

УДК 616.314-089.818.1.843

ПРЕПАРИРОВАНИЕ ТВЁРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕНТАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

© 2014 А.В. Иващенко

Самарский государственный медицинский университет

Поступила в редакцию 11.08.2014

Одонтопрепарирование с целью формирования оптимальной культи зуба для дальнейшего протезирования можно решить путём использования методов математического моделирования и создания инновационной системы дентальной навигации. Такая система разработана автором и включает в себя два конструктивных элемента: устройство стабилизации движений стоматологического наконечника и устройство для контроля и коррекции угловых отклонений стоматологического инструмента. В эксперименте инновационная дентальная навигационная система показала высокую эффективность и способствовала созданию ровной цилиндрической опорной культи зуба, необходимой для надежного крепления несъёмной протезной конструкции. Использование данной системы позволит снизить частоту осложнений после протезирования.

Ключевые слова: *одонтопрепарирование, инновационная дентальная навигационная система, устройство стабилизации движений стоматологического наконечника, устройство для контроля и коррекции угловых отклонений, опорная культя зуба*

Актуальность проблемы. Социальные и гигиенические условия жизни пациентов, проживающих в экологически неблагоприятных районах, способствуют увеличению частоты стоматологических заболеваний, осложнений после протезирования [1, 2]. Так, по некоторым данным при изучении отдалённых результатов применения несъёмных протезов клинически выраженные воспалительные заболевания пародонта выявлены в 54,8% случаев [7]. В связи с этим заслуживает особого внимания профилактика осложнений при одонтопрепарировании зубов, требует решения одна из основных проблем, возникающих при постановке несъёмных ортопедических конструкций (коронки и мостовидных протезов), связанных с неправильной обработкой поверхности препарированного зуба. Для достижения прочной и уверенной фиксации несъёмных ортопедических конструкций необходимо выполнять особые требования к форме и поверхности культи обработанного зуба. Основные из них:

- параллельность боковых стенок препарированного зуба (культя формы цилиндра);
- параллельность стенок соседних отпрепарированных зубов;
- гладкий, непрерывный, равномерно сформированный уступ [3].

Иващенко Александр Валериевич, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии. E-mail: info@samsmu.ru

Параллельные стенки культи обеспечивают надёжную посадку ортопедической конструкции, а параллельные стенки соседних зубов – плотную и однозначную посадку мостовидных протезов. Сформированный уступ правильной формы позволяет обеспечить герметичную посадку коронки и исключает попадание инфекции в полость между коронкой и зубом. Выполнив эти три условия на практике, можно рассчитывать на то, что данная ортопедическая конструкция без затруднений будет установлена в полости рта и прослужит пациенту долгое время. Однако в реальных условиях врачу-ортопеду не удастся сформировать культю, удовлетворяющую заданным требованиям. Проводя операцию одонтопрепарирования, врач не может длительное время удержать выбранную ось препарирования и многократно отклоняется от этой оси. Следствие этих отклонений – нарушение принятой технологии проведения операции одонтопрепарирования и в конечном итоге расхождение реального результата с ожидаемым. Прикасаясь к обрабатываемой поверхности режущим инструментом под разными углами, врач формирует сложную изломанную боковую поверхность культи зуба.

В тех случаях, когда врач старается сформировать цилиндрическую форму культи зуба, из-за действующих случайных осевых отклонений режущего инструмента ее стенки могут иметь форму обратного конуса. Эффект обратного конуса – чрезвычайно вредный фактор,

который затрудняет возможность посадки коронки. Причём чем выше степень обратной конусности стенок зуба, тем меньше шансов закрепить коронку. Помимо обратной конусности культей опорных зубов есть ещё один фактор, затрудняющий посадку многоопорного мостовидного протеза – взаимная несоосность культей. Таким образом, несоосность стенок и осей одонтопрепарирования – это основные причины трудностей с посадкой несъёмных протезов. Решая проблему посадки протеза, врач избирательно шлифует стенки культей, формируя культеи формы «прямой конусности», и при этом создаёт новую проблему – уменьшение устойчивости протеза к опрокидыванию при боковых нагрузках.

В ортопедической стоматологии численной характеристикой «прямого конуса» является «угол конвергенций» стенок зуба. Коронки и мостовидные протезы, припасованные к культеям с большим углом конвергенции, имеют низкую устойчивость и склонны к опрокидыванию в процессе эксплуатации. В литературе существует множество различных рекомендаций для врачей о том, какой угол конвергенции является оптимальным при одонтопрепарировании, хотя его значение может колебаться от 3° до 10° . На практике же встречаются случаи, когда угол конвергенции стенок культей доходил до 29° .

Важный фактор, определяющий длительность эксплуатации ортопедических конструкций – их герметичность, которая зависит от строения придесневого уступа. В литературе представлены рекомендации по форме и размеру уступа, среди которых можно выделить основные: 1) уступ должен иметь равномерную глубину на всём его протяжении; 2) для металлокерамических конструкций скос уступа должен составлять 135° , для безметалловых конструкций – 90° . Данные же практического здравоохранения свидетельствуют о том, что рекомендуемые параметры соблюдаются редко. Врач должен совершать препарирование всё время следя за тем, чтобы бор не отклонялся от выбранной оси препарирования. В противном случае бор будет формировать неравномерный скос уступа с изменённым углом скоса. При этом угол скоса уступа получается неодинаковым на всём его протяжении. Протез, который в дальнейшем будет установлен на уступ такой формы, не отвечает требованиям гигиены, функциональности и эстетичности.

Цель работы: разработка технологической навигационной системы одонтопрепарирования с целью формирования оптимальной культеи зуба для дальнейшего протезирования и

апробация ее в анатомическом эксперименте [3, 5].

Методы исследования. Проведенный поиск объективных и точных ориентиров для препарирования показал, что они могут быть найдены только с помощью параллелометрии, однако механические навигационные устройства трудоемки в эксплуатации и не дают возможности достичь высокой точности одонтопрепарирования. В последние 10 лет активно развивается научное направление по созданию компьютерных систем навигации, которые снижают травматичность и уменьшают радикализм стоматологического вмешательства, позволяют соединить трехмерный мир диагностических изображений с «живой» топографией наводимой анатомической области и в созданном объединенном виртуально-действительном пространстве точно отслеживать движение инструмента в реальном масштабе времени. Кроме того, компьютерные навигационные системы позволяют оперирующему хирургу «видеть невидимое», визуализировать проводящие пути, определять топографию очагов. Проведенные нами исследования привели к выводу: актуальную проблему формирования оптимальной опорной культеи реплантируемого зуба можно решить только путем использования методов математического моделирования и создания инновационной системы дентальной навигации.

Материалы исследования. Нами была разработана инновационная система дентальной навигации, которая включает в себя два конструктивных элемента: 1) устройство стабилизации движений стоматологического наконечника (УСДСН) и 2) устройство для контроля и коррекции угловых отклонений стоматологического инструмента (УККУОСИ). В рамках исследования мы провели эксперимент по одонтопрепарированию, для которого использовалась фантомная голова человека. На верхней и нижней челюсти фантомного черепа были закреплены гарнитуры зубов фирмы Frasco. Челюсти фантома, скрепленные между собой, способны раскрываться. Для исключения случайных угловых отклонений рабочего инструмента во время проведения одонтопрепарирования применялось механическое устройство стабилизации движений стоматологического наконечника, которое представляет собой систему жестких балок, поворотных, шарнирных сочленений и соединений. Удерживая стоматологический наконечник во время проведения одонтопрепарирования, устройство ограничивает его угловые отклонения. Для правильного функционирования УСДСН необходимо добиться того, чтобы на протяжении всей операции по

одонтопрепарированию с использованием этого устройства голова пациента была зафиксирована и не меняла своего углового положения относительно подголовника.

Нами применялось также инновационное устройство контроля и коррекции угловых отклонений стоматологического инструмента, которое позволяет повысить точность определения параллельности поверхностей препарлируемых зубов и, следовательно, увеличить надежность и долговечность мостовой конструкции зубов. Устройство работает следующим образом. Лазерный излучатель, укрепленный на стоматологическом наконечнике, формирует и излучает луч, который одновременно падает на фотоприёмники. Лазерный луч формируется путём прохождения через цилиндрическую стеклянную линзу точечного лазерного луча. Для работы всей системы необходимо выдержать одно условие: плоскость лазерного излучения должна быть строго ортогональна оси симметрии инструмента. Это достигается посредством использования специального крепежа, который позволяет вращать лазерный излучатель в трёх плоскостях и настраивать плоскость луча под каждый конкретный инструмент на конкретном стоматологическом наконечнике.

В качестве системы индикации, показывающей врачу текущее отклонение рабочего инструмента, во время работы использовали прозрачные видеоочки. Они позволяют врачу, не отводя глаз от поля работы, получать информацию о текущем угловом отклонении рабочего инструмента относительно заданного положения. Информация на эти видеоочки поступает с персонального компьютера. Таким образом, экспериментатору всегда известно, на какой угол и в какую сторону отклонился рабочий инструмент во время эксперимента от оси препарирования.

Все этапы эксперимента по одонтопрепарированию были сняты на видеокамеру, которая была установлена так, чтобы из полученного видеоизображения можно было увидеть, над какой частью боковой поверхности зуба и в какой момент времени бор производил снятие твёрдых тканей. Результаты эксперимента обрабатывались в программной среде Microsoft Excel, входящей в пакет Microsoft Office.

В ходе эксперимента проводилось препарирование двух зубов нижней челюсти (44, 46) под несъёмный металлокерамический мостовидный протез. Препарирование проводилось по двум методикам:

1) без использования устройства стабилизации, по стандартной технике подготовки зуба под посадку мостовидного протеза (методика

д-ра Петера Мешке, Германия) [3, 8]. Угловые отклонения при проведении операции регистрировались системой контроля и коррекции угловых отклонений. Во время операции информация об угловых отклонениях стоматологического наконечника врачу не передавалась:

2) с использованием устройства стабилизации угловых отклонений стоматологического наконечника. Угловые отклонения стоматологического наконечника регистрировались во время операции, система контроля и коррекции угловых отклонений сообщала о них врачу.

Отличительная особенность методики доктора Петера Мешке заключается в том, что одонтопрепарирование начинается с формирования культи с обратной конусностью и с уровнем уступа, не доходящим до уровня десны на 2,0 мм. Врач проводит одонтопрепарирование и постепенно снимает твёрдые ткани зуба, приближая уровень уступа к уровню десны. По окончании работы уровень уступа был приближен к уровню десны, а боковые стенки были приближены к оси зуба.

Алгоритм выполнения эксперимента по обточке по нашей методике с использованием системы контроля и коррекции угловых отклонений стоматологического инструмента и устройства стабилизации движения стоматологического наконечника, состоял из следующих этапов:

1. Сепарация боковых стенок.
2. Обточка боковых стенок по уровню шейки.
3. Формирование первичного уступа.
4. Формирование придесневого уступа.
5. Шлифовка и полировка боковых стенок и уступа.
6. Формирование жевательной поверхности.

До начала эксперимента модель нижней челюсти, на которой он проводился, была отсканирована в системе 3D. Общее время одонтопрепарирования 44 и 46 зубов при использовании системы дентальной навигации составило 26,5 минуты. Из них обточка боковых стенок заняла 16 минут, запараллеливание боковых стенок – 10,5 минуты. За это время препарировались только боковые стенки зубов. Время одонтопрепарирования 44 и 46 зубов по методике доктора Мешке – 150 минут. При анализе результатов одонтопрепарирования использовались данные видеозаписи эксперимента и измерений, полученных с помощью устройства контроля и коррекции угловых отклонений.

Результаты. Проведенный анализ позволил сделать вывод о том, что во время одонтопрепарирования по классической методике экспериментатор уделяет больше внимания хорошо видимым ему секторам зуба и меньше – скрытым

от глаз участкам. Следовательно, более тщательно обработаны те участки боковой поверхности зуба, которые экспериментатор хорошо видит и к которым имеет легкий доступ, а скрытые от глаз, труднодоступные боковые поверхности зуба подвергаются меньшей обработке. Этот фактор носит чисто субъективный характер. Нами сделано также предварительное обобщение: проблемы протезирования, связанные с трудностями посадки протезов и их опрокидыванием в процессе эксплуатации, могут быть вызваны некачественной обработкой тех участков поверхности культи, которые скрыты и труднодоступны для инструмента врача [4, 6].

При использовании устройства стабилизации угловых отклонений стоматологического наконечника внимание экспериментатора во время одонтопрепарирования более равномерно распределено на все сектора боковой поверхности зуба. Устройство «стабилизирует» его руку, исключая нежелательные, а порой даже вредные угловые отклонения бора. В условиях, когда экспериментатор манипулирует бором, движения которого только поступательные (параллельный перенос стоматологического наконечника), ему не приходится тратить силы на анализ текущего углового положения наконечника и сравнивать его с углом боковой стенки. К тому же при препарировании с использованием стабилизатора бор снимает твердые ткани сразу на всю необходимую глубину. В результате внимание врача к отдельным секторам боковой стенки зуба распределено более равномерно, нежели при одонтопрепарировании по классической методике.

Информация об угловых отклонениях бора на втором этапе одонтопрепарирования является ценной, поскольку они обязательно скажутся на

качестве обработанной поверхности зуба. Результирующее отклонение бора разложено на две составляющие – мезио-дистальную и вестибуло-оральную. Для описания угловых отклонений бора, полученных во время одонтопрепарирования, нами использован подход, примененный в теории вероятности. Из всех показателей угловых отклонений наиболее интересная величина – дисперсия. Именно по ней можно судить о равномерности разброса случайных отклонений бора на всем протяжении эксперимента. При одонтопрепарировании по классической методике дисперсия угловых отклонений в мезио-дистальном направлении ($12,96^\circ$) почти в 10 раз меньше дисперсии в вестибуло-оральном направлении ($104,83^\circ$).

Полученные данные свидетельствуют о том, что применение устройства стабилизации стоматологического наконечника позволяет существенно снизить величину его случайных угловых отклонений во время одонтопрепарирования. Значения СКО угловых отношений при одонтопрепарировании с использованием УСДСН были уменьшены в мезио-дистальном направлении в 2,67 раза, а в вестибуло-оральном направлении – в 7,64 раза. При этом значения дисперсии уменьшились в мезио-дистальном направлении в 7,15 раза, а в вестибуло-оральном – в 63,15 раза. Чрезвычайно важно, что параметры отклонений отличаются выраженной равномерностью и меньшим разбросом величин.

Применение при одонтопрепарировании системы стабилизации стоматологического наконечника позволило экспериментатору существенно снизить конвергенцию боковых стенок зубов и \approx в 2 раза уменьшить угол расхождения оси одонтопрепарирования от оси опорного штифта (табл. 1, 2).

Таблица 1. Показатели конвергенции боковых стенок 44 и 46 зубов после одонтопрепарирования без использования системы стабилизации стоматологического наконечника и с использованием этой системы

Зуб	Направление	Графа	Боковые стенки	Без использования системы стабилизации	С использованием системы стабилизации
44	мезио-дистальное	1	a^c	5°59'	4°22'
		2	b^c	8°25'	5°22'
		3	a^b	2°26'	1°1'
	вестибуло-оральное	4	a^c	1°22'	8'
		5	b^c	8°34'	1°12'
		6	a^b	7°12'	1°20'
46	мезио-дистальное	7	a^c	1°7'	30'
		8	b^c	7°14'	2°45'
		9	a^b	6°7'	2°15'
	вестибуло-оральное	10	a^c	10°34'	1°
		11	b^c	6°54'	1°35'
		12	a^b	17°28'	34'

Таблица 2. Значение действительного угла расхождения оси одонтопрепарирования от оси опорного штифта

Зуб	Действительный угол расхождения оси одонтопрепарирования	
	1	2
44	8°41'	4°53'
46	4°18'	2°4'

Примечание: 1 – одонтопрепарирование без использования системы стабилизации стоматологического наконечника; 2 – с системой стабилизации стоматологического наконечника

Для объективной оценки состояния боковых поверхностей культей 44 и 46 зубов после одонтопрепарирования использованы современные программные среды для анализа сканированных 3D-моделей челюстей [6, 9]. Результаты анализа достоверно свидетельствуют о том, что применение при одонтопрепарировании системы стабилизации стоматологического наконечника позволяет экспериментатору сформировать массивную культю зуба цилиндрической формы с равномерными боковыми поверхностями.

Выводы: использование инновационной дентальной навигационной системы показывает высокую эффективность в процессе одонтопрепарирования и способствует созданию ровной цилиндрической опорной культи зуба, необходимой для надежного крепления несъемной протезной конструкции, соответствующей

требованиям гигиены и функциональности. Применение инновационной системы можно рассматривать как меру первичной профилактики осложнений после одонтопрепарирования и протезирования зубов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Абдиров, Ч.А. Экология и здоровье человека / Ч.А. Абдиров, Н.А. Агаджанян, А.Е. Северин. – Нукус: Каракалпакстан, 1993. 184 с.
2. Агаджанян, Н.А. Экология человека: избранные лекции / Н.А. Агаджанян, В.И. Тершин. – М.: ММП Экоцентр, изд-во фирмы «Крук», 1994. 255 с.
3. Леман, К. Основы терапевтической и ортопедической стоматологии: пер. с нем. / К. Леман, Э. Хельвиг. – Львов, 1999. С. 262-299.
4. Линар, А.Р. Степень эффективности реплантации и трансплантации зубов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Рига, 1958. 24 с.
5. Мушеев, И.Ю. Практическая дентальная имплантология / И.Ю. Мушеев, В.Н. Олесова. – М.: Медицина, 2007. 266 с.
6. Никольский, В.Ю. Современное представление об остеоинтеграции дентальных имплантатов: микродвижения и неминерализованный контактный слой // Стоматология. 2005. № 5. С. 74-75.
7. Серов, А.Б. Разработка методов профилактики развития хронических локализованных пародонтитов при протезировании несъемными протезами: дис. ... канд. мед. наук. – Нижний Новгород, 2009. 24 с.
8. Шмагель, К.В. Современные взгляды на иммунологию пародонта / К.В. Шмагель и др. // Стоматология. 2003. № 1. С. 61-64.
9. Zvaifer, N.J. Meseuchymal precursor cells in the blood of normal individuals / N.J. Zvaifer, G. Adams et al. // Arthritis res. 2000. № 2. P. 477-488.

PREPARATION OF TEETH FIRM TISSUES WITH THE USE OF INNOVATIVE DENTAL NAVIGATION SYSTEM

© 2014 A.V. Ivashchenko

Samara State Medical University

Odontopreparation for the purpose of formation the optimum tooth stump for further prosthetics can solve by using the methods of mathematical modeling and creation the innovative system of dental navigation. Such system is developed by author and includes two constructive elements: the device for stabilization the movements of a dental handpiece and the device for control and correction of dental instrument angular deviations. In experiment the innovative dental navigation system showed high efficiency and promoted creation of equal cylindrical basic stump of the tooth necessary for reliable fastening of a fixed prosthetic design. Use of this system will allow to reduce the frequency of complications after prosthetics.

Key words: odontopreparation, innovative dental navigation system, device of dental handpiece movements stabilization, device for control and correction the dental instruments angular deviations, tooth basic stump

Alexander Ivashchenko, Candidate of Medicine, Assistant at the Maxillofacial Surgery and Stomatology Department. E-mail: info@samsmu.ru