

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 968**

51 Int. Cl.:

A61C 11/00 (2006.01)

A61C 19/05 (2006.01)

G09B 23/28 (2006.01)

A61C 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2009 E 09738175 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016 EP 2286403**

54 Título: **Método para determinar el impacto de una modificación dental propuesta sobre la articulación temporomandibular**

30 Prioridad:

29.04.2008 GB 0807754

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

23.05.2016

73 Titular/es:

**DENTSPLY IMPLANTS NV (100.0%)
Research Campus 10
3500 Hasselt, BE**

72 Inventor/es:

**MALFLIET, KATJA;
PATTIJN, VEERLE y
VAN LIERDE, CARL**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 570 968 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

Método para determinar el impacto de una modificación dental propuesta sobre la articulación temporomandibular

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de la odontología, y más en particular al uso de tecnología informática para valoración/evaluación del riesgo asistida por imágenes de tratamientos dentales propuestos. La presente invención, en particular, se refiere a un método y un aparato para determinar el impacto de una modificación dental propuesta sobre la una o varias articulaciones temporomandibulares, por ejemplo para obtener información relacionada con ese impacto.

La invención también se refiere al uso de un articulador virtual para determinar el impacto de una modificación dental propuesta sobre la una o varias articulaciones temporomandibulares. Esta modificación dental incluye, aunque sin limitarse a, la sustitución de uno o más dientes por dientes artificiales, la sustitución de una o más partes de un diente por una reconstrucción protésica tal como una corona o una carilla dentales, la reorganización de uno o más dientes existentes (tratamiento ortodóntico), la separación de una o ambas mandíbulas para reposicionar los dientes (tratamiento ortognático) y/o modificaciones de las superficies oclusivas de los dientes.

20 Antecedentes

Trastornos temporomandibulares o disfunción de la articulación temporomandibular (DTM) se refieren a afecciones que producen función anormal, incompleta o alterada de la una o varias articulaciones temporomandibulares que puede causar dolor en la zona de la articulación temporomandibular (ATM) y/o problemas al usar la mandíbula. Las causas típicas son lesiones de la mandíbula, la cabeza o el cuello, enfermedades como artritis, la mordida del paciente (es decir la manera en la que los dientes encajan entre sí), tratamientos dentales, bruxismo... que dan como resultado una tensión extrema sobre la articulación y sus alrededores. Los síntomas observados en pacientes que padecen DTM pueden variar desde cefalea, chasquido mandibular, función mandibular limitada hasta audición alterada.

Los trastornos de la articulación temporomandibular están asociados principalmente con la parte dorsal del menisco (disco articulante) que separa el cóndilo del hueso temporal del cráneo. Esta parte dorsal del menisco se denomina 'zona bilaminar'. En función de la ATM normal, la parte intermedia del menisco forma -en condiciones tanto estáticas como dinámicas- el contacto entre la cabeza del cóndilo y la eminencia articular. La disfunción de la ATM se caracteriza por un menisco desplazado hacia delante, lo que hace que la zona bilaminar sirva como superficie articulante, una función para la que no es adecuada. El menisco dislocado causa incomodidad y dolor.

Las modificaciones dentales que, por ejemplo, empujan a los cóndilos más o menos hacia atrás pueden provocar o avivar estos efectos y, por lo tanto, deben evitarse en la medida de lo posible. Desafortunadamente, la influencia de una modificación dental (por ejemplo restauración protésica, restauración con carillas, tratamiento ortodóntico, tratamiento ortognático...) sobre la articulación temporomandibular es investigada raramente. Esto se debe principalmente a consideraciones prácticas, dado que la articulación temporomandibular no puede ser valorada directamente. Lo mismo se aplica para intervenciones dentales que hacen uso de un articulador mecánico, un dispositivo que representa la articulación temporomandibular y las mandíbulas y al que se fijan modelos físicos de la mandíbula superior e inferior del paciente para simular el movimiento de la mandíbula. Los articuladores mecánicos son de tipo "arcon" o de tipo "no arcon". Los articuladores arcon se caracterizan por un marco inferior que porta un par de réplicas condilares y un marco superior que posee guías que reciben a los cóndilos y permiten que la parte superior se mueva. Las réplicas condilares, por lo tanto, permanecen siempre estacionarias en un articulador arcon. En articuladores no arcon, se aplica lo inverso: las réplicas condilares están fijadas al marco superior que se mueve a lo largo de la guía condilar en el marco inferior fijo.

Los articuladores mecánicos no son adecuados para determinar el impacto de una modificación dental propuesta sobre la una o varias articulaciones temporomandibulares. En diseños de articulador tanto arcon como no arcon, la trayectoria de movimiento condilar nunca se desvía de la guía condilar limitante. Es exactamente esta desviación la que es esencial para determinar si una modificación dental propuesta dará como resultado un riesgo incrementado de aparición de DTM o exacerbará adicionalmente un trastorno DTM que ya estaba presente.

La patente de Estados Unidos 4.836.218 ("Method and apparatus for the acoustic detection and analysis of joint disorders") describe un método y un aparato no invasivos para detectar y analizar trastornos articulares utilizando una técnicas de procesamiento de señales acústicas, particularmente muy adecuada para diagnóstico diferencial de la articulación temporomandibular. El procedimiento y aparato de diagnóstico correlacionan gráficamente patrones de sonido inducidos por la articulación con respecto a la posición de la articulación en el tiempo y el espacio, proporcionando de este modo un enfoque cuantitativo para el diagnóstico de trastornos articulares específicos.

La solicitud de patente WO 2005/079699 A1 ("A method and system for morphometric analysis of human dental occlusal function and uses thereof") describe un método para determinar y predecir el movimiento

temporomandibular (ATM) y para usar el modelo predictivo para preparar articulaciones de sustitución de la ATM mejoradas, coronas mejoradas, remodelación del contorno de corona o de puente, alineamientos y colocaciones de dientes mejoradas, y protectores bucales y dentaduras mejoradas. El modelo predice el movimiento del cóndilo mandibular mediante una rotación alrededor del eje de rotación instantánea que se determina basándose en un cóndilo de pivote y las superficies de desgaste en dos dientes, uno en la mandíbula ipsilateral posterior y uno en la mandíbula contralateral anterior. Este modelo solamente considera la trayectoria de movimiento del cóndilo no de pivote, que depende de una rotación alrededor del cóndilo de pivote, determinada por al menos dos planos de desgaste indicados por el usuario. Las desventajas de este modelo son la necesidad de interacción del usuario y la limitada aplicabilidad, dado que solamente considera la rotación de la mandíbula alrededor de un cóndilo mantenido fijo. Este movimiento no es representativo para el intervalo de movimientos funcionales naturales. Otra desventaja del modelo mencionado es que esta aplicación está limitada a pacientes que poseen superficies oclusivas desgastadas claramente visibles dado que, en caso contrario, no sería posible indicar los planos de contacto.

Un articulador virtual es capaz de construir un modelo cinemático del movimiento de la mandíbula, por lo tanto, no está limitado a tipos específicos de denticiones.

La patente canadiense CA 2.350.839 ("System and method for virtual articulator") reivindica un articulador virtual, descrito como una representación en 3D de los arcos dentales superior e inferior en relación espacial entre sí, incluyendo datos que definen una limitación de movimiento entre esos arcos dentales superior e inferior. También son reivindicados por esta solicitud de patente un analizador de simulación, que se dice que simula el movimiento y que analiza contactos resultantes en partes de arcos superior e inferior y un módulo de diseño para diseñar o modificar una prótesis usando estos datos de contacto. Los contactos resultantes son puntos de contacto o fuerzas de contacto.

La patente de Estados Unidos 6.152.731 ("Methods for use in dental articulation") reivindica un método implementado por ordenados de creación de un modelo dental tridimensional para uso en articulación dental.

"La solicitud de patente WO 99/15100 ("Methods for use in dental articulation") desvela un método implementado por ordenador de creación de un modelo dental para uso en articulación dental que incluye proporcionar un primer conjunto de datos digitales correspondientes a una imagen del arco superior de al menos una parte de un arco dental superior de un paciente, proporcionar un segundo conjunto de datos digitales correspondiente a una imagen del arco inferior de al menos una parte de un arco dental inferior del paciente, y proporcionar datos del eje de articulación representativos de la orientación espacial de al menos uno de los arcos dentales superior e inferior con respecto a un eje condilar del paciente. Un eje de articulación de referencia se crea con respecto a la imagen de los arcos superior e inferior basándose en los datos del eje de articulación".

Los articuladores virtuales conocidos mencionados anteriormente son inadecuados para el fin de la presente invención, dado que su objetivo es determinar una modificación dental óptima, donde "óptima" significa la más adecuada dado uno o más criterios relacionados con los contactos dentales que se producen en esa modificación dental particular. Además, dado que los articuladores virtuales de las solicitudes de patente mencionadas anteriormente analizan solamente los contactos dentales resultantes, no permiten la determinación apropiada del impacto de la modificación dental sobre la una o varias articulaciones temporomandibulares.

Sumario de la invención

Un objetivo de la presente invención es la provisión de un articulador virtual que no esté limitado a un movimiento particular de la mandíbula, así como métodos de manejo del mismo y software para llevar a cabo los métodos.

El articulador virtual y el método usado para la presente invención comienza a partir de una o más modificaciones dentales dadas y proporciona retroalimentación, por ejemplo proporciona información, sobre su impacto sobre la articulación temporomandibular. Como resultado de este análisis, pueden proporcionarse sugerencias al usuario para tener un impacto óptimo relacionado con un trastorno de la articulación temporomandibular existente o potencial. Es una ventaja de la presente invención proporcionar un articulador virtual que muestra un comportamiento específico para tener en cuenta la influencia de un tratamiento dental sobre la articulación temporomandibular del paciente.

La presente invención no está limitada a un tipo específico de dentición o un tipo específico de tratamiento dental. Por un lado, la invención se aplica a tratamientos dentales que están específicamente diseñados para tratar un trastorno de la articulación temporomandibular. Su impacto sobre la articulación temporomandibular del paciente puede valorarse y la información relacionada con tratamientos alternativos puede compararse a este respecto. Por otro lado, la invención también se aplica modificaciones dentales en general, proporcionando al usuario información para estimar el riesgo de inducir un trastorno de la articulación temporomandibular. Por lo tanto, la presente invención se refiere, en un aspecto, a la obtención de información no diagnóstica acerca de la articulación temporomandibular de un paciente.

- 5 Un articulador virtual se usa para determinar el impacto de una modificación dental propuesta sobre la una o varias articulaciones temporomandibulares. Un articulador es un instrumento mecánico, que se usa para examinar las relaciones de contacto estático y dinámico entre las superficies oclusivas de ambos arcos dentales. Imita las articulaciones temporomandibulares y las mandíbulas humanas y consiste en un miembro superior y uno inferior a los que pueden fijarse moldes maxilares y mandibulares para simular algunos o todos los movimientos mandibulares. Diferentes configuraciones respecto a la morfología de la mandíbula y el movimiento mandibular pueden ajustarse en un articulador mecánico. Esos valores se establecen usando datos específicos del paciente o valores promedio conocidos a partir de la bibliografía.
- 10 Un articulador virtual establece las relaciones de contacto estático y dinámico en un entorno virtual. La entrada para un articulador virtual es información digital de al menos una parte de las denticiones superior e inferior del paciente. Esta información digital puede obtenerse mediante varios métodos, por ejemplo una exploración por μ TC de impresiones dentales, una exploración por μ TC u óptica de moldes de yeso, exploración intrabucal, exploración por TC o TCHC médica... la información digital de (una parte de) las denticiones superior e inferior del paciente obtenida
- 15 delante, hacia atrás, hacia el lado izquierdo, hacia el lado derecho, de apertura y de cierre según lo limitado por, por un lado, la restricción geométrica impuesta por la generación de modelos matemáticos de la articulación temporomandibular y, por otro lado, los contactos dentales encontrados durante el movimiento (por ejemplo impedir que los dientes intersequen entre sí durante el movimiento). Un articulador virtual también es compatible con datos que se originan a partir de mediciones electrónicas de los movimientos funcionales reales del paciente. Los ejemplos de dichos sistemas de medición son Condylcomp (Dentron, Alemania) y el Jaw Motion Analyzer (Zebris, Alemania). Aparte de proporcionar una reproducción de estos movimientos, un articulador virtual también es capaz de construir un modelo de movimiento basándose en estos datos para simular el movimiento mandibular en caso de que se haya realizado un cambio del uno o varios modelos de la dentición.
- 20
- 25 Un articulador virtual es capaz de visualizar el movimiento mandibular simulado mediante una dentición superior en movimiento (similar al articulador mecánico donde la parte superior se mueve habitualmente) o una dentición inferior en movimiento (similar a la situación anatómica).
- 30 El modelo matemático de la articulación temporomandibular incluido en un articulador virtual puede ser paramétrico y los parámetros pueden establecerse usando datos específicos del paciente o valores promedio conocidos a partir de la bibliografía. El mismo principio se aplica al guiado condilar del articulador virtual que representa la fosa temporal anatómica. Además, un articulador virtual puede incluir un modelo exacto de la articulación temporomandibular del paciente (es decir geometría realista), que puede recuperarse a partir de imágenes
- 35 específicas del paciente como TC, IRM...
- Un articulador virtual también es capaz de calcular y visualizar los contactos oclusivos resultantes.
- 40 Un articulador virtual puede extenderse para tener en cuenta datos del músculo (por ejemplo puntos de fijación, dimensiones del músculo, niveles de activación...) para simular el movimiento mandibular de una manera anatómica, que copia la biomecánica real de las mandíbulas y las articulaciones temporomandibulares.
- Además, un articulador virtual muestra un comportamiento específico para obtener información acerca, por ejemplo para analizar el impacto de un tratamiento dental sobre la articulación temporomandibular del paciente, donde debe entenderse que este impacto induce un trastorno de la articulación temporomandibular o empeora sus síntomas y efectos. El análisis del impacto puede realizarse basándose en un diagnóstico que se observó en el paciente. Dicho diagnóstico describe de manera cuantitativa o cualitativa un efecto no deseado sobre la articulación temporomandibular, causado por al menos un parámetro relacionado con el movimiento de la mandíbula. Son ejemplos de dichos parámetros, aunque sin limitarse a, la cantidad de movimiento de la mandíbula en cierta dirección, la velocidad a la que se lleva a cabo cierto movimiento de la mandíbula y el ángulo alrededor del cual se lleva a cabo un movimiento rotacional de la mandíbula. Son ejemplos de efectos no deseados que pueden desencadenarse, aunque sin limitarse a, sonidos articulares, hipersensibilidad muscular, el intervalo máximo de movimiento mandibular y dolor en la palpación. Información útil o como alternativa, un diagnóstico, puede observarse directa o indirectamente en el paciente, donde en el último caso, la información puede obtenerse o el diagnóstico se realiza por ejemplo basándose en una imagen médica que muestra la anatomía de la articulación temporomandibular del paciente.
- 50
- 55 Si está disponible información médica, por ejemplo un diagnóstico, ésta puede proporcionarse como una entrada adicional al articulador virtual de la presente invención. El articulador virtual puede usarse a continuación para evaluar cualquiera o todos de estos parámetros cuando se aplica una modificación dental. Dependiendo de la presencia o ausencia de uno de los parámetros que causan un efecto no deseado, tal como se describe mediante el diagnóstico, la modificación dental propuesta puede clasificarse como siendo una modificación dental segura o no segura. Una modificación dental "segura" no superará el límite o los límites definidos por el diagnóstico y una modificación dental "no segura" implica un riesgo de causar o agravar DTM debido a la aparición de uno de los parámetros del diagnóstico.
- 60
- 65

La clasificación del resultado puede realizarse, por ejemplo, mediante la visualización de códigos de colores que representan movimiento seguro e inseguro, la producción de una señal acústica y demás.

Pueden proporcionarse sugerencias al usuario para alterar una modificación dental no segura para hacerla segura.

Si un diagnóstico no está disponible o no se proporciona como entrada, el articulador virtual de la presente invención se puede seguir usando para valorar el impacto sobre la articulación temporomandibular. En esta situación, la evaluación da como resultado una diferencia relativa del desplazamiento condilar entre el contexto dental existente y el contexto dental modificado, para cada movimiento simulado. Este desplazamiento condilar relativo caracteriza el efecto sobre cada uno de los cóndilos del contexto dental modificado en comparación con el contexto dental existente. Esta diferencia proporciona información útil que puede ser interpretada a continuación por el usuario.

Métodos de la presente invención están informatizados. La presente invención también proporciona un producto de programa informático que comprende segmentos de código, que, cuando son ejecutados en un dispositivo informático, implementan cualquiera de los métodos de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

Se describirán realizaciones de la invención, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra una ATM esquemática en condiciones estáticas donde el menisco está ubicado normalmente, es decir ATM normal en reposo;

La figura 2 muestra una ATM esquemática en condiciones dinámicas: el menisco forma el contacto entre la cabeza del cóndilo y la eminencia articular, es decir ATM normal durante el movimiento;

La figura 3 muestra una ATM esquemática en condiciones dinámicas donde el menisco está dislocado, haciendo que la zona bilaminar sirva como la superficie articulante, es decir una ATM anormal durante el movimiento;

La figura 4 muestra un articulador mecánico;

La figura 5 muestra una vista ejemplar del articulador virtual.

Descripción de realizaciones preferidas

En la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman una parte de la misma, y en los que se muestran, a modo de ilustración, realizaciones específicas mediante las cuales la invención puede ponerse en práctica. Los dibujos descritos son solamente esquemáticos y son no limitantes. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede exagerarse y no dibujarse a escala para fines ilustrativos. Los expertos en la materia reconocerán que pueden utilizarse otras realizaciones y pueden realizarse cambios estructurales a las realizaciones descritas sin alejarse del alcance de la invención. El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones. Además, los términos primer, segundo, tercer y similares en la descripción y en las reivindicaciones, se usan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir un orden secuencial o cronológico. Debe entenderse que los términos usados de este modo son intercambiables en circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descritas en el presente documento son capaces de funcionamiento en secuencias diferentes de las descritas o ilustradas en el presente documento.

Además, los términos superior, inferior, encima, debajo y similares en la descripción y las reivindicaciones se usan para fines descriptivos y no necesariamente para describir posiciones relativas. Debe entenderse que los términos usados de este modo son intercambiables en circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descritas en el presente documento son capaces de funcionar en orientaciones diferentes de las descritas o ilustradas en el presente documento.

Debe observarse que la no debe interpretarse que la expresión "que comprende", usada en las reivindicaciones, está restringida a los medios enumerados seguidamente; ésta no excluye otros elementos o etapas. Por lo tanto, el alcance de la expresión "un dispositivo que comprende medios A y B" no debe estar limitado a dispositivos que consisten solamente en componentes A y B. Esto significa con respecto a la presente invención, que los únicos componentes relevantes del dispositivo son A y B.

De acuerdo con diferentes realizaciones de la presente invención, un articulador virtual puede usarse de varias maneras para determinar el impacto de una modificación dental propuesta sobre la una o varias articulaciones temporomandibulares.

Como ejemplo, se explicarán dos maneras de usar dicho articulador virtual como dos realizaciones independientes de la invención.

Un prerrequisito para el uso de un articulador virtual es información digital de al menos una parte de las denticiones superior y/o inferior del paciente. Esta información puede tomarse a partir de reproducciones físicas como

impresiones o moldes de yeso, por ejemplo realizando una exploración óptica o una exploración por TC de una impresión o digitalizando la información de cualquier otra manera. La información también puede obtenerse directamente a partir del paciente, por ejemplo una exploración por rayos X, una exploración por TC, una exploración por IRM, una exploración por PET, etc. A continuación, dicha información digital debe importarse y posicionarse en el articulador virtual. Debe realizarse tanto un posicionamiento relativo de la dentición superior e inferior una con respecto a la otra como un posicionamiento absoluto de la dentición superior e inferior en el articulador virtual. El posicionamiento relativo captura la mordida del paciente y puede obtenerse mediante un registro con un registro de mordida digitalizado o puede realizarse de forma semiautomática cuando un registro de mordida digitalizado no está disponible. El posicionamiento absoluto pretende transferir la relación entre los cóndilos y el maxilar superior desde el paciente al articulador de modo que el modelo de la dentición superior esté ubicado en la misma posición tridimensional con respecto a las réplicas condilares en el articulador. Dado que el articulador virtual se usa para calcular el desplazamiento condilar resultante de un tratamiento dental propuesto, es obvio que esta relación debe corresponder a la situación anatómica (en la medida de lo posible).

Existen varias opciones de posicionamiento, incluyendo, aunque sin limitarse los siguientes puntos:

- Posicionamiento basándose en imágenes médicas (por ejemplo rayos X, TC, IRM,...) que muestran tanto (una parte de) la dentición como la articulación temporomandibular. Registrando las articulaciones temporomandibulares de la imagen con las réplicas condilares en el articulador virtual, se obtiene un posicionamiento completamente equivalente a la situación anatómica.
- Posicionamiento basándose en mediciones tomadas directamente en el paciente o en fotografías de la cara del paciente. Estas mediciones comienzan a partir de los cóndilos del paciente y miden la distancia hasta al menos tres puntos bien definidos en la dentición superior. La localización del eje intercondilar del paciente es similar al arco fácil promedio o sencillo que usa puntos de referencia anatómicos promedio. Los puntos bien definidos se identifican en la dentición superior digitalizada que está posicionada con respecto al eje intercondilar basándose en las mediciones.
- Posicionamiento basándose en valores anatómicos promedio. Estos métodos de posicionamiento son similares a los usados en un articulador mecánico cuando no se usa transferencia del arco facial.

Una etapa opcional en el uso del articulador virtual es la entrada de un diagnóstico que describe de una manera cuantitativa o cualitativa el efecto sobre (por ejemplo uno o más de los síntomas de DTM/la articulación temporomandibular) de al menos un parámetro relacionado con el movimiento de la mandíbula. Para esta entrada de diagnóstico opcional, los parámetros observados son introducidos cuantitativa o cualitativamente o también pueden indicarse en una representación esquemática de la articulación temporomandibular.

A continuación, los movimientos de la mandíbula pueden simularse con el articulador virtual. Estos movimientos están generados por un modelo cinemático o pueden ser la reproducción de datos de movimiento medidos electrónicamente en el paciente.

Todos o ciertos movimientos funcionales son ejecutados y opcionalmente, se genera el patrón de contacto dental para cada movimiento funcional. A continuación, se aplica al menos una modificación dental. Esta modificación dental puede ser el resultado de una modificación de éste u otro modelo digital de la dentición del paciente (por ejemplo la reorganización de uno o más dientes, la adaptación de una o más de las superficies oclusivas, la adición o eliminación de uno o más dientes,...). El articulador virtual se usa con la misma configuración y se ejecutan los mismos movimientos funcionales. Dado que la dentición existente se ha cambiado, los contactos dentales durante el movimiento también pueden haber cambiado. Los nuevos contactos dentales se comparan con los contactos dentales de referencia generados con el modelo sin modificar (de la dentición) y el efecto sobre cualquiera de los parámetros tal como se describe en el diagnóstico o el efecto sobre el movimiento de los cóndilos se deriva de esta información. Este método tiene la ventaja de que pueden intentarse todos los movimientos funcionales disponibles con el articulador virtual y su impacto sobre la temporomandibular puede tenerse en consideración.

Otra manera de usar un articulador virtual para determinar el impacto de una modificación dental propuesta sobre la una o varias articulaciones temporomandibulares es simulando el movimiento de las mandíbulas cuando se cierra la boca. Debido a los contactos dentales que se producen, el carácter rotacional original consigue un componente traslacional adicional que causa un desplazamiento posterior de los cóndilos. El movimiento de cierre es simulado en un articulador virtual para el modelo tanto sin modificar como modificado. La cantidad de desplazamiento posterior se compara en ambas situaciones y la diferencia relativa se calcula. El diagnóstico que puede servir como la entrada para esta manera de usar el articulador virtual es ATM y palpación muscular. De nuevo dicho diagnóstico define el límite o límites de la zona "segura". Cualquier modificación dental que supere uno de estos límites se clasificará como "no segura".

Un articulador virtual proporciona una serie de ventajas respecto a un articulador mecánico, lo que hace adecuado determinar el impacto de una modificación dental propuesta sobre la una o varias articulaciones temporomandibulares. Un articulador virtual no está limitado por topes físicos como es el caso con un articulador mecánico. Las réplicas condilares en un articulador mecánico tienen sus movimientos restringidos debido a los límites físicos de la articulación simulada. Éste es, por ejemplo, el caso para simulación del movimiento cuando se

cierran las mandíbulas e impide que el molde de yeso se mueva a la oclusión máxima. Es especialmente este movimiento al límite el que es de interés para la presente invención y el que es posible con el articulador virtual de la presente invención.

5 Un articulador mecánico típico también es inadecuado para tomar partes personalizadas como una réplica condilar personalizada o fosa temporal conformada personalizada. Esto es posible, sin embargo, con un articulador virtual.

Además, un articulador virtual permite comparar cuantitativamente una serie de simulaciones fácilmente, dado que los movimientos simulados son reproducibles, repetibles, duraderos y estables.

10 Independientemente de cómo se usa el articulador virtual, se realizarán al menos las siguientes etapas para valorar el impacto de una modificación dental propuesta sobre la articulación temporomandibular y el riesgo de causar/deteriorar un trastorno temporomandibular. En caso de que un diagnóstico esté disponible, los límites dentro de los cuales los parámetros pueden variar de forma segura, son conocidos. Para cada uno de estos parámetros y para cada modificación propuesta, el valor del parámetro durante el movimiento se compara con los límites. Si el límite de cierto parámetro se supera, la modificación dental se clasificará como no segura.

15 En caso de que no haya ningún diagnóstico disponible, se simulan uno o más movimientos funcionales virtuales y se calculan la posición y el movimiento de los cóndilos, lo que representa sus posiciones de referencia en la situación existente, no tratada. Una o más modificaciones dentales se aplican al modelo digital y para cada modificación, se simulan el mismo o más movimientos funcionales. Dichas modificaciones dentales incluyen, aunque sin limitarse a, la sustitución de uno o más dientes por dientes artificiales, la sustitución de una o más partes de un diente por una reconstrucción protésica tal como una corona o una carilla dentales, la reorganización de uno o más dientes existentes (tratamiento ortodóntico), la separación de una o ambas mandíbulas para reposicionar los dientes (tratamiento ortognático) y la modificaciones de las superficies oclusivas de los dientes. Para cada modificación dental, se considera la diferencia de la posición condilar con respecto a la situación sin tratar para cada punto de contacto. Cuando la diferencia revela un desplazamiento anterior del contacto dental sobre el maxilar inferior o un desplazamiento posterior del contacto dental sobre el maxilar superior, el punto de contacto se marca como negativo, junto con el valor del desplazamiento anterior o posterior. Similar, el punto de contacto se marca como positivo cuando la diferencia revela un desplazamiento posterior del contacto dental sobre el maxilar inferior o un desplazamiento anterior del contacto dental sobre el maxilar superior. El efecto global se calcula como la suma de todos los desplazamientos cuantificados y señalados durante el movimiento. Debe interpretarse que un resultado final positivo no causa ningún daño en la contribución a DTM. Para un resultado final negativo, el usuario puede decidir basándose en la cantidad de desplazamiento de los cóndilos, si la modificación dental es permisible (es decir no incluye el riesgo de DTM) o no. Este método funciona por defecto con valores positivos y negativos, asumiendo que el riesgo de trastorno de la articulación temporomandibular es desencadenado cuando los cóndilos se desplazan posteriormente. A este respecto, el usuario también puede predefinir intervalos de valores que se usarán para interpretar automáticamente que el resultado positivo o negativo es por ejemplo seguro, arriesgado, no seguro y demás.

20 También es posible combinar los modelos digitales de la dentición superior e inferior con datos obtenidos de imágenes de TC de la mandíbula. Estos datos pueden usarse para optimizar ciertos parámetros del modelo cinemático o pueden usarse directamente en los cálculos como tales, es decir para tener una articulación temporomandibular realista (cóndilos y fosa temporal). Esto permite un análisis más detallado del impacto del tratamiento dental sobre la articulación de la mandíbula, por ejemplo los límites físicos de la estructura anatómica que guían los cóndilos pueden tenerse en cuenta cuando se calcula el desplazamiento condilar relativo.

25 Los métodos y el articulador virtual de la presente invención pueden implementarse en un sistema informático que puede utilizarse con los métodos y en un sistema de acuerdo con la presente invención que incluye programas informáticos. Un ordenador puede incluir un terminal de visualización de video, un medio de entrada de datos tal como un teclado, y una interfaz gráfica del usuario que indica medios tales como un ratón. El ordenador puede implementarse como un ordenador de uso general, por ejemplo una estación de trabajo UNIX o un ordenador personal.

30 Normalmente, el ordenador incluye una unidad central de procesamiento ("CPU"), tal como un microprocesador convencional del que un procesador Pentium suministrado por Intel Corp. EE. UU., es solamente un ejemplo, y una serie de otras unidades interconectadas mediante un sistema bus. El sistema bus puede ser cualquier sistema bus adecuado. El ordenador incluye al menos una memoria. Memoria puede incluir cualquiera de diversos dispositivos de almacenamiento de datos conocidos por el experto en la materia tales como memoria de acceso aleatorio ("RAM"), memoria de sólo lectura ("ROM"), memoria de lectura/escritura no volátil tal como un disco duro tal como es conocido por el experto en la materia. Por ejemplo, el ordenador puede incluir además memoria de acceso aleatorio ("RAM"), memoria de sólo lectura ("ROM"), así como un adaptador de visualización para conectar el bus del sistema a un terminal de visualización de video, y un adaptador de entrada/salida (I/O) opcional para conectar dispositivos periféricos (por ejemplo, unidades de disco y cinta) al bus del sistema. El terminal de visualización de video puede ser la salida visual del ordenador, que puede ser cualquier dispositivo de visualización adecuado tal como una visualización de video basada en TRC bien conocida en la técnica del hardware informático. Sin embargo, con un

ordenador de sobremesa, un ordenador portátil o basado en un portátil, el terminal de visualización de video puede sustituirse por una visualización en panel plano basado en LCD o basado en plasma gaseoso. El ordenador incluye además un adaptador de la interfaz del usuario para conectar un teclado, ratón, altavoz opcional. Los datos relevantes requeridos por el modelo digital pueden introducirse directamente en el ordenador usando el teclado o desde dispositivos de almacenamiento, después de lo cual un procesador lleva a cabo un método de acuerdo con la presente invención. Los datos relevantes pueden proporcionarse en un medio de almacenamiento de señales adecuado tales como un diskette, un disco duro sustituible, un dispositivo de almacenamiento óptico como un CD-ROM o DVD-ROM, una cinta magnética o similar. Los resultados del método pueden ser transmitidos a una ubicación cercana y remota adicional. Un adaptador de comunicaciones puede conectar el ordenador a una red de datos tal como Internet, una Intranet o red de área local o amplia (LAN o WAN) o una CAN.

El ordenador también incluye una interfaz gráfica del usuario que reside dentro de medios legibles por una máquina para dirigir el funcionamiento del ordenador. Cualesquiera medios legibles por una máquina adecuados pueden retener la interfaz gráfica del usuario, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM), un diskette magnético, cinta magnética, o disco óptico (los tres últimos estando ubicados en unidades de disco y de cinta). Cualquier sistema operativo adecuado e interfaz gráfica del usuario asociada (por ejemplo, Microsoft Windows, Linux) puede dirigir la CPU. Además, el ordenador incluye un programa de control que reside dentro del almacenamiento de memoria del ordenador. El programa de control contiene instrucciones que, cuando son ejecutadas en la CPU, permiten al ordenador llevar a cabo las operaciones descritas con respecto a cualquiera de los métodos de la presente invención.

La presente invención también proporciona un producto de programa informático para llevar a cabo el método de la presente invención y éste puede residir en cualquier memoria adecuada. Sin embargo, es importante que mientras la presente invención ha sido, y continuará siendo, que los expertos en la materia apreciarán que los mecanismos de la presente invención son capaces de ser distribuidos como un producto de programa informático en diversas formas, y que la presente invención se aplica igualmente independientemente del tipo particular de medios portadores de señales usados para llevar a cabo realmente la distribución. Los ejemplos de medios portadores de señales legibles por ordenador incluyen: medios de tipo grabable como discos flexibles y CD ROM y medios de tipo de transmisión tales como enlaces de comunicación digital y analógica.

Por consiguiente, la presente invención también incluye un producto de software que, cuando es ejecutado en un dispositivo informático adecuado, lleva a cabo cualquiera de los métodos de la presente invención. Puede obtenerse software adecuado mediante programación en un lenguaje de nivel elevado adecuado tal como C y compilando en un compilador adecuado para el procesador informático diana o en un lenguaje interpretado tal como Java y a continuación compilarse en un compilador adecuado para implementación con la Java Virtual Machine.

La presente invención proporciona software, por ejemplo un programa informático que tiene segmentos de código que proporcionan un programa que, cuando es ejecutado en un motor de procesamiento, proporciona una simulación virtual de un articulador. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento: cargar un modelo dental digital de un paciente en un ordenador que ejecuta el programa de simulación del articulador virtual. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento, simulación de uno o más movimientos funcionales virtuales. El software también puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento, evaluación de al menos un parámetro relacionado con el movimiento de la mandíbula cuando se aplica una modificación dental, seleccionándose el al menos un parámetro relacionado con el movimiento de la mandíbula entre al menos la cantidad de movimiento de la mandíbula en cierta dirección, la velocidad a la que se lleva a cabo un cierto movimiento de la mandíbula y un ángulo alrededor del cual se lleva a cabo un movimiento rotacional de la mandíbula. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento: cálculo de la posición y el movimiento de los cóndilos, lo que representa sus posiciones de referencia en una situación no tratada existente, así como aplicación de una o más modificaciones dentales al modelo digital y para cada modificación, se simulan el mismo o más movimientos funcionales con lo que para cada modificación dental, se considera la diferencia en la posición condilar con respecto a la situación no tratada para cada punto de contacto. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento, un marcado de modo que cuando la diferencia revela un desplazamiento anterior del contacto dental sobre el maxilar inferior o un desplazamiento posterior del contacto dental sobre el maxilar inferior, el punto de contacto se marca como negativo, junto con el valor de desplazamiento anterior o posterior, y el punto de contacto se marca como positivo cuando la diferencia revela un desplazamiento posterior del contacto dental sobre el maxilar inferior o un desplazamiento anterior del contacto dental sobre el maxilar superior. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento, cálculo del efecto global como la suma de todos los desplazamientos cuantificados y señalados durante el movimiento. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento: una sustitución cuando las modificaciones dentales incluyen sustitución de uno o más dientes por dientes artificiales, siendo la sustitución de una o más partes de un diente por una reconstrucción protésica tal como una corona o una carilla dentales, la reorganización de uno o más dientes existentes (tratamiento ortodóntico), la separación de una o ambas mandíbulas para reposicionar los dientes (tratamiento ortognático) o modificaciones de las superficies oclusivas de los dientes. El software puede incluir

segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento, combinación de modelos digitales de la dentición superior e inferior del paciente con datos obtenidos a partir de una exploración volumétrica de la mandíbula.

5 El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento, uso de los datos para optimizar ciertos parámetros del modelo o uso directamente en los cálculos como tales. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento, que el articulador virtual simula movimientos mandibulares hacia delante, hacia atrás, hacia el lado izquierdo, hacia el lado derecho, de apertura y de cierre tal como están limitados por, por un lado, las restricciones geométricas impuestas por la elaboración de modelos matemáticos de la articulación temporomandibular y, por otro lado, los contactos dentales encontrados durante el movimiento. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento, una reproducción de movimientos. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento, la construcción de un modelo de movimiento basado en los datos para simular el movimiento mandibular después de un cambio del uno o varios modelos de la dentición. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento, visualización del movimiento mandibular simulado por una dentición superior en movimiento o una dentición inferior en movimiento. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento: cálculo y visualización de los contactos oclusivos. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento: simulación del movimiento mandibular de una manera anatómica que copia la biomecánica real de las mandíbulas y las articulaciones temporomandibulares teniendo en cuenta datos musculares. El software puede incluir segmentos de código que proporcionan, cuando son ejecutados en el motor de procesamiento: visualización de códigos de colores que representan movimiento seguro e inseguro.

25

REIVINDICACIONES

1. Un método para valorar un impacto de una modificación dental propuesta sobre una articulación temporomandibular de un paciente, comprendiendo el método:

- cargar un modelo dental digital del paciente en un ordenador que ejecuta un programa de simulación de articulador virtual,
- simular uno o más movimientos funcionales virtuales de una mandíbula del paciente en dicho ordenador,
- aplicar dicha modificación dental propuesta al modelo digital en el ordenador,
- simular en dicho ordenador dichos uno o más movimientos funcionales virtuales para dicha modificación dental propuesta,

caracterizado por que el método comprende además

- proporcionar, mediante dicho ordenador, información a un usuario sobre al menos un parámetro relacionado con dichos uno o más movimientos funcionales virtuales cuando se aplica dicha modificación dental propuesta, seleccionándose dicho al menos un parámetro de entre al menos la cantidad de movimiento de la mandíbula en cierta dirección, la velocidad a la que se lleva a cabo cierto movimiento de la mandíbula y un ángulo alrededor del cual se lleva a cabo un movimiento rotacional de la mandíbula, y en donde dicha información es para dicha valoración de dicho impacto de dicha modificación dental propuesta sobre dicha articulación temporomandibular de dicho paciente, en donde dicho al menos un parámetro relacionado con dichos uno o más movimientos funcionales virtuales es un desplazamiento de un cóndilo de dicho paciente, comprendiendo el método además:

- calcular mediante dicho ordenador un primer desplazamiento de dicho cóndilo para cada uno de dichos uno o más movimientos funcionales virtuales antes de aplicar dicha modificación dental propuesta al modelo digital,
- calcular mediante dicho ordenador un segundo desplazamiento de dicho cóndilo para cada uno de dichos uno o más movimientos funcionales virtuales después de dicha aplicación de dicha modificación dental propuesta al modelo digital,
- determinar mediante dicho ordenador una diferencia relativa del desplazamiento condilar respecto a dicho segundo y dicho primer desplazamientos, para cada uno de dichos uno o más movimientos funcionales virtuales,
- proporcionar, mediante dicho ordenador, para cada uno de dichos uno o más movimientos funcionales virtuales dicha diferencia relativa de desplazamiento condilar a dicho usuario, para dicha valoración de dicho impacto de dicha modificación dental propuesta sobre dicha articulación temporomandibular de dicho paciente,

comprendiendo el método además, para cada uno de dichos uno o más movimientos funcionales virtuales:

- determinar mediante dicho ordenador todos los puntos de contacto dental para cada uno de dichos movimientos funcionales virtuales,
- considerar para cada uno de dichos puntos de contacto dental una diferencia de posición condilar entre una situación después de aplicar dicha modificación dental propuesta y una situación no tratada, antes de aplicar dicha modificación dental propuesta,
- marcar, mediante dicho ordenador, para cada uno de dichos puntos de contacto dental, dicho punto de contacto dental negativo cuando dicha diferencia de posición condilar revela un desplazamiento anterior del contacto dental sobre la mandíbula o un desplazamiento posterior del contacto dental sobre el maxilar superior, junto con el valor de desplazamiento anterior o posterior, y
- marcar, mediante dicho ordenador, dicho punto de contacto dental positivo, junto con el valor de desplazamiento anterior o posterior, cuando la diferencia revela un desplazamiento posterior del contacto dental sobre la mandíbula o un desplazamiento anterior del contacto dental sobre el maxilar superior,
- calcular, mediante dicho ordenador, un efecto global como una suma de todos los desplazamientos cuantificados y señalados durante cada uno de dichos movimientos funcionales virtuales,
- proporcionar mediante dicho ordenador dicha suma a dicho usuario para valorar dicho impacto de dicha modificación dental propuesta sobre dicha articulación temporomandibular de dicho paciente.

2. El método de la reivindicación 1, que comprende además:

- introducir en dicho ordenador un diagnóstico que describe un efecto no deseado sobre dicha articulación temporomandibular de dicho paciente causado por dicho al menos un parámetro relacionado con dichos uno o más movimientos funcionales virtuales de dicha mandíbula de dicho paciente,
- recibir, mediante dicho ordenador, basándose en dicho diagnóstico, límites dentro de los cuales dicho al menos un parámetro puede variar de forma segura,
- comparar, mediante dicho ordenador, un valor de dicho al menos un parámetro con dichos límites cuando se aplica dicha modificación dental propuesta,
- clasificar, mediante dicho ordenador, dicha modificación dental propuesta como insegura si dicho valor supera un límite fuera de dichos límites.

3. El método de la reivindicación 1, en el que dicha modificación dental propuesta incluye sustitución de uno o más dientes por dientes artificiales, sustitución de una o más partes de un diente por una reconstrucción protésica tal como una corona o una carilla dentales, una reorganización de uno o más dientes existentes (tratamiento ortodóntico), una separación de una o ambas mandíbulas para reposicionar los dientes (tratamiento ortognático) o modificaciones de superficies oclusivas de los dientes.
4. El método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además simular, mediante dicho ordenador, movimientos mandibulares hacia delante, hacia atrás, hacia el lado izquierdo, hacia el lado derecho, de apertura y de cierre tal como están limitados, por un lado, por restricciones geométricas impuestas por la generación de modelos matemáticos de la articulación temporomandibular y, por otro lado, contactos dentales encontrados durante el movimiento.
5. El método de cualquier reivindicación anterior, que comprende además construir, mediante dicho ordenador, un modelo de movimiento para simular el movimiento mandibular después de dicha modificación dental propuesta.
6. El método de la reivindicación 5, que comprende además simular, mediante dicho ordenador, el movimiento mandibular de una manera anatómica que copia la biomecánica real de ambas mandíbulas y ambas articulaciones temporomandibulares del paciente teniendo en cuenta datos musculares.
7. Un articulador virtual informatizado para valorar un impacto de una modificación dental propuesta sobre una articulación temporomandibular de un paciente, comprendiendo el articulador virtual informatizado:
- medios para cargar un modelo dental digital del paciente en un ordenador que ejecuta un programa de simulación de articulador virtual,
 - medios para simular uno o más movimientos funcionales virtuales de una mandíbula del paciente,
 - medios para aplicar dicha modificación dental propuesta al modelo digital,
 - medios para simular dichos uno o más movimientos funcionales virtuales para dicha modificación dental propuesta,
- caracterizado por que** el articulador virtual informatizado comprende además:
- medios para proporcionar información a un usuario sobre al menos un parámetro relacionado con dichos uno o más movimientos funcionales virtuales cuando se aplica dicha modificación dental propuesta, seleccionándose dicho al menos un parámetro de entre al menos la cantidad de movimiento de la mandíbula en cierta dirección, la velocidad a la que se lleva a cabo cierto movimiento de la mandíbula y un ángulo alrededor del cual se lleva a cabo un movimiento rotacional de la mandíbula, y en donde dicha información es para dicha valoración de dicho impacto de dicha modificación dental propuesta sobre dicha articulación temporomandibular de dicho paciente, en donde dicho al menos un parámetro relacionado con dichos uno o más movimientos funcionales virtuales es un desplazamiento de un cóndilo de dicho paciente, comprendiendo el articulador virtual además:
 - medios para calcular un primer desplazamiento de dicho cóndilo para cada uno de dichos uno o más movimientos funcionales virtuales antes de la aplicación de dicha modificación dental propuesta al modelo digital,
 - medios para calcular un segundo desplazamiento de dicho cóndilo para cada uno de dichos uno o más movimientos funcionales virtuales después de la aplicación de dicha modificación dental propuesta al modelo digital,
 - medios para determinar una diferencia relativa de desplazamiento condilar respecto a dicho segundo y dicho primer desplazamientos, para cada uno de dichos uno o más movimientos funcionales virtuales,
 - medios para proporcionar, para cada uno de dichos uno o más movimientos funcionales virtuales, dicha diferencia relativa de desplazamiento condilar a dicho usuario, para dicha valoración de dicho impacto de dicha modificación dental propuesta sobre dicha articulación temporomandibular de dicho paciente,
- comprendiendo el articulador virtual además, para cada uno de dichos uno o más movimientos funcionales virtuales, medios:
- para determinar todos los puntos de contacto dental para cada uno de dichos movimientos funcionales virtuales,
 - para considerar, para cada uno de dichos puntos de contacto dental, una diferencia de posición condilar entre una situación después de dicha aplicación de dicha modificación dental propuesta y una situación no tratada, antes de dicha aplicación de dicha modificación dental propuesta,
 - para marcar, para cada uno de dichos puntos de contacto dental, dicho punto de contacto dental negativo cuando dicha diferencia en posición condilar revela un desplazamiento anterior del contacto dental sobre la mandíbula o un desplazamiento posterior del contacto dental sobre el maxilar superior, junto con el valor de desplazamiento anterior o posterior, y
 - para marcar dicho punto de contacto dental positivo, junto con el valor de desplazamiento anterior o posterior, cuando la diferencia revela un desplazamiento posterior del contacto dental sobre la mandíbula o

un desplazamiento anterior del contacto dental sobre el maxilar superior,

- para calcular un efecto global como una suma de todos los desplazamientos cuantificados y señalados durante cada uno de dichos movimientos funcionales virtuales,

5 - para proporcionar dicha suma a dicho usuario para dicha valoración de dicho impacto de dicha modificación dental propuesta sobre dicha articulación temporomandibular de dicho paciente.

8. El articulador virtual de la reivindicación 7, que comprende además:

10 - medios para introducir un diagnóstico que describe un efecto no deseado sobre dicha articulación temporomandibular de dicho paciente causado por dicho al menos un parámetro relacionado con dichos uno o más movimientos funcionales virtuales de dicha mandíbula de dicho paciente,

- medios para recibir, basándose en dicho diagnóstico, límites dentro de los cuales dicho al menos un parámetro puede variar de forma segura,

15 - medios para comparar un valor de dicho al menos un parámetro con dichos límites cuando se aplica dicha modificación dental propuesta,

- medios para clasificar dicha modificación dental propuesta como insegura si dicho valor supera un límite fuera de dichos límites.

20 9. El articulador virtual de la reivindicación 7, en el que dicha modificación dental propuesta incluye sustitución de uno o más dientes por dientes artificiales, sustitución de una o más partes de un diente por una reconstrucción protésica tal como una corona o una carilla dentales, una reorganización de uno o más dientes existentes (tratamiento ortodóntico), una separación de una o ambas mandíbulas para reposicionar los dientes (tratamiento ortognático) o modificaciones de superficies oclusivas de los dientes.

25 10. El articulador virtual de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, que comprende además medios para simular el movimiento mandibular de una manera anatómica que copia la biomecánica real de ambas mandíbulas y ambas articulaciones temporomandibulares del paciente teniendo en cuenta datos musculares.

30 11. Un producto de programa informático que comprende segmentos de código que, cuando se implementan en un sistema informático, implementan los métodos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

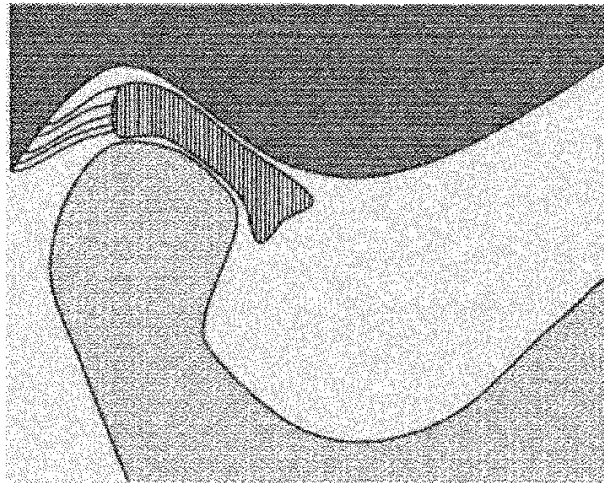


Figura 1

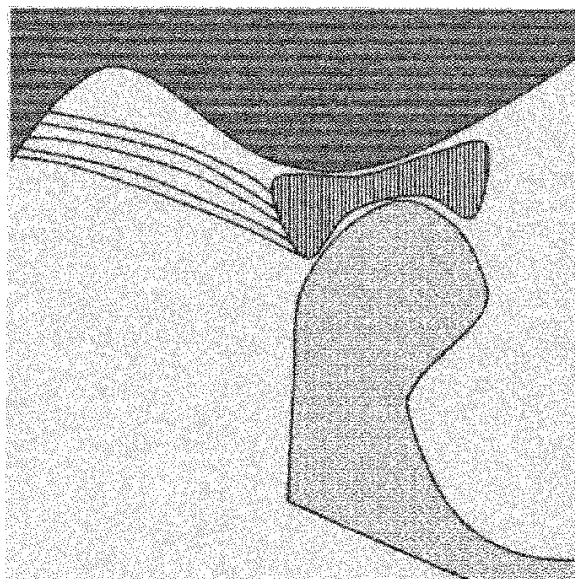


Figura 2

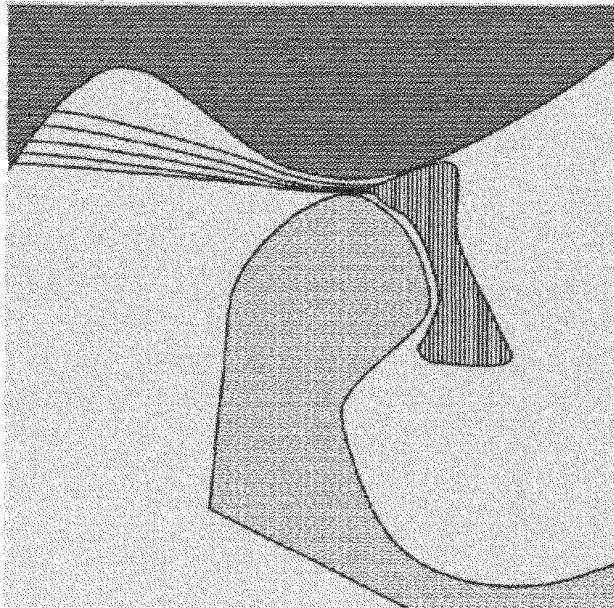


Figura 3

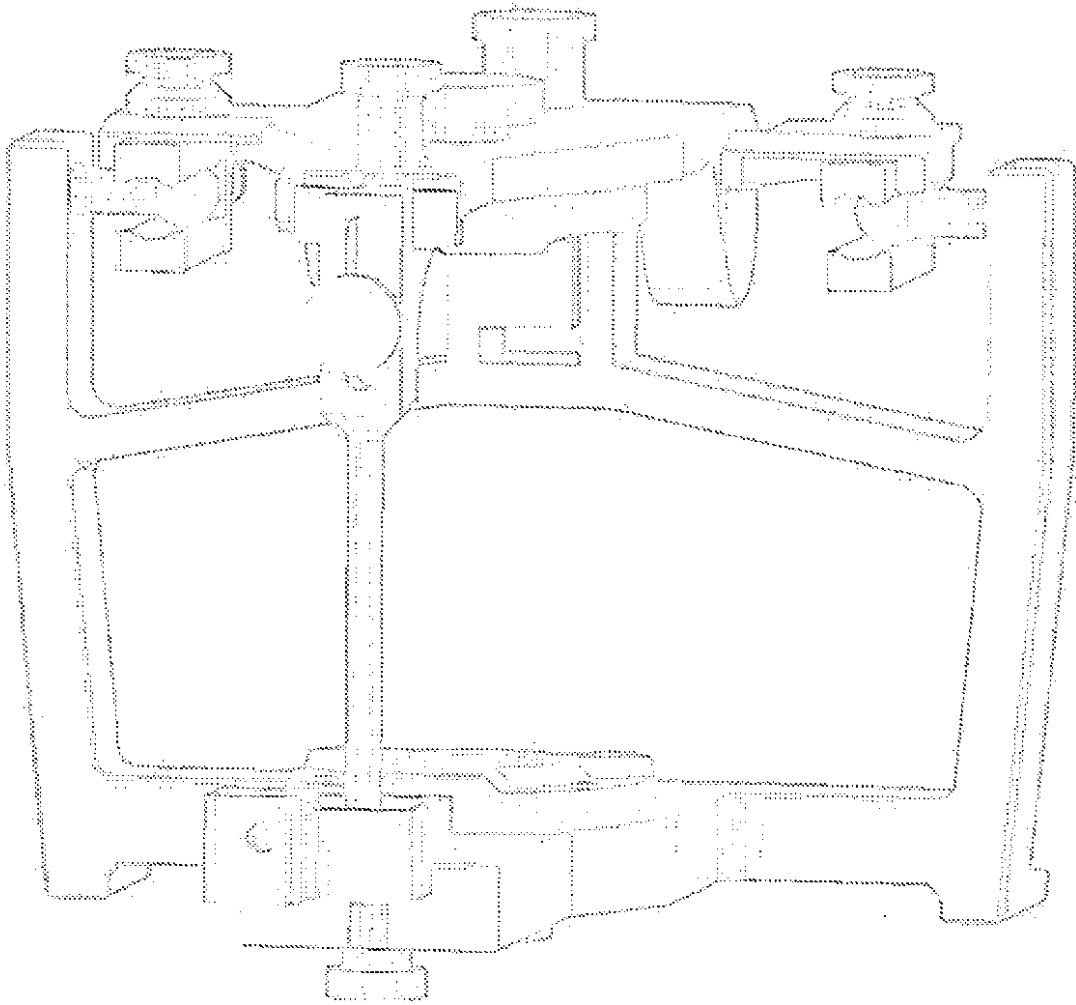


Figura 4

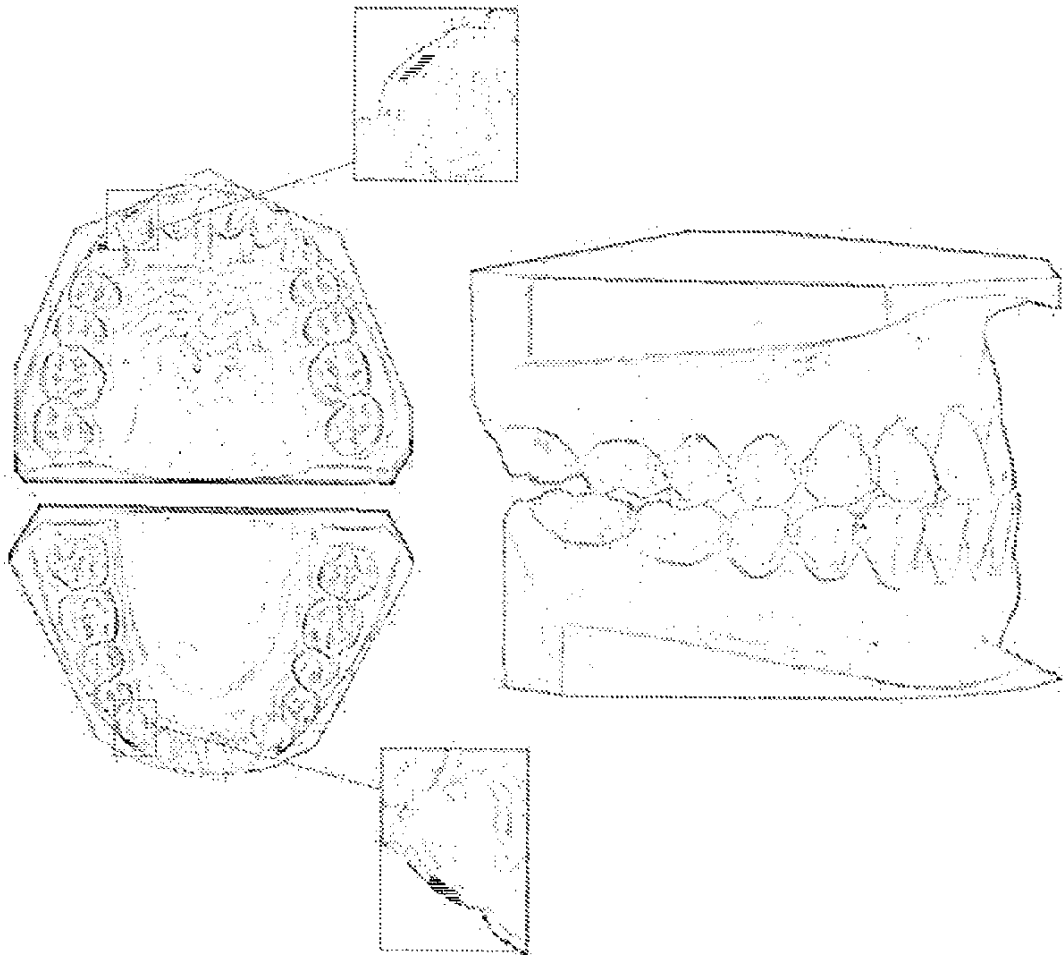


Figura 5