

АНАЛИЗ УГЛОВЫХ ОТКЛОНЕНИЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТАНДАРТНОГО МЕТОДА ОДОНТОПРЕПАРИРОВАНИЯ

МАРКОВ И.И., ИВАЩЕНКО А.В.

ANALYSIS OF THE ANGULAR DEVIATIONS IN DENTAL INSTRUMENT USING THE STANDARD METHOD OF TOOTH PREPARATION

MARKOV I.I., IVASCHENKO A.V.

Научно-исследовательская лаборатория по проблемам морфологии (руководитель – профессор И.И.Марков) НОУ ВПО Медицинский институт «Реавиз», г. Самара.

В статье проведён анализ анатомических экспериментов по одонтопрепарированию с использованием оригинального устройства контроля и коррекции угловых отклонений стоматологического инструмента. В стандартных условиях производилось препарирование зубов, и весь процесс работы был записан цифровой системой. Исследованы угловые отклонения, совершаемые стоматологическим инструментом. В результате были выявлены многочисленные и значительные угловые отклонения, выходящие за рамки общепринятых стоматологических норм. Сделан вывод о том, что предложенный способ анализа работы врача, может быть применим для оценки существующих методов одонтопрепарирования с целью нахождения наиболее оптимального.

Ключевые слова: одонтопрепарирование, угловые отклонения, сектора зуба.

The article provides analysis an anatomical experiment tooth preparation using dental navigation system. Under standard conditions produced teeth preparation and the whole process work was recorded system. There were investigated angular deviations committed dental tool. The study identified numerous and significant angular deviations beyond conventional dental standards. It was concluded that the proposed method of analysis of the doctor's work can be applied to evaluate existing methodologies odontopreparirovaniya tselya to find the optimal.

Key words: tooth preparation, angular deviations, tooth segments.

Введение. Для формирования опорных культей зубов под несъемные металлокерамические протезы чрезвычайно важно качество их препарирования и, особенно, и параллельность. Однако при стандартных методах одонтопрепарирования эти условия практически никогда не

соблюдаются. Главные причины: ориентация на продольные оси зубов, препарирование их твердых тканей на глаз, отсутствие предварительного анализа и расчета для выбора точных ориентиров. В результате – неправильная обработка поверхности препарлируемого зуба и, в итоге, не выполнение основных требований к форме и поверхности культы. А она должна быть в форме цилиндра, иметь гладкий непрерывный, равномерно сформированный уступ, а ее стенки должны быть параллельны стенкам контактных зубов [1]. Только выполнение всех трех этих условий может гарантировать, что данная ортопедическая конструкция будет легко установлена в полости рта пациента и прослужит ему длительное время [2]. Однако ни в ручном режиме работы, ни при использовании существующих сегодня механических устройств [3] и компьютерных навигационных систем [4] врачу-ортопеду не удастся сформировать культу, удовлетворяющую указанным требованиям. Действительно, в реальных условиях врач не может длительное время удерживать ось препарирования и поэтому многократно отклоняется от нее. В результате формируется сложная изломанная боковая поверхность культы [5, 6], возникают эффекты ее обратного конуса [1] и взаимной несоосности культей [7, 8], увеличивается угол конвергенции их стенок, создается неравномерный скос преддесневого уступа с измененным углом скоса. Эту актуальную проблему - проблему формирования оптимальной опорной культы реплантируемого зуба, возможно решить только путем использования методов математического моделирования и созданием инновационной системы дентальной навигации.

Цель работы – провести тестирование дентальной навигационной системе в анатомическом эксперименте.

Материал и методы исследования. Оригинальная дентальная навигационная система включает в себя два конструктивных элемента:

1) устройство стабилизации движений стоматологического наконечника (УСДСН).

2) устройство для контроля и коррекции угло-

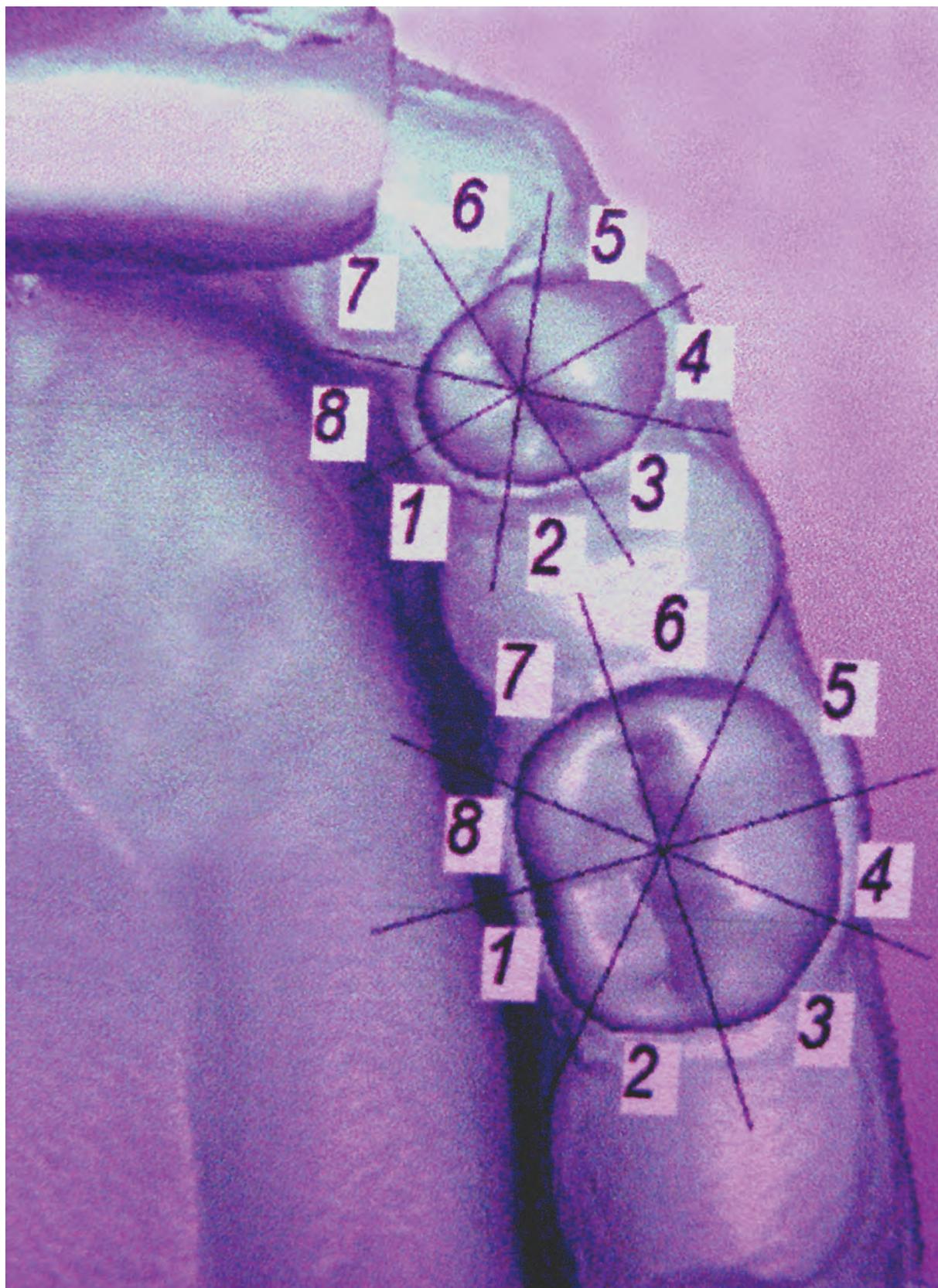


Рис. 2. Зубы(44 и 46), условно разделенные на 8-мь секторов.

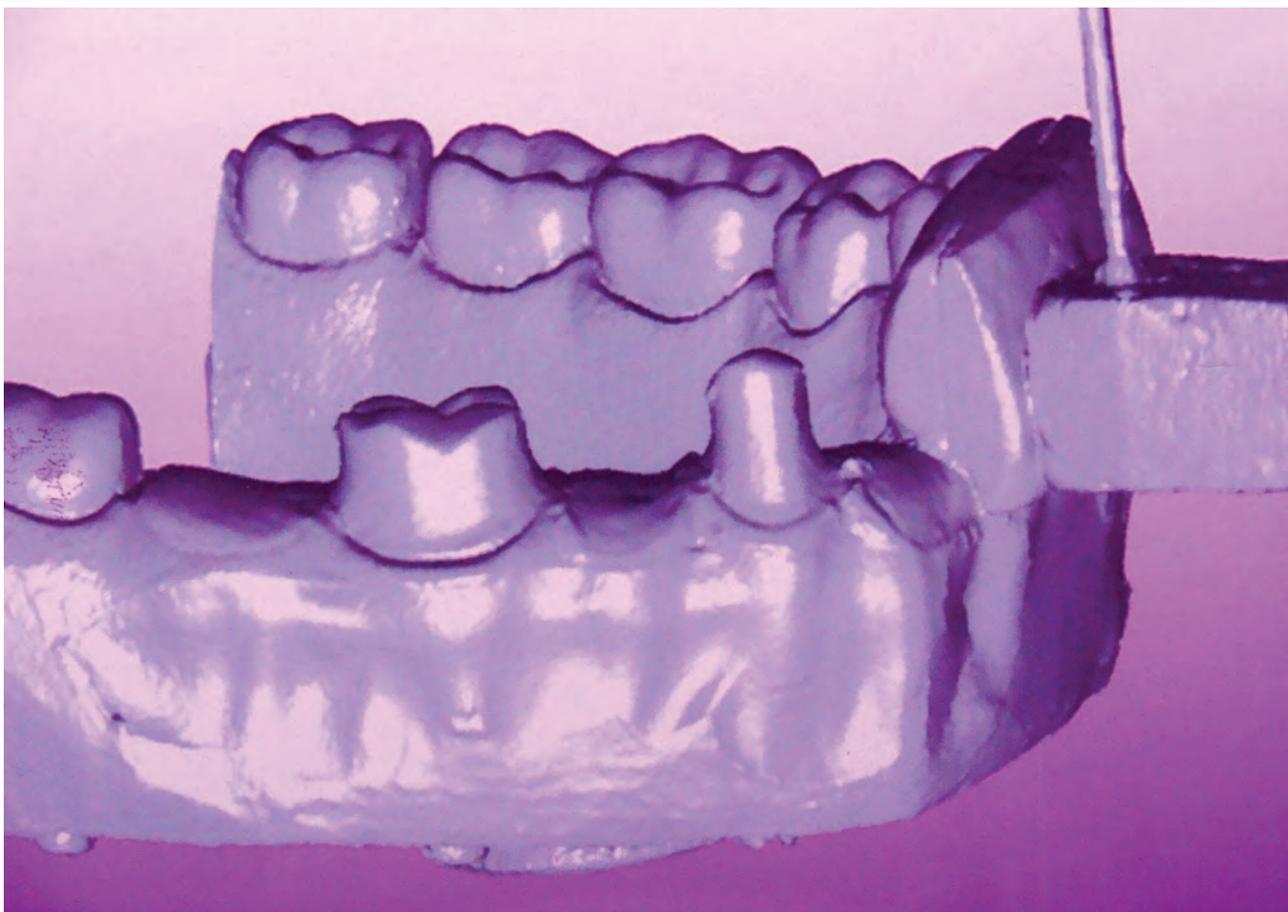


Рис. 3. Модель нижней челюсти после одонтопрепарирования 44-го и 46-го зубов с использованием системы дентальной навигации.

отклонения производилось по изменению места падения луча на фотоприемники. Блок сбора и обработки информации отслеживает, какая область и в каком фотоприемнике засвечена. Затем персональный компьютер, полученную информацию обрабатывает и передает на видео-очки (epson moverio bt-100) врача. Для наглядного восприятия угловых отклонений стоматологического наконечника используется индикатор, состоящий из двух целеуказателей. Это две окружности (целеуказатели) – большая и малая. Большая окружность – подвижная, малая – неподвижная. Центр неподвижного круга – нулевая точка, малый круг описывает угловое отклонение от нулевой точки. Задача врача – выбрать такое положение стоматологического наконечника, при котором центры большого и малого кругов будут совмещены.

Результаты исследования и их обсуждение. Эксперименты по одонтопрепарированию с использованием системы дентальной навигации были проведены на фантомах черепа человека с гарнитурами зубов фирмы «Frasaco» (рис. 2). С модели нижней челюсти были удалены 35 и 43, 45 и 47 зубы. При раскрытом положении челюстей

разобшение между двумя точками, расположенными на режущих краях медиальных резцов, равнялось 4,5 см.

Снятие твердых тканей фантомных зубов проводилось с использованием турбинного стоматологического наконечника НСТк – 300 ВЭМЗ фиссурными борами:

- 1) диаметром 0,3 мм и длиной 19 мм;
- 2) диаметром 1,4 мм с синей, красной и желтой маркировкой.

В эксперименте было использовано оригинальное технологическое оборудование:

- 1) устройство контроля и коррекции отклонений стоматологического инструмента (УККУОСИ);
- 2) устройство стабилизации движений стоматологического наконечника (УСДСН).

Все этапы эксперимента по одонтопрепарированию были сняты на видеокамеру. Результаты обработаны в программной среде Microsoft Excel, входящей в пакет Microsoft Office. Обработка и измерение 3D моделей проведено в программной среде 3D-Tool v9.

Методика проведения эксперимента включала в себе следующие этапы:

1) изготовление специальной пластмассовой каппы;

2) определение и фиксации на ней оси препарирования;

3) формирование поднутрения;

4) получение назубной пластмассовой каппы (зубная часть+ регистрационный флажок);

5) установка каппы на место модели (зубы 31, 32, 41, 42);

6) сверление регистрационного флажка под углом препарирования, определенным методом биссектрис;

7) фиксация бора в отверстие регистрационного флажка;

8) получение оси препарирования.

В эксперименте проведено одонтопрепарирование 44 и 46 зубов под несъемный металлокерамический мостовидный протез, по двум методикам:

1) методике доктора Петра Мешке (Германия, г. Вуперталь)

2) методике с использованием нового технологического оборудования (УСДСН и УККУОСИ). Одонтопрепарирование по методике доктора Петра Мешке (контрольные параметры) проводилось с использованием УККУОСИ, но информация об угловых отклонениях стоматологического накопника врачу не передавалась, хотя и регистрировалась системой дентальной навигации.

Алгоритм выполнения одонтопрепарирования по разработанной нами методике с использованием УККУОСИ и УСДСН состоял из следующих этапов:

1) сепарации боковых стенок зуба;

2) обточки их до уровня его шейки;

3) формировании первичного уступа;

4) формировании преддесневого уступа;

5) шлифовки и полировки боковых стенок и уступа;

6) формировании жевательной поверхности.

Общее время, затраченное на одонтопрепарирование 44-го и 46-го зубов с использованием системы дентальной навигации равнялось 26,5 минутам, или в 5,66 раза меньше, чем по методике доктора Петра Мешке (≈ 150 минут).

При анализе результатов одонтопрепарирования, проведенным по двум методикам использовались данные видеозаписи, и измерений, полученных УККУОСИ и сохраненных в компьютере вместе с информацией о времени получения каждого параметра. Измерение угловых отклонений производилась УККУОСИ со скоростью 100 измерений в секунду. Таким образом, за все время проведения одонтопрепарирования 44-го и 46-го зубов было сделано 159000 измерений. По данным видеозаписи, производимой со скоростью 20 кадров в секунду, определяли над каким

зубом, над каким его сектором и в какой момент времени проводилось препарирование (рис.3). При этом данные всех измерений угловых, видео- и аудиозаписи были синхронизированы по времени.

В итоге был получен четкий алгоритм процесса одонтопрепарирования с использованием системы дентальной навигации. Результаты проведенного эксперимента достоверно доказывают, что для обработки различных (из 8-ми) секторов зуба требуется разное время (рис. 4). Так, при одонтопрепарировании 44-го зуба без использования дентальной навигационной системы максимум внимания экспериментатор уделял секторам 5, 6, 7. Всего 5,1% внимания было уделено сектору 1, в то время как сектору 6 было уделено 20,6% внимания. Таким образом, девиация степени внимания при одонтопрепарировании 44-го зуба составляла 15,5%. При одонтопрепарировании 46-го зуба максимум внимания экспериментатор уделял 7-му, 6-му, 5-му и 4-му секторам. Сектору 2 было уделено минимум внимания (8,3%), а сектору 6 – максимум внимания (16,2%).

Девиация степени внимания при одонтопрепарировании 46-го зуба (7,9%) оказалась лишь на 4% меньше аналогичного параметра 44-го зуба. При одонтопрепарировании без системы дентальной навигации (по методике доктора П. Мешке) экспериментатор большое внимание уделял наиболее доступным для глаз секторам и 44-го и 46-го зубов. И меньшее внимание – скрытым от глаз труднодоступным секторам зубов.

В связи с этим экспериментатор более тщательно обрабатывал те сектора зубов, которых хорошо видны и легкодоступны. Напротив, скрытые и труднодоступные сектора оставались без внимания и подвергались меньшей обработке. Можно было априорно предположить, что труднодоступным секторам зубов экспериментатор уделял больше внимания и затратит на их препарирование больше времени. На самом же деле картина совершенно иная – видимые и легкодоступные сектора заняли больше внимания экспериментатора и больше времени на их препарирование. Отсюда следует вывод: проблемы протезирования, связанные с трудностями посадки протезов и их опрокидыванием в процессе эксплуатации, могут быть вызваны некачественной обработкой скрытых и труднодоступных секторов зуба во время одонтопрепарирования.

При использовании системы дентальной навигации экспериментатор уделял практически одинаковое внимание всем секторам и 44-го, и 46-го зубов. Максимальная степень девиации внимания составляла 2,4% между 3-им (11,8%) и 5-ым (14,2%) секторами 44-го и 2,9% между 5-ым (14,0%) и 8-ым (11,1%) секторами 46-го зуба

(рис.4). Эти параметры свидетельствуют о том, при использовании системы детальной навигации экспериментатору нет необходимости анализировать текущие отклонения стоматологического наконечника, а бор сразу препарирует твердые ткани зуба на заданную глубину (рис.5). В ходе эксперимента проанализированы результаты измерений отклонений бора по классической методике (доктора П.Мешке) и с использованием УСДСН. Одонтопрепарирование по классической методике включает в себя два этапа:

1) основная обточка

2) запараллеливание. При этом информация об угловых отклонениях бора на первом этапе не представляет информационной значимости, поскольку его намеренные отклонения от оси зуба включены в методику. Информация об угловых отклонениях бора на втором этапе одонтопрепарирования является ценной, поскольку она обязательно скажется 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. Это вызвано тем, что угловое отклонение бора от заданной оси одонтопрепарирования в каждый момент времени носят случайный или квазислучайный характер. Результаты этих отклонений, в зависимости от их величины, нами рассмотрены как набор статистических данных.

В свою очередь, основными характеристиками любого набора статистических измерений или распределения случайных величин являются:

- 1) математическое ожидание (среднее значение);
- 2) среднеквадратическое отклонение (СКО);
- 3) дисперсия.

Средние значения угловых отклонений бора мезио-дистально ($-3,35^\circ$) и вестибуло-орально ($-0,47^\circ$) направлениях при одонтопрепарировании по классической методике отличаются незначительно. И главное, что они не сильно отклоняются от нулевого значения, которое соответствует оси одонтопрепарирования. Каким образом интерпретировать эти данные? Вероятно, что во время запараллеливания боковых поверхностей препарируемых зубов мезио-дистальная проекция оси бора отклонялась от заданной оси на $3,35^\circ$, за счет того, что экспериментатор поднимал ручку стоматологического наконечника вверх. В тоже время смещение стоматологического наконечника вокруг своей оси на $0,47^\circ$ против часовой стрелки вызывало его среднее отклонение в вестибуло-оральном направлении на $-0,47^\circ$.

Величина СКО в мезио-дистальном направ-

лении при одонтопрепарировании по классической методике равна $3,60^\circ$, а в вестибуло-оральном направлении – $10,24^\circ$. Это свидетельствует о том, что отклонения бора от среднего значения в вестибуло-оральном направлении в ≈ 3 раза больше, чем в мезио-дистальном направлении. Более, чем вероятно, что это связано с анатомическими особенностями лучезапястного сустава: случайное вращение кисти более свободное, чем ее отведение-приведение. Из всех показателей угловых отклонений их дисперсия наиболее интересная величина. Именно по ней можно судить о равномерности разброса случайных отклонений бора на всем протяжении эксперимента. Чем выше значения дисперсии, тем более равномерно поле угловых отношений во всем их диапазоне. И тем менее точно и однозначно экспериментатор удерживал выбранную ось одонтопрепарирования. Дисперсия угловых отклонений мезио-дистальном направлении ($12,96^\circ$) почти в 10 раз меньше дисперсии в вестибуло-оральном направлении ($104,83^\circ$).

При одонтопрепарировании 46-го зуба в большей степени, чем для 44-го зуба, отклонения бора в мезио-дистальном направлении определяются вращательным движением кисти, а отклонения в вестибуло-оральном направлении – ее отведением-приведением. При одонтопрепарировании с использованием УСДСН удалось существенно снизить величину случайных угловых отклонений. Так, их среднее значение при одонтопрепарировании 44-го и 46-го зубов в мезио-дистальном направлении составило – $0,03^\circ$, а для вестибуло-орального направления – $0,06^\circ$, СКО – $1,34^\circ$ и $1,29^\circ$, а дисперсии – $1,81^\circ$ и $1,66^\circ$ соответственно. Полученные данные указывают на уравнивание параметров угловых отклонений в вестибуло-оральном направлении с подобными отклонениями в мезио-дистальном направлении. При этом параметры отклонений отличаются выраженной равномерностью и меньшим разбросом величин. Тем более, что выявленный разброс угловых отклонений в $2-3^\circ$, вероятнее всего создается люфтами сочленений и шарниров самого УСДСН, а так же сочетанием погрешностей измерительного комплекса: видеокамеры, УККУОСИ и 3D сканера.

Значения же СКО угловых отношений при одонтопрепарировании с использованием УСДСН были уменьшены в мезио-дистальном направлении в 2,67 раз, а в вестибуло-оральном направлении – в 7,64 раза. При этом значения дисперсии были уменьшены в мезио-дистальном направлении в 7,15 раза, а в вестибуло-оральном направлении – в 63,15 раза. Для более детального анализа результатов одонтопрепарирования по классической методике и с использованием

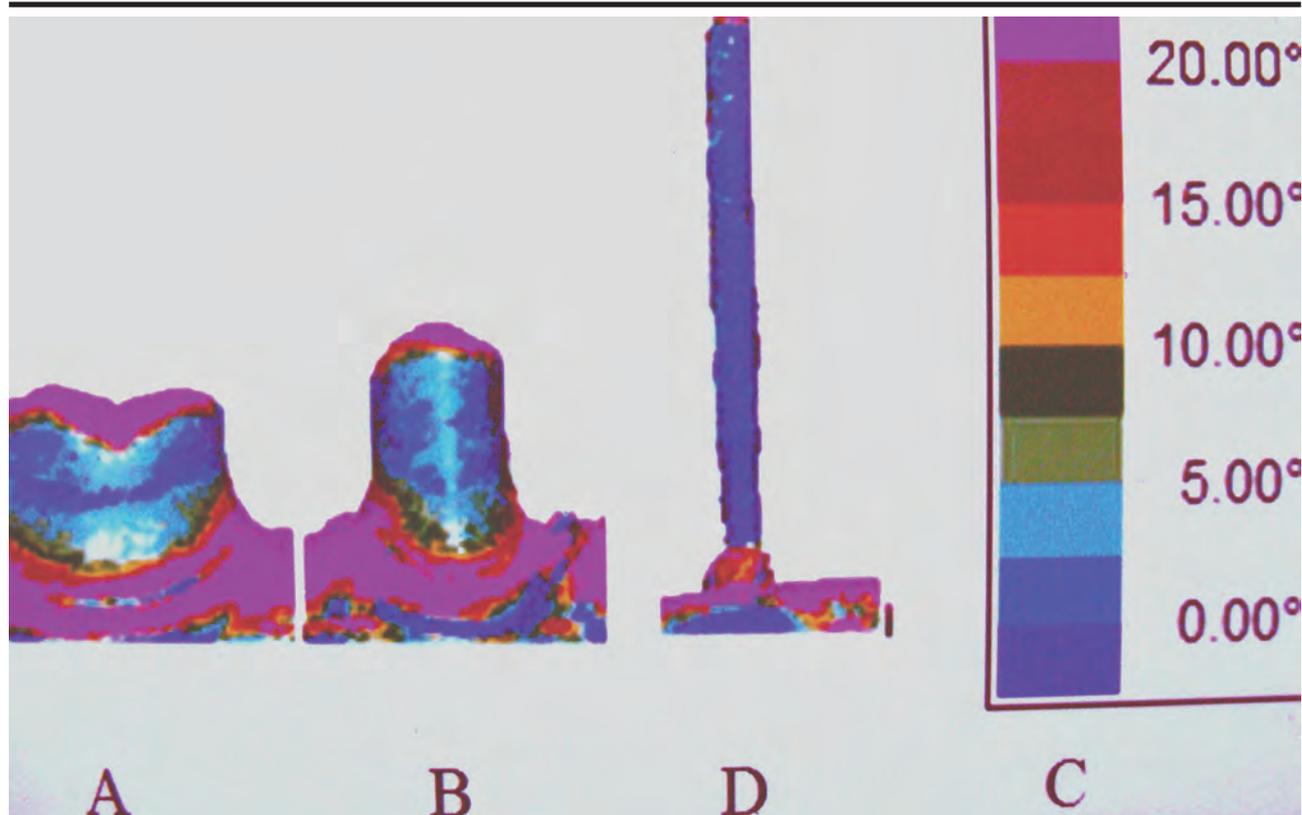


Рис. 4. Вестибулярные поверхности 44-го(А) и 46-го(В) зуба после одонтопрепарирования с использованием системы дентальной навигации. D – опорный штифт; C – цветовая шкала

УСДСН были вычислены параметры отклонений бора в вестибуло-оральном и мезио-дистальном направлениях в каждом из 8-ми секторов 44-го и 46-го зубов. При этом дисперсия угловых отклонений при одонтопрепарировании по классической методике 44-го зуба достоверно отличается от параметров дисперсии 46-го зуба. Так же отличаются и параметры дисперсии и различных секторов как 44-го, так и 46-го зубов.

Заключение. Использование при формировании опорной культи зуба инновационной дентальной навигационной системы позволяет существенно снизить углы конвергенции стенок зубов, в 2 раза уменьшить угол смещения оси препарирования от заданного значения, уменьшить разброс угловых отклонений стоматологического наконечника до 2-3° и в 5,6 раза сократить время препарирования. В результате формируется ровная цилиндрическая опорная культя зуба, необходимая для надежного крепления несъемной протезной конструкции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Леман К. Основы терапевтической и ортопедической стоматологии / К. Леман, Э. Хельвиг // Львов, 1999, пер. с нем. с. 262 – 299.

2. Woelfer J.B., Scheid R.C. *Dental Anatomy* / Baltimore. Philadelphia-London, 1997, 449 p.

3. Chung H. An interesting healing outcome of a replanted immature permanent teeth: a case report / H. Chung, M. Kim et al. // *Dent. Traumatol.*, 2011, v. 27, N 1, p. 77 – 80.

4. Panzarini S.R. Intracanal dressing and root canal filling materials in tooth replantation: a literature review / S.R. Panzarini, C.L. Trevisan et al. // *Dent. Traumatol.*, 2012, v. 28, N 1, p. 42 – 48.

5. Bianco B.F. Clinical case report: treatment of permanent tooth avulsion following trauma from a dog bite / B.F. Bianco, D. Convey et al. // *Gen. Dent.*, 2010, v. 58, N 6, p. 268 – 271.

6. Zhang X. Characteristics of avulsed permanent teeth treated at Beijing Stomatological Hospital / X. Zhang, Y. Gong // *Dent. Traumatol.*, 2010, v. 26, N 3, p. 281 – 284.

7. Шиллинбург Г. Основы препарирования зубов для изготовления литых металлических, металлокерамических и керамических реставрации / Г. Шиллинбург, Р. Якоби и др. // М. Азбука, 2006, с. 18 – 20.

8. Roskamp L. The positive influence of atopy on the prognosis of avulsed and replanted teeth despite differences in post trauma management /

L.Roskamp, V.P.Wetphalen et al. // J. Endodont., 2011, v. 37, N 4, p. 463 – 465.

Авторская справка:

1. Марков Игорь Иванович - руководитель научно-исследовательской лаборатории НОУ ВПО Медицинский институт «Реавиз» доктор ме-

дицинских наук, академик РАМТН. E-mail: markov.ii@hotmail.com

2. Иващенко Александр Валерьевич - кандидат медицинских наук, докторант кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет». E-mail: JvachencoAVEG@rambler.ru