

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2021년 4월 22일 (22.04.2021)



WIPO | PCT



(10) 국제공개번호

WO 2021/075869 A1

(51) 국제특허분류:

G16H 50/30 (2018.01)

A61B 5/00 (2006.01)

G16H 50/20 (2018.01)

A61B 5/145 (2006.01)

G16H 10/60 (2018.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2020/014073

(22) 국제출원일:

2020년 10월 15일 (15.10.2020)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2019-0127733 2019년 10월 15일 (15.10.2019) KR

(71) 출원인: 계명대학교 산학협력단 (INDUSTRY ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION KEIMYUNG UNIVERSITY) [KR/KR]; 42601 대구시 달서구 달구벌대로 1095, Daegu (KR).

(72) 발명자: 허윤석 (HEO, Yun Seok); 10248 경기도 고양시 일산서구 탄현로 136, 115-904, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 태백 (TAEBAEK INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 08506 서울시 금천구 가산디지털1로151 이노플렉스1차 601호, Seoul (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

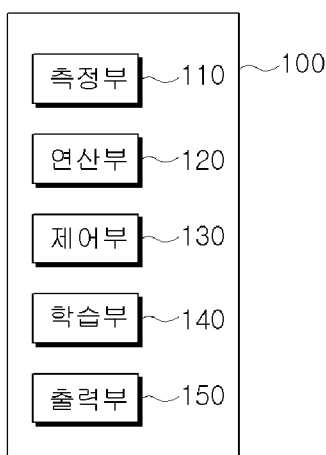
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: DEVICE FOR PROVIDING HEALTH STATE INFORMATION USING BLOOD METABOLISM, AND METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 혈중 대사물리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치 및 그 방법



110 ... Measurement unit
120 ... Calculation unit
130 ... Control unit
140 ... Learning unit
150 ... Output unit

(57) Abstract: The present invention relates to a device for providing health state information using blood metabolism, and to a method therefor. According to the present invention, the device for providing health state information using blood metabolism comprises: a measurement unit which measures blood glucose and blood lactate values in a subject to be measured; a calculation unit which calculates a blood metabolism value by using the measured values; and a control unit which determines, by using the measured glucose value and the calculated metabolism value, a health state of the subject to be measured, and provides health state information corresponding to the determined result. According to the present invention, by calculating the blood metabolism value through measuring the amount of glucose and lactate in blood, and by providing health state information corresponding to the calculated result, the emergence of obesity and obesity-associated diseases, such as hyperlipidemia, can be diagnosed at an early stage.

(57) 요약서: 본 발명은 혈중 대사물리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치 및 그 방법에 대한 것이다. 본 발명에 따른 혈중 대사물리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치는 측정 대상자의 혈중 글루코오스(glucose) 및 혈중 락테이트(Lactate) 수치를 측정하는 측정부; 상기 측정된 수치를 이용하여 혈중 대사물리즘 값을 연산하는 연산부; 및 상기 측정된 글루코오스 수치와 상기 연산된 대사물리즘(Metabolism) 값을 이용하여 상기 측정 대상자의 건강 상태를 판단하고, 상기 판단 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 제공하는 제어부를 포함한다. 이와 같이 본 발명에 따르면, 혈중 글루코오스 양과 락테이트 양을 측정하여 혈중 대사물리즘 값을 산출하고, 산출 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 제공함으로써 비만, 고지혈증 등의 비만 관련 질환에 발병 여부를 조기에 진단할 수 있다.

WO 2021/075869 A1

명세서

발명의 명칭: 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치 및 그 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 혈중 글루코오스 양과 락테이트 양을 측정하여 혈중 메타볼리즘 값을 산출하고, 산출 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 제공하기 위한 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 경제 발전에 따른 생활 수준의 향상, 바쁜 생활 환경에 따른 운동 부족, 영양의 과잉 섭취 등으로 비만 인구가 급속히 늘고 있다. 과체중 및 비만은 유전적, 대사적, 환경적, 그리고 행동학적인 복잡한 요인의 상호 작용에 의해 발생하는 생물학적 현상으로 비정상적 또는 과다한 지방의 축적으로 정의되며, 건강에 악영향을 미칠 수 있다. 의학적으로는 BMI(body mass index)가 30이상(즉, 표준체중의 30% 이상)인 경우이거나 BMI가 27 이상인 경우를 비만으로 분류한다.
- [3] 또한, 기타 순환기계 질환인 당뇨병(특히 제2형 당뇨병), 고혈압, 고지혈증 등이 연관되어 있는 경우를 비만으로 분류하고 있다. 특히 비만은 고혈압, 제2형 당뇨병, 암, 담낭질환, 고지혈증, 동맥경화 등과 같은 각종 성인병을 일으키는 중요한 요인으로 알려져 있다. 현재까지 알려진 비만의 원인은 유전적인 소인이 70% 이상으로 알려져 있고 그 외 환경요인으로 고지방식의 섭취나 운동부족 등이 알려져 있지만 최근, 섭취한 에너지량과 소비하는 에너지량의 불균형이 비만의 원인이라는 견해가 대두되고 있다.
- [4] 즉, 그동안 유전적 소인이 많이 변화하지 않았음에도 발생율은 급속히 증가한 것으로 미루어 유전적 원인으로만 보기는 어렵다는 것이며 따라서 에너지 균형을 파괴하는 유전적, 환경적 복합 요인이 비만의 중요 인자라는 인식이 확산되고 있다. 최소 2,800 만명 가량의 성인이 매년 비만에 따른 합병증으로 사망한다.
- [5] 이에, 비만 또는 대사성 질환 관련 건강 상태를 지속적으로 모니터링할 필요성이 계속해서 제기되어 오고 있는 실정이다. 이러한 건강 상태를 확인하기 위한 지표로서 종래에는 락테이트(Lactate)와 글루코오스(glucose)가 이용되어 왔다.
- [6] 구체적으로, 락테이트는 중증 환자의 진단 또는 예후를 판단하는데 효과적인 지표가 되어 왔다. 또한 글루코오스와 마찬가지로, 락테이트는 제2형 당뇨병과 연관되어 있음이 알려져 있고, 비만인 당뇨병 환자의 경우 비당뇨성 비만 환자

보다 공복에서 혈중 락테이트의 농도가 높다고 알려져 있다. 아울러, 당뇨병 환자는 정상인과 대비하여 혈중 글루코오스 농도가 높다. 이처럼, 락테이트와 글루코오스는 비만, 당뇨병, 고혈당증 등의 비만관련 질환과 관련되어 있지만, 여전히 분리되어 연구되어 오고 있는 실정이다.

[7] 이에 따라 건강 상태 특히, 비만관련 질환에 있어서 글루코오스와 락테이트를 이용하여 건강 상태를 보다 용이하고 정확하게 측정할 수 있는 장치의 개발이 필요하다.

[8] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 등록특허공보 제10-1118555호(2012. 02. 24. 공고)에 개시되어 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[9] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 혈중 글루코오스 양과 락테이트 양을 측정하여 혈중 메타볼리즘 값을 산출하고, 산출 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 제공하기 위한 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치 및 그 방법을 제공하기 위한 것이다.

기술적 해결방법

[10] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치는, 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치에 있어서, 측정 대상자의 혈중 글루코오스(glucose) 및 혈중 락테이트(Lactate) 수치를 측정하는 측정부; 상기 측정된 수치를 이용하여 혈중 메타볼리즘(Metabolism) 값을 연산하는 연산부; 및 상기 측정된 글루코오스 수치와 상기 연산된 메타볼리즘 값을 이용하여 상기 측정 대상자의 건강 상태를 판단하고, 상기 판단 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 제공하는 제어부를 포함한다.

[11] 또한, 상기 제어부는 혈중 글루코오스 수치가 X1 미만이고 혈중 메타볼리즘 값이 Y2를 초과하는 범위에 속하면 '정상', 혈중 글루코오스 수치가 X2를 초과하고 혈중 메타볼리즘 값이 Y1 미만인 범위에 속하면 '이상', 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값이 상기 '정상' 또는 '이상'에 속하지 않으면 '주의'인 것으로 건강 상태를 기 정의하고, 상기 기 정의된 건강 상태를 이용하여 상기 측정된 글루코오스 수치와 상기 연산된 메타볼리즘 값에 대응하는 상기 측정 대상자의 건강 상태 정보를 제공할 수 있다.

[12] 또한, 상기 연산부는 다음의 수학식에 의해 상기 메타볼리즘 값을 연산할 수 있다.

$$[13] \quad M_x = \frac{L_b}{G_a}$$

[14] 여기서, M_x 는 혈중 메타볼리즘 값, G_a 는 혈중 글루코오스 수치, L_b 는 혈중 락테이트 수치이다.

- [15] 또한, 상기 측정부는 앰플렉스 레드시약(Amplex red reagent)을 이용하거나 전기화학적인 방법으로 상기 측정 대상자의 혈중 글루코오스 수치와 혈중 락테이트 수치를 동시에 측정할 수 있다.
- [16] 또한, 글루코오스 수치를 x축, 혈중 메타볼리즘 값을 y축으로 하는 선도에 상기 측정된 글루코오스 수치와 상기 연산된 혈중 메타볼리즘 값을 각각 표시하고, 상기 제어부로부터 판단된 판단 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 '건강', '이상' 및 '주의' 중 어느 하나로 표시하여 출력하는 출력부를 더 포함할 수 있다.
- [17] 또한, 다수 피검자들의 성별, 나이, 키, 체중, 신체질량지수(body mass index; BMI) 및 비만 관련 질환 유무, 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값 중 어느 하나 이상을 입력 값으로 하여 현재 건강 상태를 출력하는 비만 진단 모델을 학습시키는 학습부를 더 포함하고, 상기 제어부는 기 학습된 비만 진단 모델을 이용하여 상기 측정 대상자로부터 입력되는 정보와 해당 측정 대상자의 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값에 대응하는 상기 측정 대상자의 건강 상태를 판단할 수 있다.
- [18] 또한, 상기 건강 상태 정보는 비만, 당뇨병, 고지혈증, 동맥경화, 협심증, 심근경색증, 고혈압, 지방간, 대사 증후군, 과콜레스테롤혈증 및 비알콜성 지방간염을 포함하는 비만 관련 질환 중에서 선택되는 어느 하나일 수 있다.
- [19] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 방법은, 측정 대상자의 혈중 글루코오스(glucose) 및 혈중 락테이트(Lactate) 수치를 측정하는 단계; 상기 측정된 수치를 이용하여 혈중 메타볼리즘(Metabolism) 값을 연산하는 단계; 및 상기 측정된 글루코오스 수치와 상기 연산된 메타볼리즘 값을 이용하여 상기 측정 대상자의 건강 상태를 판단하고, 상기 판단 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [20] 이와 같이 본 발명에 따르면, 혈중 글루코오스 양과 락테이트 양을 측정하여 혈중 메타볼리즘 값을 산출하고, 산출 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 제공함으로써 비만, 고지혈증 등의 비만 관련 질환에 발병 여부를 조기에 진단할 수 있다.
- [21] 또한 본 발명에 따르면, 스마트폰이나 소형 기기와 연동하여 건강 상태 정보를 제공받음으로써 주기적으로 간편하게 건강 상태 이상 여부를 확인할 수 있다.
- [22] 또한 본 발명에 따르면, 건강 상태 정보를 제공받은 과거 피검자들의 데이터를 학습하고, 학습된 모델을 이용하여 측정 대상자의 혈중 메타볼리즘 값에 대응하는 건강 상태 정보를 보다 정확하게 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [23] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치를 나타낸 블록구성도이다.

- [24] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 글루코오스 양 측정 시 반응 과정과 락테이트 양 측정 시 반응 과정을 나타낸 도면이다.
- [25] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치에서 제공되는 건강 상태를 나타낸 그래프이다.
- [26] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도이다.
- [27] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 방법에서 S410 단계를 설명하기 위한 실험쥐의 실험 과정을 나타낸 모식도이다.
- [28] 도 6은 고지방 식이요법 실험쥐와 정상 식이요법 실험쥐의 체중 변화를 나타낸 그래프이다.
- [29] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 방법에서 혈중 글루코오스 수치와 혈중 락테이트 수치를 분석한 그래프이다.
- [30] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 방법에서 혈중 글루코오스 표준 곡선 및 혈중 락테이트 표준 곡선을 나타낸 그래프이다.
- [31] 도 9는 실험쥐의 체중에 따른 혈중 글루코오스 수치와 혈중 락테이트 수치를 나타낸 그래프이다.
- [32] 도 10은 도 9에 따른 혈중 글루코오스 수치와 혈중 메타볼리즘 값을 나타낸 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [33] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- [34] 또한 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [35] 먼저, 도 1 내지 도 3을 통해 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치에 대하여 설명한다.
- [36] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치를 나타낸 블록구성도이다.
- [37] 도 1에서와 같이 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치(100)는, 측정부(110), 연산부(120), 제어부(130), 학습부(140) 및 출력부(150)를 포함한다.
- [38] 먼저 측정부(110)는 측정 대상자의 혈중 글루코오스(glucose) 및 혈중

락테이트(Lactate) 수치를 측정한다.

[39] 이때, 측정부(110)는 앰플렉스 레드시약(Amplex red reagent)을 이용하여 측정 대상자의 혈중 글루코오스 수치와 혈중 락테이트 수치를 동시에 측정하는 것이 바람직하다.

[40] 여기서, 앰플렉스 레드시약은 효소(enzyme)와 퍼옥시다아제 활성(peroxidase activity) 즉, 과산화수소(H₂O₂)가 있을 때 반응하여 빨간색(red)을 나타낸다. 대표적인 효소에는 호스라디쉬퍼옥시다아제(Horseradish peroxidase; HRP)가 있다.

[41] 호스라디쉬퍼옥시다아제는 약한 신호를 증폭하고 표적 분자의 검출 능력을 증가시키는 능력이 있고, 과산화수소(H₂O₂) 양이 많을수록 높은 값이 나온다. 레조루핀(Resorufin)은 형광 최대값이 약 571nm이고 방출 최대값이 약 585nm이다.

[42] 또한, 측정부(110)는 혈당 측정 스트립의 원리에 따라, 글루코오스 옥시데이지를 이용하여 전기화학적으로 혈중 글루코오스 수치를 검출할 수 있고, 락테이트 옥시데이지를 이용하여 전기화학적으로 혈중 락테이트 수치를 검출할 수 있다.

[43] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 글루코오스 양 측정 시 반응 과정과 락테이트 양 측정 시 반응 과정을 나타낸 도면이다.

[44] 자세하게는 왼쪽은 혈중 글루코오스 수치 측정 시 반응 과정을 나타낸 것이고, 오른쪽은 혈중 락테이트 수치 측정 시 반응 과정을 나타낸 것이다.

[45] 도 2에서와 같이 혈중 글루코오스의 양은 하기 반응식 1을 통해 진행되며, 글루코오스 어세이(Glucose assay)를 형광 분석하여 측정될 수 있다.

[46] [반응식 1]

[47] (1) Glucose oxidase+ D-glucose -----> D-Gluconolactone + H₂O₂

[48] (2) Amplex red + H₂O₂ -----HRP-----> Resorufin

[49] 또한, 혈중 락테이트의 수치는 각각 하기 반응식 2를 통해 진행되며, 락테이트 어세이(Lactate assay)를 형광 분석하여 측정될 수 있다.

[50] [반응식 2]

[51] (1) Lactate + O₂ -----LOX-----> Pyruvate + H₂O₂

[52] (2) Amplex Red + H₂O₂ -----HRP-----> Resorufin

[53] 그리고 연산부(120)는 측정부(110)에서 측정된 수치를 이용하여 혈중 메타볼리즘 값을 연산한다.

[54] 자세히는 다음의 수학적 식 1에 의해 메타볼리즘 값을 연산한다.

[55] [수식1]

$$M_x = \frac{L_b}{G_a}$$

[56] 여기서, M_x는 혈중 메타볼리즘 값, G_a는 혈중 글루코오스 수치, L_b는 혈중

락테이트 수치이다.

- [57] 그리고 제어부(130)는 측정부(110)에서 측정된 글루코오스 수치와 연산부(120)에서 연산된 메타볼리즘 값을 이용하여 측정 대상자의 건강 상태를 판단하고, 판단 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 제공한다.
- [58] 이때, 건강 상태 정보는 비만, 당뇨병, 고지혈증, 동맥경화, 협심증, 심근경색증, 고혈압, 지방간, 대사 증후군, 과콜레스테롤혈증 및 비알콜성 지방간염을 포함하는 비만 관련 질환 중에서 선택되는 어느 하나의 정보일 수 있다.
- [59] 바람직하게는, 비만, 당뇨병, 및 고지혈증으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나에 관한 정보일 수 있다.
- [60] 이때, 비만 관련 질환의 진단을 위한 임상지표정보들에는 체중(BW), 신장(HT), 신체질량지수(body mass index; BMI), 근육량(LBM%), 체지방량(BF%), 허리 둘레(WC), 엉덩이 둘레(HC), 허리, 엉덩이 둘레 비율(WHR) 등이 있다. 특히, 신체질량지수를 기준으로 판단할 수 있는데, 구체적으로 체질량지수가 18.5미만인 경우 저체중, 18.5 내지 22.9인 경우 정상, 23 내지 24.9인 경우 과체중, 25 내지 30인 경우 경도 비만(1단계 비만), 30 내지 35인 경우 중등도 비만(2단계 비만), 35 이상인 경우 고도 비만으로 정의할 수 있다.
- [61] 또한, 제어부(130)는 혈중 글루코오스 수치가 X1 미만이고 혈중 메타볼리즘 값이 Y2를 초과하는 범위에 속하면 '정상', 혈중 글루코오스 수치가 X2를 초과하고 혈중 메타볼리즘 값이 Y1 미만인 범위에 속하면 '이상', 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값이 '정상' 또는 '이상'에 속하지 않으면 '주의'인 것으로 건강 상태를 기 정의하되, X1은 X2보다 작고, Y1은 Y2보다 작은 값으로 설정되는 것이 바람직하다.
- [62] 자세히는 선택되는 정보에 대해 이상이 없는 경우 즉, 건강한 경우에 해당하는 수치를 '정상'으로 정의하고, 이상이 있는 경우 즉, 건강하지 않은 경우에 해당하는 수치를 '이상'으로 정의하며, 특별한 문제는 없으나 과도기에 해당하는 수치를 '주의'로 정의한다.
- [63] 따라서, 제어부(130)는 상기와 같이 기 정의된 건강 상태를 이용하여 측정부(110)에서 측정된 글루코오스 수치와 연산부(120)에서 연산된 메타볼리즘 값에 대응하는 측정 대상자의 건강 상태 정보를 제공한다.
- [64] 이때 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값이 '주의'에 해당하는 경우 측정 대상자의 건강 상태 정보를 제공하지 않을 수도 있다.
- [65] 그리고 학습부(140)는 다수 피검자들의 성별, 나이, 키, 체중, 신체질량지수 및 비만 관련 질환 유무, 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값 중 적어도 어느 하나 이상을 입력 값으로 하여 현재 건강 상태를 출력하는 비만 진단 모델을 학습시킨다.
- [66] 이때, 제어부(130)는 학습부(140)를 통해 기 학습된 비만 진단 모델을 이용하여 측정 대상자로부터 입력되는 정보와 해당 측정 대상자의 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값에 대응하는 측정 대상자의 건강 상태를 판단할 수도

있다.

- [67] 즉, 본 발명의 실시예에서는 측정 대상자가 비만 진단 모델에 성별, 나이, 키, 체중, 신체질량지수 및 비만 관련 질환 유무 중 적어도 어느 하나 이상의 개인 정보를 입력하고, 측정부(110)에서 측정된 글루코오스 수치와 연산부(120)에서 연산된 혈중 메타볼리즘 값이 입력되면, 측정 대상자의 건강 상태와 가장 유사한 패턴의 케이스를 추출하여 측정 대상자의 건강 상태를 출력함으로써 측정 대상자의 건강 상태를 보다 정확하게 판단하여 측정 대상자에게 제공할 수도 있다.
- [68] 마지막으로 출력부(150)는 글루코오스 수치를 x축, 혈중 메타볼리즘 값을 y축으로 하는 선도에, 측정부(110)에서 측정된 글루코오스 수치와 연산부(120)에서 연산된 혈중 메타볼리즘 값을 각각 표시하고, 제어부(130)로부터 판단된 판단 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 '건강', '이상' 및 '주의' 중 어느 하나로 표시하여 출력한다.
- [69] 즉, 출력부(150)는 제어부(130)로부터 측정부(110)에서 측정된 글루코오스 수치와 연산부(120)에서 연산된 혈중 메타볼리즘 값을 기초로 하여 혈중 글루코오스 수치(x축)에 따른 혈중 메타볼리즘 값(y축)의 변화를 표시하여 제공할 수도 있다.
- [70] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치에서 제공되는 건강 상태를 나타낸 그래프이다.
- [71] 도 3에서와 같이, 메타볼리즘 선도는, X축 방향으로 원점과 X1 사이의 부분과 Y축 방향으로 Y2 이후의 부분을 포함하는 '정상'영역과, X축 방향으로 X2 이후의 부분과 Y축 방향으로 원점과 Y1 사이의 부분을 포함하는 '이상'영역, '정상'영역과 '이상' 영역을 제외한 나머지 모든 부분을 포함하는 '주의'영역으로 구분될 수 있다.
- [72] 이때, '정상'영역은 신체질량지수 측정 시 18.5 내지 22.9 값으로 정상 체중 상태를 표시하는 영역이고, '이상'영역은 신체질량지수 측정 시 30 초과 값으로 중증도 비만 또는 고도 비만 상태를 표시하는 영역일 수 있다.
- [73] 상세하게는 '정상'영역은 혈중 글루코오스 수치가 5(X1) 미만이고 혈중 메타볼리즘 값이 3.17(Y2)을 초과하는 범위로 설정되고, '이상'영역은 혈중 글루코오스 수치가 7.5(X2)를 초과하고 혈중 메타볼리즘 값이 2.155(Y1) 미만인 범위로 설정될 수 있다.
- [74] 구체적으로, 출력부(150)는 제어부(130)의 판단 결과 혈중 메타볼리즘 값이 3.17을 초과하고 신체질량지수가 18.5 내지 22.9 범위 내인 경우 건강 상태가 정상(양호)이며, 정상 체중 상태인 것으로 출력할 수 있다.
- [75] 또한, 혈중 메타볼리즘 값이 2.155 이상 3.17 이하이고 신체질량지수가 23 내지 30 범위 내인 경우 건강 상태가 주의(과도기)이며, 과체중 또는 경도 비만인 것으로 출력할 수 있다.
- [76] 마지막으로 혈중 메타볼리즘 값이 2.155 미만이고 신체질량지수가 30을

초과하는 경우 건강 상태가 이상(위험)이며, 중증도 비만 또는 고도 비만인 것으로 출력할 수 있다.

- [77] 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면 비만, 고지혈증 등의 비만관련 질환에 발병 여부를 조기에 진단 또는 위험성을 예측이 가능하여, 이러한 건강 상태 정보를 바탕으로 꾸준히 건강 관리를 할 수 있다는 이점이 있다.
- [78] 이하에서는 도 4 내지 도 10을 통해 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 방법에 대하여 설명한다.
- [79] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 방법의 동작 흐름을 도시한 순서도로서, 이를 참조하여 본 발명의 구체적인 동작을 설명한다.
- [80] 본 발명의 실시예에 따르면, 먼저 측정부(110)가 측정 대상자의 혈중 글루코오스 및 혈중 락테이트 수치를 측정한다(S410).
- [81] 이때, S410 단계는 앰플렉스 레드시약(Amplex red reagent)을 이용하여 측정 대상자의 혈중 글루코오스 수치와 혈중 락테이트 수치를 동시에 측정할 수 있다.
- [82] 그 다음 연산부(120)가 S410 단계에서 측정된 수치를 이용하여 혈중 메타볼리즘 값을 연산한다(S420).
- [83] 이때, 메타볼리즘 값은 수학적 식 1에 의해 연산된다.
- [84] 그 다음 제어부(130)가 S410 단계에서 측정된 글루코오스 수치와 S420 단계에서 연산된 메타볼리즘 값을 이용하여 측정 대상자의 건강 상태를 판단한다(S430).
- [85] S430 단계의 판단 결과, 혈중 글루코오스 수치가 X1 미만이고 혈중 메타볼리즘 값이 Y2를 초과하는 범위에 속하면(S440), 건강 상태를 '정상'으로 판단한다(S450).
- [86] 만약, S430 단계의 판단 결과, 혈중 글루코오스 수치가 X2를 초과하고 혈중 메타볼리즘 값이 Y1 미만인 범위에 속하면(S441), 건강 상태를 '이상'으로 판단한다(S451).
- [87] 또한, S430 단계의 판단 결과, 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값이 '정상' 또는 '이상'에 속하지 않으면 건강 상태가 '주의'인 것으로 판단할 수도 있다(S452).
- [88] 그리고 제어부(130)는 S450, S451 및 S452 단계에서 판단된 결과에 따른 건강 상태 정보를 제공한다(S460).
- [89] 이때, 제공되는 건강 상태 정보는 비만, 당뇨병, 고지혈증, 동맥경화, 협심증, 심근경색증, 고혈압, 지방간, 대사 증후군, 과콜레스테롤혈증 및 비알콜성 지방간염을 포함하는 비만 관련 질환 중에서 선택되는 어느 하나일 수 있다.
- [90] 그리고 학습부(140)는 다수 피검자들의 성별, 나이, 키, 체중, 신체질량지수 및 비만 관련 질환 유무, 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값 중 어느 하나 이상을 입력 값으로 하여 현재 건강 상태를 출력하는 비만 진단 모델을 학습시킬 수도 있다.

- [91] 따라서, S460 단계는 기 학습된 비만 진단 모델을 이용하여 측정 대상자로부터 입력되는 정보와 해당 측정 대상자의 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값에 대응하는 측정 대상자의 건강 상태를 판단하여 제공할 수도 있다.
- [92] 출력부(150)는 글루코오스 수치를 x축, 혈중 메타볼리즘 값을 y축으로 하는 선도에 S410 단계에서 측정된 글루코오스 수치와 S420 단계에서 연산된 혈중 메타볼리즘 값을 각각 표시하고, S460 단계에서 제공되는 건강 상태 정보를 '건강', '이상' 및 '주의' 중 어느 하나로 표시하여 단말(미도시)로 출력할 수도 있다.
- [93] 이때, 단말은, 측정 대상자의 스마트폰이나 소형 기기를 포함할 수 있으며, 와 연동하여 건강 상태 정보를 제공받음으로써 주기적으로 간편하게 건강 상태 이상 여부를 확인할 수 있다.
- [94] 이하에서는 실험쥐를 이용한 실험 및 실시예를 통해 혈중 글루코오스 및 혈중 락테이트 수치가 비만 여부 판단에 미치는 상관 관계를 입증하고, 이로부터 산출된 혈중 메타볼리즘 값을 이용하여 건강 상태 정보를 제공하는 방법에 대해 설명하기로 한다.
- [95] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 방법에서 S410 단계를 설명하기 위한 실험쥐의 실험 과정을 나타낸 모식도이다.
- [96] 도 5에서와 같이 다음의 실험 과정에 걸쳐 실험쥐의 혈중 글루코오스 및 혈중 락테이트 수치를 측정할 수 있다.
- [97] **실험예 1. 실험쥐의 식이 조절**
- [98] C57BL/6J 근친 교배 수컷 실험쥐를 12 시간의 명암 사이클(21 내지 23°C)을 유지하면서 물을 자유롭게 섭취할 수 있는 통제된 환경에 두었다. 두 그룹의 실험쥐 중 한 그룹의 실험쥐는 정상적인 사료를 먹이고 다른 그룹의 실험쥐에게는 고지방 사료를 먹였다. 모든 실험은 6주 내지 8주에 이르는 연령대의 실험쥐를 대상으로 진행했으며, 1개월간 각각 정상적인 식이요법(normal chow diet)을 한 실험쥐와 고지방 식이요법(high fat diet; HFD)을 한 실험쥐를 15 내지 16 시간동안 단식시킨 후 실험을 수행하였다. 수행된 모든 실험은 계명대학교 의과대학 동물 실험 윤리위원회의 승인을 받아 진행하였다.
- [99]
- [100] **실험예 2. 혈액 준비**
- [101] 헤파린화된 튜브(heparinized tube)에서 하룻밤 동안 단식한 실험쥐의 턱밑 정맥으로부터 혈액 샘플을 수집한 후 수집된 혈액 샘플을 원심분리하여 혈장(plasma)을 분리하였다. 이렇게 얻어진 혈장 샘플을 사용하여 글루코오스 수치 및 락테이트 수치를 측정하였다.
- [102]
- [103] **실험예 3. 혈중 글루코오스 수치 측정(Glucose assay) 및 락테이트 수치 측정(Lactate assay)**

- [104] 혈중 글루코오스 수치를 측정하기 위해, 글루코오스 어세이(Glucose assay)를 이용하여 분석하였다. 구체적으로, 실험에 사용된 앰플렉스 레드 글루코오스(Amplex Red Glucose) 및 글루코오스 옥시다아제 어세이 키트(Glucose Oxidase Assay Kit(Invitrogen))는 써모피셔사이언티픽코리아(Thermo Fisher Scientific(A22189))에서 주문하여 사용하였다. 여기에는 반응촉매 호스라디쉬퍼 옥시다아제(HRP), 앰플렉스 레드(Amplex Red), 글루코오스(Glucose), 글루코오스 옥시다아제(Glucose Oxidase) 및 포스페이트 버퍼(phosphate buffer, pH 7 내지 7.4)가 포함되어 있다.
- [105] 마찬가지로, 혈중 락테이트 수치를 분석하기 위해 락테이트 어세이(Lactate assay)를 이용하여 분석하였다. 구체적으로, 락트산 용액(lactic acid solution, Sigma-Aldrich)과 락테이트 옥시다아제(Lactate oxidase, My BioSource(MB S653757))를 사용하였다. 모든 분석은 혈장 샘플 키트에 명시된 것과 동일한 프로토콜에 따라 수행되었다. 혈중 락테이트 수치 분석을 위해, 글루코스 옥시다아제(Glucose Oxidase)는 도 2에서와 같이 락테이트 옥시다아제(Lactate oxidase)로 대체하고 분석하였다.
- [106]
- [107] **실험예 4. 형광분석(Fluorescence Assay)**
- [108] 96-웰 블랙 검정 마이크로 플레이트(96-well black assay microplate)를 사용하여 시너지Synergy 2 마이크로 플레이트 리더(Bio Tek Instruments, 미국 버몬트 소재)로 형광을 측정하였다. 글루코오스 및 락테이트 표준은 (5,10,20,30,40,50,60,70,80,90 및 100) μ M/의 50 μ l 체적으로 측정되었고, 표준 곡선(standard plot)이 그려졌다. 혈중 글루코오스와 및 락테이트는 샘플을 100 배로 희석하여 측정하고 농도는 이미 그려진 표준 곡선을 바탕으로 평가되었다. 5 분마다 최대 30분 동안 판독하였다. 형광은 540/35의 여기(excitation) 및 600/40의 방출(emission)로 측정되었다. 모든 검체 판독 값에서 무-포도당(no-glucose) 및 무-락테이트(no-lactate) 대조값을 뺀 값으로 보정되었다. 분석 과정은 도 5과 같다.
- [109]
- [110] **실험예 5. 통계분석(Statistical Analysis)**
- [111] 데이터는 평균 $\pm$ SD 데이터로 표현되었다.
- [112]
- [113] 도 6은 고지방 식이요법 실험쥐와 정상 식이요법 실험쥐의 체중 변화를 나타낸 그래프이다.
- [114] **실시예 1. 실험쥐 체중 기록**
- [115] 6주령의 실험쥐에 대하여 고지방 식이요법(high fat diet; HFD)과 정상 식이요법(normal chow diet)을 진행하였으며, 체중은 19.18 ± 0.6 gm이었다. 체중 변화는 27주 동안 기록되었다. 고지방 사료를 먹인 실험쥐는 정상 사료를 먹인 실험쥐 보다 체중이 월등하게 증가하였다. 고지방 사료를 1주일 섭취한 후에

해당 실험쥐의 체중은 $3.1 \pm 0.6\text{g}$ 로 증가하였다. 반면, 정상 사료를 섭취한 실험쥐의 체중은 $1.6 \pm 0.8\text{ gm}$ 증가하였다.

[116] 도 6을 통해 알 수 있듯이 두 그룹의 실험쥐는 약 12주까지는 유사한 패턴을 보였지만 이 후 체중 변화가 확연하게 벌어진 것을 확인할 수 있다.

[117]

[118] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 방법에서 혈중 글루코오스 수치와 혈중 락테이트 수치를 분석한 그래프이며, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 방법에서 혈중 글루코오스 표준 곡선 및 혈중 락테이트 표준 곡선을 나타낸 그래프이다.

[119] 실시예 2. 혈중 내 글루코오스 및 락테이트 양 측정을 위한 최적화

[120] 락테이트에 대한 매우 민감한 앰플렉스 레드(Amplex Red) 시약 기반 형광 분석을 수행하였다. 실험쥐의 혈중 글루코스 및 락테이트 농도를 반응촉매인 HRP(horseradish peroxidase)와 함께 앰플렉스 레드(Amplex Red)를 사용하여 동시에 측정하였다. 효소 반응의 동역학은 시간 추적 측정에 의해 조사하였다. 5분 동안의 배양만으로도 락테이트의 형광은 급방 증가하였다. 아울러, 표준 곡선 플롯 농도(standard curve plotted concentration) 대 형광(fluorescence)은 측정 과정의 정확성을 입증하는 선형선(linear line)으로 나타났다. 또한 공복 실험쥐의 혈중 락테이트 양도 동일한 방법으로 측정하여 도 7에서와 같이 선형선(linear line)으로 나타난 것을 확인할 수 있다.

[121] 구체적으로 도 7은 글루코오스 어세이와 락테이트 어세이를 이용하여, 혈중 글루코오스 수치와 혈중 락테이트 수치를 분석한 결과로서, 도 7(a) 및 도 7(b)는 시간에 대한 형광도를 나타낸 그래프이고, 도 7(c) 및 도 7(d)는 농도에 대한 형광도를 나타낸 그래프이다.

[122] 도 7의 그래프를 통해, 농도별 반응시간에 따른 형광도 변화와 반응시간별 농도변화에 따른 형광도변화를 확인할 수 있다.

[123] 아울러, 글루코스 분석을 위한 배양 시간은 실온에서 30분으로 진행되었다. 이 경우 5분에서 30분으로 형광의 평균 변화는 2650.364 증가한 것으로 나타났다. 반면, 락테이트 분석에서 형광의 평균 증가는 단지 58.63인 것으로 확인되었다. 도 8에서와 같이 결과에 의미가 없는 형광의 미세한 변화는 무시하였고 락테이트 분석을 위한 배양 기간으로 5분을 선택하였다.

[124] 구체적으로 도 8은 글루코오스 표준 곡선 및 락테이트 표준 곡선(Standard plot)을 나타낸 것으로, 도 8(a)는 5분 간격으로 30분까지 농도에 따른 글루코오스의 형광도를 나타낸 그래프이고, 도 8(b)는 알려지지 않은 혈액 내 글루코오스의 농도를 알아내기 위해 30분에 측정된 글루코오스 형광의 경사 절편 형태(Slope intercept form)를 나타낸 그래프이며, 도 8(c)는 농도에 따른 락테이트의 형광도를 나타낸 그래프이고, 도 8(d)는 알려지지 않은 혈액 내 락테이트의 농도를 알아내기 위해, 5분에 측정된 락테이트 형광의 경사 절편

형태(Slope intercept form)를 나타낸 그래프이다.

[125] 도 8의 그래프를 통해, 알려지지 않은 혈액 내 글루코스 농도 및 락테이트 농도를 알아내기 위한 표준곡선을 획득할 수 있음을 확인할 수 있다.

[126]

[127] 도 9는 실험쥐의 체중에 따른 혈중 글루코오스 수치와 혈중 락테이트 수치를 나타낸 그래프이다.

[128] 실시예 3. 혈중 내 글루코오스 및 락테이트 양 측정 결과, 및 통계학적 분석 결과

[129] 먼저, 도 9는 실험쥐의 체중에 대한 글루코오스 및 락테이트 수치를 각각 플롯팅(plotting)하여 나타낸 도면이다. 도 9에서 알 수 있듯이, 고지방 사료를 공급한 대부분의 공복 실험쥐(도 9의 왼쪽 그래프에서 체중(Weight)이 높은 쪽)는 정상 사료를 공급한 대부분의 공복 실험쥐(도 9의 왼쪽 그래프에서 체중(Weight)이 낮은 쪽) 보다 혈중 글루코오스 수치(양)가 높음을 확인할 수 있다. 반면, 도 9의 오른쪽 그래프에서 알 수 있듯이 혈중 락테이트 수치는 체중에 따른 큰 변화가 없음을 확인할 수 있다.

[130] 이를 통해 비만 질환에 영향을 주는 인자는 혈중 글루코오스 수치인 것을 알 수 있다.

[131] 도 10은 도 9에 따른 혈중 글루코오스 수치와 혈중 메타볼리즘 값을 나타낸 그래프이다.

[132] 도 10에서와 같이 혈중 글루코오스에 대해 메타볼리즘 값(Lactate/Glucose ratio; L/G ratio)을 플롯팅한 결과, 정상 사료를 공급한 실험쥐(Normal mice) 및 고지방 사료를 공급한 실험쥐(Fat mice)의 표본 사이에 뚜렷한 전이 플롯(transitional plot)이 나타나고 있음을 확인할 수 있다.

[133] 특히, 이러한 전이 플롯(transitional plot)은 메타볼리즘(L/G ratio) 값이 2.155 내지 3.17 사이에서 나타나고 있음을 알 수 있다.

[134] 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면, 메타볼리즘(L/G ratio) 값이 2.155 미만인 경우, 향후 실험쥐의 건강 상태가 '이상'(위험) 상태인 것을 예측할 수 있다. 반면 메타볼리즘(L/G ratio) 값이 3.17를 초과하는 경우, 실험쥐의 건강 상태는 '정상'(양호) 상태인 것을 예측할 수 있다.

[135] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치 및 그 방법은 혈중 글루코오스 양과 락테이트 양을 측정하여 혈중 메타볼리즘 값을 산출하고, 산출 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 제공함으로써 비만, 고지혈증 등의 비만 관련 질환에 발병 여부를 조기에 진단할 수 있다.

[136] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 스마트폰이나 소형 기기와 연동하여 건강 상태 정보를 제공받음으로써 주기적으로 간편하게 건강 상태 이상 여부를 확인할 수 있다.

[137] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 건강 상태 정보를 제공받은 과거 피검자들의 데이터를 학습하고, 학습된 모델을 이용하여 측정 대상자의 혈중 메타볼리즘

값에 대응하는 건강 상태 정보를 보다 정확하게 제공할 수 있는 효과가 있다.

- [138] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

[139] <부호의 설명>

[140] 100 : 건강 상태 정보 제공 장치 110 : 측정부

[141] 120 : 연산부 130 : 제어부

[142] 140 : 학습부 150 : 출력부

청구범위

- [청구항 1] 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치에 있어서,
 측정 대상자의 혈중 글루코오스(glucose) 및 혈중 락테이트(Lactate)
 수치를 측정하는 측정부;
 상기 측정된 수치를 이용하여 혈중 메타볼리즘(Metabolism) 값을
 연산하는 연산부; 및
 상기 측정된 글루코오스 수치와 상기 연산된 메타볼리즘 값을 이용하여
 상기 측정 대상자의 건강 상태를 판단하고, 상기 판단 결과에 대응하는
 건강 상태 정보를 제공하는 제어부를 포함하는 건강 상태 정보 제공 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 제어부는,
 혈중 글루코오스 수치가 X1 미만이고 혈중 메타볼리즘 값이 Y2를
 초과하는 범위에 속하면 '정상', 혈중 글루코오스 수치가 X2를 초과하고
 혈중 메타볼리즘 값이 Y1 미만인 범위에 속하면 '이상', 혈중 글루코오스
 수치 및 혈중 메타볼리즘 값이 상기 '정상' 또는 '이상'에 속하지 않으면
 '주의'인 것으로 건강 상태를 기 정의하고,
 상기 기 정의된 건강 상태를 이용하여 상기 측정된 글루코오스 수치와
 상기 연산된 메타볼리즘 값에 대응하는 상기 측정 대상자의 건강 상태
 정보를 제공하는 건강 상태 정보 제공 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 연산부는,
 다음의 수학적식에 의해 상기 메타볼리즘 값을 연산하는 건강 상태 정보
 제공 장치:
- $$M_x = \frac{L_b}{G_a}$$
- 여기서, M_x 는 혈중 메타볼리즘 값, G_a 는 혈중 글루코오스 수치, L_b 는 혈중
 락테이트 수치이다.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 측정부는,
 앰플렉스 레드시약(Amplex red reagent)을 이용하거나 전기화학적인
 방법으로 상기 측정 대상자의 혈중 글루코오스 수치와 혈중 락테이트
 수치를 동시에 측정하는 건강 상태 정보 제공 장치.
- [청구항 5] 제2항에 있어서,
 글루코오스 수치를 x축, 혈중 메타볼리즘 값을 y축으로 하는 선도에 상기
 측정된 글루코오스 수치와 상기 연산된 혈중 메타볼리즘 값을 각각
 표시하고, 상기 제어부로부터 판단된 판단 결과에 대응하는 건강 상태
 정보를 '건강', '이상' 및 '주의' 중 어느 하나로 표시하여 출력하는 출력부를

- 더 포함하는 건강 상태 정보 제공 장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
다수 피검자들의 성별, 나이, 키, 체중, 신체질량지수(body mass index; BMI) 및 비만 관련 질환 유무, 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값 중 어느 하나 이상을 입력 값으로 하여 현재 건강 상태를 출력하는 비만 진단 모델을 학습시키는 학습부를 더 포함하고,
상기 제어부는,
기 학습된 비만 진단 모델을 이용하여 상기 측정 대상자로부터 입력되는 정보와 해당 측정 대상자의 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값에 대응하는 상기 측정 대상자의 건강 상태를 판단하는 건강 상태 정보 제공 장치.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 건강 상태 정보는,
비만, 당뇨병, 고지혈증, 동맥경화, 협심증, 심근경색증, 고혈압, 지방간, 대사 증후군, 과콜레스테롤혈증 및 비알콜성 지방간염을 포함하는 비만 관련 질환 중에서 선택되는 어느 하나인 건강 상태 정보 제공 장치.
- [청구항 8] 혈중 메타볼리즘을 이용한 건강 상태 정보 제공 장치에 의해 수행되는 건강 상태 정보 제공 방법에 있어서,
측정 대상자의 혈중 글루코오스(glucose) 및 혈중 락테이트(Lactate) 수치를 측정하는 단계;
상기 측정된 수치를 이용하여 혈중 메타볼리즘(Metabolism) 값을 연산하는 단계; 및
상기 측정된 글루코오스 수치와 상기 연산된 메타볼리즘 값을 이용하여 상기 측정 대상자의 건강 상태를 판단하고, 상기 판단 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 제공하는 단계를 포함하는 건강 상태 정보 제공 방법.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
상기 건강 상태 정보 제공 장치는,
혈중 글루코오스 수치가 X1 미만이고 혈중 메타볼리즘 값이 Y2를 초과하는 범위에 속하면 '정상', 혈중 글루코오스 수치가 X2를 초과하고 혈중 메타볼리즘 값이 Y1 미만인 범위에 속하면 '이상', 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값이 상기 '정상' 또는 '이상'에 속하지 않으면 '주의'인 것으로 건강 상태를 기 정의하고,
상기 건강 상태 정보를 제공하는 단계는,
상기 기 정의된 건강 상태를 이용하여 상기 측정된 글루코오스 수치와 상기 연산된 메타볼리즘 값에 대응하는 상기 측정 대상자의 건강 상태 정보를 제공하는 건강 상태 정보 제공 방법.
- [청구항 10] 제8항에 있어서,
상기 연산하는 단계는,

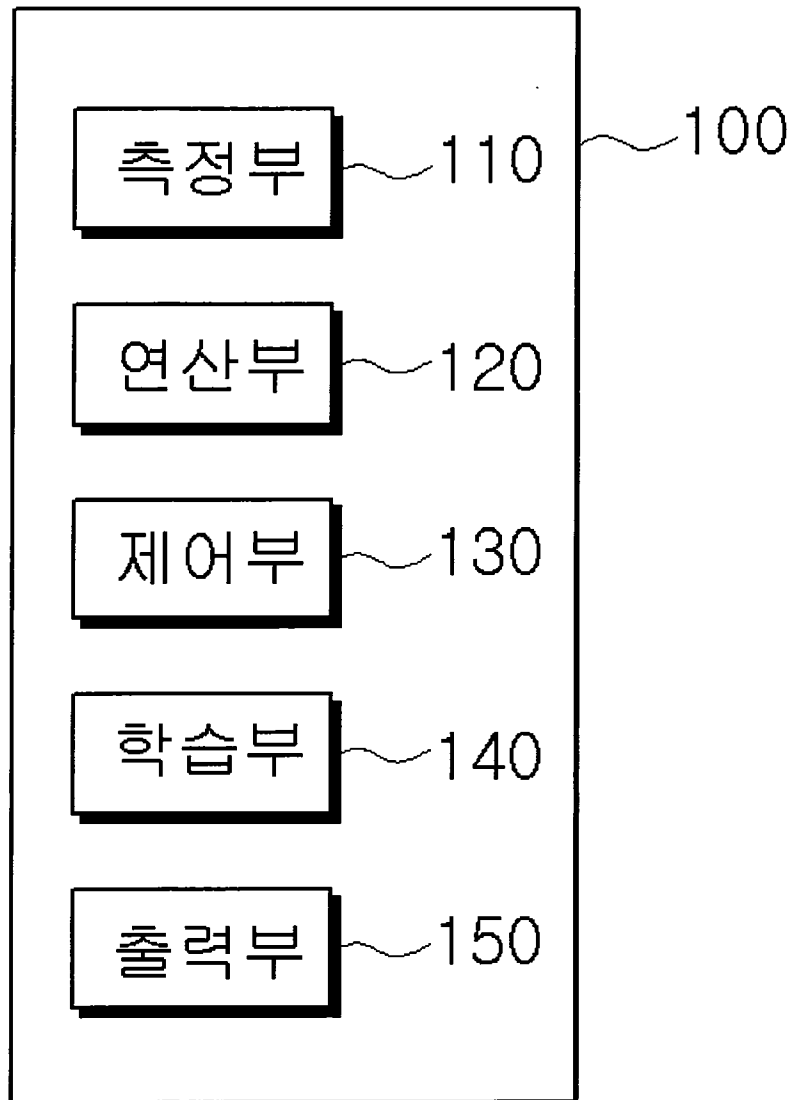
다음의 수학적식에 의해 상기 메타볼리즘 값을 연산하는 건강 상태 정보 제공 방법:

$$M_x = \frac{L_b}{G_a}$$

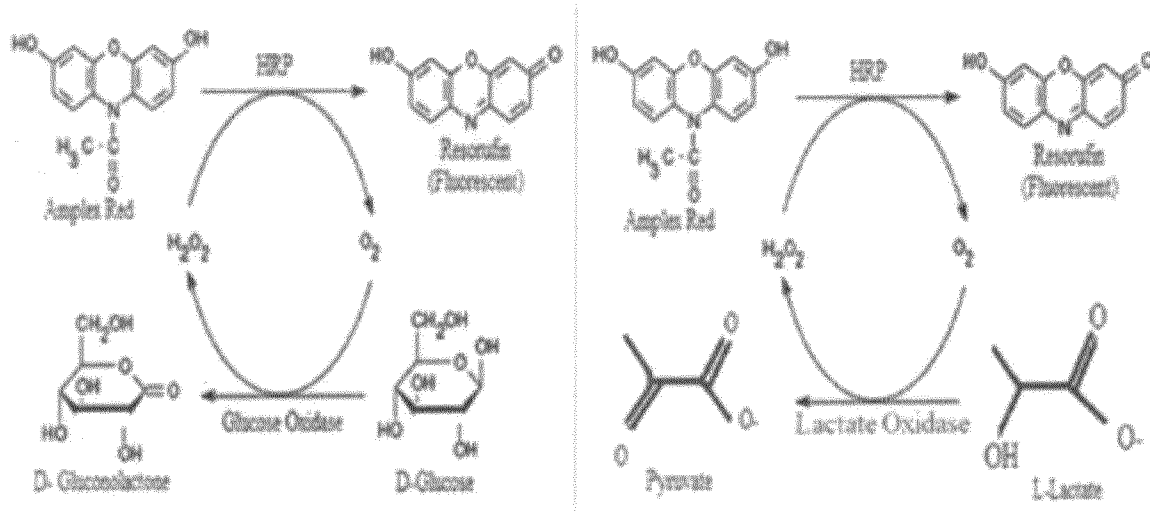
여기서, M_x 는 혈중 메타볼리즘 값, G_a 는 혈중 글루코오스 수치, L_b 는 혈중 락테이트 수치이다.

- [청구항 11] 제8항에 있어서,
상기 측정하는 단계는,
앰플렉스 레드시약(Amplex red reagent)을 이용하거나 전기화학적인 방법으로 상기 측정 대상자의 혈중 글루코오스 수치와 혈중 락테이트 수치를 동시에 측정하는 건강 상태 정보 제공 방법.
- [청구항 12] 제9항에 있어서,
글루코오스 수치를 x축, 혈중 메타볼리즘 값을 y축으로 하는 선도에 상기 측정된 글루코오스 수치와 상기 연산된 혈중 메타볼리즘 값을 각각 표시하고, 상기 제어부로부터 판단된 판단 결과에 대응하는 건강 상태 정보를 '건강', '이상' 및 '주의' 중 어느 하나로 표시하여 출력하는 단계를 더 포함하는 건강 상태 정보 제공 방법.
- [청구항 13] 제8항에 있어서,
다수 피검자들의 성별, 나이, 키, 체중, 신체질량지수(body mass index; BMI) 및 비만 관련 질환 유무, 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값 중 어느 하나 이상을 입력 값으로 하여 현재 건강 상태를 출력하는 비만 진단 모델을 학습시키는 단계를 더 포함하고,
상기 상기 건강 상태 정보를 제공하는 단계는,
기 학습된 비만 진단 모델을 이용하여 상기 측정 대상자로부터 입력되는 정보와 해당 측정 대상자의 혈중 글루코오스 수치 및 혈중 메타볼리즘 값에 대응하는 상기 측정 대상자의 건강 상태를 판단하는 건강 상태 정보 제공 방법.
- [청구항 14] 제8항에 있어서,
상기 건강 상태 정보는,
비만, 당뇨병, 고지혈증, 동맥경화, 협심증, 심근경색증, 고혈압, 지방간, 대사 증후군, 과콜레스테롤혈증 및 비알콜성 지방간염을 포함하는 비만 관련 질환 중에서 선택되는 어느 하나인 건강 상태 정보 제공 방법.

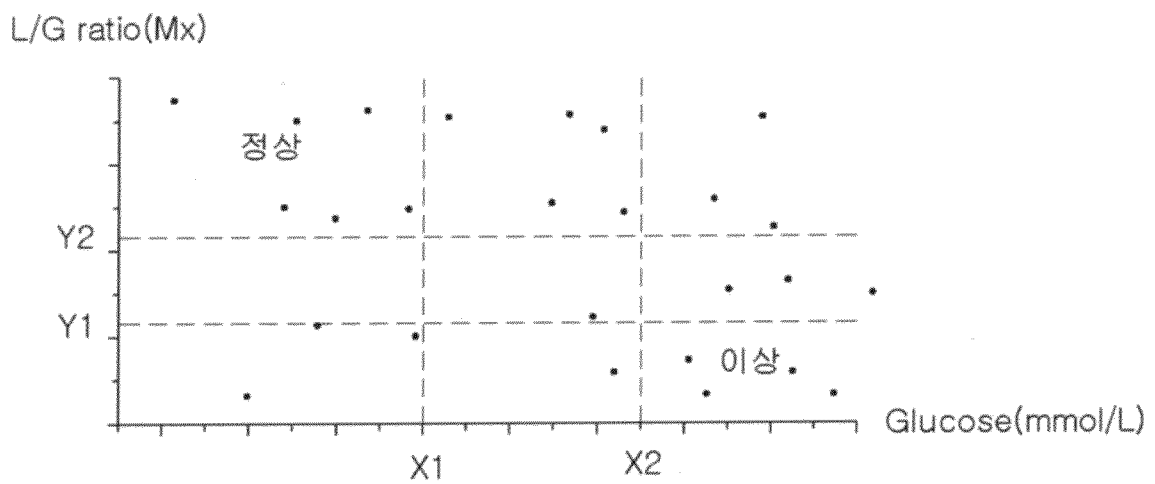
[도 1]



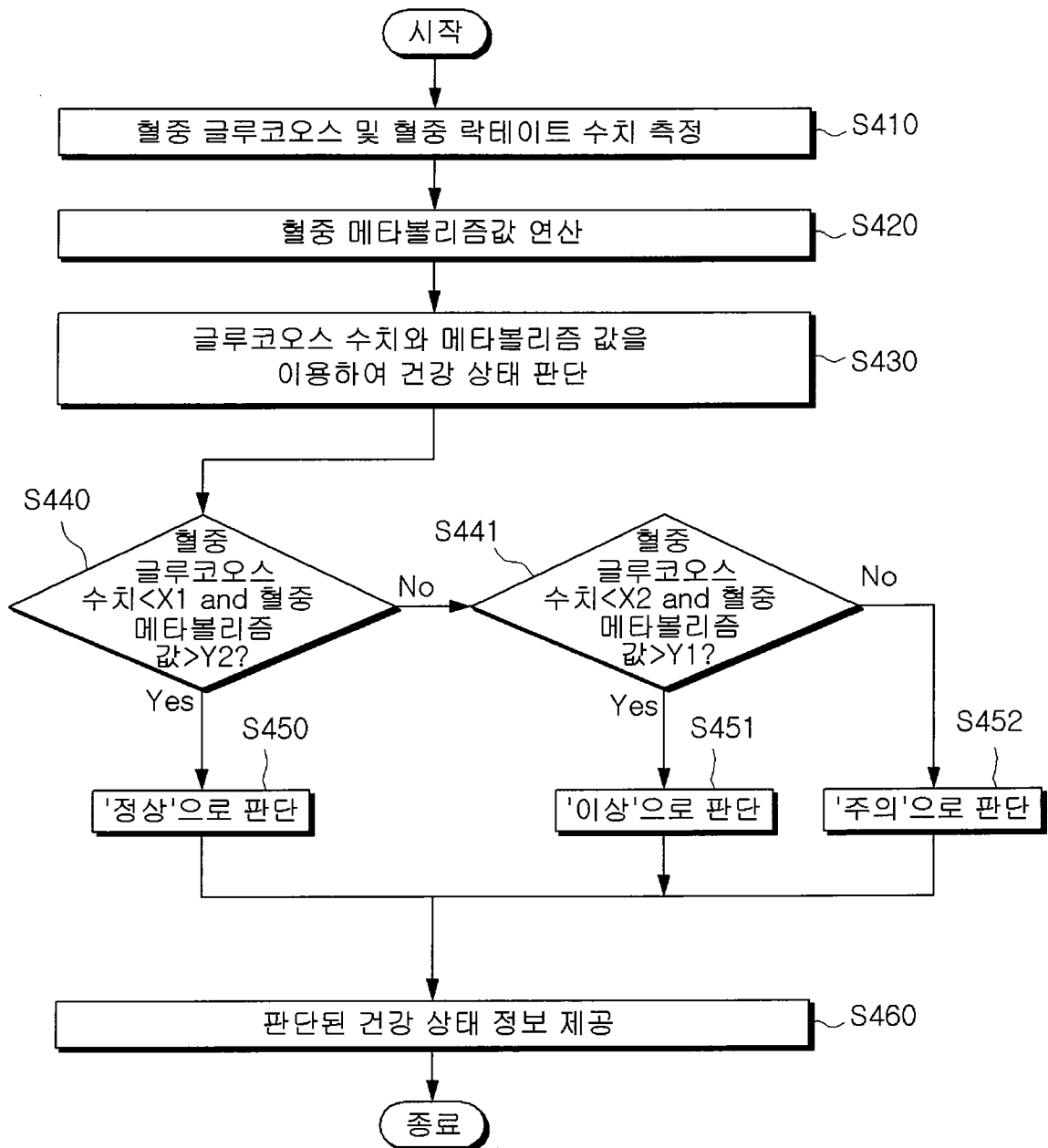
[도 2]



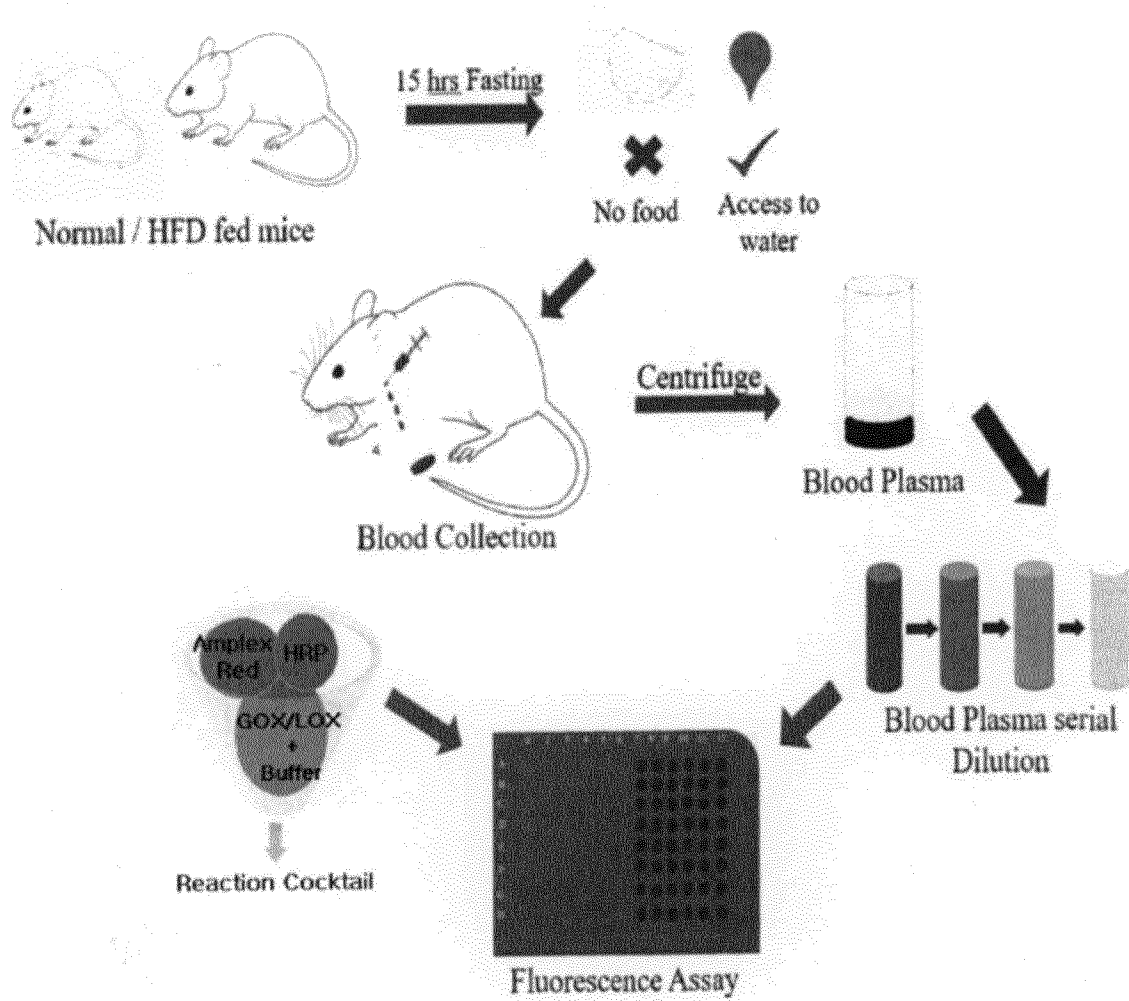
[도 3]



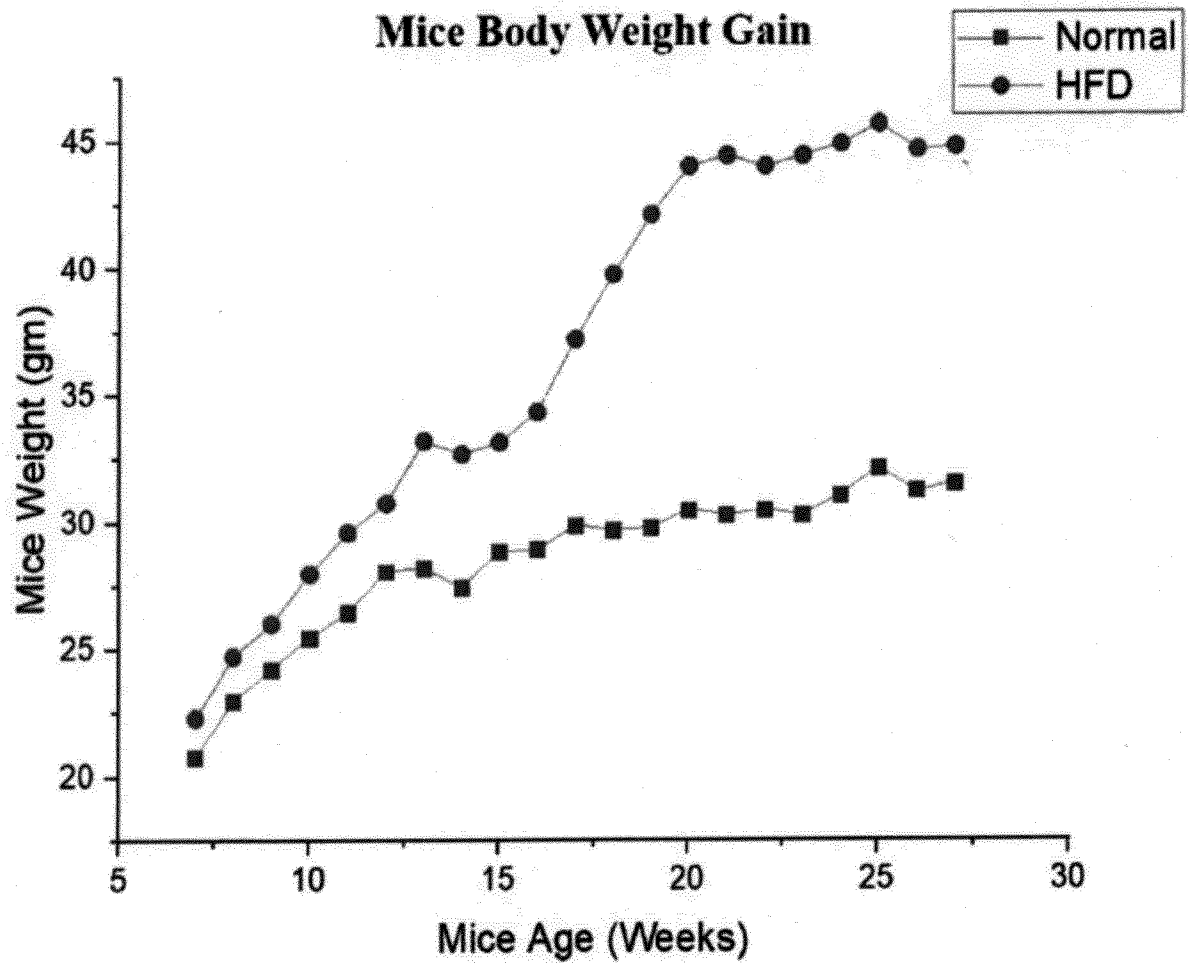
[도 4]



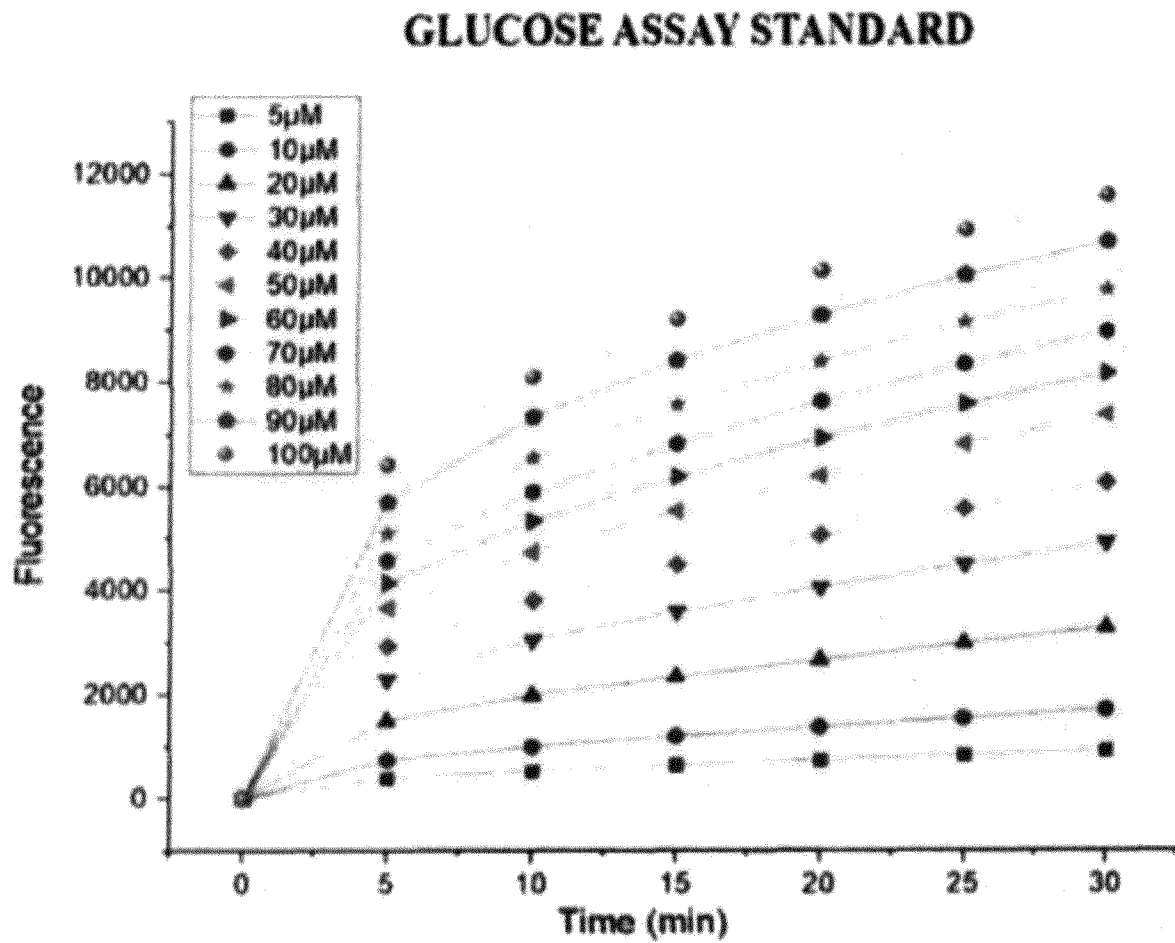
[도 5]



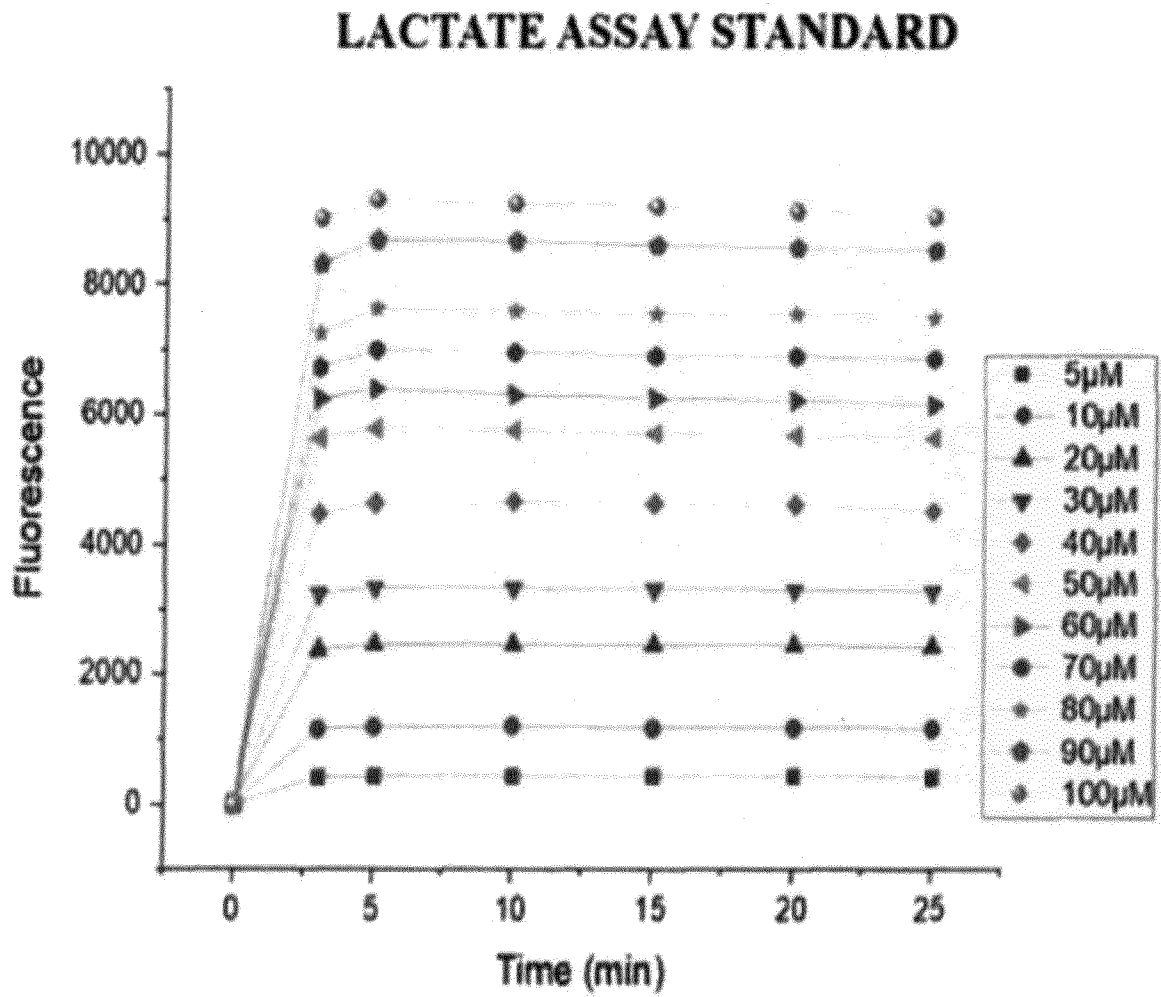
[도 6]



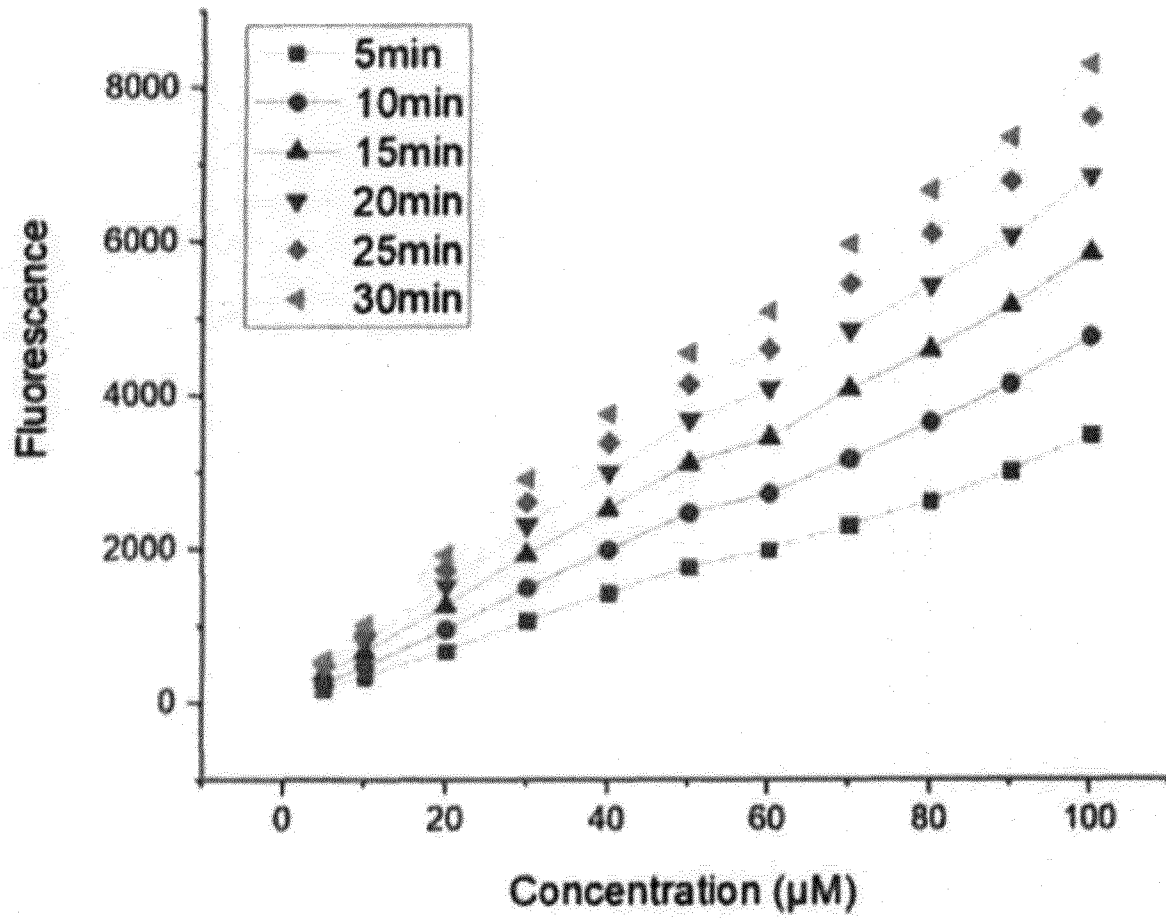
[도 7a]



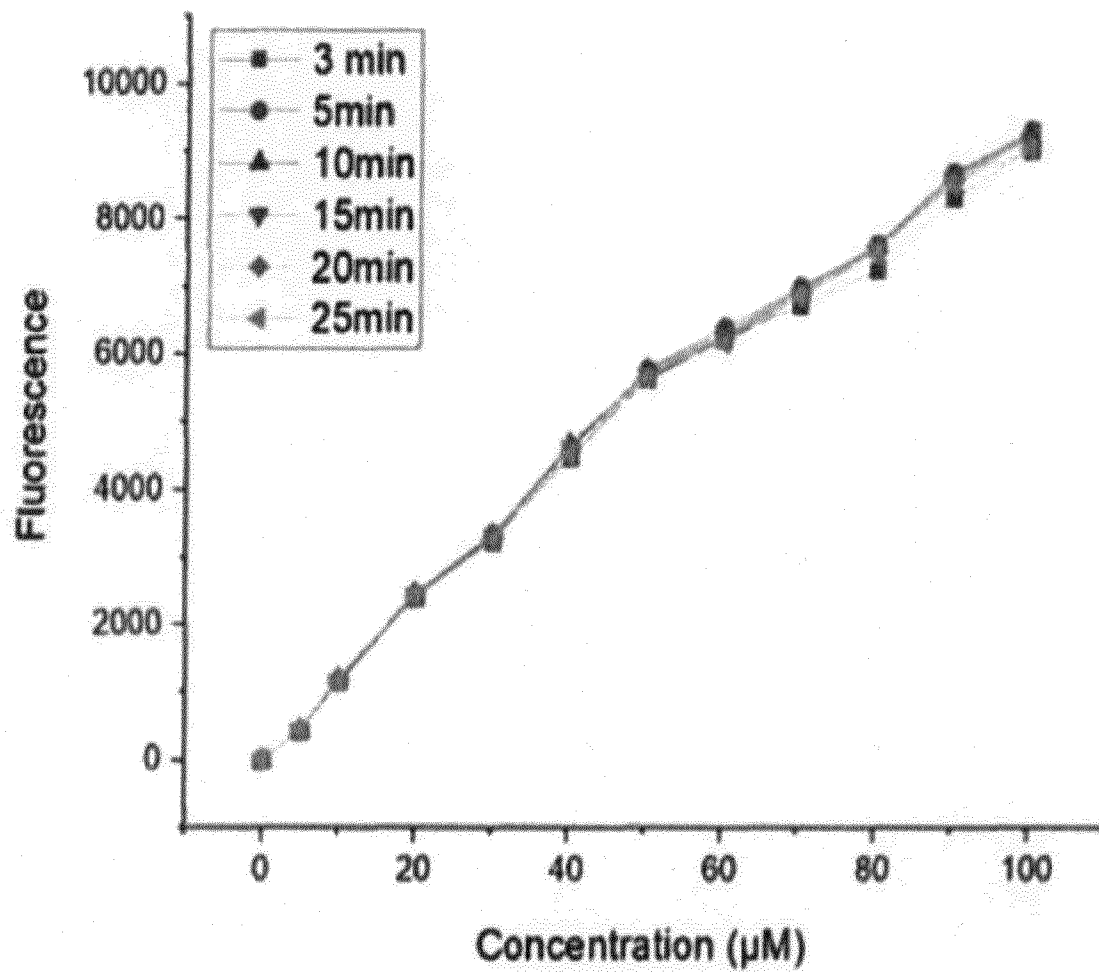
[도 7b]



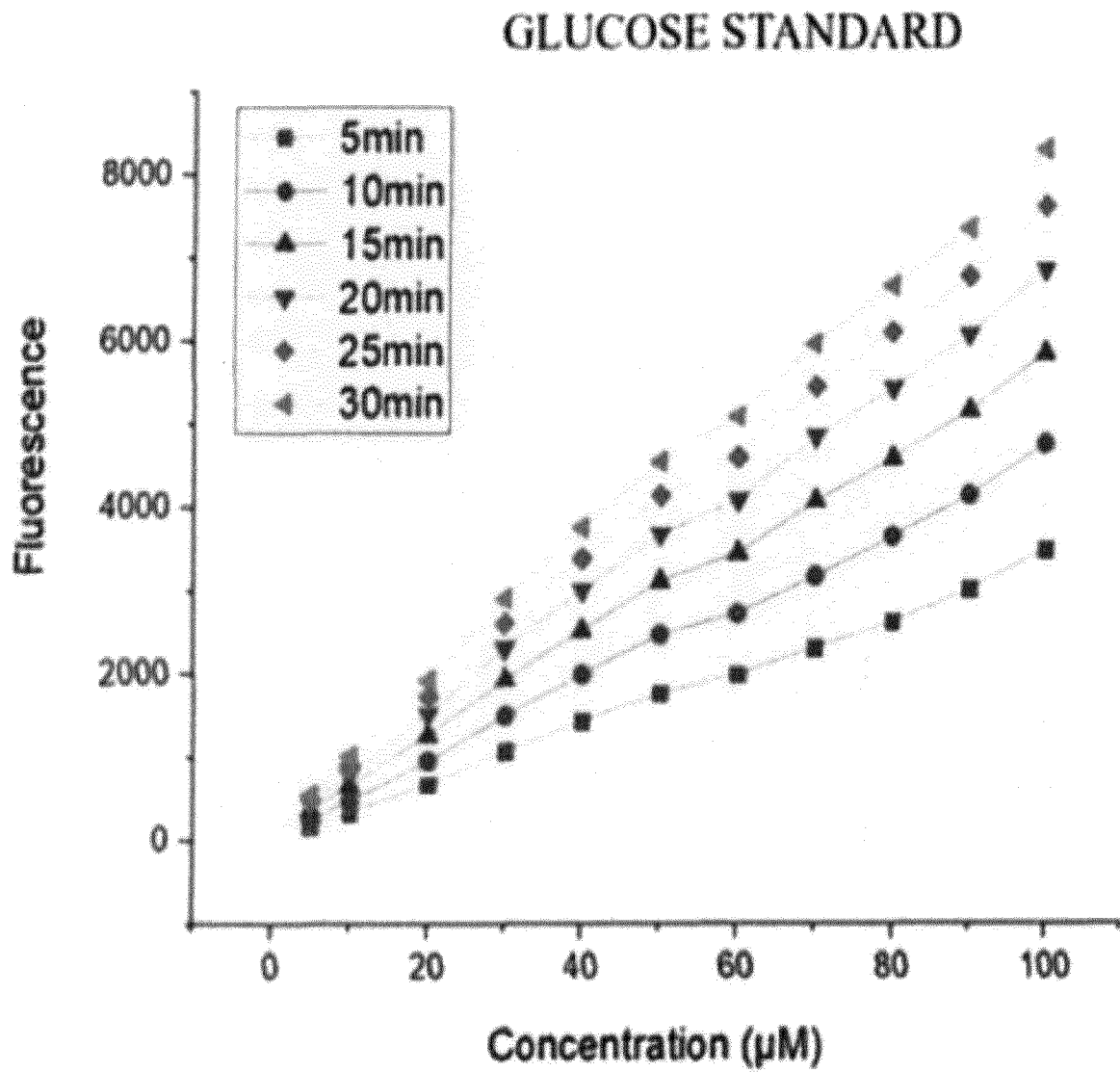
[도 7c]



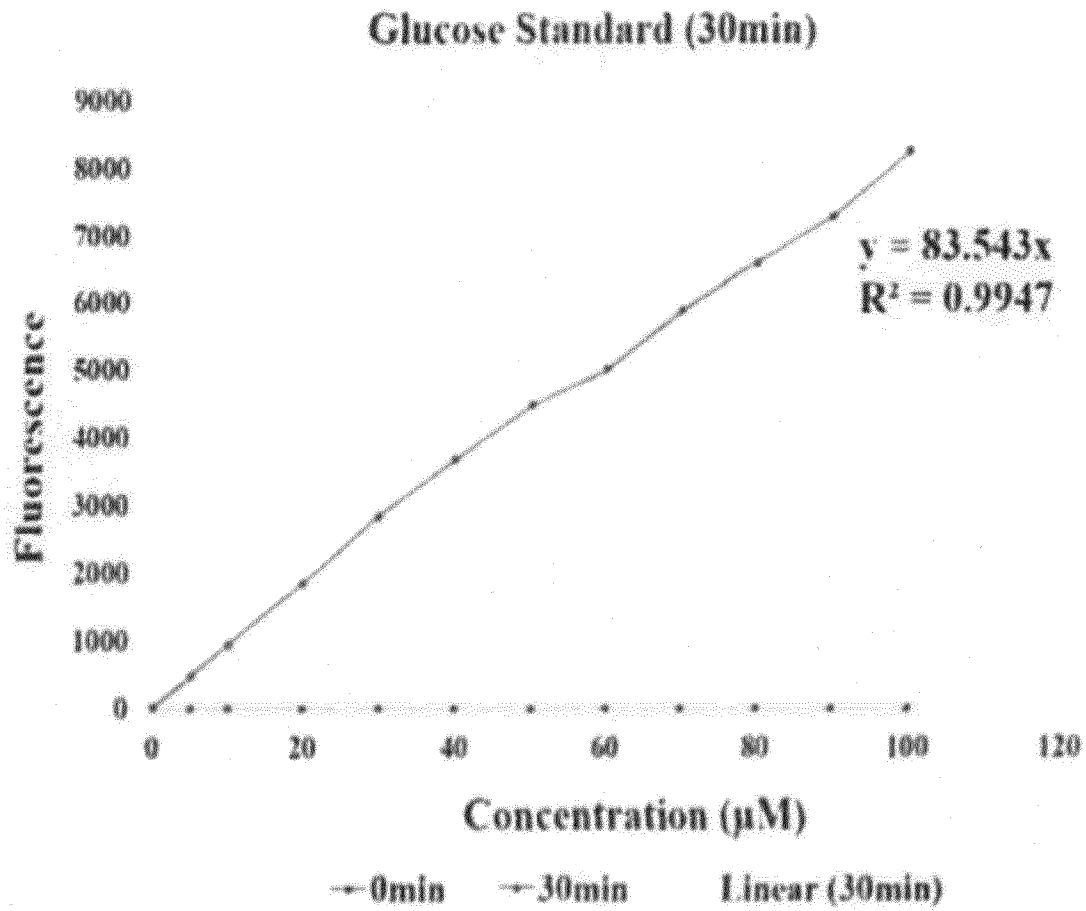
[도 7d]



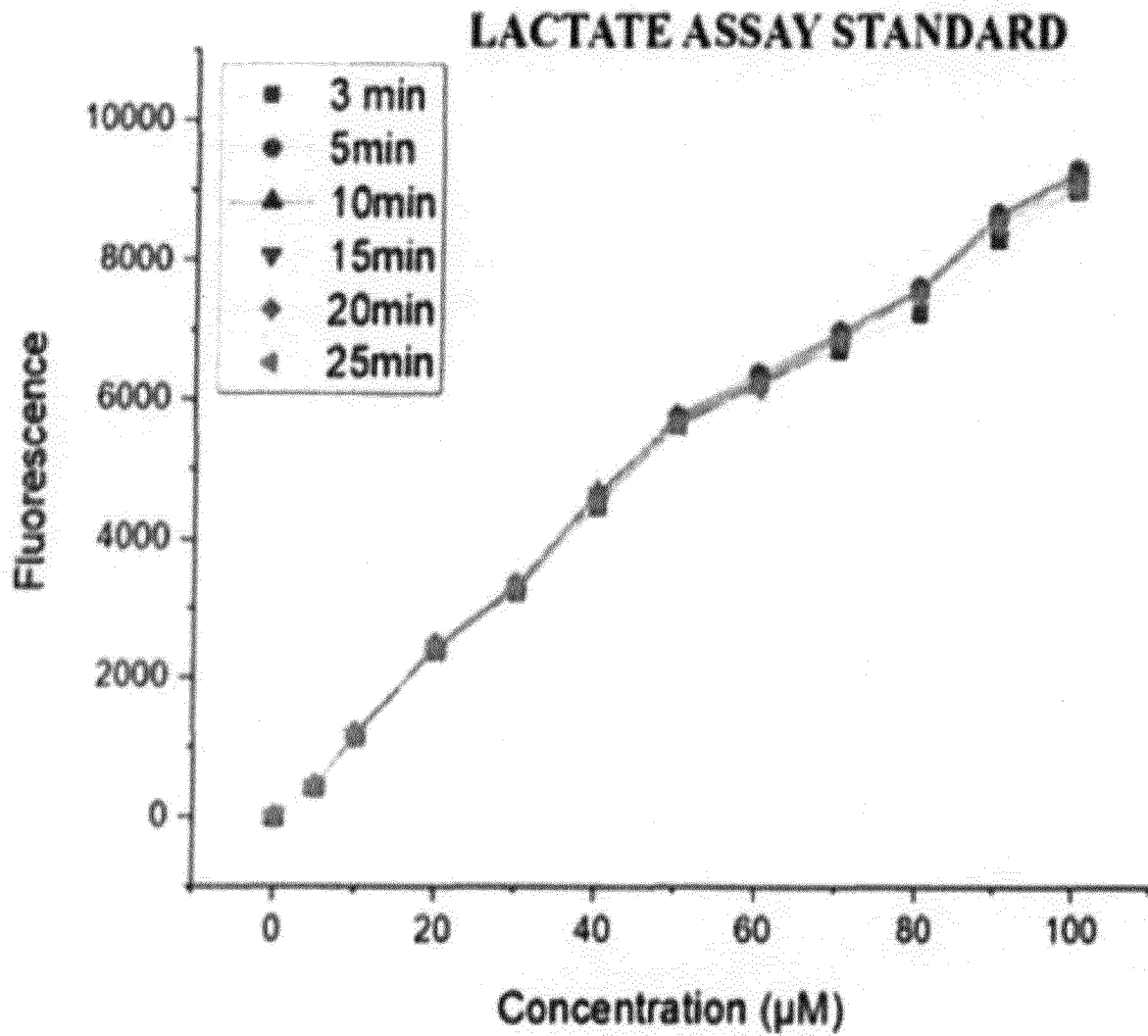
[도 8a]



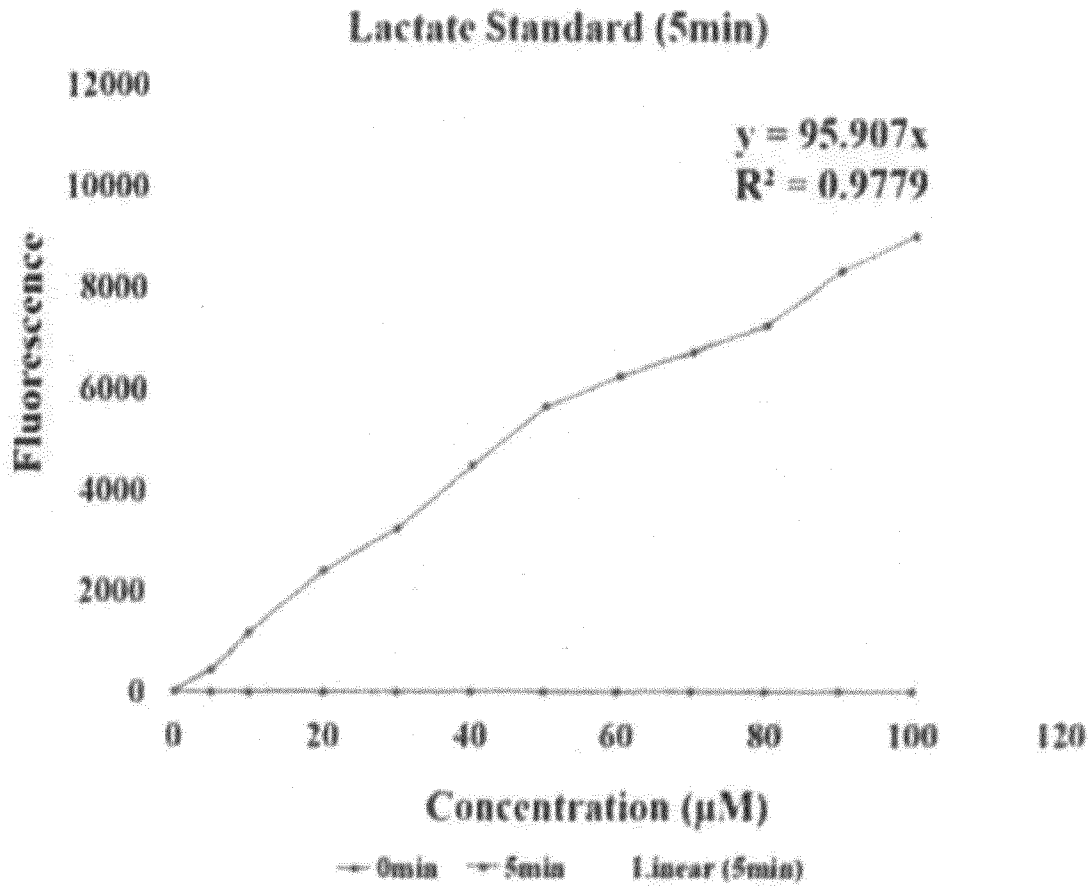
[도 8b]



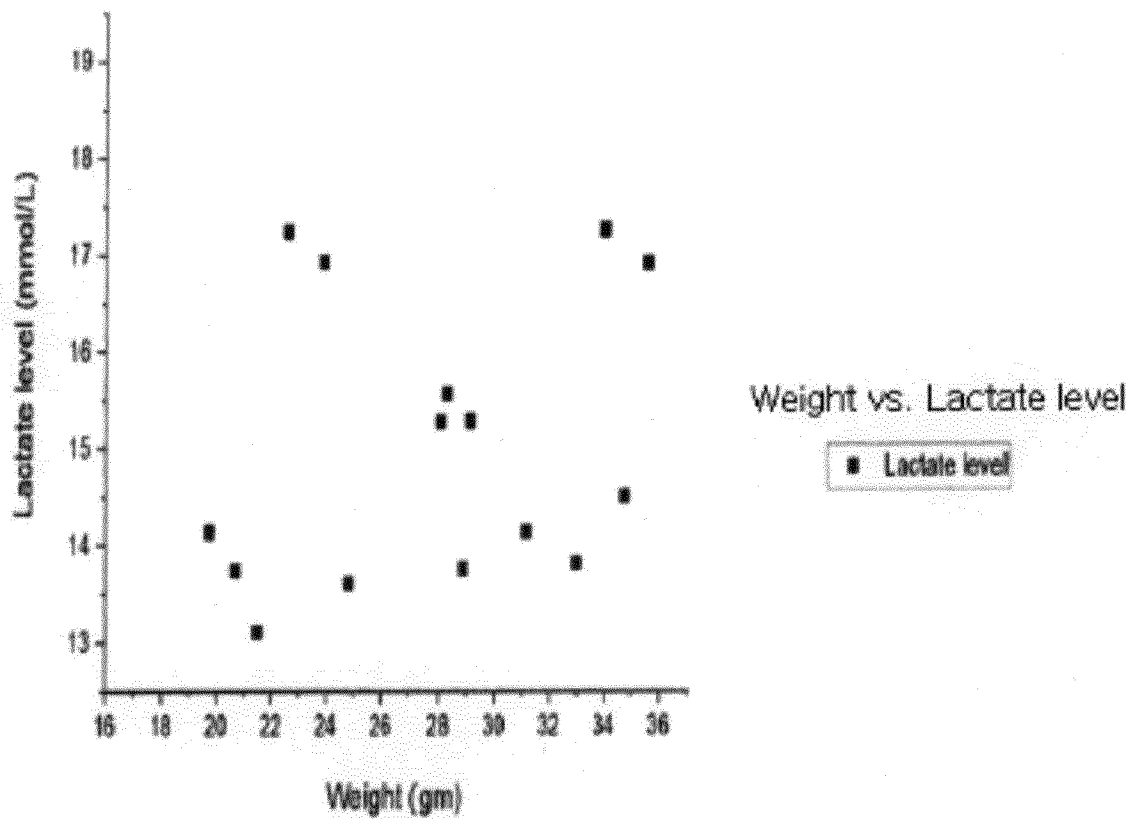
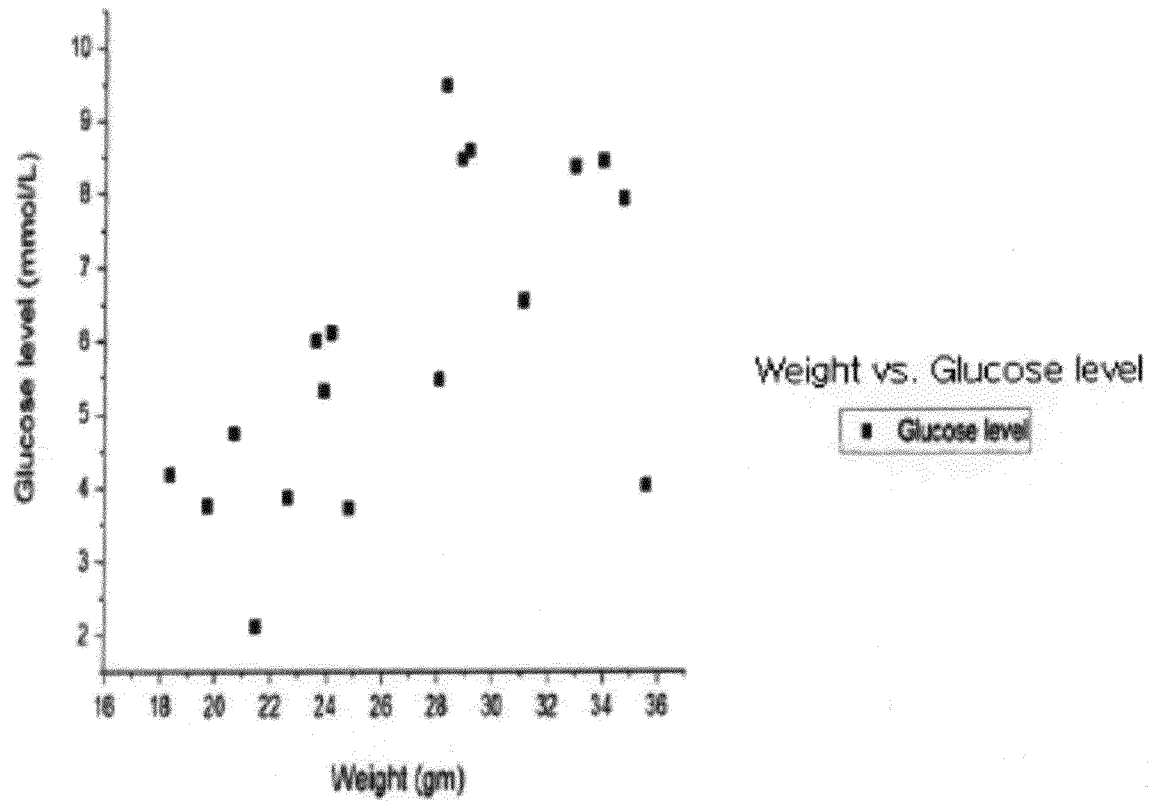
[도 8c]



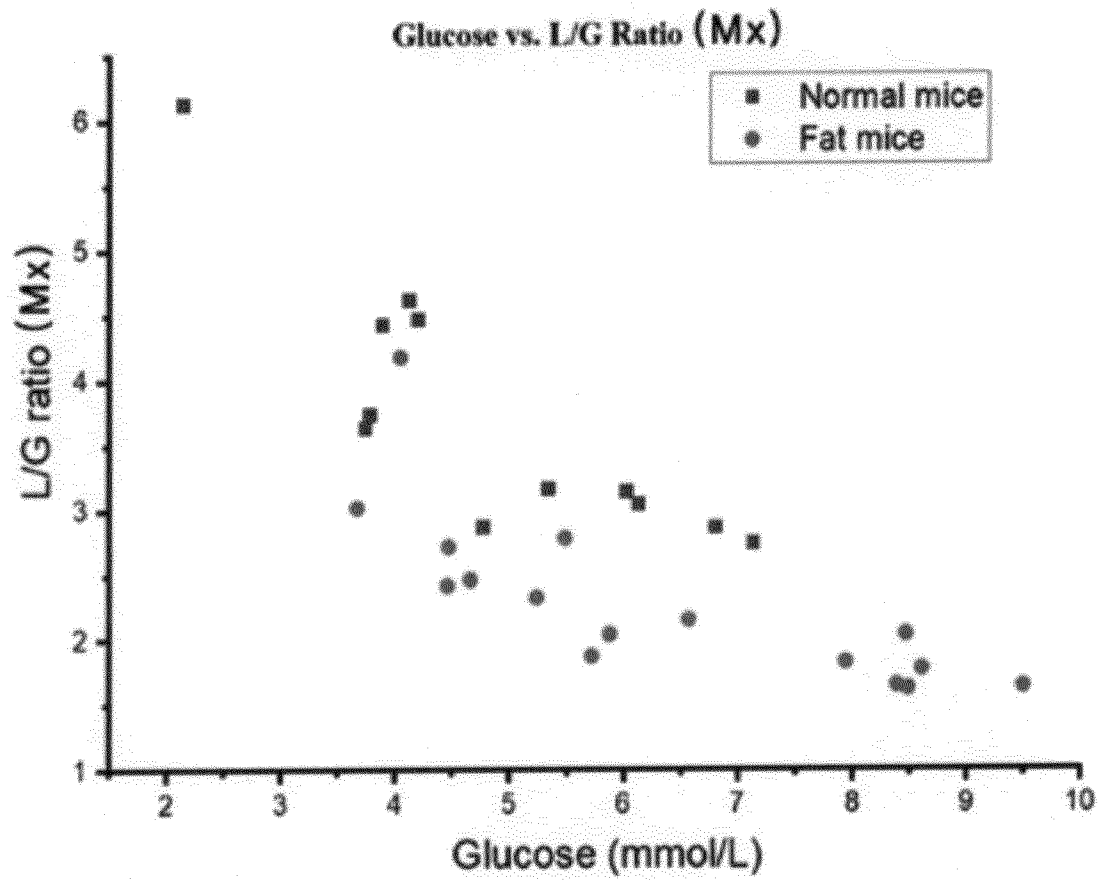
[도 8d]



[도 9]



[도 10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/014073

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G16H 50/30(2018.01)i; G16H 50/20(2018.01)i; G16H 10/60(2018.01)i; A61B 5/00(2006.01)i; A61B 5/145(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G16H 50/30(2018.01); A61B 5/00(2006.01); G01N 33/50(2006.01); G16C 10/00(2019.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 메타볼리즘(metabolism), 글루코오스(glucose), 락테이트(lactate), 측정부(measuring unit), 연산부(calculating unit), 건강 상태(health status)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	ALVES, Marco G. et al. Body mass index is associated with region-dependent metabolic reprogramming of adipose tissue. BBA Clinical. Vol. 8, May 2017, pp. 1-6. See abstract and figures 1-2.	1-5,7-12,14 6,13
Y	프레스나인. 국내 최초 AI 기반 성인병 예측 시스템 개발. 공공·금융·제조까지 전망위 확산. [online]. 01 January 2017. non-official translation (PRESS9. Korea's First AI-based Adult Disease Prediction System Development. It Spreads in All Directions to Public, Finance, and Manufacturing). [Retrieved on 18 January 2020]. < http://www.press9.kr/news/articleView.html?idxno=25794 >. See pages 1-3.	6,13
A	KR 10-2003-0025748 A (ELBIO CO., LTD.) 29 March 2003 (2003-03-29) See pages 2 and 5-6 and claim 8.	1-14
A	KR 10-1932414 B1 (INDUSTRY ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION KEIMYUNG UNIVERSITY) 27 December 2018 (2018-12-27) See paragraphs [0010] and [0069] and claims 1 and 11.	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 January 2021

Date of mailing of the international search report

29 January 2021

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/014073

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2024373 B1 (SEOUL NATIONAL UNIVERSITY R&DB FOUNDATION) 23 September 2019 (2019-09-23) See claim 1.	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2020/014073

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR	10-2003-0025748	A	29 March 2003	None	
KR	10-1932414	B1	27 December 2018	KR 10-2018-0108188	A 04 October 2018
KR	10-2024373	B1	23 September 2019	KR 10-2018-0079208	A 10 July 2018
				KR 10-2018-0079209	A 10 July 2018
				KR 10-2024375	B1 23 September 2019
				US 2019-0172587	A1 06 June 2019
				WO 2018-124831	A1 05 July 2018
				WO 2018-124854	A1 05 July 2018

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G16H 50/30(2018.01)i; G16H 50/20(2018.01)i; G16H 10/60(2018.01)i; A61B 5/00(2006.01)i; A61B 5/145(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G16H 50/30(2018.01); A61B 5/00(2006.01); G01N 33/50(2006.01); G16C 10/00(2019.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 메타볼리즘(metabolism), 글루코오스(glucose), 락테이트(lactate), 측정부(measuring unit), 연산부(calculating unit), 건강 상태(health status)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X Y	MARCO G. ALVES 등, Body mass index is associated with region-dependent metabolic reprogramming of adipose tissue, BBA Clinical, Vol. 8, 2017.05, 페이지 1-6 초록 및 도면 1-2	1-5,7-12,14 6,13
Y	프레스나인, 국내 최초 AI 기반 성인병 예측 시스템 개발, 공공·금융·제조까지 전방위 확산, [online], 2017.01.01 [검색일: 2020.01.18] < http://www.press9.kr/news/articleView.html?idxno=25794 > 페이지 1-3	6,13
A	KR 10-2003-0025748 A (주식회사 엘바이오) 2003.03.29 페이지 2, 5-6 및 청구항 8	1-14
A	KR 10-1932414 B1 (계명대학교 산학협력단) 2018.12.27 단락 [0010], [0069] 및 청구항 1, 11	1-14
A	KR 10-2024373 B1 (서울대학교산학협력단) 2019.09.23 청구항 1	1-14
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2021년01월29일(29.01.2021)		국제조사보고서 발송일 2021년01월29일(29.01.2021)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 강민정 전화번호 +82-42-481-8131

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2003-0025748 A	2003/03/29	없음	
KR 10-1932414 B1	2018/12/27	KR 10-2018-0108188 A	2018/10/04
KR 10-2024373 B1	2019/09/23	KR 10-2018-0079208 A	2018/07/10
		KR 10-2018-0079209 A	2018/07/10
		KR 10-2024375 B1	2019/09/23
		US 2019-0172587 A1	2019/06/06
		WO 2018-124831 A1	2018/07/05
		WO 2018-124854 A1	2018/07/05