

# CONSIDERACIONES ACTUALES SOBRE LA MICROBIOTA DOMINANTE EN LIGADURAS ORTODÓNTICAS

## CURRENT CONSIDERATIONS ON THE DOMINANT MICROBIOTA IN ORTHODONTIC LIGATURES

López Valencia, Daniel<sup>1</sup>; Aguilera Méndez, Asdrúbal<sup>2</sup>; Nieto Aguilar, Renato<sup>2</sup>

- Consulta privada en clínica especializada de ortodoncia. Morelia, Michoacán; México
- Facultad de Odontología. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán; México.

Recibido: 08/11/2023 | Revisado: 07/01/2024 | Aceptado: 06/06/2024

DOI:10.15568/am.2024.819.or01

Actual Med.2024;109(819):79-85

### Original

#### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la microbiota dominante sobre ligaduras elásticas y metálicas ortodónticas, así como grado de crecimiento, para su empleo en ortodoncia interceptiva.

**Métodos:** Se generaron y analizaron cultivos múltiples a partir de muestras, desde ligaduras elásticas y metálicas de 5 pacientes de ortodoncia y al cabo de 4 semanas de tratamiento. En breve, se cultivaron y analizaron un total de 180 muestras de cultivos con agar base sangre, agar sal y manitol, agar chocolate, cromoagar y agar McConkey. Se realizó la interpretación estadística de los resultados cuantitativos.

**Resultados:** Se encontró que las ligaduras metálicas presentaron crecimiento bacteriano menor, independientemente de la marca utilizada, en comparativa con las ligaduras elásticas, en tiempos similares de tratamiento. Se evidenció mayor variabilidad de especies de microorganismos en las ligaduras elásticas respecto a las ligaduras metálicas.

**Conclusión:** la ligadura elástica presenta mayor susceptibilidad en la formación de colonias bacterianas que la ligadura metálica. A su vez, debería preferirse de ser posible y según el tipo de tratamiento la ligadura metálica a la ligadura elástica, para su uso en la clínica de ortodoncia.

#### Palabras clave:

Ligaduras elásticas ortodónticas; Gomas ortodónticas; Dispositivos de ortodoncia; Biopelícula; Crecimiento bacteriano en ortodoncia; Colonias bacterianas en ortodoncia.

#### ABSTRACT

**Objective:** To determine the dominant microbiota on elastic and metal orthodontic ligatures, as well as the degree of growth and proliferation, for use in interceptive orthodontics.

**Methods:** Multiple cultures were generated and analyzed from samples from elastic and metallic ligatures from 5 orthodontic patients and after 4 weeks of treatment. Briefly, a total of 180 culture samples were cultured and analyzed using blood base agar, mannitol salt agar, chocolate agar, chromoagar, and McConkey agar. Statistical interpretation of the quantitative results was carried out.

**Results:** It was found that metal ligatures presented lower bacterial growth and proliferation, regardless of the brand used, compared to elastic ligatures, including an equal time treatment period. Greater variability of microorganism species was evident in elastic ligations compared to metallic ligations.

**Conclusion:** elastic ligation presents greater susceptibility for bacterial colonies generation than the metallic ligation. In turn, metallic ligation should be preferred to elastic ligation if possible and depending on the type of treatment, for its use at the orthodontic clinic.

#### Keywords:

Orthodontic elastic ligatures; Orthodontic gums; Orthodontic devices; Biofilm; Bacterial growth in orthodontics; Bacterial colonies in orthodontics.

## INTRODUCCIÓN

La eficacia en el control de la placa bacteriana oral, coadyuva indudablemente a mantener la salud bucal y en

general, la salud del ser humano (1). Los mecanismos de limpieza propios del organismo, evitan en lo posible el acúmulo de placa bacteriana, independientemente de los patrones anatómicos y/o deformaciones hereditarias, el tipo de dieta y los hábitos higiénicos (2). El

Correspondencia

Renato Nieto Aguilar

Av. San Juanito Itzicuaru S/N. Colonia Arboledas Valladolid.

C.P. 58330. Morelia, Michoacán; México.

E-mail: rosazumaquero@gmail.com

agregado bacteriano sobre las superficies bucales y dentales, genera afecciones, con origen en modificaciones biológicas sobre las superficies afectadas, por interacciones de huésped, tejido y sustrato que, al paso del tiempo, pueden derivar en lesiones tisulares de tipo reversible e irreversible (3). En este sentido, cualquier material colocado sobre algún soporte de tejido dental o bucal, ocasionará una dificultad adicional, para mantener las superficies buco-dentales libres de placa bacteriana. Tal es el caso de los dispositivos y aditamentos ortodónticos (4). En este contexto, la demanda de tratamientos de ortodoncia ha ido en aumento en todo el mundo, debido a sus alcances para corregir malposiciones dentarias, pero sobre todo, para corregir el aspecto estético. De esta manera, la ortodoncia ha probado mejorar la función masticatoria y la apariencia física (5). Sin embargo continúa pendiente, el control adecuado de placa bacteriana asociado a la aparatología ortodóntica (6).

El empleo de ligaduras elásticas y metálicas durante el tratamiento ortodóntico, es un recurso de uso general, que coadyuva a la función del bracket ortodóntico tradicional. Las ligaduras son parte esencial de la ortodoncia, ya que se adaptan al arco de ortodoncia, para que tanto el arco como el bracket ortodónticos, puedan realizar su función correctamente. Para el caso de las ligaduras elásticas, éstas tienen mayor uso en pacientes que requieren fuerza semirrígida y con flexibilidad, con el objetivo de ejercer una fuerza pasiva en activación. Para el caso de las ligaduras metálicas, éstas se precisan para ejercer fuerzas mayores y de tipo constante (7). Asimismo, aunque existen estudios que sugieren un crecimiento mayor bacteriano en las ligaduras elásticas (8), también se han reportado estudios de que este crecimiento es mayor en las ligaduras metálicas (9); o bien, similar en ambas (10). Asimismo, otro estudio indica que no existe una evidencia certera que determine, si éstas últimas o las metálicas, generan mayor cantidad de placa bacteriana en sus superficies (11).

Los trabajos de microbiota asociada a ligaduras ortodónticas involucran de forma principal al *Lactobacillus acidophilus*, y al estreptococo mutans (12,13), aunque se ha descrito la prevalencia de *Cándida* en el tratamiento ortodóntico, que ciertamente, no genera aumento en la cantidad de biopeícula (14). Otro estudio señala una variedad amplia de microorganismos, incluyendo: *T. forsythia* y *P. nigrescens* en ligaduras elastoméricas, mientras que *P. gingivalis*, *A. actinomycetemcomitans* y *P. intermedia*, se presentaron tanto en ligaduras elásticas como en ligaduras metálicas (6). Sin embargo, la relevancia clínica referente a la incidencia de estos microorganismos en boca, no ha sido aún evaluada en su totalidad (11). Por otro lado, los medios para el control de placa han incluido al cepillado dental, como coadyuvante para minimizar el desarrollo de placa, y como medio de control principal en sus diferentes fases de adhesión y maduración (9).

De lo antes dicho, el objetivo de esta investigación consistió en determinar la microbiota dominante en las ligaduras elásticas y en las ligaduras metálicas, empleadas durante el tratamiento ortodóntico; así como determinar el grado de crecimiento bacteriano. A la vez la hipótesis de investigación a probar estableció, si existiría una diferencia sobre la microbiota dominante, así como sobre el grado de crecimiento bacteriano, entre los dos tipos de ligaduras ortodónticas. Sobre todo, de las marcas de ligaduras empleadas en nuestro medio, lo que involucra marcas comerciales de uso en gran parte del mundo, y a la vez, de una marca nacional, que también es importada por varios grupos de países. El tiempo del estudio consideró un lapso de 4 semanas, que es sugerido por la mayoría de las casas comerciales, como el máximo periodo de tiempo para recambio de ligaduras en la clínica de ortodoncia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Características del estudio

El estudio microbiológico se realizó en 5 pacientes (3 jóvenes y 2 adultos) con tratamiento de ortodoncia mayor a 3 meses, referente al crecimiento bacteriano entre ligadura elástica y ligadura metálica ortodónticas. Los criterios de inclusión fueron pacientes inmunocompetentes sin historial clínico de enfermedades sistémicas o enfermedad periodontal, pacientes sin ingesta de antibióticos 30 días previos a la toma de las muestras, pacientes instruidos con técnica de cepillado de Bass y con uso de cepillo interdental y de agujas plásticas para el uso de hilo dental, pacientes con aparatología fija de brackets en arcadas superior e inferior y que no portaran ningún otro aditamento anexo, que pudiera facilitar el aumento en la cantidad de placa bacteriana. Los pacientes firmaron carta de consentimiento informado institucional.

### Características de las ligaduras empleadas

Se eligieron 3 marcas comerciales de ligaduras elásticas y metálicas, a saber: American Orthodontics (WI, E.E.U.U.), Ahkimpech (Ciudad de México, MEX.) y Tp Orthodontics (IN, E.E.U.U.), que son de uso frecuente en las clínicas de especialidad de ortodoncia, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; en la ciudad de Morelia, Michoacán; México. Se revisó que el empaque de cada ligadura no presentara daño o rotura. Las ligaduras metálicas fueron colocadas en la arcada superior y las ligaduras elásticas en la arcada inferior, durante un periodo de cuatro semanas. Cada arcada se dividió en tercios, y se seleccionaron por agrupación tres dientes o dos dientes para cada tipo de ligadura. En la arcada superior izquierda se colocó la ligadu-

ra metálica American Orthodontics, en la superior central Ahkimpech, y la superior derecha Tp Orthodontics. Para la arcada inferior se colocaron: en la arcada inferior izquierda la ligadura elástica American Orthodontics, en la inferior central Akimpech y en la inferior derecha Tp Orthodontics (Figura 1).

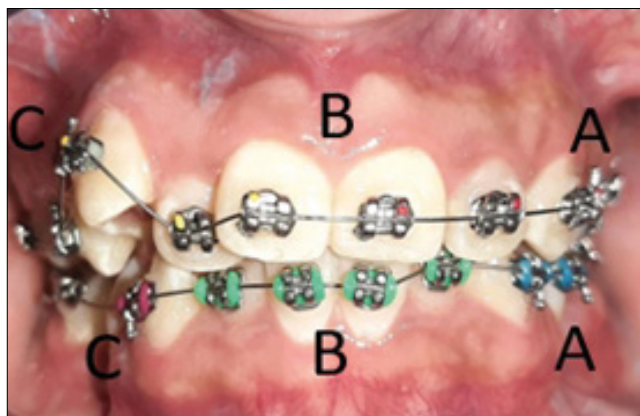


Figura 1. Fotografía intraoral donde se señalan las ubicaciones de las muestras en boca: (A) American Orthodontics, (B) Ahkimpech y (C) Tp Orthodontics.

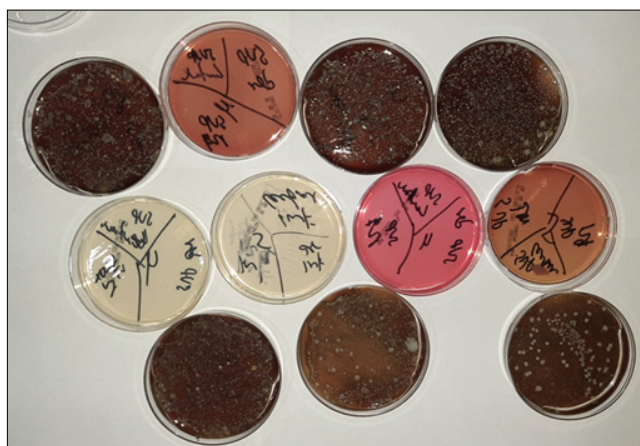


Figura 2. Fotografía de los cultivos de las muestras a las 24h.

### Procesamiento de las muestras

Las muestras se obtuvieron sobre la placa bacteriana formada en la superficie de las ligaduras al término de 4 semanas de tratamiento con pinzas estériles, y se colocaron en medio de transporte de tioglicolato hasta su llegada al laboratorio de microbiología, del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) de la ciudad de Morelia, Michoacán; México. Una vez llegadas las muestras al laboratorio se registraron y etiquetaron para su procesamiento. En breve, se analizaron un total de 234 muestras de cultivos con agar base sangre, agar sal y manitol, agar chocolate, rojo fenol, cromoagar y agar McConkey, siguiendo las instrucciones del fabricante. La siembra se realizó mediante incubación de las

muestras a 37°C durante 24 h. Transcurrido el tiempo se observó el crecimiento bacteriano que, de no existir, se prolongó por otras 24h. Una vez evidenciado el crecimiento bacteriano, las muestras positivas fueron observadas bajo microscopía convencional para realizar el conteo de colonias (Figura 2). Por último, se realizaron comparaciones múltiples estadísticas de los datos obtenidos, utilizando el programa de análisis estadístico SPSS V. 21. Las diferencias con un  $p < 0.05$ , se registraron como significativas.

## RESULTADOS

### Microbiota dominante sobre muestras de ligaduras metálicas y ligaduras elásticas

Ambos grupos de ligaduras fueron positivos para Peptostreptococcus, Streptococcus mutans y Staphylococcus, con frecuencias de UFC/mL numerosas y homogéneas. A su vez, las ligaduras metálicas fueron positivas de manera escasa para Cándida albicans y las ligaduras elásticas fueron positivas de manera baja para Lactobacillus y de manera escasa para Klebsiela. La microbiota entre ambos tipos de ligadura no resultó significativa ( $p = .071$ ).

### Crecimiento de microbiota por tipo de ligadura y por especie bacteriana

El total de las muestras de ligaduras metálicas, evidenciaron un crecimiento menor bacteriano respecto a las ligaduras elásticas (976 000 UFC/mL vs. 1 201 000 UFC/mL; respectivamente). Esta diferencia resultó estadísticamente significativa ( $p = .014$ ). El crecimiento de microorganismos por especie, mostró al Peptostreptococcus sp con la mayor formación de UFC/mL (507 000 UFC/mL) en las ligaduras metálicas, seguido por el Streptococcus mutans (412 000 UFC/mL). En este grupo de ligaduras, los microorganismos con menor frecuencia de UFC/mL fueron, Staphylococcus (42 000 UFC/mL) y Cándida albicans (15 000 UFC/mL). En segundo lugar para las ligaduras elásticas, se encontraron al Streptococcus mutans y el Peptostreptococcus sp, que presentaron el mayor número de UFC/mL. De éstos, el microorganismo que presentó la mayor cantidad de UFC/mL fue el Streptococcus mutans con 561 000 UFC/mL, seguido por el Peptostreptococcus sp con 481 000 UFC/mL. Este grupo de las ligaduras elásticas presentó 3 tipos de microorganismos con menor frecuencia de UFC/mL; a saber de mayor a menor frecuencia, el Lactobacillus con 116 000 UFC/mL, el Staphylococcus con 33 000 UFC/mL y Klebsiella con 10 000 UFC/mL. Este crecimiento sobre ambas ligaduras referente a la especie no fue estadísticamente significativo ( $p=0.407$ ) (Tabla 1).

Ligadura metálica vs. ligadura elástica	Crecimiento bacteriano total	Variabilidad de especies bacterianas	Crecimiento bacteriano por especie	Crecimiento bacteriano por paciente	Crecimiento bacteriano por marca de ligadura
<b>Tiempo 4 semanas</b>	0.014*	0.071 <sup>t</sup>	0.407	0.440	0.199

**Tabla 1.** Comparación estadística de crecimiento y variabilidad bacterianos sobre ligaduras metálicas y ligaduras elásticas. Todos los valores corresponden a niveles de significación p para la prueba de X<sup>2</sup>. Las diferencias estadísticamente significativas (p<0.05) están remarcados en color verde. La letra t superíndice indica que la comparación entre ambas ligaduras respecto a la variable dependiente presenta una tendencia ligera a ser significativa.

### Crecimiento de microbiota por paciente y tipo de ligadura

El crecimiento bacteriano en las ligaduras metálicas (99 000 UFC/mL, 229 000 UFC/mL, 149 000 UFC/mL, 234 000 UFC/mL, 265 000 UFC/mL; pacientes 1, 2, 3, 4 y 5) fue similar en comparación con el crecimiento sobre las ligaduras elásticas por paciente (280 000 UFC/mL, 170 000 UFC/mL, 145 000 UFC/mL, 306 000 UFC/mL, 300 000 UFC/mL; pacientes 1, 2, 3, 4 y 5). Este resultado no fue significativo (p = .440).

### Crecimiento de microbiota por casa comercial y tipo de ligadura

Las ligaduras metálicas mostraron a American Orthodontics con 349 000 UFC/mL, a Ahkimpech con 329 000 UFC/mL y Tp Orthodontics con 298 000 UFC/mL; las ligaduras elásticas a su vez mostraron a Ahkimpech con 443 000 UFC/mL, American Orthodontics con 404 000 UFC/mL y Tp Orthodontics con 354 000 UFC/mL. Este crecimiento bacteriano entre ambos tipos de ligadura por casa comercial no resultó significativo (p = .199).

## DISCUSIÓN

El control de placa bacteriana cobra importancia en el tratamiento ortodóntico, debido a que aditamentos y dispositivos, coadyuvan a crear ambientes favorables para el crecimiento de microorganismos y formación de placa (4). El acúmulo de placa agregado sobre los tejidos bucales y dentales, circundante a elementos ortodónticos, prevalece por periodos de tiempo largos, lo que compromete la salud bucal y general. Los elementos que involucran el acúmulo de placa son, principalmente, bacterias colonizadoras, restos celulares, proteínas, y restos de alimento que se adhieren a los tejidos, mediante una diversidad de

interacciones moleculares; y de manera importante en ortodoncia, los elementos físicos (15).

En este sentido, cuando existe escasa colaboración del paciente en su higiene oral, y una falta de orientación para mejorarla, deriva en acúmulo de placa mayor. Sobre todo, porque la mayor parte de los tratamientos de tipo ortodóntico, se realiza en pacientes adolescentes, que no siempre cuidan su aseo de manera adecuada (6, 16).

La orientación del paciente sobre su higiene oral es imprescindible durante todo tratamiento ortodóntico. Este seguimiento involucra la limpieza y cuidado de aditamentos y dispositivos, que se introducen por periodos de tiempo prolongados dentro de la cavidad bucal del paciente (9,16). Derivado de lo anterior, es preciso que sea revisado y controlado el nivel de placa durante el tratamiento ortodóntico, para conservar la salud oral y general.

El simple hecho de colocar provisionalmente algún aditamento, o cementar cualquier aparatología ortodóntica, sugerirá la creación un nicho que finalmente favorecerá la acumulación de microorganismos; y, por lo tanto, un cambio en el perfil microbiológico de la biopelícula adquirida (9).

Las variables que se tomaron en cuenta en este estudio fueron diferentes tipos de ligaduras; metálicas o elásticas, de diferentes casas comerciales; Tp Orthodontics, American Orthodontics y Akimpech, y el crecimiento de microorganismos sobre su superficie.

Forsberg *et al.* (1991) realizó un estudio, donde se comparó la ligadura metálica con la ligadura elástica, y observó que en ambas hay un incremento significativo de las colonias de Streptococcus mutans y Lactobacillus sp. en el flujo salival. Además, resultó un incremento mayor de estas bacterias en aquellos casos en los que se usaron ligaduras elásticas (17). El resultado obtenido en la presente investigación, revela que el crecimiento bacteriano también fue mayor en la ligadura elástica, en relación a la ligadura metálica

y de manera significativa ( $p=0.014$ ). Este crecimiento mayor para las ligaduras elásticas, no se refirió en relación a las colonias en flujo salival, sino más bien sobre la misma ligadura. Para el caso del *Lactobacillus*, la representatividad en el presente estudio difiere con el estudio de Forsberg, que, incluso, fue la bacteria que menos frecuencia y crecimiento evidenció. El hecho supondría que las zonas de la toma de muestra sobre las ligaduras, no son zonas donde la bacteria tenga apetencia para adherirse, y más bien, se adhiere a superficies naturales de tejidos bucales, y su desprendimiento causaría su tránsito y localización en el flujo salival. Por otro lado, la variabilidad por frecuencia de especies bacterianas, referente a los dos tipos de ligaduras no fue significativa. Sin embargo, presentó una tendencia a ser significativa ( $p=0.071$ ). Si bien es cierto que se encontraron dos tipos de bacterias con mayor frecuencia (*Streptococcus mutans* y *Peptostreptococcus*); éstas se encontraron invertidas en frecuencia de paciente a paciente. En este sentido, el *Streptococcus mutans* fue el más representativo, lo que concuerda con el estudio de Forsberg. Para el caso de enfermedades autoinmunes, el *Peptostreptococcus* podría generar problemas de salud de gravedad variable. Para el caso del *Streptococcus mutans*, no se evidenciaron UFC mayores a 100 mil, lo que indicó un crecimiento dentro de los límites normales para una persona saludable. Referente al *Staphylococcus*, presentó una frecuencia más homogénea, por lo menos para dos pacientes. Éste último, es residente habitual en mucosas y piel. Sin embargo, también se ha evidenciado su tropismo para fijarse al vinil y ello justificaría su presencia sobre las ligaduras elásticas.

La variabilidad por frecuencia, referente a las especies bacterianas encontradas en los pacientes, independientemente del tipo de ligadura fue significativa ( $p=0.041$ ). Como lo hemos comentado previamente, es posible que las condiciones de cada paciente sean responsables de esta variabilidad. Sin embargo, se hace evidente que existen especies bacterianas bien definidas y comúnmente presentes en lo general (*Peptostreptococcus* y *Streptococcus mutans*).

Muraira *et al.* (2007) obtuvo una diferencia significativa entre el acúmulo de placa microbiana de los diferentes sectores de la cavidad bucal, donde las medias menores se encontraron en premolares. En su estudio observó una mayor presencia de *Peptostreptococcus* sp. en los casos de ligaduras elásticas, y una combinación de *Peptostreptococcus* sp. y *Veillonella* sp. en las ligaduras metálicas (18). En relación a los resultados del presente estudio, no se apreció una diferencia estadística significativa, entre la formación de colonias por zona y paciente ( $p=0.62$ ). Sin embargo, el acúmulo fue mayor en el sector posterior (premolares), en comparación con el sector anterior (incisivos). Este mismo crecimiento bacteriano por zonas y en relación a cada tipo de ligadura, tampoco fue significativo ( $p=0.199$ ). Aunque esta falta de significancia existe, el aseo dental en la clínica, evidencia que los pacientes deben de recibir instrucciones precisas, para mejorar

la higiene en los dientes posteriores. Finalmente, los resultados del presente estudio involucran marcas comerciales de ligaduras, y su apetencia para fijar UFC bacterianas. Aquí el crecimiento bacteriano fue homogéneo y no significativo, tanto para las frecuencias para pacientes, como para tipos de ligaduras ( $p=0.62$ ;  $p=0.199$ ; respectivamente). Esto indica que, aunque la frecuencia de crecimiento bacteriano no es idéntica para todas las marcas, la media es similar, y no es posible excluir o sugerir alguna marca en particular, para su empleo en nuestra clínica de ortodoncia.

Se realizó la interpretación estadística de los resultados cuantitativos, donde se encontró que en todos los medios de cultivo microbiológicos, se observó una media menor de UFC en las ligaduras metálicas al compararlas con las ligaduras elásticas. De esta manera, se encontraron diferencias significativas en cuanto a la carga bacteriana entre ambos grupos. Por lo tanto, el tipo de ligadura utilizada, tendría relevancia en un tratamiento de ortodoncia (19), ya que habrá una influencia variable en la adhesión bacteriana, y en la acumulación de la placa bacteriana. Sugerimos que la presencia o ausencia de bacterias, proviene además de los diferentes factores y cofactores ya mencionados en la literatura (dieta, flujo salival e higiene oral) (20, 21, 22), a los dispositivos empleados en el tratamiento. Definitivamente, el futuro en la prevención y control de placa bacteriana sobre ligaduras ortodónticas, tendrá relación estrecha con la innovación en su manufactura, o bien con modificaciones tecnológicas asequibles (23).

## CONCLUSIÓN

El grado de crecimiento bacteriano es diferente en las ligaduras elásticas y metálicas. Las ligaduras metálicas evidenciaron menor grado de crecimiento bacteriano, que las ligaduras elásticas. Esto indica que la composición y/o características físicas de las ligaduras elásticas motivan un acúmulo mayor de placa bacteriana. A su vez, el grado de crecimiento bacteriano en las 3 marcas de ligaduras empleadas en este estudio, no evidenció diferencia sobre el crecimiento bacteriano. Esto pone de manifiesto que es indistinto y para fines terapéuticos, la marca de ligadura a emplearse en la clínica. La ligadura idónea para su empleo en ortodoncia, y con fundamento en bajos niveles de crecimiento bacteriano, es la ligadura metálica; independientemente de la marca comercial.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores/as de este artículo declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses respecto a lo expuesto en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Marsh PD. Microbiology of dental plaque biofilms and their role in oral health and caries. *Dent Clin North Am*, 2010;54(3):441–54. DOI: 10.1016/j.cden.2010.03.002
2. Twetman S, García-Godoy F, Goepferd SJ. Infant oral health. *Dent Clin North Am*, 2000;44(3):487–505. DOI: 10.1016/s0011-8532(22)01743-8
3. Santonocito S, Polizzi A. Oral Microbiota Changes during Orthodontic Treatment. *Front Biosci*, 2022;14(3):19. DOI: 10.31083/j.fbe1403019
4. Ren Y, Jongsma MA, Mei L, van der Mei HC, Busscher HJ. Orthodontic treatment with fixed appliances and biofilm formation—a potential public health threat? *Clin Oral Investig*, 2014;18(7):1711–8. DOI: 10.1007/s00784-014-1240-3
5. Grauer D. Quality in orthodontics: The role of customized appliances. *J Esthet Restor Dent*, 2021;33(1):253–8. DOI: 10.1111/jerd.12702
6. Contaldo M, Lucchese A, Lajolo C, Rupe C, Di Stasio D, Romano A, et al. The oral Microbiota changes in orthodontic patients and effects on oral health: An overview. *J Clin Med*, 2021;10(4):780. DOI:10.3390/jcm10040780
7. Tecco S, Di Iorio D, Cordasco G, Verrocchi I, Festa F. An in vitro investigation of the influence of self-ligating brackets, low friction ligatures, and archwire on frictional resistance. *European journal of orthodontics*, 2007; 29(4), 390–7. DOI: 10.1093/ejo/cjm007
8. Türkkahraman H, Sayin MO, Bozkurt FY, Yetkin Z, Kaya S, Onal S. Archwire ligation techniques, microbial colonization, and periodontal status in orthodontically treated patients. *Angle Orthod*, 2005;75(2):231–6. DOI:10.1043/0003-3219(2005)075<0227:ALTMCA>2.0.CO;2
9. Saengphen T, Koontongkaew S, Utispan K. Effectiveness of a combined toothbrushing technique on cariogenic dental biofilm in relation to stainless steel and elastomeric ligatures in orthodontic patients: A randomized clinical trial. *Healthcare (Basel)* [Internet]. 2023;11(5):731. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/healthcare11050731>
10. Brêtas SM, Macari S, Elias AM, Ito IY, Matsumoto MAN. Effect of 0.4% stannous fluoride gel on *Streptococcus mutans* in relation to elastomeric rings and steel ligatures in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* [Internet]. 2005;127(4):428–33. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.12.024>
11. Skilbeck MG, Mei L, Mohammed H, Cannon RD, Farella M. The effect of ligation methods on biofilm formation in patients undergoing multibracketed fixed orthodontic therapy – A systematic review. *Orthod Craniofac Res*, 2022;25(1):14–30. DOI: 10.1111/ocr.12503
12. Freitas AOA de, Marquezan M, Nojima M da CG, Alviano DS, Maia LC. The influence of orthodontic fixed appliances on the oral microbiota: A systematic review. *Dental Press J Orthod*, 2014;19(2):46–55. DOI: 10.1590/2176-9451.19.2.046-055.oar
13. Mulimani P, Popowics T. Effect of orthodontic appliances on the oral environment and microbiome. *Front Dent Med*, 2022;3. DOI: 10.3389/fd-med.2022.924835
14. Grzegocka K, Krzyściak P, Hille-Padalis A, Loster JE, Talaga-Ćwiertnia K, Loster BW. *Candida* prevalence and oral hygiene due to orthodontic therapy with conventional brackets. *BMC Oral Health*, 2020;20(1). DOI: 10.1186/s12903-020-01267-4
15. Gasmi Benahmed A., Gasmi A, Dadar M, Arshad M & Bjørklund G. The role of sugar-rich diet and salivary proteins in dental plaque formation and oral health. *J oral biosc*, 2021;63(2):134–41. DOI: 10.1016/j.job.2021.01.007
16. Rosa EP, Murakami-Malaquias-Silva F, Schalch TO, Teixeira DB, Horliana RF, Tortamano A, et al. Efficacy of photodynamic therapy and periodontal treatment in patients with gingivitis and fixed orthodontic appliances: Protocol of randomized, controlled, double-blind study: Protocol of randomized, controlled, double-blind study. *Medicine (Baltimore)*, 2020;99(14):e19429. DOI: 10.1097/MD.00000000000019429
17. Forsberg, CM, Brattström V, Malmberg E, Nord CE. Ligation wires and elastomeric rings: two methods of ligation, and their association with microbial colonization of *Streptococcus mutans* and *Lactobacilli*. *Eur J Orthod Department of Orthodontics*, 1991;13(5):416–20. DOI: 10.1093/ejo/13.5.416
18. Muraira, M, Torre-Martínez H, Defilló-Ramírez MP, Rodríguez-Pérez E, Mercado-Hernández R. Evaluación de flora bucal con ligaduras elásticas y metálicas en pacientes con ortodoncia. *Ciencia UANL*. 2007;10(1):19–24.
19. Sharma R, Sharma K, Sawhney R. Evidence of variable bacterial colonization on coloured elastomeric ligatures during orthodontic treatment: An intermolecular comparative study. *J Clin Exp Dent*, 2018;0–0. DOI: 10.4317/jced.54610
20. Sawhney R, Sharma R, Sharma K. Microbial Colonization on Elastomeric Ligatures during Orthodontic Therapeutics: An Overview. *Turk J Orthod*, 2018;31(1):21–25. DOI: 10.5152/turkjorthod.2018.17050

21. Müller LK, Jungbauer G, Jungbauer R, Wolf M, Deschner J. Biofilm and Orthodontic Therapy. *Monogr Oral Sci*, 2021;29:201-213. DOI:10.1159/000510193
22. Lupi L, Paggetti H, Bertrand MF, Charavet C. Biofilm and Orthodontic Materials: literature reviews and Scanning Electron Microscopy (SEM) images gallery. *Orthod Fr*, 2022;93(2):111–23. DOI:10.1684/orthod-fr.2022.74
23. Bai M, Pavithra AC. Comparative evaluation of surface modified elastomeric ligatures for microbial colonization": An in vivo study. *Indian J Dent Res*, 2015;26:180–5. DOI: 10.4103/0970-9290.159156

**Si desea citar nuestro artículo:**

López Valencia D, Aguilera Méndez A, Nieto Aguilar R. Consideraciones actuales sobre la microbiota dominante en ligaduras ortodónticas. *Actual Med*.2024;109(819):79-85. DOI:10.15568/am.2024.819.or01