

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：13701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25861081

研究課題名(和文) 3テスラMRIを用いた子宮筋腫の術前シミュレーションモデルの作成

研究課題名(英文) Magnetic Resonance Imaging of Uterine Fibroids: a Preliminary Investigation into the Usefulness of 3D-Rendered Images for Surgical Planning

研究代表者

加藤 博基 (Kato, Hiroki)

岐阜大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：70377670

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：子宮筋腫の患者に対して3T-MRIで骨盤部の3D-T2強調TSE矢状断像(3D Volume Isotropic TSE Acquisition: VISTA)を撮像し、得られたボリュームデータから3D画像(surface rendering)を作成し、MRI画像を用いた手術計画における有用性を検討した。手術計画に要した時間は、2D画像に比べて3D画像で有意に短縮した。また術式の正解率、摘出個数の正解率は、いずれも2D画像に比べて3D画像で軽度上昇した。3D画像は手術計画の正確性を下げることなく、術前評価に要する時間を短縮できた。3D画像は産婦人科医の負担軽減に寄与することができる。

研究成果の概要(英文)：We assessed the efficacy of three-dimensional (3D) surface-rendered (SR) images using 3D volume isotropic turbo spin-echo acquisition (VISTA) sequences to demonstrate 3D anatomical structures on magnetic resonance (MR) images for surgical planning of uterine fibroids. Compared with sagittal images, 3D-SR images could significantly reduce the time required for surgical planning of uterine fibroids without sacrificing the accuracy of the preoperative assessment. 3D-rendered images might be useful for education and may aid in reducing the burden on gynecologists.

研究分野：医歯薬学

キーワード：核磁気共鳴画像(MRI)

1. 研究開始当初の背景

子宮筋腫は生殖年齢の女性の 20~30% に罹患する頻度の高い良性腫瘍であり、不正性器出血による貧血、月経困難症、不妊症、周囲臓器圧迫症状が問題となることがある。有症状の場合に治療の適応となり、従来から行われているホルモン療法や外科手術の他に、近年では子宮動脈塞栓術や集束超音波療法などの新しい治療法が行われている。外科手術は大きく筋腫核出術と子宮全摘術に分かれ、筋腫核出術は腹式(開腹)、腔式、腹腔鏡下、子宮鏡下などの様々なアプローチが試みられる。子宮筋腫は超音波検査、MRI、子宮鏡によって診断され、子宮筋腫の外科手術に際してこれらの診断情報を用いて術式が選択されるが、特に MRI 画像からの客観的な情報を参考にすることが多い。MRI は子宮筋腫と子宮肉腫との鑑別や他の骨盤内スクリーニングにも有用であり、子宮筋腫診療の one-stop shop となる有用性が確立されたモダリティである。

従来の 1.5T-MRI 装置による MRI 画像は 2 次元 (Dimension: 以下, D) で表示されることが多く、MRI 画像にはある程度の厚みや隙間が存在していたため、術前評価を詳細に行うことには限界があった。一方、近年の IT 革命とあいまって、医用イメージング装置の高性能化が進み、高空間、高時間分解能が実現し、精度の高い画像診断が可能となった。我々の施設ではすでに 3T-MRI システムが稼働しており、日常診療に使用している。3T-MRI は従来の 1.5T-MRI と比べ、高い S/N 比 (信号対ノイズ比) や高い空間分解能が得られることが最大の特徴で、婦人科領域においては病変の内部性状や正常解剖の微細構造を良好に描出することが可能となった。高い空間分解能を生かして、3D 画像や再構成画像を用いた画像診断も日常的に行われている。

近年、コンピュータの性能が飛躍的に向上し、加えて診断機器におけるデジタル画像の画質向上、新しい撮像法の開発、画像処理技術の向上、ワークステーションの性能向上、人工知能の手法の充実と普及および実用化などにより、コンピュータ支援診断 (computer-aided diagnosis: 以下, CAD) に関する研究が盛んになってきている。医用画像のコンピュータ処理による自動診断、診断支援プログラムの開発が進んでおり、なかでも乳房 X 線写真における石灰化および腫瘍診断、胸部単純 X 線写真での肺野結節影診断、胸部 CT での肺癌検診、仮想 CT 内視鏡による大腸ポリプ診断の診断支援プログラムの開発研究は良好な成果を上げている。我々は MRI を用いた肝臓疾患の CAD の有用性を北米放射線学会 (RSNA, シカゴ) にて継続的に発表しており、研究成果を AJR (American Journal of Roentgenology) などに報告した [1-2]。我々の研究グループは MRI を用いた CAD の分野で先駆的役割を果たしており、診

断のみならず、教育や術前シミュレーションへの応用を模索している。

【参考文献】

1. Computer-aided diagnosis of hepatic fibrosis: preliminary evaluation of MRI texture analysis using the finite difference method and an artificial neural network. Kato H, Kanematsu M, Zhang X, Saio M, Kondo H, Goshima S, Fujita H. AJR Am J Roentgenol 189:117-122,2007.
2. Improving the Classification of Cirrhotic Liver by using Texture Features. Zhang X, Fujita H, Kanematsu M, Zhou X, Hara T, Kato H, Yokoyama R, Hoshi H. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 1:867-870,2005.

2. 研究の目的

子宮筋腫は頻度の高い良性腫瘍であり、多彩な症状の発現により治療適応となる。ホルモン療法、子宮動脈塞栓術、外科手術が主な治療法であるが、外科手術では開腹手術より侵襲の少ない腹腔鏡や子宮鏡を用いた手術が増加しており、選択の幅が広がっている。手術を行う場合、子宮筋腫の数、サイズ、局在を考慮して最も適切な術式が選択されるが、近年は手術計画の際に MRI 画像の果たす役割は極めて大きい。我々は子宮筋腫の術前患者を 3T-MRI で撮像し、得られたボリュームデータを 3D で表示することにより、画像情報に基づいた治療法を選択、手術計画の立案、難易度の高い手術のリハーサル、手術支援ナビゲーションを可能とする術前シミュレーションモデルを構築することを目的とする。

3. 研究の方法

[1] 画像データの取得

子宮筋腫の術前精査を目的として骨盤部の 3T-MRI 検査を受ける患者を本研究の対象とする。子宮の正常構造および子宮筋腫の描出には T2 強調像が有用であるため、三次元画像を作成するためのボリュームデータとして 3D-T2 強調 TSE 矢状断像 (3D Volume Isotropic TSE Acquisition: VISTA) を撮像した (1,800/205msec [TR/TE], 512 × 512 matrix, slice thickness/gap: 2/0mm)。

[2] 画像データの処理

撮像された 2D 画像 (矢状断像) から、子宮全体、子宮筋腫、子宮内膜の領域を手動的に輪郭抽出し、子宮筋層、子宮筋腫、子宮内膜を異なる色で表示した 3D 画像 (surface rendering) を作成した。初期の 3D 画像では、不透過性の色づけをしたことにより、子宮・子宮内膜・子宮筋腫を一つの画像上で表示することができなかったため、スケルトン表示することで子宮筋層、子宮筋腫、子宮内膜を一つの画像上で表示することができた。また、子宮や子宮筋腫は辺縁平滑な形状であるの

にも関わらず、2mm厚のMRI画像から作成した3D画像では階段状アーチファクトが出現したため、スムージング処理を行うことで本来の子宮や子宮筋腫の形態に近づけることができた。

[3] 臨床的有用性の検討

2名の産婦人科医(婦人科臨床経験年数が12年と2年)が2D画像・3D画像を別々に見て、手術法・摘出筋腫数を評価し、手術計画に要した時間を記録した。別の産婦人科医(婦人科臨床経験年数が29年)が全ての画像を見て決定した手術法・摘出筋腫数をゴールドスタンダードとし、3D画像による術前計画の正確性・迅速性を2D画像と比較した。

4. 研究成果

手術計画に要した時間[観察者1:19.7±9.5 vs 10.4±5.1秒(p<0.05),観察者2:47.5±12.3 vs 12.3±4.0秒(p<0.01)(2D vs 3D)]は、2D画像に比べて3D画像で有意に短縮した。

術式の正解率[観察者1:50% vs 70%,観察者2:70% vs 70%(2D vs 3D)],摘出個数の正解率[観察者1:70% vs 80%,観察者2:70% vs 80%(2D vs 3D)]は、いずれも2D画像に比べて3D画像で軽度上昇した。

3D画像は手術計画の正確性を下げることなく、術前評価に要する時間を短縮できた。3D画像は産婦人科医の負担軽減に寄与することができる。

本研究の課題を以下に挙げる。

筋腫の輪郭抽出

筋層に信号が類似した筋腫・複数の筋腫が近接場合は輪郭抽出が難しい。

内膜の輪郭抽出

筋腫によって高度に圧迫された内膜は輪郭抽出が難しい。

所要時間

3D画像の作成に簡単な症例でも1時間かかる。

今後の展望を以下に挙げる。

輪郭抽出

今回は手動的に輪郭抽出を行ったが、自動領域抽出(Auto segmentation)を試みる。

筋腫と子宮表面の距離計測

作成した3D画像において、筋腫核出時の切開創の決定・子宮鏡手術適応の決定の際に指標となる筋腫と子宮表面の距離計測を行うことができるツールを加える。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0 件)

[学会発表](計 6 件)

発表者名:伊藤寛明,発表課題:MR画像に基づく子宮筋腫領域の抽出と3Dプリンタを

用いた術前計画への応用,学会名:医用画像情報学会(MII)平成26年度春季(第171回)大会,発表年月日:2015年2月7日,発表場所:東京工業大学すずかけ台キャンパス(神奈川県・横浜市)

発表者名:加藤博基,発表課題:3テスラMRIを用いた子宮筋腫の三次元画像:手術計画における有用性の検討,学会名:日本医学放射線学会第157回中部地方会,発表年月日:2015年1月31日-2月1日,発表場所:名古屋大学医学部(愛知県・名古屋市)

発表者名:Sayed Ahmad Zikri B. S. Aluwee,発表課題:Preliminary Study on Uterine Fibroids Segmentation and Visualization on MRI for Surgery Planning,学会名:International Forum on Medical Imaging in Asia (IFMIA) 2015,発表年月日:2015年1月11-13日,発表場所:国立成功大学(台湾・台南市)

発表者名:大橋佑介,発表課題:3テスラMRIを用いた子宮筋腫の三次元画像:術前シミュレーションモデル作成の試み,学会名:第52回岐阜県MR技術研究会,発表年月日:2014年11月29日,発表場所:中濃病院(岐阜県・関市)

発表者名:Sayed Ahmad Zikri B. S. Aluwee,発表課題:Extraction and Visualization of the Anatomical Structures of Uterine Based on MRI,学会名:平成26年度日本生体医工学会東海支部学術集会,発表年月日:2014年10月18日,発表場所:株式会社スズケン本社(愛知県・名古屋市)

発表者名:加藤博基,発表課題:3テスラMRIを用いた子宮筋腫の三次元画像:術前シミュレーションモデル作成の試み,学会名:第42回日本磁気共鳴医学会大会,発表年月日:2014年9月18~20日,発表場所:ホテルグランヴィア京都(京都府・京都市)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 博基 (Kato Hiroki)

(岐阜大学・医学部附属病院・助教)

研究者番号：70377670

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：