

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 965 148**

51 Int. Cl.:

A61C 7/36

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2021** **E 21186968 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2023** **EP 3943039**

54 Título: **Aparatos de reposicionamiento mandibular y procedimientos de fabricación de los mismos**

30 Prioridad:

22.07.2020 US 202016936302

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:

11.04.2024

73 Titular/es:

CLEARCORRECT OPERATING, LLC (100.0%)
21 Cypress Blvd. Suite 1010
Round Rock, TX 78665, US

72 Inventor/es:

MAH, JAMES

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 965 148 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparatos de reposicionamiento mandibular y procedimientos de fabricación de los mismos

Campo

5 Las realizaciones se refieren a aparatos de reposicionamiento mandibular, y en particular se refiere a aparatos de reposicionamiento mandibular individualizados de acuerdo con la anatomía dental y mandibular específica del paciente.

Antecedentes

10 Los individuos con relaciones de mordida que no son ideales suelen buscar tratamientos de ortodoncia. Los datos de la tercera Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES III) informan de que aproximadamente el 20% de la población presenta desviaciones con respecto a la relación de mordida ideal (véase, Proffit WR, Fields Jr HW, Moray LJ. Prevalencia de la maloclusión y necesidad de tratamiento ortodóncico en Estados Unidos; estimaciones de la encuesta NHANES III. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 1998; 13(2):97-106). Esta prevalencia es consistente con los datos globales que muestran que aproximadamente el 74,7% de las individuos tienen relaciones de mordida normales, mientras que el 25,3% no son ideales (véase, Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, Labib A, El-Saaidi C. Global Distribution of Malocclusion Traits: Una revisión sistemática. Dental Press J Orthod. 2018;23(6)40.e1-40.e10).

15 Dependiendo de la naturaleza de la maloclusión, los tratamientos pueden implicar una variedad de enfoques y aparatos, que pueden incluir extracciones, modificación del crecimiento, expansión de la arcada dental, tratamiento ortodóncico y cirugía maxilar. Uno de estos enfoques suele consistir en reposicionar la mandíbula en una posición corregida o mejorada.

20 Los aparatos para reposicionar la mandíbula son históricos y numerosos. Algunos diseños de aparatos están pensados simplemente para desocluir los dientes y evitar que entren en contacto. Se denominan comúnmente placas de mordida o planos de mordida. Otros diseños tienen canales para dirigir los movimientos de los dientes eruptivos en dirección anterior o posterior, de acuerdo con lo que se indique, para ayudar a superar la mala relación de los maxilares. Se denominan activadores o bionatores. Sin embargo, otros diseños tienen componentes activos, como muelles que empujan la mandíbula a una nueva posición. Un ejemplo de este diseño es el aparato Herbst. Otro enfoque de diseño, como el divulgado en la Patente U.S. 5.443.384 incluye un aparato de dos piezas con planos inclinados en bloques complementarios que interactúan entre los maxilares superior e inferior, de modo que cuando el paciente muerde, los planos inclinados de cada bloque o pieza entran en contacto y redirigen el maxilar a una nueva posición. Estos aparatos se denominan comúnmente aparatos de bloque gemelo. Además, a todo este grupo de aparatos se les suele

25 denominar aparatos funcionales o aparatos ortopédicos dentofaciales. Otras características de los dispositivos dentales se describen en el documento CN108113780A.

30 Aunque los aparatos funcionales son de uso común, su diseño sigue siendo genérico con respecto a las dimensiones geométricas de los componentes activos. Con respecto al aparato de placa/plano de mordida y al diseño de la almohadilla de mordida en el mismo, la cantidad de activación del aparato puede ser inapropiada para un individuo si hay dimensiones insuficientes (altura insuficiente) o excesivas (demasiado alta) de tal manera que el paciente experimente incomodidad y sea incapaz de tolerar y llevar el aparato. Además, debido a las diferencias entre individuos y tamaños de las mandíbulas, así como a las distintas formas de sus cóndilos, el punto de rotación de la mandíbula suele diferir entre individuos. La dimensión genérica de la almohadilla de mordida puede ser insuficiente para proporcionar la cantidad deseada de desoclusión o, lo que es peor, puede causar cantidades excesivas que superen la capacidad de adaptación del sistema masticatorio del paciente y provoquen signos y síntomas tales como dolor muscular mandibular, dolores de cabeza, dolor de cuello, disfunción de la articulación temporomandibular, molestias dentales, dolor de muelas y otros.

35 40 Por consiguiente, es deseable proporcionar aparatos de reposicionamiento mandibular mejorados y un procedimiento de fabricación de los mismos.

Sumario

Las presentes realizaciones proporcionan aparatos de reposicionamiento mandibular mejorados y procedimientos de fabricación de los mismos. En particular, las presentes realizaciones proporcionan aparatos mejorados que son individuolizados de acuerdo con la anatomía dental y mandibular específica del paciente.

5 Un diseño individualizado específico del componente desarticulador, la almohadilla de mordida, basado en la anatomía natural del paciente que incluye los contornos de los dientes y la forma de sus articulaciones mandibulares, proporciona información para diseñar aparatos individuolizados para individuos con el fin de obtener los efectos clínicos deseados. En consecuencia, las presentes realizaciones proporcionan un procedimiento novedoso para diseñar un aparato de reposicionamiento mandibular que utiliza la anatomía individual de dientes y articulaciones del paciente.

10 Ciertas realizaciones proporcionan aparatos de reposicionamiento mandibular individuolizados en función de las inclinaciones anatómicas proporcionadas por los incisivos maxilares y/o la superficie de articulación de los cóndilos mandibulares del paciente.

De acuerdo con una realización, se proporciona un procedimiento de fabricación de al menos un aparato de ortodoncia removible para reposicionar la mandíbula de un individuo. El procedimiento incluye la adquisición de un modelo digital de una dentición y/o una anatomía craneofacial del individuo, el modelo digital incluye una representación de un cóndilo o una guía incisal o ambos, el cóndilo y la guía incisal. El procedimiento también incluye calcular, basándose en el modelo digital, una inclinación del cóndilo o una inclinación de la guía incisal o tanto la inclinación del cóndilo como la inclinación de la guía incisal seleccionando al menos dos puntos (x_1 , x_2 , y_1 e y_2) en la guía incisal y/o el cóndilo mandibular, y fabricar al menos un aparato ortodóntico retirable que incluye una característica configurada para restringir un movimiento posterior o anterior de la mandíbula con relación al maxilar cuando es usado por un individuo, en el que una posición de la característica es determinada en base a la inclinación del cóndilo o la inclinación de la guía incisal o ambas inclinaciones del cóndilo y de la guía incisal.

De acuerdo con otra realización, se proporciona un aparato de ortodoncia removible configurado para reposicionar la mandíbula de un individuo. El aparato incluye una estructura configurada para acoplarse a una geometría de una dentición maxilar y tejido gingival adyacente del individuo, y una característica configurada para restringir un movimiento posterior o anterior de la mandíbula en relación con el maxilar cuando el aparato es usado por el individuo, en el que la característica se encuentra en la estructura en una posición basada en una inclinación de un cóndilo del individuo o una inclinación de una guía incisal del individuo o tanto la inclinación del cóndilo y la inclinación de la guía incisal.

De acuerdo con todavía otra realización, se proporciona un par de aparatos de ortodoncia removibles configurados para reposicionar la mandíbula de un individuo. El par de aparatos incluye una primera estructura configurada para acoplarse a una geometría de una dentición maxilar y a un tejido gingival adyacente del individuo, la primera estructura incluye una primera característica situada en una superficie externa de la primera estructura. El par de aparatos también incluye una segunda estructura configurada para acoplarse a una geometría de una dentición mandibular y al tejido gingival adyacente del individuo. La primera característica se localiza en la primera estructura en una posición basada en una inclinación de un cóndilo del individuo o una inclinación de una guía incisal del individuo o ambas, la inclinación del cóndilo y la inclinación de la guía incisal, en la que la inclinación del cóndilo o una inclinación de la guía incisal o ambas, la inclinación del cóndilo y la inclinación de la guía incisal, se calculan seleccionando al menos dos puntos (x_1 , x_2 , y_1 e y_2) en la guía incisal y/o en el cóndilo mandibular. La primera característica está configurada para limitar un movimiento posterior o anterior de la mandíbula con respecto al maxilar cuando el individuo está usando el par de aparatos. En ciertos aspectos, la primera característica incluye un elemento de tipo púa o gancho, y la segunda estructura incluye una segunda característica situada en una superficie externa de la segunda estructura, y la segunda característica incluye un elemento complementario de tipo púa o gancho configurado para aplicarse de forma retirable al elemento de tipo púa o gancho de la primera característica.

De acuerdo con una realización, se proporciona un medio tangible, no transitorio, legible por ordenador que tiene instrucciones en el mismo que, al ser ejecutadas por uno o más procesadores, solos o en combinación, proporcionan la ejecución de los procedimientos descritos en la presente memoria descriptiva, tales como, por ejemplo, procedimientos para determinar las coordenadas posicionales del cóndilo y/o de la guía incisal, y calcular una inclinación del cóndilo y/o una inclinación de la guía incisal de un individuo, basándose en un modelo digital de la dentición y/o de la anatomía craneofacial del individuo, y crear un archivo digital para su uso en la fabricación de un aparato dental o par de aparatos dentales o serie de aparatos dentales o pares de aparatos. Un ejemplo de archivo digital incluye un archivo STL para su uso en la impresión 3D de un aparato dental o de un par de aparatos dentales.

El alcance de la presente invención queda definido por las reivindicaciones independientes 1, 12 y 14. Otras características y ventajas de la presente invención, así como la estructura y el funcionamiento de diversas realizaciones de la

presente invención, se describen en detalle a continuación con respecto a los dibujos que se acompañan. En los dibujos, los números de referencia similares indican elementos idénticos o funcionalmente similares.

Breve descripción de los dibujos

La descripción detallada se describe con referencia a las figuras que se acompañan. El uso de los mismos números de referencia en diferentes instancias de la descripción y de las figuras puede indicar elementos similares o idénticos.

la figura 1 ilustra un procedimiento de reposicionamiento de la mandíbula de un individuo de acuerdo con una realización.

la figura 2A ilustra una vista transversal de un cóndilo mandibular y una apófisis cigomática de un individuo;

la figura 2B ilustra una vista transversal de un incisivo maxilar de un individuo;

la figura 3A ilustra una vista transversal de un ejemplo de mandíbula de un individuo, incluyendo una representación de la inclinación condilar en relación con la inclinación incisal.

la figura 3B ilustra una vista en sección transversal de un ejemplo de mandíbula de un individuo diferente, incluyendo una representación de la inclinación condilar en relación con la inclinación incisal;

la figura 4 ilustra una vista en sección transversal de un aparato maxilar de acuerdo con una realización, tal como lo lleva un individuo; y

la figura 5 ilustra una vista en sección transversal de un par de aparatos que incluye un aparato maxilar removible 50 y un aparato mandibular removible complementario 55, de acuerdo con una realización, tal como los lleva un individuo.

Descripción detallada

La presente divulgación proporciona aparatos de reposicionamiento mandibular y procedimientos de fabricación de los mismos. Los aparatos mandibulares de la presente divulgación se individualizan ventajosamente basándose en las inclinaciones anatómicas de los incisivos maxilares del paciente y/o la superficie de articulación de los cóndilos mandibulares del paciente.

De acuerdo con varias realizaciones, los aparatos dentales optimizados para reposicionar la mandíbula del individuo con respecto al maxilar y mejorar la mordida del individuo se diseñan de acuerdo con la anatomía craneofacial y dental única del individuo para determinar los cambios de coordenadas en el reposicionamiento de la mandíbula. Los aparatos contienen la geometría de la dentición y de los tejidos gingivales adyacentes y pueden incluir elementos de restricción diseñados para proporcionar una fuerza de forzamiento creada por los músculos de la masticación cuando los lleva el individuo. Por ejemplo, las características restrictivas pueden estar configuradas para proporcionar una fuerza de forzamiento que limite un movimiento posterior o anterior de la mandíbula con respecto al maxilar cuando el individuo las lleva puestas.

En ciertos aspectos, una serie de aparatos removibles pueden ser diseñados, con incrementos posicionales de características de forzamiento para promover el movimiento mandibular desde una posición inicial a una nueva posición deseada de acuerdo con las indicaciones de un dentista.

La figura 1 ilustra un procedimiento de reposicionamiento de la mandíbula de un individuo de acuerdo con una realización. En el paso 1, se adquiere un modelo digital de la dentición y/o una anatomía craneofacial del individuo. La anatomía craneofacial y dental única puede ser obtenida por medio de la obtención de imágenes de la dentición y/o la anatomía craneofacial del individuo utilizando diversas modalidades de obtención de imágenes, tales como radiografías, resonancias magnéticas, ultrasonidos o tecnologías de escaneado directo (por ejemplo, mediante escaneado intraoral o escaneado de un molde de la dentición del individuo). En ciertos aspectos, se utiliza el mismo sistema de obtención de imágenes para adquirir una imagen tanto de la dentición como de la anatomía craneofacial del individuo, por ejemplo, imágenes radiográficas o tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) o MRI u obtención de imágenes por Ultrasonidos u otro sistema de obtención de imágenes puede utilizarse para adquirir una imagen de la dentición y de la anatomía craneofacial proximal al cóndilo mandibular.

Se debe apreciar que se pueden utilizar diferentes tecnologías de formación de imágenes para adquirir imágenes de la dentición y de la anatomía craneofacial proximal al cóndilo mandibular. Se puede identificar un punto o puntos comunes en diferentes imágenes de la dentición y la anatomía craneofacial para facilitar la combinación de imágenes. Por ejemplo, el modelo digital puede ser una combinación de una imagen radiográfica del cóndilo y una imagen escaneada intraoral de la dentición. Una vez obtenidas la imagen o imágenes, éstas pueden almacenarse en la memoria de un ordenador o sistema de procesamiento y mostrarse en un dispositivo de visualización para que las vea un

dentista u otro usuario. El modelo digital presentado en el dispositivo de visualización puede incluir una representación del cóndilo mandibular o una guía incisal o ambos, el cóndilo y la guía incisal. Las figuras 2A, 2B, 3A y 3B muestran representaciones ejemplares que pueden mostrarse en un dispositivo de visualización. Se puede proporcionar una interfaz de usuario (UI) para permitir al usuario interactuar con el modelo digital presentado en la pantalla. Por ejemplo, se puede utilizar un ratón, un lápiz, un teclado u otro dispositivo para permitir el control de un cursor o puntero u otros elementos de la interfaz de usuario y para permitir la selección de porciones del modelo digital renderizado.

En el paso 2, se calcula una inclinación del cóndilo o una inclinación de la guía incisal o ambas, la inclinación del cóndilo y la inclinación de la guía incisal, basándose en el modelo digital. Por ejemplo, en una realización, se calcula automáticamente una inclinación basada en puntos relevantes (coordenadas posicionales) en el modelo digital del cóndilo y/o incisivo. Los puntos relevantes pueden ser determinados o identificados automáticamente por el sistema de procesamiento o los puntos relevantes pueden ser identificados o seleccionados por un usuario, por ejemplo, utilizando la interfaz de usuario para seleccionar manualmente puntos en el cóndilo y/o incisivo a partir de los cuales determinar la o las inclinaciones. En algunas realizaciones, el sistema de procesamiento puede determinar e identificar automáticamente múltiples puntos en el cóndilo y/o el incisivo entre los que el usuario puede seleccionar para su uso en la determinación de la o las inclinaciones. En otras realizaciones, el sistema de procesamiento puede determinar e identificar automáticamente múltiples puntos en el cóndilo y/o el incisivo y también calcular automáticamente la o las inclinaciones utilizando una ecuación o algoritmo de mejor ajuste tomando los múltiples puntos como entrada. En otras realizaciones, se pueden utilizar otras ecuaciones o algoritmos para determinar o calcular la inclinación, como sería evidente para un experto en la técnica.

La figura 2A ilustra una vista transversal de un ejemplo de cóndilo mandibular 10 y fosa temporal 20 de un individuo. Dos puntos relevantes que pueden utilizarse para determinar la inclinación condilar 15, de acuerdo con una realización, como se muestra en el plano arbitrario X-Y de la vista transversal de la figura 2A, se identifican con las coordenadas (X_1, Y_1) y (X_2, Y_2) . Por ejemplo, en algunas realizaciones, los puntos relevantes pueden ser introducidos o seleccionados por un usuario, como, por ejemplo, por un usuario que visualiza una representación digital de la anatomía de la mandíbula del individuo mostrada en una interfaz de usuario (UI) y selecciona los puntos relevantes utilizando un ratón, teclado u otro implemento configurado para interactuar con la interfaz de usuario y proporcionar capacidad de selección de puntos al usuario. En otras realizaciones, los puntos relevantes pueden determinarse o calcularse automáticamente. Pueden implementarse y entrenarse algoritmos de aprendizaje automático para facilitar la selección o identificación automática de los puntos relevantes utilizados para determinar la inclinación condilar 15.

La figura 2B ilustra una vista transversal de un ejemplo de un incisivo maxilar 30 de un individuo con tejido gingival circundante 34. La inclinación 35 de la guía incisal (también denominada en la presente memoria descriptiva "inclinación incisal 35") puede calcularse basándose en puntos relevantes de la superficie lingual 32 del incisivo maxilar 30. El incisivo 30 será típicamente un incisivo maxilar central, pero puede incluir un incisivo maxilar lateral. Dos puntos de la superficie lingual 32 que pueden utilizarse para determinar la inclinación incisal 35, de acuerdo con una realización, como se muestra en el plano arbitrario X-Y de la vista transversal de la figura 2B, se identifican con las coordenadas (X_1, Y_1) y (X_2, Y_2) . Por ejemplo, en algunas realizaciones, los puntos relevantes pueden ser introducidos o seleccionados por un usuario, como, por ejemplo, por un usuario que visualiza una representación digital de la dentición mostrada en una interfaz de usuario (UI) y selecciona los dos puntos utilizando un ratón, teclado u otro implemento configurado para interactuar con la interfaz de usuario y proporcionar capacidad de selección de puntos al usuario. En otras realizaciones, los dos puntos relevantes pueden determinarse o calcularse automáticamente. Se pueden implementar y entrenar algoritmos de aprendizaje automático para facilitar la selección o identificación automática de los puntos relevantes utilizados para determinar la inclinación incisal 35.

Cada una de la inclinación 15 del cóndilo y de la inclinación 35 de la guía incisal pueden determinarse utilizando la ecuación $m = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1)$, en la que m es la inclinación y X_1, Y_1, X_2 e Y_2 son las coordenadas posicionales relevantes del cóndilo 10 o de la guía incisal. En otras realizaciones, se pueden determinar o identificar múltiples puntos relevantes y se puede utilizar una ecuación o algoritmo de mejor ajuste para determinar una inclinación utilizando más de dos puntos relevantes.

La figura 3A ilustra una vista en sección transversal de un ejemplo de una mandíbula 25 de un individuo, incluyendo una representación de la inclinación condilar 15 del cóndilo 10 en relación con la inclinación incisal 35 del incisivo maxilar 30. También se muestra un incisivo mandibular 40. La figura 3B ilustra una vista en sección transversal de un ejemplo de mandíbula 25 de un individuo diferente, incluyendo una representación de la inclinación condilar 15 del cóndilo 10 en relación con la inclinación incisal 35 del incisivo maxilar 30. En ciertas realizaciones, la inclinación condilar y la inclinación incisal son tratadas como variables independientes de tal manera que cualquiera de las dos inclinaciones, o ambas, pueden ser utilizadas para diseñar un aparato. Como se puede ver en la figura 3A y en la figura 3B, las inclinaciones relativas de la guía incisal y del cóndilo difieren entre los diferentes individuos, lo que puede

requerir que se determinen e implementen diferentes restricciones de forzamiento en el aparato o aparatos dentales usados por cada individuo para corregir las diferentes mordidas de cada individuo. Por ejemplo, el individuo de la figura 3B puede requerir un plan de tratamiento diferente, y posiblemente un plan de tratamiento más largo en el tiempo, basado en la necesidad de un mayor desplazamiento anterior de la mandíbula en comparación con el individuo de la figura 3A que parece tener un desplazamiento maxilar menos pronunciado.

Volviendo a la figura 1, en el paso 3, se fabrica al menos un aparato ortodóncico removible, incluyendo el aparato ortodóncico una o más características de restricción configuradas para restringir un movimiento posterior o anterior de la mandíbula en relación con el maxilar cuando es usado por el individuo. Por ejemplo, pueden fabricarse uno o varios aparatos ortodóncicos de acuerdo con un plan de tratamiento diseñado para corregir la mordida. Se puede fabricar un solo aparato maxilar o series de aparatos maxilares, con cambios incrementales. Una posición o ubicación o configuración de la o las características limitantes se determina basándose en la inclinación condilar 15 o en la inclinación 35 de la guía incisal o tanto en la inclinación condilar 15 como en la inclinación 35 de la guía incisal. Los elementos limitadores se posicionan para limitar preferentemente un movimiento anterior o un movimiento posterior de la mandíbula con respecto a los maxilares y promover así un reposicionamiento anterior o posterior deseado de la mandíbula a lo largo del tiempo con respecto a los maxilares determinado por un dentista u otro usuario, en el que cualquier fuerza sobre la mandíbula es creada por los músculos de la masticación debido al forzamiento de los elementos limitadores. En otra realización, se puede fabricar un par de aparatos ortodóncicos (por ejemplo, un aparato maxilar y un aparato mandibular complementario), o una serie de pares de aparatos, con cambios incrementales.

La figura 4 ilustra una vista en sección transversal de un aparato maxilar 50 de acuerdo con una realización, tal como lo lleva un individuo. El aparato maxilar 50 incluye una estructura configurada para acoplarse a la geometría de la dentición maxilar y al tejido gingival adyacente del individuo. Como se muestra, en una realización, el aparato maxilar 50 incluye una serie de características de repisa o cresta A, B y C proximales a la superficie lingual del incisivo 30. Cada repisa o cresta puede estar diseñada, por ejemplo, dimensionada, para interactuar con y constreñir el incisivo mandibular 40 cuando es llevado por el individuo. El número y el tamaño de los incrementos de las características de restricción pueden ser determinados por un dentista u otro usuario. Por ejemplo, el aparato maxilar 50 puede diseñarse con una única característica limitadora, por ejemplo, la cresta A o B o C, o puede diseñarse con más de una característica limitadora.

La figura 5 ilustra una vista en sección transversal de un par de aparatos incluyendo un aparato maxilar removible 50 y un aparato mandibular removible complementario 55, de acuerdo con una realización, tal como los lleva un individuo. El aparato mandibular removible complementario 55 incluye una estructura configurada para acoplarse a la geometría de la dentición mandibular y al tejido gingival adyacente del individuo y está configurado para interactuar con la(s) característica(s) de restricción del aparato maxilar 50 para restringir el movimiento posterior o anterior de la mandíbula en relación con el maxilar. Por ejemplo, en una realización, una característica de restricción del aparato maxilar 50 incluye una o múltiples elementos de púa o de gancho, y el aparato maxilar removible complementario 55 incluye uno o múltiples elementos de púa o de gancho complementarios configurados para acoplarse de forma removible a uno o múltiples elementos de púas o de gancho del aparato maxilar 50. La característica de restricción puede incluir una geometría configurada para interactuar y aplicarse positivamente a la superficie opuesta con formas tales como, pero no limitadas a, púas opuestas o ganchos en "J", o combinaciones tales como púas y ganchos en forma de "U" invertida o características tales como las que pueden encontrarse en el material Velcro™. Tales geometrías pueden colocarse o localizarse preferentemente en superficies opuestas seleccionadas a lo largo del arco, de modo que estas superficies opuestas se apliquen preferentemente donde se desee, tales superficies en el aparato maxilar como se ejemplifica en "A, B, o C" en la figura 4.

Los elementos de púas o de gancho pueden estar hechos del mismo material que los aparatos y deben tener suficiente elasticidad para prevenir la separación una vez conectados o aplicados a menos que una cantidad umbral de fuerza lateral y/o posterior/anterior sea aplicada a la mandíbula por el individuo que la usa para separar o desenganchar las características para permitir un movimiento mandibular sin obstáculos.

En ciertas realizaciones, se fabrica una serie o pluralidad de aparatos ortodóncicos removibles o pares de aparatos ortodóncicos. En ciertas realizaciones, la posición y/u orientación de la(s) característica(s) limitadora(s) de cada aparato o par de aparatos subsecuente puede incluir un cambio incremental de posición y/u orientación relativo a la posición y/u orientación de la(s) característica(s) limitadora(s) de un aparato o par de aparatos anterior. Un número de cambios incrementales de posición y un tamaño de cada cambio incremental de posición pueden determinarse sobre la base de la entrada del usuario.

Las características de restricción complementarias en el aparato maxilar 50 y en el aparato mandibular 55 pueden ser posicionadas y orientadas para restringir preferentemente un movimiento anterior o un movimiento posterior de la

mandíbula con respecto al maxilar y de esta manera promover un reposicionamiento anterior o posterior de la mandíbula a lo largo del tiempo con respecto a los maxilares de acuerdo con lo determinado por un dentista u otro usuario. Cualquier fuerza sobre la mandíbula es creada por los músculos de la masticación debido al forzamiento de los elementos limitadores y no creada directamente por los aparatos.

En ciertas realizaciones, el área oclusal asociada con las geometrías interactuantes de los aparatos y/o la(s) característica(s) limitante(s) se individualizan para cada individuo, y la localización en el arco (anterior, posterior) de las geometrías interactuantes se individualizan para cada individuo. Por ejemplo, un individuo con una mordida abierta anterior podría tener estas superficies de interacción situadas en las zonas posteriores en las que hay contacto oclusal. Alternativamente, un individuo con mordida abierta posterior, ya sea natural o creada con un plano de mordida u otro aparato, podría tener estas superficies de interacción en una localización anterior.

En ciertas realizaciones, cada aparato (por ejemplo, el aparato maxilar 50 y el aparato mandibular 55) puede incluir un alineador transparente fabricado usando polímeros u otro material transparente como es bien conocido. En una realización, un aparato dental puede fabricarse utilizando un proceso de fabricación asistido por ordenador, tal como la impresión 3D basada en un archivo STL generado por el sistema de procesamiento y proporcionado a un sistema de impresión 3D. En otra realización, un aparato dental puede estar formado por un proceso de termoformado, por ejemplo, un material a base de polímero termoformado sobre un molde de la dentición.

En ciertas realizaciones, cada característica de restricción, por ejemplo, estante o cresta y/o elementos de tipo gancho o púa, pueden estar formados integralmente con el alineador transparente. En otras realizaciones, tales características pueden estar formadas separadamente del aparato y fijadas o aseguradas al aparato. Por ejemplo, en una realización, una característica restrictiva puede fabricarse en un sustrato delgado que puede adherirse o pegarse al aparato, por ejemplo, un alineador transparente. El sustrato delgado puede incluir el mismo material que el aparato o puede incluir un material diferente, tal como un material polimérico diferente.

Tal como se utilizan en la presente memoria descriptiva, los términos "limitar" o "restringir" con respecto al movimiento no pretenden excluir o restringir estrechamente el movimiento, y generalmente permiten o admiten al menos cierto movimiento. Por ejemplo, los elementos de restricción permiten un reposicionamiento planificado de la mandíbula, pero la mandíbula sigue siendo libre de abrirse y cerrarse, por lo que no está estrechamente constreñida; los elementos de "restricción" siguen permitiendo el movimiento de la mandíbula.

El uso de los términos "un" y "una" y "el" y "al menos uno" y referentes similares en el contexto de la descripción de la materia divulgada (especialmente en el contexto de las reivindicaciones que siguen) debe interpretarse que abarca tanto el singular como el plural, a menos que se indique lo contrario en la presente memoria descriptiva o se contradiga claramente por el contexto. El uso del término "al menos uno" seguido de una lista de uno o más elementos (por ejemplo, "al menos uno de A y B") debe interpretarse en el sentido de un elemento seleccionado entre los elementos de la lista (A o B) o cualquier combinación de dos o más de los elementos de la lista (A y B), a menos que se indique lo contrario o que el contexto lo contradiga claramente. Los términos "que comprenda", "que tenga", "que incluya" y "que contenga" deben interpretarse como términos abiertos (es decir, con el significado de "que incluya, pero no se limite a") a menos que se indique lo contrario. La recitación de rangos de valores en la presente memoria descriptiva sólo pretende servir como un procedimiento abreviado de referirse individualmente a cada valor separado que se encuentra dentro del rango, a menos que se indique lo contrario en la presente memoria descriptiva, y cada valor separado se incorpora a la memoria descriptiva como si se recitara individualmente en la presente memoria descriptiva. Todos los procedimientos descritos en la presente memoria descriptiva pueden realizarse en cualquier orden adecuado, a menos que se indique lo contrario o que el contexto lo contradiga claramente. El uso de todos y cada uno de los ejemplos, o del lenguaje de ejemplo (por ejemplo "como") proporcionado en la presente memoria descriptiva, tiene como única finalidad iluminar mejor la materia divulgada y no supone una limitación del alcance de la invención, a menos que se reivindique de otro modo. Ningún lenguaje de la memoria descriptiva debe interpretarse en el sentido de que indica que algún elemento no reivindicado es esencial para la práctica de la invención.

En la presente memoria descriptiva se describen algunas realizaciones. Las variaciones de esas realizaciones pueden llegar a ser evidentes para los de conocimiento ordinaria en la técnica después de leer la descripción anterior. La presente invención se expone en las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de fabricación de al menos un aparato de ortodoncia removible para reposicionar una mandíbula (25) de un individuo, comprendiendo el procedimiento:
adquirir un modelo digital de una dentición y/o de una anatomía craneofacial del individuo, incluyendo el modelo digital una representación de un cóndilo (10) o de una guía incisal o de ambos, el cóndilo (10) y la guía incisal;
10 calcular, basándose en el modelo digital, una inclinación (15) del cóndilo o una inclinación (35) de la guía incisal o tanto la inclinación (15) del cóndilo como la inclinación (35) de la guía incisal seleccionando al menos dos puntos (x_1, x_2, y_1 e y_2) en la guía incisal y/o el cóndilo mandibular (10); y
fabricar al menos un aparato ortodóntico removible que incluye una característica configurada para restringir un movimiento posterior o anterior de la mandíbula (25) con relación al maxilar cuando es usado por el individuo en el que una posición es determinada en base a la inclinación (15) del cóndilo o la inclinación (35) de la guía incisal o ambas la inclinación (15) del cóndilo y la inclinación (35) de la guía incisal.
15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la adquisición del modelo digital de la dentición y/o la anatomía craneofacial incluye la obtención de imágenes mediante una técnica de obtención de imágenes radiográficas, una técnica de resonancia magnética, una técnica de obtención de imágenes por ultrasonidos y/o una técnica de exploración intraoral directa.
20 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la inclinación del cóndilo se calcula utilizando la ecuación $m_c = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$, en la que x_1, x_2, y_1 e y_2 son coordenadas posicionales del cóndilo.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que las coordenadas posicionales del cóndilo se determinan basándose en la entrada recibida de un usuario o automáticamente utilizando un algoritmo de mejor ajuste aplicado a una geometría de la dentición y/o una anatomía craneofacial en el modelo digital.
25 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la inclinación de la guía incisal se calcula utilizando la ecuación $m_i = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$, en la que x_1, x_2, y_1 e y_2 son coordenadas posicionales de la guía incisal.
6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que las coordenadas posicionales de la guía incisal se determinan basándose en la entrada recibida de un usuario o automáticamente basándose en un algoritmo de mejor ajuste.
30 7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el al menos un aparato de ortodoncia removible está configurado para acoplarse a una geometría de una dentición maxilar y tejido gingival adyacente del individuo.
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la fabricación de al menos un aparato ortodóntico removible incluye la fabricación de al menos un aparato ortodóntico removible complementario, en el que el al menos un aparato ortodóntico removible complementario está configurado para acoplarse a una geometría de una dentición mandibular y tejido gingival adyacente del individuo y está configurado para interactuar con la característica del al menos un aparato ortodóntico removible para restringir el movimiento posterior o anterior de la mandíbula con respecto al maxilar.
35 9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la característica del al menos un aparato de ortodoncia removible incluye un elemento de púa o gancho, y en el que el al menos un aparato de ortodoncia removible complementario incluye un elemento de púa o de gancho complementario configurado para acoplarse de forma removible con elemento de púa o de gancho del al menos un aparato de ortodoncia removible.
40 10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la fabricación de al menos un aparato ortodóntico removible incluye la fabricación de series de aparatos ortodónticos removibles diseñados para reposicionar la mandíbula desde una posición inicial relativa al maxilar hasta una nueva posición relativa al maxilar, en el que la posición de la característica de cada aparato posterior incluye un cambio posicional incremental relativo a las posiciones de la característica de un aparato anterior.
45 11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el al menos un aparato de ortodoncia removible incluye un alineador transparente.
12. Un aparato de ortodoncia removible (50) configurado para reposicionar una mandíbula (25) de un individuo, comprendiendo el aparato (50) :
50 una estructura configurada para acoplarse a una geometría de una dentición maxilar y al tejido gingival adyacente del individuo; y
una característica configurada para restringir un movimiento posterior o anterior de la mandíbula (25) en relación con el maxilar cuando el aparato es llevado por el individuo, en el que la característica está situada

en la estructura en una posición basada en una inclinación (15) de un cóndilo del individuo o una inclinación (35) de una guía incisal del individuo o tanto la inclinación (15) del cóndilo como la inclinación (35) de la guía incisal, en el que la inclinación (15) del cóndilo o una inclinación (35) de la guía incisal o tanto la inclinación (15) del cóndilo como la inclinación (35) de la guía incisal se calculan seleccionando al menos dos puntos

- 5 (x₁, x₂, y₁ e y₂) en la guía incisal y/o el cóndilo mandibular (10).
13. El aparato de ortodoncia removible de la reivindicación 12, en el que la característica incluye al menos una cresta o repisa situada proximal a una superficie lingual de la guía incisal.
14. Un par de aparatos ortodóncicos removibles (50, 55) configurados para reposicionar una mandíbula (25) de un individuo, comprendiendo el par de aparatos (50, 55) :
 - 10 una primera estructura configurada para acoplarse a una geometría de una dentición maxilar y un tejido gingival adyacente del individuo, la primera estructura incluye una primera característica situada en una superficie externa de la primera estructura; y
 - una segunda estructura configurada para acoplarse a una geometría de una dentición mandibular y al tejido gingival adyacente del individuo;
 - 15 en el que la primera característica está configurada para restringir un movimiento posterior o anterior de la mandíbula (25) con respecto a los maxilares cuando el individuo lleva puesto el par de aparatos (50, 55),
 - en el que la primera característica está situada en la primera estructura en una posición basada en una inclinación (15) de un cóndilo del individuo o una inclinación (35) de una guía incisal del individuo o ambas,
 - la inclinación (15) del cóndilo y la inclinación (35) de la guía incisal, en el que la inclinación (15) del cóndilo o
 - 20 una inclinación (35) de la guía incisal o tanto la inclinación (15) del cóndilo como la inclinación (35) de la guía incisal se calculan seleccionando al menos dos puntos (x₁, x₂, y₁, e y₂) en la guía incisal y/o el cóndilo mandibular (10).
15. El par de aparatos de la reivindicación 14, en el que la primera característica incluye un elemento de púa o gancho, y en el que la segunda estructura incluye una segunda característica situada en una superficie externa de la
- 25 segunda estructura, en la que la segunda característica incluye un elemento de púa o gancho complementario configurado para acoplarse de forma removible con el elemento de púa o gancho de la primera característica.

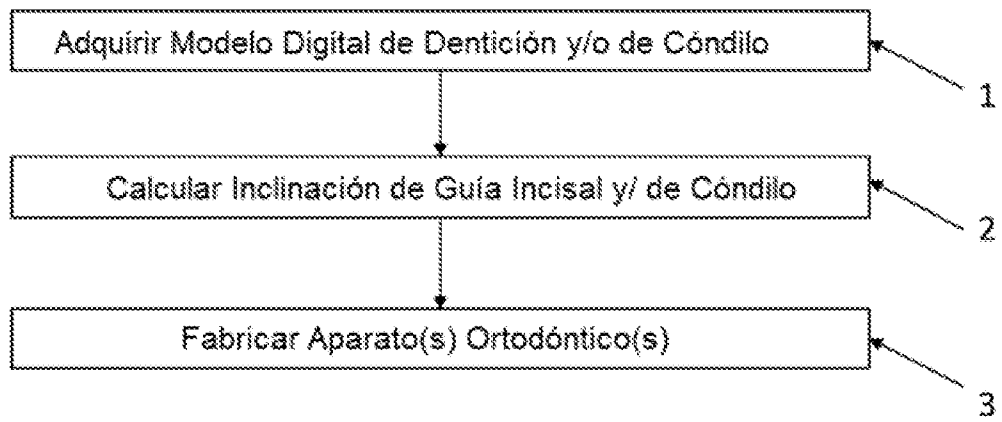


FIG. 1

FIG. 2A: Determinación de Inclinación Condilar

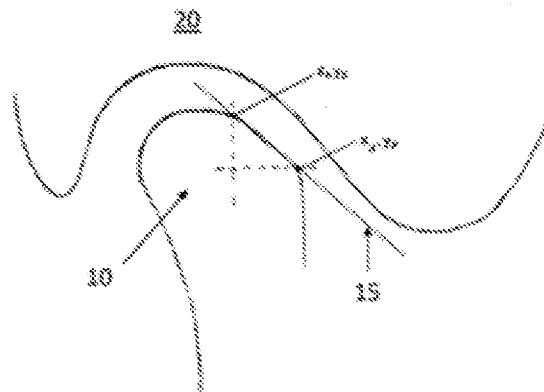
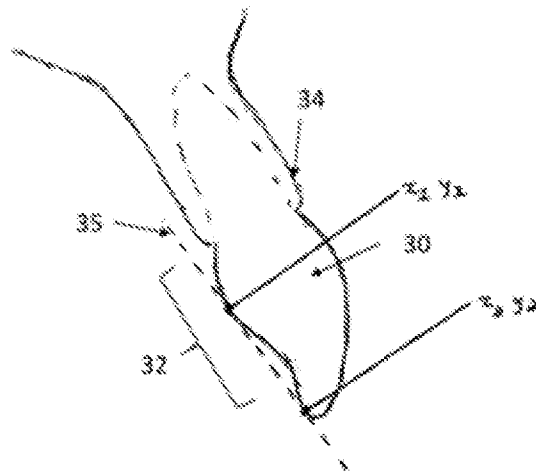


FIG. 2B: Determinación de Inclinación Incisal



Diferentes Inclinationes Condilar e Incisal

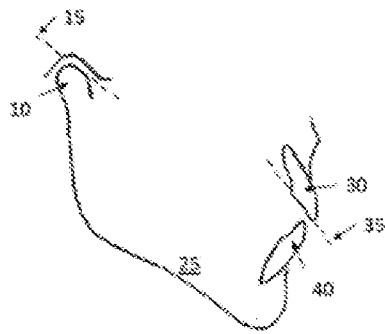


FIG. 3A

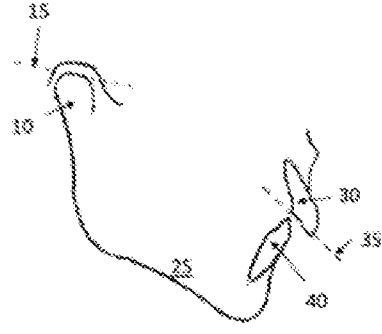


FIG. 3B

FIG.4: Vista en Sección Transversal de Realización de Aparato

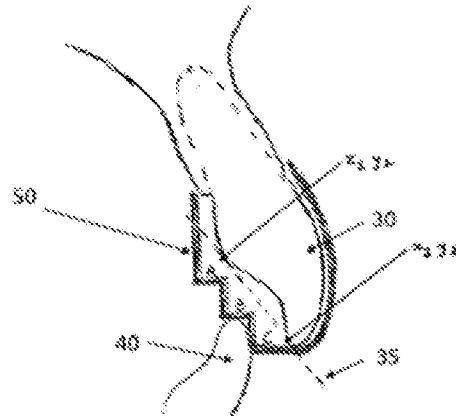


FIG. 5

