

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 849**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/024** (2006.01)

**A61B 5/0402** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.09.2013 PCT/EP2013/069647**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14060182**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2013 E 13774371 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 2908720**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para detectar y reportar una condición de estrés de una persona**

30 Prioridad:

**16.10.2012 EP 12188701**

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

**26.05.2020**

73 Titular/es:

**XOTOX TOOLS AG (100.0%)  
Johannisburgstrasse 16  
8700 Küsnacht, CH**

72 Inventor/es:

**BACHMANN, PHILIPP y  
FRITZSCHE, ROLF**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio**

ES 2 762 849 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**

Dispositivo y procedimiento para detectar y reportar una condición de estrés de una persona

**5 Campo técnico**

La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para detectar y reportar una condición de estrés de una persona.

**10 Estado de la técnica**

Desde hace mucho tiempo, se conoce el uso de la frecuencia de pulso o la variabilidad de la frecuencia cardíaca para la detección de las condiciones de estrés. De este modo, se define el intervalo entre dos latidos cardíacos, en el sentido de la presente invención, como el tiempo entre el inicio de dos contracciones de las cámaras cardíacas. Este inicio de la contracción de la cámara aparece en el electrocardiograma (ECG) como la onda R. En general, la distancia entre dos ondas R se denota como intervalo RR. Después de promediar un número definido de intervalos RR, la frecuencia cardíaca se puede determinar mediante cálculo. Los valores individuales de los intervalos RR varían alrededor del valor medio así obtenido. De este modo, las variaciones pueden cambiar de latido a latido. En general, la variación se denota como variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV). En principio, la frecuencia cardíaca también se puede determinar mediante una medición de presión realizada en una arteria.

Fisiológicamente, la variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV) está relacionada con la capacidad del organismo humano para adaptar la frecuencia del ritmo cardíaco. Las variaciones de la frecuencia cardíaca, es decir, las variaciones del intervalo temporal entre dos latidos cardíacos, pueden ocurrir en un estado de reposo, en cuyo caso son en su mayoría espontáneas, pero también en variaciones específicas de las condiciones circundantes, por ejemplo, bajo estrés. Un organismo sano adapta continuamente la frecuencia cardíaca a las condiciones actuales a través de vías de regulación fisiológica del sistema nervioso vegetativo. Por lo tanto, el estrés físico o psicológico generalmente resulta en un aumento de la frecuencia cardíaca que normalmente disminuye nuevamente con alivio y relajación. De este modo, una buena adaptabilidad al estrés da como resultado una mayor variabilidad de frecuencia cardíaca. Bajo carga de estrés crónico, la adaptabilidad se reduce. A este respecto, se sabe que la variabilidad de frecuencia cardíaca en sí misma ya proporciona un cierto indicador, aunque todavía poco confiable, para la carga de estrés actual y la capacidad de una persona para lidiar con el estrés.

En el estado de la técnica, se han propuesto varios procedimientos para determinar la condición de estrés de una persona, incluyendo la propuesta de usar parámetros de medición adicionales además de la frecuencia de pulso. Por lo tanto, el documento de patente DE 103 19 361 A1 propone usar la latencia de la onda de pulso además de la variabilidad de frecuencia cardíaca.

Con respecto al análisis de la variabilidad de frecuencia cardíaca, se hace referencia a los documentos de patente DE 100 06 154 A1, DE 10 2006 039 957 A1, y también a DE 10 2008 030 956 A1 y EP 1 156 851 B1, en los que los expertos en la técnica pueden encontrar varios procedimientos de determinación.

A partir del documento de patente EP 2 316 333 A1 se conoce un dispositivo y un procedimiento en el que se calcula una cantidad de estado que es función de la frecuencia cardíaca actual y de la variabilidad de frecuencia cardíaca actual, preferentemente una combinación lineal de la frecuencia cardíaca actual P y de la variabilidad de frecuencia cardíaca actual. Además, en la publicación mencionada, se propone proporcionar a la función de estado al menos un valor de corrección que incluya el historial de la persona dentro de al menos las últimas 0,5 horas.

Este enfoque parece bastante adecuado para la presente memoria. Sin embargo, resulta un problema adicional de optimización que puede describirse por el hecho de que, por un lado, particularmente para comparar a diferentes personas, es necesario introducir normalizaciones, pero que por otro lado también es necesario tener en cuenta las diferencias individuales.

**Descripción de la invención**

El objeto de la invención es proporcionar un dispositivo y un procedimiento correspondiente para detectar y reportar una condición de estrés de una persona con una mayor confiabilidad en comparación con el estado de la técnica, y en el cual, por un lado, particularmente para comparar diferentes personas, se pueden introducir normalizaciones, pero en las que, por otro lado, también se toman en cuenta las diferencias individuales.

El objeto de la invención se logra, de acuerdo con un primer aspecto, mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1. Al principio, las características de la invención tienen el resultado de que, en una primera

aproximación, es decir, en la primera ventana de procesamiento, es decir, en un primer intervalo de tiempo  $T_1$  o a través de un número predeterminado de pulsaciones, se obtiene un primer resultado de aproximación que ya puede procesarse. Para este propósito, uno puede considerar, en particular, los valores relacionados con la edad que proporcionan, preferentemente para los grupos de edad respectivos, valores tabulados típicos de los valores mínimos y máximos de la frecuencia de pulso y el valor HRV. Las ventanas de procesamiento posteriores pueden, de acuerdo con estudios experimentales, proporcionar resultados mejorados, particularmente si la persona tiene características que se desvían de los valores tabulados de los valores mínimo y máximo de la frecuencia de pulso y el valor de HRV, independientemente de si esto se debe a razones de, por ejemplo, una condición de entrenamiento particularmente buena o particularmente mala o si también se debe a valores de estrés altos o bajos en el historial a corto o mediano plazo. Cabe señalar que el registro del pulso es posible en cualquier parte del cuerpo y que, en principio, el pulso se puede medir de forma óptica, acústica o kinestésica, y convertirlo en señales eléctricas. Además, de acuerdo con la invención, es posible una medición directa de señales eléctricas con el fin de medir el pulso.

De acuerdo con el procedimiento para detectar y reportar una condición de estrés de una persona de acuerdo con la presente invención, se llevan a cabo las siguientes etapas:

Dentro del intervalo de tiempo, o para un número predeterminado de pulsaciones, los datos de la frecuencia de pulso actual  $P$  y de la variabilidad de frecuencia cardíaca actual HRV se adquieren y procesan continuamente. De este modo, se calcula por separado un valor para el índice de estrés para la frecuencia de pulso y la variabilidad de frecuencia cardíaca, y posteriormente se suman los dos valores, utilizando factores de ponderación. En esta etapa, los valores de la frecuencia de pulso y de la variabilidad de frecuencia cardíaca se normalizan con respecto a los valores extremos tabulados  $P_{max}$ ,  $P_{min}$ ,  $HRV_{max}$  y  $HRV_{min}$ , cuyos valores extremos han sido clasificados preferentemente en función de la edad. De esta manera se determina un primer valor, potencialmente ya útil, para el índice de estrés.

Posteriormente, sin embargo, se determina para dicho intervalo de tiempo, o para dicho número predeterminado de pulsaciones, si los valores extremos individuales  $P_{max}$ ,  $P_{min}$ ,  $HRV_{max}$  y  $HRV_{min}$  son diferentes de los valores adoptados previamente. Para el intervalo de tiempo posterior o para la medición posterior de las pulsaciones predeterminadas, para los cuales ni la duración del intervalo de tiempo ni el número de pulsaciones necesariamente deben ser idénticos a los de la primera medición, y que también puede ser significativamente más tarde, es decir, después de un retraso temporal de hasta varias horas, se utilizan los valores extremos anteriores o los valores extremos recién determinados, dependiendo de qué valores sean más extremos. El cálculo de los nuevos valores para el índice de estrés se produce básicamente de manera análoga a la primera medición descrita anteriormente, es decir, se calcula un valor del índice de estrés determinando de forma continua y por separado los valores del índice de estrés para la frecuencia de pulso y para la variabilidad de frecuencia cardíaca y luego agregando los dos valores con factores de ponderación. En general, el intervalo de tiempo se encuentra en el intervalo de 100 a 1000, preferentemente de 300 a 500, pero también puede ser aproximadamente un orden de magnitud (factor 10) menor o mayor. El número predeterminado de pulsaciones se encuentra entre 50 y 500, preferentemente 100, pero puede ser mayor, en particular, en aproximadamente uno o dos órdenes de magnitud. Se debe enfatizar que las mediciones posteriores pueden superponerse temporalmente, en cuyo caso al comienzo de la nueva serie de mediciones claramente solo se pueden usar los valores extremos que han ocurrido previamente. Este procedimiento de "ventana móvil" puede ser apropiado si se dispone de una potencia informática enorme y se puede lograr un resultado muy rápido.

Ventajosamente, el procedimiento puede llevarse a cabo si cada una de las normalizaciones se lleva a cabo mediante un valor de normalización en el primero, relacionado con la tabla:

$$P_z = P_{min} + a \cdot (P_{max} - P_{min})$$

$$HRV_z = HRV_{min} + b \cdot (HRV_{max} - HRV_{min})$$

y el cálculo de cada uno de los sumandos del valor de estrés SI se realiza de acuerdo con:

$$SI_P = (P_{d1} - P_z) / (P_{max} - P_z) \text{ si } P_{d1} > P_z$$

$$SI_P = (P_{d1} - P_z) / (P_z - P_{min}) \text{ si } P_{d1} < P_z$$

$$SI_{HRV} = -(HRV_{d1} - HRV_z) / (HRV_{max} - HRV_z) \text{ si } HRV_{d1} > HRV_z$$

$$SI_{HRV} = -(HRV_{d1} - HRV_z) / (HRV_z - HRV_{min}) \text{ si } HRV_{d1} < HRV_z$$

Las ventanas adicionales se calculan ventajosamente de acuerdo con:

$$SI_P = (P_{dx} - P_z) / (P_{max} - P_z) \text{ si } P_{dx} > P_z$$

$$SI_P = (P_{dx} - P_z) / (P_z - P_{min}) \text{ si } P_{dx} < P_z$$

$$SI_{HRV} = - (HRV_{dx} - HRV_z) / (HRV_{max} - HRV_z) \text{ si } HRV_{dx} > HRV_z$$

5  $SI_{HRV} = - (HRV_{dx} - HRV_z) / (HRV_z - HRV_{min}) \text{ si } HRV_{dx} < HRV_z.$

Se ha demostrado ventajoso si los valores a para el procesamiento de la frecuencia de pulso se seleccionan en el intervalo entre 0,2 y 0,3, ventajosamente como 0,25 y los valores b para el procesamiento de la variabilidad de frecuencia cardíaca entre 0,33 a 0,66, ventajosamente como 0,5.

10 Dependiendo de la aplicación, el procedimiento puede calibrarse en el sentido de que la ponderación del valor parcial del índice de estrés, que se determina a partir de la frecuencia de pulso, y del valor parcial del índice de estrés, que se determina a partir de la variabilidad de frecuencia cardíaca, están optimizados por ensayos. Si no hay razones para hacerlo, los valores c y d se seleccionarán como 1.

15 Es particularmente ventajoso que los valores de estrés determinados respectivamente no solo se emitan directamente, lo que por supuesto no se descarta, sino que el índice de estrés actual SI se alimenta a un filtro, usualmente a un filtro digital de paso bajo, después del intervalo de tiempo  $T_x$  o después del número predeterminado de pulsaciones, para promediar valores atípicos individuales, por ejemplo  $SI = f * SI_x + (1-f) * SI_{x-1}$ , con f entre 0,05 y 0,5, ventajosamente de 0,1.

20 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se propone un dispositivo que sea adecuado para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención, que incluye opcionalmente las realizaciones ventajosas mencionadas anteriormente.

25 Tal dispositivo para detectar y reportar una condición de estrés de una persona usualmente comprende un dispositivo de adquisición para adquirir continuamente datos de la frecuencia de pulso actual y de la variabilidad de frecuencia cardíaca actual, un dispositivo de procesamiento para procesar continuamente los datos del frecuencia de pulso actual y de la variabilidad de frecuencia cardíaca actual, y un dispositivo de comparación para comparar la función de estado actual de la persona así obtenida con un criterio de alerta.

30 Los elementos mencionados anteriormente, así como los reivindicados y descritos en las siguientes realizaciones ejemplares, para ser utilizados de acuerdo con la invención, no están sujetos a ninguna condición particular por exclusión en términos de su tamaño, forma, uso de material y diseño técnico, con el resultado de que los criterios de selección conocidos en el campo de aplicación respectivo se pueden usar sin restricciones. Para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención, el cálculo de la variabilidad de frecuencia cardíaca se puede llevar a cabo mediante procedimientos convencionales (por ejemplo, en el dominio del tiempo: RMSSD, RRinter, SDNN o en el dominio de frecuencia  $LF_{tot}/HF_{tot}$ ), en el que el procedimiento RMSSD ("raíz cuadrada media de diferencias sucesivas") es adecuado para el procedimiento y dispositivo mencionados en la presente memoria. Debe señalarse que el procedimiento de la presente invención no está destinado a determinar el estado de salud o el estado patológico de la persona, mientras que el dispositivo de la presente invención no está restringido a este respecto.

45 Modos para llevar a cabo la invención

El dispositivo de la presente invención comprende, de acuerdo con una realización ejemplar preferente de la invención, un dispositivo de medición para detectar la frecuencia de pulso y los valores que son necesarios para calcular la variabilidad de frecuencia cardíaca. En el presente caso, se trata de un sensor de medición de pulso, pero también puede ser un sensor eléctrico para medir valores de medición cardiográfica eléctrica, así como un dispositivo de visualización. Además, el dispositivo comprende una interfaz para la entrada de parámetros relacionados con las personas, que son particularmente necesarios para determinar el historial que se utilizará de acuerdo con la invención. Un componente clave del dispositivo es un dispositivo informático que controla la adquisición necesaria de los datos de medición, procesa los datos de medición en la forma digital necesaria, ejecuta el procesamiento de datos y controla la pantalla.

55 En la presente realización ejemplar, la variabilidad de frecuencia cardíaca HRV se determina por medio del procedimiento RMSSD ("raíz cuadrada media de diferencias sucesivas"), pero también por otros procedimientos, como por ejemplo el procedimiento "SIR" basado en desviaciones estándar, el procedimiento pRR50, en el que se determina el número de intervalos RR consecutivos que son mayores de 50 ms y el valor así obtenido se divide por el número total de intervalos RR consecutivos, o procedimientos orientados por frecuencia como, por ejemplo, el cálculo a través del cociente  $LF_{tot}/HF_{tot}$  de los componentes de frecuencia de baja frecuencia dividido por los componentes de frecuencia de más alta frecuencia. El valor HRV obtenido por medio de RMSSD se calcula como la raíz cuadrada de la suma de las diferencias cuadráticas entre los intervalos RR vecinos. En este contexto, se debe tomar en cuenta que para la selección del procedimiento de cálculo se pueden usar, por un lado, los hallazgos recientes pertinentes del campo técnico respectivo y del intervalo de aplicación respectivo del

procedimiento de acuerdo con la presente invención o del dispositivo de acuerdo con la presente invención, pero, por otro lado, es concebible tener en cuenta simplemente aspectos prácticos de la selección respectiva. En el caso en que los valores HRV se determinen por medio del procedimiento RMSSD, en la presente realización ejemplar 0 se usa como valor tabulado para HRV<sub>min</sub> para todas las edades. Los otros valores mínimos utilizados en la realización ejemplar mostrada en la presente memoria, que se refieren al pulso y a la HRV, se seleccionan de acuerdo con la siguiente tabla:

Valores de frecuencia cardíaca en reposo dependientes de la edad

Jóvenes: 14 ... 18	Frecuencia cardíaca en reposo: 85 latidos/minuto
Adultos: 19 ... 65	Frecuencia cardíaca en reposo: 70 latidos/minuto
Personas mayores: 65+	Frecuencia cardíaca en reposo: 90 latidos/minuto

Valores HRV<sub>max</sub> dependientes de la edad (RMSSD)

15 ... 20	47 ms
21 ... 30	46ms
31 ... 40	40ms
41 ... 50	35ms
51 ... 60	30ms
61 ... 70	24ms

según Angelink et al: Innovationstagung FH Rapperswil 4.5.2011

En este contexto, debe observarse que, sin apartarse del sentido del procedimiento de la presente invención, parámetros bastante diferentes de los sujetos, tales como por ejemplo el género, etc. se puede incorporar a la tabla.

De acuerdo con la realización ejemplar, cada una de las normalizaciones se lleva a cabo mediante un valor de normalización:

$$P_z = P_{\min} + a \cdot (P_{\max} - P_{\min})$$

$$HRV_z = HRV_{\min} + b \cdot (HRV_{\max} - HRV_{\min})$$

y el cálculo de cada uno de los sumandos del valor de estrés SI se realiza de acuerdo con:

$$SI_P = (P_{d1} - P_z) / (P_{\max} - P_z) \text{ si } P_{d1} > P_z$$

$$SI_P = (P_{d1} - P_z) / (P_z - P_{\min}) \text{ si } P_{d1} < P_z$$

$$SI_{HRV} = -(HRV_{d1} - HRV_z) / (HRV_{\max} - HRV_z) \text{ si } HRV_{d1} > HRV_z$$

$$SI_{HRV} = -(HRV_{d1} - HRV_z) / (HRV_z - HRV_{\min}) \text{ si } HRV_{d1} < HRV_z$$

y

$$SI_P = (P_{dx} - P_z) / (P_{\max} - P_z) \text{ si } P_{dx} > P_z$$

$$SI_P = (P_{dx} - P_z) / (P_z - P_{\min}) \text{ si } P_{dx} < P_z$$

$$SI_{HRV} = -(HRV_{dx} - HRV_z) / (HRV_{\max} - HRV_z) \text{ si } HRV_{dx} > HRV_z$$

$$SI_{HRV} = -(HRV_{dx} - HRV_z) / (HRV_z - HRV_{\min}) \text{ si } HRV_{dx} < HRV_z,$$

en las que a se seleccionó como 0,25 y b como 0,5 y c y d se seleccionaron como 1. En la realización ejemplar se seleccionan los valores actuales del índice de estrés SI después del número predeterminado de pulsaciones por medio de un filtro digital de paso bajo  $SI = f \cdot SI_x + (1-f) \cdot SI_{x-1}$  calculado con f de 0,1. El dispositivo ha sido configurado correspondientemente.

Cabe señalar que las ventanas individuales en las que se determinan los valores del índice de estrés incluyen ventajosamente diversos estados de los sujetos, como por ejemplo acostado, de pie, en movimiento (en el sentido de la prueba de Conconi), entre otros.

Además, debe tenerse en cuenta que incluso si los intervalos de prueba están muy separados en el tiempo, la adopción del último intervalo de prueba conduce a un mejor resultado o más rápidamente a un buen resultado que si se comienza con valores tabulados. Por otro lado, por supuesto, puede ser apropiado realizar una reversión utilizando valores tabulados si el estado del sujeto ha cambiado significativamente de una manera fundamental.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para detectar y reportar una condición de estrés de una persona, en el que el procedimiento comprende las siguientes etapas:

- adquirir continuamente datos de la frecuencia de pulso actual P y de la variabilidad de frecuencia cardíaca actual HRV mediante un sensor de pulso o un sensor electrocardiográfico,
- procesar continuamente los datos de la frecuencia de pulso actual P y de la variabilidad de frecuencia cardíaca actual HRV,
- determinar un índice de estrés y compararlo con un criterio de alerta,

**caracterizado porque la determinación de la condición de estrés comprende:**

dentro de un primer intervalo de tiempo T<sub>1</sub> o a través de un número predeterminado de pulsaciones, se determina un primer valor SI<sub>1</sub> para el índice de estrés agregando un valor SI<sub>P</sub> para el índice de estrés, que se obtiene de un valor promedio normalizado P<sub>d1</sub> de la frecuencia de pulso en el primer intervalo de tiempo mencionado T<sub>1</sub> o a través del número predeterminado de pulsaciones, más un valor SI<sub>HRV</sub>, que se obtiene a partir de un valor promedio normalizado HRV<sub>d1</sub> de la variabilidad de frecuencia cardíaca HRV dentro del primer intervalo de tiempo mencionado T<sub>1</sub> o a través del número predeterminado de pulsaciones de acuerdo con:

$$SI_1 = c * SI_P + d * SI_{HRV}$$

en el que c y d son factores de ponderación del valor parcial del índice de estrés que se determina a partir de la frecuencia de pulso y del valor parcial del índice de estrés que se determina a partir de la variabilidad de frecuencia cardíaca, respectivamente, en el que la normalización se lleva a cabo mediante valores tabulados P<sub>max</sub>, P<sub>min</sub>, HRV<sub>max</sub> y HRV<sub>min</sub> obtenidos a partir de los valores de frecuencia de pulso mínimo y máximo dependientes de la edad y los valores HRV, y, además, se determinan los valores máximo y mínimo de los valores de frecuencia de pulso medidos y los valores HRV dentro del intervalo de tiempo T<sub>1</sub> o a través del número predeterminado de pulsaciones, en el que T<sub>1</sub> se encuentra entre 100 s y 1000 s, y es preferentemente 300 s, o el número predeterminado de pulsaciones se encuentra entre 50 y 500, y es preferentemente 100, en al menos un intervalo de tiempo adicional T<sub>x</sub> (x= 2...n) o a través de otro número predeterminado de pulsaciones, se determina un valor adicional SI<sub>x</sub> para el índice de estrés agregando un valor SI<sub>P</sub> para el índice de estrés, que se obtiene a partir de un valor promedio normalizado P<sub>d1</sub> de la frecuencia de pulso en el intervalo de tiempo mencionado T<sub>x</sub> o a través del número predeterminado de pulsaciones, más un valor SI<sub>HRV</sub>, que se obtiene a partir de un valor promedio normalizado HRV<sub>d1</sub> de la variabilidad de frecuencia cardíaca HRV dentro del intervalo de tiempo mencionado T<sub>x</sub> o a través del número predeterminado de pulsaciones:

$$SI_x = c * SI_P + d * SI_{HRV}$$

preferentemente que tiene la misma longitud que T<sub>1</sub> o que tiene el mismo número de pulsaciones, en el que c y d son nuevamente factores de ponderación del valor parcial del índice de estrés que se determina a partir de la frecuencia de pulso y del valor parcial del índice de estrés que se determina a partir de la variabilidad del ritmo cardíaco, respectivamente, en el que la normalización se lleva a cabo mediante los valores P<sub>max</sub>, P<sub>min</sub>, HRV<sub>max</sub> y HRV<sub>min</sub>, en el que P<sub>max</sub> y HRV<sub>max</sub> se seleccionan del valor más grande de P<sub>max</sub> y HRV<sub>max</sub> determinado en el intervalo de tiempo anterior T<sub>x-1</sub> o a través del número predeterminado de pulsaciones y valores de P<sub>max</sub> y HRV<sub>max</sub> utilizados en el intervalo de tiempo anterior T<sub>x-1</sub> o a través del número predeterminado de pulsaciones, y en el que P<sub>min</sub> y HRV<sub>min</sub> se seleccionan del valor más pequeño de P<sub>min</sub> y HRV<sub>min</sub> determinado en el intervalo de tiempo anterior T<sub>x-1</sub> o a través del número predeterminado de pulsaciones y los valores de P<sub>min</sub> y HRV<sub>min</sub> utilizados en el intervalo de tiempo anterior T<sub>x-1</sub> o a través del número predeterminado de pulsaciones, en el que el valor adicional SI<sub>x</sub> para el índice de estrés así obtenido corresponde al índice de estrés a determinar.

2. El procedimiento para detectar y reportar una condición de estrés de una persona de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la normalización se lleva a cabo por medio de un valor de normalización

$$P_z = P_{min} + a * (P_{max} - P_{min})$$

$$HRV_z = HRV_{min} + b * (HRV_{max} - HRV_{min})$$

y el cálculo de cada uno de los sumandos del valor de estrés SI se realiza de acuerdo con:

$$SI_P = (P_{d1} - P_z) / (P_{max} - P_z) \text{ si } P_{d1} > P_z$$

$$SI_P = (P_{d1} - P_z) / (P_z - P_{min}) \text{ si } P_{d1} < P_z$$

5  $SI_{HRV} = -(HRV_{d1} - HRV_z) / (HRV_{max} - HRV_z) \text{ si } HRV_{d1} > HRV_z$

$$SI_{HRV} = -(HRV_{d1} - HRV_z) / (HRV_z - HRV_{min}) \text{ si } HRV_{d1} < HRV_z$$

y

10  $SI_P = (P_{dx} - P_z) / (P_{max} - P_z) \text{ si } P_{dx} > P_z$

$$SI_P = (P_{dx} - P_z) / (P_z - P_{min}) \text{ si } P_{dx} < P_z$$

15  $SI_{HRV} = -(HRV_{dx} - HRV_z) / (HRV_{max} - HRV_z) \text{ si } HRV_{dx} > HRV_z$

$$SI_{HRV} = -(HRV_{dx} - HRV_z) / (HRV_z - HRV_{min}) \text{ si } HRV_{dx} < HRV_z.$$

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que a se selecciona como 0,25 y b como 0,5.

20 4. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que c y d se seleccionan como 1.

5. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el índice de estrés actual SI se selecciona después del intervalo de tiempo  $T_x$  o después del número predeterminado de pulsaciones por medio de un filtro digital de paso bajo  $SI = f * SI_x + (1-f) * SI_{x-1}$  con f entre 0,05 y 0,5, preferentemente igual a 0,1.

6. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los intervalos de tiempo o los tiempos durante los cuales se mide un número predeterminado de pulsaciones, se superponen.

30 7. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los intervalos de tiempo o los tiempos durante los cuales se mide un número predeterminado de pulsaciones, tienen una distancia fija o variable entre sí.

35 8. Un dispositivo para detectar y reportar una condición de estrés de una persona, que comprende:

- un dispositivo de adquisición para adquirir continuamente datos de la frecuencia de pulso actual y de la variabilidad de frecuencia cardíaca actual, en el que dicho dispositivo de adquisición es un sensor de pulso o un sensor electrocardiográfico,
- un dispositivo de procesamiento para procesar continuamente los datos de la frecuencia de pulso actual y de la variabilidad de frecuencia cardíaca actual, y
- un dispositivo de comparación para determinar un índice de estrés y para compararlo con un criterio de alerta

45 **caracterizado porque**

el dispositivo de procesamiento está configurado de tal manera que dentro de un primer intervalo de tiempo  $T_1$  o a través de un número predeterminado de pulsaciones, se determina un primer valor  $SI_1$  para el índice de estrés agregando un valor  $SI_P$  para el índice de estrés, que se obtiene de un valor promedio normalizado  $P_{d1}$  de la frecuencia de pulso en el primer intervalo de tiempo mencionado  $T_1$  o a través del número predeterminado de pulsaciones, más un valor  $SI_{HRV}$ , que se obtiene de un valor promedio normalizado  $HRV_{d1}$  de la variabilidad de frecuencia cardíaca HRV dentro del primer intervalo de tiempo mencionado  $T_1$  o a través del número predeterminado de pulsaciones:

$$SI_1 = c * SI_P + d * SI_{HRV}$$

55 en el que c y d son factores de ponderación del valor parcial del índice de estrés que se determina a partir de la frecuencia de pulso y del valor parcial del índice de estrés que se determina a partir de la variabilidad de frecuencia cardíaca, respectivamente, en el que la normalización se lleva a cabo mediante valores tabulados  $P_{max}$ ,  $P_{min}$ ,  $HRV_{max}$  y  $HRV_{min}$  obtenidos a partir de los valores de frecuencia de pulso mínimo y máximo dependientes de la edad y los valores HRV, y, además, los valores máximo y mínimo de los valores de frecuencia de pulso medidos y los valores HRV dentro del intervalo de tiempo  $T_1$  o a través del número predeterminado de se determinan los pulsaciones,

60 en el que  $T_1$  se encuentra entre 100 s y 1000 s, y es preferentemente 300 s, o el número predeterminado de pulsaciones se encuentra entre 50 y 500, y es preferentemente 100,

65 en al menos un intervalo de tiempo adicional  $T_x$  ( $x = 2...n$ ) o a través de otro número predeterminado de



pulsaciones, se determina un valor adicional  $SI_x$  para el índice de estrés agregando un valor  $SI_P$  para el índice de estrés, que se obtiene a partir de un valor promedio normalizado  $P_{d1}$  de la frecuencia de pulso en el intervalo de tiempo mencionado  $T_x$  o a través del número predeterminado de pulsaciones, más un valor  $SI_{HRV}$ , que se obtiene a partir de un valor promedio normalizado  $HRV_{d1}$  de la variabilidad de frecuencia cardíaca HRV dentro del intervalo de tiempo mencionado  $T_x$  o a través del número predeterminado de pulsaciones:

$$SI_x = c * SI_P + d * SI_{HRV}$$

preferentemente que tiene la misma longitud que  $T_1$  o que tiene el mismo número de pulsaciones, en el que c y d son nuevamente factores de ponderación del valor parcial del índice de estrés que se determina a partir de la frecuencia de pulso y del valor parcial del índice de estrés que se determina a partir de la variabilidad del ritmo cardíaco, respectivamente,

en el que la normalización se lleva a cabo mediante los valores  $P_{max}$ ,  $P_{min}$ ,  $HRV_{max}$  y  $HRV_{min}$ , en el que  $P_{max}$  y  $HRV_{max}$  se seleccionan del valor más grande de  $P_{max}$  y  $HRV_{max}$  determinado en el intervalo de tiempo anterior  $T_{x-1}$  o a través del número predeterminado de pulsaciones y valores de  $P_{max}$  y  $HRV_{max}$  utilizados en el intervalo de tiempo anterior  $T_{x-1}$  o a través del número predeterminado de pulsaciones, y en el que  $P_{min}$  y  $HRV_{min}$  se seleccionan del valor más pequeño de  $P_{min}$  y  $HRV_{min}$  determinado en el intervalo de tiempo anterior  $T_{x-1}$  o a través del número predeterminado de pulsaciones y los valores de  $P_{min}$  y  $HRV_{min}$  utilizados en el intervalo de tiempo anterior  $T_{x-1}$  o a través del número predeterminado de pulsaciones, en el que el valor adicional  $SI_x$  para el índice de estrés así obtenido corresponde al índice de estrés a determinar.

9. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el dispositivo está configurado de tal manera que el procedimiento puede llevarse a cabo de acuerdo con la reivindicación 2.

10. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en el que a se selecciona como 0,25 y b como 0,5 y/o en el que c y d se seleccionan como 1, y/o en el que el índice de estrés actual SI se selecciona después del intervalo de tiempo  $T_x$  o después del número predeterminado de pulsaciones por medio de un filtro digital de paso bajo  $SI = f * SI_x + (1-f) * SI_{x-1}$  con f entre 0,05 y 0,5, preferentemente 0,1.