

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 257**

51 Int. Cl.:

A61F 9/008 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.05.2019 PCT/IB2019/054488**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.12.2019 WO19229696**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2019 E 19742464 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2024 EP 3801415**

54 Título: **Sistema y método de planificación para cirugía láser refractiva basada en nomograma**

30 Prioridad:

30.05.2018 US 201862678027 P

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

04.11.2024

73 Titular/es:

**ALCON INC. (100.0%)
Rue Louis-d'Affry 6
1701 Fribourg, CH**

72 Inventor/es:

**RIEDEL, PETER y
AGETHEN, JOHANNES**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 985 257 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

Sistema y método de planificación para cirugía láser refractiva basada en nomograma

5 Campo técnico

La presente divulgación proporciona un sistema y un método de planificación para cirugía láser refractiva basada en nomograma, que se puede realizar en un ojo de un paciente.

10 Antecedentes

Cuando la luz entra en el ojo humano, pasa a través de la córnea transparente, ubicada en frente de la pupila e iris, entonces a través del cristalino, ubicado internamente detrás de la pupila, entonces finalmente a la retina ubicada internamente en la parte posterior del ojo. Los errores de refracción pueden dar por resultado que la luz no se enfoque correctamente en la retina, provocando, por ejemplo, miopía, hipermetropía o astigmatismo. Los errores de refracción pueden resultar de aberraciones en la córnea, el cristalino o ambos, pero frecuentemente se corrigen más fácilmente al modificar la córnea, debido a su ubicación fácilmente accesible en la superficie externa del ojo. Las modificaciones corneales frecuentemente se llevan a cabo usando cirugía láser refractiva. Un ejemplo de cirugía láser refractiva es la queratomileusis in situ asistida por láser (LASIK), durante la cual un cirujano emplea un sofisticado sistema quirúrgico que contiene un láser excimer o láser de excímeros para extirpar ciertas regiones de la córnea de una manera que corrige los errores de refracción en el ojo. Otro ejemplo de cirugía láser refractiva es la extracción de lentícula de pequeña incisión (SMILE), durante la cual el cirujano emplea un sofisticado sistema quirúrgico de láser de femtosegundo para fotodisrumper porciones de la córnea para crear una lentícula que se remueve, dejando la córnea en una forma que corrige los errores de refracción en el ojo.

25

US 6.582.078 B2 se refiere a herramientas que ayudan a los cirujanos a preparar un plan preoperatorio para cirugía ocular refractiva que permite la entrada de mediciones tomadas de cada uno de los ojos de un paciente. El corrige una refracción de distancia por un ajuste proporcional calculado con base en una fórmula de corrección teniendo en cuenta la edad del paciente y un error de refracción equivalente esférico (SERE). Se emplean nomogramas y fórmulas de corrección adicionales para una corrección esférica, un cilindro manifiesto, eje manifiesto, etc. El sistema recolecta además datos de resultados para cada paciente y puede variar los cálculos (por ejemplo, personalizar un nomograma) a fin de compensar la técnica individual de un cirujano, y realizar la recolección y análisis estadístico de datos preoperatorios y resultados postoperatorios de un cirujano dado.

30

35

EP1529504 A1 divulga un sistema de cirugía láser refractiva donde se realizan correcciones basadas en nomograma.

Breve descripción

40

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

Los métodos para realizar cirugía láser refractiva descritos en esta divulgación se proporcionan solo para propósitos ilustrativos y no forman parte de la invención reivindicada.

45

La presente divulgación proporciona un sistema de cirugía láser refractiva que incluye un procesador que tiene acceso a medios de memoria que almacenan instrucciones o conjuntos de instrucciones ejecutables por el procesador para identificar un parámetro quirúrgico; corregir el parámetro quirúrgico con base en un nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva para proporcionar un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma; almacenar el parámetro quirúrgico y el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma en los medios de memoria como datos para un paciente o para uno o ambos ojos del paciente; y comparar el parámetro quirúrgico y el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma para generar una representación gráfica del parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado objetivo asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos, y el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, para generar una advertencia con base en una comparación del parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma con el parámetro quirúrgico o un valor absoluto del parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, o ambos.

55

El sistema de cirugía láser refractiva puede incluir además las siguientes características adicionales, que se pueden combinar entre sí en todas las combinaciones posibles a menos que sean claramente excluyentes mutuamente:

60

i) el nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva se puede generar usando datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva;

65

ii) el sistema puede incluir además una interfaz de usuario y las instrucciones o conjuntos de instrucciones pueden ser ejecutables además por el procesador para provocar que la interfaz de usuario muestre la representación gráfica o transmita la advertencia a un usuario; y acepte una entrada del usuario que verifique el

parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma y entonces permita que continúe una cirugía láser refractiva realizada usando el sistema de cirugía láser refractiva, o acepte una entrada del usuario que no verifique el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma y entonces no permita que continúe la cirugía láser refractiva;

5

iii) el sistema de cirugía láser refractiva puede incluir además un láser excimer o un láser de femtosegundo y las instrucciones o conjunto de instrucciones pueden ser ejecutables además por el procesador para calcular un perfil de ablación o un perfil de fotodisrupción para una córnea de un ojo del paciente usando el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma; almacenar el perfil de ablación o perfil de fotodisrupción en los medios de memoria como datos para el paciente o para uno o ambos ojos del paciente;

10

comparar el perfil de ablación o el perfil de fotodisrupción con el parámetro quirúrgico para determinar si una cirugía láser refractiva en la córnea del ojo puede continuar de manera segura usando el perfil de ablación o el perfil de fotodisrupción; y si la cirugía láser refractiva puede continuar de manera segura, dirigir el láser excimer para extirpar la córnea de acuerdo con el perfil de ablación o dirigir el láser de femtosegundo para fotodisrupción de la córnea de acuerdo con el perfil de fotodisrupción;

15

iv) el procesador puede tener además acceso a medios de memoria que almacenan datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva, e instrucciones o conjuntos de instrucciones pueden ser ejecutables por el procesador para crear el nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva con base en todos o un conjunto de los datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva; y almacenar el nomograma en los medios de memoria;

20

25

v) las instrucciones o conjunto de instrucciones pueden ser ejecutables además por el procesador para comparar datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva para determinar si se presenta una desviación sistemática entre el parámetro de resultados objetivo pasado y el parámetro de resultados reales pasado con base en el parámetro quirúrgico pasado; y

30

si se presenta una desviación sistemática, crear el nomograma para corregir el parámetro quirúrgico;

35

vi) las instrucciones o conjunto de instrucciones pueden ser ejecutables además por el procesador para crear un nuevo nomograma usando datos pasados adicionales si ha pasado un intervalo de tiempo establecido;

vii) el sistema puede incluir además equipo de diagnóstico, donde las instrucciones o conjunto de instrucciones pueden ser ejecutables además por el procesador para provocar que el equipo de diagnóstico determine el parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado real asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos;

40

viii) el sistema puede incluir además una interfaz de comunicación, y donde las instrucciones o conjunto de instrucciones pueden ser ejecutables además por el procesador para, mediante la interfaz de comunicación, obtener el parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado real asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos de un equipo de diagnóstico externo al sistema de cirugía láser refractiva.

45

ix) el nomograma puede incluir una tabla de correcciones, un conjunto de instrucciones que, cuando se ejecutan por el procesador, llegan al mismo valor que se obtendría cuando se usa una tabla de correcciones, o una función que calcula las correcciones apropiadas.

50

La presente divulgación proporciona además un método para preparar una cirugía láser refractiva en una córnea de un ojo de un paciente usando un sistema de cirugía láser refractiva que incluye un procesador y medios de memoria accesibles por el procesador y almacenar instrucciones o conjuntos de instrucciones ejecutables por el procesador. El método incluye identificar un parámetro quirúrgico; corregir el parámetro quirúrgico con base en un nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva para proporcionar un parámetro quirúrgico corregido; almacenar el parámetro quirúrgico y el parámetro quirúrgico corregido en los medios de memoria como datos para el paciente o para uno o ambos ojos del paciente; y comparar el parámetro quirúrgico y el parámetro quirúrgico corregido para generar una representación gráfica del parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado objetivo asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos, y el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, para generar una advertencia con base en una comparación del parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma con el parámetro quirúrgico o un valor absoluto del parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, o ambos.

55

60

El método puede incluir además los siguientes pasos adicionales, que se pueden combinar entre sí en todas las combinaciones posibles a menos que sean claramente excluyentes mutuamente:

65

5 i) el nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva se puede generar usando datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva;

10 ii) el método puede incluir además provocar que una interfaz de usuario del sistema de cirugía láser refractiva muestre la representación gráfica o transmita la advertencia a un usuario; y aceptar una entrada del usuario que verifique el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, o aceptar una entrada del usuario que no verifique el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma;

15 iii) el método puede incluir además calcular un perfil de ablación o un perfil de fotodisrupción para la córnea del ojo del paciente usando el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma; almacenar el perfil de ablación o el perfil de fotodisrupción en los medios de memoria como datos para el paciente o para uno o ambos ojos del paciente;

20 iv) comparar el perfil de ablación o el perfil de fotodisrupción con el parámetro quirúrgico para determinar si la cirugía láser refractiva en la córnea del ojo puede continuar de manera segura usando el perfil de ablación del perfil de fotodisrupción;

25 vi) el método puede incluir además crear el nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva con base en todos o un conjunto de datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva almacenado en los medios de memoria; y almacenar el nomograma en los medios de memoria.

30 vii) el método puede incluir además comparar datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva para determinar si se presenta una desviación sistemática entre el parámetro de resultados objetivo pasado y el parámetro de resultados reales pasado con base en el parámetro quirúrgico; y si se presenta una desviación sistemática, crear el nomograma para corregir el parámetro quirúrgico;

35 viii) el método puede incluir además crear un nuevo nomograma usando datos pasados adicionales si ha pasado un intervalo de tiempo establecido;

ix) el método puede incluir además determinar el parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado real asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos usando equipo de diagnóstico del sistema de cirugía láser refractiva;

40 x) el método puede incluir además determinar el parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado real asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos usando equipo de diagnóstico externo al sistema de cirugía láser refractiva; y comunicar el parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado real asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos desde el equipo de diagnóstico al sistema de cirugía láser refractiva;

45 xi) el nomograma puede incluir una tabla de correcciones, un conjunto de instrucciones que, cuando se ejecutan por el procesador, llegan al mismo valor que se obtendría cuando se usa una tabla de correcciones, o una función que calcula las correcciones apropiadas.

50 Los sistemas y métodos anteriores se pueden usar en todas las combinaciones entre sí y con todos los demás sistemas y métodos divulgados en la presente, a menos que sean claramente excluyentes mutuamente.

Aunque los sistemas y métodos anteriores y otros sistemas y métodos divulgados en la presente se describen para propósitos ilustrativos en el contexto de realizar una cirugía, se pueden adaptar fácilmente para usarse durante la planificación de una cirugía usando un sistema quirúrgico refractivo. En general, durante las etapas de planificación, si se encuentra un resultado inaceptable, en lugar de terminar un procedimiento quirúrgico, se cambiará el plan para el procedimiento quirúrgico para evitar el resultado inaceptable o, si no es posible evitar el resultado inaceptable, la cirugía simplemente no se llevará a cabo.

Breve descripción de los dibujos

60 Para un entendimiento más completo de la presente divulgación y sus características y ventajas, ahora se hace referencia a la siguiente descripción, tomada en conjunto con los dibujos anexos, en los cuales los números similares representan elementos similares, y en los cuales:

65 La figura 1 es un diagrama de bloques de elementos seleccionados de un sistema de cirugía láser refractiva;

La figura 2 es un diagrama de flujo de elementos seleccionados de un método para planificar o realizar cirugía láser refractiva usando un nomograma; y

Descripción detallada

5

La presente divulgación proporciona un sistema y método para cirugía láser refractiva basada en nomograma.

10

Los cirujanos oftálmicos frecuentemente notan desviaciones consistentes de los resultados deseados de la cirugía láser refractiva con base en el sistema de cirugía láser refractiva individual usado. Estas desviaciones son específicas para el sistema de cirugía láser refractiva individual y frecuentemente, no se exhiben en diferentes sistemas, incluso cuando se componen y configuran de manera similar. Con frecuencia, los cirujanos recolectan datos sobre estas desviaciones y los usan para desarrollar un nomograma o un conjunto de nomogramas para un sistema de cirugía láser refractiva individual. Entonces, los cirujanos harán referencia a un nomograma para un sistema de cirugía láser refractiva individual y lo usarán para corregir un parámetro quirúrgico, como una medición preoperatoria del ojo, de tal forma que el resultado quirúrgico real, habitualmente un parámetro de resultado real se parezca más al resultado quirúrgico predicho, habitualmente un parámetro de resultado objetivo.

15

20

Por ejemplo, el cirujano puede determinar, con base en un nomograma, que a fin de obtener un error de refracción cero (emotropía) después de la cirugía refractiva usando un sistema individual particular, que para un paciente con una potencia esférica real de -8,0 dioptrías (D), se debe ingresar un error esférico corregido de -8,75 D. Usando el mismo sistema, para un paciente con un error esférico real de 4,0 D, el error esférico corregido aún puede ser 4,0 D, es decir, no se necesita ninguna corrección del parámetro quirúrgico cuando la potencia esférica real es 4,0 D. Sin embargo, en un paciente con astigmatismo con un error cilíndrico de -2,0 D, si ese mismo paciente tiene un error esférico de 4,0 D, el nomograma del cirujano puede indicar que se debe ingresar un error esférico corregido de 4,25 D al realizar la cirugía con el mismo sistema de cirugía refractiva láser a fin de obtener un resultado quirúrgico objetivo de un error esférico de cero.

25

30

Las prácticas actuales que usan nomogramas sufren de varias deficiencias. Las condiciones durante el examen preoperatorio (por ejemplo, prueba de agudeza visual, determinación de refracción), durante el procedimiento quirúrgico (por ejemplo, microquerátomo, manejo de injerto, experiencia del cirujano) y la atención postoperatoria son muy complejas y frecuentemente conducen a fluctuaciones en la previsibilidad del resultado de tratamiento. También, la entrada en los registros del paciente en el sistema de cirugía láser de un parámetro quirúrgico que no es preciso debido a una corrección basada en nomograma.

35

40

Por consiguiente, la presente divulgación proporciona un sistema de cirugía láser refractiva que puede generar nomogramas basados en parámetros quirúrgicos reales y parámetros de resultados reales asociados con la cirugía láser refractiva realizada con el sistema de cirugía láser refractiva individual. El sistema de cirugía láser refractiva puede aplicar estos nomogramas para corregir un parámetro quirúrgico cuando el usuario se lo indique y cambiar otros parámetros quirúrgicos con base en el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, si corresponde. El sistema de cirugía láser refractiva entonces puede almacenar los parámetros quirúrgicos reales junto con cualquier parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma en un archivo en el cual están asociados, habitualmente un archivo de paciente o un archivo que corresponde a un ojo del paciente. El sistema de cirugía láser refractiva también puede proporcionar un informe visual de las desviaciones en el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma debido a la corrección basada en nomograma, proporcionar una advertencia si las desviaciones son más de un cierto porcentaje de los parámetros originales o exceden los valores absolutos, o ambos. Este informe se puede proporcionar después de ingresar los parámetros quirúrgicos en el sistema, pero antes de la cirugía, o la plausibilidad de los parámetros quirúrgicos o los parámetros quirúrgicos corregidos basados en nomogramas se puede verificar automáticamente en tanto que se ingresan los parámetros quirúrgicos y por ejemplo, evitar el ingreso de parámetros quirúrgicos que no son plausibles.

45

50

Este sistema de cirugía láser refractiva también puede generar nomogramas adicionales representativos de los resultados quirúrgicos reales obtenidos con el sistema de cirugía láser refractiva individual que corrigen aún más los parámetros quirúrgicos con base en otros factores, tal como edad del paciente o cómo se obtuvieron las mediciones oculares.

55

Un sistema de cirugía láser como se describe en la presente puede aplicar automáticamente un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma o donde sea que el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma se use por el sistema de cirugía láser refractiva, eliminando la posibilidad de error de entrada de usuario. Este sistema puede requerir primero que un usuario acepte el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma.

60

65

Además, este sistema de cirugía láser refractiva puede autoactualizar los nomogramas para ese sistema individual, autoverificarse para ver si se pueden generar nomogramas adicionales, o ambos. Estas autoactualizaciones, autoverificaciones o ambas pueden presentarse en respuesta a un comando de usuario o en ciertos intervalos de tiempo, tal como mensualmente, semanalmente o diariamente, o incluso después de cada uso del sistema de cirugía láser refractiva para realizar cirugía láser refractiva en un paciente o en un ojo. Las autoactualizaciones y autoverificaciones pueden permitir la corrección de cualquier desviación adicional de las operaciones esperadas del sistema con el paso del tiempo. El sistema puede requerir que un usuario acepte cualquier nomograma autoactualizado o cualquier nomograma nuevo generado en una autoverificación antes de implementarse en cirugía láser refractiva.

5 Por consiguiente, la presente divulgación proporciona un sistema de cirugía láser refractiva tal como el sistema de cirugía láser refractiva 100 de la figura 1. Un sistema de cirugía láser refractiva de acuerdo con la divulgación puede incluir todos los elementos de la figura 1, pero no necesariamente tiene que hacerlo. Un sistema de cirugía láser refractiva puede incluir cualquier combinación de menos de todos los elementos representados en la figura 1. Además, cualquier sistema de cirugía láser refractiva puede incluir elementos adicionales no representados en la figura 1, incluido, por ejemplo, un láser de femtosegundo además de un láser excimer, una cama de paciente o equipo de diagnóstico.

10 El sistema de cirugía láser refractiva 100 de la figura 1, representado en forma de diagrama de bloques, incluye un procesador 110 acoplado mediante un bus compartido 120 a medios de memoria identificados colectivamente como la memoria 130 y que tienen acceso a estos medios de memoria. El sistema de cirugía láser refractiva 100 incluye además una interfaz de comunicación 140 y una interfaz de usuario 150, así como un láser excimer 160. En una realización alternativa no representada en la figura 1, el láser excimer 160 se puede reemplazar con un láser de femtosegundo.

15 El procesador 110 puede ser operable para ejecutar instrucciones o conjuntos de instrucciones almacenadas en la memoria 130 para realizar los pasos de una cirugía láser refractiva mencionada en la presente que no se realizan directamente por un usuario. Por ejemplo, el procesador 110 puede ser operable para generar un nomograma, para usar un parámetro de resultado objetivo y un nomograma para generar un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, para usar un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma para cambiar aún más otro parámetro quirúrgico, para calcular un perfil de ablación o perfil de fotodisrupción, para controlar la ablación corneal por el láser excimer de acuerdo con el perfil de ablación, o para controlar la fotodisrupción corneal por el láser de femtosegundo de acuerdo con el perfil de fotodisrupción, para tener acceso a la información almacenada en la memoria 130 mediante el bus compartido 120 o para hacer que la información se almacene en la memoria 130, y para realizar cualquier combinación de cualquiera de estas funciones.

25 La memoria 130 puede incluir medios persistentes, medios volátiles, o ambos, medios fijos, medios extraíbles, o ambos, y medios magnéticos, medios semiconductores, o ambos. La memoria 130 es operable para almacenar instrucciones, datos o ambos. La memoria 130, como se muestra, incluye conjuntos o secuencias de instrucciones, específicamente, un sistema operativo 170, una calculadora de nomograma 180 y una calculadora de corrección basada en nomograma 190.

30 El sistema operativo 170 puede ser un sistema operativo UNIX o tipo UNIX, un sistema operativo de la familia WINDOWS® (Microsoft Corporation, Washington, EUA) u otro sistema operativo adecuado.

35 La calculadora de nomogramas 180 puede realizar cualquiera de los diferentes métodos y cálculos descritos en la presente, opcionalmente combinados con métodos y cálculos conocidos en la técnica, para generar o actualizar un nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva individual 100 y almacenar este nomograma en la memoria 130.

40 La calculadora de corrección basada en nomograma 190 puede realizar cualquiera de los diferentes métodos y cálculos descritos en la presente, opcionalmente combinados con métodos y cálculos conocidos en la técnica, para corregir un parámetro quirúrgico basado en un nomograma o cambiar otro parámetro quirúrgico basado en un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma.

45 La calculadora de corrección basada en nomograma 190 puede realizar además cualquiera de los diferentes métodos y cálculos descritos en la presente, opcionalmente combinados con métodos y cálculos conocidos en la técnica, para generar una gráfica comparativa que muestre un parámetro quirúrgico y su parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma.

50 La calculadora corregida basada en nomogramas 190 puede realizar además cualquiera de los diferentes métodos y cálculos descritos en la presente, opcionalmente combinados con métodos y cálculos conocidos en la técnica, para comparar un parámetro quirúrgico corregido basado en nomogramas con un parámetro quirúrgico original o un valor absoluto establecido, y generar una advertencia relacionada con el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma.

55 La calculadora de corrección basada en nomograma 190 también puede realizar cualquiera de los diferentes métodos y cálculos descritos en la presente, opcionalmente combinados con métodos y cálculos conocidos en la técnica, para mostrar o comunicar a un usuario información con respecto a una comparación de un parámetro quirúrgico y un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, el valor absoluto de un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma o cualquier advertencia.

60 La memoria 130 también puede incluir conjuntos o secuencias de instrucciones en la forma de un recurso de datos del paciente (no mostrado). El recurso de datos del paciente puede almacenar datos del paciente que incluyen datos de parámetros quirúrgicos y de parámetros de resultados para el paciente o para uno o ambos ojos del paciente. El recurso de datos del paciente también puede realizar cualquiera de los diferentes métodos y cálculos descritos en la presente, opcionalmente combinados con métodos y cálculos conocidos en la técnica, para tener acceso o actualizar datos del paciente, almacenar información con respecto a un parámetro quirúrgico y parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, y de otro modo realizar cualquiera de los diferentes métodos y cálculos descritos en la presente,

opcionalmente combinados con métodos y cálculos conocidos en la técnica, para usar, actualizar y almacenar datos del paciente.

5 La memoria 130 puede incluir además conjuntos o secuencias de instrucciones en la forma de una herramienta de ablación o herramienta de fotodisrupción (no mostrada). La herramienta de ablación o herramienta de fotodisrupción puede realizar cualquiera de los diferentes métodos y cálculos descritos en la presente, opcionalmente combinados con métodos y cálculos conocidos en la técnica, para generar un perfil de ablación o un perfil de fotodisrupción usando un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma. La herramienta de ablación o herramienta de fotodisrupción puede realizar además cualquiera de los diferentes métodos y cálculos descritos en la presente, opcionalmente combinados con
10 métodos y cálculos conocidos en la técnica, para controlar el láser excimer 160 para extirpar una córnea de acuerdo con el perfil de ablación, o para controlar un láser de femtosegundo para fotodisrupción de una córnea de acuerdo con el perfil de fotodisrupción.

15 La interfaz de comunicación 140 se puede conectar al procesador 110, la memoria 130 o ambos mediante el bus compartido 120. La interfaz de comunicación 140 puede ser operable para permitir que el sistema de cirugía láser refractiva 100 se conecte a una red (no mostrada en la figura 1) o a otro equipo, tal como equipo de diagnóstico, particularmente un aparato de determinación de frente de onda.

20 La interfaz de usuario 150 se puede conectar al procesador 110, la memoria 130 o ambos mediante el bus compartido 120. La interfaz de usuario 150 puede ser operable para aceptar comandos de un usuario y para mostrar información a un usuario. Los comandos se pueden ingresar mediante un teclado, ratón, panel táctil, micrófono, interfaz de reconocimiento de voz, pedal u otros dispositivos de entrada, que pueden ser parte de la interfaz de usuario 150. La información se puede mostrar en una o más pantallas, una pantalla de visualización frontal o usando otros dispositivos de visualización, que pueden ser parte de la interfaz de usuario 150. La interfaz de usuario 150 puede ser operable
25 además para transmitir información, tal como una advertencia, a un usuario que usa otros dispositivos, tal como un altavoz, luz o zumbador, que también puede ser parte de la interfaz de usuario 150.

30 El láser excimer 160 o el láser de femtosegundo se puede conectar al procesador 110, la memoria 130 o ambos mediante el bus compartido 120. El láser excimer 160 puede ser operable para extirpar una porción de la córnea de acuerdo con un perfil de ablación para corregir errores de refracción en el ojo. El láser de femtosegundo puede ser operable para fotodisrupción una porción de la córnea de acuerdo con un perfil de fotodisrupción para corregir errores de refracción en el ojo.

35 La presente divulgación proporciona además un método para realizar cirugía láser refractiva, tal como el método de cirugía láser refractiva 200 de la figura 2. El sistema de cirugía láser refractiva 100 anterior puede implementar todos o parte de los pasos del método no implementados por un usuario. El método se puede implementar por un usuario que controla un sistema de cirugía láser refractiva, tal como el sistema de cirugía láser refractiva 100. Un método de cirugía láser refractiva de acuerdo con la divulgación puede incluir todos los pasos de la figura 2, pero no necesariamente tiene que hacerlo. Un método de cirugía láser refractiva puede incluir cualquier combinación de menos de todos los pasos representados en la
40 figura 2, siempre que los pasos se implementen en un orden viable. Ciertos pasos o combinaciones de pasos, tal como generar un nomograma y corregir un parámetro quirúrgico con base en el nomograma, se pueden implementar completamente por el sistema de cirugía láser sin la necesidad de que el usuario ingrese más allá de un comando de inicio opcional. Además, cualquier método de cirugía láser refractiva puede incluir pasos adicionales no representados en la figura 2, incluido, por ejemplo, cortar un colgajo en la córnea usando un láser de femtosegundo antes de la ablación corneal usando un láser excimer, o remover una lentícula después de la fotodisrupción con un láser de femtosegundo.

Todos los pasos del método de cirugía láser refractiva descritos en la presente también se pueden implementar como un uso de todos los sistemas de cirugía láser refractiva descritos en la presente.

50 En el método de cirugía láser refractiva 200, en el paso 205, se identifican un parámetro quirúrgico y un parámetro de resultado.

55 El parámetro quirúrgico puede ser una propiedad medida del ojo en el cual se realizará la cirugía, tal como potencia esférica o, para un paciente con astigmatismo, potencia cilíndrica y el eje para la posición del cilindro, un hecho físico sobre el paciente, tal como edad o historial o cirugía corneal previa, una configuración del sistema de cirugía láser refractiva, tal como el tipo de cirugía refractiva seleccionada, otros pasos y dispositivos quirúrgicos, tal como si se usa un láser de microquerátomo o de femtosegundo para cortar un colgajo en la córnea, o una condición ambiental quirúrgica, tal como la temperatura de la habitación donde se realiza la cirugía o la hora del día.

60 El parámetro de resultado es el valor de una propiedad medida del ojo como resultado quirúrgico después de realizar una cirugía láser refractiva. El parámetro de resultado, por ejemplo, puede ser la zona óptica, potencia esférica o, para un paciente con astigmatismo, la potencia cilíndrica y el eje para la posición de cilindro. El parámetro de resultado tiene un valor de parámetro de resultado objetivo, que es el valor que se usó junto con las instrucciones o conjuntos de instrucciones de la máquina de cirugía láser refractiva para determinar cómo realizar la cirugía láser refractiva. El
65 parámetro de resultado también tiene un valor de parámetro de resultado real, que es el valor medido en el ojo después de la cirugía láser refractiva. El valor de parámetro de resultado real se puede medir en cualquier momento médicamente

aceptado después de la cirugía láser refractiva para ese parámetro, incluso inmediatamente después de la cirugía láser refractiva, una semana después de la cirugía láser refractiva, un mes después de la cirugía láser refractiva o tres meses después de la cirugía láser refractiva.

5 El parámetro de resultado puede ser el mismo que el parámetro quirúrgico. Por ejemplo, ambos pueden ser la potencia esférica del ojo.

10 Se puede identificar más de un parámetro quirúrgico, particularmente si se conoce que los parámetros quirúrgicos algunas veces se afectan entre sí o afectan conjuntamente el parámetro de resultado. Por ejemplo, en un paciente con astigmatismo, tanto la potencia esférica como la potencia cilíndrica se pueden identificar como parámetros quirúrgicos debido a que una potencia esférica a una potencia cilíndrica puede tender a provocar un resultado quirúrgico, en tanto que la misma potencia esférica a otra potencia cilíndrica puede tender a provocar un resultado quirúrgico diferente.

15 De manera similar, se puede identificar más de un parámetro de resultado, particularmente si un parámetro quirúrgico puede afectar múltiples parámetros de resultado.

20 En algunos casos, se pueden identificar más de un parámetro quirúrgico y más de un parámetro de resultado. Los pasos del método se describen en la presente, en la mayoría de los casos, en aras de simplicidad, se describen como que usan un parámetro quirúrgico y un parámetro de resultado. Sin embargo, los mismos pasos se pueden realizar de manera similar con más de un parámetro quirúrgico, más de un parámetro de resultado o más de uno de ambos.

25 El parámetro quirúrgico, parámetro de resultado o ambos se pueden identificar por un usuario, o identificar automáticamente por el sistema de cirugía láser refractiva. Por ejemplo, un sistema de cirugía láser refractiva puede identificar simplemente de forma iterativa todas las combinaciones posibles de parámetros quirúrgicos, parámetros de salida o ambos, o puede identificar todas las combinaciones posibles lógicamente agrupadas, tal como todas aquellas para las cuales los datos están disponibles para un tipo particular de cirugía. Este proceso de identificación se puede realizar como parte de un proceso de autoverificación, que se puede iniciar por el usuario o que puede presentarse automáticamente después de intervalos de tiempo establecidos o después de cada paciente o uso del sistema de cirugía láser refractiva.

30 Después, en el paso 210, los datos de parámetros quirúrgicos pasados y los datos de parámetros de resultados pasados para un conjunto de pacientes se recuperan de la memoria del sistema de cirugía láser refractiva. El conjunto de pacientes puede ser un conjunto seleccionado por un usuario, o puede ser todos los pacientes anteriores, o todos los pacientes anteriores en un grupo particular, tal como todos los pacientes anteriores que tienen un tipo particular de cirugía láser refractiva, todos los pacientes anteriores en un intervalo de edad, o todos los pacientes anteriores que tienen o no han tenido cirugía corneal previa.

35 En el paso 215, los datos de parámetros quirúrgicos pasados y los datos de parámetros de resultados objetivo pasados y los datos de parámetros de resultados reales pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados (es decir, para el mismo paciente o el mismo ojo del mismo paciente) se comparan para determinar si se ha presentado una desviación sistemática en el pasado entre el parámetro de resultados objetivo y el parámetro de resultados reales con base en el parámetro quirúrgico.

40 En el paso 220, si no se presenta una desviación sistemática, no se prepara ningún nomograma y no se corrige el parámetro quirúrgico. La memoria del sistema de cirugía láser refractiva se puede actualizar para reflejar que no se necesita corrección para el parámetro quirúrgico.

45 En el paso 225, si se presenta una desviación sistemática, entonces se crea un nomograma para corregir el parámetro quirúrgico. El nomograma puede estar en la forma de una tabla de correcciones, un conjunto de instrucciones que, cuando se ejecutan por un procesador, llegan al mismo valor que se obtendría cuando se usa una tabla de correcciones, o una función que calcula las correcciones apropiadas. La memoria del sistema de cirugía láser refractiva se puede actualizar para contener el nomograma, reflejar que se puede necesitar una corrección basada en nomograma del parámetro quirúrgico y para contener instrucciones o un conjunto de instrucciones para la corrección basada en nomograma del parámetro quirúrgico.

50 Por ejemplo, el nomograma se puede crear al calcular una distribución de un parámetro de resultado objetivo y un parámetro de resultado real de una diferencia entre el parámetro de resultado objetivo y el parámetro de resultado real para un conjunto de cirugías láser refractivas como una función de un parámetro quirúrgico. Se puede calcular una línea de tendencia para la distribución. Por ejemplo, se puede calcular una línea de tendencia de ajuste de error mínimo-mínimos cuadrados. La línea de tendencia se puede usar para determinar una corrección basada en estadísticas que se aplica a un parámetro quirúrgico para lograr un parámetro de resultado real que sea igual o esté dentro de una variación aceptable de un parámetro de resultado objetivo.

55 En algunos nomogramas más sofisticados, también se puede establecer un nivel de confianza para la distribución y usarlo para calcular un intervalo de confianza, que puede determinar si se aplica una corrección basada en nomograma a un parámetro quirúrgico y el grado de corrección basada en nomograma. En general, si el intervalo de confianza es menor,

entonces se puede aplicar una menor cantidad de corrección basada en nomograma que si el intervalo de confianza es mayor.

5 En el paso 230, se determina un parámetro quirúrgico sujeto a corrección basada en nomograma para un paciente que se someterá a cirugía láser refractiva y se almacenará en la memoria del sistema de cirugía láser refractiva como datos para el paciente. El parámetro quirúrgico se puede, por ejemplo, determinar usando equipo de diagnóstico separado, que puede comunicar la información al sistema de cirugía láser refractiva mediante una interfaz de comunicación, determinarse usando equipo de diagnóstico separado e ingresarse en el sistema de cirugía láser refractiva mediante una interfaz de usuario, o determinarse usando equipo de diagnóstico que es parte del sistema de cirugía láser refractiva. También se
10 determina un parámetro de resultado objetivo para el paciente y se almacena en la memoria del sistema de cirugía láser refractiva como datos para el paciente. El parámetro de resultado objetivo puede ser un parámetro de resultado predeterminado para el tipo de cirugía láser refractiva, se puede recomendar con base en los cálculos realizados por el sistema de cirugía láser refractiva, o se puede ingresar por el usuario mediante la interfaz de usuario.

15 En el paso 235, el procesador en el sistema de cirugía láser refractiva compara el parámetro quirúrgico, el parámetro de resultado objetivo o ambos con el nomograma y genera un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma que se ingresa en la memoria del sistema de cirugía láser refractiva como datos para el paciente. El parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma puede ser el mismo que el parámetro quirúrgico, es decir, no se puede realizar ningún cambio en su valor, si el nomograma así lo dicta.

20 En el paso 240, el procesador en el sistema de cirugía láser refractiva compara el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma con un valor absoluto y, si el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma es menor o mayor que el valor absoluto, genera una advertencia o termina la cirugía láser refractiva, o el procesador compara el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma con el parámetro quirúrgico y, si el parámetro quirúrgico corregido basado en
25 nomograma varía del parámetro quirúrgico más que una cantidad establecida, tal como un porcentaje establecido que es mayor o menor, o cualquiera, genera una advertencia o termina la cirugía láser refractiva.

En el paso 245, se da la opción al usuario de verificar el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, por ejemplo, mediante la interfaz de usuario del sistema de cirugía láser refractiva. Si el usuario verifica el procedimiento
30 quirúrgico corregido basado en nomograma, entonces la cirugía continúa. Si el usuario no verifica el procedimiento quirúrgico corregido basado en nomograma, entonces la cirugía finaliza en el paso 260.

En el paso 250, el procesador en el sistema de cirugía láser refractiva genera una representación gráfica del parámetro quirúrgico, el parámetro de resultado o ambos y el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma. Esta
35 representación gráfica se puede mostrar mediante la interfaz de usuario. La representación gráfica puede ser bidimensional o tridimensional y puede incluir una sola gráfica o un conjunto de gráficas, por ejemplo, que representan la variación de un parámetro quirúrgico, tal como potencia esférica, a diferentes valores de un segundo parámetro quirúrgico, tal como potencia cilíndrica.

40 En el paso 255, se da la opción al usuario de verificar el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, por ejemplo, mediante la interfaz de usuario del sistema de cirugía láser refractiva. Si el usuario verifica el procedimiento quirúrgico corregido basado en nomograma, entonces la cirugía continúa. Si el usuario no verifica el procedimiento quirúrgico corregido basado en nomograma, entonces la cirugía finaliza en el paso 260. En métodos alternativos, no es
45 necesario verificar el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma. Además, se pueden usar parámetros quirúrgicos corregidos basados en nomograma verificados o no verificados en la planificación quirúrgica, en cuyo caso, en lugar de finalizar la cirugía, simplemente no se iniciaría usando los parámetros quirúrgicos corregidos basados en nomograma.

Los pasos 240 y 250 pueden presentarse en el mismo paso del proceso o al mismo tiempo, de tal forma que cualquier advertencia y representación gráfica se presenten al usuario simultáneamente. Los pasos 245 y 255 también pueden
50 presentarse en el mismo paso de proceso o al mismo tiempo, de tal forma que cualquier verificación del parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma se presente después de que se haya presentado al usuario tanto cualquier advertencia como la representación gráfica.

55 En el paso 265, el sistema de cirugía láser refractiva, automáticamente o en respuesta a una entrada de usuario, determina si está presente un parámetro quirúrgico adicional sujeto a corrección basada en nomograma. Si este parámetro adicional está presente, entonces los pasos 235 a 255 se repiten para ese parámetro. Si no está presente este parámetro adicional, entonces el sistema de cirugía láser refractiva continúa al paso 270.

60 En el paso 270, se calcula un perfil de ablación o perfil de fotodisrupción por el procesador usando al menos un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma y se almacena en la memoria del sistema de cirugía láser refractiva como datos para el paciente.

65 El perfil de ablación o perfil de fotodisrupción, aunque se calcula usando un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, también se puede comparar con el parámetro quirúrgico determinante de seguridad para determinar si la cirugía puede continuar de manera segura. El parámetro quirúrgico determinante de seguridad puede ser el mismo

5 parámetro quirúrgico que el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, o puede ser un parámetro quirúrgico diferente. Los parámetros quirúrgicos determinantes de seguridad de ejemplo incluyen el grosor de estroma y profundidad máxima de ablación, que se pueden usar, junto con el perfil de ablación, para determinar el grosor de estroma residual. Si la comparación indica que la cirugía es segura y opcionalmente, si un usuario confirma esta determinación, entonces la cirugía continúa. Si la comparación indica que la cirugía no es segura para continuar u opcionalmente, si esta determinación no se confirma por un usuario, entonces la cirugía láser refractiva finaliza en el paso 260.

10 Este paso, en el cual el perfil de ablación o perfil de fotodisrupción se compara con los parámetros quirúrgicos reales y no con los parámetros quirúrgicos corregidos por nomograma, no es posible con los métodos de cirugía láser refractiva en los cuales solo se proporciona un parámetro quirúrgico corregido por nomograma al sistema de cirugía láser refractiva. Representa una forma en la cual se mejora la seguridad del paciente al tener los parámetros quirúrgicos reales disponibles en el sistema de cirugía láser refractiva.

15 En el paso 275, el procesador usa el perfil de ablación para dirigir el láser excimer para extirpar la córnea del ojo del paciente de acuerdo con el perfil de ablación, para corregir un error de refracción en el ojo del paciente, o el procesador usa el perfil de fotodisrupción para dirigir el láser de femtosegundo para fotodisrupción de la córnea del ojo del paciente de acuerdo con el perfil de fotodisrupción, para corregir un error de refracción en el ojo del paciente.

20 En el paso 280, se mide un parámetro de resultado y se almacena en la memoria del sistema de cirugía láser refractiva como datos para el paciente. El parámetro de resultado, como el parámetro quirúrgico, se puede medir por equipo de diagnóstico que es externo o parte del sistema de cirugía láser refractiva y si es necesario, se puede comunicar al sistema de cirugía láser refractiva mediante la interfaz de comunicación o la interfaz de usuario.

25 El parámetro de resultado se puede medir en un momento seleccionado después de la cirugía láser refractiva y se puede medir más de una vez.

30 En el paso 285, el sistema de cirugía láser refractiva determina si ha pasado un intervalo de tiempo establecido o si se ha recibido una entrada de usuario de autoverificación o autoactualización. El intervalo de tiempo establecido puede ser mensual, semanal o diario, o incluso después de cada uso del sistema de cirugía láser refractiva para realizar cirugía láser refractiva en un paciente o en un ojo. Si ha pasado el intervalo de tiempo establecido o si se ha recibido una entrada de usuario de autoverificación o autoactualización, el método regresar al paso 205. Si no es así, el método puede finalizar.

35 Los métodos alternativos incluyen aquellos en los cuales se ingresan uno o más nomogramas en la memoria del sistema de cirugía láser refractiva y se usan como se describe en los pasos 230 a 285. Estos métodos pueden generar nomogramas adicionales usando los pasos 205 a 225, o pueden basarse únicamente en los nomogramas ingresados.

Los subconjuntos comunes de pasos del método anterior, que se pueden implementar de forma aislada, incluyen los pasos 205 a 255, pasos 230 a 285, pasos 230 a 265 o pasos 270 a 280.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de cirugía láser refractiva (100), el sistema (100) comprende un procesador (110) que tiene acceso a medios de memoria (130) que almacenan instrucciones o conjuntos de instrucciones ejecutables por el procesador (110) para:
- 5 identificar (205) un parámetro quirúrgico;
 corregir (235) el parámetro quirúrgico con base en un nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva para proporcionar (235) un parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma; y
 10 almacenar (230) el parámetro quirúrgico y el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma en los medios de memoria como datos para un paciente o para uno o ambos ojos del paciente;
caracterizado por instrucciones o conjuntos de instrucciones ejecutables por el procesador (110) para:
 comparar (240) el parámetro quirúrgico y el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma para generar (250) una representación gráfica del parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado objetivo asociado con el parámetro
 15 quirúrgico, o ambos, y el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, para generar una advertencia con base en una comparación del parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma con el parámetro quirúrgico o un valor absoluto del parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, o ambos.
2. El sistema de cirugía láser refractiva de la reivindicación 1, donde el nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva se genera usando datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo
 20 pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva, y/o
 donde, el nomograma comprende una tabla de correcciones, un conjunto de instrucciones que, cuando se ejecutan por el procesador, llegan al mismo valor que se obtendría cuando se usa una tabla de correcciones, o una función que calcula las correcciones apropiadas.
- 25 3. El sistema de cirugía láser refractiva de la reivindicación 1, donde el sistema comprende además una interfaz de usuario (150) y las instrucciones o conjuntos de instrucciones son ejecutables además por el procesador (110) para:
- provocar que la interfaz de usuario muestre la representación gráfica o transmita la advertencia a un usuario; y
 30 aceptar una entrada del usuario que verifica (255) el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma y entonces permitir (275) que continúe una cirugía láser refractiva realizada usando el sistema de cirugía láser refractiva, o aceptar una entrada del usuario que no verifica el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma y entonces no permitir (260) que continúe la cirugía láser refractiva.
- 35 4. El sistema de cirugía láser refractiva de la reivindicación 1, donde el sistema de cirugía láser refractiva comprende además un láser excimer (160) o láser de femtosegundo y las instrucciones o conjunto de instrucciones son ejecutables además por el procesador (110) para:
- calcular (270) un perfil de ablación o un perfil de fotodisrupción para una córnea de un ojo del paciente usando el parámetro
 40 quirúrgico corregido basado en nomograma;
 almacenar el perfil de ablación o perfil de fotodisrupción en los medios de memoria como datos para el paciente o para uno o ambos ojos del paciente;
 comparar el perfil de ablación o perfil de fotodisrupción con el parámetro quirúrgico para determinar si la cirugía láser refractiva en la córnea del ojo puede continuar de manera segura usando el perfil de ablación o perfil de fotodisrupción; y
 45 si la cirugía láser refractiva puede continuar de manera segura, dirigir el láser excimer para extirpar (275) la córnea de acuerdo con el perfil de ablación o dirigir el láser de femtosegundo para fotodisrupción de la córnea de acuerdo con el perfil de fotodisrupción.
5. El sistema de cirugía láser refractiva de la reivindicación 1, donde el procesador (110) tiene además acceso a medios de memoria (130) que almacenan datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo
 50 pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva, e instrucciones o conjuntos de instrucciones son ejecutables por el procesador (110) para:
- crear (225) el nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva con base en todos o un conjunto de datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de
 55 parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva; y
 almacenar el nomograma en los medios de memoria.
- 60 6. El sistema de cirugía láser refractiva de la reivindicación 5, donde las instrucciones o conjunto de instrucciones son ejecutables además por el procesador (110) para:
- comparar (215) datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de
 65 cirugía láser refractiva para determinar si se presenta una desviación sistemática entre el parámetro de resultados objetivo

pasado y el parámetro de resultados reales pasado con base en el parámetro quirúrgico pasado, y si se presenta una desviación sistemática, crear (225) el nomograma para corregir el parámetro quirúrgico; y/o crear un nuevo nomograma usando datos pasados adicionales si ha pasado un intervalo de tiempo establecido (285).

5 7. El sistema de cirugía láser refractiva de la reivindicación 1, que comprende además equipo de diagnóstico, donde las instrucciones o conjunto de instrucciones son ejecutables además por el procesador (110) para provocar que el equipo de diagnóstico determine (205, 280) el parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado real asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos.

10 8. El sistema de cirugía láser refractiva de la reivindicación 1, en donde el sistema de cirugía láser refractiva comprende además una interfaz de comunicación (140), y donde las instrucciones o conjunto de instrucciones son ejecutables además por el procesador (110) para, mediante de la interfaz de comunicación (140), obtener (205) el parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado real asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos de un equipo de diagnóstico externo al sistema de cirugía láser refractiva.

15 9. Un método para preparar una cirugía láser refractiva en una córnea de un ojo de un paciente usando un sistema de cirugía láser refractiva que comprende un procesador y medios de memoria accesibles por el procesador y almacenar instrucciones o conjuntos de instrucciones que, cuando se ejecutan por el procesador, realizan el método que comprende:

20 identificar un parámetro quirúrgico;
 corregir el parámetro quirúrgico con base en un nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva para proporcionar un parámetro quirúrgico corregido; y
 almacenar el parámetro quirúrgico y el parámetro quirúrgico corregido en los medios de memoria como datos para el paciente o para uno o ambos ojos del paciente;

25 **caracterizado por**
 comparar el parámetro quirúrgico y el parámetro quirúrgico corregido para generar una representación gráfica del parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado objetivo asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos, y el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma, para generar una advertencia con base en una comparación del parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma con el parámetro quirúrgico o un valor absoluto del parámetro quirúrgico
 30 corregido basado en nomograma, o ambos.

10. El método de la reivindicación 9, donde el nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva se genera usando datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía
 35 láser refractiva, y/o
 donde, el nomograma comprende una tabla de correcciones, un conjunto de instrucciones que, cuando se ejecutan por el procesador, llegan al mismo valor que se obtendría cuando se usa una tabla de correcciones, o una función que calcula las correcciones apropiadas.

40 11. El método de la reivindicación 9, donde el método comprende además:
 provocar que una interfaz de usuario del sistema de cirugía láser refractiva muestre la representación gráfica o transmita la advertencia a un usuario; y
 45 aceptar una entrada del usuario que verifica el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma o aceptar una entrada del usuario que no verifica el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma.

12. El método de la reivindicación 9, donde el método comprende además:
 50 calcular un perfil de ablación o perfil de fotodisrupción para la córnea del ojo del paciente usando el parámetro quirúrgico corregido basado en nomograma;
 almacenar el perfil de ablación o perfil de fotodisrupción en los medios de memoria como datos para el paciente o para uno o ambos ojos del paciente;
 55 comparar el perfil de ablación o perfil de fotodisrupción con el parámetro quirúrgico para determinar si la cirugía láser refractiva en la córnea del ojo puede continuar de manera segura usando el perfil de ablación o perfil de fotodisrupción.

13. El método de la reivindicación 9, donde el método comprende además:
 60 crear el nomograma específico para el sistema de cirugía láser refractiva con base en todos o un conjunto de datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva almacenado en los medios de memoria; y
 almacenar el nomograma en los medios de memoria.

14. El método de la reivindicación 13, donde el método comprende además:

65

- comparar datos de parámetros quirúrgicos pasados, datos de parámetros de resultados objetivo pasados asociados con los datos de parámetros quirúrgicos pasados y datos de parámetros de resultados reales pasados para el sistema de cirugía láser refractiva para determinar si se presenta una desviación sistemática entre el parámetro de resultados objetivo pasado y el parámetro de resultados reales pasado con base en el parámetro quirúrgico, y si se presenta una desviación sistemática, crear el nomograma para corregir el parámetro quirúrgico; y/o
- 5 crear un nuevo nomograma usando datos pasados adicionales si ha pasado un intervalo de tiempo establecido.
15. El método de la reivindicación 9, donde el método comprende además:
- 10 determinar el parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado real asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos usando equipo de diagnóstico del sistema de cirugía láser refractiva; y/o
- determinar el parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado real asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos usando equipo de diagnóstico externo al sistema de cirugía láser refractiva, y comunicar el parámetro quirúrgico, un parámetro de resultado real asociado con el parámetro quirúrgico, o ambos desde el equipo de diagnóstico al sistema de cirugía
- 15 láser refractiva.

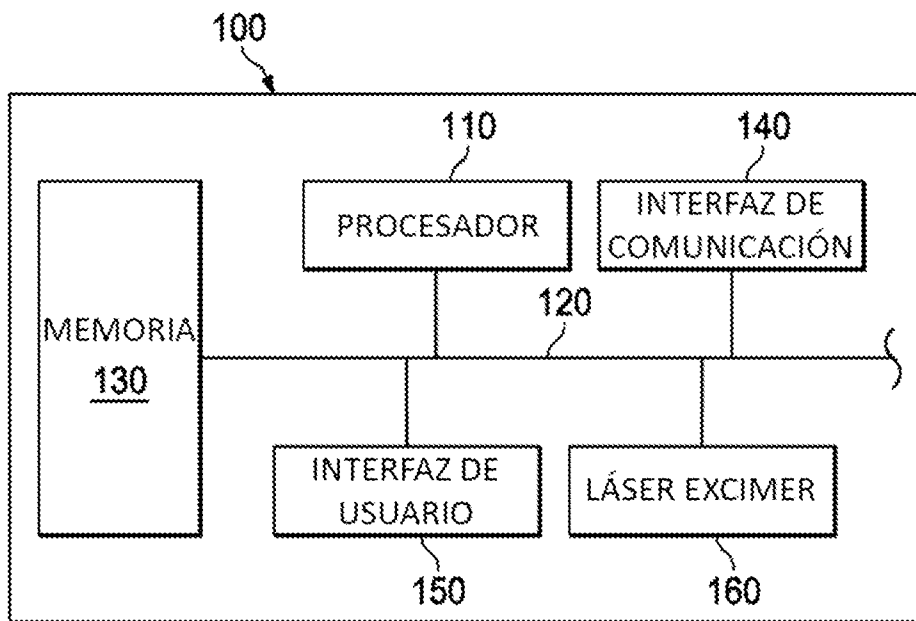


Figura 1

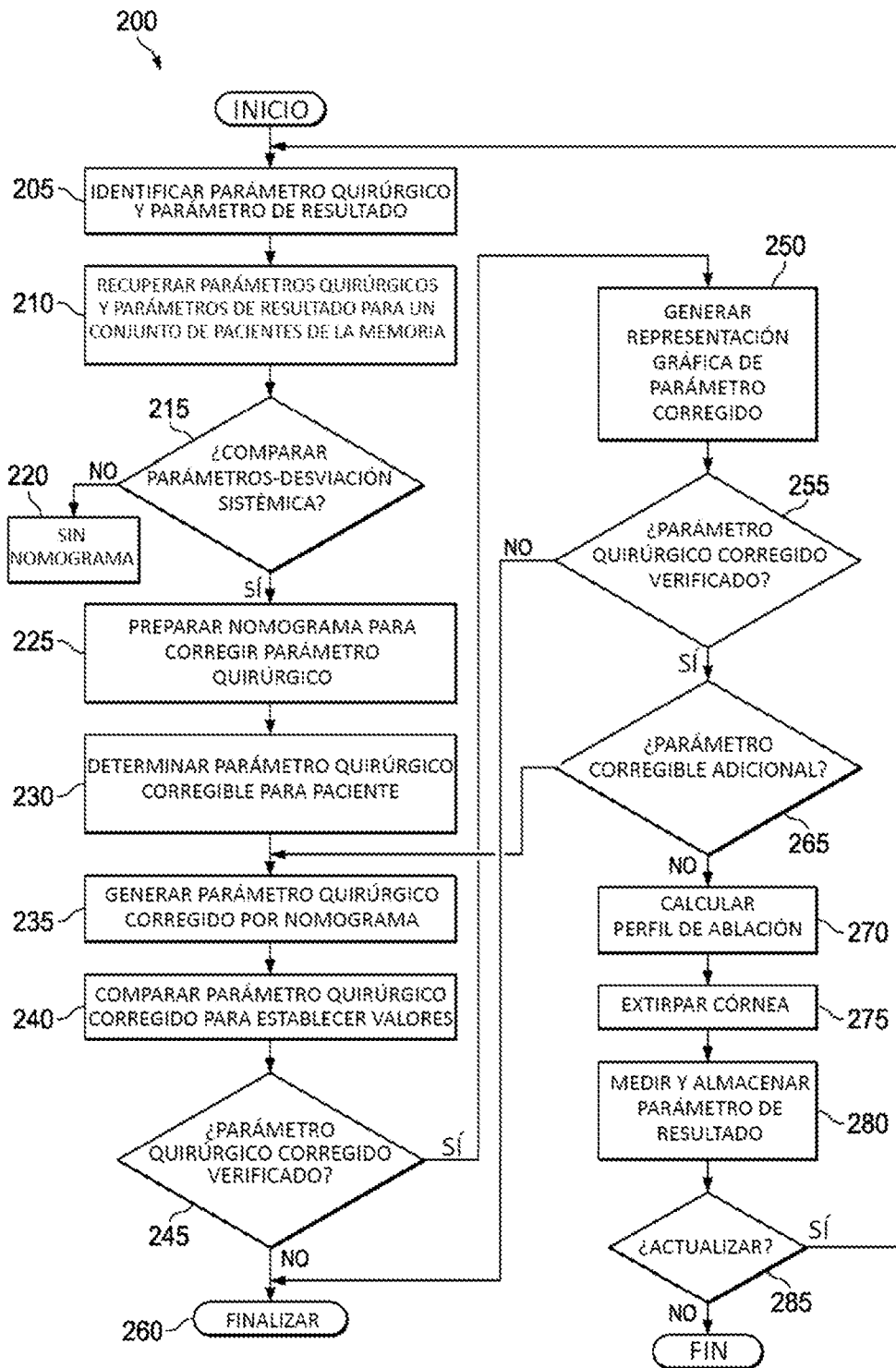


Figura 2