

(19)日本国特許庁(J P)

公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号

特開2002 - 345821

(P2002 - 345821A)

(43)公開日 平成14年12月3日(2002.12.3)

(51) Int.Cl⁷
A 6 1 B 8/12
1/00

識別記号
300

F I
A 6 1 B 8/12
1/00

テマコード(参考)
4 C 0 6 1
4 C 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 30 L (全 6 数)

(21)出願番号 特願2001 - 160340(P2001 - 160340)

(22)出願日 平成13年5月29日(2001.5.29)

(71)出願人 598073970
服部 耕治
奈良県奈良市四条大路1 - 23 - 11
(71)出願人 501213620
森 浩二
大阪府吹田市岸部中3丁目15 - 12 - 402
(72)発明者 服部 耕治
奈良県奈良市四条大路1丁目23番地11号
(72)発明者 森 浩二
大阪府吹田市岸部中3丁目15 - 12 - 402
(74)代理人 100096024
弁理士 柏原 三枝子

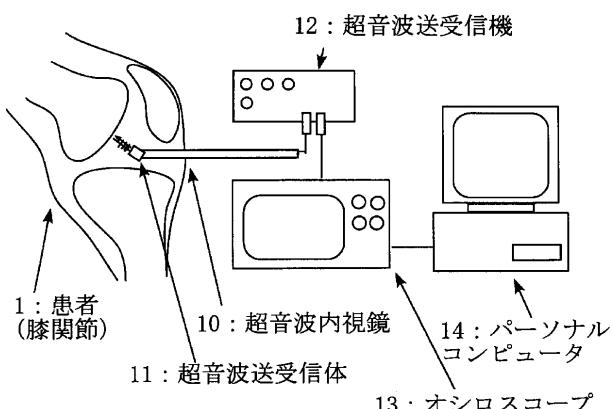
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 関節腔内の超音波解析システム

(57)【要約】

【課題】 この発明は関節軟骨における超音波関節内探触子とウェーブレット変換を用いた解析法に関するものである。

【解決手段】 被検査体内に超音波を送信するとともに被検査体内で反射した超音波を受信する送受信体を先端部分に装備した関節内探触子で、得られたAモードエコー図をウェーブレット変換する解析システムにより、これまで困難であった軟骨や軟骨下骨の力学構造特性を直視的に示し、定量評価できる。また同時にその軟骨の厚さも同時に評価できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】超音波を関節腔内に送信するとともに、関節腔内で反射した超音波を反射エコーとして受信する超音波送受信体を関節内探触子の先端部に設け、超音波送受信体で求めた反射エコーをウェーブレット変換することにより、定量的に関節腔内の軟骨および軟骨下骨を評価することを特徴とする関節腔内の超音波解析システム。

【請求項2】前記関節内探触子が関節鏡に併用して使用できるプローブである請求項1記載の関節腔内の超音波解析システム。

【請求項3】前記関節内探触子が関節穿刺針である請求項1記載の関節腔内の超音波解析システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、関節腔内の軟骨および軟骨下骨の状態を直視的かつ定量的に評価するための関節腔内の超音波解析システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、関節腔内の軟骨および軟骨下骨などの評価方法としては、関節鏡を関節腔内に挿入し直接関節表面を観察する方法、プローブを損傷した軟骨部に接触させてその程度や軟骨の表面固さを直感的に見る方法、MRIを撮像して観察する方法等が知られている。

【0003】そのうち、関節鏡やプローブによる直視的観察では、表面部の状態しか判別できず、関節軟骨内に存在する亀裂の判別は不可能であった。また、同様に下骨部分の力学・構造特性を定量的に評価することも不可能であった。一方、MRIによる診断では軟骨の軽度の変化は観察できなかった。また、限局した部位の評価は難しかった。

【0004】このように従来の評価方法では、力学・構造特性の定量的な評価が困難であるために、判断があいまいとなっていた。また、定量的評価が困難であるために、医師によって損傷程度の判断が異なる場合もあった。さらに、定量的評価には損傷の度合いを数値化する必要があるが、数値のみの表示だと、手術中など多数の作業を平行して行わなくてはならない場合などに、数値を誤読する可能性もあった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の評価方法に代わって、近年、医療用超音波診断装置を用いて経皮的に関節軟骨の診断を行う試みがなされている。しかし、医療用超音波診断装置を軟骨などに経皮的に探触子をあてて関節軟骨を観察する方法では、関節荷重部の軟骨および軟骨下骨の超音波断層像を得ることすなわち音響断層像を得ることは音響陰影により不可能であった。

【0006】また、関節腔内に挿入できる超小型の超音波探触子はすでに開発されているが、手術中に超音波断層像として簡便に表示できる探触子は現在の技術では完

成されていなかった。また、振幅の変化の形で表示するAモードエコー図では、直視的に軟骨の力学・構造特性を評価することは困難な問題もあった。

【0007】さらに、上述したように超音波を使用した評価方法では、超音波による診断像を得るために、ゲリセリン等からなる音響カップリング材が必要であった。このためには、関節内に異物を充填する必要があり、関節内の超音波像を得ることは難しい問題もあった。あるいは、超音波探触子を関節腔内の軟骨等に接触させる必要があるが、関節腔内の軟骨は滑らかかつ柔軟であるため、関節腔内の軟骨等を損傷する危険性があった。このため、超音波探触子を関節面に接触させて測定する方法では、関節腔内の軟骨などを損傷する危険を伴う問題もあった。

【0008】本発明の目的は上述した課題を解消して、関節腔内の軟骨および軟骨下骨の状態を直視的かつ定量的に評価することができる関節腔内の超音波解析システムを提供しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の関節腔内の超音波解析システムは、超音波を関節腔内に送信するとともに、関節腔内で反射した超音波を反射エコーとして受信する超音波送受信体を関節内探触子の先端部に設け、超音波送受信体で求めた反射エコーをウェーブレット変換することにより、定量的に関節腔内の軟骨および軟骨下骨を評価することを特徴とするものである。

【0010】また、本発明の関節腔内の超音波解析システムにおいて、関節内探触子が関節鏡に併用して使用できるプローブであること、および、関節内探触子が関節穿刺針であることは、それぞれ好ましい態様である。

【0011】本発明では、超音波送受信体を関節内探触子の先端部に設けることで、関節内に存在する関節液を利用することにより、音響カップリング材を用いることなく、関節内において反射エコーを得ることができる。あるいは関節液が十分量、関節腔内に存在しない場合には生理食塩水等の治療時に用いる液体で代用してもよい。また、関節液を利用して超音波を関節面に照射するため、被検査体である関節軟骨に直接触れることなく反射エコーを得ることができる。ここで、関節軟骨に超音波を照射すると、表面部分および下骨部分から反射エコーが得られる。しかし内部に亀裂が存在すると、その部分からも反射エコーが観察されるため、関節軟骨内部の亀裂・損傷を判別することができる。また下骨部分の反射エコーから、下骨部分の構造特性を推定できる。

【0012】また、本発明では、反射エコーをウェーブレット変換して評価することで、従来のAモードエコーの解析ではできなかった直視的な軟骨などの評価をすることができる。ウェーブレット変換の際に用いるマザーウェーブレットは、病状の形態に応じて、その特徴が明確となるような関数を用いることが好ましい。マザーウ

エーブレットは、必ずしも数学的に記述できる関数ではなく、実際の反射エコーを用いてよい。

【0013】測定データを外部メモリーに記憶しておき、患者ごとの測定データを診断時に引き出して表示すれば、病状の変化を経時的に容易に把握できる。またこれらの測定データをデータベースと比較することにより、損傷程度の客観的・定量的評価が可能になるため、医師による判断のばらつきがなくなる。

【0014】ウェーブレット変換を行うプログラムは、画面上に取り込んだ反射エコー、ウェーブレットマップ（上方視点）を表示させ、さらに表面部分および下骨部分のウェーブレットマップ（側方視点）の拡大図、およびそれらの図から求められる関節軟骨の厚さを画面上に表示させる。複数視点から見たウェーブレットマップを同時に表示させることにより、視覚的に損傷程度を判断できる。数値データと複数視点からのウェーブレットマップを同時に示すことにより、医師に多くのデータを提供し、確実かつ迅速に損傷部の定量的診断ができる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の関節腔内の超音波解析システムでは、被検査体関節腔内に挿入された上述超音波送受信体で、被検査体内で反射した超音波を受信し、得られた反射エコーを、アドミッシブル条件をみたすマザーウェーブレットによりウェーブレット変換を行ない、任意の時間にどれくらいの周波数がどれくらいの強度で存在しているかを解析し、変換によって得られたデータから軟骨の力学的・構造的特性を定量的に評価し、軟骨厚さ等の測定も行う。

【0016】関節鏡手術時に本発明のシステムを併用した場合、軟骨表面を直視的に確認しながら、同時にその部位での軟骨の厚さや力学・構造特性を瞬時に測定することができる。また、関節穿刺においては、貯留した関節水腫を除去する際に軟骨の厚さや力学・構造特性を瞬時に測定することができ、外来診療においてこの検査ができる。

【0017】本発明の実施例について実験結果を例にあげて説明する。図1および図2はそれぞれ本発明の超音波関節内探触子とウェーブレット変換を用いた解析の概略図である。図1および図2に示す例において、超音波内視鏡10は先端部分に超音波送受信体11を含む。本発明の一例では、患者の膝関節1に超音波内視鏡10を挿入し、超音波送受信機12により発信された超音波を、超音波送受信体11から被検査体に照射し、図3に示すような反射エコーを測定する。反射エコーは主に関節軟骨2および下骨部分3から得られる。測定された反射エコーはオシロスコープ13で表示する。

【0018】さらに得られた反射エコーをパソコンコンピューター14に取り込み、組み込まれたプログラムによってウェーブレット変換を行う。図4、図5および図6に示すウェーブレット変換後のウェーブレットマッ

プにおいて、関節表面部からの反射エコー、下骨部分からの反射エコー部分において、それぞれの強度、時間方向の幅を測定し、その数値から関節疾患の程度を評価する。図6において、2つの反射エコーの間に、関節軟骨の平均音速(約1600m/s)を乗じることにより、測定部位の関節軟骨の厚さを記録し、診断の参考とする。図5のウェーブレットマップ、図7に示す総合測定結果をパソコンコンピューターの画面上に表示し、医師に総合的な情報を提供する。得られたウェーブレットマップおよび各測定値は、パソコンコンピューター14の記憶メモリーに記録しておくことにより、診察時に引き出して表示させれば、疾患の経時的な変化を容易に把握できる。

【0019】図8に表面性状が肉眼的に正常と考えられる軟骨表面に超音波を送信し、被検査体内で反射した超音波の反射エコー図およびウェーブレットマップを示す。これは、gabor関数をマザーウェーブレットとしてウェーブレット変換を行ったものである。図8において表面部からの反射エコーの強度および時間方向の幅は、それぞれ3.9145、0.372μsと求めることができる。下骨部分からの反射エコーの強度および時間方向の幅は、それぞれ0.32812、0.914μsと求めることができる。関節軟骨の厚さは、2つの反射エコーの間隔から1.290mmと求めることができる。

【0020】図9はわずかに損傷している軟骨表面に超音波を送信し、被検査体内で反射した超音波の反射エコー図およびウェーブレットマップである。これはgabor関数をマザーウェーブレットとしてウェーブレット変換を行ったものである。図9において表面部からの反射エコーの強度および時間方向の幅は、それぞれ0.88306、2.644μsと求めることができる。下骨部分からの反射エコーの強度および時間方向の幅は、それぞれ0.036799、0.248μsと求めることができる。関節軟骨の厚さは、2つの反射エコーの間隔から2.270mmと求めることができる。

【0021】図9を図8の正常と考えられるウェーブレットマップと比較すると、直視的に強度および時間方向の幅が異なっていることが容易に判別できる。また数値で比較することにより、定量的な診断が可能であることがわかる。この結果から本発明は、ウェーブレット変換を用いることにより、関節軟骨性状の特徴を明確にするため、診断が容易にできることが明らかになった。また損傷の程度を定量化して評価できることが明らかになった。

【0022】

【発明の効果】以上の例において、これまで関節鏡により軟骨表面を観察、またはプローブを押し当てることでその性状を評価していた方法に対して、本発明を用いることによって、定量的に評価することが可能となる。同時に関節鏡と併用することによってその部位における軟

骨の厚さやその直下の軟骨下骨の力学・構造特性まで推測することができるようになる。本発明を使用することで、多くの関節軟骨の疾患に対する手術方法選択の基準のひとつとなる。また本発明は、最近研究が進められている軟骨細胞移植による再生軟骨の評価の一方法となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例を示す概略図である。

【図2】 図1の測定部を示す概略図である。

【図3】 図1の実施例で得られた反射エコー図である。
る。

【図4】 図1の実施例で得られた反射エコーをウェーブレット変換したときのウェーブレットマップである
(鳥瞰図)。

【図5】 図4を上方から見た図であり、強度が高いところほど黒くしている。

【図6】 図4を時間軸側から見た図である。

* 【図7】 ウェーブレット変換プログラムによって表示される総合測定結果である。

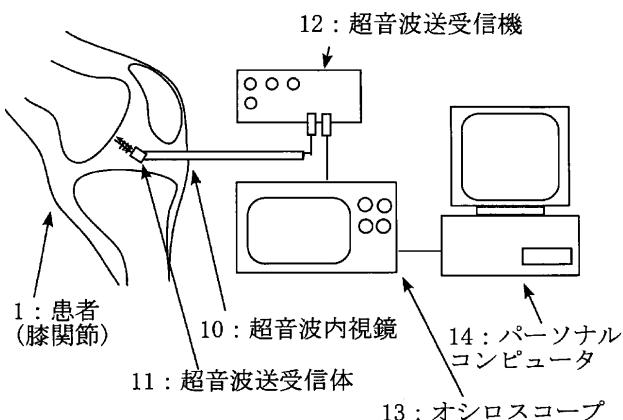
【図8】 肉眼的に正常な関節軟骨で実験したときのウェーブレットマップと反射エコー図である。

【図9】 肉眼的に非正常な関節軟骨で実験したときのウェーブレットマップと反射エコー図である。

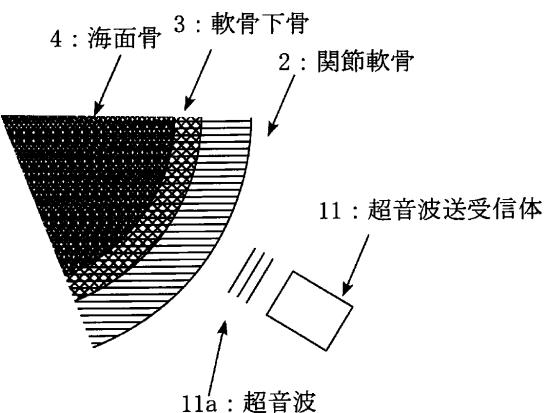
【符号の説明】

- | | |
|----|-------------|
| 1 | 患者(膝関節) |
| 2 | 関節軟骨 |
| 3 | 軟骨下骨 |
| 4 | 海面骨 |
| 10 | 超音波内視鏡 |
| 11 | 超音波送受信体 |
| 12 | 超音波送受信機 |
| 13 | オシロスコープ |
| 14 | パソコンコンピューター |

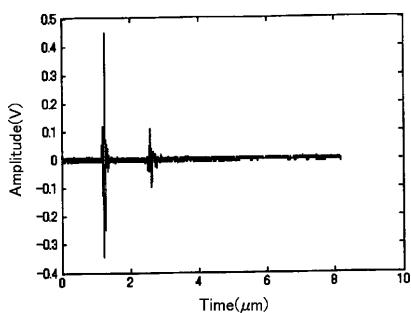
【図1】



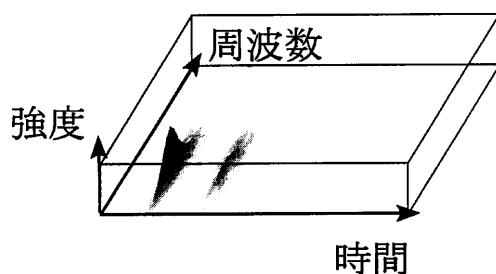
【図2】



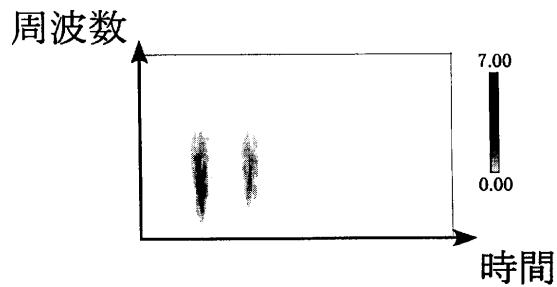
【図3】



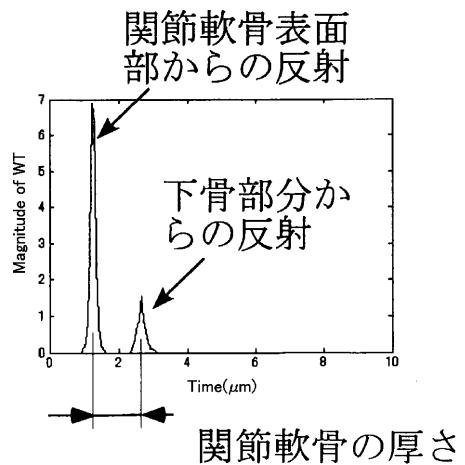
【図4】



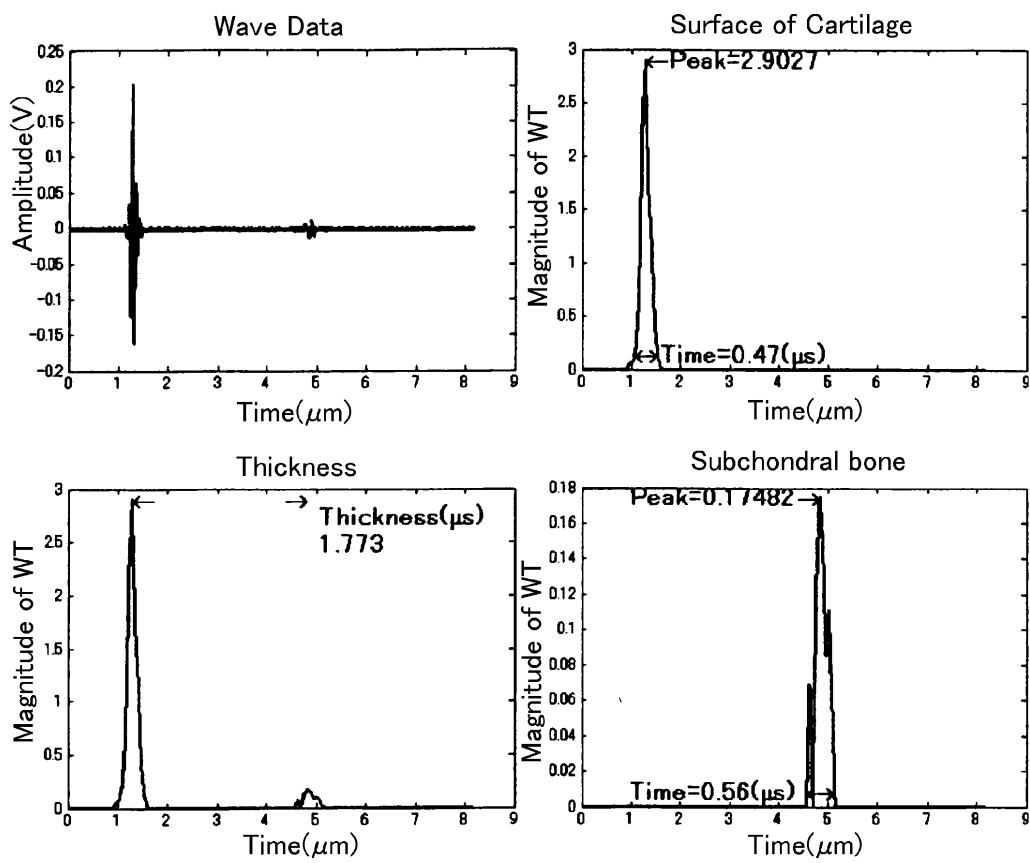
【図5】



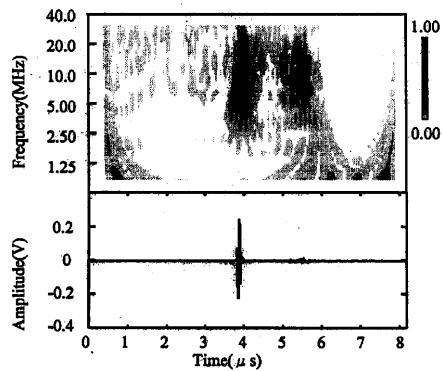
【図6】



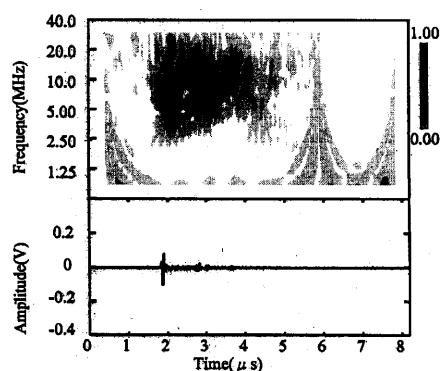
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 富田 直秀
三重県名張市木屋町814

(72)発明者 池内 健
京都府京都市北区大宮薬師山西町10-50

F ターム(参考) 4C061 AA25 BB08 CC06 DD10 FF21
SS30 WW16
4C301 AA02 DD30 EE19 FF04 FF05
GA01 JB21

专利名称(译)	关节腔超声分析系统		
公开(公告)号	JP2002345821A	公开(公告)日	2002-12-03
申请号	JP2001160340	申请日	2001-05-29
[标]申请(专利权)人(译)	服部浩二 森浩二		
申请(专利权)人(译)	服部浩二 森浩二		
[标]发明人	服部耕治 森浩二 富田直秀 池内健		
发明人	服部 耕治 森 浩二 富田 直秀 池内 健		
IPC分类号	A61B1/00 A61B8/12		
FI分类号	A61B8/12 A61B1/00.300.F A61B1/00.530		
F-TERM分类号	4C061/AA25 4C061/BB08 4C061/CC06 4C061/DD10 4C061/FF21 4C061/SS30 4C061/WW16 4C301 /AA02 4C301/DD30 4C301/EE19 4C301/FF04 4C301/FF05 4C301/GA01 4C301/JB21 4C161/AA25 4C161/BB08 4C161/CC06 4C161/DD10 4C161/FF21 4C161/SS30 4C161/WW16 4C601/DD30 4C601 /EE16 4C601/FE01 4C601/FE02 4C601/GA01 4C601/JB34		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种在关节软骨中使用超声波关节内探针和小波变换的分析方法。解决方案：所获得的A模式回波图通过在末端部分配备有发射器/接收器的关节内探针进行小波变换，用于将超声波发射到被检体内并接收在被检体内反射的超声波。使用该分析系统，可以直接显示和定量评估迄今为止还很困难的软骨和软骨下骨的机械结构特征。同时，可以同时评估软骨的厚度。

