

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 1월 3일 (03.01.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/002568 A2

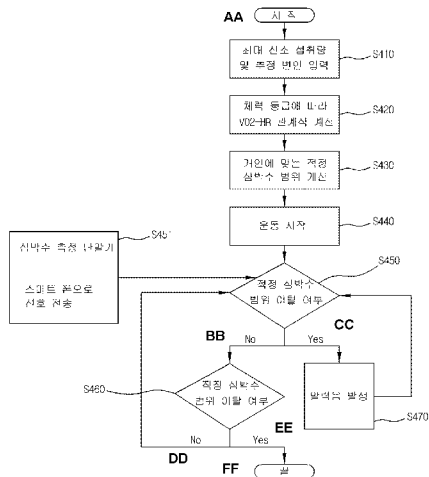
- (51) 국제특허분류: 미분류
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/005111
- (22) 국제출원일: 2012년 6월 28일 (28.06.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0064716 2011년 6월 30일 (30.06.2011) KR
10-2012-0068898 2012년 6월 27일 (27.06.2012) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 한국 과학기술원 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 305-701 대전광역시 유성구 구성동 373-1, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 곁
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 임재형 (IM, Jaehyeong) [KR/KR]; 305-701 대전광역시 유성구 대학로 291, 한국과학기술원, Daejeon (KR).
- (74) 대리인: 권오식 (KWON, Oh-Sig) 등; 302-120 대전광역시 서구 둔산중로 138 번지 주은오피스텔 401 호, Daejeon (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR SUGGESTING APPROPRIATE EXERCISE INTENSITY THROUGH ESTIMATION OF MAXIMAL OXYGEN INTAKE

(54) 발명의 명칭 : 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법

[Fig. 4]

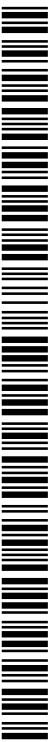


- AA ... Start
- BB, DD ... No
- CC, EE ... Yes
- FF ... End
- S410 ... Input maximal oxygen uptake and estimated variable
- S420 ... Calculate VO₂-HR relation according to physical strength grade
- S430 ... Calculate appropriate heart rate for individual
- S440 ... Start exercise
- S450, S460 ... Whether heart rate deviates from appropriate heart rate range
- S451 ... Heart rate measurement terminal - transmitting signal to smartphone
- S470 ... Generation of alarm

(57) Abstract: The present invention relates to a method for suggesting an appropriate exercise intensity through the estimation of maximal oxygen uptake, and more specifically, to a method for calculating a heart rate range corresponding to an appropriate exercise range for a user by inputting information capable of estimating the maximal oxygen uptake of the user using a communication terminal. In addition, the present invention relates to a method for suggesting an appropriate exercise intensity to allow a user to measure heart rate in real time within the heart rate range corresponding to the calculated appropriate exercise range and to exercise on the basis of the type and/or time within the appropriate exercise intensity. According to the present invention, it is possible to calculate the heart rate range corresponding to the appropriate exercise range for a user by inputting the information capable of estimating the maximal oxygen uptake of the user. In addition, another effect of the present invention is that a user can measure heart rate in real time within the heart rate range corresponding to the calculated appropriate exercise range so as to exercise on the basis of the type and/or time within the appropriate exercise intensity.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2013/002568 A2



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

본 발명은 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 통신 단말기를 이용하여 사용자의 최대산소섭취량을 추정할 수 있는 정보를 입력함으로써 이 사용자에게 맞는 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위를 산출하는 방법에 대한 것이다. 또한, 본 발명은 사용자가 산출된 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위 내에서 심박수를 실시간 측정하여 적정한 운동 강도로 운동 종류 및/또는 시간에 맞게 운동하도록 적정 운동 강도를 제시하는 방법에 대한 것이다. 본 발명에 따르면, 사용자의 최대 산소 섭취량을 추정할 수 있는 정보를 입력함으로써 이 사용자에게 맞는 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위를 산출하는 것이 가능하게 된다. 또한, 본 발명의 다른 효과로서는 사용자가 산출된 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위 내에서 심박수를 실시간 측정하여 적정한 운동 강도로 운동 종류 및/또는 시간에 맞게 운동하는 것이 가능하다는 점을 들 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 운동생리학적 이론을 바탕으로 통신 단말기를 이용하여 사용자의 최대산소섭취량을 추정 할 수 있는 정보를 입력함으로써 이 사용자에게 맞는 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위를 산출하는 방법에 대한 것이다.
- [2] 또한, 본 발명은 사용자가 산출된 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위 내에서 심박수를 실시간 측정하여 적정한 운동 강도로 운동 종류 및/또는 시간에 맞게 운동하도록 적정 운동 강도를 제시하는 방법에 대한 것이다.

[3]

배경기술

- [4] 적절한 운동은 운동부족질환(hypokinetic disease)의 발병위험을 낮추고 기초대사 근력 지구력 유연성 등의 운동기능 유지 및 향상에 큰 도움을 준다. 그러나 운동의 효과는 자신에게 적합한 운동과 운동량을 수행하였을 때 최대가 되고 자신의 운동기능보다 과도한 운동은 심박수와 혈압의 급격한 증가와 함께 심혈관계 사고를 유발시킬 수 있다.
- [5] 따라서, 자신의 신체조건에 맞는 적당한 운동 및 운동량을 아는 것은 매우 중요한 일이다. 즉, 자신의 운동기능 수준을 정확히 파악하고, 자신에게 적합한 운동강도를 결정하는 것이 매우 중요하다. 각 개인에게 적절한 운동강도를 결정하기 위한 방법으로서, 최대 심박수를 이용한 상대적 운동강도(%HRmax), 여유심박수를 이용한 상대적 운동강도(%HR Reserve), 최대산소 섭취량을 이용한 상대적 운동 강도(%VO₂max), 여유 산소섭취량을 이용한 운동 강도(VO₂ Reserve)를 이용하는 방법 등이 있다.
- [6] 한편, 운동기능은 심폐기능, 근력 및 신체조성 등 여러 가지 항목의 종합적인 결과를 이용하여 평가한다. 심폐기능을 평가하기 위한 기준이 되는 방법은 최대 산소 섭취량(Maximal Oxygen Uptake : VO₂max)을 측정함으로써 얻는다.
- [7] 직접적으로 최대 산소 섭취량을 측정하는 방법으로서 호흡가스분석장비(ventilatory gas analysis)를 사용하는 방법이 있다. 그러나 직접 측정법은 장비, 공간 및 인원 등의 검사를 수행하기 위해 요구되는 비용이 커서 연구 또는 임상 목적으로만 사용되고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 최대/최대하(Maximal/Submaximal) 운동기능 평가가 제안되고 있다. 이 검사는 특정 운동부하에서의 심박수를 이용하는 방법으로 상당히 정확하게 최대 산소 섭취량을 예측할 수 있다.

- [8] 현재 일부 종합병원이나 보건소 등에서 수행되고 있는 운동기능평가에서는 각 항목별로 다른 장비를 사용하고, 여러 가지 운동검사 프로토콜을 이용하고 있다. 이러한 운동기능 평가는 일반인이 쉽게 이용하기에는 시간적 및 금전적 비용이 크고 운동의 효과를 점검하기 위하여 정기적인 운동기능 평가를 수행하는 것이 사실상 비현실적이어서 이용률이 매우 낮은 실정이다.
- [9] 이에 따라, 운동을 적절하고 효과적으로 하고자 하는 사람들에게 있어, 자신의 운동기능을 평가하고, 그에 따른 적절한 운동량을 아는 것이 실질적으로 거의 불가능하다.
- [10] 예를 들면, 트레드밀을 비롯한 운동기구를 이용하여 운동자가 운동을 하는 경우, 운동자는 자신의 체력에 무리가 없는 적합한 운동을 하고자 하며, 운동을 계속함으로써 자신의 체력을 증진시켜 건강한 삶을 유지시키고자 한다. 또한, 운동자는 자신의 운동 상태를 기록으로 남기고 싶어 하고, 이러한 기록된 운동 이력을 기반으로 자신의 체력을 단련하고자 한다. 또한, 운동자의 목표에도 지구력강화, 심폐기능강화, 비만치료를 위한 칼로리 소모 등 다양한 것들이 존재할 수 있다.
- [11] 이러한 이유들로 심박 수의 변화에 따른 운동을 제어하는 방식이 제안되었는데, 특허출원번호 제10-2000-23432호를 들 수 있다. 이 특허출원번호 제10-2000-23432호는 심박 수의 변화에 따른 운동부하가 제어되는 운동시스템을 제공하고 있다.
- [12] 그러나, 개선되는 심폐기능 등에 의하여 운동자의 운동능력이 개선될 때, 운동자에게 제공되는 운동 프로그램은 운동을 관리하는 관리자가 인위적으로 새롭게 작성되어야 하므로 많은 클라이언트들이 중앙서버에 접속되어 있는 경우에는 클라이언트들 개개인에 대하여 개별적인 운동 프로그램을 새롭게 갱신시켜 주어야 하며, 이 운동프로그램 또한 여러 가지의 오류가 있을 수 있다.
- [13] 이 외 대부분의 운동 프로그램은 개개인에 적합한 운동 강도를 제공해 주지 못하거나 잘못된 방법을 권장하고 있는 실정이다.

[14]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [15] 본 발명은 위에서 제기된 과제를 달성하기 위해, 사용자의 최대산소섭취량을 추정할 수 있는 정보를 입력함으로써 이 사용자에게 맞는 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위를 산출하는 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [16] 또한, 본 발명은 사용자가 산출된 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위 내에서 심박수를 실시간 측정하여 적정한 운동 강도로 운동 종류 및/또는 시간에 맞게 운동하는 방법을 제공하는 데 다른 목적이 있다.
- [17] 아울러 스마트폰, PDA(Personal Digital Assistant), 미니 PMP(Portable Media Player), 심박수 측정이 가능한 트레드밀, 자전거 에르고미터, 입립티컬 및 로우잉

머신 등과 같은 유산소 운동기구와 휴대용 심박수 측정기를 연동시킴으로써 그 활용도를 극대화시키는데 또 다른 목적이 있다.

[18]

과제 해결 수단

[19] 본 발명의 제1 실시예는 위에서 제기된 과제를 달성하기 위한 최대 산소섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법은 사용자에게 해당하는 최대 산소 섭취량 추정 변수를 입력하는 최대 산소섭취량 추정 변수 입력 단계; 입력된 변수에 따라 최대 산소 섭취량 회귀식을 이용하여 상기 사용자의 최대 산소 섭취량을 계산하는 최대 산소 섭취량 계산 단계; 계산된 최대 산소 섭취량에 따라 체력 등급을 결정하는 체력 등급 결정 단계; 상기 최대 산소 섭취량 회귀식에 계산된 최대 산소 섭취량의 소정 범위에 해당하는 값을 대입하고 심박수 회귀식을 이용하여 상기 사용자의 심박수 범위를 산출하는 심박수 범위 산출 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[20] 여기서, 상기 최대 산소 섭취량 회귀식은 다음식,

[21] $VO_2\max(\text{ml/kg/min}) = \beta_0 + \beta_1 \times x_1 + \dots + \beta_p \times x_p + \varepsilon, \varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ 이고,

[22] (여기서 $VO_2\max(\text{ml/kg/min})$ 는 종속변수, x_1, \dots, x_p 는 P개의 주어진 종속변수들, $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ 는 미지의 회귀계수, ε 는 오차항으로서 기대값 0, 분산 σ^2 인 정규분포를 따른다고 가정한다.)

[23] 상기 심박수 회귀식은 다음식,

[24] $HR = AX + B$

[25] (여기서 A는 기울기, B는 상수이며, X는 $VO_2(\text{ml/kg/min})$ 임)

[26] 인 것을 특징으로 한다.

[27] 이때, 상기 독립변수는 성별, 나이, 체중, 키, 체질량지수(BMI: Body Mass Index), 생체전기 저항 분석(BIA: Bioelectrical Impedance Analyzer), 안정시 심박수, 최대하 운동 시의 심박수, 최대하 운동시의 호흡가스 변수, 호흡교환율(RER: Respiratory Exchange Ratio), 에너지 소비량(energy expenditure), 허리둘레, 허리와 힙의 비율(Waist-to-hip ratio), 신체활동 자료(physical activity data), 운동 자각도(RPE: Rating of Perceived Exertion)(주관적 운동 강도), 하루동안의 걸음 수(daily step counts), 운동빈도(exercise frequency(sessions per week)), 최대 운동강도(Wmax: work max), 운동기간(years of training), 가스교환 역치값(gas exchange threshold(문턱값)), 1000m 이상 오래달리기 기록 및 골격근량 중 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[28] 한편으로, 본 발명의 제2 실시예는 위에서 제기된 과제를 달성하기 위한 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법은 사용자의 운동이 시작됨에 따라 심박수 측정 단말기가 사용자의 심박수를 측정하여 심박수 측정 정보를 생성하는 단계; 통신 단말기가 생성된 심박수 측정 정보를 상기 심박수 측정

단말기로부터 전송받아 상기 심박수 측정 정보의 측정된 심박수가 본 발명의 제1 실시예에 의해 생성된 상기 사용자의 심박수 범위 내에 해당하는지를 판단하는 단계; 및 판단결과, 상기 통신 단말기가 상기 사용자의 심박수 범위를 벗어나면 알림 정보를 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[29] 여기서, 상기 알림 정보는 운동 시간 및 운동 종류에 대한 안내 메시지를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[30]

발명의 효과

[31] 본 발명에 따르면, 사용자의 최대 산소 섭취량을 추정할 수 있는 정보를 입력함으로써 이 사용자에게 맞는 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위를 산출하는 것이 가능하게 된다.

[32] 또한, 본 발명의 다른 효과로서는 사용자가 산출된 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위 내에서 심박수를 실시간 측정하여 적정한 운동 강도로 운동 종류 및/또는 시간에 맞게 운동하는 것이 가능하다는 점을 들 수 있다.

[33]

도면의 간단한 설명

[34] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시를 위한 시스템 구성도이다.

[35] 도 2는 도 1에 도시된 심박수 측정 단말기의 회로 블록도이다.

[36] 도 3은 도 1에 도시된 통신 단말기의 회로 블록도이다.

[37] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도를 제시하는 과정을 보여주는 흐름도이다.

[38] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 최대 산소 섭취량을 보여주는 그래프이다.

[39] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 심장 심박수(HR: Heart Rate)를 보여주는 그래프이다.

[40] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 VO_2/VCO_2 관계를 보여주는 그래프이다.

[41]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[42] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[43] 제1, 제2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본

발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

- [44] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고
- [45] 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [46] 본 명세서에서 사용되는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [47] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [48] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법에 대하여 상세하게 설명하기로 한다.
- [49] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시를 위한 시스템 구성도이다. 도 1을 참조하면, 적정 운동 강도 제시를 위한 시스템 구성도는 사용자의 심박수를 측정하는 심박수 측정 단말기(100)와 이 심박수 측정 단말기(100)로부터 측정된 심박수 측정 정보를 수신하여 사용자의 운동강도를 감시하는 통신 단말기(120)로 구성된다.
- [50] 물론, 심박수 측정 단말기(100)는 사용자의 신체에 착용될 수 있으며, 또는 트레이드밀(즉 런닝 머신) 등의 운동 기구에 부착될 수 있다.
- [51] 또한, 통신 단말기(120)는 스마트폰, PDA(Personal Digital Assistant), 미니 PMP(Portable Media Player), 심박수 측정이 가능한 트레이드밀, 자전거 에르고미터, 입립티컬, 로우잉 머신 등과 같은 유산소 운동기구 및 휴대용 심박수 측정기등이 될 수 있다.
- [52] 도 2는 도 1에 도시된 심박수 측정 단말기(100)의 회로 블럭도이다. 도 2를 참조하면, 심박수 측정 단말기(100)는 심박수 측정부(210), 조작부(220),

- 마이크로 프로세서(200), 표시부(240), 메모리(230), 무선 송신부(250) 등을 구비한다.
- [53] 심박수 측정부(210)는 심박수 측정 센서로서 인체(사용자)의 심박수를 측정하게 된다. 편의상 심박수 측정부(210)를 심박수 측정 단말기(100)의 구성 요소로 표시하였으나, 편의상 기준에 구비된 심박수 측정기와 연동하는 것도 가능하다.
- [54] 조작부(220)는 상기 사용자가 심박수 측정 단말기(110)의 동작을 선택하는 명령을 마이크로 프로세서(200)로 전달해준다. 조작부(220)는 일반적인 숫자키와 데이터 입력이 가능한 키버튼, 기능 선택 키버튼 등이 구비될 수 있으며, 표시부(240)가 터치 스크린으로 구성된 경우 키버튼을 구비하지 않아도 된다.
- [55] 메모리(230)는 데이터를 저장하거나, 사용자의 심장 심박수를 측정하여 통신 단말기(도 1의 120)쪽으로 전송하거나 동작 제어를 위한 프로그램이 저장된 저장장치로서, 램이나 롬 등으로 구현된다.
- [56] 표시부(240)는 심박수 측정 단말기(100)의 동작 상태 및/또는 조작을 위한 메뉴 화면을 표시해주는 것으로, LCD(Liquid Crystal Display), OLED(Organic Light Emitting Diodes), 터치 스크린 등으로 구현된다. 물론, 본 발명에서는 표시부(240)를 도시하였으나, 표시부(240)가 구성되지 않을 수 있다.
- [57] 무선 송신부(250)는 마이크로프로세서(200)에 의해 처리된 심박수 측정 정보를 무선으로 송출하여 통신 단말기(1의 120)로 전송하기 위한 기능을 수행한다. 심박수 측정 단말기(도 1의 100)와 통신 단말기(도 1의 120) 간 통신 기술은, 일반적인 RF(Radio Frequency), 블루투스 통신, 적외선 통신, 근거리 무선통신 기술이 이용된다. 물론, 본 발명은 무선 통신 기술뿐만 아니라 유선 통신 기술을 이용하는 것도 가능하다.
- [58] 도 3은 도 1에 도시된 통신 단말기(120)의 회로 블록도이다. 도 3을 참조하면, 통신 단말기(120)에는, 사용자의 최대 산소 섭취량을 산출하는 최대 산소 섭취량 계산부(330); 산출된 최대 산소 섭취량을 이용하여 사용자의 심박수 범위를 계산하는 심박수 계산부(350); 무선 통신부(도 2의 250)와 통신하여 심박수 측정 정보를 수신하는 통신 회로부(370); 상기 통신 회로부(370)를 통하여 전송된 심박수 측정 정보를 이용하여 산출된 사용자의 심박수 범위와 비교하여 범위를 벗어나는지를 판단하여 경고음 및/또는 메시지를 제공하는 제어부(300); 및 상기 제어부(300)의 명령에 따라 경고음 및/또는 메시지를 디스플레이하는 표시부(320) 또는 출력하는 음성 변환부(360) 등이 구성된다.
- [59] 물론, 이외에도, 사용자의 명령 및/또는 선택을 위한 버튼 등이 구비되는 입력부(310), 산출된 최대 산소 섭취량을 계산하여 사용자의 심박수 범위를 계산하고 실시간 측정된 사용자의 심박수와 비교하는 알고리즘을 구현하는 운동 강도 제안 프로그램, 데이터 등을 저장하는 저장부(340) 등이 구비된다.
- [60] 운동 강도 제안 프로그램, 데이터 등은 무선 통신 기술을 이용하여

앱(app) 형태로 통신 단말기(120)로 전송된다. 이러한 통신 기술로는 와이브로(WiBro: Wireless Broadband), 위피(WiPi: Wireless Internet Platform for Interoperability), 블루투스, CDMA(Code Division Multiple Access), WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access), GSM(Global System for Mobile Communications), DSRC(Dedicated short-range communications), IrDA(Infrared Data Association) 등이 사용될 수 있다.

[61] 음성 변환부(360)는 사용자의 아날로그 음성을 디지털 신호로 변화하거나 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하는 기능을 수행한다.

[62] 표시부(320)는 LCD(Liquid Crystal Display), OLED(Organic Light Emitting Diodes), 터치 스크린 등으로 구성될 수 있으며, 터치 스크린인 경우 입력부(310)를 생략하는 것도 가능하다.

[63] 최대 산소 섭취량 계산부(330)는 최대 산소 섭취량을 계산하는 기능을 수행한다. 부연하면, 사용자가 입력부(310)를 이용하여 최대 산소 섭취량 추정 변수를 입력하게 되면, 사용자의 최대 산소 섭취량을 계산한다. 이러한 최대 산소 섭취량 추정 변수로는 성별, 나이, 체중, 키, 체질량지수(BMI: Body Mass Index), 생체전기 저항 분석(BIA: Bioelectrical Impedance Analyzer), 안정시 심박수, 최대하 운동 시의 심박수, 최대하 운동시의 호흡가스 변수, 호흡교환율(RER: Respiratory Exchange Ratio), 에너지 소비량(energy expenditure), 허리둘레, 허리와 힙의 비율(Waist-to-hip ratio), 신체활동 자료(physical activity data), 운동 자각도(RPE: Rating of Perceived Exertion)(주관적 운동 강도), 하루동안의 걸음 수(daily step counts), 운동빈도(exercise frequency(sessions per week)), 최대 운동강도(Wmax: work max), 운동기간(years of training), 가스교환 역치값(gas exchange threshold(문턱값)), 1000m 이상 오래달리기 기록 및 골격근량 중 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하여 여러 가지 독립변수들의 조합으로 구성될 수 있다. 이때 1000m 이상 오래달리기는 1200m 오래달리기로 예를 들 수 있다.

[64] 일반적으로 심폐향상 운동프로그램은 심폐 능력을 향상시키기 위해 개인의 적정 운동심박수를 제공해 주는 운동 프로그램을 말한다.

[65] 심폐능력은 인체의 심장, 폐, 혈관 등의 산소운반 시스템이 산소를 필요로 하는 인체조직에 얼마나 많은 양의 산소를 공급해 줄 수 있는가 하는 유산소 능력을 의미하며, 체중 1kg이 1분 동안 섭취할 수 있는 최대의 양, 즉 최대산소섭취량(VO_2Max , ml/kg/min)으로 판단한다. 이때 최대산소섭취량은 개인의 운동강도를 높여 달성할 수 있는 최대한의 산소섭취능력으로 개인이 1분 동안 최대로 섭취한 산소량을 체중으로 나누어 ml/kg/분 단위를 사용할 수 있으며, 개인의 심폐기능을 평가하는 주요 지표로 사용될 수 있다.

[66] 최대산소섭취량의 정확한 측정을 위해서는 보건소 또는 병원을 방문하여 운동 중 호흡과정에서 일어나는 가스 배출량을 분석해야 하는데 비용 및 시간적인 측면에서 일반인이 정확한 측정을 하기는 쉽지 않다. 이에 여러 가지 추정식이

제공되고 있으나 대부분 국외의 자료를 사용한 것으로 한국인에게 적용하기에는 오차가 크다.

[67] 또한, 산소섭취량과 심박수는 비례관계를 가지고 있으므로 두 변인 사이의 1차 회귀식을 도출 할 수 있다.

[68]

[69] 개인의 심폐기능에 맞는 적절한 유산소운동강도는 일반적으로 최대산소섭취량의 50% ~ 85%에 해당하는 운동 강도이다. 산소섭취량과 심박수 사이의 회귀식을 통해 최대산소섭취량의 50% ~ 85%에 해당하는 심박수의 범위를 알 수 있으므로 심박수를 이 범위 내로 유지하면서 운동하는 것이 운동 효과를 높일 수 있다.

[70] 심폐능력 평가는 심폐능력을 평가하기 위해 개개인의 최대산소섭취량을 평가하는 방법으로 직접측정법(measurement)과 간접추정법(prediction)이 있다.

[71] 직접측정법은 트레드밀이나 자전거에르고미터에서 최대부하를 부과하여 측정하는 방법으로 고가의 호흡가스분석기가 필요하다.

[72] 간접추정법에는 최대운동부하 검사를 하지 않고 신체지수를 이용하는 비운동추정법과 최대하 운동부하검사법이 있다. 최대하 운동부하검사법은 힘들지 않고 편안한 운동강도에서 나타나는 개개인의 심박수, 호흡가스 변인 등을 이용하여 심폐능력을 추정하는 방법이다.

[73] 심박수(Heart Rate)는 인체가 필요로 하는 산소를 공급하기 위해 심장이 1분 동안 박동하는 횟수(회/분)를 뜻하며, 운동의 힘들기 정도를 나타내는 대표적인 인체 변인이다. 따라서 심폐능력을 향상시키기 위해서는 제일 먼저 개개인의 최대 심폐능력을 알 수 있는 최대산소섭취량을 직접측정 및 간접추정한 후에, 최대산소섭취량의 일정 범위에 해당하는 산소섭취량을 알아야 가능하다.

[74] 일반적으로 미국대학 스포츠의학회(ACSM)에서는 VO_2Max 의 일정범위에 해당하는 산소섭취량이 요구되는 힘들기로 운동할 것을 권장하고 있는데, 이 범위는 단위가 ml/kg/min 등의 산소섭취량으로 나타나기 때문에 실질적이지 못하다.

[75] 따라서 이 범위의 산소섭취량을 실용적으로 이용할 수 있는 심박수 범위로 나타낼 수 있는 방법이 필요하다.

[76] 최대하 운동부하검사 투입변수는 심폐능력 직접평가 시 브루스 프로토콜(Bruce Protocol)의 3분이나 6분 시점에 나타난 여러 가지 호흡가스 변인이나, 심박수가 170이 되는 시점의 시간(초)을 대입한다.

[77] 따라서 최대 하 운동부하 검사 변수 투입방법은 보건소, 병원, 연구소 및 기타 점증 운동부하검사 장비가 있는 운동처방실에서 고객을 대상으로 브루스 프로토콜로 1단계 3분, 2단계 6분까지의 운동부하 검사만으로도 운동처방 서비스가 가능한 추정방법이다.

[78] 현재 심혈관계 질환이 있거나 혹은 이와 관련 질환 잠재성이 있는 사람은 전문의와 상의한 후에 본 프로그램을 이용하는 것이 바람직하다.

- [79] 이러한 최대 산소 섭취량을 산출하는 최대 산소 섭취량 추정 회귀식은 다음식과 같다.
- [80] [수학식 1]
- [81] $VO_2\max(\text{ml/kg/min}) = \beta_0 + \beta_1 \times 1 + \dots + \beta_p \times p + \varepsilon$, $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ 이고,
- [82] (여기서 $VO_2\max(\text{ml/kg/min})$ 는 종속변수, x_1, \dots, x_p 는 P개의 주어진 종속변수들, $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ 는 미지의 회귀계수, ε 는 오차항으로서 기대값 0, 분산 σ^2 인 정규분포를 따른다고 가정한다.)
- [83] 수학식 1은 여러 가지 데이터, SPSS(표준 통계 소프트웨어) 프로그램 및 Multiple Regression Analysis(다중 회귀 분석) 방식을 이용하여 도출될 수 있다.
- [84] 예를 들어, 신체적 정신적으로 건강한 남녀 20대 339명(남 267명, 여 72명)을 샘플로 하여 기본 데이터를 생성하면 피검자의 특징은 표 1과 같다.
- [85] 표 1

[Table 1]

변수	남자		여자	
	Mean	SD	Mean	SD
Age(yrs)	20.79	1.265	20.54	.983
Height(cm)	173.997	5.364	161.914	4.542
Weight(kg)	69.177	12.884	52.600	5.728
% Body Mass Index(kg/m ²)	22.950	5.102	20.085	21.28
% Body Fat	17.212	8.595	25.162	6.027

- [86] 다음으로, $VO_2\max(\text{ml/kg/min})$ 에 의한 체력수준을 분류하면 표 2와 같다.
- [87] 표 2

[Table 2]

변수	남자		여자	
	Mean	SD	Mean	SD
Age(yrs)	20.83	1.295	20.44	.87
Height(cm)	173.95	5.34	162.09	4.75
Weight(kg)	68.82	11.61	52.57	6.03
Body Mass Index(kg/m ²)	22.99	5.48	20.02	2.16

- [88]
- [89] 이후, SPSS에서 제공하는 K-평균 군집분석 절차에 의해 남성과 여성을 5개

등급으로 분류하면 표 3 및 표 4과 같은 분류 결과를 얻을 수 있다. 여기서, 표 3은 남자 체력 등급 분류를 나타내고, 표 4는 여자 체력 등급 분류를 나타낸다.

[90] 표 3

[Table 3]

등급	5등급	4등급	3등급	2등급	1등급
VO ₂ max 구간(ml/kg/min)	28.0이상35.7미만	35.7이상40.9미만	40.9이상45.8미만	45.8이상58.5미만	58.5이상62.5미만
비율(%)	19.8	32.2	29.5	15.7	2.8

[91] 표 4

[Table 4]

등급	5등급	4등급	3등급	2등급	1등급
VO ₂ max 구간(ml/kg/min)	22.6이상30.6미만	30.6이상35.2미만	35.2이상39.5미만	39.5이상46.9미만	46.9이상50.5미만
비율(%)	25.3	31.2	26.5	14.3	2.7

[92] 위 표 1 내지 표 4를 이용하여 최대 산소 섭취량 추정 회귀식을 산출하는 것이 가능한데, 성별, 체중, 키, 나이를 이용한 모형을 보면 표 5 및 표 6과 같다.

[93] 표 5

[Table 5]

모형		비표준화계수		표준화계수	p	공선성 통계량	
		표준오차	베타			공차 한계	VIF
전체모형	Constant	14.769	43.922		.003		
	성별	1.156	-10.191	-.539	.000	.503	1.989
	Weight	.039	-.143	-.225	.000	.580	1.724
	Height	.077	.117	.108	.130	.435	2.297
	Age	.301	-.096	-.015	.750	.991	1.009

[94] 표 6

[Table 6]

모형	R	R ²	SEE	F	P
전체모형	.518	.269	6.66	30.3	.000

- [95] 여기서, R은 다중상관계수이고, R2은 변동량, SEE는 추정의 표준오차를 나타낸다.
- [96] 물론, 성별, 나이, 체중, 키, 체질량지수(BMI: Body Mass Index), 생체전기 저항 분석(BIA: Bioelectrical Impedance Analyzer), 안정시 심박수, 최대하 운동 시의 심박수, 최대하 운동시의 호흡가스 변수, 호흡교환율(RER: Respiratory Exchange Ratio), 에너지 소비량(energy expenditure), 허리둘레, 허리와 힙의 비율(Waist-to-hip ratio), 신체활동 자료(physical activity data), 운동 자각도(RPE: Rating of Perceived Exertion)(주관적 운동 강도), 하루동안의 걸음 수(daily step counts), 운동빈도(exercise frequency(sessions per week)), 최대 운동강도(Wmax: work max), 운동기간(years of training), 가스교환 역치값(gas exchange threshold(문턱값)), 1000m 이상 오래달리기 기록 및 골격근량을 이용한 모형 등도 가능하다.
- [97] 위 표 1 내지 표 6에 대하여 분석한 자료를 이해하기 쉽게 그래프로 도시한 도면이 도 5 내지 도 7에 도시된다. 부연하면, 도 5는 본 발명의 일실시에에 따른 최대 산소 섭취량을 보여주는 그래프이다. 도 5를 참조하면, 최대 산소 섭취량이 점(510)으로 표시되고, 3분후(즉, 00:03:10)의 최대 산소 섭취량은 19.28402(500)가 된다. 물론, 6분후의 최대 산소 섭취량, 종료시점의 최대 산소 섭취량 등도 데이터로 존재하게 되며, 측정 시간은 다양하게 변형될 수 있다.
- [98] 도 6은 본 발명의 일실시에에 따른 심장 심박수(HR: Heart Rate)를 보여주는 그래프이다. 도 6을 참조하면, 최대 산소 섭취량에 따른 심박수를 보여준다. 예를 들면, 3분후 최대 산소 섭취량은 19.28402(600)이고, 이때 심박수(HR)는 103bpm(beats per min)이 된다. 그래프는 HR bpm(610)과 선형 HR bpm(620)을 나타낸다.
- [99] 도 7은 본 발명의 일실시에에 따른 VO_2/VCO_2 관계를 보여주는 그래프이다.
- [100] 도 7을 참조하면, 3분후(즉, 00:03:10)의 VO_2 (운동부하검사중 흡기시 산소의 양)는 995.0556이고, VCO_2 (운동부하검사중 호기시 이산화탄소의 양)는 877.9308(700)이다. 그래프는 VCO_2 ml/min(710) 및 VO_2 ml/min(720)를 나타낸다.
- [101] 위 표 1 내지 표 6을 이용하면, 수학적 1과 같은 최대 산소 섭취량 추정 회귀식이 산출된다. 물론, 표 1 내지 표 6은 본 발명의 용이한 이해를 위해 도시한 것으로 성별, 체중, 키, 나이 등의 샘플 데이터에 따라 다르게 산출될 수 있다.
- [102] 계속 도 3을 참조하여 설명하면, 심박수 계산부(350)는 최대 산소 섭취량 계산부(330)에서 산출한 최대 산소 섭취량을 이용하여 VO_2 (ml/kg/min)와 심박수(HR)와의 관계식으로부터 각 개인에게 적합한 적정수준의 운동범위를 도출할 수 있으며, 사용자의 심박수 범위를 산출하는 기능을 수행한다. 부연하면, 최대 산소 섭취량 추정 회귀식(즉 수학적 1)을 이용하여 산출한 최대 산소 섭취량에 대하여 일반적으로 50% 내지 85%에 해당하는 값을 심박수 회귀식에 대입하여 사용자의 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위를 산출할 수 있다. 심박수 회귀식은 다음식과 같다.

- [103] [수학식 2]
 [104] $HR = AX+B$
 [105] (여기서 A는 기울기, B는 상수이며, X는 $VO_2(\text{ml/kg/min})$ 임)
 [106] 이들 값은 다음 표와 같다.
 [107] 표 7

[Table 7]

남녀등급		회귀식 ($HR=VO_2/Kg(\text{ml/min/kg}) * A + B$)	
		A	B
남성	1등급	1.88	85.82
	2등급	2.23	74.30
	3등급	2.62	67.79
	4등급	2.87	72.54
	5등급	3.37	72.33
여성	1등급	2.89	70.33
	2등급	3.23	71.37
	3등급	3.36	81.76
	4등급	3.41	82.21
	5등급	3.90	82.34

- [108] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도를 제시하는 과정을 보여주는 흐름도이다. 도 4를 참조하면, 도 4는 운동 시작 전 준비 과정과 운동 실행 과정으로 구성된다.
- [109] 1) 운동 시작 준비 과정
- [110] 운동 시작 준비 과정에서는, 사용자에게 대한 정보인 최대 산소 섭취량 추정 변수를 이용하여 사용자의 최대 산소 섭취량 및 심박수 범위를 산출하는 과정이 수행된다.
- [111] 이를 위해, 사용자는 통신 단말기(도 1의 120)에 자신의 정보에 해당하는 최대 산소 섭취량 추정 변수를 입력한다(단계 S410). 부연하면, 최대 산소 섭취량을 추정할 수 있는 여러 가지 최대 산소 섭취량 추정 변수들을 통신 단말기(120)에 입력한다. 여기서 독립 변수들로는 성별, 나이, 체중, 키, 체질량지수(BMI: Body Mass Index), 생체전기 저항 분석(BIA: Bioelectrical Impedance Analyzer), 안정시 심박수, 최대하 운동 시의 심박수, 최대하 운동시의 호흡가스 변수, 호흡교환율(RER: Respiratory Exchange Ratio), 에너지 소비량(energy expenditure), 허리둘레, 허리와 힙의 비율(Waist-to-hip ratio), 신체활동 자료(physical activity data), 운동 자각도(RPE: Rating of Perceived Exertion)(주관적 운동 강도),

하루동안의 걸음 수(daily step counts), 운동빈도(exercise frequency(sessions per week)), 최대 운동강도(Wmax: work max), 운동기간(years of training), 가스교환 역치값(gas exchange threshold(문턱값)), 1000m 이상 오래달리기 기록 및 골격근량 중 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하는 여러 가지 독립변수들의 조합으로 구성될 수 있다.

- [112] 입력된 최대 산소 섭취량 추정 변수에 따라 최대 산소 섭취량 회귀식을 이용하여 상기 사용자의 최대 산소 섭취량을 추정하고, 이에 따른 체력 등급을 결정한다(단계 S420). 체력 등급은 남성의 경우 1 내지 5 등급이 되고, 여성의 경우 1 내지 3 등급이 된다.
- [113] 체력 등급이 결정되면, 결정된 체력 등급에 따라 최대 산소 섭취량 회귀식에 계산된 최대 산소 섭취량의 소정 범위에 해당하는 값을 대입하고 심박수 회귀식을 이용하여 상기 사용자의 심박수 범위를 산출하게 된다(단계 S430).
- [114] 부연하면, 결정된 체력등급에 따라 VO_2 , HR 데이터를 선택하여 둘 사이의 회귀식을 계산하고, 이 회귀식에서 계산한 최대 산소 섭취량의 일정범위에 해당하는 값을 대입하여 사용자의 적정 운동 범위에 해당하는 심박수 범위를 계산한다.
- [115] 이 심박수 범위는 표시부(도 3의 320)를 통하여 디스플레이되거나 음성 변환부(도 3의 360)를 통하여 안내 멘트가 출력될 수 있다. 이 심박수 범위는 사용자의 적정 운동 강도의 기준값이 된다.
- [116] 2) 운동 실행 과정
- [117] 사용자의 운동이 시작됨에 따라 통신 단말기(도 1의 120)는 심박수 측정 단말기(도 1의 100)로부터 사용자의 심박수를 측정된 심박수 측정 정보를 수신하는 대기 모드 상태로 진입하게 된다(단계 S440).
- [118] 부연하면, 단계 S410 내지 단계 S430에 의해 심박수 범위가 생성되면, 사용자는 운동을 시작할 준비가 완료되었음을 통신 단말기(120)에 알리게 된다. 물론, 통신 단말기(120)에 사용자가 알리는 방식은 통신 단말기(120)의 입력부(도 3의 310)에 구비된 특정 버튼을 선택하거나 음성으로 할 수도 있다. 또는 사용자의 심박수 범위가 결정되면 일정 시간 이후에 자동적으로 대기 모드 상태로 진입하게 하는 것도 가능하다.
- [119] 통신 단말기(도 1의 120)는 심박수 측정 단말기(100)로부터 사용자의 심박수를 측정된 심박수 측정 정보를 수신하여 심박수 측정 정보의 측정된 심박수가 사용자의 심박수 범위 내에 해당하는지를 판단한다(단계 S450, S451). 물론, 통신 단말기(120)가 심박수 측정 단말기(100)로부터 심박수 측정 정보를 실시간으로 수신하는 과정이 있게 된다.
- [120] 단계 S450의 판단결과, 심박수 측정 정보의 측정된 심박수가 상기 사용자의 심박수 범위를 벗어나면 통신 단말기(120)는 알림 정보를 제공한다(단계 S470).
- [121] 알림 정보는 경고음 또는 안내 메시지가 될 수 있으며, 안내 메시지는 운동

시간(예를 들면, 운동한 시간, 앞으로 운동에 적당한 시간 등), 운동 종류(예를 들면, 조깅과 같은 가벼운 운동을 들 수 있음)를 포함할 수 있다.

- [122] 단계 S450의 판단결과, 심박수 측정 정보의 측정된 심박수가 상기 사용자의 심박수 범위를 벗어나지 않으면, 통신 단말기(120)는 일정시간이 경과한 후 다시 심박수 측정 정보의 측정된 심박수가 사용자의 심박수 범위 내에 해당하는지를 판단한다(단계 S460).
- [123] 단계 S460의 판단결과, 심박수 측정 정보의 측정된 심박수가 상기 사용자의 심박수 범위를 벗어나지 않으면 단계 S450으로 진행한다.
- [124] 이와 달리, 단계 S460의 판단결과, 심박수 측정 정보의 측정된 심박수가 상기 사용자의 심박수 범위를 벗어나면 사용자가 직접 운동을 정지하고 통신 단말기(도 1의 120)의 운동 강도 제안 프로그램을 종료한다.
- [125]
- [126] [부호의 설명]
- [127] 100: 심박수 측정 단말기 120: 통신 단말기
- [128] 200: 마이크로프로세서 210: 심박수 측정부
- [129] 220: 조작부 230: 메모리
- [130] 240: 표시부 250: 무선 통신부
- [131] 300: 제어부 310: 입력부
- [132] 320: 표시부 330: 최대 산소 섭취량 계산부
- [133] 340: 저장부 350: 심박수 계산부
- [134] 360: 음성 변환부 370: 통신 회로부
- [135]

청구범위

[청구항 1]

사용자에 해당하는 최대 산소 섭취량 추정 변수를 입력하는 최대 산소 섭취량 추정 변수 입력 단계;
 입력된 변수에 따라 최대 산소 섭취량 회귀식을 이용하여 상기 사용자의 최대 산소 섭취량을 계산하는 최대 산소 섭취량 계산 단계;
 계산된 최대 산소 섭취량에 따라 체력 등급을 결정하는 체력 등급 결정 단계;
 상기 최대 산소 섭취량 회귀식을 이용하여 계산된 최대 산소 섭취량의 소정 범위에 해당하는 값을 대입하고 심박수 회귀식을 이용하여 상기 사용자의 심박수 범위를 산출하는 심박수 범위 산출 단계
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법.

[청구항 2]

제1항에 있어서,
 상기 최대 산소 섭취량 회귀식은 다음식,

$$VO_2\max(\text{ml/kg/min}) = \beta_0 + \beta_1 \times 1 + \dots + \beta_p \times p + \varepsilon, \varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$$
 이고,
 (여기서 $VO_2\max(\text{ml/kg/min})$ 는 종속변수, x_1, \dots, x_p 는 P개의 주어진 종속변수들, $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ 는 미지의 회귀계수, ε 는 오차항으로서 기대값 0, 분산 σ^2 인 정규분포를 따른다고 가정한다.)
 상기 심박수 회귀식은 다음식,

$$HR = AX + B$$
 (여기서 A는 기울기, B는 상수이며, X는 $VO_2(\text{ml/kg/min})$ 임)인 것을 특징으로 하는 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법.

[청구항 3]

제2항에 있어서,
 상기 독립변수는 성별, 나이, 체중, 키, 체질량지수(BMI: Body Mass Index), 생체전기 저항 분석(BIA: Bioelectrical Impedance Analyzer), 안정시 심박수, 최대하 운동 시의 심박수, 최대하 운동시의 호흡가스 변수, 호흡교환율(RER: Respiratory Exchange Ratio), 에너지 소비량(energy expenditure), 허리둘레, 허리위와 힙의 비율(Waist-to-hip ratio), 신체활동 자료(physical activity data), 운동 자각도(RPE: Rating of Perceived Exertion)(주관적 운동 강도), 하루동안의 걸음 수(daily step counts), 운동빈도(exercise frequency(sessions per week)), 최대 운동강도(Wmax: work max),

[청구항 4]

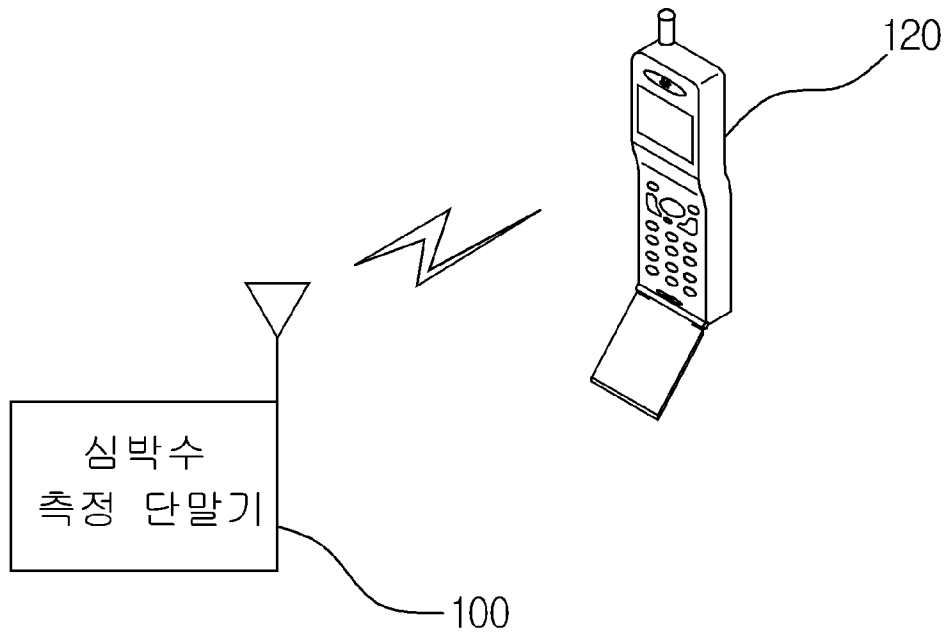
운동기간(years of training), 가스교환 역치값(gas exchange threshold(문턱값)), 1000m 이상 오래달리기 기록 및 골격근량 중 선택되는 적어도 어느 하나를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법.

사용자의 운동이 시작됨에 따라 심박수 측정 단말기가 사용자의 심박수를 측정하여 심박수 측정 정보를 생성하는 단계; 통신 단말기가 생성된 심박수 측정 정보를 상기 심박수 측정 단말기로부터 전송받아 상기 심박수 측정 정보의 측정된 심박수가 제1 항 내지 제3 항 중 어느 한 항에 의해 생성된 상기 사용자의 심박수 범위 내에 해당하는지를 판단하는 단계; 및 판단결과, 상기 통신 단말기가 상기 사용자의 심박수 범위를 벗어나면 알람 정보를 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법.

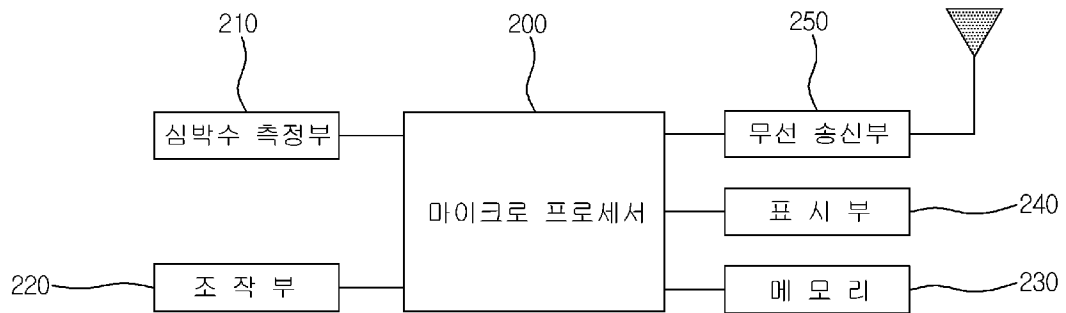
[청구항 5]

제4 항에 있어서, 상기 알람 정보는 운동 시간 및 운동 종류에 대한 안내 메시지를 포함하는 것을 특징으로 하는 최대 산소 섭취량 추정을 통한 적정 운동 강도 제시 방법.

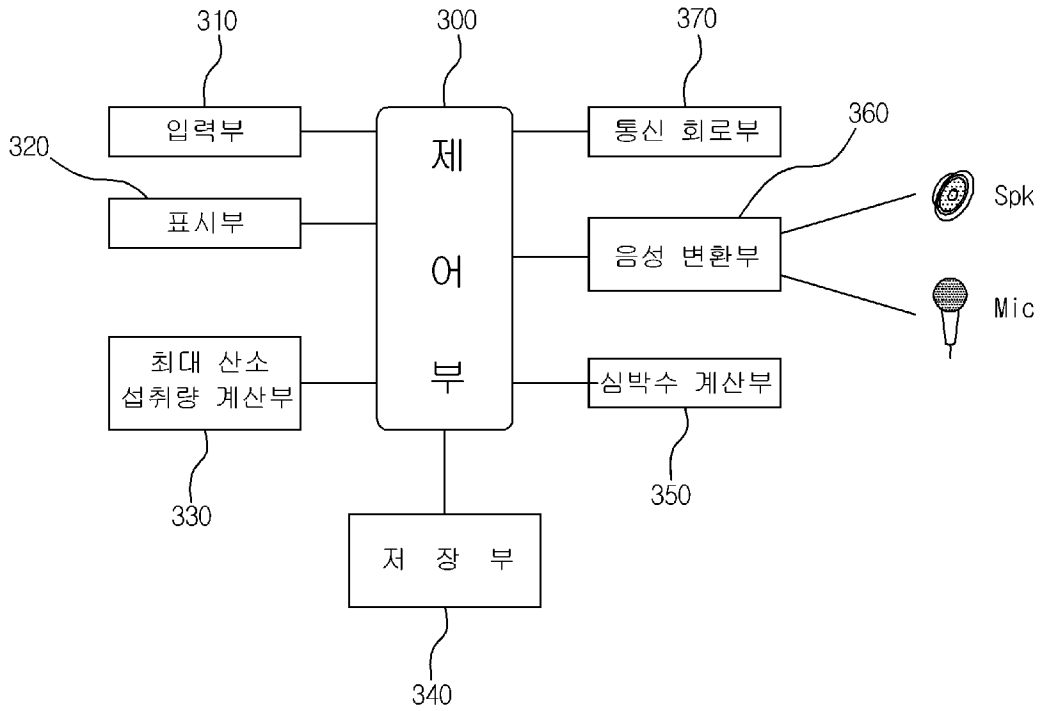
[Fig. 1]



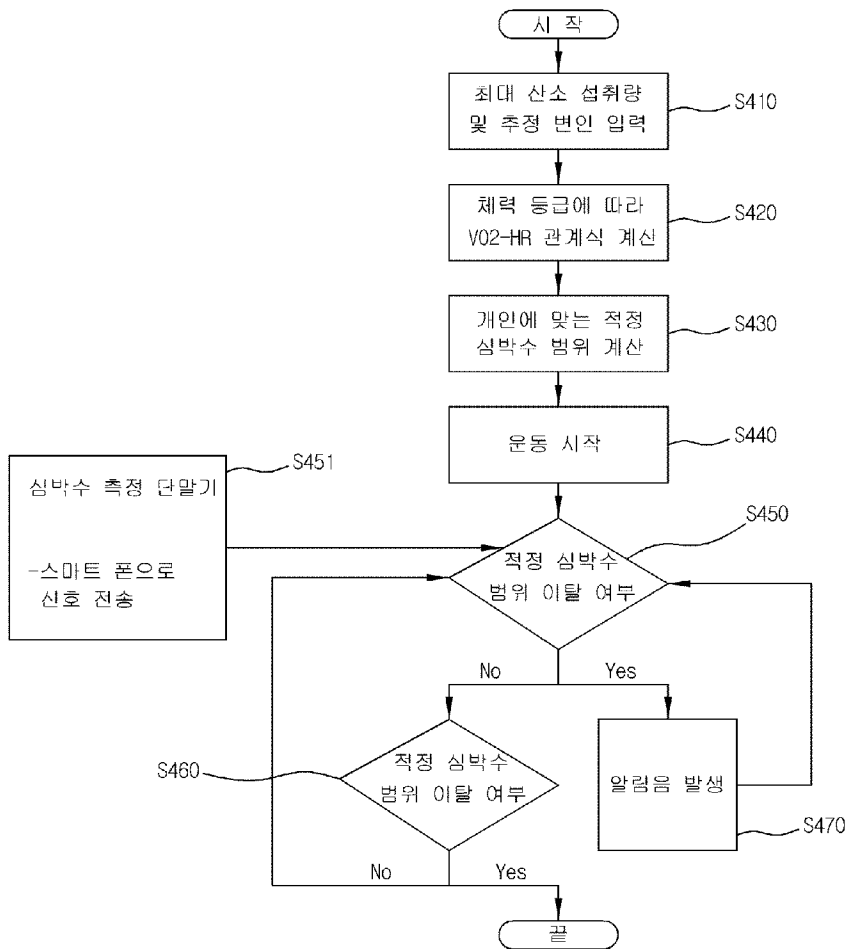
[Fig. 2]



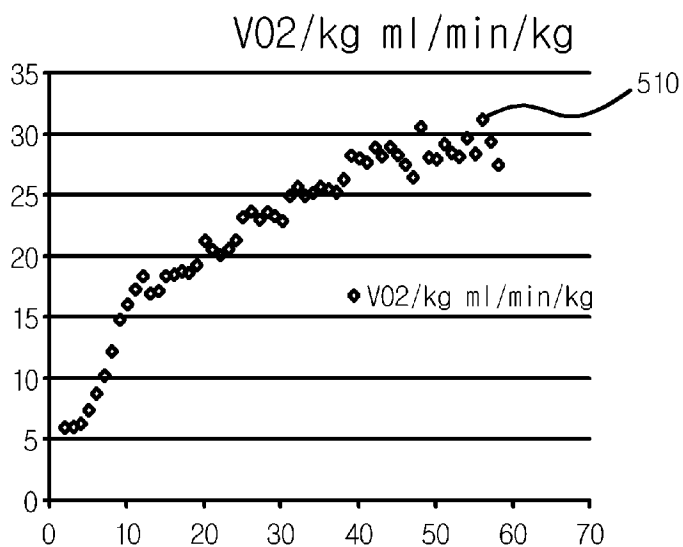
[Fig. 3]



[Fig. 4]



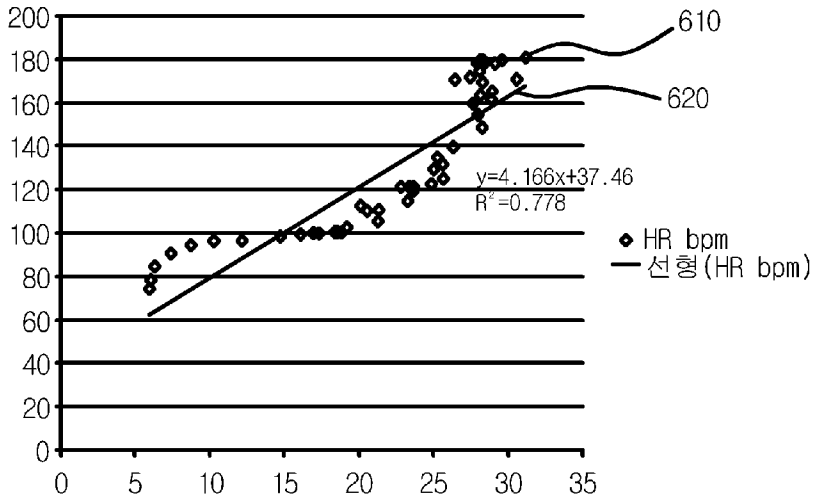
[Fig. 5]



t	V02/kg	t	V02/kg
hh:mm:ss	ml/min/kg	hh:mm:ss	ml/min/kg
00:00:20	5.986641	00:01:30	14.79559
00:00:30	6.106932	00:01:40	16.08576
00:00:40	6.339689	00:01:50	17.33085
00:00:50	7.450143	00:02:00	18.3408
00:01:00	8.778265	00:02:10	17.00343
00:01:10	10.28458	00:02:20	17.25396
00:01:20	12.23182	00:02:30	18.48736
00:02:40	18.6145	00:04:10	23.26958
00:02:50	18.89501	00:04:20	23.65601
00:03:00	18.84668	00:04:30	23.12667
00:03:10	19.28402	00:04:40	23.65273
00:03:20	21.27087	00:04:50	23.38642
00:03:40	20.18031	00:05:00	22.93509
00:03:50	20.65413	00:05:10	24.97296
00:04:00	21.37353	00:05:20	25.69677
		00:05:30	25.01675

500

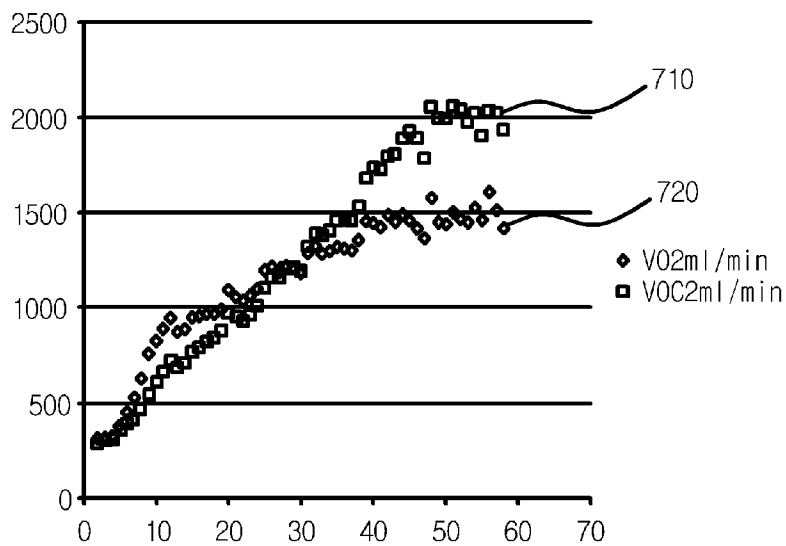
[Fig. 6]



V02/kg ml/min/kg	HR bpm	V02/kg ml/min/kg	HR bpm	V02/kg ml/min/kg	HR bpm	V02/kg ml/min/kg	HR bpm	V02/kg ml/min/kg	HR bpm
5.986641	75	14.79559	99	18.6145	101	20.65413	111	22.93509	122
6.106932	79	16.08576	100	18.89501	100	21.37353	111	24.97296	123
6.339689	85	17.33085	101	18.84668	101	23.26958	115	25.69677	126
7.450143	91	18.3408	101	19.28402	103	23.65601	119	25.01675	129
8.778265	95	17.00343	101	21.27087	106	23.12667	121		
10.28458	97	17.25396	100	20.59578	111	23.65273	122		
12.23182	97	18.48736	101	20.18031	113	23.38642	122		

600

[Fig. 7]



t	V02	VC02	t	V02	VC02
hh:mm:ss	ml/min	ml/min	hh:mm:ss	ml/min	ml/min
00:00:20	308.9407	291.9416	00:03:00	972.4887	721.5371
00:00:30	315.1177	300.2418	00:03:10	995.0556	877.9303
00:00:40	327.128	309.7818	00:03:20	1097.577	973.2409
00:00:50	384.4274	353.6515	00:03:30	1062.742	958.2062
00:01:00	452.9585	386.1069	00:03:40	1041.304	931.1865
00:01:10	530.6841	408.5684	00:03:50	1065.753	960.6026
00:01:20	631.1717	458.1543	00:04:00	1102.874	1004.162
00:01:30	763.4523	545.371	00:04:10	1200.71	1004.8
00:01:40	830.0251	596.6694	00:04:20	1220.65	1156.974
00:01:50	894.2719	353.6515	00:04:30	1193.336	1160.752
00:02:00	946.3851	721.5371	00:04:40	1220.481	1209.373
00:02:10	877.3772	686.1196	00:04:50	1206.739	1212.864
00:02:20	890.3043	705.2642	00:05:00	1183.451	1197.394
00:02:30	953.9479	765.4748	00:05:10	1288.605	1323.253
00:02:40	960.5084	794.2204	00:05:20	13235.953	1391.964
00:02:50	974.9826	822.4407	00:05:30	1290.864	1379.75