



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0106018
(43) 공개일자 2019년09월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) A61B 5/055 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/7275 (2013.01)
A61B 5/055 (2018.08)
(21) 출원번호 10-2018-0026899
(22) 출원일자 2018년03월07일
심사청구일자 2018년03월07일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
김동주
서울특별시 강남구 압구정로 201, 82동 1106호
(74) 대리인
심경식, 홍성욱

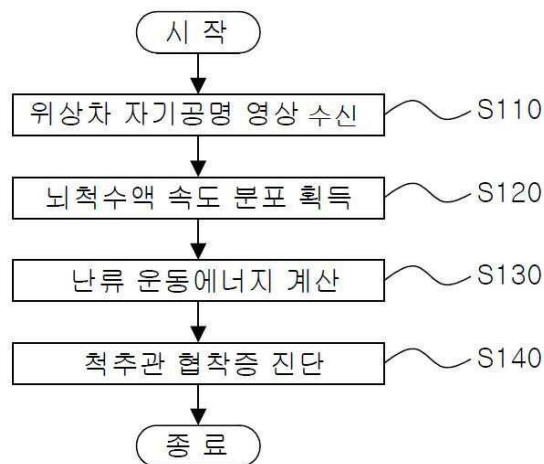
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 척추관 협착증 진단 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 척추관 협착증 진단 방법 및 장치에 관한 것으로, 척추관 협착증 진단 방법은 한 번의 심장주기를 복수 개의 시간구간으로 표준화하여 촬영된 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상을 순차적으로 수신하는 단계, 상기 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상으로부터 표준화된 각 시간구간의 뇌척수액 속도 분포를 획득하는 단계, 상기 각 시간구간 별로 획득된 상기 뇌척수액 속도 분포를 이용하여 난류 운동에너지를 계산하는 단계, 및 상기 난류 운동에너지 계산 결과를 이용하여 척추관 협착증을 진단하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

한 번의 심장주기를 복수 개의 시간구간으로 표준화하여 촬영된 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상을 순차적으로 수신하는 단계;

상기 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상으로부터 표준화된 각 시간구간의 뇌척수액 속도 분포를 획득하는 단계;

상기 각 시간구간 별로 획득된 상기 뇌척수액 속도 분포를 이용하여 난류 운동에너지를 계산하는 단계; 및

상기 난류 운동에너지 계산 결과를 이용하여 척추관 협착증을 진단하는 단계;를 포함하는, 척추관 협착증 진단 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 위상차 자기공명 영상을 수신하는 단계와, 상기 표준화된 각 시간구간의 뇌척수액 속도 분포를 획득하는 단계 사이에,

상기 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상에서 일정 크기의 관심 영역(ROI: Region Of Interest)을 설정하는 단계;를 더 포함하는, 척추관 협착증 진단 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 뇌척수액의 속도 분포를 결정하는 단계는,

상기 관심 영역의 각 픽셀값을 아래 수학적식에 적용하여 상기 관심 영역에 대한 픽셀값의 평균값을 계산하는 단계; 및

상기 계산된 픽셀값의 평균값, 상기 위상차 자기공명 영상을 촬영한 기계의 크기 자기공명 픽셀값의 평균값 또는 엔코딩 속도값 중 적어도 하나를 이용하여 상기 뇌척수액의 평균 속도를 계산하는 단계;

를 포함하는, 척추관 협착증 진단 방법.

$$MP_i = \frac{\sum_{j=1}^n C(P_{i,j})}{n}$$

(여기서, MP_i 는 i 번째 슬라이드의 관심 영역 내의 픽셀값의 평균값이고, $P_{i,j}$ 는 i 번째 슬라이드의 위상차 자기공명 영상의 관심 영역 내의 j 번째 픽셀의 값을 나타내고, $C(P_{i,j})$ 는 픽셀값에 이미지 헤더에 기입된 캘리브레이션 함수를 적용한 결과를 나타냄)

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 난류 운동에너지(CSF TKE)를 계산하는 단계는,

상기 뇌척수액의 속도 분포와 상기 뇌척수액의 평균 속도를 이용하여 아래 수학식에 의해 계산하는, 척추관 협착증 진단 방법.

$$CSF\ TKE = \frac{1}{2T} \int_0^T (CSFv(t) - CSFv_{mean})^2 dt$$

(여기서, T는 심장주기, i는 심장주기를 n개로 구분한 각 시간 구간을 나타냄)

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 척추관 협착증을 진단하는 단계는,

상기 난류 운동에너지가 $0.0678\text{cm}^2/\text{s} \cdot \text{kg}$ 이하인 경우 환자군으로 진단하는, 척추관 협착증 진단 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 척추관 협착증 진단 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 7

한 번의 심장주기를 복수 개의 시간구간으로 표준화하여 촬영된 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상을 순차적으로 수신하는 입력부; 및

상기 입력부를 통해 수신된 상기 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상으로부터 표준화된 각 시간구간의 뇌척수액 속도 분포를 획득하고, 상기 각 시간구간 별로 획득된 상기 뇌척수액 속도 분포를 이용하여 난류 운동에너지를 계산하고, 상기 난류 운동에너지 계산 결과를 이용하여 척추관 협착증을 진단하는 제어부;

를 포함하는, 척추관 협착증 진단 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 척추 위상차 자기공명 영상을 이용한 진단방법으로, 특히, 뇌척수액의 위상차 자기공명 영상을 이용한 허리 척추관 협착증 진단 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 척추관이란 앞으로는 척추뼈의 앞부분인 추체, 추간판(디스크), 뒤로는 척추뼈의 뒷부분인 추궁관으로 둘러싸여 있는 공간을 말한다. 이러한 척추관은 뇌에서부터 나와 경추(목뼈), 흉추(등뼈)를 통과하여 요추부(허리)에서 하지(엉덩이, 다리, 발)로 가는 신경의 통로이다.

[0003] 한편, 척추관 협착증이란 신경이 지나가는 통로인 척추관이 좁아진 상태로, 추간판이 손상되면 척추관 협착증이 유발된다. 추간판이란 척추의 추골 사이에 끼어있는 연골의 원판으로, 탄력성이 있어 등뼈에 유연성을 주고 충격을 흡수하는 쿠션의 역할을 한다. 무리한 충격이 가해지면 추간판이 으깨져 비어져 나오는 경우가 있는데, 노령이 되어 탄력성이 없어지면 특히 발병하기 쉽다. 또한, 추간판이 비어져 나온 상태를 척추 디스크라고 한다. 이때, 비어져 나온 추간판이 중추신경인 척수를 압박해 통증이나 마비 또는 몸 전체에 기능 장애를 일으킬 수 있다.

[0004] 척추관 협착증 증상은 요통, 신경이성 간헐적 파행, 하지방사통, 하지감각 이상, 경부통, 상지 동통, 팔 운동

및 감각이상, 척수병증 등의 증상을 보이게 된다. 이러한 척추관 협착증 증상을 진단하기 위해 척추의 자기공명 영상(MRI: magnetic resonance imaging)을 분석하는 방법이 사용되고 있다.

[0005] 척추의 자기공명 영상은 척추관 협착증 환자를 진단하는 데 있어 근간이 되는 진단도구로서, 현재 척추관 협착증 진단에 주로 사용되고 있다. 그러나, 단순히 자기공명 영상의 척추관 협착이 실제 질병의 진단으로 귀결되는 것은 아니며, 자기공명 영상에서 척추관 협착이 발생한 것으로 분석되는 경우에도, 실제로는 피험자에게 아무런 통증이 나타나지 않아 오진이 발생하는 경우가 있다.

[0006] 이러한 척추관 협착증의 경우, 자기공명 영상 분석에서는 협착이 발생한 경우에도 정상인 경우가 있는 등 진단의 특이도를 결정하는데 어려움이 있어, 척추관 협착증을 진단하는 새로운 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 척추 위상차 자기공명 영상으로부터 뇌척수액의 난류 운동 에너지(turbulence kinetic energy) 계산을 통해 허리 척추관 협착증을 진단하는 척추관 협착증 진단 방법 및 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기의 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법은 한 번의 심장주기를 복수 개의 시간구간으로 표준화하여 촬영된 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상을 순차적으로 수신하는 단계, 상기 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상으로부터 표준화된 각 시간구간의 뇌척수액 속도 분포를 획득하는 단계, 상기 각 시간구간 별로 획득된 상기 뇌척수액 속도 분포를 이용하여 난류 운동에너지를 계산하는 단계, 및 상기 난류 운동에너지 계산 결과를 이용하여 척추관 협착증을 진단하는 단계를 포함한다.

[0009] 또한, 척추관 협착증 진단 방법은 위상차 자기공명 영상을 수신하는 단계와 상기 표준화된 각 시간구간의 뇌척수액 속도 분포를 획득하는 단계 사이에, 상기 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상에서 일정 크기의 관심 영역(ROI: Region Of Interest)을 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 뇌척수액의 속도 분포를 결정하는 단계는, 상기 관심 영역의 각 픽셀값을 아래 수학식에 적용하여 상기 관심 영역에 대한 픽셀값의 평균값을 계산하는 단계, 및 상기 계산된 픽셀값의 평균값, 상기 위상차 자기공명 영상을 촬영한 기계의 크기 자기공명 픽셀값의 평균값 또는 엔코딩 속도값 중 적어도 하나를 이용하여 상기 뇌척수액의 평균 속도를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

$$MP_i = \frac{\sum_{j=1}^n C(P_{i,j})}{n}$$

[0011] .

[0012] (여기서, MP_i 는 i 번째 슬라이드의 관심 영역 내의 픽셀값의 평균값이고, $P_{i,j}$ 는 i 번째 슬라이드의 위상차 자기공명 영상의 관심 영역 내의 j 번째 픽셀의 값을 나타내고, $C(P_{i,j})$ 는 픽셀값에 이미지 헤더에 기입된 캘리브레이션 함수를 적용한 결과를 나타냄)

[0013] 또한, 난류 운동에너지(CSF TKE)를 계산하는 단계는, 상기 뇌척수액의 속도 분포와 상기 뇌척수액의 평균 속도를 이용하여 아래 수학식에 의해 계산할 수 있다.

$$CSF\ TKE = \frac{1}{2T} \int_0^T (CSFv(t) - CSFv_{mean})^2 dt$$

[0014]

[0015] (여기서, T 는 심장주기, i 는 심장주기를 n 개로 구분한 각 시간 구간을 나타냄)

[0016] 또한, 척추관 협착증을 진단하는 단계는, 상기 난류 운동에너지가 $0.0678\text{cm}^2/\text{s} \cdot \text{kg}$ 이하인 경우 환자군으로 진단할 수 있다.

[0017] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기의 척추관 협착증 진단 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

[0018] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 장치는 한 번의 심장주기를 복수 개의 시간구간으로 표준화하여 촬영된 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상을 순차적으로 수신하는 입력부, 및 상기 입력부를 통해 수신된 상기 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상으로부터 표준화된 각 시간구간의 뇌척수액 속도 분포를 획득하고, 상기 각 시간구간 별로 획득된 상기 뇌척수액 속도 분포를 이용하여 난류 운동에너지를 계산하고, 상기 난류 운동에너지 계산 결과를 이용하여 척추관 협착증을 진단하는 제어부를 포함한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 의하면, 위상차 자기공명 영상으로부터 객관화된 난류 운동에너지를 자동으로 계산하여 척추관 협착증 진단을 자동화하고, 정확도를 높일 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법의 개략적인 흐름도이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 장치의 개략적인 구성도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법을 설명하기 위해 위상차 자기공명 영상과 뇌척수액 속도를 비교한 도면이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법을 설명하기 위해 정상군과 환자군의 뇌척수액 속도를 비교한 도면이다.
 도 5 내지 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법의 주요 파라미터를 결정하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면을 참조하여 상세하게 설명하도록 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0022] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0023] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급될 때에는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급될 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0024] 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 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0025] 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.

[0026] 명세서 및 청구범위 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

- [0028] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법의 개략적인 흐름도이다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법은 위상차 자기공명 영상 수신(S110), 뇌척수액 속도 분포 획득(S120), 난류 운동에너지 계산(S130), 척추관 협착증 진단(S140) 순서로 수행될 수 있다.
- [0031] 먼저, 위상차 자기공명 영상 수신은 외부의 PC-MRI(phase contrast magnetic resonance imaging) 기기에서 촬영된 위상차 자기공명 영상을 수신할 수 있다. PC-MRI 기기는 한 번의 심장주기를 복수 개의 시간구간으로 표준화하여 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상을 촬영할 수 있다.
- [0032] 구체적으로, 심장주기는 심방이 수축과 이완하면서 심실이 수축하고 심실, 심방이 같이 이완하였다가 다시 심방이 수축할 때까지의 시간을 의미한다. 척추관 협착증은 요추 또는 천골 부분의 통증이 야기되는 질병으로 요추 또는 천골 부위의 위상차 자기공명 영상과 관련된다. 특히, 뇌척수액 유속을 이용하여 척추관 협착증을 진단하는 경우, 요추 부위의 뇌척수액 유속과 질병의 관련성이 크므로 이 부위의 위상차 자기공명 영상을 이용한다.
- [0033] 척추 연결선에 수직인 방향으로 촬영된 요추의 위상차 자기공명 영상에서 일정 크기의 관심 영역(ROI: Region Of Interest)을 설정할 수 있고, 관심 영역에 대한 뇌척수액 유속 분포를 이용하여 난류 운동에너지를 계산할 수 있다. 예를 들어, 관심 영역은 0.3cm*0.3cm 크기의 정사각형 형태로 선택될 수 있고, 해당 영역 내의 복수의 픽셀값을 포함할 수 있다. 이때, 촬영된 슬라이드의 두께, 속도 인코딩 매개 변수 등의 위상차 자기공명 영상을 촬영하는 PC-MRI 기기의 특성에 따른 파라미터가 결정될 수 있다.
- [0034] 다음으로, 뇌척수액 속도 분포 획득(S120)은 순차적으로 수신된 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상, 특히, 위상차 자기공명 영상의 관심 영역의 영상을 분석하여 뇌척수액의 속도 분포를 획득할 수 있다. 구체적으로, 획득한 위상차 자기공명 영상은 한 번의 심장주기를 N개의 시간구간으로 표준화하여 촬영된 것이다. 피험자마다 심장주기 시간이 다르기 때문에 한 번의 심장주기를 N개의 시간구간으로 유속을 표준화할 필요가 있고, 각 시간구간에서 표준화된 유속의 일 방향의 변위값을 이용하여 뇌척수액의 속도 분포를 결정할 수 있다.
- [0035] 이러한, 뇌척수액의 속도 분포 결정은 관심 영역의 각 픽셀값을 [수학식 1]에 적용하여 관심 영역에 대한 픽셀값의 평균값을 계산할 수 있다.

수학식 1

$$MP_i = \frac{\sum_{j=1}^n C(P_{i,j})}{n}$$

- [0036]
- [0037] 여기서, MP_i 는 i번째 슬라이드의 관심 영역 내의 픽셀값의 평균값이고, $P_{i,j}$ 는 i번째 슬라이드의 위상차 자기공명 영상의 관심 영역 내의 j번째 픽셀의 값을 나타내고, $C(P_{i,j})$ 는 픽셀값에 이미지 헤더에 기입된 캘리브레이션 함수를 적용한 결과를 나타낸다.
- [0038] [수학식 1]에 의해 계산된 픽셀값의 평균값(MP_i), 위상차 자기공명 영상을 촬영한 기계의 크기 자기공명 픽셀값의 평균값(MA_i), 또는 엔코딩 속도값(VEHC: encoding vecity) 중 적어도 하나를 이용하여 뇌척수액의 속도 분포를 계산할 수 있다.
- [0039] 예를 들어, GE machine을 사용하는 경우, 뇌척수액의 속도 분포는 [수학식 2]에 의해 계산되고, Siemens 및 Philips machine을 사용하는 경우, 뇌척수액의 속도 분포는 [수학식 3]에 의해 계산될 수 있다.

수학식 2

$$\text{Mean flow velocity(mm/sec)} = \frac{MP_i + MA_i}{2} \times \frac{VENC}{\text{scale value} \times \pi}$$

수학식 3

$$\text{Mean flow velocity(mm/sec)} = \frac{MP_i - 2048}{4096} \times 2 \times VENC$$

다음으로, 난류 운동에너지(CSF TKE)를 계산하는 단계는(S130) 뇌척수액의 속도 분포와 뇌척수액의 평균 속도를 이용하여 [수학식 4]에 의해 계산할 수 있다.

수학식 4

$$CSF\ TKE = \frac{1}{2T} \int_{t=0}^T (CSFv(t_i) - CSFv_{mean})^2 dt$$

여기서, T는 심장주기, i는 심장주기를 n개로 구분한 각 시간 구간을 나타낸다.

마지막으로, 척추관 협착증을 진단하는 단계는(S140) 난류 운동에너지가 기준값을 초과하는 경우 정상군으로 진단하고, 기준값 이하인 경우, 환자군으로 진단할 수 있다. 구체적으로, 난류 운동에너지가 $0.0678\text{cm}^2/\text{s} \cdot \text{kg}$ 이 하인 경우 환자군으로 진단할 수 있다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 장치의 개략적인 구성도이다.

도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 장치(100)는 입력부(110) 및 제어부(120)를 포함한다.

입력부(110)는 한 번의 심장주기를 복수 개의 시간구간으로 표준화하여 촬영된 각 시간구간의 위상차 자기공명 영상을 순차적으로 수신할 수 있다. 입력부(110)는 외부의 PC-MRI 기기에서 촬영한 위상차 자기공명 영상을 수신하고, PC-MRI 기기는 한 번의 심장주기를 복수 개의 시간구간으로 표준화하여 영상을 촬영할 수 있다.

제어부(120)는 입력부(110)를 통해 수신된 위상차 자기공명 영상으로부터 뇌척수액 속도 분포를 획득하고, 각 구간 별로 획득된 뇌척수액 속도 분포를 이용하여 난류 운동에너지를 계산하고, 난류 운동에너지 계산 결과를 이용하여 척추관 협착증을 진단할 수 있다. 제어부(120)의 구체적인 기능들은 앞서 도 1에서 설명하였으므로 구체적인 설명은 생략한다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법을 설명하기 위해 위상차 자기공명 영상과 뇌척수액 속도를 비교한 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법을 설명하기 위해 정상군과 환자군의 뇌척수액 속도를 비교한 도면이다.

도 3을 참조하면, A는 넓은 척추관을 가진 증상이 발생하지 않은 정상군 피험자의 위상차 자기공명 영상이고, B는 좁은 척추관을 가졌지만 증상이 발생하지 않은 정상군 피험자의 위상차 자기공명 영상이고, C는 좁은 척추관을 가진 증상이 발생한 환자군 피험자의 위상차 자기공명 영상을 나타낸다.

위상차 자기공명 영상만으로는 B의 경우에도 척추관 협착증이 의심되지만 이러한 좁은 척추관을 가진 경우에도 증상이 발생하지 않은 경우가 많아 위상차 자기공명 영상 분석만으로는 오진의 위험이 있다.

- [0055] A 내지 C 케이스에 대하여, 요추(L2)와 천골(S1) 부위에서 각각 뇌척수액 유속을 측정하면 두 번째 그래프와 같은 양상을 보인다. 즉, 천골(S1) 부위의 뇌척수액 유속은 환자군과 정상군이 큰 차이가 없지만, 요추(L2) 부위의 뇌척수액 유속은 차이가 있는 것을 확인할 수 있다. 요추(L2) 부위의 뇌척수액 유속이 정상군의 피험자와 유사한 양상을 보이는 경우, 즉, 유속 변화가 큰 B 케이스의 경우는 좁은 척추관을 가졌지만 척추관 협착증 증상을 보이지 않는 것을 알 수 있다.
- [0056] 도 4를 참조하면, 요추 부위에서 정상군과 비교하여 환자군의 뇌척수액 유속이 큰 차이가 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0057] 위상차 자기공명 영상으로부터 시간축에 대한 일 방향(예를 들어, y 축 방향)의 속도 변위를 검출하면, 환자군은 정상군보다 y축 변위 크기가 작은 것으로 나타난다.
- [0058] 특히, 한 번의 심장주기 중 20 ~ 54 % ($p < 0.001$) 구간은 차이가 크게 발생하는 것으로 나타났다. 척추관 협착증 환자는 정상군보다 뇌척수액 속도가 낮고, 한 주기 중 아래로 흐르는 부분에서 차이가 더 크게 발생하는 것을 확인할 수 있다. 이러한 뇌척수액의 속도는 난류 운동에너지로 환산할 경우 더욱 큰 차이를 나타낸다.
- [0060] 도 5 내지 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법의 주요 파라미터를 결정하기 위한 도면이다.
- [0061] 도 5를 참조하면, 뇌척수액의 체적율(CSF volume rate), 뇌척수액의 속도(CSF velocity), 뇌척수액의 난류 운동에너지(CSF TKE)의 관계를 정상군과 환자군을 비교하면 환자군과 정상군을 구분하는 가장 큰 차이는 뇌척수액의 난류 운동에너지(CSF TKE)인 것을 확인할 수 있다.
- [0062] 도 6을 참조하면, 각 척추층에서의 척추관 직경의 합, 즉, 협착 정도에 따른 뇌척수액의 체적율(CSF volume rate), 뇌척수액의 속도(CSF velocity), 뇌척수액의 난류 운동에너지(CSF TKE)의 관계를 확인하면, 뇌척수액의 속도(CSF velocity), 뇌척수액의 난류 운동에너지(CSF TKE)가 협착 정도와 상관 관계가 없는 것을 확인할 수 있다.
- [0063] 도 7을 참조하면, 파행에 걸린 시간(claudication time), 즉, 증상의 중증도와 일부 뇌척수액의 동적 매개 변수는 서로 유의한 관계가 있는 것을 확인할 수 있다. 뇌척수액 속도의 평균은 증상의 중증도에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었지만, 뇌척수액 체적율(CSF volume rate)과 뇌척수액의 난류 운동에너지(CSF TKE)는 환자군의 중증도가 덜한 경우 더 큰 값을 가지는 결과를 나타내었다. 이로부터, 뇌척수액의 혈류 역학적 변수 중 뇌척수액의 난류 운동에너지(CSF TKE)는 협착 정도와는 상관 관계가 없었지만 증상의 중증도에 따라 차이가 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0064] 본 발명에 따르면, 위상차 자기공명 영상으로부터 뇌척수액의 속도와 난류 운동에너지를 계산하여 척추관 협착증 진단을 객관화하고 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0066] 이상에서 기술한 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법은, 척추관 협착증 진단 장치에 기본적으로 설치된 어플리케이션(이는 단말기에 기본적으로 탑재된 플랫폼이나 운영체제 등에 포함된 프로그램을 포함할 수 있음)에 의해 실행될 수 있고, 사용자가 어플리케이션 스토어 서버, 어플리케이션 또는 해당 서비스와 관련된 웹 서버 등의 어플리케이션 제공 서버를 통해 단말기에 직접 설치한 어플리케이션(프로그램)에 의해 실행될 수도 있다.
- [0067] 이러한 의미에서, 기술한 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 장치는 단말기에 기본적으로 설치되거나 사용자에게 의해 직접 설치된 어플리케이션(프로그램)으로 구현되고 단말기 등의 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 이러한 프로그램은 컴퓨터에 의해 읽힐 수 있는 기록매체에 기록되고 컴퓨터에 의해 실행됨으로써 기술한 기능들이 실행될 수 있다.
- [0068] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 척추관 협착증 진단 방법을 실행하기 위한 프로그램은 컴퓨터의 프로세서(CPU)에 의해 읽힐 수 있는 C, C++, JAVA, 기계어 등의 컴퓨터 언어로 코드화된 코드(Code)를 포함할 수 있다.
- [0069] 이러한 코드는 상기 기능들을 컴퓨터의 프로세서가 실행시키는데 필요한 추가 정보나 미디어가 컴퓨터의 내부 또는 외부 메모리의 어느 위치(주소, 번지)에서 참조되어야 하는지에 대한 메모리 참조 관련 코드를 더 포함할

수 있다.

[0070] 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(Functional) 프로그램과 이와 관련된 코드 및 코드 세그먼트 등은 기록매체를 읽어서 프로그램을 실행시키는 컴퓨터의 시스템 환경 등을 고려하여, 본 발명이 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론되거나 변경될 수 있다.

[0071] 상기의 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽힐 수 있는 기록매체는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 미디어 저장장치 등이 있다.

[0072] 이상에서, 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합되거나 결합되어 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 안에서라면, 그 모든 구성 요소들이 적어도 하나로 선택적으로 결합하여 동작할 수 있다. 또한, 그 모든 구성 요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성 요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수 개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 그 컴퓨터 프로그램을 구성하는 코드들 및 코드 세그먼트들은 본 발명의 기술 분야의 당업자에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 저장매체로는 자기 기록매체, 광 기록매체 등이 포함될 수 있다.

[0074] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 사람이라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

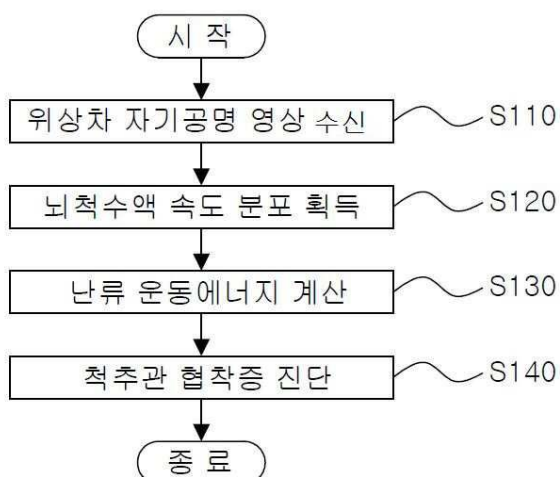
부호의 설명

[0075] 100: 척추관 협착증 진단 장치

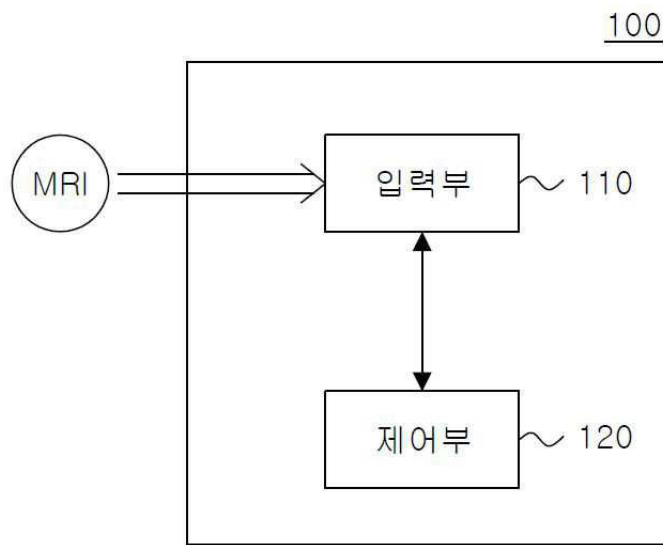
110: 입력부 120: 제어부

도면

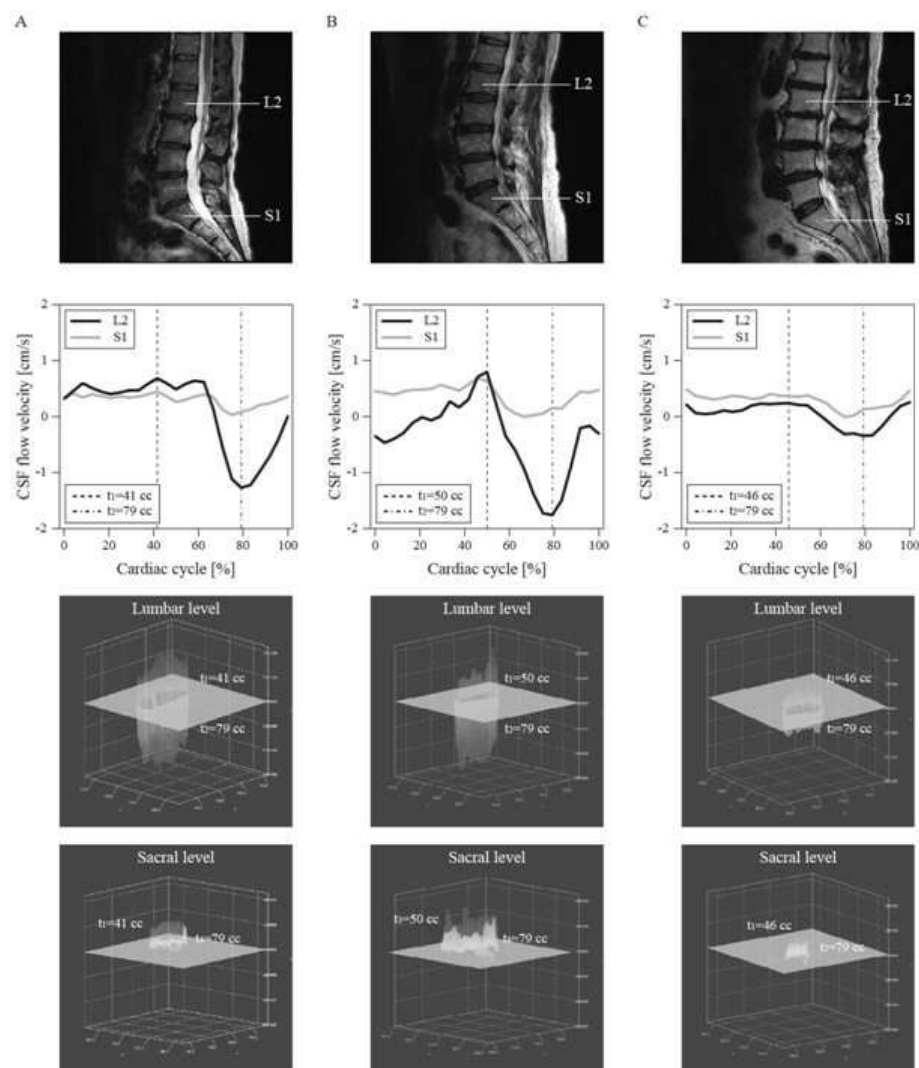
도면1



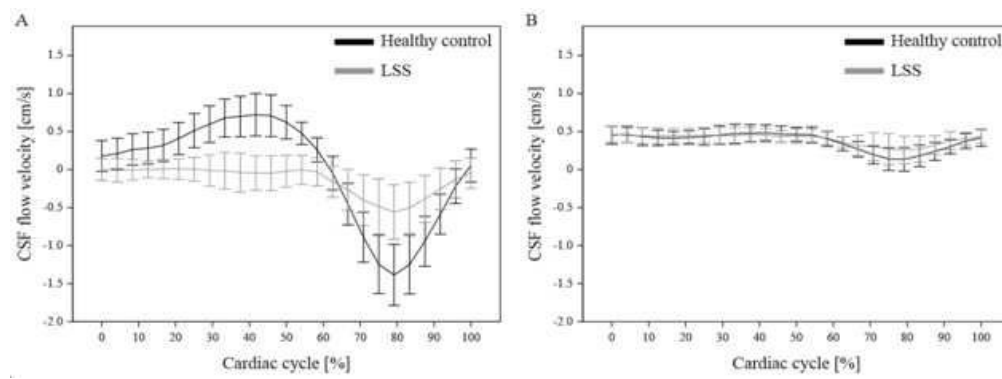
도면2



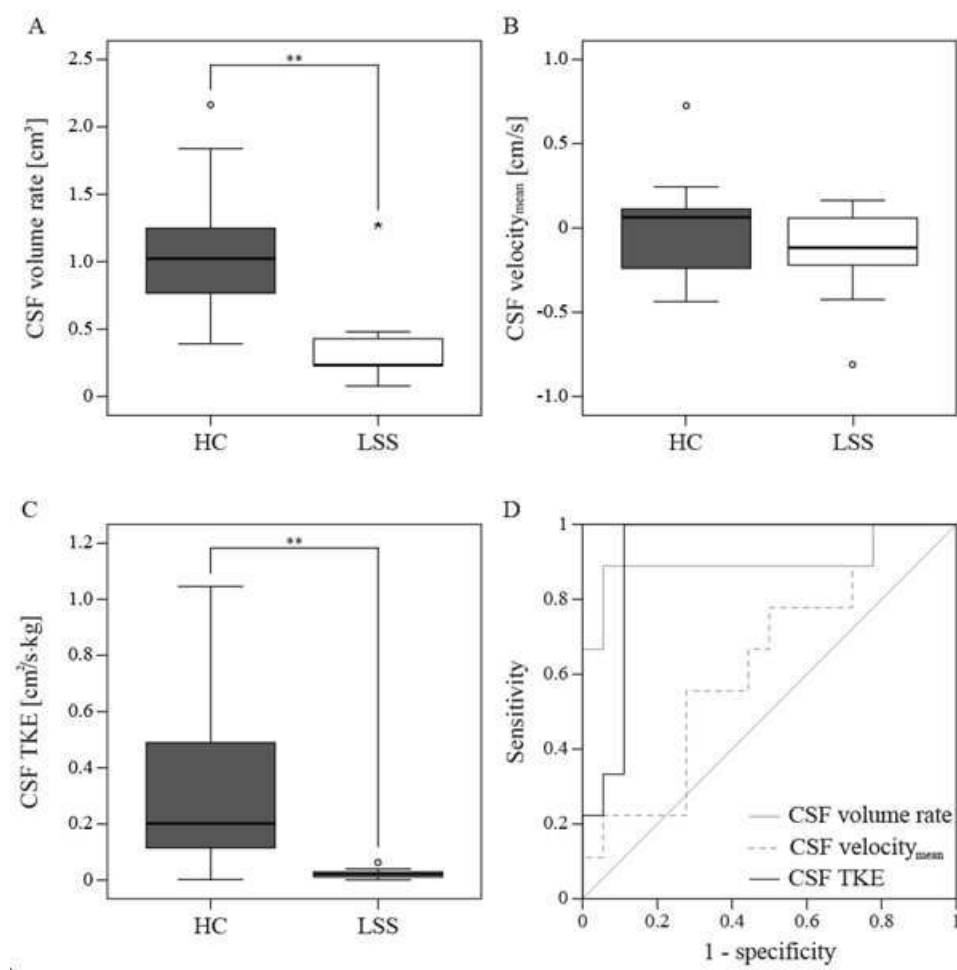
도면3



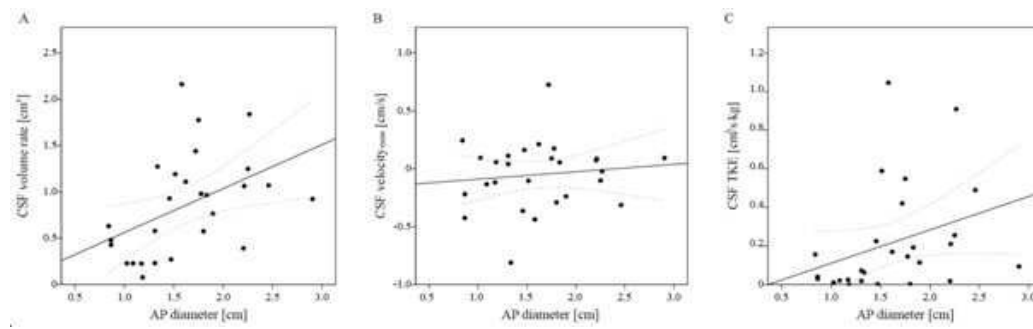
도면4



도면5



도면6



도면7

