

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. ⁸ A61B 8/00 (2006.01)		(45) 공고일자	2006년02월02일
		(11) 등록번호	10-0548182
		(24) 등록일자	2006년01월24일
(21) 출원번호	10-2003-0077244	(65) 공개번호	10-2005-0042541
(22) 출원일자	2003년11월03일	(43) 공개일자	2005년05월10일
(73) 특허권자	학교법인 성균관대학 서울 종로구 명륜동3가 53		
(72) 발명자	윤석왕 경기도수원시장안구천동300성균관대학교자연과학부물리학과 이강일 경기도수원시장안구천동300성균관대학교자연과학부물리학과		
(74) 대리인	특허법인정직과특허 윤여표		

심사관 : 최남호

(54) 광대역밴드 초음파 반사량을 이용한 종골의 골밀도 측정장치 및 측정방법

요약

본 발명은 광대역밴드 초음파 반사량을 이용한 종골의 골밀도 측정장치 및 측정방법에 관한 것으로서,

전기적 신호를 초음파로 하여 종골 등에 조사하는 단계와; 종골 등으로부터 반사되어 온 초음파를 전기적 신호로 변환시키는 단계와; 상기 전기적 신호를 시간함수 및 주파수함수로 변환시키는 단계와; 상기 변환된 전기적 신호를 분석하여 광대역밴드 초음파 반사량과 직접 측정된 골밀도의 상관관계를 산출하는 단계를 포함하여 구성되는 측정방법 및, 이를 실시하기 위한 장치인 것을 특징으로 하므로,

골조직의 미세구조 변화까지 확인할 수 있기 때문에, 골절의 위험도를 조기에 예측하는데 매우 효과적이고, 또한 인체에 유해한 방사선 조사를 받지 않으며, 사용하기가 용이하다는 장점이 있다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은, 본 발명에 따른 광대역밴드 초음파 반사량(Broadband Ultrasonic Reflection: BUR)을 이용한 골밀도(Bone Mineral Density: BMD) 측정장치를 나타내는 도이다.

도 2는, 광대역밴드 초음파 반사량의 측정을 위하여 사용되는 기준신호(reference signal) 및 종골(calcanus)로부터 반사된 신호의 시간함수로서의 파형을 나타내는 도이다.

도 3은, 도 2에서 나타난 시간함수 파형을 FFT(fast Fourier transform)를 취하여 얻어진 주파수함수로서의 진폭파워스펙트럼(amplitude power spectrum)을 나타내는 도이다.

도 4는, 기준신호 진폭파워스펙트럼의 종골로부터 반사된 신호의 진폭파워스펙트럼에 대한 비를 상용 대수의 20배를 취하여 얻어진 주파수함수로서의 반사손실(reflection loss)을 나타내는 도이다.

도 5는, 종골에서 측정된 광대역밴드 초음파 반사량과 골밀도의 선형적인 상관관계를 나타내는 도이다.

<주요 도면부호의 설명>

11 : 송수신용 초음파 변환기 12 : 초음파 송수신부

13 : 신호처리 모듈 14 : 계산 모듈

15 : 디스플레이부

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광대역밴드 초음파 반사량을 이용한 종골의 골밀도 측정장치 및 측정방법에 관한 것으로서, 특히 해면질골(cancellous bone)로 이루어진 인체의 종골에 초음파를 입사하여 광대역밴드 초음파 반사량을 측정함으로써 골밀도를 측정 및 골다공증(osteoporosis)을 진단하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

골다공증이란 골소실에 의한 골량의 감소 및 골조직의 미세구조 파괴로 인하여 뼈가 약해짐에 따라 작은 충격에도 쉽게 골절이 발생할 수 있는 질환이다. 십여 년 전까지만 해도 골다공증은 대퇴부, 요골부 또는 척추의 골절이 발생한 후 또는 극심한 골소실이 발생한 후에야 비로소 X-선 촬영상에 소견을 보임으로써 진단이 가능하였다. 환자들의 측면에서 보면 뒤늦게 골다공증 진단이 내려지는 진단지연인 경우에 치료가 시작되더라도 대부분 치료효과를 기대할 수 없었고, 골절의 가능성을 거의 피할 수가 없었다. 따라서, 자연스럽게 골다공증의 예방이 강조되어졌고, 예방을 위해서는 본 질환을 조기에 발견할 수 있는 적절한 진단기들의 개발이 요구되었다.

이러한 진단기 중 방사선 조사를 이용한 진단수단으로서 단순 X-선 촬영법을 들 수 있는데, 이는 비교적 저렴한 경비로 골다공증에 의한 뼈의 극심한 소실을 볼 수 있는 검사이다. 그러나, 이 방법에 따르면, 적어도 30%의 골소실이 발생한 후에야 진단이 가능하며, 약물투여 1-2년 후의 치료효과 판정을 관찰하는 것은 불가능하였다.

한편, 골다공증이 환자의 진단 및 치료 측면에서는 물론 의료보험의 경제적 측면에서도 매우 중요하게 인식됨에 따라서 가능한 많은 환자를 대상으로 값싸게 검진할 수 있는 방법들의 개발에 관심을 기울이게 되었다. 이에 따라, 최근에는 동위원소를 에너지원으로 이용하는 대신에, 이중에너지 방사선을 일반 X-선 촬영기와 유사하게 기기 자체로부터 생성시켜 직접 방출시킬 수 있는 이중에너지 방사선 골밀도 측정기(Dual Energy X-ray Absorptiometry: DEXA)가 개발되었고, 현재 국내외적으로 가장 널리 사용되고 있다.

또한, 정량적 컴퓨터 단층촬영기(Quantitative Computed Tomography: QCT)가 공지되어 있으며, 이는 많은 병원에 설치되어 있는 기존의 단층촬영기에 저밀도로부터 점진적으로 고밀도를 나타내는 기준물질이 내장된 보조기구를 설치하여

촬영함으로써, 환자의 골밀도를 비교 및 정량화할 수 있도록 고안된 장치이다. 그러나, 측정시간이 골밀도 측정기보다 오래 걸리며, 노인들에게서 정확도가 떨어지고, 방사선 피폭량이 많으며, 골밀도 측정기와 비교할 때 척추부의 여러 뼈를 동시에 보기 어렵고, 또 촬영시간도 많이 소요된다는 단점이 있었다.

이와 같은 상술한 방사선 조사를 이용한 방법은, 공통적으로 인체에 유해한 영향을 미칠 수 있다.

그러나, 최근 많은 관심을 끌고 있는 초음파를 이용한 골다공증 진단은 X-선 등에 비해 인체에 미치는 위험이 거의 없으며, 초음파 진단장비는 그 사용이 간편하고 가격이 저렴한 장점을 가지고 있으므로, 의료 및 경제적인 측면에서 환자뿐 아니라 의료보험 경비면에서도 매우 유리하다. 그런데, 현재 병원에서 널리 사용되고 있는 초음파를 이용한 골밀도 측정기는 대부분 초음파를 인체의 종골에 투과하여 종골의 음속(Speed Of Sound: SOS) 및 광대역밴드 초음파 감쇠량(Broadband Ultrasonic Attenuation: BUA)을 측정함으로써 골밀도를 측정 및 골다공증을 진단하는 방법을 이용하고 있으며, 다른 방식은 개시된 바 없다. 또한, 이러한 방식들은 골 미세구조(bone microarchitecture)까지는 분석할 수 없는 한계가 존재한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상술한 초음파 진단장비의 장점을 이용하고 종래 기술의 한계점을 극복하기 위하여 안출된 것으로서, 종골에 초음파를 입사하여 광대역밴드 초음파 반사량을 측정함으로써 골밀도를 측정 및 골다공증을 진단하는 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 광대역밴드 초음파 반사량을 이용한 골밀도 측정방법은,

전기적 신호를 초음파로 하여 종골에 조사하는 단계와;

종골로부터 반사되어 온 초음파를 전기적 신호로 변환시키는 단계와;

상기 전기적 신호를 시간함수 및 주파수함수로 변환시키는 단계와;

상기 변환된 전기적 신호를 분석하여 광대역밴드 초음파 반사량과 직접 측정된 골밀도의 상관관계를 산출하는 단계를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

여기서, 상기 광대역밴드 초음파 반사량은, 기준신호의 진폭과 위스펙트럼과, 종골로부터 반사된 실제 신호의 진폭과 위스펙트럼 사이의 비를 계산하여 반사손실을 구하고, 해당 주파수 영역에 대하여 상기 반사손실을 평균함으로써 구해질 수 있다.

또한, 상기 광대역 초음파 반사량에 대하여 계산된 골밀도를, 데이터베이스화된 평균 골밀도와 비교함으로써 골다공증을 진단하는 단계를 추가적으로 포함할 수 있다.

한편, 상기 골밀도 측정방법을 실시하기 위한 골밀도 측정장치로서,

전기적 신호를 초음파로, 그리고 초음파를 전기적 신호로 변환시키는 송수신용 초음파 변환기와;

상기 송수신용 초음파 변환기를 구동시키기 위한 초음파 송수신부와;

상기 초음파 송수신부에 의해 구동된 전기적 신호를 시간함수 및 주파수함수로 변환시키기 위한 신호처리 모듈과;

상기 신호처리 모듈에서 변환된 전기적 신호를 분석하여 광대역밴드 초음파 반사량 및 골밀도를 계산하는 계산 모듈과;

상기 신호처리 모듈에서 얻어진 계산 및 진단결과를 나타내는 디스플레이부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하도록 한다.

도 1은 본 발명에 따른 광대역밴드 초음파 반사량을 이용한 종골의 골밀도 측정장치를 나타낸 것으로, 상기 골밀도 측정장치는 전기적 신호를 초음파로, 초음파를 전기적 신호로 변환시키는 송수신용 초음파 변환기(11)와; 상기 송수신용 초음파 변환기(11)를 구동시키기 위한 초음파 송수신부(12)와; 상기 초음파 송수신부(12)에 의해 구동된 전기적 신호를 시간함수 및 주파수함수로 변환시키기 위한 신호처리 모듈(13)과; 상기 신호처리 모듈(13)에서 변환된 전기적 신호를 분석하여 광대역밴드 초음파 반사량 및 골밀도를 계산하는 계산 모듈(14)과; 상기 계산 및 진단결과를 화면으로 나타내는 디스플레이부(15)로 이루어져 있다.

이 중, 도 1에 나타난 송수신용 초음파 변환기(11)는 500 kHz 중심주파수의 광대역 주파수 응답특성 및 25.4 mm의 직경을 갖도록 제조되며, 종골의 단면에 초음파를 에너지 손실 없이 수직으로 입사하기 위해 초음파 변환기(11)와 초음파 변환기가 직접 접촉되는 피부조직 사이에 젤과 같은 매개체가 이용되어야 한다. 또한, 광대역밴드 초음파 반사량의 신뢰성 및 재현성을 위해 측정시 발의 움직임이 없도록 발 고정대가 이용될 수 있다.

도 1의 초음파 송수신부(12)에서 구동된 초음파의 전기적 신호는 신호처리 모듈(13)에서 시간함수 및 주파수함수로 변환된다. 도 2는 광대역밴드 초음파 반사량의 측정을 위하여 사용되는 기준신호 및 종골로부터 반사된 신호의 시간함수로서의 파형을 나타내는 도이다. 도 2를 참조하여 설명하면, 송수신용 초음파 변환기로부터 측정하고자 하는 종골의 단면에 수직으로 입사된 초음파는 종골의 앞면, 종골의 내부 및 종골을 투과한 후 종골의 뒷면으로부터 반사되어 수신된다. 따라서 광대역 초음파 반사량은 종골의 경계면뿐만 아니라 종골의 내부로부터 반사된 신호도 고려하므로 골밀도뿐만 아니라 골조직의 미세구조에 대한 정보를 반영하는 변수이다.

도 3은, 도 2에서 나타난 시간함수 파형을 FFT를 취하여 얻어진 주파수함수로서의 진폭파워스펙트럼을 나타내는 도이다. 도 3을 참조하여 설명하면, 기준신호 및 종골로부터 반사된 신호의 진폭파워스펙트럼은 모두 500 kHz의 중심주파수를 중심으로 광대역의 주파수 응답특성을 보이고 있다. 수학식 1로부터 종골의 반사손실 $RL(f)$ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

수학식 1

$$RL(f) = 20\log \frac{R_0(f)}{R_B(f)}$$

여기서 $R_0(f)$ 는 기준신호의 진폭파워스펙트럼이고, $R_B(f)$ 는 종골로부터 반사된 신호의 진폭파워스펙트럼이다. 도 4는, 수학식 1을 이용하여 얻어진 주파수함수로서의 반사손실을 나타내는 도이다.

도 1에 나타난 계산 모듈(14)에서는, 상기 반사손실을 200 kHz부터 600 kHz까지의 주파수 영역에 대하여 평균치를 취하고 -1을 곱하여 광대역밴드 초음파 반사량(단위: dB)이 계산된다. 이 광대역밴드 초음파 반사량은 골밀도에 의존하므로 골밀도 변화를 민감하게 반영하는 변수로 이용될 수 있다. 따라서, 측정된 광대역밴드 초음파 반사량과 직접 측정된 골밀도와의 상관관계를 분석하여 골밀도 진단 알고리즘을 수립한다. 도 5는, 소의 종골에서 측정된 광대역밴드 초음파 반사량과 골밀도의 선형적인 상관관계를 나타내는 도이다. 도 5에서 광대역밴드 초음파 반사량과 골밀도의 단순회귀분석을 통해 추출한 알고리즘은 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$BMD = 9.5BUR - 16.3$$

여기서, BMD는 골밀도이고, BUR은 광대역 초음파 반사량이다. 도 1의 디스플레이부에서는 광대역 초음파 반사량 및 골밀도 측정결과뿐만 아니라, T-score(젊은 성인의 평균 골밀도와의 비교치) 및 Z-score(동연령층의 평균 골밀도와의 비교치)로부터 도출된 골다공증 진단결과가 화면으로 표시된다.

일 실시예로서, 골다공증 환자의 경우에 광대역 초음파 반사량은 골소실에 의한 골량의 감소 및 골조직의 미세구조 파괴로 인하여 정상인의 경우에 비하여 작은 값을 가지며, 측정된 광대역 초음파 반사량과 골밀도의 선형적인 상관관계로부터 골밀도가 산출된다. 그러므로, 데이터베이스화된 젊은 성인의 평균 골밀도 및 동연령층의 평균 골밀도와 광대역 초음파 반사량 측정으로부터 산출된 골밀도를 비교하여 골다공증을 진단할 수 있다.

발명의 효과

상술한 바와 같은 구성의 본 발명에 따르면, 광대역밴드 초음파 반사량을 이용하므로, 골조직의 미세구조 변화까지 확인할 수 있기 때문에, 골절의 위험도를 조기에 예측하는데 매우 효과적이라고 할 수 있다.

또한, 인체에 유해한 방사선 조사를 받지 않는다는 장점이 있다.

또한, 본 발명의 골밀도 측정법은, 측정방법이 간단할 뿐만 아니라 측정시간이 짧으므로 진단결과를 신속하게 알 수 있으며, 측정기의 휴대가 용이하고 가능한 많은 환자를 대상으로 값싸게 검진할 수 있다는 이점도 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

광대역밴드 초음파 반사량을 이용한 종골의 골밀도 측정방법에 있어서,

전기적 신호를 초음파로 하여 종골에 조사하는 단계와;

종골로부터 반사되어 온 초음파를 전기적 신호로 변환시키는 단계와;

상기 전기적 신호를 시간함수 및 주파수함수로 변환시키는 단계와;

상기 변환된 전기적 신호를 분석하여 광대역밴드 초음파 반사량(BUR)과 골밀도(BMD)를 구하는 단계를 포함하여 구성되

되,

$$RL(f) = 20 \log \frac{R_0(f)}{R_B(f)}$$

(여기서, RL(f)는 반사손실이고, $R_0(f)$ 는 기준신호의 진폭파워스펙트럼이고, $R_B(f)$ 는 종골로부터 반사된 신호의 진폭파워스펙트럼)의 수식으로부터 반사손실을 먼저 계산하고,

상기 반사손실을 200 kHz부터 600 kHz까지의 주파수 영역에 대하여 평균치를 취하고 -1을 곱하는 것에 의해 광대역밴드 초음파 반사량(BUR)을 계산하며,

$$\text{골밀도(BMD)} = 9.5\text{BUR} - 16.3$$

의 수식에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 광대역밴드 초음파 반사량을 이용한 종골의 골밀도 측정방법.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 광대역 초음파 반사량에 대하여 계산된 골밀도를, 데이터베이스화된 평균 골밀도와 비교함으로써 골다공증을 진단하는 단계를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 광대역밴드 초음파 반사량을 이용한 종골의 골밀도 측정방법.

청구항 4.

전기적 신호를 초음파로, 그리고 초음파를 전기적 신호로 변환시키는 송수신용 초음파 변환기와;

상기 송수신용 초음파 변환기를 구동시키기 위한 초음파 송수신부와;

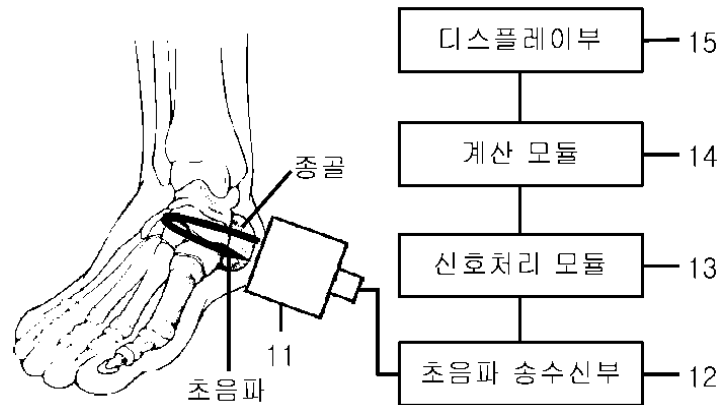
상기 초음파 송수신부에 의해 구동된 전기적 신호를 시간함수 및 주파수함수로 변환시키기 위한 신호처리 모듈과;

상기 신호처리 모듈에서 변환된 전기적 신호를 분석하여 제1항 또는 제3항에 기재된 방법에 의해 광대역밴드 초음파 반사량 및 골밀도를 계산하는 계산 모듈과;

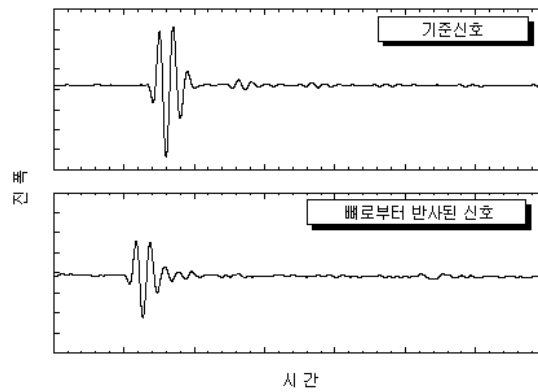
상기 신호처리 모듈에서 얻어진 계산 및 진단결과를 나타내는 디스플레이부를 포함하는 것을 특징으로 하는 골밀도 측정장치.

도면

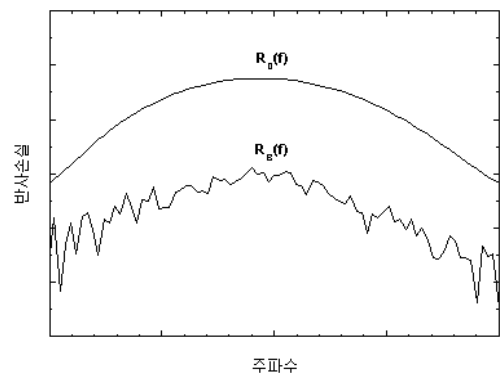
도면1



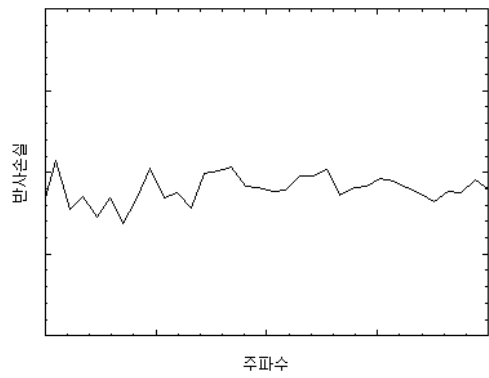
도면2



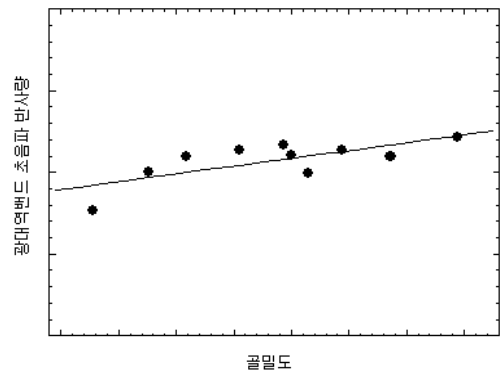
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	宽带超声反射测量跟骨骨密度及测量方法		
公开(公告)号	KR100548182B1	公开(公告)日	2006-02-02
申请号	KR1020030077244	申请日	2003-11-03
申请(专利权)人(译)	学校法人成均馆大学学		
当前申请(专利权)人(译)	学校法人成均馆大学学		
[标]发明人	YOON SUK WANG 윤석왕 LEE KANG IL 이강일		
发明人	윤석왕 이강일		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/0875 G01N29/22		
代理人(译)	YOON YEO PYO		
其他公开文献	KR1020050042541A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及使用宽带波段超声反射量测量跟骨的骨矿物质密度的装置和方法,该方法包括用超声波作为电信号照射跟骨的步骤;将从跟骨等反射的超声波转换成电信号;将电信号转换为时间函数和频率函数;分析转换的电信号以确定宽带并且,计算反射超声波量与直接测量的骨密度之间的相关性,以及用于执行该方法的装置。因此,由于可以确认骨组织的微观结构的变化,并且有利的是,它不被对人体有害的辐射照射并且易于使用。1

