(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 345 140**

(51) Int. Cl.:
A61B 3/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **02730423 .7**
(96) Fecha de presentación : **29.05.2002**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1392156**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **03.03.2004**

(54) Título: **Aparato y método para testear la respuesta visual.**

(30) Prioridad: **05.06.2001 GB 0113533**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.09.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.09.2010

(73) Titular/es: **Brigantia Software Limited**
15 Kineholme Drive
Otley, West Yorkshire LS21 3LX, GB

(72) Inventor/es: **Bradley, Gordon**

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Aparato y método para testear la respuesta visual.

La presente invención se refiere a un aparato y a un procedimiento para testear (probar) la respuesta visual.

Los asesores médicos en el campo de la oftalmología requieren, frecuentemente, una indicación de la calidad de la respuesta visual de varias partes de la retina en el ojo de un paciente, ya que ésta puede proporcionar frecuentemente una indicación de la presencia o del progreso de al menos tres afecciones, siendo éstas glaucoma, retinitis pigmentosa y, en algunos casos, esclerosis múltiple. La totalidad de estas tres afecciones son conocidas por causar ceguera permanente.

De entre estas tres afecciones, solo el glaucoma es tratable, en la actualidad, con éxito. Sin embargo, la detección precoz de esta afección es muy importante.

Uno de los primeros síntomas que pueden ser detectados es una reducción en la respuesta del ojo a niveles bajos de iluminación. Los aparatos actuales para comprobar el campo de visión, mediante el test (prueba) de la respuesta de diferentes partes de la retina a niveles bajos de iluminación, comprenden una pieza de equipo voluminosa, pesada y grande. Se sienta a un paciente colocando su cabeza en una pantalla hemisférica en una habitación iluminada tenuemente. Una luz de brillo variable es proyectada en diferentes puntos en la pantalla y se pide al paciente que presione un botón cada vez que vea un punto de luz. Las respuestas a los diferentes puntos de luz, junto con el nivel mínimo de brillo requerido para la detección, son almacenadas e imprimidas en un mapa de respuesta al final del test. Todas las partes, o solo partes seleccionadas, del ojo pueden ser mapeadas de esta manera.

Sin embargo, el procedimiento, que puede durar quince minutos o más, es incómodo para el paciente y puede conducir a calambres o agarrotamiento en el cuello y en la espalda. Además, solo se puede comprobar un ojo cada vez. La iluminación tenue requerida en la habitación presenta problemas para pacientes con visión pobre y la necesidad de una respuesta física puede conducir también a resultados inexactos cuando se testean pacientes poco fiables, tales como pacientes ancianos, niños o con capacidades mentales muy bajas.

El aparato conocido que comprende un dispositivo electro-mecánico pesado y caro debe estar colocado permanentemente en una ubicación y requiere un ajuste preciso si los resultados han de ser precisos. Además, el paciente debe estar razonablemente en buena forma físicamente para participar en el test. Por ejemplo, el test no se puede realizar muy bien para cualquiera que sea incapaz de sentarse en una posición sin una incomodidad seria durante quince minutos, o más, tal como para pacientes que padecen artritis, hernia de disco, usuarios de sillas de ruedas o los que deben guardar cama.

Se conocen otros dispositivos para testear la respuesta visual de un paciente, tales como los expuestos en US 4846567, US 6022107 o WO99/58046, en los que se genera una imagen delante del ojo del paciente a niveles de intensidad variables predeterminados, y se proporcionan medios de detección para detectar un estímulo-respuesta a la imagen presentada que ocurre en el cerebro del paciente. Sin embargo, la adquisición de datos lleva tiempo usando dichos dispositivos, y de nuevo, esto puede no ser adecuado para alguien que sea incapaz de sentarse en una posición sin una incomodidad seria durante quince minutos o más.

Por consiguiente, es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato y un procedimiento para testear la respuesta visual de un paciente, en el que algunas o todas las desventajas indicadas anteriormente sean superadas, al menos parcialmente.

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato para testear la respuesta visual de un paciente, comprendiendo el aparato medios de generación de imágenes, medios de presentación de imágenes, y medios de detección, estando dispuestos los medios de generación de imágenes y los medios de presentación de imágenes, durante el uso, para generar y presentar una imagen delante de un ojo del paciente a niveles de intensidad variables predeterminados, y estando dispuestos los medios de detección, durante el uso, para detectar un estímulo-respuesta a la imagen presentada que ocurre en el cerebro del paciente, caracterizado porque los medios de generación de imágenes están dispuestos, durante el uso, para generar imágenes de brillo o intensidad progresivamente creciente sobre los medios de presentación.

Preferentemente, los medios de generación de imágenes están dispuestos, durante el uso, para generar una imagen temporal en momentos oportunos conocidos y en una posición predeterminada sobre los medios de presentación de imágenes y presentada a un nivel de intensidad predeterminado.

Preferentemente, los medios de generación de imágenes están dispuestos, durante el uso, para generar un número de imágenes en momentos oportunos conocidos y en posiciones predeterminadas diferentes sobre los medios de presentación de imágenes y presentadas a un nivel de intensidad predeterminado.

Preferentemente, los medios de generación de imágenes están dispuestos, durante el uso, para generar secuencialmente un número de imágenes para la presentación en momentos oportunos conocidos y en diferentes posiciones predeterminadas sobre los medios de presentación de imágenes.

La imagen o cada imagen generada en sus varias posiciones predeterminadas es dispuesta, preferentemente, durante el uso, para que su nivel de intensidad sea variado de una manera predeterminada y los medios de detección están dispuestos para detectar el estímulo-respuesta a la variación en el nivel de intensidad.

Preferentemente, las imágenes generadas secuencialmente son generadas según una secuencia predeterminada o una secuencia aleatoria o pseudo-aleatoria.

Los medios de generación de imágenes están dispuestos, durante el uso, para generar imágenes de intensidad o brillo progresivamente creciente sobre los medios de presentación imágenes.

Preferentemente, los medios de presentación de imágenes están dispuestos, durante el uso, para ser móviles con respecto a un ojo del paciente. Los medios de presentación de imágenes pueden estar dispuestos para el movimiento en las direcciones primera, segunda y tercera, mutuamente perpendiculares, comprendiendo dichas direcciones primera, segunda y tercera adelante/atrás, izquierda/derecha y arriba/abajo, respectivamente.

Preferentemente, los medios de detección comprenden un transductor dispuesto, durante el uso, para detectar señales o impulsos eléctricos producidos en el cerebro del paciente en respuesta a la estimulación del ojo del paciente mediante una imagen sobre los medios de presentación de imágenes.

Los transductores primero y segundo pueden proporcionarse dispuestos, durante el uso, para detectar una señal o un impulso eléctrico producido en el cerebro del paciente, en respuesta a la estimulación visual de los hemisferios izquierdo y derecho de los ojos del paciente, respectivamente.

Los medios de detección están dispuestos preferentemente, durante el uso, para suministrar la señal electrónica a un controlador.

El aparato puede incluir medios de filtrado electrónicos dispuestos, durante el uso, para filtrar el ruido de las señales electrónicas de los medios de detección.

Más preferentemente, el aparato está dispuesto de manera que, durante el uso, los medios de generación de imágenes generan imágenes temporales en posiciones diferentes sucesivas sobre los medios de presentación de imágenes mientras se varía la intensidad o el brillo de las imágenes, y los medios de detección proporcionan una señal electrónica cuando una imagen es registrada como habiendo sido detectada por el ojo del paciente, de manera que, los datos correspondientes al nivel de brillo o intensidad mínimo de las imágenes que los estímulos-respuestas indican que son visualmente detectables en las diferentes posiciones sobre los medios de presentación de imágenes, pueden ser almacenados en una memoria y/o un visualizador.

Según una realización adicional de la invención, se proporciona un aparato para testear la respuesta visual de un paciente, comprendiendo el aparato medios de generación y presentación de imágenes, dispuestos, durante el uso, para generar y presentar una imagen delante de un ojo del paciente, estando dispuestos los medios de detección, durante el uso, para detectar un estímulo-respuesta a la imagen presentada, que ocurre en el cerebro del paciente y un controlador, estando dispuesto el aparato de manera que, durante el uso, los medios de generación de imágenes generan imágenes temporales en posiciones sucesivas diferentes sobre los medios de presentación de imágenes mientras que se varía progresivamente el brillo o la intensidad de las imágenes, y los medios de detección proporcionan una señal electrónica al controlador cuando un imagen es detectada por el ojo del paciente, de manera que el controlador está dispuesto para almacenar en una memoria del mismo y/o para visualizar, datos correspondientes al nivel de brillo o intensidad mínimo de las imágenes para las que el estímulo-respuesta indica que son visualmente detectables en las diferentes posiciones sobre los medios de presentación de imágenes.

Preferentemente, los medios para proyectar la imagen o cada imagen a la distancia de visión adecuada están situados, durante el uso, entre los medios de presentación de imágenes y un ojo del paciente, y pueden comprender una o más lentes y un miembro de soporte dispuesto, durante el uso, para soportar dicha una o más lentes sustancialmente frente a un ojo del paciente.

Preferentemente, se proporcionan medios de temporización dispuestos, durante el uso, para medir un intervalo de tiempo entre la presentación de una imagen sobre los medios de presentación de imágenes y la detección de un estímulo-respuesta eléctrico en el cerebro del paciente, mediante los medios de detección.

Preferentemente, se proporciona un casco dispuesto, durante el uso, para ser colocado sobre la cabeza de un paciente y que porta los medios de presentación de la imagen o de cada imagen, los medios de detección, los medios para proyectar la imagen sobre los medios de presentación de imágenes a una distancia adecuada y medios de soporte.

Preferentemente, el aparato comprende además medios de visualización dispuestos, durante el uso, para visualizar información acerca de la respuesta del ojo del paciente a las imágenes en las diferentes posiciones y/o de diferentes intensidades o brillos sobre los medios de presentación de imágenes.

Preferentemente, los medios de visualización están dispuestos, durante el uso, para presentar la información en forma de un mapa.

Según un aspecto adicional de la invención, se proporciona un procedimiento para operar un aparato para testear la respuesta visual de un paciente, en el que el aparato comprende medios de generación de imágenes y de presentación de imágenes dispuestos, durante el uso, para generar y presentar una imagen delante de un ojo del paciente, y medios de detección dispuestos, durante el uso, para detectar un estímulo-respuesta a la imagen presentada que ocurre en el cerebro del paciente, en el que el procedimiento comprende generar un número de imágenes en posiciones diferentes sobre los medios de presentación de imágenes y a niveles de intensidad variables predeterminados y detectar una señal o un impulso eléctrico producido en el cerebro del paciente en respuesta a la estimulación del ojo del paciente mediante las imágenes.

El procedimiento puede comprender generar imágenes temporales en posiciones sucesivas diferentes sobre los medios de presentación de imágenes, mientras se varía progresivamente la intensidad o el brillo de las imágenes.

El procedimiento puede comprender la medición de un intervalo de tiempo entre la presentación de una imagen sobre los medios de presentación de imágenes y la detección de un estímulo-respuesta eléctrico a la imagen presentada, en el cerebro del paciente.

El procedimiento comprende la etapa de generar imágenes de intensidad o brillo progresivamente creciente sobre los medios de presentación de imágenes.

Preferentemente, el procedimiento comprende la etapa de detectar una señal o un impulso eléctrico producido en el cerebro del paciente en respuesta a la estimulación de los hemisferios izquierdo y derecho de los ojos del paciente, respectivamente.

El procedimiento puede comprender además la etapa de producir una señal electrónica en respuesta a la detección de una señal o un impulso eléctrico en el cerebro del paciente.

El procedimiento puede comprender además la etapa de filtrar la señal electrónica para filtrar el ruido de la señal.

Preferentemente, en una etapa de calibración, se calcula el tiempo de respuesta visual normal de un paciente a una imagen percibida visualmente.

Preferentemente, en la etapa de detección, el estímulo-respuesta se busca dentro de una ventana temporal centrada aproximadamente alrededor del tiempo de respuesta visual normal tras la presentación de una imagen sobre la pantalla de visualización.

Preferentemente, las señales del cerebro que no aparecen dentro de las ventanas temporales de interés son utilizadas para proporcionar una medida del ruido de fondo y son empleadas para filtrar dicho ruido.

Preferentemente, la etapa de detección comprende detectar la señal o el impulso eléctrico producido en el cerebro de un paciente en respuesta a la estimulación del ojo del paciente mediante las imágenes y proporcionar una señal electrónica al controlador cuando dicha imagen es detectada por el ojo del paciente.

Preferentemente, tras dicha etapa de detección, el controlador realiza la etapa de almacenar los datos correspondientes a la intensidad o el brillo de las imágenes detectadas por el ojo en las diferentes posiciones sobre los medios de presentación de imágenes.

El procedimiento puede comprender además visualizar los datos correspondientes a la intensidad o al brillo de las imágenes en forma de un mapa.

Preferentemente, el procedimiento comprende además visualizar una imagen de referencia en forma de un mapa, correspondiendo dicha imagen de referencia a una respuesta normal o esperada de un paciente sano.

La invención puede ser llevada a la práctica en varias maneras, pero ahora se describirá una realización, solo a modo ejemplo, con referencia a los dibujos diagramáticos adjuntos en los que:

La Figura 1 muestra, esquemáticamente, un aparato para testear la respuesta visual de un paciente según una realización de la presente invención;

La Figura 2 es una representación esquemática de un arreglo de LEDs que forma una pantalla 12 del aparato; y

La Figura 3 es un ejemplo de un “mapa” de ojo del tipo que puede ser producido por el aparato.

Con referencia a la Figura 1, ésta muestra, en general en 10, un aparato para testear la respuesta visual de un paciente. El aparato comprende medios de generación de imágenes, medios de presentación de imágenes y medios de detección. En la realización mostrada, los medios de generación de imágenes son una función realizada por un controlador 11 electrónico en conjunción con un controlador 16 de visualización, los medios de presentación de imágenes son una pantalla 12, y los medios de detección comprenden un transductor 13 y un convertidor A/D 14. Se muestra también una pantalla 15 de visualización.

La pantalla está situada en frente de un ojo de un paciente, representado esquemáticamente. Entre el ojo y la pantalla 12 hay un sistema 17 de lente que está dispuesto para proyectar imágenes mostradas sobre la pantalla 12 a una distancia adecuada.

Aunque la pantalla 12 ha sido expuesta en términos generales y puede ser implementada en un número de maneras, en una realización típica, la pantalla está compuesta de LEDs en un arreglo 20, tal como se muestra esquemáticamente en la Figura 2.

En la Figura 2, el arreglo 20 está compuesto de un número de sub-arreglos 21, estando compuesto cada uno de 5 filas por 7 columnas de LEDs. A pesar de que puede usarse cualquier color de LED visible, se ha descubierto que el ojo humano es más sensible a la luz visible en algún punto en la zona del espectro visible entre el rojo y el verde puros (generalmente, aproximadamente en la zona verde a amarillo). Esta zona de sensibilidad y cómo cambia bajo diferentes niveles de luz, se conoce generalmente del "efecto Purkinje". Es preferente el uso de una fuente de luz en esta zona de máxima sensibilidad.

En la práctica, la pantalla 12 está posicionada frente al ojo del paciente objeto del test y el transductor 13 está posicionado en la cabeza del paciente y está dispuesto para recoger señales de la parte del cerebro del paciente asociada con la visión. La pantalla 12, el transductor 13 y el sistema 17 de lentes (incluyendo la lente 17_1 de enfoque y la lente 17_2 correctora, si se requiere) pueden ser proporcionados conjuntamente en un casco integral de poco peso (no mostrado) que es colocado en la cabeza de los pacientes (no mostrado).

Durante el uso, el controlador 11 genera electrónicamente una imagen que comprende un punto de luz que es visualizado en una posición conocida, y a un brillo conocido sobre la pantalla 12, que puede comprender ventajosamente un banco de diodos emisores de luz. Si la imagen es detectada en la retina del ojo del paciente, ocurrirá un estímulo-respuesta nervioso en la corteza visual del cerebro del paciente en forma de una señal eléctrica. El transductor 13 montado en la cabeza del paciente detecta el estímulo-respuesta nervioso y suministra una señal al ordenador 11 de control mediante un filtro (no mostrado). El propósito del filtro es filtrar cualquier ruido eléctrico de fondo causado por la actividad normal del cerebro. En la práctica, el filtrado puede ser realizado digitalmente mediante el controlador 11 y una técnica de filtrado/procesamiento preferente es conocida como análisis Bayesiano.

El controlador 11 almacena la respuesta filtrada/procesada del transductor 13 y visualiza una representación de la respuesta visual correspondiente en la pantalla 15 en la forma de un punto en una posición en la pantalla 15 correspondiente a una posición en la pantalla 12 en la que la imagen de punto fue visualizada al ojo.

En la práctica, el controlador 11 genera secuencialmente imágenes de puntos sobre la pantalla 12 en posiciones diferentes y las señales resultantes del transductor 13 pueden ser convertidas en un mapa, visualizado en la pantalla, que se corresponde con la respuesta de la retina del paciente a las imágenes sobre la pantalla, proporcionando, de esta manera, un perfil de respuesta de las diferentes posiciones en la retina a la estimulación visual.

El mapa puede ser imprimido como una copia en papel usando una impresora (no mostrada) o puede ser almacenado en una memoria del ordenador para su transferencia o su recuperación subsiguiente.

Un procedimiento típico para testear la visión de un paciente usando el aparato mostrado esquemáticamente en la Figura 1 se describirá ahora en detalle.

En una primera etapa, se envía un destello de intensidad completa de test a la zona central del ojo sometido a test. Tres destellos adicionales de intensidad completa de test son enviados a zonas adyacentes al primer destello. Los medios de temporización son utilizados en conjunción con el controlador 11 para comprobar la temporización de la máxima respuesta del cerebro en cada caso. Los tiempos entre el destello y la detección de una respuesta del cerebro son comparados para establecer el retraso entre el destello sobre la pantalla y la respuesta nerviosa (conocido normalmente como el tiempo P100) para el paciente particular. En la práctica, los medios de temporización pueden ser una función del propio controlador, aprovechando una frecuencia conocida de un reloj de sistema, por ejemplo.

A continuación, el controlador genera una secuencia de puntos de luz sobre la pantalla 12 a etapas predeterminadas de intensidad y en diferentes posiciones sobre la pantalla según una secuencia aleatoria, pseudo-aleatoria o predeterminada.

Cada vez que un punto de luz es visualizado sobre la pantalla 12, el ordenador comprueba si se ha detectado una respuesta nerviosa después del tiempo de retraso esperado. La temporización de la respuesta para ese punto particular es comparada con el tiempo P100 y el resultado es almacenado en una memoria 111 del controlador 11.

Comparando el retraso con el tiempo P100 y conociendo el nivel de brillo del punto de luz en ese momento, el controlador 11 es capaz de crear un mapa del perfil de respuesta de la retina, de manera que cada punto sobre la retina es registrado como respondiendo a una intensidad particular de la luz.

En realizaciones preferentes de la invención, una secuencia predeterminada o aleatoria de puntos son iluminados sobre la pantalla 12 usando etapas predeterminadas de brillo creciente a intervalos predeterminados. Comparando el retraso entre la temporización de la respuesta a brillo completo (es decir, el tiempo P100) con el tiempo de retraso en

la respuesta a la iluminación de un punto particular, se calcula la pérdida de visión para ese punto. Aquí, si no hay un retraso sobre el tiempo P100 para un punto particular iluminado a brillo o a intensidad mínima, entonces no hay presente ninguna pérdida de visión para ese punto.

En una realización, se inicia una nueva estimulación cada 300 ms. El brillo para el punto objeto de análisis es incrementado escalonadamente una vez cada 6 ms durante 16 etapas, antes de retirar el estímulo. Esto da un tiempo total de estímulo de 96 ms dentro del período de 300 ms. Si no se detecta respuesta en el cerebro al estímulo de brillo mínimo, entonces se indica al menos una pérdida de visión del 6,25% para ese punto. Si no se detecta una respuesta para el segundo estímulo más bajo, entonces se indica al menos una pérdida del 12,5% y así hasta una pérdida de visión del 100% para ese punto si no se detecta una respuesta para el 16-avo estímulo (intensidad máxima) para ese punto. Las señales de interés ocurrirán solo en una ventana temporal centrada alrededor del tiempo P100. Cualquier señal recibida previamente al tiempo P100 y las recibidas después del tiempo P100 más 96 ms, se consideran como señales de tipo ruido de fondo y son usadas para eliminar los efectos del ruido de fondo. Se apreciará que hay muchas técnicas para la eliminación del ruido y que dichas técnicas no forman parte de esta invención. Aquí, es suficiente indicar que dado el conocimiento del tiempo de respuesta P100 y la temporización conocida de cada pulso de brillo, el tiempo esperado de cada respuesta es conocido. De esta manera, una inspección precisa de la respuesta del cerebro en el tiempo de respuesta esperado preciso puede ser realizada y el ruido de fondo puede ser filtrado consiguientemente.

Se indica aquí que al usar el aparato, no hay ningún problema particular observado causado por el movimiento del globo ocular del paciente durante la realización de un test. La colocación de la imagen ocurre rápidamente y se mueve de una parte de la pantalla a otra (bien usando una secuencia aleatoria o predeterminada) y, consecuentemente, la tentación para el paciente para mover el globo ocular durante una secuencia de test se reduce mucho cuando se compara con otros medios para testear la respuesta visual.

El mapa mostrado en la pantalla 15 y/o impreso como una copia en papel, muestra caracteres o puntos de diferentes intensidades que representan la superficie total de la retina, o una parte de la misma.

Los mapas pueden comprender representaciones en escala de grises para cada punto analizado con, por ejemplo, el blanco indicando no pérdida de visión y el negro indicando una pérdida de visión del 100% para un punto particular.

La Figura 3 muestra una impresión en papel para un test realizado sobre el ojo izquierdo del inventor. La zona más oscura 31, situada a cada lado del eje horizontal a la izquierda del centro del mapa 30, representa un punto ciego sobre la retina del ojo izquierdo del inventor. Las zonas claras, tales como la zona central 32, representan zonas de buena visión, mientras que los tonos intermedios, tales como la zona 33, muestran grados de deterioro de visión.

Los mapas completos para cada ojo pueden ser visualizados sobre la pantalla 15 y/o pueden ser imprimidos como una copia en papel y pueden ser almacenados, a continuación, en la memoria 111 del controlador para una transferencia o una recuperación subsiguiente.

El número de niveles de intensidad diferentes para los puntos de luz puede ser determinado por las capacidades de representación de la escala de grises del controlador 11 o de la pantalla 15, o de hecho, por la capacidad de la pantalla 12 de mostrar imágenes a diferentes niveles de intensidad. Naturalmente, la respuesta visual del ojo puede representarse sobre la pantalla 15 o sobre una impresión en maneras diferentes a un mapa de escala de grises. Por ejemplo, diferentes niveles de la respuesta visual del paciente pueden ser representados mediante colores diferentes, o el "mapa" podría ser reemplazado por una representación de un diagrama de barras, por ejemplo.

El test puede ser realizado usando luz monocromática o puede ser realizado con luz policromática, según los requerimientos y según el nivel de sofisticación del aparato.

El aparato es esencialmente portátil, ya que comprende un casco de poco peso y un ordenador portátil. El test puede ser realizado rápidamente, ya que es posible testear puntos cada 300 milisegundos.

Las pantallas 12 son preferentemente móviles en tres ejes mutuamente perpendiculares (adelante/atrás, izquierda/derecha, arriba/abajo) para permitir que las zonas más pequeñas del ojo sean exploradas en mayor detalle. De esta manera, si la pantalla es desplazada más lejos del ojo del paciente, parecerá más pequeña al paciente, pero todavía tendrá el mismo número de puntos iluminables. A continuación, el movimiento vertical y/o lateral puede llevar la pantalla a una posición en la que una parte correspondiente del ojo puede ser examinada a una resolución efectivamente más alta.

El uso del caso resulta en menos incomodidad para el paciente y puede ser realizado en el propio hogar del paciente, de pie, sentado o incluso tumbado. Debido a que no se requiere respuesta manual del paciente, los resultados del test son menos susceptibles de contener inexactitudes y solo se requiere un nivel mínimo de entrenamiento para permitir al personal realizar el test.

Los resultados del test, incluyendo el tiempo P100 determinado y el perfil de respuesta de la retina pueden permitir, de esta manera, la detección precoz de varias afecciones incluyendo glaucoma, retinitis pigmentosa y esclerosis múltiple.

Particularmente, se acepta que el tiempo P100, que es típicamente del orden de 95 ms, permanece bastante constante a lo largo de las vidas de los hombres sanos, aunque puede tender a ralentizarse durante la vida de las mujeres. En personas que padecen esclerosis múltiple, se da un incremento considerable en el tiempo P100. El aparato y el procedimiento descritos en la presente memoria pueden proporcionar, de esta manera, una indicación precoz de esta afección.

A pesar de que pueden utilizarse muchas frecuencias de destellos de luz para visualizar las imágenes sobre la pantalla 12, es preferente evitar las frecuencias entre 5 y 30 Hz, ya que se ha sugerido que los destellos de luz dentro de este intervalo de frecuencias conllevan un riesgo de ataque epiléptico en algunos sujetos.

Las personas con conocimientos en la técnica entenderán que varias modificaciones pueden ser realizadas a la invención sin alejarse de su alcance. Además, a pesar de que el aparato ha sido descrito con la idea de testear la respuesta visual de un paciente humano, éste puede ser adaptado de manera adecuada para testear la respuesta visual de un animal.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para testear (probar) la respuesta visual de un paciente, comprendiendo el aparato medios (16) de generación de imágenes, medios (12) de presentación de imágenes, y medios (13, 14) de detección, estando dispuestos los medios (16) de generación de imágenes y los medios (12) de presentación de imágenes, durante el uso, para generar y presentar una imagen delante de un ojo del paciente a niveles de intensidad variables predeterminados, y estando dispuestos los medios (13, 14) de detección, durante el uso, para detectar un estímulo-respuesta a la imagen presentada que ocurre en el cerebro del paciente, **caracterizado** porque los medios (16) de generación de imágenes están dispuestos, durante el uso, para generar imágenes de brillo o intensidad progresivamente creciente sobre los medios (12) de presentación de imágenes.

2. Aparato según la reivindicación 1, en el que los medios (16) de generación de imágenes están dispuestos, durante el uso, para generar una imagen temporal en momentos oportunos conocidos y en una posición predeterminada sobre los medios (12) de presentación de imágenes y presentada a un nivel de intensidad predeterminado.

3. Aparato según la reivindicación 1 ó 2, en el que los medios (16) de generación de imágenes están dispuestos, durante el uso, para generar un número de imágenes en momentos oportunos conocidos y en posiciones diferentes predeterminadas sobre los medios (12) de presentación de imágenes y presentadas a un nivel de intensidad predeterminado.

4. Aparato según la reivindicación 1, en el que los medios (16) de generación de imágenes están dispuestos, durante el uso, para generar secuencialmente un número de imágenes para la presentación en momentos oportunos conocidos y en posiciones diferentes predeterminadas sobre los medios (12) de presentación de imágenes.

5. Aparato según la reivindicación 2, 3 ó 4, en el que la imagen o cada imagen generada en sus varias posiciones predeterminadas están dispuestas, durante el uso, para que su nivel de intensidad sea variado en una manera predeterminada y los medios (13, 14) de detección están dispuestos para detectar el estímulo-respuesta a la variación en el nivel de intensidad.

6. Aparato según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, dependiendo de la reivindicación 4, en el que las imágenes generadas secuencialmente son generadas según una secuencia predeterminada, o aleatoria o pseudo-aleatoria.

7. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (12) de presentación de imágenes están dispuestos, durante el uso, para ser móviles con respecto a un ojo del paciente.

8. Aparato según la reivindicación 7, en el que los medios (12) de presentación de imágenes están dispuestos para el movimiento en las direcciones primera, segunda y tercera, mutuamente perpendiculares.

9. Aparato según la reivindicación 8, en el que las direcciones primera, segunda y tercera comprenden adelante/atrás, izquierda/derecha y arriba/abajo, respectivamente.

10. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (13, 14) de detección comprenden un transductor dispuesto, durante el uso, para detectar una señal o un impulso eléctrico producido en el cerebro del paciente en respuesta a la estimulación del ojo del paciente mediante una imagen sobre los medios de presentación de imágenes.

11. Aparato según la reivindicación 10, en el que los transductores (13) primero y segundo son proporcionados dispuestos, durante el uso, para detectar una señal o un impulso eléctrico en el cerebro del paciente, en respuesta a la estimulación visual de los hemisferios izquierdo y derecho de los ojos del paciente, respectivamente.

12. Aparato según la reivindicación 11, en el que los medios (13, 14) de detección están dispuestos, durante el uso, para suministrar la señal electrónica a un controlador (11).

13. Aparato según la reivindicación 12, en el que el aparato incluye un medios de filtrado electrónico dispuestos, durante el uso, para filtrar el ruido de las señales electrónicas de los medios (13, 14) de detección.

14. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato está dispuesto de manera que, durante el uso, los medios (16) de generación de imágenes generan imágenes temporales en posiciones diferentes sucesivas sobre los medios (12) de presentación de imágenes, mientras se varía la intensidad o el brillo de las imágenes, y los medios (13, 14) de detección proporcionan una señal electrónica cuando una imagen es registrada como detectada por el ojo del paciente, de manera que, los datos correspondientes al nivel de intensidad o brillo mínimo de las imágenes para las que el estímulo-respuesta indica que son visualmente detectables en las diferentes posiciones sobre los medios (12) de presentación de imágenes, pueden ser almacenados en una memoria y/o un visualizador.

15. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de temporización son proporcionados dispuestos, durante el uso, para medir un intervalo de tiempo entre la presentación de una imagen sobre los medios (12) de presentación de imágenes y la detección de un estímulo-respuesta eléctrico en el cerebro del paciente, mediante los medios (13, 14) de detección.

16. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un casco dispuesto, durante el uso, para ser colocado en la cabeza de un paciente y acarrear los medios (12) de presentación de la imagen o de cada imagen, los medios (13, 14) de detección, los medios para proyectar la imagen sobre los medios (12) de presentación de imágenes a una distancia adecuada y medios de soporte.

17. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato comprende además medios de visualización dispuestos, durante el uso, para visualizar información acerca de la respuesta del ojo del paciente en diferentes posiciones y/o de brillos o intensidades diferentes sobre los medios (12) de presentación de imágenes.

18. Aparato según la reivindicación 17, en el que los medios de visualización están dispuestos, durante el uso, para presentar la información en forma de un mapa.

19. Procedimiento para operar un aparato para testear la respuesta visual de un paciente, en el que el aparato comprende medios (16) de generación de imágenes y medios (12) de presentación de imágenes dispuestos, durante el uso, para generar y presentar una imagen delante de un ojo del paciente, y medios (13, 14) de detección dispuestos, durante el uso, para detectar un estímulo-respuesta a la imagen presentada que ocurre en el cerebro del paciente, en el que el procedimiento comprende generar un número de imágenes en posiciones diferentes sobre los medios (16) de presentación de imágenes y en niveles de intensidad variables predeterminados y detectar una señal o un impulso eléctrico producido en el cerebro del paciente en respuesta a la estimulación del ojo del paciente mediante las imágenes, y en el que el procedimiento comprende la etapa de generar imágenes de brillo o intensidad progresivamente creciente sobre los medios (12) de presentación de imágenes.

20. Procedimiento según la reivindicación 19, que comprende generar imágenes temporales en posiciones diferentes sucesivas sobre los medios (12) de presentación de imágenes, mientras se varía progresivamente la intensidad o el brillo de las imágenes.

21. Procedimiento según la reivindicación 19 ó 20, que comprende medir un intervalo de tiempo entre la presentación de una imagen sobre los medios (12) de presentación de imágenes y la detección de un estímulo respuesta eléctrico a la imagen presentada, en el cerebro del paciente.

22. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, en el que el procedimiento comprende la etapa de detectar una señal o un impulso eléctrico producido en el cerebro del paciente en respuesta a la estimulación visual de los hemisferios izquierdo y derecho de los ojos del paciente, respectivamente.

23. Procedimiento según la reivindicación 22, en el que el procedimiento comprende además la etapa de producir una señal electrónica en respuesta a la detección de una señal o un impulso eléctrico en el cerebro del paciente.

24. Procedimiento según la reivindicación 23, en el que el procedimiento comprende además la etapa de filtrar la señal electrónica para filtrar el ruido de la señal.

25. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 24, en el que en una etapa de calibración se calcula el tiempo de respuesta visual normal de un paciente a una imagen percibida visualmente.

26. Procedimiento según la reivindicación 25, en el que en la etapa de detección, se busca el estímulo-respuesta dentro de una ventana temporal centrada aproximadamente alrededor del tiempo de respuesta visual normal tras la presentación de una imagen sobre la pantalla de visualización.

27. Procedimiento según la reivindicación 25 ó 26, en el que las señales del cerebro que no aparecen dentro de las ventanas temporales de interés son utilizadas para proporcionar una medición del ruido de fondo y son empleadas para filtrar dicho ruido.

28. Procedimiento según cualquiera de las reivindicación 19 a 27, en el que la etapa de detección comprende detectar la señal o el impulso eléctrico producido en el cerebro del paciente en respuesta a la estimulación del ojo del paciente mediante las imágenes y proporcionar una señal electrónica al controlador cuando dicha imagen es detectada por el ojo del paciente.

29. Procedimiento según la reivindicación 28, en el que subsiguientemente a dicha etapa de detección, el controlador (11) realiza la etapa de almacenar los datos correspondientes a la intensidad o al brillo de las imágenes detectadas por el ojo en las diferentes posiciones sobre los medios de presentación de imágenes.

30. Procedimiento según la reivindicación 19, que comprende además visualizar los datos correspondientes a la intensidad o al brillo de las imágenes en forma de un mapa.

31. Procedimiento según la reivindicación 30, en el que el procedimiento comprende además visualizar una imagen de referencia en forma de un mapa, correspondiendo dicha imagen de referencia a una respuesta esperada o normal de un paciente sano.

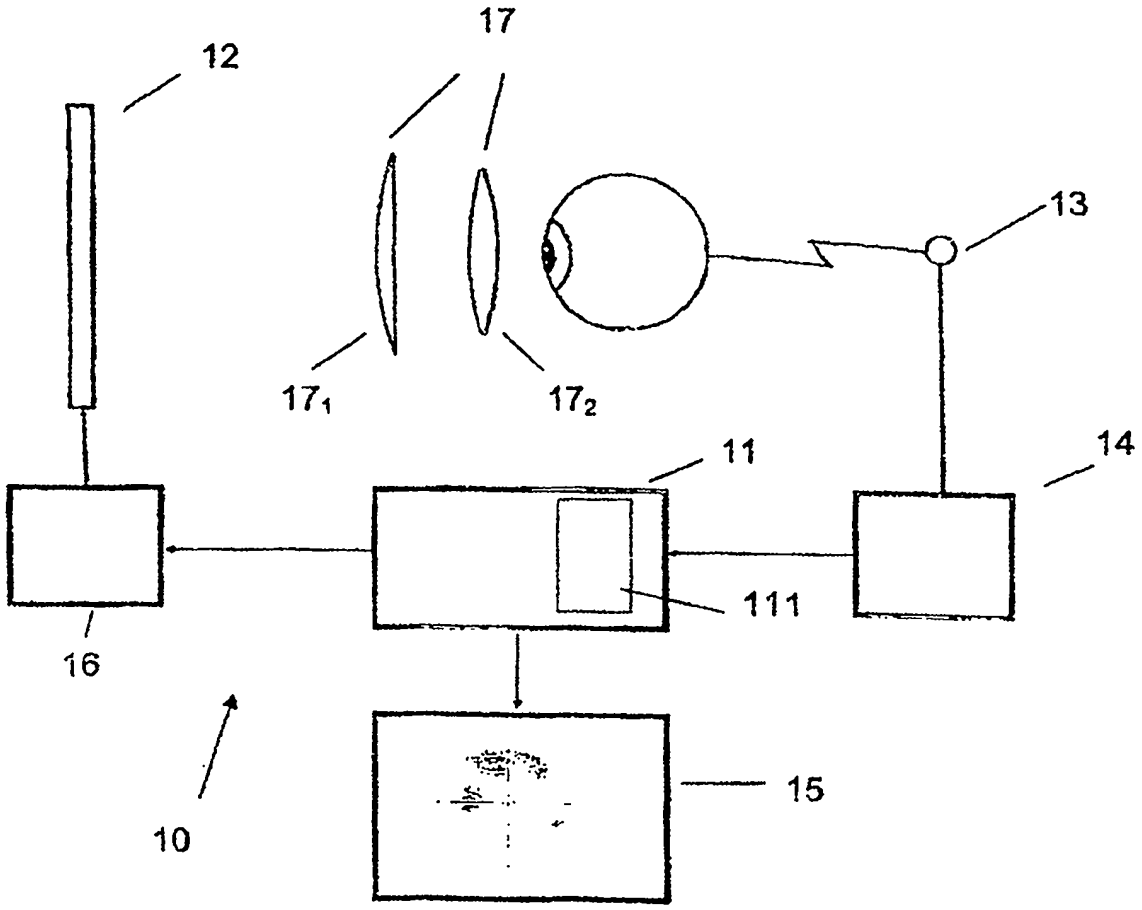


FIGURA 1

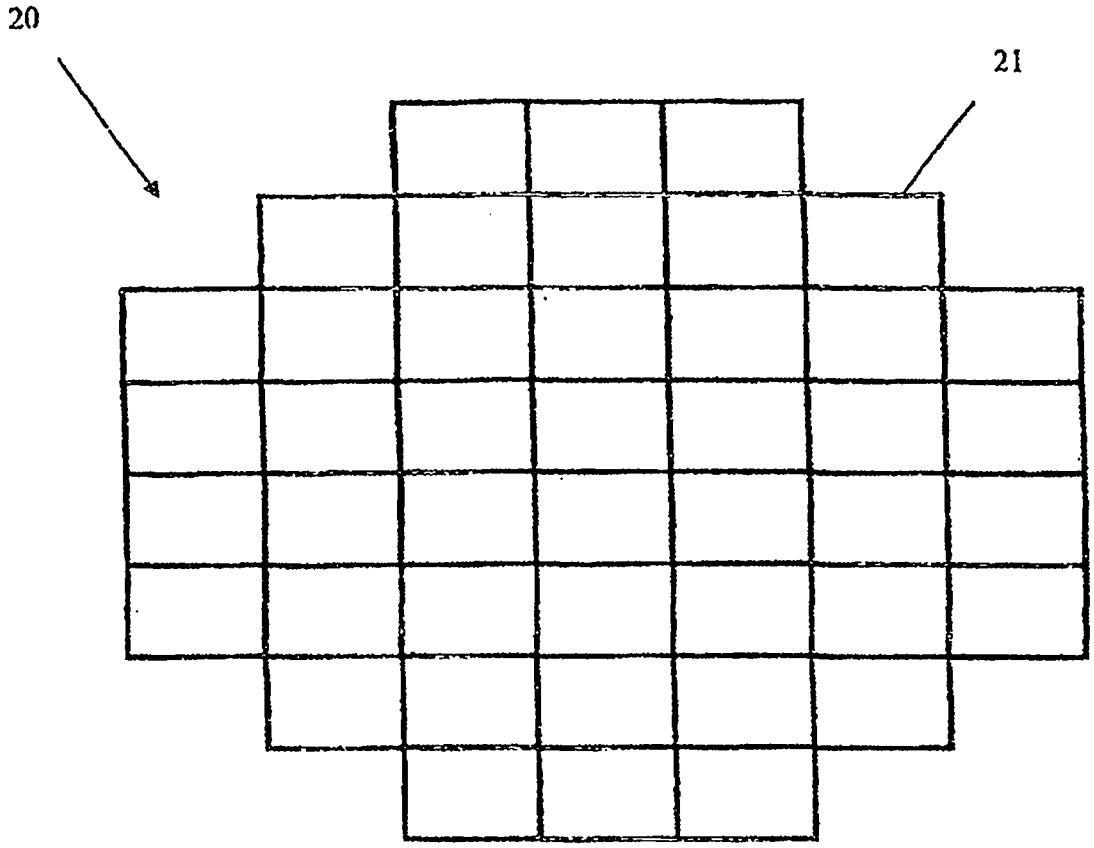


FIGURA 2

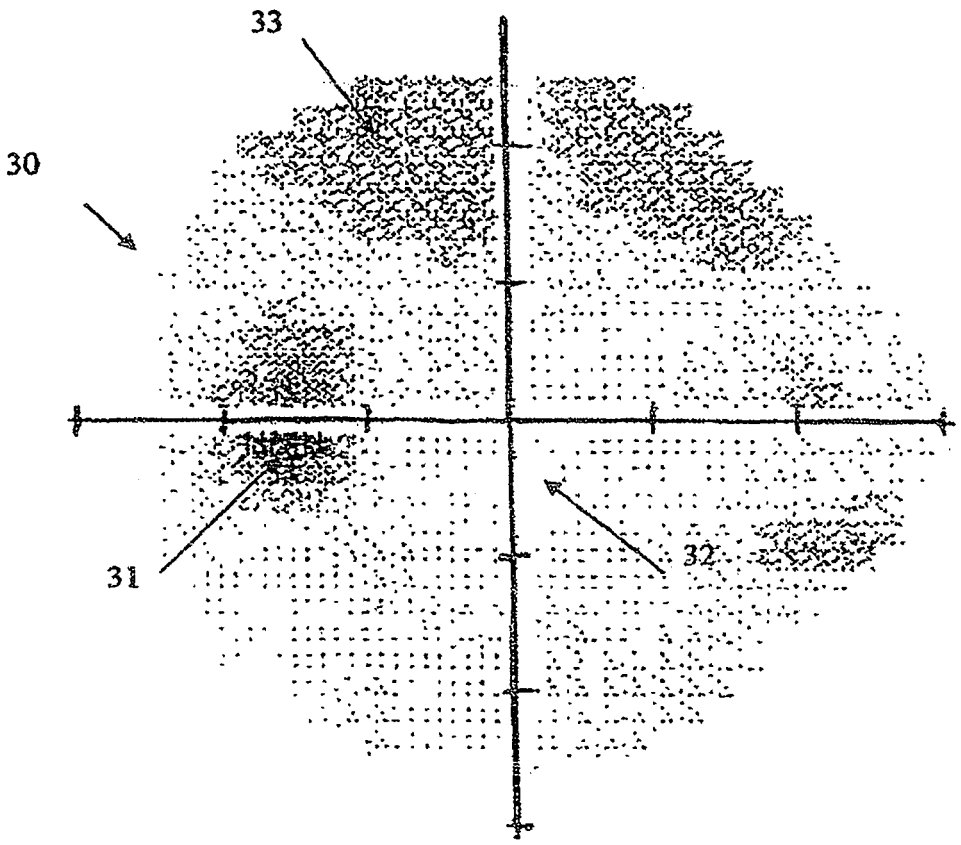


FIGURA 3