



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

A61B 5/02 (2006.01)

A61K 31/7048 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0124616

(43) 공개일자 2006년12월05일

(21) 출원번호 10-2006-7011264

(22) 출원일자 2006년06월08일

심사청구일자 2006년06월08일

번역문 제출일자 2006년06월08일

(86) 국제출원번호 PCT/CN2004/001301

(87) 국제공개번호 WO 2005/099564

국제출원일자 2004년11월15일

국제공개일자 2005년10월27일

(30) 우선권주장 200310113534.7 2003년11월14일 중국(CN)
200310115396.6 2003년11월21일 중국(CN)

(71) 출원인 청화대학교
중국 베이징 100084, 하이디안 디스트릭트, 청화대학교

(72) 발명자 딩, 하이수
중국 베이징 100084, 하이디안 디스트릭트, 청화 유안, 청화대학교, 생물
의학부
왕, 광지
중국 베이징 100084, 하이디안 디스트릭트, 청화 유안, 청화대학교, 생물
의학부
후양, 란
중국 베이징 100084, 하이디안 디스트릭트, 청화 유안, 청화대학교, 생물
의학부
탕, 이차오
중국 베이징 100084, 하이디안 디스트릭트, 청화 유안, 청화대학교, 생물
의학부
자오, 준
중국 베이징 100084, 하이디안 디스트릭트, 청화 유안, 청화대학교, 생물
의학부
리, 유웨이
중국 베이징 100084, 하이디안 디스트릭트, 청화 유안, 청화대학교, 생물
의학부

(74) 대리인 신동준

전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터 검출 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 인체 국부조직의 상이한 위치에 있는 적어도 3개 광원을 순서에 따라 발광하게 하는 단계, 인체 국부조직에 위치한 하나의 광전검측기를 이용하여 상기 적어도 3개의 광원으로부터 발광되는 빛이 인체 국부조직에 의해 난반사한후의 광강도(Light-Intensity)값을 각각 검출하는 단계, 상기 광강도값을 처리하여 인체 국부조직의 혈중산소 포화도를 얻는 단계, 및 근육조직 산소신진대사 능력을 평가하는 파라미터oxy로 하는 단계를 포함하는 인체 국부조직 혈중산소의 포화도를 검출하기 위한 방법을 제공한다. 본 발명은 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터를 검출하기 위한 장치도 개시한다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

인체 국부조직의 상이한 위치에 있는 적어도 3개의 광원을 순서에 따라 발광하게 하는 단계,

인체 국부조직에 위치한 하나의 광전검측기를 이용하여 상기 적어도 3개의 광원으로부터 발광되는 빛이 상기 인체 국부조직에 의해 각각 난반사된후의 광강도값을 각각 검출하는 단계, 및

상기 광강도값을 처리하여 상기 인체 국부조직의 혈중산소 포화도를 수득하는 단계를 포함하는

인체 국부조직 혈중산소 포화도 검출 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서

상기 적어도 3개 광원은 상기 광전검측기와 일직선상에 있으며,

상기 광전검측기는 상기 적어도 3개 광원과 동일측에 위치하는 것을 특징으로 하는 상기 인체 국부조직 혈중산소 포화도 검출 방법.

청구항 3.

제1항에 있어서

상기 적어도 3개 광원은 각각 적색광과 근적외광 빛을 발광하는 것을 특징으로 하는 상기 인체 국부조직 혈중산소 포화도 검출 방법.

청구항 4.

제1항에 있어서

상기 적어도 3개 광원은 0.5ms미만의 시간 간격내에 순서에 따라 발광하는 것을 특징으로 하는 상기 인체 국부조직 혈중산소 포화도 검출 방법.

청구항 5.

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서

상기 광원은 발광다이오드인 것을 특징으로 하는 상기 인체 국부조직 혈중산소 포화도 검출 방법.

청구항 6.

제1항에 있어서

상기 광강도값을 처리하는 단계에서

검출한 광강도값으로 하기 수학적식

$$OD_k = \log \frac{I_k}{I_{kr}}$$

(여기서 k=1, 2, 3,...는 상기 상이한 광원을 표시하고, I_{kr}는 상기 상이한 광원에서 발광된 빛이 인체 국부조직에 의해 난 반사된후 상기 광전검측기가 검출한 광강도값이고, I_k는 상기 상이한 광원에서 발광된 빛의 광강도값을 나타냄)

을 이용하여 광밀도값OD_k를 계산하는 것을 특징으로 하는 상기 인체 국부조직 혈중산소 포화도 검출 방법.

청구항 7.

제6항에 있어서

상기 광원은 3개 광원이고, 상기 광원마다 각각 2가지의 상이한 파장의 빛을 발광하며, 동일한 검출주기내에 상기 상이한 광원에 대하여 검출한 광밀도값을 하기 수학적식과 같이 감산하는 단계

$$\Delta OD_2^{\lambda_j} = OD_2^{\lambda_j} - OD_1^{\lambda_j},$$

$$\Delta OD_1^{\lambda_j} = OD_3^{\lambda_j} - OD_2^{\lambda_j}$$

(여기서 j=1, 2는 각각 상이한 파장을 표시하며, 따라서 λ_1 , λ_2 는 각각 상이한 파장을 표시하며,

$\Delta OD_2^{\lambda_j}$ 은 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값과 제1광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값의 차이를 표시하며,

$\Delta OD_1^{\lambda_j}$ 은 제3광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값과 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값의 차이를 표시하며);
및

하기 수학적식

$$rSO_2 = C \left(\frac{\Delta OD_1^{\lambda_1}}{\Delta OD_1^{\lambda_2}} \right)^2 + B_1 \left(\frac{\Delta OD_1^{\lambda_1}}{\Delta OD_1^{\lambda_2}} \right) + B_2 \left(\frac{\Delta OD_2^{\lambda_1}}{\Delta OD_2^{\lambda_2}} \right) + A$$

(여기서 A, B₁, B₂, C는 변수이며 그들의 값이 정하는 범위는 C:0.16~0.25, B₁: -1.66~-2.5, B₂: -0.13~-0.25, A:1.8~2.7임)으로 측정하고자하는 인체 국부조직 혈중산소의 포화도rSO₂를 계산하는 것을 특징으로 하는 상기 인체 국부조직 혈중산소 포화도 검출 방법.

청구항 8.

제1항에 있어서

인접한 광원의 중심거리를 5mm-10mm로 하고, 상기 광전검측기와 각 광원의 중심거리를 30-50mm로 하는 것을 특징으로 하는 상기 인체 국부조직 혈중산소 포화도 검출 방법.

청구항 9.

제1항에 있어서

외층조직이 지방층인 상황에서 근육혈중산소 파라미터를 검출할때 지방두께가 15mm이상인 경우에는 상기 광전검측기와 상기 광원의 중심거리를 적어도 50mm로 하며, 또는 적어도 40mm로 하는 것을 특징으로 하는 상기 인체 국부조직 혈중산소 포화도 검출 방법.

청구항 10.

측정하고자 하는 인체가 산소를 호흡하지 않고 안정한 상태에서 제1항의 방법을 이용하여 인체 국부조직 혈중산소의 포화도 $rSO(t_0)$ 를 검출하는 단계,

측정하고자 하는 인체가 산소를 일정한 시간 호흡한후 제1항의 방법을 이용하여 인체 국부조직 혈중산소의 포화도 $rSO_2(t_i)$ 를 검출하는 단계,

측정하고자 하는 인체가 산소를 일정한 시간 호흡한후 산소공급을 정지하고, 일정한 시간 지난후 제1항의 방법을 이용하여 인체 국부조직 산소포화도를 검출하는 단계, 및

상기 단계에서 얻은 결과를 처리하여 인체 국부조직 옥시헤모 글로빈과 디옥시헤모글로빈의 농도를 얻는 단계를 포함하는

인체 국부조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈 검출 방법.

청구항 11.

제10항에 있어서

상기 인체 국부조직 혈중산소의 포화도를 검출할때 하기 수학적식

$$OD_k = \log \frac{I_k}{I_{kr}}$$

(여기서 $k=1, 2, 3, \dots$ 는 복수개의 상이한 광원을 표시하고, I_{kr} 는 상이한 위치의 광원에서 발광된 빛이 측정하고자 하는 인체 국부조직에 의해 난반사된후 광전검측기에서 검출한 난반사광의 광강도값이고, I_k 는 복수개의 광원에서 발광된 빛의 광강도값)

을 사용하여 광밀도값 OD_k 을 계산하는 것을 특징으로하는 상기 인체 국부조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈 검출 방법.

청구항 12.

제11항에 있어서

상기 인체 국부조직 혈중산소의 포화도를 검출할때 상기 광원은 3개 광원이고 상기 광원마다 각각 상이한 2가지 파장의 빛을 발광하며,

동일한 검출주기내에 상이한 광원에 대하여 검출한 광밀도값을 하기 수학적식과 같이 감산 하는 단계

$$\Delta OD_{2'}^{\lambda_j} = OD_{2'}^{\lambda_j} - OD_{1'}^{\lambda_j}$$

$$\Delta OD_{1'}^{\lambda_j} = OD_{3'}^{\lambda_j} - OD_{2'}^{\lambda_j}$$

(여기서 j=1, 2는 각각 상이한 파장을 표시하며, 따라서 λ_1, λ_2 는 각각 상이한 파장을 표시하며, $\Delta OD_{2'}^{\lambda_j}$ 는 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값과 제1광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값의 차이를 표시하며, $\Delta OD_{1'}^{\lambda_j}$ 은 제3광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값과 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값의 차이를 표시함)를 포함하고,

하기 수학적식

$$rSO_2 = C \left(\frac{\Delta OD_{1'}^{\lambda_1}}{\Delta OD_{1'}^{\lambda_2}} \right)^2 + B_1 \left(\frac{\Delta OD_{1'}^{\lambda_1}}{\Delta OD_{1'}^{\lambda_2}} \right) + B_2 \left(\frac{\Delta OD_{2'}^{\lambda_1}}{\Delta OD_{2'}^{\lambda_2}} \right) + A$$

(여기서 A, B1, B2, C는 변수이며 그들의 값이 정하는 범위는 C:0.16~0.25, B1:-1.66~-2.5, B2:-0.13~-0.25, A:1.8~2.7임)으로 측정하고자 하는 인체 국부조직 혈중산소의 포화도 rSO2를 계산하는 것을 특징으로하는 상기 인체 국부조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈 검출 방법.

청구항 13.

제12항에 있어서

혈중산소상태의 시간에 따른 변화과정에서 2개 인접한 샘플링 간격의 광밀도값 $OD_{t'}^{\lambda_j}$ 의 차이

$$\Delta OD_{j'}^{\lambda_j} = OD_{t+1}^{\lambda_j} - OD_t^{\lambda_j}$$

(여기서 $OD_t^{\lambda_j}$ 와 $OD_{t+1}^{\lambda_j}$ 는 각각 파장이 λ_j 일때 t시각과 그후의 t+1시각의 광밀도값의 차이를 나타냄)를 계산하는 단계,

하기 수학적식

$$\Delta HbO_2 = \alpha_1 \Delta OD_{j'}^{\lambda_1} - \alpha_2 \Delta OD_{j'}^{\lambda_2}$$

$$\Delta Hb = \alpha_3 \Delta OD_{j'}^{\lambda_1} - \alpha_4 \Delta OD_{j'}^{\lambda_2}$$

$$\Delta BV = \Delta HbO_2 + \Delta Hb$$

(여기서 $\alpha_1 - \alpha_4$ 는 변수이고 파장과 관련되며, 파장이 λ_1 일때 α_1 는 -1.6~-2.5, α_3 은 2.6~3.85이고, 파장이 λ_2 일때 α_2 는 -2.5~-3.6, α_4 은 0.6~1.6임)을 이용하여 혈중산소상태의 시간에 따른 변화과정에서의 2개 인접한 샘플링시각에 옥시헤모글로빈의 농도변화 ΔHbO_2 , 디옥시헤모글로빈 농도변화 ΔHb , 혈량변화 ΔBV 를 계산하는 단계, 및

하기 수학적식

$$rSO_2(t_0) = \frac{[HbO_2(t_0)]}{[HbO_2(t_0)] + [Hb(t_0)]}$$

$$rSO_2(t_i) = \frac{[HbO_2(t_0) + \Delta HbO_2]}{[HbO_2(t_0) + \Delta HbO_2] + [Hb(t_0) + \Delta Hb]}$$

$$[HbO_2(t_i)] = [HbO_2(t_0) + \Delta HbO_2]$$

$$Hb(t_i) = [Hb(t_0) + \Delta Hb]$$

을 이용하여 인체 국부조직 옥시헤모글로빈 $HbO_2(t_0)$ 과 디옥시헤모글로빈의 농도 $Hb(t_0)$ 을 수득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로하는 상기 인체 국부조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈 검출 방법.

청구항 14.

검측대상이 자전거상에서 일정한 시간 정지한 후 심박수HR와 혈량변화 ΔBV 를 검출하는 단계,

검측대상에게 부하가 점차 증가되는 운동을 시키며 제10항의 방법을 이용하여 근육조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈을 검출하는 단계,

상기 근육조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 검출결과에 의하여 각 단계 부하하에서의 운동과정의 혈량변화값 ΔBV_j 을 계산하는 동시에 각 단계 부하하에서의 심박수HR를 검출하는 단계, 및

각 단계 부하하에서의 심박수변화 ΔHR_j 를 계산하여 하기 수학적식

$$oxy = \frac{\Delta BV_j}{\Delta HR_j} \text{ (여기서, } j \text{는 운동부하의 단계 수를 표시)}$$

에 의하여 근육조직 산소신진대사능력을 평가하는 파라미터 oxy 를 얻는 단계를 포함하는 근육조직 산소신진대사능력 검출 방법.

청구항 15.

제14항에 있어서

혈량변화를 검출시

외층조직의 두께를 검출하는 단계,

검출한 외층조직의 두께에 의하여 복수개 광원중의 하나를 선택하는 단계,

선택한 광원에서 발광된 빛이 측정하고자 하는 인체조직을 통하여 난반사한후의 광강도값을 검출하는 단계,

검출한 광강도값을 이용하여 선택한 광원과 광전검측기의 중심거리에서의 광밀도값을 계산하는 단계,

혈중산소상태가 시간에 따른 변화과정에서 2개 인접한 샘플링간격의 광밀도값 OD^A 의 차 ΔOD_j^A

$$\Delta OD_f^{\lambda_i} = OD_{t+1}^{\lambda_i} - OD_t^{\lambda_i}$$

(여기서 $OD_t^{\lambda_i}$ 와 $OD_{t+1}^{\lambda_i}$ 는 각각 파장이 λ_i 일때 t시각과 그후의 t+ 1시각의 광밀도값의 차)를 검출하는 단계, 및 하기 수학식

$$\Delta HbO_2 = \alpha_1 \Delta OD_f^{\lambda_1} - \alpha_2 \Delta OD_f^{\lambda_2}$$

$$\Delta Hb = \alpha_3 \Delta OD_f^{\lambda_1} - \alpha_4 \Delta OD_f^{\lambda_2}$$

$$\Delta BV = \Delta HbO_2 + \Delta Hb$$

(여기서 $\alpha_1 - \alpha_4$ 는 변수이고 파장과 관련되고, 파장이 λ_1 일때 α_1 는 $-1.6 \sim -2.5$, α_3 은 $2.6 \sim 3.85$ 이고, 파장이 λ_2 일때 α_2 는 $-2.5 \sim -3.6$ α_4 은 $0.6 \sim 1.6$)을 이용하여 혈중산소상태가 시간에 따른 변화과정에서 2개 인접한 샘플링 간격 시각에 옥시헤모글로빈의 농도변화 ΔHb 와 혈량변화 ΔBV 를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징을 하는 상기 근육조직 산소신진대사능력 검출 방법.

청구항 16.

제15항에 있어서

하기 수학식

$$OD_k = \log \frac{I_k}{I_{kr}}$$

(여기서 k=1, 2, 3, ...는 복수개의 상이한 광원을 표시하고, I_{kr} 는 상이한 위치의 광원에서 발광된 빛이 측정하고자 하는 인체 국부조직에 의해 난반사된후 광전검측기로 검출한 난반사된 빛의 광강도값이고, I_k 는 복수개 광원에서 발광된 빛의 광강도값)

을 이용하여 ODk를 계산하는 것을 특징을 하는 상기 근육조직 산소신진대사능력 검출 방법.

청구항 17.

제15항에 있어서

초음파방법으로 외층조직의 두께를 검출하는 것을 특징을 하는 상기 근육조직 산소신진대사능력 검출 방법.

청구항 18.

제14항에 있어서

각 단계 부하는 50W인 것을 특징을 하는 상기 근육조직 산소신진대사능력 검출 방법.

청구항 19.

복수개의 광원과,

상기 복수개의 광원에서 발광된 빛이 측정하고자 하는 인체조직을 통하여 난반사한후의 광강도값을 검출하기 위한 광전검측기, 및

상기 광강도값을 처리하여 인체혈중산소의 신진대사 파라미터를 얻는 마이크로제어기를 포함하며

마이크로제어기는 복수 경로 구동 회로를 통하여 광원과 연결되어 광원을 구동하여 발광하게 하며, 상기 마이크로제어기는 서로 연결된 A/D 컨버터, 샘플링유지회로, 프리앰프를 순서로 통과하여 상기 광전검측기의 출력단과 연결된 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터 검출장치.

청구항 20.

제19항에 있어서

상기 복수 경로 구동 회로는 발광다이오드를 포함하는 것을 특징을 하는 상기 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터 검출 장치.

청구항 21.

제19항에 있어서

상기 복수개 광원과 광전검측기는 일직선상에 있으며 상기 광전검측기는 상기 복수개 광원의 동일측에 위치하는 것을 특징을 하는 상기 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터 검출 장치.

청구항 22.

제19항에 있어서

상기 복수개 광원은 발광다이오드인 것을 특징을 하는 상기 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터 검출 장치.

명세서

기술분야

본 발명은 데미지를 주지 않고 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터를 검출하는 방법과 시스템에 관한것으로서 구체적으로는 복수광원과 하나의 검측기를 사용하여 인체조직 혈중산소 신진대사 파라미터를 검출하는 방법과 장치에 관한것이다.

배경기술

인체 국부조직(예를 들면 뇌부와 근육 등)의 혈액유행상황을 감시하며 혈액유행이 시간에 따라 변화하는 규칙을 관찰하는 것은 수술중의 환자, 위급한 환자, 산소부족과 혈부족병에 걸린 신생아 및 조직을 이식한 환자의 간호에 중대한 의의를 가지고 있다.

종래의 기술에 있어서 인체 국부조직 혈중산소의 신진대사 상황을 확인하는 방법으로서 주로 전기화학적 원리에 의한 상처입은(wounded) 조직 산소분압의 직접 검출방법과 광학에 의한 데미지를 주지 않고 검출하는 방법이 있다. 광학 검출 방법은 상처 없이 검출 할수 있으며 사용이 간편하고 안전하며 안정하고 믿음성이 있다. 본 발명은 광학 검출방법중의 하나이다.

중국특허공개CN1365649A에는 전형적인 Lambert-Beer법칙에 의거한 검출방법을 게시하였다. Lambert-Beer 법칙은 확산반사가 없는 상황에서 효과가 있다. 그러나 강한 확산반사 광학특성을 가진 인체 또는 기타 생물조직인 상황에서 이 법칙은 수정을 거쳐야만 사용할수가 있다. 원리상 강한 확산반사의 조건하에서 직접 전형적인 Lambert-Beer 법칙을 이용하면 어떠한 정확한 결과도 얻을수 없다.

미국특허공개US005632273에는 반무한(半无限)대 균질매질에 의하여 검출하는 방법을 공개하였다. 이 방법에서 사용한 안정상태(steady-state) 공간분별을 계산하는 알고리즘은 외층 조직을 가지고 있을때 심층조직의 혈중산소의 포화도에 영향을 준다.

중국특허공개CN1333011A과 CN1331953A에서 사용한 방법에는 알고리즘 단계와 검출값을 포함하지 않았기 때문에 조직 혈중산소의 포화도를 정확하게 검출할수가 없으며 신호의 정밀도가 낮고 시스템 구조가 복잡하다.

도 1은 종래기술에서 흔히 사용하는 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터 검출장치의 표시도이다. 도 1을 참조하면 a는 광원을 표시하고 b는 검측기를 표시하며 c는 프로브를 표시하고 d는 검측기를 표시하며 e는 측정하고자 하는 심층조직을 표시하며 f는 외층조직을 표시한다. 흔히 사용하는 검출장치는 하나의 광원과 복수개의 검측기(예하면 2개)를 이용하여 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터를 검출한다. 하나의 광원을 사용하기 때문에 정밀도가 낮다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은 복수광원과 하나의 검측기를 사용한 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터를 검출하는 방법 및 장치를 제공하는데 있으며, 이 장치에 의해 인체 국부조직의 혈중산소포화도, 국부조직의 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 농도를 검출할수 있으며, 근육조직의 산소 신진대사 능력을 평가하는 파라미터 oxy로 할 수 있다.

실시예

본 발명의 한 면에 따른 인체 국부조직 혈중산소의 포화도를 검출하기 위한 방법은 인체 국부조직의 상이한 위치에 있는 적어도 3개 광원을 순서에 따라 발광하게 하는 단계, 인체 국부조직에 위치한 하나의 광전검측기를 이용하여 상기 적어도 3개의 광원으로부터 발광되는 빛이 인체 국부조직에 의해 난반사한후의 광강도값을 각각 검출하는 단계, 및 상기 광강도값을 처리하여 인체 국부조직 혈중산소의 포화도를 얻는 단계를 포함한다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 상기 적어도 3개 광원은 상기 광전검측기와 일직선상에 있으며 상기 광전검측기는 상기 적어도 3개 광원의 동일측에 위치한다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 상기 적어도 3개 광원은 각각 적색광과 근적외광을 발광한다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 상기 적어도 3개 광원은 0.5ms미만의 시간간격내에 순서에 따라 발광한다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 광원은 발광다이오드이다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 상기 광강도값을 처리하는 단계에서 검출한 광강도를 아래의 수학적식을 이용하여 광밀도값 OD_k 를 계산한다.

$$OD_k = \log \frac{I_k}{I_{kr}}$$

여기서 $k=1, 2, 3, \dots$ 는 상이한 광원을 표시하고, I_{kr} 는 상이한 광원에서 발광되는 빛이 인체 국부조직에 의해 난반사된후 광전검측기가 검출한 광강도값이고, I_k 는 상이한 광원에서 발광된 빛의 광강도값이다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 광원은 3개 광원이고, 광원마다 각각 2가지 상이한 파장의 빛을 발광하며, 또한, 동일한 검출주기내에 상이한 광원에 대하여 검출한 광밀도값을 감산하는 단계를 포함한다.

$$\Delta OD_2^{j'} = OD_2^{j'} - OD_1^{j'},$$

$$\Delta OD_1^{j'} = OD_3^{j'} - OD_2^{j'}$$

여기서 j=1, 2는 각각 상이한 파장을 표시하며, 따라서 λ_1 , λ_2 는 각각 상이한 파장을 표시하며,

$\Delta OD_2^{j'}$ 은 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값과 제1광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값의 차이를 표시하며,

$\Delta OD_1^{j'}$ 은 제3광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값과 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값의 차이를 표시하며, 또한

하기 수학적식으로 측정하고자 하는 인체 국부조직의 혈중산소 포화도rSO2를 계산한다.

$$rSO_2 = C \left(\frac{\Delta OD_1^{\lambda_1}}{\Delta OD_1^{\lambda_2}} \right)^2 + B_1 \left(\frac{\Delta OD_1^{\lambda_1}}{\Delta OD_1^{\lambda_2}} \right) + B_2 \left(\frac{\Delta OD_2^{\lambda_1}}{\Delta OD_2^{\lambda_2}} \right) + A$$

여기서 A, B1, B2, C는 변수이며 그들의 값이 정하는 범위는 C:0.16~0.25, B1:-1.66~-2.5, B2:-0.13~-0.25, A:1.8~2.7이다.

본 발명의 실시예에 있어서 인접한 광원의 중심거리를 5mm-10mm로 하고, 상기 광전검측기와 각 광원의 중심거리를 30-50mm로 한다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 외층조직이 지방층인 상황에서 근육 혈중산소의 파라미터를 검출할때 지방두께가 15mm이상인 경우에는 광전검측기와 광원의 중심거리를 적어도 50mm로 하며, 아니면 적어도 40mm로 설정한다.

본 발명의 또 다른 면은 측정하고자 하는 인체가 산소를 호흡하지 않고 안정한 상태에서 청구항1의 방법을 이용하여 인체 국부조직 혈중산소포화도rSO(t0)를 검출하는 단계, 측정하고자 하는 인체가 산소를 일정한 시간 호흡한후 청구항1의 방법을 이용하여 인체 국부조직 혈중산소의 포화도rSO2(ti)를 검출하는 단계, 측정하고자 하는 인체가 산소를 일정한 시간 호흡한후 산소공급을 정지하여 또 일정한 시간 지난후 청구항1의 방법을 이용하여 인체 국부조직 산소포화도를 검출하는 단계, 및 상기단계에서 얻은 결과를 처리하여 인체 국부조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 농도를 얻는 단계를 포함하는 인체 국부조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈을 검출하는 방법을 제공한다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 인체 국부조직 혈중산소의 포화도를 검출할때 하기 수학적식을 사용하여 광밀도값ODk를 계산한다.

$$OD_k = \log \frac{I_k}{I_{kr}},$$

여기서k=1, 2, 3, ...는 복수개의 상이한 광원을 표시하고, Ikr는 상이한 위치의 광원에서 발광된 빛이 측정하고자 하는 인체 국부조직에 의해 난반사된후 광전검측기에서 검출한 난반사광의 광강도값이고, Ik는 복수개의 광원에서 발광된 빛의 광강도값이다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 인체 국부조직 혈중산소포화도를 검출할때 광원은 3개 광원이고 광원마다 각각 상이한 2가지 파장의 빛을 발광하며,또 동일한 검출주기내에 상이한 광원에 대하여 검출한 광밀도값을 감산하는 단계를 포함한다.
즉:

$$\Delta OD_2^{j'} = OD_2^{j'} - OD_1^{j'},$$

$$\Delta OD_1^{j'} = OD_3^{j'} - OD_2^{j'}$$

여기서 $j=1, 2$ 는 각각 상이한 파장을 표시하며, 따라서 λ_1, λ_2 는 각각 상이한 파장을 표시하며,

$\Delta OD_2^{\lambda_j}$ 는 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값과 제1광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값의 차이를 표시하며,

$\Delta OD_1^{\lambda_j}$ 은 제3광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값과 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값의 차이를 표시하며, 또한

하기 수학식으로 측정하고자 하는 인체 국부조직의 혈중산소포화도 rSO_2 를 계산한다.

$$rSO_2 = C \left(\frac{\Delta OD_1^{\lambda_1}}{\Delta OD_1^{\lambda_2}} \right)^2 + B_1 \left(\frac{\Delta OD_1^{\lambda_1}}{\Delta OD_1^{\lambda_2}} \right) + B_2 \left(\frac{\Delta OD_2^{\lambda_1}}{\Delta OD_2^{\lambda_2}} \right) + A$$

여기서 A, B1, B2, C는 변수이며 그들의 값이 정하는 범위는 C:0.16~0.25, B1:-1.66~-2.5, B2:-0.13~-0.25, A:1.8~2.7이다.

본 발명의 실시예에 있어서 시간에 따른 혈중 산소의 변화를 계산하는 과정에서 인접한 샘플링 간격의 광밀도값 OD^{λ_j} 의 차이

$\Delta OD_j^{\lambda_j} = OD_{t+1}^{\lambda_j} - OD_t^{\lambda_j}$ 를 계산하는 단계를 포함하며,

(여기서 $OD_t^{\lambda_j}$ 와 $OD_{t+1}^{\lambda_j}$ 는 각각 파장이 λ_j 일 때 t시각과 그후의 t+1시각의 광밀도값의 차이임),

하기 수학식을 이용하여 혈중산소상태의 시간에 따른 변화과정에서의 2개 인접한 샘플링시각에서 옥시헤모글로빈의 농도 변화 ΔHbO_2 , 디옥시헤모글로빈의 농도변화 ΔHb , 혈량변화 ΔBV 를 계산한다.

$$\Delta HbO_2 = \alpha_1 \Delta OD_j^{\lambda_1} - \alpha_2 \Delta OD_j^{\lambda_2}$$

$$\Delta Hb = \alpha_3 \Delta OD_j^{\lambda_1} - \alpha_4 \Delta OD_j^{\lambda_2}$$

$$\Delta BV = \Delta HbO_2 + \Delta Hb$$

여기서 $\alpha_1 - \alpha_4$ 변수이고 파장과 관련된다.

파장이 λ_1 일 때 α_1 는 -1.6~-2.5, α_3 은 2.6~3.85이고

파장이 λ_2 일 때 α_3 는 -2.5~-3.6, α_4 은 0.6~1.6이고

하기 수학식을 이용하여 인체 국부조직 옥시헤모글로빈 $HbO_2(t_0)$ 과 디옥시헤모글로빈의 농도 $Hb(t_0)$ 을 얻는다.

$$rSO_2(t_0) = \frac{[HbO_2(t_0)]}{[HbO_2(t_0)] + [Hb(t_0)]}$$

$$rSO_2(t_i) = \frac{[HbO_2(t_0) + \Delta HbO_2]}{[HbO_2(t_0) + \Delta HbO_2] + [Hb(t_0) + \Delta Hb]}$$

$$[HbO_2(t_i)] = [HbO_2(t_0) + \Delta HbO_2]$$

$$Hb(t_i) = [Hb(t_0) + \Delta Hb]$$

본 발명의 또 다른 면에 따른 근육 조직 산소 대사 능력을 검측하는 방법은 하기 단계를 포함한다. 검측대상이 자전거상에 서 일정한 시간 정지한후 심박수HR와 혈량변화 ΔBV 를 검출하는 단계, 검측대상에게 부하가 점차 증가되는 운동을 시키 며 청구항10의 방법을 이용하여 근육조직 옥시 헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈을 검출하는 단계, 상기 근육조직 옥시 헤 모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 검출결과에 의하여 각 단계 부하하에서의 운동과정의 혈량변화 ΔBV_j 을 계산하는 동시에 각 단계 부하하에서의 심박수HR를 검출하는 단계, 및 각 단계 부하하에서의 심박수변화 ΔHR_j 를 계산하여 하기 수학식

$$\alpha_{xy} = \frac{\Delta BV_j}{\Delta HR_j} \quad (\text{여기서 } j \text{는 운동부하의 단계 수를 표시})$$

에 의하여 근육조직산소대사능력을 평가하는 파라미터 α_{xy} 얻는 단계를포함하는 근육조직의 산소대사능력을 검출하는 방 법을 제공한다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 혈량변화를 검출함에 있어서 외층조직의 두께를 검출하는 단계, 검출한 외층조직의 두께에 의하여 복수개 광원중의 하나를 선택하는 단계, 선택한 광원에서 발광된 빛이 측정하고자 하는 인체조직을 통하여 난반사 한후의 광강도값을 검출하는 단계, 검출한 광강도값을 이용하여 선택한 광원과 광전검측기의 중심거리에서의 광밀도값을 계산하는 단계, 혈중산소상태가 시간에 따른 변화과정에서 2개 인접한 샘플링간격의 광밀도값 $OD_{t_1}^{\lambda_1}$ 의 차 $\Delta OD_{t_1}^{\lambda_1}$, $\Delta OD_{t_1}^{\lambda_1} = OD_{t+1}^{\lambda_1} - OD_{t_1}^{\lambda_1}$ (여기서 $OD_{t_1}^{\lambda_1}$ 와 $OD_{t+1}^{\lambda_1}$ 는 각각 파장이 λ_1 일때 t시각과 그후의t+ 1시각의 광밀도값의 차)를 검출하 는 단계, 및 하기 수학식

$$\Delta HbO_2 = \alpha_1 \Delta OD_{t_1}^{\lambda_1} - \alpha_2 \Delta OD_{t_1}^{\lambda_2}$$

$$\Delta Hb = \alpha_3 \Delta OD_{t_1}^{\lambda_1} - \alpha_4 \Delta OD_{t_1}^{\lambda_2}$$

$$\Delta BV = \Delta HbO_2 + \Delta Hb$$

을 이용하여 혈중산소상태가 시간에 따른 변화과정에서 인접한 2개 샘플링간격 시각에 옥시헤모글로빈의 농도변화 ΔHb 와 혈량변화 ΔBV 를 계산하는 단계를 포함한다.

여기서 $\alpha_1 - \alpha_4$ 변수이고 파장과 관련된다.

파장이 λ_1 일때 α_1 는-1.6~-2.5, α_3 은 2.6~3.85이고,

파장이 λ_2 일때 α_3 는-2.5~-3.6, α_4 은 0.6~1.6이고,

본 발명의 한 실시예에 있어서 하기 수학식을 이용하여 ODk를 계산한다.

$$OD_k = \log \frac{I_k}{I_{kr}}$$

여기서 k=1, 2, 3,...는 복수개의 상이한 광원을 표시한다.

I_{kr} 는 상이한 위치의 광원에서 발광된 빛이 측정하고자 하는 인체 국부조직에 의해 난반사된후 광전검측기로 검출한 난반 사된 빛의 광강도값이고,

I_k 는 복수개 광원에서 발광된 빛의 광강도값이다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 초음파방법으로 외측조직의 두께를 검출한다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 각 단계 부하는 50W이다.

본 발명의 또 다른 면에 따른 일종의 인체 조직 혈중 산소 파라미터 검측 장치는 복수개의 광원과, 상기 복수개의 광원에서 빛이 측정하고자 하는 인체조직을 통하여 난반사한후의 광강도값을 검출하기 위한 광전검측기, 및 상기 광강도값을 처리하여 인체혈중산소의 신진대사 파라미터를 얻는 마이크로제어기를 포함하며 마이크로제어기는 복수 경로 구동 회로를 통하여 광원과 연결되어 광원을 구동하여 발광하게 하며, 마이크로제어기는 서로 연결된 A/D컨버터, 샘플링 유지회로, 프리앰플을 순서로 통과하여 상기 광전검측기의 출력단과 연결한다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 복수 경로 구동 회로는 발광다이오드를 포함한다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 상기 복수개 광원과 광전검측기는 일직선상에 있으며 상기 광전검측기는 상기 복수개 광원의 동일측에 위치한다.

본 발명의 한 실시예에 있어서 상기 복수개 광원은 발광다이오드이다.

본 발명은 피검출값이 혈중산소의 포화도의 절대값이라는것을 명확하게 주었고 "혈중산소" 파라미터와 같은 불명한 개념이 아니다. 조직의 혈중산소 포화도의 절대값을 알아야만 환자의 혈액순환상태가 정상적인가를 확실히 판단할수 있기에 이 파라미터는 임상에서 더욱 의미가 있다. 또한 외측조직의 두께는 혈중산소의 파라미터 에러를 일으키는 중요한 요소이기에 본 발명은 복수광원과 하나의 검측기를 적용하여 이러한 영향을 제거할수 있다.

실현하는 방법의 각도로부터 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈이 흡수하는 스펙트럼을 이용하는것은 본 기술영역에서 많은 검측기술의 공동한 점이지만 본발명의 특징은 아래와 같다.

1. 일직선상에 배열한 복수개의 광원과 하나의 검측기를 사용하는 방법으로서 검출정밀도를 높일수 있을뿐만 아니라 조절하기에 편리하다.
2. 생물조직의 높은 난반사성을 고려하여 반경험 수학식을 제출하였으며 이런것은 모두 국내외의 종래특허에서 제출한 방안과 구별된다.
3. 짧은 시간 산소를 호흡할때 검출할수 있는 신생아의 뇌부 국부 포화도와 산소를 호흡하지 않았을 때의 포화도값에 의거하여 국부조직 혈중의 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 농도를 계산한다.
4. 운동부하가 점차 증가될때 자전거상에 각 단계 운동 부하를 설치하여 계산해낸 각 단계 운동 부하하에서의 ΔHbO_2 , ΔHb 의 값을 가권 (weighting)가산하여 혈량변화값 ΔBV 을 얻고 종래기술의 심박기를 이용하여 각 단계운동중의 심박수 HR를 기록하고 HR는 심장의 혈공급능력을 반영할수 있으며, 각 단계 부하 ΔHR 의 변화량 ΔHR 을 계산하며 또한 대표 조직의 혈중산소 신진대사능력의 파라미터 oxy의 값을 계산한다.

종래기술과 비교할때 본 발명의 구별특징은 아래와 같다.

- (1) 본 발명은 조직 혈중산소의 포화도, 국부조직 옥시헤모글로빈 및 디옥시헤모글로빈 농도를 검출하며 보편적으로 말하는 "혈중산소파라미터"가 아니다.
- (2) 본 발명은 복수개의 광원과 하나의 검측기를 사용하는 방법으로서 하나의 광원과 복수개의 검측기를 사용하는 방법과 구별되며 신호 대 잡음(S/N)비율이 높고, 시스템이 간단하다.
- (3) 본 발명은 이용할수 있는 외측조직 조건하에서 조직혈중산소 포화도값을 정확히 검출할수 있는 경험 수학식을 주었다.
- (4) 순수 산소를 짧은 시간 호흡할때 국부뇌조직 혈중산소포화도의 변화파라미터를 얻고 국부조직 산소포화도의 변화에 의거하여 국부조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 농도를 가늠한다.

(5) 외층조직의 두께를 파라미터로 하여 광원과 검측기의 거리를 적절히 선택하여 외층조직의 영향을 감소하며, 운동중 혈중산소의 신진대사능력을 종합적으로 반영하는 파라미터를 도출한다. 이 파라미터는 국부조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 변화량과 관련되며 심장의 혈공급능력, 및 혈공급의 분배능력을 반영할 수 있다.

아래의 도면과 결합하여 본 발명에 대한 상세한 설명은 본 발명의 목적 및 특징과 잇점을 더욱 돌출하게 한다.

이하 본 발명의 방법과 장치를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다.

도 2는 본 발명의 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터 검출장치의 원리를 나타내는 표시도다. 도 2에서 제시한 바와 같이 검출장치는 3개의 광원(1, 2, 3)과 하나의 검측기(4)를 포함한다. 도면부호(1)은 광전검측기(OPSU4)부터의 거리가 (r1)인 광원(LS1)를 표시하며, 도면부호(2)는 광전검측기OPSU(4)부터의 거리가 (r2)인 광원(LS2)를 표시하며, 도면부호(3)은 광전검측기OPSU부터의 거리가 (r3)인 광원(LS3)를 표시하며, 도면부호(4)는 광전검측기(OPSU)를 표시하며, 도면부호(5)는 제1층조직을 표시하고 (T1)로 표시하며, 도면부호(6)는 제2층조직을 표시하고 (T2)로 표시하며, 도면부호(7)은 제3층조직을 표시하고 (T3)로 표시한다. 인체근육조직 혈중산소의 신진대사 파라미터 검출에서 사용하는 조직모형중 (T1)은 피부이고 (T2)는 근육피하조직이고 (T3)은 근육조직이다. 인체뇌혈중산소의 신진대사 검출에서 사용하는 조직모형에서 (T1)은 피부이고 (T2)는 두개골이며 (T3)은 뇌조직(회질과 백질)이다. (b1, b2, b3)은 각각 광자이동의 궤도를 표시한다.

도 2에서 도시하는바와 같이 깊이가 상이한 조직을 검출할때 3개광원(1, 2및3)을 각각 광전검측기(OPSU4)와 상이한 거리에 있는 위치에 설치한다. 광원(1, 2및3)은 광전검측기(OPSU4)와 일직선으로 배열되는것이 바람직하다. 광전검측기(4)는 광원(1, 2및3)과 동일측에 위치하여 광원(1, 2및3)을 이용하여 각각 상이한 조직을 검출하게 하는것이 더욱 바람직하다. 여기서 광원(1, 2및3)으로부터 광전검측기(4)까지의 거리는 (r1, r2및r3)이다. 광원(1, 2및3)은 발광다이오드인것이 바람직하다. 광원(1, 2및3)은 적색광과 적외광을 발광할수 있다.

본 발명에 있어서 서로 인접한 광원의 중심거리는 5mm~10m이며 광전검측기와 각 광원의 중심거리는 30mm~50mm이며, 외층조직이 근육의 지방층인 경우 근육조직 혈중산소의 파라미터를 측정할때 지방층두께가15mm를 초과하면 광전검측기와 각 광원의 중심거리는 적어도 50mm이고 아니면 적어도 40mm이다. 부하가 점차 증가되는 운동중에서 조직 혈중산소의 신진대사 능력의 파라미터oxy를 얻는다.

도 2에서 광원(3)이 발광하여 광전검측기(OPSU4)로 검출한것은 주로 (T1)층의 정보이다. 광원(2)가 발광하여 (OPUS4)로 검출한것은 (T1)과 (T2)층의 정보이다. 광원(1)이 발광하여 (OPUS4)로 검출한것은 주로 (T1), (T2)및(T3)층의 정보이다.

도 2에 도시한바와 같이 측정하고자 하는 조직의 상이한 위치에 설치한3개 광원(1, 2및3)은 차례로 0.5ms미만의 시간간격내에 각각 2가지 상이한 파장의 빛을 발광한다. 광원(1, 2 및 3)에서 발광된 빛이 인체조직 심층구조 조직을 통과하여 난반사한후의 광강도값을 순서에 따라 광전검측기(4)로 검출하여 광밀도값OD를 계산하며 측정하고자 하는 심층국부조직 혈중산소의 포화도, 국부조직의 옥시헤모글로빈, 및 디옥시헤모글로빈의 농도를 계산하여 근육조직 산소 신진대사능력을 평가할수 있는 파라미터 oxy로 한다.

도 3은 헤모글로빈의 흡수 스펙트럼을 표시한다.

도 4A를 참조하여 본 발명에 의하여 인체조직 혈중산소의 포화도rSO2 를 검출하는 방법을 설명한다. 도 4A는 본 발명에 의하여 인체조직 혈중산소의 포화도 rSO2 를 검출하는 방법의 순서도이다.

우선 단계(S1)에서 (초기화) 에서 3개 광원(1, 2, 3)을 측정하고자 하는 조직표면의 3개 상이한 위치에 고정한다. 마이크로제어기의 제어하에서 각 광원을 구동하여 순차적으로 발광하며 순서에 따라 광전검측기(4)로 각 광원에서 발광된 빛이 측정하고자 하는 인체 국부조직에 의해 난반사한후의 광강도값을 측정한다(단계1).

그 다음 단계(S2)에서 아래 광밀도값 수학적식에 의해 광전검측기부터 상이한 검출거리에 있는 광밀도값 ODk를 계산한다.

$$OD_k = \log \frac{I_k}{I_{kr}}$$

여기서 k=1, 2, 3, 3개 상이한 광원을 표시하며,

I_{kr} 는 상이한 위치의 광원에서 발광된 빛이 측정하고자 하는 인체 국부조직에 의해 난반사된후의 광강도값이고,

I_k 는 3개 광원에서 발광된 빛의 광강도이다.

단계(S3)에서 상기 측정결과에 의거하여 측정하고자 하는 심층 국부조직의 산소포화도 rSO2를 계산하여 표시함과 동시에 저장한다. 여기서 단계(2)는 아래와 같은 부단계를 포함한다.

1) 동일한 측정주기내이지만 상이한 검출거리에서 검출한 광밀도값을 감산하여 차이를 구한다.

$$\Delta OD_2^{\lambda_j} = OD_2^{\lambda_j} - OD_1^{\lambda_j},$$

$$\Delta OD_1^{\lambda_j} = OD_3^{\lambda_j} - OD_2^{\lambda_j}$$

여기서 j=1, 2는 각각 상이한 파장을 표시한다. 따라서 λ_1, λ_2 는 각각 상이한 파장의 광파파장을 표시하며,

$\Delta OD_2^{\lambda_j}$ 은 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값과 제1광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값의 차이를 표시하며,

$\Delta OD_1^{\lambda_j}$ 은 제3광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 광밀도값과 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값의 차이를 표시한다.

2) 하기 수학적식으로 측정하고자 하는 심층국부조직의 혈중산소 포화도rSO2를 계산한다.

$$rSO_2 = C \left(\frac{\Delta OD_1^{\lambda_1}}{\Delta OD_1^{\lambda_2}} \right)^2 + B_1 \left(\frac{\Delta OD_1^{\lambda_1}}{\Delta OD_1^{\lambda_2}} \right) + B_2 \left(\frac{\Delta OD_2^{\lambda_1}}{\Delta OD_2^{\lambda_2}} \right) + A$$

여기서 C:0.16~0.25, B1:-1.66~-2.5, B2:-0.13~-0.25, A:1.8~2.7 이다.

이하 도 4B를 참조하여 본 발명에 따른 국부조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 농도를 검출하기 위한 방법을 설명한다. 도 4B는 본 발명에 따른 국부조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 농도를 검출하기 위한 방법의 순서도이다.

우선 신생아가 산소호흡하지 않고 안정상태에 있을때 아래 단계에 따라 조직산소포화도rSO2(t0)를 검출하며 아래의 부단계를 포함한다.

(1.1) 3개 광원(1, 2, 3)을 측정하고자 하는 조직표면의 3개 다를 위치에 고정한다.

(1.2) 마이크로제어기의 제어하에서 각 광원을 구동하여 순서에 따라 발광하며 광전검측기(4)로 각 광원에서 발광된 빛이 측정하고자 하는 인체 국부조직에 의해 난반사한후의 광강도값을 측정한다(단계S11).

(1.3) 하기 광밀도값 수학적식에 의해 광전검측기로부터의 상이한 검출거리의 광밀도값 ODk를 계산한다(S12).

$$OD_k = \log \frac{I_k}{I_{kr}}$$

여기서 k=1, 2, 3은 서로 상이한 3개광원을 표시하고,

I_{kr} 는 상이한 위치의 광원에서 발광된 빛이 측정하고자 하는 인체 국부조직에 의해 난반사된후의 광강도값이고,

I_k 는 3개 광원에서 발광된 빛의 광강도이다.

(1.4) 동일한 측정주기내이지만 상이한 검출거리에서 검출한 광밀도값을 서로 감산하여 차이를 구한다.

$$\Delta OD_2^{\lambda_j} = OD_2^{\lambda_j} - OD_1^{\lambda_j},$$

$$\Delta OD_1^{\lambda_j} = OD_3^{\lambda_j} - OD_2^{\lambda_j}$$

여기서 $j=1, 2$ 는 각각 상이한 파장을 표시한다. 즉 λ_1, λ_2 는 각각 상이한 파장의 광파파장을 표시하며,

$\Delta OD_2^{\lambda_j}$ 은 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값과 제1광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값의 차이를 표시하며,

$\Delta OD_1^{\lambda_j}$ 은 제3광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값과 제2광원이 발광하는 파장이 λ_j 인 빛의 광밀도값의 차이를 표시한다.

(1.5) 하기 수학적식으로 측정하고자 하는 심층국부조직의 혈중산소포화도 rSO_2 를 계산한다(단계S14).

$$rSO_2 = C \left(\frac{\Delta OD_1^{\lambda_1}}{\Delta OD_1^{\lambda_2}} \right)^2 + B_1 \left(\frac{\Delta OD_1^{\lambda_1}}{\Delta OD_1^{\lambda_2}} \right) + B_2 \left(\frac{\Delta OD_2^{\lambda_1}}{\Delta OD_2^{\lambda_2}} \right) + A$$

여기서 $C:0.16 \sim 0.25$, $B_1:-1.66 \sim -2.5$,

$B_2:-0.13 \sim -0.25$, $A:1.8 \sim 2.7$ 이다.

신생아에게 일정한 시간 산소호흡을 시킨후 또다시 상기단계에 따라 $rSO_2(t_i)$ 를 검출하고 계산하여 기록한다(단계S11, S12, S13및S14).

그 다음 신생아에게 일정한 시간동안(60초) 산소호흡을 시킨후 산소호흡을 정지하고 또 일정한 시간이 지난후 상기단계로 rSO_2 를 검출 하고 계산하여 기록하고 검출을 종료한다(단계S15와S16).

마지막으로 하기 수학적식을 이용하여 국부조직 옥시 헤모그로빈 [HbO_2]과 디옥시헤모글로빈의 농도 [Hb]를 계산한다(단계S16). 여기서 이단계는 아래와 같은 부단계를 포함한다.

혈중산소상태의 시간에 따른 변화과정에서 2개 인접한 샘플링간격의 광밀도값 OD^{λ} 의 차,

$$\Delta OD_j^{\lambda_j} = OD_{t+1}^{\lambda_j} - OD_t^{\lambda_j}$$

여기서 $OD_t^{\lambda_j}$ 와 $OD_{t+1}^{\lambda_j}$ 는 각각 파장이 λ_j 일때 t 시각과 그후의 $t+1$ 시각의 광밀도값의 차이이고,

혈중산소상태가 시간에 따른 변화과정에서 2개의 인접한 샘플링간격 시각에서 옥시헤모글로빈의 농도변화는 ΔHbO_2 이고 디옥시헤모글로빈의 농도변화는 ΔHb 이고 혈량변화는 ΔBV 이며, 하기 수학적식으로 계산할수 있다.

$$\Delta HbO_2 = \alpha_1 \Delta OD_j^{\lambda_1} - \alpha_2 \Delta OD_j^{\lambda_2}$$

$$\Delta Hb = \alpha_3 \Delta OD_j^{\lambda_1} - \alpha_4 \Delta OD_j^{\lambda_2}$$

$$\Delta BV = \Delta HbO_2 + \Delta Hb$$

여기서 $\alpha_1 - \alpha_4$ 는 상수이고 파장과 관련된다.

파장이 λ_1 일때 α_1 는 $-1.6 \sim -2.5$ α_3 은 $2.6 \sim 3.85$ 이고

파장이 λ_2 일때 α_2 는 $-2.5 \sim -3.6$ α_4 은 $0.6 \sim 1.6$ 이다.

그 다음 하기 수학적식을 이용하여 인체 국부조직 옥시헤모글로빈[HbO₂] 과 디옥시헤모글로빈의 농도[Hb]를 얻는다.

$$rSO_2(t_0) = \frac{[HbO_2(t_0)]}{[HbO_2(t_0)] + [Hb(t_0)]}$$

$$rSO_2(t_i) = \frac{[HbO_2(t_0) + \Delta HbO_2]}{[HbO_2(t_0) + \Delta HbO_2] + [Hb(t_0) + \Delta Hb]}$$

$$[HbO_2(t_i)] = [HbO_2(t_0) + \Delta HbO_2]$$

$$Hb(t_i) = [Hb(t_0) + \Delta Hb]$$

여기서 상기 2개 수학적식중에서 rSO₂(t₀), rSO₂(t_i) , ΔHbO₂, ΔHb는 이미 알고 있으며 HbO₂(t₀), Hb(t₀) 2개 변수밖에 없기에 이것을 계산할수 있다(여기서HbO₂(t₀), Hb(t₀) 는 수학적식으로 표현해야 할것이다).

이하 도 4C를 참조하여 본 발명에 따른 인체조직 혈중산소포화도rSO₂를 검출하는 방법을 설명한다. 도 4C는 본 발명에 따른 인체조직 혈중산소의 신진대사능력을 대표하는 파라미터oxy값을 검출하기 위한 방법을 묘사하는 순서도이다.

본 발명에 따르면 일정한 운동부하에서 검출한 옥시헤모글로빈 변화량(ΔHbO₂)과 디옥시헤모글로빈변화량(ΔHb) 및 심박수의 변화를 근육조직 산소신진대사능력을 평가하는 파라미터로 할수 있으며 이 파라미터는 oxy로 표시한다.

우선 검측대상과 측정부위에 따라 초음파방법으로 외층조직의 두께를 측정하고 또한 외층조직의 두께에 따라3개 광원으로 부터 광전검측기와의 거리가 d인 광원을 선택한다(단계S21, S22및S23).

그 다음 검측대상이 자전거상에서 1분간 정지한후 통상적으로 사용하는 심박수측정기로 심박수HR를 측정하고 ΔBV의 기준선값을 기록하며 (단계S24), 아래 단계를 거쳐 ΔBV를 검출하고 계산하다.

1) 이미 선택한 발광관과 광전접수관의 중심거리에서의 광밀도값 OD^{λ_i}

i=1,2

$$OD^{\lambda_i} = \log \frac{I_k^{\lambda_i}}{I_{kr}^{\lambda_i}}$$

여기서 I_k는 광원공률이고 I_{kr}는 입사광이 생물조직을 통과하여 확산반사된후 광전접수관이 접수한 광공률이다.

2) 혈중산소상태가 시간에 따른 변화과정에서 2개 인접한 샘플링간격의 광밀도값 OD^{λ_i} 의 차 $\Delta OD^{\lambda_i}_f$,

$$\Delta OD^{\lambda_i}_f = OD^{\lambda_i}_{t+1} - OD^{\lambda_i}_t$$

여기서 $OD^{\lambda_i}_t$ 와 $OD^{\lambda_i}_{t+1}$ 는 각각 파장이 λ_i 일때 t시각과 그후의t+ 1시각의 광밀도값의 차이다.

3) 혈중산소상태가 시간에 따른 변화과정에서 2개 인접한 샘플링간격 시각에서 옥시헤모글로빈의 농도변화는 ΔHbO_2 이고 디옥시헤모글로빈의 농도변화는 ΔHb 이고 혈량변화는 ΔBV 이며, 하기 수학식으로 계산할수 있다.

$$\Delta HbO_2 = \alpha_1 \Delta OD_f^{\lambda_1} - \alpha_2 \Delta OD_f^{\lambda_2}$$

$$\Delta Hb = \alpha_3 \Delta OD_f^{\lambda_1} - \alpha_4 \Delta OD_f^{\lambda_2}$$

$$\Delta BV = \Delta HbO_2 + \Delta Hb$$

여기서 $\alpha_1 - \alpha_4$ 는 상수이고 파장과 관련된다.

파장이 λ_1 일때 α_1 는 $-1.6 \sim -2.5$

α_3 은 $2.6 \sim 3.85$ 이고

파장이 λ_2 일때

α_2 는 $-2.5 \sim -3.6$

α_4 은 $0.6 \sim 1.6$ 이고

근육조직 혈중산소의 신진대사를 평가하는 동적 파라미터를 얻기 위하여 피측정자는 각 단계 50W으로 부하가 점차 증가되는 운동을 하며 각 단계 부하하에서의 운동과정의 ΔBV 의 값을 기록하고 각 단계부하하에서의 심박수HR를 동기기록한다.

마지막으로 각 단계 부하 ΔBV 의 변화량 ΔBV_j 를 계산하며 각 단계부하 ΔHR 의 변화량 ΔHR_j 를 계산해내며 조직혈중산소의 신진대사능력을 대표하는 파라미터oxy를 계산한다.

$$oxy = \frac{\Delta BV_j}{\Delta HR_j}$$

여기서 j는 운동부하의 단계 수(progression)을 표시한다.

이하 도 5, 6및7을 참조하여 본 발명의 검출장치를 설명한다. 도 5는 본 발명에 따른 검출장치의 회로 블록도이다. 도 6은 본 발명에 따른 광전검측기를 나타내는 외관도이다. 도 7은 본 발명에 따른 검출장치를 나타내는 외관도이다.

도 5에서 도시하는바와 같이, 장치는 광전검측기(11), 프리앰프회로(16), A/D컨버터, 삽입(embed)식마이크로제어기(12), 외부SRAM(15), 액정디스플레이(14), 터치패널(13)으로 시스템을 구성한다. 마이크로제어기(12)는 AT89C52를 사용하고 광전검측기OPUS(16)는 실리콘광전지를 사용하고 액정디스플레이(14)의 해상도는 320*240이고, 하나의 1024*1024인 터치패널을 사용한다. 본 발명에 따른 검출장치는 3개 광원(1, 2)와(3),하나의 광전검측기(4), 그리고 3경로(路)로 발광하는 다이오드 구동 회로(11)를 통하여 각 광원(1, 2및3)과 연결한 마이크로제어기(12)를 포함하며, 여기서 마이크로제어기(12)는 서로 연결된 A/D컨버터(19), 샘플링유지회로(18), 프리앰프(17)를 순서로 통과하여 상기 광전검측기(1)의 출력단과 연결한다.

도 6에서 도시한바와 같이, 3개 광원(1, 2)와 (3)은 광전검측기(4)로부터 서로 상이한 거리에 분포되었으며 광전검측기(4)와 직선배열된다. 본 발명은 상이한 위치에서 측정한 복수개 광밀도값에 의하여 또한 주어진 경험 수학식을 이용하여 이에 대하여 계산하여 국부부위의 조직 산소포화도를 얻는다.

도 7에서 도시한바와 같이 프로부(8)는 프러그(plug)(9)를 기구(10)에 연결하고 (13)은 액정터치패널이고 (12)는 리셋 누름 단추이다.

바람직한 실시예에서 광원은 3개의 LED와 하나의 OPUS가 상이한 거리에 있고 (일직선이 되고 LED는 각각), 3개의 LED는 광전검측기(OPUS4)와 각각 20mm, 30mm, 40mm사이두고 있다. 광전검측기(OPUS4)로 광강도의 변화를 검출한다. 실리콘광전지(OPUS)는 프리 앰프(TLC27L4)에 연결되고 마이크로제어기(AT89C52)는 샘플링 유지기(LF398)를 제어하여 동작하게 하며 A/D(TLC2543)컨버터를 스타트하고, 변환결과를 읽고 샘플링값을 저장한다. 마이크로제어기는 광원(LS)을 구동하여 발광하게 하며 OPUS로 검출한 A/D컨버터값을 메모리칩(6264)에 저장한다. 상기의 잇점은 채널의 일치성이 좋으며 데이터가 비교성을 가지게 한다.

본 발명의 프로부에 3개의 LED가 있다. 전체조직중에서 생물조직의 흡수가 일정한 특징을 가지고 있으며 합당한 파장을 선택해야만 국부조직 산소포화도와 혈중산소의 농도변화를 잘 계산할수 있다. 상이한 조직의 검출중에서 파장 선택은 좀 다르며 근육혈중산소검출 700/880nm, 두부는780nm/840nm, 우리가 사용한 것은 700/880, 780nm/840nm인 유니트 LED이다. 생물조직에 아무런 데미지도 주지 않기 위해LED의 광공률은 10mW미만이어야 한다.

상기 본 발명방법과 구조에 대한 설명을 통하여 시스템 신호순서를 아래와 같이 정리할수 있다.

(1) 마이크로제어기가 LS구동수단에 제어신호를 발신하고 3개의 LED는 순서에 따라 발광한다. (2) 빛은 조직(도 2중의 5T1, 6T2, 7T3)을 지나 검출부위로부터 반사한다. (3)(OPUS)는 광강도를 검출하며 프리앰프에 연결된다. (4) 1로(路) 샘플링유지기는 신호를 샘플링하고 유지하며, A/D 컨버터에서 변환한 결과는 마이크로제어기로 제어하며 변환결과를 SRAM로부터 읽어 저장한다. (5) 마이크로제어기로 국부조직 산소포화도rSO2를 계산 및 표시한다.

마이크로제어기에서 3개 거리의 OD값을 계산하며 수학적식을 이용하여 rSO2를 계산한다.

도 8A는 본 발명검출방법에 의해 검출한 정상적인 신생아의 rSO2결과의 곡선도이고, 도 8B는 본 발명 검출방법에 의해 검출한 아기 환자의rSO2결과의 곡선도이고, 도 8C는 본 발명검출방법에 의해 혈액모형을 검출한 rSO2결과의 곡선도이고, 도 8D는 종래 기술의 검출방법에 의해 혈액모형을 검출한 rSO2결과의 곡선도이다.

본 발명을 이용하여 정상적인 갓난아기와 뇌병 걸린 갓난아기의 안정상태의 조직산소 포화도의 기초값을 측정함에 있어서 혈액모형중의 외층조직이 있을때 본 발명으로 검출한 혈중산소 포화도 변화값을 공개번호 US005632273A가 사용한 방법과 비교할 때 US005632273A가 사용한 방법은 측정범위가 제한되어서 18%~98%이며 도 8A-8B가 도시한바와 같다.

본 발명을 이용하여 정상적인 갓난아기와 뇌병 걸린 갓난아기의 안정상태에서의 산소호흡과정, 조직산소포화도, 변화과정을 측정하였다. Aspin-Welch을 통하여 정상적인 아기와 아기 환자의 차이가 현저하였다(P<0.005). 안정상태하에서 정상인 갓난아기의 두부국부(측정부위는 앞이마)의 헤모글로빈은89μmol/L이고 결과는 도 9A-9B에서 도시한바와 같다.

부하가 점차 증가되는 운동상황에서의 혈중산소 파라미터oxy를 검출하였고 종합적인 혈중산소 파라미터 oxy를 얻었다. 추가된 부하는 자전거에 설치된 프로그램을 통하여 부하를 0-50W-100W으로 증가시키는 방식을 취하였으며 결과는 도 10에서 도시한바와 같다.

당업자가 이해할수 있는바와 같이 본 발명은 3개이상의 광원을 사용하여 더욱 높은 정밀도를 얻을수 있다.

산업상 이용 가능성

본원 발명의 장치에 의하면, 인체 국부조직의 혈중산소포화도, 국부조직의 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 농도를 검출할 수 있으며, 근육조직의 산소 신진대사 능력을 평가하는 파라미터 oxy로 할 수 있다.

비록 앞에서 제일 실용적이고 바람직한 실시예를 결합하여 본 발명을 묘사하였지만 본 발명은 공개한 실시예에 제한되는 것이 아니라 본 발명은 첨부된 청구서의 사상과 범위내의 여러가지 수정과 동등한 설치를 포함하고 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래기술에서 일반적으로 사용하는 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터 검출장치의 표시도이고,

도 2는 본 발명에 따른 인체조직 혈중산소의 신진대사 파라미터 검출장치의 원리를 나타내는 표시도이고,

도 3은 헤모글로빈이 흡수하는 스펙트럼의 곡선도이고,

도 4A는 본 발명에 따른 인체조직 혈중산소의 포화도 rSO_2 를 검출하기 위한 방법을 묘사하는 순서도이고,

도 4B는 본 발명에 따른 인체 국부 조직 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 농도를 검출하기 위한 방법을 나타내는 순서도이고,

도 4C는 본 발명에 따른 인체조직 혈중산소의 신진대사 능력을 대표하는 파라미터값 oxy 를 검출하기 위한 방법을 묘사하는 순서도이고,

도 5는 본 발명에 따른 검출장치의 회로를 묘사하는 블록도이고,

도 6은 본 발명에 따른 광전검측기를 나타내는 외관도이고,

도 7는 본 발명에 따른 검출장치를 나타내는 외관도이고,

도 8A는 본 발명의 검출방법에 의해 검출한 정상적인 신생아의 rSO_2 결과 곡선도이고,

도 8B는 본 발명의 검출방법에 의해 검출한 아기 환자의 rSO_2 결과의 곡선도이고,

도 8C는 본 발명의 검출방법에 의해 혈액모형을 테스트한 rSO_2 결과의 곡선도이고,

도 8D는 종래 기술의 검출방법에 의해 혈액모형을 검출한 rSO_2 결과의 곡선도이고,

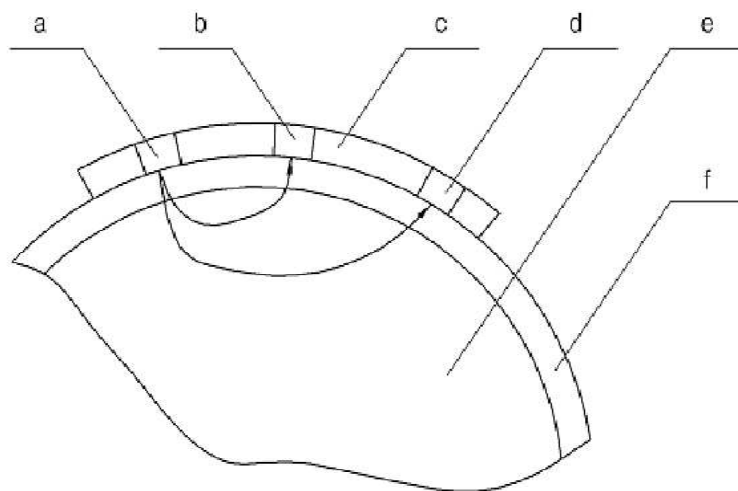
도 9A는 본발명의 검출방법에 의해 순수한 산소를 호흡한 상태에서 검출한 정상적인 신생아의 rSO_2 결과의 곡선도이고,

도 9B는 본발명의 검출방법에 의해 순수한 산소를 호흡한 상태에서 검출한 아기 환자의 rSO_2 결과의 곡선도이고,

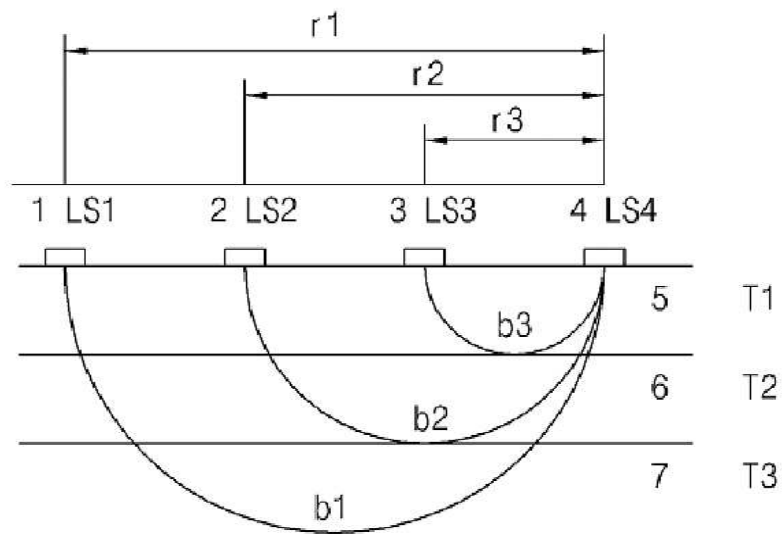
도 10는 본발명의 검출방법에 의해 부하가 점차 증가되는 운동중에서 검출한 조직 혈중산소 파라미터 OXY 의 곡선도이다.

도면

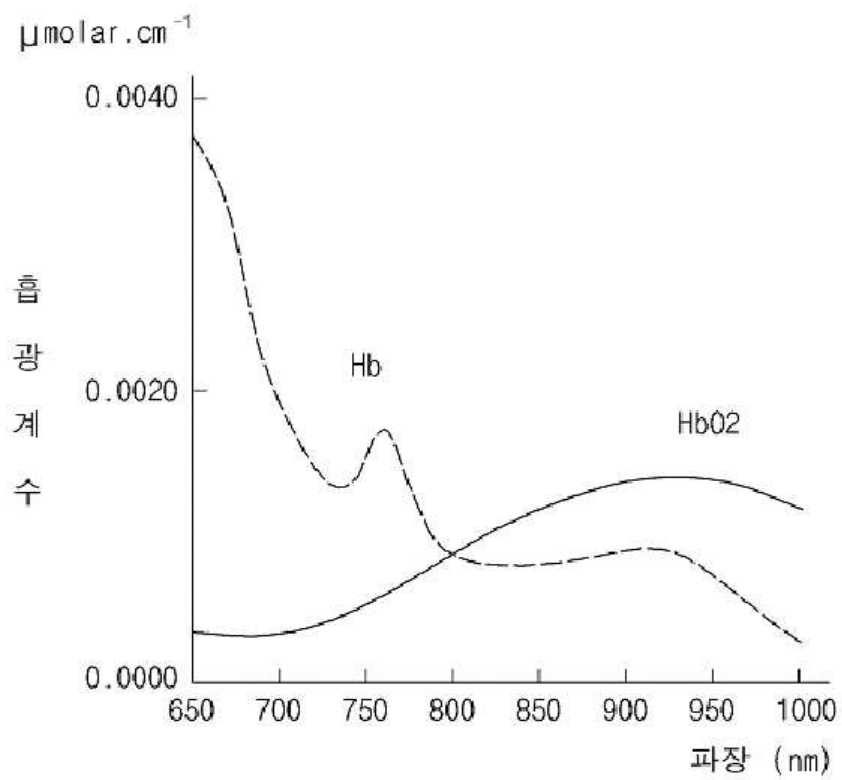
도면1



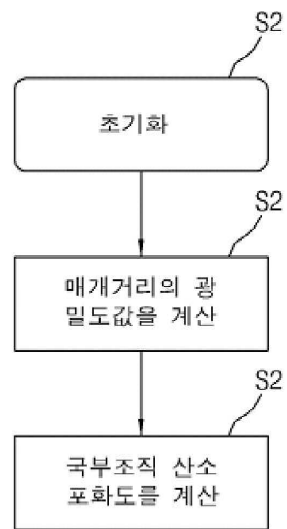
도면2



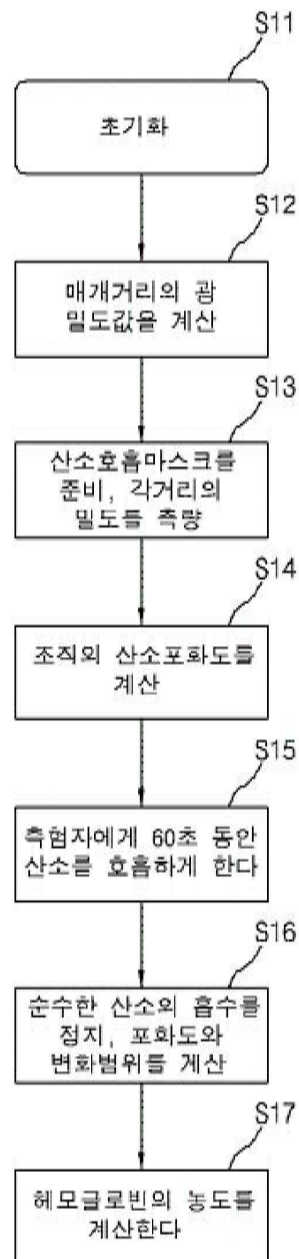
도면3



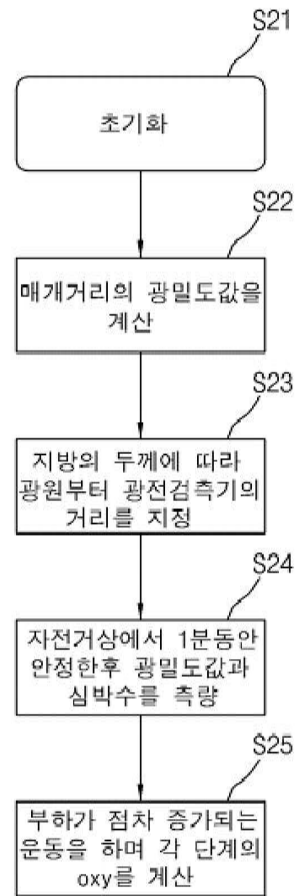
도면4a



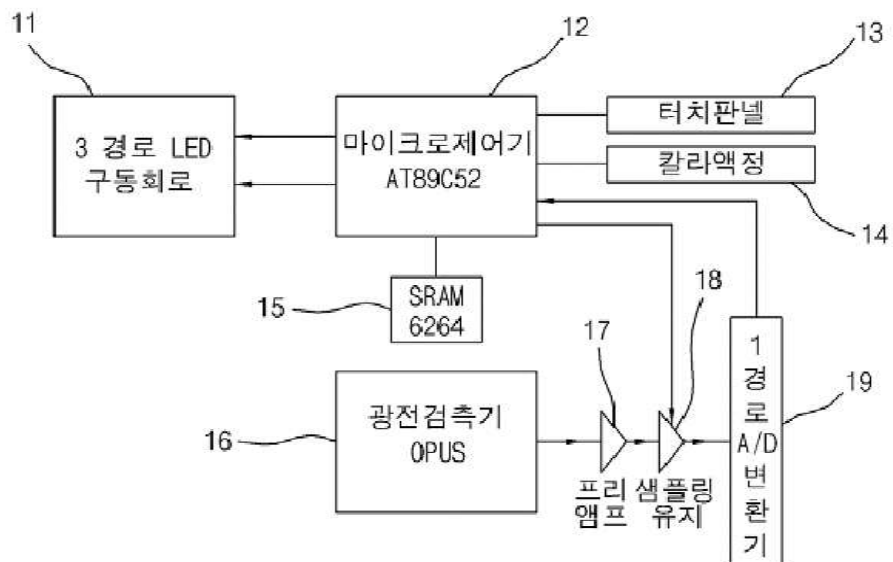
도면4b



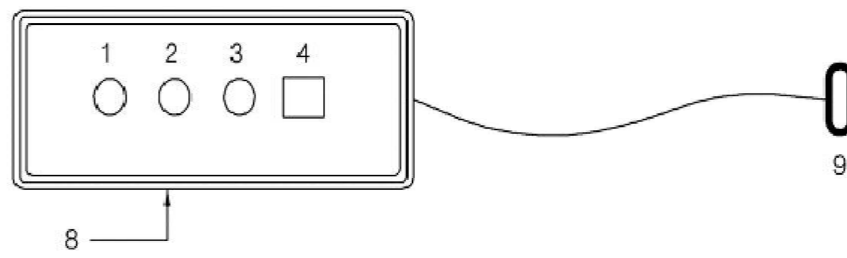
도면4c



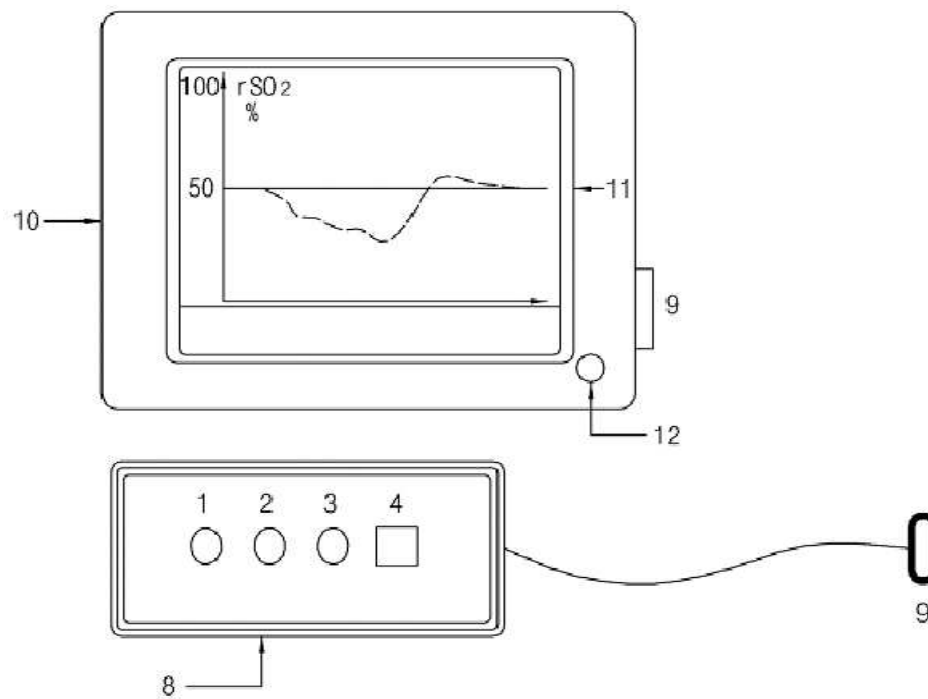
도면5



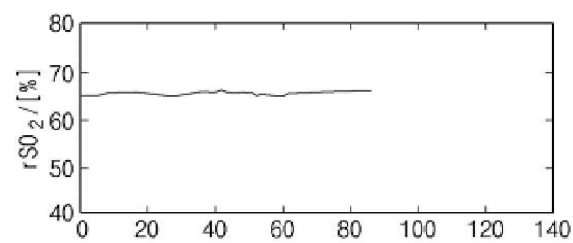
도면6



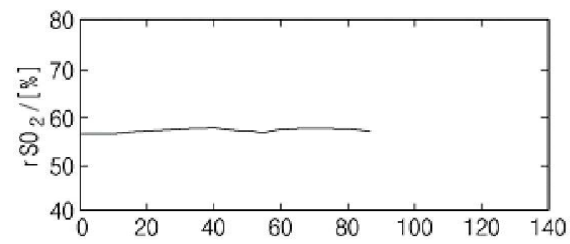
도면7



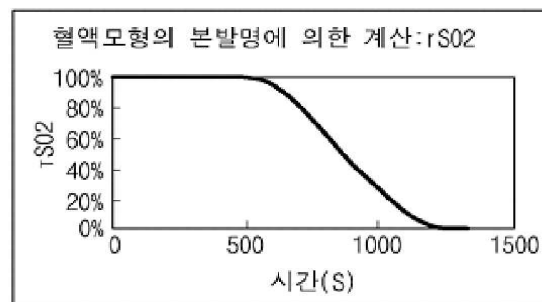
도면8a



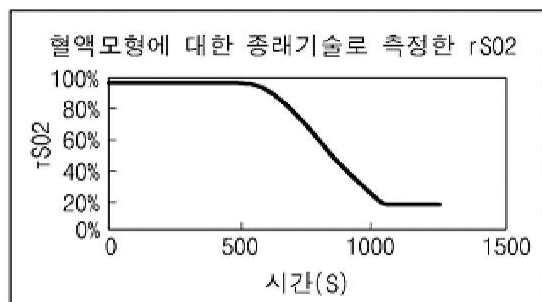
도면8b



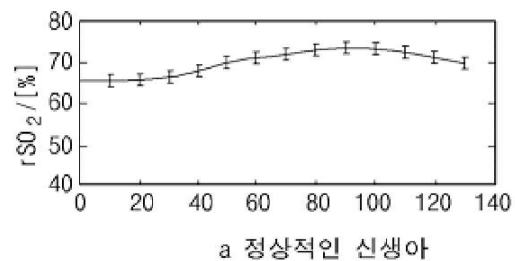
도면8c



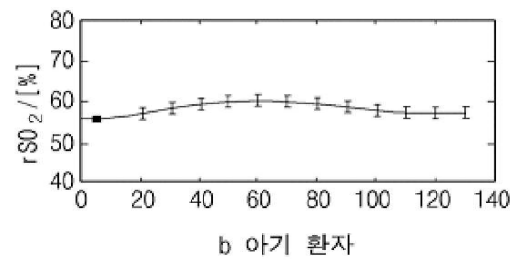
도면8d



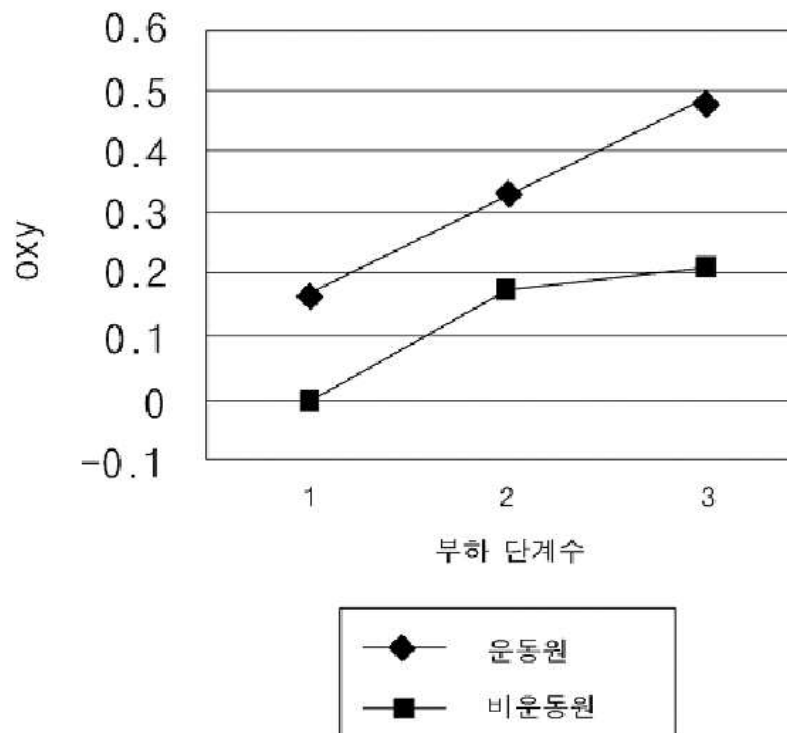
도면9a



도면9b



도면10



专利名称(译)	用于检测体内氧代谢参数的方法和装置		
公开(公告)号	KR1020060124616A	公开(公告)日	2006-12-05
申请号	KR1020067011264	申请日	2004-11-15
[标]申请(专利权)人(译)	清华大学		
申请(专利权)人(译)	清华学堂		
[标]发明人	DING HAISHU 딩하이수 WANG GUANGZHI 왕광지 HUANG LAN 후앙란 TENG YICHAO 텡이차오 ZHAO JUN 자오준 LI YUE 리유웨이		
发明人	딩,하이수 왕,광지 후앙,란 텡,이차오 자오,준 리,유웨이		
IPC分类号	A61B5/02 A61K31/7048 A61B5/00 G01N21/31 G01N21/35 G01N21/49		
CPC分类号	A61B5/14551 A61B2562/0242 G01N21/359 G01N21/49 G01N2021/1782 G01N2021/3144 G01N2021/3148		
代理人(译)	Sindongjun		
优先权	200310113534.7 2003-11-14 CN 200310115396.6 2003-11-21 CN		
其他公开文献	KR100823977B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种测量人体组织中血氧代谢参数的方法，包括以下步骤。放置在局部组织 (5,6,7) 的不同位置的至少三个光源 (1,2,3) 依次发光。由至少三个光 (1,2,3) 发射并由局部组织扩散的光的强度 (I_{kr}) 分别由放置在局部组织上的光电检测器 (4) 检测;可以通过处理光强度来获得饱和氧 (rSO₂) ，氧合血红蛋白 (HbO₂ (ti)) ，脱氧血红蛋白 (Hb (ti)) 和用于评估肌肉组织对氧代谢的能力的参数 (氧) 。本发明还公开了一种用于测量人体组织中血氧代谢参数的装置。©KIPO和WIPO 2007

