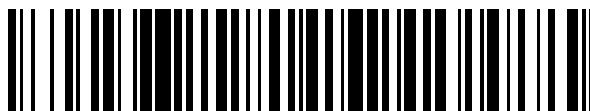


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 153**

51 Int. Cl.:

A61B 5/16 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2016** **E 16185273 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018** **EP 3287074**

54 Título: **Procedimiento para la detección del tiempo de respuesta cognitiva cerebral, así como dispositivo para la detección del tiempo de respuesta cognitiva cerebral**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.06.2019

73 Titular/es:

TALKINGEYES&MORE GMBH (100.0%)
Henkestrasse 91
91052 Erlangen, DE

72 Inventor/es:

MICHELSON, GEORG

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 717 153 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

Procedimiento para la detección del tiempo de respuesta cognitiva cerebral, así como dispositivo para la detección del tiempo de respuesta cognitiva cerebral.

Contexto tecnológico

5 Para la detección de estímulos ópticos o acústicos, olores y estímulos mecánicos, el organismo humano posee órganos sensoriales que sirven como sensores para los correspondientes estímulos. Por ejemplo, con estímulos ópticos, el ojo sirve para la captación de imágenes, efectuándose, sin embargo, el reconocimiento de patrones, es decir, el procesamiento posterior o interpretación de la información captada, en el tracto óptico y en el córtex visual. La capacidad sensorial se caracteriza sobre la base del umbral sensorial (lo pequeño que es un estímulo que aún se reconoce) y el tiempo para el reconocimiento del estímulo (la rapidez con la que se puede detectar el estímulo). La rapidez de la respuesta motórica al estímulo detectado y registrado es independiente del umbral sensorial y del tiempo para el reconocimiento del estímulo. Estímulos ópticos pueden reconocerse, por tanto, hasta un determinado umbral en lo que respecta a la resolución espacial, el contraste, la intensidad de textura y la disparidad estereoscópica. Este umbral sensorial depende de muchos factores individuales y se muestra reducido con determinadas dolencias (fotorreceptores dañados, opacidad del cristalino, etc.). El tiempo del procesamiento cerebral o del reconocimiento de los datos de imagen captados por el ojo depende del "grado de dificultad" del estímulo óptico. El tiempo del procesamiento o del reconocimiento de los estímulos visuales presentados en la parte cerebral del tracto óptico para la interpretación de los datos de imagen se denomina "tiempo de respuesta cognitiva cerebral". El tiempo de respuesta cognitiva cerebral puede variar mucho de paciente a paciente. Por ejemplo, pacientes con determinados cuadros de enfermedad (por ejemplo, pacientes enfermos de MS) tienen tiempos de respuesta cognitiva cerebral mayores que personas sanas. El tiempo de respuesta cognitiva cerebral también puede verse afectado por estados de cansancio o agotamiento, por influencia del alcohol, por la influencia de medicamentos. También es posible que el tiempo de respuesta cognitiva cerebral mejore paulatinamente mediante frecuente repetición de la misma tarea en sujetos de prueba individuales. Para obtener resultados de diagnóstico seguros, existe una gran necesidad clínica de detectar el tiempo de respuesta cognitiva cerebral de la manera más precisa posible y separarlo del tiempo de reacción motórica. El tiempo de reacción motórica es el tiempo entre la conclusión correcta del proceso de reconocimiento cerebral y la conclusión de la reacción motórica (por ejemplo, pulsación táctil). El tiempo de reacción motórica es independiente del tiempo de respuesta cognitiva cerebral, pero depende mucho de factores individuales (habilidad, ensayo, etc.) y del nivel de salud de los nervios y músculos motóricos.

Investigaciones internas han arrojado como resultado que, para poder establecer el tiempo de respuesta cognitiva cerebral en el marco de un diagnóstico o terapia, pueden presentarse estímulos en forma de imágenes estáticas o dinámicas a un sujeto de prueba y detectarse sobre la base de las reacciones motóricas a ellas del sujeto de prueba. A este respecto, los estímulos se presentan, por ejemplo, como estímulos ópticos por encima y por debajo del umbral de reconocimiento. Las imágenes ópticas ofrecen al sujeto de prueba dos o más opciones de selección de las que solo una es correcta y solo puede ser reconocida cuando se reconoce el estímulo correctamente. Con la selección correcta por parte del sujeto de prueba, se documenta un reconocimiento correcto del estímulo. Por regla general, la selección de una determinada opción sobre el correspondiente estímulo se efectúa mediante una acción motórica, por ejemplo, accionando una determinada tecla, realizando un determinado gesto, presionando un pedal, mediante una señal acústica, etc. La reacción motórica muestra entonces si (1) el estímulo visual ha sido reconocido correctamente y (2) cuánto tiempo transcurre desde la presentación del estímulo óptico hasta la conclusión de la respuesta motórica (tiempo de reacción). En este sentido, como medida del tiempo de reacción se toma el intervalo de tiempo comenzando en el momento de la presentación del estímulo hasta, por ejemplo, el accionamiento de la tecla. Además del tiempo de reacción para estímulos ópticos de diferente dificultad de reconocimiento, se puede detectar el umbral sensorial mediante la presentación de estímulos por encima y por debajo del umbral sensorial. El umbral sensorial es el grado de dificultad hasta el que el estímulo se reconoce correctamente. De esta manera, se puede detectar un valor umbral para el reconocimiento sensorial. El valor clínico de la detección del tiempo de reacción es limitado, ya que los tiempos de reacción como consecuencia de la presentación de estímulos no se relacionan únicamente con la cognición cerebral, sino que comprenden una pluralidad de otras circunstancias como, por ejemplo, la reacción condicionada motóricamente. El tiempo de reacción medido es el intervalo de tiempo que comprende al menos la cognición cerebral (el reconocimiento) y la respuesta motórica.

Estado de la técnica documental

Un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la nueva reivindicación 1 se conoce por el documento EP 0 251 541 A2. El objetivo de este procedimiento consiste en entrenar la potencia reflexiva neuromuscular de un deportista, por ejemplo, un boxeador, en condiciones controladas. El procedimiento comprende la generación de un estímulo óptico o acústico, la regulación de un determinado grado de dificultad previo, la detección del tiempo de reacción y la muestra de una evaluación del tiempo de reacción mediante la selección de un determinado LED entre varios. El grado de dificultad se establece con anterioridad sobre la base de datos de selección previos relativos al tamaño corporal, tipo de golpe, grado de dificultad, los componentes, y se complementa con datos empíricos.

5 El documento WO 2007/135441 A2 desvela un dispositivo para la detección y/o clasificación de déficits en el desarrollo neurológico de niños como, por ejemplo, TDA, TDAH o DCD. El dispositivo comprende una pantalla para la edición de una tarea, así como un equipo de introducción de datos por medio del cual el usuario puede reaccionar como respuesta a la tarea. El usuario puede pasar por una serie de tareas que cambian en su grado de dificultad como función del rendimiento del usuario. Un valor umbral sirve para sondear hasta qué rango de dificultad pueden plantearse las tareas.

10 El documento EP 2 094 159 B1 describe un sistema, así como un procedimiento para la comprobación de un determinado estado cognitivo-emocional de una persona. El procedimiento comprende la disposición de un estímulo individual, la exposición de una indicación óptica del estímulo individual ante la persona de prueba durante un determinado tiempo, la detección, así como la evaluación de tiempos de reacción a la presentación del estímulo individual. El procedimiento sirve para estudiar el estado emocional de la persona de prueba en relación con diferentes productos.

15 El documento DE 10 2005 025 977 A1 desvela un dispositivo de medición de tiempo y un procedimiento de medición de tiempo para procesos de decisión neurológicos. En este sentido, se efectúa una primera serie de presentaciones de diferentes estímulos mantenidos tabularmente, guardándose sus tiempos de reacción en una tabla de tiempos de reacción, así como una segunda serie de presentaciones de los mismos estímulos con un tipo de confirmación predefinido inversamente en cada caso en función de la evaluación, guardándose los otros tiempos de reacción detectados pertenecientes a los correspondientes estímulos también en la tabla de tiempos de reacción correspondientemente señalados. Además, se efectúa una evaluación diferencial de los tiempos de reacción respecto a los tipos de accionamiento predefinidos en cada caso y realizados para ello con respecto a los estímulos. Se hace la media de los resultados de varios sujetos de prueba y se densifican. En este sentido, el estímulo para un identificador de sujeto de prueba se presenta en cada caso lateralmente desplazado y/o acercándose o alejándose y/o aumentando o reduciéndose en el monitor. El dispositivo de introducción de datos para la generación de los diferentes tipos de aviso está diseñado de tal modo que, a este respecto, la distancia del usuario a él es prácticamente constante. Objetivo de esta invención es, mediante las medidas descritas, minimizar la variación de los tiempos de reacción a los estímulos.

20 Por la revista Markman A.B. *et al.*, "Constraining Theories of Embodied Cognition", Psychological Science 2005, tomo 16, páginas 6-10, se conoce un dispositivo en el que en un monitor se representa en perspectiva, centralmente, un identificador de sujeto de prueba y el estimulador se representa en perspectiva delante o detrás de este y, para la reacción a ello, está predefinido un movimiento de un palanca pivotante hacia el cuerpo del sujeto de prueba o alejándose de él.

25 Por el artículo publicado Paulus J. *et al.*, "Intended stereopsis evaluation of professional and amateur soccer players and subjects without soccer background", Frontiers and Psychology 2014, tomo 5, páginas 1-8, se conocen test de estereopsis de soporte informático, y sus evaluaciones, en los que se han expuesto a estímulos tanto estacionarios como móviles a futbolistas profesionales y futbolistas ocasionales. En este sentido, se ha puesto de manifiesto que futbolistas profesionales, en lo que respecta a la estereopsis, no son esencialmente mejores que los futbolistas ocasionales.

Objetivo de la presente invención

30 El objetivo de la presente invención consiste en poner a disposición un procedimiento, así como un dispositivo, con el que se pueda detectar de manera más exacta el tiempo de respuesta cognitiva cerebral.

Resolución del objetivo

El anterior objetivo se resuelve en relación con el procedimiento de acuerdo con la invención mediante las características de la reivindicación 1, así como, para el dispositivo de acuerdo con la invención, mediante las características de la reivindicación 10.

45 Diseños ventajosos del procedimiento de acuerdo con la invención, así como del dispositivo de acuerdo con la invención, se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

50 El procedimiento de acuerdo con la invención permite detectar con muy elevada precisión el tiempo de respuesta cognitiva cerebral K de estímulos de diferente dificultad desde el punto de vista técnico del reconocimiento. Con el procedimiento de acuerdo con la invención, se obtiene una serie de mediciones de tiempos de reacción T con grado de dificultad S paulatinamente creciente de la tarea cognitiva, no estando ordenada de difícil a fácil la secuencia de los grados de dificultad presentados de los estímulos, sino distribuidos aleatoriamente. Por así decirlo, se estimulan las capacidades cognitivas del sujeto de prueba sobre la base de estímulos con un grado de dificultad cambiante, se forma una curva con valores medidos de los tiempos de reacción a estímulos con diferentes grados de dificultad y se deduce a partir del desarrollo asintótico de la curva un valor de corrección del tiempo de reacción con el que se depura el tiempo de reacción realmente medido en el correspondiente estímulo. De esta manera, puede

- establecerse un tiempo de respuesta cognitiva derivado $K(S)$ para cada grado de dificultad y, por tanto, también un tiempo de respuesta cognitiva derivada para el valor de umbral sensorial ($=K(\text{valor umbral})$), que está depurado de los componentes de tiempo resultantes de la motórica. La curva de medición de tiempos de reacción para diferentes grados de dificultad de estímulos se corresponde, al menos esencialmente, con la curva de una función exponencial.
- 5 De ello resulta la ventaja de que los factores individuales que influyen en el tiempo de reacción motórica (como, por ejemplo, habilidad manual, determinadas enfermedades, factores relacionados con el estado fisiológico del momento, factores condicionados por la ingesta de medicamentos, etc.) pueden ser excluidos de manera efectiva al establecer el tiempo de respuesta cognitiva cerebral. Esto es ventajoso, sobre todo cuando, en el marco de medidas terapéuticas, el tiempo de respuesta cognitiva derivado para el valor umbral $K(\text{valor umbral})$ se utiliza como variable
- 10 de referencia y/o control. De esta manera, se posibilita un *feedback* preciso, por ejemplo, en el contexto de una medida terapéutica y, por tanto, una terapia esencialmente más específica. Por ejemplo, de esta manera se puede comprobar de modo esencialmente más preciso la efectividad de un medicamento. Así mismo, la invención posibilita un control más exacto del efecto terapéutico, por ejemplo, en el contexto de series de test realizadas frecuentemente. Además, el área bajo la curva entre el punto $T(\text{valor umbral})/ S(\text{valor umbral})$ y el punto $T(1)/ S(1)$
- 15 se puede utilizar como otra medida clínica de la capacidad cognitiva o evolución de la enfermedad o terapia.
- En el caso del tiempo de reacción T_1 inferior se trata de un estado o una zona del tiempo de reacción motórica que es independiente del grado de dificultad del estímulo presentado o que al menos no abandona un determinado ancho de banda de tiempo de reacción, ya que el tiempo de reacción motórica se presenta tras reconocimiento correcto del estímulo.
- 20 De acuerdo con la invención, el tiempo de respuesta cognitiva derivado del valor umbral sensorial $K(\text{valor umbral})$ o de un estímulo con un grado de dificultad $K(x)$ sensorial se utiliza como variable de referencia y/o variable de control para un procedimiento de diagnóstico y/o entrenamiento para el diagnóstico para el entrenamiento de la capacidad cognitiva. Cambios de este tiempo de respuesta cognitiva derivado $K(\text{valor umbral})$ o $K(x)$, por ejemplo, en el
- 25 contexto de un programa de entrenamiento o un planteamiento terapéutico, muestran por ello directamente un cambio de la capacidad cognitiva independientemente de la capacidad de reacción motórica. En caso de mejora exclusiva de la capacidad de reacción motórica, el desarrollo de la curva permanece constante, solo se desplaza la curva en el eje y.
- En caso de mejora de la capacidad cognitiva, la curva puede aplanarse y se produce un desplazamiento de la curva en el eje x.
- 30 De manera conveniente, la curva de los valores medidos en el procedimiento de acuerdo con la invención arroja, al menos aproximadamente, una función e o función exponencial. Sobre la base del desarrollo de la curva de los valores medidos, pueden calcularse o deducirse a su vez características del tiempo de respuesta cognitiva del sujeto de prueba en cuestión.
- 35 En el caso del umbral cognitivo de reconocimiento $S(\text{valor umbral})$, se trata preferentemente de un grado de dificultad del reconocimiento cognitivo en el que la capacidad del reconocimiento cognitivo por parte del sujeto de prueba es aún positiva dentro del intervalo de tiempo predefinido para la reacción al correspondiente estímulo. Por ejemplo, el sujeto de prueba puede responder a la tarea cognitiva aún dentro del periodo de tiempo establecido.
- De manera conveniente, las mediciones o etapas de procedimiento para la obtención de los tiempos de reacción se repiten en número estadísticamente suficiente para obtener valores medidos estadísticamente significativos.
- 40 Muy particularmente ventajoso es el procedimiento de acuerdo con la invención en relación con la detección del tiempo de respuesta cognitiva cerebral a estímulos visuales. La determinación del tiempo de respuesta cognitiva según la anterior descripción con diferentes grados de dificultad, y especialmente en el umbral sensorial de estímulos visuales, se efectúa para diferentes canales visuales o filtros visuales para la estereopsis binocular. De acuerdo con la invención, se trata, en el caso de los estímulos, de imágenes de prueba estereoscópicas con
- 45 cambiante disparidad estereoscópica. De esta manera, se puede examinar la capacidad visual estereoscópica de sujetos de prueba respecto al umbral estereoscópico y se pueden detectar con precisión los tiempos de cognición cerebral de diferentes grados de dificultad de estereoscopía.
- Preferentemente, también el tiempo de respuesta cognitiva a estímulos visuales para visión de movimiento y visión cromática se puede determinar mediante el procedimiento de acuerdo con la invención.
- 50 Preferentemente, en el caso de los estímulos se trata de estímulos del mismo tipo y/o categoría.
- De acuerdo con la invención, los estímulos se ofrecen con respecto a su grado de dificultad al sujeto de prueba estocásticamente o en secuencia aleatoria. Esto significa que se generan estímulos con grado de dificultad aleatoriamente cambiante en el marco del procedimiento de acuerdo con la invención. De esta manera, se evitan efectos de aprendizaje que podrían falsear el resultado de la medición.

La presente invención se refiere, además, a un dispositivo para la detección del tiempo de respuesta cognitiva cerebral de un sujeto de prueba de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 10. El dispositivo está caracterizado por que está configurado para realizar el procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 9.

5 De manera conveniente, el dispositivo comprende un generador aleatorio para la generación de los estímulos de diferentes grados de dificultad según el principio de generación aleatoria.

Los tiempos de cognición derivados $K(\text{valor umbral})$ o $K(x)$ son particularmente adecuados como base para la supervisión de un progreso terapéutico y/o de entrenamiento en la terapia y/o en el entrenamiento de la capacidad cognitiva cerebral.

10 En consecuencia, el dispositivo reivindicado también puede ser parte de un aparato de entrenamiento o terapia para la capacidad cognitiva cerebral.

Descripción de la invención a partir de ejemplos de realización

Diseños útiles de la presente invención se explican con más detalles sobre la base de las figuras del dibujo. Muestran:

15 la figura 1, una representación muy simplificada de la relación entre el grado de dificultad S de una tarea cognitiva y el tiempo de reacción R de un sujeto de prueba;

la figura 2, la relación entre la disparidad estereoscópica correctamente reconocida de diferentes grados de dificultad y los correspondientes tiempos de reacción a estos estímulos; así como

la figura 3, una representación esquemática muy simplificada de un equipo para la realización del procedimiento.

20 El procedimiento de acuerdo con la invención se refiere a la medición de los tiempos de reacción de un sujeto de prueba a una pluralidad de estímulos de diferentes grados de dificultad con respecto al reconocimiento para una estimulación individual. El procedimiento comprende las siguientes etapas de procedimiento:

(a) disposición de un estímulo para una estimulación individual como tarea para el sujeto P de prueba para reconocer y examinar si este estímulo es reconocido por el sujeto P de prueba,

25 (b) presentación del estímulo durante un tiempo predefinido, de tal modo que el sujeto P de prueba pueda percibir el estímulo, pudiéndose efectuar la presentación del estímulo con diferente duración,

(c) reacción motórica del sujeto P de prueba al estímulo percibido por él dentro de un tiempo de reacción, dividiéndose el tiempo de reacción al menos en una parte de tiempo cognitiva, así como una parte motórica,

(d) detección del tiempo de reacción como tiempo entre el comienzo de la presentación del estímulo y conclusión de la reacción motórica del sujeto P de prueba como consecuencia del estímulo,

30 realizándose las etapas de procedimiento (a) a (d) de manera continua con estímulos, preferentemente estímulos del mismo tipo o categoría, con grado de dificultad cognitiva cambiante para el sujeto de prueba, y generándose en este sentido una serie de valores medidos del tiempo de reacción al estímulo con diferente grado de dificultad cognitiva, y efectuándose, para la detección del tiempo de respuesta cognitiva cerebral, una corrección de los valores medidos del tiempo de reacción para obtener un tiempo de respuesta cognitiva derivado $K(x)$, de tal modo que los valores medidos del tiempo de reacción T sean depurados de una parte de tiempo de reacción T_1 que resulta de la evolución asintótica de los valores medidos hacia grados de dificultad S menores.

40 Como se aprecia en la figura 1, los puntos de medición dan como resultado una curva creciente de derecha a izquierda en la figura 1 equiparable a una función e . El grado de dificultad S de la tarea cognitiva aumenta en la abscisa del lado derecho hacia el izquierdo en la figura 1. La ordenada constituye el tiempo de reacción T (en segundos), es decir, el tiempo de reacción del sujeto de prueba medido desde el comienzo de la presentación del estímulo hasta la conclusión de la reacción motórica del sujeto de prueba como reacción al estímulo, por ejemplo, hasta que se aprieta una tecla o similar. El grado de dificultad $S(\text{valor umbral})$ define el grado de dificultad, es decir, un estímulo con un determinado grado de dificultad que el sujeto de prueba aún es capaz de reconocer. Más allá del umbral de grado de dificultad $S(\text{valor umbral})$, las reacciones ya son únicamente arbitrarias.

45 En lugar de una reacción por pulsación táctil, también puede estar previsto un control por gestos, por ejemplo, con brazos o piernas, en el que se detecten los gestos como reacción a los estímulos.

Como se desprende claramente de la figura 1, el tiempo de reacción T a un estímulo es la suma del tiempo de respuesta cognitiva (área cognitiva) y del tiempo de reacción motórica (área motórica). El tiempo de respuesta cognitiva depende del grado de dificultad S del estímulo. Cuanto más difícil, es decir, complejo, es el estímulo,

mayor es el tiempo de respuesta cognitiva K. El tiempo de reacción motórica comienza tras concluir el proceso de reconocimiento y es, por tanto, independiente del grado de dificultad del estímulo.

5 Al restarse del tiempo de reacción T absoluto medido de la parte de tiempo de reacción T1 que caracteriza el área motórica, se obtiene el tiempo de respuesta cognitiva derivado K(x), como se indica esto para un grado de dificultad S(x) particular a modo de ejemplo en la figura 1. El tiempo de respuesta cognitiva derivado K(x) representa, por tanto, el verdadero tiempo para la detección y el reconocimiento del estímulo con el correspondiente grado de dificultad S.

10 Los estímulos se presentan con diferentes grados de dificultad S varias veces unos tras otros al sujeto de prueba, detectándose y documentándose en este sentido la exactitud de la respuesta, así como el tiempo de reacción. Para excluir la posibilidad de efectos de aprendizaje, los estímulos de diferentes grados de dificultad S se presentan al sujeto de prueba estocásticamente, es decir, por asignación aleatoria. Los tiempos de reacción correspondientes en cada caso para respuestas correctas se miden por medio de un elemento de registro de tiempos. La curva representada en la figura 1 sustituye una pluralidad de puntos de medición con estímulos de diferente grado de dificultad S.

15 Dado que el tiempo de reacción motórica T1 puede presentar grandes diferencias en función del sujeto de prueba, con el procedimiento de acuerdo con la invención se crea la posibilidad de formar un tiempo de respuesta cognitiva derivado K(x) que reproduce para el caso de aplicación individual exclusivamente la capacidad del área cognitiva excluyendo el área motórica y, por tanto, se puede emplear como variable de referencia y/o variable de control para un procedimiento individual de diagnóstico y/o entrenamiento.

20 El procedimiento es adecuado muy particularmente para la determinación del tiempo de respuesta cognitiva de estímulos visuales para la estereopsis. Para ello, pueden formarse correspondientes estímulos con grados de dificultad cambiantes y trazarse correspondientes curvas de medición.

25 La representación de la figura 2 muestra una correspondiente curva de la disparidad estereoscópica (S en segundos de arco) con grado de dificultad creciente de derecha a izquierda en el tiempo de reacción T (en mseg). Como se desprende claramente de la figura 2, los valores medidos forman una curva asintótica aproximadamente al estilo de una función e o función exponencial. La curva asintótica establece un tiempo de reacción T1 inferior que refleja la reacción motórica en grados de dificultad cognitiva bajos del sujeto de prueba en cuestión. Con ello, los correspondientes valores medidos de los tiempos de reacción T en los diferentes estímulos deben ser depurados en el ejemplo concreto de la parte de tiempo de reacción motórica de aproximadamente 680 mseg, de tal modo que los valores medidos representen exclusivamente los tiempos de respuesta cognitiva. Por ejemplo, el tiempo de respuesta cognitiva K(x) con un grado de dificultad de la disparidad estereoscópica de 11 segundos de arco (K(11segundos de arco) asciende a 260 mseg. En este sentido, se trata del valor umbral sensorial. El valor del tiempo de respuesta cognitiva en este valor umbral asciende a aproximadamente 260 mseg y resulta de una diferencia del tiempo de reacción T(valor umbral) de 940 mseg y la parte de tiempo de reacción motórica T1 de 680mseg.

35 La figura 3 muestra como ejemplo un equipo para la detección del tiempo de respuesta cognitiva cerebral para reconocer y examinar el tiempo de respuesta cognitiva cerebral de un sujeto P de prueba. El equipo 1 comprende un módulo de generación de imágenes 2 que sirve para generar en un monitor 7 o pantalla 6 un estímulo 9, en el presente caso un estímulo que actúa tridimensionalmente para el sujeto P de prueba en forma de 4 balones, representándose un balón con una disparidad diferente a la de los otros 3 balones. El estímulo 9 sirve para determinar el tiempo de respuesta cognitiva cerebral, por ejemplo, de imágenes estereoscópicas de diferentes grados de dificultad, en este caso con diferentes disparidades. Para ello, se genera el estímulo 9, por ejemplo, 4 balones, representándose un balón con una diferencia de disparidad 10 determinada respecto a los otros 3 balones. El sujeto P de prueba puede estar equipado para este fin con unas gafas 3D 8. El estímulo 9 con 4 balones, presentando un balón una diferencia de disparidad, se presenta correspondientemente a la figura 3 al sujeto P de prueba consecutivamente con diferentes grados de disparidad y, por tanto, en diferentes planos 10 espaciales virtuales. Cuando el sujeto P de prueba reconoce correctamente el estímulo 9, es decir, el balón, con la diferencia de disparidad y responde correctamente a esta pregunta (por ejemplo, pulsación táctil arriba a la derecha, dado que el balón parece arriba a la derecha más cerca del sujeto de prueba que los otros 3 balones), es realizada por él una introducción de datos 11 manual, por ejemplo, accionando una tecla o un panel táctil, y un equipo de detección temporal 3 mide el tiempo desde la presentación del estímulo 9 hasta el accionamiento del equipo de introducción de datos 11 manual y lo alimenta a un módulo de control y evaluación 4. Después, se prosigue el test con el estímulo 9 con efecto tridimensional en forma de 4 balones, representándose otro balón con otra diferencia de disparidad y, por tanto, en otro plano 10 óptico. El módulo de control y evaluación 4 puede presentar una edición 5, así como una pantalla 6 para la edición o indicación de los valores medidos. Además, el módulo de control y evaluación 4 comprende un equipo de almacenamiento 17. Los estímulos visuales 9 de diferente grado de dificultad están representados en la figura 3 en cada caso con líneas de trazos. Por ejemplo, en este sentido un estímulo 9 puede ser presentado al sujeto P de prueba en forma de 4 balones, representándose siempre otro balón con otra diferencia

de disparidad y, por tanto, en otro plano 10 óptico que los otros 3 balones. El balón con la diferencia de disparidad respecto a los otros 3 balones aparece en otro plano 10 óptico que los demás.

5 De manera conveniente, el módulo de control y evaluación 4 comprende un generador aleatorio 13 que permite que los estímulos 9 individuales de diferente grado de dificultad S sean presentados aleatoriamente al sujeto P de prueba, es decir, que se excluye de este modo la posibilidad de una presentación progresiva con grado de dificultad paulatinamente creciente, ya que, de lo contrario, efectos de aprendizaje cognitivo podrían falsear el resultado de la medición.

10 El equipo 1 posibilita generar correspondientes curvas como, por ejemplo, se representa en la figura 1 o la figura 2 y generar a partir de ello el tiempo de respuesta cognitiva derivado $K(x)$, que reproduce exclusivamente el área cognitiva del tiempo de reacción. En este sentido, se trata del tiempo de respuesta cognitiva $K(x)$ individual en cada caso del sujeto P de prueba en cuestión, que se pueden almacenar, por ejemplo, en una memoria 17 interna del equipo 1.

15 Alternativa o adicionalmente, el tiempo de respuesta cognitiva derivado $K(x)$ también puede editarse por medio de una edición de datos 12, por ejemplo, una interfaz, para otros usuarios, por ejemplo, en un módem 14. En caso necesario, los datos pueden alimentarse por medio del módem 14, a una red o a internet 15 y desde allí ser almacenados, por ejemplo, en una nube de ordenador 16 de manera centralizada.

20 La presente invención posibilita con medios relativamente sencillos generar el tiempo de respuesta cognitiva a estímulos de diferente dificultad que deben detectarse de un sujeto de prueba sin componentes de tiempo de reacción motórico perturbadores y utilizarlo para aplicaciones diagnósticas o de entrenamiento. En consecuencia, el equipo de acuerdo con la invención, también puede ser objeto de un aparato de diagnóstico y/o entrenamiento con el que se pueda diagnosticar y/o incluso entrenar la capacidad cognitiva en relación con el procesamiento, por ejemplo, de estímulos visuales.

LISTA DE REFERENCIAS

- 1 Dispositivo
- 25 2 Módulo de generación de imágenes
- 3 Equipo de detección temporal
- 4 Módulo de control y evaluación
- 5 Edición
- 6 Pantalla
- 30 7 Monitor
- 8 Gafas 3D
- 9 Estímulo
- 10 Plano óptico
- 11 Introducción manual
- 35 12 Edición de datos
- 13 Generador aleatorio
- 14 Módem
- 15 Internet
- 16 Ordenador en la nube
- 40 P Sujeto de prueba
- S Grado de dificultad
- T Tiempo de reacción

K(x) Tiempo de respuesta cognitiva derivado

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la detección del tiempo de respuesta cognitiva cerebral de un sujeto P de prueba con las siguientes etapas de procedimiento:
- 5 (a) disposición de un estímulo para una estimulación individual como tarea para el sujeto P de prueba para reconocer y examinar el tiempo de respuesta cognitiva del sujeto P de prueba,
- (b) presentación del estímulo durante un tiempo predefinido, de tal modo que el sujeto P de prueba pueda percibir el estímulo,
- (c) reacción del sujeto P de prueba al estímulo percibido por él dentro de un tiempo de reacción T, dividiéndose el tiempo de reacción al menos en una parte de tiempo cognitiva, así como una parte motórica,
- 10 (d) determinación del tiempo de reacción T como tiempo entre la presentación del estímulo y la reacción motórica del sujeto P de prueba como consecuencia del estímulo,
- realizándose las etapas de procedimiento (a) a (d) de manera continua con estímulos con grado de dificultad S cognitiva cambiante para el sujeto de prueba, efectuándose para la detección del tiempo de respuesta cognitiva cerebral, una corrección de los valores medidos del tiempo de reacción para obtener un tiempo de respuesta cognitiva derivado $K(x)$, de tal modo que los valores medidos del tiempo de reacción T sean depurados de una parte
- 15 de tiempo de reacción motórica T1 que resulta de la evolución asintótica de la curva individual de medición hacia grados de dificultad S menores,
- y generándose una variable de referencia y/o variable de control sobre la base del tiempo de respuesta cognitiva $K(\text{valor umbral})$ o $K(x)$ personal individual,
- 20 caracterizado por que,
- en el caso de los estímulos visuales, se trata de estímulos para la estereopsis en forma de imágenes de prueba estereoscópicas con disparidad estereoscópica cambiante,
- se genera una serie de valores de medición del tiempo de reacción relativos al correspondiente grado de dificultad cognitivo en forma de una curva de medición asintótica de tiempos de reacción para diferentes grados de dificultad S en segundos de arco,
- 25 los estímulos se ofrecen con respecto a su grado de dificultad al sujeto de prueba estocásticamente o en secuencia aleatoria, y se utiliza la curva de los valores medidos y/o la superficie de curva como rasgo característico de la capacidad cognitiva del sujeto de prueba.
- 30 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que como parte de tiempo de reacción motórica T1 se establece un tiempo de reacción que representa el tiempo de reacción para estímulos con bajo grado de dificultad cognitivo S1 sobre la base de la serie de valores de medición del tiempo de reacción T, o al menos se correlaciona con este.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que se establece un tiempo de reacción $T(x)$ y se forma un tiempo de respuesta cognitiva $K(x)$ derivado como diferencia del tiempo de reacción $T(x)$ y la parte de tiempo de reacción motórica (T1).
- 35 4. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que se establece un tiempo de reacción umbral $T(\text{valor umbral})$ que representa el tiempo de reacción en el umbral de reconocimiento cognitivo $S(\text{valor umbral})$ sobre la base de la serie de valores de medición del tiempo de reacción T con diferentes estímulos, y se forma un tiempo de respuesta cognitiva derivada $K(\text{valor umbral})$ como diferencia del tiempo de reacción $T(\text{valor umbral})$ y la parte de tiempo de reacción motórica (T1).
- 40 5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el tiempo de respuesta cognitiva derivado $K(\text{valor umbral})$ o $K(x)$ se utiliza como variable de referencia y/o variable de control para un procedimiento diagnóstico y/o de entrenamiento para el diagnóstico o entrenamiento de la capacidad cognitiva.
- 45 6. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, en el caso del umbral de dificultad cognitivo $S(\text{valor umbral})$, se trata del mayor grado de dificultad que el sujeto P de prueba aún reconoce.
7. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, en el caso del tiempo de reacción T1, se trata de un estado o rango de variación del tiempo de reacción T en el que el tiempo de reacción T permanece constante con decreciente grado de dificultad o al menos no abandona un determinado ancho
- 50 de banda de tiempo de reacción.

8. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, para la obtención de valores medidos estadísticamente significativos, se repiten en número suficiente las cantidades de tiempo de reacción en los diferentes grados de dificultad.
- 5 9. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que, en el caso de los estímulos ópticos para estereopsis, se trata de imágenes de objetos tridimensionales que se mueven y que aparecen a diferentes distancias (también virtuales) del sujeto P de prueba.
10. Dispositivo (1) para la detección del tiempo de respuesta cognitiva cerebral de un sujeto P de prueba con un equipo para la generación y presentación de un estímulo (9) como estimulación individual como tarea para el sujeto P de prueba para reconocer y examinar la capacidad cognitiva de reconocimiento del sujeto P de prueba,
- 10 un equipo de detección temporal (3) para la detección del tiempo desde la presentación del estímulo hasta que el sujeto P de prueba ha reaccionado motóricamente a la presentación del estímulo,
- un dispositivo de introducción de datos (11) manipulable por el sujeto de prueba, preferentemente de manera manual o acústica para la activación del equipo de detección temporal (3),
- un módulo (4) de control y evaluación, así como un generador (13) aleatorio,
- 15 caracterizado por que el dispositivo (1) está configurado para realizar el procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 9.
11. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado por que el dispositivo es parte de un apartado de entrenamiento o terapia para la capacidad cognitiva cerebral.

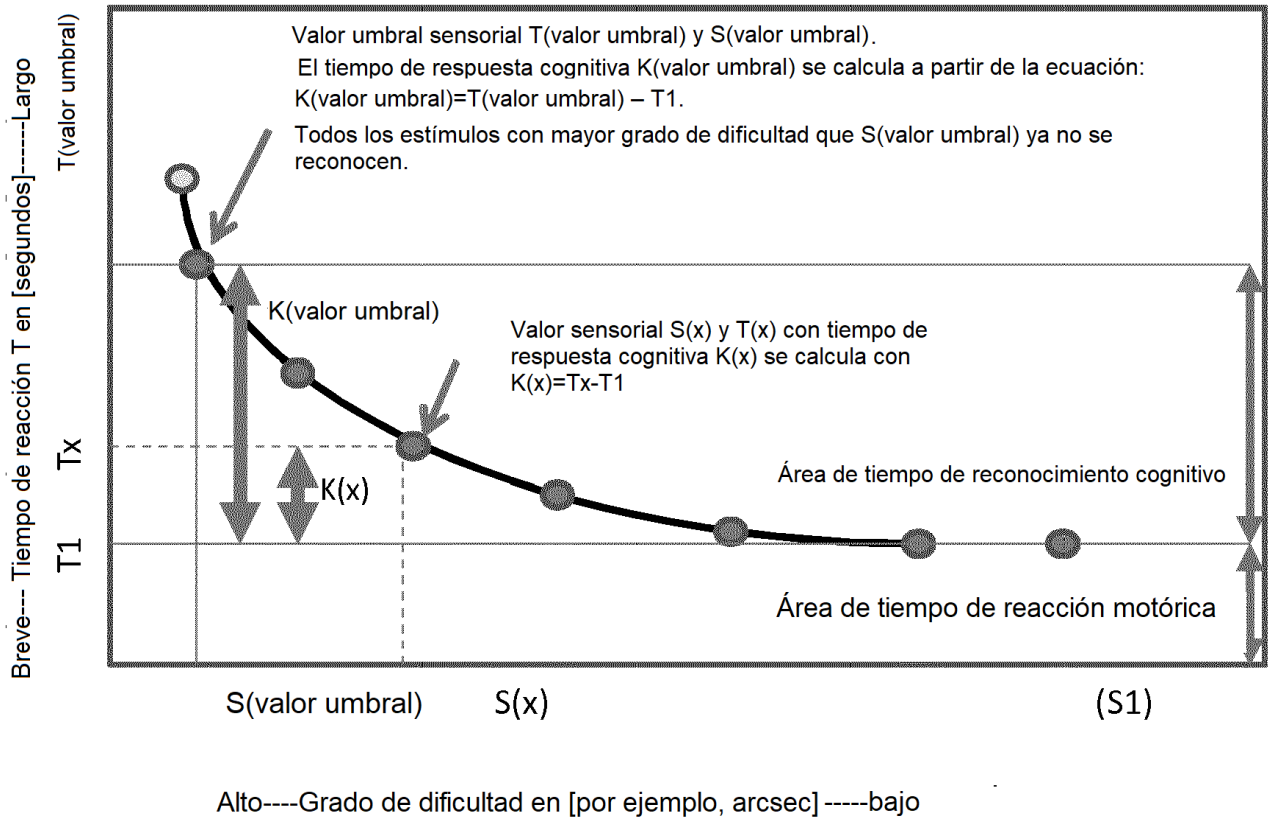


Fig. 1

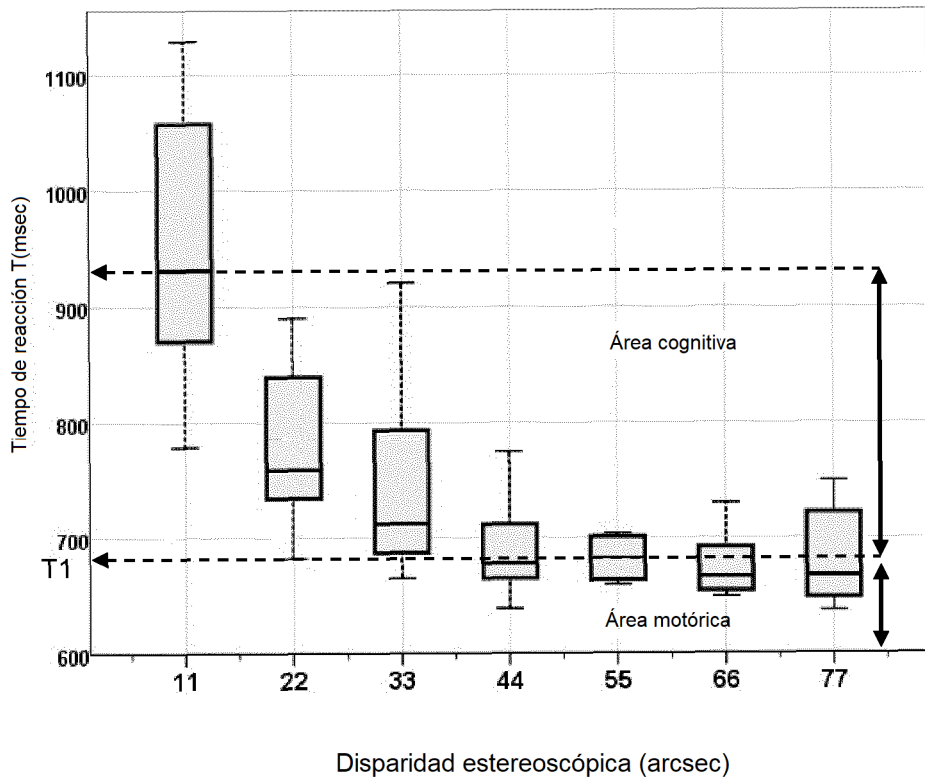


Fig. 2

