



# Factores que inciden sobre el éxito y/o fracaso de mini-implantes en ortodoncia: una revisión sistemática exploratoria

## Factors that affect the success and/or failure of mini-implants in orthodontics: an exploratory systematic review

Leidy Vanessa Gil-Ramos <sup>1</sup>, Victoria Asunción Maestre-Polanco <sup>2</sup>, Alejandra Herrera-Herrera <sup>3</sup>, Martha Rebolledo-Cobos <sup>4</sup>

1. Fundación Universitaria San Martín. Puerto Colombia, Colombia. Correo: lagil\_1003@hotmail.com - <https://orcid.org/0000-0002-2110-543X>
2. Fundación Universitaria San Martín. Puerto Colombia, Colombia. Correo: victoriamaestrepolanco@hotmail.com - <https://orcid.org/0000-0002-7715-6033>
3. Fundación Universitaria San Martín. Puerto Colombia. Universidad Metropolitana. Barranquilla, Colombia. Correo: Alejandra.herrera@sanmartin.edu.co - <https://orcid.org/0000-0001-5830-5868>
4. Universidad Metropolitana de Barranquilla-Colombia. Fundación Universitaria San Martín. Puerto Colombia, Colombia. Correo: mrebolledo@unimetro.edu.co - <https://orcid.org/0000-0002-0488-2464>

**Tipología:** Artículo de revisión

**Para citar este artículo:** Gil-Ramos L, Maestre-Polanco V, Herrera-Herrera A, Rebolledo-Cobos M. Factores que inciden sobre el éxito y/o fracaso de mini-implantes en ortodoncia: una revisión sistemática exploratoria. Duazary. 2022 julio; 19(3): 229 - 242. Doi: <https://doi.org/10.21676/2389783X.4839>

Recibido en febrero 23 de 2022

Aceptado en septiembre 06 de 2022

Publicado en línea en septiembre 19 de 2022

### RESUMEN

#### Palabras

**clave:** mini-implantes de ortodoncia; éxito; fracaso; minitornillos; factores.

Con la biomecánica de ortodoncia convencional no siempre se obtienen los resultados en el tiempo requerido sobre todo en casos complejos, para ello se emplean miniimplantes para darle solución a estas dificultades. Identificar y describir los factores que inciden sobre el éxito y/o fracaso de mini-implantes dentales en ortodoncia es el objetivo de la presente revisión sistemática exploratoria. Se emplearon las bases de datos: PubMed, Google Scholar, Science Direct y Clinical key. Fueron analizados artículos en inglés y/o español, ensayos controlados aleatorizados, ensayos clínicos prospectivos y estudios clínicos retrospectivos. Las búsquedas iniciales identificaron 612 títulos y resúmenes sobre miniimplantes de los cuales 480 fueron excluidos, los 132 artículos restantes fueron recuperados y analizados, 22 cumplieron con los criterios de selección, finalmente solo N=6 artículos cumplieron para el análisis de datos. Todos los estudios identificados fueron aquellos de sistema autoperforante, con cargas inmediatas en el maxilar superior, todos los mini-implantes eran de titanio y de diferentes casas comerciales. El material, fabricante y diámetro de los mini-implantes no inciden sobre las tasas de éxito, la proximidad de una raíz no se asocia con la falla del mini-implante y se considera un fracaso del mini-implante si presentaba alguna movilidad posoperatoria.

### ABSTRACT

#### Keywords:

Orthodontic mini-implants; Success; Failure; Mini-screws; Factors.

With conventional orthodontic biomechanics, the results are not always obtained in the required time, especially in complex cases, for which mini-implants are used to solve these difficulties. Identifying and describing the factors that affect the success and/or failure of mini-dental implants in orthodontics is the objective of this exploratory systematic review. The databases were used: PubMed, Google Scholar, Science Direct and Clinical key. Articles in English and/or Spanish, randomized controlled trials, prospective clinical trials and retrospective clinical studies were analyzed. The initial searches identified 612 titles and abstracts on mini-implants of which 480 were excluded, the remaining 132 articles were retrieved and analyzed, 22 met the selection criteria, finally only N=6 articles met for data analysis. All the studies identified were those of the self-drilling system, with immediate loading in the upper jaw, all the mini-implants were made of titanium and from different commercial manufacturers. The material,

manufacturer and diameter of the mini-implants do not affect the success rates, the proximity of a root is not associated with the failure of the mini-implant and it is considered a failure of the mini-implant if it presented any postoperative mobility.

## INTRODUCCIÓN

Los recientes avances en osteointegración han posibilitado el empleo de aditamentos como los mini-implantes para el anclaje ortodóntico como alternativa terapéutica<sup>1</sup>. El uso de estos biomateriales en ortodoncia implica reposición dental o apoyo de anclaje intraoral rígido durante el movimiento dental. Cuando el anclaje intraoral es estable, biocompatible y se puede encontrar en gran cantidad de ubicaciones anatómicas tanto en el maxilar superior e inferior, puede ser utilizado efectivamente<sup>2</sup>. Las ventajas de los mini-implantes en comparación con otros sistemas de anclaje son su tamaño reducido, lo cual permite una colocación fácil en la cavidad oral, el bajo costo, la fácil implantación y el menor trauma quirúrgico<sup>2</sup>. Estos tratamientos no convencionales que incluyen mini-implantes se ven limitados por características particulares de cada paciente, como es el caso específico de la pérdida prematura dental, que trae como consecuencia la dificultad de lograr un buen anclaje, siendo este uno de los aspectos más importantes en el éxito del tratamiento de ortodoncia<sup>2</sup>.

El empleo de mini-implantes en ortodoncia para el anclaje absoluto presenta ventajas como lo es la aplicación de varias fuerzas simultáneas a los órganos dentales sin presentar mayores síntomas debido a su pequeño tamaño del aditamento<sup>3</sup>. Sin embargo, el tamaño reducido permite que se desarticule fácilmente del maxilar con una pequeña fuerza de extracción o carga<sup>3</sup>; adicionalmente se describe que la tasa de éxito de los mini-implantes de corta duración es baja, es así como también se evidencia que la tasa de fallas de los mini-implantes de pequeño tamaño puede ser mayor que el de los implantes convencionales<sup>4</sup>. Se observa reportado en la literatura que la tasa de éxito está limitada por su diámetro y longitud, debido a que con frecuencia necesitan ser insertado entre las raíces de los órganos dentales. Las fallas de los mini-implantes

que se insertan convencionalmente en el hueso alveolar es aproximadamente del 10% al 30% a diferencia de los mini-implantes palatinos<sup>3,4</sup>.

Gotfredsen *et al*<sup>5</sup>, describen que otras de las características que le otorgan beneficios o fallas en la aplicación terapéutica a los mini-implantes son las propiedades de la superficie del material de fabricación, ya que pueden afectar la osteointegración en la superficie y la estabilidad del implante<sup>5</sup>. Wu *et al*<sup>6</sup>, manifiestan que algunas características de la superficie de los mini-implantes, incluye la composición, estructura, la energía de la superficie, el espesor del material y topografía, las cuales juegan un papel importante en la formación y mantenimiento del hueso en la superficie del implante y también afectar sus propiedades mecánicas<sup>6</sup>. La rugosidad de la superficie de los implantes parece ser el factor que maximiza la formación de hueso nuevo ya que afecta la función celular y la matriz de deposición y mineralización ósea<sup>7</sup>. Es así como se evidencia crecimiento óseo en los microporos del mini-implante el cual finalmente resulta en un enclavamiento mecánico entre el mini-implante y el hueso u osteointegrado en un 100%<sup>3</sup>.

Irigoien<sup>8</sup>, reporta que en los tratamientos no convencionales de ortodoncia donde implementan el uso de mini-implantes se han obtenido resultados satisfactorios comparados con otros tipos de biomecánicas ortodónticas. Por ejemplo, en retracciones y retroalineaciones de dientes anteriores sin apoyo posterior, cerrando espacios edéntulos de exodoncias de primeros molares, en corrección de línea media cuando falta anclaje posterior, en intrusiones, extrusiones, protracciones o retracciones dentales, en la estabilización de dientes con apoyo reducido del hueso y en retracciones ortopédicas, siendo el control del anclaje fundamental para el tratamiento ortodóntico exitoso<sup>8</sup>.

Rodríguez *et al*<sup>9</sup> describen en su investigación resultados favorables en el uso de los mini-implantes como anclaje para el movimiento de intrusión, evidenciando alta estabilidad de los mini-implantes en 3 pacientes y movilidad inferior a 1 mm los 3 restantes evaluados en su estudio.

El uso de los mini-implantes se ha incrementado sustancialmente y se logra evidenciar en estudios realizados en Estados Unidos y Suiza en donde un 70% a 91% de los ortodontistas los ha utilizado en su práctica profesional o durante sus estudios de posgrado<sup>10</sup>. Adicionalmente, se ha calculado una tasa de éxito clínico superior al 75% en múltiples estudios realizados en seres humanos<sup>10-16</sup>. En cuanto a la tasa de fracaso, que representa el restante 10-25%, los factores que lo ocasionan son modificables como: el diámetro y tipo de mini-implante usado, lugar de colocación, técnica de inserción, experiencia del operador y factores no modificables como edad del paciente, espesor del hueso cortical, edema de tejidos circundantes, condiciones sistémicas, entre otros<sup>17</sup>.

Según los reportes de la literatura, los riesgos y complicaciones más frecuentes de la inserción de mini-implante: la fractura del dispositivo (principal complicación), daño a estructuras anatómicas como raíces dentarias o estructuras nerviosas, irritación local con o sin sobreinfección como mucositis y peri implantitis, penetración en las fosas nasales o en el seno maxilar, rechazo del dispositivo, dolor durante la colocación, desplazamiento del mini-implante durante la mecánica, dolor durante la masticación<sup>11-13</sup>. Durante el movimiento dentario es poco frecuente la lesión sobre las raíces y gracias al reducido tamaño, los mini-implantes pueden ser colocados entre ellas<sup>14,15</sup>. Muchas de estas complicaciones no tienen una gran relevancia clínica debido al corto tiempo de la sintomatología, por lo que en muchas ocasiones no son reportadas ni detectadas. En diversos estudios los mini-implantes ubicados en la cresta infracigomática han sido evaluados mediante imágenes radiográficas, para identificar si estos presentaban desplazamientos después de la tracción por fuerzas mecánicas<sup>11</sup>; mientras otros abordajes determinan el comportamiento de los mini-implantes por medio de la tomografía axial computarizada (CBCT) ya que ha permitido evaluar estructuras en

los tres planos del espacio y complementar el diagnóstico imagenológico<sup>11,18,19</sup>.

La necesidad ortodóntica de lograr mejores resultados en los pacientes, así como destacar más los beneficios en materia de efectividad terapéutica que las fallas, es el objetivo de la presente revisión es identificar y describir ¿cuáles son factores que inciden sobre el éxito y/o fracaso de mini-implantes dentales en ortodoncia?

## MATERIALES Y METODOS

La presente es una revisión de la literatura utilizando metodología PRISMA<sup>19</sup>. Adicionalmente esta revisión se basó en las directrices publicadas en el American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics<sup>20</sup>.

El periodo transcurrido de publicación fue desde el 1 de enero de 2017 a 1 de enero de 2021. El periodo de búsqueda se llevó a cabo desde el 20 de febrero al 20 de junio de 2021.

**Fuentes de información:** en la que se emplearon búsquedas sistemáticas bases de datos: PubMed, Google Scholar, Science Direct y Clinical key.

### Extracción de datos

P: se incluyeron en la revisión, documentación bibliográfica e investigaciones en pacientes (descriptivas y ensayos clínicos) contribuciones bibliográficas existentes acerca de los factores que inciden sobre el éxito y/o fracaso del empleo de mini-implantes dentales en ortodoncia

I: Identificación de estudios de intervención sobre mini-implantes dentales en ortodoncia

C: Investigaciones comparativas que hicieran alusión a factores inciden sobre el éxito y/o fracaso de mini-implantes dentales en ortodoncia: material, manufactura, diámetro y longitud de los mini-implantes, tasa de éxito e instrumento de evaluación de la tasa de éxito.

O: resultados de investigaciones comparativas que hicieran alusión a factores inciden sobre el éxito y/o fracaso de mini-implantes dentales en ortodoncia.

S: Los estudios contenían diversas metodologías experimentales.

Los términos empleados en esta búsqueda de literatura fueron en español: mini-implante, mini-tornillo, micro-implante, micro-tornillo, tornillo, dispositivo de anclaje temporal (DAT); ortodoncia inmediata, temprana y carga; en inglés: *mini-implant, mini-screw, micro-implant, micro-screw, screw, temporary anchor device (TAD); immediate, early and load-bearing orthodontics*. Además, después de la búsqueda de literatura electrónica, se realizó una búsqueda manual de revistas de ortodoncia no indexadas.

### **Criterios de elegibilidad**

Artículos publicados que hayan sido revisados por pares académicos previa publicación científica. Igualmente se tuvo en cuenta el criterio, el cual que se denominan mini-implantes cuando presentan un diámetro menor de 2,5 mm, que los artículos contuvieran información sobre éxito y/o fracaso mini-implantes (tornillos) y microimplantes (tornillo) vestibulares utilizado como anclaje de ortodoncia, investigaciones que involucraban fracaso del mini-implante si presentaba alguna movilidad posoperatoria y/o osteointegración comprobada con RX, datos solo de sujetos humanos, lenguaje en inglés y/o español, ensayos controlados aleatorizados, estudios observacionales descriptivos, ensayos clínicos prospectivos y estudios clínicos retrospectivos. Los criterios de exclusión incluyeron artículos sobre estándares implantes dentales, onplants, implantes palatinos, miniplacas utilizado como anclaje de ortodoncia, minitornillos o micro tornillos para cirugía dental e investigación de materiales de implante, estudios con animales, estudios in vitro, informes de casos y series de casos, trabajos de grado, presentaciones de la técnica de mini-implante y microimplante.

### **Recopilación de datos y análisis de calidad**

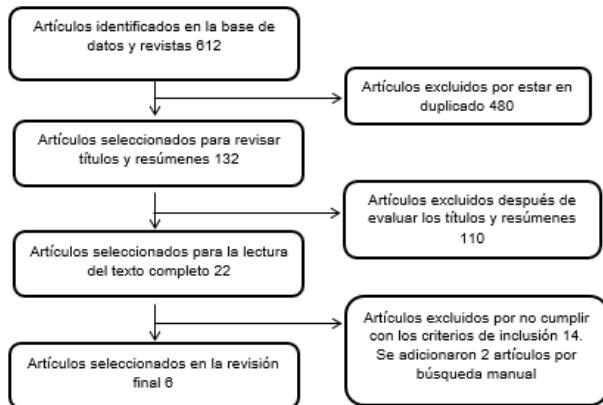
Se recopilaron datos de los estudios recuperados según el año de publicación, el diseño del estudio, los materiales (materiales del implante, diámetro, longitud, tasa de éxito y/o fracaso y herramienta de evaluación de éxito), implante número, cantidad de carga, observación posterior al tratamiento y conclusiones de los autores.

La elegibilidad de los artículos identificados por motores de búsqueda se determinó leyendo sus títulos y resúmenes. Dos revisores evaluaron los artículos de forma independientemente y manual con el fin de verificar el cumplimiento de los criterios de inclusión y de exclusión de cada estudio. Los datos se extrajeron de cada artículo de forma individual sin cegar a los redactores y los conflictos intraexaminadores se resolvieron discutiendo cada artículo para llegar a un consenso. Todos artículos que parecían cumplir con los criterios de inclusión se extrajeron en texto completo de las bases de datos, con previa lectura de sus resúmenes en los que se proporcionó información relevante. Una evaluación de la calidad de la solidez metodológica de cada artículo se realizó según los métodos descritos por Feldmann y Bondemark<sup>20</sup>, con una extensión de la evaluación de la calidad a ensayos clínicos controlados. Las siguientes características se utilizaron: diseño del estudio, tamaño de la muestra y estimación previa del tamaño de la muestra, métodos de medición válidos, error de método análisis, cegamiento en las mediciones, estadísticas adecuadas, y factores de confusión. Se evaluaron diez variables en el estudio: 3 puntos; estudio prospectivo, 1 punto; estudio retrospectivo, 0 puntos; muestra adecuada, 1 punto; tamaño estimado anterior, 1 punto; descripción de selección adecuada, 1 punto; análisis de errores de método, 1 punto; cegando en medida, 1 punto; estadísticas adecuadas proporcionadas, 1 punto; y factores de confusión incluidos en el análisis, 1 punto. La calidad de cada estudio se clasificó como baja (0-4 puntos), medio (5-8 puntos) o alto (9-11 puntos).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las búsquedas electrónicas y manuales identificaron 612 títulos y resúmenes en relación al objetivo de estudio de los cuales 480 fueron excluidos en la primera etapa por estar duplicados. Los 132 artículos restantes, para los cuales los resúmenes parecían ser potencialmente útiles, fueron recuperados y analizados. De hecho, 22 cumplieron con los criterios de selección después de leer el artículo completo. A la etapa final de selección de artículos, 18 fueron rechazados porque eran series de casos y fueron adicionados 2 nuevos artículos

localizados por búsqueda manual. Finalmente, solo N=6 artículos cumplieron para el análisis de datos final (Figura 1). Se utilizó una lista de verificación de calidad metodológica para evaluar los artículos seleccionados (Tabla 1). Los datos sobre los N=6 estudios son enumerados en la Tabla 2 con un análisis cualitativo del tamaño de la muestra, la tasa y método clínico de evaluación de éxito<sup>21-26</sup>



**Figura 1.** Diagrama de flujo proceso de selección de los artículos.

### Calidad de los estudios

Al analizar la calidad de los 6 estudios seleccionados (Tabla 1) muestra que la calidad de búsqueda y metodológica con solidez fue alta en 4 y media en 2 estudios. El principal inconveniente del diseño de 4 estudios radicó en que no tenían grupo control de comparación. Todos tenían descripciones de selección adecuadas y tamaños pequeños, lo que implica bajo poder estadístico al revisar los análisis de errores de método. El cegamiento en las mediciones no se hizo correctamente en ninguno de los 6 estudios e igualmente en ningún estudio se consideró el riesgo de factores de confusión. Todos emplearon métodos estadísticos adecuados, pero las opciones generalmente no fueron explicadas. Un análisis crítico basado en lista de chequeo "Consorte" mostró que ningún estudio cumplió con todos los requisitos para un ensayo clínico controlado. Sin embargo, debido a que estos estudios fueron los mejores cuyos aportes contribuyen con conocimientos actuales sobre la tasa de éxito o fracaso de los mini-implantes, los resultados fueron recopilados y analizados<sup>21-26</sup>.

### Protocolo de carga

De los 6 estudios tenidos en cuenta para el análisis final de la revisión<sup>21-26</sup>, se logró evidenciar que 5 eran estudios retrospectivos, solo Hourfar *et al*<sup>24</sup>, tenía una cohorte y Torres *et al*<sup>25</sup> era observacional descriptivo. En todos los estudios analizados, los minitorneillos empleados fueron insertados con sistema autoperforante, con cargas inmediatas en el maxilar superior e inferior en el caso del estudio de Hourfar *et al*<sup>24</sup>, la carga de los mini-implantes sucedió a los 3 días. En relación al material de manufactura de los mini-implantes, en los 6 estudios eran de Titanio, de las casas comerciales, Dentos®, 3MUnitek, Imtec®3M, Leader Italia S.R.L, Jeil Dual Top Anchor System, Jeil Medical Corp., Seúl, Corea y OrthoEasy®. Los diámetros de los mini-implantes estudiados en 5 investigaciones, oscilaban entre 1,2 mm/8mm de longitud y 1,7 mm/8mm de longitud<sup>21-25</sup> en 1 no describían los diámetros. La tasa de éxito global para los seis estudios presentados, osciló entre 84,1% y 100%. En relación a los métodos de evaluación de éxito versus fracaso, se llevó a cabo mediante: valoración clínica en 1 estudio (movilidad, sangrado, estabilidad del miniimplante dolor, inflamación gingival)<sup>25</sup>, radiografía panorámica en 1 estudio, radiografías periapicales en 3 estudios, radiografía panorámica y cefalometría conjuntamente en 1 estudio, tomografía (Cone vean) en 1 solo estudio<sup>21-24,26</sup>, solo 1 estudio evaluó parámetros clínicos e imagenológicos a la vez (Tabla 2).

**Tabla 1.** Evaluación de la calidad de los 6 estudios.

Autor	Muestra	Estimación previa de la muestra	Diseño de los estudios	Selección Descripción	Validación Medición Métodos	Métodos de error Análisis	Cegamiento	Adecuados análisis estadísticos	Factores de confusión	Evaluación de la calidad y estandarización
Haddad y Saadeh <sup>21</sup>	Adecuada	si	R	Adecuado	si	si	No	Si	No	Alto
Geshay et al <sup>22</sup>	Adecuada	si	R	Inadecuado	si	no	No	Si	No	Medio
Park et al <sup>23</sup>	Adecuada	si	R	Adecuado	si	si	No	Si	No	Alto
Hourfar et al <sup>24</sup>	Adecuada	si	CR	Adecuado	si	si	No	Si	No	Alto
Torres et al <sup>25</sup>	Inadecuada	No	OD	Adecuado	no	no	No	Si	No	Bajo
Gurdan y Szalma <sup>26</sup>	Adecuada	Si	R	Adecuado	Si	si	No	Si	No	Alto

R: estudio clínico retrospectivo; CR: estudio de cohorte retrospectivo; OD: observacional descriptivo

**Tabla 2.** Resumen de datos de los N=6 estudios seleccionados.

Autor	Año	Tipo de estudio	Tamaño de la muestra	Material del mini-implante	Fabricante	Diámetro/longitud	Taza de éxito	Instrumento de evaluación
Haddad y Saadeh <sup>21</sup>	2019	R	N=293 (131=M 129= F)	Ti alloy	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dentos®</li> <li>Imtec (3M)</li> </ul>	1.4 mm/8mm	91,7% (M) 84,1 (F)	Rx periapicales
Geshay et al <sup>22</sup>	2019	R	N=82 (10=M 16=F)	Ti alloy	Dentos®	1.7 mm/8mm	86,8%	Rx periapicales
Park et al <sup>23</sup>	2018	R	N=160 (29=M 51=F)	Ti	Dentos®	1.2 – 1.3 mm/8 mm	85,0% (136/60)	Rx panorámicas
Hourfar et al <sup>24</sup>	2017	CR	N=239 (137=F 102= M)	Ti	OrthoEasy®	1.7mm/8mm	89,1%	Rx panorámicas y cefalometrías.
Torres et al <sup>25</sup>	2017	OD	ND	Ti	Leader Italia S.R.L.	ND	100%	Parámetros clínicos: ausencia de inflamación gingival y sangrado, dolor y la estabilidad del microtornillo durante el tiempo que se empleó.
Gurdan y Szalma <sup>26</sup>	2018	R	N=59	Ti	Jeil Dual Top Anchor System, Jeil Medical Corp., Seúl, Corea)	1,6 mm × 8 mm	89,8%.	Rx periapicales y Tomografía (cone bean). Parámetros clínicos: estabilidad, movilidad, infección periimplantar y dolor.

R: estudio clínico retrospectivo; CR: estudio de cohorte retrospectivo; F, femenino; M, masculino; Ti, titanio. OD: observacional descriptivo; ND: No describe.

Haddad y Saadeh<sup>21</sup>, evaluó N=293 mini-implantes dentales, ubicando anatómicamente, 209 en el maxilar superior y 51 en la mandíbula. Empleando mini-implantes con longitudes de 1,4 mm/8mm (Dentos®) y 1,8mm/8mm (Imtec®3M) de titanio. El protocolo de carga fue ejecutado por un ortodoncista experimentado mediante técnica autoperforante, con una angulación de 30° a 35° en sentido horizontal. Las ubicaciones de colocación fueron entre caninos y primeros premolares, primeros premolares y segundos premolares y segundos premolares y primeros molares. La carga fue de manera inmediata con una energía de 150 g, finalmente evaluando el éxito o fracaso mediante radiografías periapicales con un porcentaje de éxito global de 91,7% en 131 mini-implantes colocados en pacientes hombres y un 84,1% en 129 en pacientes femeninas.

Geshay *et al*<sup>22</sup>, en su estudio, evaluó N=82 mini-implantes de titanio (Dentos®) en 26 pacientes, de los cuales 10 eran hombres y 16 mujeres, con un protocolo ejecutado por un residente de ortodoncia, ubicándolos en los caninos maxilares y primeros premolares con una carga inmediata de 100 g. Los diámetros de los mini-implantes colocados en esta investigación fueron de 1,7mm/8mm con un porcentaje de éxito global de 86,8% evaluado mediante radiografías periapicales. Park *et al*<sup>23</sup>, realizó su investigación en 80 pacientes, colocando N=160 mini-implantes de titanio (Dentos®), en 29 hombres y 51 mujeres, solo en el maxilar superior, con una carga inmediata correspondiente a fuerzas que oscilaban entre 50 y 200 g. los sujetos objeto de estudio fueron evaluados por grupos etarios; 1: <20 años y 2: > o igual a 20 años. Los diámetros de los mini-implantes se emplearon entre 1,2mm/8mm de longitud y 1,3mm/8mm de longitud. Este autor y sus colaboradores, definieron el éxito de los mini-implantes a través de radiografías panorámicas.

Hourfar *et al*<sup>24</sup>, en su estudio evaluó N=239 mini-implantes de titanio OrthoEasy® autoperforante, 137 en hombres y 102 en mujeres, con diámetros de 1,7mm/8mm de longitud, con una carga de >2 N para los mini-implantes, con una tasa de éxito global

de 89,1% evaluado a través de radiografía panorámica y cefalometría.

Torres *et al*<sup>25</sup>, intervino N=20 pacientes indistintamente de la cantidad de mini-implantes de titanio Leader Italia S.R.L, evaluando parámetros exclusivamente clínicos para determinar éxito y/o fracaso del dispositivo. En el 90% de los casos en los primeros dos meses no se presentó sangrado ni inflamación gingival y en los meses siguientes se desaparecieron totalmente. En el 100% de los casos se mantuvo estable el micro tornillo sin pérdida de anclaje como consecuencia de las fuerzas reactivas reduciendo así el tiempo de tratamiento. El 70% de los pacientes presentó dolores y molestias leves y moderadas. En esta investigación todos los mini-implantes resultaron exitosos.

Gurdany Szalma<sup>26</sup>, en su investigación evaluó un total de N=59 mini-implantes durante la ortodoncia en un período de 2 años. Cada paciente tenía uno o más de los mini-implantes autoperforantes de 1,6 mm × 8 mm de tamaño de Jeil Dual Top Anchor System, Jeil Medical Corp., Seúl, Corea. La carga de los tornillos se realizó inmediatamente después de las inserciones, manteniendo las fuerzas de tensión por debajo de 150 g. Se registraron infecciones de tejidos blandos y huesos, movilidad del implante y pérdida de tornillos, fractura del implante y lesiones de los dientes vecinos. Las relaciones entre las variables se probaron mediante la prueba de chi-cuadrado para determinar la significación estadística, identificando una tasa de éxito de en un 89,8%. Las infecciones de tejidos blandos variaron entre el 6,3% y el 33,3% de los casos, mientras que la movilidad de los mini-implantes varió entre el 3,1% y el 20,8% de los casos. La movilidad de los tornillos fue significativamente más frecuente hacia vestibular (P = 0,034). La movilidad de los mini-implantes fue significativamente más frecuente en vestibular e en el palatino (P = 0,034) y la movilidad de los tornillos se encontró con más frecuencia en caso de intrusiones que de extrusiones (P = 0,036)<sup>26</sup>. La presente revisión sistemática evidenció protocolos estrictos de uso de mini-implantes mediante una estrategia de búsqueda exhaustiva para analizar los factores que inciden sobre el éxito y/o fracaso de los mini-implantes como anclaje de

ortodoncia. Para garantizar que los resultados fueran más válidos y fiables se obtuvieron, de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. Algunos bien conocidos fueron excluidos por no cumplir con el rango de tiempo de publicación. Después de revisar todos los artículos publicados sobre mini-implantes, solo 6 cumplieron puntualmente y fueron tenidos en cuenta para el análisis de datos final. Cuando se aplicó la lista de verificación metodológica, la mayoría de estos obtuvieron puntuaciones de calidad alta, solo uno de puntuación media. En cuanto a los mini-implantes dentales, las razones para el fracaso del mini-implante incluyen una técnica quirúrgica y un protocolo de carga inadecuados, factores del huésped (tabaquismo, factores de manejo y hábitos parafuncionales), y elementos adicionales descritos en los resultados que se consideran factores que inciden sobre el éxito y/o fracaso de mini-implantes en ortodoncia.

### **Factores de inciden sobre el éxito y/o fracaso de mini-implantes en ortodoncia**

Haddad y Saadeh<sup>21</sup>, mencionan en su estudio que a través de regresión logística se es posible predecir el fracaso, incidiendo sobre la edad de los pacientes estudiados, concluyendo que entre menos edad tenga el paciente disminuye la probabilidad de fracaso del mini-implante con  $\text{Coef}=-0,0345$ ;  $p=0,013$ . El mismo autor concluye que la estabilidad del mini-implante está asociada con la distancia desde el mini-implante hasta el hueso crestral alveolar y que la proximidad de la raíz no se asocia con la falla del mini-implante como lo sugirieron estudios previos.

En contraste con los anteriores argumentos, autores como Geshay *et al*<sup>22</sup>, mencionan que un mini-implante se considera un fracaso si presentaba alguna movilidad tras el examen clínico posoperatorio. No hubo diferencia significativa en la tasa de fallas entre los mini-implantes colocados en los lados derecho e izquierdo o entre tornillos anterior y posterior. Hubo significativamente mayores fallas entre los primeros 41 tornillos colocados por el investigador que entre los últimos 41, todas las fallas primarias ocurrieron antes del día 42 a la inserción. La mayoría falló entre 15 y 26 días,

también evidenció fallas incidentales, que comenzaron el día 19, el presente estudio no mostró un patrón claro y continuo durante el estudio de ocho semanas, el presente autor concluye que, a lo largo del tiempo, las tasas de falla disminuyen aproximadamente el 20%.

Otros autores incluyen como variables de éxito y/o fracaso del mini-implante, la superficie del mismo, tales como Vilani *et al*<sup>27</sup>, quien describe en su investigación realizado en perros que no hubo diferencia estadística de comportamiento entre un mini-implante suave versus rugoso. Observó un alto torque de inserción y movilidad inicial reducida en todos los grupos de su estudio, así como una reducción en los torques de remoción en comparación con el torque de inserción. El rugoso presentó mayor torque de remoción y menor movilidad final en comparación con el liso. Los datos disponibles en la literatura revelan que los valores reducidos de torque de inserción son más favorables para lograr la osteointegración que los valores altos. Además, esto último puede conducir a un alto nivel de compresión, lo que provoca isquemia local y necrosis en la interfaz hueso/mini-implantes, lo que conduce a una reducción de la osteointegración<sup>28</sup>. Sin embargo, una revisión sistemática descrita por Reynders *et al*<sup>29</sup> encontró evidencia de que un valor de torque de inserción específico está asociado con altas tasas de éxito de los mini-implantes de ortodoncia. Aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, los valores de torque de remoción en los grupos rugosos fueron más altos que los de los grupos lisos, lo que sugiere que el grabado ácido puede aumentar las tasas de éxito de la osteointegración.

Varios autores<sup>30-34</sup> consideran que es imprescindible esperar a la cicatrización para aumentar el potencial de osteointegración. Sin embargo, al comparar la resistencia de mini-implantes en sujetos sometidos a tratamiento de superficie en cinco periodos diferentes de carga, 23 se pueden encontrar valores altos de torque de remoción en mini-implantes inmediatamente cargados y tasas de éxito similares en todos los periodos, lo que sugiere que los mini-implantes pueden cargarse inmediatamente<sup>35</sup>.



El estudio realizado por Park *et al*<sup>23</sup>, afirma evidenciar dos hallazgos principales en el presente estudio basado en análisis de radiografías panorámicas. Primero, la tasa de éxito de los mini-implantes aumenta con una disminución de la angulación de la punta del mini-implante durante la colocación y exhibe una asociación estadísticamente significativa, encontrando una tasa de éxito general del 85,0%. Los hallazgos sugirieron que el éxito de los mini-implantes la tasa aumenta más cuando se colocan más apicalmente y con menor angulación. El autor concluye que la tasa de éxito de mini-implantes ortodónticos fue significativamente mayor para los adultos que para adolescentes a diferencia de lo mencionado por Haddad y Saadeh<sup>21</sup>.

Diversas investigaciones describen que los factores responsables del éxito o el fracaso de los mini-implantes de ortodoncia en entornos clínicos no están claros. Aun así, encontró que la falla de los mini-implantes en ortodoncia estaba asociada con una mayor tensión principal máxima cuando evaluó utilizando la técnica de modelado de elementos finitos (FE) específica. Encontró que tres factores tenían relaciones no lineales significativas con la tensión principal máxima: calidad del hueso cortical, angulación vertical del mini-implante y proximidad del mini-implante al diente en la dirección de la fuerza. En conclusión, el fracaso de un mini-implante es un problema multifactorial y la posición y la angulación del implante se encuentran entre los factores que lo afectan. Aun así, una ligera inclinación apical y un posicionamiento de al menos 1 mm fuera de la raíz en la dirección de la fuerza pueden reducir significativamente la probabilidad de falla<sup>36,37</sup>.

Autores como Gintautaitė y Gaidytė<sup>38</sup> confirman la tasa de estabilidad del mini-implante en la práctica clínica y especifican la proximidad de la raíz como el principal factor quirúrgico que afecta la estabilidad del mismo. Se identificó que la proximidad de la raíz es el principal determinante de todo el éxito y que influye en los factores quirúrgicos (mini-implante y el contacto con la raíz determinaron una tasa de fracaso del 9% al 26,7%). Los resultados de este artículo confirman que la tasa de estabilidad debe ser suficiente en la práctica clínica y especifican la proximidad de la raíz como el principal factor

quirúrgico que afecta la estabilidad del mini-implante.

Hourfar *et al*<sup>24</sup>, demostraron en su estudio que la tasa de éxito de los mini-implantes cargados con fuerzas mayores que 2 N se ve afectado principalmente por el sitio de su inserción. Dos mini-implantes insertados en el paladar anterior, unidos y utilizados para el anclaje directo ofrecieron supervivencia en tasas cercanas al 100%. Los mini-implantes usados individualmente e insertados entre las raíces vestibular de dientes anteriores del maxilar superior dieron como resultado tasas de éxito significativamente más bajas en un 71,1%; evidenciaron también que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el maxilar superior y la mandíbula en sitios de inserción vestibular, semejante a lo descrito en dos investigaciones<sup>39,40</sup>.

En contraste con los anteriores argumentos, autores como Torres *et al*<sup>25</sup>, manifiestan que la utilización de mini-implantes como unidad de anclaje esquelético temporal resulta exitoso en todos los pacientes estudiados (100%). Los problemas más frecuentes fueron la inflamación como resultado de una higiene bucal deficiente y la fractura del dispositivo en el momento de colocación pero que no dieron al traste con el éxito de su empleo y en relación a otros métodos de anclaje el microtornillo resultó superior<sup>26</sup>.

En otra investigación de Reynders *et al*<sup>41</sup>, evidencian que los mini-implantes de ortodoncia insertados en el maxilar muestran buenas tasas de éxito. Sin embargo, no se sugiere el uso de mini-implantes de longitud  $\leq 8$  mm y valores MIT  $< 10$  Ncm, incluso con mini-implantes más largos, otros autores afirman también los anteriores argumentos<sup>43,44</sup>.

Gurdan y Szalma<sup>26</sup>, describen que las complicaciones inflamatorias se desarrollan con frecuencia incluso con una inserción cuidadosa como resultado de los mismos autores muestran que la aplicación de mini-implantes de 1,6 mm  $\times$  8mm insertados en vestibular en el maxilar superior a menudo se asocia con el aflojamiento del implante con la carga inmediata. Por el contrario, los mini-implantes de localización palatina suelen proporcionar un excelente anclaje esquelético.

En un estudio realizado por Barros *et al*<sup>44</sup> investigan la resistencia mecánica de los mini-implantes como factor crítico debido a sus pequeños diámetros. Actualmente, no es posible afirmar si existe una diferencia relevante entre las propiedades mecánicas del acero inoxidable y los mini-implantes de aleación de titanio, sin embargo, este autor evidenció en su investigación los fabricados con acero inoxidable fueron un 13,2% y un 20,2% más resistentes a la fractura por torsión y la deflexión, respectivamente. Las roscas de los mini-implantes de acero inoxidable y los de titanio no se afectaron durante el proceso de inserción y extracción. Por lo tanto y coincidiendo con otros autores, el uso de mini-implantes fabricados con acero inoxidable puede reducir el riesgo de fractura sin aumentar el diámetro del mini-implante, otros autores describen que no existe diferencia mecánica entre el acero inoxidable y el titanio<sup>45</sup>.

Ramírez *et al*<sup>46</sup> muestra en su revisión sistemática global, que la mayoría de los estudios informaron altas tasas de éxito ( $\geq 90$  %) y solo una revisión sistemática indicó una baja tasa de éxito ( $\leq 56$  %) para los mini-implantes, en semejanza con la presente investigación. Todos los estudios discutieron varios factores relacionados con el éxito de los dispositivos de anclaje temporal. Estos factores se clasificaron como factores relacionados con el dispositivo, factores relacionados con el paciente, factores relacionados con el procedimiento y factores relacionados con el tratamiento de ortodoncia. Se observaron lagunas conceptuales y metodológicas al considerar el análisis de datos, la terminología utilizada y los protocolos de ortodoncia, así como lo describen la mayoría de revisiones semejantes a las presentadas en esta revisión<sup>48-51</sup>.

Según los anteriores argumentos es destacable inferir las siguientes conclusiones:

- Factores como el material, fabricante y diámetro de los mini-implantes no inciden de forma significativa sobre las tasas de éxito de los mini-implantes.
- La estabilidad del mini-implante está asociada con la distancia hasta el hueso crestral alveolar, presencia y/o ausencia de

movilidad y que la proximidad de la raíz no se asocia con la falla del mini-implante.

- Se considera un fracaso absoluto de la inserción del mini-implante si presentaba alguna movilidad tras el examen clínico posoperatorio (a los 15 días).
- Los instrumentos de evaluación de tasa de éxito o fracaso se determinaron a través de examen clínico intraoral, radiografías extraorales e intraorales.

El empleo de mini-implantes tiene una tasa de éxito alta.

## DECLARACIÓN SOBRE CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Primer autor: diseño metodológico, redacción y corrección de estilo.

Segundo autor: diseño metodológico y análisis de resultados.

Tercer autor: análisis de resultados y redacción.

Cuarto autor: análisis de resultados y redacción

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Chen Y, Kyung HM, Zhao WT, Yu WJ. Critical factors for the success of orthodontic mini-implants: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(3):284-291. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.08.017>
2. Jara L, Camelo NM, Alvarez DJ, Cascavita C, Forero M. Resultados de movimientos ortodóncicos con mini-implantes en tratamientos de ortodoncia. *Journal odont col.* 2012;5(9). Disponible en: <https://revistas.unicoc.edu.co/index.php/joc/articloe/view/206>
3. Gansukh O, Jeong JW, Kim JW, Lee JH, Kim TW. Mechanical and Histological Effects of Resorbable Blasting Media Surface Treatment on the Initial Stability of Orthodontic Mini-Implants. *Biomed Res*

- Int. 2016;2016:7520959. Doi: <https://doi.org/10.1155/2016/7520959>
4. Gutiérrez P, Hernández R, Perea García A, Escudero N, Bascones A. Microtornillos: Una revisión. *Av en Period.* 2014; 26(1): 25-38. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699-65852014000100004&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-65852014000100004&lng=es).
5. Gotfredsen K, Berglundh T, Lindhe J. Bone reactions adjacent to titanium implants with different surface characteristics subjected to static load. A study in the dog (II). *Clin Oral Implants Res.* 2001;12(3):196-201. Doi:<https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2001.012003196.x>.
6. Wu TY, Kuang SH, Wu CH. Factors associated with the stability of mini-implants for orthodontic anchorage: a study of 414 samples in Taiwan. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(8):1595-1599. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.04.015>
7. Blanco López P, Monsalve Guil L, Matos Garrido N, Moreno Muñoz J, Nuñez Márquez E, Velasco Ortega E. La oseointegración de implantes de titanio con diferentes superficies rugosas. *Av Odontoestomatol.* 2018;34(3):141-149. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852018000300005&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852018000300005&lng=es).
8. Irigoien P. Diferentes dispositivos de anclaje temporario esquelético (TADS) Microimplantes y miniplacas. Sus diferentes usos clínicos. Sociedad Argentina de Ortodoncia. Argentina: Editorial Universidad Católica Argentina. 2010. Disponible en: [https://www.ortodoncia.org.ar/\\_files/ugd/42b798\\_39db23f4db3844b3b806f9c3495ba95a.pdf](https://www.ortodoncia.org.ar/_files/ugd/42b798_39db23f4db3844b3b806f9c3495ba95a.pdf)
9. Rodríguez Y, Pérez García M, León O, Reytor E, Sánchez T. Resultados del uso de mini-implantes como anclaje para el movimiento de intrusión molar en Ortodoncia. *Gac Méd Espirit.* 2021; 23(1):12-23. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=104215>
10. Buschang PH, Carrillo R, Ozenbaugh B, Rossouw PE. 2008 survey of AAO members on miniscrew usage. *J Clin Orthod.* 2008;42(9):513-518. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18974458/>
11. Vélez Martínez D, Martínez González JL, Díaz Cepeda LF, Osorio Patiño JC, Martínez Cajas CH. Evaluación tomográfica de mini-implantes ortodónticos (MIO) en la región infracigomática. *Journal odont col.* 2019;12(24):8-18. Disponible en: <https://revistas.unicoc.edu.co/index.php/joc/articloe/view/392>
12. González-Valls G, Roca-Millan E, Céspedes-Sánchez JM, González-Navarro B, Torrejon-Moya A, López-López J. Narrow Diameter Dental Implants as an Alternative Treatment for Atrophic Alveolar Ridges. Systematic Review and Meta-Analysis. *Materials (Basel).* 2021;14(12):3234. Doi: <https://doi.org/10.3390/ma14123234>
13. Alrabiah M. Comparison of survival rate and crestal bone loss of narrow diameter dental implants versus regular dental implants: A systematic review and meta-analysis. *J Investig Clin Dent.* 2019;10(1):e12367. Doi: <https://doi.org/10.1111/jicd.12367>
14. Al-Shibani N, Al-Aali K, Al-Hamdan , Alrabiah M, Basunbul G, Abduljabbar T. Comparison of clinical peri-implant indices and crestal bone levels around narrow and regular diameter implants placed in diabetic and non-diabetic patients: A 3-year follow-up study. *Clin Implant Dent Relat.* 2019;21:247–252. Doi: <https://doi.org/10.1111/cid.12712>
15. de Souza AB, Sukekava F, Tolentino L, César-Neto JB, Garcez-Filho J, Araújo MG. Narrow- and regular-diameter implants in the posterior region of the jaws to support single crowns: A 3-year split-mouth randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29(1):100-107. Doi: <https://doi.org/10.1111/clr.13076>
16. Moráguez O, Vailati F, Grütter L, Sailer I, Belser U. Four-unit fixed dental prostheses replacing the maxillary incisors supported by two narrow-diameter implants—A five-year case series. *Clin. Oral Implant.* 2017;28:887–892. Doi: <https://doi.org/10.1111/clr.12895>

17. Shirck JM, Firestone AR, Beck FM, Vig KW, Huja SS. Temporary anchorage device utilization: comparison of usage in orthodontic programs and private practice. *Orthodontics (Chic.)*. 2011;12(3):222-231. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22022693/>
18. Markic G, Katsaros C, Pandis N, Eliades T. Temporary anchorage device usage: a survey among Swiss orthodontists. *Prog Orthod*. 2014;15(1):29. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40510-014-0029-x>
19. Turpin DL. CONSORT and QUOROM guidelines for reporting randomized clinical trials and systematic reviews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;128(6):681-686. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.10.010>
20. Feldmann I, Bondemark L. Orthodontic anchorage: a systematic review. *Angle Orthod*. 2006;76(3):493-501. Doi: [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2006\)076\[0493:OA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2006)076[0493:OA]2.0.CO;2)
21. Haddad R, Saadeh M. Distance to alveolar crestal bone: a critical factor in the success of orthodontic mini-implants. *Prog Orthod*. 2019;20(1):19. Published 2019 May 13. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0273-1>
22. Geshay D, Campbell P, Tadlock L, Schneiderman E, Kyung HM, Buschang P. Stability of immediately loaded 3 mm long miniscrew implants: a feasibility study. *Dental Press J Orthod*. 2021;26(1):e2119155. Doi: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.26.1.e2119155.oar>
23. Park JH, Chae JM, Bay RC, Kim MJ, Lee KY, Chang NY. Evaluation of factors influencing the success rate of orthodontic microimplants using panoramic radiographs. *Korean J Orthod*. 2018;48(1):30-38. Doi: <https://doi.org/10.4041/kjod.2018.48.1.30>
24. Hourfar J, Bister D, Kanavakis G, Lisson JA, Ludwig B. Influence of interradicular and palatal placement of orthodontic mini-implants on the success (survival) rate. *Head Face Med*. 2017;13(1):14. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13005-017-0147-z>
25. Torres L, Cruz R, Malcom M, Torres U. Evaluación de microimplantes como unidad de anclaje en movimientos ortodóncicos. *Org Cient Est Cien Médica Cub*. 2017;56(266):149-156. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/abril/abr-2017/abr17266d.pdf>
26. Gurdan Z, Szalma J. Evaluation of the success and complication rates of self-drilling orthodontic mini-implants. *Niger J Clin Pract*. 2018;21(5):546-552. Doi: [https://doi.org/10.4103/njcp.njcp\\_105\\_17](https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_105_17)
27. Vilani GN, Ruellas AC, Elias CN, Mattos CT. Stability of smooth and rough mini-implants: clinical and biomechanical evaluation - an in vivostudy. *Dental Press J Orthod*. 2015;20(5):35-42. Doi: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.20.5.035-042.oar>
28. Suzuki EY, Suzuki B. Placement and removal torque values of orthodontic miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139(5):669-678. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.11.017>
29. Reynders RM, Ronchi L, Ladu L, van Etten-Jamaludin F, Bipat S. Insertion torque and success of orthodontic mini-implants: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;142(5):596-614.e5. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.06.013>
30. Lee SJ, Ahn SJ, Lee JW, Kim SH, Kim TW. Survival analysis of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137(2):194-199. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.03.031>
31. Greenstein G, Cavallaro J. Implant Insertion Torque: Its Role in Achieving Primary Stability of Restorable Dental Implants. *Compend Contin Educ Dent*. 2017;38(2):88-96. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28156122/>
32. Di Stefano DA, Arosio P, Capparè P, Barbon S, Gherlone EF. Stability of Dental Implants and Thickness of Cortical Bone: Clinical Research and Future Perspectives. A Systematic Review. *Materials*

- (Basel). 2021;14(23):7183. Doi: <https://doi.org/10.3390/ma14237183>
33. Raikar S, Talukdar P, Kumari S, Panda S, Oommen M, Prasad A. Factors affecting the survival rate of dental implants: A retrospective study. *J. Int. Soc. Prev Community Dent.* 2017;7:351–355. Doi: [https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD\\_380\\_17](https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_380_17).
34. Lee DW, Park JH, Bay RC, Choi SK, Chae JM. Cortical bone thickness and bone density effects on miniscrew success rates: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2021;24 Suppl 1:92-102. Doi: <https://doi.org/10.1111/ocr.12453>
35. Albogha MH, Kitahara T, Todo M, Hyakutake H, Takahashi I. Predisposing Factors for Orthodontic Mini-Implant Failure Defined by Bone Strains in Patient-Specific Finite Element Models. *Ann Biomed Eng.* 2016;44(10):2948-2956. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10439-016-1584-8>
36. Albogha MH, Kitahara T, Todo M, Hyakutake H, Takahashi I. Maximum principal strain as a criterion for prediction of orthodontic mini-implants failure in subject-specific finite element models. *Angle Orthod.* 2016;86(1):24-31. Doi: <https://doi.org/10.2319/120514-875.1>
37. Ugarte OM, Gialain IO, de Carvalho NM, et al. Can maxilla and mandible bone quality explain differences in orthodontic mini-implant failures?. *Biomater Investig Dent.* 2021;8(1):1-9. Doi: <https://doi.org/10.1080/26415275.2020.1863155>
38. Gintautaitė G, Gaidytė A. Surgery-related factors affecting the stability of orthodontic mini implants screwed in alveolar process interdental spaces: a systematic literature review. *Stomatologija.* 2017;19(1):10-18. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29243679/>
39. Reynders RM, Isaia L. Failure rates of palatal implants or mini-screws for orthodontic anchorage. *Evid Based Dent.* 2019;20(1):9-11. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41432-019-0010-0>
40. Reynders RM, Cacciatore G. No confidence that success rates of self-drilling and self-tapping insertion techniques of orthodontic mini-implants are similar. *Evid Based Dent.* 2016;17(4):111-113. Doi: <https://doi.org/10.1038/sj.ebd.6401203>
41. Reynders RM, Ladu L, Ronchi L, et al. Insertion torque recordings for the diagnosis of contact between orthodontic mini-implants and dental roots: a systematic review. *Syst Rev.* 2016;5:50. Doi: <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0227-3>
42. Alharbi F, Almuzian M, Bearn D. Miniscrews failure rate in orthodontics: systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2018;40(5):519-530. Doi: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjx093>
43. Uesugi S, Kokai S, Kanno Z, Ono T. Prognosis of primary and secondary insertions of orthodontic miniscrews: What we have learned from 500 implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;152(2):224-231. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.12.021>
44. Barros SE, Vanz V, Chiqueto K, Janson G, Ferreira E. Mechanical strength of stainless steel and titanium alloy mini-implants with different diameters: an experimental laboratory study. *Prog Orthod.* 2021;22(1):9. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40510-021-00352-w>
45. Scribante A, Montasser MA, Radwan ES, Bernardinelli L, Alcozer R, Gandini P, et al. Reliability of orthodontic Miniscrews: bending and maximum load of different Ti-6Al-4V titanium and stainless steel temporary Anchorage devices (TADs) Materials (Basel). 2018;11:1138. Doi: <https://doi.org/10.3390/ma11071138>.
46. Ramírez-Ossa DM, Escobar-Correa N, Ramírez-Bustamante MA, Agudelo-Suárez AA. An Umbrella Review of the Effectiveness of Temporary Anchorage Devices and the Factors That Contribute to Their Success or Failure. *J Evid Based Dent Pract.* 2020;20(2):101402. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2020.101402>
47. Leo M, Cerroni L, Pasquantonio G, Condò SG, Condò R. Temporary anchorage devices (TADs) in orthodontics: review of the factors that influence the clinical success rate of the mini-implants. *Clin*

Ter. 2016;167(3):e70-e77. Doi:  
<https://doi.org/10.7417/CT.2016.1936>

48. Kakali L, Alharbi M, Pandis N, Gkantidis N, Kloukos D. Success of palatal implants or mini-screws placed median or paramedian for the reinforcement of anchorage during orthodontic treatment: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2019;41(1):9-20. Doi:  
<https://doi.org/10.1093/ejo/cjy015>

49. Mohammed H, Wafaie K, Rizk MZ, Almuzian M, Sosly R, Bearn DR. Role of anatomical sites and correlated risk factors on the survival of orthodontic miniscrew implants: a systematic review and meta-analysis. *Prog Orthod.* 2018;19(1):36. Doi:  
<https://doi.org/10.1186/s40510-018-0225-1>

50. Alharbi F, Almuzian M, Bearn D. Anchorage effectiveness of orthodontic miniscrews compared to headgear and transpalatal arches: a systematic review and meta-analysis. *Acta Odontol Scand.* 2019;77(2):88-98. Doi:  
<https://doi.org/10.1080/00016357.2018.1508742>

51. Yi J, Ge M, Li M, Li C, Li Y, Li X, et al. Comparison of the success rate between self-drilling and self-tapping miniscrews: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2017;39(3):287-293. Doi:  
<https://doi.org/10.1093/ejo/cjw036>