



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0022002
(43) 공개일자 2016년02월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 5/0488 (2006.01) G08B 21/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0107470

(22) 출원일자 2014년08월19일

심사청구일자 2014년08월19일

(71) 출원인

연세대학교 원주산학협력단

강원도 원주시 흥업면 연세대길 1

(72) 발명자

김영호

강원도 원주시 늘품로 199, 113동 703호 (반곡동, 반곡아이파크아파트)

김정윤

강원도 원주시 흥업면 세동길 13, 105동 1107호 (현대아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박영우

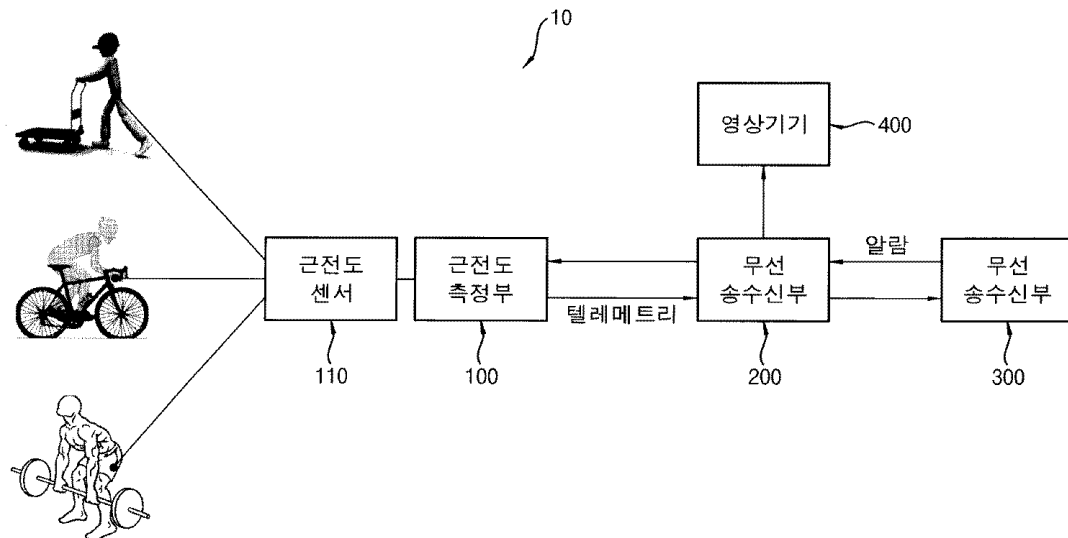
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 실시간 근피로도 경고 시스템 및 이를 위한 근피로도 측정 방법

(57) 요약

근피로도 경고 시스템 및 이를 위한 근피로도 측정 방법에서, 상기 근피로도 경고 시스템은 근전도측정부, 무선 송수신부, 영상기기 및 근전도분석부를 포함한다. 상기 근전도측정부는 사용자의 신체에 장착되어 근전도 신호를 측정하고, 상기 무선송수신부는 상기 근전도 신호를 무선으로 송수신하며, 상기 영상기기는 상기 사용자에게 상기 신체의 상태를 나타내며, 상기 근전도분석부는 상기 근전도 신호를 수신 및 분석하며, 일정 수치 이상의 근피로도 수치가 나타날 경우 상기 사용자에게 경고를 한다.

대표도



(72) 발명자

손종상

경상남도 창원시 마산회원구 내서읍 호원로 243, 702호 (정일맨션)

유제성

강원도 원주시 늘품로 38, 205동 405호 (단구동, 현진에버빌2차아파트)

안순재

강원도 원주시 흥업면 세동길 51, 104동 204호 (원주매지청솔아파트)

신이수

강원도 원주시 흥업면 세동길 51, 103동 801호 (원주매지청솔아파트)

김종만

강원도 원주시 흥업면 세동길 13, 105동 1107호 (현대아파트)

차백동

부산광역시 해운대구 양운로37번길 11, 104동 602호 (좌동, 현대아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 HI10C2017

부처명 보건복지부

연구관리전문기관 한국보건산업진흥원

연구사업명 임상연구인프라조성 사업

연구과제명 연세의료기기개발촉진센터

기 여 율 1/1

주관기관 연세대학교 원주산학협력단

연구기간 2010.05.01 ~ 2015.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

사용자의 신체에 장착되어 근전도 신호를 측정하는 근전도측정부;
상기 근전도 신호를 무선으로 송수신하는 무선송수신부;
상기 사용자에게 근피로도 상태를 나타내는 영상기기; 및
상기 근전도 신호를 수신 및 분석하는 근전도분석부를 포함하며,
일정 수치 이상의 근피로도 수치가 나타날 경우 상기 사용자에게 경고를 하는 근피로도 경고 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 근전도측정부는,
상기 신체의 근육에 부착되어 상기 근전도 신호를 측정하고 알람기능을 가진 근전도 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 근피로도 경고 시스템.

청구항 3

제2 항에 있어서,
상기 근전도 센서는,
상기 근전도 신호를 증폭시키는 연산증폭기(OP Amp);
상기 근전도 신호의 고주파 대역을 필터링하는 고역 통과 필터; 및
상기 근전도 신호의 저주파 대역을 필터링하는 저역 통과 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 근피로도 경고 시스템.

청구항 4

제3 항에 있어서,
상기 무선송수신부는,
상기 고역 통과 필터 및 상기 저역 통과 필터를 통과한 상기 근전도 신호를 상기 근전도분석부로 전송하는 것을 특징으로 하는 근피로도 경고 시스템.

청구항 5

제4 항에 있어서, 상기 근전도분석부는,
상기 근전도 신호를 수신하여 상기 저역 통과 필터를 통과한 근전도 신호가 상기 고역 통과 필터를 통과한 근전도 신호보다 일정 수치 이상 크고 상기 근피로도 수치가 일정 수치 이하로 낮은 경우 상기 무선송수신부에 알람 신호를 전송하는 것을 특징으로 하는 근피로도 경고 시스템.

청구항 6

제5 항에 있어서, 상기 근전도측정부는,
상기 무선송수신부로부터 상기 알람신호를 수신하여 상기 근전도 센서에 전송하는 것을 특징으로 하는 근피로도 경고 시스템.

청구항 7

제4 항에 있어서, 상기 근전도분석부는,

상기 무선송수신부로 상기 근피로도 수치를 포함한 상기 근전도 신호의 분석 정보를 실시간으로 상기 무선송수신부로 전송하는 것을 특징으로 하는 근피로도 경고 시스템.

청구항 8

제7 항에 있어서, 상기 영상기기는,

상기 무선송수신부로부터 상기 분석 정보를 수신하여 상기 사용자에게 상기 근피로도의 상태변화를 실시간으로 나타내는 것을 특징으로 하는 근피로도 경고 시스템.

청구항 9

사용자에게 부착된 근전도 센서에서 근전도 신호를 측정하는 단계;

상기 근전도 신호에서 분리되는 제1 근전도 신호가 저역 통과 필터를 통과하는 단계;

상기 근전도 신호에서 분리되는 제2 근전도 신호가 고역 통과 필터를 통과하는 단계;

상기 제1 및 제2 근전도 신호를 분석하여 근피로도 수치를 분석하는 단계; 및

상기 근피로도 수치가 일정 수치 이하인 경우 상기 사용자에게 경고하는 단계를 포함하는 근피로도 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 근피로도 경고 시스템 및 이를 위한 근피로도 측정 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 근전도 센서를 사용하여 실시간으로 근피로도를 측정하고 분석하여 근육의 무리한 사용을 방지하도록 경고를 하는 근피로도 경고 시스템 및 이를 위한 근피로도 측정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

최근에는 여가생활에 대한 관심과 건강관리 및 체형관리 차원으로 헬스 트레이닝, 유도, 복싱 및 수상스키 등의 다양한 신체활동을 즐기고 있다. 또한 근육을 무리하게 사용하는 운동선수들과 육체적 노동자들의 경우 과도한 근육의 사용으로 인해 근피로도가 누적되어 일시적인 근육의 능력이 저하되어 운동 중 부상이나 산업재해가 발생할 가능성이 있다. 그리고, 취미활동으로 인한 과도한 근육의 사용으로 피로가 쌓인 근육을 적절한 조치없이 방치를 하게 되면 근골격계 만성질환으로 발전하게 된다.

[0003]

상기와 같이 근피로도에는 단순한 근육손상의 문제뿐만 아니라 목숨과도 연결되는 문제이기 때문에 근피로도를 상시 체크하여 업무나 취미활동에 지장이 가지 않도록 실시간으로 근피로도를 측정하여 예방하는 것이 중요하다. 기존의 근피로도를 측정하기 위해서는 혈액 내 젖산의 농도변화를 측정하거나 근섬유의 전도속도 감소로 근전도의 주파수 영역이 고주파대역에서 저주파 대역으로 변화하는 것을 측정해야 한다. 그러나 상기 젖산농도변화를 이용한 측정방법은 혈액 샘플이 필요하고 침습적이며 반응속도가 느리고, 주파수를 이용한 방법은 비침습적이나 기존 주파수 분석으로는 정확도가 매우 낮다.

[0004]

보통 근피로도는 인간 근육의 피부 표면 근전(근육 활동 전위)을 감지하여 측정된 근전도(electromyogram)신호의 스펙트럼이 어느 주파수 영역에 분포되어 있는가와 그 퍼진 정도를 보면 판단할 수 있다. 여기서 근전도라 함은 골격근의 수축과 동시에 발생하는 활동전위변화를 도출하여 증폭 기록한 파형도를 말하고, 스펙트럼이라 함은 전자파나 기타 파동을 분광 장치로 파장 성분을 구분하여 파장에 따라 정렬시킨 것을 말한다. 한편 기존의 근피로도 측정 방법은 근피로도 수치를 계산하는데 시간이 오래 걸리는 단점이 있어서 실시간으로 근피로도를 측정하여 분석하는 것이 힘든 단점이 있다.

[0005]

이와 관련하여 대한민국 특허출원 제1998-0011384호는 AR모델링 기법을 이용하여 근전도 신호의 스펙트럼을 효율적인 분석을 통한 정확한 근피로도의 측정이 가능한 발명을 개시하고 있으며, 대한민국 특허 제10-1040109호는 열차가 기울어질 때 인체에서 반응하는 생체신호를 측정 및 분석하여 열차의 승차감 평가를 위한 데이터로 활용하는 발명을 개시하고 있으나, 상기 개시된 기술들은 정확한 근피로도를 측정하거나 근피로도의 측정을 데이터로 활용하는 방법을 제시하지만 실시간으로 근피로도를 측정하여 사용자에게 경고를 하여 근육의 손상을 방

지하는 기술은 제시하지 못하고 있다.

[0006] 따라서, 취미활동의 증가와 육체 노동의 안전성을 실시간으로 근육을 사용하는 사람들의 근피로도를 실시간으로 측정하고 분석하여 사용하는 근육의 상태를 피드백하는 시스템의 개발을 필요로 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이에, 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로 본 발명의 목적은 실시간으로 근피로도를 측정하고 무선으로 신호를 전송하는 소형 근전도 센서를 사용하여 근육의 상태를 피드백하는 근피로도 경고 시스템을 제공하는 것이다.

[0008] 또한, 본 발명의 다른 목적은 상기 근피로도 경고 시스템을 위한 근피로도 측정 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 근피로도 경고 시스템은 근전도측정부, 무선송수신부, 영상기기 및 근전도분석부를 포함한다. 상기 근전도측정부는 사용자의 신체에 장착되어 근전도 신호를 측정하고, 상기 무선송수신부는 상기 근전도 신호를 무선으로 송수신하며, 상기 영상기기는 상기 사용자에게 상기 신체의 상태를 나타내며, 상기 근전도분석부는 상기 근전도 신호를 수신 및 분석하며, 일정 수치 이상의 근피로도 수치가 나타날 경우 상기 사용자에게 경고를 한다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 근전도측정부는 상기 신체의 근육에 부착되어 상기 근전도 신호를 측정하고 알람기능을 가진 근전도 센서를 포함할 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 근전도 센서는 연산증폭기, 고역 통과 필터 및 저역 통과 필터를 포함하고, 상기 연산증폭기는 상기 근전도 신호를 증폭시키고, 상기 고역 통과 필터는 상기 근전도 신호의 고주파 대역을 필터링하며, 상기 저역 통과 필터는 상기 근전도 신호의 저주파 대역을 필터링 할 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 무선송수신부는 상기 고역 통과 필터 및 상기 저역 통과 필터를 통과한 상기 근전도 신호를 상기 근전도분석부로 전송할 수 있다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 근전도분석부는 상기 근전도 신호를 수신하여 상기 저역 통과 필터를 통과한 근전도 신호가 상기 고역 통과 필터를 통과한 근전도 신호보다 일정 수치 이상 크고 상기 근피로도 수치가 일정 수치 이하로 낮은 경우 상기 무선송수신부에 알람신호를 전송할 수 있다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 근전도측정부는 상기 무선송수신부로부터 상기 알람신호를 수신하여 상기 근전도 센서에 전송할 수 있다.

[0015] 일 실시예에서, 상기 근전도분석부는 상기 무선송수신부로 상기 근피로도 수치를 포함한 상기 근전도 신호의 분석 정보를 실시간으로 상기 무선송수신부로 전송할 수 있다.

[0016] 일 실시예에서, 상기 영상기기는 상기 무선송수신부로부터 상기 분석 정보를 수신하여 상기 사용자에게 상기 근피로도의 상태변화를 실시간으로 나타낼 수 있다.

[0017] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 근피로도 측정 방법은 사용자에게 부착된 근전도 센서에서 근전도 신호를 측정하는 단계, 상기 근전도 신호에서 분리되는 제1 근전도 신호가 저역 통과 필터를 통과하는 단계, 상기 근전도 신호에서 분리되는 제2 근전도 신호가 고역 통과 필터를 통과하는 단계, 상기 제1 및 제2 근전도 신호를 분석하여 상기 근피로도 수치를 분석하는 단계 및 상기 근피로도 수치가 일정 수치 이하인 경우 상기 사용자에게 경고하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 실시예들에 의하면, 해당 사용자에게 부착된 근전도 센서는 실시간으로 측정된 근전도 신호를 근전도 측정부와 무선송수신부를 통해 근전도분석부로 전송하고, 근전도분석부는 기존의 근피로도 수치연산방법에 비해 단시간에 계산이 가능한 근피로도 측정 방법을 통해 근피로도 수치를 단시간에 계산하여 실시간으로 해당 사용자에게 근피로도 상태를 알려줄 수 있는 장점이 있다.

[0019] 또한, 근전도 센서는 신체의 다양한 부위에 움직임에 지장이 없도록 부착되고, 알람기능을 포함하여, 근피로도

수치가 일정 수치 이하로 낮아지는 경우 해당 사용자에게 빛이나 소리 또는 진동으로 근육의 무리한 사용을 방지하여 근육의 손상이 발생하지 않도록 예방할 수 있다.

[0020] 또한, 해당 사용자는 운동이나 작업 중에 스마트폰이나 모니터를 통해 실시간으로 전송되는 근피로도 수치와 변화 상태를 육안으로 확인 할 수 있고, 운동이나 작업 후에 귀가하여 근피로도 수치의 분석을 통해 운동이나 작업의 효율을 높일 수 있다.

[0021] 또한, 근피로도 측정 방법은 기존의 근피로도 측정 방법들과 비교하여 고역 통과 필터와 저역 통과 필터를 통과한 제1 근전도 신호 및 제2 근전도 신호를 통해 간단한 계산이 가능하므로 실시간으로 해당 사용자에게 알람 신호 또는 근피로도 수치를 알려줄 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 근피로도 경고 시스템을 나타내는 블록선도이다.

도 2는 도 1의 근전도 센서의 회로구조를 나타내는 블록선도이다.

도 3은 도 1의 근피로도 경고 시스템을 위한 근피로도 측정방법을 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 근피로도 경고 시스템 및 이를 위한 근피로도 측정 방법에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 실시예들을 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 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. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 본 출원에서 사용한 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 "이루어진다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 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 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0025] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 근피로도 경고 시스템을 나타내는 블록선도이다.

[0027] 도 1을 참조하면, 상기 근피로도 경고 시스템(10)은 근전도측정부(100), 무선송수신부(200), 근전도분석부(300) 및 영상기기(400)를 포함한다.

[0028] 상기 근전도측정부(100)는 근전도 센서(110)를 포함한다.

[0029] 상기 근전도측정부(100)는 사용자들의 근육에 각각 부착되는 상기 근전도 센서(110)를 통해서 근전도 신호를 수신하게 된다. 상기 근전도 센서(110)는 밴드 등을 통해 외부에서 노동하거나 운동을 하는 행위와 같이 근육을 사용하는 해당 사용자들의 다리나 팔에 부착되고, 설정에 따라서 매 초 또는 분당 상기 근전도 신호를 측정하게 된다. 또한, 상기 근전도 센서(110)에는 힘 측정센서, 각도 측정 센서, 기울기 센서, 심전도 센서(Electrocardiography), 호흡센서(Respiration), 압력센서 및 보행스위치 센서(Foot Switch) 등의 다양한 센서들을 함께 사용할 수 있다.

[0030] 여기에서 상기 근전도 신호는 신체의 움직임에 의해 근육 표면으로부터 근섬유를 따라 일어나는 전기적 신호로써 그 크기는 대부분 10mV이하이며 주파수 범위는 500Hz미만으로 바늘을 근육에 직접 꽂아 측정하거나, 근육 근처의 피부 표면에 전극을 붙여 측정하는 신호이다. 상기 근전도 센서(110)는 피부 표면에 전극을 붙여 측정하

는 표면 근전도 측정법을 이용하게 된다. 따라서, 상기 근전도 센서(110)는 해당 사용자가 자주 쓰는 근육이 위치한 신체부위에 부착되어 초당 발생하는 상기 근전도 신호를 실시간으로 측정하게 된다.

[0031] 상기 근전도 신호는 무선통신으로 상기 무선송수신부(200)에 전송된다. 상기 무선통신의 방법으로는 텔레메트리(Telemetry) 방식을 포함한다. 상기 텔레메트리 방식은 비접촉 양방향 전송방식으로서, 구조는 움직이는 근육위에 부착되는 상기 근전도 센서(110)와 상기 근전도 센서(110)에서 발생하는 상기 근전도 신호를 선으로 연결된 정지되어 있는 애플에 전달하게 된다.

[0032] 더욱 상세하게는, 상기 텔레메트리는 전송부와 수신부로 나누어지며, 상기 전송부는 상기 근전도 신호를 전송에 편리한 형식으로 변환시키기 위한 인코더(Encoder)와 상기 근전도 신호를 전송에 적합한 변조신호로 교환하는 변조기(Modulator) 및 안테나가 구비되어 상기 근전도 신호를 전기신호로 바꾸어 전력을 크게 해서 공중의 무선 전파의 형태로 내보내는 텔레메트리 송신기를 포함한다. 그리고 상기 수신부는 상기 무선송수신부(200)를 나타내며, 안테나와, 라디오 주파수 증폭기, 변조된 상기 근전도 신호에서 본래의 상기 근전도 신호를 빼내기 위한 복조기(Demodulator)로 구성되어 있다.

[0033] 따라서, 상기 근전도 측정부(100)는 상기 근전도 센서(110)로부터 상기 근전도 신호를 수신하여 상기 텔레메트리의 상기 전송부를 통해 상기 근전도 신호를 상기 무선송수신부(200)로 실시간으로 전송하게 된다.

[0034] 상기 무선송수신부(200)는 상기 근전도 신호를 수신하여, 상기 근전도분석부(300)로 상기 근전도 신호의 데이터를 전송하게 된다. 상기 무선송수신부(200)는 상기 근전도분석부(300)와 함께 해당 사용자가 일하고 있는 작업장이나 집에 위치할 수 있고, 해당 사용자는 일이나 운동을 마친 후에 상기 작업장이나 집에 돌아와서 저장된 시간당 상기 근전도 신호의 변화를 체크하여 운동강도나 작업강도의 평가를 하고 개선된 작업 및 운동효율을 위한 계획이 가능한 장점이 있다.

[0035] 상기 근전도분석부(300)는 상기 근전도 신호를 수신하여 상기 근전도 신호가 나타내는 근피로도를 측정하게 된다. 일반적으로 근피로도가 높은 경우 혈액 내 젖산 농도가 증가하지만 혈액 샘플이 필요한 침습적 방법이라는 점에서 실시간으로 측정이 힘들다. 또한, 근피로도가 높은 경우 근섬유의 전도속도 감소로 근전도의 주파수 영역이 고주파 대역에서 저주파 대역으로 이동하는데 이는 비침습적이나 기존 주파수 분석으로는 정확도가 매우 낮은 단점이 있다.

[0036] 따라서, 본 출원발명은 후술할 기존 주파수 분석보다 정확도가 높고 실시간 적용이 가능한 필터 기반의 근피로도 측정 방법을 사용하여 실시간으로 상기 근전도 신호를 분석하고, 근피로도가 높은 경우 알람신호를 상기 무선송수신부(200)를 통해서 상기 근전도 센서(110)에 전송하여 경고를 하게 된다.

[0037] 한편, 상기 영상기기(400)는 해당 사용자가 항상 휴대하는 스마트폰, 헬스클럽에 위치하는 모니터, 자전거에 장착되는 소형 모니터 및 각종 정보를 안경에 나타내는 스마트안경을 포함한다. 따라서, 상기 근전도분석부(300)에서 평가한 근피로도 정보와 상기 근전도 센서(110)와 함께 장착될 수 있는 힘 측정센서, 각도 측정 센서, 기울기 센서, 심전도 센서, 호흡센서, 압력센서 및 보행스위치 센서 등의 신체정보들까지 분석하여 상기 무선송수신부(200)를 통해 상기 영상기기(400)로 전송하게 된다. 상기 정보들은 상기 근피로도가 낮은 경우에도 실시간으로 전송되어, 해당 사용자의 신체상태변화를 주시할 수 있으며, 상기 근피로도 뿐만 아니라 다양한 신체 정보들의 변화를 체크할 수 있다.

[0038] 도 2는 도 1의 근전도 센서의 회로구조를 나타내는 블록선도이다.

[0039] 도 2를 참조하면, 상기 근전도 센서(110)는 연산증폭기(operational amplifier)(112), 고역 통과 필터(113), 저역 통과 필터(114) 및 전압컨버터(115)를 포함한다.

[0040] 상기 근전도 센서(110)는 해당 사용자가 작업이나 운동 중에 주로 사용하는 근육이 위치한 신체부위에 부착된다. 이는 팔과 허벅지, 종아리, 가슴, 복부 및 발목까지 다양한 부위에 부착될 수 있으며, 소형으로 제작되고 접착성이 강하여 해당 사용자의 작업이나 운동 중에 탈락 가능성이 낮고 움직임에 불편하지 않게 부착된다.

[0041] 그리고 작업이나 운동에 의해 상기 근육에 발생하는 미세한 근육활동전위가 감지하게 된다. 예를 들어, 해당 사용자가 허벅지에 상기 근전도 센서(110)를 부착하고 자전거를 타는 경우 상기 허벅지의 근육을 사용하게 되고, 상기 허벅지 근육에 발생하는 미세한 근육활동전위가 상기 근전도 센서(110)를 통해 실시간으로 감지되어 상기 무선송수신부(200)를 통해 상기 근전도분석부(300)로 전송되고, 근피로도를 포함한 상기 허벅지 근육의 상태 등을 분석하여 해당 사용자가 사용하는 상기 영상기기(400)에 나타내고, 상기 근피로도가 위험하거나 높은

수준에 이르렀을 경우에는 상기 근전도 센서(110)를 통해 경고를 하게 된다.

[0042] 상기 연산증폭기(112)는 한 개의 차동 입력과, 대개 한 개의 단일 출력을 가지는 직류 연결형(DC-coupled) 고이득 전압 증폭기이다. 하나의 상기 연산증폭기(112)는 그 입력 단자 간의 전압 차이보다 대개 백배에서 수 천배 큰 출력 전압을 생성한다. 따라서, 상기 연산증폭기(112)는 미세한 근육활동전위의 증폭을 위해 형성된다. 또한, 상기 연산증폭기(112)는 노이즈 제거를 위한 대역 통과 필터들의 설계가 가능한 장점이 있다.

[0043] 상기 고역 통과 필터(113)와 상기 저역 통과 필터(114)는 상기 연산증폭기(112)와 함께 설계되며, 상기 연산증폭기(112)에 의해 증폭된 상기 근전도 신호는 상기 고역 통과 필터(113)와 상기 저역 통과 필터(114)를 각각 지나게 된다. 상기 고역 통과 필터(113)를 지나는 상기 근전도 신호는 상기 고역 통과 필터(113)를 지나면서 일정 수준의 주파수보다 높은 주파수의 신호만 통과되며, 고주파에서의 완만한 변동을 제거하여 급격히 변화하는 일정한 수준 이상의 주파수 신호만을 검출하게 된다. 한편, 상기 저역 통과 필터(114)를 통과하는 상기 근전도 신호는 상기 저역 통과 필터(114)를 지나면서 일정 수준의 낮은 주파수 신호만이 상기 저역 통과 필터(114)를 통과하게 되며, 잡음의 발생을 억제하고 급격히 변화하는 일정한 수준 이상의 주파수 신호만을 검출하게 된다.

[0044] 상기 고역 통과 필터(113) 및 상기 저역 통과 필터(114)를 통과하는 상기 근전도 신호는 상기 전압컨버터(115)를 지나서 상기 무선송수신부(200)를 통해 상기 근전도분석부(300)로 이동하게 된다. 상기 근전도분석부(300)는 상기 고역 및 저역 통과 필터들(113, 114)을 지나서 도달한 상기 근전도 신호를 실시간 근피로도 분석 방법으로 분석하여 해당 사용자의 피로도를 측정하게 된다.

[0045] 이때 상기 근피로도를 측정하는 기존의 방법은 중앙 주파수(Median Frequency) 및 중심 주파수(Mean Frequency)를 사용하는 방법, 푸리에 변환(Fourier transform) 및 이산웨이블렛변환(Discrete wavelet transform) 등이 있다. 상기 중앙 주파수(Median Frequency) 및 중심 주파수(Mean Frequency)를 사용하는 방법은 일반적으로 근전도 검사(Electromyography)의 파워 스펙트럼의 변화를 측정하여 분석하며, 이는 상기 실시간 근피로도 분석 방법과 달리 상대적으로 다이내믹한 운동하에서는 낮은 감도를 나타낸다.

[0046] 상기 푸리에 변환(Fourier transform) 및 이산웨이블렛변환(Discrete wavelet transform) 방법들은 상대적으로 정확성이 높지만, 상기 근피로도를 분석하는데 있어서 계산량이 많고 실시간으로 상기 근피로도의 측정이 어려운 단점이 있다.

[0047] [수학식 1]

$$FI_{rms} = \frac{\int_{f1}^{f2} f^{-1} PS(f) \bullet df}{\int_{f1}^{f2} f^5 PS(f) \bullet df}$$

[0048]

[0049] 상기 제1 수학식은 근피로도(FI_{rms}) 측정을 위한 상기 푸리에 변환에 관련된 식이며, 상기 제1 수학식을 통해 근피로도를 산출하기 위해서는 긴 시간이 필요한 단점이 있다.

[0050] [수학식 2]

$$WIRE51 = \frac{\sum_{i=1}^N D_s^2[i]}{\sum_{i=1}^N D_i^2[i]}$$

[0051]

[0052] 상기 제2 수학식은 상기 이산웨이블렛변환을 통한 근피로도(WIRE51)를 측정하기 위한 수학식으로써, 상기 푸리에 변환과 같이 상기 근피로도를 실시간으로 산출하기에는 시간이 많이 걸리는 단점이 있다.

[0053] [수학식 3]

$$FI = \frac{1}{n} \sum_{i=m}^{m+n-1} \frac{S_{HPF}(i)}{S_{LPF}(i)}$$

[0054]

[0055] 반면, 상기 수학식 3은 본 출원방법의 상기 근피로도 분석 방법에 사용되는 수학식으로써, $S_{HPF}(i)$ 는 상기 고역 통과 필터(113)를 통과한 상기 근전도 신호를 나타내고, $S_{LPF}(i)$ 는 상기 저역 통과 필터(114)를 통과한 상기 근전도 신호를 나타낸다. 상기 고역 통과 필터(113)는 상기 고역 통과 필터(113)를 통과하는 상기 근전도 신호의 특정한 주파수보다 높은 주파수의 신호만을 통과시키고 노이즈를 감소시키며, 상기 저역 통과 필터(114)는 상기 저역 통과 필터(114)를 통과하는 상기 근전도 신호의 특정한 주파수보다 낮은 주파수의 신호만을 통과시키고 노이즈를 감소시킨다.

[0056] 또한, 상기 수학식 3에서 상기 근피로도 수치(FI 값)가 낮을수록 근력이 감소하여 근피로도가 증가하는 것을 나타내며, 근피로도가 증가하는 경우 상기 근전도 신호의 저주파대역이 증가하므로 상기 $S_{HPF}(i)$ 는 감소하고, 상기 $S_{LPF}(i)$ 는 증가하며 상기 근피로도 수치는 반대로 낮아지게 된다.

[0057] 따라서, 본 출원발명의 상기 근피로도 분석 방법은 상기 푸리에 변환을 이용한 방법과 상기 이산웨이블렛변환을 이용하여 근피로도를 분석하는 방법에 비해서 단순한 연산만을 통해 짧은 시간안에 실시간으로 해당 사용자의 근피로도를 측정할 수 있는 장점이 있다.

[0058] 표 1에서는 상기 푸리에 변환 및 상기 이산웨이블렛변환을 이용하여 분석한 근피로도 결과와 상기 근피로도 분석 방법의 결과를 나타낸다.

[0059] 대퇴직근은 허벅지의 전면에 형성된 근육들 중에 하나이고, 내측광근은 상기 대퇴직근의 뒷면의 하단부에 위치하고, 상기 외측광근은 상기 대퇴직근의 뒷면의 바깥쪽에 위치하고, 상완이두근은 상완전부에 있고 알통을 만드는 근육이고, 상완삼두근은 상기 상완이두근의 뒷면에 위치하며, 전경골근은 무릎의 앞부분에 위치한 근육을 나타낸다.

[0060] 실험의 환경은 상기 근육들의 피로도를 측정하기 위해 6종류의 등장성 운동들이 실행된다. 상기 등장성 운동이란 근육의 변화를 가져오는 웨이트 장비를 드는 모든 운동을 의미한다. 각각의 근육들에 대한 근피로도를 측정하기 위해 해당 근육이 위치한 부위에서 10번의 관절 운동 및 2분간의 휴식으로 이루어지는 하나의 세트를 5번 실행하여 상기 근피로도 분석을 진행한다.

[0061] [표 1]

	FI _{Ins5} (푸리에 변환)	WIRE51 (이산웨이블렛변환)	FI _{hroFT} (근피로도 분석 방법)
대퇴직근	0.19± 0.17 ^{*.1}	0.30± 0.16 ^{*.1}	0.66± 0.13 ^{*.1}
내측광근	0.05± 0.07 ^{*.1}	0.06± 0.09 ^{*.1}	0.30± 0.24 ^{*.1}
외측광근	0.10± 0.14 ^{*.1}	0.05± 0.10 ^{*.1}	0.33± 0.24 ^{*.1}
상완이두근	0.33± 0.13 ^{*.1}	0.16± 0.14 ^{*.1}	0.52± 0.12 ^{*.1}
상완삼두근	0.33± 0.22 ^{*.1}	0.31± 0.08 ^{*.1}	0.51± 0.16 ^{*.1}
전경골근	0.32± 0.17 ^{*.1}	0.14± 0.13 ^{*.1}	0.35± 0.15 ^{*.1}

[0062]

[0063] 상기 푸리에 변환을 이용하여 측정한 해당 근육들의 근피로도 결과들과 본 출원발명의 상기 근피로도 측정 방법(FI_{hroFT})을 이용하여 측정한 해당 근육들의 상기 근피로도 결과를 비교하면, 상기 근피로도 분석 방법의 결과들의 상기 대퇴직근 내지 상기 전경골근까지 이르는 근피로도 결과들의 변화는 상기 푸리에 변환 및 상기 이산웨이블렛변환 방법을 이용하여 측정한 상기 대퇴직근 내지 상기 전경골근까지 이르는 상기 근피로도 결과들의 변화 패턴이 유사하다.

[0064] 이는, 상기 근피로도 분석 방법이 기존의 상기 푸리에 변환과 상기 이산웨이블렛변환을 이용하여 측정한 근피로도의 변화와 동일한 변화를 나타내는 것을 의미한다. 따라서, 상기 근피로도 분석 방법으로 상기 근전도 신호를 분석하는 상기 근전도분석부(300)는 실시간으로 상기 근전도 신호를 분석하여 해당 사용자의 근피로도가 위험

수준에 이르렀을 경우 즉각적으로 경고를 할 수 있는 장점이 있다.

도 3은 도 1의 근피로도 경고 시스템을 위한 근피로도 측정방법을 나타낸 흐름도이다.

상기 근피로도 측정 방법은 제1 근전도 신호 및 제2 근전도 신호를 제외하고는 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한 상기 근피로도 경고 시스템(10)의 상기 근피로도 측정 방법과 실질적으로 동일하므로, 동일한 참조번호를 사용하고 중복되는 설명은 이를 생략한다.

도 3을 참조하면, 상기 근전도 센서(110)는 해당 사용자의 몸에 부착되어 사용되는 근육의 근전도 신호를 측정하고, 나누어서 각각 상기 고역 통과 필터(113) 및 상기 저역 통과 필터(114)로 이동하게 된다(단계 S101).

제1 근전도 신호는 상기 저역 통과 필터(114)를 통과하면서 노이즈가 제거되고 특정의 주파수보다 낮은 주파수의 신호만을 통과하게 된다. 이때 근육의 근피로도 상승으로 상기 제1 근전도 신호의 주파수 영역이 저주파 대역으로 이동하고, 상기 저역 통과 필터(114)를 통과하면 높은 근전도 신호를 나타내게 된다(단계 S102).

제2 근전도 신호는 상기 고역 통과 필터(113)를 통과하면서 노이즈가 제거되고 특정의 주파수보다 높은 주파수의 신호만을 통과하게 된다. 이때 근육의 근피로도 상승으로 인해 상기 제2 근전도 신호의 주파수 영역이 저주파 대역으로 이동하고, 상기 고역 통과 필터(113)를 통과하면 상기 제2 근전도 신호는 상기 저역 통과 필터(114)로 이동한 제1 근전도 신호보다 낮은 근전도 신호를 나타내게 된다(단계 S103).

상기 저역 통과 필터(114)를 통과한 상기 제1 근전도 신호의 크기가 상기 고역 통과 필터(113)를 통과한 상기 제2 근전도 신호의 크기보다 일정 수치 이상으로 크고 상기 근피로도 수치(FI 값)가 일정 수치 이하인 경우, 상기 근전도분석부(300)는 상기 무선송수신부(200)를 통해 상기 근전도 센서(110)와 상기 영상기기(400)로 알람신호를 전송한다(단계 S104).

상기 근피로도 수치(FI 값)가 일정 수치 이하가 아닌 경우, 상기 근전도분석부(300)는 상기 무선송수신부(200)를 통해 상기 영상기기(400)에 분석된 근피로도를 실시간으로 전달한다(단계 S104).

상기 근전도 센서(110) 및 상기 영상기기(400)는 상기 알람신호를 상기 무선송수신부(200)에서 수신하여 해당 사용자에게 경고를 하게 된다(단계 S105).

상기와 같은 본 발명의 실시예들에 의하면, 해당 사용자에게 부착된 상기 근전도 센서(110)는 실시간으로 측정된 상기 근전도 신호를 상기 근전도 측정부(100)와 상기 무선송수신부(200)를 통해 상기 근전도분석부(300)로 전송하고, 상기 근전도분석부(300)는 기존의 근피로도 수치연산방법에 비해 단시간에 계산이 가능한 근피로도 측정 방법을 통해 상기 근피로도 수치를 단시간에 계산하여 실시간으로 해당 사용자에게 근피로도 상태를 알려줄 수 있는 장점이 있다.

또한, 상기 근전도 센서(110)는 신체의 다양한 부위에 움직임에 지장이 없도록 부착되고, 알람기능을 포함하여, 상기 근피로도 수치가 일정 수치 이하로 낮아지는 경우 해당 사용자에게 빛이나 소리 또는 진동으로 근육의 무리한 사용을 방지하여 근육의 손상이 발생하지 않도록 예방할 수 있다.

또한, 해당 사용자는 운동이나 작업 중에 스마트폰이나 모니터를 통해 실시간으로 전송되는 상기 근피로도 수치와 변화 상태를 육안으로 확인 할 수 있고, 운동이나 작업 후에 귀가하여 상기 근피로도 수치의 분석을 통해 운동이나 작업의 효율을 발전시킬 수 있다.

또한, 상기 근피로도 측정 방법은 기존의 근피로도 측정 방법들과 비교하여 상기 고역 통과 필터(113)와 상기 저역 통과 필터(114)를 통과한 제1 근전도 신호 및 제2 근전도 신호를 통해 간단한 계산이 가능하므로 실시간으로 해당 사용자에게 알람신호 또는 상기 근피로도 수치를 알려줄 수 있다.

상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

본 발명에 따른 근피로도 경고 시스템 및 이를 위한 근피로도 측정 방법은 집, 헬스클럽 및 작업장에서 사용될 수 있는 산업상 이용 가능성을 갖는다.

부호의 설명

10 : 근피로도 경고 시스템

100 : 근전도측정부

110 : 근전도 센서

113 : 고역 통과 필터

115 : 전압컨버터

300 : 근전도분석부

112: 연산증폭기

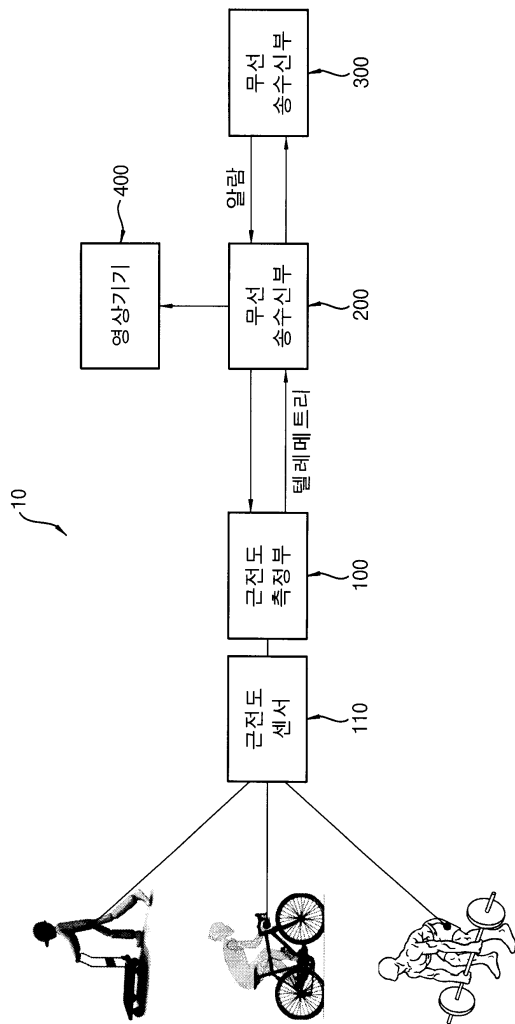
114 : 저역 통과 필터

200 : 무선송수신부

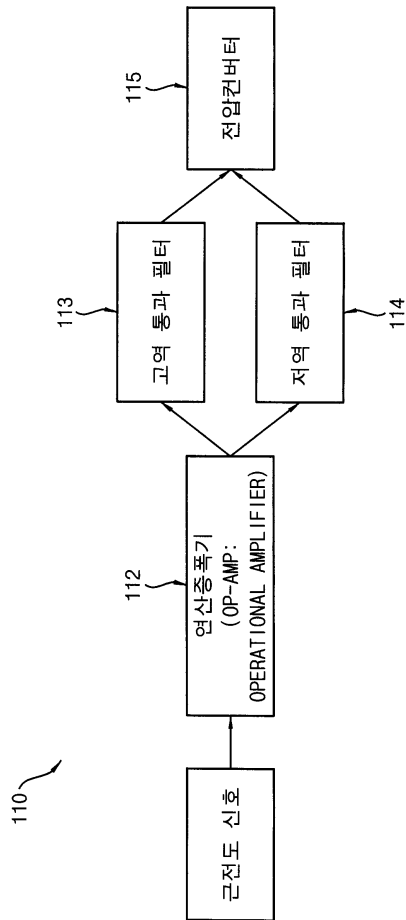
400 : 영상기기

도면

도면1



도면2



도면3

