(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 273 794**

(51) Int. Cl.:
A61B 5/0205 (2006.01)
A61B 5/22 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **01660050 .4**
(86) Fecha de presentación : **15.03.2001**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1133950**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **19.09.2001**

(54) Título: **Determinación del nivel de estrés durante un ejercicio de mantenimiento físico.**

(30) Prioridad: **17.03.2000 FI 20000630**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2007

(73) Titular/es: **Polar Electro Oy**
Professorintie 5
90440 Kempele, FI

(72) Inventor/es: **Nissilä, Seppo**

(74) Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro**

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

Determinación del nivel de estrés durante un ejercicio de mantenimiento físico.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a deportes y medicina, particularmente a usos en los que se controla la capacidad de la persona durante un ejercicio de mantenimiento físico de acuerdo con un valor de flujo respiratorio medido antes del ejercicio de mantenimiento físico.

Durante un ejercicio de mantenimiento físico, la frecuencia ventilatoria, es decir, inspiración y espiración, aumenta cuando la cantidad de trabajo aumenta. Normalmente, la capacidad respiratoria de una persona siempre es tan buena que no limita el ejercicio de mantenimiento físico ni con una gran cantidad de trabajo, pero el consumo de oxígeno y la eliminación de dióxido de carbono son suficientes para el metabolismo. Sin embargo, la capacidad respiratoria puede limitar el ejercicio si la persona padece una enfermedad de los órganos respiratorios o de los bronquiolos respiratorios, tal como asma. Las personas que padecen asma inducido por ejercicio pueden experimentar disnea y estridor durante un ejercicio de mantenimiento físico porque, debido al asma, sus órganos respiratorios pueden estar inflamados y aumentados. El número de asmáticos está aumentando en occidente, ya es aproximadamente del 2 al 4% de la población.

La base para tratar el asma y otras enfermedades respiratorias es una buena condición física que previene complicaciones graves y ayuda a enfrentarse a situaciones difíciles. Las instrucciones generales para mejorar la condición física no se pueden aplicar a los asmáticos ya que sus valores de flujo respiratorio varían considerablemente. En la práctica, los asmáticos por lo tanto tienen que determinar su flujo respiratorio antes de cada ejercicio de mantenimiento físico y decidir la cantidad de trabajo del ejercicio basándose en el flujo respiratorio. La publicación de Estados Unidos Nº 5.626.144 describe un medidor de PEF (Flujo Espiratorio Máximo) para medir el flujo respiratorio. Soplando en el medidor, el usuario averigua el flujo espiratorio actual. Basándose en el valor medido, la persona puede decidir si toma medicación antes de un ejercicio de mantenimiento físico y planear la cantidad de trabajo del ejercicio a un amplio nivel. La publicación de Estados Unidos Nº 3.675.640 describe una solución entre una variable que describe la capacidad de la persona, tal como oxígeno inhalado o dióxido de carbono exhalado, y estrés físico. En la solución descrita en la publicación, la capacidad máxima del paciente se determina de acuerdo con los resultados de medición obtenidos durante un ejercicio de mantenimiento físico en un entrono clínico y los resultados logrados por una persona sana.

El método de la técnica antecedente para determinar la capacidad se diseña para hospitales y requiere un dispositivo complejo y caro. En consecuencia, el método no se puede aplicar en los deportes diarios. El documento US-A-4 566 461 describe un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 11.

Breve descripción de la invención

El objeto de la invención es proporcionar un método mejorado y un dispositivo que lleve a cabo el método para determinar el nivel de estrés de un ejercicio de mantenimiento físico. Esto se logra con el siguiente método para controlar un ejercicio de mantenimiento físico realizado por una persona. El método comprende medir la información de la frecuencia cardiaca de una persona durante el ejercicio de mantenimiento físico e informar a la persona de si, durante el ejercicio de mantenimiento físico, el valor de un parámetro de estrés formado por la información de la frecuencia cardiaca medida sobrepasa un valor umbral formado para el parámetro de estrés antes del ejercicio de mantenimiento físico. En el método, el valor umbral del parámetro de estrés se forma para el ejercicio de mantenimiento físico usando el valor del flujo espiratorio de la persona.

La invención también se refiere a un monitor de frecuencia cardiaca que comprende medios para medir la frecuencia cardiaca de una persona durante un ejercicio de mantenimiento físico, una unidad de cálculo para formar el valor de uno o más parámetros de estrés de la frecuencia cardiaca medida durante el ejercicio de mantenimiento físico, la unidad de cálculo se dispone para comparar el valor del parámetro de estrés durante el ejercicio de mantenimiento físico con un valor umbral formado para el parámetro de estrés antes del ejercicio de mantenimiento físico, además el monitor de frecuencia cardiaca comprende medios de presentación para mostrar que se sobrepasa el valor umbral del parámetro de estrés de la persona durante el ejercicio de mantenimiento físico. La unidad de cálculo se dispone para usar el valor del flujo espiratorio de la persona medido para el ejercicio de mantenimiento físico para formar el valor umbral del parámetro de estrés.

Las realizaciones preferidas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

La invención se refiere a un método y un dispositivo para determinar el nivel de ejercicio óptimo de una persona y para controlarlo durante un ejercicio de mantenimiento físico. La solución es particularmente adecuada para un ejercicio de mantenimiento físico realizado por una persona que padece una enfermedad de órganos respiratorios, tal como asma. En esta descripción, un ejercicio de mantenimiento físico se refiere a un ejercicio físico realizado a un nivel de frecuencia cardiaca de al menos aproximadamente 20 latidos cardiacos por minuto por encima de la frecuencia cardiaca de la persona en descanso.

Un método de acuerdo con una realización preferida de la invención comprende medir la información de frecuencia cardiaca de una persona durante un ejercicio de mantenimiento físico. La información de frecuencia cardiaca que se tiene que medir se refiere a los parámetros de frecuencia cardiaca que se pueden medir de los latidos cardiacos, tal como la frecuencia cardiaca media por minuto, la desviación estándar de la frecuencia cardiaca, la velocidad de modificación de la frecuencia cardiaca u otros parámetros similares que se pueden calcular a partir de la frecuencia cardiaca. Uno o más de los parámetros de frecuencia cardiaca que se han mencionado anteriormente se usan como un parámetro de estrés que describe la cantidad de trabajo del ejercicio. Para los parámetros de estrés se fija un valor umbral que no se debería sobrepasar durante el ejercicio de mantenimiento físico. En una realización, el nivel de estrés de la persona durante el ejercicio de mantenimiento físico se usa como parámetro de estrés adicionalmente a un parámetro de frecuencia cardiaca o en vez del mismo. El nivel de estrés se forma usando uno o más de los siguientes parámetros: uno o más parámetros de frecuencia cardiaca, uno o más parámetros fisiológicos que describen las propiedades fisiológicas de la persona, uno o más parámetros de estrés que describen la cantidad de trabajo del ejercicio.

El valor umbral del parámetro de estrés se forma antes del ejercicio de mantenimiento físico, y preferiblemente el valor umbral se vuelve a formar antes de cada ejercicio de mantenimiento físico. El flujo espiratorio máximo actual de la persona se usa para formar el valor umbral. En una realización preferida, el flujo espiratorio se mide con un medidor de PEF. En una realización, el valor PEF medido se compara con el valor de referencia de flujo espiratorio, y el valor umbral del parámetro de estrés se forma basándose en esta comparación. El valor de referencia del flujo espiratorio significa por ejemplo el valor máximo de flujo espiratorio de la persona. El valor de referencia también se puede formar basándose en información expuesta en forma de tabla o mediante una red neural usando uno o más parámetros fisiológicos. El método de acuerdo con la invención se realiza preferiblemente por un monitor de frecuencia cardiaca al que se le introduce el valor PEF medido por el usuario antes del ejercicio de mantenimiento físico. En una realización, el monitor de frecuencia cardiaca forma el valor de referencia de flujo espiratorio, que se lee de una tabla incluida en el monitor de frecuencia cardiaca o que se forma mediante una red neural usando los parámetros fisiológicos que se tienen que introducir en el monitor de frecuencia cardiaca. Durante el ejercicio de mantenimiento físico, el monitor de frecuencia cardiaca mide la frecuencia cardiaca, y en una realización, uno o más de los siguientes elementos se presentan en la pantalla del monitor de frecuencia cardiaca: parámetro de frecuencia cardiaca, valor umbral del parámetro de frecuencia cardiaca, nivel de estrés, valor umbral del nivel de estrés. Además, si el usuario sobrepasa el valor umbral del parámetro de estrés durante el ejercicio de mantenimiento físico, el monitor de frecuencia cardiaca produce una señal sonora o un mensaje de voz, informa al usuario de que se ha sobrepasado mostrando la información en la pantalla del monitor de frecuencia cardiaca o con información táctil, tal como una vibración o similar, en cuyo caso el usuario puede reducir la cantidad de trabajo del ejercicio o finalizar el ejercicio.

En una realización de la invención, el dispositivo que lleva a cabo el método de acuerdo con la invención es un monitor de frecuencia cardiaca. El monitor de frecuencia cardiaca es un dispositivo empleado en deportes, que mide la información de frecuencia cardiaca humana a partir de un impulso eléctrico transmitido por el corazón, a partir de la presión producida por el latido cardiaco en una arteria u ópticamente a partir del movimiento de la sangre en una arteria. Las estructuras de los monitores de frecuencia cardiaca disponibles varían. Hay, por ejemplo, monitores de frecuencia cardiaca que comprenden un cinturón de electrodos que se tiene que ajustar alrededor del tórax del usuario y una unidad receptora que se lleva en la muñeca. El cinturón de electrodos mide la frecuencia cardiaca y transmite la información a la unidad receptora, que calcula los parámetros de frecuencia cardiaca basándose en la información recibida. A menudo, la unidad receptora, es decir, el monitor de muñeca, también comprende una pantalla para mostrar la información de frecuencia cardiaca y otros parámetros de frecuencia cardiaca formados en el monitor de frecuencia cardiaca a la persona que hace ejercicio. En la presente invención, la información sobre el nivel de estrés durante el ejercicio y/o el valor umbral que se corresponde con el mismo preferiblemente se muestran en la pantalla. El monitor de frecuencia cardiaca también puede ser un dispositivo de una pieza en el que la medición, procesamiento y pantalla se localizan en el cinturón de electrodos que se tiene que ajustar alrededor del tórax, y por tanto no hay necesidad de transmitir la información a una unidad receptora separada. Además, la estructura del monitor de frecuencia cardiaca puede ser tal, que solamente comprenda un monitor de muñeca que funciona sin el cinturón de electrodos que se tiene que fijar alrededor del tórax, midiendo la frecuencia cardiaca a partir de la presión de los vasos u ópticamente.

El monitor de frecuencia cardiaca preferiblemente también comprende medios para introducir el valor medido y el valor de referencia del flujo espiratorio, información fisiológica específica del usuario e información sobre la cantidad de trabajo del ejercicio. Los medios de introducción pueden ser, por ejemplo, un teclado numérico del monitor de frecuencia cardiaca, equipamiento de pantalla que soporta la introducción de información, un controlador de voz, un dispositivo de introducción óptico, un puerto de telecomunicaciones para control externo o similares.

Las funciones requeridas por el método de la invención, tal como operaciones de cálculo, una red neural o similares, preferiblemente se llevan a cabo mediante software para un procesador de propósito general. Las funciones también se pueden llevar a cabo como ASIC, con componentes lógicos separados o de manera correspondiente.

Una ventaja de la invención es que proporciona un método mejorado para determinar el nivel óptimo de un ejercicio de mantenimiento físico que se tiene que realizar por una persona que padece una enfermedad de órganos respiratorios antes del ejercicio de mantenimiento físico. Una ventaja adicional de la invención es que permite controlar, durante el ejercicio de mantenimiento físico, que la cantidad de trabajo del ejercicio se mantiene en un nivel adecuado para la persona en cuestión.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, la invención se describirá con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

La Figura 1A es un diagrama de bloques que ilustra una realización del método de acuerdo con la invención,

La Figura 1B es un diagrama de bloques que ilustra una realización del método de acuerdo con la invención,

La Figura 2 ilustra valores de referencia de flujos espiratorios como una función de los parámetros fisiológicos,

La Figura 3A ilustra un medidor de PEF,

La Figura 3B ilustra un monitor de frecuencia cardiaca de acuerdo con una realización de la invención,

La Figura 4 ilustra una realización del dispositivo de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

A continuación, la invención se describirá mediante realizaciones preferidas con referencia a las Figuras 1 a 4. La Figura 1A ilustra una realización preferida del método de acuerdo con la invención, mostrando las etapas que se realizan antes de un ejercicio de mantenimiento físico. En la etapa 102, el flujo espiratorio de una persona se mide con un medidor de PEF. El PEF se mide típicamente cuando la persona exhala con un esfuerzo máximo después de inhalación máxima. En el medidor de PEF, la intensidad del flujo de aire producido por el soplado se puede indicar con un muelle o usando una pantalla de cristal líquido. El flujo máximo se expresa como litros/minuto y habitualmente varía entre 300 y 700 l/min, dependiendo de las propiedades fisiológicas de la persona.

En la etapa 104, el flujo espiratorio medido se compara con el valor de referencia. La comparación se realiza preferiblemente por un monitor de frecuencia cardiaca al que se le introduce el flujo espiratorio medido. El valor de referencia se forma, por ejemplo, leyéndolo de una tabla incluida en el monitor de frecuencia cardiaca, o calculándolo mediante una red neural. Al menos uno de los siguientes parámetros fisiológicos se usan para formar el valor de referencia; edad, sexo y altura. En la Figura 2, el eje vertical representa el valor de referencia del flujo espiratorio de la persona como una función de la edad de la persona mostrada en el eje horizontal. La figura ilustra gráficos diferentes para hombres y mujeres, el gráfico superior 202 es el de hombres y el gráfico inferior 204 el de mujeres. Los gráficos 202 a 204 comprenden curvas diferentes para personas de diferentes alturas; por ejemplo, la curva superior en el gráfico 202 para hombres describe, como una función de la edad, los valores máximos de flujo espiratorio para un hombre de 190 cm de altura, la curva en el medio para un hombre de 180 cm de altura, y la curva inferior para un hombre de 170 cm de altura. El valor correspondiente al flujo espiratorio máximo de la persona mostrado en la Figura 2 también se puede formar por ejemplo de tal manera que la persona mide su valor PEF por la mañana y por la tarde durante un mes y almacena su valor máximo personal. En una realización de la invención, el flujo máximo personal, medido como se ha descrito anteriormente, se introduce como un valor de referencia en el monitor de frecuencia cardiaca, que compara el flujo espiratorio medido con el valor de referencia. En la etapa 104, la comparación significa por ejemplo el cálculo del porcentaje, es decir, qué porcentaje del valor medido es del valor de referencia. Es evidente que el porcentaje que se ha mencionado anteriormente también se puede formar de otra forma que calculándolo en el monitor de frecuencia cardiaca, en cuyo caso solamente se introduce el resultado de la comparación en el monitor de frecuencia cardiaca.

En la etapa 106, el valor umbral del parámetro de estrés se forma basándose en el resultado de la comparación obtenido en la etapa 104. El parámetro de estrés se refiere al nivel de frecuencia cardiaca o al nivel de estrés, pero también se puede usar como el parámetro de estrés la variación de la frecuencia cardiaca, por ejemplo, o un parámetro similar que se puede obtener de la frecuencia del latido cardiaco. Si se usa la frecuencia cardiaca como el parámetro de estrés, el valor umbral de la frecuencia cardiaca se calcula por la fórmula (1), por ejemplo:

$$HR_{LÍMITE} = comp\% * HR_{REF} \quad (1)$$

donde $HR_{LÍMITE}$ representa el valor umbral de la frecuencia cardiaca, comp% representa el valor comparativo de los flujos espiratorios y H_{REF} representa el valor de referencia de la frecuencia cardiaca. El valor de referencia H_{REF} de la frecuencia cardiaca preferiblemente se fija de forma que controle el nivel de estrés del ejercicio de mantenimiento físico como se desea. Por ejemplo, si la persona quiere hacer ejercicio con la máxima frecuencia cardiaca, se usa la frecuencia cardiaca máxima de la persona como la frecuencia cardiaca de referencia. Si la persona quiere hacer ejercicio a un nivel de frecuencia cardiaca de 160, se usa 160 como la frecuencia cardiaca de referencia, que no se debe sobrepasar durante el ejercicio. En vez del límite superior, el valor umbral $HR_{LÍMITE}$ de la frecuencia cardiaca de la fórmula anterior (1) también puede indicar el límite inferior de frecuencia cardiaca por debajo del cual no debe caer la frecuencia cardiaca durante el ejercicio. Si la $HR_{LÍMITE}$ es 120, por ejemplo, el valor umbral se sobrepasa si la frecuencia cardiaca de la persona cae por debajo del valor umbral 120. Es evidente que, en vez de un valor umbral, la $HR_{LÍMITE}$ se puede referir a un intervalo en el que se debe mantener la frecuencia cardiaca de la persona durante el ejercicio. Por tanto, la $HR_{LÍMITE}$ puede ser (130 +/- 10) latidos, en cuyo caso el valor umbral se sobrepasa cuando la frecuencia cardiaca aumenta por encima de 140 o cae por debajo de 120.

En una realización de la invención, el monitor de frecuencia cardiaca comprueba si el valor comparativo es admisible. Si el valor comparativo indica que el flujo respiratorio solamente es el 50% o menos del valor de referencia de la persona, se informa al usuario de que el valor comparativo es demasiado bajo para realizar un ejercicio de mantenimiento físico debido a razones de salud, o que el ejercicio no es recomendable. El valor límite, es decir, el valor de referencia relacionado con la salud (50% anterior), para la comprobación que se ha mencionado anteriormente se obtiene por un médico, y se puede introducir en el monitor de frecuencia cardiaca usando sus medios de introducción.

En una realización de la invención, la frecuencia cardiaca de referencia H_{REF} se forma por medios de predeterminación en los que la cantidad de trabajo aumenta gradualmente. Esto se realiza preferiblemente antes de cada ejercicio de mantenimiento físico. Durante la predeterminación, el usuario por ejemplo camina lentamente durante dos minutos, dos minutos a una velocidad más elevada y otros dos minutos a una velocidad mayor. Durante la predeterminación, la frecuencia cardiaca del usuario y la variación de la frecuencia cardiaca, es decir, la desviación estándar de la frecuencia cardiaca, se miden al aumentar gradualmente la cantidad de trabajo. Los periodos de dos minutos se repiten hasta que la variación de la frecuencia cardiaca cae por debajo de un valor umbral, tal como 4 ms, y la frecuencia cardiaca aumenta. La frecuencia cardiaca que se corresponde con el punto que se ha mencionado anteriormente se usa como la frecuencia cardiaca de referencia H_{REF}. El propósito de la predeterminación es determinar el nivel de actividad de la persona, y cómo de estresado está su organismo el día en cuestión. En vez de la frecuencia cardiaca de referencia, la predeterminación también se puede usar para ajustar los valores de referencia de los flujos respiratorios del usuario. Por ejemplo, si la predeterminación indica que la persona está estresada debido a un ejercicio realizado con una gran cantidad de trabajo el día anterior, los valores de referencia del flujo respiratorio se ajustan de forma correspondiente a un nivel menor. La predeterminación que se ha descrito anteriormente se incluye, al menos en parte, en el ejercicio de mantenimiento físico, ya que el punto que se ha mencionado anteriormente, en el que la variación de la frecuencia cardiaca cae por debajo del valor umbral, se logra a un nivel de frecuencia cardiaca que es aproximadamente el 65% de la frecuencia cardiaca máxima, es decir, a un nivel de frecuencia cardiaca de aproximadamente 130.

En una realización, la frecuencia cardiaca máxima siempre se usa como la frecuencia cardiaca de referencia H_{REF}. En las realizaciones que se han mencionado anteriormente, la frecuencia cardiaca máxima se puede formar de diversas maneras, por ejemplo calculándola mediante la fórmula (220-edad), midiendo la frecuencia cardiaca con estrés máximo, estimándola, determinándola mediante una red neural, a la que se introduce al menos un parámetro fisiológico, o por alguna otra manera de la técnica antecedente. El nivel de estrés que se ha mencionado anteriormente que se usa como el parámetro de estrés se refiere a una variable que se forma durante el ejercicio de mantenimiento físico usando uno o más de los siguientes parámetros: uno o más parámetros de frecuencia cardiaca formados a partir de la información de la frecuencia cardiaca de la persona, uno o más parámetros fisiológicos, uno o más parámetros que describen la cantidad de trabajo del ejercicio, tal como velocidad al correr, velocidad al nadar, resistencia de la bicicleta de ejercicio o similares. El valor del nivel de estrés se forma preferiblemente en el monitor de frecuencia cardiaca mediante una red neural durante el ejercicio de mantenimiento físico. El nivel de estrés se mide, por ejemplo, como cantidad de trabajo/ unidad de tiempo, en cuyo caso el nivel de estrés da una idea acerca del estrés acumulativo experimentado por la persona durante el ejercicio de mantenimiento físico.

A continuación, la invención se describirá con referencia a la Figura 1B, que ilustra procedimientos realizados durante el ejercicio de mantenimiento físico. En la etapa 122, un monitor de frecuencia cardiaca mide la información de la frecuencia cardiaca de la persona. La medición de la información de la frecuencia cardiaca significa la medición de la frecuencia cardiaca, es decir, la frecuencia del latido cardiaco. La frecuencia cardiaca también se puede usar para calcular otros parámetros de frecuencia cardiaca, tales como la desviación estándar de la frecuencia cardiaca o la velocidad de modificación de la frecuencia cardiaca. En la etapa 124 se calcula un valor para el parámetro de estrés a partir de la información de la frecuencia cardiaca. En su forma más sencilla, el parámetro de estrés es la frecuencia cardiaca, en cuyo caso no se requieren mediciones en la etapa 124. Si el nivel de estrés se usa como el parámetro de estrés, el valor del nivel de estrés se calcula de forma continua como una función de la frecuencia cardiaca mediante una red neural, por ejemplo. En la etapa 126, el valor de parámetro de estrés que se ha formado anteriormente se compara con el valor umbral del parámetro de estrés que se formó en la etapa 106. En la práctica, el valor del parámetro de estrés se compara periódicamente con el valor umbral en la etapa 126, por ejemplo cada vez que se calcula la frecuencia cardiaca, por ejemplo una vez por segundo. En la etapa 128 el proceso continúa como sigue basándose en el resultado comparativo: si no se sobrepasó el valor umbral, la medición de la frecuencia cardiaca continúa de acuerdo con la etapa 130; si se sobrepasó el valor umbral, se produce una alarma en la etapa 132. La alarma se produce por ejemplo mediante el monitor de frecuencia cardiaca como una información de destello en la pantalla del monitor de frecuencia cardiaca, como un mensaje de voz o hablado, como una vibración o de otra manera similar. Hay dos formas de reaccionar frente a una alarma: se disminuye la cantidad de trabajo de acuerdo con la etapa 134, después de lo cual el ejercicio continúa y la frecuencia cardiaca se mide de acuerdo con la etapa 130. Alternativamente, el ejercicio de mantenimiento físico se finaliza de acuerdo con la etapa 133. Esta alternativa entra en cuestión particularmente cuando el nivel de estrés se usa como el parámetro de estrés.

Las Figuras 3A y 3B ilustran una realización del dispositivo de acuerdo con la invención. La figura 3A muestra un medidor de PEF 300 que comprende una boquilla 302 en la que el usuario coloca su boca para la medición del flujo espiratorio. El aire pasa de la boquilla 302 al depósito de aire 306 del medidor de PEF 300 y sale a través de una abertura de salida 308. El aire que pasa a través del depósito de aire 306 mueve un indicador de muelle 304 que muestra el flujo espiratorio máximo de la persona. La Figura 3B ilustra una realización del monitor de frecuencia cardiaca 320. El monitor de frecuencia cardiaca 320 comprende una correa de muñeca 322 para fijarlo a la muñeca.

El monitor de frecuencia cardiaca 320 también comprende un teclado numérico que consiste de una o más teclas 324 para introducir la información que se necesita para controlar el ejercicio de mantenimiento físico. La información que se tiene que introducir comprende, por ejemplo, el valor del flujo espiratorio de la persona medido por el medidor de PEF mostrado en la Figura 3A o los parámetros fisiológicos de la persona, tal como edad, sexo o altura. A partir de la información fisiológica introducida, el monitor de frecuencia cardiaca 320 calcula un valor de referencia para flujo espiratorio y forma un valor comparativo comparándolo con el flujo espiratorio medido. El monitor de frecuencia cardiaca calcula el valor comparativo y la frecuencia cardiaca máxima de la persona que se puede estimar a partir de los parámetros fisiológicos. Usando estos valores, el monitor de frecuencia cardiaca forma valores umbral para la frecuencia cardiaca y el nivel de estrés de acuerdo con la fórmula (1). El monitor de frecuencia cardiaca 320 además comprende una pantalla 326 para presentar los valores del parámetro de estrés y los correspondientes valores umbral durante el ejercicio de mantenimiento físico, tal como la frecuencia cardiaca 328A y su valor umbral 328B, el valor del nivel de estrés (EX) (300) y el correspondiente valor umbral (350). Si se sobrepasa alguno de los valores umbral, el dispositivo de señalización sonora del monitor de frecuencia cardiaca produce una señal sonora que le dice al usuario que ha sobrepasado el valor umbral. Como un resultado de sobrepasar el valor umbral, el usuario puede continuar el ejercicio con una frecuencia cardiaca menor o finalizar el ejercicio.

El monitor de frecuencia cardiaca que lleva a cabo las etapas de la invención se describirá mediante un ejemplo con referencia a la Figura 4. La frecuencia cardiaca de una persona que hace ejercicio se mide mediante un cinturón de electrodos emisor fijado alrededor del tórax. El cinturón de electrodos emisor se ilustra por la entidad formada por los componentes 400A a 408. La frecuencia cardiaca medida se transmite preferiblemente de forma inductiva a un receptor de muñeca que se ilustra por la entidad formada por los componentes 420 a 432. La entidad formada por el cinturón de electrodos emisor y el receptor se denomina un monitor de frecuencia cardiaca.

El cinturón de electrodos emisor mide la frecuencia cardiaca mediante la medición de la frecuencia cardiaca 400A y 400B. Los medios de medición son por ejemplo electrodos. El monitor de frecuencia cardiaca comprende al menos dos electrodos, pero también se pueden usar más. Desde los electrodos 400A y 400B, la señal de frecuencia cardiaca se aplica a un preamplificador de ECG 402, desde el cual la señal se transfiere mediante un amplificador AGC 404 y un amplificador de potencia 406 a un emisor 408. El emisor 408 se realiza preferiblemente como una bobina que envía la información de frecuencia cardiaca 410 de forma inductiva a un receptor, tal como una unidad receptora de muñeca o a un ordenador externo. Un impulso de 5 kHz 410A se corresponde con un latido cardiaco, por ejemplo, o un grupo de impulsos 410A a 410C se puede corresponder con un latido. Los intervalos 412A a 412B entre los impulsos 410A a 410C pueden ser iguales o diferentes en duración. Además de la transmisión inductiva, la información se puede transmitir entre el cinturón de electrodos y la unidad receptora ópticamente o mediante un conductor, por ejemplo. En una realización, la unidad receptora 420 a 432, tal como el receptor de muñeca, comprende una bobina receptora 420, desde la cual la señal recibida se aplica a través de un receptor de señales 422 a un procesador central 424, que coordina el funcionamiento de las diferentes partes de la unidad receptora. La unidad receptora preferiblemente también comprende una memoria 428 para almacenar la información de frecuencia cardiaca y otros datos relevantes para la invención, tales como valores de flujo espiratorio. El monitor de frecuencia cardiaca además comprende medios de presentación 326 para presentar el parámetro de estrés y su valor umbral. El medio de presentación 326 es por ejemplo una pantalla o un controlador de voz. La frecuencia cardiaca y su valor umbral así como el nivel de estrés y su valor umbral, por ejemplo, se presentan en la pantalla. En una realización de la invención, los medios de presentación 326 se refieren a un dispositivo de señalización sonora para dar una señal sonora cuando se sobrepasa el valor umbral del parámetro de estrés. Los medios de presentación 326 también pueden ser un dispositivo de mensaje de voz o un dispositivo vibrador. Es evidente que se pueden usar varios medios de presentación de forma simultánea, por ejemplo el dispositivo de señalización sonora y la pantalla.

El monitor de frecuencia cardiaca y su receptor de acuerdo con una realización mostrada en la Figura 4 comprenden adicionalmente una unidad de cálculo 432 para formar el valor de referencia del flujo espiratorio mediante parámetros fisiológicos. Para formar los valores de referencia, la unidad de cálculo puede usar valores de referencia expuestos en forma de tabla incluidos en una unidad de referencia 434 o valores de referencia formados por una red neural. En una realización, el valor comparativo también se forma en la unidad de cálculo 432 mediante el flujo espiratorio medido y el valor de referencia. En una realización de la invención, un valor de referencia relacionado con la salud que indica que el valor comparativo no debe ser menor del 50% se almacena en la unidad de cálculo 432. La unidad de cálculo 432 compara el valor comparativo formado con el valor de referencia relacionado con la salud, y el monitor de frecuencia cardiaca indica mediante el medio de presentación 326 por el procesador central 424 mediante el medio de presentación 326 si el valor comparativo no llega al valor de referencia relacionado con la salud. La unidad de cálculo 432 preferiblemente forma los valores umbral de los parámetros de estrés y compara el parámetro de estrés y los valores umbral de los parámetros de estrés durante el ejercicio de mantenimiento físico. La unidad de cálculo 432 se conecta a la unidad central 424 mediante la cual la unidad de cálculo 432 recibe los valores de los parámetros de entrada que se necesitan para los cálculos y la comparación así como información sobre la frecuencia cardiaca durante el ejercicio de mantenimiento físico. Los parámetros de entrada, tales como parámetros fisiológicos, frecuencia cardiaca de referencia, valor de referencia relacionado con la salud, valor comparativo formado fuera del monitor de frecuencia cardiaca, uno o más valores de PEF, se introducen mediante los medios de introducción 324 del monitor de frecuencia cardiaca. El medio de introducción es por ejemplo un teclado numérico, un controlador de voz, una conexión óptica, un enlace de radio, un cable conector o un puerto de telecomunicaciones para introducir la información obtenida de un dispositivo externo. Es evidente que la unidad de cálculo 432 no necesita ser un dispositivo separado, pero sus funciones se pueden realizar en el procesador central 424, por ejemplo.

En una realización de la invención, el medidor de PEF se realiza en el monitor de frecuencia cardiaca como se muestra en la Figura 4. En ese caso, el valor de flujo espiratorio medido por el medidor de PEF 300 incluido en el monitor de frecuencia cardiaca se suministra automáticamente mediante el procesador central 424 a la unidad de cálculo 432, y por tanto el usuario no tiene que introducir el valor con el medio de introducción 324 del monitor de frecuencia cardiaca.

Las funciones, medios y modelos que realizan las etapas del método de la invención se realizan por software para un ordenador de propósito general, como ASIC, mediante componentes lógicos separados, o por cualquier manera correspondiente de la técnica antecedente. Es evidente para los especialistas en la técnica que el monitor de frecuencia cardiaca también puede comprender otras partes que aquellas mostradas en la Figura 4, pero es irrelevante el describirlas en este documento.

Incluso aunque la invención se ha descrito mediante ejemplos de acuerdo con los dibujos adjuntos, es evidente que la invención no se limita a ellos, sino que se puede modificar de diversas maneras dentro del concepto de la invención definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar un ejercicio de mantenimiento físico realizado por una persona, comprendiendo el método medir la información de frecuencia cardiaca de la persona durante el ejercicio de mantenimiento físico (122) e informar (137) a la persona de si el valor de un parámetro de estrés formado a partir de la información de frecuencia cardiaca medida sobrepasa un valor umbral formado para el parámetro de estrés antes del ejercicio de mantenimiento físico, **caracterizado** porque el valor umbral del parámetro de estrés se ha formado (106) para el ejercicio de mantenimiento físico usando el valor del flujo espiratorio de la persona.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el valor de flujo espiratorio se ha medido por un medidor de PEF.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el valor umbral del parámetro de estrés se ha formado basándose en la comparación entre el valor de flujo espiratorio medido antes del ejercicio físico y el valor de referencia de flujo espiratorio.

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque el valor de flujo espiratorio es el flujo espiratorio máximo de la persona.

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque el valor de flujo espiratorio se ha formado mediante uno o más parámetros fisiológicos que describen las propiedades fisiológicas de la persona.

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el parámetro de estrés es el nivel de estrés, y para formar el valor del nivel de estrés durante el ejercicio de mantenimiento físico, se usan uno o más de los siguientes parámetros además de la información de frecuencia cardiaca: uno o más parámetros fisiológicos que describen las propiedades fisiológicas de la persona, uno o más parámetros de estrés que describen la cantidad de trabajo del ejercicio.

7. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el parámetro de estrés es el nivel de frecuencia cardiaca.

8. método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el flujo espiratorio de la persona se introduce en un monitor de frecuencia cardiaca, que forma un valor umbral para el parámetro de estrés basándose en el flujo espiratorio para controlar el ejercicio de mantenimiento físico.

9. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque el resultado de la comparación entre el flujo espiratorio medido y el valor de referencia de flujo espiratorio se compara con un valor de referencia relacionado con la salud, y si el resultado comparativo no alcanza el valor de referencia relacionado con la salud, se informa al usuario de que no es recomendable el ejercicio.

10. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la frecuencia cardiaca de la persona se mide durante el ejercicio de mantenimiento físico por el monitor de frecuencia cardiaca y el valor del parámetro de estrés se muestra en la pantalla del monitor de frecuencia cardiaca.

11. Un monitor de frecuencia cardiaca que comprende medios de medición (400A a 400B) para medir la frecuencia cardiaca de una persona durante un ejercicio de mantenimiento físico, una unidad de cálculo (432) para formar el valor de uno o más parámetros de estrés a partir de la frecuencia cardiaca medida durante el ejercicio de mantenimiento físico, la unidad de cálculo (432) se dispone para comparar el valor de parámetro de estrés durante el ejercicio de mantenimiento físico con un valor umbral formado para el parámetro de estrés antes del ejercicio de mantenimiento físico, comprendiendo el monitor de frecuencia cardiaca además medios de presentación (436) para mostrar al usuario que se sobrepasa el parámetro umbral durante el ejercicio de mantenimiento físico, **caracterizado** porque la unidad de cálculo (432) se dispone para usar el valor de flujo espiratorio medido de la persona antes del ejercicio de mantenimiento físico para formar el valor umbral del parámetro de estrés.

12. Un monitor de frecuencia cardiaca de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque la unidad de cálculo se dispone para usar el nivel de estrés como el parámetro de estrés durante el ejercicio de mantenimiento físico y, para formar el valor del parámetro de estrés, la unidad de cálculo se dispone para usar uno o más de los siguientes parámetros además de la frecuencia cardiaca: uno o más parámetros fisiológicos que describen las propiedades fisiológicas de la persona, uno o más parámetros de estrés que describen la cantidad de trabajo del ejercicio.

13. Un monitor de frecuencia cardiaca de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque la unidad de cálculo se dispone para usar la frecuencia cardiaca de la persona durante el ejercicio de mantenimiento físico como el parámetro de estrés.

14. Un monitor de frecuencia cardiaca de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque la unidad de cálculo se dispone para usar el valor de referencia del flujo espiratorio de la persona para formar el valor umbral del parámetro de estrés.

15. Un monitor de frecuencia cardiaca de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado** porque el valor de referencia del flujo espiratorio es el flujo espiratorio máximo de la persona.

16. Un monitor de frecuencia cardiaca de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado** porque la unidad de cálculo se dispone para formar el valor de referencia del flujo espiratorio mediante uno o más parámetros fisiológicos que describen las propiedades fisiológicas de la persona.

17. Un monitor de frecuencia cardiaca de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque el medio de presentación incluido en el monitor de frecuencia cardiaca comprende uno o más de los siguientes elementos: un dispositivo de señalización sonora, un dispositivo de mensaje de voz, un dispositivo vibrador, una pantalla para mostrar el valor de uno o más parámetros de estrés y/o el valor umbral del parámetro de estrés.

18. Un monitor de frecuencia cardiaca de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque el monitor de frecuencia cardiaca comprende medios de introducción para introducir la información usada para formar el valor umbral del parámetro de estrés en la unidad de cálculo.

19. Un monitor de frecuencia cardiaca de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado** porque la unidad de cálculo se dispone para formar un valor comparativo entre el flujo espiratorio medido y el valor de referencia del flujo espiratorio y para comparar el valor comparativo con un valor de referencia relacionado con la salud, disponiéndose el monitor de frecuencia cardiaca para informar a la persona de si el valor comparativo no alcanza el valor de referencia relacionado con la salud.

20. Un monitor de frecuencia cardiaca de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque el monitor de frecuencia cardiaca comprende un medidor de PEF para medir el flujo espiratorio.

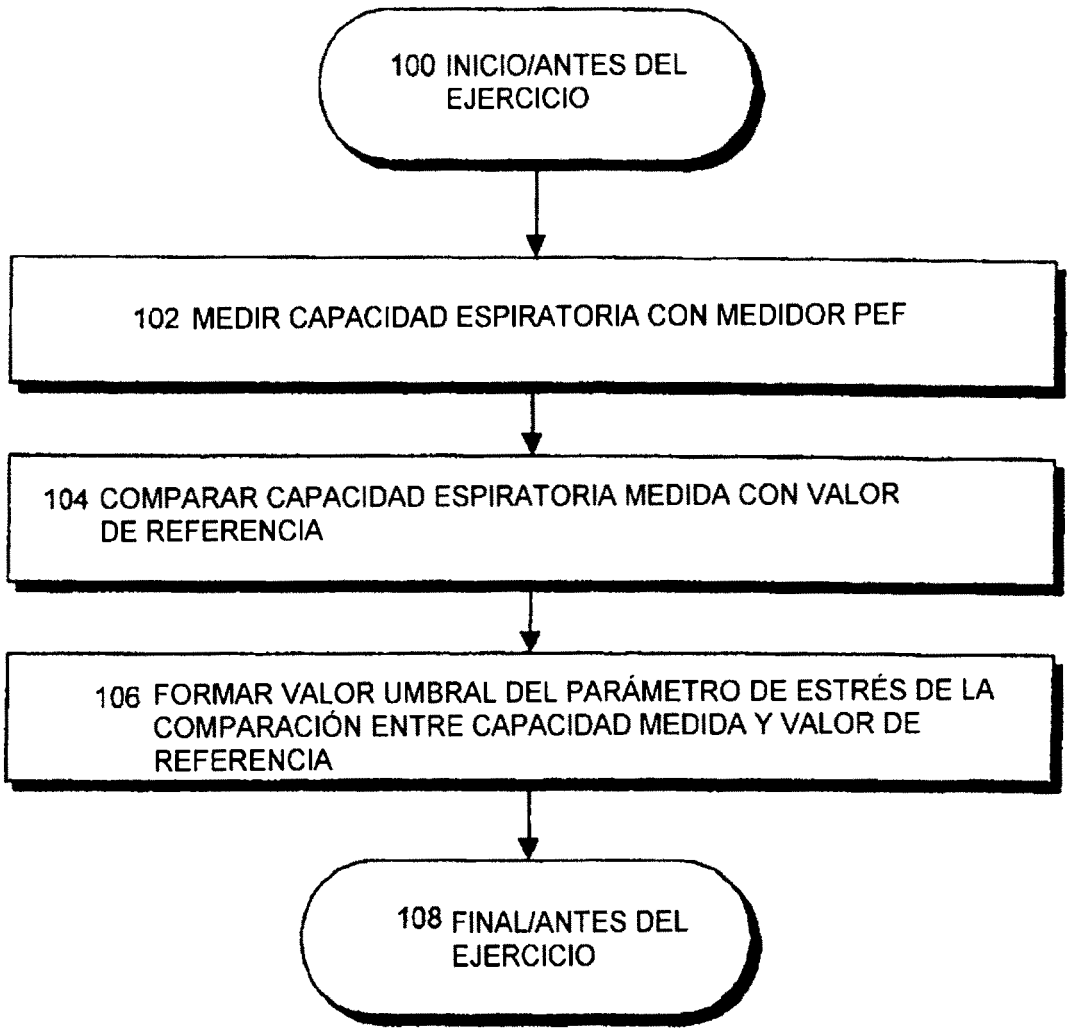

100 INICIO/ANTES DEL EJERCICIO
102 MEDIR CAPACIDAD ESPIRATORIA CON MEDIDOR PEF
104 COMPARAR CAPACIDAD ESPIRATORIA MEDIDA CON VALOR DE REFERENCIA
106 FORMAR VALOR UMBRAL DEL PARÁMETRO DE ESTRÉS DE LA COMPARACIÓN ENTRE CAPACIDAD MEDIDA Y VALOR DE REFERENCIA
108 FINAL/ANTES DEL EJERCICIO

Fig. 1A

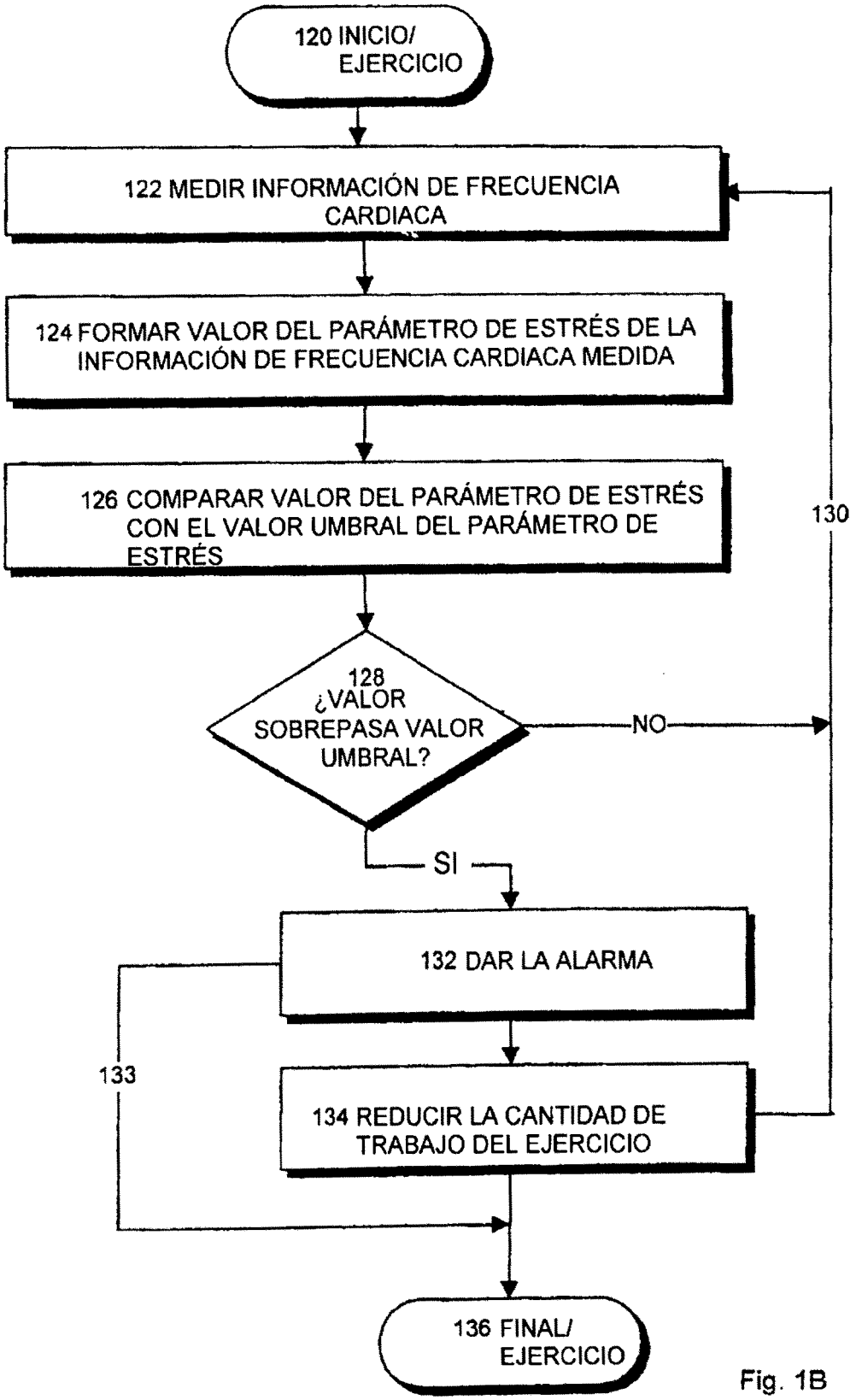

120 INICIO/ EJERCICIO
122 MEDIR INFORMACIÓN DE FRECUENCIA CARDIACA
124 FORMAR VALOR DEL PARÁMETRO DE ESTRÉS DE LA INFORMACIÓN DE FRECUENCIA CARDIACA MEDIDA
126 COMPARAR VALOR DEL PARÁMETRO DE ESTRÉS CON EL VALOR UMBRAL DEL PARÁMETRO DE ESTRÉS
128 ¿VALOR SOBREPASA VALOR UMBRAL?
NO
SI
130
132 DAR LA ALARMA
133
134 REDUCIR LA CANTIDAD DE TRABAJO DEL EJERCICIO
136 FINAL/ EJERCICIO

Fig. 1B

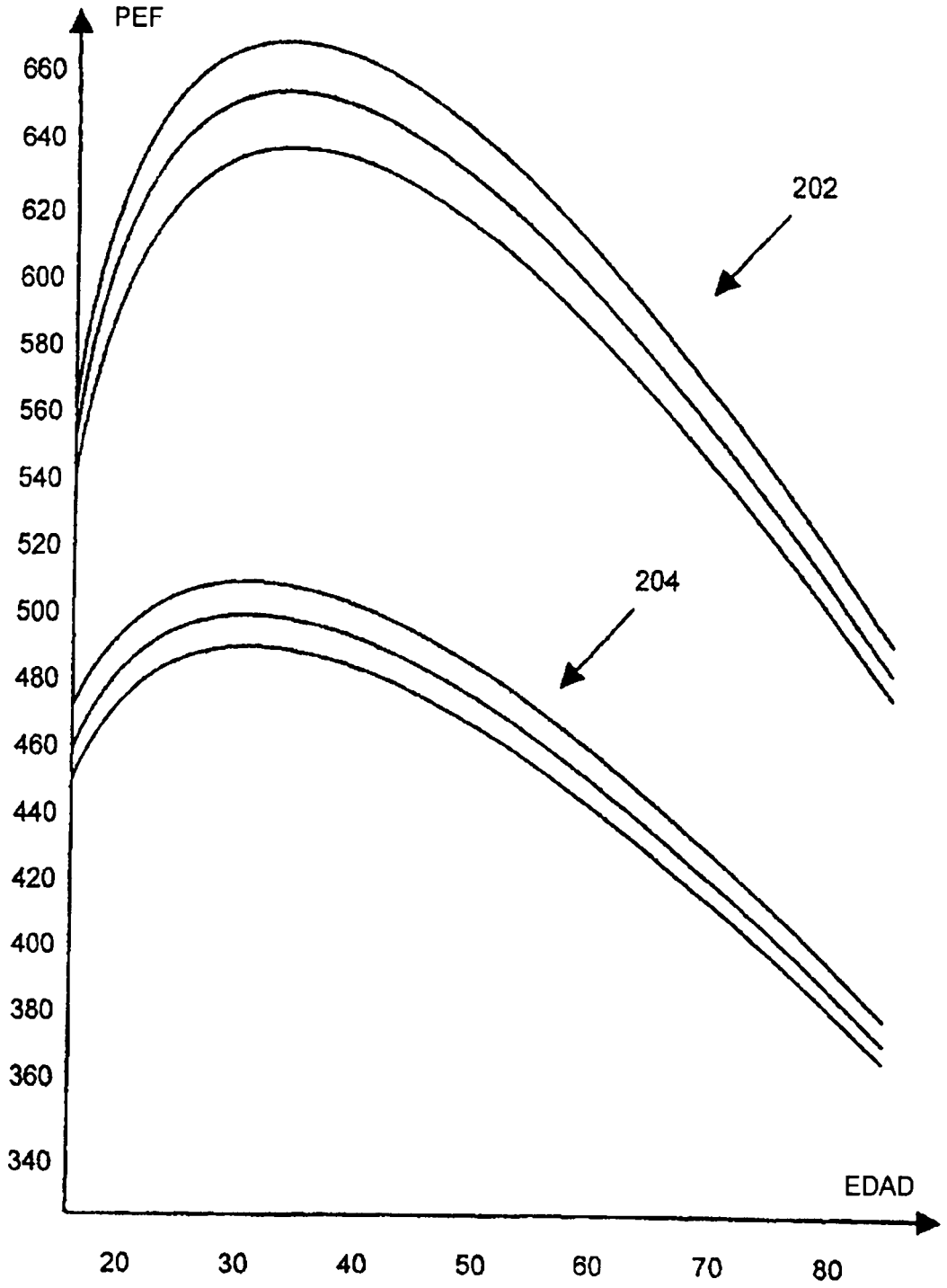

PEF
660
640
620
600
580
560
540
520
500
480
460
440
420
400
380
360
340
202
204
EDAD
20
30
40
50
60
70
80

FIG. 2

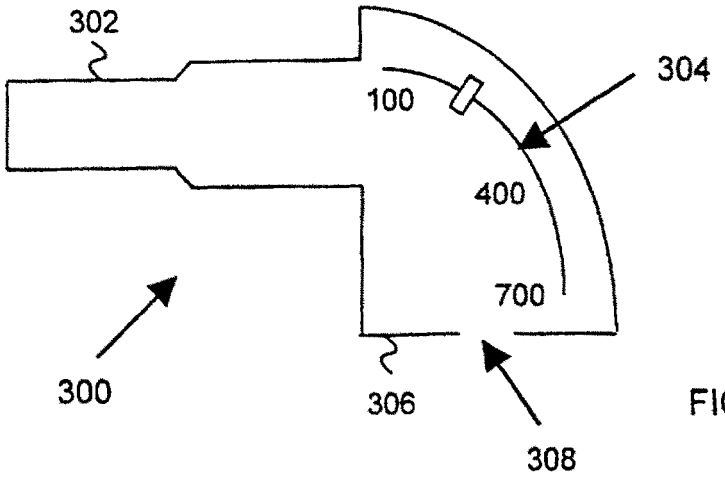

302
304
100
400
700
300
306
308

FIG. 3A

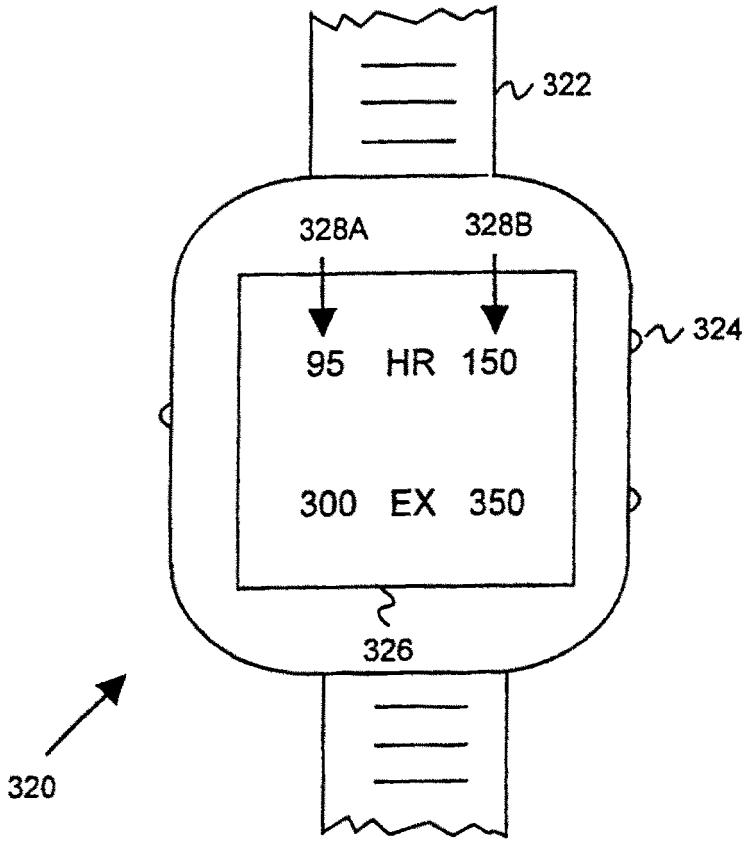

322
328A
328B
324
95 HR 150
300 EX 350
326
320

FIG. 3B

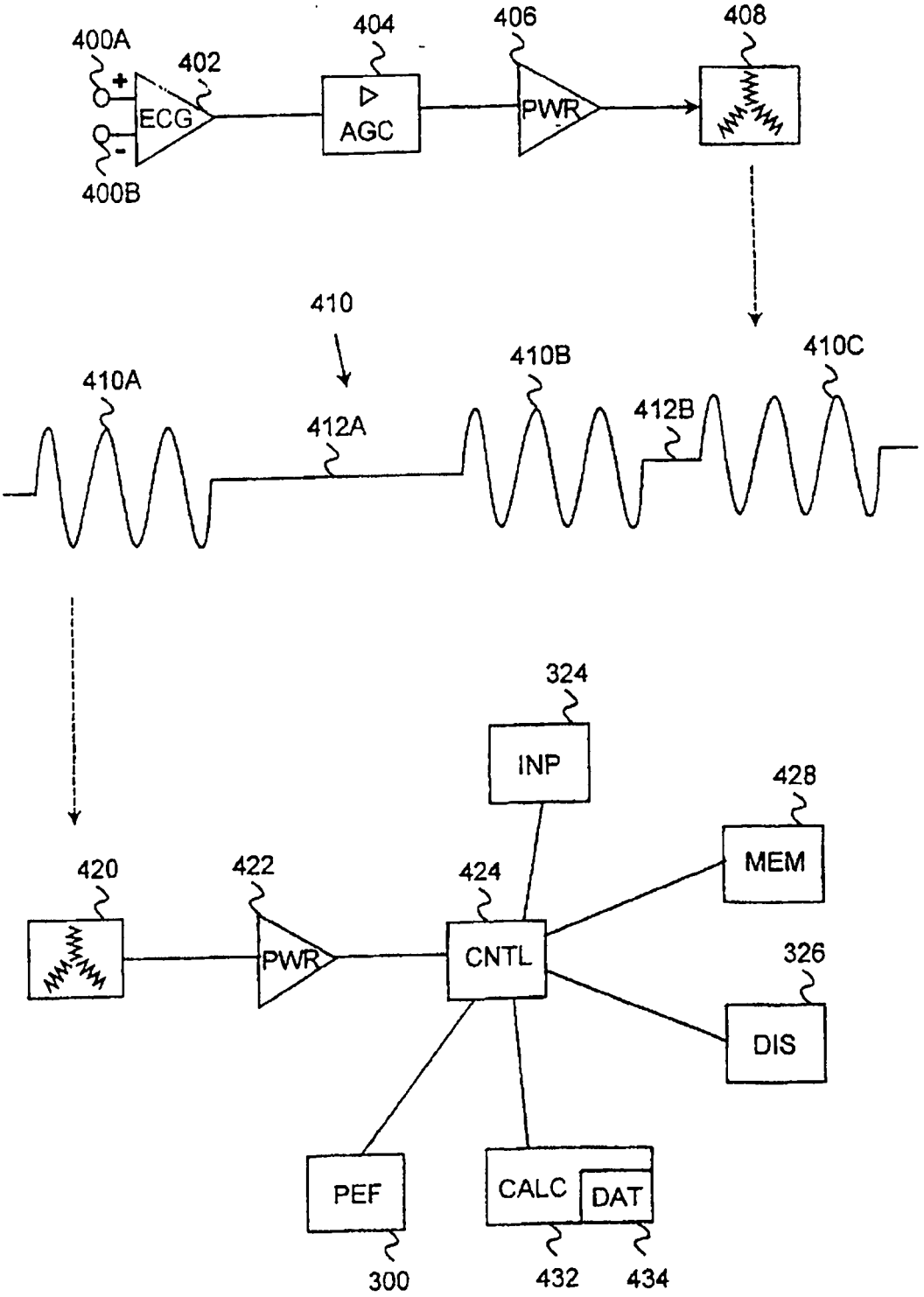

400A
402
404
406
408
ECG
AGC
PWR
400B
410
410A
412A
410B
412B
410C
324
INP
428
MEM
420
422
424
PWR
CNTL
326
DIS
PEF
CALC
DAT
300
432
434

FIG. 4