування по всьому об'єму пухлини з переважанням на її периферії. При цьому щільність судинного сплетення пухлини значно перевищує щільність судинного сплетення в периферійній зоні.

Ракова пухлина будь-якої локалізації дає метастази в лімфовузли. Коли злоякісна пухлина росте і стає більш пухкою (починаючи з 2-ї стадії), її клітини вимиваються тканинної рідиною і потрапляють в лімфатичні капіляри. Звідти з лімфою по лімфатичних судинах направляються в найближчі лімфовузли. Такі вузли,