



**Departamento de Estomatología**

**UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

**Facultad de Odontología**

**Sevilla, 2023**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA  
INVAGINACIÓN GINGIVAL EN EL  
TRATAMIENTO ORTODÓNTICO**

**Guillem Ballesteró Ordeix**

Tutor: Dr. Eduardo Espinar Escalona



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR/DRA. EDUARDO ESPINAR ESCALONA, PROFESOR TITULAR Y ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE ORTODONCIA, COMO DIRECTOR DEL TRABAJO FIN DE **MÁSTER OFICIAL EN ODONTOLOGÍA INFANTIL**.

**CERTIFICAN:** QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO “REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA INVAGINACIÓN GINGIVAL EN EL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO”.

HA SIDO REALIZADO POR GUILLEM BALLESTERO ORDEIX BAJO NUESTRA DIRECCIÓN Y CUMPLE A NUESTRO JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE MÁSTER.

Y PARA QUE ASI CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMAMOS EL PRESENTE CERTIFICADO, EN SEVILLA A DÍA 18 DE MAYO DE 2023.

D D/Dª 

TUTOR/A

D./Dº \_\_\_\_\_

COTUTOR/A



Facultad de Odontología



D/Dña. (Apellidos y Nombre)

Guillem Ballesteró Ordeix

con DNI 49033057H alumno/a del Máster Oficial

Infantil y Ortodoncia

de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Máster titulado:

Revisión sistemática de la invaginación gingival en el tratamiento ortodóntico

DECLARO:

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso 2022-2023, es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

APERCIBIMIENTO:

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de NO APTO y que asumo las consecuencias legales que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla 18 de Mayo de 2023

(Firma del interesado)

Fdo.: Guillem Ballesteró Ordeix



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
1.1.	Definición de una invaginación	7
1.2.	Epidemiología	9
1.3.	Etiología	9
1.4.	Etiopatogenia	10
1.4.1.	Proceso de cicatrización y momento de cierre de espacio	10
1.4.2.	Otros factores	11
1.5.	Metodología para evitar invaginaciones gingivales	13
1.5.1.	Extracciones en ortodoncia	13
1.5.2.	Motivos para realizar un eficiente cierre de espacios	15
1.5.3.	Métodología para el cierre de espacio	15
1.6.	Tratamiento preventivo	16
1.6.1.	Preservación alveolar	17
1.6.2.	Escisión quirúrgica	18
1.6.3.	Momento de cierre ortodóncico	18
2.	OBJETIVOS	20
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
4.	RESULTADOS	27
5.	DISCUSIÓN	39
5.1.	Etiología	39
5.2.	Lugar de extracción	40
5.3.	Metodos preventivos	41
5.4.	Repercusión a largo plazo	43
5.5.	Tratamiento	44
6.	CONCLUSIONES	45
7.	BIBLIOGRAFÍA	48



## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 INVAGINACION GINGIVAL**

La invaginación gingival es un fenómeno observado comúnmente durante el cierre ortodóncico del espacio edéntulo después de la extracción dental, lo cual puede conllevar a posibles secuelas que pueden incluir resultados inciertos del cierre del espacio, pérdida de hueso marginal o cambios inflamatorios. Comprometiendo así el éxito del tratamiento.

Si retrocedemos en el tiempo, una de las primeras definiciones que encontramos fue en 1977 descrita por Robertson et al. (1) que definieron la invaginación gingival como una invaginación lineal del tejido interproximal con orientación mesial y distal y una profundidad de sondeo de al menos 1mm. En 1983 Rivera Circuns y Tulloch (2) añadieron que hasta podía ser de 2mm. La invaginación gingival no se ha investigado a fondo a nivel científico. Una definición básica de invaginación gingival en esta investigación fue la presencia de una inflexión de la mucosa con penetración vertical y/u horizontal de al menos 1 mm y normalmente aparece después del cierre del espacio ortodóncico (3).

En la actualidad se definen como una hendidura del proceso alveolar con una profundidad de sondaje vertical y horizontal de al menos 1mm, que se produce después de la extracción del diente y el posterior cierre del espacio de ortodoncia (3).

Las principales consecuencias de las invaginaciones gingivales son una estabilidad comprometida del cierre del espacio, una higiene oral obstaculizada y además vemos afectado el hueso alveolar residual con una disminución en el volumen y una arquitectura desfavorable (4).

En cuanto el cierre ortodóncico del espacio después de la extracción del diente coincide con la reabsorción del proceso alveolar, de modo que el movimiento

de cierre de los dientes adyacentes se realiza en un entorno óseo reducido, mientras que la encía no se reorganiza adecuadamente en la dirección de este movimiento (5). Finalmente, a medida que se establece el contacto entre los bordes epiteliales durante el cierre del espacio, se puede desarrollar una invaginación más o menos pronunciada de la encía (5, 6). A nivel fisiológico las causas de estas alteraciones siguen sin estar claras, las explicaciones sobre el desarrollo de la invaginación incluyen una mayor proliferación de tejido conjuntivo y epitelio, un cambio en la topografía o morfología ósea, el desarrollo deficiente de fibras gingivales y transeptales libres o microfracturas (7, 8).

A nivel histológico e histoquímico, se observa que, en una población sin tratamiento de ortodoncia previo, no se observan fisuras en las áreas de extracción. Las hendiduras gingivales formadas por tejido conjuntivo fibroso cubierto por una capa de epitelio escamoso estratificado. Mientras que, en pacientes con tratamiento ortodóncico, esta área presenta una hiperplasia del epitelio y del tejido conjuntivo asociado con la pérdida de colágeno y el aumento de glucosaminoglucanos, incluida la hiperqueratinización epitelial con una proliferación pronunciada en los bordes de la invaginación (9). Como consecuencia de la estimulación de las fuerzas ortodónticas se produce una reacción tisular hiperplásica. Malkoc et al. atribuyeron estos cambios histológicos a la interrupción de la continuidad del sistema de fibra gingival y la remodelación ósea que se producen con la destrucción de las placas corticales, la cicatrización de las cavidades y el movimiento de las raíces (10).



Figura 1. Ilustración de invaginaciones gingivales, de severidad variable en dimensiones verticales y horizontales (5).



## **1.2 EPIDEMIOLOGÍA**

Los datos epidemiológicos revelan que las terapias de ortodoncia solo entre el 10% y el 15% conllevan extracciones (11). Después de la extracción del diente, generalmente se realiza el cierre del espacio de ortodoncia y se observan con frecuencia cambios en la encía (12).

La incidencia de la invaginación gingival se establece entre el 30% y el 100% de los casos tratados con ortodoncia con extracciones. La apariencia clínica varía desde un pliegue superficial menor en la encía adherida hasta hendiduras profundas que se extienden a través de las papilas interdentes desde la superficie alveolar bucal a la lingual, afectando así la topografía ósea (13, 5).

## **1.3 ETIOLOGÍA**

Actualmente la etiología sigue sin estar clara debido a la escasa información estudiada en este campo. No obstante, existen dos hipótesis distintas que tratan de demostrar el origen de este problema.

La primera teoría se basa en las presiones y tensiones que reciben las zonas de extracción durante el cierre del espacio de ortodoncia. El tejido se estira en las zonas bajo tensión. El epitelio se afloja del diente que se mueve y se produce un "parche rojo" (14). En la zona de presión, el tejido gingival y el hueso alveolar subyacente se comprimen favoreciendo el "*unfolding*" de la encía (14, 15). El epitelio y el tejido conectivo en la región afectada muestran signos de proliferación, con el crecimiento interno de los vasos sanguíneos y la pérdida de colágeno.

Una explicación alternativa para la aparición de la invaginación gingival se basa en la topografía ósea en el área de extracción. En su estudio con animales (16), Diedrich y Wehrbein demostraron que, si se retrasa el cierre de los dientes, aumenta la atrofia y la reducción de la densidad ósea en el proceso alveolar en el área de extracción. Se cree que estos cambios anatómicos desfavorables causan una mayor tendencia a la invaginación gingival. Los resultados de Rivera Circuns y Tulloch (2)

apoyan indirectamente su tesis, ya que demostraron una mayor incidencia y una mayor gravedad de la invaginación gingival en la mandíbula inferior, donde el cierre ortodóncico del espacio suele ser más lento que en la mandíbula superior.

## **1.4 ETIOPATOGENIA**

Se evaluaron varios factores de riesgo potenciales para el desarrollo de invaginaciones gingivales como el tiempo desde la extracción hasta el inicio del movimiento ortodóncico, la localización del área de extracción y la obstaculización para una higiene oral correcta, el hábito de fumar y la duración del cierre del espacio (4). Sin embargo, no se han realizado estudios prospectivos hasta la fecha centrados en factores como la densidad ósea, el biotipo gingival, la técnica de extracción, el tamaño del espacio o la mecánica de ortodoncia entre otras (17).

### **1.4.1 PROCESO DE CICATRIZACIÓN Y MOMENTO DE CIERRE DE ESPACIO**

Rivera Circuns y Tulloch (2) fueron los primeros en considerar que estos factores y la región de cierre del espacio pueden influir en la curación del alvéolo de extracción. La simple consideración de los procesos biológicos iniciados por la extracción dental revela como de importante es el tiempo y el mantenimiento del hueso alveolar en la prevención.

Después de la extracción dental, se forma inicialmente un coágulo de sangre que luego se reemplaza por tejido de granulación y luego es sustituido por hueso (18). Los estudios experimentales con animales han demostrado que el coágulo de sangre se reemplaza por una matriz de tejido conectivo dentro de los 7 primeros días. Esta matriz incluye fibras de colágeno y células pluripotenciales que forman hueso tejido, que luego se mineraliza. Cuando se analiza de manera precisa el desarrollo de la reabsorción, se ha demostrado que, después de 12 meses, hay una reabsorción ósea transversal que corresponde a aproximadamente el 50% de la anchura de la cresta alveolar. Dos tercios de esta reabsorción se dan en la parte bucal (19). Los cambios morfológicos durante este tiempo acaban formando el haz

del hueso. El sistema de fibras de *Sharpey* ha evolucionado desde el periodonto y desempeña un papel clave en el proceso de remodelación después de la extracción dental (20). Los experimentos con animales han demostrado que el haz del hueso se reabsorbe después de la extracción del diente, lo que conlleva a aproximadamente 2 mm de pérdida ósea bucal y vertical. Cabe destacar que esta pérdida es inevitable (21, 22).

Es sabido que la pared interna del hueso alveolar siempre contiene una cierta proporción de hueso del haz, es por eso que los pacientes que presentan un biotipo periodontal delgado pueden exhibir lamelas bucales, que prácticamente están formadas por hueso del haz. Estos son casi completamente reabsorbidos después de la extracción del diente. Por este motivo, es probable que haya una reabsorción vertical y horizontal masiva de la cresta alveolar en pacientes que presentan un biotipo periodontal delgado (23).

Finalmente, el borde mucogingival se desplaza y la papila interdental se aplana sobre el defecto durante la curación alveolar (24). No hay evidencia hasta la fecha de si las técnicas de extracción más cautelosas, según lo descrito por Pohl (25), influyen en la tasa de reabsorción, lo que reduce la frecuencia o la gravedad de la invaginación gingival.

Con respecto al factor "tiempo", se puede considerar como un procedimiento segmentado o de alineación antes de la extracción al planificar el tratamiento de ortodoncia. Esto podría ayudar a acortar el intervalo entre la extracción del diente y el cierre del espacio.

Un incorrecto proceso de cicatrización conlleva a invaginaciones gingivales, las cuales revelan un alto grado de variabilidad, que va desde la invaginación sutil a defectos graves con la penetración completa de la cresta alveolar, a veces acompañada por la tendencia a sangrar en la exploración. El tiempo en que se realiza el cierre ortodóncico y la ubicación y el método de la extracción desempeñan un papel importante en el desarrollo de las invaginaciones gingivales (3,5).

### 1.4.2 OTROS FACTORES

Los cambios patológicos en el periodonto generalmente se deben a múltiples factores, como una higiene bucal deficiente y patógenos periodontales; el consumo de tabaco puede influir significativamente en la manifestación de la enfermedad periodontal (26).

Su ubicación, en ocasiones puede disminuir la capacidad de los pacientes para mantener la higiene oral en las áreas con invaginación gingival. Las invaginaciones gingivales pueden proporcionar una microflora que, si examinamos la gama de bacterias en las áreas de invaginación gingival, once cepas bacterianas son consideradas patógenos periodontales (26). No está claro si el difícil acceso para poder higienizar bien la zona de extracción, provoca un cambio en la microflora local. Sin embargo, mientras la higiene oral del paciente sea adecuada, no hay cambios significativos en los índices periodontales.

La citoquina proinflamatoria IL-1 es uno de los mediadores más estudiados de la inflamación y está estrechamente relacionada con la destrucción ósea y la degradación de los tejidos periodontales. Se han detectado concentraciones particularmente altas de IL-1 $\alpha$  e IL-1 $\beta$  en sujetos con enfermedad periodontal (27, 28). Los mediadores inflamatorios también desempeñan un papel importante en los movimientos dentales ortodóncicos. Hasta la fecha, no hay evidencia de si los polimorfismos de IL-1 fomentan la aparición de invaginaciones gingivales en conjunción con el cierre del espacio ortodóncico después de la extracción del diente. Aunque la asociación entre los polimorfismos genéticos de IL-1 y la destrucción periodontal es controvertida (29-31), se debe enfatizar en este punto que una invaginación gingival no es una enfermedad periodontal inflamatoria. En cambio, es un efecto secundario distinto en el que están involucradas varias estructuras periodontales, como la encía y el hueso alveolar.

Curiosamente, observamos una diferencia significativa entre el grado de invaginación gingival en los fumadores en comparación con los no fumadores. En estudios periodontales se ha descrito que el consumo del tabaco tiene un efecto negativo en el progreso de la enfermedad periodontal. Esto se apoya en estudios clínicos que revelan que la atrofia ósea aumentó en los fumadores después de la extracción dental, lo que sugiere que una explicación para el aumento significativo de las manifestaciones de invaginación gingival encontradas en los fumadores puede ser una mayor atrofia de la cresta alveolar durante el cierre del espacio. Los fumadores también demuestran la tendencia al aumento de la colonización bacteriana. Las invaginaciones gingivales parecen tener un impacto en el rango de las bacterias orales. También hay evidencia de que fumar dificulta la cicatrización de los tejidos. Además, los polimorfismos en la región IL-1 y de su receptor se asociaron frecuentemente con invaginaciones gingivales. Sin embargo, todavía no es posible extraer conclusiones sobre las consecuencias a largo plazo de las invaginaciones gingivales en la salud oral (17).

Hasta la fecha, no hay evidencia de que los pacientes que presentan tendencias genéticas también tengan un mayor riesgo de desarrollar invaginaciones gingivales (32).

## **1.5 METODOLOGÍA PARA EVITAR INVAGINACIONES GINGIVALES**

### **1.5.1 EXTRACCIONES EN ORTODONCIA**

En la ortodoncia actual encontramos diferentes opciones de tratamiento. La toma de esas decisiones son individuales para cada caso, siendo muy difícil establecer modelos o paradigmas fijos como si de una ecuación matemática se tratase.

Una correcta ortodoncia a veces conlleva la extracción de algún diente, ya sea temporal (dientes de leche) o definitivo, incluso si estos están sanos. Se harán las extracciones siempre y cuando sean correctamente indicadas y realizadas, ayudando a mejorar la funcionalidad de los dientes y la estética de estos.

Las extracciones por consideraciones ortodóncicas son tratamientos planificados para mejorar la estética facial y el mantenimiento de una oclusión armoniosa. Este es un escenario frecuente en el plan de tratamiento de la terapia en ortodoncia (33).

Antiguamente realizar extracciones para generar espacio era un poco controvertido, pero en la actualidad se ha demostrado que es totalmente beneficioso en algunos casos. Seguidamente hablaremos de los casos tratados con extracciones de premolares. Cuando se hacen extracciones para generar espacio, de los premolares (según la necesidad en cada caso).

Antes de empezar con el tratamiento hay que tener en cuenta estos cuatro parámetros: perfil facial (34-38), cantidad de apiñamiento y discrepancia, inclinación de los incisivos inferiores (39, 40) y corrección de las relaciones molares y caninas (41, 42). La evaluación secuencial no es cuantitativa, ni sumatoria, pero puede contribuir de manera significativa a tomar una decisión correcta respecto a la extracción o no de piezas dentarias en la práctica clínica (43).

Las razones que llevan a la extracción de un diente temporal en ortodoncia pueden ser:

- Falta de espacio para un diente definitivo que ya ha comenzado a erupcionar.
- La situación inversa, es decir cuando los dientes definitivos ya han iniciado su erupción y hay uno temporal que no se exfolia.
- Dientes con caries y un alto grado de destrucción.
- Dientes temporales anquilosados de modo que no llegan a caerse.

Cuando se extrae un diente temporal el ortodoncista y el odontólogo decidirán si se coloca un mantenedor de espacio con el fin de mantener el espacio necesario para el diente permanente (44).

En el caso de dentición permanente, las extracciones pueden ser necesarias por diferentes motivos:

- Aliviar el apiñamiento para conseguir una alineación estable de la dentición.
- Corregir el resalte retrayendo los incisivos en la clase II.
- Retraer los incisivos inferiores para ayudar a la corrección de la clase III.
- Retraer los incisivos superiores e inferiores para mejorar el perfil facial o la oclusión en las biprotrusiones dentoalveolares.
- Mesializar los molares, aumentando el espacio para la erupción de los terceros molares.

Ulteriormente de realizar la extracción abordamos el cierre de espacios. Este es uno de los procesos más desafiantes en la ortodoncia. La extracción dental, la distalización de molares, la expansión de los arcos dentales, la reducción interproximal, entre otros, forman parte del arsenal ortodóncico para corregir las malas oclusiones y posibilitar la ganancia de espacio con el cual el ortodontista debe lidiar. La capacidad de cerrar espacios, principalmente los espacios que resultan de la extracción dental, es fundamental durante el tratamiento ortodóncico. La mecánica para el cierre de espacios realizada sin el debido conocimiento puede llevar al fracaso en la promoción de la oclusión ideal. El conocimiento actual de biomecánica, aliado al desarrollo de nuevos materiales y técnicas, posibilita el perfeccionamiento de esta etapa de cierre de los espacios, realizado por medio de una mecánica sencilla (45).

### **1.5.2 MOTIVOS PARA REALIZAR UN EFICIENTE CIERRE DE ESPACIOS**

En la ortodoncia moderna, por regla general, el éxito del tratamiento ortodóncico depende del protocolo de antelación planeado para cada caso específico. El fundamento biomecánico del cierre de espacios posibilita una mejor definición de las opciones de anclaje y tratamiento por parte de los clínicos. En virtud del gran número de opciones mecánicas disponibles, es necesario prestar especial atención a la

selección del modelo más apropiado para cada caso. Algunos aspectos deben ser considerados y, durante el cierre de espacios, el control preciso del movimiento dental, en las tres dimensiones, es de suma importancia para alcanzar las metas del tratamiento. En general, seis metas deben ser tomadas en consideración en procedimientos de cierre de espacios: 1) cierre de espacios diferenciales y control del anclaje; 2) la cooperación mínima por parte del paciente; 3) control de la inclinación axial; 4) control de las torsiones y del perímetro de la arcada; 5) respuesta biológica favorable; y 6) la conveniencia del operador. Básicamente, hay dos estrategias biomecánicas que pueden ser utilizadas para el cierre de espacios: sin fricción (mecánica con alza de cierre) y con fricción (mecánica de deslizamiento)(45).

### **1.5.3 MÉTODOS PARA EL CIERRE DE ESPACIO**

Existen diferentes métodos para realizar el cierre de espacio, cada uno está indicado para una situación concreta. Los métodos son:

- Arcos con asas de cierre
- Mecánica de deslizamiento con fuerzas intensas
- Cadeneta elástica
- Mecánica de deslizamiento con fuerzas ligeras continuas

Los arcos con asas de cierre con brackets preajustados se recomiendan para el cierre de espacios rutinarios. Pueden resultar útiles para cerrar pequeños espacios residuales, principalmente en adultos.

La cadeneta elástica no se aconseja para el cierre de grandes espacios debido a problemas relacionados con el nivel de fuerza y control de la inclinación. Por ejemplo, en un caso donde realizamos extracciones de premolares y colocamos una cadeneta elástica en el espacio de extracciones, ésta quedara demasiado estirada. Si se deja la cadeneta sin estirar provocará que no haya cierre de espacios y producirá la rotación de los dientes adyacentes. En cambio, la cadeneta elástica es útil cuando queremos cerrar un o dos espacios pequeños en la fase final del



tratamiento. También para evitar que los espacios se reabran en fases avanzadas del tratamiento cuando hay colocados arcos de 0'014" de terminación.

El método mas recomendable en la actualidad es la mecánica de deslizamiento con fuerzas ligeras continuas. Éste nos permite cerrar los espacios de manera controlada con una mecánica de deslizamiento. Este procedimiento ha probado ser fiable y efectivo lo cual ha sido considerablemente aceptada por los clínicos.

Y, por último, pero no menos importante, hay la mecánica alternativa para el cierre de espacios rebelde. Hay veces que nos encontramos con dificultades para cerrar los espacios o que con la mecánica normal se cierran demasiado lentamente. Consiste en usar ligaduras distales activas con arcos con asas o dos módulos (46).

## **1.6 TRATAMIENTO PREVENTIVO**

Evitar la invaginación gingival es obviamente un objetivo deseable e importante para el cierre del espacio ortodóncico y mas viendo el alto porcentaje de incidencia en los tratamientos con extracciones. Normalmente el cierre de espacios es fácil y se produce sin incidentes, pero hay algunos casos en que nos podemos encontrar con obstáculos para el cierre de espacios. Si el tratamiento no actúa como debería (reducir un espacio de alrededor 1mm al mes), es decir si vemos que no se va disminuyendo o si no va apareciendo progresivamente alambre por distal de los tubos molares, antes de cambiar toda la mecánica hay que comprobar que no existan obstáculos del cierre de espacios. Como, por ejemplo, tener una nivelación inadecuada, brackets estropeados, niveles incorrectos de fuerzas, interferencias con los dientes antagonistas y la resistencia de los tejidos blandos. En este último caso vemos que el cierre de espacios puede estar impedido por la aparición de una hipertrofia gingival a nivel del espacio de extracción. Por eso hay veces que esta hipertrofia puede provocar la apertura del espacio después del tratamiento. Como medidas preventivas hay que mantener una buena higiene oral y en realizar un

cierre de espacio en el “*timing*” adecuado y así evitar la hipertrofia local de la encía. Según la gravedad del caso, hay veces que es necesario una preservación alveolar.

### 1.6.1 PRESERVACIÓN ALVEOLAR

En ocasiones, es imposible cerrar completamente el espacio debido a la hiperplasia del tejido gingival. La estabilidad de los resultados del tratamiento también puede estar en riesgo. Se ha demostrado que la preservación alveolar tras extracción con una membrana inhibe la formación de invaginación gingival (47). La preservación de la cresta alveolar es una técnica quirúrgica para reducir la pérdida ósea después de la extracción del diente y para mantener el encaje en su forma original. Esta técnica mantiene la composición del hueso tejido regenerado, que se considera la matriz favorable para el movimiento dental y resulta en un movimiento ortodóncico más fácil y menos perjudicial. Disponemos de distintos materiales de diferente origen para la conservación de la cresta, que consiste en hueso autógeno, aloinjertos, xenoinjertos y aloplásticos. Aunque el hueso autógeno es el mejor injerto óseo debido a la vitalidad de las células osteogénicas, requiere otra cirugía en el sitio del donante y muchos pacientes rechazan este tratamiento debido a la incomodidad adicional en el sitio del donante. Por esta razón, se utilizan sustitutos óseos como el xenoinjerto o el aloinjerto (48).

En la mayoría de los casos en que la cavidad de extracción se cura naturalmente sin la necesidad de realizar la preservación alveolar. Pero en algunos casos, de manera preventiva, tratamos de preservar la cresta ósea al máximo posible, manteniendo su integridad y evitando así su reabsorción. Por tanto, no existirá ningún espacio vacío para dar lugar a la inflexión de los tejidos blandos gingivales en la cresta alveolar durante el cierre del espacio (13).

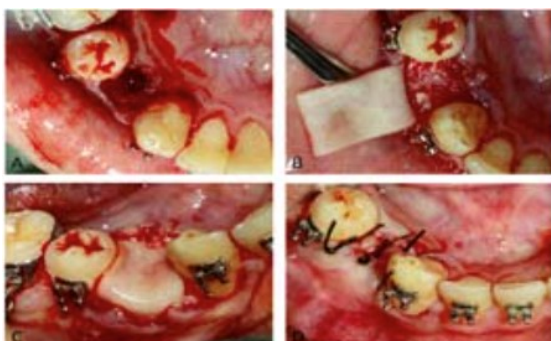


Figura 2. Procedimientos clínicos de preservación de la cresta alveolar: A) extracción atraumática del primer premolar mandibular; B) llenando el zócalo de extracción con polvo PDFDBA; C) cubriendo la cavidad de extracción con una membrana de colágeno; D) sutura final (48)

### **1.6.2 ESCISIÓN QUIRÚRGICA**

Otro de los tratamientos preventivos, dado que la invaginación gingival dificulta el cierre del espacio, es la eliminación del exceso de tejido en la invaginación gingival(1,10). Este proceso tendería a aliviar la recaída después del cierre ortodóncico de los sitios de extracción y mantendría la salud periodontal de los dientes correctamente aproximados (1,2). Malkoc et al. (10) publicaron en 2004, un estudio comparativo entre la escisión gingival convencional con la piezocirugía. Ambas modalidades de tratamiento mejoraron significativamente la situación gingival pero ninguna fue superior.(5)

### **1.6.3 MOMENTO DEL CIERRE ORTODÓNCICO**

La tercera estrategia preventiva, consiste en el *timing* correcto para llevar a cabo el cierre ortodóncico del espacio. Estudios experimentales en animales (16) y estudios retrospectivos (3) han identificado el retraso en el tiempo del inicio posterior a la extracción del cierre ortodóncico del espacio como un factor de riesgo potencial para el desarrollo de la invaginación gingival. La hipótesis que subyace a este hallazgo es que un intervalo de tiempo excesivamente largo hasta el cierre del espacio puede resultar en una topografía del proceso alveolar que será desfavorable al movimiento dental planificado.(6) Así mismo, el estudio en animales realizado por Diedrich y Wehrbein (16), recomiendan el cierre temprano del espacio después de la extracción dental como medio para prevenir la invaginación gingival.(3,4)

## **2. OBJETIVOS**

### Objetivo principal:

- Realizar una revisión bibliográfica sobre la invaginación gingival durante el cierre de espacios en el tratamiento ortodóncico.

### Objetivos secundarios:

- Conocer etiología y la problemática de la invaginación gingival.
- Evaluar si los métodos preventivos ayudan a reducir la prevalencia de las hendiduras gingivales.
- Establecer si la ubicación de la extracción afecta la frecuencia de invaginaciones gingivales tras el cierre del espacio.
- Estimar si el mecanismo de cierre afecta la incidencia de invaginaciones gingivales después del cierre de espacios.



### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Protocolo y registro**

Esta revisión sistemática ha seguido la lista de verificación PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).

#### **3.2 Criterios de elegibilidad**

##### Criterios de inclusión y exclusión

Con el fin de realizar una selección adecuada del conjunto total de artículos obtenidos en las diferentes búsquedas y llevar a cabo una revisión sistemática apropiada, se establecieron criterios de inclusión y exclusión.

##### Criterios de inclusión:

- Tipo de estudio: estudios prospectivos y retrospectivos, incluyendo ensayos clínicos aleatorizados, observacionales y caso-control.
- Pacientes con tratamiento ortodóntico que se hayan realizado extracciones.
- Disponibilidad de abstract y texto completo.
- Los artículos deben relacionar los términos en los que se basa la revisión sistemática.

##### Criterios de exclusión:

- Metaanálisis y revisiones sistemáticas.
- Evitar el múltiple sesgo de publicación eliminando artículos que aparecen repetidos.
- Artículos con metodología no clara o detallada, o resulta no relevante.
- Pacientes repetidos en diferentes estudios.

### **3.2.2 Pregunta P.I.C.O.**

Hemos elaborado una pregunta clínica de forma precisa y estructurada que responde a cuestiones específicas para facilitarnos la búsqueda y localización de la información relevante y pertinente.

<b>P</b> (pacientes)	<b>I</b> (intervención)	<b>C</b> (comparación)	<b>O</b> (resultado)
<b>“Gingival Invagination”</b>	<b>“Extraction”</b>	<b>“Comparison” AND (“space closure” OR “prevention”</b>	<b>“Clinical Outcomes”</b>

*Tabla 1: Pregunta P.I.C.O.*

### **3.3 Fuentes de información y búsqueda**

Para identificar los estudios relevantes, se realizaron búsquedas en diversas bases de datos electrónicas, incluyendo PubMed, Cochrane, WOS y Scopus.

Se diseñó una estrategia de búsqueda utilizando los términos adecuados relacionados con el tema, los cuales se unieron mediante los operadores booleanos correspondientes.

- (“gingival invagination” AND “space closure”)
- (“gingival invagination” AND “orthodontic treatment”)
- (“gingival invagination” AND “orthodontic extractions”)
- (“gingival invagination” AND “etiology”)
- (“gingival invagination” AND “preventive treatment”)
- (“gingival invagination” AND “space closure” AND “treatment OR technique”)
- (“orthodontic extractions” AND “space management”)
- (“periodontal cleft” AND “orthodontic extractions”)
- (“periodontal invagination” AND “space closure” AND “procedure OR treatment”)
- (“gingival unfolding” AND “space closure”)

- (“orthodontic treatment” AND “extractions AND non extractions”)
- (“space closure technique” AND “periodont”)
- (“gingival invagination” AND “space relapse”)

Para ampliar la búsqueda y evitar perder investigaciones relevantes, se utilizaron traducciones al inglés y se combinaron términos como "gingival invagination" y "orthodontic treatment" con el operador "OR".

La tabla a continuación muestra el número de resultados obtenidos en función de la base de datos y la estrategia de búsqueda utilizada:

	PUBMED	COCHRANE	WOS	SCOPUS
“Gingival invagination” AND “space closure”	13	7	10	15
“Gingival invagination” AND “orthodontic treatment”	18	3	5	5
“Gingival invagination” AND “orthodontic extractions”	7	1	2	9
“Gingival cleft” AND “etiology”	6	3	0	2
“Gingival invagination” AND “preventive treatment”	15	2	3	4
“Gingival invagination” AND “space closure” AND “treatment OR technique”	0	0	0	1
“Orthodontic extractions” AND “space management”	1	0	0	0
“Periodontal cleft” AND “orthodontic extractions”	0	0	0	0



“Periodontal invagination” AND “space closure” AND “procedure OR treatment”	0	1	0	1
“Gingival unfolding” AND “space closure”	1	3	1	2
“Orthodontic treatment” AND “extractions AND non extractions”	7	0	2	1
“Space closure technique” AND “periodont”	17	2	0	6
“Gingival invagination” AND “space relapse”	3	2	0	3
<b>SUBTOTAL</b>	<b>88</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>49</b>
<b>TOTAL</b>	<b>184</b>			

*Tabla 2: Resultados de la búsqueda en función de la base de datos y la estrategia de búsqueda usada.*

### **3.4 Selección de estudios y proceso de extracción de datos**

Un revisor principal examinó tanto los resúmenes como los textos completos de los artículos y seleccionó aquellos que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos para su evaluación. Posteriormente, un segundo revisor verificó la precisión de la selección realizada por el primer revisor.

### **3.5 Lista de datos y nivel de evidencia**

Se recopilaron los siguientes datos de cada estudio seleccionado para la revisión sistemática: autor, revista y año de publicación, tipo de intervención, tamaño de la muestra, diseño del estudio y principales conclusiones.

También se incluyó el nivel de evidencia correspondiente a cada artículo utilizando la clasificación del Centro de Medicina Basada en la Evidencia de Oxford (OCEBM), como se muestra en la Tabla 3.

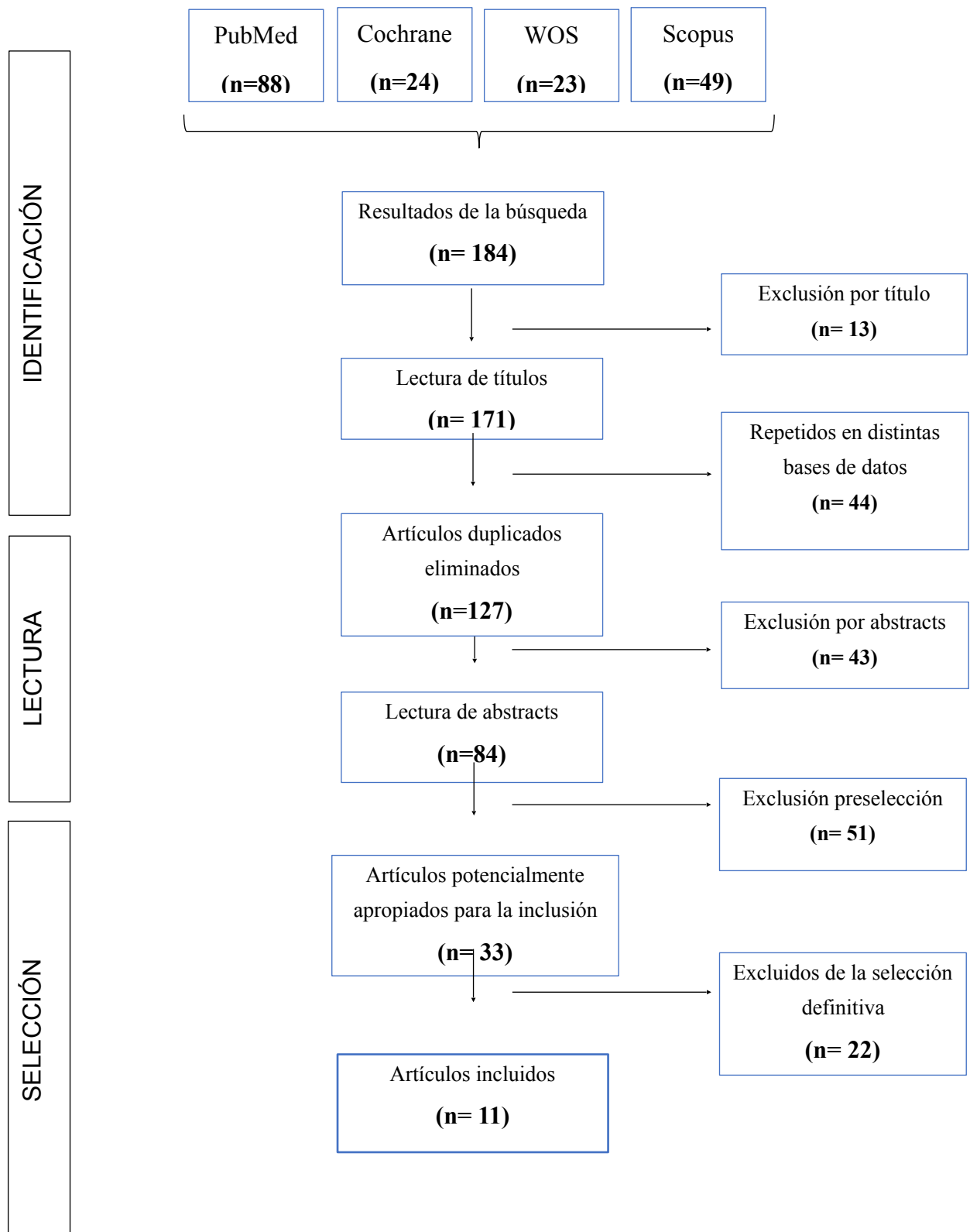
### **3.6 Riesgo de sesgo en los estudios individuales**

Para evaluar la calidad de los artículos seleccionados, se utilizó la escala ROBINS-I (Risk Of Bias In Non-randomized Studies of Interventions) para estudios observacionales (como se muestra en la Tabla 4a) y la herramienta de Cochrane para estudios aleatorizados (como se presenta en la Tabla 4b).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Selección del estudio

El siguiente Diagrama de Flujo muestra de forma resumida los procesos de selección de estudios.



#### 4.1 Búsqueda bibliográfica

Se identificaron un total de 184 publicaciones con la búsqueda electrónica de palabras clave. Luego de un “*screening*” sistemático y exclusión de duplicados, quedaron 91 artículos. De ellos, 43 fueron excluidos, ya que sus resúmenes dejaron en claro que abordaban otros temas, como la recesión gingival o el significado del sistema de fibra transeptal. Los textos originales de las publicaciones restantes (n = 33) se incluyeron en el proceso de evaluación posterior. Después de la discusión, 22 de ellos fueron excluidos por las razones antes mencionadas, quedándonos un total de 11 artículos para la síntesis.

La mayoría se basó en un número muy limitado de pacientes. Sólo dos artículos trataron con más de 50 pacientes (Andrew T. Dibase et al. 2018, Amanda L. Rivera Circuns et al. 1983). Otros se basaron en experimentos con animales, los cuales fueron excluidos. En general, los temas tratados y los tipos de publicación fueron relativamente heterogéneos, por lo que no fue factible un análisis cuantitativo. Por lo tanto, describimos los artículos finales, en el contexto de sus temas originales.

Los estudios incluidos fueron publicados entre 1977 y 2021, con los números de muestra variando entre 3 y 99 pacientes de ambos sexos y de edades comprendidas entre 10 años y 22 años aproximadamente. Todos los artículos aplicaban extracciones de premolares, pero la variable de estudio cambiaba según los estudios. La epidemiología de las invaginaciones gingivales fue estudiada en 5 artículos. Sólo 5 artículos hablaron de la técnica utilizada para el cierre de espacios después de la extracción con fines ortodónticos. Debido al poco conocimiento a nivel teórico como empírico, solo 1 artículo describió factores etiológicos. La tabla I es un resumen de las características de los estudios incluidos, que contiene datos sobre la cantidad y edad de los pacientes, el lugar de extracción, la técnica utilizada para el cierre de espacio, factores etiológicos y el porcentaje de invaginaciones.

## 1. Riesgo de sesgo en los artículos

En la revisión sistemática se utilizaron la escala ROBINS-I y la herramienta de Cochrane para evaluar el sesgo en los estudios incluidos. La mayoría de los estudios presentaron un riesgo moderado de sesgo, no obstante cinco artículos presentaron un alto riesgo de sesgo.

En los estudios observacionales, se identificó como fuente común de sesgo la medición de los resultados, donde en algunos casos no había cegamiento en el evaluador o se evaluaban aleatoriamente un porcentaje de las pruebas. También se encontró sesgo debido a la medición de los resultados. Por otro lado, se identificó sesgo por desviaciones de las intervenciones en algunos estudios, debido a fallos en la aparatología durante el tratamiento. En algunos estudios se pudo ver afectado los resultados debido a la falta de datos o por ofrecer diferentes tiempos de tratamiento.

## 2. Nivel de evidencia

La clasificación del Centro de Medicina Basada en la Evidencia de Oxford (OCEBM) es una herramienta utilizada para graduar el nivel de evidencia en función de cada entorno clínico. En nuestra revisión sistemática, se encontró un “nivel de evidencia y grado de recomendación bajo-moderado” para el tratamiento de la invaginación gingival en casos de tratamientos ortodónticos con cierre de espacios.

**Tabla 3a:** Resúmenes estudios comparativos del tratamiento ortodóntico con cierre de espacios con extracciones, epidemiología y etiología de la invaginación

Auto r	Revist a/año	Tipo de estudi	Nivel evid enci	Objetivos	Tamaño muestra/ edad	Conclusiones
Robert son et al.	Journal of Periodon tology 1977	Cross- sectional study	2b	Evaluar la aparición y distribución de hendiduras interdentales en pacientes con un historial de terapia ortodóntica que	n=40, Edad 14-22 años	Los resultados indican que las hendiduras interdetales se produjeron con mayor frecuencia en la cara bucal de las zonas de extracción del primer premolar mandibular. La presencia de la hendidura parece tener

<b>Rivera Circun s et al.</b>	American Journal of Orthodontics 1983	Cross-sectional study	1b	Determinar la incidencia y la posible asociación de estos cambios estructurales con la salud gingival y la	n=72, Edad <21 años	No se observó ninguna asociación con la reapertura del espacio de extracción. La presencia y la gravedad de las invaginaciones gingivales se relacionaron sistemáticamente con una reducción
<b>Malkoc et al.</b>	Angle Orthodontic 2004	Prospective clinical study	1b	Comparar e investigar la eficacia de la cirugía convencional y las técnicas electroquirúrgicas de gingivectomía	n=22, Edad 13,3-17,5 años	Los resultados mostraron una mejora significativa en la profundidad y longitud de la invaginación y en las puntuaciones del índice gingival para ambas técnicas. No hubo diferencias estadísticas entre las dos técnicas de gingivectomía con respecto a la
<b>Reichert et al.</b>	Journal of Orofacial Orthopedics 2011	Pilot study	2b	Se evaluó el beneficio de mover los dientes a alvéolos de extracción preservados por un sustituto óseo.	n=30 11-13 años	Según los resultados de este estudio, es posible realizar movimientos dentales ortodóncicos utilizando este material de sustitución ósea. Así pues, esta técnica merece una mayor investigación en futuros ensayos
<b>Reichert et al.</b>	Journal of Orofacial Orthopedics 2012	Retrospective clinical study	1b	Identificar los factores de riesgo para el desarrollo de la invaginación gingival y sus posibles implicaciones en la	n=30	Las consecuencias de la invaginación gingival son un cierre inestable del espacio y profundidades de sondaje mayores mesial y distalmente a las extracciones. Sin embargo, no se pueden hacer afirmaciones sobre los
<b>Gölz et al.</b>	Journal of Orofacial Orthopedics 2012	Retrospective clinical study	1b	Análisis del espectro microbiano de una invaginación gingival en comparación con muestras de pool del surco de los dientes de Ramfjord e identificar la importancia de las variaciones genéticas del	n=30 (n= 16 Grupo control: 14)	Este estudio retrospectivo demostró que la invaginación gingival podría ir acompañada de un espectro bacteriano microbiológico alterado y de un polimorfismo genético de la IL-1. Además, el tabaquismo se identificó como otro posible factor de riesgo para la gravedad de las invaginaciones gingivales.
<b>Reichert et al.</b>	Journal of Orofacial Orthopedics 2014	Prospective clinical study	2b	Investigar el efecto del aumento del alveolo de extracción con una hidroxiapatita nanocristalina sintética (NanoBone®)	n=10, edad>10 años	La conservación de la cresta con NanoBone® pareció reducir la gravedad de las invaginaciones gingivales. Es necesario seguir investigando los efectos a largo plazo para eliminar la aparición de efectos adversos.
<b>Moqadam et al.</b>	Biomedical & Pharmacology Journal 2016	A Randomized controlled pilot study	2b	Se evaluó el efecto de la preservación de la cresta alveolar con aloinjerto óseo liofilizado parcialmente desmineralizado (PDFDBA) sobre la	n=6, 14-20 años	La preservación de la cresta alveolar con PDFDBA no tiene ningún efecto sobre la tasa de OTM y reabsorción radicular, pero previene la formación de invaginación gingival durante el cierre del espacio ortodóncico.

<b>Stappert et al.</b>	American Association of Orthodontics 2017	Prospective clinical study	2b	Examinar los parámetros clínicos que pueden predisponer a los pacientes a padecer fisuras gingivales.	n=36, (≤13 años) (14-18 años) (≥19 años)	La formación de hendiduras gingivales es frecuente tras la extracción de premolares y el cierre de espacios. Los adultos con un fenotipo gingival más delgado tenían más probabilidades de desarrollar fisuras gingivales de mayor gravedad. La tasa de cierre del espacio se correlacionó de forma significativa e inversa con la formación de hendiduras en adultos, lo que refleja una mayor probabilidad de formación de
<b>Dibias et al.</b>	American Journal of Orthodontic Dentofacial	Randomized controlled clinical trial	1b	Investigar el efecto de la fuerza vibratoria suplementaria sobre el cierre de espacios y el	n=81, edad <20 años	La fuerza vibratoria suplementaria durante el tratamiento ortodóncico con aparatos fijos no afecta al cierre de espacios, la duración del tratamiento, el número total de visitas o el resultado oclusal final.
<b>Larissa Bressane et al.</b>	Dental Press J Orthod 2021	Retrospective study	1b	Investigar la influencia de la invaginación gingival, la presencia de terceros molares y el patrón facial, en	n=99, M=41 H=58 media 16,1 años	La presencia de invaginaciones gingivales, terceros molares y patrón de crecimiento facial no parecen influir en la reapertura de los sitios de extracción maxilar.

**Tabla 4a:** Riesgo de sesgo para estudios observacionales con la escala de evaluación de calidad ROBINS-I

Autores	Campos						Juicio general
	Pretratamiento	Intervención	Postratamiento				
	Sesgo debido a la confusión	Sesgo en la elección de los participantes para estudio	Sesgo al clasificar los tratamientos	Sesgo debido a desviaciones de las intervenciones previstas	Sesgo debido a la falta de datos	Sesgo debido a la medición de los resultados	

Robertson et al.	1977	(2)	(3)	(1)	(1)	(3)	(2)	(2)	(3)
Rivera et al.	1983	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)	(1)	(2)
Siddik Mallock et al.	2004	(1)	(2)	(1)	(1)	(1)	(2)	(1)	(2)
Reichert et al.	2011	(1)	(2)	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)
Reichert et al.	2012	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(2)	(1)	(3)
Gözl et al.	2012	(1)	(2)	(2)	(1)	(1)	(2)	(1)	(2)
Reichert et al.	2014	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(2)	(2)	(3)
Moqadam et al.	2016	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	(1)	(3)	(3)
Stappert et al.	2017	(1)	(1)	(1)	(2)	(3)	(2)	(3)	(3)
Dibias e et al.	2018	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(1)	(2)
(1) Riesgo de sesgo bajo    (2) Riesgo de sesgo moderado    (3) Riesgo de sesgo alto    (4) Riesgo de sesgo crítico (5) sin información									



**Tabla 4b:** Evaluación de calidad de estudios clínicos aleatorizados con la herramienta de Cochrane

Autores		Sesgo de selección		Sesgo de realización	Sesgo de detección (falta de datos)	Sesgo de desgaste en seguimiento o pacientes	Notificación selectiva de resultados
		Generación aleatoria de secuencia	Ocultamiento de la asignación				
Moqadam et al.	2016	No	Si. Se explicaron los procedimientos del estudio a los pacientes y a sus padres y se les pidieron formularios de consentimiento por escrito antes del estudio.	Si (no hay ciego)	Si (no hay ciego)	No (86% del estudio completado)	No
Dibise et al.	2018	Si	No	Si	Si	No	No

#### **4.2 Análisis de resultados**

Ya en 1977, Robertson et al. (1) publicaron un estudio transversal en el que utilizaron 40 pacientes de entre 14 y 22 años. Se observaron fisuras interdetales en uno o más de los lugares de extracción que se habían cerrado por el movimiento de dientes ortodóncicos en el 35% de los pacientes examinados. No se observaron invaginaciones en pacientes que no habían recibido nunca un tratamiento de ortodoncia, ni en pacientes ortodóncicos que no requirieron extracción premolar. Sin embargo, lo llamativo de este estudio fue que no solo las invaginaciones se producen tras el cierre de espacios tras la exodoncia si no en cualquier espacio

interdental que requiera un amplio movimiento de los dientes, como en este caso, en el que se observó una hendidura asociada con el cierre de un diastema anterior ancho.

Los estudios continuaron y entre ellos, Rivera et al. Publicó en 1983 (2) un estudio transversal en el que se analizaron 72 pacientes con menos de 21 años. El fin de este estudio fue probar la exactitud de la evaluación periodontal previa, tras la extracción, valorar la integridad de las láminas corticales linguales y bucales del hueso alveolar y cualquier procedimiento que pudiera haber alterado el contorno del hueso. Se observaron invaginaciones en los cuatro cuadrantes, tanto en las zonas bucales, linguales y atravesando la papila interdental. Se encontraron más número de invaginaciones gingivales en la arcada inferior y de mayor gravedad.

Siddik Malkoc et al. (10) publicaron en 2004, un estudio clínico con un diseño prospectivo. Analizaron 22 pacientes (12 niñas y 10 niños) comprendidos entre 13,3 y 17,5 años sin enfermedades sistémicas ni historial de enfermedades periodontales fueron incluidos. Todos necesitaban la extracción de los premolares superiores o inferiores de manera bilateral como parte de tu tratamiento ortodóntico. Todos los pacientes recibieron un tratamiento previo a la cirugía, era un “*scaling*” and “*polishing*” supragingival. En total, fueron examinadas 44 áreas donde había hendidura gingival. El tipo de gingivectomía fue seleccionado al azar. En cada paciente, las invaginaciones gingivales se eliminaron mediante el uso de electrocirugía en un lado y una cuchilla quirúrgica en el lado contrario durante la misma visita bajo anestesia local. Presentaron invaginaciones gingivales todos los pacientes lo cual la etiología de este estudio fue del 100%.

Reichert et al. en el (47) publicaron un estudio en el Journal of Orofacial Orthopedics. El diseño de éste era un “*Split mouth*” y se llama “Pilot study on orthodontic space closure after guided bone regeneration.” Se realizó con 3 pacientes de entre 11 y 13 años. Se exodonciarion los premolares de forma análoga de 3 pacientes sin antecedentes médicos poco remarcables. Al ser un estudio con

diseño “splith mouth”, el hueso alveolar del sitio de extracción se trató con un material de reemplazo del hueso basado en nanopartículas de hidroxapatita en una matriz de silicato y se cubrió con un adhesivo especial para tejidos. El lado de extracción opuesto sirvió como grupo de control. El cierre del espacio se realizó después de una fase de curación de 6 semanas. Se utilizó un arco de acero inoxidable y se aplicó una fuerza ortodóntica de 200 g. constante a través de resortes helicoidales de NiTi. Las invaginaciones gingivales se desarrollaron en el lado de control en 2 de los 3 pacientes, por lo que una hendidura mostraba una profundidad de sondeo de 5 mm en las direcciones horizontal y vertical. Es por eso por lo que en 1 paciente se retrasó el cierre del espacio en el lado de control debido a la aparición de una invaginación gingival.

Gölz et al. publicaron en 2011 (5) el diseño de éste es un Systematic review. Los datos epidemiológicos nos dicen que sólo un 10% de los casos de ortodoncia conllevan extracciones. De estos casos encontramos la aparición de la invaginación gingival entre un 35% y un 100% de los casos. Trataron de analizar la etiología, repercusiones a largo plazo y su prevención sin llegar a claros resultados.

En el 2012 Reichert et al. (3) publicaron “Retrospective investigation of gingival invaginations Part I: Clinical findings and presentation of a coding system” con diseñado para realizar un estudio retrospectivo para valorar el porcentaje de invaginaciones gingivales diagnosticadas clínicamente. Se realizó con 30 pacientes en los que en total hubo 101 zonas de extracción. Los datos revelan que, de los 30 pacientes, 16 presentaron invaginaciones gingivales (53,3%). El 30% desarrolló la invaginación en maxilar y el 50% en la mandíbula, las cuales fueron más profundas que las superiores. En general el 89,2% presentaron el cierre completo del espacio a pesar de la invaginación.

Gölz et al. (17) ese mismo año realizaron la segunda parte del estudio con los mismos 30 pacientes que formaron el primero estudio. Aparte de los datos generales y dentales, descritos en la primera parte del estudio, esta segunda parte contenía

una encuesta que recababa el historial sobre tabaquismo de los pacientes. Se tomaron muestras microbiológicas del surco dental y muestras de la parte mas profunda de la invaginación en los pacientes con invaginaciones gingivales. Se analizaron las muestras y se obtuvieron 11 patógenos periodontales. Un total de 101 dientes fueron extraídos. La distribución de los pacientes con invaginaciones gingivales frente a aquellos sin, fue de 16 a 14 y se detectaron un 39,6% invaginaciones. El grupo de fumadores presentaron un grado significativamente mayor de manifestación de invaginación que los sujetos no fumadores.

Reichert et al. publicaron en 2014 (49) un estudio prospectivo clínico. En este estudio participaron 10 pacientes de más de 10 años con antecedentes médicos poco notables. En total, se extrajeron 28 premolares análogos, 14 en la parte superior y 14 en la mandíbula inferior. El tratamiento se realizó en 14 tomas de extracción y 14 sirvieron como controles. Los dientes fueron extraídos lo más atraumáticamente posible. Al ser un estudio con un diseño "Split mouth", se colocó en una zona de extracción un material de reemplazo de hueso, compuesto de hidroxiapatita sintética nanocristalina en una matriz mezclado con sangre venosa, siguiendo las instrucciones del fabricante, pero sin cubrir el material. El lado opuesto sirvió como control. A continuación, se esperaron 6 semanas de curación para poder realizar el cierre ortodóntico. Antes se niveló y alineó, después se empezó el cierre ortodóntico con un arco de acero inoxidable 0,017x0,025 y muelles helicoidales de NiTi.

Moqadam et al. (48) diseñaron un estudio RCT en 2016. Seleccionaron 6 pacientes, con un rango de edad de 14 a 20 años y sin antecedentes médicos o enfermedades específicas notables, que necesitaban la extracción de primeros premolares mandibulares debido a la deficiencia espacial o la protrusión dentoalveolar. Se realizó un ensayo clínico con aleatorización de "Split mouth". La extracción se produjo con fórceps y botadores de la forma más atraumática posible. Un cuadrante mandibular se rellenó el alveolo con polvo de PDFDBA y mientras que el otro cuadrante se utilizó como grupo control. Tras la extracción y la conservación

de la cresta, las heridas se dejaron curar durante 6 semanas. Luego se realizó el cierre de espacio con un arco de acero inoxidable 0.018 × 0.025 pulgadas y muelles helicoidales de NiTi de 12mm. Cuando se completó el cierre del espacio, se utilizó una sonda periodontal universal para examinar la encía interdental entre el canino y el primer premolar para detectar la presencia de invaginación gingival. Después del cierre completo del espacio, se observó la aparición de invaginación gingival en 5 de 6 (83,3%) en las zonas de extracción sin ningún tratamiento adicional y ninguna en las áreas conservadas. Por otra parte, se demostró que la preservación de la cresta alveolar con PDFDBA no tiene ningún efecto sobre la tasa de OTM (orthodontic tooth movement) y la reabsorción de la raíz.

Stappert et al. (51) publicaron en el año 2017. Realizaron un estudio prospectivo en 36 pacientes los cuales requerían extracciones de premolares debido al tratamiento ortodóntico. Todos los pacientes tuvieron historiales ortodónticos completos. Un total de 82 sitios de extracción de premolares fueron evaluados para la formación de hendiduras y la severidad de estas. La etiología de las invaginaciones gingivales fue del 73,2%, con una frecuencia similar en el maxilar y la mandíbula.

Dibiase et al. (52) lanzaron su estudio RCT en el 2018. En él se realizó un análisis de 81 pacientes (40 niños y 41 niñas) con menos de 20 años que debían exodonciar los primeros premolares inferiores de manera bilateral. Para realizar el cierre de espacio se inició en la primera visita después de la colocación de un arco de acero inoxidable 0,019x0,025 y se realizó con muelles helicoidales de níquel-titanio de 9mm. En ellos no se observó ninguna diferencia significativa sobre el cierre de espacios, los únicos factores que variaban significativamente en la tasa de cierre fue el sexo y la cantidad de espacio inicial.

Larissa Bressane et al. publicaron un estudio retrospectivo en el 2021. En este se evaluaron 99 sujetos (41 varones y 58 mujeres) con maloclusión de Clase I tratados con extracción de cuatro premolares. Se evaluaron la reapertura de los puntos de

extracción y las invaginaciones gingivales en modelos dentales escaneados en las fases postratamiento y 1 año postratamiento (edad media 16,1 años). Se observó reapertura de espacios en el 20,20% de los sujetos 1 año después de la descementación. Las invaginaciones gingivales estaban presentes en el 25,73% de los cuadrantes después de la descementación y en el 22,80% 1 año después del tratamiento. La SN.GoGn media pretratamiento era de 35,64 grados (DE=5,26). No se observó ninguna influencia significativa de las tres variables independientes en la inestabilidad del cierre del lugar de extracción.

En resumen, estos resultados no nos permiten obtener datos significativos ya que cada artículo analiza datos totalmente diferentes sin llegar a un consenso común. A pesar de ser realizados todos los estudios en zonas premolares tanto superiores como inferiores, la N es demasiado baja para obtener datos concluyentes. Por otra parte el porcentaje de invaginación varía de un 35% a un 100% en función del estudio. Tampoco podemos dar resultados relevantes sobre la etiología, medidas preventivas, repercusión a largo plazo o tipos de tratamiento.

## **5. DISCUSIÓN**

La invaginación gingival durante tratamiento ortodóntico es una complicación periodontal de gran desconocimiento por parte de los odontólogos, pero a la vez de una gran prevalencia. Aproximadamente en un 10% de los casos ortodónticos se realizan extracciones. De estas, la aparición de la invaginación se da en entre el 35% y el 100% de los casos. (1, 2).

Una de las mayores problemáticas a la hora de realizar de este trabajo es que fue un tema que comenzó investigarse hace muchos años y gran parte de la literatura son artículos a partir de los años 90, a pesar de ello no ha sido estudiado con toda la profundidad necesaria para llegar a conclusiones de alta evidencia; un claro ejemplo es la falta de estudios RCT y la baja variedad de tipos de estudios realizados.

Por otro lado, no existen estudios con suficiente población de estudios y resultados que garanticen la comparabilidad de los hallazgos y poder evaluar el alcance, la frecuencia y las consecuencias a medio y largo plazo de las invaginaciones gingivales para la salud oral.

### **5.1 Etiología**

A pesar de su frecuencia, la etiología sigue siendo poco clara. Pocos estudios se enfocan en tratar de conocerla y dar datos con suficiente relevancia. En la actualidad, los autores se decantan por dos hipótesis que explican el origen de esta problemática.

Una de las hipótesis nos habla de la presión y tensión que reciben las áreas de cierre del espacio durante el cierre ortodóntico. En la zona de presión el tejido gingival y el hueso alveolar subyacente se comprimen favoreciendo la hendidura de la encía (15). En la región afectada, tanto el epitelio como el tejido conectivo muestran signos de proliferación, con el crecimiento de los vasos sanguíneos y una pérdida de colágeno. (7, 13)

Una explicación alternativa se basa en la topografía ósea en el área de extracción. En el estudio de Diedrich y Wehrbein con animales, demostraron que, si se retrasa el movimiento dental, hay mayor atrofia y reducción de la densidad ósea en el proceso alveolar en el área de extracción. Es por eso por lo que se cree que debido a estos cambios desfavorables a nivel anatómico causan una mayor tendencia a la aparición de las invaginaciones gingivales (16).

Otra de las teorías, como es de esperar, analizan factores de riesgos (falta de higiene oral, el tabaco, enfermedades sistémicas o el factor genético) como factores que aumentan la predisposición a causar invaginaciones gingivales ya que intervienen en el proceso de cicatrización y movimiento dentario. Gözl et al. en su análisis microbiológicos mostraron que la flora bacteriana podría variar e incluso ser más alta que en otras regiones del surco, teniendo futuras repercusiones en el desarrollo de la enfermedad periodontal. También hacen referencia sobre la diferencia significativa de invaginación que existe en personas fumadoras respecto a las no fumadoras, se ha visto que los fumadores tienen un grado mayor de invaginación. Fumar causa la supresión del sistema vascular, lo que a su vez perjudica la cicatrización de las heridas, es decir, el hecho de ser fumador hace que haya una atrofia de la cresta alveolar durante la cicatrización y cierre del espacio (17).

A nivel genético, la citoquina proinflamatoria IL-1 es uno de los mediadores más estudiados de la inflamación y está estrechamente relacionada con la destrucción ósea y la degradación de los tejidos periodontales. Los mediadores inflamatorios también desempeñan un papel importante en los movimientos dentales ortodóncicos (45). A pesar de ello, hasta la fecha, no hay evidencia de si los polimorfismos de IL-1 fomentan la aparición de invaginaciones gingivales junto con el cierre del espacio ortodóncico después de la extracción del diente.



## **5.2 Lugar de extracción**

Los estudios enfocan generalmente la zona de análisis en los primeros y segundos premolares tanto maxilares como mandibulares ya que, en algunos pacientes, en ocasiones, debemos realizar exodoncias de forma estratégica para hacer movimientos ortodónticos para el encaje adecuado de la mordida. Y además es una zona de control debido al seguimiento que hacen después de la extracción para poder continuar con el tratamiento.

A pesar de ello, existen otros casos, como por ejemplo el de Robertson et al. en 1977 (1) en que observaron un caso de invaginación gingival causado por un diastema en zona anterior sin necesidad de realizar una extracción previa. Por ello, se podría decir que no siempre la zona premolar es donde se localizan las invaginaciones, sino que en zonas edentulas o de amplio espacio interdental también se pueden ocasionar.

Se ha demostrado una mayor gravedad y incidencia de la invaginación gingival en la mandíbula, donde el cierre ortodóntico del espacio suele ser más lento que en la maxilar (3, 45).

## **5.3 Métodos Preventivos**

Debido al desconocimiento de su etiología, uno de los grandes objetivos por los ortodoncistas es poder evitar la aparición de las invaginaciones antes de comenzar el movimiento ortodóntico o durante.

Necesitaremos conocer las distintas características del paciente, en cuanto a ubicación (maxilar, mandibular), accesibilidad de la pieza en sí, conocer su biotopo gingival del paciente, si es fino o grueso, la localización de la cresta alveolar... así poder saber la manera de actuación en todo momento e intentar disminuir al máximo el riesgo de causar una invaginación.

En la actualidad se conocen distintos métodos para intentar prevenir su aparición. Diedrich (16) en su estudio, demostró que el “timing” en que se realiza el cierre del espacio es un factor clave. Observaron que tras esperar 6 semanas postextracción para dar tiempo suficiente a la cicatrización, se reducía notablemente el número de invaginaciones. Es decir, si se empieza de forma temprana el cierre del espacio y, combinado con una buena higiene, disminuye la probabilidad de aparición.

Después la extracción, es fundamental la formación del coágulo para garantizar la cicatrización del alveolo. Pero en ocasiones no es suficiente y debemos hacer una preservación alveolar para garantizar suficiente hueso. Reichert (49) documentó que los movimientos dentales podían ser satisfactorios en materiales sintéticos de reemplazo óseo. Tras varios estudios, se concluye que el éxito del movimiento dental a través de un material sintético de reemplazo óseo es de vital importancia la elección del material. En este caso se utilizó hidroxiapatita nanosintética sintética, un material reabsorbible, remodelable, angiogénico, osteoinductivo y osteoconductor, que, a pesar de su rápida reabsorción, al realizarse el movimiento de manera temprana, apoyaría al proceso de remodelación. A pesar de ser un método preventivo con grandes expectativas, no hay evidencia científica suficiente para realizarla en todos los casos. Solo existe un pequeño porcentaje de éxito que dice que no se ha reducido la incidencia de invaginación, sino su grado de severidad.

#### **5.4 Repercusión a largo plazo**

Las invaginaciones gingivales revelan un alto grado de variabilidad, desde invaginación sutil hasta defectos graves con penetración completa de la cresta alveolar. Pero no es el simple hecho de la aparición de una invaginación en la encía tras finalizar el tratamiento ortodóntico, sino las futuras repercusiones que el paciente puede tener en el futuro. A pesar de los escasos resultados estudios, existen dos grandes preocupaciones:

### **5.4.1 Enfermedad periodontal**

A pesar de no tener mucha evidencia, se ha visto que las bacterias no solo tienen un papel en el momento del desarrollo de la invaginación, sino que además se forman nichos bacterianos en la propia zona de la invaginación. Por tanto, si se van acumulando bacterias, se produce una inflamación que terminará desarrollando la enfermedad periodontal, en concreto, bolsas periodontales que acumulan placas y pueden acabar ocasionando pérdida ósea (3).

Si además añadimos que el paciente es fumador la cosa empeora, las investigaciones longitudinales y transversales han demostrado que fumar tiene un efecto negativo en la extensión de la destrucción ósea y la recesión gingival. La supresión del sistema vascular provoca una atrofia del hueso alveolar ocasionando la posible pérdida de piezas dentales próximas a la invaginación (17).

Sin embargo, aunque la invaginación dificulta la higiene oral, siempre que el paciente mantenga una buena salud bucal el porcentaje disminuye drásticamente (7).

### **5.4.2 Recidiva**

Otra de las grandes preocupaciones de los ortodoncistas, es la reapertura de espacios debido a que la acumulación de exceso de encía en interproximal. No conocemos actualmente el mecanismo de recidiva, pero sabemos que es importante tanto la prevención como el tratamiento de la invaginación para evitar posibles complicaciones futuras.

No obstante, a día de hoy no es posible extraer conclusiones sobre las consecuencias a largo plazo de las invaginaciones gingivales en la salud bucal. Por lo tanto, el objetivo de futuras investigaciones debe ser seguir esta línea de investigación para obtener un perfil de riesgo específico del paciente y consecuentemente adaptar la terapia de forma individualizada para cada paciente.

## **5.5 Tratamiento**

Tras comentar las repercusiones de las invaginaciones gingivales a largo plazo, nos planteamos los posibles tratamientos que se pueden hacer una vez ocasionado el problema.

En la actualidad la literatura nos presenta dos opciones de tratamiento. Es importante realizar el tratamiento debido a las repercusiones que pueden originar como la dificultad del cierre de espacio o el riesgo de que se produzca el fenómeno de reapertura, pero sobre todo por la posible enfermedad Periodontal que puede ocasionar. Es por eso que se recomienda eliminar el exceso de tejido (10, 49, 50).

Por un lado, se propone la terapia de invaginación gingival a través de la escisión quirúrgica gingival de forma convencional o con la piezocirugía. Aunque ambas modalidades de tratamiento mejoran la situación gingival y reducen la tendencia a reabrirse significativamente. En este estudio realizado por Malkoc et al. observaron que no hubo diferencias significativas entre las dos técnicas utilizadas en cuanto a la salud gingival y a la tolerancia por parte del paciente. Sin embargo, estas técnicas mostraron una mejora en la profundidad y la longitud de la invaginación (10).

Por otra parte, los casos en que la hendidura gingival es más severa y afecta al hueso alveolar, debe adoptarse otra estrategia para poder tratar con éxito, ya no solo la invaginación gingival, sino también la pérdida ósea. Pinheiro et al. (32) ante esta situación clínica, en la que la arquitectura ósea también estaba afectada, realizó una escisión quirúrgica del tejido, luego se rellenó el defecto óseo con xenoinjerto bovino. Una vez osificado, se procedió al cierre completo del espacio. La reevaluación clínica y radiológica 4 años después reveló una situación estable.

## **6. CONCLUSIONES**

La invaginación gingival en la actualidad sigue siendo una incógnita para los odontólogos. A su vez, es un tema de gran interés debido a su alta prevalencia, ya no solo por el resultado estético final tras el tratamiento ortodóntico, sino por las futuras complicaciones periodontales y las recidivas a largo plazo que las invaginaciones nos pueden provocar.

No existen resultados establecidos por los autores para consensuar la etiología, porcentaje exacto de invaginaciones y la metodología más apropiada para prevenir o tratar una vez establecida la hendidura. Aunque podemos concluir que:

1. Intentar prevenir y minimizar al máximo las opciones de aparición de la invaginación, se debe tratar al paciente de forma individualizada, tratarlo multidisciplinariamente con otros departamentos y seguir una metodología específica para estos caso.

- 2. La higiene oral y evitar los factores de riesgo son dos pilares fundamentales tanto en la prevención como en el desarrollo de futuras complicaciones.
- 3. El momento de extracción es clave, ya que debemos realizarla con extrema precaución con el fin de intentar preservar todas las paredes. Además, es de vital importancia la del coágulo de sangre para garantizar una cicatrización correcta.
- En conclusión, se debe investigar más sobre este tema realizando estudios con mayor relevancia, como RCT, en el que el número de pacientes analizados aumente considerablemente, y se establezcan parámetros comunes entre todos los autores para poder reducir al máximo el índice de invaginaciones gingivales.



## **7. BIBLIOGRAFÍA**

48

1. Robertson PB, Schultz LD, Levy BM Occurrence and distribution of interdental gingival clefts following orthodontic movement into bicuspid extraction sites. *J Periodontol* (1977). 48:232–235
2. Rivera Circuns, AL; Tulloch J. Gingival invagination in extraction sites of orthodontic patients: their incidence, effects on periodontal health, and orthodontic treatment. *Am J Orthod.* (1983) 6:309-18.
3. Reichert C, Gölz L, Dirk C, Jäger A. Retrospective investigation of gingival invaginations Part I : Clinical findings and presentation of a coding system. *J Orofac Orthop.* (2012) 4:307-17.
4. Reichert C, Kutschera E, Nienkemper M, Scharf S, Mengel M, Fimmers R, et al. Influence of time after extraction on the development of gingival invagination: study protocol for a multicenter pilot randomized controlled clinical trial. *Trials J* (2013) 14:108
5. Gölz L, Reichert C, Jäger A. Gingival invagination—a systematic review. *J Orofac Orthop.* (2011) 6:409-20.
6. Reichert C, Kutscher E, Plötz C, Scharf V, Gölz L, Fimmers R et al. Incidence and severity of gingival invaginations associated with early versus late initiation of orthodontic space closure after tooth extraction *J Orofac Orthop* (2017) 78:415–425
7. Wehrbein H, Bauer W, Diedrich PR Gingival invagination area after space closure: a histologic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* (1995) 108:593–598
8. Wehrbein H, Fuhrmann R, Andreas A et al Die Bedeutung von Gingivaduplikaturen beim orthodontischen Lückenschluß. *Fortschr Kieferorthop* (1993) 54:231–236
9. Kurth JR, Kokich VG. Open gingival embrasures after orthodontic treatment in adults: prevalence and etiology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* (2001) 2:116-123.

47

10. Malkoc S, Buyukyilmaz T, Gelgor I, Gursel M. Comparison of two different gingivectomy techniques for gingival cleft treatment. *Angle Orthod* (2004) 74:375–380
11. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Orthodontic treatment planning: limitations, controversies, and special problems. *Contemporary orthodontics* (2007) 4; 268–330
12. Glans R, Larsson E, Ogaard B Longitudinal changes in gingival condition in crowded and noncrowded dentitions subjected to fixed orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* (2003) 124:679–682
13. Kurol, J. r., R nnerman, A., & Heyden, G. Long-term gingival conditions after orthodontic closure of extraction sites. Histological and histochemical studies. *The European Journal of Orthodontics*, (1982) 2: 87–92.
14. Atherton JD The gingival response to orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* (1970) 58:179–186
15. Erikson JG, Kaplan H, Aisenberg MS Orthodontics and transseptal fibers. *Am J Orthod* (1945) 31:1–20
16. Diedrich P, Wehrbein H Orthodontic retraction into recent and healed extraction sites. A histologic study. *J Orofac Orthop* (1997) 58:90–99
17. Gölz L, Reichert C, Jäger A. Retrospective investigation of gingival invaginations Part II: microbiological findings and genetic risk profile *J Orofac Orthop* (2012) 73:387-396
18. Amler MH The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* (1969) 27:309–318
19. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* (2003) 23:313–323
20. Araujo MG, Lindhe J Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* (2005) 32:212–218



21. Cardaropoli G, Araujo M, Hayacibara Retal Healing of extraction sockets and surgically produced—augmented and non-augmented—defects in the alveolar ridge. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol* (2005) 32:435–440
22. Cardaropoli G, Araujo M, Lindhe J Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* (2003) 30:809–818
23. Stimmelmayer M, Stangl M, Gernet W et al Biologie der Alveolenheilung und chirurgische Maßnahmen zum Alveolen und Kammerhalt. *Dtsch Zahnarztl Z* (2010) 65:294–303
24. Terheyden H, Iglhaut G Chirurgische Versorgung der Extraktionsalveole. *Z Zahnarztl Implantol* (2006) 22:42–45
25. Pohl Y. Neue Technikender Zahnextraktion. *Quintessenz* (2008) 59:467–474
26. Socransky SS, Haffajee AD, Cugini MA et al Microbial complexes in subgingival plaque. *J Clin Periodontol* (1998) 25:134–144
27. Osterberg T, Mellstrom D Tobacco smoking: a major risk factor for loss of teeth in three 70-year-old cohorts. *Community Dent Oral Epidemiol* (1986) 14:367– 370
28. Rawal SY, Claman LJ, Kalmar JR ,Tatakis DN Traumatic lesions of the gingiva: a case series. *J Periodontol* (2004) 75:762–769
29. Huynh-Ba G, Lang NP, Tonetti MS et al Association of the composite IL-1 genotype with peri-implantitis: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* (2008) 19:1154–1162
30. Krishnan V, Davidovitch Z On a path to unfolding the biological mechanisms of orthodontic tooth movement. *J Dent Res* (2009) 88:597–608
31. Nikolopoulos GK, Dimou NL, Hamodrakas SJ, Bagos PG Cytokine gene polymorphisms in periodontal disease: a meta-analysis of 53 studies including 4,178 cases and 4,590 controls. *J Clin Periodontol* (2008) 35:754–767
32. Pinheiro MLB, Moreira TC and Feres-Filho EJ. Guided Bone Regeneration of a Pronounced Gingivo-Alveolar Cleft Due to Orthodontic Space Closure *J Periodontal* (2006); 77:1091-1095.

33. Al-Jundi A, Al Sabbagh B, Baskaradoss JK. Evaluation of Periodontal Changes Adjacent to Extraction Sites during Upper Canine Retraction. J Contemp Dent Pract. (2017) 2:117-125.
34. Legan H, Burstone C. Soft tissue cephalometric analysis for orthognatic surgery J Oral Surg (1980) 38: 744 – 51
35. Merrifield L. The Tweed Philosophy Differential Diagnosis Semin Orthod (1996); 4: 241-253
36. Luppapornlarp S. Johnston L. The effects of premolar-extraction: A long term comparison of outcomes in” clear-cut” extraction and nonextraction Class II patients. The Angle Orthod (1993) 4: 257 – 72
37. Hagler B. Johnston L. Long-term comparison of extraction and nonextraction alternatives in matched samples of African American patients. Am J Orthod (1998) 4:393-403
38. Polk E. Thirty years of faces The Tweed Profile (2007) 6: 3-4
39. Tweed CH. The Frankfort Mandibular Incisor Angle (FMIA) in Orthodontic Diagnosis, Treatment Planning and Prognosis. Am J Orthod (1954) 24: 121-69
40. Tweed CH. The Frankfort Mandibular Incisor Angle (FMIA) in Orthodontic Diagnosis, Classification, Treatment Planning and Prognosis Am J Orthod (1946) 32: 175-221
41. Creekmore T. Where teeth should be positioned in the face and jaws and how to get them there. J Clin Orthod (1997) 31: 586-608
42. Andrews L. The six keys to normal occlusion (1972) 3: 296 - 309
43. Roth R. Functional occlusion for the orthodontist. J Clin Orthod (1981) 1: 32-51
44. Valverde R, Mickle U, Valverde S. Extraction vs non extraction: The dilemma in orthodontics, and the Four Extraction Determinants Parameters Odontol Pediatr (2012) 2:125-135
45. Ribeiro GLU, Jacob HB Compreendendo o fundamento do fechamento de espaços na Ortodontia, para um tratamento ortodôntico mais eficiente Dental Press J Orthod. (2016) 2:115-25
46. P. McLaughlin, Bennett, Trevisi. Mecánica sistematizada del tratamiento ortodóncico (2002) Else.vier

47. Reichert C, Wenghoefer M, Götz W et al Pilot study on orthodontic space closure after guided bone regeneration. *J Orofac Orthop* (2011) 72:45–50
48. Moqadam AS, Arash V, Mirzaie M, Fereydooni M, Haghani H and Rahmani A. Effect of alveolar ridge preservation with PDFDBA on orthodontic tooth movement rate, formation of gingival invagination and root resorption: A Randomized controlled pilot study *Biomedical & Pharmacology Journal* (2016) 3: 1229-1235
49. Reichert C., Wenghoefer, M., Kutschera, E., Götz, W., & Jäger, A. (2014). Ridge preservation with synthetic nanocrystalline hydroxyapatite reduces the severity of gingival invaginations—a prospective clinical study. *Journal of Orofacial Orthopedics* (2014) 1: 7–15.
50. Edwards JG The prevention of relapse in extraction cases. *Am J Orthod* (1971) 60:128-144
51. Stappert, D., Geiman, R., Zadi, Z. H., & Reynolds, M. A. Gingival clefts revisited: Evaluation of the characteristics that make one more susceptible to gingival clefts. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, (2018) 5: 677–682
52. DiBiase, A. T., Woodhouse, N. R., Papageorgiou, S. N., Johnson, N., Slipper, C., Grant, J., Cobourne, M. T. Effects of supplemental vibrational force on space closure, treatment duration, and occlusal outcome: A multicenter randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, (2018) 4: 469–480
53. Larissa Bressane, Guilherme Janson, Rodrigo Naveda, Marcos Rovertto de Freitas, Daniela Garib Factors affecting the stability of maxillary extraction site closure *Dental Press J Orthod*. 2021; 26(2): e2119187.