

Применение неодимового лазера в хирургической стоматологии

Е.А. Морозова¹, С.В. Тарасенко¹, Т.П. Вавилова², М.М. Мозокина¹, И.В. Тарасенко³

¹ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва,

²ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова»

Минздрава России, Москва, ³ООО Стоматологический инновационный центр «Павлово», Москва

Application of nd: yag laser in oral surgery

Е.А. Morozova¹, S.V. Tarasenko¹, T.P. Vavilova², M.M. Mozokina¹, I.V. Tarasenko³

¹I.M. Sechenov First Moscow state medical University (Sechenovsky University), Moscow, Russia,

²Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia,

³Dental innovation center "Pavlovsky", Moscow, Russia

Аннотация

Цель исследования: повышение эффективности хирургического лечения пациентов со стоматологическими заболеваниями с помощью Nd:YAG-лазера. **Материалы и методы.** В клинике нами проведено обследование и хирургическое лечение 253 пациентов с различными стоматологическими заболеваниями. В зависимости от используемого метода лечения все пациенты были распределены на 2 группы. В первой группе у 77 пациентов был применен традиционный метод лечения, 176 пациентам второй группы хирургическое лечение проводили с помощью неодимового лазера. Критериями оценки эффективности применения Nd:YAG-лазера являлись данные клинических, иммунологических, ультразвуковых методов исследования.

Результаты исследования. Разница в сроках заживления операционной раны при использовании хирургического лазера по сравнению с традиционным составила $2,0 \pm 0,7$ сут, в случае заживления раны под фибринозной пленкой – $5,1 \pm 0,4$ сут. Кроме того, селективное удаление патологических тканей уменьшает вероятность травмирования окружающих тканей, что приводит к сокращению сроков лечения. Таким образом, применение неодимового лазера позволяет совершенствовать технику хирургического лечения пациентов и повысить эффективность лечения пациентов со стоматологическими заболеваниями полости рта.

Ключевые слова: Nd: YAG-лазер, стоматологические заболевания.

Abstract

Relevance. Surgical injury in dentistry dictates the need to search for minimally invasive methods of tissue alteration. The use of lasers makes it possible to solve this problem, since laser radiation has a lower operational injury, selective action, activation of reparative processes in the wound. **Study goal:** To increase the effectiveness of surgical treatment in patients with dental diseases using an Nd: YAG-laser. **Material and methods.** We examined and surgically treated 253 patients aged 21 to 77 years with various dental diseases. Depending on the treatment method used, all patients were divided into 2 groups. The simple random sampling approach was conducted. In the first group, 77 patients underwent traditional treatment, 176 patients of the second group underwent surgical treatment with a neodymium laser. By gender and age, the number of patients in the study groups was comparable.

Surgical treatment was performed by the traditional method and with the help of Nd: YAG-laser "SMARTFILE" DECA (Italy), emitting in the optical region of the red light spectrum, with a wavelength of 1064 nm, power from 1.0 to 3.5 W. The criteria for evaluating the effectiveness of the Nd: YAG-laser application were data from clinical, immunological and ultrasound research methods. **Results of the study.** Compared with the traditional treatment method, when using a surgical laser, postoperative edema and pain are less pronounced. The difference in terms of healing the wound left by surgical laser compared to a scalpel was 2.0 ± 0.7 days in patients wounds were sutured, in the case of wound healing under fibrinous film and with the yodoformnym tampon difference was 5.1 ± 0.4 days. The wound defect created by laser radiation, in comparison to a scalpel, passes through all the stages of the wound process much faster. Minimal alteration and microcirculation disorders, the intensity of inflammatory processes expressed weaker, intense reparative processes start much faster: fibroblast proliferation, neoangiogenesis, collagen production, fibrillogenesis, maturation and transformation of fibrous scar granulation tissue without scar deformity. In addition, selective removal of pathological tissue reduces the likelihood of injury to surrounding tissues, which leads to a treatment time reduction. **Conclusions.** Thus, the use of neodymium laser allows to improve the technique of surgical treatment and to increase the effectiveness of treatment in patients with dental diseases.

Key words: Nd: YAG-laser, dental diseases.

За годы своего существования лазеры нашли широкое применение во всех отраслях медицины. Широкий спектр биологического действия лазерного излучения обеспечивает возможность проведения высокоэффективного лечения стоматологических заболеваний [1, 2]. Уникальные свойства лазерного луча - монохроматичность, строгая

направленность, высокая когерентность, способность концентрации большого количества энергии на чрезвычайно малых площадях – дают возможность избирательно коагулировать, испарять и резать биологические ткани бесконтактно с хорошим гемостазом, стерильностью и абластичностью [3–5].

В хирургической стоматологии лазерное излучение применяется как альтернатива режущим инструментам. Преимущество лазерного излучения состоит в меньшем травмировании тканей при вмешательстве, хорошем гемостазе, незначительном послеоперационном отеке и болевом синдроме, отсутствии рубцовой деформации тканей и повышенной комфортности для пациента [6, 7]. Малотравматичное, селективное воздействие лазерного излучения на патологические ткани не вызывает иммунодепрессивной реакции в ответ на операцию. Лазерное излучение прециозно воздействует на ткани. Интра- и послеоперационные преимущества лазерных технологий раньше обнаружены эмпирически. Научное обоснование несколько отставало. В первую очередь это касается неодимового лазера. Спектр его применения в хирургической стоматологии достаточно широк. С помощью Nd:YAG-лазера возможно проведение антисептической обработки каналов корней перед их obturацией, мукогингивальных операций, операций на пародонте, иссечения новообразований, сосудистых поражений, гиперкератотических поражений, лечения воспалительных заболеваний и других стоматологических вмешательств [8–10].

Nd:YAG-лазер генерирует импульс с длиной волны 1064 нм, который поглощается меланином, гемоглобином и незначительно водой, из-за чего возникает гомогенный фототермолиз. Суть данного явления заключается в том, что энергия, поглощенная тканью-мишенью, распространяется в виде тепла, получая высокую способность к коагуляции и стерилизации окружающих тканей. Эффект воздействия на нервную ткань выражается в уменьшении послеоперационной боли, что позволяет использовать лазер без местной анестезии, а коагуляция лимфатических и кровеносных сосудов во время лазерного воздействия способствует невыраженному послеоперационному отеку. Кроме того, минимальная травма тканей при лазерной операции по сравнению со скальпельными ранами приводит к снижению числа миофибробластов в ранах и образованию мягкого эластичного рубца без деформаций и контрактур. При воздействии лазерного излучения на дентинные каналы происходят морфологические изменения, приводящие к запечатыванию дентинных каналов.

В литературе мы обнаружили единичные публикации об эффективности применения Nd:YAG-лазера при открытом двустороннем синус-лифтинге, при открытии имплантата, в мукогингивальной хирургии, при лечении хронических форм периодонтита, удалении папиллом, фибром, невусов, гломусов (Glomus venous Malformation), пиогенных гранулем [11]. Благодаря широким воз-

можностям по управлению параметрами излучения — плотностью энергии, длительностью импульса и частотой повторения импульсов — излучение Nd:YAG-лазера позволяет эффективно воздействовать как на поверхностные, так и на глуболежащие сосуды при лечении телеангиэктазий, мальформаций [12]. Ряд авторов сообщают об успешном применении Nd:YAG-лазера при лечении перимплантата. Лазерное воздействие не оказывает давления на поверхность имплантата, в отличие от механического, при этом происходит эффективная бактерицидная обработка области имплантата и окружающих тканей.

У пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом лазерное излучение, воздействуя непосредственно на налет и зубной камень, не контактируя с поверхностью зуба, позволяет тщательно удалять зубные отложения со всех поверхностей корня и патологические грануляции из пародонтальных карманов. При этом в ходе процедуры происходит также бактерицидное воздействие на патогенную микрофлору пародонтального кармана [7, 13, 14].

Представляет интерес дать оценку эффективности применения неодимового лазера в клинике хирургической стоматологии по данным клинических и иммунологических методов исследования.

Цель исследования: повышение эффективности хирургического лечения пациентов со стоматологическими заболеваниями путем применения Nd:YAG-лазера.

Материалы и методы

На кафедре хирургической стоматологии ФГА-ОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет) нами проведено обследование и хирургическое лечение 253 пациентов в возрасте от 21 года до 82 лет с различными стоматологическими заболеваниями. Среди 253 пациентов были 162 женщины и 99 мужчин в возрасте от 21 до 82 лет. Хирургическое лечение проводилось традиционным методом и с помощью Nd:YAG-лазера «SMARTFILE» DECA (Италия), излучающего в оптической области спектра красный свет с длиной волны 1064 нм, мощностью от 1,0 до 3,5 Вт.

В зависимости от используемого метода лечения все пациенты были распределены на 2 группы. Распределение проводилось методом случайной выборки. В 1-й группе у 77 пациентов был применен традиционный метод лечения, 176 пациентам 2-й группы хирургическое лечение проводили с помощью неодимового лазера. По гендерному признаку и возрасту количество пациентов в группах исследования было сопоставимо.

Традиционное хирургическое лечение проводилось под инфильтрационной анестезией раствором Ультракаина Д-С форте 1:200 000, ткани иссекали хирургическим скальпелем №15С, рану ушивали нитью Prolen 5,0 или закрывали раневую поверхность йодоформным тампоном, который фиксировали швами. В послеоперационном периоде назначали антибактериальную, противовоспалительную, десенсибилизирующую терапию, для антисептической обработки полости рта применяли ротовые ванночки 0,05% раствором хлоргексидина биглюконата 3 раза в день. Для предотвращения развития послеоперационного коллатерального отека рекомендовали наложение холода (лед) местно на 15-20 мин через каждые 2 ч в первые сутки после операции. Снятие швов проводили на 7-е сутки. В случае наложения йодоформного тампона, фиксированного швами к раневой поверхности, тампон убирала на 5-е сутки, когда послеоперационная рана покрывалась грануляциями, и рекомендовали пациентам накладывать аппликации раствором ретинола ацетата в масле (витамин А) на послеоперационную область 1-2 раза в день в течение 5 сут.

Лечение с помощью Nd:YAG-лазера проводили под инфильтрационной анестезией с меньшим объемом анестетика р-ром Ультракаина Д-С форте 1:200 000, чем при традиционном лечении. Nd:YAG-лазер применяли в импульсно-периодическом режиме, длительностью импульса 350 нс (режим «short»), энергией 40, 50, 60, 80 мДж, частотой 25, 40, 50 Гц, мощностью от 1,0 до 3,5 Вт, контактным способом. Оперативное вмешательство проходило без кровотечения, с хорошей визуализацией операционного поля, с образованием коагуляционного слоя, покрывающего всю поверхность операционной раны. В послеоперационном периоде пациентам не назначали антибактериальные, противовоспалительные, десенсибилизирующие препараты. При возникновении болевых ощущений рекомендовали однократный прием нестероидных противовоспалительных препаратов, для антисептической обработки полости рта — ротовые ванночки 0,05% р-ром хлоргексидина биглюконата 3 раза в день. С целью предотвращения развития послеоперационного коллатерального отека применяли местно наложение холода (лед) на 15-20 мин через каждые 2 ч в первые сутки после операции.

Всем пациентам проводили полное стандартное стоматологическое и по показаниям лучевое обследование с занесением результатов в карту стоматологического больного форма №043/У. При обследовании обращали внимание на наличие функциональных и косметических нарушений челюстно-лицевой области, состояние слизистой оболочки рта (губ, щек, нёба, маргинального пародонта,

языка), оценивали цвет, рельеф, влажность, тургор, сосудистый рисунок. Сравнивали частоту, локализацию, распространенность и характер стоматологического заболевания до и после лечения. Помимо стоматологического обследования, всем пациентам было предложено ответить на вопросы стандартной анкеты Стоматологического центра ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), учитывающей наличие сопутствующей патологии, аллергических реакций, инфекционных заболеваний и т.д. Стоматологический диагноз устанавливали в соответствии с действующей классификацией (МКБ-10). Все манипуляции осуществлялись только после информированного согласия пациента, подписанного им и лечащим врачом в двух экземплярах. Обследование и лечение пациентов соответствовало Московским городским стандартам поликлинической медицинской помощи для взрослого населения.

Критериями оценки эффективности применения хирургического неодимового лазера являлись данные клинических, иммунологических, ультразвуковых методов исследования. Клинический осмотр пациентов проводили на 1, 3, 5, 7, 10 и 14-е сутки. Оценку послеоперационного болевого синдрома проводили по цифровой рейтинговой шкале (Numerical Rating Scale, NRS) с учетом субъективных болевых ощущений пациента (Brevik H. et al., 2008), которая состоит из 11 пунктов: 0 — боли нет; 1, 2, 3 — слабая боль; 4, 5, 6 — умеренная боль; 7, 8, 9, 10 — выраженная боль. Оценку степени выраженности коллатерального отека проводили визуально, используя балльную систему: 0 — отсутствует отек, 1 — слабо выражен, 2 — умеренно выражен, 3 — сильно выражен. Ультразвуковое исследование проводили у 31 пациента с гемангиомами на кафедре лучевой диагностики ГБОУ ВПО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России. Исследование пациентам с сосудистыми образованиями выполняли на этапе обследования, через 7 дней и 1 мес после проведенного лечения на аппарате «iU22» (PHILIPS Medical Systems, Голландия), с линейными датчиками электронного сканирования L 9-5, L 17-5, с частотой колебания 5-17 МГц. Внутриротовые УЗИ выполняли датчиком линейного сканирования L 15-7 iо, с рабочей частотой 7 — 15 МГц, карандашного типа с малым диаметром и сканирующей поверхностью, расположенной на верхушке датчика. Иммунологические методы исследования проводили на кафедре биологической химии ГБОУ ВПО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России с помощью иммуноферментного анализа (ИФА) смешанной слюны пациентов с новообразованиями до операции, на 7-е и 30-е сут-

ки после операции с использованием тест-системы «Вектор-бест» (Россия). Статистическая обработка данных проводилась с использованием критерия Стьюдента (Student's t-test), значение $p < 0.05$ было принято как статистически значимое.

Результаты

При проведении оперативного вмешательства традиционным методом (с помощью скальпеля) у пациентов 1-й группы визуализация операционного поля была затруднена за счет кровоточивости тканей, поэтому требовалось больше времени на операцию, так как приходилось останавливать кровотечение. У пациентов 2-й группы, в которой хирургическое вмешательство проводили с помощью неодимового лазера, отмечали отсутствие интраоперационного кровотечения, что создавало условия для прецизного иссечения патологических тканей в операционной области. На раневой поверхности наблюдалось образование равномерной коагуляционной пленки, создаваемой круговыми движениями гибкого световода на расстоянии 0,1 см.

По данным клинических методов оперативное вмешательство у пациентов в обеих группах сопровождалось болевым синдромом, интенсивность которого на разных этапах послеоперационного периода характеризовалась в зависимости от применяемого метода лечения. У всех пациентов при традиционном методе лечения наибольшая выраженность боли была отмечена в 1-е сутки после операции ($5,4 \pm 0,66$ балла), постепенное уменьшение боли регистрировали на протяжении послеоперационного периода - 3-и сутки ($3,8 \pm 0,77$ балла), минимальные значения - на 5-е сутки ($0,5 \pm 0,38$ балла). У пациентов 2-й груп-

пы, которым для хирургического лечения применяли неодимовый лазер, на 1-е сутки выраженность болевого синдрома составила ($1,1 \pm 0,3$ балла), на 3-и сутки регистрировали отсутствие болевого синдрома (рис.1). При исследовании коллатерального отека показатели в средних цифрах у пациентов 1-й группы на 1-е сутки имели умеренные значения ($1,9 \pm 0,1$ балла), на 3-и сутки после операции достигали максимальных значений ($2,8 \pm 0,19$ балла) и существенно снижались на 5-е сутки ($0,32 \pm 0,38$ балла). У пациентов, оперированных хирургическим лазером, на 1-е сутки отмечали слабовыяженный коллатеральный отек (значения составили $0,7 \pm 0,27$ балла), на 3-и сутки показатели были умеренные ($1,8 \pm 0,19$ балла) и падали до нулевых значений к 5-м суткам.

Таким образом, исследования в раннем послеоперационном периоде показали, что у пациентов 2-й группы, которым для хирургического лечения применяли неодимовый лазер, не отмечалось выраженного болевого синдрома и коллатерального отека, поэтому необходимость назначения нестероидных противовоспалительных препаратов не возникала. При традиционном методе лечения пациенты 1-й группы предъявляли жалобы на боль и отек, что требовало приема обезболивающих препаратов на протяжении первых 3 сут.

При динамическом наблюдении также отмечались различия в сроках заживления операционной раны в зависимости от способа оперативного вмешательства. У пациентов, раны которых были ушиты, сроки эпителизации составили в 1-й группе $7,2 \pm 0,3$ сут, у пациентов 2-й группы - $5,1 \pm 0,6$ сут, разница сроков в зависимости от способа операции составила $2,0 \pm 0,7$ сут (рис. 1), в случае

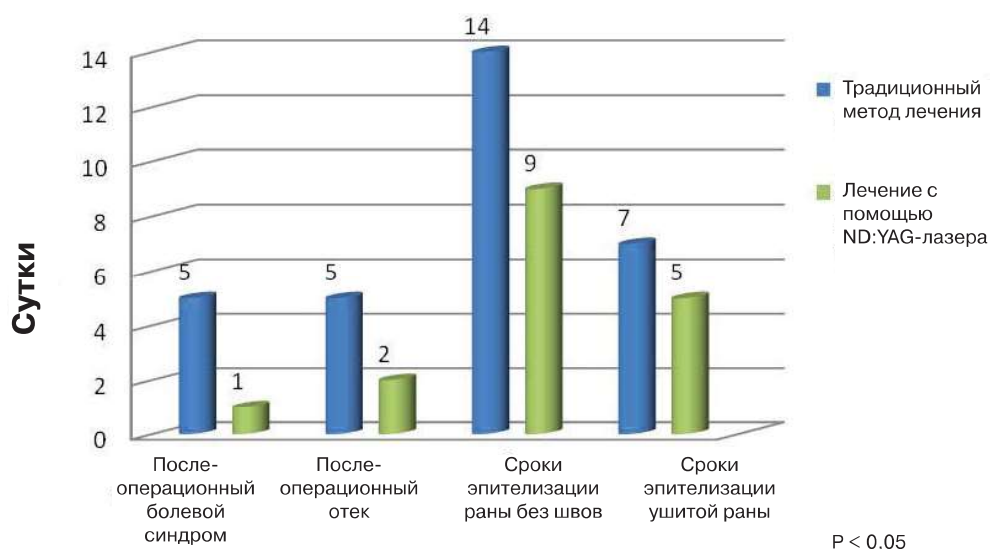


Рис. 1. Динамика клинических показателей послеоперационного течения в зависимости от способа лечения.

заживления раны под фибринозной пленкой сроки эпителизации в 1-й группе составили $14,3 \pm 1,3$ сут и во 2-й группе — $9,2 \pm 0,9$ сут под йодоформным тампоном, разница сроков составила $5,1 \pm 0,4$ сут. Различия между показателями 1-й и 2-й групп являются достоверными и отражают высокую (99,7%) зависимость от метода операции. При оперативных вмешательствах с помощью хирургического лазера в послеоперационном периоде к 3 мес наблюдали образование мягкого эластичного рубца без деформации. Аналогичные результаты при использовании традиционного метода наблюдали только через 6 мес.

По данным ультразвуковых методов исследования также имелись достоверные различия по срокам и качеству заживления раны в зависимости от способа проведения операции у пациентов с сосудистыми образованиями: лазерным излучением или традиционным хирургическим методом. Анализ отдаленных результатов у всех пациентов выявил регрессию новообразования с хорошим эстетическим результатом при применении хирургического лазера. В послеоперационном периоде после воздействия лазера структура сосудистого образования существенно менялась в течение последующих после лазерной облитерации 2 нед. Образование уменьшалось в объеме и уплотнялось. На 7-е сутки после операции отмечалось уменьшение сосудистого образования до 60-70% от первоначального объема. Через месяц после операции в области лазерного воздействия определялся малозаметный рубец.

По данным иммунологического исследования было выявлено, что лазерное воздействие при хирургическом лечении стоматологических заболеваний способствует стимуляции секреторного (S-IgA) и клеточного (фагоцитоз) механизма защиты. В группе больных, оперированных с использованием неодимового лазера, уровни защитного S-IgA и интенсивность фагоцитоза увеличились в 2,3 раза и превысили нормальные показатели. Субпопуляционный состав нейтрофилов в ротовой полости изменился за счет уменьшения количества ранних двойных нейтрофилов (в 1,4 раза) и увеличения количества поздних нейтрофилов (в 2,1 раза).

Таким образом, анализ данных методов исследования показал, что применение Nd:YAG-лазера способствует снижению болевой реакции, уменьшению послеоперационного отека, сокращению сроков эпителизации.

Клиническое наблюдение 1. Пациент К., 28 лет, обратился с жалобами на образование шаровидной формы на внутренней поверхности нижней губы. Данные анамнеза: появление образования

заметил спустя неделю после установки формирователей десны. Пациент отметил, что образование появилось в течение недели и постепенно увеличивалось в размере, не испытывал боли и дискомфорта при приеме пищи и разговоре. При внешнем осмотре конфигурация лица не изменена, пальпировались не увеличенные регионарные лимфатические узлы, подвижные, безболезненные, мягкоэластической консистенции. Открывание рта свободное, безболезненное. В полости рта: слизистая оболочка бледно-розового цвета, увлажнена. На слизистой оболочке нижней губы слева в проекции премоляров определялось образование округлой формы диаметром 1,0 см. Слизистая оболочка над ним истончена (рис. 2). Образование подвижное, слабо болезненное, при бимануальной пальпации определялась флюктуация. Был поставлен клинический диагноз: мукоцеле слюнной железы (K11.6). Пациенту под инфильтрационной анестезией с помощью неодимового лазера проведено иссечение образования в импульсно-периодическом режиме с мощностью 2,4 Вт (рис. 3), наложены швы (рис. 4). Полученный материал направлен на патогистологическое исследование. Послеоперационный период протекал без особенно-



Рис. 2. Мукоцеле слизистой оболочки нижней губы, вид до операции.



Рис. 3. Операционная рана после иссечения образования неодимовым лазером.



Рис. 4. Вид послеоперационной раны с наложенными швами.



Рис. 6. Кавернозная гемангиома слизистой оболочки правой щеки.



Рис. 5. Вид послеоперационной области через 2 мес.



Рис. 7. Контактная облитерация гемангиомы с помощью Nd:Yag-лазера.

стей. Снятие швов проводили на 6-е сутки. Диагноз верифицирован патоморфологически. Через 2 мес наблюдали образование мягкого эластичного рубца, едва отличимого от окружающих тканей (рис. 5).

Клиническое наблюдение 2. Пациентка С., 26 лет, обратилась с жалобами на образование бугристой формы синюшного цвета на внутренней поверхности правой щеки. Данные анамнеза: появление образования в виде безболезненной горошины синего цвета заметила 5 лет назад. Образование росло медленно, не доставляя дискомфорта. В последнее время значительно увеличилось и стало мешать при приеме пищи. При внешнем осмотре конфигурация лица не изменена, пальпировались не увеличенные регионарные лимфатические узлы, подвижные, безболезненные, мягкоэластической консистенции. Открывание рта свободное, безболезненное. В полости рта: слизистая оболочка бледно-розового цвета, умеренно увлажнена. На слизистой оболочке правой щеки в проекции моляров по линии смыкания зубов определялось образование округлой формы, бугристой, диаметром 1,5 см, синюшного цвета (рис. 6). При пальпации образование неподвижное, безболезненное, симптом сдавления и наполнения поло-

жительный. Был поставлен клинический диагноз: кавернозная гемангиома слизистой оболочки правой щеки (D18.0X). Пациентке под инфильтрационной анестезией с помощью неодимового лазера проводили внутрисосудистую лазерную абляцию. С помощью стерильного внутривенного катетера диаметром 1,3 мм осуществляли введение световода в полость образования с последующим воздействием лазера на эндотелий сосудов (рис. 7), методом радиального перемещения, обрабатывая последовательно весь объем патологи-



Рис. 8. Вид послеоперационной раны через 2 нед после операции.

чески измененных тканей. Сразу после лазерного воздействия образование значительно уменьшилось в размере и побледнело. Послеоперационный период протекал без особенностей. Через 2 нед наблюдали регрессию сосудистого образования (рис. 8).

Обсуждение. Внедрение хирургических лазеров в стоматологическую практику сделало возможным сведение к минимуму рисков послеоперационных осложнений, которые возникают как в процессе операции, так и после нее, а также снижение инвазивности самих операций [7–10].

В литературе описан малоинвазивный лазерный разрез при оперативных вмешательствах на мягких тканях, позволяющий сократить время операции, способствующий формированию малозаметных эластических рубцов, сокращению сроков лечения. Однако лишь в одном сообщении обращено внимание на характер и глубину повреждения мягких тканей — коагуляционный некроз, который был незначительный, что позволяло при биопсии точно верифицировать образование, вследствие этого повреждения границ разреза образца не влияли на его морфологические и структурные характеристики [20].

В связи с этим открывается широкая перспектива применения неодимового лазера в хирургической стоматологии практически при всех вмешательствах на мягких тканях полости рта: в имплантологии, мукогингивальной хирургии, при лечении острых и хронических воспалительных заболеваний, лечении доброкачественных образований.

Разнообразие полученных результатов исследований и гипотез (теорий) воздействия излучения на твердые и мягкие ткани челюстно-лицевой области объясняется отсутствием единого протокола исследования. Попытка обобщения совокупности данных от частных вопросов взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями до уровня организма в целом является сложной задачей, решение которой диктует необходимость дальнейших исследований.

Следовательно, раневой дефект, обусловленный лазерным облучением, по сравнению со скальпельным дефектом значительно быстрее проходит все стадии раневого процесса. Минимальные альтернативные процессы и расстройства микроциркуляции, слабее выражена интенсивность воспалительных процессов, быстрее начинается и интенсивней проходят репаративные процессы: пролиферация фибробластов, неоангиогенез, продукция коллагена, фибриллогенез, созревание и фиброзно-рубцовая трансформация грануляционной ткани без рубцовой деформации, эпителизация ране-

вой поверхности. Это связано с тем, что механизм формирования разреза тканей лазером заключается в трансформации световой энергии квантов ИК диапазона в месте контакта с первыми слоями клеток в термическую, с возникновением чрезвычайно высокой температуры (от 300 до 600 °С). В результате — мгновенное испарение межклеточной и внутриклеточной жидкости с формированием коагуляционного (сухого) термического некроза тканей с полным гемостазом и стерилизацией раны.

Лазерный разрез стерилен, что обеспечивает иной характер воспалительной реакции в репаративном процессе, заключающийся в развитии асептического продуктивного воспаления с сокращением экссудативной фазы, активной ранней пролиферацией клеточных элементов системы мононуклеарных фагоцитов-макрофагов, «программирующих» весь ход репаративного процесса.

Заключение

Таким образом, применение Nd:YAG-лазера способствует повышению эффективности лечения пациентов со стоматологическими заболеваниями за счет снижения оперативной травмы, более благоприятного послеоперационного периода, сокращения сроков лечения.

Результаты полученных исследований указывают на целесообразность применения для эффективного лечения пациентов со стоматологическими заболеваниями Nd:YAG-лазера с длиной волны 1064 нм в импульсно-периодическом режиме с мощностью излучения от 1,0 до 3,5 Вт.

Литература

1. Спокойный Л.Б., Махоня Д.В. *Fidelis hlus — лучшая в мире лазерная система для стоматологии (Er:YAG + Nd:YAG). Стоматолог—практик. 2009; 2: 18–22 [Spokoynyy L. B., Mahonya D. V. Fidelis hlus — the world's best laser system for dental (Er:YAG + Nd:YAG). Stomatolog—Praktik. 2009; 2: 18–22. In Russian].*
2. Keskiner I., Lutfioğlu M., Aydogdu A. et al. *Effect of Photobiomodulation on transforming growth factor-β1, platelet-derived growth factor-BB, and interleukin-8 release in palatal wounds after free gingival graft harvesting: a randomized clinical study. Photomed. Laser Surg. Jun 2016; 34(6): 263–271.*
3. Елисеенко В.И., Скобелкин О.К., Титова Т.М. *Морфология репаративных процессов после остановки желудочковых кровотечений с помощью различных лазеров. Архив патологии. 1981; 9: 43 [Eliseenko V.I., Skobelkin O.K., Titova, T.M. Morphology of reparative processes after stopping ventricular hemorrhage using a variety of lasers. Archives of pathology. 1981; 9: 43. In Russian].*
4. Тарасенко И.В. *Содержание факторов роста в регенерате костной ткани бедра крыс после лазерного и механического воздействия. Лазерная медицина. 2011; 15(3): 43–46*

[Tarasenko I.V. The contents of growth factors to regenerate bone tissue of the femur of rats after laser and mechanical impact. *Laser medicine*. 2011; 15(3): 43-46. In Russian].

5. Romeo U., Russo C., Palaia G. et al. Biopsy of different oral soft tissues lesions by KTP and diode laser: histological evaluation. *The Scientific World J. Vol. 2014, Article ID 761704*. 2014; 6.

6. Ilaria G., Marco M., Elisabetta, M. et al. Advantages of new technologies in oral mucosal surgery: an intraoperative comparison among Nd:YAG laser, quantic molecular resonance scalpel, and cold blade. *J. Lasers Med. Sci.* 2015; 30(7): 1903-1910.

7. Yongqian C., Li L., Jianhai B. et al. A split-face comparison of Q-switched Nd:YAG 1064-nm laser for facial rejuvenation in Nevus of Ota patients. *J. Lasers Med. Sci.* 2017; 32(4): 765-769.

8. Ding Y., Xiao S., Yang H., Meng S. Application of Nd:YAG laser in stomatology. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2015; 33(5): 445-50.

9. Pozza D.H., Fregapani P.W., Xavier C.B. et al. CO₂, Er:YAG and Nd:YAG lasers in endodontic surgery. *Appl Oral Sci.* 2009; 17(6): 596-599.

10. Sezer U., Eltas A., Üstün K. et al. Effects of Low-Level laser therapy as an adjunct to standard therapy in acute

pericoronitis, and its impact on oral health-related quality of life. *Photomed. Laser Surg.* 2012; 30(10): 592-597.

11. Guerios L.A., Silva I.H., De Fátima Cavalcanti Dos Santos, L., Leão, J.C. Papilloma and fibroma. *Lasers in Dentistry: Guide for Clin. Pract.* Feb. 2015; 243-247.

12. Dilsiz A., Aydin T., Canakci V., Cicek Y. Root Surface Biomodification with Nd:YAG laser for the treatment of gingival recession with subepithelial connective tissue grafts. *Photomed. Laser Surg.* 2010; 28(3): 337-343.

13. Minovska A. Nd:YAG and Er: YAG wavelengths used as a therapeutic tool in periodontal disease. *Review Paper (RP) Balk. J. Stom.* 2011; 15:59-65.

14. Romeo U., Palaia G., Botti R. et al. Non-surgical periodontal therapy assisted by potassium-titanyl-phosphate laser: a pilot study. *Lasers Med. Sci.* 2010; 25: 891-899.

Для корреспонденции/Corresponding author
Морозова Елена Анатольевна/Morozova Elena
e-mail: lemua@narod.ru