



Universidad de  
Oviedo

**UNIVERSIDAD DE OVIEDO  
MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA  
DENTOFACIAL**

**TITULO.**

**Estudio de la reabsorción radicular en la intrusión de los incisivos superiores mediante anclaje esquelético en el tratamiento de la sobremordida.**

**ALUMNO**

**Juan Manuel Estévez Alfaya**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**Oviedo, mayo 2023**





Universidad de  
Oviedo

**UNIVERSIDAD DE OVIEDO  
MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA  
DENTOFACIAL**

**TITULO.**

**Estudio de la reabsorción radicular en la intrusión de los  
incisivos superiores mediante anclaje esquelético en el  
tratamiento de la sobremordida.**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**ALUMNO**

**Juan Manuel Estévez Alfaya**

**Tutor: Dr. Iván Menéndez Díaz**





Universidad de  
Oviedo

**Iván Menéndez Díaz**, Doctor en Odontología, adscrito al Departamento de Cirugía y Especialidades Médico Quirúrgicas de la Universidad de Oviedo

**CERTIFICO:**

Que el trabajo titulado “Estudio de la reabsorción radicular en la intrusión de los incisivos superiores mediante anclaje esquelético en el tratamiento de la sobremordida” presentado por **D. Juan Manuel Estévez Alfaya**, ha sido realizado bajo mi dirección y cumple los requisitos para ser presentado como Trabajo de Fin de Máster en Ortodoncia y Ortopedia Dento Facial.

En Oviedo, mayo de 2023



## **RESUMEN Y ABSTRACT**







## **RESUMEN**

Los mini-implantes son dispositivos de anclaje esquelético efectivos para realizar la intrusión de los incisivos superiores sin efectos secundarios en otros dientes. Se pueden aplicar diferentes mecánicas dependiendo de los objetivos del tratamiento. Esta revisión tuvo como objetivo evaluar la reabsorción radicular asociada a esta biomecánica.

Se realizó la búsqueda y selección de los estudios incluidos en esta revisión acuerdo con la estructura PICO, seleccionando finalmente 6 artículos.

Los resultados recogen y analizan valores de un total de 128 sujetos. Las principales medidas constan de los cambios en la longitud radicular de los incisivos superiores, con relación al tiempo de tratamiento, intensidad de fuerzas y cantidad de intrusión, evaluados radiográficamente mediante imágenes en 2 y 3 dimensiones.

La principal conclusión se basa en la necesidad de más investigación, con una muestra y criterios de estudio adecuados, que confirme la relación entre la reabsorción radicular y la mecánica ortodóncica anclada en mini-implantes y a su vez permita establecer un protocolo de intrusión óptimo. Las demás conclusiones sobre dicha biomecánica deben ser interpretadas con cautela, debido a la falta de uniformidad en los estudios.

## **PALABRAS CLAVE**

Reabsorción radicular, intrusión, sobremordida, mini-implantes, dispositivos de anclaje temporal, incisivos superiores.



## **ABSTRACT**

Mini-implants are effective skeletal anchorage devices for intrusion of upper incisors without secondary effects on other teeth. Different mechanics can be applied depending on the objectives of the treatment. This review aimed to evaluate root resorption associated with this biomechanics.

The search and selection of the studies included in this review was carried out according to the PICO structure, finally selecting 6 articles.

The results collect and analyze values from a total of 128 subjects. The main measurements consist of the changes in the root length of the upper incisors, in relation to the treatment time, force intensity and amount of intrusion, radiographically evaluated by means of 2 and 3-dimensional images.

The main conclusion is based on the need for more research, with an adequate sample and study criteria, to confirm the relationship between root resorption and orthodontic mechanics anchored in mini-implants and, in turn, to establish an optimal intrusion protocol. The other conclusions on said biomechanics must be interpreted with caution, due to the lack of uniformity in the studies.

## **KEY WORDS**

Root resorption, intrusion, overbite, mini-implants, temporary anchorage devices, upper incisors.



## Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	15
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	21
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	25
4. RESULTADOS.....	33
5. DISCUSIÓN.....	45
6. CONCLUSIONES.....	56
7. FUTURA INVESTIGACIÓN.....	59
8. BIBLIOGRAFÍA.....	63

## Índice de Figuras

<i>Figura 1. Diagrama de flujo de búsqueda y selección de artículos.</i> .....	27
<i>Figura 2. Reabsorción de incisivos centrales comparada con incisivos laterales (mm).</i> .....	34
<i>Figura 3 Cantidad intrusión media emparejada con la cantidad de reabsorción (mm).</i> .....	35
<i>Figura 4. Cantidad reabsorción radicular según fuerza total.</i> .....	38
<i>Figura 5 Reabsorción radicular relacionada con la tasa de intrusión.</i> .....	39
<i>Figura 6 Intrusión y reabsorción incisiva según la posición de los mini-implantes.</i> .....	39
<i>Figura 7. Intrusión y reabsorción incisiva según el método de intrusión.</i> .....	41

## Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Esquema de los artículos incluidos en la revisión.</i> .....	29
<i>Tabla 2. Valores de reabsorción radicular post intrusión (mm).</i> .....	35
<i>Tabla 3. Cantidad media de intrusión, reabsorción radicular y tasa reabsorción/intrusión según la posición de los mini-implantes.</i> .....	40
<i>Tabla 4. Valores medios de intrusión, reabsorción y tasa reabsorción/intrusión según el método de intrusión.</i> .....	42



# INTRODUCCIÓN





## 1. INTRODUCCIÓN.

La intrusión dental es sin duda uno de los movimientos más importantes y difíciles de conseguir en ortodoncia. Este tipo de movimiento exige al ortodoncista planificar los objetivos del tratamiento, la elección de su biomecánica y el análisis de sus diversos efectos(1). La intrusión ortodónica de los dientes anteriores está indicada para el manejo de una sobremordida profunda(2)

La sobremordida o mordida profunda ha sido considerada como uno de los problemas de maloclusión más comunes, con una prevalencia del 21% al 26% en la población normal y alrededor del 75% en pacientes ortodóncicos. La corrección de la mordida profunda es a menudo un objetivo principal del tratamiento de ortodoncia debido a sus efectos potencialmente perjudiciales sobre la salud periodontal, la función de la articulación temporomandibular y la estética.(3,4)

La corrección de la mordida profunda durante el tratamiento de ortodoncia suele ser complicada y, en algunos casos, puede producirse una recidiva. Según el diagnóstico y los objetivos del tratamiento, la biomecánica del tratamiento de la sobremordida profunda puede basarse en la intrusión de los incisivos, la extrusión de los segmentos posteriores o la combinación de estos tratamientos. Los estudios han intentado cuantificar la eficacia y los efectos de estos diferentes enfoques.(2)

Las mordidas profundas pueden afectar la apariencia estética y la sonrisa de una persona. Dentro de estas maloclusiones, las causadas por la sobreerupción de los incisivos superiores se pueden diagnosticar mediante cefalometrías con radiografías laterales. Si el labio inferior cubre más de 4 mm de los incisivos centrales superiores en la telerradiografía de un paciente, indica una sobreerupción de los incisivos superiores. La evaluación funcional de la línea gingival superior en relación con el labio superior indica si los dientes anteriores maxilares o mandibulares deben ser intruidos(5).



Dentro de los diferentes enfoques de tratamiento, la extrusión de los dientes posteriores hace rotar la mandíbula hacia abajo y hacia atrás, y el cóndilo asume una nueva posición en la articulación de la articulación temporomandibular. Si se logra el equilibrio entre la función, los músculos y la articulación temporomandibular después del tratamiento de ortodoncia por remodelación y readaptación, la extrusión de los dientes posteriores y el tratamiento exitoso de la sobremordida profunda se mantienen estables. En los adultos, sin embargo, los músculos de la masticación y la oclusión alterada pueden hacer que los dientes posteriores extruidos regresen a sus posiciones originales hasta que se obtenga de nuevo el equilibrio entre los tejidos blandos y duros y se produzca una recidiva(6)

La intrusión de los incisivos maxilares debe ser el tratamiento preferido en pacientes que han finalizado su periodo de crecimiento con mordidas profundas causadas por sobreerupción de los incisivos maxilares. Los arcos de intrusión se usan con frecuencia para tratar sobremordidas profundas. Sin embargo, tiene efectos secundarios no deseados, como la extrusión de los dientes posteriores o la proinclinación de los dientes anteriores, limitando la eficacia del tratamiento(7)

Para conseguir este movimiento se utilizaban diferentes medios y técnicas antes de la aparición de los mini-implantes en el mundo de la ortodoncia. Los mini-implantes son un sistema de anclaje intraóseo que ha revolucionado el abordaje clínico de la intrusión ortodóncica y ha permitido cambiar la concepción clásica del tratamiento.(1)

El control del anclaje, especialmente en la dimensión vertical, es muy importante si se va a corregir la sobremordida mediante una intrusión pura de los dientes anteriores. Aunque los aparatos extraorales proporcionan anclaje suficiente, requieren una cooperación excesiva del paciente.(7)

Los mini-implantes, minitornillos o TAD son una alternativa sin conformidad a las formas más tradicionales de intrusión de incisivos. Hay muchas ventajas del anclaje con mini-implantes, aumenta la eficacia del tratamiento con una dependencia mínima de la





cooperación del paciente, son fáciles de colocar y quitar, son de tamaño pequeño y de bajo costo, permiten al ortodoncista la libertad de colocarlos en varios lugares con pocas complicaciones, consiguen maximizar los movimientos dentales deseados y minimizar los efectos secundarios indeseables.(2,8)

El tratamiento y corrección de la sobremordida se produce mediante la intrusión de los incisivos, estos dientes parecen ser más susceptibles a la reabsorción debido a las características de su raíz que concentra una mayor tensión en el ápice. La concentración de fuerzas de en la raíz, especialmente en el ápice, puede causar cambios biológicos en el cemento y el ligamento periodontal, lo que provoca reabsorción radicular. Las maloclusiones que presentan una sobremordida profunda se asocian frecuentemente con la aparición de una curva de Spee aumentada.(9) Los mini-implantes se han utilizado con éxito para la intrusión de dientes porque permiten aplicar fuerzas ligeras y continuas de magnitudes conocidas. Un mejor control de las fuerzas podría disminuir la reabsorción radicular apical externa, que a menudo se asocia con estos movimientos intrusivos. (2,10)

Un método de diagnóstico por imágenes preciso e inequívoco es necesario tanto para prevenir como para controlar la reabsorción radicular, lo que solo es posible mediante una evaluación volumétrica tridimensional. Actualmente, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) es la herramienta líder para la obtención de imágenes dentales in vivo en el campo de la investigación de la reabsorción radicular. (11)



## **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**





## **2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

Evaluar la reabsorción radicular de los incisivos superiores en pacientes con sobremordida aumentada mediante mecánicas de intrusión ancladas a mini-implantes.



## **MATERIAL Y MÉTODOS**







### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

Los estudios incluidos en esta revisión tenían que estar de acuerdo con la estructura PICO:

Population (P): pacientes de cualquier sexo y etnia, fuera de crecimiento, diagnosticados con sobremordida ( $\geq 4\text{mm}$ ) y sin previos tratamientos ortodónticos u ortopédicos. Los estudios debían incluir un grupo control.

Intervention (I): pacientes tratados con mini-implantes para intrusión de incisivos superiores.

Comparison (C): pacientes tratados con otra mecánica para la intrusión de incisivos superiores.

Outcomes (O): cambios en la longitud radicular de los incisivos superiores, con relación al tiempo de tratamiento, intensidad de fuerzas y cantidad de intrusión, evaluados radiográficamente.

#### **Criterios de exclusión**

Se excluyeron los artículos que no utilizaban mini-implantes para la intrusión de incisivos superiores, con pacientes tratados previamente mediante ortodoncia, ortopedia o cirugía ortognática, incluían pacientes en crecimiento, pacientes con dientes traumatizados, mediciones realizadas sobre modelos o fotografías.



### **Estrategia de búsqueda**

Se realiza la búsqueda a través de la base de datos Pubmed el día 10 del mes de noviembre de 2022, recogiendo todas las publicaciones hasta la fecha. Las palabras clave fueron empleadas y combinadas mediante los operadores booleanos de la siguiente manera: ((anterior intrusion) OR (incisor intrusion) OR (intrusion)) AND ((micro implant) OR (mini implant) OR (miniscrew)).

### **Selección de los estudios**

Se mostraron los títulos y resúmenes de los artículos encontrados con las estrategias de búsqueda recogida en el punto anterior.

Primero escogieron para la lectura del resumen los artículos cuyo título parecía relevante según los criterios de inclusión. A continuación, se realiza la lectura del resumen de todos los artículos seleccionados, finalmente los que han cumplido los criterios PICO se leen de manera integral.

Se han recogido razones de exclusión para cada uno de estos artículos escogidos para la lectura integral.

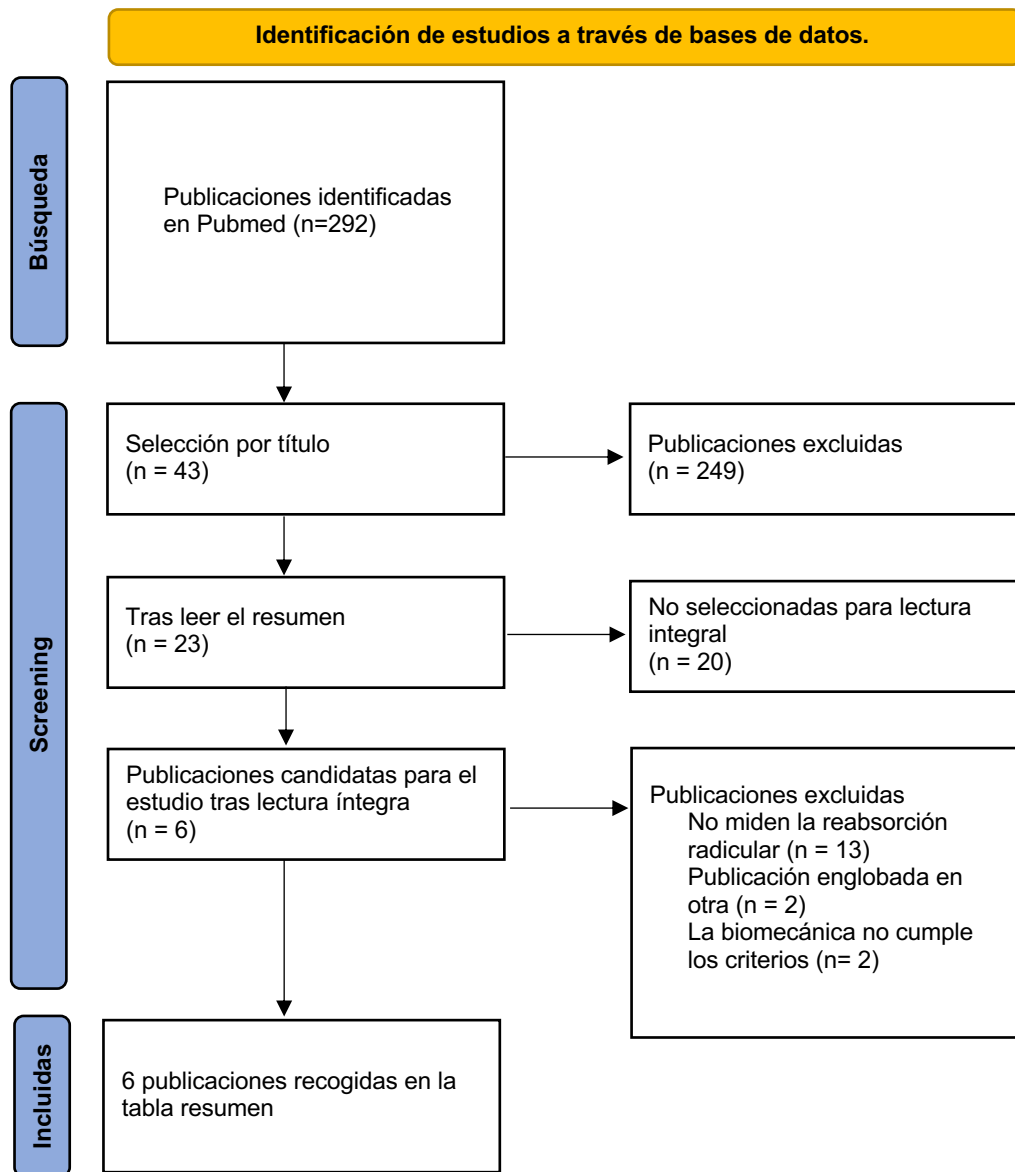


Figura 1. Diagrama de flujo de búsqueda y selección de artículos.



Publicación	Tipo de estudio	Grupo tratado	Diámetro/longitud (mm)	Posición mini-implante/es	Fuerza de intrusión por lado / método de intrusión	Grupo control	Método de medición	Rango edad	Forma de medición incisivos maxilares
<b>Sosly et al. (2019) (Karagoz et al. (2013))(12)</b>	Revisión sistemática y metaanálisis	13 (mini-implantes anteriores)	1.4/8	Entre centrales y laterales maxilares	50g/ muelle de NiTi	12 (tratados con arcos de intrusión-Connecticut)	CBCTs (antes del tratamiento y al finalizar la intrusión)	>15	Longitud de incisivos laterales y centrales en CBCT
<b>Sosly et al. (2019) (Gurlen y Aras (2016))(12)</b>	Revisión sistemática y metaanálisis	16 (mini-implantes anteriores)	1.4/7	Entre centrales y laterales maxilares	30g/cadeneta	16 (tratados con arcos de intrusión-Connecticut)	Telerradiografía Periapicales	>16.5	Longitud de incisivos laterales y centrales en periapicales
<b>Aras y Tuncer (2016)(13)</b>	Ensayo clínico	15 (mini-implantes anteriores)	1.4/6	Entre laterales y caninos maxilares	40g/ cadeneta	-	CBCT (antes y 4 meses después de la intrusión)	19.31-+3.84	Longitud de incisivos laterales y centrales en CBCT
		16 (mini-implantes posteriores)	1.6/7	Mesial de los primeros molares maxilares	40g/ arco intrusión Burstone	-		19-+3.48	



<b>Albelasy et al. (2022)</b> (14)	Estudio prospectivo	16 (intrusión y retracción de laterales y centrales)	1.6/8	Primer molar y segundo premolar	100g/ arco intrusión Burstone	-	CBCT (antes y después de la intrusión-retracción)	17.9-+ 1.94	Longitud de incisivos centrales y laterales en CBCT
<b>Bhat et al. (2014)</b> (15)	Ensayo clínico comparativo	10 (mini-implante anterior)	-	Entre incisivos centrales	40g total / coil cierre NiTi	10 (tratados con arco utility)	RVG (antes y después de la intrusión, 6 meses después)	Adultos	Longitud de incisivos laterales y centrales en RVG
<b>Deguchi et al. (2006)</b> (16)	Estudio comparativo	8 (mini-implantes anteriores)	1.5/6	Entre centrales y laterales	100g/ ligadura metálica	10 (tratados con TEX de tiro alto)	RVG y TeleRx (antes de tratamiento y después de la intrusión)	21.5 +-3.7	RVG (antes de tratamiento y post-intrusión; no diferencia entre centrales y laterales, nos da una media)
<b>Vela-Hernandez et al. (2020)</b> (17)	Estudio retrospectivo	22	1.6/8	Entre incisivos centrales	90g/ cadeneta	-	Telerradiografía antes, después del tratamiento y tras 12 meses de retención	Adultos	Longitud de incisivo central en telerradiografía
		22	1.6/8	Entre laterales y caninos maxilares	90g/ cadeneta	-			

Tabla 1. Esquema de los artículos incluidos en la revisión.



## **RESULTADOS**







#### 4. RESULTADOS

Tras el análisis y recopilación de datos de las publicaciones seleccionadas, la falta de un protocolo común no permite realizar el análisis estadístico y la revisión se hará en base al análisis descriptivo de las mediciones y los resultados.

De las 6 publicaciones seleccionadas y analizadas en profundidad, se descartó finalmente la publicación de Bhat 2014(15) porque la intrusión de los incisivos se midió sobre los modelos de estudio, pese a que la reabsorción de estos sí se cuantificó sobre una imagen radiográfica.

Las 5 publicaciones recogen una muestra total de 128 sujetos, divididos en 8 grupos según las diferentes mecánicas de tratamiento, todos ellos fuera de edad de crecimiento, sin tratamiento previo de ortodoncia, con sobremordida mayor a 4 mm, tratados con mini-implantes maxilares e imágenes radiográficas previas y posteriores a la intrusión. De los 128 sujetos, 68 contaban con radiografías 2D y 60 con imágenes 3D.

De 3 estudios se han recogido 2 grupos de cada uno de ellos, de la revisión sistemática de Sosly et al. 2019 (12) se obtuvieron los datos de dos grupos correspondientes a los estudios de Karagoz et al. 2013 (18) y Gurlen y Aras 2016 (10), de la muestra de Aras y Tuncer 2016 se obtuvieron dos grupos atendiendo a la posición de los mini-implantes, un grupo con mini-implantes anteriores situados entre los incisivos laterales y los caninos y el otro grupo con mini-implantes posteriores, a distal de los segundos premolares, por último del estudio de Vela et al. 2020(17) se extrajeron un grupo con un único mini-implante situado entre los incisivos centrales y otro grupo con dos mini-implantes entre los incisivos centrales y laterales. En cuanto a la nomenclatura de estos 4 últimos grupos durante el desarrollo del texto se les nombrará como: Aras y Tuncer 2016 (AMI), Aras y Tuncer 2016 (PMI), Vela et al. 2020 (1MI) y Vela et al. 2020 (2MI).

La falta de uniformidad en la metodología se produjo en las mediciones cefalométricas de la intrusión de los incisivos superiores, la medición estándar es la longitud desde el

plano palatino (PP) al centro de resistencia (CR) del incisivo superior (PP-CR), pero Deguchi 2006 y Vela 2020 no hicieron esta medición, utilizaron la distancia del plano palatino al borde incisal (PP-U1) y la distancia desde el plano SN al centro de resistencia del incisivo (SN-CR) respectivamente. Pese a ser mediciones cefalométricas distintas y por ello no seleccionables para un análisis estadístico, se recogen en el análisis descriptivo.

Las mediciones 2D se hicieron en base a telerradiografías y radiografías periapicales con RVG. Los incisivos superiores de los sujetos medidos mediante radiografías 2D presentaron una reabsorción media de 1,37 mm. Las mediciones 3D se realizaron con CBCTs y presentaron una reabsorción media de 0,96 mm. La media de toda la muestra fue de 1,18 mm.

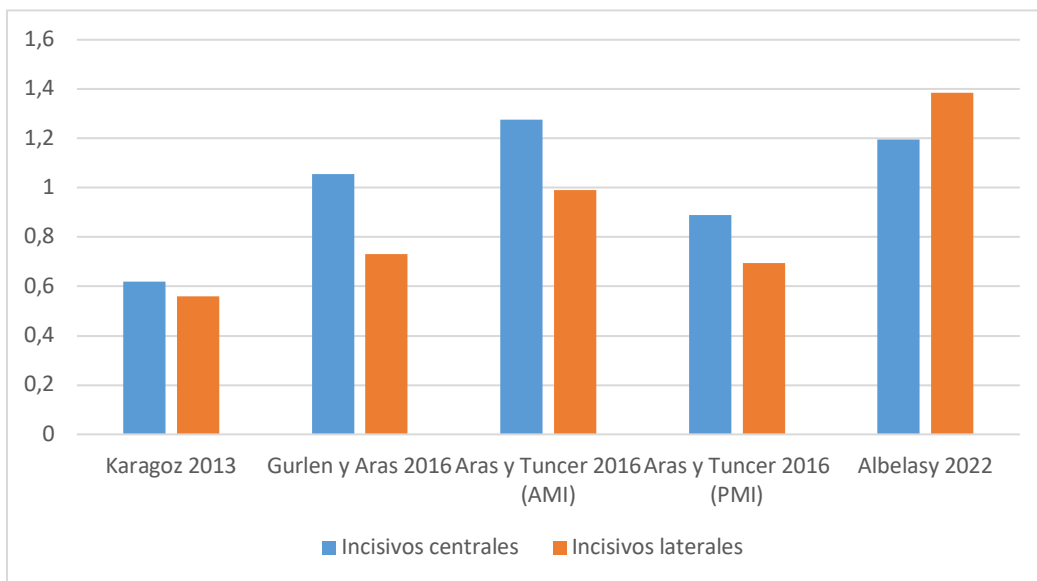


Figura 2. Reabsorción de incisivos centrales comparada con incisivos laterales (mm).

Cuatro de los seis artículos recogen la reabsorción incisiva diferenciando entre incisivos centrales y laterales, los valores se recogen en la Tabla 2, y en la figura 2 se muestra la gráfica de dichas mediciones. La reabsorción media de los grupos seleccionados para los incisivos centrales es de 1,007 mm, y de 0,872 mm para los incisivos laterales, hallándose una diferencia media de 0,135 mm más de reabsorción en los incisivos centrales que los laterales. Esta tendencia se muestra en cuatro de los cinco grupos de sujetos, siendo



únicamente la muestra de Albelayo 2022 la que presente una mayor reabsorción en incisivos laterales que en centrales.

Publicación	Reabsorción incisivo lateral derecho	Reabsorción incisivo central derecho	Reabsorción incisivo central izquierdo	Reabsorción incisivo lateral izquierdo	Reabsorción incisivos centrales (media)	Reabsorción incisivos laterales (media)	Reabsorción incisivos (media)
Karagoz 2013	0,56	0,66	0,58	0,56	0,62	0,56	0,59
Gurlen y Aras 2016	0,65	1,13	0,98	0,81	1,055	0,73	0,8925
Aras y Tuncer 2016 (AMI)	1,02	1,25	1,3	0,96	1,275	0,99	1,1325
Aras y Tuncer 2016 (PMI)	0,72	0,9	0,88	0,67	0,89	0,695	0,7925
Albelayo 2022	1,32	1,27	1,12	1,45	1,195	1,385	1,29

Tabla 2. Valores de reabsorción radicular post intrusión (mm).

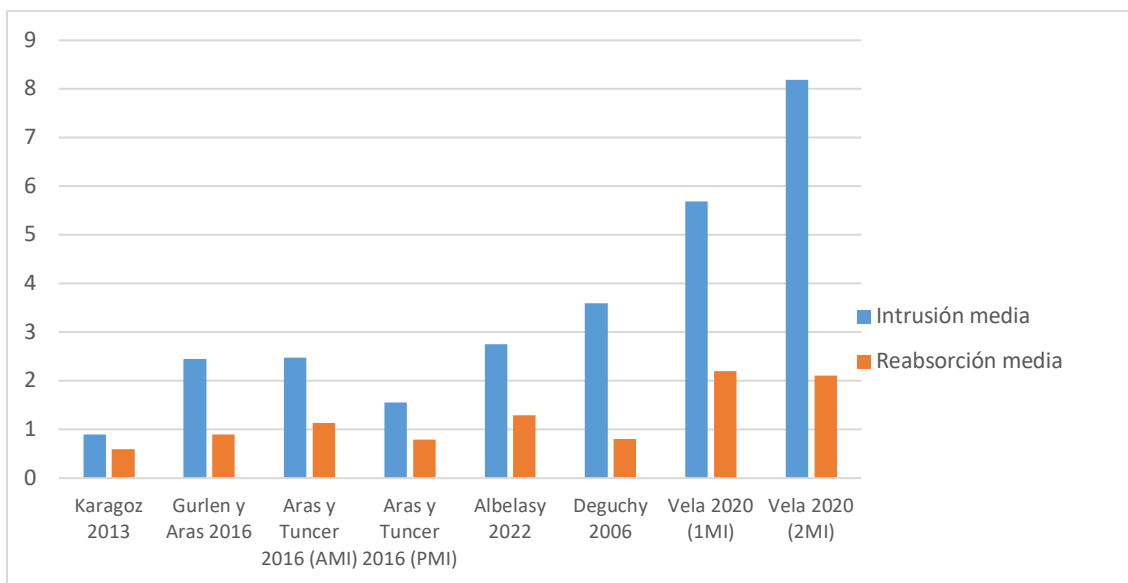


Figura 3 Cantidad intrusión media emparejada con la cantidad de reabsorción (mm).

Las 6 publicaciones y todos sus participantes recogen los registros de la intrusión incisiva y la reabsorción radicular en los incisivos post intrusión. Los valores medios de ambas medidas y la relación entre ellas, cantidad de reabsorción radicular por cada milímetro de intrusión, se recogen en la tabla 3, no todos los grupos de tratamiento recogen la reabsorción radicular diferenciando incisivos centrales y laterales, pero sí todos recogen al menos la reabsorción media incisiva. En la figura 3 se representan las medias de la



intrusión y la reabsorción radicular pareadas por grupos. El valor más alto en la intrusión lo presenta el grupo de Vela 2020 (2MI) con 8,19 mm de media, produciéndose una reabsorción radicular media de 2,11 mm. El valor más elevado de reabsorción lo muestra el grupo de Vela 2020 (1MI) 2,2 mm de media, asociado a 5,69 mm de intrusión. Los valores medios más bajos los presenta la muestra de Karagoz 2013, 0,9 mm de intrusión con una reabsorción de 0,59 mm. Hallando una relación entre ambos valores, obtenemos la tasa reabsorción/intrusión, con una media de 0,415 mm de reabsorción radicular de incisivos superiores por cada mm de intrusión.



## Resultados

Publicación	Tamaño muestra	Número mini-implantes	Fuerza total intrusión (gr)	Método intrusión	Intrusión media (mm)	Reabsorción incisivos (media, mm)	Tiempo de intrusión (meses)	Método radiográfico de medición	Posición mini-implantes	Tasa intrusión (mm intrusión / mes)	Fuerza total de intrusión (gr)	Tasa reabsorción radicular / intrusión (mm)
Karagoz 2013	13	2	100	Coil NiTi	0,9	0,59	4,8	CBCT	Incisivos centrales-laterales	0,188	480	0,656
Gurlen y Aras 2016	16	2	60	Cadeneta	2,45	0,8925	5	Radiografía periapical (RVG)	Incisivos centrales-laterales	0,238	300	0,364
Aras y Tuncer 2016 (AMI)	15	2	80	Cadeneta	2,48	1,1325	4	CBCT	Incisivo lateral-canino	0,620	320	0,457
Aras y Tuncer 2016 (PMI)	16	2	80	Arco Burstone	1,55	0,7925	4	CBCT	Distal de segundos premolares	0,388	320	0,511
Albelasy 2022	16	2	85	Arco Burstone	2,75	1,29	6,2	CBCT	Distal de segundos premolares	0,444	527	0,469
Deguchy 2006	8	2	90	Ligadura metálica	3,6	0,8	6,6	Radiografía periapical (RVG)	Incisivos centrales-laterales	0,545	594	0,222
Vela 2020 (1MI)	22	1	90	Cadeneta	5,69	2,2	6,1	Telerradiografía	Entre incisivos centrales	0,933	549	0,387
Vela 2020 (2MI)	22	2	180	Cadeneta	8,19	2,11	6,1	Telerradiografía	Incisivos centrales-laterales	1,343	1098	0,258

Tabla 3. Resumen de los principales valores analizados.

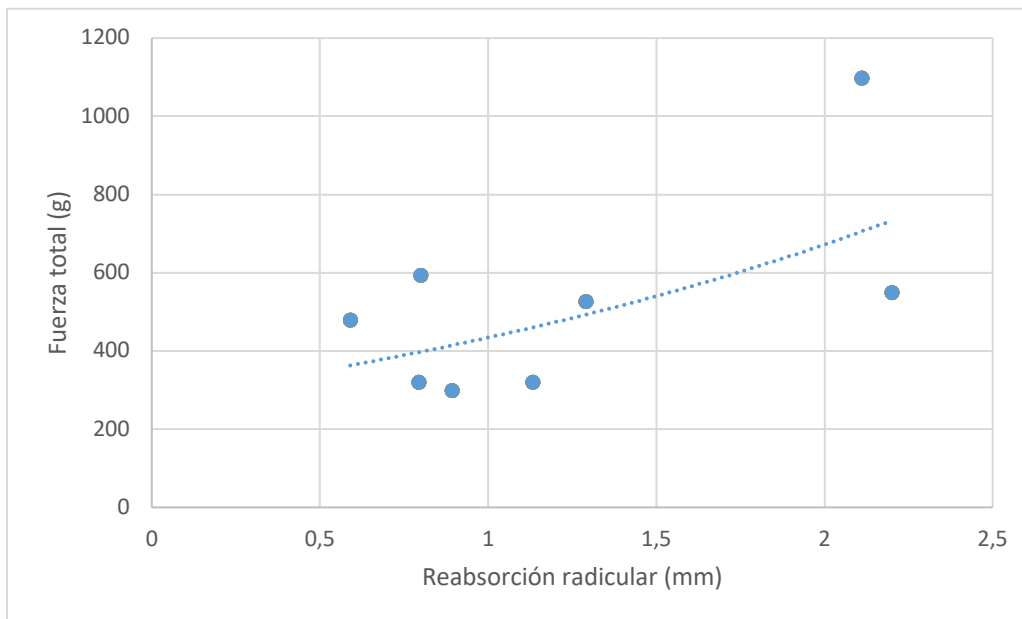


Figura 4. Cantidad reabsorción radicular según fuerza total.

A continuación, se muestra la cantidad de reabsorción de cada muestra emparejada con la fuerza total ejercida durante la intrusión incisiva. Los valores se recogen en la tabla 3, la fuerza total es aproximada, ya que cada material con el que se realiza la fuerza de intrusión presenta diferentes propiedades con distintas curvas de fuerza en relación con el tiempo, este valor se ha calculado multiplicando la fuerza registrada en cada activación por el tiempo de intrusión medio de cada grupo. La figura 4 es una gráfica donde se relacionan los dos valores, en el eje Y la fuerza total y en el eje X la reabsorción radicular, la tendencia no es clara debido a que los dos valores más altos de reabsorción se relacionan con fuerzas muy dispares, tomando uno de ellos la tendencia sería que a mayor fuerza aumenta la reabsorción, sin embargo, observando el otro valor la tendencia sería un aumento de la reabsorción sin relación al aumento de la fuerza total.

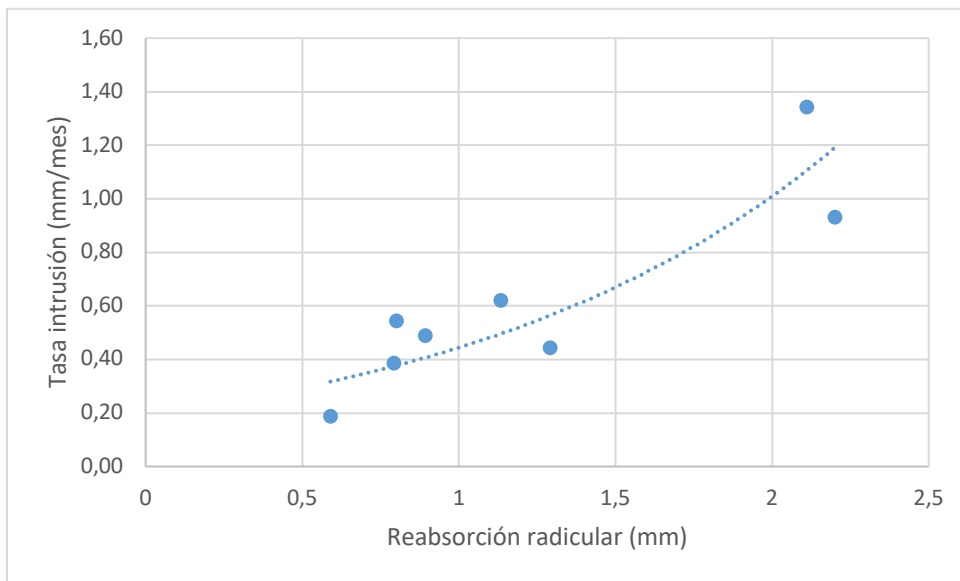


Figura 5 Reabsorción radicular relacionada con la tasa de intrusión.

La tasa de intrusión se ha calculado dividiendo los mm de intrusión de cada grupo entre los meses de duración de la mecánica intrusiva, los datos de esta relación se recogen en la tabla 3 y se ha obtenido una media de 0,62 mm/mes. La figura 5 también va a relacionar estos datos con la cantidad de reabsorción radicular. En este caso, sí que a priori se observa una tendencia más clara, a mayor tasa de intrusión/mes aumenta también la reabsorción, es decir, cuanto más rápida es la intrusión parece ser mayor la cantidad de reabsorción radicular de nuestra muestra estudiada.

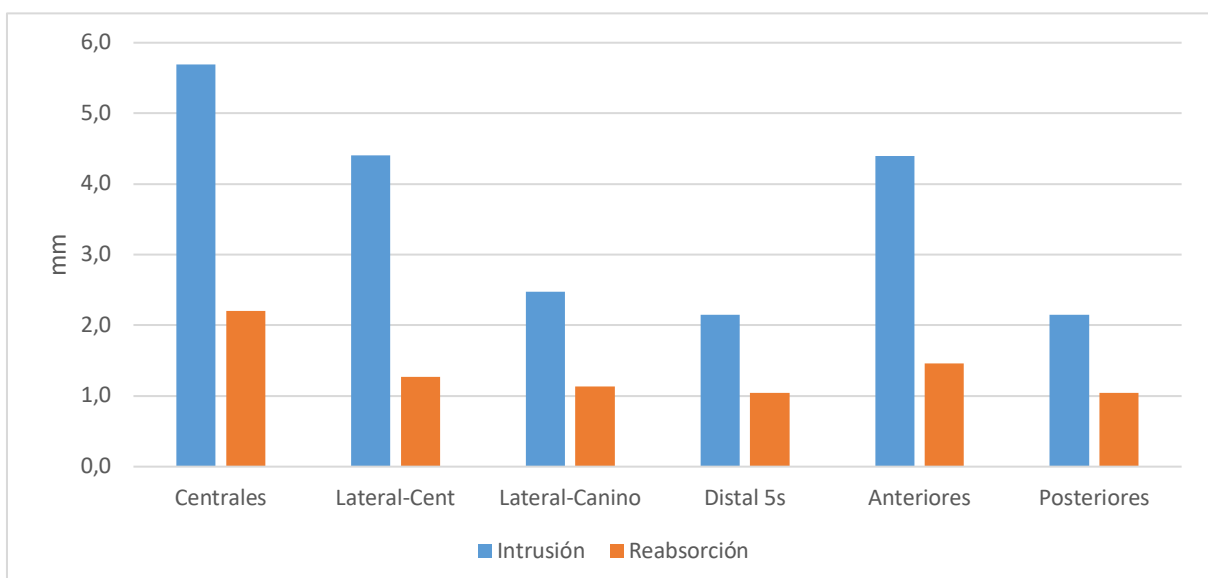


Figura 6 Intrusión y reabsorción incisiva según la posición de los mini-implantes.

La posición de los mini-implantes varía entre los 128 pacientes de nuestra muestra, en 22 de ellos se alojó el mini-implante entre los incisivos centrales, en 59 entre los incisivos centrales y laterales, en 15 entre el lateral y el canino y en 32 sujetos a distal de los segundos premolares, agrupándolos en según la posición de los mini-implantes se recogen 96 pacientes con mini-implantes anteriores y 32 con posteriores. Estos valores se muestran en la tabla 3 y en la figura 6 se agrupan los datos de intrusión y reabsorción según la posición de los mini-implantes. La mayor cantidad de intrusión (5,69 mm) se observa con un único mini-implante entre los incisivos centrales, la menor se recoge en los implantes posteriores (2,15 mm). Los valores más elevados de reabsorción radicular también aparecieron con el mini-implante entre los centrales (2,2 mm) y con los mini-implantes posteriores (1,04). Sin embargo, los datos más destacables aparecen en la tasa reabsorción/intrusión, el grupo donde se alojaron los mini-implantes entre los incisivos centrales y laterales presentó 0,288 mm de reabsorción por cada mm de intrusión, siendo el valor más bajo de todas las posiciones estudiadas y presentando el segundo valor más alto de intrusión (4,4 mm), el grupo de mini-implantes posteriores presentó la tasa de reabsorción/intrusión más elevada (0,484) con los valores medios de intrusión más bajos, estos últimos datos se recogen en la tabla 4.

Posición mini-implante	Intrusión (mm)	Reabsorción (mm)	Tasa reabsorción / intrusión (mm)
Centrales	5,690	2,200	0,387
Central-lateral	4,405	1,267	0,288
Lateral-Canino	2,480	1,133	0,457
Distal 5s	2,150	1,041	0,484
Anteriores	4,399	1,460	0,332
Posteriores	2,150	1,041	0,484

Tabla 3. Cantidad media de intrusión, reabsorción radicular y tasa reabsorción/intrusión según la posición de los mini-implantes.



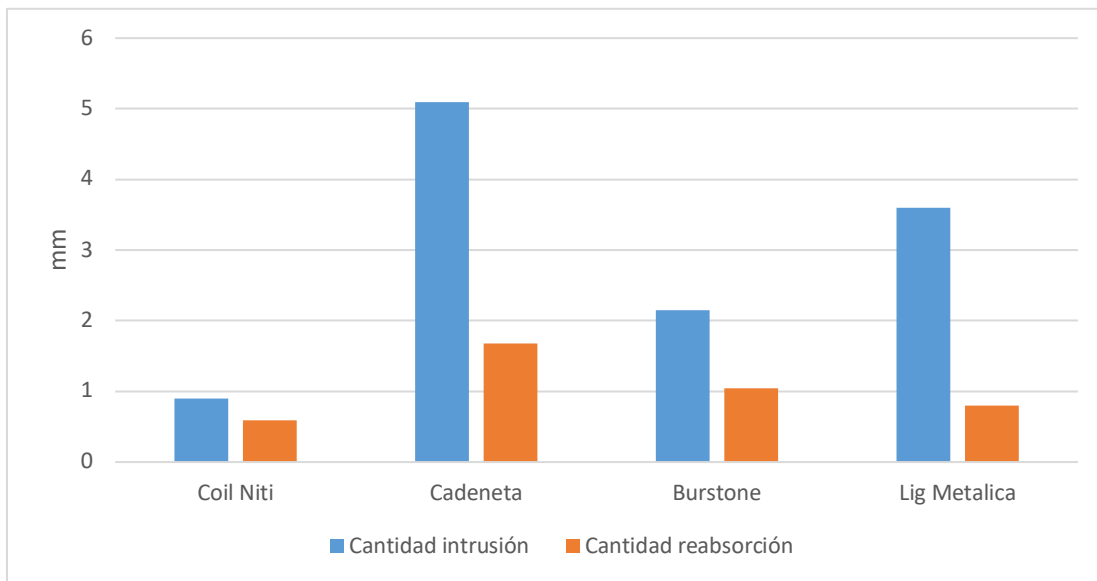


Figura 7. Intrusión y reabsorción incisiva según el método de intrusión.

El método con el que se ejerció la fuerza de intrusión con apoyo en los mini-implantes presentó 4 variantes en nuestra muestra; en 13 pacientes la fuerza se aplicó con coils de NiTi a dos mini-implantes al arco, 75 con cadenas elásticas (22 de ellos a un único mini-implante) de los mini-implantes al arco, 32 con Arcos Burstone anclados a dos mini-implantes y ligados a los incisivos y 8 pacientes con ligaduras metálicas desde dos mini-implantes al arco base. Los datos se recogen en la tabla 5 y en la figura 7 se emparejan los valores de la intrusión incisiva y la reabsorción radicular según los diferentes métodos o mecánicas de intrusión. Le media de intrusión más elevada la presenta el grupo tratado con cadenas (5,09 mm) y la más baja el tratado con coils de NiTi (0,9 mm), las medias de reabsorción más altas y bajas también las presentan estos grupos, con 1,68 mm y 0,59 mm respectivamente. Sin embargo los valores se invierten al calcular la tasa de reabsorción/intrusión, el grupo tratado con coils de Niti muestra una relación de reabsorción por cada milímetro de intrusión más alta, con un valor de 0,656 y la tasa más baja la presenta el grupo tratado con ligadura metálica, con 0,222 mm de reabsorción por cada mm de intrusión.



Método de intrusión	Intrusión (mm)	Reabsorción (mm)	Tasa reabsorción / intrusión (mm)
Coil Niti	0,9	0,59	0,656
Cadeneta	5,090	1,681	0,330
Arco Burstone	2,15	1,04125	0,484
Ligadura metálica	3,6	0,8	0,222

Tabla 4. Valores medios de intrusión, reabsorción y tasa reabsorción/intrusión según el método de intrusión.

## **DISCUSIÓN**





## 5. DISCUSIÓN

La falta de uniformidad en la metodología es la limitación fundamental en esta revisión y de este tema en general. Todos los estudios presentan un análisis cefalométrico sobre una radiografía lateral de cráneo y la medición de la reabsorción radicular sobre imágenes radiográficas en dos o tres dimensiones. Como propuesta cefalométrica en la medición de la intrusión de los incisivos superiores, la medición estándar debería ser la longitud desde el plano palatino (PP) al centro de resistencia (CR) del incisivo superior (PP-CR), no se recomienda la evaluación de la intrusión usando el borde incisal o el ápice de la raíz ya que estos puntos son dependientes de cualquier cambio en la inclinación y conducen a un cálculo erróneo de la intrusión debido a la reabsorción de la raíz (Albelasy 2022)(14).

El grupo de Vela 2020 utiliza el plano SN en vez del plano palatino, ya que lo consideran otro plano de referencia que no varía durante el tratamiento. Lo importante a la hora de establecer un protocolo debe ser la uniformidad de las medidas, y basar estas mediciones en un plano o estructuras que no se modifiquen durante el tratamiento(17). (Vela 2020)

En cuanto al cálculo de la reabsorción radicular el método radiográfico idóneo es el CBCT, ya que la toma y cálculo de las distancias no es dependiente al operador o a la angulación de los dientes y placas radiográficas receptoras. Una de las limitaciones de usar un método bidimensional para medir la reabsorción radicular es que la reabsorción constituye una pérdida de volumen, un método cuantitativo tridimensional como CBCT sería mucho más preciso con un alto nivel de precisión y repetibilidad sin sobreestimar o subestimar la reabsorción radicular apical. Sin embargo, es cuestionable la justificación para realizar un CBCT solo para los fines del estudio. (13,14)(Albelasy 2022) (Aras y Tuncer 2016)

La reabsorción incisiva diferenciada entre incisivos centrales y laterales se recoge no en todos los estudios, pero si es un valor interesante que analizar. Los incisivos centrales estuvieron sujetos a más reabsorción radicular que los incisivos laterales, este resultado



lo respaldan la mayoría de los autores, y como sugieren De Vincenzo y Winn la proximidad de las raíces al hueso cortical podría explicar una mayor reabsorción en los incisivos centrales, otro argumento es que los incisivos centrales al tener un mayor volumen y superficie reciben mayor cantidad de fuerza que provoca un aumento en la reabsorción (13)(Aras y Tuncer 2016). Sin embargo, Dermaut y De Munch no encontraron diferencias significativas entre ellos al igual que el grupo de Albelasy 2022 (14). De cara a futuras investigaciones debería unificarse el protocolo y medir tanto los incisivos centrales como los laterales para poder obtener conclusiones más sólidas. En nuestra revisión se halló una reabsorción media para los incisivos centrales de 1,007 mm, y de 0,872 mm para los incisivos laterales, hallándose una diferencia media de 0,135 mm más de reabsorción en los incisivos centrales que los laterales.

Dado que los mini-implantes reducen la necesidad de mecanismos complicados y eliminan los efectos secundarios de los métodos convencionales, la intrusión de incisivos asistida por mini-implantes ha ganado popularidad en los últimos años. En este contexto, se es importante sopesar su capacidad de intrusión frente a sus posibles efectos secundarios, ya que la intrusión aumenta las posibilidades de reabsorción de la raíz. La importancia recae en estudiar bien cada paciente, conociendo la biomecánica y efectos adversos de cada técnica elegir la más favorable en las distintas situaciones clínicas.(19)

Estos dos valores se han analizado atendiendo a diferentes variables. Nuestros valores medios son 1,181mm de reabsorción y 3,4512mm de intrusión. La revisión sistemática de Sosly 2019 (12) analizó cambios en la longitud de la raíz comparando el uso de arcos rectos o arcos de intrusión apoyados en dientes y con el uso de mini-implantes ambos grupos informaron de una pérdida lineal promedio de la longitud de la raíz de aproximadamente 1 mm, este valor es menor pero bastante cercano al que hemos hallado. Concluyeron que los resultados combinados no indicaron una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de mini-implantes y arco de intrusión. (Sosly 2019). El grupo de Vela 2020 analizaron las diferencias en la reabsorción radicular



entre uno y dos minitornillos ubicados en diferentes zonas. Sus resultados mostraron que la reabsorción radicular general fue de  $2,15 \pm 0,85$  mm sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de uno o dos mini-implantes, sin embargo, son los que han mostrado unas medias más altas (figura 2). Todos los estudios seleccionados de intrusión de incisivos han obtenido valores de reabsorción radicular inferiores. Estas diferencias pueden deberse a la cantidad de intrusión lograda, ya que existe una correlación positiva entre las tasas de intrusión y reabsorción, como se intuye en nuestra revisión. Los resultados muestran que la cantidad de reabsorción del incisivo superior depende de la cantidad de intrusión, nuestros datos están de acuerdo con otros estudios (Harris DA 2006) (Hang G 2005) (Faltin RM 2001) (Vela 2020)(17,20–22).

El grupo de Deguchi concluyó que la intrusión de los incisivos no parece ser un factor importante que contribuya a la reabsorción radicular según sus resultados. Sin embargo, también concluyeron que hubo diferencias metodológicas sustantivas y varios diseños experimentales en esos estudios, lo que dificultó la comparación de los resultados (16).

En nuestra revisión se halló una reabsorción media menor que la descrita por el grupo de Liou y Chang 2010 (2,1–2,3 mm) y Martins 2012(2,37 mm), estos resultados no son comparables en su totalidad debido a que ambos grupos realizaron movimientos de intrusión y retracción. Por lo tanto, estas diferencia se podrían atribuir a las diferentes mecánicas, la magnitud de la fuerza, la duración del estudio y el método de evaluación. (9,14,23)

---

El grupo de Aras y Tuncer analizó estudios previos de reabsorción radicular durante la intrusión del incisivo maxilar obtenidos con métodos convencionales y examinados con rayos X periapicales, la reabsorción varió entre 0,6 mm y 2,5 mm. Lo destacable fue que en varios grupos que utilizando arcos utilitarios de intrusión produjeron mayor o prácticamente la misma cantidad de reabsorción que de intrusión, McFadden et al. encontró 0,84 mm de intrusión pero 1,84 mm de reabsorción después de la terminación



del tratamiento; Goel et al. observaron 1,56 mm de acortamiento radicular por 1,60 mm de intrusión, Dermaut y De Munck obtuvieron mucho más acortamiento de la raíz, con reabsorciones de 2,8 mm después de una intrusión media de 3,6 mm. Pese a que el objetivo de nuestra revisión no fue comparar los resultados con mecánicas de arco utilitario merece la pena destacar que comparado con nuestro grupo de estudio se produce unas mayores tasas de reabsorción por cada mm de intrusión. (13)

Sin embargo, todos los resultados se han registrado al final del proceso de intrusión, entre los 4 y 6,6 meses de intrusión activa, esto debe interpretarse con precaución, ya que aún se desconoce la progresión de estos cambios adversos en la longitud de la raíz a lo largo de un ciclo completo de tratamiento de ortodoncia que involucre la intrusión de los incisivos superiores. (12)

Muchos estudios han analizado los efectos de la fuerza sobre la reabsorción radicular. Específicamente, los estudios investigan cómo la cantidad, duración y método de la fuerza aplicada a los dientes durante el tratamiento de ortodoncia afecta el grado de reabsorción radicular.

En nuestra revisión se estudió la relación entre la cantidad de reabsorción radicular y la fuerza total ejercida durante la intrusión del incisivo. Los resultados muestran que no existe una tendencia clara entre los dos valores, ya que los dos valores más altos de reabsorción están relacionados con fuerzas muy diferentes, sería necesaria una muestra más amplia para resolver esta duda en la tendencia. Sin embargo, se puede sugerir que las fuerzas descontroladas pueden ser un factor clave en la cantidad de reabsorción radicular.

El grupo de Deguchi identificó la cantidad de fuerza como una de las causas sospechosas de la reabsorción radicular apical externa. El estudio sugiere que la fuerza excesiva, junto con la duración del tratamiento activo y la cantidad de inclinación de la raíz, pueden contribuir a la reabsorción. (16)





El grupo de Aras y Tuncer destacan las variaciones en el tipo y la magnitud de la fuerza, y la duración de la intrusión como agravantes de la reabsorción, sin embargo, los métodos de medición, las muestras de pacientes pequeñas y la falta de uniformidad en los estudios sobre este tema dificultan la comparación del alcance de la reabsorción radicular observada con relación a la fuerza. (13)

En general, estos estudios sugieren que la fuerza juega un papel importante en el desarrollo de la reabsorción radicular durante el tratamiento de ortodoncia. Las fuerzas excesivas o incontroladas incluso pueden llegar a provocar la modificación del flujo sanguíneo capilar y la pérdida de vitalidad dental. (12)

La tasa de intrusión, calculada como la división de los mm de intrusión de cada grupo entre los meses de duración de la mecánica intrusiva, promedio en nuestra revisión es más alta que las tasas halladas en los estudios de Polat-Ozsoy et al. y Senisik y Turkkahraman (7,24). Sin embargo, esos estudios no registraron la reabsorción de la raíz y, por lo tanto, no pudieron comparar la tasa de intrusión con la cantidad de reabsorción.

Además, Ng et al. mostraron un rango más amplio de tasas de intrusión verdaderas (0,26 a 1,88 mm por mes) que lo que se observó en el estudio actual. Es importante tener en cuenta que los estudios pueden haber utilizado diferentes métodos y protocolos para medir las tasas de intrusión, lo que podría contribuir a las diferencias en las tasas obtenidas.(25)

Con respecto a la relación entre la tasa de intrusión y la reabsorción de la raíz en el estudio actual, se observó una tendencia donde las tasas de intrusión más altas se asociaron con mayores cantidades de reabsorción de la raíz.

En general, aunque en nuestra revisión mostró una tasa de intrusión promedio más alta en comparación con algunos estudios anteriores, se necesita más investigación para comprender completamente la relación entre la tasa de intrusión y la reabsorción de la



raíz, así como para determinar el rango de posibles tasas de intrusión idóneas en nuestros tratamientos de ortodoncia.

Se examinó la posición de los mini-implantes de nuestra selección de 128 pacientes y comparó los datos de intrusión y reabsorción en función de la ubicación de los mini-implantes. Los resultados indicaron que la mayor cantidad de intrusión se produjo con un único mini-implante entre los incisivos centrales, mientras que los valores más altos de reabsorción radicular se observaron con el mini-implante entre los incisivos centrales y los mini-implantes posteriores. Además, la tasa de reabsorción/intrusión fue menor en el grupo con mini-implantes entre los incisivos centrales y laterales (0,288mm de reabsorción por cada mm de intrusión).

En comparación, Aras y Tuncer (13) realizaron un estudio centrado en la posición de los mini-implantes y las fuerzas intrusivas que producían. Su estudio descubrió que el componente horizontal de la fuerza intrusiva era mayor en el grupo con mini-implantes posteriores, lo que ayudaba a reducir la reabsorción radicular al retraer las raíces a través del hueso esponjoso. Por el contrario, el grupo con mini-implantes anteriores presentaba un mayor componente vertical de la fuerza intrusiva, lo que se traducía en mayores tasas de intrusión. Sin embargo, la tasa de intrusión del grupo de mini-implantes posteriores de su estudio no pudo compararse con ninguna otra investigación, ya que no se habían realizado investigaciones previas con mini-implantes colocados posteriormente y que también recogiesen la reabsorción radicular en los incisivos.

En general, los resultados de su estudio y los hallazgos de la investigación de Aras y Tuncer (13) indican que la posición de los mini-implantes puede afectar a la cantidad de intrusión y reabsorción radicular. Sin embargo, los resultados específicos de su estudio con respecto a la tasa de reabsorción/intrusión y la tasa de intrusión de los mini-implantes posteriores son únicos y no son comparables con investigaciones anteriores.



Por último, se investigó los efectos de diferentes métodos de aplicación de la fuerza de intrusión sobre la intrusión del incisivo y la reabsorción radicular utilizando mini-implantes. En nuestra revisión se analizaron cuatro métodos diferentes, y la media de intrusión más alta se observó en el grupo tratado con cadenas elastoméricas, mientras que la más baja se observó en el grupo tratado con espirales de NiTi. Sin embargo, la media de reabsorción fue mayor en el grupo tratado con cadenas elastoméricas y menor en el grupo tratado con espirales de NiTi. Al calcular la tasa de reabsorción/intrusión, el grupo tratado con coils de NiTi mostró una mayor tasa de reabsorción por milímetro de intrusión, mientras que la tasa más baja la presentó el grupo tratado con ligadura metálica.

Deguchi y su grupo (16) también compararon los efectos de diferentes tipos de fuerza sobre la intrusión del incisivo y la reabsorción radicular. Descubrieron que la fuerza utilizada en el grupo de implantes era transitoria y activa sólo durante los primeros días después de la activación de la ligadura metálica. Sugirieron que una de las razones de la menor cantidad de reabsorción radicular observada en el grupo de mini-implantes podría estar relacionada con el tipo de fuerza generada por la activación con ligadura metálica en lugar de intruir los incisivos con una fuerza continua utilizando una cadena elástica.

Aras y Tuncer (13) también observaron que las variaciones en el tipo y la magnitud de la fuerza y la duración de la intrusión dependientes del método de intrusión utilizado eran factores clave en la cantidad de intrusión y reabsorción de los incisivos. Bhat y su grupo (15) también descubrieron que el punto de aplicación de la fuerza más cercano al centro de resistencia del incisivo y un tipo de fuerza continua aplicada por el sistema de mini-implante con coil de NiTi podrían ser posibles razones de la mayor eficacia del mini-implante en términos de intrusión.

En general, los estudios sugieren que el tipo y la duración de la fuerza aplicada a los dientes durante el tratamiento ortodóncico pueden afectar significativamente a la



cantidad de intrusión y reabsorción. El uso de mini-implantes y fuerza continua puede dar lugar a una menor reabsorción radicular y una mayor eficacia en la intrusión.

Nuestro trabajo tuvo varias limitaciones y deficiencias, comunes también a los estudios analizados. La revisión incluyó estudios con deficiencias metodológicas, lo que puede haber dado lugar a resultados sesgados. La calidad general de la evidencia fue de muy baja a baja, lo que significa que las conclusiones son inciertas y no se pueden proporcionar recomendaciones definitivas para la práctica clínica.

El tamaño de la muestra fue limitado y que se necesita más investigación para confirmar la relación entre la reabsorción radicular y la mecánica ortodóncica anclada en mini-implantes con un tamaño de muestra más grande. Por lo tanto, los resultados deben interpretarse con cautela y no generalizarse a una población mayor.

El método bidimensional utilizado para medir la reabsorción de la raíz puede no ser lo suficientemente preciso ya que la reabsorción constituye una pérdida de volumen. Un método cuantitativo tridimensional como CBCT habría sido mucho más preciso, pero no siempre es justificable por su mayor radiación. Varios estudios no midieron la reabsorción radicular de los incisivos laterales. Las variaciones en el tipo, la magnitud y la duración de la fuerza, así como los métodos de medición, dificultan la comparación de los resultados con estudios anteriores. (12,16,17)



## **CONCLUSIONES**





## 6. CONCLUSIONES

1. La reabsorción radicular es dependiente de la velocidad con la que se realiza la intrusión, siendo mayor cuanto más rápido se realiza la intrusión incisiva.
2. El anclaje es un factor determinante a la hora de producirse reabsorción radicular existiendo diferencias según la posición de los mini-implantes en aquellos casos en los que se emplea este enfoque.
3. La posición más favorable de los mini-implantes se encuentra entre los incisivos centrales y laterales, presentando la tasa reabsorción/intrusión más baja de todas las posiciones estudiadas y el segundo valor más alto de intrusión.
4. Es necesaria más investigación para confirmar la relación entre la reabsorción radicular y la mecánica ortodóncica anclada en mini-implantes.



## **FUTURA INVESTIGACIÓN**





## **7. FUTURA INVESTIGACIÓN**

Dado el tamaño muestral y las diferencias metodológicas existentes en los distintos estudios, los resultados actuales deben interpretarse con cautela y no generalizarse a una población mayor. Se hace por tanto necesaria más investigación, con una muestra y criterios de estudio adecuados, que confirme la relación entre la reabsorción radicular y la mecánica ortodóncica anclada en mini-implantes y a su vez permita establecer un protocolo de intrusión óptimo.



## **BIBLIOGRAFÍA**





## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Ayadi I, Dallel I, Ben Rejeb S, Tobji S, Ben Amor F, Ben Amor A. Ingression orthodontique sur mini-vis d'ancrage. Vol. 89, L' Orthodontie francaise. NLM (Medline); 2018. p. 397–410.
2. Atalla A, Aboufotouh M, Fahim F, Foda M. Effectiveness of orthodontic mini-screw implants in adult deep bite patients during incisor intrusion: A systematic review. *Contemp Clin Dent*. 2019 Apr 1;10(2):372–81.
3. El Namrawy MM, El Sharaby F, Bushnak M. Intrusive Arch versus Miniscrew-Supported Intrusion for Deep Bite Correction. *Open Access Maced J Med Sci*. 2019 Jun 15;7(11):1841–6.
4. Shakti P, Ani GS, Peter E, Haider K, Kumar J. Maxillary Incisor Intrusion Using Two Conventional Intrusion Arches and Mini Implants: A Prospective Study. *Journal of Contemporary Dental Practice*. 2021 Aug 1;22(8):908–13.
5. Paredes-Gallardo V, Bellot-Arcís C, García-Sanz V. Miniscrew mechanics for molar distalization and incisor intrusion in a patient with a Class II brachyfacial pattern and gummy smile. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2020 Aug 1;158(2):273–85.
6. Polat-Ozsoy O, Arman-Ozcirpici A, Veziroglu F. Miniscrews for upper incisor intrusion. *Eur J Orthod*. 2009 Aug;31(4):412–6.
7. Şenşık NE, Türkkahraman H. Treatment effects of intrusion arches and mini-implant systems in deepbite patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012 Jun;141(6):723–33.
8. Jung MH. Vertical control of a Class II deep bite malocclusion with the use of orthodontic mini-implants. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2019 Feb 1;155(2):264–75.
9. Martins DR, Tibola D, Janson G, Torres Maria FR. Effects of intrusion combined with anterior retraction on apical root resorption. *Eur J Orthod*. 2012 Apr;34(2):170–5.
10. Ölmez Gürlen S, Aras I. Comparison of the Treatment Effects of Two Intrusive Mechanics: Connecticut Intrusion Arch and Mini-Implant. *Turkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*. 2016;22(3):195–201.
11. Atik E, Gorucu-Coskuner H, Akarsu-Guven B, Taner T. Evaluation of changes in the maxillary alveolar bone after incisor intrusion. *Korean J Orthod*. 2018 Nov 1;48(6):367–76.
12. Sosly R, Mohammed H, Rizk MZ, Jamous E, Qaisi AG, Bearn DR. Effectiveness of miniscrew-supported maxillary incisor intrusion in deep-bite correction: A systematic review and meta-analysis. *Angle Orthod*. 2020 Mar 1;90(2):291–304.



13. Aras I, Tuncer A V. Comparison of anterior and posterior mini-implant-Assisted maxillary incisor intrusion: Root resorption and treatment efficiency. *Angle Orthodontist*. 2016 Sep 1;86(5):746–52.
14. Albelasy NF, Montasser MA, Hafez AM, Abdelnaby YL. Effects on root axes and resorption of simultaneous intrusion and retraction of maxillary central and lateral incisors using mini-implant supported three-piece burstone base arch: A prospective observational study. *Int Orthod*. 2022 Mar 1;20(1).
15. Bhat M, Madhur V, Ninan V, Somaiah S. Evaluation of apical root resorption in orthodontic patients with maxillary anterior intrusion using utility arches and mini screws: A comparative clinical trial. *APOS Trends in Orthodontics*. 2014;4(1):3.
16. Deguchi T, Murakami T, Kuroda S, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Comparison of the intrusion effects on the maxillary incisors between implant anchorage and J-hook headgear. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;133(5):654–60.
17. Vela-Hernández A, Gutiérrez-Zubeldia L, López-García R, García-Sanz V, Paredes-Gallardo V, Gandía-Franco JL, et al. One versus two anterior miniscrews for correcting upper incisor overbite and angulation: a retrospective comparative study. *Prog Orthod*. 2020 Dec 1;21(1).
18. Karagöz DA, Programı O. Karagoz A. Derin Ortu lu Kapanıslı Olgularda Ust Keser Intruzyonunun Konik Isınlı Bilgisayarlı Tomografi ile İncelenmesi. 2013. Available at: [openaccess.hacettepe.edu.tr](http://openaccess.hacettepe.edu.tr). Accessed August 1, 2019. [Internet]. 2019 [cited 2023 Apr 22]. Available from: <http://hdl.handle.net/11655/1104>
19. Goel P, Tandon R, Agrawal KK. A comparative study of different intrusion methods and their effect on maxillary incisors. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2014 Sep 1;4(3):186–91.
20. Harris DA, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: A microcomputed tomography scan study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006 Nov;130(5):639–47.
21. Han G, Huang S, Von Den Hoff JW, Zeng X, Kuijpers-Jagtman AM. Root Resorption after Orthodontic Intrusion and Extrusion: An Intraindividual Study [Internet]. Vol. 75, *Angle Orthodontist*. 2005. Available from: <http://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article-pdf/75/6/912/1379341/0003-3219>
22. Faltin R. Ultrastructure of cementum and periodontal ligament after continuous intrusion in humans: a transmission electron microscopy study. *The European Journal of Orthodontics* [Internet]. 2001 Feb 1;23(1):35–49. Available from: <https://academic.oup.com/ejo/article-lookup/doi/10.1093/ejo/23.1.35>
23. Liou EJW, Chang PMH. Apical root resorption in orthodontic patients with en-masse maxillary anterior retraction and intrusion with miniscrews. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010 Feb;137(2):207–12.





24. Polat-Özsoy Ö, Arman-Özçirpici A, Veziroğlu F, Çetinşahin A. Comparison of the intrusive effects of miniscrews and utility arches. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011 Apr;139(4):526–32.
25. Weltman B, Vig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010 Apr;137(4):462–76.