



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0032668
(43) 공개일자 2019년03월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/024 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/7275 (2013.01)
A61B 5/0024 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0119326
(22) 출원일자 2017년09월18일
심사청구일자 2017년09월18일

(71) 출원인
서울대학교병원
서울특별시 종로구 대학로 101(연건동)
(72) 발명자
문재훈
서울특별시 동작구 보라매로5가길 24 2403호 (신대방동, 보라매나산스위트)
(74) 대리인
특허법인임앤정

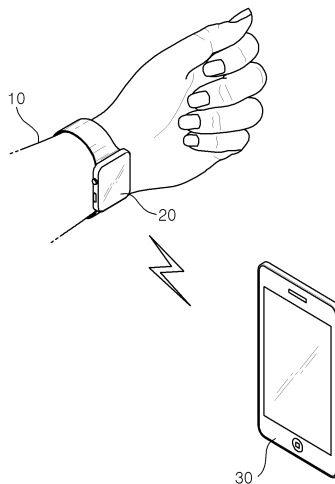
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 웨어러블 장치를 이용한 갑상선기능항진증의 예측 시스템 및 예측 컴퓨터프로그램

(57) 요약

웨어러블 장치를 이용하여 갑상선기능항진증을 관리하고 예측하는 시스템 및 컴퓨터프로그램이 제공된다. 이 예측 시스템은, 휴지기 심박수를 이용하여 갑상선기능항진증을 예측하는 시스템으로서: 일정한 주기로 환자의 심박수를 측정하는 웨어러블 장치; 및 웨어러블 장치로부터 심박수 정보를 수신하는 생체신호 연산장치로서, 환자에 대하여 정상 상태의 기준 심박수보다 휴지기 심박수가 큰 경우 경고 알람을 출력하는 생체신호 연산장치를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 5/024 (2013.01)

A61B 5/11 (2013.01)

A61B 5/7235 (2013.01)

A61B 5/746 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

휴지기 심박수를 이용하여 갑상선기능항진증을 예측하는 시스템으로서:

일정한 주기로 환자의 심박수를 측정하는 웨어러블 장치; 및

상기 웨어러블 장치로부터 심박수 정보를 수신하는 생체신호 연산장치로서, 상기 환자에 대하여 정상 상태의 기준 심박수보다 휴지기 심박수가 큰 경우 경고 알람을 출력하는 생체신호 연산장치를 포함하는, 웨어러블 장치를 이용한 갑상선기능항진증의 예측 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 웨어러블 장치는 상기 환자의 걸음수를 측정하여 상기 생체신호 연산장치에 전송하고; 상기 생체신호 연산장치는 하루 중 일정 시간동안 걸음수가 0인 구간을 추출하고, 각 구간에 측정된 심박수를 이용하여 상기 휴지기 심박수를 산출하는 것을 특징으로 하는, 웨어러블 장치를 이용한 갑상선기능항진증의 예측 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 생체신호 연산장치는 각 구간에 측정된 심박수의 중앙값을 산출하고 산출된 중앙값들의 중앙값을 휴지기 심박수로 정의하는 것을 특징으로 하는, 웨어러블 장치를 이용한 갑상선기능항진증의 예측 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 생체신호 연산장치는 각 구간에 측정된 심박수의 중앙값을 산출하고, 산출된 중앙값들 중 기상 구간에 측정된 중앙값보다 수면 구간에 측정된 중앙값에 가중치를 두어 휴지기 심박수를 산출하는 것을 특징으로 하는, 웨어러블 장치를 이용한 갑상선기능항진증의 예측 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 기준 심박수는 갑상선기능이 정상인 소정의 일수동안 측정된 휴지기 심박수의 평균값으로 정의되는 것을 특징으로 하는, 웨어러블 장치를 이용한 갑상선기능항진증의 예측 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 생체신호 연산장치는 연속된 소정의 일수동안의 상기 휴지기 심박수의 평균값이 상기 기준 심박수보다 큰 경우 상기 경고 알람을 출력하는 것을 특징으로 하는, 웨어러블 장치를 이용한 갑상선기능항진증의 예측 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 생체신호 연산장치는, 하루 중 적어도 15분동안 걸음수가 0인 구간에 대하여 각 구간에 측정된 심박수의 중앙값을 산출하고 산출된 중앙값들의 중앙값을 해당 일자의 휴지기 심박수로 정의하고; 연속된 5일동안의 휴지기 심박수의 평균값이 상기 기준 심박수보다 10회 이상 큰 경우, 경고 알람을 출력하는 것을 특징으로 하는, 웨어러블 장치를 이용한 갑상선기능항진증의 예측 시스템.

청구항 8

휴지기 심박수를 이용하여 갑상선기능항진증을 예측하는 생체신호 연산장치와 결합되어,

일정한 주기로 환자의 심박수 및 걸음수를 측정하는 웨어러블 장치로부터 심박수 및 걸음수 정보를 수신하는 단계;

하루 중 일정 시간동안 걸음수가 일정 값 이하인 구간을 추출하고, 각 구간에 측정된 심박수를 이용하여 상기 휴지기 심박수를 정의하는 단계;

갑상선기능이 정상인 소정의 일수동안 측정된 휴지기 심박수의 평균값을 기준 심박수로 정의하는 단계; 및

상기 휴지기 심박수가 상기 기준 심박수보다 큰 경우 경고 알람을 출력하는 단계를 실행시키기 위하여 매체에 저장된 컴퓨터프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 갑상선기능항진증의 예측 시스템 및 예측 컴퓨터프로그램에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 웨어러블 장치를 이용하여 갑상선기능항진증을 관리하고 예측하는 시스템 및 컴퓨터프로그램에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 갑상선기능항진증은 갑상선에서 분비되는 호르몬이 어떠한 원인에 의해서 과다하게 분비되어 갑상선 중독증을 일으키는 상태를 말한다. 이로 인하여 체중감소나, 피로감을 느낄 수 있고 심할 경우 호흡곤란이나 실신 등에 이르기기도 한다. 갑상선기능항진증의 유병률은 약 2%로 흔한 질병이며, 국내의 경우 대부분 그레이브스병으로 진단되어 항갑상선제를 투여하여 치료한다. 항갑상선제의 경우 약제복용 순응도, 즉 처방에 맞게 약제를 복용하는 것이 치료에 매우 중요하다. 종래에는 갑상선기능항진증의 관리가 외래 진료만으로 이루어졌기 때문에, 환자가 약제를 처방받아 복용하더라도 일정한 시간이 지나 증상이 호전되면 환자 임의로 추가 진료를 받지 않고 약제 복용을 중단하는 경우가 많이 발생하였다. 또한 지속적인 치료를 진행하더라도 통상 약제 복용 1 내지 2년 후 의료진의 판단 하에 약제 중단을 시도하게 된다. 어떠한 경우라도 약제복용을 중단하면 재발률이 50%에 이르기 때문에 문제가 되고 있다. 재발하는 경우에도 처음에는 증상이 경미하게 발현되기 때문에 큰 불편함을 느끼지 않고 그냥 지내다가 증상이 심해져서 중증의 갑상선중독상태가 되어 병원으로 내원하는 경우가 많다. 이러한 경우 입원을 해야 하는 경우도 빈번하며 심각한 경우 사망에 이르기기도 한다.

[0003] 현재까지는 갑상선기능항진증의 경우 오직 외래 진료에만 의존하여 질병을 관리하고 재발을 예측하고 있는 상황이다. 갑상선기능항진증이 진단되면 평생에 걸쳐 주기적으로 내원하는 것이 원칙이나 현실적으로 잘 지켜지지 않으며 특히 약제 복용을 중단한 후에는 더욱 지켜지지 않는다. 이에 따라 외래 진료를 받지 않더라도 능동적으로 갑상선기능항진증을 관리하고 재발을 예측할 수 있는 시스템 개발이 절실히 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 웨어러블 장치로부터 측정된 환자의 생체신호, 특히 휴지기 심박수를 이용하여 갑상선기능항진증을 관리하고 재발을 예측할 수 있는 시스템을 제공하고자 하는 것이다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는, 이러한 시스템을 이용한 예측 컴퓨터프로그램을 제공하고자 하는 것이다.

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 웨어러블 장치를 이용한 갑상선기능항진증의 예측 시스템은, 휴지기 심박수를 이용하여 갑상선기능항진증을 예측하는 시스템으로서: 일정한 주기로 환자의 심박수를 측정하는 웨어러블 장치; 및 상기 웨어러블 장치로부터 심박수 정보를 수신하는 생체신호 연산장치로서, 상기

환자에 대하여 정상 상태의 기준 심박수보다 휴지기 심박수가 큰 경우 경고 알람을 출력하는 생체신호 연산장치를 포함한다.

- [0008] 상기 웨어러블 장치는 상기 환자의 걸음수를 측정하여 상기 생체신호 연산장치에 전송하고; 상기 생체신호 연산장치는 하루 중 일정 시간동안 걸음수가 0인 구간을 추출하고, 각 구간에 측정된 심박수를 이용하여 상기 휴지기 심박수를 산출할 수 있다.
- [0009] 상기 생체신호 연산장치는 각 구간에 측정된 심박수의 중앙값을 산출하고 산출된 중앙값들의 중앙값을 휴지기 심박수로 정의할 수 있다.
- [0010] 상기 생체신호 연산장치는 각 구간에 측정된 심박수의 중앙값을 산출하고, 산출된 중앙값들 중 기상 구간에 측정된 중앙값보다 수면 구간에 측정된 중앙값에 가중치를 두어 휴지기 심박수를 산출할 수 있다.
- [0011] 상기 기준 심박수는 갑상선기능이 정상인 소정의 일수동안 측정된 휴지기 심박수의 평균값으로 정의될 수 있다.
- [0012] 상기 생체신호 연산장치는 연속된 소정의 일수동안의 상기 휴지기 심박수의 평균값이 상기 기준 심박수보다 큰 경우 상기 경고 알람을 출력할 수 있다.
- [0013] 상기 생체신호 연산장치는, 하루 중 적어도 15분동안 걸음수가 0인 구간에 대하여 각 구간에 측정된 심박수의 중앙값을 산출하고 산출된 중앙값들의 중앙값을 해당 일자의 휴지기 심박수로 정의하고; 연속된 5일동안의 휴지기 심박수의 평균값이 상기 기준 심박수보다 10회 이상 큰 경우, 경고 알람을 출력할 수 있다.
- [0014] 상기 다른 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 매체에 저장된 컴퓨터프로그램은, 휴지기 심박수를 이용하여 갑상선기능항진증을 예측하는 생체신호 연산장치와 결합되어, 일정한 주기로 환자의 심박수 및 걸음수를 측정하는 웨어러블 장치로부터 심박수 및 걸음수 정보를 수신하는 단계; 하루 중 일정 시간동안 걸음수가 일정 값 이하인 구간을 추출하고, 각 구간에 측정된 심박수를 이용하여 상기 휴지기 심박수를 정의하는 단계; 갑상선기능이 정상인 소정의 일수동안 측정된 휴지기 심박수의 평균값을 기준 심박수로 정의하는 단계; 및 상기 휴지기 심박수가 상기 기준 심박수보다 큰 경우 경고 알람을 출력하는 단계를 실행시키기 위하여 매체에 저장된다.
- [0015] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 구체적인 내용 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0016] 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 환자가 웨어러블 장치를 착용하게 하는 것만으로 갑상선기능항진증의 치료 반응, 임상경과예측, 재발의 예측 등을 지속적으로 모니터링하여 약제 중단 후 재발의 조기진단/치료 등에 활용할 수 있다. 또한, 웨어러블 장치를 이용하여 환자의 심박수 변화를 운동량과 함께 지속적으로 모니터링함으로써, 환자에게 복약순응도를 높이고 약제를 중단한 환자의 경우 재발을 효과적으로 예측할 수 있다.
- [0017] 현재까지 갑상선기능항진증의 관리는 외래 진료만에 의존하고 있으며, 질환을 적극적으로 관리하고 재발을 예측할 수 있는 전자장치나 컴퓨터소프트웨어는 전무한 상태이다. 본 발명의 발명자는 1년 간의 임상연구 결과를 분석하여 본 발명의 예측 시스템 및 컴퓨터프로그램을 개발하게 되었고, 이러한 개발은 갑상선기능항진증 관리에 있어 디지털헬스케어를 활용하는 첫 사례가 될 것으로 기대한다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 갑상선기능항진증의 예측 시스템을 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 2는 도 1의 생체신호 연산장치에 대한 대략적인 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 갑상선기능항진증의 예측 방법을 순차적으로 나타낸 순서도이다.
- 도 4는 본 발명의 예측 시스템을 이용한 임상방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 5는 도 4의 임상연구 과정에서 환자 내원시 측정된 갑상선 호르몬 농도를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 도 4의 임상연구에서 측정된 휴지기 심박수를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 도 4의 임상연구에서 측정한 갑상선호르몬농도와 휴지기 심박수의 연관성을 나타낸 그래프이다.
- 도 8은 도 4의 임상연구에서 웨어러블 장치로 측정한 휴지기 심박수 변화와 갑상선기능항진증과의 연관성을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0020] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 감상선기능향진증의 예측 시스템에 대하여 자세히 설명한다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 감상선기능향진증의 예측 시스템을 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 2는 도 1의 생체신호 연산장치에 대한 대략적인 구성도이다. 본 발명의 예측 시스템은 환자의 휴지기 심박수를 이용하여 감상선기능향진증을 예측하는 시스템으로서, 환자의 생체신호를 측정하는 웨어러블 장치(20)와, 웨어러블 장치(20)와 통신을 하여 생체신호를 수신하고 연산하는 생체신호 연산장치(30)를 포함한다.
- [0022] 웨어러블 장치(20)는 생체신호 연산장치(30)와 네트워크를 통해 통신하며, 환자(10)의 생체신호, 예를 들어 심박수 및 걸음수를 측정하여 생체신호 연산장치(30)에 전송한다. 웨어러블 장치(20)는 생체신호 연산장치(30)와 유무선통신으로 연동될 수 있으며, 바람직하게는 와이파이(wifi), 블루투스(bluetooth) 등의 무선통신기능을 수행할 수 있는 전자 장치일 수 있다. 예를 들어, 웨어러블 장치(20)로는 스마트 워치, 스마트 밴드 등의 다양한 디바이스가 사용될 수 있다. 웨어러블 장치(20)는 유무선통신을 위한 통신모듈과, 심박수 및 걸음수를 측정하는 센서를 포함할 수 있다. 웨어러블 장치(20)에 내장된 센서는 환자(10)의 신체 상태 및 움직임을 파악하기 위한 하나 이상의 센싱 수단을 포함하며, 예를 들어 심박 센서, 중력 센서, 가속도 센서, 자이로스코프(gyroscope), GPS 센서 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0023] 환자(10)는 웨어러블 장치(20)를 항상 몸에 착용하고 생활하는 것이 바람직하며, 웨어러블 장치(20)는 일정한 주기로, 예를 들어 분당 5 내지 10회에 걸쳐 환자(10)의 심박수를 측정할 수 있다. 또한, 웨어러블 장치(20)는 환자(10)의 움직임이 발생하는 경우를 이를 기반으로 걸음수를 측정한다.
- [0024] 생체신호 연산장치(30)는 웨어러블 장치(20)로부터 생체신호를 수신하고 이를 연산하여 감상선기능향진증을 관리하고 예측하는 전자장치이다. 생체신호 연산장치(30)는 사용자가 이동하면서 무선통신을 통하여 통신기능을 수행할 수 있는 전자장치일 수 있으며, 예를 들어 스마트폰을 포함한 이동 전화기, 태블릿 컴퓨터, PDA, 웨어러블 장치, 스마트 워치, 스마트 밴드 등이 될 수 있다.
- [0025] 생체신호 연산장치(30)는 통신부(31), 프로세서(32), 연산부(33), 입력부(34), 출력부(35) 및 메모리(36)를 포함한다.
- [0026] 생체신호 연산장치(30)의 통신부(31)는 외부 전자 장치와 유무선통신 기능을 수행한다. 통신부(31)는 웨어러블 장치(20)와의 데이터 송수신을 담당하며, 그 외에 통신사업자와의 데이터통신, 음성통신 등을 담당할 수 있다.
- [0027] 생체신호 연산장치(30)의 연산부(33)는 웨어러블 장치(20)로부터 수신된 생체신호를 이용하여 환자(10)의 감상선기능향진증을 관리하고 예측한다. 구체적으로, 연산부(33)는 측정된 심박수로부터 기준 심박수와 휴지기 심박수를 정의한다. 여기서, <심박수>는 웨어러블 장치(20)에서 측정한 값이고, <기준 심박수>와 <휴지기 심박수>는 심박수로부터 연산되어 산출된 값이다. 기준 심박수와 휴지기 심박수를 산출하는 과정은 다음과 같다.
- [0028] 먼저 연산부(33)는 환자의 걸음수를 측정한 데이터로부터, 하루 중 일정 시간(예를 들어 15분 이상)동안 걸음수가 0인 구간을 추출한다. 추출된 구간에는 환자의 움직임 또는 운동이 없는 것으로 간주하여, 각 구간에 측정된 심박수를 이용하여 휴지기 심박수(resting heart rate)를 산출한다. 구체적으로, 연산부(33)는 각 구간 내에 측정된 다수의 심박수들에 대하여 이들의 중앙값(이를 '구간별 중앙값'이라 한다)을 산출하고, 하루동안(예를 들어 0시부터 24시까지) 산출된 구간별 중앙값들의 중앙값을 '휴지기 심박수'로 정의한다. 구간의 경계에서는 심박수의 변화가 클 수 있기 때문에 평균값보다 중앙값을 선택함으로써 이러한 오차를 최대한 줄일 수 있다.
- [0029] 변형예로서, 연산부(33)는 하루동안 산출된 구간별 중앙값에 가중치를 다르게 주어 휴지기 심박수를 산출할 수도 있다. 구체적으로, 걸음수가 0인 구간들을 <기상 구간>과 <수면 구간>으로 구분할 수 있는데, 기상 구간은 환자가 깨어 있는 상태에서 일정 시간동안 걸음수가 0인 구간으로 정의될 수 있고, <수면 구간>은 환자가 취침한 상태에서 일정 시간동안 걸음수가 0인 구간으로 정의될 수 있다. 예를 들어, 가중치를 주어 휴지기 심박수를 산출하는 방법으로는, 아래 수식 1과 같이 표시될 수 있다. 수식 1에 의하면, 기상 구간의 심박수보다 취침 구

간의 심박수에 가중치를 더 두고 휴지기 심박수를 산출함으로써 갑상선기능과의 연관성을 더욱 높일 수 있다.

[수식 1]

휴지기 심박수 = $[A \times (\text{기상 구간에 대한 구간별 중앙값의 중앙값}) + B \times (\text{수면 구간에 대한 구간별 중앙값의 중앙값})] / (A+B)$

(단, $0 < A < B$)

한편, 기준 심박수는 환자가 정상 상태일 때(즉 갑상선기능이 정상일 때) 소정의 일수동안 측정된 휴지기 심박수의 평균값으로 정의될 수 있다.

이와 같이 연산부(33)는 측정된 심박수로부터 기준 심박수와 휴지기 심박수를 정의한 후에, 만일 휴지기 심박수가 기준 심박수보다 큰 경우 출력부(35) 또는 웨어러블 장치(20)를 통하여 경고 알람을 출력한다. 바람직하게는, 연산부(33)는 연속된 소정의 일수동안(예를 들어, 연속된 5일 이상)의 휴지기 심박수의 평균값이 기준 심박수보다 소정의 값(예를 들어, 10회) 이상 큰 경우, 경고 알람을 출력할 수 있다. 본 발명에서는 휴지기 심박수와 기준 심박수의 차이를 이용하여 갑상선기능항진증을 관리하고 예측하는데, 휴지기 심박수, 기준 심박수 및 갑상선기능항진증 간의 상관관계에 대해서는 후에 자세히 설명한다.

생체신호 연산장치(30)의 입력부(34)는 소프트웨어 또는 하드웨어 입력기를 포함하고, 출력부(35)는 스피커와 디스플레이를 포함한다. 디스플레이는 운영체제 소프트웨어의 UI/UX, 응용 소프트웨어의 UI/UX에 있어서 사용자의 터치입력을 감지하는 수단으로서 사용자 인터페이스를 포함할 수 있다. 디스플레이는 화면을 출력하는 수단임과 동시에 사용자의 터치 이벤트를 감지하는 입력수단을 기능을 함께 실행하는 터치스크린으로 이루어질 수 있다.

생체신호 연산장치(30)의 메모리(36)는 일반적으로 디바이스에 사용되는 컴퓨터 코드 및 데이터를 저장하는 장소를 제공한다. 메모리(36)에는 다양한 애플리케이션 및 이의 구동/관리에 필요한 리소스뿐만 아니라 기본적인 입출력 시스템, 운영 체제, 다양한 프로그램들, 애플리케이션들, 또는 디바이스에서 실행되는 사용자 인터페이스 기능들, 프로세서 기능들 등을 포함하는 임의의 디바이스용 펌웨어(firmware)가 저장될 수 있다.

생체신호 연산장치(30)의 프로세서(32)는 운영체제와 함께 컴퓨터 코드를 실행하고 데이터를 생성하고 사용하는 동작을 실행한다. 또한 프로세서(32)는 일련의 명령어를 사용하여 생체신호 연산장치(30)의 컴포넌트들 간의 입력 및 출력 데이터의 수신 및 처리를 할 수 있다. 또한 프로세서(32)는 생체신호 연산장치(30)에 설치된 운영체제 소프트웨어와 각종 애플리케이션 소프트웨어들의 기능을 실행하는 제어부 역할을 담당한다.

생체신호 연산장치(30)의 전원부, 통신모뎀, GPS, I/O 디바이스, 카메라 모듈과 같은 하드웨어/소프트웨어 모듈 등의 부가적 혹은 관용적 구성요소는 도면에서는 나타나지 않았으나, 본 발명의 생체신호 연산장치(30)에는 장치의 기능에 기여하는 다양한 내부 및 외부 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 또한 생체신호 연산장치(30)는 하드웨어 요소들(회로 포함), 소프트웨어 요소들(컴퓨터 판독 가능 매체에 저장된 컴퓨터 코드 포함) 또는 이 두 요소의 결합을 포함할 수 있다.

본 실시예에서는 웨어러블 장치(20)와 생체신호 연산장치(30)를 물리적으로 구분된 경우를 예를 들어 설명하고 있으나, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 생체신호 연산장치(30)는 웨어러블 장치(20) 내에 물리적으로 포함될 수 있으며, 이 경우 웨어러블 장치(20)와 생체신호 연산장치(30)는 일체로 된 하나의 물리적 전자장치로 보아야 할 것이다.

이하 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 갑상선기능항진증의 예측 방법을 자세히 설명한다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 갑상선기능항진증의 예측 방법을 순차적으로 나타낸 순서도이다.

먼저 웨어러블 장치(20)는 일정한 주기로 환자(10)의 심박수를 측정하고 걸음수를 측정하여 이들을 생체신호 연산장치(30)에 전송한다(S10).

생체신호 연산장치(30)는 웨어러블 장치(20)로부터 심박수와 걸음수를 수신하여 휴지기 심박수를 연산한다(S20). 구체적으로, 생체신호 연산장치(30)는 환자의 걸음수 데이터로부터, 하루 중 일정 시간(예를 들어 15분 이상)동안 걸음수가 0인 구간을 추출한다. 생체신호 연산장치(30)는 각 구간의 심박수들에 대한 구간별 중앙값을 산출하고, 하루를 기준으로 상기 구간별 중앙값들의 중앙값을 '휴지기 심박수'로 정의한다. 변형예로서, 생체신호 연산장치(30)는 수식 1과 같이 기상 구간의 심박수보다 취침 구간의 심박수에 가중치를 더 두고 휴지기 심박수를 산출할 수도 있다.

- [0043] 또한, 생체신호 연산장치(30)는 환자의 갑상선기능이 정상일 때 소정의 일수동안 측정된 휴지기 심박수의 평균값을 '기준 심박수'로 정의한다(S30).
- [0044] 이어서, 생체신호 연산장치(30)는 휴지기 심박수와 기준 심박수의 값을 비교하여(S40), 휴지기 심박수가 기준 심박수보다 클 경우 자체 출력부 또는 웨어러블 장치(20)를 통하여 경고 알람을 출력한다(S50). 예를 들어, 생체신호 연산장치(30)는 연속된 소정의 일수동안(예를 들어, 연속된 5일 이상)의 휴지기 심박수의 평균값이 기준 심박수보다 소정의 값(예를 들어, 10회) 이상 큰 경우, 경고 알람을 출력할 수 있다.
- [0045] 이하 도 4 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 예측 시스템이 근거로 하는 심박수와 갑상선기능항진증 간의 상관관계에 대한 임상연구 내용을 자세히 설명한다.
- [0046] 도 4는 본 발명의 예측 시스템을 이용한 임상방법을 개략적으로 나타낸 도면이다. 본 임상연구에서 갑상선기능과 심박수의 연관성을 확인하기 위해 30명의 갑상선기능항진증 환자(신규환자 및 재발환자 포함)를 모집하여 웨어러블 장치를 착용하게 하고 심박수를 지속적으로 모니터링 하였다. 본 임상연구에서 사용된 웨어러블 장치는 Fitbit Charge HR™ 및 Fitbit Charge 2™을 사용하였다. 웨어러블 장치를 착용한 환자들은 3회에 걸쳐 내원하였고, 항갑상선제 치료를 진행하며 치료 중 변화하는 갑상선호르몬 농도를 웨어러블 장치로 측정된 심박수의 변화와 비교하였다. 또한, 웨어러블 장치로 측정된 심박수의 변화와 갑상선기능 변화와의 연관정도를 기존의 방법과 비교하기 위해 병원 내원시 자동혈압계로 측정된 심박수 및 갑상선항진증 증상 지표(HSS: Hyperthyroid Symptom Scale)을 동시에 내원시마다 측정하여 분석하였다.
- [0047] 도 5는 도 4의 임상연구 과정에서 환자 내원시 측정된 갑상선 호르몬 농도를 나타낸 도면이다. 도 5에서 BMI는 체질량지수(Body Mass Index), SBP는 수축기 혈압(Systolic Blood Pressure), DBP는 이완기 혈압(Diastolic Blood Pressure), HR은 심박수(Heart Rate), HSS는 갑상선항진증 증상지표(Hyperthyroid Symptom Scale), free T4는 갑상선호르몬, TSH는 갑상선 자극 호르몬, TB는 총빌리루빈, ALP는 Alkaline Phosphates, AST는 Aspartate Transaminase, ALT는 Alamine Transaminase, WBC는 백혈구를 의미한다. 갑상선기능항진증 환자에서 항갑상선제 치료가 진행될수록, 즉 1차 내원과 비교하여 2차, 3차 내원시 측정된 갑상선호르몬(free T4) 수치는 점차 줄어 들어 정상 범위(0.8-1.8 ng/dL)로 들어가는 것을 확인하였다.
- [0048] 도 6은 도 4의 임상연구에서 측정된 휴지기 심박수를 나타낸 도면이다. 구체적으로 도 6은 시간흐름에 따른 웨어러블 장치로 측정된 휴지기 심박수의 변화를 나타낸 것이다. 갑상선기능항진증 환자에서 항갑상선제 치료가 진행될수록 웨어러블 장치에서 측정된 휴지기 심박수는 점차 감소 추세를 확인하였다.
- [0049] 이와 같이 측정된 심박수와 갑상선호르몬 농도와의 상관관계를 살펴보았다. 도 7은 도 4의 임상연구에서 측정된 갑상선호르몬농도와 휴지기 심박수의 연관성을 나타낸 그래프이다. 도 7에서 WD-rHR은 웨어러블 장치를 통해 얻은 휴지기 심박수이고, HSS는 설문조사를 통하여 10개의 갑상선항진증 대표증상을 0-5점까지 점수화하여 그 항목을 더한 값을 나타내고, on-site HR(또는 HR)은 병원에 내원시, 즉 혈액검사를 한 날에 병원에서 혈압계로 측정된 심박수이다. 심박수 데이터(WD-rHR 및 on-site HR)와 HSS 데이터를 비교하기 위하여, 각 지표의 평균에 대한 표준편차를 사용하여 비교하였다. 이 경우 웨어러블 장치로 측정된 휴지기 심박수(WD-rHR)가 가장 연관성이 크게 나왔다.
- [0050] 도 8은 도 4의 임상연구에서 웨어러블 장치로 측정된 휴지기 심박수 변화와 갑상선기능항진증과의 연관성을 나타낸 그래프이다. 구체적으로 도 8은 도 7의 데이터를 갑상선호르몬(free T4)가 1.8 ng/dL보다 큰 경우(즉, 정상상태의 상한보다 커서 갑상선기능항진증의 범위에 들어가는 경우)와, 그렇지 않은 경우로 이분화하여, 각 지표가 1 SD(standard deviation)만큼 증가할 경우 갑상선기능항진증으로 분류될 확률은 보여준다. 웨어러블 장치로 측정된 휴지기 심박수(WD-HR)의 경우, 휴지기 심박수가 1SD(약 10회) 증가할 경우 갑상선기능항진증으로 분류될 가능성이 3배 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 웨어러블 장치로 측정된 휴지기 심박수(WD-HR)라는 단일 지표가 갑상선기능항진증의 다양한 증상을 점수화한 지표(HSS)보다 강한 예측력을 보여준 것이며, 기존의 방법으로 병원에 내원하여 측정하는 심박수(HR)는 통계적으로 유의한 갑상선기능항진증 예측력을 보여주지 못하였다.
- [0051] 이와 같이 웨어러블 장치로 측정된 휴지기 심박수의 변화는 갑상선기능항진증의 유병률 또는 재발률과 밀접한 관계를 가짐을 확인할 수 있었고, 본 발명의 예측 시스템을 이용할 경우 환자가 직접 내원을 하지 않더라도 웨어러블 장치를 착용하는 것만으로도 휴지기 심박수의 변화로부터 갑상선기능항진증의 조절정도를 평가하고 재발을 쉽게 예측할 수 있다. 만일 휴지기 심박수가 기준 심박수에 비해 비정상적으로 증가 양상을 보이는 경우, 예측 시스템은 환자에게 갑상선 기능 이상을 경고하여 혈액검사를 받도록 알릴 수 있다.

[0052] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

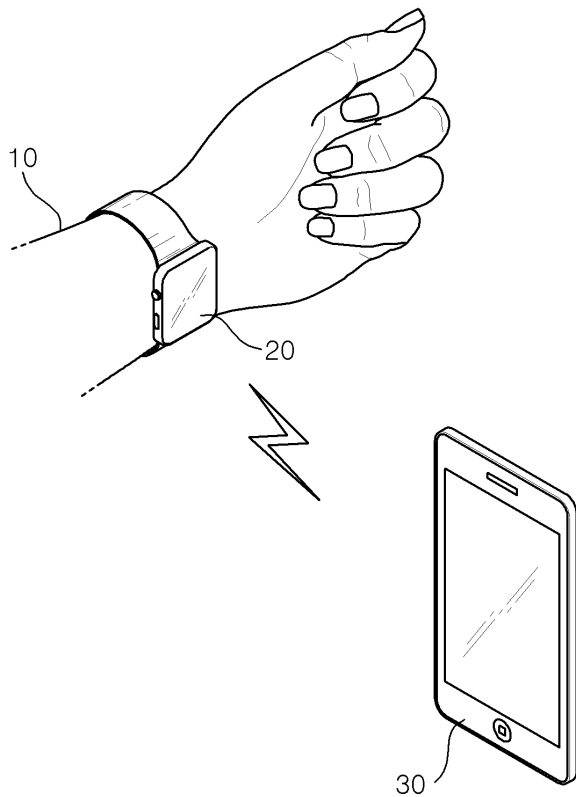
부호의 설명

[0053]

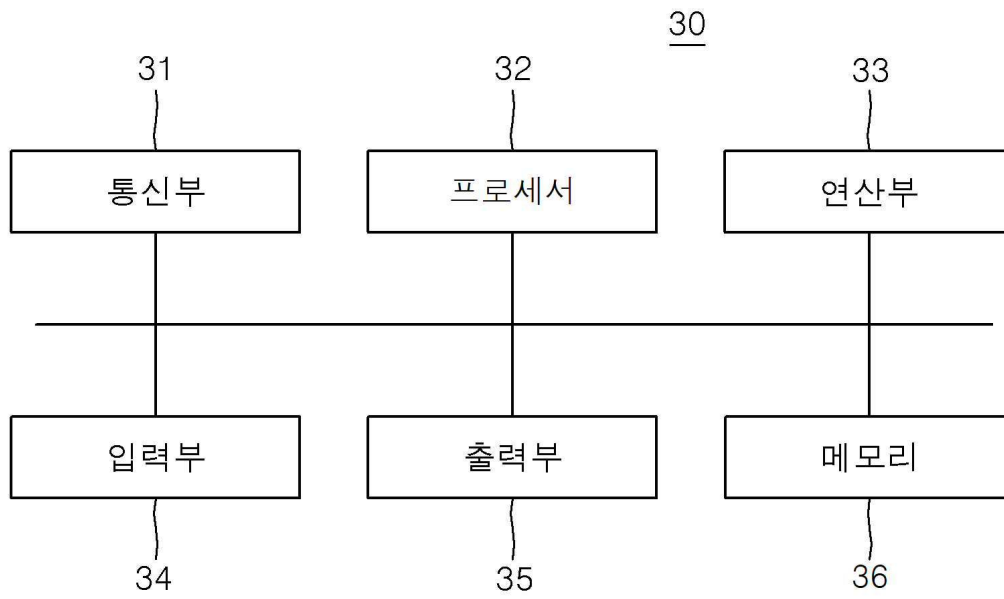
- 10: 환자
- 20: 웨어러블 장치
- 30: 생체신호 연산장치
- 31: 통신부
- 32: 프로세서
- 33: 연산부
- 34: 입력부
- 35: 출력부
- 36: 메모리

도면

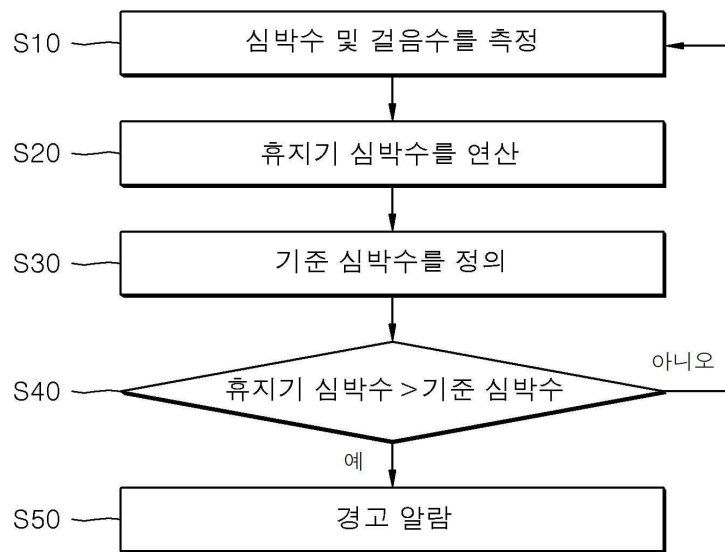
도면1



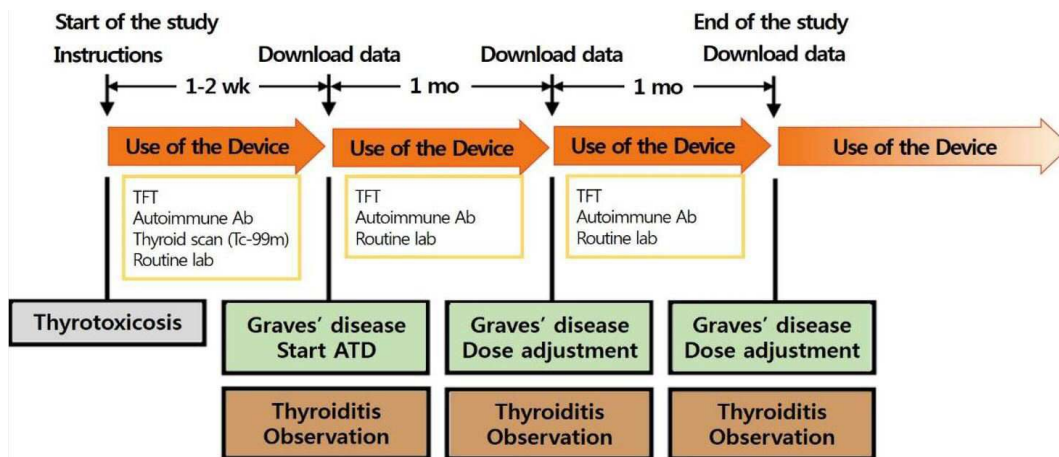
도면2



도면3



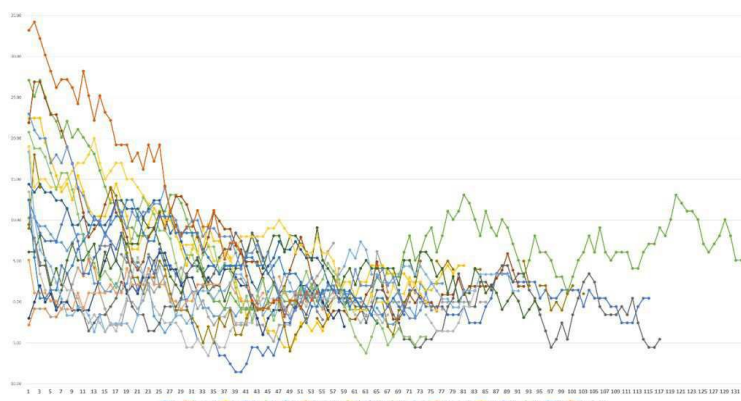
도면4



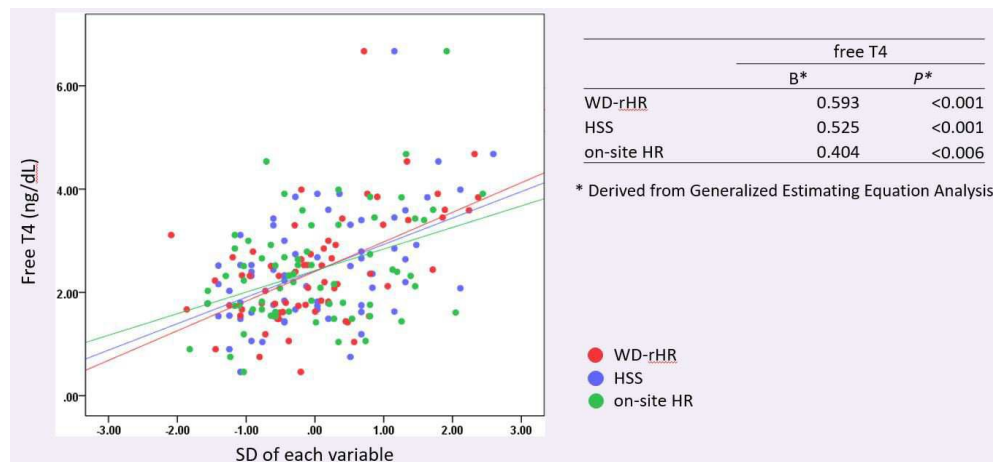
도면5

● Baseline Characteristics of Study Subjects				
(N = 21)	Visit 1		Visit 2	
	Mean ± SD		Mean ± SD	
Age, years	36.7 ± 10.3			
Height, cm	165.6 ± 7.6			
Male (%)	28.6			
Weight, kg	58.0 ± 9.3		58.4 ± 8.9	
BMI, kg/m ²	21.08 ± 2.50		21.15 ± 2.48	
SBP, mmHg	129.5 ± 14.1		128.8 ± 14.8	
DBP, mmHg	78.2 ± 10.6		78.8 ± 9.9	
HR, bpm	105.3 ± 16.3		97.1 ± 16.9	
HSS	14.0 ± 5.3		8.3 ± 4.9	
free T4, ng/dl	3.16 ± 1.16		1.93 ± 0.63	
TSH, μIU/ml	0.08 ± 0.36		0.64 ± 2.86	
TSH receptor Ab, IU/l	18.66 ± 21.81		16.89 ± 18.15	
TB, mg/dl	0.7 ± 0.3		0.7 ± 0.3	
ALP, IU/l	158.6 ± 182.7		134.9 ± 90.5	
AST, IU/l	26.4 ± 7.3		25.1 ± 10.5	
ALT, IU/l	31.3 ± 15.2		30.3 ± 18.8	
WBC, /μl	5706.0 ± 1370.6		6197.1 ± 2093.8	
			6324.0 ± 1864.3	

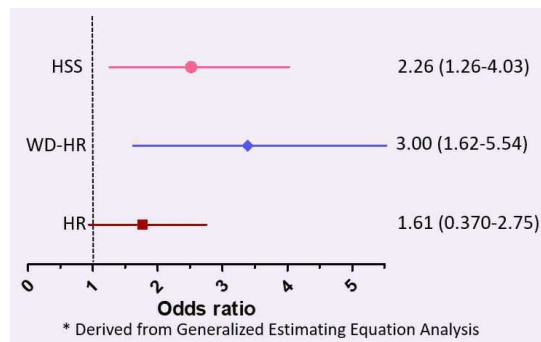
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	使用可穿戴设备预测甲亢的预测系统和预测计算机程序		
公开(公告)号	KR1020190032668A	公开(公告)日	2019-03-28
申请号	KR1020170119326	申请日	2017-09-18
[标]申请(专利权)人(译)	首尔大学医院		
申请(专利权)人(译)	서울대학교병원		
[标]发明人	문재훈		
发明人	문재훈		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/024 A61B5/11		
CPC分类号	A61B5/7275 A61B5/0024 A61B5/024 A61B5/11 A61B5/7235 A61B5/746 A61B5/00		
其他公开文献	KR102033696B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了使用可穿戴设备来管理和预测甲亢的系统和计算机程序。该预测系统包括用于使用静息心率来预测甲状腺功能亢进的系统，该系统包括：用于以规则的间隔测量患者的心率的可穿戴设备；一种用于从可穿戴设备接收心率信息的生物信号算术单元，其中，在正常状态下，当静息心率大于参考心率时，生物信号算术单元输出警告警报。

