

NANDA | URIBE | YADAV

DISPOSITIVOS

DE ANCLAJE TEMPORAL
EN ORTODONCIA

2ª EDICIÓN




AMOLCA

DISPOSITIVOS

DE ANCLAJE TEMPORAL EN ORTODONCIA

2^a
EDICIÓN



Ravindra Nanda, BDS, MDS, PhD

Profesor Emérito
División de Ortodoncia
Departamento de Ciencias Craneofaciales
Facultad de Medicina Dental
Universidad de Connecticut
Farmington, Connecticut, EE. UU.

Flavio Uribe, DDS, MDentSc

Profesor Burnstone de Ortodoncia
Director de Programa de Postgrado
División de Ortodoncia
Departamento de Ciencias Craneofaciales
Facultad de Medicina Dental
Universidad de Connecticut
Farmington, Connecticut, EE. UU.

Sumit Yadav, DDS, MDS, PhD

Profesor Asociado
División de Ortodoncia
Departamento de Ciencias Craneofaciales
Facultad de Medicina Dental
Universidad de Connecticut
Farmington, Connecticut, EE. UU.

2022



14

Uso de miniimplantes extraalveolares para el manejo de varios tipos de movimientos dentarios complejos

Marcio Rodrigues de Almeida

Introducción

Los miniimplantes son sistemas de anclaje absoluto altamente eficientes en la clínica odontológica. Aunque con frecuencia se insertan en lugares como el proceso alveolar y entre las raíces de dientes contiguos, Chang,¹ Park,² Almeida³ y otros han sugerido nuevos sitios extraalveolares (E-A). Estos autores recomiendan zonas en la cresta infracigomática (CIC) y en la repisa bucal (RB), regiones para muchas terapias ortodónticas que requieren de un sistema de anclaje seguro y eficiente (Figura 14.1).

Anatómicamente, la CIC es una zona ósea reforzada con gran engrosamiento de la capa cortical. Se extiende a lo largo del hueso maxilar superior desde el cigoma hacia los molares. Es una protuberancia ósea palpable localizada an-

teriormente a la tuberosidad del maxilar. Varios autores⁴⁻⁷ reconocen que la CIC es un lugar apropiado para la colocación de miniimplantes y puede utilizarse para ofrecer anclaje en casos de retracción canina y retracción en masa de los dientes anteriores (del proceso dentoalveolar superior completo), e intrusión de los dientes posteriores, como veremos más adelante (Figura 14.2).

La región de la repisa bucal corresponde a la placa ósea en forma de meseta que se encuentra entre la cara vestibular de los molares inferiores y la línea oblicua externa mandibular. Esta meseta se ensancha a medida que se acerca al segundo y al tercer molar. De acuerdo con Chang y cols.⁸ y Almeida,⁹ el área ideal para la colocación del miniimplante está entre los primeros y los segundos molares inferiores debido al grosor del hueso cortical y a la cantidad razona-

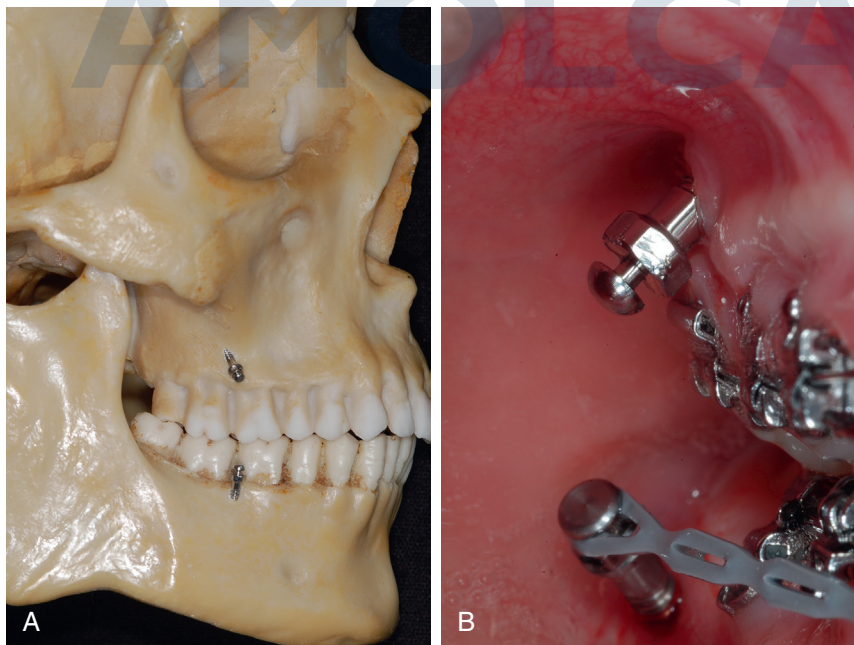


Figura 14.1. (A y B) Ubicaciones extraalveolares, tales como la cresta infracigomática y la repisa bucal, son en la actualidad áreas de anclaje absoluto para la retracción dentoalveolar completa del maxilar superior y el maxilar inferior.

ble de encía adherida (que disminuye hacia los dientes más distales). Estas consideraciones son válidas para la inserción de miniimplantes en ángulo y perpendicularmente al hueso, es decir, casi en paralelo al eje longitudinal de los molares (Figura 14.3).

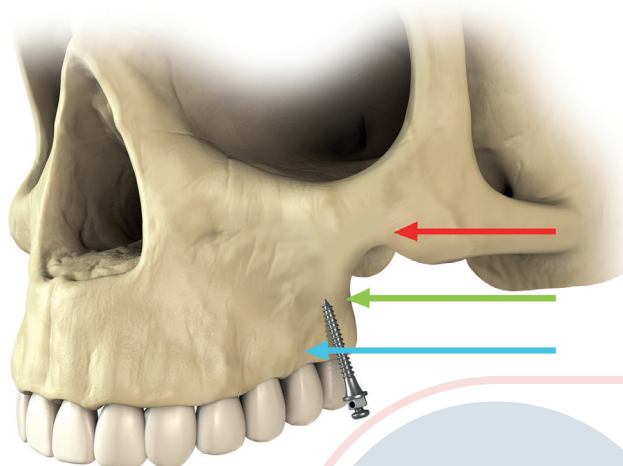


Figura 14.2. Localización anatómica del área de la cresta infracigomática (CIC): flecha superior mostrando la apófisis cigomática, flecha del medio señalando la parte media de la CIC y flecha inferior mostrando la parte inferior de la CIC.

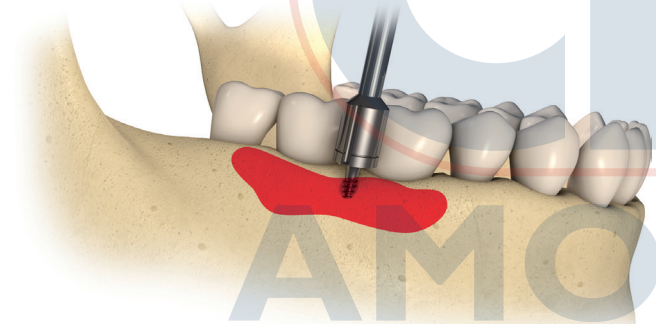


Figura 14.3. Área de la repisa bucal (área roja) con el sitio ideal para la colocación de un miniimplante, entre el primero y segundo molar inferior.

Indicaciones

A diferencia de los miniimplantes intraalveolares, los miniimplantes E-A colocados en las regiones infracigomáticas y RB tienen indicaciones específicas, como veremos más adelante. Los tornillos E-A se **utilizan ampliamente** en masa de los dientes de las arcadas superior e inferior. Esto se debe a que permiten un gran anclaje inmediatamente luego de la instalación (estabilidad primaria), cuando se colocan en las zonas óseas reforzadas de los maxilares superior e inferior.

Los miniimplantes de la CIC se recomiendan en casos de retracción en masa de dientes anteriores, retracción en masa dentoalveolar de la arcada superior, intrusión de dientes posteriores, caninos individuales, retracción premolar y molar en pacientes con biprotrusión, distalización de caninos y premolares para obtener espacio anterior (Figura 14.4), y en casos de pacientes que requieran corrección de la línea media con distalización en masa de los dientes (Figura 14.5).

Otras indicaciones para el uso de miniimplantes de la CIC son: anclaje para retracción de un bloque dental en caso de extracciones superiores, corrección de asimetrías del plano oclusal, anclaje para el uso de cantiléver en caso de tracción para caninos impactados, tratamiento inicial para clase III y para la planificación de cirugía ortognática para clase III.

Las indicaciones para el empleo de miniimplantes colocados en la región de la RB son las mismas que para los miniimplantes de la CIC; es decir, pueden utilizarse en tratamientos conservadores de clase III (camuflaje), así como para la retracción y/o distalización de molares, en tratamientos con excesivo apiñamiento inferior, mesialización de molares, anclaje para retracción del bloque anterior, en casos de extracciones inferiores, intrusión de dientes posteriores, corrección de asimetrías del plano oclusal, desviaciones de la línea media, anclaje para el empleo de cantiléver en la tracción de caninos inferiores impactados y en la preparación para cirugía ortognática.

Los casos de protrusión bimaxilar pueden tratarse utilizando miniimplantes colocados en la RB y la CIC, como puede verse en la Figura 14.6.

Un estudio exhaustivo en la materia fue conducido por el autor⁹ en su libro *Miniimplantes extraalveolares en ortodoncia*.

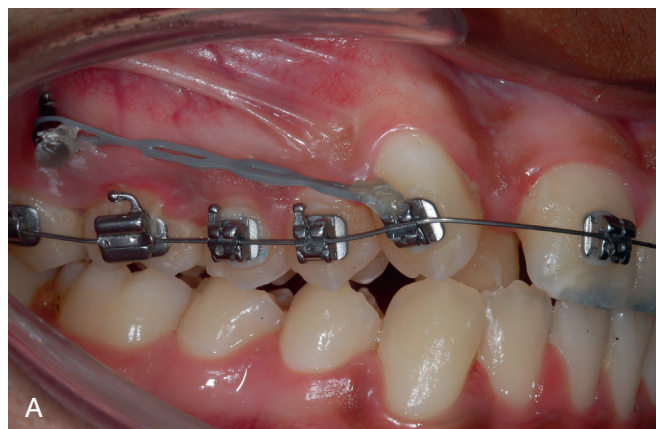


Figura 14.4. (A y B) Retracción individual del canino con tornillo en la cresta infracigomática, para crear espacio para el diente anterior en paciente tratado sin extracciones.

Este libro destaca los principios biomecánicos y las aplicaciones clínicas de este reciente y efectivo método de anclaje.

Características de los miniimplantes

Los miniimplantes que se insertan en las regiones de la CIC y la RB están elaborados con aleación de titanio (Ti-6 Al-4 V) o con acero inoxidable (AI), debido a que ninguno de ellos promueve la oseointegración y pueden retirarse fácilmente cuando sea necesario.

No obstante, existe cierta controversia acerca del uso de uno u otro tipo. Mientras que algunos autores como Park y cols.¹⁰ recomiendan el uso de aleaciones de titanio, Chang y cols.^{7,8} prefieren el uso de acero inoxidable quirúrgico por tener mayor módulo de elasticidad, por lo cual ofrece resistencia a la fractura.

Actualmente en el comercio se encuentran disponibles varios tipos de miniimplantes con diferentes formas, diámetros, longitudes y tratamientos de superficies. Independientemente de si son fabricados con acero o con titanio, deben poseer propiedades autoenroscantes o autoperforantes. Los tornillos autoenroscantes necesitan un fresado inicial (perforación de la mucosa y del hueso cortical por medio de un punzón o sonda clínica), ya que poseen una punta redondeada sin capacidad de corte. Por su parte, los tornillos autoperforantes no requieren perforación previa, porque son extremadamente delgados y puntiagudos, con lo cual crean su propio trayecto dentro del hueso mientras se instalan, lo que facilita su instalación. La longitud de rosca de los tornillos puede variar de 4 a 12 mm y su diámetro varía de 1,2 a 2 mm. Los miniimplantes interradiculares usualmente son más pequeños y de calibre reducido para disminuir las posibilidades de daño a estructuras nobles adyacentes, tales como las raíces de los dientes. Por el contrario, los miniimplantes E-A son más grandes, tanto en longitud (10, 12, 14, 17 mm) como en diámetro (1,5-2 mm). El torque de colocación está condicionado por el diámetro de los miniimplantes; es decir, a mayor diámetro, mayor será el torque requerido para la colocación y, en consecuencia, mayor será la estabilidad primaria. Esta estabilidad se refiere a la estabilidad mecánica que muestra el miniimplante poco tiempo después de su inserción. Se trata de un prerrequi-

sito para la cicatrización y es una de las características más importantes de los dispositivos de anclaje temporal. Dicha estabilidad depende de varios factores, tales como la morfología de los miniimplantes, el número de vueltas de rosca, la longitud, el tamaño de la cabeza activa, el diámetro, el espesor, la densidad del hueso cortical, así como también la técnica de colocación. Lemieux y cols.¹¹ reportaron que los miniimplantes con mayor longitud permiten un anclaje excelente. Sin embargo, ello está asociado con un aumento en el riesgo de daño a estructuras vecinas, en especial a la perforación del seno maxilar. La profundidad del ajuste y la densidad ósea en la zona de colocación del miniimplante son los mejores indicadores de la estabilidad primaria. Chen y cols.¹² afirmaron que al utilizar un miniimplante de 8 mm en vez de uno de 6 mm, el porcentaje de éxito se ubicó entre 72 y 90 %. Otros autores reportaron mayor éxito utilizando miniimplantes más largos.

La resistencia a la fractura torsional de los miniimplantes está relacionada directamente con el diámetro, como se mencionó antes; es decir, a mayor diámetro, mayor será el torque de fractura. Así, pareciera ser ventajoso emplear miniimplantes con mayor diámetro y mayor longitud, tales como los miniimplantes de acero descritos por Chang,⁷ en áreas E-A.

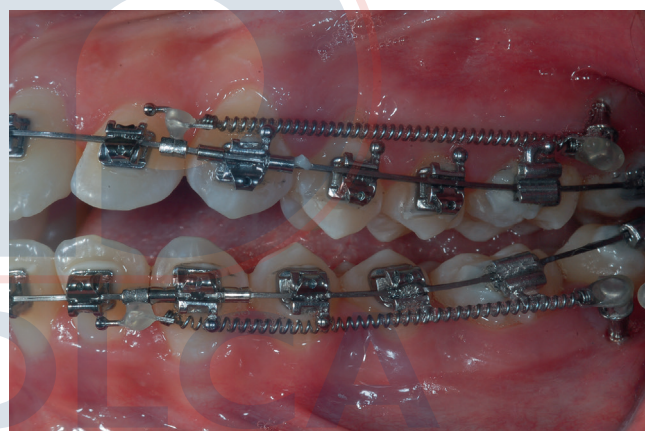


Figura 14.6. Miniimplantes extraalveolares usados en la retracción de las arcadas completas para corregir la protrusión bimaxilar.

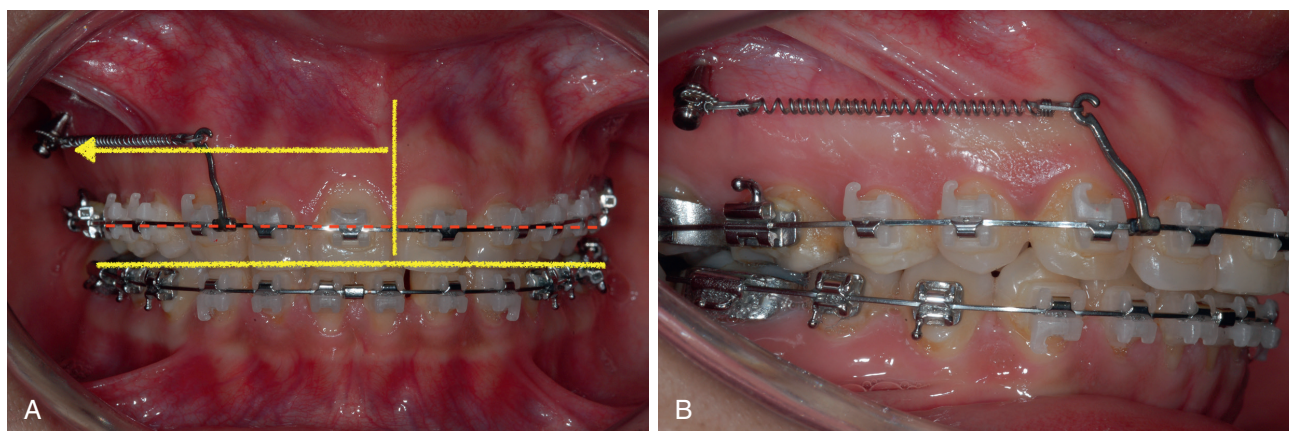


Figura 14.5. (A y B) Maloclusión clase II unilateral tratada con tornillo en cresta infragomática lado derecho, en donde el caso requiere de corrección de la línea media y de la relación molar.

Uso de miniimplantes extraalveolares para el manejo de varios tipos de movimientos dentarios complejos

Dado que en el contexto clínico los miniimplantes se colocan en áreas con alta densidad ósea (hueso cortical), en ciertos casos se indica la perforación inicial con un punzón o sonda clínica, incluso si se utilizan miniimplantes de acero autoperforantes. El fin de este procedimiento es minimizar el riesgo de fractura durante la colocación.

Motoyoshi y cols.¹³ reportaron que una de las formas de aumentar la estabilidad primaria de miniimplantes en adolescentes consiste en taladrar un orificio pequeño, un hoyo guía, en el hueso cortical antes de insertar el implante. A pesar de que existe una tendencia mundial hacia el uso de miniimplantes de acero quirúrgico para ubicación E-A, Almeida⁹ ha utilizado con éxito un juego brasileño (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) fabricado con titanio. Nótese que la técnica de colocación varía si los miniimplantes son de Al o de titanio, como veremos más adelante.

El juego básico empleado por Almeida⁹ (Figura 14.7), que incluye un destornillador manual, una cuchilla larga y un punzón, es el preferido debido a que contiene todo el material necesario para la instalación de los miniimplantes E-A. Los miniimplantes tienen diferentes diámetros y longitudes. Nuestra sugerencia es utilizar un miniimplante largo, de 10

mm de longitud, 1,5/2,0 mm de diámetro y collar de 2 mm (perfil transmucoso⁹).

A pesar de tener una pequeña cabeza y un orificio redondeado que permite la activación correcta de un cantiléver, en esa cabeza del tornillo se pueden colocar de manera simultánea elásticas y resortes de aleación níquel-titanio, tal como se muestra en la Figura 14.8.

Otra opción disponible en el mercado brasileño es el juego de tornillos Peclab desarrollado por Almeida⁹ (Peclab, Bello Horizonte, MG, Brasil). También está hecho de titanio, con dimensiones de 2 × 12 mm o 14 mm. Este juego está provisto de un agujero rectangular que permite la adaptación y activación correcta de un cantiléver en el caso de tracción de caninos impactados. Con un diámetro de 2 mm y buen torque de colocación, estos miniimplantes han sido considerados un buen sustituto para el acero debido a los resultados alentadores obtenidos con su uso (Figura 14.9).

Sin embargo, el uso de miniimplantes de Al puede ser útil en sitios en donde la densidad ósea es típicamente alta. En esta situación de producirá un torque de colocación más alto, por lo que sería ideal un tornillo de acero debido a la gran resistencia a la fractura que se mencionó antes.



Figura 14.7. (A-C) Juego básico utilizado por el autor que consiste en un destornillador manual, una cuchilla larga y un perforador.

En estos casos Chang y cols.¹⁴ prefirieron el uso de miniimplantes de acero de 12 mm de longitud por 2 mm de diámetro, con características específicas y el diseño apropiado para su colocación en las áreas de la CIC y la RB.

Técnica de colocación

Las técnicas de colocación de miniimplantes (CIC y RB) dependen del material del que están fabricados los implantes (acero o titanio) para incrementar el porcentaje de éxito. En este sentido, Chang y Roberts¹⁵ resaltan tres factores clave que están interrelacionados: (1) calidad del hueso, (2) diseño del miniimplante y (3) técnica de colocación.

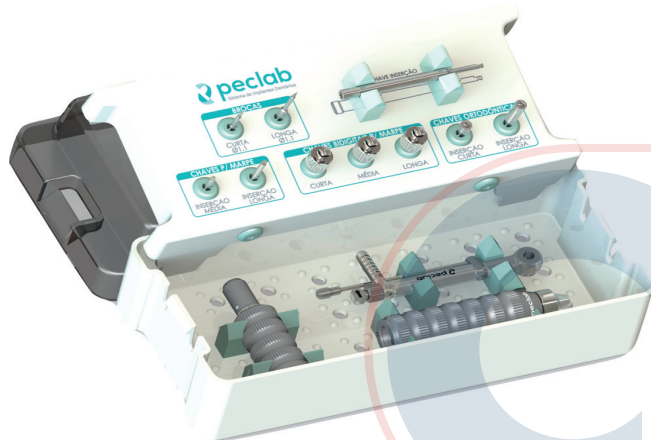


Figura 14.8. A pesar de tener una cabeza pequeña y un orificio redondo que ayuda a la activación correcta de un cantiléver, también en la cabeza del tornillo se pueden colocar de forma simultánea bandas de goma y resortes de aleación de níquel-titanio.

Colocación en la cresta infracigomática

Antes de la inserción de los miniimplantes, deben observarse estrictamente los principios de bioseguridad. El ángulo de aplicación para el miniimplante de CIC es fundamental. Park y cols.¹⁰ evaluaron el ángulo entre el eje del miniimplante y el hueso cortical. Concluyeron que al situarlo casi paralelo al eje longitudinal de las raíces de los molares aumenta la superficie de contacto con el hueso cortical, lo que garantiza gran estabilidad. Una posición verticalizada del miniimplante reduce la posibilidad de alcanzar la raíz. Hsu y cols.¹⁶ sugirieron los siguientes pasos para una colocación segura en la CIC:

1. Anestesiarse el área quirúrgica.
2. Inicialmente, colocar la punta del miniimplante en ángulo de 90 grados con respecto a la superficie del hueso en la región de la CIC, luego de punzar el hueso cortical en la unión mucogingival con un explorador endodóntico.
3. Introducir 1 mm de la punta en el hueso cortical, a la altura de las raíces vestibulares entre el primer y el segundo molar superior en adultos, y en la región entre el segundo premolar y primer molar en personas jóvenes, debido a que la cresta cigomático-maxilar se localiza más anteriormente en estos individuos. Puede determinarse por palpación local.
4. Girar, entonces, el atornillador manual entre 60 y 70 grados hacia el plano oclusal, mientras se rota en sentido horario enroscando los miniimplantes, tal como se muestra en la Figura 14.10.
5. Debe considerarse la edad del paciente, la morfología ósea y el tipo de mecánica que se va a instaurar. Posicionar la cabeza de los miniimplantes en el plano sagital, es decir, en dirección anteroposterior, con una ligera inclinación en sentido mesial. La Figura 14.11 muestra un miniimplante para mesializar los dientes superiores colocado correctamente.



Figura 14.9. El tornillo Peclab desarrollado por Almeida⁹ es otra opción disponible en el mercado brasileño (Peclab, Belo Horizonte, MG, Brasil). Está hecho de titanio, con dimensiones de 2 x 12 o 14 mm. Tiene un agujero rectangular que permite la correcta adaptación y activación de un cantiléver en situaciones de tracción de caninos impactados. Con un diámetro de 2 mm y buen torque de aplicación, estos miniimplantes se han considerado sustitutos del acero, por los alentadores resultados obtenidos con su uso.

Colocación en la repisa bucal

Antes de la colocación del miniimplante **debe realizarse** una cuidadosa evaluación del área de la RP. Hay que considerar la cantidad de hueso presente y la extensión de la encía, a través de la cual se necesitará insertar los implantes. Nucera y cols.¹⁷ y Elshebiny y cols.¹⁸ describieron un punto localizado vestibular a la raíz distal del segundo molar inferior, entre 4 y 8 mm de la unión amelocementaria como la mejor ubicación anatómica para fijación. Sin embargo, es necesario enfatizar que esta área muestra variaciones morfológicas significativas. Muchos pacientes tendrán una meseta de hueso bien definida mientras que otros no y mostrarán un perfil óseo prácticamente recto. Esta diferencia puede ser diagnosticada clínicamente mediante palpación o por tomografía computarizada de haz cónico (TCHC).

Un punto a considerar es la topografía del canal mandibular a través del cual pasa el nervio dentario inferior. Debido a su ubicación lingual en relación con los ápices radicu-

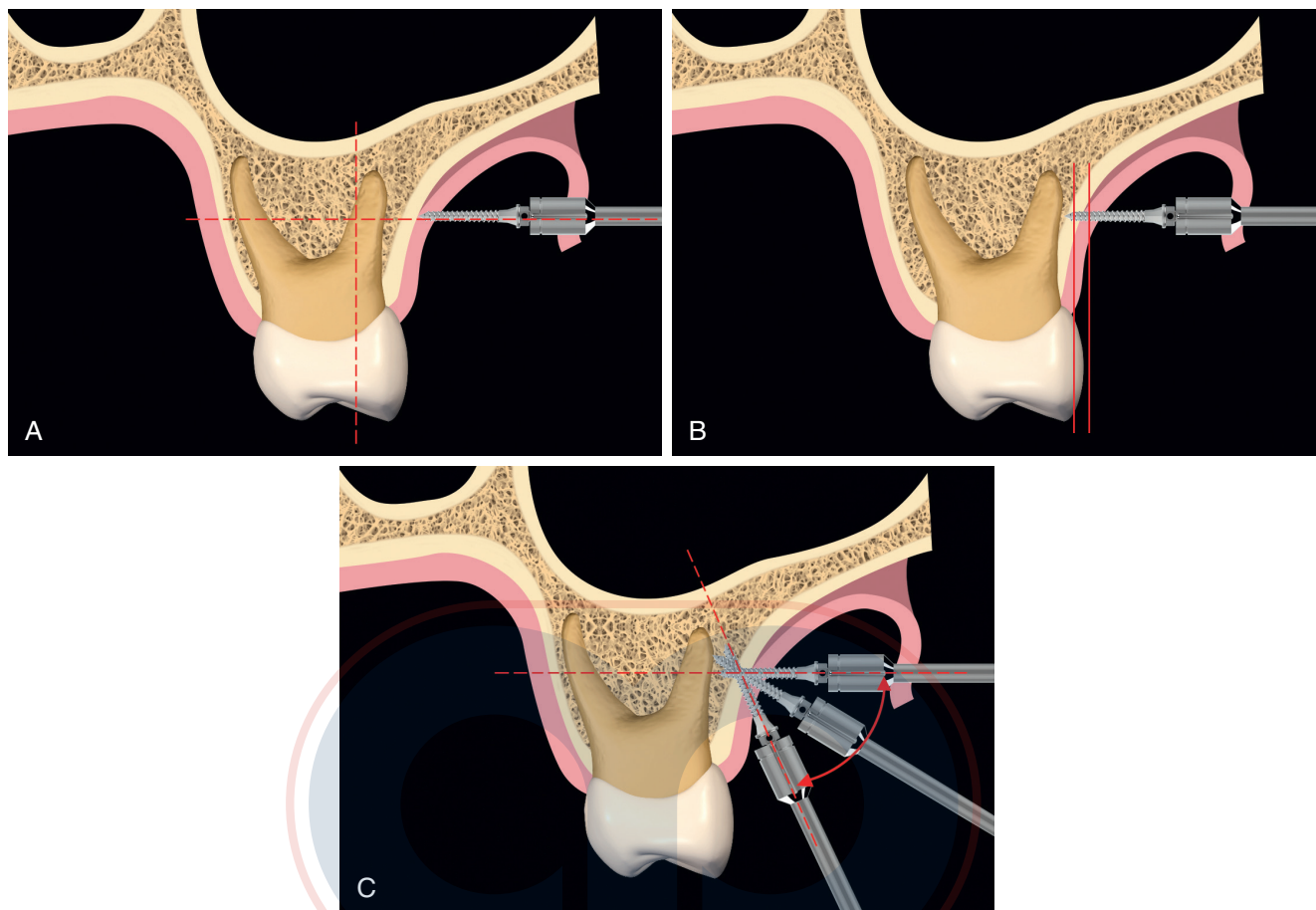


Figura 14.10. (A-C) Pasos para una segura colocación de los miniimplantes en el área de la cresta infragomática.



Figura 14.11. Posición de la cabeza de los miniimplantes con ligera inclinación en sentido mesial para favorecer la mesialización de los dientes superiores.

lares de los molares inferiores, la posibilidad de alcanzar el canal es remota incluso con miniimplantes de 2×12 mm.

La inserción del miniimplante es mucho más fácil en pacientes con meseta ósea bien definida y con buena encía adherida. Una RB de gran tamaño permite situar el miniimplante en una posición cercana a la vertical, casi paralela a las raíces de los molares inferiores. La instalación se torna

difícil si el área de RB es poco favorable para la inserción, ya que el miniimplante deberá colocarse en un ángulo más alto y en un área de encía libre.

Los autores han discutido acerca del uso de miniimplantes en la RB, tanto cuando se fijan en encía adherida como cuando se fijan en la encía libre,¹⁴ dependiendo en este último caso de una higiene cuidadosa para evitar la posible inflamación y mucositis perimplantar con la consecuente pérdida de estabilidad.

Debe enfatizarse que la superficie de encía adherida es más grande en la región del primer molar y disminuye hacia la zona distal de la arcada. Aunque la región del segundo molar posea mayor densidad ósea, es necesario evaluar adecuadamente el mejor sitio de anclaje, considerando no solo la densidad ósea sino también otros factores que aseguren gran estabilidad al miniimplante.

Técnica de colocación

Como se destacó anteriormente, la técnica de colocación depende no solo del material del que están hechos los miniimplantes, sino también de su diseño y de la estructura ósea del paciente.



Figura 14.12. Modificación de la instalación del tornillo en la repisa bucal. En algunos casos, dependiendo de la biomecánica, los miniimplantes se inclinan hacia el plano mesial para favorecer la mesialización de la arcada completa.

Colocación en la región de la repisa bucal

La técnica de colocación sigue los mismos procedimientos mencionados para los miniimplantes situados en la CIC; es decir, luego de seguir los principios de bioseguridad, es necesario aplicar anestesia local y perforar el hueso cortical. Entonces los miniimplantes serán posicionados en el ángulo deseado (70 grados) en relación al plano oclusal.

En algunas situaciones, dependiendo de la biomecánica, los miniimplantes son inclinados hacia el plano mesial, tal como se muestra en la Figura 14.12.

Magnitud de la fuerza aplicada

Como muchos autores han señalado,^{9,14,16,19} la magnitud de la fuerza mecánica con la cual son colocados los miniimplantes E-A es un factor importante para el éxito del tratamiento, ya que influye en la estabilidad del anclaje.

El peso recomendado para la mecánica de ortodoncia al utilizar miniimplantes en la región de la CIC varía desde 220 a 340 g (de 8 a 12 onzas), y de 340 a 450 g cuando los miniimplantes se aplican en el área de la RB.

Beneficios

La ortodoncia contemporánea ha empleado los miniimplantes E-A en áreas localizadas lejos de los puntos de inserción de las raíces de los dientes y ha extendido los límites del tratamiento en vista de los siguientes beneficios de esta propuesta:

1. Bajo riesgo de traumatismo radicular.
2. Mayor cantidad de hueso cortical en los puntos de inserción, lo cual ayuda al uso de miniimplantes más flexibles (2 mm).
3. Ausencia de interferencia con los movimientos mesiodistales del diente.
4. Anclaje adecuado para la retracción completa de la arcada dental, lo que reduce la protrusión.

5. Porcentaje bajo de fracaso.
6. Uso de menos miniimplantes en casos complejos.

Precauciones

1. Colocar preferiblemente los miniimplantes en encía adherida.
2. Respetar los principios generales de bioseguridad.
3. Mantener la higiene en la zona a implantar, en especial en aquellos casos en los que los miniimplantes se sitúen en áreas de transición de encía adherida a encía libre.
4. Mantener el ángulo correcto al colocar el miniimplante para evitar daño en las raíces tanto en dientes superiores como en inferiores.
5. Cuando se implante en la región de la cresta alveolar cigomática, evitar la posibilidad de alcanzar el seno maxilar (aunque este punto no parece ser un problema).
6. En caso de distalización de segundos molares inferiores, utilizar radiografía panorámica o TCHC para verificar que se dispone de suficiente espacio para ese movimiento.
7. En pacientes jóvenes, los miniimplantes se colocan en posición más anterior (en la región del primer molar, CIC 6) y más alta (vertical) para prevenir la posibilidad de lesionar la raíz del diente. Por lo general la colocación se realiza en la encía libre (mucosa móvil) adoptando las precauciones mencionadas con anterioridad.
8. En casos de duda, evaluar antes clínicamente la colocación del miniimplante tanto en la región de la CIC como en la de la RB, utilizando TCHC.

El caso presentado a continuación corresponde a un paciente con maloclusión clase III, mordida abierta anterior y apiñamiento de los incisivos. Este paciente fue tratado con extracciones de los terceros molares inferiores y con la colocación bilateral de miniimplantes en la región de la RB, entre los primeros y segundos molares inferiores, para la retracción de la arcada mandibular completa (Figura 14.13).

Consideraciones finales

Dado que la técnica de colocación miniimplantes en las regiones de la CIC y la RB contempla cirugía, el especialista responsable de este procedimiento deberá investigar en profundidad todos los factores de riesgo de este proceso para garantizar la seguridad del paciente.

Aunque el anclaje absoluto es eficiente, conlleva ciertos riesgos a estructuras anatómicas cercanas, en especial el seno maxilar y el nervio dentario inferior. Estudios recientes²⁰ muestran que el porcentaje de éxito de miniimplantes largos colocados en la CIC es de 96,7 %, con el 78,3 % de ellos penetrando el seno maxilar. Sin embargo, los autores llaman la atención al hecho de que se recomienda que esta penetración no exceda 1 mm. De manera similar, Elshebiny y cols.¹⁸ han indicado que el sitio más favorable para el correcto posicionamiento del miniimplante es la región de la RB. Para evitar traumatismo a la rama alveolar del trigémino, el sitio adecuado correspondiente es la porción distobucal del segundo molar inferior.



Figura 14.13. (A-H) Paciente de 16 años de edad, maloclusión clase III, perfil cóncavo, mordida abierta anterior y apiñamiento en ambas arcadas. (I-K): La propuesta para la maloclusión consistió en mecánica en la repisa bucal para distalizar la arcada completa hacia atrás. Una cadena elastomérica de poder con 350 g de fuerza por lado, se ancló al arco mandibular de 0,017 x 0,025 pulgadas de aleación titanio-molibdeno. La duración de la distalización de la arcada mandibular fue de 7 meses. El tiempo total de tratamiento fue de 17 meses. (L-S): A la finalización del caso podemos apreciar buena intercuspidadación de dientes posteriores y también un perfil facial bueno.

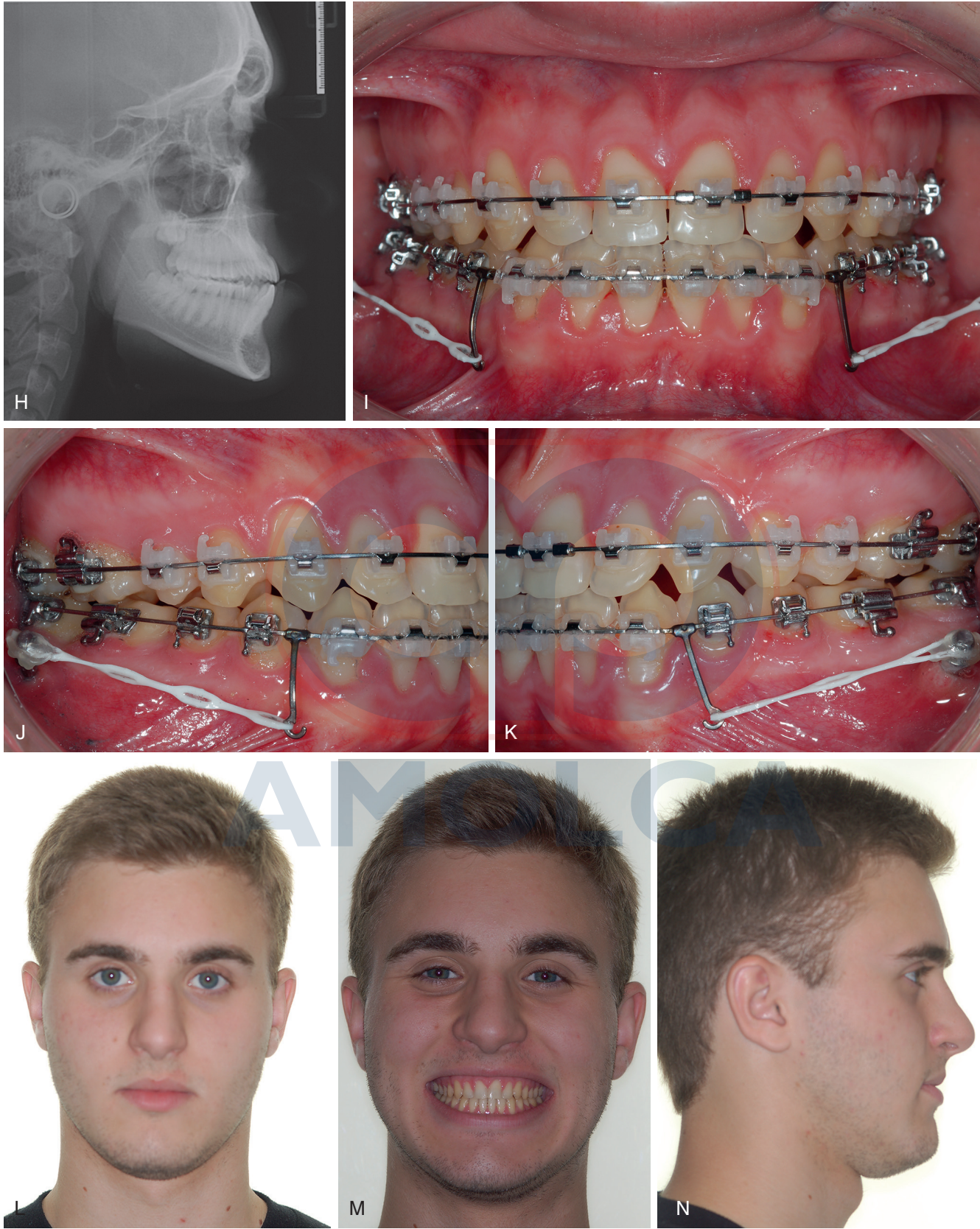


Figura 14.13. Continuación.



Figura 14.13. Continuación.

Referencias

1. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH: A prospective study of the risk factors associated with failure of mini implants used for orthodontic anchorage, *Int J Oral Maxillofac Implants* 19(1):100– 106, 2004.
2. Park HS, Lee SK, Kwon OW: Group distal movement of teeth using microcrew implant anchorage, *Angle Orthod* 75(4):602– 609, 2005.
3. Almeida MR, Almeida PR, Chang C: Biomecânica do tratamento compensatório da má-oclusão de Classe III utilizando ancoragem esquelética extra-alveolar, *Rev Clín Ortod Dental Press* 15(2):74–76, 2016.
4. Almeida MR, Almeida PR, Nanda R: Biomecânica dos miniimplantes inseridos na região de crista infrazigomática para correção de má-oclusão de Classe II subdivisão, *Rev Clin Ortod Dental Press* 15(6):90–105, 2017.

- Almeida MR: Biomecânica de distalização dentoalveolar com mini-implantes extra-alveolares em paciente Classe I com biprotrusão, *Rev Clin Ortod Dental Press* 16(6):61–76, 2017.
- Costa A, Raffaini M, Melsen B: Mini-screws as orthodontic anchorage: a preliminary report, *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 13(3):201–209, 1998.
- Chang CH: Clinical applications of orthodontic bone screw in Beethoven orthodontic center, *Int J Orthod Implantol* 23:50–51, 2011.
- Chang C, Huang C, Roberts E: 3D cortical bone anatomy of the mandibular buccal shelf: a CBCT study to define sites for extraalveolar bone screws to treat Class III malocclusion, *Int J Orthod Implantol* 41(1):74–82, 2016.
- Almeida MR: Mini-implantes extra-alveolares em Ortodontia, ed 1, Maringá, 2018, Dental Press.
- Park HS, Jeong SH, Kwon OW: Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130(1):18–25, 2006.
- Lemieux G, et al.: Computed tomographic characterization of mini-implant placement pattern and maximum anchorage force in human cadavers, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140(3):356–365, 2011.
- Chen CH, Chang CS, Hsieh CH, Tseng YC, Shen YS, Huang IY, et al.: The use of microimplants in orthodontic anchorage, *J Oral Maxillofac Surg* 64(8):1209–1213, 2006.
- Motoyoshi M, Matsuoka M, Shimizu N: Application of orthodontic mini-implants in adolescents, *Int J Oral Maxillofac Surg* 36(8):695–699, 2007.
- Chang C, Liu SS, Roberts WE: Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva, *Angle Orthod* 85(6):905–910, 2015.
- Chang CH, Roberts WE: A retrospective study of the extra-alveolar screw placement on buccal shelves, *Int J Orthod Implantol* 32:80–89, 2013.
- Hsu E, Lin JSY, Yeh HY, Chang C, Robert E: Comparison of the failure rate for infra-zygomatic bone screws placed in movable mucosa or attached gingiva, *Int J Orthod Implantol* 47(1):96–106, 2017.
- Nucera R, Lo Giudice A, Bellocchio AM, Spinuzza P, Caprioglio A, Perillo L, et al.: Bone and cortical bone thickness of mandibular buccal shelf for mini-screw insertion in adults, *Angle Orthod* 87(5):745–751, 2017.
- Elshebiny T, Palomo JM, Baumgaertel S: Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for mini-screw and insertion in white patients, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 153:505–511, 2018.
- Hsieh YD, Su CM, Yang YH, Fu E, Chen HL, Kung S: Evaluation on the movement of endosseous titanium implants under continuous orthodontic forces: an experimental study in the dog, *Clin Oral Implants Res* 19(6):618–623, 2008.
- Jiay, Chen X, Huang X: Influence of orthodontic mini-implant penetration of the maxillary sinus in the infrazygomatic crest region, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 153(5):656–661, 2018

