

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

И.К. Луцкая, О.А. Лопатин, Т.А. Запашник

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ
В ЭСТЕТИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ**

Учебно-методическое пособие

Минск БелМАПО

2012

УДК 616.31-073-71:535(075.9)

ББК 56.6я73

Л 86

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия
УМС Белорусской медицинской академии последипломного образования
протокол № 6 от 28.09. 2012 г.

Авторы:

д.м.н., профессор, зав.кафедрой терапевтической стоматологии И.К.Луцкая;
ассистент кафедры терапевтической стоматологии О.А.Лопатин;
ассистент кафедры терапевтической стоматологии Т.А.Запашник

Рецензенты:

д.м.н., профессор, зав. кафедрой ортопедической стоматологии БГМУ
С.А.Наумович
2-я кафедра терапевтической стоматологии БГМУ

Луцкая И.К.

Л 86

Использование оптических устройств в эстетической стоматологии: учебно-методическое пособие /И.К.Луцкая, О.А.Лопатин, Т.А.Запашник, 2012.- 29 с.

ISBN 978-985-499-614-1

Развитие современных технологий реставрации зубов предъявляет высокие требования к визуализации рабочего поля, точному воспроизведению и детализации мелких объектов. Широкий ассортимент увеличительных систем от простых монокуляров до стоматологических микроскопов и интраоральных видеокамер с увеличением от двух до десятков раз требует разработки научно-обоснованных рекомендаций по их применению. В учебно-методическом пособии представлены оптические устройства, которые могут использоваться врачами-стоматологами в ежедневной практике.

Учебно-методическое пособие предназначено для врачей-стоматологов, а также для студентов стоматологических факультетов.

УДК 616.31-073-71:535(075.9)

ББК 56.6я73

ISBN 978-985-499-614-1

© Луцкая И.К., [и др.], 2012

© Оформление БелМАПО, 2012

Введение

Развитие современных технологий реставрации зубов предъявляет высокие требования к визуализации рабочего поля, точному воспроизведению и детализации мелких объектов [1]. Данные задачи могут быть решены с помощью оптических систем.

Использование оптических устройств даёт увеличение размеров мелких деталей в операционном поле, повышает остроту зрительного восприятия и улучшает позу врача во время работы.

Лечение с применением оптических устройств обеспечивает использование более щадящих методов в отношении твердых тканей зуба, качество обработки полостей и корневых каналов становится выше, а пломбирование более надежно. Увеличение изображения рабочего поля даёт возможность видеть большее количество деталей, что обеспечивает более высокое качество клинического лечения [2].

В настоящее время производятся оптические устройства, которые могут использоваться врачами-стоматологами в ежедневной практике. Широкий ассортимент увеличительных систем от простых монокуляров до стоматологических микроскопов и интраоральных видеокамер с увеличением от двух до десятков раз требует разработки научно-обоснованных рекомендаций по их применению.

Осуществление стоматологических манипуляций требует четкого обзора операционного поля. Современное решение этой проблемы достигается использованием оптических приборов. Чем более отчетливо врач видит объект своего лечения, тем надежнее и эффективнее будет проводиться вмешательство. Кроме того, применение оптики является прямой инвестицией в здоровье врача стоматолога, улучшенная осанка и видимость помогут избежать многих профессиональных заболеваний [3].

Коррекция пресбиопии. Пресбиопия (возрастная дальнозоркость) – это патология рефракции глаза связанная с возрастом. Примерно к 40 годам жизни у человека происходят склеротические изменения в хрусталике, что приводит к уплотнению его ядра, а значит, нарушается способность глаза к аккомодации [4, 5]. Размер изображения, увеличение, способность видеть мелкие детали, и острота зрения имеют прямое отношение к пресбиопии [4, 6, 7]. Изучение мелких предметов облегчается при их удалении от глаза – это увеличение рабочего расстояния приводит к уменьшению размера исследуемого объекта и к снижению резкости.

Пресбиопия создает определенные проблемы для эффективности диагностики и лечения. При развитии пресбиопии у стоматолога снижение остроты зрения может компенсироваться за счет увеличения рабочего расстояния, что снижает способность видеть мелкие детали. Таким образом, для улучшения визуализации рабочего поля у врача, страдающего пресбиопией, размер изображения должен быть увеличен без увеличения рабочего расстояния [6]. Оптические системы позволяют увеличить размер изображения без изменения положения оператора относительно обследуемого объекта.

Еще одно преимущество использования оптических систем важно для врачей-стоматологов, страдающих пресбиопией. Увеличение позволяет читать маркировку на градуированном пародонтальном зонде без ущерба для осанки оператора. Улучшение визуализации маркировки зонда обеспечивает более качественное документирование глубины зубодесневых карманов и оценку результатов пародонтологического лечения.

Улучшение позы врача-стоматолога. Эффективность оптических устройств не ограничивается возрастной дальнозоркостью врачей-стоматологов. Эти устройства могут помочь практическим врачам всех возрастов для того, чтобы добиться необходимой детализации рабочего поля и эргономичной позы [8]. Увеличительные системы улучшают визуализацию объекта, качество изображения и остроту зрения, что приводит к улучшению осанки и снижает нагрузку на опорно-двигательный аппарат [4, 9-16].

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Использование увеличительных оптических систем улучшает визуализацию, что повышает качество диагностики и лечения. Детализация операционного поля позволяет выявить невидимые невооруженным глазом поражения и дефекты, что приводит к повышению качества клинической помощи [17].

Оценка состояния твердых тканей зубов и реставраций. Кариес, некариозные поражения, трещины эмали, дентина и другие дефекты зубов и реставраций могут быть более тщательно диагностированы и точно оценены с помощью увеличительных оптических устройств. Simonsen [18] и Wilson [19] сообщили об улучшении качества диагностики и лечения, когда были использованы лупы для оценки реставраций и поражений жевательных зубов. Также при использовании увеличения улучшается качество полировки и краевого прилегания реставраций [19]. Увеличительные системы помогают в обнаружении изменений цвета реставраций, которые часто трудно отличить от естественных поверхностей зубов [20].

Обследование зубодесневых карманов и твёрдых зубных отложений.

Лупа помогает врачу-стоматологу обнаружить поддесневые зубные отложения и отложения в межзубных промежутках. Как правило, это трудно сделать, имея даже адекватное освещение, так как налет сливается с окружающей поверхностью эмали и цемента. Увеличение значительно облегчает обнаружение зубных отложений.

Интерпретация рентгеновских снимков. Увеличение изображения при изучении рентгеновских снимков позволяет обнаружить изменения плотности и поражения кости и твердых тканей зубов, которые не могут быть определены невооруженным глазом [21].

Обследование мягких тканей полости рта. При осмотре пациента стоматолог изучает цвет, текстуру, анатомические особенности слизистой оболочки и мягких тканей полостей рта. Любые изменения в этих структурах эффективно определяются с помощью увеличительных оптических устройств. Исключением является внутриротовая видеокамера с белой подсветкой. Для обследования кровенаполненных тканей необходимо использовать синее или красное освещение в интраоральной камере. Яркий белый свет, отраженный от слизистой оболочки полости рта, имеющей множество поверхностных капилляров, при малом фокусном расстоянии дает на электронной матрице видеокамеры картину гомогенного розового пятна, не позволяя детализировать изображение. Если необходимо документировать имеющуюся клиническую картину и сохранить изображение слизистой оболочки полости рта, для этого целесообразнее использовать цифровой фотоаппарат с макровспышкой и макрообъективом, имеющий фокусное расстояние не менее 40 см.

Некоторые ротовые новообразования имеют размер до 2 мм. Их ранняя диагностика имеет первостепенное значение для дальнейшего прогноза. В данном случае визуализация может быть обеспечена только с использованием увеличительных систем [22, 23].

ТИПЫ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Применяемые в стоматологии оптические системы можно разделить на монокуляры, бинокулярные лупы, стоматологические микроскопы, интраоральные видеокамеры и фотоаппараты.



Рисунок 1. Монокуляр

Монокуляры характеризуются степенью увеличения 8-12 $\times$ (рис. 1). Имеют малое фокусное расстояние (1-2 мм). Вследствие этого они могут применяться лишь на этапе диагностики и оценки результатов лечения. Положительным свойством монокуляров является их малая масса и низкая стоимость. На линзе монокуляра может быть нанесена шкала для измерения размеров и углов, что позволяет

документировать результаты обследования. Применение монокуляров затруднено в дистальных отделах полости рта из-за слишком малого фокусного расстояния. Так как размер монокуляра значительно больше фокусного расстояния – он создаёт тень и не даёт возможности визуализировать объект исследования, удаленный от прямого источника света. Применяться монокуляр может только на этапах диагностики и оценки результатов. Во время лечебных стоматологических манипуляций применение монокуляра ограничено также из-за малого фокусного расстояния.

Бинокулярные лупы. Наиболее простую конструкцию имеет козырьковая диоптрическая бинокулярная лупа с одной линзой между глазом оператора и обследуемым объектом. Но линзы с увеличением 2,5 раза имеют рабочее расстояние всего 15 см, что далеко не идеально. Недостатками системы отдельных линз являются также оптическая и хроматическая аберрации, особенно заметные по краям линзы при большом увеличении. Тем не менее, система эта легкая и является самой дешевой из всех предлагаемых.



Рисунок 2. Козырьковая диоптрическая бинокулярная лупа («flat-plane»)

Для систем с одной линзой оптическая сила обычно измеряется в диоптриях (D). 1 диоптрия означает, что луч света будет сфокусирован на расстояние 1 м. Линзы с увеличением 2D будут фокусироваться на 50 см; 5D линзы будут иметь фокус 20 см. Путаница возникает, когда характеристика окуляра описывается в

диоптриях. 5D не означает 5*-кратное увеличение (увеличение объекта в 5 раз), а означает, что фокусное расстояние от глаз до объекта составляет 20 см и видимый объект увеличивается примерно в 2 раза.

К сожалению, фокусное расстояние до 20 см от объекта вынуждает врача выбирать вынужденную позу, при которой он видит лучше, и это может привести к заболеваниям опорно-двигательной системы. Если оператор находится очень близко во время диагностики и лечения, то у пациента может возникнуть некоторый дискомфорт.

Стоимость диоптрических систем невысока, но они имеют недостаток: ограниченную разрешающую способность и малое фокусное расстояние. Один производитель Almore International (Portland, Oregon) разработал положение диоптрийной линзы, поместив её в выдвижную трубку. Такая конструкция усиливает увеличение, перемещая линзу ближе к объекту, и не заставляет оператора принимать вынужденную позу, наклоняясь к пациенту.

Для преодоления недостатков отдельных линз, следует использовать несколько линз – например, оптическую систему Галилея (рис. 3). Эта система включает две или больше линз, которые дают более высокий уровень увеличения изображения, чем получаемый отдельной линзой, увеличивая одновременно глубину резкости и рабочее расстояние. Система дает увеличение в 1,5-3,25 раза. Большинство производителей стоматологической оптики предлагает уве-

личение в 2,0-2,5 раза. Оно обеспечивает приемлемый компромисс между весом, оптическими свойствами и стоимостью. Система линз из различных материалов, скрепленные вместе с помощью корпуса окрашенного внутри в матовый чёрный цвет, имеет соответствующий индекс преломления и уменьшает оптические и хроматические аберрации.



Рисунок 3. Биноклярная лупа конструкции Flip-Up, устроенная по типу телескопа Галилея

Система из двух таких «телескопов» имеет тщательно подобранный угол схождения, чтобы обеспечить единый биноклярный образ. Линзы Галилея не увеличивают больше, чем в 3,25 раза, т.к. появляются проблемы с весом, размером и оптической аберрацией.

Для большего увеличения требуется призматическая оптика. Она используется в биноклярных лупах, где значительное расстояние между линзами может быть сокращено, поскольку луч света преломляют призмы. Такая оптическая система, основанная на принципе астрономического телескопа Кеплера, имеет 5 линз и 2 призмы, что дает более высокие уровни увеличения (до 6 раз), прекрасную оптическую чистоту и более плоское изображение. Биноклярные лупы, разработанные на базе телескопической системы Кеплера с призматической системой, имеют увеличенное поле зрения и обеспечивают лучшее качество изображения, но уступают галилеевским по массогабаритным параметрам. Тем не менее, чем сложнее техника, тем она тяжелее и дороже обходится в производстве [10].

Выбор биноклярной лупы

Врачи-стоматологи располагают множеством вариантов при выборе биноклярной лупы. Существует 3 типа биноклярных луп, различающихся по конструкции оптики. Это диоптрические биноклярные лупы, имеющие одну

линзу между глазом оператора и обследуемым объектом, а также более сложные конструктивно телескопическая бинокулярная лупа, устроенная по системе Галилея, содержащая три линзы, и телескопическая бинокулярная лупа, устроенная по системе Кеплера, включающая в себя 5 и более линз и несколько призм. С повышением сложности оптической системы увеличиваются массогабаритные параметры и цена. Стоимость бинокулярной лупы может варьировать в несколько сотен раз.

При выборе лупы необходимо обращать внимание не только на дизайн, удобство конструкции и степень увеличения, но необходимо учитывать и глубину резкости, высокое разрешение, яркость изображения и величину поля зрения (рис. 4).

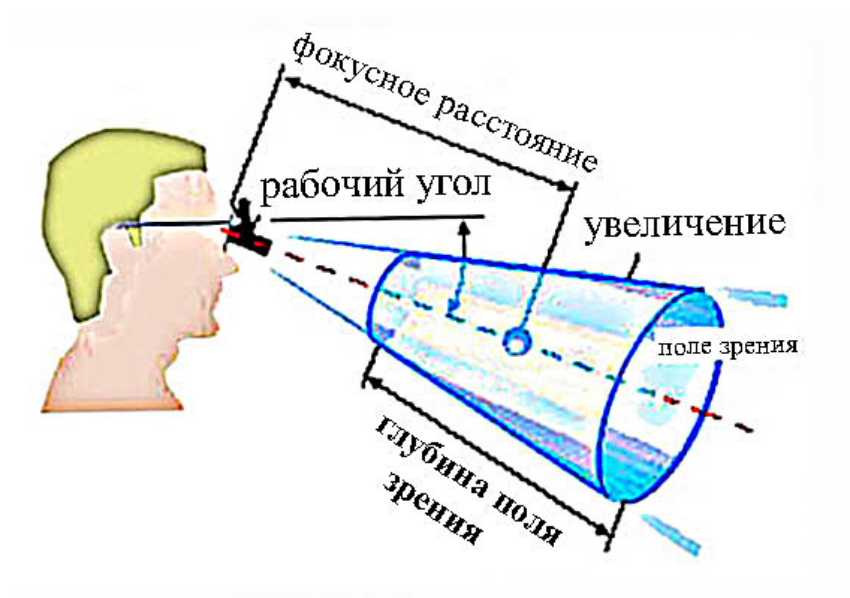


Рисунок 4. Основные параметры бинокулярной лупы

Степень увеличения: телескопические бинокулярные лупы обеспечивают большую степень увеличения и фокусное расстояние по сравнению с диоптрическими системами. При использовании телескопических луп фокусное расстояние составляет 35-50 см, что обеспечивает эргономическую позу врача-стоматолога без приближения к пациенту и нарушения осанки [8, 17, 20, 25]. Степень увеличения зависит от желаемой остроты зрения, необходимого раз-

мера одномоментной визуализации рабочего поля и степени пресбиопии имеющейся у оператора [26].

При выборе степени увеличения следует руководствоваться поставленными задачами. В стоматологии максимальная степень увеличения бинокулярной лупы не всегда является оптимальной: чем больше степень увеличения, тем меньше поле зрения и глубина резкости [10].

Оптическое качество линз: у различных производителей имеются существенные различия в оптических качествах линз. В линзах, установленных в бинокулярной лупе, должны быть минимизированы оптические (сферические) и хроматические аберрации. Также оптика не должна создавать геометрических искажений обследуемого объекта.

Для выбора качественной бинокулярной лупы желательно посмотреть на тестовый рисунок с прямыми параллельными черными линиями: они не должны искажаться. Особое внимание стоит уделить периферии поля зрения лупы, т.к. в некачественной оптике выражено ухудшение геометрии и яркости изображения от центра к краю зоны видимости.

Линзы должны иметь антибликовое покрытие, облегчающее осмотр отражающих поверхностей за счёт устранения оптических рефлексов в идеале – до 0,3 – 0,5 %, и быть ахроматическими, т.е. не изменять цвета, что крайне важно для эстетической стоматологии. Оптика должна быть просветленной и иметь достаточную светосилу (минимально ослаблять силу светового потока). Просветление оптики – это уменьшение коэффициентов отражения поверхностей оптических деталей путем нанесения на них непоглощающих свет пленок. Без просветляющих пленок потери на отражение света могут быть значительными, так в видимой области спектра (длина волны 400-700 нм) даже при нормальном падении лучей на границе воздух - оптическая среда они могут составлять до 10% от интенсивности падающего излучения. В системах с большим числом поверхностей, например, в сложных телескопических бинокулярных лупах Галилея и Кеплера, потери света могут достигать 70% и более. Многократное от-

ражение от преломляющих поверхностей вызывает появление внутри приборов рассеянного света, что ухудшает качество изображения, формируемого оптической системой. Это нежелательное явление устраняется с помощью просветления линз.

Просветленная оптика требует бережного обращения, т.к. пленка, нанесенная на поверхность линз, легко повреждается. Она разрушается маслом и жиром, а также абразивом, постоянно присутствующим в аэрозоли воздуха стоматологического кабинета. Поэтому при выборе бинокулярной лупы следует обратить внимание на наличие в комплекте сменных прозрачных колпачков для передних линз устройства. Должна существовать возможность периодического приобретения и замены этих колпачков, либо на фронтальную поверхность лупы может быть нанесено устойчивое к абразивному и химическому воздействию покрытие.

Рабочее расстояние – это расстояние глаз врача от обследуемого объекта, на котором сфокусирована лупа. Оно является наиболее важным фактором, обеспечивающим эргономичность рабочей позы и комфорта оператора. Оптимальное рабочее расстояние для правильной осанки стоматолога составляет от 35 до 45 см [4].

Чем больше степень увеличения, тем меньше поле зрения. При увеличении от 1,5 до 2 раз врач одновременно может видеть всю полость рта и окружающие ткани лица. Если оптическая система имеет степень увеличения от 2 до 2,6 раз, в поле зрения оператора находятся несколько квадрантов зубных рядов. Увеличение в 3,25-3,5 раза ограничивает поле зрения несколькими зубами. Для стоматолога-терапевта комфортным является поле зрения не менее 10 см. Его можно измерить, положив линейку на рабочем расстоянии в фокусе лупы. При этом измерять размер поля зрения необходимо как по горизонтали, так и по вертикали. Это позволит выявить нарушения в качестве оптики.

Глубина резкости – это диапазон расстояний, на которых объекты находятся в фокусе, а оператор остается неподвижным. Как и поле зрения, глубина

резкости максимальна при минимальном увеличении и уменьшается с повышением степени увеличения оптического устройства. Этим необходимо руководствоваться при практическом выборе бинокулярной лупы. Глубина резкости при увеличении в 2 раза составляет приблизительно 15 см. У лупы с увеличением 3,25 крат – около 5,5 см. А у 4,5 кратной лупы – менее 3 см. Также глубина резкости зависит от качества оптики. Комфорт оператора напрямую связан с глубиной резкости. Для врача-стоматолога этот показатель не должен быть менее 10 см, иначе ему постоянно придется изменять позу во время работы, что приведет к нежелательным нагрузкам на опорно-двигательный аппарат. Измерить данный параметр у бинокулярной лупы можно по линейке, направленной почти перпендикулярно к фронтальной поверхности передней линзы.

Рабочий угол. Осанка оператора напрямую связана с линией взгляда и углом лупы. Чем меньше рабочий угол, тем при большем наклоне шеи необходимо рассматривать объект. Желательно, чтобы рабочий угол регулировался, т.к. его необходимо изменять при диагностике и лечении, оценки рентгенограмм и осмотре состояния инструментов.

Т.к. стоматолог использует бинокулярную лупу практически всего рабочего дня, масса и комфорт являются важными характеристиками. Лупа должна иметь удобный и, желательно, мягкий носовой упор. Следует помнить о том, что с повышением степени увеличения растет и масса оптического устройства.

В инструкции пользователя должно упоминаться обеспечение пыле- и влагоустойчивости в соответствии с международными стандартами для оптических систем, это играет не последнюю роль в выборе предприятия-изготовителя, т.к. через 1,5-2 года эксплуатации в условиях стоматологического кабинета возможна разгерметизация корпуса что неизбежно ведёт к «запотеванию» оптики или, что ещё хуже, попаданию мелкой пыли, от которой очень устают глаза и которую практически невозможно удалить.

Виды крепления бинокулярной лупы

Flip-Up биноккулярные линзы закреплены с помощью подвижного шарнира и их положение относительно глаз оператора может изменяться. Они могут фиксироваться как на специальном креплении – эластичной ленте вокруг головы, так и на оправе очков. Идея, положенная в основу этого устройства, предельно проста – при необходимости линзы опускаются в рабочую позицию, а когда они не нужны, легко поднимаются вверх. Недостаток, который очевиден: чтобы «нащупать» рабочее положение нужно каждый раз смотреть сквозь линзы, находящиеся некоторое время в неоптимальной позиции.

TTL-линзы. TTL – сокращение от термина Through-The-Lens («сквозь линзы»). Линзы интегрированы в обычные очки, соответственно они (линзы) не поднимаются и не опускаются. Работать с ними проще, т.к. достаточно освоить простой прием – при работе смотреть сквозь них, во всех остальных ситуациях – поверх. По отзывам стоматологов, работающих с TTL линзами, такой навык нарабатывается достаточно быстро. Естественно, самым большим недостатком данной конструкции оказывается цена, т.к. такие системы изготавливаются строго индивидуально. Также данная конструкция не позволяет изменять рабочий угол при различных манипуляциях. Но TTL-линзы отличаются лучшей светосилой, имеют меньшую массу и габариты.

Внутриротовая (интраоральная) видеокамера позволяет вести успешный диалог с пациентом и переводит документирование истории болезни на новый уровень с возможностью демонстрации результата до лечения и после (что особенно актуально при эстетических реставрациях).

При работе с интраоральной видеокамерой рабочее поле на экране монитора увеличено в 50-100 раз, что сравнимо с эффектом работы под микроскопом, который, по-прежнему, остается малодоступным инструментом для широкого спектра стоматологических клиник из-за своей высокой стоимости.

Для освещения объекта в интраоральных видеокамерах применяются сверхяркие светодиоды (рис. 5). Оптические оси линз объектива и светодиодов

подсветки параллельны, поэтому освещение объекта бестеневое, что дает преимущество по сравнению с налобным осветителем и светильником стоматологической установки.



Рисунок 5. Внутриротовая видеокамера

Использование интраоральной видеокамеры позволяет стоматологу не только проводить детальное обследование ротовой полости пациента, но и консультироваться с коллегами. Видео-диагностика и наглядное обсуждение клинической картины позволяют пациенту участвовать в процессе лечения и под-

держивать доверительные отношения со стоматологом.

Имея в арсенале, даже самую простую внутриротовую видеокамеру, врач стоматолог облегчает себе работу над решением важной задачи – контроль качества проведенных манипуляций на всех этапах лечебного процесса.

Применение микроскопа в стоматологии. При осмотре невооруженным глазом, человек способен различить 2 дискретные линии, отделенные пространством в $200\text{ }\mu\text{m}$ (0,2 мм). Если линии располагаются ближе, чем 0,2 мм, то глаз будет видеть их как одну линию. Увеличение повышает способность глаза различать подобные объекты, и позволяет врачу видеть намного больше деталей, чем при осмотре невооруженным глазом. Например, увеличение в 2 раза, как в телескопических биноккулярных лупах, улучшает разрешение до $100\text{ }\mu\text{m}$, а среднее увеличение стоматологического микроскопа в 10 раз до $20\text{ }\mu\text{m}$. При максимальном увеличении микроскопа в 40 крат, возможно различить объекты находящиеся всего в $5\text{ }\mu\text{m}$ (0,005 мм) друг от друга.

Стоматологический микроскоп обычно имеет несколько степеней увеличения от 2 до 40 крат, которые можно настроить вручную или с помощью ножной педали. Общее увеличение микроскопа зависит от фокусного расстояния

бинокляров и линз объектива, силы окуляров и степени увеличения. Говоря о нескольких степенях увеличения, следует помнить о том, что большинство манипуляций выполняется при минимальном или среднем увеличении. Максимальное увеличение используется для контроля правильности действий врача. Необходимо также учитывать, что с ростом увеличения сокращается освещенность операционного поля, глубина резкости и размер поля зрения.

Источник света в стоматологическом микроскопе обеспечивает визуализацию наиболее глубоких отделов корневого канала за счет бестеневого освещения: свет проникает в корневой канал строго параллельно углу зрения, что устраняет появление теней.

Источником освещения может быть галогеновая лампа или ксеноновый свет. Обычно на микроскопе установлены оба осветителя. Галогеновый свет дает искусственное желтое освещение, которое не рекомендуется для документирования, но обеспечивает комфорт при работе. Ксеноновый осветитель излучает белый свет с температурой 5000° Кельвин, сходный с дневным светом. Оба источника освещения соединены с микроскопом через фиброоптический кабель, их интенсивность может регулироваться.

Для того чтобы избежать стресса, вызванного переходом на работу с микроскопом, врачу стоит сохранить привычное для него рабочее положение, используемое до внедрения микроскопии. Рабочее положение обычно находится в амплитуде от «9 часов» до «12 часов».

В хронологическом порядке, подготовка микроскопа к работе и его правильная установка включают следующие этапы: принятие правильного положения врачом; обеспечение правильного положения пациента; правильное позиционирование микроскопа; коррекция бинокляров по межзрачковому расстоянию; корректировка положения пациента; настройка фокусного расстояния; настройка бинокляров ассистента.

Для верного выбора положения врача, микроскопа и пациента следует соблюдать важное правило эргономики в эндодонтии: спина врача должна быть

прямой, свет микроскопа должен падать перпендикулярно полу и обрабатываемому корневому каналу. Любая процедура в консервативной эндодонтии контролируется в отраженном изображении, поэтому свет микроскопа направляют на зеркало, а от него – в корневой канал. Что касается положения пациента, оно зависит от положения микроскопа, а не наоборот.

В ходе работы врач не должен отводить взгляд от окуляров или выводить руки из операционной зоны, чтобы взять новый инструмент, так как это ведет к потере ориентации по вертикальной амплитуде движений. Руки врача всегда должны оставаться в операционной зоне, а инструменты должны вкладываться ему непосредственно в пальцы. Эту задачу выполняет ассистент, который сидит напротив врача. В консервативной эндодонтии все манипуляции контролируются через зеркало, поэтому левая рука врача постоянно удерживает зеркало и направляет свет на зуб. Иногда зеркало располагают вплотную к коронке зуба, но чаще – на значительном удалении и даже за пределами зубной дуги, для того, чтобы оставить место для наконечника, не перекрывая обзора операционного поля.

Визуализация объекта в настоящее время осуществляется также с применением **цифровой съемки**, преимуществом которой по сравнению с пленкой является доступность изображения непосредственно в текущий момент времени после фотографирования (рис. 6). Исключен сложный технологический процесс проявки фотопленки. Врач может корректировать настройку оборудования, наблюдая за будущим результатом на экране фотоаппарата или монитора. Файлы с цифровыми фотографиями позволяют прикрепить метаданные с текстовой информацией к изображению. Цифровая фотокамера дает возможность получения, сохранения и программной обработки снимков всего лица, улыбки, зубного ряда или снимков зубов крупным планом.



Рисунок 6. Цифровой зеркальный фотоаппарат, оснащенный макрообъективом и кольцевой вспышкой

Обоснование необходимости дентальной фотографии

Клиническое документирование:

дентальная фотография позволяет показать и оценить в отдаленные сроки все этапы лечения. Это дает возможность сравнить результаты стоматологических манипуляций с исходной клинической ситуацией. Фотографии зубов пациента удобны тем, что доступны врачу в любое время, даже в отсутствии контакта с пациентом, а также облегчают описание начальной патологии и этапов лечения

при заполнении врачебной документации. Снимки зубов являются объективным свидетельством, необходимым для подтверждения правильности действий врача-стоматолога в случае решения юридических вопросов и страховых случаев.

Диагностика. Современные цифровые фотоаппараты при макросъемке дают высокодетализированное изображение, позволяющее увеличить объект в несколько раз без потери качества. Это дает возможность выявить дефекты и нарушения, невидимые невооруженным глазом. Статическое изображение значительно облегчает процедуру обследования и диагностики.

Публикации и научная работа. Для иллюстрирования клинических наблюдений необходима качественная дентальная фотография. Цифровые снимки помогают фиксировать редкие казуистические клинические случаи в практике врача-стоматолога.

Коммуникация. Любая клиническая ситуация может быть сфотографирована, способствуя коммуникациям между стоматологами, зуботехническими лабораториями и другими медицинскими учреждениями? Врачом и пациентом.

Цифровая фотография с помощью современных средств передачи информации позволяет одновременно увидеть клиническую ситуацию специалистам, находящимся удаленно друг от друга. Это помогает в постановке диагноза и выборе лечения.

Просветительская работа и распространение стандартов в эстетической стоматологии требуют демонстрации качественных клинических фотографий.

Мотивация пациента к проведению профессиональной гигиены, лечебных манипуляций и эстетической коррекции значительно облегчается с применением дентальной фотографии.

Контроль качества. Сравнение результатов до и после, оценка эффективности проведенного лечения, анализ ошибок, контроль реализации плана лечения эффективно осуществляются с помощью дентальной фотографии. Помимо сохранения информации клиническая фотография оказывает косвенное влияние на повышение качества лечения. Снимок должен зафиксировать качественно выполненную эстетическую стоматологическую конструкцию, что дополнительно мотивирует и самодисциплинирует врача-стоматолога к повышению профессионального уровня.

Фотографии зубов, реставраций и лабораторных этапов изготовления ортопедических конструкций позволяют преподавателям и руководителям медицинских учреждений контролировать качество медицинской помощи и технических этапов работы.

Маркетинг. Фотография является наилучшим наглядным пособием для демонстрации собственных достижений в эстетической стоматологии. Дентальные снимки помогают пациентам оценить состояние зубов и эстетики лица до и после лечения, а также качество реставрации зубов.

Оборудование для дентальной макрофотографии

Работа с современной профессиональной фотоаппаратурой требует осведомленности в базовой терминологии. Получение качественных дентальных

снимков возможно при наличии подходящего для макросъемки фотооборудования и после установки всех настроек.

Для получения качественного дентального снимка необходимо применение зеркального цифрового фотоаппарата с макровспышкой. Компактные любительские фотоаппараты не могут использоваться из-за малого фокусного расстояния, низкого качества оптики и недостаточного физического размера матрицы. В современной литературе цифровые фотоаппараты называют DSLR (Digital single-lens reflex camera) — цифровой фотоаппарат на базе однообъективной зеркальной камеры (то есть с зеркальным видоискателем).

Все зеркальные фотокамеры устроены по одному принципу. В их конструкции применено зеркало, которое направляет свет через оптическую систему камеры в видоискатель. При срабатывании затвора зеркало поднимается, и изображение попадает на матрицу камеры, преобразуется в цифровой сигнал, обрабатывается процессором и записывается на цифровой носитель информации, либо передается сразу на монитор по проводу или беспроводной технологией Wi-Fi. Принципиальным преимуществом DSLR перед остальными типами цифровых камер является зеркальный оптический видоискатель. Такой тип видоискателя не подвержен параллаксу, поскольку свет в него попадает непосредственно через объектив, в то время как оптическая ось видоискателя у незеркальных цифровых камер смещена относительно оптической оси основного объектива. Видоискатель DSLR отображает картинку в реальном времени, с высокими яркостью и разрешением. В настоящий момент зеркальные цифровые камеры с возможностью визирования по жидкокристаллическому экрану имеют в линейке своих продуктов практически все крупные производители. В технических характеристиках камеры эта возможность обычно обозначается как «Live View».

Зеркальная фотокамера состоит из корпуса и объектива. В этом заключается главное ее достоинство — возможность менять объектив в зависимости от поставленных задач. Объектив крепится к корпусу камеры с помощью специ-

ального разъема – байонета, позволяющего быструю смену объектива. Почти каждая фирма-производитель имеет собственный стандарт на байонетный разъем. Объективы одной фирмы-производителя не подходят к корпусу фотоаппарата другого производителя.

Объектив – система линз, проецирующая изображение на светочувствительный элемент, матрицу цифровой камеры. Поворотом специальных колец в ручном режиме или автоматически изменяется расстояние между линзами объектива, за счет этого происходит наведение на резкость или фокусировка. Для проведения дентальной макросъемки необходим макрообъектив, позволяющий снимать без дополнительных приспособлений в масштабе 1:1. Это означает, что изображение проецируется на матрицу фотоаппарата в свою натуральную величину. У макрообъектива при съемке с малого расстояния аберрации максимально исправлены.

Фокусное расстояние объектива – это расстояние в миллиметрах между матрицей цифровой камеры и центром объектива при наведении резкости на бесконечность. Для макросъемки в стоматологии необходимо применять макрообъектив с фиксированным фокусным расстоянием от 90 до 105 мм.

Объективы с меньшим фокусным расстоянием порядка 50 мм вынуждают производить съемку с очень близкого расстояния. Это приводит к появлению значительных оптических искажений на фотографии: увеличивается центральная часть изображения и сжимается периферия. При близком расположении объектива с малым фокусным расстоянием к полости рта пациента происходит запотевание его фронтальной линзы за счет конденсации влаги, выделяющейся при дыхании пациента. Макровспышка при слишком близком расположении к объекту не сможет работать корректно и на снимке появятся переэкспонированные (засвеченные) зоны. Для того, чтобы пациент комфортно ощущал себя в стоматологическом кресле, расстояние от фотографического оборудования до его лица должно быть не менее 50 см, что может быть обеспечено использованием макрообъектива с фокусным расстоянием порядка 100 мм.

Объективы с фокусным расстоянием больше 120 мм дают менее выраженные оптические искажения, но их применение в дентальной фотографии ограничено по следующим причинам. Изображение зубов и полости рта лишается объема за счет сближения заднего и переднего плана. Мощности макро-вспышки при использовании длиннофокусных объективов недостаточно в связи со значительным удалением от объекта съемки и ограниченным количеством света, попадающего на матрицу. Малое отверстие диафрагмы, необходимое для дентальной макрофотографии, уменьшает количество света, попадающего на матрицу, и требует корректного освещения рабочего поля, что является затруднительным при использовании длиннофокусных макрообъективов.

ВНЕДРЕНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ

С использованием оптических систем нами изучено качество обработки поверхности корня на 20 зубах, устьев корневых каналов – на 52 зубах у 31 пациента и 30 удаленных зубах. Исследование границы «зуб-пломба» выполнено на 8 шлифах.

Визуализация объектов исследования осуществлялась с помощью оптических устройств: лупы монокулярной ЛИ – 2-8× (БелОМО), лупы бинокулярной с 2-х кратным увеличением (БелОМО), бинокулярной лупы Зенит ЛБ-1М, интраоральной видеокамеры Titanium ELKA built for A DEC (VGA) и цифрового зеркального фотоаппарата Pentax K5, оснащенного макрообъективом SMC Pentax D FA Macro 100 F2,8 WR и кольцевой вспышкой Pentax AF 080C.



Рисунок 7. Микрофотография выполненная при увеличении 1×200 на микроскопе «MeF-3». Определяются незначительные дефекты по границе пломба-зуб

Исследование границы «зуб-пломба» (рис. 7) проводилось на световом металлографическом микроскопе «MeF-3» (Reichert) при увеличении $\times 50$, $\times 100$, $\times 200$, а также с помощью бинокулярной лупы «Зенит» при увеличении $\times 2,8$ и монокуляра ЛИ – 2 с увеличением $\times 8$.

Осмотр 20-ти удаленных зубов после снятия зубных отложений ультразвуковым скейлером

NSK Varios LUX в течение 3 минут показал следующие результаты (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты осмотра поверхности удаленных зубов после снятия зубных отложений в течение 3 минут ($n=20$)

Метод визуализации	Невооруженным глазом	Монокуляр	Бинокулярная лупа	Внутриротовая видеокамера	Дентальная макрофотография
Зубной камень	5	20	20	20	20
Пигментированный налет	3	19	19	19	20
Шероховатость	-	20	16	15	20
Скол	-	20	7	7	19

Невооруженным глазом зубной камень был обнаружен на 5 образцах. Пигментированный налет – на 3 зубах. Шероховатость и сколы выявлены не были. Использование монокуляра позволило диагностировать зубной камень, шероховатость и сколы на всех 20 зубах, пигментированный налет – на 19 образцах.

Осмотр в бинокулярную лупу показал наличие остатков зубного камня на 20 зубах. Пигментированный налет, шероховатость и сколы с помощью бинокулярной лупы выявлены на 19, 16 и 7 образцах соответственно.

Исследование с помощью внутриротовой видеокамеры дало возможность диагностировать остатки зубного камня на всех 20 удаленных зубах. Данный метод визуализации показал наличие пигментированного налета на 19 объектах исследования. Шероховатость обнаружена на 15 зубах, а сколы – на 7.

Цифровая дентальная макрофотография показала наличие зубного камня, пигментированного налета и шероховатости на всех 20 исследуемых образцах. Сколы не обнаружены лишь на одном удаленном зубе.

Исследование границы «зуб-пломба» как на световом металлографическом микроскопе при увеличении $\times 50$, $\times 100$, $\times 200$, так и при использовании монокуляра и бинокулярной лупы с увеличением $\times 8$ и $\times 2,8$ крат показало возможность выявления микродефектов на отдельных шлифах.

В процессе диагностики качества обработки устьев корневых каналов невооруженным глазом узур обнаружены в 14 устьях. Использование монокуляра и внутриротовой видеокамеры повысило возможность диагностики узур до 55 и 59 случаев соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Данные обследования устьев корневых каналов (n=82)

Параметры	Мануально	Невооруженным глазом	Монокуляр	внутриротовая видеокамера
узур	2	14	55	59
трещины	-	11	53	53
сколы	-	1	19	38
отдельные шероховатости	22	53	63	63

Невооруженным глазом удалось диагностировать трещины в 11 устьях корневых каналов. Использование монокуляров и внутриротовой видеокамеры позволило визуализировать трещины в 53 зубах.

Сколы невооруженным глазом обнаружены в одном случае. Визуализация с помощью. Использование монокуляра показала наличие сколов на 19 устьях корневых каналов, а внутриротовой камеры – в 38 случаях.



Рисунок 8. Мелкие шероховатости, выявленные при осмотре обработанного устья корневого канала с помощью внутриротовой видеокамеры

Отдельные шероховатости невооруженным глазом диагностированы в 53 устьях. Применение монокуляра и внутриротовой камеры повысило возможность диагностики мелких шероховатостей до 63 случаев (рис. 8).

Использование монокуляра можно рекомендовать на этапах диагностики и оценки качества реставрации во фронтальном отделе зубного ряда, так как его применение ограничено малым фокусным расстоянием всего в несколько миллиметров.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

При выборе бинокулярной лупы необходимо помнить о том, что чем больше степень увеличения оптического устройства, тем меньше глубина резкости и поля зрения. Меньшая глубина резкости заставляет оператора принимать фиксированную позу и ограничивает движения головы. Большое поле зрения важно для стоматолога-гигиениста и пародонтолога, поэтому для их работы можно рекомендовать бинокулярные лупы с увеличением 1,5 – 2,5 раза. При изготовлении реставраций и эндодонтической помощи врач работает с объектом небольшого размера, следовательно, для специалистов данного профиля более важной является степень увеличения, а не размер поля зрения. Для изготовления реставраций оптимально использовать бинокулярные лупы с увеличением 2,0 – 3,0 крат. При эндодонтическом лечении рекомендуется применять бинокулярные лупы Галилея с трехкратным увеличением, а также бинокулярные лупы Кеплера с увеличением от 4 до 6 раз. Призматические бинокулярные лупы Кеплера, по сравнению с бинокулярными лупами Галилея, имеют большую степень увеличения, лучшее оптическое качество изображения, но харак-

теризуется большей массой и габаритами, а также значительно более высокой стоимостью.

Применение козырьковых диоптрических однолинзовых бинокулярных луп в стоматологии ограничено этапом диагностики из-за небольшой степени увеличения и малого фокусного расстояния, не обеспечивающего эргономичную позу оператора во время проведения лечения. Оптимальным фокусным расстоянием для правильной осанки является диапазон 35 -45 см. При этом фокусное расстояние бинокулярной лупы врач-стоматолог должен подбирать индивидуально. Данное фокусное расстояние имеют бинокулярные лупы Галилея и Кеплера конструкции TTL и Flip-Up. Именно эти устройства могут использоваться на всех этапах стоматологического приема, включая диагностику, лечение и оценку результатов. Бинокулярные лупы с вклеенными линзами конструкции TTL имеют наименьшую массу и габариты по сравнению с Flip-Up системами и не требуют настройки, так как изготавливаются по индивидуальному заказу. Однако это значительно увеличивает стоимость TTL-систем. Кроме этого TTL-лупы не могут быть перемещены из поля зрения, и пользователь не имеет возможности корректировать угол наклона глаз и головы.

Внутриротовую видеокамеру рекомендуется использовать для обследования дистальных отделов полости рта и устьев корневых каналов. Преимущества данного оптического устройства при осмотре плохо освещённых объектов заключается в совпадении оптической оси подсветки и оптической оси матрицы, принимающей изображение.

Применение стоматологического микроскопа показано для препарирования с максимальным сохранением тканей зуба, тщательного удаления некротизированных тканей, создания уступа в придесневой области, обнаружения скрытых корневых каналов и возможных ответвлений в них, герметичного качественного пломбирования корневых каналов, закрытия перфораций дна полости зуба и корня, извлечения сломанных инструментов, лечения или перелечивания зубов со сложнопроходимыми каналами, запечатывания резорбиро-

ванной или несформированной верхушки корня, выявления трещины зуба и вертикального перелома корня, локализации устьев корневых каналов, визуализации дополнительного мезиально-щечного канала верхних первого и второго моляров, манипуляций в хирургической эндодонтии.

Дентальная макрофотография может применяться на всех этапах диагностики, лечения и оценки результатов. Данный способ визуализации дает максимальную степень увеличения и наилучшее качество изображения. Дентальная макрофотография рекомендуется для оценки клинической ситуации в отсутствии пациента и проведения коллегиального удаленного обсуждения. При фотографировании объектов исследования в освещенном помещении при включенном светильнике стоматологической установки, направленном на исследуемый объект, в режиме макросъемки с кольцевой вспышкой желательно использовать режим ручных установок «М» с параметрами диафрагмы 22, выдержка может составлять 1/125 секунды, ISO 100. Фокусное расстояние объектива 100 мм, степень увеличения 1:1. Используется точечная автоматическая фокусировка на объекте. Фотографирование осуществляется с рук, без применения штатива.

В тех случаях, когда освещенность объекта фотографирования не соответствует вышеуказанной, параметры экспозиции (выдержка, диафрагма, светочувствительность, ведущее число вспышки) могут быть изменены.

Визуализация объектов с помощью монокуляра, бинокулярной лупы, внутриротовой видеокамеры и цифровой дентальной макрофотографии позволяет повысить качество стоматологической помощи и улучшает оценку результатов лабораторных исследований.

Список литературы

1. Луцкая И.К., Лопатин О.А., Новак Н.В. Оптические системы в стоматологии: Инструкция МЗ Республики Беларусь №110-127 от 06.06.2008г.- 5 с.
2. Луцкая И.К., Лопатин О.А. Значение оптических систем для эстетическрий стоматологии:
3. Burke SW: Current status and future trends in dental hygiene education. J Dent Educ 1991;55:204-208.
4. Thomson-Lakey EM, Tolle-Watts SL, Shuman D: Dental hygiene recruitment and retention: Marketing to the female adult re-entry student. J Dent Hyg 1992;417-422.
5. Reveal M: Dental hygiene economics: A review of the literature from 1976-1993. Chicago: ADHA, 1994, pp. 12-13.
6. Burton JF, Bridgeman GF: Presbyopia and the dentist: The effect of age on clinical vision. Int Dent J 1990;40:303-311.
7. Anderson KN, Anderson LE, Glanze WD: Mosby's Medical, Nursing, and Allied Health Dictionary. St. Louis, Mosby, 1994, p.1271.
8. Burton JF, Bridgeman GF: Eyeglasses to maintain flexibility of vision for the older dentist: The Otago dental lookover. Quint Int 1991;22:879-882.
9. Woo GC, Ing B: Magnification devices for the presbyopic dentist. Can Den Assoc J 1988;54:447-449.
10. Caplan SA: Magnification in dentistry. J Esth Dent 1990;2:17-21.
11. Strassler HE: Magnification systems improve quality and posture. J Esth Dent 1990;2:183-185.
12. Pencek L: Benefits of magnification in dental hygiene practice. J Prac Hyg 1997;6:13-15.
13. Macdonald G: Hazards in the dental workplace. J Dent Hyg 1987;61:212-218.
14. Barry RM, Woodall WR, Mahan JM: Postural changes in dental hygienists. Four-year longitudinal study. J Dent Hyg 1992;66:147-150.
15. Osborn JB, Newell KJ, Rudney JD, Stoltenberg JL: Musculoskeletal pain among Minnesota dental hygienists. J Dent Hyg 1990;64:132-138.

16. Meador HL: The biocentric technique: A guide to avoiding occupational pain. *J Dent Hyg* 1993;67:38-51.
17. Oberg T, Oberg U: Musculoskeletal complaints in dental hygiene: A survey from a Swedish county. *J Dent Hyg* 1993;67:257-261.
18. Miller DL: An investigation into attrition of dental hygienists from the work force. *J Dent Hyg* 1991;65:25-31.
19. Strassler HE, Serio F, McDonald NJ: Magnification systems for improved vision in dental practice. *Calif Den Inst Cont Educ* 1992;42:49-57.
20. Simonsen RJ: The use of field magnification. *Quint Int* 1985;16:445.
21. Whitehead SA, Wilson NHF: Restorative decisionmaking behavior with magnification. *Quint Int* 1992;23:667-671.
22. Coburn DG: Vision, posture, and productivity. *Oral Health* 1984;74:13-15.
23. Haring JJ, Lind LJ: *Dental Radiography Principles and Techniques*, Philadelphia, W.B. Saunders, 1996, pp. 457-458, 475.
24. Giunta JL: *Oral Pathology*, Baltimore, ed. 2, Williams & Wilkins, 1984, pp. 73, 77.
25. Ash MM: *Oral Pathology An introduction to general and oral pathology for hygienists*, 6th ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1992, pp. 132-133.
26. Campbell D: Magnification...and now its time has come. *Fut Dent* 1986;3:15.
27. Strassler HE: Seeing the way to better care. *Dentist* 1989;4:22-25.
28. Mack PJ: A theoretical and clinical investigation into the taper achieved on crown and inlay preparations. *J Oral Rehab* 1980;7:255-256.

Учебное издание

Луцкая Ирина Константиновна
Лопатин Олег Александрович
Запашник Татьяна Анатольевна

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ В ЭСТЕТИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие

Ответственная за выпуск И.К. Луцкая

Подписано в печать 28. 09. 2012. Формат 60х84/16. Бумага потребительская.

Печать ризография. Гарнитура «Times New Roman».

Печ. л. 1,87. Уч.- изд. л. 1,36. Тираж 100 экз. Заказ 250.

Издатель и полиграфическое исполнение –

Белорусская медицинская академия последипломного образования.

ЛВ № 23 от 27.01.2004. 220013, г. Минск, ул.П. Бровки, 3.

