

Indicaciones de los microtornillos en ortodoncia

PEDRO LORENTE



P. Lorente

RESUMEN

La utilización de microtornillos en ortodoncia ha creado un estado de confusión, que no es conveniente mantener. Por este motivo, el presente artículo pretende aclarar la situación, ordenando de forma lógica las indicaciones de esta aparatología en ortodoncia, indicaciones que se dividen en 2 grupos: principales y secundarias.

Las consideradas principales se dirigen a obtener los siguientes movimientos dentarios: a) intrusión posterior; b) retrusión de incisivos; c) retrusión de la arcada mandibular, y d) intrusión de incisivos.

Las secundarias van encaminadas a: a) enderezar molares; b) anclar molares; c) protruir incisivos; d) desimpactar molares, y e) cerrar espacios edéntulos.

Cada día se publican nuevos artículos acerca de este tema, ampliándose las indicaciones de utilización de los microtornillos en ortodoncia, razón por la cual cualquier clasificación de las mismas debe permanecer abierta a nuevos cambios.

Palabra clave: Microtornillos. Microimplantes. Tornillos de titanio. Anclaje absoluto.

Indications of microscrews in orthodontics

Lorente P

ABSTRACT

Due to the lack of publications and the novelty of the use of microscrews in orthodontics there is much confusion as to their use. The purpose of this article is to clarify in a logical manner the indications of when to use these screws. The indications will be divided in two groups, one being the primary and the other the secondary.

The principal considerations are mainly those that are used to obtain the following dental movements: a) posterior intrusion; b) retrusion of incisors; c) retrusión of the lower arch, and d) intrusion of incisors.

The secondary considerations are mainly for the following movements: a) uprighting molars; b) molar anchorage; c) the closing of edentulous spaces; d) protrusion of incisors, and e) des-impacting molars.

There are many publications concerning the use of microscrews and therefore there is also an ever increasing indications for their use. This means that this classification is one that will contribute to the literature and should be modified according to the changes that take place. Rev Esp Ortod 2004;34:281-307

Key words: Microscrew. Miniscrew. Miniimplant. Titanium screw. Absolute anchorage.

Correspondencia:
Pedro Lorente Achútegui
Tenor Fleta, 51, bajo
50008 Zaragoza

Médico estomatólogo por la Universidad Complutense de Madrid. Máster en Ortodoncia en el Hospital de San Rafael de Madrid. Ortodoncista exclusivo en Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

La tercera ley de Newton, también conocida como principio de acción-reacción, establece que cuando un cuerpo ejerce una fuerza (acción) sobre otro, éste produce a su vez otra fuerza sobre el primero (reacción) igual y de sentido contrario. También sabemos, gracias a Newton, que el efecto de las fuerzas sobre los objetos será distinto dependiendo de su masa.

Este principio es bien conocido por los ortodontistas, que lo comprueban a diario en la consulta, ya que todo movimiento ortodóncico deseado genera otro movimiento dentario secundario, muchas veces no deseado. A estos movimientos secundarios no deseados nos enfrentamos mediante el anclaje. Cuando los ortodontistas buscamos anclaje, lo que realmente pretendemos crear son movimientos unidireccionales, minimizando aquellos movimientos secundarios no deseados. Ante esto, cabe preguntarse: ¿podremos anular los movimientos secundarios? Antes de contestar, conviene recordar que para que se produzcan movimientos dentarios es imprescindible el tejido periodontal, tejido que al ser presionado hace que se estimulen células como los osteoblastos y osteoclastos, auténticos protagonistas del movimiento dentario.

Como consecuencia, se puede afirmar que el anclaje ideal en ortodoncia es aquel que está libre de tejido periodontal.

La búsqueda del anclaje ideal ha sido un sueño largamente perseguido en ortodoncia. De hecho, toda la aparatología extraoral no es más que un anclaje sin periodonto.

Durante la década de los 80 aparecieron los implantes en la odontología, convirtiéndose en elementos de anclaje rutinarios para la prótesis. De esta época son también las primeras publicaciones acerca del uso de los implantes con fines ortodóncicos. Nunca antes se había contado con anclajes intraorales libres de periodonto; se comienza a hablar entonces de anclaje absoluto en ortodoncia. Las indicaciones de los implantes en ortodoncia son concretas y escasas, ya que no han podido resolver todas las necesidades de anclaje que precisa la especialidad. Con la llegada de los microtornillos a finales de los 90 se abrió una puerta de esperanza al utilizarlos como anclaje absoluto en múltiples maloclusiones, incluso en alguna claramente quirúrgica.

Es evidente que las indicaciones de los microtornillos en estas primeras publicaciones son más intuitivas que científicas. En este sentido, los trabajos de experimentación animal no se hicieron esperar, limitando los primeros resultados científicos el uso indiscriminado de los microtornillos.

Aunque son muchas las esperanzas puestas en ellos, son también muchos los interrogantes que surgen: ¿serán capaces de cubrir todas las necesidades de anclaje que precise la ortodoncia?, ¿podrán ser tratados mediante ortodoncia y microtornillos ciertos pacientes quirúrgicos?, ¿se debe adaptar la mecánica ortodóncica a los microtornillos?, ¿cuáles serán las maloclusiones más beneficiadas?, ¿se podrán unificar criterios y crear protocolos de tratamiento reales?

Estamos ante un futuro apasionante de la especialidad, en que muchos conceptos clásicos tendrán que ser renovados y exigirán a los profesionales un esfuerzo de adaptación a los nuevos.

DESARROLLO HISTÓRICO

Es difícil comprender el éxito y las indicaciones de los microtornillos sin conocer previamente la historia de los implantes, sus ventajas, indicaciones y limitaciones.

Brånemark, et al.¹, en 1985, publicaron sus más de 10 años de experiencia en implantes de titanio, revolucionando la prótesis y la odontología. Los ortodontistas también fueron conscientes de la importancia de los implantes, y Roberts, et al.², en 1984, aplicaron con fines ortodóncicos implantes sobre conejos.

Artículos como los de Odman, et al.³, Higuchi y Slack⁴, con resultados clínicos espectaculares, animaron a su utilización, especialmente cuando la maloclusión se acompañaba de espacios edéntulos.

Roberts, et al.⁵, en 1990, colocaron implantes en la zona retromolar mandibular con el fin de cerrar espacios edéntulos.

Black y Hoffman⁶ en 1995, situaron un disco de 10 mm de diámetro debajo del periostio, en la sutura palatina, con objeto de distalar molares.

Triaca, et al.⁷, en 1992, y Wehrbein, et al.⁸, en 1996, fueron los pioneros en introducir implantes en la sutura palatina para corregir Clase II de Angle, técnica que intentaron popularizar otros profesionales como Glatzmaier, et al.⁹ y Schelgel, et al.¹⁰.

Actualmente, esta técnica se sigue empleando con resultados clínicos magníficos, aunque se debe elegir con sumo cuidado el paciente y la maloclusión, como lo demuestran Puigdollers¹¹, Keles, et al.¹², Maino, et al.¹³ y Ambrusterlital y Block¹⁴.

La gran ventaja de los implantes es, sin lugar a dudas, su bajísimo índice de fracasos, como afirman Higuchi y Slack⁴, Wehrbein y Diedrich¹⁵, Trisi y Rabaudi¹⁶.

De esta ventaja también hablan Majzonb, et al.¹⁷, cuando al aplicar fuerzas a la semana 2 de su implantación sólo le fracasa 1 de 20 implantes, y asimismo Wehrbein, et al.¹⁸, cuando al aplicar fuerzas laterales de 2 a 6 newtons sobre implantes consigue que se produzca osteointegración.

No hay que olvidar que en los implantes no todo son ventajas, ya que presentan inconvenientes como:

- El emplazamiento correcto es muy limitado y de hecho existen 3 lugares óptimos de colocación: a) espacios edéntulos; b) espacio retro-molar, y c) sutura palatina.
- Las indicaciones son escasas, reduciéndose a: a) retrusión de molares superiores; b) cierre de espacios edéntulos, y c) retrusión de incisivos.
- Elevado coste.
- Se precisan actos quirúrgicos importantes para colocarlos o retirarlos.
- Su uso no es inmediato, ya que se necesita un tiempo de osteointegración; Roberts, et al.² aconsejan un período de espera de 4-5 meses.
- La edad de colocación es limitada por estar indicados especialmente en pacientes fuera de crecimiento.
- Su colocación ha de ser planeada con precisión, pues la ubicación correcta del implante dependerá del movimiento dentario que se vaya a realizar. Y la futura prótesis sólo podrá compensar pequeños errores de colocación.

Kanoni¹⁹, en 1997, utiliza por primera vez en ortodoncia microtornillos como anclaje. Posteriormente, autores como Costa, et al.²⁰, Deguchi, et al.²¹, Maino, et al.²², Kyung, et al.²³, han seguido aplicando microtornillos en ortodoncia, y tanto éstos como Kanoni con una intención fundamental: ir superando todas las limitaciones de los implantes.

VENTAJAS DE LOS MICROTORNILLOS CON RESPECTO A LOS IMPLANTES

- No existen límites anatómicos para su colocación, ya que podemos colocarlos allí donde exista hueso.
- Mayor número de indicaciones.
- Coste más reducido.
- El acto quirúrgico de colocación y retirada es más sencillo.
- No se precisa un tiempo de osteointegración. El uso del microtornillo como anclaje puede ser inmediato o razonablemente corto. Deguchi, et al.²¹, por ejemplo, aconseja 3 semanas entre su colocación y su utilización.
- No hay que esperar a que el paciente haya terminado su crecimiento, por tanto, se pueden colocar en adolescentes.

Los microtornillos sólo presentan un gran inconveniente: el índice de fracasos es más elevado que el de los implantes. Miyawaki, et al.²⁴ asocia el fracaso de los microtornillos a 3 factores: diámetro inferior a 1 mm, inflamación periimplantaria después de su colocación, y, por último, al plano mandibular, que cuanto más elevado sea, mayor será el índice de fracasos.

Deguchi, et al.²¹, en un experimento con perros coloca 96 microtornillos, fracasando 3; Frenthaler, et al.²⁵, colocando 12 microtornillos en seres humanos fracasa en otros 3.

Esta disparidad de resultados se resolverá a medida que se vaya avanzando en su uso y se lleven a cabo futuros trabajos.

INDICACIONES DE LOS MICROTORNILLOS

Las indicaciones de los microtornillos pueden dividirse en 2 grupos: principales y secundarias:

1. Indicaciones principales: son aquellas en las que el efecto conseguido a través de los microtornillos repercute en toda la arcada dentaria, siendo auxiliares clave a la hora de conseguir los resultados ortodóncicos. Son:

- Impactación posterior.
- Retrusión de incisivos.

- Retrusión de la arcada mandibular.
- Intrusión anterior.

2. Indicaciones secundarias son aquellas en las que el efecto conseguido a través de los microtornillos repercute de manera parcial en la arcada, en un segmento de la misma (1 o 2 dientes). Su uso no es primordial para conseguir una oclusión correcta. Son:

- Enderezamiento de un molar.
- Anclaje de un diente.
- Protrusión de incisivos.
- Desimpactación de molares.
- Cierre de espacios edéntulos.

CASOS CLÍNICOS

Indicaciones principales

Impactación posterior

Uno de los movimientos ortodóncicos más difíciles de conseguir es la intrusión del sector posterior. Esto se ha intentado por vías distintas en ortodoncia y, desgraciadamente, los fracasos han sido mayores que los éxitos.

El control de la dimensión vertical es difícil y todo aquello que beneficie este movimiento es bien recibido en ortodoncia.

Umemori, et al.²⁶, en 2 casos clínicos de mordida abierta, colocaron miniplacas sujetas con microtornillos monocorticales en la mandíbula y consiguieron intrusiones a nivel de molares entre 3 y 5 mm. Con una recidiva del 30% Sugawara, et al.²⁷.

Sherwood, et al.²⁸ consiguieron intrusiones entre 1,5 a 3,5 mm al aplicar miniplacas sobre el maxilar superior en seres humanos.

Kanoni¹⁹ va a ser el que por primera vez aplique microtornillos para conseguir intrusión posterior en el maxilar, y para ello coloca 2 tornillos en cada lado, uno por vestibular y otro por palatino.

Ohmae, et al.²⁹ intruyen premolares mandibulares en perros mediante microtornillos, consiguiendo intrusiones de 4,5 mm de promedio después de 12 a 18 semanas de aplicar fuerzas intrusivas.

Actualmente es posible intruir molares tanto en el maxilar como en la mandíbula, e incluso sabemos

por Daimaruya, et al.^{30,31} que la intrusión se puede realizar dentro del seno maxilar con reabsorciones radiculares moderadas y sin lesionar ni los vasos sanguíneos ni los nervios dentarios.

Otros autores, como Kyung, et al.²³, Maino, et al.²², Paik, et al.³², Park, et al.³³, también han demostrado la posibilidad de intruir los sectores posteriores mediante microtornillos en diversos casos clínicos.

En la figura 1 a se aprecia de forma esquemática la manera de emplear los microtornillos. Se colocará uno de ellos en el sector más posterior de la arcada, en el espacio interdentario de los últimos molares. La altura de colocación dependerá de la encía insertada, del fondo vestibular, del tamaño interdentario y de la anatomía radicular de los molares. La altura oscilará entre 8 a 12 mm del borde gingival y será previamente determinada mediante radiografía intraoral.

Lo habitual ante una mordida abierta es colocar microtornillos por vestibular tanto en el maxilar como en la mandíbula. La longitud del tornillo será de 8 a 10 mm, el grosor de 1,6 mm y la cabeza plana.

Caso clínico

- Paciente: mujer de 30 años de edad, referida por su dentista para cerrar la mordida abierta.
- Análisis facial: proporciones faciales correctas. Cierre labial discretamente forzado. Presenta una sonrisa gingival de 4 mm (Fig. 1 b y c).
- Registros intraorales: Clase I de Angle, discrepancia oseodentaria moderada y mordida abierta dentaria por hábito de interposición lingual, más intensa en el lado derecho (Fig. 1 d, e y f).
- Panorámica: 10 años antes le fueron extraídos 3 cordales. La proporción coronoradicular es correcta (Fig. 1 g).
- Cefalometría: el maxilar y la mandíbula están adecuadamente relacionados. Las arcadas dentarias se encuentran protruidas con respecto a sus bases óseas. Altura facial del tercio inferior de la cara, aumentada (Fig. 1 h).
- Diagnóstico: mordida abierta esquelética y dentaria. Extrusión de los sectores posteriores. Sonrisa gingival.

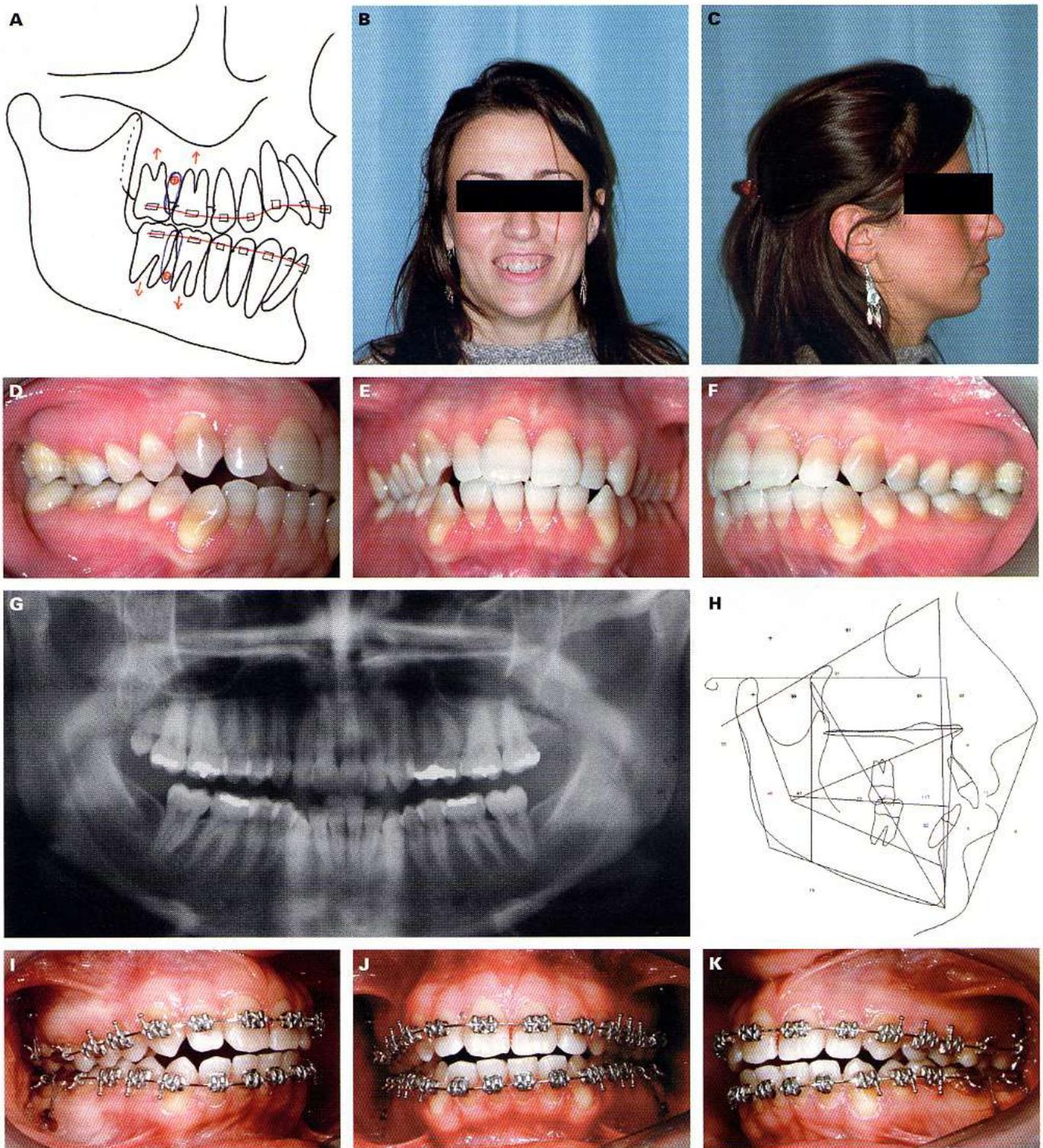


Figura 1. A: esquema del tratamiento. B, C, D, E y F: registros faciales e intraorales pretratamiento. G: panorámica pretratamiento. H: trazado cefalométrico inicial. I, J y K: registros intraorales el día del inicio del tratamiento.

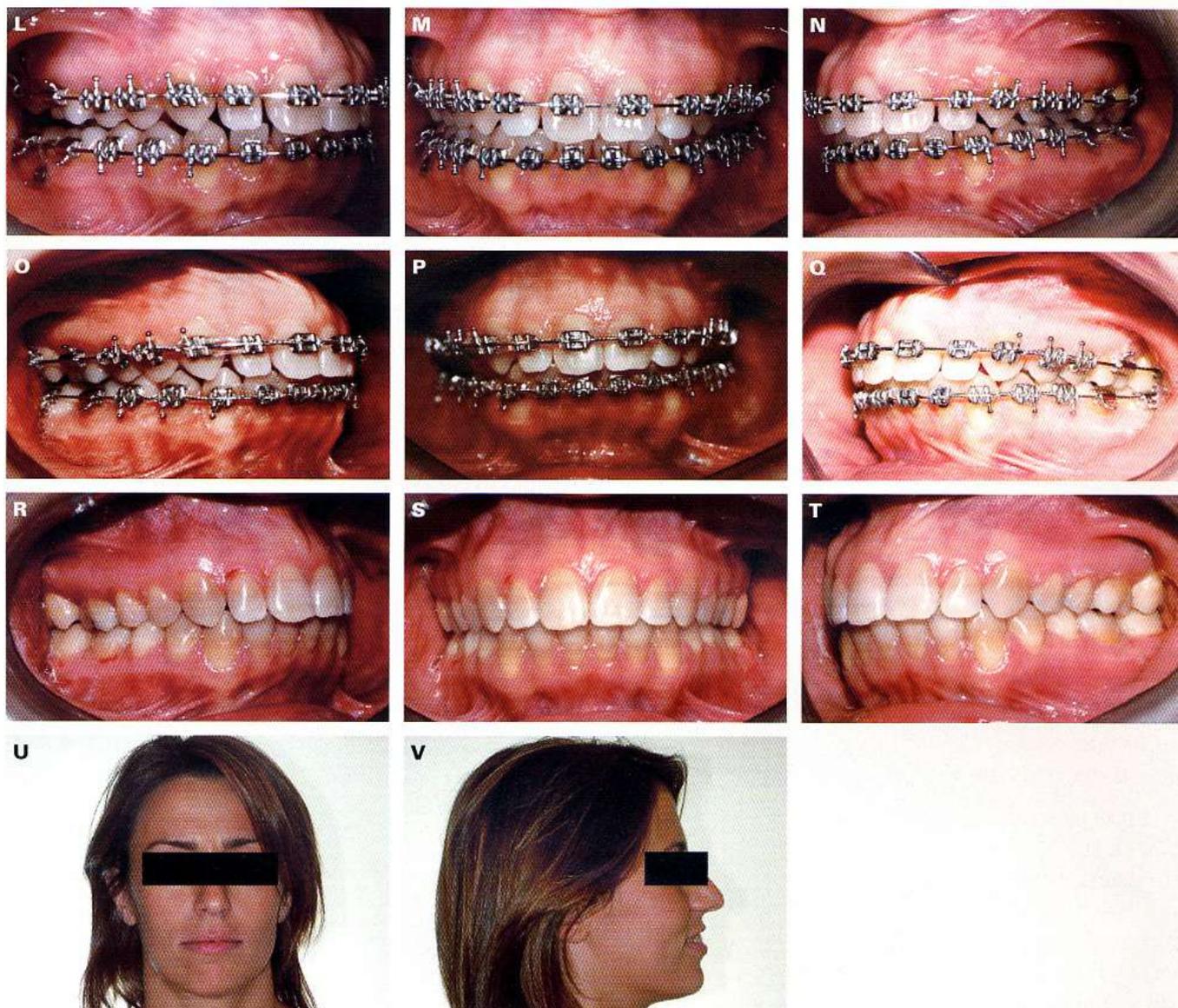


Figura 1. L, M y N: registros intraorales a los 6 meses del inicio del tratamiento. O, P y Q: registros intraorales a los 12 meses del inicio del tratamiento. R, S, T, U y V: registros finales.

- Plan de tratamiento: la paciente no deseaba cambios estéticos, razón por la que se desechó cualquier extracción dentaria. Debido a su sonrisa gingival, la mecánica debía ir encaminada no a la extrusión de los incisivos maxilares, sino a la intrusión del sector posterior. Se le refiere al logopeda para corregir el hábito de interposición lingual.
- Desarrollo del tratamiento: se colocaron tubos y brackets en toda la arcada dentaria y 3 microtornillos en 1.^{er}, 3.^{er} y 4.^o cuadrantes con el fin de intruir los sectores posteriores.

Se evitó colocar un microtornillo en el 2.^o cuadrante para no inclinar el plano oclusal a este nivel.

El mismo día en que se colocaron los microtornillos, se inició la tracción intrusiva mediante hilos elásticos desde el tornillo al arco (Fig. 1 i, j y k).

A los 4 meses del inicio se fue nivelando el plano oclusal, apareciendo una discreta mordida abierta en el lado derecho a nivel de los molares, mientras que en el izquierdo, al haber conseguido el objetivo de nivelación, se retiró el microtornillo.

A los 6 meses del inicio, el lado izquierdo permanecía estable, mientras que en el derecho se creó una mordida abierta aún más intensa a nivel de los molares (Fig. 1 l, m y n).

Al año del inicio, una vez retirados los microtornillos, la oclusión sigue estable (Fig. 1 o, p y q).

A la paciente se le mantuvo 3 meses más con aparatología, pero sin fuerzas intrusivas a nivel de los molares. Una vez comprobado que la oclusión era estable se retiró la aparatología. El tiempo total de tratamiento fue de 15 meses (Fig. 1 r, s, t, u y v).

Retrusión de incisivos

Existen maloclusiones donde la retrusión de incisivos resulta primordial para el éxito del tratamiento. Se deben retruir los incisivos anclando el sector posterior para evitar su mesialización. Tradicionalmente, en ortodoncia, este problema se ha resuelto anclando el sector posterior del maxilar con barra transpalatina y retruyendo los incisivos mediante fuerzas extraorales (Asher, ganchos J, etc.), exigiendo, además, a los pacientes un importante grado de colaboración. En la mandíbula, el problema se resolvía de forma similar apoyándonos en fuerzas extraorales.

En la actualidad, Kanoni, et al.¹⁹, Maino, et al.³⁴, Lin, et al.³⁵, Miyawaki, et al.²⁴, Kyung, et al.²³ han distalado el frente anterior dentario mediante microtornillos. Esta técnica es muy poco agresiva y exige muy poca colaboración por parte del paciente. El anclaje es absoluto, aportando al profesional seguridad y rapidez en el movimiento dentario, y al paciente, comodidad.

En la figura 2 a se observa de forma esquemática dónde colocar los microtornillos. Cuando la retrusión de los incisivos se convierte en un movimiento básico del tratamiento ortodóncico, éste se realizará apoyándonos en los microtornillos situados en el espacio edéntulo provocado por la extracción de los primeros premolares. Se situarán los microtornillos por mesial de los segundos premolares.

La altura de colocación de los microtornillos dependerá de la dirección de la fuerza con la que se desea retruir los incisivos. Cuanto más se acerque el microtornillo al plano oclusal, la fuerza será más paralela a este plano, siendo fundamentalmente retrusiva. Cuanto más se aleje el microtornillo del plano oclusal, la fuerza generada será retrusiva e intrusiva.

En el corte transversal que muestra la figura 2 b se aprecia que el tornillo tiene que ser bicortical. Para colocarlo se entrará por vestibular perforando 2 mm la cortical mediante una fresa, posteriormente se procederá a atornillar el microtornillo manualmente, y, colocando un dedo por palatino, se irá introduciendo el tornillo hasta que contacte con la cortical palatina. Una vez notado este contacto, sensación fácilmente reconocible, se forzará la maniobra para intentar que la punta del microtornillo penetre al menos 1 mm en esta cortical. El microtornillo ha de quedar firme, listo para apoyarnos en él a continuación. La longitud del tornillo será de 10 a 12 mm, la anchura de 1,6 mm y la cabeza plana.

Caso clínico

- Paciente: mujer de 18 años de edad que acude a la consulta de ortodoncia para mejorar su protrusión labial.
- Análisis facial: protrusión labial, sellado labial forzado, sonrisa gingival de 3 mm, labios hipotónicos y moderadamente evertidos (Fig. 2 c).
- Registro intraoral: Clase II de Angle, gingivitis en el área de los incisivos maxilares debido a una higiene regular y a un sellado labial deficiente. En el articulador, la Clase II se acentúa, apareciendo una discrepancia transversal. La mandíbula está comprimida con respecto al maxilar (Fig. 2 d, e, f y g).
- Panorámica: normal, agenesias de 18/28/38 (Fig. 2 h).
- Cefalometría: Clase II esquelética, protrusión de incisivos, especialmente los del maxilar. La altura facial del tercio inferior está aumentada (Fig. 2 i).
- Diagnóstico: Clase II esquelética y dentaria. Protrusión de los incisivos maxilares. Protrusión del perfil. Compresión de la arcada mandibular.
- Plan de tratamiento: extracción de los premolares 14/24, retrusión de los incisivos maxilares entre 4 y 5 mm. Moderado desgaste interproximal en la arcada mandibular, expansionándola mediante ortodoncia fija.
- Desarrollo del tratamiento: se colocan tubos y brackets adheridos, extrayendo en la misma sesión el 14/24 y colocando inmediatamente des-

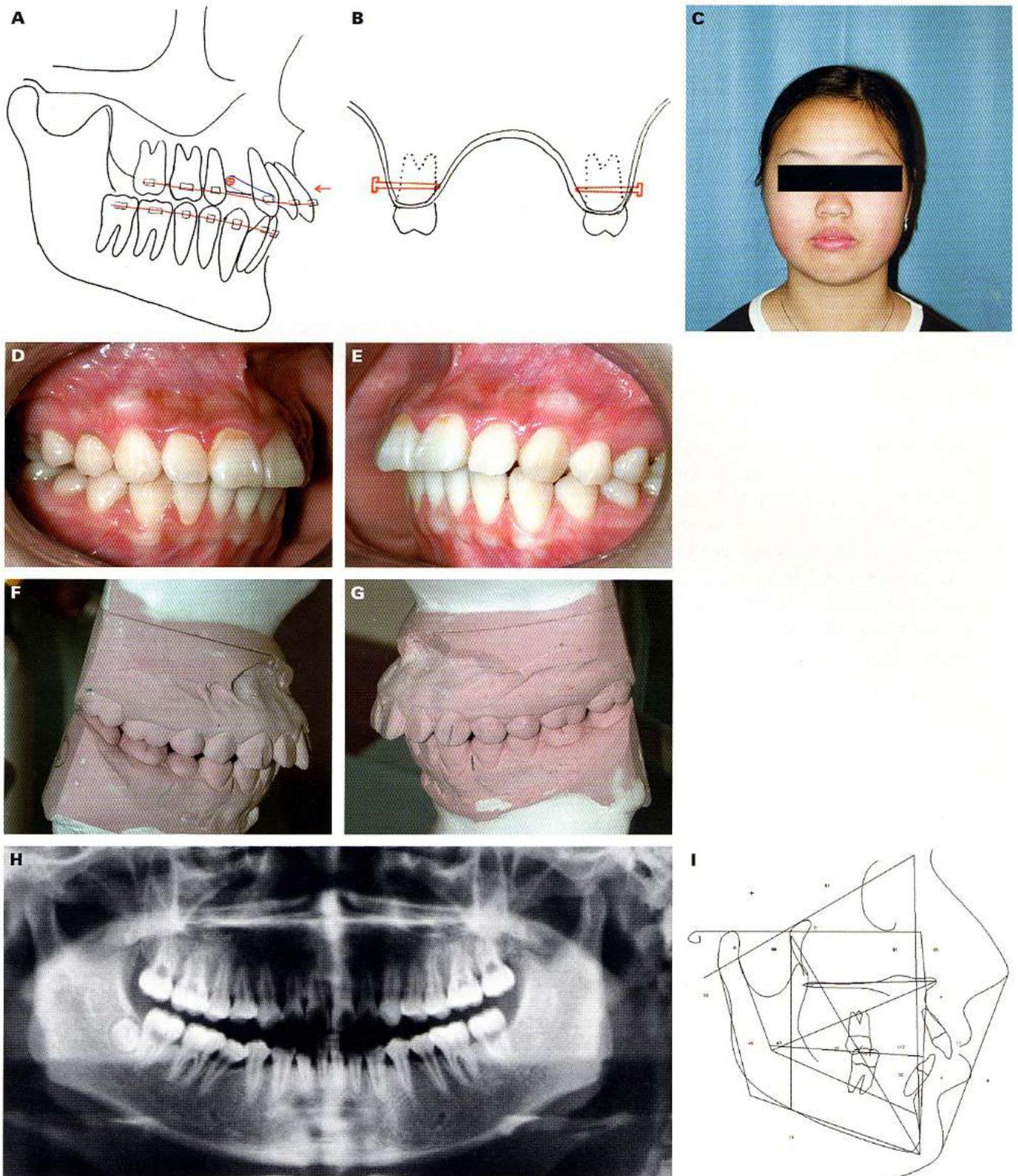


Figura 2. A y B: esquema del tratamiento. C, D y E: registros faciales e intraorales pretratamiento. F y G: modelos montados en el articulador. H: panorámica inicial. I: trazado cefalométrico inicial.



Figura 2. J y K: registros intraorales el día del inicio del tratamiento. L y M: registros a los 4 meses del inicio. N y O: registros a los 8 meses del inicio. P y Q: registros a los 14 meses del inicio. R, S, T y U: registros finales. V y W: perfil antes y después del tratamiento.

pués 2 microtornillos. Se decide esperar 4 semanas antes de apoyarnos en ellos (Fig. 2 j y k).

A la semana 4 se comenzó a distalar el frente anterior maxilar en el lado derecho mediante un *coil* de nitinol, y en el izquierdo mediante cadenas elásticas (Fig. 2 l y m).

A los 8 meses del inicio del tratamiento se retiraron los microtornillos, colocando arcos con asas de cierre en el maxilar para terminar de cerrar los espacios (Fig. 2 n y o).

A los 14 meses de inicio se le colocaron a la paciente arcos trenzados para empezar el asentamiento y así comenzar la fase de acabado (Fig. 2 p y q).

A los 18 meses se retiró la aparatología tomando registros finales (Fig. 2 r, s, t y u).

En las fotografías laterales de antes y después del tratamiento podemos observar la retrusión del perfil y la mejora en el sellado labial (Fig. 2 v y w).

Retrusión mandibular

La retrusión de toda la arcada mandibular es un movimiento muy difícil de realizar en ortodoncia. El mero hecho de evitar la mesialización de los seis inferiores requiere un esfuerzo ortodóncico importante y una gran colaboración del paciente. Sugawara, et al.³⁶, apoyándose en miniplacas sujetas mediante microtornillos monocorticales, ha conseguido retruir la arcada mandibular en 15 pacientes un promedio de 3,5 mm a nivel de la corona de los seis.

De esta forma el autor demuestra que si el anclaje esquelético es firme en la zona retromolar, es factible retruir la arcada mandibular sin apenas colaboración por parte del paciente.

Conseguir este movimiento ortodóncico es muy interesante en maloclusiones como Clase III dentaria, Clases III esqueléticas muy moderadas, ciertas asimetrías y sólo algunas Clases II esqueléticas quirúrgicas.

En la figura 3 a se puede observar de forma esquelética cómo se han de colocar los microtornillos. Se realizará una incisión en la zona retromolar separando el periostio, se perforará con ayuda de una fresa la cortical mandibular aproximadamente 3 mm y, posteriormente, se introducirá un microtornillo de una longitud de 10-12 mm y de un grosor mínimo de 1,6 mm. Éste debe ser un tornillo de osteosíntesis,

de los empleados en cirugía ortognática, es decir, con cabeza plana, para que al quedar enterrado bajo el periostio no exista ningún tipo de relieve en su superficie.

Previamente a la colocación del microtornillo se atará hilo de acero alrededor de la cabeza del mismo, de manera que asome este hilo por la incisión realizada. La fuerza retrusiva se realizará mediante hilo elástico que unirá el tornillo con los seis (Fig. 3 b).

Si se alarga de forma imaginaria hacia la zona retromolar el arco que se encuentra dentro de los tubos y brackets, esta línea indicará dónde colocar los microtornillos bucolingualmente. Se intentará no colocarlos hacia vestibular, por la tendencia a expandir la arcada, ni tampoco hacia lingual, pues la tendencia en este caso sería a comprimirla (Fig. 3 c y d).

A la vez que se retruye, interesa no aumentar la dimensión vertical ni crear contactos dentarios no deseables en la zona posterior de la arcada, por lo cual el microtornillo deberá colocarse a un nivel más bajo que los tubos posteriores. De esta manera, a la vez que se distala, se intruye el sector posterior.

Caso clínico

- Mujer de 21 años de edad. Remitida a la consulta de ortodoncia para tratar su Clase III dentaria.
- Análisis facial: en el plano vertical, las proporciones faciales son correctas. La relación de la arcada dentaria maxilar con el labio superior también es correcta. Presenta asimetría facial consistente en una discreta desviación del mentón hacia el lado derecho. En el plano sagital, se observa una progenie mandibular leve que no altera su estética facial (Fig. 3 e y f).
- Registros intraorales: Clase III de Angle bilateral más intensa en el lado izquierdo. Línea media desviada hacia el lado derecho. Mordida abierta, mordida cruzada anterior. Apiñamiento dentario mandibular (Fig. 3 g y h).
- Panorámica: le fueron extraídos los cordales a los 17 años (Fig. 3 i).
- Cefalometría: las bases óseas están correctamente relacionadas entre sí. Presenta Clase III de Angle dentaria. La altura del tercio inferior de la cara está aumentada (Fig. 3 j).

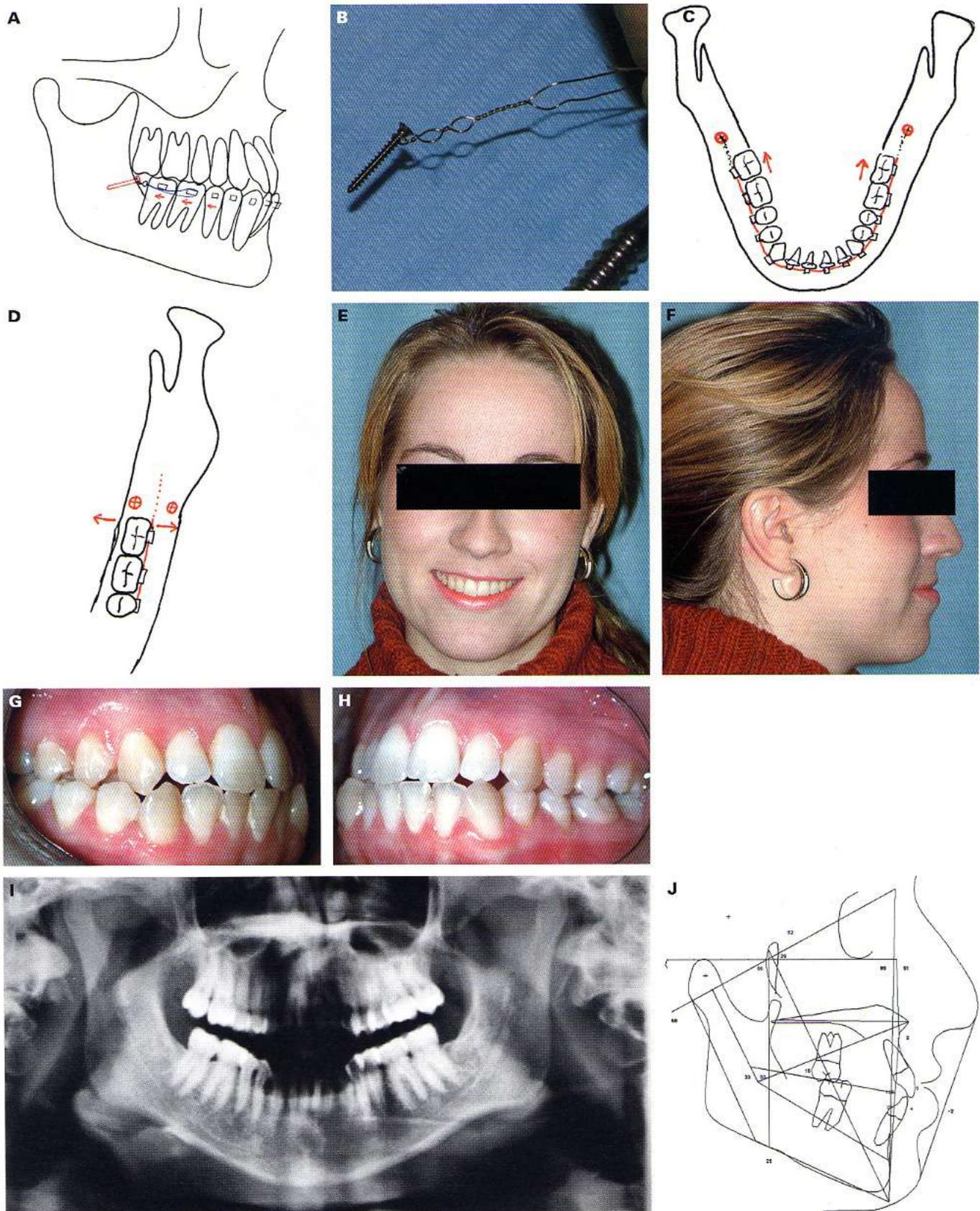


Figura 3. A: esquema del tratamiento. B: tornillo y alambre antes de su colocación. C y D: esquema de situación bucolingual del tornillo. E, F, G y H: registros faciales e intraorales pretratamiento. I: radiografía panorámica previa al tratamiento. J: trazado cefalométrico pretratamiento.

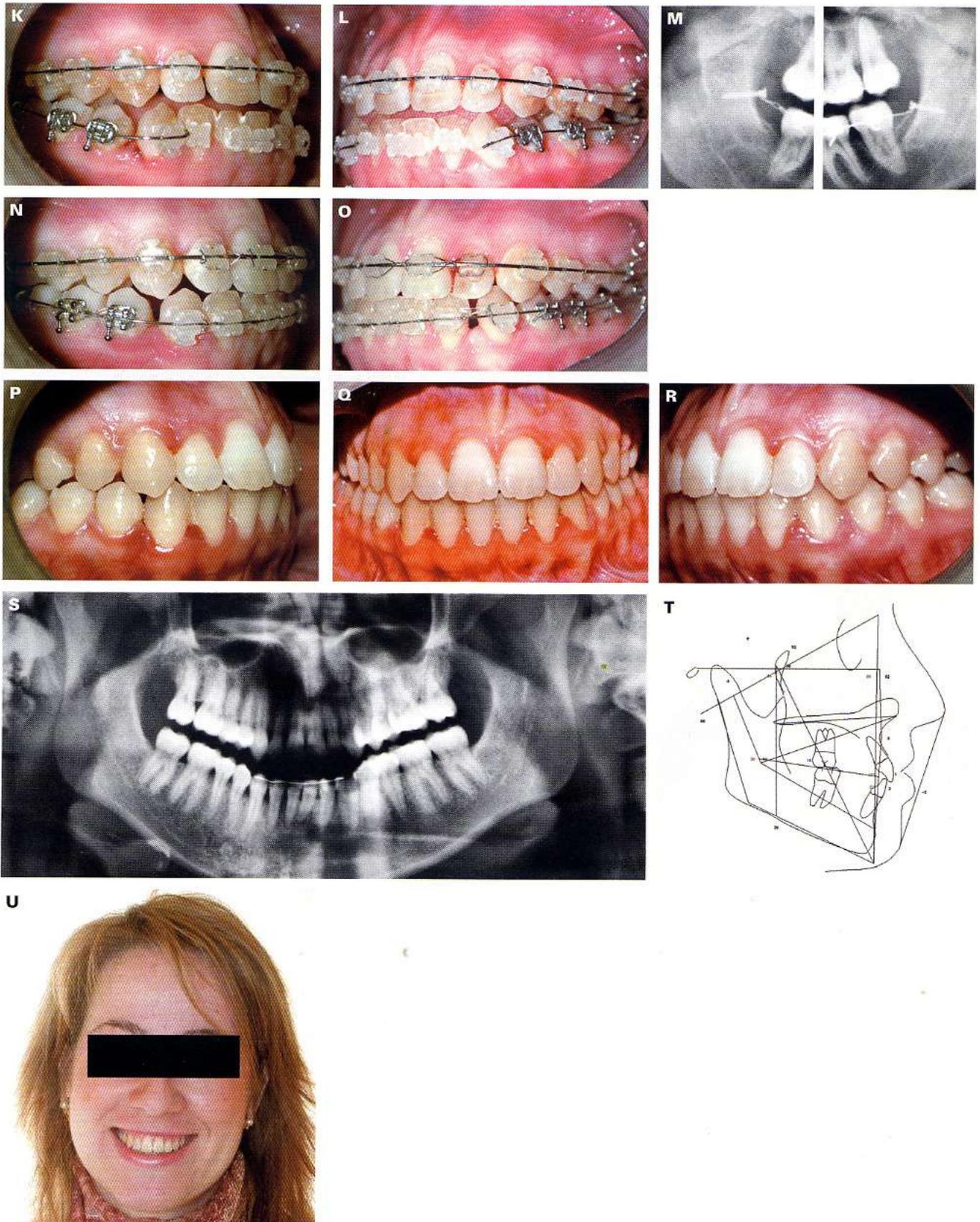


Figura 3. K y L: registros intraorales al inicio del tratamiento. M: registros radiográficos tras colocar los microtornillos. N y O: registros intraorales a los 12 meses del inicio del tratamiento. P, Q, R, S, T y U: registros finales a los 16 meses del inicio.

- Diagnóstico: Clase I esquelética, Clase III dentaria y mordida abierta esquelética y dentaria.
- Plan de tratamiento: se estudiaron 2 posibilidades: A y B.

A. La extracción de 2 premolares inferiores, retruyendo los incisivos inferiores hasta lograr una correcta guía anterior, dejando los molares en Clase III de Angle.

El inconveniente de esta opción es que al no tener cordales inferiores, los siete superiores se quedarían sin apoyo oclusal por la mesialización de los siete mandibulares. Una posible pérdida de los siete superiores era un sacrificio dentario excesivo.

B. La otra opción fue retruir toda la arcada mandibular y así conseguir una correcta oclusión sin sacrificio dentario.

Dentro de esta misma opción, con la intención de exigir al paciente la menor colaboración posible, se le colocarían 2 microtornillos de 12 mm de longitud y 1,6 mm de grosor en la zona retromolar mandibular y desde ellos se traccionaría hacia distal toda la arcada mandibular.

Después de expuestas las 2 opciones a la paciente, optó por la B.

- Desarrollo del tratamiento: el mismo día que se inició el tratamiento mediante ortodoncia fija, se le colocaron 2 microtornillos de 12 mm de longitud en la zona retromolar, iniciando ese mismo día la distalización de los siete y seises inferiores (Fig. 3 k, l y m).

A los 4 meses de tratamiento se consiguió en el lado derecho una Clase I de Angle y se empezaron a ver espacios por mesial de los seises. En el lado izquierdo, persistía una Clase III de Angle más moderada.

A los 12 meses del inicio presenta Clase I de Angle bilateral y espacios interincisales (Fig. 3 n y o) y a los 16 meses se dio por finalizado el tratamiento de ortodoncia (Fig. 3 p, q, r, s, t y u).

Intrusión de incisivos

La intrusión de incisivos es un movimiento ortodóncico muy frecuente en las consulta de ortodoncia, ya sea en niños como en adultos. En este movimiento, tanto las indicaciones de los microtornillos como

la manera de utilizarlos no están claras ni en la literatura ni en la clínica.

Kanoni¹⁹ coloca microtornillos en el espacio interdentario de los ápices de los incisivos centrales, manteniendo el tornillo bajo la mucosa de forma que asome un alambre desde donde se traccionará para intruir dichos dientes (Fig. 4 a).

Este proceso tiene sus inconvenientes:

- En la zona donde se realiza se encuentran los frenillos labiales, zonas de gran movilidad e incómodas para el paciente.
- Desde una visión lateral de la superficie vestibular del proceso dentoalveolar de los incisivos, vemos 2 zonas: una, la más coronal, que es convexa, y la otra, más apical, cóncava. Si se coloca el microtornillo en la zona cóncava, el alambre o hilo elástico que parte del microtornillo en busca de la corona de los incisivos topará con la parte convexa del proceso alveolar cortando la mucosa a este nivel, incrementándose la incomodidad de la técnica.

Cheng-Yi Ling, et al.³⁵ presentan un caso clínico en el que colocan un microtornillo en el espacio interradicular del central y el lateral. Esto lo hacen en la parte convexa del proceso alveolar. Lo difícil de esta técnica es que el espacio existente entre estos dientes es muy pequeño y el riesgo de lesionar las raíces dentarias es muy elevado.

Maino, et al.³⁴, en un ejemplo no clínico, sitúan el microtornillo en la zona cóncava del proceso dentoalveolar entre el lateral y el canino. Desde el microtornillo pretenden generar fuerzas intrusivas mediante muelles de níquel titanio.

En mi consulta he utilizado microtornillos para intruir incisivos de la forma que nos muestran los 3 autores anteriormente citados, llegando a las siguientes conclusiones clínicas:

- El empleo de microtornillos es una técnica restringida a pacientes adultos. Para los adolescentes existen otras técnicas que, aunque más incómodas, resultan más eficaces.
- El lugar idóneo de colocación del microtornillo es entre el lateral y el canino. Para ello, se aprovechará la inclinación distal natural de la raíz del canino, y también tendremos en cuenta, a la hora de colocar la bracket en el lateral,

que su posición se desea modificar para anular la inclinación distal de su raíz.

- Se colocará el microtornillo en la zona convexa del proceso alveolar.
- La cortical ósea es fina a este nivel, por lo que no se traccionará de los incisivos de forma activa, es decir, mediante muelles o hilos elásticos. Se emplearán los microtornillos como rompefuerzas, como se explicará en el caso clínico.

Caso clínico

- Mujer de 32 años de edad, remitida a la consulta para tratar su sobremordida. Las proporciones faciales y cefalométricas son normales. En la panorámica se observa una correcta proporción coronoradicular (Fig. 4 b y c).
- Registros intraorales: Clase II división 2.^a de Angle; sobremordida que cubre completamente los incisivos inferiores; ausencia de resalte (Fig. 4 d, e y f).
- Plan de tratamiento: en una primera fase se realizará ortodoncia fija en el maxilar superior con el fin de crear resalte que permita, en una segunda fase, colocar brackets en la arcada inferior. Para facilitar la intrusión de los incisivos maxilares se emplearán 2 microtornillos.
- Desarrollo del tratamiento: este caso se encuentra en la primera fase del tratamiento. Se colocaron brackets en el maxilar y un arco continuo de nitinol 0,16. También se colocaron los microtornillos en los espacios interdentarios, entre el lateral y el canino. En el lado derecho, el microtornillo se situó al inicio de la zona cóncava, observándose que el alambre cortaba la mucosa de la zona convexa del proceso alveolar. En el lado izquierdo, como el microtornillo estaba situado en el área convexa, el alambre que lo unía al arco no planteó ningún problema. Al encontrarse los caninos más altos que los incisivos, el hilo de alambre que partía de los microtornillos se ató a los caninos para impedir su extrusión a modo de rompefuerzas. De esta forma, los incisivos se nivelaron a la vez que se intruyeron hasta la altura de los caninos (Fig. 4 g, h y i).

Tras 6 meses de tratamiento se ha conseguido nivelar la arcada maxilar intruyendo los incisivos hasta

la altura de los caninos de una forma cómoda para la paciente y segura para el ortodoncista. (Fig. 4 j, k y l).

Indicaciones secundarias

Enderezar un molar

Resulta sorprendente lo sencillo que resulta enderezar un molar si el anclaje tiene lugar en un microtornillo. Se colocará éste por distal del molar que se desea enderezar (Fig. 5 a y b) y en mitad de la cresta ósea (Fig. 5 c).

Caso clínico

Paciente de 52 años de edad referido a la consulta por su periodoncista. Solicita distalamiento del 47 y una apertura de espacio por mesial de este molar para colocar un implante. Al final del tratamiento, se colocará una funda en el 47 y una prótesis sobre el implante en el 46 (Fig. 5 d, e y f).

El paciente no deseaba tratarse ortodóncicamente, por lo que se optó por colocar un microtornillo en la zona retromolar del 4.^o cuadrante para distalar el 47 desrotándolo simultáneamente. Para ello, se colocó un tubo por vestibular del 47 y un botón por lingual (Fig. 5 g).

A los 5 meses del tratamiento el molar ya se había desrotado y distalizado, manteniéndose anclado al microtornillo mientras se realizaba el implante al paciente y se osteointegraba (Fig. 5 h). Una vez osteointegrado, se retiró el microtornillo y se le remitió al protesista (Fig. 5 i).

Anclar molares

«Anquilosar» de forma transitoria un diente para emplearlo como una unidad de anclaje es posible gracias a los microtornillos. Posiblemente esta va a ser una de las indicaciones más frecuentes en los pacientes ortodóncicos periodontales.

Cuando se desea anclar un diente, normalmente un molar, el microtornillo se puede colocar por mesial o por distal del diente elegido. Si se coloca por mesial, se pegará el microtornillo al diente y con frecuencia se añadirá *composite* al microtornillo para crear una superficie de apoyo sobre el molar (Fig. 6 a y b). Si se coloca por distal se situará el microtornillo a unos 4 mm del molar, colocando en este diente aditamentos por vestibular y lingual: ambos, microtornillo y molar, quedarán unidos por hilos de acero (Fig. 6 c y d).



Figura 4. A: esquema del tratamiento según Kanoni. B, C, D, E y F: registros pretratamiento. G, H e I: registros a las 4 semanas del inicio del tratamiento. J, K y L: registros a los 6 meses del inicio.

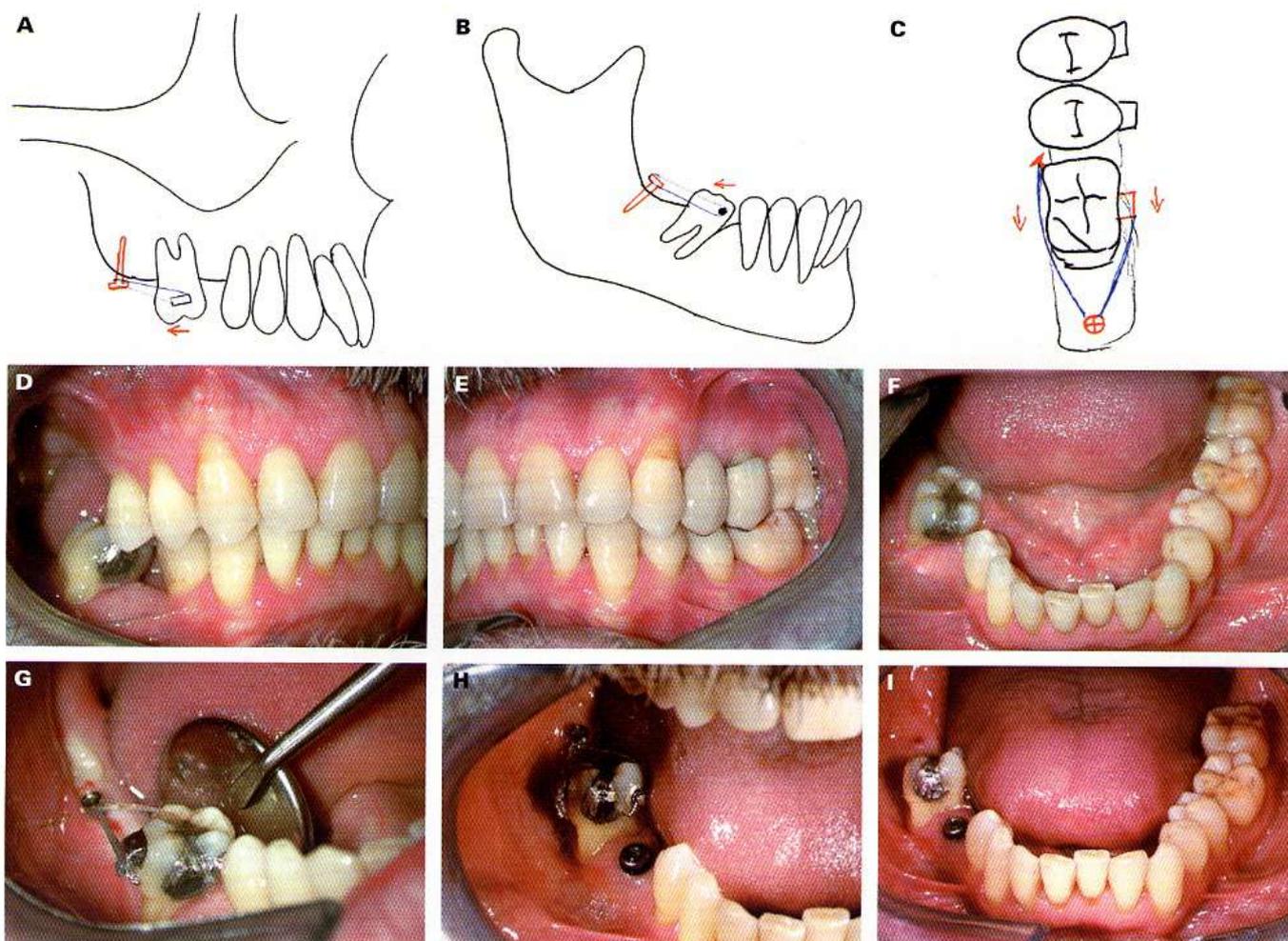


Figura 5. A, B y C: esquema del tratamiento. D, E y F: registro intraoral previo al tratamiento. G: distalización del 47. H: período de osteointegración. I: registros finales.

Caso clínico

- Mujer de 42 años en tratamiento periodontal, acude a la consulta preocupada por el aspecto de su sonrisa. Durante la adolescencia le fue extraído el incisivo lateral 12.
- Análisis facial: las proporciones faciales son correctas (Fig. 6 e y f). En la radiografía panorámica se aprecia un moderado aplanamiento de las crestas óseas.
- Registros intraorales: ausencias de 12/16/18. El canino 13 se encuentra situado junto al 11, lo que provoca una asimetría dentaria que se hace evidente al sonreír. Existen facetas de desgaste repartidas por toda la arcada. Apinamiento dentario moderado (Fig. 6 g, h e i).

- La cefalometría es normal.
- Plan de tratamiento: al ser objetivo fundamental del tratamiento crear una simetría dentaria en el frente anterior del maxilar, se hizo necesario abrir un espacio entre el central y el canino para colocar un implante que sustituyera al 12.
- Desarrollo del tratamiento: el tratamiento se inició con ortodoncia fija. Se colocó un microtornillo por mesial del 17 por estas 2 razones: la primera, evitar la mesialización del 17, y la segunda, poder traccionar desde el microtornillo para distalizar el 15, 14 y 13 (Fig. 6 j, k y l).

Con ayuda del microtornillo se consiguió situar el espacio edéntulo del 16 en el del 12 (Fig. 6 m y n).

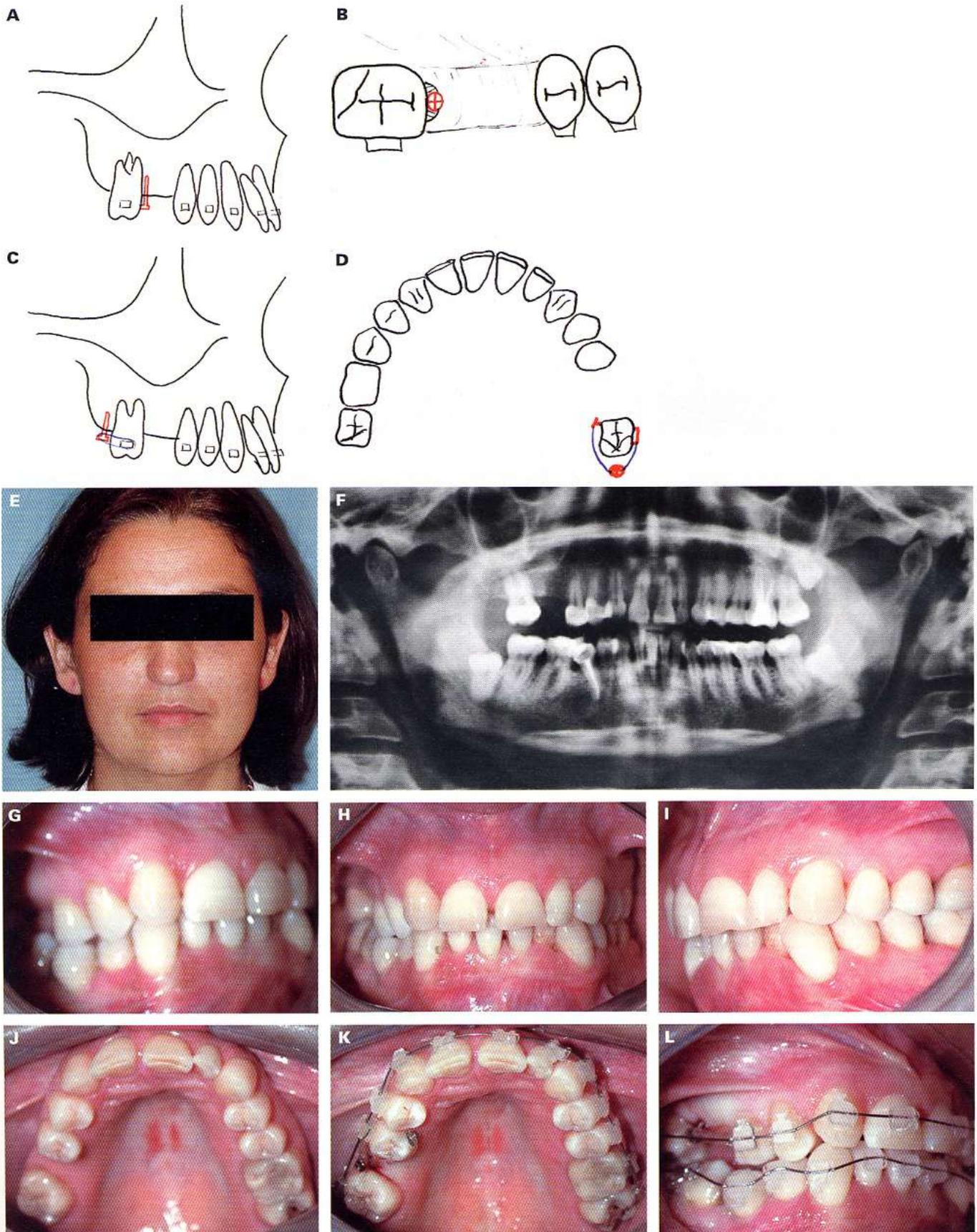


Figura 6. A y B: esquema del anclaje mesial. C y D: esquema del anclaje distal. E, F, G, H e I: registros iniciales. J: maxilar superior al inicio del tratamiento. K y L: registros intraorales el día del inicio del tratamiento.

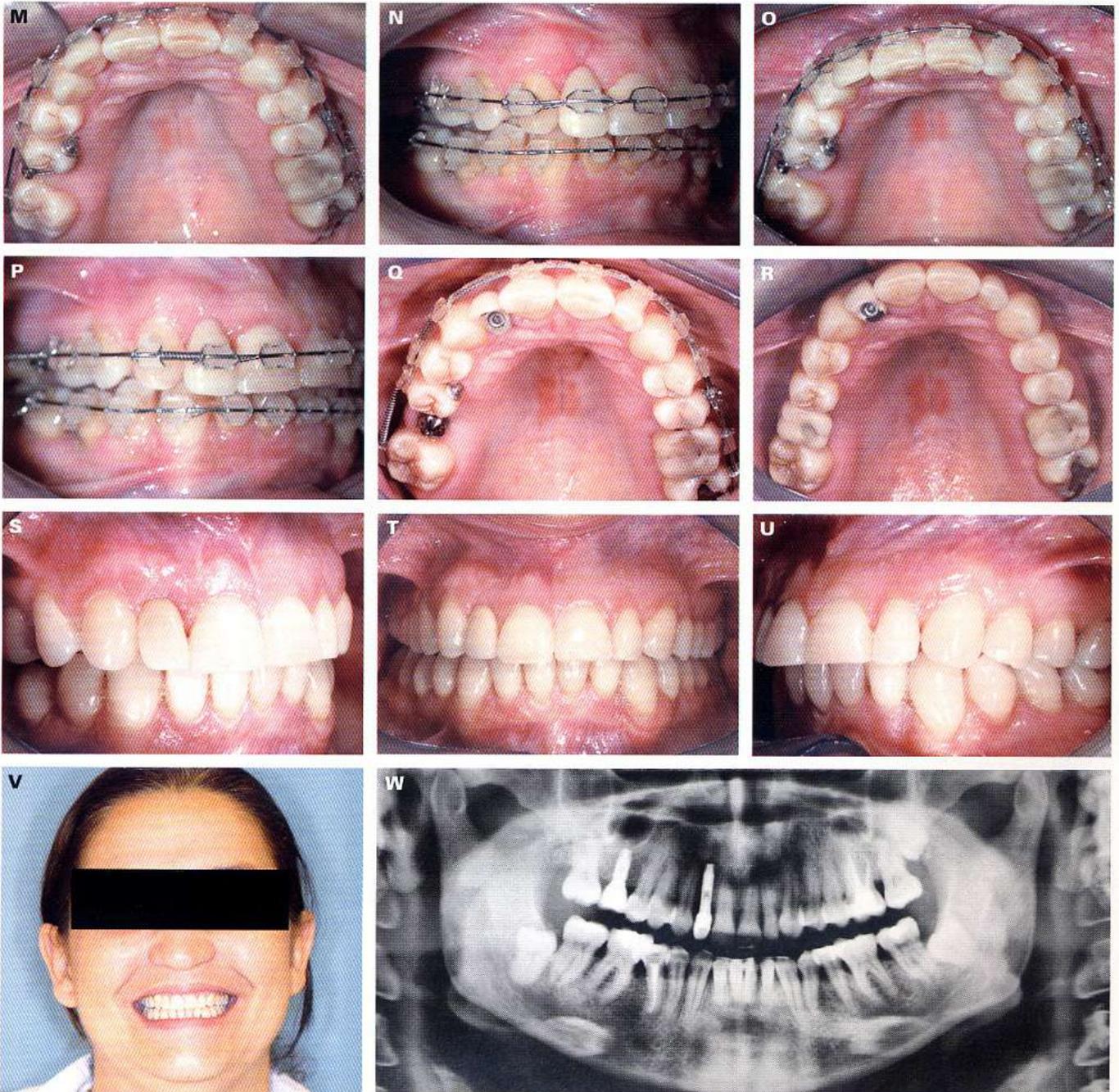


Figura 6. M y N: recuperación del espacio del diente lateral. O y P: distalización del 17. Q: colocación de los implantes en 12/16. R: prótesis sobre los implantes. S, T, U, V y W: registros finales.

A continuación hubo que distalar el 17 hasta que ocluyó correctamente con el 47, para lo cual «se anquilosó» el 15, se sujetó este diente al microtornillo por vestibular y lingual con hilo de acero y se colocó un *coil* para distalar el 17 (Fig. 6 o y p). Después de distalar, se colocaron los implantes en el 12 y 16 (Fig. 6 q y r). Los registros postratamiento se pueden observar en la figura 6 s, t, u, v y w.

Protrusión de incisivos

Sólo en casos muy concretos se pueden emplear microtornillos para protruir incisivos; así, por ejemplo, resulta particularmente interesante en algunos casos periodontales.

Como muestra el esquema de la figura 7 a, se coloca un microtornillo en el espacio interdentario o bien

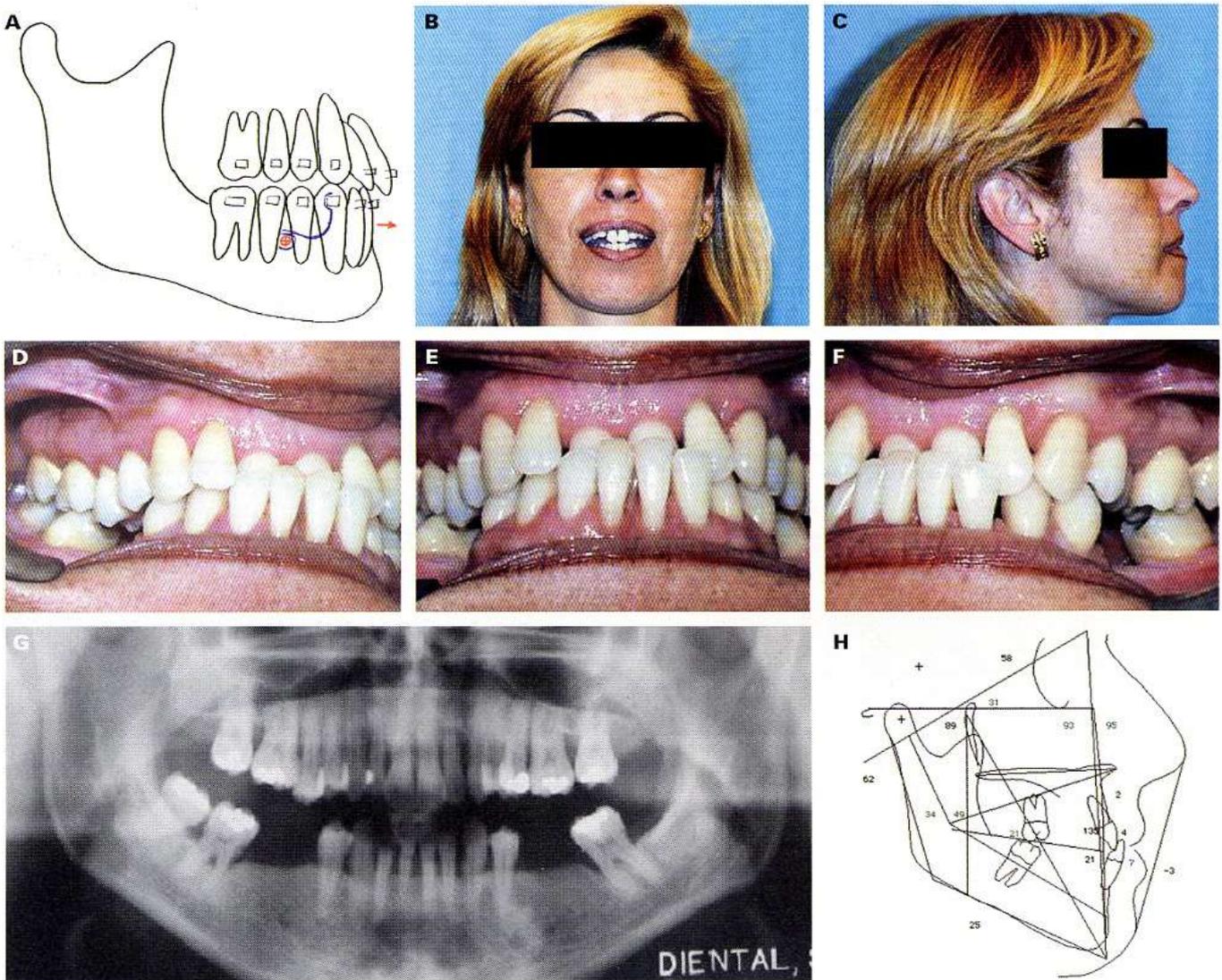


Figura 7. A: esquema del tratamiento. B, C, D, E y F: registros faciales e intraorales previos al tratamiento. G: radiografía panorámica inicial. H: trazado cefalométrico de la radiografía lateral previa al tratamiento.

en los espacios edéntulos, llevando a cabo en ellos el anclaje, y mediante un alambre rectangular de TMA de 19 x 25 se traccionan los incisivos hacia mesial.

El tamaño del microtornillo será de 8 a 10 mm de longitud y de 1,6 de diámetro.

Caso clínico

- Mujer de 42 años de edad en tratamiento periodontal. Un año antes de iniciar el tratamiento, le fue colocado un regenerador óseo en los incisivos superiores (Emdogain).
- Análisis facial: presenta moderada progenie mandibular, con un discreto aumento del tercio inferior de la cara (Fig. 7 b y c).

- Registro intraoral: Clase III de Angle, mordida cruzada anterior (Fig. 7 d, e y f).
- Panorámica: enfermedad periodontal generalizada, ausencias de 18/28/35/36/38/45/46 (Fig. 7 g).
- Cefalometría: progenie mandibular leve. Altura del tercio inferior de la cara aumentada (Fig. 7 h).
- Diagnóstico: Clase III de Angle, progenie mandibular, pérdida ósea generalizada y grave.
- Plan de tratamiento: control periodontal trimestral. Puesto que la paciente alcanzaba en relación céntrica una posición de borde a borde incisal, se tomó la decisión de tratarla con ortodoncia y sin cirugía ortognática.



Figura 7. I, J y K: registros a los 7 meses del inicio. I: Clase II de Angle, registro a los 8 meses del inicio. M: colocación del microtornillo a los 9 meses del inicio. N: registros intraorales a los 10 meses. O: registros intraorales a los 11 meses. P: registros intraorales a los 12 meses. Q: registros intraorales a los 13 meses. R: fin del tratamiento tras 14 meses. S, T y U: control de retención a los 18 meses de haber finalizado el tratamiento.

- Desarrollo del tratamiento: se inició el tratamiento con ortodoncia fija en el maxilar y con levante de mordida mandibular.

Una vez que los incisivos superiores estuvieron situados por vestibular de los mandibulares, se colocaron brackets y tubos adheridos en la mandíbula (Fig. 7 i, j y k).

En las fases finales del tratamiento existía una Clase I de Angle en el lado derecho y una Clase II en el izquierdo (Fig. 7 l).

Ante la imposibilidad de emplear elásticos de Clase II, pues hubiese habido que apoyarse en los incisivos superiores, a los cuales se les había colocado el regenerador óseo, se optó por conseguir la Clase I de Angle en el lado izquierdo mediante microtornillos.

Se colocó en el tercer cuadrante por distal del 34 un microtornillo de 12 mm de longitud en la cresta ósea, y con ayuda de un seccional de TMA de 19 x 25 se desplazó el 3.^{er} cuadrante hacia mesial (Fig. 7 m, n, o, p, q y r).

A los 12 meses del inicio, se dio por terminado el tratamiento ortodóncico, pudiendo el paciente finalizar su rehabilitación mediante implantes.

En la figura 7 s, t y u se puede apreciar la situación en que se encuentra la boca de este paciente a los 18 meses de haber finalizado el tratamiento ortodóncico.

Desimpactación de molares

La impactación de los molares es un problema frecuente en las consultas de ortodoncia y se han descrito diversas formas de tratarlas. Gianconti, et al.³⁷ proponen hacerlo mediante microtornillos, colocándolos en la zona retromolar, traccionando hacia distal del molar retenido (Fig. 8 a), y aunque mecánicamente es la forma más lógica de resolverlo, en la clínica se presentan problemas como los siguientes:

- La colocación del microtornillo es simple, pero mantener el área libre de inflamación es difícil, pues la mucosa es muy móvil y cubre rápidamente la cabeza del tornillo.
- No resulta fácil para el ortodoncista trabajar en dicha área por ser de difícil acceso y estar permanentemente inflamada.
- Es incómodo para el paciente.

Lo ideal para distalar un molar es que el microtornillo (el punto de anclaje) sea accesible para el ortodoncista y que se encuentre, si es posible, sobre mucosa adherida. Esto beneficiará, sin lugar a dudas, al paciente, cuyo tratamiento resultará más confortable y eficaz.

El molar retenido puede presentar un acceso más o menos complicado. Si el molar retenido presenta fácil acceso y su pronóstico es favorable se colocará un microtornillo en el espacio interdentario de los últimos dientes de la arcada. Con un anclaje en este microtornillo y mediante un seccional de TMA 19 x 25, se empujará hacia distal el molar retenido (Fig. 8 b).

Caso clínico

Caso A

Paciente de 21 años de edad. Le traté una discrepancia oseodentaria mediante ortodoncia fija, siendo precisa la extracción de 4 premolares. En una revisión rutinaria se detectó que el 48 estaba erupcionando con una inclinación mesial de su corona, siendo retenido por el 47 (Fig. 8 c, d, e y f).

En la imagen (Fig. 8 g) se ve claramente la posición del 48 con respecto al 47. Se colocó un microtornillo en el espacio interdentario 46/47 y un botón en la cara vestibular del 48, siendo este molar distalizado mediante un resorte de TMA (Fig. 8 h, i y j).

Una vez verticalizado se retiró el microtornillo, colocando un tubo en el 47 y otro en el 48 para finalizar su nivelación y alineamiento (Fig. 8 k y l).

Si la posición del molar no es tan favorable y necesitamos realizar una gran fuerza extrusiva, recurrimos a lo que se denomina una «pértiga», que consiste en realizar una fenestración del diente incluido para colocar un botón en la cara vestibular, en su zona más profunda.

También se pegará un botón o bracket en el último molar de la arcada y un microtornillo en el espacio interdentario de los 2 últimos dientes de la arcada. Se anclará uno de los extremos de un seccional de TMA 19 x 25 en el microtornillo y se pasará por encima del botón del último molar. De esta manera, el extremo del seccional quedará muy alto y hacia distal y se unirá al botón del diente incluido, creándose una fuerza dirigida hacia arriba y hacia distal (Fig. 8 m).

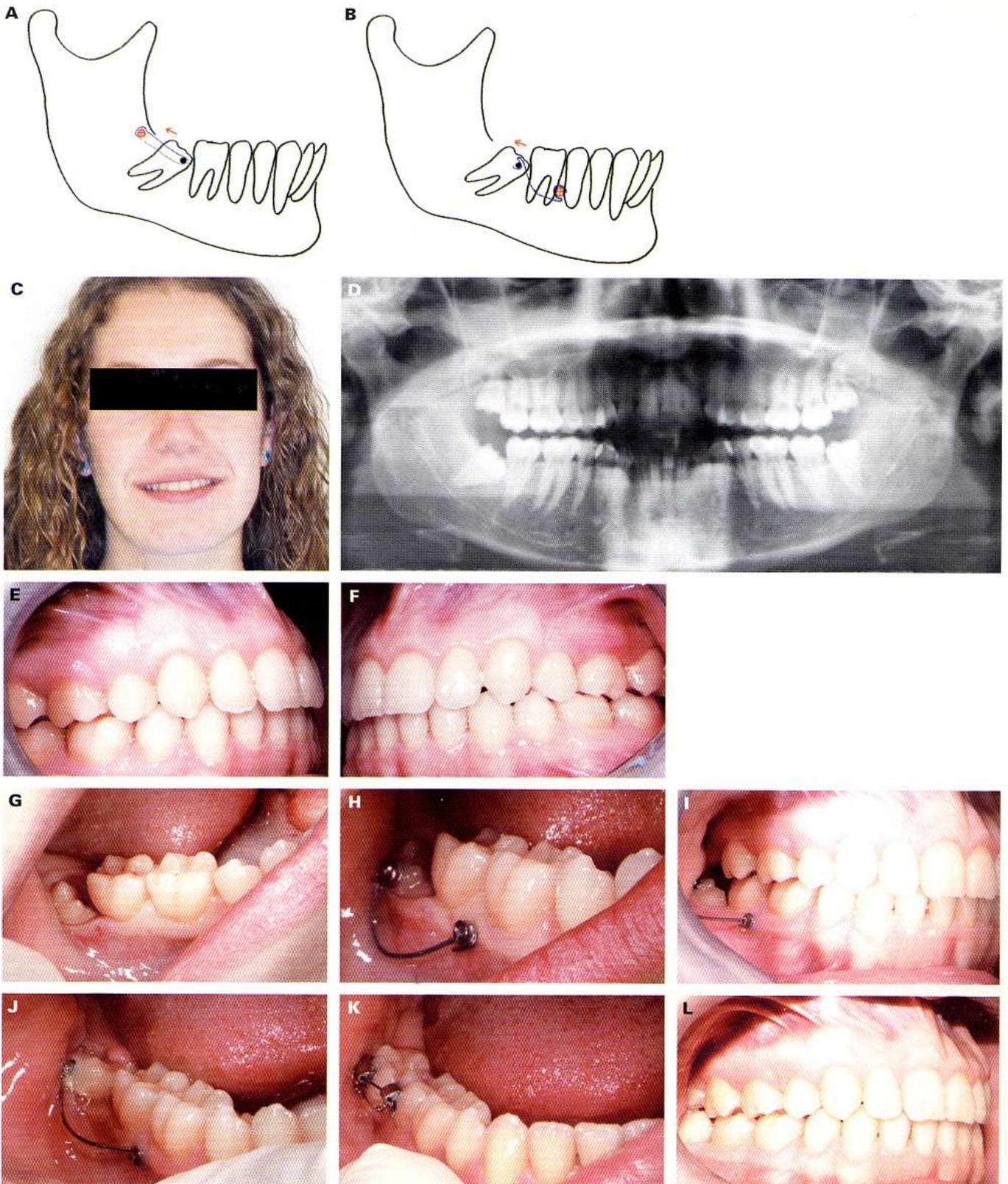


Figura 8. A: esquema de un microtornillo en la zona retromolar. B: esquema del tratamiento del caso A. C: aspecto facial de la paciente. D: radiografía panorámica previa a la desimpactación del molar. E y F: registros intraorales previos al tratamiento. G: retención del 48. H: situación tras 4 semanas de tratamiento. I: situación tras 8 semanas de tratamiento. J y K: registros a las 12 semanas de iniciar. L: final del tratamiento.

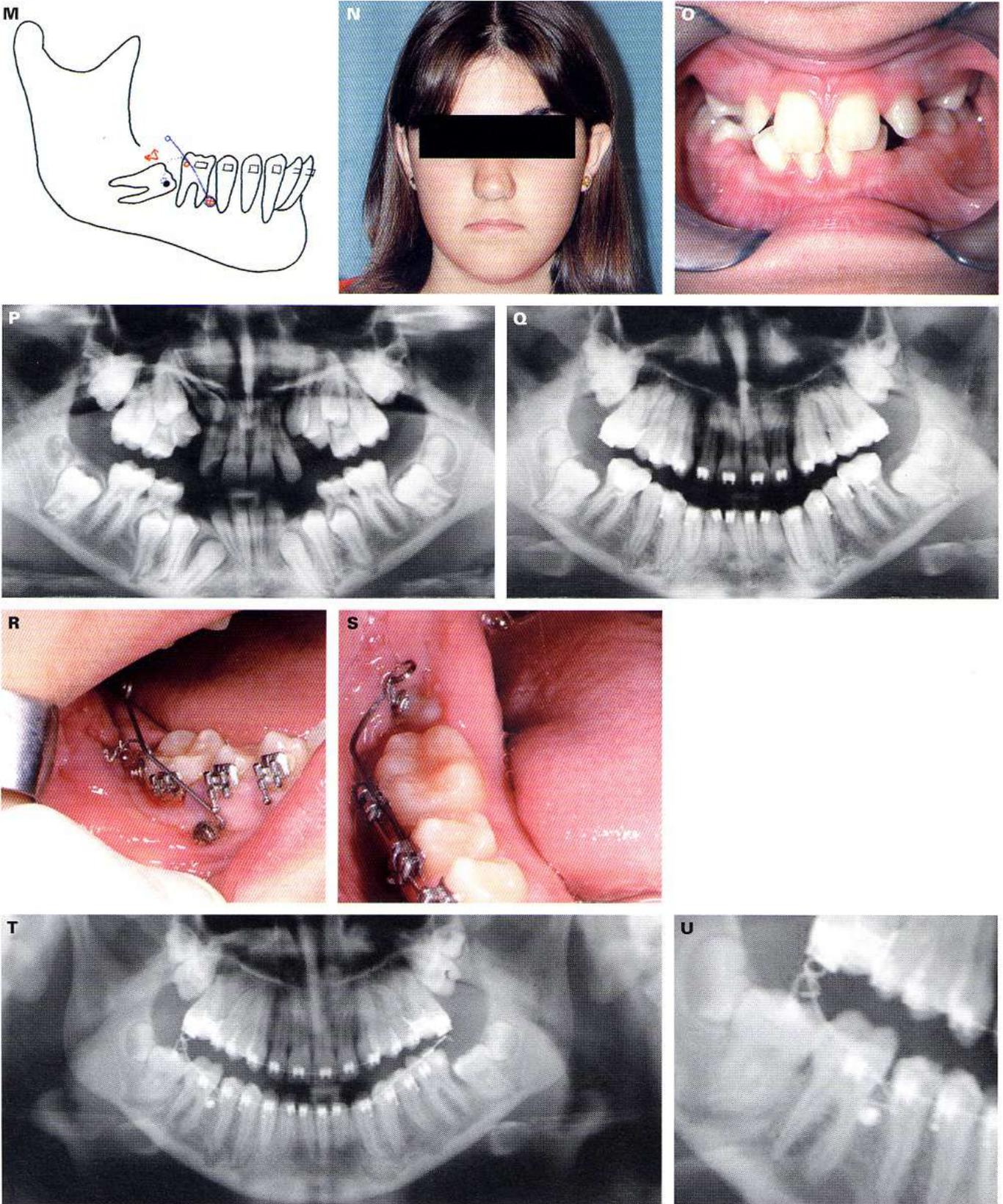


Figura 8. M: esquema del tratamiento del caso B. N y O: registros iniciales. P: radiografía panorámica inicial. Q: radiografía de control a los 12 meses del inicio. R: Seccional de TMA sin activar. S: Aparición de la cúspide mesial del 47. T y U: radiografía de control tras 2 meses de tracción ortodóncica de los molares.

Caso B

- Mujer de 13 años de edad que acude a la consulta remitida por su dentista, quien ha iniciado una extracción de dientes primarios para facilitar la erupción de los definitivos (Fig. 8 n y o).
- Panorámica: erupción ectópica del 13/43. El ápice radicular de los segundos molares está contactando con la cortical inferior mandibular (Fig. 8 p).
- Plan de tratamiento: se va a reconducir la erupción dentaria de los caninos mediante ortodoncia y cirugía.
- Desarrollo del tratamiento: se realizó fenestración del 13 y el 43, reorientando su erupción mediante tracción ortodóncica.

A los 12 meses del inicio del tratamiento, los caninos estaban situados correctamente en la arcada dentaria; sin embargo, al analizar la radiografía de control se pudo ver que la posición del 37/47 no sólo no había mejorado sino que su pronóstico había empeorado. Se encontraban unidos a la cortical mandibular (Fig. 8 q).

Se decidió la fenestración del 37/47, colocando en el lado derecho una «pértiga» y en el izquierdo un resorte recto ejerciendo una tracción vertical. En la figura 8 r se puede observar el seccional de TMA sin activar.

A la semana 8 de tratamiento se vio aparecer la cúspide mesial del 47 en la cavidad bucal (Fig. 8 s). Se realizó una nueva radiografía de control, donde se observó que el molar se había separado de la cortical, yendo hacia una posición más correcta dentro de la arcada dentaria (Fig. 8 t y u).

Cerrar espacios edéntulos

Afortunadamente, cada día es más extraño ver en las consultas pérdidas de molares definitivos. Mientras que en el maxilar no resulta difícil cerrar el espacio que deja el molar después de su extracción, en la mandíbula se convierte en una maniobra compleja. La anatomía mandibular, la anchura del hueso alveolar, la anatomía dentaria (el diámetro vestibulolingual de la raíz mesial) y el colapso cortical hacen que este movimiento ortodóncico sea difícil de realizar.

Los implantes son elementos de anclaje magníficos desde donde poder apoyarse para generar fuerzas mesiodistales, y así lo demuestran Saito, et al.³⁸, en animales de experimentación, y Roberts, et al.⁵, en seres humanos.

Kyung, et al.³⁹ mesializan los sietes mediante microtornillos situados por lingual y con arcos linguales.

Freudenthaler, et al.²⁵ emplean microtornillos bicorticales colocados por vestibular, lo cual simplifica bastante las maniobras ortodóncicas.

Siguiendo a este último autor, se colocan los microtornillos por vestibular y se va a buscar la cortical interna realizando la misma maniobra descrita en la retrusión de incisivos. Si se decide la extracción de un molar, se debe realizar lo antes posible, incluso antes de la erupción de los sietes.

En una primera fase, mientras los sietes están erupcionando, se traccionan hacia mesial desde los microtornillos mediante hilos elásticos (Fig. 9 a), y una vez erupcionados éstos, se emplearán los microtornillos para anclar la arcada mandibular impidiendo su lingualización. Para ello se colocará un alambre de acero 21 x 25 entre el microtornillo y el canino o primer premolar (Fig. 9 b).

Caso clínico

- Mujer de 12 años de edad, en el último período de la dentición mixta.
- Registros intraorales: Clase I de Angle, compresión maxilar. Caries abiertas en 36/46 con destrucción de su corona clínica, provocando en la paciente infecciones repetidas tratadas con antibiótico.
- Cefalometría: Clase II esquelética. Clase I de Angle. Altura facial correcta.
- Panorámica: 36/46 presentan imágenes de osteólisis a nivel radicular (Fig. 9 c, d, e, f y g).
- Plan de tratamiento: ortodoncia fija y disyunción del maxilar. En la mandíbula se extraerán los seises desplazando hacia mesial los sietes y ochos mediante apoyo en microtornillo.
- Desarrollo del tratamiento: las extracciones de los seises se realizaron lo antes posible para iniciar la mesialización de los sietes incluso antes de que erupcionaran.

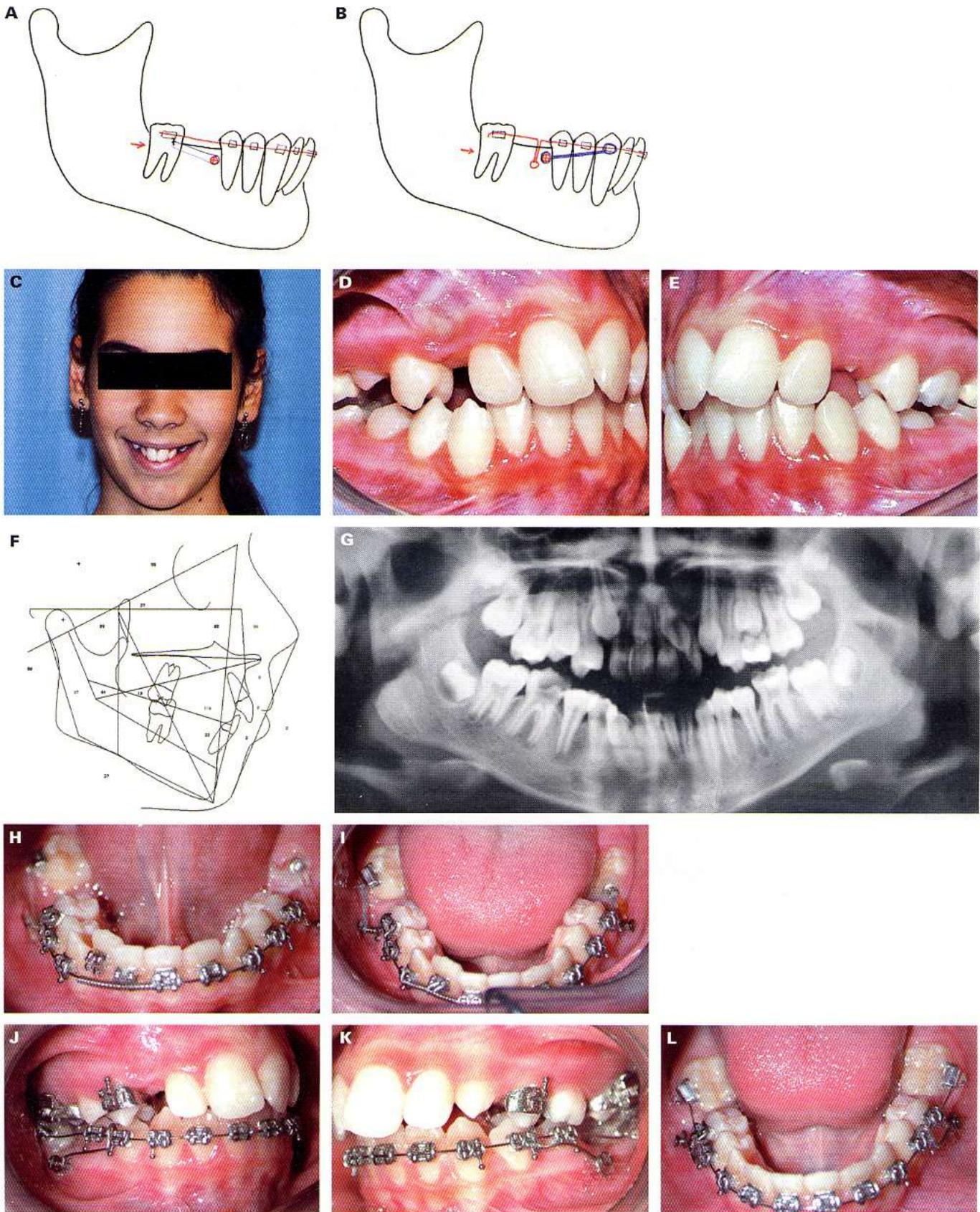


Figura 9. A y B: esquemas del tratamiento. C, D y E: registros faciales e intraorales previos al tratamiento. F: cefalometría inicial. G: panorámica inicial. H: día del inicio del tratamiento. I: situación a las 8 semanas del inicio del tratamiento. J, K y L: registros a los 4 meses del inicio del tratamiento.

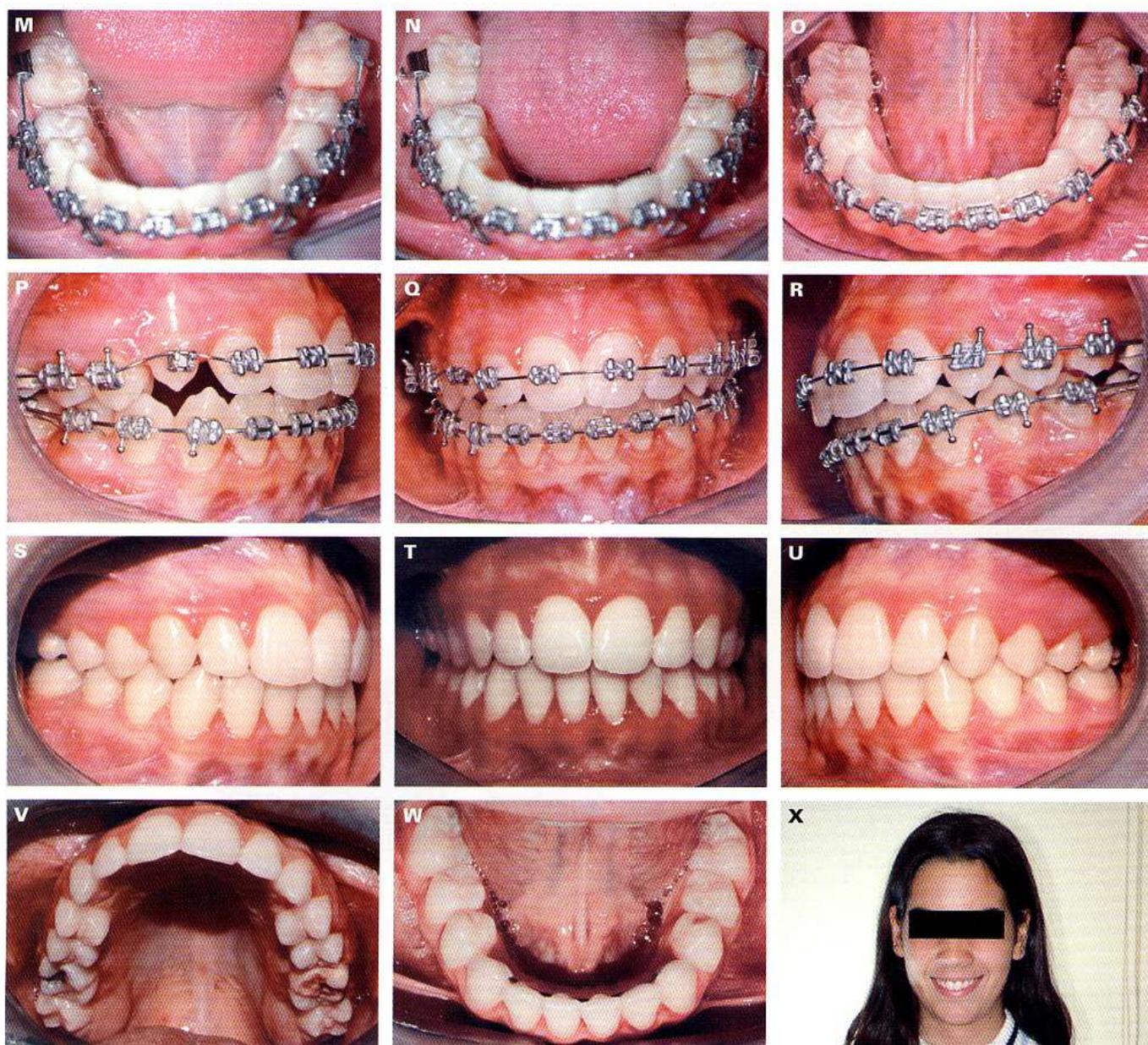


Figura 9. M: situación de la arcada mandibular a los 8 meses del inicio. N: registro de la arcada a los 12 meses del inicio. O, P, Q y R: registros a los 18 meses del inicio. S, T, U, V, W y X: registros finales.

A la semana 4 de las extracciones de los seis se le colocaron 2 microtornillos por vestibular, iniciando en esa misma sesión la mesialización de los siete (Fig. 9 h y i).

Una vez erupcionados los siete, se colocaron tubos adheridos para nivelarlos doblando el alambre de nitinol por distal. Para evitar la distalización de la arcada mandibular se colocó un alambre de acero desde el microtornillo a distal de los primeros premolares (Fig. 9 j, k y l). Y una vez nivelados los

siete, se inició el cierre de espacios mediante un arco con asas hasta cerrar por completo el espacio edéntulo (Fig. 9 m, n y o).

A la vez que se cerraba el espacio en la mandíbula se iba nivelando la arcada maxilar, buscando una oclusión en Clase I de Angle, tanto a nivel molar como canina (Fig. 9 p, q y r).

A los 22 meses del inicio del tratamiento se retiró la aparatología (Fig. 9 s, t, u, v, w y x).

BIBLIOGRAFÍA

1. Brånemark PI, Zarb G, Albrektsson T. Tissue-integrated. Prostheses: osteointegration in clinical dentistry. Chicago (IL): Quintessence; 1985.
2. Roberts WE, Smith RK, Silberman Y. Osseus adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. *Am J Orthod* 1984;86:95-111.
3. Odman J, Ekholm V, Jemt T, Brånemark PI, Thilander B. Osseointegrated titanium implants: a new approach in orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 1988;10:98-105.
4. Higuchi K, Slack J. The use of titanium fixtures for intraoral anchorage to facilitate orthodontic tooth movement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:338-44.
5. Roberts WE, Marshall KJ, Mozsary PG. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close on atrophic extraction site. *Angle Orthod* 1990; 60:135-52.
6. Block MS, Hoffman DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;107:251-8.
7. Triaca A, Antonini M, Wintermantel E. Ein neues titan-Flachschrauben-implantat zur orthodontischen Verankerung am anterioren Gaumen. *Informationen aus Orthodontie und Kieferorthopädie* 1992;24:251-7.
8. Wehrbein H, Glatzmaier J, Mundwiler U, Diedrich P. The orthosystem: a new implant system for orthodontic anchorage in the palate. *Journal of Orofacial Orthopedic* 1996;57:142-53.
9. Glatzmaier J, Wehrbein H, Diedrich P. Biodegradable implants for orthodontic anchorage. A preliminary biomechanical study. *Eur J Orthod* 1996;18:465-9.
10. Schlegel KA, Kinner F, Schlegel KD. The anatomic basis for palatal implants in orthodontics. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 2002;17:133-9.
11. Puigdollers A. Anclaje estable sobre implantes palatinos. *Rev Esp Ortod* 2003;33:121-31.
12. Keles A, Erverdi N, Sezen S. Bodily distalization of molars with absolute anchorage. *Angle Orthod* 2003; 73:471-82.
13. Maino G, Pagin P, Mura P. Midplant: implante palatino para el tratamiento de las maloclusiones de Clase II sin colaboración. *Rev Esp Ortod* 2004;34:5-20.
14. Armbruster P, Block M. Onplant-supported. Orthodontic anchorage. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America* 2001;9:53-74.
15. Wehrbein H, Diedrich P. Endosseous titanium implants during and after orthodontic load – An experimental study in the dog. *Clin Oral Impl Res* 1993;4:76-82.
16. Trisi P, Rebaudi A. Progressive bone adaptation of titanium implants during and after orthodontic load in humans. *Int J Periodont Rest Dent* 2002;22:31-43.
17. Majzoub Z, Finotti M, Miotti F, Giardino R, Aldini N, Cordioli G. Bone response to orthodontic loading of endosseous implants in the rabbit calvaria early continuous distalizing forces. *Eur J Orthod* 1999;21:223-30.
18. Wehrbein H, Merz BR, Hammerle CHF, Lang NP. Bone-to-implant contact of orthodontic implants in humans subjected to horizontal loading. *Clinical Oral Implants Research* 1998; 9:348-53.
19. Kanoni R. Miniimplant for orthodontic anchorage. *JCO* 1997;31:763-7.
20. Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1998;13:201-9.
21. Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanoni R, Hartsfield JK, Roberts WE, Garetto LP. The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *J Dent Res* 2003; 82:377-81.
22. Maino G, Bednar J, Pagin P, Mura P. The spider screw for skeletal anchorage. *JCO* 2003;37:90-7.
23. Kyung HM, Park HS, Bae S, Sung J, Kim I. Development of orthodontic microimplants for intraoral anchorage. *JCO* 2003;37:321-8.
24. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003;124:373-8.
25. Freudenthaler J, Hass R, Bantleon HP. Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: a preliminary report on clinical applications. *Clin Oral Impl Res* 2001;12:358-63.
26. Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999;115:166-74.
27. Sugawara J, Baik U, Umemori M, Nagasaka H, Kawamura H, Mitani H. Treatment and posttreatment dentoalveolar changes following intrusion of mandibular molars with application of a skeletal anchorage system (SAS) for open bite correction. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 2002;17:243-53.
28. Sherwood K, Burch J, Thompson WJ. Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2002;122: 593-600.
29. Ohmae M, Saito S, Morohashi T, et al. A clinical and histological evaluation of titanium miniimplants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001;119:489-97.
30. Daimaruya T, Nagasaka H, Umemori M, Sugawara J, Mitani H. The influences of molar intrusion on the inferior alveolar neurovascular bundle and root using the skeletal anchorage system in dog. *Angle Orthod* 2001; 71:60-70.
31. Daimaruya T, Takahashi I, Nagasaka H, Umemori M, Sugawara J, Mitani H. Effects of maxillary molar intrusion on the nasal floor and tooth root using the skeletal anchorage system in dogs. *Angle Orthod* 2003;73:158-66.
32. Paik CH, Woo Y, Boyd R. Treatment of an adult patient with vertical maxillary excess using miniscrew fixation. *JCO* 2003;37:423-8.
33. Park YC, Lee SY, Kim DH, Jee SH. Intrusion of posterior teeth using miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2003;123:690-4.
34. Maino G, Pagin P, Mura P. Spider screw: anclaje absoluto de carga inmediata. *Rev Esp Ortod* 2003;33:21-30.
35. Cheng-Yi Lin J, Jein-Wein Liou E. A new bone screw for orthodontic anchorage. *JCO* 2003;37:676-81.
36. Sugawara J, Daimaruya T, Umemori M, et al. Distal movement of mandibular molars in adult patients with the skeletal anchorage system. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004;125:130-8.
37. Giancotti A, Muzzi F, Santini F, Arcuri C. Miniscrew treatment of ectopic mandibular molars. *JCO* 2003;37:380-3.
38. Saito S, Sugimoto N, Morohashi T, et al. Endosseous titanium implants as anchors for mesiodistal tooth movement in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000;118:601-7.
39. Kyung SH, Choi JH, Park YC. Miniscrew anchorage used to protract lower second molars into first molar extraction sites. *JCO* 2003;37:575-9.