



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월28일
 (11) 등록번호 10-1333511
 (24) 등록일자 2013년11월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 A61B 5/02 (2006.01) A61B 5/0402 (2006.01)
 A61B 5/0452 (2006.01) A61B 5/0456 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0099585
 (22) 출원일자 2011년09월30일
 심사청구일자 2011년09월30일
 (65) 공개번호 10-2013-0027971
 (43) 공개일자 2013년03월18일
 (30) 우선권주장
 1020110091037 2011년09월08일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020110023815 A
 US20080139952 A1
 JP2004130142 A
 EP0785748 B1

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
 서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 (신촌동)
주식회사 누가의료기
 강원도 원주시 지정면 가곡리 산 2-1
 (72) 발명자
윤형로
 강원도 원주시 귀래면 운남길 205
신태민
 강원도 원주시 흥업면 매지회촌길 95-34
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
민혜정

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 나선희

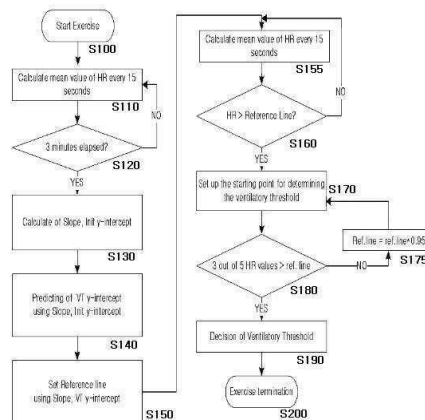
(54) 발명의 명칭 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법

(57) 요약

본 발명은 운동자의 구속력을 최소화하면서 측정이 가능하고, 운동자의 현재 신체 상태를 반영하는 심박수를 이용하여, 운동 중 운동자의 신체정보를 모니터링하고 이를 바탕으로 운동 중 실시간으로 환기역치 시점을 검출하는, 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법에 관한 것이다.

본 발명은, 피검자가 심전도 전극을 장착하고, 운동을 행하는 동안, 환기역치 시점을 검출하기 위한 방법에 있어서, 매주기 심전도에서 최고점인 R포인트를 검출하고, 상기 R포인트로부터 이전의 초단위 윈도우 시간 동안의 R-R 인터벌 수를 검출하여, 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균을 구하는, 환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계; 환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계에서 구한, 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균이, 기 설정된 기준선보다 크지를 판단하며, 상기 기준선보다 크다면, 현재의 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균의 시간을 환기역치 시점 후보로 결정하는 환기역치 시점 후보 결정단계; 환기역치 시점 여부판단 단계의 결과로, 입력된 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 크지 않다면, 기준선에 0.95를 곱하여, 즉 기준선값을 0.95배로 낮추고, 현재의 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균의 시간을, 환기역치 시점 후보로 결정하는 기준선 재조정단계; 입력되는 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 크다면, 환기역치 시점 후보를 환기역치 시점으로 결정하는 환기역치 시점 결정단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

김태균

강원도 원주시 명륜2동 동보노빌리티 206동 1303호

최우혁

부산광역시 수영구 수미로63번길 21 (망미동)

정재훈

강원도 원주시 무실로 69-7 (원동)

한영면

강원도 원주시 흥업면 매지리 청솔아파트 101-703

윤자웅

강원도 원주시 흥업면 매지리 현대아파트 101동
1001호

노연식

강원도 원주시 흥업면 매지리 현대아파트 102동
503

조승현

서울특별시 강남구 삼성로112길 31-8, 현대주택단지 C동 4호 (삼성동)

이중수

서울특별시 관악구 신림동 11번지 210호

정인철

대전광역시 서구 둔산1동 크로바아파트 105동 401호

이계형

강원도 원주시 단계동 단계아파트 24동 505호

정상오

강원도 원주시 무실로55번길 65, 101동 1502호 (명륜동, 동성아파트)

정운모

강원도 원주시 개운동 원흥3차아파트 301동 507호

특허청구의 범위

청구항 1

피검자가 심전도 전극을 장착하고, 운동을 행하는 동안, 환기역치 시점을 검출하기 위한 방법에 있어서, 운동기구가 운동개시를 한후, 분단위의 초기지정 측정시간 동안에, 15초단위의 심박수 평균값 및 최소값을 구하는, 초기직선설정을 위한 심박수 평균 연산단계;

상기 심박수 평균 연산단계에서 구한 심박수 평균값(HRmean) 및 심박수 최소값(HRmin)을 이용하여 기울기(Slop) 및 y절편(Initial_{y-intercept})을 계산하되,

기울기(Slop)는

$$Slope = \frac{HR_{mean} - HR_{min}}{\Delta Time}$$

(단, ΔTime은 분단위의 초기지정 측정시간으로, 3분으로 함)

에 의해 구하여지며,

y절편(Initial_{y-intercept})는

$$Initial_{y-intercept} = HR_{min} - slope \times Time$$

(단, Time은 최소값(HRmin)에서의 시간임)

에 의해 구하여지는 기울기 및 절편 계산단계;

기울기 계산단계에서 구한 기울기 값과 y절편 값을 이용하여 초기 직선(VTy)을 결정하는 초기직선 설정단계;

를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

초기직선 설정단계의 기울기 값(Slop)과 y-절편 값(Initial_{y-intercept})을 이용하여, 기준선의 y-절편 값(VT_{y-intercept})는, 남성과 여성의 회귀수식, 즉,

남성(In case of male)

$$VT_{y-intercept} = 74.463 + 0.771 \times age - 6.239 \times slope + 0.771 \times Initial_{y-intercept} - 3.856 \times smoking$$

여성(In case of female)

$$VT_{y-intercept} = 64.313 - 0.434 \times age - 4.270 \times slope + 0.872 \times Initial_{y-intercept}$$

(단, age는 피검자의 나이이며, smoking은 피검자의 흡연여부를 나타내는 값으로, 비흡연시는 0, 흡연시는 1임)

에 의해 구하여지고,

초기직선 설정단계의 기울기 값(Slop), 기준선의 y-절편 값(VT_{y-intercept})을 이용하여 기준선을 결정하는 기준선

설정단계;

를 더 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기위한 방법.

청구항 3

피검자가 심전도 전극을 장착하고, 운동을 행하는 동안, 환기역치 시점을 검출하기위한 방법에 있어서, 매주기 심전도에서 최고점인 R포인트를 검출하여, 기설정된 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균을 구하는, 환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계;

환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계에서 구한, 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균이, 기 설정된 기준선보다 큰지를 판단하며, 상기 기준선보다 크다면, 현재의 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균의 시간을 환기역치 시점 후보로 결정하는 환기역치 시점 후보 결정단계;

를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기위한 방법.

청구항 4

제3항에 있어서

환기역치 시점 후보 결정단계의 후에, 입력된 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 큰지를 판단하는, 환기역치 시점 여부판단단계;

환기역치 시점 여부판단 단계의 결과로, 입력된 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 크지 않다면, 기준선에 0.95를 곱하여, 즉 기준선값을 0.95배로 낮추고, 현재의 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균의 시간을, 환기역치 시점 후보로 결정하는 기준선 재조정단계;

입력되는 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 크다면, 환기역치 시점 후보를 환기역치 시점으로 결정하는 환기역치 시점 결정단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기위한 방법.

청구항 5

제1항에 있어서

상기 분단위의 초기지정 측정시간은 3분인 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기 위한 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

기준선 설정단계 후에, 매주기 심전도에서 최고점인 R포인트를 검출하여, 기설정된 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균을 구하는, 환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계;

환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계에서 구한, 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균이, 기준선보다 큰지를 판단하며, 상기 기준선보다 크다면, 현재의 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균의 시간을 환기역치 시점 후보로 결정하는 환기역치 시점 후보 결정단계;

를 더 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기위한 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

환기역치 시점 후보 결정단계의 후에, 입력된 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 큰지를 판단하는, 환기역치 시점 여부판단단계;

환기역치 시점 여부판단 단계의 결과로, 입력된 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가, 기준선값보다 크지 않다면, 기준선에 0.95를 곱하여, 즉 기준선값을 0.95배로 낮추고, 현재의 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균의 시간을, 환기역치 시점 후보로 결정하는 기준선 재조정단계;

입력되는 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 크다면, 환기역치 시점 후보를 환기역치 시점으로 결

정하는 환기역치 시점 결정단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기위한 방법.

청구항 8

제3항 또는 제4항 또는 제6항 또는 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 초단위 윈도우 시간은 15초 인것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기위한 방법.

청구항 9

환기역치 시점을 검출하기위한 시스템에 있어서,

심전도 측정을 위한 기준전극과, 신호측정용 전극들을 구비하는 심전도 전극부;

상기 심전도 전극을 피검자가 장착하고 운동을 하도록 이루어진 운동기구;

상기 심전도 전극부에서 검출된 심전도 신호를 증폭하고, 잡음을 제거하며, 디지털신호로 변환하는 심전도 신호 전처리부;

상기 심전도 신호 전처리부로부터 수신된 심전도 신호에서, 매주기 심전도의 최고점인 R포인트를 검출하여, 기 설정된 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균을 구하고, 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균이, 기 설정된 기준선보다 크지를 판단하며, 상기 기준선보다 크다면, 현재의 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균의 시간을 환기역치 시점 후보로 결정하는 하는 환기역치 시점 결정 연산처리부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기 위한 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 환기역치 시점 결정 연산처리부는,

상기 심전도 신호 전처리부로부터 수신된 심전도 신호에서, 분단위의 초기지정 측정시간 동안에, 15초단위의 심박수 평균값(HRmean) 및 최소값(HRmin)을 구하고,

상기 심박수 평균값(HRmean) 및 최소값(HRmin)을 이용하여 기울기(Slop) 및 y절편(Initial_{y-intercept})을 계산하되,

기울기(Slop)는

$$Slope = \frac{HR_{mean} - HR_{min}}{\Delta Time}$$

(단, ΔTime은 분단위의 초기지정 측정시간으로, 3분으로 함)

에 의해 구하여지며,

y절편(Initial_{y-intercept})는

$$Initial_{y-intercept} = HR_{min} - slope \times Time$$

(단, Time은 최소값(HRmin)에서의 시간임)

에 의해 구하며,

상기 기울기 값(Slop)과 y-절편 값(Initial_{y-intercept})을 이용하여, 기준선의 y-절편 값(VT_{y-intercept})는, 남성과 여성의 회귀수식, 즉,

남성(In case of male)

$$VT_{y-intercept} = 74.463 + 0.771 \times age - 6.239 \times slope + 0.771 \times Initial_{y-intercept} - 3.856 \times smoking$$

여성(In case of female)

$$VT_{y-intercept} = 64.313 - 0.434 \times age - 4.270 \times slope + 0.872 \times Initial_{y-intercept}$$

(단, age는 피검자의 나이이며, smoking은 피검자의 흡연여부를 나타내는 값으로, 비흡연시는 0, 흡연시는 1임)에 의해 구하여지고,

기울기 값(Slop), 기준선의 y-절편 값($VT_{y-intercept}$)을 이용하여 기준선을 결정하는 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기 위한 시스템.

청구항 11

환기역치 시점을 검출하기위한 시스템에 있어서,

심전도 측정을 위한 기준전극과, 신호측정용 전극들을 구비하는 심전도 전극부;

상기 심전도 전극을 피검자가 장착하고 운동을 하도록 이루어진 운동기구;

상기 심전도 전극부에서 검출된 심전도 신호를 증폭하고, 잡음을 제거하며, 디지털신호로 변환하는 심전도 신호 전처리부;

상기 심전도 신호 전처리부로부터 수신된 심전도 신호에서, 분단위의 초기지정 측정시간 동안에, 15초단위의 심박수 평균값(HRmean) 및 최소값(HRmin)을 구하고,

상기 심박수 평균값(HRmean) 및 최소값(HRmin)을 이용하여 기울기(Slop) 및 y절편($Initial_{y-intercept}$)을 계산하되,

기울기(Slop)는

$$Slope = \frac{HR_{mean} - HR_{min}}{\Delta Time}$$

(단, $\Delta Time$ 은 분단위의 초기지정 측정시간으로, 3분으로 함)

에 의해 구하여지며,

y절편($Initial_{y-intercept}$)는

$$Initial_{y-intercept} = HR_{min} - slope \times Time$$

(단, Time은 최소값(HRmin)에서의 시간임)

에 의해 구하며,

상기 기울기 값(Slop)과 y-절편 값($Initial_{y-intercept}$)을 이용하여, 기준선의 y-절편 값($VT_{y-intercept}$)는, 남성과 여성의 회귀수식, 즉,

남성(In case of male)

$$VT_{y-intercept} = 74.463 + 0.771 \times age - 6.239 \times slope + 0.771 \times Initial_{y-intercept} - 3.856 \times smoking$$

여성(In case of female)

$$VT_{y-intercept} = 64.313 - 0.434 \times age - 4.270 \times slope + 0.872 \times Initial_{y-intercept}$$

(단, age는 피검자의 나이이며, smoking은 피검자의 흡연여부를 나타내는 값으로, 비흡연시는 0, 흡연시는 1임)에 의해 구하여지고,

기울기 값(Slop), 기준선의 y-절편 값(VT_{y-intercept})을 이용하여 환기역치 시점을 결정하기 위한 기준선을 구하는 환기역치 시점 결정 연산처리부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기 위한 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서

상기 환기역치 시점 결정 연산처리부는,

상기 심전도 신호 전처리부로부터 수신된 심전도 신호에서, 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균을 구하고, 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균이, 기 설정된 기준선보다 큰지를 판단하며, 상기 기준선보다 크다면, 현재의 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균의 시간을 환기역치 시점 후보로 결정하는 하는 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기 위한 시스템.

청구항 13

제9항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

초단위 윈도우 시간은 15초 인것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기 위한 시스템.

청구항 14

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

분단위의 초기지정 측정시간은 3분 인것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기 위한 시스템.

청구항 15

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

피검자가 트레드밀 운동 부하 검사 프로토콜로서, Modified Balke protocol에 의한 운동중, 환기역치 시점을 검출되도록 이루어진 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기 위한 방법.

청구항 16

제9항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

피검자가 트레드밀 운동 부하 검사 프로토콜로서, Modified Balke protocol에 의한 운동중, 환기역치 시점을 검출되도록 이루어진 것을 특징으로 하는 환기역치 시점을 검출하기 위한 시스템.

명세서

기술분야

본 발명은 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법에 관한 것으로, 보다 상세히는 운

[0001]

동자의 구속력을 최소화하면서 측정이 가능하고, 운동자의 현재 신체 상태를 반영하는 심박수를 이용하여, 운동 중 운동자의 신체정보를 모니터링하고 이를 바탕으로 운동 중 실시간으로 환기역치 시점을 검출하는, 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 운동 시에는 해당과정(Glycolysis)에 의해서 생성된 근육 내의 젖산과 수소이온(H⁺)이 혈액의 수소이온 농도를 증가시키고, 또한 생성된 젖산이 수소원자와 결합하여 이산화탄소를 생성하여 이로 인해 체내의 이산화탄소 분압을 상승시켜 호흡조절중추를 자극하게 되며 그에 따라 환기량이 증가하게 된다. 또한, 운동 강도가 높아질수록 증가된 수소이온 농도에 의한 대사성 산중독 현상에 따라 말초화학수용기의 자극을 받게 되고 이에 따라 환기량은 이산화탄소 증가율과의 비례관계를 벗어나 더 크게 증가하게 된다. 이러한 대사성 산중독 현상과 호흡가스 교환에 관련된 변화들이 발생한 시점의 산소섭취량 혹은 운동 강도 수준을 환기역치라 한다.
- [0003] 환기역치는 개개인의 운동능력을 평가할 수 있는 객관적이며 대표적인 지표로써, 환기역치에 따라 개인의 체력 수준에 적합하지 않은 특정수준 이상의 강도 이전에 운동량을 줄임으로써 해서 과도한 운동을 미연에 방지하고 적정량의 운동을 수행할 수 있도록 유도할 수 있다.
- [0004] 환기역치를 검출하기 위한 생리학적 지표는 일반적으로 환기량(Ventilation, VE), 산소섭취량(Oxygen consumption, VO₂), 이산화탄소배출량(Carbon dioxide production, VCO₂), 최대산소섭취량(Maximal oxygen uptake, VO₂max) 등을 이용하고, 이러한 생리학적 지표는 운동 중 호흡가스 분석기를 통해 측정이 가능하다. 이는 비록 비침습적인 방법이지만 운동 중 호흡가스 분석기와 연결된 가스마스크를 착용하고 운동하여야만 하기 때문에, 운동자에게 구속감 혹은 불편함 및 불쾌감을 제공할 수 있다. 또한, 호흡 가스 분석은 고가의 장비가 설치되어있는 실험실 환경에서만 가능하기 때문에 공간적인 제약이 있다.
- [0005] 운동 중 운동자의 구속감을 최소화하기 위해서, 가스호흡분석기 없이 심박수를 이용하여 환기역치 시점 결정을 결정하는 많은 방법들이 연구되고 있지만, 이러한 방법들은 근본적으로 환기역치 시점을 결정하기 위해서 운동 부하 검사를 최소 1회 이상 종료해야 그 결과를 알 수 있고, 운동중에서는 검출할 수 없다는 단점이 있다.
- [0006] 환기역치 지점을 측정하기 위한 방법으로는 대표적으로 Visual, V-slope, D-max, CUSUM(Cumulative summation), Combined 방법 등이 있다. 기존의 방법은 운동자가 수행하는 운동 부하 검사가 종료된 이후에 운동 시간 동안 측정된 호흡가스 데이터와 같은 생리학적 지표들을 이용하여 환기역치 시점의 결정이 가능하다.
- [0007] 도 1은 기존의 환기역치 시점 결정 방법을 설명하는 설명도이다.
- [0008] Visual 방법의 경우, 운동 부하 검사가 진행되는 동안, 이산화탄소 배출량(혹은 환기량)은 산소섭취량과 병행하여 직선적인 증가양상을 보인다. 이후, 이산화탄소 배출량(혹은 환기량)은 산소섭취량에 비하여 급격하게 증가하는 지점이 나타나는데, 일반적으로 이 시점을 환기역치라 하고, 운동 종료 후 산소섭취량 - 이산화탄소 배출량(또는 산소섭취량 - 환기량) 그래프를 바탕으로 전문가 3인 이상의 관찰자가 시각적으로 판단하여 결정한다.
- [0009] V-slope 방법의 경우, 환기역치 시점을 결정하기 위해 사용하는 가장 보편적으로 방법 중의 하나이다. 운동이 종료된 후, 관찰자가 시각적으로 이산화탄소 배출량 - 산소 섭취량 그래프에서 급격한 변화 지점(break point)을 결정한 후, 이 기준점을 바탕으로 이전과 이후의 산소섭취량에 대한 이산화탄소 배출량에 대해 각각의 선형 회귀 분석을 통한 회귀선을 결정하고, 이 두 회귀선의 교차점을 환기역치 지점으로 결정한다.
- [0010] D-max 방법의 경우, 운동 종료 후, 산소섭취량에 대한 이산화탄소 배출량(혹은 환기량)의 변화에 대해 최소 제곱법(Least square method)을 이용한 3차 다항식 곡선을 계산하여 이를 적용(Polynomial curve fitting)한다. 이후, 3차 다항식 곡선의 처음과 끝 지점을 연결한 직선으로부터 수직하여 곡선과 가장 멀리 떨어져 있는 곡선 내 지점을 검출하고 이를 환기역치 시점이라 결정한다.
- [0011] CUSUM(Cumulative summation) 방법의 경우, 운동을 수행하는 동안에 검출된 생리학적 지표들의 변화에 대해서, 단순한 생리학적 지표들의 변화가 아닌 시간에 대한 절대적인 변화량에 집중하여 환기역치 지점을 결정하는 방법이다. 즉, CUSUM 방법은 시간에 대한 생리학적 파라미터의 연속적인 차이의 절댓값을 연속적으로 과거의 값과 더한 그래프에서 관찰자가 시각적으로 환기역치 시점을 결정하는 방법을 이용한다.
- [0012] Combined 방법의 경우, CUSUM 방법과 D-max 방법을 적절히 혼합하여 환기역치 시점을 검출하는 방법으로써, 시간에 대한 생리학적 지표들의 연속적인 차이의 절댓값이 누적된 그래프에 3차 다항식 곡선을 적용(Polynomial

curve fitting)하는 방법을 통해 환기역치 시점을 결정한다.

- [0013] 이러한 방법들은 호흡가스 분석 및 심박수와 같은 생리학적 지표들을 이용하여, 운동이 종료된 이후에만 획득한 데이터를 바탕으로 환기역치 시점의 결정이 가능하다. 또한, 운동 중 검출되는 생리학적 지표들은 관찰자가 시각적으로 판단하기 때문에 주관성의 개입여지를 남기게 된다.
- [0014] 뿐만 아니라 운동자가 개인의 환기역치 시점을 알기 위해서는 최소한 1회 이상의 운동 부하 검사를 종료하여야만 하고, 이는 운동자로 하여금 개인의 운동 능력 이상의 운동량을 소화하도록 유도하기 때문에 무리한 운동에 따른 운동자의 신체에 역효과 및 악영향을 끼칠 수 있는 가능성이 있다.
- [0015] 즉, 이러한 방법들 중 Visual, V-slope CUSUM 방법 등은 환기역치 시점을 판단함에 있어서 관찰자의 주관성이 개입되기 때문에 객관적이지 못하다는 단점이 있으며, 또한, 상기 기존의 방법들은 운동 부하 검사가 종료된 이후에만 환기역치를 검출할 수 있다는 단점이 있다.
- [0016] 따라서 기존의 방법들이 가지는 근본적인 한계점을 극복할 수 있을 뿐만 아니라, 운동자로 하여금 개인의 운동 능력에 적합한 운동을 하도록 운동량 및 운동 처방을 제시할 수 있는, 운동 중 실시간 환기역치 시점 결정 방법이 요망된다.
- [0017] 따라서 환기역치 시점을 결정하기 위한 기존의 방법들이 가지는 한계성을 보완하기 위해서, 본 발명은 운동자의 구속력을 최소화하면서 측정이 가능하고 운동자의 현재 신체 상태를 반영하는 심박수를 이용하여, 운동 중 운동자의 신체정보를 모니터링하고 이를 바탕으로 운동 중 실시간으로 환기역치 시점을 검출할 수 있는 방법을 제안한다.
- [0018] 본 발명에서는 심박수를 실시간으로 환기역치 시점을 결정하기 위한 생리학적 지표로 사용함으로써, 가스마스크 착용에 따른 생리학적 지표 획득 방법과 달리 운동자의 구속감을 최소화하고자 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0019] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 운동자의 구속력을 최소화하면서 측정이 가능하고, 운동자의 현재 신체 상태를 반영하는 심박수를 이용하여, 운동 중 운동자의 신체정보를 모니터링하고 이를 바탕으로 운동 중 실시간으로 환기역치 시점을 검출할 수 있는 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0020] 본 발명은 피검자가 심전도 전극을 장착하고, 운동을 행하는 동안, 환기역치 시점을 검출하기 위한 방법에 있어서, 운동기구가 운동개시를 한후, 분단위의 초기지정 측정시간 동안에, 15초단위의 심박수 평균값 및 최소값을 구하는, 초기직선설정을 위한 심박수 평균 연산단계; 상기 심박수 평균 연산단계에서 구한 심박수 평균값(HRmean) 및 최소값(HRmin)을 이용하여 기울기(Slop) 및 y절편(Initial_{y-intercept})을 계산하되, 기울기(Slop)는

$$Slope = \frac{HR_{mean} - HR_{min}}{\Delta Time}$$

- [0021]
- [0022] (단, ΔTime인 Time_{HRmean} - Time_{HRmin}은 분단위의 초기지정 측정시간으로 함)

- [0023] 에 의해 구하여지며, y절편(Initial_{y-intercept})는

$$Initial_{y-intercept} = HR_{min} - slope \times Time$$

- [0024]
- [0025] (단, Time은 최소값(HRmin)에서의 시간임)

- [0026] 에 의해 구하여지는 기울기 및 절편 계산단계; 기울기 계산단계에서 구한 기울기 값과 y절편 값을 이용하여 초기 직선(VTy)을 결정하는 초기직선 설정단계;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0027] 초기직선 설정단계의 기울기 값(Slop)과 y-절편 값(Initial_{y-intercept})을 이용하여, 기준선의 y-절편 값(VT_{y-intercept})는, 남성과 여성의 회귀수식, 즉,

남성(In case of male)

$$VT_{y-intercept} = 74.463 + 0.771 \times age - 6.239 \times slope + 0.771 \times Initial_{y-intercept} - 3.856 \times smoking$$

여성(In case of female)

$$VT_{y-intercept} = 64.313 - 0.434 \times age - 4.270 \times slope + 0.872 \times Initial_{y-intercept}$$

[0028] 에 의해 구하여지고, 초기직선 설정단계의 기울기 값(Slop), 기준선의 y-절편 값(VT_{y-intercept})을 이용하여 기준선을 결정하는 기준선 설정단계;를 더 포함하여 이루어진다.

[0030] 또한, 본 발명은, 피검자가 심전도 전극을 장착하고, 운동을 행하는 동안, 환기역치 시점을 검출하기위한 방법에 있어서, 매주기 심전도에서 최고점인 R포인트를 검출하여, 기설정된 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균을 구하는, 환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계; 환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계에서 구한, 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균이, 기 설정된 기준선보다 크지를 판단하며, 상기 기준선보다 크다면, 현재의 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균의 시간을 환기역치 시점 후보로 결정하는 환기역치 시점 후보 결정단계;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0031] 본 발명은 환기역치 시점 여부판단 단계의 결과로, 입력된 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 크지 않다면, 기준선에 0.95를 곱하여, 즉 기준선값을 0.95배로 낮추고, 현재의 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균의 시간을, 환기역치 시점 후보로 결정하는 기준선 재조정단계; 입력되는 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 크다면, 환기역치 시점 후보를 환기역치 시점으로 결정하는 환기역치 시점 결정단계;를 더 포함한다.

[0032] 상기 분단위의 초기지정 측정시간은 3분이며, 초단위 윈도우 시간은 15초 이다.

[0033] 본 발명은, 환기역치 시점을 검출하기 위한 시스템에 있어서, 심전도 측정을 위한 기준전극과, 신호측정용 전극들을 구비하는 심전도 전극부; 상기 심전도 전극을 피검자가 장착하고 운동을 하도록 이루어진 운동기구; 상기 심전도 전극부에서 검출된 심전도 신호를 증폭하고, 잡음을 제거하며, 디지털신호로 변환하는 심전도 신호 전처리부; 상기 심전도 신호 전처리부로부터 수신된 심전도 신호에서, 매주기 심전도의 최고점인 R포인트를 검출하여, 기설정된 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균을 구하고, 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균이, 기 설정된 기준선보다 크지를 판단하며, 상기 기준선보다 크다면, 현재의 초단위 윈도우 시간 동안의 심박수 평균의 시간을 환기역치 시점 후보로 결정하는 하는 환기역치 시점 결정 연산처리부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0034] 본 발명은, 환기역치 시점을 검출하기위한 시스템에 있어서, 심전도 측정을 위한 기준전극과, 신호측정용 전극들을 구비하는 심전도 전극부; 상기 심전도 전극을 피검자가 장착하고 운동을 하도록 이루어진 운동기구; 상기 심전도 전극부에서 검출된 심전도 신호를 증폭하고, 잡음을 제거하며, 디지털신호로 변환하는 심전도 신호 전처리부; 상기 심전도 신호 전처리부로부터 수신된 심전도 신호에서, 분단위의 초기지정 측정시간 동안에, 15초단위의 심박수 평균값(HRmean) 및 최소값(HRmin)을 구하고, 상기 심박수 평균값(HRmean) 및 최소값(HRmin)을 이용하여 기울기(Slop) 및 y절편(Initial_{y-intercept})을 계산하되, 기울기(Slop)는

$$Slope = \frac{HR_{mean} - HR_{min}}{\Delta Time}$$

[0035] (단, ΔTime인 Time_{HRmean} - Time_{HRmin}은 분단위의 초기지정 측정시간으로 함)

[0037] 에 의해 구하여지며, y절편($Initial_{y-intercept}$)는

$$[0038] \quad Initial_{y-intercept} = HR_{min} - slope \times Time$$

[0039] (단, Time은 최소값(HRmin)에서의 시간임)

[0040] 에 의해 구하며, 상기 기울기 값(Slop)과 y-절편 값($Initial_{y-intercept}$)을 이용하여, 기준선의 y-절편 값($VT_{y-intercept}$)는, 남성과 여성의 회귀수식, 즉,

남성(In case of male)

$$VT_{y-intercept} = 74.463 + 0.771 \times age - 6.239 \times slope + 0.771 \times Initial_{y-intercept} - 3.856 \times smoking$$

여성(In case of female)

$$VT_{y-intercept} = 64.313 - 0.434 \times age - 4.270 \times slope + 0.872 \times Initial_{y-intercept}$$

[0041]

[0042] 에 의해 구하여지고, 기울기 값(Slop), 기준선의 y-절편 값($VT_{y-intercept}$)을 이용하여 환기역치 시점을 결정하기 위한 기준선을 구하는 환기역치 시점 결정 연산처리부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0043] 본 발명은 피검자가 트레드밀 운동 부하 검사 프로토콜로서, Modified Balke protocol에 의한 운동중, 환기역치 시점을 검출되도록 이루어진다.

발명의 효과

[0044] 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법에 따르면, 운동자의 구속력을 최소화하면서 측정이 가능하고, 운동자의 현재 신체 상태를 반영하는 심박수를 이용하여, 운동 중 운동자의 신체정보를 모니터링하고 이를 바탕으로 운동 중 실시간으로 환기역치 시점을 검출할 수 있다.

[0045] 즉, 본 발명은, 운동 중 실시간으로 환기역치 시점을 구하되, 심박수를 실시간으로 환기역치 시점을 결정하기 위한 생리학적 지표로 사용함으로써, 가스마스크 착용에 따른 생리학적 지표 획득 방법과 달리 운동자의 구속감을 최소화한다.

[0046] 본 방법에 대한 테스트 결과 기존의 방법들에 의해 결정된 환기역치과 비교하여 상관성 있는 결과를 나타냄으로써 기존의 방법들을 대신할 수 있는 동시에 실시간으로 환기역치 시점을 결정할 수 있다.

[0047] 본 발명에서는 운동 중 실시간으로 평가된 환기역치 시점에 따라 운동자 개인의 운동 능력을 평가하고 이에 따른 운동량 및 운동 처방을 제시함으로써 개인의 신체 능력에 적합한 운동을 수행하도록 함으로써 운동자가 건강관리를 할 수 있도록 유도한다.

도면의 간단한 설명

[0048] 도 1은 기존의 환기역치 시점 결정 방법을 설명하는 설명도이다.

도 2는 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출을 위한 시스템을 개략적으로 설명하기 위한 모식도이다.

도 3은 도 2의 연산처리부에서 환기역치 시점 검출을 위한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 초기직선설정을 위한 심박수 평균 연산단계에서 15초 간격의 평균 심박수를 나타내는 그래프의 일예이다.

도 4는 본 발명의 초기직선설정을 위한 심박수 평균 연산단계에서 15초 간격의 평균 심박수를 나타내는 그래프의 일예이다(HR vs Time 그래프).

도 5는 도 4의 15초 간격의 평균 심박수를 나타내는 그래프에 초기직선을 적용한 그래프이다.

도 6은 도 5의 15초 간격의 평균 심박수를 나타내는 그래프에 기준선을 적용한 그래프이다.

도 7은 도 6의 15초 간격의 평균 심박수를 나타내는 그래프에 환기역치 시점을 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 심박수 변화의한 실시간 환기역치 시점 검출 방법과 종래의 가스호흡분석기로의 검출한 방법을 비교분석하기 위한 운동 테스트 실험환경을 설명하기위한 설명도이다.

도 9는 트레드밀 운동 부하 검사 프로토콜로서, Modified Balke protocol 을 설명하는 설명도이다.

도 10은 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법과 종래의 가스호흡분석기로 검출한 방법을 비교하는 실험결과를 통계분석한 결과를 그래프로 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0049] 환기역치는 운동 시에 대사성 산중독 현상과 호흡가스 교환에 관련된 변화들이 발생한 시점의 산소섭취량 혹은 운동 강도 수준을 말한다.
- [0050] 종래에는 환기역치를 측정하기 위해 산소마스크를 착용하고 운동을 행하며 가스호흡분석기로 산소섭취량과 이산화탄소 배출량을 검출하여, 산소섭취량에 대한 이산화탄소 배출량에 대해 각각의 선형 회귀 분석을 통한 회귀선을 결정하고, 이 두 회귀선의 교차점을 환기역치 지점으로 결정한다.
- [0051] 본 발명에서는 환기역치를 측정하기 위해 심전도 전극을 장착하고 운동을 행하며 검출된 심전도신호로부터 본 발명의 소정 알고리즘으로 환기역치 지점을 결정한다.
- [0052] 우선, 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법을 설명하고, 다음에 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법이 종래의 가스호흡분석기로 검출한 방법과 비교분석한다.
- [0053] 이하, 본 발명의 바람직한 일 실시 형태에 의한 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법을 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0054] 도 2는 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출을 위한 시스템을 개략적으로 설명하기 위한 모식도로, 심전도 전극부(100), 심전도 전처리부(200), 연산처리부(300), 출력부(400)를 포함한다.
- [0055] 심전도 전극부(100)은 심전도를 검출하는 전극으로, 기준전극과, 신호측정용전극들을 포함한다. 피검자는 심전도 전극을 장착하고 트레드밀 등에서 운동을 행한다.
- [0056] 심전도 전처리부(200)는 전치증폭부(미도시), 필터(미도시), A/D 변환기(미도시)를 포함하고 있어, 심전도 전극부(100)에서 검출된 심전도 신호를 증폭하고, 잡음을 제거하며, 디지털신호로 변환한다.
- [0057] 연산처리부(300)는 심전도 전처리부(200)로부터 수신된 심전도 신호를 후술되는 알고리즘에 의해 분석하여 환기역치 시점을 검출한다.
- [0058] 출력부(400)는 연산처리부(300)로부터 수신된 출력신호, 예를들어 심박신호, 환기역치(VT) 시점 등을 출력한다.
- [0059] 도 3은 도 2의 연산처리부에서 환기역치 시점 검출을 위한 흐름도이다.
- [0060] 본 발명의 환기역치 시점 검출은 크게 초기 직선 설정단계, 환기역치(VT) 시점을 찾기 위한 기준선 설정단계, 환기역치(VT) 시점 결정단계를 순차적으로 포함한다.
- [0061] 우선, 초기 직선 설정단계는 다음과 같다.
- [0062] 초기직선설정을 위한 심박수 평균 연산단계로, 트레드밀등의 운동기구가 운동개시를 한(S100) 후에, 15초 동안의 R포인트(비트, 심박)수 (또는 R-R 인터벌 수(즉, 심박수))를 검출하여 평균을 구한다(S110).
- [0063] 즉, 심전도의 각 주기에서 최고점인 R포인트(비트, 심박)를 검출하고 상기 R포인트로부터 다음 R포인트 까지의 거리인 R-R 인터벌을 검출하여, 15초 동안의 R포인트수, (또는 R-R 인터벌 수)를 검출하여, 15초단위의 심박수 평균을 구한다. 여기서는, 예를들어, 1~15초 사이의 평균 심박수가 계산되었다고 한다면 그 다음 평균 심박수는 30초에 16~30초 사이의 평균 심박수로 측정되게 된다.
- [0064] 도 4는 본 발명의 초기직선설정을 위한 심박수 평균 연산단계에서 15초 간격의 평균 심박수를 나타내는 그래프

의 일예이다(HR vs Time 그래프). 도 3에서 평균을 위한 윈도우 시간을 15초로 하고 있으나, 이로써 본 발명을 한정하기 위한 것이 아니며, 이는 8 내지 20초 내에서 사용가능하다.

[0065] 초기지정 측정시간 경과여부 판단단계로, 3분이 경과하지 않았으면 심박수 평균 연산단계 (S110)로 되돌아간다 (S120). 이렇게 함으로써, 운동 초기 3분 동안의 심박수의 평균값, 최고값, 최소값을 알 수 있다. 여기서는 초기지정 측정시간을 3분으로 하였으나, 이로써 본 발명을 한정하기 위한 것이 아니며, 이는 2 내지 5분 내에서 사용가능하다.

[0066] 기울기 계산단계로, 심박수의 평균값, 최고값, 최소값을 이용하여 기울기 및 y절편을 계산한다(S130).

[0067] 여기서, 설명의 편의상, 15초 간격으로 측정된 ‘평균 심박수’ 를 이하 ‘심박수’ 로 표기한다.

[0068] 운동 초기 3분 동안의 심박수의 평균값은 각 15초 간격으로 갱신되어진 심박수들의 평균값(HR_{mean})을 말한다. 예를들어, 15초 간격으로 심박수가 측정되기 때문에, 일반적으로 1분 동안 대략 4개의 심박수의 데이터를 획득하게 되며, 3분이면 대략 12개 전후의 데이터가 측정될 것이라 예상된다. 여기서 심박수들의 평균값(HR_{mean})을 구한다.

[0069] 최소값은 3분 동안의 대략 12개의 심박수 중에서 가장 작은 값을 표현하는 것으로, 이하 HR_{min} 으로 표현한다. 같은 맥락으로 최고값(HR_{max})은 구하여진다.

[0070] $y=ax+b$ 와 같은 1차 함수의 수식 중, y는 HR이고, a를 기울기(Slop), b를 y절편, x를 시간(HR에서의 Time, 즉 $Time_{HR}$)이라 하고, $Time_{HRmean}$ 은 심박수의 평균값에 도달 했을때 까지 걸린 시간, $Time_{HRmin}$ 은 심박수의 최소값에 도달 했을때 까지 걸린 시간이라 할때, 다음과 같이 나타낼수 있다.

[0071] $HR_{mean} = Slop \times Time_{HRmean} + Y절편$

[0072] $HR_{min} = Slop \times Time_{HRmin} + Y절편$

[0073] 여기서 기울기(Slop)는 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$Slope = \frac{HR_{mean} - HR_{min}}{\Delta Time}$$

where $\Delta Time = 3 \text{ minutes}$

[0074]

[0075] 운동 시작 3분 동안의 심박수들을 기반으로 기울기(Slope)가 정해지기 때문에 $\Delta Time$ 인 $Time_{HRmean} - Time_{HRmin}$ 은 편의상 3분으로 고정하고 사용한다.

[0076] 초기 Y 절편은, $HR_{min} = Slop \times Time_{HRmin} + Y절편$ 이므로, $Y절편 = HR_{min} - Slop \times Time_{HRmin}$ 이다. 따라서, 초기 Y 절편(Y_{init})는 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$Y_{init} = HR_{min} - slope \times Time$$

where Time = time at HR_{min} ;

$$Initial_{y-intercept} = HR_{min} - slope \times Time$$

where Time = time at HR_{min} ;

[0077]

[0078] 여기서 초기 Y 절편은 Y_{init} 또는 $Initial_{y-intercept}$ 라고 표현한다.

[0079] 초기직선 설정단계로, 기울기 계산단계(S130)에서 구한 기울기 값과 y-절편 값을 이용하여 초기 직선(VTy)을 결정한다(S140). 도 5는 도 4의 15초 간격의 평균 심박수를 나타내는 그래프에 초기직선을 적용한 그래프이다. 즉, 도 5는 초기 직선이 적용된 HR vs Time 그래프(초기직선은 blue line)이다.

[0080] 다음은 기준선 설정단계를 설명한다.

[0081] 기준선 설정단계로, 초기직선 설정단계의 기울기 값과 y-절편 값을 이용하고 회귀수식을 적용하여 기준선의 y-절편 값을 계산하고, 초기직선 설정단계의 기울기 값, 기준선 y절편 계산단계의 y-절편 값을 이용하여 기준선을 결정한다(S150).

[0082] 즉, 기준선의 y-절편 값($VT_{y-intercept}$)는 수학식 3과 같은 남성과 여성의 회귀수식을 통해 나타낸다.

수학식 3

남성(In case of male)

$$VT_{y-intercept} = 74.463 + 0.771 \times age - 6.239 \times slope + 0.771 \times Initial_{y-intercept} - 3.856 \times smoking$$

여성(In case of female)

$$VT_{y-intercept} = 64.313 - 0.434 \times age - 4.270 \times slope + 0.872 \times Initial_{y-intercept}$$

[0083]

여기서, age는 나이를 말하며, smoking은 흡연여부를 나타내는 값(예로, 비흡연시는 0, 흡연시는 1)을 말한다.

[0084] 수학식 3은, 통계분석을 통해 유의한 파라미터를 검출하여 이를 이용하여 선형회귀분석을 실시하였고, 그로인해 다음과 같은 수식을 도출하게 된 것이다. 여기서 $Initial_{y-intercept}$ 는 초기 Y 절편을 말한다.

[0085] 여기서 기울기 계산단계(S130)에서 구한 기울기 값(Slop)와 기준선의 y-절편 값($VT_{y-intercept}$)을 이용하여 기준선을 결정한다. 여기서 기준선이라 함은 상기의 초기 직선과 기울기는 동일하고 Y절편만 다른 것이기 때문에, 즉 $y=ax+b$ 에서 b가 b'로 변경된 것과 같은 초기 직선을 y축 평행이동 시킨 것이다.

[0086] 도 6은 도 5의 15초 간격의 평균 심박수를 나타내는 그래프에 기준선을 적용한 그래프이다. 즉, 도 6은 기준선이 적용된 HR vs Time 그래프(기준선은 green line)이다.

[0087] 다음은 환기역치 시점 검출단계를 설명한다.

[0088] 환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계로, 매주기 심전도에서 최고점인 R포인트(비트, 심박)를 검출

하되, 15초단위의 심박수 평균을 구한다(S155).

- [0089] 심박수와 기준선비교단계로, 환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계에서 구한 15초단위의 심박수 평균이 기준선 설정단계에 구한 기준선보다 크지를 판단하며(S160), 기준선보다 작거나 같다면 환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계(S155)로 되돌아 간다.
- [0090] 환기역치 시점 후보 결정단계로, 현재의 15초단위의 심박수 평균의 시간, 즉 현재의 시간을 환기역치 시점 후보로 결정한다(S170). 즉, 심박수와 기준선비교단계(S160)의 다음단계라면, 환기역치 시점 검출을 위한 심박수 평균 연산단계에서 구한 15초단위의 심박수 평균이 기준선 설정단계에 구한 기준선보다 보다 크다면, 즉 기준선에 해당되는 심박수보다 더 높은 심박수값이 검출되면 그때의 시간을 환기역치 시점 후보로 결정한다(S170). 여기서 환기역치 시점 후보란 환기역치 시점을 검출하기위한 검사를 진행할 출발점을 말한다.
- [0091] 환기역치 시점 여부판단단계로, 환기역치 시점 후보 결정단계의 이후에, 입력된 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 크지를 판단한다(S180). 즉, 심박수 평균중 연속해서 기준선 값보다 더 큰 심박수 값이 60% 이상인지를 판단한다.
- [0092] 기준선 재조정단계로, 환기역치 시점 여부판단 단계(S180)의 결과로, 입력된 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 크지 않다면, 기준선에 0.95를 곱하여, 즉 기준선값을 0.95배로 낮추고(S175), 환기역치 시점 후보 결정단계(S170)로 되돌아간다.
- [0093] 환기역치 시점 결정단계로, 환기역치 시점 여부판단 단계(S180)의 결과로, 입력된 심박수 평균중 연속된 5개중 3개가 기준선값보다 크다면, 즉 심박수 평균중 연속해서 기준선 값보다 더 큰 심박수 값이 60% 이상 검출되면, 환기역치 시점 후보를 환기역치 시점으로 결정하고(S190), 운동기구의 운동을 종료시킨다(S200). 도 7은 도 6의 15초 간격의 평균 심박수를 나타내는 그래프에 환기역치 시점을 나타낸 그래프이다. 즉, 도 7은 환기역치 시점이 결정된 HR vs Time 그래프 (환기역치 시점은 red line)이다.
- [0094] 다음은 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법과 종래의 가스호흡분석기로 검출한 방법을 비교분석한다.
- [0095] 도 8은 본 발명의 심박수 변화의한 실시간 환기역치 시점 검출 방법과 종래의 가스호흡분석기로의 검출한 방법을 비교분석하기 위한 운동 테스트 실험환경을 설명하기위한 설명도이고, 사용한 실험측정기구는 다음 표와 같다.

기구 (Instrument)	모델 이름 (Model Name)	사용 목적 (Purpose)
가스분석기 (Gas Analyzer)	TrueOne 2400, PARVO MEDICS	운동 중 호흡가스 분석
트레드밀 (Treadmill)	TM55 Q-stress, QUINTON	ECG 신호 검출 및 혈압 측정, 운동 부하 제어
자동 신장 및 체중 측정계 (Automatic Measurer of Height and Weight)	DS-102, D.S. JENIX	신장과 체중 측정
BMI 지수 측정계 (Measurer of Body Fat)	BoCA X2, MEDIGATE	BMI 측정

- [0096]
- [0097] 이를 위한 실험은 다음 순으로 행하여졌다.
- [0098] 첫째로 Medical history조사(설문지 및 동의서)를 행하였다. 여기서는 운동상태, 식습관, 약물, 심리상태, 과거 및 현재 질병여부의 설문지 검사를 행하였다.
- [0099] 둘째로 체성분 분석 검사를 행하였다. 여기서는 신체 각 부위의 피하지방, 비만도, BMI, BMR 지수를 측정하였다.
- [0100] 셋째로 심전도 전극 장착 및 가스분석기 마스크 착용하고 휴식(Resting)상태에 데이터를 획득하였다.
- [0101] 심전도 측정은 12 채널 심전계 전극을 이용하여 심전도 측정방법 중 Lead I, Lead II, Lead III, aVR, aVF, aVL, V1, V2, V3, V4, V5, V6의 측정결과를 얻었다.
- [0102] 피검자가 가스분석기 마스크를 착용하여 VO2, METS, VCO2, VE, RER, Vt, FEO2, FECO2, HR, TM, AcKcal을 구하였다.

- [0103] 셋째로 심전도 전극 장착 및 가스분석기 마스크 착용하였다.
- [0104] 심전도 전극은 12 채널 심전계 전극을 이용하여, 심전도 측정방법 중 Lead I, Lead II, Lead III, aVR, aVF, aVL, V1, V2, V3, V4, V5, V6의 측정결과를 얻도록 장착되었다.
- [0105] 세째로 피검자가 가스분석기 마스크를 착용하였으며, 이로부터 VO₂, METS, VCO₂, VE, RER, Vt, FEO₂, FECO₂, HR, TM, AcKcal을 구하였다.
- [0106] 넷째로 심전도 전극 장착 및 가스분석기 마스크 착용한 상태에서 휴식(Resting)을 취한다. 여기서 휴식(Resting)상태는 의자에 앉은 상태를 말하며, 즉 의자에 앉은 상태에서 데이터 획득한다.
- [0107] 다섯째로 휴식(Resting)상태 이후 Warm-up시 데이터 획득한다. 이때 트레드밀의 속도는 1.9Km/h 이다.
- [0108] 여섯째로 Modified Balke Protocol에 맞추어 피실험자의 VO₂max 를 10~25분간 측정한다. 여기서Balke Protocol 은 트레드밀 속도를 2.0~3.3mph로 맞추고 경사도를 2~3분마다 2~3%씩 올리는 방법이다. 도 9는 트레드밀 운동 부하 검사 프로토콜로서, Modified Balke protocol 을 설명하는 설명도이다.
- [0109] 일곱번째로 Cool Down 과정으로서 트레드밀의 속도를 1.9Km/h로 하며 이때의 데이터 측정한다.
- [0110] 여덟번째로 운동 부하 검사를 종료한다.
- [0111] 이 실험에서 운동 종료 조건은 다음과 같다.
- [0112] 운동 중 다음 조건 중 최소 2개 이상이 만족될 경우 cool-down 모드로 넘어간다.
- [0113] 첫째, 운동 부하가 지속적으로 증가함에도 불구하고 심박수가 더 이상 증가하지 않거나, 운동 중 피험자의 심박수가 연령에 따라 예측된 최대 심박수에 비해 15beats 작은 지점(최대심박수 - 15beats)까지 도달했을 경우이다.
- [0114] 둘째, 호흡 교환율(Respiratory exchange ratio, RER)이 1.10 보다 크거나 같을 경우이다.
- [0115] 셋째, 운동 부하가 증가함에도 산소섭취량(VO₂)이 더 이상 증가하지 않을 경우이다.
- [0116] 넷째, 신체적 피로 혹은 자의적인 판단으로 운동 부하 검사 중단을 피험자 스스로 요청하였을 경우이다.
- [0117] 다섯째, 최대 운동의 주관적인 지표 중의 하나인 RPE가 17 이상 되었을 때(RPE : Rating of perceived exertion)이다.
- [0118] 이 실험결과를 통해, 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법에 의해 결정된 환기역치와 종래의 가스호흡분석기로 검출하는 방법에 의해 결정된 환기역치를 비교한 결과, 상관성 있는 결과를 나타내었다. 따라서 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법은 종래의 가스호흡분석기로 검출하는 방법을 대신할 수 있는 동시에 실시간으로 환기역치 시점을 결정할 수 있다.
- [0119] 표 1은 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법과 종래의 가스호흡분석기로 검출한 방법을 비교하는 실험결과를 통계분석한 결과이다.

표 1

	Measured VT	Estimated VT	Difference	r
Male(n=80)	16.6882 ± 1.0502	16.7378 ± 0.9266	0.04964 ± 1.0678	0.42***
Female(n=28)	15.8074 ± 1.5716	15.7331 ± 1.4859	0.07426 ± 1.2549	0.66***

- [0120]
- [0121] 표 1에서 Measured VT는 종래의 가스호흡분석기로부터 운동 종료 후 자동적으로 측정되는 VT 지점들의 평균을 나타내고, Estimated VT는 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법을 통해서 측정된 VT지점을 나타내며, 통계분석을 실시한 결과, 유의한 결과를 나타내었다.
- [0122] 도 10은 본 발명의 심박수 변화의 모니터링을 통한 실시간 환기역치 시점 검출 방법과 종래의 가스호흡분석기로 검출한 방법을 비교하는 실험결과를 통계분석한 결과를 그래프로 나타낸 것으로, 즉 표 1을 그래프로 나타낸 것

이다.

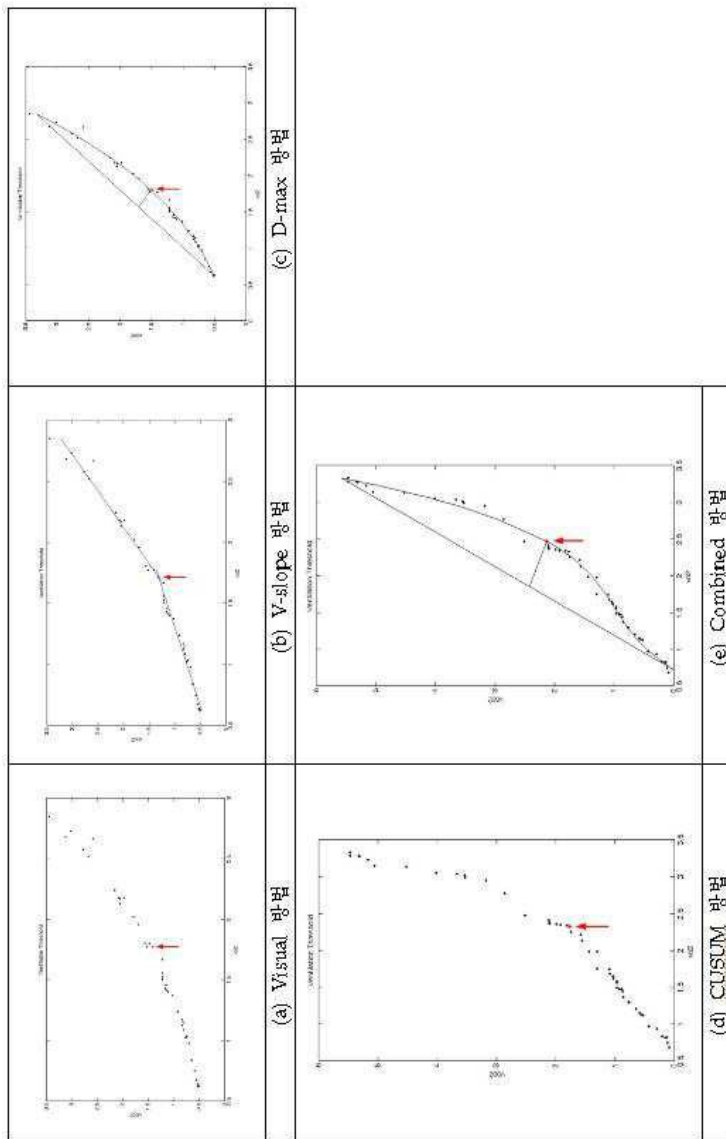
[0123] 이상에서와 같이 본 발명의 구체적 실시형태와 관련하여 본 발명을 설명하였으나, 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않으며, 본 발명의 범위는 설명된 실시형태가 아니라 특허청구범위 및 그 균등물에 의해 결정되어야 한다.

부호의 설명

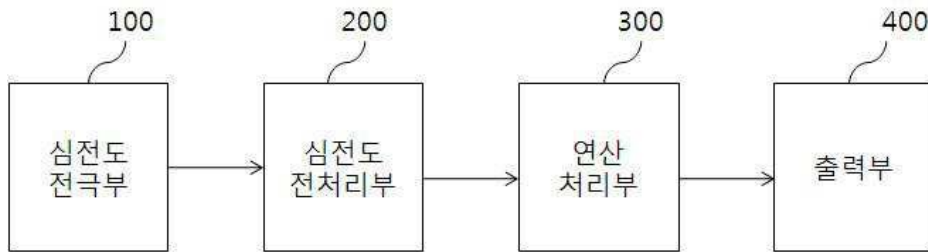
[0124] 100: 심전도 전극부 200:심전도 전처리부 300:연산처리부 400:출력부

도면

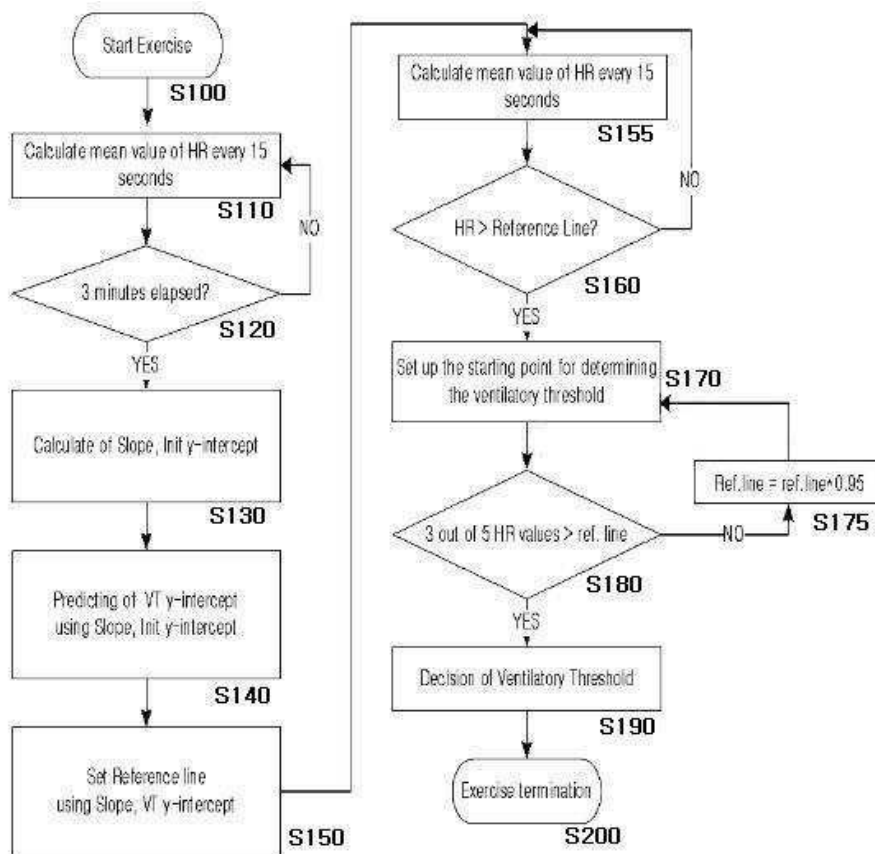
도면1



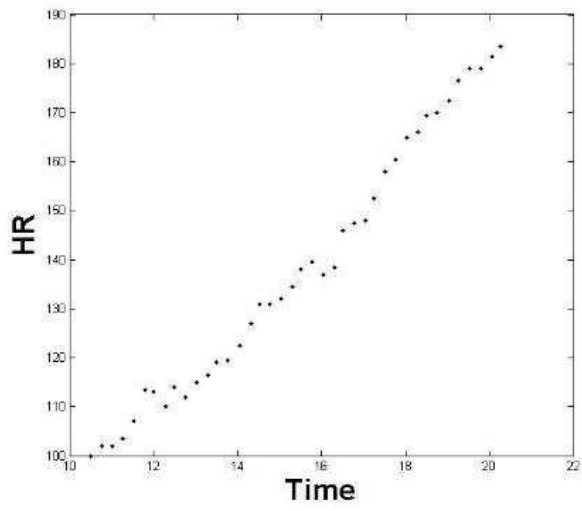
도면2



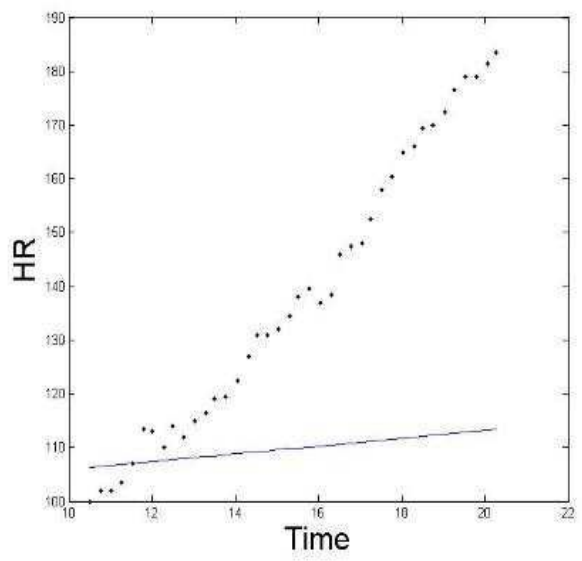
도면3



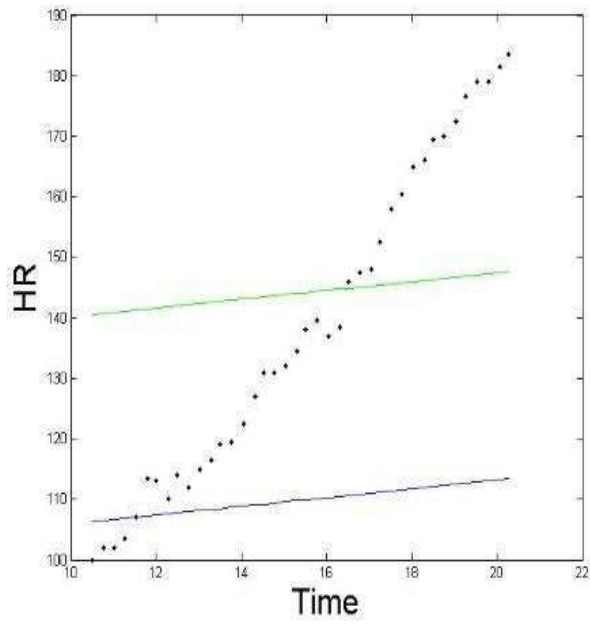
도면4



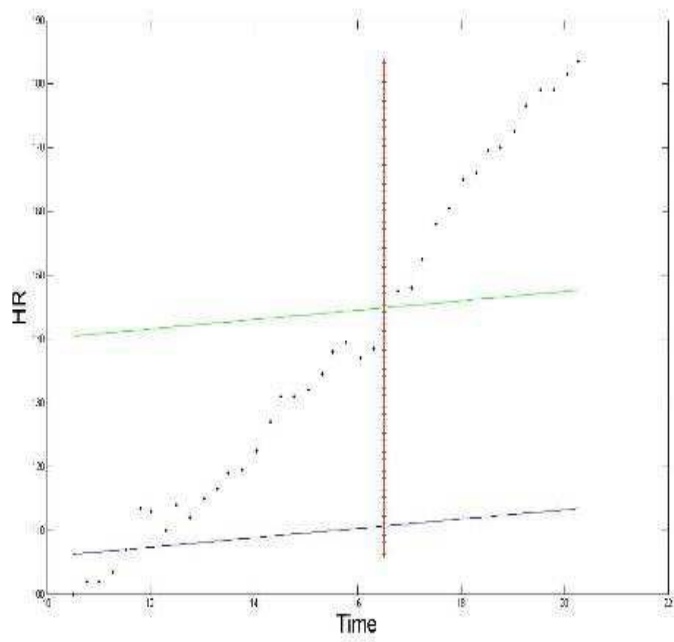
도면5



도면6



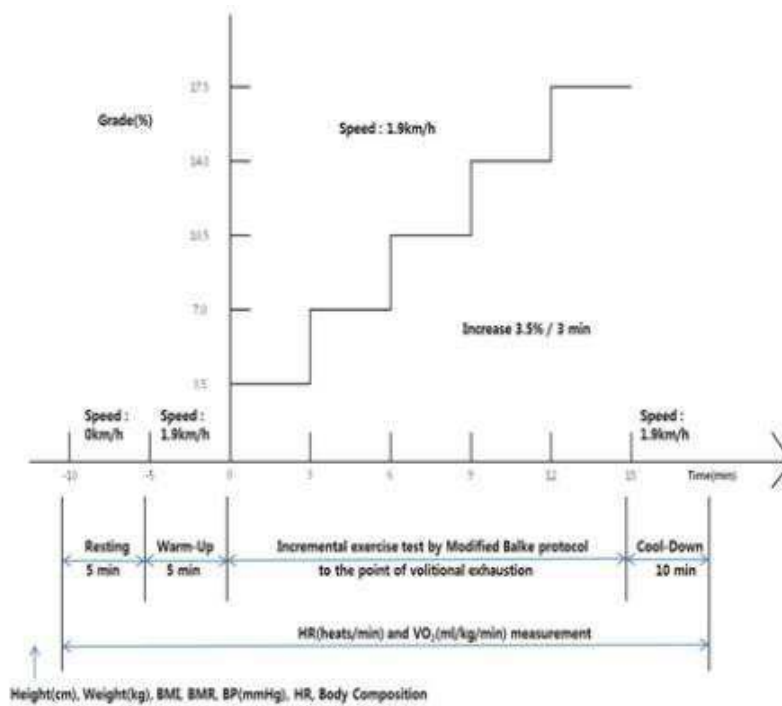
도면7



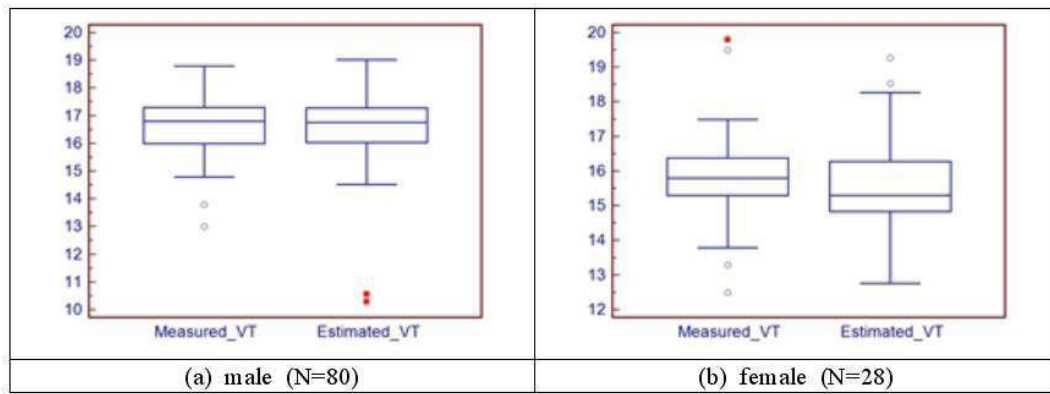
도면8



도면9



도면10



专利名称(译)	通过监测心率变化的实时通气阈值检测方法		
公开(公告)号	KR101333511B1	公开(公告)日	2013-11-28
申请号	KR1020110099585	申请日	2011-09-30
[标]申请(专利权)人(译)	NUGA医疗 延世大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	주식회사누가의료기 产学合作基金会, 延世大学		
当前申请(专利权)人(译)	주식회사누가의료기 产学合作基金会, 延世大学		
[标]发明人	YOON HYUNG RO 윤형로 SHIN TAE MIN 신태민 KIM TAE KYUN 김태균 CHOI WOO HYUK 최우혁 JUNG JAE HOON 정재훈 HAN YOUNG MYOUN 한영면 YOON JA WOONG 윤자웅 NOH YEON SIK 노연식 CHO SYUNG HYUN 조승현 LEE JONG SOO 이종수 JEONG IN CHEOL 정인철 YI KYE HYOUNG 이계형 JUNG SANG O 정상오 JEONG WOON MO 정운모		
发明人	윤형로 신태민 김태균 최우혁 정재훈 한영면 윤자웅 노연식 조승현 이종수 정인철		

이계형
정상오
정은모

IPC分类号	A61B5/02 A61B5/0402 A61B5/0452 A61B5/0456 A61B5/024 A61B5/00
CPC分类号	A61B5/02405 A61B5/0456 A61B5/7225 A61B5/6895
代理人(译)	Minhyejeong
优先权	1020110091037 2011-09-08 KR
其他公开文献	KR1020130027971A
外部链接	Espacenet

摘要(译)

目的：通过监测心率变化来提供实时通气阈值检测方法，以通过允许锻炼者执行适合于个体身体能力的锻炼来改善健康管理。组成：心电图电极部分 (100) 检测心电图。心电图预处理部分 (200) 放大检测到的心电图信号并将放大的信号转换为数字信号。操作处理部分 (300) 通过使用接收到的心电图信号来检测通气阈值点。输出部 (400) 输出从运转处理部接收到的输出信号，例如通气阈值点等

