



Тонзиллотомия с помощью фракционного CO₂-лазера: новый метод лечения хронического тонзиллита

Heloisa Juliana Zabeu Rossi Costa, Renata Cantisani Di Francesco, Suzana Maria Giancoli, Fernando Mathias Pereira de Miranda, Ricardo Ferreira Bento

Отделение оториноларингологии, Высшая медицинская школа Университета Сан-Паулу, Сан-Паулу, Бразилия

*Автор для переписки:

Heloisa Juliana Zabeu
Rossi Costa,
Эл. почта:
heloisacosta90@gmail.com

Получено: 6 мая 2022 г.

Принято к публикации:

29 октября 2022 г.

Электронная публикация,
25 ноября 2022 г.

Аннотация

Введение. Распространенность хронического тонзиллита в мире составляет от 5 до 12%. Клинические проявления этого заболевания у взрослых пациентов, такие как рецидивирующий острый тонзиллит, гипертрофия миндалин, казеозные пробки в миндалинах и галитоз, могут привести к необходимости проведения тонзиллэктомии — хирургической операции, которая сопряжена с болезненностью и риском осложнений, включая сильное кровотечение. В данной статье предлагается новый метод лечения хронического тонзиллита у взрослых пациентов с помощью фракционного CO₂-лазера. Это непродолжительная малоинвазивная процедура, которая может избавить многих пациентов от необходимости проведения традиционной тонзиллэктомии. Цель данного исследования заключалась в проверке эффективности тонзиллотомии методом фракционной абляции CO₂-лазером путем сравнения количества случаев бактериальных инфекций, гипертрофии миндалин, галитоза и казеозных пробок в миндалинах. Также целью исследования являлся анализ преимуществ, рисков и осложнений этого метода.

Методы. В данном клиническом проспективном исследовании процедура тонзиллотомии методом фракционной абляции была проведена 20 пациентам, которые затем наблюдались в течение одного года. Контрольную группу составляли те же пациенты без лечения в допроцедурном периоде (1 год). Статистический анализ: для анализа данных использовали критерий Вилкоксона парных сравнений, критерий Фридмана и непараметрические критерии множественных сравнений (с уровнем статистической значимости 5%).

Результаты. Осложнений не выявлено, процедура была непродолжительной (30 секунд), безопасной и хорошо переносилась пациентами без применения общей анестезии. Через 1 год у 95% пациентов наблюдалась полная ремиссия рецидивирующего острого тонзиллита, а через 6 месяцев — статистически значимое уменьшение галитоза и казеозных пробок в миндалинах, а также уменьшение размеров миндалин ($P < 0,05$). Средний уровень удовлетворенности пациентов составил 10 баллов через 3 месяца и 8 баллов через год после вмешательства.

Выводы. Тонзиллотомия методом фракционной абляции с использованием CO₂-лазера — безопасная и эффективная процедура лечения хронического тонзиллита у взрослых, которую можно использовать в повседневной клинической практике.

Ключевые слова. Фракционный CO₂-лазер; CO₂-лазер; тонзиллотомия; хронический тонзиллит; рецидивирующий острый тонзиллит; казеозные пробки; галитоз; гипертрофия миндалин; небные миндалины; лечение.



Введение

Хронический тонзиллит (хроническое воспаление небных миндалин) — часто встречающееся заболевание, распространенность которого в мире составляет от 5 до 12%. Клинические проявления этого заболевания у взрослых пациентов, такие как казеозные пробки в миндалинах, галитоз, рецидивирующий острый тонзиллит (острая бактериальная инфекция, требующая лечения антибиотиками) и гипертрофия миндалин, могут привести к необходимости проведения тонзиллэктомии — хирургической операции, которая характеризуется болезненностью и риском осложнений, включая тяжелые кровотечения¹⁻³.

В качестве замены традиционной хирургической операции были опробованы различные процедуры с применением лазерного оборудования, в том числе лазерная тонзиллэктомия (экстракапсулярная резекция миндалин)⁴⁻⁷, тонзиллотомия (частичное удаление миндалин) с использованием CO₂-лазера⁸⁻¹⁰ и лазерный криптолиз (устранение лакун с пробками)^{11,12}. Эти методы направлены на частичную или полную деструкцию миндалин с помощью CO₂-лазера, работающего в режиме вапоризации или непрерывного иссечения. Однако ни в одном из этих методов не удалось полностью достичь трех целевых ориентиров: устранения симптомов острого рецидивирующего или

хронического тонзиллита, отсутствия осложнений и минимизации боли.

В некоторых работах продемонстрированы хорошие результаты терапии с помощью фракционного CO₂-лазера в лечении доброкачественных поражений полости рта и гениталий с минимальным количеством осложнений¹³⁻¹⁹, однако ни одно из предыдущих исследований не было посвящено использованию CO₂-лазера в фракционном режиме для лечения хронических заболеваний небных миндалин.

В настоящей статье предлагается новый метод лечения хронического и острого рецидивирующего тонзиллита методом нехирургической фракционной абляции небных миндалин с помощью CO₂-лазера — это простой, быстрый и безопасный метод лазерной терапии, не требующий ни госпитализации, ни общей анестезии.

Цель настоящего исследования заключалась в проверке эффективности тонзиллотомии методом фракционной абляции с помощью CO₂-лазера для лечения хронического тонзиллита путем сравнения стандартизированных клинических параметров (количество бактериальных инфекций, гипертрофия миндалин, галитоз и казеозные пробки в миндалинах), а также биохимических/микробиологических параметров (уровень pH слюны/микробиологическое исследование слизи) до и после вмешательства (наблюдение в течение 1 года). Также анализировались преимущества, риски, заболеваемость и осложнения метода (параметры периода восстановления).

Материалы и методы

Данное клиническое проспективное исследование было проведено в соответствии с требованиями Комитета по этике научных исследований с участием человека после одобрения Комиссией по этике для анализа научно-исследовательских проектов (CAPPesq) Клинического совета Клинической больницы Университета Сан-Паулу (CAAE 601796.0.0000.0068, Parecer 1.858.333).

В это исследование были включены 20 пациентов амбулаторного отделения фарингологии Клинической больницы Университета Сан-Паулу с симптомами хронического тонзиллита без какого-либо профилактического лечения в течение последнего года (только прием антибиотиков и противовоспалительных препаратов для лечения инфекций). Эти пациенты были однократно подвергнуты процедуре тонзиллотомии методом фракционной абляции с использованием CO₂-лазера, а затем наблюдались в течение 1 года после процедуры.

Отбор участников в исследование проводился среди 264 пациентов амбулаторного отделения фарингологии Клинической больницы Университета Сан-Паулу в соответствии с критериями включения-исключения, перечисленными ниже. Все указанные пациенты после подписания формы информированного согласия Комитета по этике научных исследований Высшей медицинской школы Университета Сан-Паулу прошли тестирование.

В исследование были включены взрослые пациенты (от 21 до 50 лет) мужского и женского пола с рецидивирующим острым бактериальным тонзиллитом (более трех раз в год) и/или гипертрофией небных миндалин (II–IV степени), и/или казеозными пробками в миндалинах/галитозом. В исследование включались только

пациенты с уровнями классификации I или II по шкале Маллампати²⁰.

Пациенты с короткой шеей, повышенным рвотным рефлексом или большим языком включались в исследование при условии, что эти факторы не являлись препятствием для проведения процедуры (не затрудняли визуализацию и применение лазера). Бариатрические пациенты и пациенты, страдающие от гипертонии и сахарного диабета, также включались в исследование при условии отсутствия противопоказаний к процедуре, поскольку данное вмешательство представляет собой менее инвазивный и болезненный вариант по сравнению с традиционной тонзиллэктомией. Кроме того, в исследование были включены пациенты с ларингофарингеальным рефлюксом, так как это состояние часто связано с хроническим тонзиллитом.

Из исследования были исключены пациенты с ранее перенесенным паратонзиллярным абсцессом, подозрением на злокачественную опухоль, сильной эмоциональной лабильностью, стоматологическими инфекциями, инфекцией дыхательных путей в день проведения процедуры, повышенной чувствительностью к указанным в протоколе веществам, нарушениями свертываемости крови (в том числе при использовании антикоагулянтов), иммунодефицитом или беременностью, а также те пациенты, которые не входили в возрастной диапазон исследования.

Процедуры проводились в амбулаторной операционной отделения оториноларингологии Клинической больницы Университета Сан-Паулу. Операционная соответствовала стандартам безопасности для проведения экстренных процедур и стандартам безопасности по защите от риска термического поражения.

Оборудование и материалы, необходимые для проведения вмешательства, включали кресло, эвакуатор дыма, фронтальный фокусный блок, CO₂-лазер DEKA SmartXide² C80, защитные очки, спрей лидокаина 10%, расходные одноразовые материалы. Процедура проводилась под аппликационной анестезией (спрей лидокаина). Пациенты не получали никаких других препаратов до и после процедуры.

Лазерный аппарат для проведения исследования был временно предоставлен отделению оториноларингологии клиники Университета Сан-Паулу компанией DEKA Laser на безвозмездной основе.

После процедуры пациенты оставались под наблюдением в течение 30 минут, после чего покидали клинику. Их снабжали письменными рекомендациями и инструкциями по уходу и при необходимости назначали дипирон.

В исследовании использовался CO₂-лазер DEKA SmartXide DOT HiScan V2LR мощностью 40 Вт с временем единичного воздействия 1200 миллисекунд, шагом DOT 400 пм и технологией SmartStack 4. Плотность 19,6%, удельная энергия 37,88 Дж/см², энергия импульса 242,4 мДж, обычный режим сканирования, импульсный режим, размер 40%, отношение 6/10, лазерная направляющая 20%, ручной режим. Были приняты меры по предотвращению случайных термических поражений. Во время всей процедуры медицинская бригада и пациент носили защитные очки. Использовался одноразовый стоматологический ретрактор (детский поликарбонатный ретрактор *Expansor Expandex Jon*); для периоральной области и передних зубов пациента обеспечивалась марлевая защита.

Во время процедуры пациенты находились в положении сидя. Для местной анестезии использовали спрей лидокаина 10%; через 5 минут после применения пациенты прополаскивали ротовую полость физиологическим раствором 0,9%. Затем поверхность небных миндалин подвергалась воздействию лазерного излучения с диаметром пятна сканирования 0,1–0,3 мм на глубину до 1,2 мм.

Продолжительность процедуры составляла около 30 секунд; после извлечения ретрактора пациенты полощали рот холодным физиологическим раствором 0,9%.

Для оценки клинической эффективности исследуемой процедуры был разработан протокол, в который вносили следующую информацию: время процедуры, объем кровотечения во время процедуры, наличие или отсутствие кровотечения после вмешательства, уровень боли после вмешательства, степень отека после вмешательства (от + до 3⁺), трудности с глотанием (да или нет), использование анальгетиков (да или нет), время восстановления, диета (отсутствует, жидкая, пастообразная, твердая), осложнения до и после вмешательства, размер миндалин до и после процедуры, наличие галитоза и казеозных пробок в миндалинах до и после процедуры, количество эпизодов тонзиллита до и после вмешательства (12 месяцев до процедуры и 12 месяцев после).

Оценку уровня боли проводили по визуальной аналоговой шкале от 0 до 10.

У пациентов измеряли pH слюны и брали мазок из ротоглотки до вмешательства и в определенные сроки после вмешательства.

Размер небных миндалин классифицировался в соответствии с критериями Бродского^{21,22}.

Пациентов наблюдали в течение года после процедуры; их состояние оценивалось до проведения вмешательства, а также через 3 дня, 1 неделю, 1 месяц, 3 месяца, 6 месяцев и 1 год после лазерной терапии.

На протяжении всего исследования пациенты заполняли анкету, которая использовалась для оценки степени удовлетворенности процедурой.

Статистический анализ

Расчет выборки был основан на предыдущих аналогичных исследованиях, при этом соблюдались этические нормы научных исследований с участием человека.

Качественные характеристики пациентов после лечения описывались с помощью абсолютных и относительных частот, а количественные характеристики после лечения — с помощью сводных показателей описательной статистики (среднее, стандартное отклонение, медиана, минимум и максимум)²³.

Исходные характеристики, оцениваемые до и после лечения, описывались с помощью абсолютных и относительных частот, а количественные характеристики — с помощью сводных показателей описательной статистики в каждой временной точке оценки. При этом показатели, полученные в двух временных точках, сравнивались с помощью парного критерия Вилкоксона, а показатели, оцениваемые более чем в двух временных точках, сравнивались с помощью критерия Фридмана с последующим сравнением данных за продолжительный период с помощью непараметрических критериев множественного сравнения для проверки различий между всеми временными точками²⁴.

Для анализа данных использовалось программное обеспечение IBM-SPSS версии 20.0 для Windows, а для табулирования данных — Microsoft Excel 2003. Уровень значимости указанных критериев полагался равным 5%.

Результаты

Данное интервенционное исследование считалось малоинвазивным по следующим причинам. 1. Для проведения вмешательства не требовалась парентеральная анестезия. 2. Продолжительность процедуры составляла от 5 до 7 минут. 3. Отсутствовали осложнения, требующие проведения искусственной вентиляции легких или медикаментозной поддержки, восстановления тканей или остановки и кровопотери. 4. Процедура не нарушала прав пациента на физическую неприкосновенность (рис. 1).

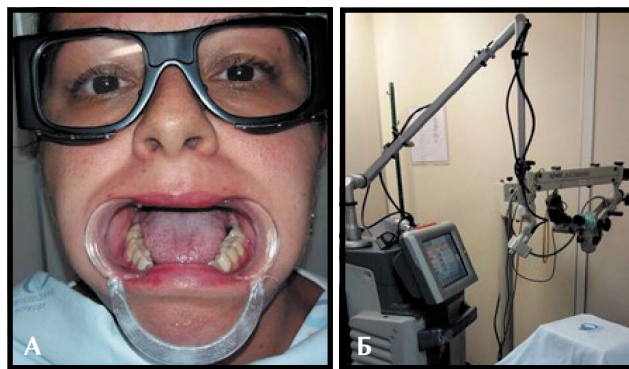


Рис. 1. А — пациент в положении сидя, с защитными очками и ретрактором; Б — оборудование, используемое при процедуре

Сеанс лазерной терапии проводился в амбулаторных условиях без госпитализации. После процедуры пациенты находились под наблюдением в течение 30 минут, после чего покидали клинику.

Общее время процедуры для лечения обеих небных миндалин составляло менее 30 секунд (2–3 лазерных импульса на каждую миндалину). Полученные результаты относятся к общему числу пациентов, подвергшихся процедуре ($n=20$).

Параметры периода восстановления

Поскольку у пациентов не было серьезных травм, осложнений или жалоб, общее восстановление после вмешательства можно считать немедленным. Кровотечения отсутствовали как во время, так и после процедуры за весь период годичного наблюдения.

Процедура была практически безболезненной. Более 50% пациентов отмечали легкую боль при глотании только в первый день после процедуры, у остальных минимальный уровень боли сохранялся до третьего дня после вмешательства (табл. 1). Два пациента (10%) были вынуждены принимать анальгетики (по одной таблетке).

Быстрое исчезновение боли при глотании обеспечило возможность раннего восстановления приема твердой пищи. В первый день к приему твердой пищи смогли вернуться 50% пациентов, а через три дня — 100% (табл. 1). У двух пациентов сохранялась легкая дисфагия до второго дня после вмешательства.

После лазерной терапии миндалин наблюдался небольшой отек, который полностью спал через три дня у половины пациентов и через неделю у остальных.

Параметры клинической эффективности

Основными анализируемыми клиническими параметрами были количество острых инфекций небных миндалин в период с 12 месяцев до процедуры до 12 месяцев после процедуры; наличие или отсутствие казеозных пробок и/или галитоза, а также размер миндалин до и после вмешательства (табл. 2).

Таблица 1. Описание характеристик, которые оценивались после процедуры

Переменная	Описание
Кандидаты на хирургическую операцию, n (%)	
Нет	11 (55)
Да	9 (45)
Кандидаты на проведение 2-го сеанса лазерной терапии, n (%)	
Нет	12 (60)
Да	8 (40)
Рефлюкс, n (%)	
Нет	9 (45)
Да	11 (55)
Анальгетики, n (%)	
Нет	18 (90)
Да	2 (10)
Послеоперационная дисфагия, n (%)	
Нет	18 (90)
Да	2 (10)
Максимальный уровень боли	
Среднее $\pm$ стандартное отклонение	1,1 $\pm$ 1,3
Медиана (мин.; макс.)	1 (0; 4)
Кол-во дней с болью	
Среднее $\pm$ стандартное отклонение	1,1 $\pm$ 1,3
Медиана (мин.; макс.)	1 (0; 4)
Послеоперационная диета без твердой пищи (дни)	
Среднее $\pm$ стандартное отклонение	1,3 $\pm$ 0,63
Медиана (мин.; макс.)	1 (1; 3)

Результаты представлены для выборки $n=20$ (100%). Уровень боли оценивался по шкале от 0 до 10 баллов; в таблице также приведена оценка продолжительности боли в днях (среднее, медиана) и продолжительность возвращения к приему твердой пищи (среднее, медиана).

После процедуры количество острых инфекций миндалин резко снизилось, при этом ремиссия сохранялась на протяжении всего периода наблюдения у 95% пациентов. Частота острых эпизодов после процедуры снизилась по сравнению с периодом 1 год и периодом 6 месяцев до вмешательства ($P<0,05$) и больше не увеличивалась в течение одного года наблюдения (табл. 3).

При анализе показателей галитоза и казеозных пробок была отмечена статистически значимая ремиссия симптомов вплоть до 6 месяцев после лазерной процедуры. Однако у большинства пациентов эти показатели постепенно ухудшались с 3-го по 12-й месяц.

Степень выраженности галитоза и казеозных пробок была сниженной в период до 3 и до 6 месяцев после процедуры ($P<0,05$), но вернулась к исходному уровню через год ($P=0,055$), при этом статистически значимое ухудшение отмечалось в период от 3 месяцев до года после вмешательства ($P=0,005$; табл. 3).

Тем не менее эти симптомы стали менее частыми: если до вмешательства 13 пациентов страдали от казеозных пробок 3-й степени (наиболее тяжелой), а 9 пациентов — от галитоза 3-й степени, то в конце исследования (через год после процедуры) казеозные пробки 3-й

степени были только у одного пациента, а галитоз 3-й степени — у трех.

Уменьшение максимального размера миндалин статистически значимо наблюдалось через 3 и через 6 месяцев после вмешательства ($P<0,05$).

На рис. 2 показаны макроскопические изменения небных миндалин в результате сеанса терапии с помощью CO_2 -лазера; отмечается небольшое уменьшение размеров миндалины, которая теперь имеет более гладкую поверхность и неглубокие лакуны.

Медиана удовлетворенности пациентов составила 10 баллов через 3 месяца и 8 баллов через год после процедуры.

Несмотря на полную ремиссию острых инфекций у 95% больных, у большинства пациентов сохранились некоторые симптомы. Поэтому 55% пациентов оставались кандидатами на хирургическую операцию по поводу галитоза, казеозных пробок или гипертрофии миндалин.

Биохимические и микробиологические параметры

Из табл. 2 видно, что результаты микробиологического исследования и pH слюны не претерпели после лечения статистически значимых изменений по сравнению с периодом до вмешательства ($P>0,05$).

Результаты микробиологического исследования слизи ротоглотки были положительными у одного пациента до вмешательства (*Staphylococcus aureus*) и стали отрицательными у всей выборки пациентов через 30 дней после процедуры.

Обсуждение

Хронический тонзиллит — это длительное общее воспаление небных миндалин (не только лакун), вызванное метаболическими изменениями, которые обусловлены внутренними и внешними факторами. Это состояние приводит к изменению pH и локального микробиома, в результате чего небные миндалины могут колонизироваться потенциально патогенными микроорганизмами с образованием биопленок, выработкой воспалительных цитокинов, ингибированием бактерицидных ферментов и инактивацией местной иммунной системы²⁵⁻²⁹.

В предыдущих исследованиях³⁰⁻³² было отмечено, что состояние пациентов, подвергшихся лазерной терапии для лечения хронического тонзиллита, улучшалось быстро и на длительный период. Согласно этим исследованиям, лазерная терапия восстанавливала цитологический баланс и иммунорегуляцию небных миндалин; при этом нормализовалось соотношение $\text{CD4}/\text{CD8}$, повышалось количество CD4 -положительных хелперных T-лимфоцитов, а также уровень *IgA* в слюне и сыворотке крови.

Метод, представленный в данной статье, направлен на дезагрегацию биопленки (за счет перестройки колонизирующих агентов) и ретракцию ткани с сохранением большей части поверхностного эпителия. Эти факторы позволяют восстановить местную иммунную функцию миндалин.

У взрослых наиболее частыми показаниями к тонзиллэктомии являются рецидивирующее инфекционное заболевание миндалин (от 57 до 78,85%² пациентов), гипертрофия миндалин (27%) и подозрение на неоплазию (16%)³.

Традиционная «холодная» тонзиллэктомия (метод золотого стандарта) характеризуется смертностью

Таблица 2. Описание характеристик, оцениваемых во временных точках исследования, и результаты сравнения ($n = 20$)

Переменная	Временная точка				P-значение	
Казеозные пробки, <i>n</i> (%)	До процедуры	Через 3 месяца	Через 6 месяцев	Через 1 год	< 0,001	
0	2 (10)	15 (75)	10 (50)	4 (26,7)		
1	1 (5)	5 (25)	7 (35)	5 (33,3)		
2	4 (20)	0 (0)	3 (15)	5 (33,3)		
3	13 (65)	0 (0)	0 (0)	1 (6,7)		
Размер миндалин, <i>n</i> (%)	До процедуры	Через 3 месяцев	Через 6 месяцев		0,002	
1	8 (40)	11 (55)	11 (55)			
2	6 (30)	7 (35)	8 (40)			
3	5 (25)	2 (10)	1 (5)			
4	1 (5)	0 (0)	0 (0)			
Галитоз, <i>n</i> (%)	До процедуры	Через 3 месяцев	Через 6 месяцев	Через 1 год	< 0,001	
0	4 (20)	13 (65)	7 (35)	6 (40)		
1	3 (15)	5 (25)	7 (35)	3 (20)		
2	4 (20)	1 (5)	3 (15)	3 (20)		
3	9 (45)	1 (5)	3 (15)	3 (20)		
Отек, <i>n</i> (%)	Через 3 дня	Через 7 дней			0,002*	
0	10 (50)	18 (90)				
1	8 (40)	2 (10)				
2	2 (10)	0 (0)				
Микробиологическое исследование, <i>n</i> (%)	До процедуры	После			0,317*	
Отрицательный	19 (95)	20 (100)				
Положительный	1 (5)	0 (0)				
Тонзиллит	За 1 год до	За 6 месяцев до	Через 3 месяца	Через 6 месяцев	Через 1 год	< 0,001
Среднее ± стандартное отклонение	7,2 ± 7,1	3,7 ± 3,9	0,1 ± 0,3	0,3 ± 0,8	0,9 ± 2,5	
Медиана (мин.; макс.)	6,5 (0; 30)	3,5 (0; 15)	0 (0; 1)	0 (0; 3)	0 (0; 10)	
Боль	День 1	День 2	День 3			< 0,001
Среднее ± стандартное отклонение	1,1 ± 1,3	0,6 ± 1,2	0,3 ± 0,8			
Медиана (мин.; макс.)	1 (0; 4)	0 (0; 4)	0 (0; 3)			
pH слюны	До	После				0,259**
Среднее ± стандартное отклонение	6,3 ± 0,4	6,4 ± 0,5				
Медиана (мин.; макс.)	6 (5,5; 7)	6,5 (5,5; 7)				
Классификация пациента	Через 3 месяца	Через 6 месяцев	Через 1 год			0,011
Среднее ± стандартное отклонение	8,6 ± 2,5	7,5 ± 2,8	7,4 ± 2,9			
Медиана (мин.; макс.)	10 (0; 10)	8 (0; 10)	8 (0; 10)			

Критерий Фридмана; * парный критерий Вилкоксона; ** парный t -критерий Стьюдента.

от 1:14000 до 1:25000, а также значительными пери- и послеоперационными осложнениями (от 15 до 20% пациентов)^{33,34}. К наиболее значимым послеоперационным осложнениям относятся кровотечения (от 5 до 11%)^{33,36}, интенсивная боль при глотании (5%), обезвоживание (4%), рвота (3%) и лихорадка (1%), увеличивающие продолжительность госпитализации, затраты, риски и период восстановления³⁷⁻⁴⁰. По данным Министерства здравоохранения Бразилии за 2017 год, спрос на тонзиллэктомию в государственных больницах составляет около 20000 операций в год со средним временем ожидания 408 дней.

Исторически первым методом лазерной терапии небных миндалин была лазерная тонзиллэктомия (с тотальной резекцией миндалины), проводимая с помощью абляционного лазера. Она появилась как альтернатива традиционной тонзиллэктомии в попытке уменьшить внутри- и послеоперационные кровотечения. Однако этот метод вызывал длительную послеоперационную боль и требовал продолжительного восстановления из-за повреждения мышц при тотальной экстракапсулярной резекции миндалины⁴⁻⁶. В частности, было описано, что лазерная тонзиллэктомия с использованием титанилфосфата калия вызывала

Таблица 3. Результат множественных сравнений характеристик, по которым наблюдались различия в анализируемых временных точках

Переменная	Описание	Z-значение	P-значение
Казеозные пробки	До процедуры в сравнении с 3 месяцами после	5,64	< 0,001
	До процедуры в сравнении с 6 месяцами после	4,46	< 0,001
	До процедуры в сравнении с 1 годом после	2,27	0,023
	3 месяца после в сравнении с 6 месяцами после	–1,18	0,239
	3 месяца после в сравнении с 1 годом после	–3,37	< 0,001
	6 месяцев после в сравнении с 1 годом после	–2,19	0,028
Размер	До процедуры в сравнении с 3 месяцами после	2,01	0,044
	До процедуры в сравнении с 6 месяцами после	2,37	0,018
	3 месяца после в сравнении с 6 месяцами после	0,36	0,721
Галитоз	До процедуры в сравнении с 3 месяцами после	4,74	< 0,001
	До процедуры в сравнении с 6 месяцами после	3,20	0,001
	До процедуры в сравнении с 1 годом после	1,92	0,055
	3 месяца после в сравнении с 6 месяцами после	–1,53	0,125
	3 месяца после в сравнении с 1 годом после	–2,82	0,005
	6 месяцев после в сравнении с 1 годом после	–1,29	0,198
Тонзиллит	1 год в сравнении с 6 месяцами до процедуры	2,30	0,021
	1 год до процедуры в сравнении с 3 месяцами после	6,37	< 0,001
	1 год до процедуры в сравнении с 6 месяцами после	6,10	< 0,001
	1 год до процедуры в сравнении с 1 годом после	5,10	< 0,001
	6 месяцев до процедуры в сравнении с 3 месяцами после	4,06	< 0,001
	6 месяцев до процедуры в сравнении с 6 месяцами после	3,79	< 0,001
	6 месяцев до процедуры в сравнении с 1 годом после	2,80	0,005
	3 месяца после в сравнении с 6 месяцами после	–0,27	0,786
	3 месяцев после в сравнении с 1 годом после	–1,26	0,206
	6 месяцев после в сравнении с 1 годом после	–0,99	0,320
	1-й день в сравнении со 2-м	3,13	0,002
	1-й день в сравнении с 3-м	4,25	< 0,001
Боль	2-й день в сравнении с 3-м	1,12	0,264
	3 месяца после в сравнении с 6 месяцами после	1,94	0,053
	3 месяца после в сравнении с 1 годом после	3,13	0,002
Классификация пациента	6 месяцев после в сравнении с 1 годом после	1,20	0,232

Множественные непараметрические сравнения для продолжительного анализа.

больше боли и кровотечения в позднем послеоперационном периоде⁴⁻⁷ по сравнению с обычной хирургической операцией⁸.

Были разработаны и другие лазерные методы, позволяющие минимизировать или устранить рецидивы острых инфекций небных миндалин и другие симптомы хронического тонзиллита.

Одним из таких методов является тонзиллотомия с помощью CO₂-лазера^{8,9} — более консервативное вмешательство, во время которого происходит послойное испарение тканей миндалин вплоть до 70% ее объема (эффективность процедуры 75%)¹⁰. Этот метод нацелен на тотальную абляцию поверхности миндалин, что приводит к обширной зоне кровотечения и препятствует полному морфофункциональному восстановлению органа. Несмотря на хорошие результаты лечения, продолжительность этой процедуры и восстановительного периода после нее больше, чем у метода, используемого в настоящем исследовании.

Еще одним методом лечения является лазерный криптолиз — процедура, которая заключается в устранении воспаленных и увеличенных лакун с пробками и связанных с ними неудобств. Однако даже после четырех сеансов лечения этот метод часто оказывался неэффективным^{8,11,12}. Вероятной причиной этого может быть существенно консервативный характер вмешательства, которое ограничивается небольшими участками поверхности миндалин (немногими увеличенными лакунами).

При использовании данного метода удалось достичь 95% ремиссии острых рецидивирующих инфекций по сравнению с 75% в исследованиях Remacle и соавт. (2003)⁹ и других авторов⁴¹. В работе Reichel и соавт.⁴² описан редкий рецидив тонзиллита после тонзиллотомии с использованием CO₂-лазера (хотя и с применением другого метода), что согласуется с нашей работой.

Через 6 месяцев у исследуемых пациентов наблюдалось статистически значимое уменьшение галитоза и казеозных пробок по сравнению с аналогичным периодом до процедуры. После одного сеанса терапии вид миндалин изменялся в сторону более гладкой поверхности с более мелкими лакунами. Эти анатомические изменения препятствуют накоплению казеозных пробок и, как следствие, появлению галитоза. В случае появления новых казеозных пробок, возможно, следует провести повторный сеанс через 3–6 месяцев.

Через 6 месяцев после процедуры наблюдалось значительное уменьшение размера миндалин ($P < 0,05$). У шести пациентов (30%) до вмешательства размер миндалин соответствовал гипертрофии III–IV степени, через 6 месяцев гипертрофия III–IV степени сохранилась только у одного пациента (5%), причем с ретракцией миндалин с IV до III степени.

Данная работа продемонстрировала эффективность лечения проявлений хронического тонзиллита на основе идеи восстановления биохимического, физиологического и микробиологического баланса, высказанной в предыдущих работах^{25-31,43}. Хотя статистически значимого различия показателей pH до и после процедуры не наблюдалось, положительный результат микробиологического исследования у одного пациента стал отрицательным после вмешательства.

Терапия с помощью фракционного CO₂-лазера имеет множество преимуществ для пациента и хирурга: она занимает около 30 секунд, минимально травмирует ткани, практически не вызывает боли, отека или воспалительной реакции и не приводит к риску развития



Рис. 2. Макроскопические изменения в небных миндалинах, связанные с процедурой: **А** — до вмешательства; **Б** — сразу после; **В** — через 1 неделю; **Г** — через 1 месяц; **Д** — через 6 месяцев

послеоперационного кровотечения, инфекции или рубцовой контрактуры. Процедуру можно проводить в амбулаторных условиях под местной анестезией^{32,43}. Без увеличения относительного риска ее можно применять для лечения пациентов с гипертонией, сахарным диабетом и избыточной массой тела. По сравнению с другими упомянутыми методами лечения^{5,7-11} данная процедура оказалась самой быстрой и отличалась меньшей интра- и постпроцедурной заболеваемостью со сравнимой или более высокой эффективностью.

Длина волны CO₂-лазера составляет 10,6 мкм. Применение лазера бесконтактно, а повреждения прилегающих тканей минимальны^{44,45}. По сравнению с КТР-лазером этот аппарат имеет преимущества при воздействии на слизистые оболочки за счет снижения послеоперационного кровотечения и уровня боли. Уровень послеоперационной боли при использовании CO₂-лазера также меньше по сравнению с использованием лазера Nd:YAG. Кроме того, его импульсный режим обеспечивает меньшее термическое поражение прилегающей территории, чем другие лазеры, такие как диодный⁴⁶⁻⁴⁹.

Импульсный режим работы лазера и возможность проведения процедуры при бодрствующем пациенте (без интубации) исключают риск возникновения ожога верхних дыхательных путей, который является наиболее опасным осложнением при таком использовании лазера⁵⁰.

Фракционный режим применяется одновременно к множеству точек ограниченной области, что позволяет полностью контролировать поверхность воздействия. Режим стекинга стандартизирует глубину воздействия, сводя к минимуму повреждение прилегающих тканей.

Средний уровень удовлетворенности пациентов составил 10 баллов через 3 месяца и 8 баллов через год после лазерной терапии. Несмотря на высокую степень удовлетворенности и значительное улучшение состояния, у большинства пациентов наблюдалось сочетание симптомов, и они ожидали полного излечения от заболевания. Поэтому 55% пациентов оставались кандидатами на хирургическую операцию по поводу галитоза, казеозных пробок или гипертрофии миндалин.

Следует подчеркнуть, что при определении показаний к тонзиллотомии с помощью фракционного CO₂-лазера необходимо в первую очередь учитывать жалобы на рецидивирующий тонзиллит; галитоз и казеозные пробки в миндалинах можно рассматривать как относительные показания, при этом пациента необходимо предупредить о возможности лишь частичного улучшения и необходимости повторения процедуры через 6 месяцев.

Поскольку эта процедура является оригинальной, в научной литературе пока нет данных для сравнения наших результатов.

Объективные данные, полученные в ходе данного проекта, позволили нам включить эту процедуру, благодаря ее безопасности и эффективности, в повседневную клиническую практику.

Заключение

Фракционная лазерная абляция практически полностью устранила развитие острых бактериальных инфекций миндалин в течение 1 года наблюдения после процедуры и значительно уменьшила размер миндалин, а также галитоз и накопление казеозных пробок в течение 6 месяцев после вмешательства. При использовании этого метода не было отмечено никаких осложнений или рисков.

Тонзиллотомия с помощью фракционной лазерной абляции является безопасной и эффективной процедурой для лечения острого бактериального рецидивирующего тонзиллита и хронического тонзиллита у взрослых, которую можно использовать в повседневной клинической практике.

Благодарности

Мы благодарим компанию DEKA Laser® за предоставленное лазерное оборудование.

Конфликт интересов

Авторы явным образом заявляют об отсутствии конфликта интересов в связи с данной статьей.

Финансирование

Данное исследование не получало ни одного целевого гранта от финансирующих организаций государственного, коммерческого или некоммерческого сектора.

Список литературы

1. Watkins D.A., Johnson C.O., Colquhoun S.M., Karthikeyan G., Beaton A., Bukhman G. et al. Global, regional, and national burden of rheumatic heart disease, 1990-2015. *N Engl J Med.* 2017;377(8):713-22. doi: 10.1056/NEJMoa1603693.
2. Seshamani M., Vogtmann E., Gatwood J., Gibson T.B., Scanlon D. Prevalence of complications from adult tonsillectomy and impact on health care expenditures. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014;150(4):574-81. doi: 10.1177/0194599813519972.
3. Galindo Torres B.P., De Miguel Garcia F., Whyte Orozco J. Tonsillectomy in adults: analysis of indications and complications. *Auris Nasus Larynx.* 2018;45(3):517-21. doi: 10.1016/j.anl.2017.08.012.
4. Oas R.E. Jr, Bartels J.P. KTP-532 laser tonsillectomy: a comparison with standard technique. *Laryngoscope.* 1990;100(4):385-8. doi: 10.1288/00005537-199004000-00010.
5. Auf I., Osborne J.E., Sparkes C., Khalil H. Is the KTP laser effective in tonsillectomy? *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 1997;22(2):145-6. doi: 10.1046/j.1365-2273.1997.d01-305.x.
6. Saito T., Honda N., Saito H. Advantage and disadvantage of KTP-532 laser tonsillectomy compared with conventional method. *Auris Nasus Larynx.* 1999;26(4):447-52. doi: 10.1016/s0385-8146(99)00025-5.
7. Kothari P., Patel S., Brown P., Obara L., O'Malley S. A prospective double-blind randomized controlled trial comparing the suitability of KTP laser tonsillectomy with conventional dissection tonsillectomy for day case surgery. *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 2002;27(5):369-73. doi: 10.1046/j.1365-2273.2002.00596.x.
8. Krespi Y.P., Ling E.H. Laser-assisted serial tonsillectomy. *J Otolaryngol.* 1994;23(5):325-7.
9. Remacle M., Kechian J., Lawson G., Jamart J. Carbon-dioxide laser-assisted tonsil ablation for adults with chronic tonsillitis:

- a 6-month follow-up study. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2003;260(8):456-9. doi: [10.1007/s00405-003-0600-4](#).
10. Andrews P.J., Latif A. Outpatient laser tonsillar ablation under local anaesthetic. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2004;261(10):551-4. doi: [10.1007/s00405-003-0718-4](#).
11. Coelho S.R., Patrocínio L.G., Patrocínio J.A., Oliveira J.A.A. Estudo da histologia das tonsilas palatinas após aplicação da criptólise a laser de CO₂. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2004;8:1-5.
12. Krespi Y.P., Kizhner V. Laser tonsil cryptolysis: in-office 500 cases review. *Am J Otolaryngol.* 2013;34(5):420-4. doi: [10.1016/j.amjoto.2013.03.006](#).
13. White J.M., Chaudhry S.I., Kudler J.J., Sekandari N., Schoelch M.L., Silverman S.Jr. Nd:YAG and CO₂ laser therapy of oral mucosal lesions. *J Clin Laser Med Surg.* 1998;16(6):299-304. doi: [10.1089/clm.1998.16.299](#).
14. Bornstein M.M., Suter V.G., Stauffer E., Buser D. [The CO₂ laser in stomatology. Part 2]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2003;113(7):766-85. [French, German].
15. Mogedas-Vegara A., Hueto-Madrid J.A., Chimenos-KQstner E., Bescos-Atin C. Oral leukoplakia treatment with the carbon dioxide laser: a systematic review of the literature. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016;44(4):331-6. doi: [10.1016/j.jcms.2016.01.026](#).
16. Huang Z., Wang Y., Liang Q., Zhang L., Zhang D., Chen W. The application of a carbon dioxide laser in the treatment of superficial oral mucosal lesions. *J Craniofac Surg.* 2015;26(3):e277-9. doi: [10.1097/scs.0000000000001285](#).
17. Lee A., Lim A., Fischer G. Fractional carbon dioxide laser in recalcitrant vulvar lichen sclerosus. *Australas J Dermatol.* 2016;57(1):39-43. doi: [10.1111/ajd.12305](#).
18. Frega A., Verrone A., Schimberni M., Manzara F., Ralli E., Catalano A., et al. Feasibility of office CO₂ laser surgery in patients affected by benign pathologies and congenital malformations of female lower genital tract. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2015;19(14):2528-36.
19. Torezan L.A., Careta M.F., Osorio N. Intra-oral lymphangioma successfully treated using fractional carbon dioxide laser. *Dermatol Surg.* 2013;39(5):816-7. doi: [10.1111/dsu.12157](#).
20. Mallampati S.R., Gatt S.P., Gugino L.D., Desai S.P., Waraksa B., Freiburger D. et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J.* 1985;32(4):429-34. doi: [10.1007/bf03011357](#).
21. Brodsky L. Modern assessment of tonsils and adenoids. *Pediatr Clin North Am.* 1989;36(6):1 551 -69. doi: [10.1016/s0031-3955\(16\)36806-7](#).
22. Kumar D.S., Valenzuela D., Kozak F.K., Ludemann J.P., Moxham J.P., Lea J. et al. The reliability of clinical tonsil size grading in children. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014;140(11):1034-7. doi: [10.1001/jamaoto.2014.2338](#).
23. Kirkwood B.R., Sterne J.A. *Essential Medical Statistics.* 4th ed. Wiley-Blackwell; 2006. p. 502.
24. Neter J., Wasserman W., Kutner M. *Applied Linear Statistical Models.* 4th ed. Chicago: WCB/McGraw-Hill; 1996.
25. Diaz R.R., Picciafuoco S., Paraje M.G., Villegas N.A., Miranda J.A., Albasa I. et al. Relevance of biofilms in pediatric tonsillar disease. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis.* 2011;30(12):1 503-9. doi: [10.1007/s10096-011-1249-3](#).
26. Kosikowska P., Pikula M., Langa P., Trzonkowski P., Obuchowski M., Lesner A. Synthesis and evaluation of biological activity of antimicrobial pro-proliferative peptide conjugates. *PLoS One.* 2015;10(10):e0140377. doi: [10.1371/journal.pone.0140377](#).
27. Kosikowska U., Korona-Gtowniak I., Niedzielski A., Malm A. Nasopharyngeal and adenoid colonization by *Haemophilus influenzae* and *Haemophilus parainfluenzae* in children undergoing adenoidectomy and the ability of bacterial isolates to biofilm production. *Medicine (Baltimore).* 2015;94(18):e799. doi: [10.1097/md.0000000000000799](#).
28. Skevaki C.L., Tsalta P., Trochoutsou A.I., Logotheti I., Makrinioti H., Taka S. et al. Associations between viral and bacterial potential pathogens in the nasopharynx of children with and without respiratory symptoms. *Pediatr Infect Dis J.* 2015;34(12):1296-301. doi: [10.1097/inf.0000000000000872](#).
29. Cross B., Faustoferri R.C., Quivey R.G.Jr. What are we learning and what can we learn from the human oral microbiome project? *Curr Oral Health Rep.* 2016;3(1):56-63. doi: [10.1007/s40496-016-0080-4](#).
30. Petrek M., Hubacek J., Ordeltova M. Immunomodulatory effects of laser therapy in the treatment of chronic tonsillitis. *Acta Univ Palacki Olomuc Fac Med.* 1991;129:119-26.
31. Zbyshko I.B. [A comparative analysis of tonsillectomy and ablation of the palatine tonsils with CO₂ laser]. *Vestn Otorinolaringol.* 2007(4):15-7. [Russian].
32. Zbyshko Y.B. [Efficacy of CO₂ laser in the treatment of patients with chronic tonsillitis]. *Vestn Otorinolaringol.* 2007(5):57-9. [Russian].
33. Brown P.M. How safe is paediatric tonsillectomy? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2006;70(4):575-7. doi: [10.1016/j.ijporl.2005.12.006](#).
34. Marques L., Pago J., Rodrigues L. Amigdalectomia: que técnica selecionar na hora de operar? *Cadernos Otorrinolaringologia-Clinica, investigação, inovação – Laringologia.* 2016; 1-12.
35. Wiikmann V., Prado F.A., Caniello M., Di Francesco R.C., Mizziara I.D. Post-operative complications in adenotonsillectomy. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004;70(4):464-8. doi: [10.1590/s0034-72992004000400005](#).
36. Vieira F.M., Diniz F.L., Figueiredo C.R., Weckx L.L. Hemorrhage in adenoidectomy and/or tonsillectomy: 359 cases study. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2003;69(3):338-41. doi: [10.1590/s0034-72992003000300007](#).
37. Windfuhr J.P., Savva K., Dahm J.D., Werner J.A. Tonsillectomy: facts and fiction. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2015;272(4):949-69. doi: [10.1007/s00405-014-3010-x](#).
38. Rivas Lacarte M. [Tonsillectomy as a major outpatient procedure. Prospective 8-year study: indications and complications. Comparison with inpatients]. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2000;51(3):221-7. [Spanish].
39. Castellano P., Gamiz M.J., Bracero F., Santiago F., Soldado L., Solanellas J. et al. [«Usual» morbidity of pediatric tonsillectomy: a study of 126 cases]. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2001;52(5):390-5. doi: [10.1016/s0001-6519\(01\)78225-8](#). [Spanish].
40. Hoddeson E.K., Gourin C.G. Adult tonsillectomy: current indications and outcomes. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009;140(1):19-22. doi: [10.1016/j.otohns.2008.09.023](#).
41. Havel M., Sroka R., Englert E., Stelter K., Leunig A., Betz C.S. Intraindividual comparison of 1,470 nm diode laser versus carbon dioxide laser for tonsillectomy: a prospective, randomized, double blind, controlled feasibility trial. *Lasers Surg Med.* 2012;44(7):558-63. doi: [10.1002/lsm.22053](#).
42. Reichel O., Mayr D., Winterhoff J., de la Chaux R., Hagedorn H., Berghaus A. Tonsillectomy or tonsillotomy? – a prospective study comparing histological and immunological findings in recurrent tonsillitis and tonsillar hyperplasia. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2007;264(3):277-84. doi: [10.1007/s00405-006-0162-3](#).
43. Gaspar L. The use of high-power lasers in oral surgery. *J Clin Laser Med Surg.* 1994;12(5):281-5.
44. Ishii J., Fujita K., Komori T. Laser surgery as a treatment for oral leukoplakia. *Oral Oncol.* 2003;39(8):759-69. doi: [10.1016/s1368-8375\(03\)00043-5](#).
45. Basu M.K., Frame J.W., Rhys Evans P.H. Wound healing following partial glossectomy using the CO₂ laser, diathermy and scalpel: a histological study in rats. *J Laryngol Otol.* 1988;102(4):322-7. doi: [10.1017/s0022215100104852](#).
46. Carew J.F., Ward R.F., LaBruna A., Torzilli P.A., Schley W.S. Effects of scalpel, electrocautery, and CO₂ and KTP lasers on wound healing in rat tongues. *Laryngoscope.* 1998;108(3):3 73-80. doi: [10.1097/00005537-199803000-00012](#).
47. Ishii J., Fujita K., Chen M., Komori T. Clinical assessment of KTP laser surgery for tongue lesions. Comparison with CO₂ laser surgery. *J Jpn Soc Laser Dent.* 2001;12:10-5.
48. Fischer M., Horn I.S., Quante M., Merckenschlager A., Schnoor J., Kaisers U.X. et al. Respiratory complications after diode-laser-assisted tonsillectomy. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2014;271(8):231 7-24. doi: [10.1007/s00405-014-2956-z](#).
49. Brugmans M.J., Kemper J., Gijssels G.H., van der Meulen F.W., van Gemert M.J. Temperature response of biological materials to pulsed non-ablative CO₂ laser irradiation. *Lasers Surg Med.* 1991;11(6):587-94. doi: [10.1002/lsm.1900110614](#).
50. Paiva Filho O., Braz J.R. Laser surgery and anesthesia. *Rev Bras Anesthesiol.* 2004;54(1):99-107. doi: [10.1590/s0034-70942004000100014](#).