

СТОМАТОЛОГИЯ

STOMATOLOGY

УДК 613.31

DOI

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ FREE HAND МЕТОДА И НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

EXPERIMENTAL JUSTIFICATION OF THE OPPORTUNITIES OF FREE HAND METHOD AND NAVIGATION SYSTEM FOR DENTAL IMPLANTATION

Я.Э. Антонян**Y.E. Antonyan**

Филиал частного учреждения образовательной организации высшего образования
«Медицинский университет «Реавиз» в городе Самаре,
Россия, 410012, г. Самара, ул. Верхний Рынок, 10

Branch of private institution of educational organization of higher education
«Reaviz Medical University» in the city of Samara,
10 Upper Market St, Samara, 410012, Russia

E-mail: antstom63@mail.ru

Аннотация

В стоматологической практике актуальным является восстановление жевательной эффективности с применением дентальных цилиндрических имплантатов. Классические методы установки дентальных имплантатов имеют значительные недостатки, связанные с негативным влиянием человеческого фактора. Одним из решающих негативных факторов при имплантации является увеличение угловых отклонений между осями установленных имплантатов. При значительном межосевом отклонении имплантатов в костной ткани окружающей имплантаты возникают паразитарные нагрузки, приводящие к их дальнейшим отторжениям. Современные навигационные технологии помогают решать многие проблемы дентальной имплантологии.

Автором проведён эксперимент по выявлению особенностей позиционирования дентальных имплантатов с применением классического метода и с применением авторской навигационной технологии. В рамках исследования подтвердилось снижение угловых отклонений в мезио-дистальном направлении до 5,28 раза, а в вестибуло-оральном – в 3,73 относительно free hand method.

Abstract

In dental practice, the restoration of masticatory effectiveness using dental cylindrical implants is relevant. One of the decisive negative factors in the implantation of a posteriori is an increase in the angular deviations between the axes of the installed implants. With a significant interaxial deviation of the implants in the bone tissue surrounding the implants, parasitic loads occur, leading to their further rejection. Modern navigation technologies help solve many problems of dental implantology. The author conducted an experiment to identify the features of the positioning of dental implants using the classical method and using the dental navigation system. The study confirmed a decrease in angular deviations in the mesio-distal direction to 5.28 times, and in the vestibular-3.73 times relatively free hand method.

Ключевые слова: дентальная имплантация, ось цилиндрического дентального имплантата, дентальная навигационная система.

Keywords: dental implantation, axis of the cylindrical dental implant, dental navigation system.

Введение

Внедрение дентальной имплантации в стоматологическую отрасль позволило на новом научно-техническом уровне решать проблемы восстановления жевательной эффективности при различных дефектах зубных рядов [Котенко, 2011].

При позиционировании дентальных имплантатов широко применяют free hand method, который основан на мануальном навыке врача, приобретенном на протяжении его трудовой деятельности [Иващенко, 2014]. Данный метод имеет ряд существенных негативных особенностей: качество выполняемой операции зависит от стажа врача-имплантолога, и чем ниже стаж, тем выше вероятность проявления различных осложнений; качество выполняемых операций напрямую зависит от психосоматического состояния врача; качество позиционирования дентальных имплантатов напрямую зависит от анатомического строения лучезапястного сустава [Иващенко, Архипов (1), 2014; Иващенко, Архипов (2), 2014]. Описанные проблемы создают и накапливают негативное влияние человеческого фактора при установке дентальных имплантатов [Иващенко и др., 2014]. В середине XX века на смену методу свободной руки пришли технические приборы, позволяющие стабилизировать движения руки в процессе операции. Эти устройства были построены по принципу лабораторного параллелометра и на основании этого названы внутривидеометрами [Иващенко и др., 2013]. Механические устройства имели ряд недостатков, связанных с конструкционными особенностями их компоновки [Параскевич, 2011; Иващенко, 2014]. Существенно улучшилась ситуация с внедрением в имплантологию хирургических навигационных шаблонов, однако и они имели ряд особенностей, стесняющих работу клиницистов. Так, при работе с хирургическими шаблонами врач мог столкнуться со скрытыми костными узорами, при этом требовалась замена хирургического шаблона в соответствии со вновь открывшейся клинической картиной [Иващенко и др., 2007]. Точность установки имплантатов напрямую зависела от качества и способа изготовления последнего [Иващенко и др., 2015; Мушеев и др., 2013]. Перспективным направлением в имплантологии является проведение операций с применением дентальных навигационных платформ [Тимофеев, 2012]. Данный тип оборудования позволяет клиницисту реализовать план дооперационного плана без применения технологий прототипирования. Применение цифровых навигационных платформ объединяет врача-имплантолога и врача-ортопеда в единый цифровой технологический цикл. Дальнейшая разработка и совершенствование навигационных платформ позволит минимизировать негативное влияние человеческого фактора на процесс и результат дентальной имплантации. На основании вышесказанного была поставлена цель настоящего исследования.

Цель – в условиях эксперимента определить эффективность установки имплантатов путем применения авторской навигационной технологии.

Материалы и методы

Нами были выбраны две фантомные анатомические модели нижней челюсти, произведенные компанией ARMA® Arma Dental Study Model AD-J 01. Из альвеолярных частей экспериментальных челюстей извлекли гарнитуры зубов. Образовавшиеся альвеолярные ячейки заполнили участками челюсти из макропрепаратов нижних челюстей мини-пигов, забранных в день эксперимента (рис. 1). Извлечение костной ткани проводилось в указанный срок для приближения эксперимента к реальной клинической ситуации, наблюдаемой в практике врача-имплантолога. Общее количество заборов биоматериала составило 18 единиц. По физическо-механическим свойствам (модуль Юнга) данный биоматериал полностью соответствует костной ткани D2 и отвечает классификации Misch.



Рис. 1. Стрелкой указана альвеолярная часть нижней челюсти мини-пига применявшейся в условиях эксперимента: а – макроприпарат нижней челюсти мини-пига; б – нижняя челюсть с установленными костными блоками

Fig. 1. The arrow indicates the alveolar part of the lower jaw of a mini-pig used in the experimental conditions: a – macro device of the lower jaw of a mini-pig; b – lower jaw with installed bone blocks

Подготовленные по вышеописанной методике модели неподвижно крепились в фантомном черепе. Поверх лицевого и мозгового фантомного черепа устанавливали имитацию мягких тканей губ и щёк (рис. 2). Расстояние между верхней и нижней челюстью составляло пять сантиметров, что соответствует естественному максимальному раскрытию полости рта.



Рис. 2. Подготовленная экспериментальная модель к проведению исследования: а – альвеолярная часть нижней челюсти; б – биоматериал (костная ткань мини-пига); в – имитация мягких тканей фантома

Fig. 2. Prepared experimental model for the study: a – alveolar part of the lower jaw; b – biomaterial (bone tissue mini-pig); c – soft tissue phantom imitation

Подготовленный по вышеописанной методике фантом неподвижно крепили к подголовнику стоматологической установки. В процессе проведения двух частей эксперимента врач располагался слева от фантомного черепа на допустимом расстоянии для проведения имплантации. Для унификации исследования установку всех имплантатов проводил один врач. Освещение фантомного операционного поля осуществлялось по стандартному методу с использованием точечного светильника, установленного на пантомографе стоматологической установки Siger U200. В работе был использован физиодиспенсер NSK[®] и наконечник ti-max x-sg201 с фиброоптикой. При установке имплантатов использовался имплантационный набор фирмы Dentium[®]. В рамках эксперимента установили 18 имплантатов фирмы Dentium[®] в ассортименте с диаметром 4,0×8,0; 4,0×10,0; 4,2×8,0 (рис. 3).



Рис. 3. Имплантаты с установленными супраструктурами
Fig. 3. Implants with installed suprastructures

Девять имплантатов по free hand method и девять имплантатов с применением ден- тальной навигационной станции (патент РФ № 2532886). Имплантаты установили в про- екцию отсутствующих 3.7, 3.6, 3.2, 3.1, 4.1, 4.2, 4.5, 4.6, 4.7 зубов. Расчет места и угла ин- stallации имплантатов проводили в соответствии с авторским алгоритмом компьютерной программы ЭВМ РФ № 2018666751. После установки всех имплантатов в них фиксирова- ли супраструктуры. Модели подвергали 3D-сканированию. Оценочным критерием являл- ся угол установки имплантатов. Анализ угловых отклонений проводили в двух направле- ниях, медио-дистальном и вестибуло-оральном, относительно эталонного штифта, фикси- рованного в язычной части модели.

Детектирование экспериментальных данных проводилось с использованием быто- вой видеокамеры при скорости fps=24. В процессе записи видеопотока камера фиксирова- лась фронтально относительно фантома. Расшифровка видеопотока в программной среде Ansys discovery live (при непосредственном участии исполнительного директора ООО «Кадфем» Си-Аи-Эс в ПФО; И.И. Морозова г. Самара) позволила оценить количество времени, затраченного врачом при постановке и позиционировании имплантатов в раз- личных секторах челюстей по двум частям эксперимента. Рекомендованное для врача время установки имплантатов по каждому из двух этапов эксперимента – 120 минут (об- щее время – 240 минут). Начало времени отсчёта установки имплантатов в различные сек- тора челюсти проводилось по звуковой дорожке.

Результаты исследования и их обсуждение

По завершении установки имплантатов методом свободной руки модель, содержа- щую установленные имплантаты, помещали в сканер Roland Ipx 60[®]. С применением 3D- сканирования получали параметрическую StereoLithography модель челюсти, содержащей виртуальные имплантаты (рис. 4).

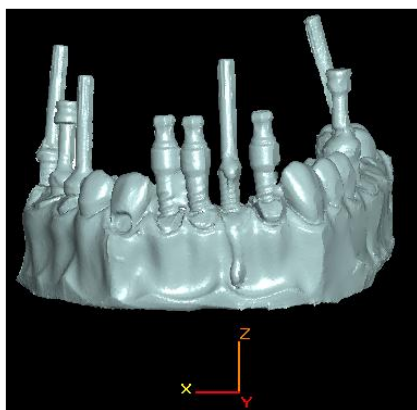


Рис. 4. Параметрическая Stl модель с имплантатами, установленными по стандартной методике
Fig. 4. Parametric Stl model with implants installed according to the standard method

В программной среде 3D tool отмечали оси имплантатов и сравнивали последние (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Угловые отклонения между осями, установленными с применением free hand method
Angular deviations between axes installed using the free hand method

Проекция зуба Исучаемая плоскость	3.7	3.6	3.2	3.1	4.1	4.2	4.5	4.6	4.7
Медио-дистальная	15°5'	3°59'	4°32'	3°4'	2°59'	3°42'	4°22'	15°33'	13°19'
Вестибуло-оральная	17°1'	13°1'	15°5'	3°28'	9°4'	10°5'	11°5'	16°5'	23°46'

При использовании классического метода наибольшие угловые отклонения встречались в вестибуло-оральной плоскости в отличие от медио-дистальной плоскости. Данный факт можно объяснить особенностями строения лучезапястного сустава. При этом максимальные угловые отклонения были отмечены в дистальных участках челюсти, что вероятно, можно связать со снижением обзора рабочего поля при установке цилиндрических дентальных имплантатов.

После проведённой работы с применением навигационного оборудования модель, содержащую имплантаты, помещали в 3D-сканер Roland Ipx 60[®]. После сканирования получали параметрическую StereoLithography модель челюсти, содержащей виртуальные имплантаты (рис. 5).

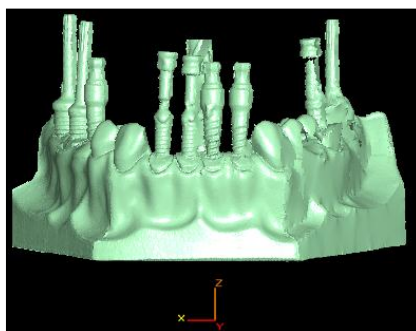


Рис. 5. Параметрическая Stl модель с имплантатами, установленными с применением навигации
Fig. 5. Parametric Stl model with implants installed using navigation

Проведённый анализ угловых отклонений представлен в таблице 2.

Таблица 2
Table 2

Угловые отклонения между осями, установленными с применением дентальной навигационной платформы
Angular deviations between axes mounted using the dental navigation platform

Проекция зуба Исучаемая плоскость	3.7	3.6	3.2	3.1	4.1	4.2	4.5	4.6	4.7
Медио-дистальная	3°19'	3°	23'	41'	1°5'	57'	1°48'	1°56'	4°34'
Вестибуло-оральная	3°43'	3°23'	34'	49'	42'	1°15'	49'	1°54'	1°54'

Имплантаты, установленные с применением навигации, имели меньшую степень осевых отклонений и не выходили за пределы 4°34'. Данный показатель соответствует общепринятым параметрам, установленным в дентальной имплантологии.

После аппроксимации всех угловых значений были получены максимальные значения (рис. 6).

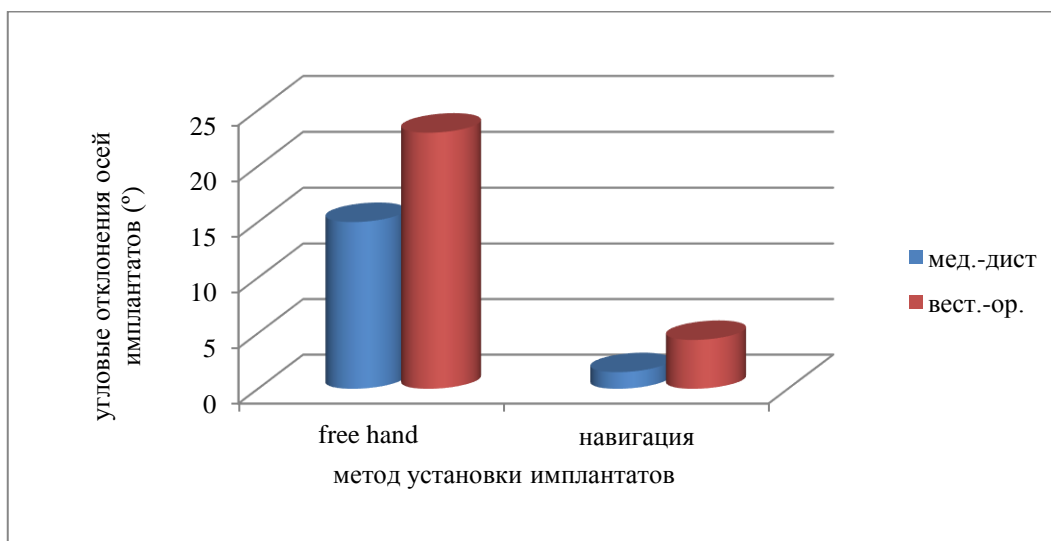


Рис. 6. Девиация угловых отклонений между осями имплантатов, установленных по методу свободной руки и с применением дентальной навигационной системы

Fig. 6. Deviation of angular deviations between the axes of implants installed by the free-hand method and using the dental navigation system

Полученный видеопакет эксперимента позволил соотнести количество времени, затраченного при постановке имплантатов по общепризнанной методике и с применением навигационной технологии (рис. 7).

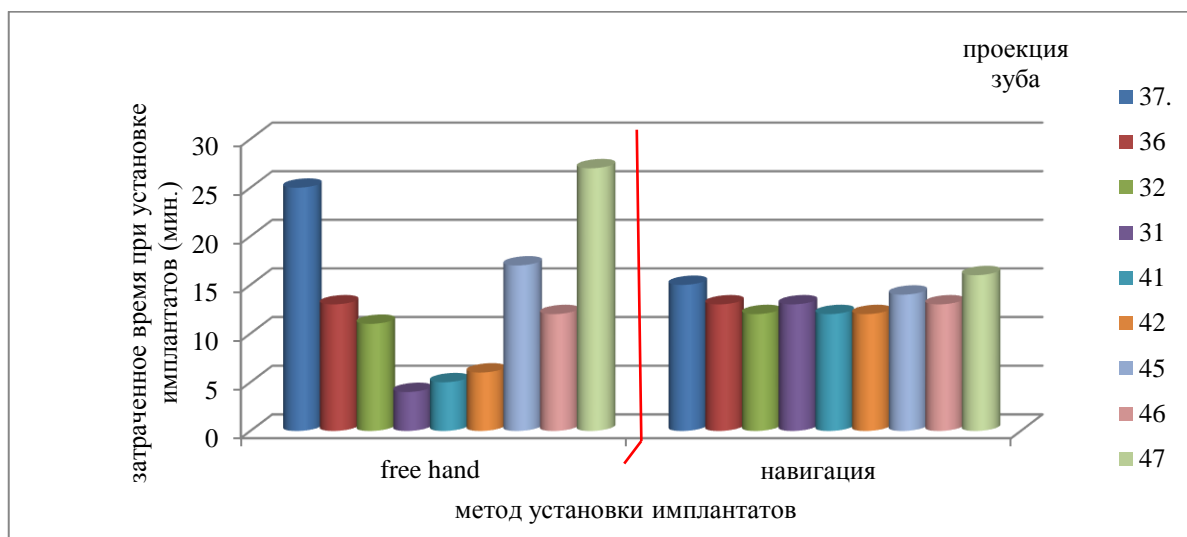


Рис. 7. Общее количество времени, уделяемое врачом при установке дентальных имплантатов в двух этапах эксперимента

Fig. 7. The total amount of time spent by the doctor when installing dental implants in two stages of the experiment

Из приведенного рисунка видно, что при установке а posteriori наименьшее время врач уделял фронтальным группам имплантатов (5 мин). Этот факт был обусловлен наилучшим визуальным доступом к операционной области. При установке в проекцию премоляров в среднем было потрачено 14 мин. Наибольшее количество времени было отмечено при инсталляции в области моляров (19 мин). При постановке имплантатов по авторской методике среднее время, уделяемое врачом, составило 13 минут.

Эксперимент позволил выявить высокий потенциал авторской навигационной технологии с точки зрения качества углового позиционирования и времени установки имплантатов.

Выводы

1. При работе по классической методике позиционирование имплантатов в дистальных участках челюсти происходит в 2 раза дольше по сравнению с фронтальными участками челюсти. Установка имплантатов с применением навигации значительно снижает негативное влияние человеческого фактора и выравнивает время, уделяемое врачом при позиционировании имплантатов.

2. В рамках исследования было выявлено снижение угловых отклонений в мезио-дистальном направлении до 5,28 раза, а в вестибуло-оральном в 3,73 относительно free hand method, что в свою очередь упрощает последующие этапы протезирования с опорой на дентальные имплантаты.

Список литературы

1. Иващенко А.В., Архипов А.В. (1) 2014. Анализ качества дентальных имплантатов в стоматологии. Инновационные технологии в акушерстве и гинекологии: междисциплинарное взаимодействие в сохранении репродуктивного здоровья. Сб. науч. тр., посвящ. 40-летию образования кафедры акушерства и гинекологии № 2 Самарского государственного медицинского университета. Самара, с. 206–208.

2. Иващенко А.В., Архипов А.В. (2) 2014. Устройство рассечения мягких тканей при дентальной имплантации «циркуль». Инновационные технологии в акушерстве и гинекологии: междисциплинарное взаимодействие в сохранении репродуктивного здоровья: сб. науч. тр., посвящ. 40-летию образования кафедры акушерства и гинекологии № 2 Самарского государственного медицинского университета. Самара, с. 217–218.

3. Иващенко А.В., Архипов В.Д., Архипов А.В. 2014. Новый способ дентальной имплантации при атрофии костной ткани альвеолярного отростка. Инновационные технологии в акушерстве и гинекологии: междисциплинарное взаимодействие в сохранении репродуктивного здоровья: сб. науч. тр., посвящённый 40-летию образования кафедры акушерства и гинекологии № 2 Самарского государственного медицинского университета. Самара, с. 219–221.

4. Иващенко А.В., Байриков И.М., Архипов А.В., Лайва О.В. 2014. Дентальная имплантация при низкой плотности кости. Инновационные технологии в акушерстве и гинекологии: междисциплинарное взаимодействие в сохранении репродуктивного здоровья: сб. науч. тр., посвящ. 40-летию образования кафедры акушерства и гинекологии № 2 Самарского государственного медицинского университета. Самара, с. 221–223.

5. Иващенко А.В., Кондрашин Д.В., Лайва О.В. 2014. Система контроля и коррекции угловых отклонений стоматологического инструмента. Медицинская техника. 4: 4–8.

6. Иващенко А.В., Кондрашин Д.В., Петров Ю.В. 2013. Способ детектирования положения стоматологического наконечника. Актуальные вопросы стоматологии: сб. науч. тр., посвящ. 95-летию со дня рождения профессора М.А. Макиенко. Самара, с. 103–113.

7. Иващенко А.В., Марков И.И., Буланов С.И. 2015. Морфофункциональные изменения пародонта и регионарных лимфатических узлов при реплантации зубов в эксперименте. Морфологические ведомости. 2: 48–64.

8. Иващенко А.В., Марков И.И., Ильин А.И. 2007. Морфологические аспекты дентальной имплантации. Морфологические ведомости. 1 (3–4): 186–189.

9. Котенко М.В. 2011. Эффективность немедленной имплантации различными типами имплантатов. Сибирский медицинский журнал. 4: 88–92.

10. Мушеев И.У., Олесова В.Н., Фрамович О.З. 2013. Практическая дентальная имплантология: Руководство. 2-е изд. доп. М.: Локус Стэнди, 498 с.

11. Параскевич В.Л. 2011. Дентальная имплантология: основы теории и практики. М.: Медицинское информационное агентство, с. 339–360.

12. Тимофеев А.А. 2012. Хирургические методы дентальной имплантации. К.: ООО «Червона Рута-Турс», 128 с.

References

1. Ivashhenko A.V., Arhipov A.V. (1) 2014. Analiz kachestva dental'nyh implantatov v stomatologii. Innovacionnye tehnologii v akusherstve i ginekologii: mezhdisciplinarnoe vzaimodejstvie v sohranenii reproduktivnogo zdorov'ja [Quality analysis of dental implants in dentistry. Innovative technologies in obstetrics and gynecology: interdisciplinary interaction in maintaining reproductive health]. Sb. nauch. tr., posvjashh. 40-letiju obrazovaniya kafedry akusherstva i ginekologii № 2 Samarskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. Samara, s. 206–208.
2. Ivashhenko A.V., Arhipov A.V. (2) 2014. Ustrojstvo rassecheniya mjagkih tkanej pri dental'noj implantacii «cirkul'». Innovacionnye tehnologii v akusherstve i ginekologii: mezhdisciplinarnoe vzaimodejstvie v sohranenii reproduktivnogo zdorov'ja [The device for dissecting soft tissues during dental implantation «compasses»]. Sb. nauch. tr., posvjashh. 40-letiju obrazovaniya kafedry akusherstva i ginekologii № 2 Samarskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. Samara, s. 217–218.
3. Ivashhenko A.V., Arhipov V.D., Arhipov A.V. 2014. Novyj sposob dental'noj implantacii pri atrofii kostnoj tkani al'veoljarnogo otrostka. Innovacionnye tehnologii v akusherstve i ginekologii: mezhdisciplinarnoe vzaimodejstvie v sohranenii reproduktivnogo zdorov'ja [A new method of dental implantation in atrophy of bone tissue of the alveolar process]. Sb. nauch. tr., posvjashh. 40-letiju obrazovaniya kafedry akusherstva i ginekologii № 2 Samarskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. Samara, s. 219–221.
4. Ivashhenko A.V., Bajrikov I.M., Arhipov A.V., Laiva O.V. 2014. Dental'naja implantacija pri nizkoj plotnosti kosti. Innovacionnye tehnologii v akusherstve i ginekologii: mezhdisciplinarnoe vzaimodejstvie v sohranenii reproduktivnogo zdorov'ja [Dental implantation at low bone density]. Sb. nauch. tr., posvjashh. 40-letiju obrazovaniya kafedry akusherstva i ginekologii № 2 Samarskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. Samara, s. 221–223.
5. Ivashhenko A.V., Kondrashin D.V., Lajva O.V. 2014. Sistema kontrolja i korrekcii uglovyh otklonenij stomatologicheskogo instrumenta [The system of control and correction of angular deviations of the dental instrument]. Medicinskaja tehnika. 4: 4–8.
6. Ivashhenko A.V., Kondrashin D.V., Petrov Ju.V. 2013. Sposob detektirovaniya polozhenija stomatologicheskogo nakonechnika. Aktual'nye voprosy stomatologii [A method for detecting the position of a dental handpiece]. Sb. nauch. tr., posvjashh. 95-letiju so dnja rozhdenija professora M.A. Makienko. Samara, s. 103–113.
7. Ivashhenko A.V., Markov I.I., Bulanov S.I. 2015. Morfofunkcional'nye izmenenija parodonta i regionarnyh limfaticeskikh uzlov pri replantacii zubov v jeksperimente [Morphofunctional changes in periodontal and regional lymph nodes during tooth implantation in the experiment]. Morfologicheskie vedomosti. 2: 48–64.
8. Ivashhenko A.V., Markov I.I., Il'in A.I. 2007. Morfologicheskie aspekty dental'noj implantacii [Morphological aspects of dental implantation]. Morfologicheskie vedomosti. 1 (3–4): 186–189.
9. Kotenko M.V. 2011. Jeffektivnost' nemedlennoj implantacii razlichnymi tipami implantatov [Efficiency of immediate implantation with various types of implants]. Sibirskij medicinskij zhurnal. 4: 88–92.
10. Musheev I.U., Olesova V.N., Framovich O.Z. 2013. Prakticheskaja dental'naja implantologija [Practical Dental Implantology]. Rukovodstvo. 2-e izd. dop. M.: Lokus Standi, 498 s.
11. Paraskevich V.L. 2011. Dental'naja implantologija: osnovy teorii i praktiki [Dental implantology: the basics of theory and practice]. M.: Medicinskoe informacionnoe agentstvo, s. 339–360.
12. Timofeev A.A. 2012. Hirurgicheskie metody dental'noj implantacii [Surgical methods of dental implantation]. K.: OOO «Chervona Ruta-Turs», 128 s.

Ссылка для цитирования статьи

For citation

Антонян Я.Э. 2020. Экспериментальное обоснование возможностей free hand method и навигационной системы при дентальной имплантации. Актуальные проблемы медицины, 43(1): 73–80. DOI

Antonyan Y.E. 2020. Experimental justification of the opportunities of free hand method and navigation system for dental implantation. Challenges in Modern Medicine, 43(1): 73–80 (in Russian). DOI