

Láserterapia como coadyuvante del tratamiento de lesiones de Furca Grado II

Lasertherapy as an adjuvant to the treatment of grade II furcation involvements

Laserterapia como adjuvante ao tratamento de lesões de furcação de Grau II

María Victoria García Olazábal¹  0000-0003-3013-1100

Susana Teitenbaum Glikel²  0009-0005-1759-0320

DOI: 10.22592/ode2023n42e328



Resumen

Objetivo: evaluar la evidencia del láser como coadyuvante en el tratamiento quirúrgico de lesiones de furca grado II y reflejar la importancia clínica de los hallazgos para la toma de decisiones. **Materiales y métodos:** se realizó una búsqueda bibliográfica manual, se consultaron las siguientes bases de datos: PORTAL TIMBO FOCO, PUBMED, BVS, SciELO y GOOGLE SCHOLAR. Esta búsqueda fue restringida a los últimos 15 años y los artículos seleccionados están en inglés. **Resultados:** Se seleccionaron 105 artículos que abordan la temática y se completó la búsqueda con el rastreo y la lectura de la bibliografía referenciada en esos artículos. **Conclusiones:** El láser de baja potencia tanto para la bioestimulación así como su efecto anti-inflamatorio, solo ha mostrado hasta ahora resultados positivos a corto plazo como coadyuvante del tratamiento periodontal regenerativo en lesiones de furca grado II. Sin embargo, sus resultados a largo plazo no son claros debido a la debilidad metodológica y al número insuficiente de estudios existentes. Por otro lado, la terapia fotodinámica podría ser una alternativa para el control de pérdida ósea en lesiones de furca causadas por periodontitis. Por lo tanto, hacen falta más estudios para dilucidar la acción de la terapia fotodinámica y de la fotobiomodulación coadyuvantes del tratamiento de las lesiones de furca.

Palabras clave: Fotoquimioterapia, Lesiones de Furca, Periodontitis, Terapia Fotodinámica, Tratamiento Periodontal.

¹ Prof. Adj. Departamento de Periodoncia, Universidad Católica del Uruguay.

² MSc en Láser, Hospital Pereira Rosell, Hemato-oncología, Fundación Pérez Scremini.

Fecha de recibido: 12/Abr/2023 - Fecha de aceptado: 21/jun/2023

Abstract

Objective: to evaluate the evidence of the efficacy of the adjuvant use of laser in the surgical treatment of grade II furcation lesions and to demonstrate the clinical importance of the findings for decision making. **Materials and methods:** a manual bibliographic search was carried out where the following databases were consulted: PORTAL TIMBO FOCO, PUBMED, SciELO, BVS and GOOGLE SCHOOL. This search was restricted to the last 15 years and the selected articles are in English. **Results:** 105 articles that addressed the subject were selected and the search was completed by searching and reading the referenced bibliography in those articles. **Conclusions:** Low-power laser, both for biostimulation and as an anti-inflammatory has so far only shown positive short-term results as an adjunct to regenerative periodontal treatment in grade II furcation lesions. However, its long-term results are not clear due to methodological weaknesses and the insufficient number of existing studies. On the other hand, photodynamic therapy could be an alternative to control bone loss in furcation lesions caused by periodontitis. However, more studies are needed to elucidate the action of photodynamic therapy and photobiomodulation as adjuvants in the treatment of furcation lesions

Keywords: Furcation Lesions, Periodontal Treatment, Periodontitis, Photochemotherapy, Photodynamic Therapy.

Resumo

Objetivo: avaliar a evidência do laser como adjuvante no tratamento cirúrgico das lesões de furca grau II e refletir a importância clínica dos achados para a tomada de decisão. **Materiais e métodos:** foi realizada busca bibliográfica manual, consultadas as seguintes bases de dados: PORTAL TIMBO FOCO, PUBMED, BVS, SciELO e GOOGLE SCHOOL. Esta busca foi restrita aos últimos 15 anos e os artigos selecionados estão no idioma inglês. **Resultados:** foram selecionados 105 artigos que abordam o assunto e a busca foi concluída por meio de busca e leitura da bibliografia referenciada nesses artigos. **Conclusões:** O laser de baixa potência, tanto para a bioestimulação como para o seu efeito anti-inflamatório, apenas apresentou resultados positivos a curto prazo como adjuvante do tratamento periodontal regenerativo em lesões de furca grau II. No entanto, seus resultados a longo prazo não são claros devido a deficiências metodológicas e número insuficiente de estudos existentes. Por outro lado, a terapia fotodinâmica pode ser uma alternativa para controlar a perda óssea em lesões de furca causadas por periodontite. Portanto, mais estudos são necessários para elucidar a ação da Terapia Fotodinâmica e da fotobiomodulação como adjuvantes no tratamento da lesões de furca.

Palavras-chave: Fotoquimioterapia, Lesões de Furca, Periodontite, Terapia Fotodinâmica, Tratamento Periodontal.

Introducción

La periodontitis es una enfermedad crónica que lleva a la destrucción de los tejidos⁽¹⁾. El tratamiento periodontal consiste en una primera etapa que detiene la progresión mediante la

reducción de los microorganismos patógenos y eliminación del proceso inflamatorio⁽¹⁾. Las terapias convencionales y resectivas pueden entretener la progresión de la enfermedad pero no han demostrado eliminar los microorganismos

localizados en tejidos blandos ni en zonas de difícil acceso como en lesiones de furca (LF)⁽²⁻⁴⁾. La regeneración tisular guiada (RTG) se ha propuesto como un método efectivo para el tratamiento de defectos anatómicos causados por periodontitis como las LF grado II⁽⁵⁾.

Hoy en día existe un consenso que los procedimientos de RTG en LF grado II mandibulares resultan en ganancias significativas del nivel de inserción tanto a nivel horizontal como vertical^(6,7). Si bien la combinación de xenoinjertos con membranas de colágeno ha mostrado buenos resultados clínicos en LF, la regeneración periodontal es un concepto difícil y requiere un proceso complejo de coordinación en la actividad celular por lo que existen serias variaciones en su predictibilidad clínica⁽⁸⁾.

A pesar del beneficio potencial clínico y biológico de las terapias regenerativas en el tratamiento de las LF y defectos intraóseos, se están investigando modalidades combinadas de tratamiento con RTG para obtener resultados mejores y más precisos. Uno de ellos es la combinación de la RTG con láser de baja potencia⁽⁸⁾.

Se ha sugerido que el láser de baja potencia puede aumentar la cantidad de adenosin trifosfato (ATP) y simplificar la angiogénesis y síntesis de colágeno, así como alterar el comportamiento de la actividad celular⁽⁹⁾. También se ha reportado que la bioestimulación con láser puede inducir cambios metabólicos, resultando en una división celular más rápida, mayor grado de proliferación, migración de fibroblastos y producción de matriz pero también puede ser efectivo en la reparación y regeneración del metabolismo óseo⁽¹⁰⁻¹²⁾.

En periodoncia el láser de baja potencia (LBP) se utiliza en cirugía ósea, defectos intraóseos, gingivectomías, colgajos y raspado y alisado radicular (RAR) pero prácticamente no se han encontrado estudios sobre el efecto clínico o bioquímico del LBP en LF tratadas con RTG⁽¹⁾. Por otro lado, la información científica reciente basada en la evidencia identificó las aplicaciones

potenciales de las herramientas del láser infrarrojo para el tratamiento de la periodontitis⁽¹³⁾. Se ha demostrado que los láseres promueven la cicatrización y regeneración de heridas periodontales, en general, por medio de un desbridamiento y descontaminación exhaustivos de los tejidos enfermos, y mediante la modulación o activación del metabolismo celular en los tejidos circundantes⁽¹⁴⁾. Durante la última década, también se ha utilizado la terapia fotodinámica (TFD) para reducir o eliminar las bacterias periodontopatógenas como complemento de desbridamiento mecánico en pacientes con periodontitis⁽¹⁴⁾.

Los principios de la TFD involucran el uso de un colorante sensible a la luz no tóxico llamado fotosensibilizador (FS) combinado con luz visible inofensiva (de baja energía), con una longitud de onda apropiada para igualar el espectro de absorción del FS⁽¹⁵⁾. Este procedimiento estimula al colorante para formar radicales libres de oxígeno singlete que actuarán como agentes tóxicos para la bacteria/célula⁽¹⁶⁾. Cada vez hay más estudios que examinan la eficacia clínica de la TFD cuando se utiliza como complemento del tratamiento quirúrgico y no quirúrgico convencional de los pacientes con periodontitis⁽¹⁶⁾. El objetivo de esta revisión es evaluar la calidad de evidencia científica del tratamiento del láser como coadyuvante de la instrumentación mecánica en las lesiones de furca de grado II para facilitar la toma de decisión al clínico.

Materiales y métodos

En la elaboración de esta revisión de la literatura se consultaron las bases de datos PORTAL TIMBO FOCO, PUBMED, BVS, SciELO y GOOGLE SCHOLAR. Se utilizaron los siguientes descriptores MeSH en inglés: Phototherapy, Photodynamic Therapy, Furcation involvement, Periodontitis, Periodontal treatment and su correspondiente denominación en español para realizar la búsqueda. No se utilizaron operadores booleanos, sino que se reali-

zó la búsqueda por cada uno de los descriptores MeSH mencionados. La búsqueda fue restringida a los últimos 15 años, con excepción de algunos artículos utilizados para los antecedentes. Se seleccionaron 105 artículos que abordan la temática y se completó la búsqueda con la lectura de la bibliografía referenciada en esos artículos.

Fundamento del láser en el tratamiento de furcas Grado II

Fotobiomodulación

Existe un consenso que en las LF de grado II mandibulares, así como en algunos defectos intraóseos, los procedimientos con RTG han resultado en ganancias de inserción clínica significativas, tanto a nivel horizontal como vertical⁽⁶⁾.

Hay algunas limitaciones para la evaluación clínica, histológica y radiográfica luego del tratamiento con RTG⁽⁶⁾. La respuesta de los tejidos periodontales a este tratamiento es fundamental y puede ser evaluada mediante medidas bioquímicas, por ejemplo niveles y composición del líquido crevicular gingival⁽¹⁾. Particularmente en los molares inferiores, la entrada a la furca frecuentemente es más chica que el diámetro de la cureta de Gracey estándar⁽¹⁷⁾.

Para lograr la regeneración periodontal es necesaria la inserción al cemento, para lo cual se requiere evitar la migración de las células epiteliales y en general se logra mediante el uso de membranas de colágeno⁽¹⁸⁾.

La mayoría de estudios que utilizan RTG han mostrado que la profundidad y ancho de los componentes intraóseos del defecto influyen en la cantidad de ganancia de inserción clínica y de hueso⁽¹⁹⁾. Cuando la RTG se aplica en defectos de 3, 2 y 1 paredes infraóseas resulta respectivamente en 95%, 82% y 39% de relleno óseo⁽²⁰⁾. Mientras algunos estudios similares han demostrado que cuanto más profundo es el defecto, mayor es la cantidad de ganancia de inserción y reparación ósea⁽¹⁹⁾, otros demostraron que

cuanto más ancho es el defecto, menor es la mejora clínica^(20,21)

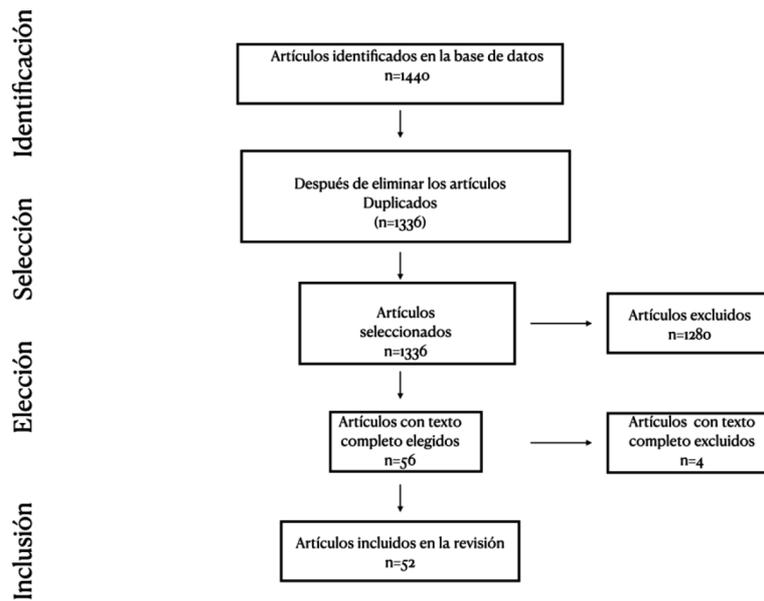
Esta ganancia significativamente menor en los defectos de una pared puede explicarse por el número reducido de células progenitoras disponibles para la repoblación en el área de la herida o por la dificultad de colocar las membranas en la posición correcta, permitiendo mantener el espacio requerido entre la membrana y el hueso remanente⁽¹⁹⁾.

En el tratamiento de las LF, la predictibilidad de la RTG también mejora si el defecto presenta un componente vertical profundo y mantiene el nivel de hueso interproximal cerca del límite amelo cementario (LAC), lo que facilita la retención de la membrana en la posición correcta y permite un reposicionamiento coronal del colgajo y la cobertura total de la membrana⁽¹⁹⁾.

La profundidad horizontal de la LF también influye en los resultados clínicos y en la mayoría de estudios de LF grado II, la profundidad al sondaje (PS) medida en el preoperatorio se correlaciona con la magnitud de la ganancia de inserción (GI) y reparación ósea obtenida luego de 1 año⁽¹⁹⁾.

La predictibilidad del tratamiento también mejora si se alcanza un desbridamiento completo de la superficie radicular expuesta en el área de la furca⁽¹⁹⁾. Algunos factores que afectan la habilidad del operador para desbridar en esta área, como la proximidad radicular o deformaciones en la raíz, podrían influir en los resultados de la RTG⁽¹⁹⁾. Además, las raíces de los molares inferiores frecuentemente presentan concavidades profundas, presencia de perlas adamantinas que pueden dificultar el desbridamiento apropiado⁽¹⁹⁾. La anatomía de los molares superiores es aún menos favorable y esto puede ser un motivo para que los resultados sean menos predecibles en estas piezas⁽¹⁷⁾.

Se ha demostrado que la dimensión del tronco radicular está correlacionada con la presencia de LF⁽¹⁷⁾. Esta dimensión puede influir en la selección de un mejor enfoque terapéutico; la



presencia de un tronco radicular largo facilita la colocación de la membrana de barrera bajo el LAC, para poder alcanzar el recubrimiento total de la LF y el reposicionamiento del colgajo cubriendo totalmente la membrana⁽¹⁹⁾.

El fenotipo gingival también se ha relacionado con la cantidad de recesión obtenida luego de la RTG en la LF⁽²²⁾. Anderegg y col. demostraron que los sitios con un fenotipo más grueso, exhibieron menos recesión gingival comparado con los fenotipos más finos⁽²²⁾. Un colgajo mucoperióstico más grueso, tiene más resistencia a la isquemia cuando se coloca sobre una superficie no vascularizada como es la membrana⁽¹⁹⁾.

Además, el reposicionamiento del colgajo, con el objetivo de cubrir completamente la membrana, puede aplicar una tensión excesiva e inducir a una isquemia, por lo cual estos factores, en presencia de una encía fina, pueden llevar a una recesión aumentada y así reducir los niveles de GI⁽¹⁹⁾.

Otros factores que pueden condicionar el resultado de la RTG están relacionados con el procedimiento quirúrgico, ya que ésta requiere algunos principios y cuidados descriptos para el tratamiento de defectos infraóseos⁽²³⁾. Estos

incluyen: el diseño del colgajo, la correcta preparación de la superficie radicular, la correcta colocación de la membrana, un buen cierre de la herida y óptimos cuidados post operatorios⁽⁵⁾.

Las complicaciones más frecuentes que empeoran el resultado del tratamiento son la exposición de los biomateriales y la pérdida de la papila interdental. Estas complicaciones están asociadas con técnicas quirúrgicas que requieren una incisión papilar⁽²⁴⁾.

Para evitar tales complicaciones, se han propuesto diferentes enfoques, incluyendo el uso de proteínas derivadas del esmalte (EMDOGAIN[®]), diseños de colgajo alternativos (técnicas de preservación de papila) y técnicas mínimamente invasivas⁽²⁴⁾.

Durante mucho tiempo se ha considerado que la movilidad dental es un factor importante para la regeneración periodontal⁽²⁵⁾. Un análisis multivariado de un ensayo clínico controlado multicéntrico demostró que el aumento de la movilidad dental se asocia de manera negativa con los resultados clínicos de la regeneración⁽²⁵⁾. Un análisis secundario reciente de tres ensayos informados anteriormente evaluó los resultados regenerativos de los dientes móviles y concluyó

que los dientes con una movilidad inicial de < 1 mm horizontalmente podrían tratarse con éxito mediante regeneración periodontal, mientras que la movilidad dental severa e incontrolada (grado II de Miller) puede afectar los resultados regenerativos y requiere ferulización para su regeneración⁽²⁵⁾.

En base a estos resultados, se puede concluir que los defectos intraóseos profundos y angostos en dientes vitales o tratados endodónticamente con éxito son aquellos en los que se pueden lograr los resultados más significativos y predecibles mediante el tratamiento RTG⁽²⁵⁾. La influencia de la anatomía del defecto parece reducirse hasta cierto punto, cuando se aplica un diseño más estable del colgajo⁽²⁵⁾.

Un ensayo clínico, publicado en 2016, evaluó 33 LF de grado II, en pacientes con periodontitis crónicas, de las cuales se trataron 17 con RTG más LBP y 16 solo con RTG⁽¹⁾. Los resultados a largo plazo mostraron que tanto la RTG sola, como la RTG más LBP lleva a una mejora significativa en el tratamiento de las LF de grado II con reducciones en la PS y PS horizontal ($p=0.0001$) GI ($p=0.0001$) comparado con el inicio⁽¹⁾. En este estudio se evaluaron parámetros clínicos y bioquímicos para observar el efecto del LBP como coadyuvante de la regeneración periodontal de LF grado II (maxilares y mandibulares) y mostraron diferencias significativas entre la RTG y la RTG más la aplicación de LBP⁽¹⁾. Los parámetros evaluados fueron registrados al inicio, a los 3 y a los 6 meses luego del procedimiento y fueron los siguientes: PS, NIC, PS horizontal y niveles de Fosfatasa alcalina (FA) y Osteocalcina (OC) en el líquido crevicular gingival (LCG)⁽¹⁾.

Terapia fotodinámica

La terapia fotodinámica (TFD) ha surgido en los últimos años como una nueva modalidad de terapia no invasiva para el tratamiento de infecciones bacterianas, fúngicas y virales y se define como una reacción fotoquímica, oxígeno dependiente que ocurre tras la activación mediada

por la luz de un FS que lleva a la generación de especies reactivas citotóxicas, predominantemente oxígeno singlete⁽²⁶⁾.

Esta terapia puede aplicarse de forma tópica en una bolsa periodontal o en un defecto intraóseo y así evitar sobredosis. Otras ventajas de la TFD incluyen la reducción de la probabilidad de efectos adversos asociados con la administración sistémica de agentes antimicrobianos y la minimización de la resistencia microbiana^(27,28). Las actividades de los factores de virulencia de los bacilos Gram-negativos también son reducidos con la TFD⁽²⁹⁾. Entre los FS, el fenorizonio catiónico como el azul de toluidina (AT) y azul de metileno (AM), demostraron ser fototóxicos para los bacilos Gram-negativos mediante la irradiación con luz roja^(30,31).

Varios estudios experimentales *in vitro*^(30,31) e *in vivo*^(32,33) mostraron resultados satisfactorios utilizando TFD para eliminar bacterias periodontopáticas. El mecanismo a través del cual la TFD mata algunos microorganismos como las porphyromonas gingivalis (Pg), Prevotella intermedia (Pi), Aggregatibacter actinomycetemcomitans (Aa) y Fusobacterium nucleatum (Fn) han sido establecidos^(34,35). El FS letal de estos microorganismos involucran cambios en las membranas o en las proteínas plásmicas de la membrana y daño en el ADN mediado por el oxígeno singlete⁽³⁴⁻³⁷⁾.

Estudios experimentales previos en animales⁽³⁸⁻⁴⁰⁾ y en humanos^(4,41) evaluaron la TFD en el tratamiento periodontal y la progresión de la enfermedad periodontal inflamatoria. Sin embargo, hay escasez de estudios *in vivo* que evalúen el efecto de la TFD en la progresión de pérdida ósea en el área furcal⁽⁴⁾.

Para determinar el impacto de esta terapia durante el tratamiento de las LF, un estudio ha investigado el rol de la TFD combinada con el desbridamiento mecánico no quirúrgico en el tratamiento de furcas grado II⁽⁴²⁾. En investigaciones anteriores se ha demostrado que la TFD asociada con el desbridamiento no quirúrgico alcanzaba mayores reducciones en PS y

GI clínica en piezas sin furcas⁽⁴¹⁾. Sin embargo, estas ventajas clínicas promovidas por la TFD en piezas sin furcas no fueron observadas en el estudio realizado por Luchesi en LF grado II⁽⁴²⁾. En este estudio se mostró una reducción significativa del PS de 1.59mm y un promedio de ganancia del NIC de 0,78mm en el grupo test, mientras que en el grupo control los números respectivos fueron 1.50mm y 1.00mm ($p > 0.05$)⁽⁴²⁾. La ausencia de diferencias significativas entre las terapias puede estar relacionada a que el FS fue aplicado en los sitios control (sin la aplicación del láser) lo que pudo haber optimizado los resultados clínicos en el grupo control, contrariamente a lo que mostraron estudios anteriores^(4,41,43,44), que compararon el desempeño de la TFD más en RAR con el desbridamiento mecánico solo⁽⁴²⁾. Existe evidencia que muestra que la aplicación subgingival de FS como monoterapia pueden exhibir una acción bactericida e incluso en sitios con periodontitis crónica alcanzó un beneficio microbiológico superior comparado con los controles⁽⁴²⁾. Chondros y col (2009) mostraron que la combinación de TFD combinada con la terapia quirúrgica promueve una alta reducción de sangrado al sondaje (SS) comparado con el desbridamiento solo durante la terapia de mantenimiento⁽⁴⁵⁾. De hecho las investigaciones han remarcado el efecto del LBP en células y tejidos (fotobiomodulación). La luz tiene una influencia positiva en los tejidos de soporte y células durante la cicatrización, influyendo positivamente en la reparación de los tejidos y disminuyendo la inflamación como resultado de los efectos potenciales biomoduladores^(45,46). Estos efectos positivos asociados al uso del láser pueden haber contribuido a la reducción en el SS en las LF tratados con TFD en el estudio de Luchesi⁽⁴²⁾. Además estos efectos biomoduladores de la TFD también pueden estar relacionados con los resultados positivos observados en el estudio en relación a los niveles de marcadores que regulan la respuesta inmune y metabolismo óseo⁽⁴²⁾. Principalmente, se ha demostrado que

la TFD alcanza mejoras en la modulación de los niveles locales de mediadores de inflamación durante 6 meses de seguimiento⁽⁴²⁾.

Parámetros del láser que condicionan el resultado del tratamiento

En los últimos años se ha reportado un efecto favorable de la irradiación con láser en la regeneración ósea^(11,12,46) y es sabido que la aplicación de LBP incluye ciertas variaciones como la dosis, la longitud de onda, la densidad de energía, el tiempo de aplicación y el tiempo entre las aplicaciones⁽¹⁾.

La dosis aplicada es una de las variaciones más importantes para tomar ventaja⁽¹⁾. En dosis bajas ($2-4\text{J}/\text{cm}^2$), el LBP estimula la proliferación celular y la producción básica de factor de crecimiento por los fibroblastos, pero ambas actividades se desactivan a altas dosis (dosis mayores a $16\text{J}/\text{cm}^2$)⁽⁴⁷⁾.

Con respecto a la longitud de onda, Almeida-López estudiaron los efectos de diferentes longitudes de onda en los fibroblastos, fijando dosis de $2\text{J}/\text{cm}^2$ con diferentes longitudes de onda de láser de diodo (670nm, 692nm, 780nm y 786nm)⁽⁴⁸⁾. Al final del estudio, independientemente de la longitud de onda, la cantidad de células aumentó en todos los grupos⁽⁴⁸⁾.

El período de aplicación del láser es otro factor importante⁽¹⁾. Una sola aplicación en el sitio de la herida y el área del defecto puede no ser suficiente para estimular las células y alcanzar los bordes del lecho quirúrgico, por lo cual múltiples irradiaciones son más efectivas que una sola irradiación⁽¹⁾.

La frecuencia de irradiación es un factor importante en la formación de hueso y crecimiento de fibroblastos⁽¹⁾. Adicionalmente, el uso de luz láser durante las primeras etapas de la cicatrización fue más eficaz para completar el relleno del defecto que en los últimos períodos para el mantenimiento del relleno óseo⁽¹⁾.

Discusión

El uso de TFD para la terapia periodontal ha demostrado resultados prometedores en estudios previos^(49,50), por lo tanto es importante determinar el impacto de esta terapia durante el tratamiento de las LF⁽⁴²⁾.

Se ha demostrado que la TFD asociada con el desbridamiento no quirúrgico, alcanza mayor reducción de PS y ganancia en el NIC en dientes sin furcas⁽⁵¹⁾.

Sin embargo, estas ventajas clínicas de la TFD en piezas sin furcas no fueron observadas en un estudio que evaluó sus efectos en sitios con LF de grado II⁽⁴²⁾. En este estudio, hubo una reducción significativa de la PS de 1,59mm y GI clínica de 0,78mm en el grupo de prueba, mientras que en el grupo control los respectivos números fueron 1,50mm y 1.00mm ($p > 0.05$)⁽⁴²⁾. Respectivamente, la terapia conservadora en LF utilizando desbridamiento asociado con la aplicación local de agentes antimicrobianos no ha proporcionado ninguna evidencia con resultados prometedores durante la terapia periodontal inicial o de mantenimiento⁽⁴²⁾.

En un estudio realizado por Luchesi en 2013⁽⁴²⁾, donde se estudio el efecto de la TFD en LF de grado II como coadyuvante de la terapia mecánica (con un grupo de prueba y un grupo control que solo recibía terapia mecánica), la ausencia de diferencias clínicas entre las 2 terapias podría estar relacionada al fotosensibilizador en los sitios controles, que podría haber optimizado los resultados clínicos en estos grupos, contrariamente a otras investigaciones que compararon el desarrollo de TFD más RAR con RAR solo^(42,51).

Cabe señalar que el FS solo también puede exhibir acción bactericida y que la aplicación subgingival de azul de metileno como monoterapia en sitios con periodontitis logró beneficios superiores en los parámetros microbiológicos en comparación con los sitios de control que recibieron agua estéril⁽⁴²⁾.

Otra investigación también demostró que la aplicación de ATO solo dio como re-

sultado una reducción significativa de los periodontopatógenos en las superficies contaminadas de los implantes dentales⁽⁴²⁾. Sin embargo, se puede plantear la hipótesis de que el mantenimiento de niveles reducidos de periodontopatógenos a lo largo del período de reevaluación depende del enfoque de la TFD⁽⁴²⁾. En cuanto a la reducción de Pg y Tf se observaron ventajas para el grupo con TFD⁽⁴²⁾. Se demostró que la disminución de Tf desde el inicio se logró solo en el grupo de TFD, 6 meses después de la terapia⁽⁴²⁾. Además, aunque se observó una disminución en los niveles de Pg desde el inicio y después de 3 meses para ambos tratamientos, esta reducción se mantuvo hasta 6 meses después de la terapia solo en el grupo de TFD⁽⁴²⁾.

Estos cambios en el perfil microbiológico están en línea con la reducción de SS en estos sitios⁽⁴²⁾. En este estudio, la reducción significativa en los sitios SS positivos detectados para ambas terapias a los 3 meses solo se mantuvo con niveles más bajos a los 6 meses en el grupo de TFD⁽⁴²⁾. En línea con los resultados obtenidos, también se demostró que la combinación de TFD con terapia no quirúrgica promovió una mayor reducción en las puntuaciones de SS en comparación con el desbridamiento no quirúrgico utilizado solo durante la terapia de mantenimiento⁽⁴²⁾.

De hecho, los investigadores han señalado el efecto de los LBP sobre células y tejidos, efecto conocido como "fotobiomodulación"⁽⁴²⁾.

La luz tiene una influencia positiva en los tejidos y células circundantes durante la cicatrización del tejido, influyendo con éxito en la reparación de los tejidos y disminuyendo la inflamación periodontal como resultado de los posibles efectos biomoduladores⁽⁴²⁾. Estos efectos positivos asociados con el uso de láser pueden haber contribuido a una reducción del SS en los sitios con LF tratados con TFD a lo largo de la presente investigación⁽⁴²⁾.

Estos efectos biomoduladores de la TFD pueden estar relacionados con los resultados posi-

tivos observados en este estudio en cuanto a los niveles de marcadores clave que regulan la respuesta inmunitaria y el metabolismo óseo⁽⁴²⁾. Se dispone de datos escasos y contradictorios sobre el papel de la TFD en el perfil de mediadores inflamatorios durante la terapia periodontal⁽⁴²⁾. Recientemente, Giannopoulou et al⁽⁵²⁾, al comparar los efectos de la TFD, el LBP de diodo o el RAR en los niveles locales de varias citoquinas y proteínas de fase aguda en la terapia de bolsas residuales, revelaron que se lograron cambios significativos independientemente de la modalidad de tratamiento a lo largo de 6 meses. Sin embargo, no se observaron diferencias entre las tres modalidades de tratamiento en ningún momento⁽⁴²⁾.

Además, en un modelo de periodontitis experimental en ratas, demostró que los animales tratados con TFD presentaban una reabsorción ósea disminuida, así como una menor migración de neutrófilos y una menor expresión de TNF- α en comparación con los animales tratados con FS solo, lo cual está de acuerdo con los resultados aquí presentados⁽⁴²⁾.

Un aspecto importante para discutir en el ensayo de Luchesi 2013 es el número de episodios de TFD⁽⁴²⁾. Este estudio usó una única aplicación de TFD como complemento de la terapia mecánica y este enfoque no proporcionó beneficios clínicos para los sitios tratados en términos de reducción de PS o ganancia de NIC⁽⁴²⁾.

Por el contrario, también se ha revelado que las sesiones adicionales de TFD después de la terapia no quirúrgica proporcionaron beneficios en los resultados clínicos en las bolsas residuales durante el tratamiento periodontal de mantenimiento, lo que respalda el uso de aplicaciones repetidas de TFD⁽⁴²⁾.

Se puede especular que los efectos de la TFD como coadyuvante de un solo episodio, como se realizó en este estudio, pueden no ser suficientes para contribuir a las mejoras clínicas en las LF⁽⁴²⁾. Se necesitan investigaciones futuras

para dilucidar si múltiples ciclos de TFD pueden mejorar los resultados del tratamiento⁽⁴²⁾. No existen datos en la literatura de ECC que evalúen el desempeño de la TFD en combinación con RAR para el tratamiento de las LF de grado II⁽⁴²⁾. Por lo tanto, considerando las limitaciones de los enfoques terapéuticos estudiados hasta ahora para manejar las LF, se requieren más estudios con períodos de seguimiento más largos⁽⁴²⁾.

Además, es fundamental mencionar que las estrategias terapéuticas tópicas tienen varias ventajas en comparación con el uso de antibióticos sistémicos como terapia coadyuvante⁽⁴²⁾.

Deben tenerse en cuenta los aspectos negativos relacionados con el uso de antimicrobianos sistémicos en el tratamiento de sitios con enfermedad periodontal: en particular, los efectos secundarios para pacientes individuales, como trastornos gastrointestinales; el desarrollo de resistencia bacteriana, que es un problema público mundial importante y por estas razones el cumplimiento del paciente también puede verse comprometido⁽⁴²⁾.

Conclusiones

A pesar que el LBP es ampliamente recomendado para la bioestimulación y como anti inflamatorio, solo ha mostrado hasta ahora resultados positivos a corto plazo como coadyuvante del tratamiento periodontal regenerativo en LF grado II. Es claro que los resultados del uso de RTG son favorables en las LF mostrando resultados clínicos así como bioquímicos y el LBP puede mejorar los efectos de la RTG mostrando ganancia de inserción así como reducción en la profundidad al sondaje tanto en sentido vertical como horizontal. Sin embargo sus resultados a largo plazo no son claros debido a la debilidad metodológica y en número insuficiente de estudios existentes, además de la falta de estandarización de los parámetros utilizados.

La TFD podría ser una alternativa para el control de pérdida ósea en LF causadas por perio-

don'titis. Sin embargo hacen falta más estudios para dilucidar la acción del la TFD, la acción del LBP y el efecto de los diferentes FS como coadyuvantes del tratamiento de las LF. Son necesarios ensayos clínicos con mejores diseños de estudio, una muestra adecuada y de mayor duración de seguimiento así como una estandarización de los parámetros utilizados en los estudios para poder evaluar la efectividad del láser

como coadyuvante en la búsqueda de mejorar la estrategia de tratamiento en las LF grado II, para mejorar el pronóstico en estas lesiones. Estas terapias aplicadas localmente en combinación con RAR podrían ser una estrategia importante y segura en el tratamiento de las LF, representando una alternativa a las quimioterapias convencionales incluso probadas en este tipo de defecto periodontal.

Bibliografía

1. Doğan GE, Aksoy H, Demir T, Laloğlu E, Özyıldırım E, Sağlam E, et al. Clinical and biochemical comparison of guided tissue regeneration versus guided tissue regeneration plus low-level laser therapy in the treatment of class II furcation defects: A clinical study. *J Cosmet Laser Ther Off Publ Eur Soc Laser Dermatol*. 2016;18(2):98-104.
2. Smith DH, Ammons WF, Van Belle G. A longitudinal study of peridontal status comparing osseous recontouring with flap curettage. I. Results after 6 months. *J Periodontol*. julio de 1980;51(7):367-75.
3. Egelberg J. Regeneration and repair of periodontal tissues. *J Periodontal Res*. mayo de 1987;22(3):233-42.
4. de Almeida JM, Theodoro LH, Bosco AF, Nagata MJH, Oshiiwa M, Garcia VG. In vivo effect of photodynamic therapy on periodontal bone loss in dental furcations. *J Periodontol*. junio de 2008;79(6):1081-8.
5. Caffesse RG, SMith BA, Duff B, Morrison EC, Merrill D, Becker W. Class II furcations treated by guided tissue regeneration in humans: case reports. *J Periodontol*. agosto de 1990;61(8):510-4.
6. Jepsen S, Eberhard J, Herrera D, Needleman I. A systematic review of guided tissue regeneration for periodontal furcation defects. What is the effect of guided tissue regeneration compared with surgical debridement in the treatment of furcation defects? *J Clin Periodontol*. 2002;29 Suppl 3:103-16; discussion 160-162.
7. Meyle J, Gonzales JR, Bödeker RH, Hoffmann T, Richter S, Heinz B, et al. A randomized clinical trial comparing enamel matrix derivative and membrane treatment of buccal class II furcation involvement in mandibular molars. Part II: secondary outcomes. *J Periodontol*. septiembre de 2004;75(9):1188-95.
8. Mester E. [The use of the laser beam in therapy]. *Orv Hetil*. 29 de mayo de 1966;107(22):1012-6.
9. Marques MM, Pereira AN, Fujihara NA, Nogueira FN, Eduardo CP. Effect of low-power laser irradiation on protein synthesis and ultrastructure of human gingival fibroblasts. *Lasers Surg Med*. 2004;34(3):260-5.
10. Aoki A, Mizutani K, Schwarz F, Sculean A, Yukna RA, Takasaki AA, et al. Periodontal and peri-implant wound healing following laser therapy. *Periodontol* 2000. junio de 2015;68(1):217-69.
11. AboElsaad NS, Soory M, Gadalla LMA, Ragab LI, Dunne S, Zalata KR, et al. Effect of soft laser and bioactive glass on bone regeneration in the treatment of infra-bony defects (a clinical study). *Lasers Med Sci*. mayo de 2009;24(3):387-95.
12. Ozcelik O, Cenk Haytac M, Seydaoglu G. Enamel matrix derivative and low-level laser therapy in the treatment of intra-bony defects: a randomized placebo-controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. febrero de 2008;35(2):147-56.
13. Chambrone L, Ramos UD, Reynolds MA. Infrared lasers for the treatment of moderate to severe periodontitis: An American Academy of Periodontology best evidence review. *J Periodontol*. julio de 2018;89(7):743-65.

14. Cheng Y, Chen JW, Ge MK, Zhou ZY, Yin X, Zou SJ. Efficacy of adjunctive laser in non-surgical periodontal treatment: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* enero de 2016;31(1):151-63.
15. Dai T, Fuchs BB, Coleman JJ, Prates RA, Astrakas C, St Denis TG, et al. Concepts and principles of photodynamic therapy as an alternative antifungal discovery platform. *Front Microbiol.* 2012;3:120.
16. de Oliveira RR, Schwartz-Filho HO, Novaes AB, Taba M. Antimicrobial photodynamic therapy in the non-surgical treatment of aggressive periodontitis: a preliminary randomized controlled clinical study. *J Periodontol.* junio de 2007;78(6):965-73.
17. Hou GL, Tsai CC. Types and dimensions of root trunk correlating with diagnosis of molar furcation involvements. *J Clin Periodontol.* febrero de 1997;24(2):129-35.
18. Aghazadeh A, Rutger Persson G, Renvert S. A single-centre randomized controlled clinical trial on the adjunct treatment of intra-bony defects with autogenous bone or a xenograft: results after 12 months. *J Clin Periodontol.* julio de 2012;39(7):666-73.
19. Sanz M, Giovannoli JL. Focus on furcation defects: guided tissue regeneration. *Periodontol 2000.* febrero de 2000;22:169-89.
20. Bower RC. Furcation morphology relative to periodontal treatment. Furcation entrance architecture. *J Periodontol.* enero de 1979;50(1):23-7.
21. Machtei EE, Schallhorn RG. Successful regeneration of mandibular Class II furcation defects: an evidence-based treatment approach. *Int J Periodontics Restorative Dent.* abril de 1995;15(2):146-67.
22. Anderegg CR, Metzler DG, Nicoll BK. Gingiva thickness in guided tissue regeneration and associated recession at facial furcation defects. *J Periodontol.* mayo de 1995;66(5):397-402.
23. Gottlow J, Nyman S, Lindhe J, Karring T, Wennström J. New attachment formation in the human periodontium by guided tissue regeneration. Case reports. *J Clin Periodontol.* julio de 1986;13(6):604-16.
24. Aslan S, Buduneli N, Cortellini P. Entire Papilla Preservation Technique: A Novel Surgical Approach for Regenerative Treatment of Deep and Wide Intrabony Defects. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2017;37(2):227-33.
25. Cortellini P, Tonetti MS. Clinical concepts for regenerative therapy in intrabony defects. *Periodontol 2000.* junio de 2015;68(1):282-307.
26. Ochsner M. Photophysical and photobiological processes in the photodynamic therapy of tumours. *J Photochem Photobiol B.* mayo de 1997;39(1):1-18.
27. Hamblin MR, Hasan T. Photodynamic therapy: a new antimicrobial approach to infectious disease? *Photochem Photobiol Sci Off J Eur Photochem Assoc Eur Soc Photobiol.* mayo de 2004;3(5):436-50.
28. Wainwright M. Photodynamic antimicrobial chemotherapy (PACT). *J Antimicrob Chemother.* 1 de julio de 1998;42(1):13-28.
29. Gad F, Zahra T, Hasan T, Hamblin MR. Effects of growth phase and extracellular slime on photodynamic inactivation of gram-positive pathogenic bacteria. *Antimicrob Agents Chemother.* junio de 2004;48(6):2173-8.
30. Kömerik N, Wilson M, Poole S. The effect of photodynamic action on two virulence factors of gram-negative bacteria. *Photochem Photobiol.* noviembre de 2000;72(5):676-80.
31. Nussbaum EL, Lilge L, Mazzulli T. Effects of 630-, 660-, 810-, and 905-nm laser irradiation delivering radiant exposure of 1-50 J/cm² on three species of bacteria in vitro. *J Clin Laser Med Surg.* diciembre de 2002;20(6):325-33.
32. Haas R, Baron M, Dörtbudak O, Watzek G. Lethal photosensitization, autogenous bone, and e-PTFE membrane for the treatment of peri-implantitis: preliminary results. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000;15(3):374-82.
33. Shibli JA, Martins MC, Theodoro LH, Lotufo RFM, Garcia VG, Marcantonio EJ. Lethal photosensitization in microbiological treatment of ligature-induced peri-implantitis: a preliminary study in dogs. *J Oral Sci.* marzo de 2003;45(1):17-23.

34. Jori G. Photodynamic therapy of microbial infections: state of the art and perspectives. *J Environ Pathol Toxicol Oncol Off Organ Int Soc Environ Toxicol Cancer*. 2006;25(1-2):505-19.
35. Meisel P, Kocher T. Photodynamic therapy for periodontal diseases: state of the art. *J Photochem Photobiol B*. 13 de mayo de 2005;79(2):159-70.
36. Bhatti M, MacRobert A, Meghji S, Henderson B, Wilson M. A study of the uptake of toluidine blue O by *Porphyromonas gingivalis* and the mechanism of lethal photosensitization. *Photochem Photobiol*. septiembre de 1998;68(3):370-6.
37. Maisch T, Szeimies RM, Jori G, Abels C. Antibacterial photodynamic therapy in dermatology. *Photochem Photobiol Sci Off J Eur Photochem Assoc Eur Soc Photobiol*. octubre de 2004;3(10):907-17.
38. Kömerik N, Nakanishi H, MacRobert AJ, Henderson B, Speight P, Wilson M. In vivo killing of *Porphyromonas gingivalis* by toluidine blue-mediated photosensitization in an animal model. *Antimicrob Agents Chemother*. marzo de 2003;47(3):932-40.
39. de Almeida JM, Theodoro LH, Bosco AF, Nagata MJH, Oshiiwa M, Garcia VG. Influence of photodynamic therapy on the development of ligature-induced periodontitis in rats. *J Periodontol*. marzo de 2007;78(3):566-75.
40. Qin YL, Luan XL, Bi LJ, Sheng YQ, Zhou CN, Zhang ZG. Comparison of toluidine blue-mediated photodynamic therapy and conventional scaling treatment for periodontitis in rats. *J Periodontal Res*. abril de 2008;43(2):162-7.
41. Andersen R, Loebel N, Hammond D, Wilson M. Treatment of periodontal disease by photodisinfection compared to scaling and root planing. *J Clin Dent*. 2007;18(2):34-8.
42. Luchesi VH, Pimentel SP, Kolbe MF, Ribeiro FV, Casarin RC, Nociti FH, et al. Photodynamic therapy in the treatment of class II furcation: a randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. agosto de 2013;40(8):781-8.
43. Braun A, Dehn C, Krause F, Jepsen S. Short-term clinical effects of adjunctive antimicrobial photodynamic therapy in periodontal treatment: a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol*. octubre de 2008;35(10):877-84.
44. Christodoulides N, Nikolidakis D, Chondros P, Becker J, Schwarz F, Rössler R, et al. Photodynamic therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment: a randomized, controlled clinical trial. *J Periodontol*. septiembre de 2008;79(9):1638-44.
45. Chondros P, Nikolidakis D, Christodoulides N, Rössler R, Gutknecht N, Sculean A. Photodynamic therapy as adjunct to non-surgical periodontal treatment in patients on periodontal maintenance: a randomized controlled clinical trial. *Lasers Med Sci*. septiembre de 2009;24(5):681-8.
46. Verma PK, Srivastava R, Gupta KK, Chaturvedi TP. Treatment strategy for guided tissue regeneration in various class II furcation defect: Case series. *Dent Res J*. septiembre de 2013;10(5):689-94.
47. Huang YY, Chen ACH, Carroll JD, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy. *Dose-Response Publ Int Hormesis Soc*. 1 de septiembre de 2009;7(4):358-83.
48. Almeida-Lopes L, Rigau J, Zângaro RA, Guidugli-Neto J, Jaeger MM. Comparison of the low level laser therapy effects on cultured human gingival fibroblasts proliferation using different irradiance and same fluence. *Lasers Surg Med*. 2001;29(2):179-84.
49. Lui J, Corbet EF, Jin L. Combined photodynamic and low-level laser therapies as an adjunct to non-surgical treatment of chronic periodontitis. *J Periodontal Res*. febrero de 2011;46(1):89-96.
50. Campos GN, Pimentel SP, Ribeiro FV, Casarin RCV, Cirano FR, Saraceni CHC, et al. The adjunctive effect of photodynamic therapy for residual pockets in single-rooted teeth: a randomized controlled clinical trial. *Lasers Med Sci*. enero de 2013;28(1):317-24.
51. Andersen R, Loebel N, Andersen, Dane D. Meta-analysis of five photodisinfection clinical trials for periodontitis. *Photodyn Ther Back Future*. 2009;
52. Giannopoulou C, Cappuyns I, Cancela J, Cionca N, Mombelli A. Effect of photodynamic therapy, diode laser, and deep scaling on cytokine and acute-phase protein levels in gingival crevicular fluid of residual periodontal pockets. *J Periodontol*. agosto de 2012;83(8):1018-27.

Declaración de conflicto de intereses:

Los autores no presentan conflicto de interés en la publicación del artículo.

Nota contribución de autoría:

1. Concepción y diseño del estudio
2. Adquisición de datos
3. Análisis de datos
4. Discusión de los resultados
5. Redacción del manuscrito
6. Aprobación de la versión final del manuscrito

MVGO ha contribuido en 1, 2, 3, 4, 5, 6

STG ha contribuido en 4, 5, 6.

Nota de aceptación:

Este artículo fue aprobado por la editora de la revista PhD. Dra. Vanesa Pereira-Prado