

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 16 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23791432

研究課題名(和文) 高磁場MRIを用いた微小再発真珠腫の検出法および術前診断支援システムの開発

研究課題名(英文) Detection of small recurrent cholesteatoma using a high-field MRI and development of diagnosis support system

研究代表者

山下 孝二 (Yamashita, Koji)

九州大学・大学病院・助教

研究者番号：80546565

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：拡散強調画像撮像法の最適化を行った上で、画像の歪みを低減し、微小真珠腫の検出および局在・進展範囲の視認性を向上する事で、術中ナビゲーションシステムを開発しようとする研究です。3テスラMRIにてTFE-DSDE法(高分解能拡散強調像)を用いた真珠腫性中耳炎の描出能が向上する事を報告しました。少数例ながら、TFE-DSDE・CTフュージョン画像の有用性を学会発表し、今後症例蓄積後に報告予定としています。

研究成果の概要(英文)：With increased spatial resolution and reduced susceptibility artifacts, our newly developed high-resolution three-dimensional diffusion-weighted imaging (DWI) method allows for reformation in any arbitrary plane, and improves the accuracy in diagnosing acquired middle ear cholesteatomas compared to conventional DWI.

研究分野：放射線科学

科研費の分科・細目：7216-1

キーワード：真珠腫性中耳炎 拡散強調像

1. 研究開始当初の背景

真珠腫性中耳炎診断における MRI 拡散強調像の有用性は広く知られているが、空間分解能では CT に比して劣る事および拡散強調像では側頭骨領域の空気・骨によるアーチファクトのため、再発病変の局在診断は度々困難となる。このような場合、拡散強調像で得られた異常信号と CT での位置情報を重ね合わせる事ができれば、真珠腫の進展範囲を正確に把握する事により、再発率の低下が可能となるものと考えられる。

2. 研究の目的

真珠腫性中耳炎の初発例の診断は耳鏡のみでも可能であるが、再発診断は耳鏡のみでは度々困難である。そのため、術前に CT および MRI などの画像診断にて腫瘍の進展範囲を把握する事が重要となる。CT では空間分解能に優れるが、真珠腫と肉芽組織のコントラストは不十分である。一方 MRI では、濃度分解能は良好であるが、骨構造の描出に劣り、病変の局在（特に骨構造との位置関係）は不明確となる。そこで両者の長所を活かすための CT および MRI の画像フュージョン技術を開発し再発真珠腫性中耳炎の早期発見に努め、その進展範囲を明らかにすることにより、術前診断支援・術中ナビゲーションシステムを開発する事である。

3. 研究の方法

1. 拡散強調画像撮像法の最適化

MRI 拡散強調画像にて真珠腫性中耳炎は高信号を呈し、信号上昇がみられない周囲肉芽組織とのコントラストが明瞭となる。Single-shot echo-planar imaging (EPI) は、短時間で撮像可能な簡便性から、頭部領域においては急性期脳梗塞の診断や腫瘍の細胞密度を推測する方法として汎用されている。しかし、側頭骨領域においては、耳小骨や内耳骨迷路、乳突蜂巣の描出は不良であり、周囲空気の影

響により画像に歪みが生じる。真珠腫の場合数mm単位での描出制度が求められる事から、現在汎用されているsingle-shot EPIに代わる新しい撮像法の開発が必要である。Driven equilibrium法、PROPELLER法、navigator echo法などがあるが、今回はmulti-shot EPI法にて画像の歪み低減を図る。歪み低減のため、指尖脈波同期法を併用する。

2. MRIでの耳小骨等微小構造の可視化

MRI を用いた骨構造の描出は非常に困難とされていたが、新たな撮像法の開発により可能となりつつある。例えば、Ultrashort TE (UTE)を用いた MRI 画像では耳小骨構造の描出が可能となり、さらに改良をすすめる事で、CT を用いない検査が可能となり、術前・術後の経過観察において繰り返し検査する際に、放射線被曝を考慮する必要がなくなる。また、拡散強調像とのフュージョン画像作成においても、同じモダリティを用いる事により、1 回の検査で精度の高い画像作成が可能になるものと期待される。

3. 高精度レジストレーション（位置合わせ）手法の開発

現在、PET-CT は悪性腫瘍の早期発見として、臨床的に汎用されているフュージョン画像である。近年、CT は多列化がすすみ、冠状断・矢状断等の再構成画像の作成が容易となっており、異なるモダリティの画像であっても、3 次元的・非線形的に重ね合わせる事が可能となりつつある。本研究では PET-CT 作成手法を応用し、側頭骨領域における CT / MRI フュージョン画像の開発を行う。レジストレーションの正確性向上のために、CT および MRI の撮像期間がなるべく空かない様に配慮していく。これにより、真珠腫性中耳

炎の局在および進展範囲（耳小骨や、骨迷路などの内耳器官との関係）を視覚的に理解しやすくし、術前マッピングとして有用となるのみならず、術後の経過観察において真珠腫再発の有無を同定する際にも有用となる。レジストレーションのアルゴリズムは、ボクセルの intensity を照合することによるパラメトリック変形の最尤推定に基づいて行う。正当性に関しては手術所見との対比しながら、術中ナビゲーションシステムの性能評価を随時行っていく。

4. 研究成果

1. 拡散強調画像撮像法の最適化

現在臨床診断に汎用されている single-shot EPI は側頭骨領域に用いる場合、歪みによる診断能の低下がみられるため、まず、Multi-shot EPI 法を用いた方法にて術前真珠腫の診断能向上を報告した[論文3]。

2. MRI を用いた耳小骨等微小構造の可視化
MRI を用いた耳小骨の描出は中耳炎など、周囲の液貯留がみられた際の陰性描出に限られていたが、Ultrashort TE 法を開発し、撮像時間はかかるものの、耳小骨の陽性描出に成功し、結果を報告した[論文2]。MRI での骨構造描出は繰り返し検査をする際の放射線被曝を考慮する必要がなくなる点において重要である。

3. 高精度レジストレーション(位置合わせ)手法の開発

PET-CT は悪性腫瘍早期発見のために、臨床にて広く使用されているフュージョン画像である。近年の PET-MRI の登場など、フュージョン画像の重要性は増している。上記1.にて報告した Multi-shot EPI よりも薄いスライス厚にて歪みの少ない画像を取得するために 3D Turbo Field-echo with Diffusion-Sensitized Driven-equilibrium Preparation 法 (TFE-DSDE 法)を開発した[論

文1]。また、TFE-DSDE 法と CT のフュージョン画像が、真珠腫の術前診断および局在・進展範囲の把握に有用である事を報告した[発表1]。

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 4 件)

1. Yamashita K, Yoshiura T, Hiwatashi A, Obara M, Togao O, Matsumoto N, Kikuchi K, Honda H. High-resolution Three-dimensional Diffusion-weighted Imaging of Middle Ear Cholesteatoma at 3.0 T MRI: Usefulness of 3D Turbo Field-echo with Diffusion-Sensitized Driven-equilibrium Preparation (TFE-DSDE) Compared to Single-shot Echo-planar Imaging. Eur J Radiol. 82(9):e471-5, 2013
2. Yamashita K, Yoshiura T, Hiwatashi A, Kamano H, Honda H. Ultrashort echo time imaging of middle ear ossicles: a feasibility study. Dentomaxillofac Radiol. 41(7):601-604, 2012.
3. Yamashita K, Yoshiura T, Hiwatashi A, et al. Detection of Middle Ear Cholesteatoma by Diffusion-weighted MR Imaging: Multi-shot Echo-planar Imaging Compared to Single-shot Echo-planar Imaging. AJNR Am J Neuroradiol. 32(10):1915-1918, 2011
4. Yamashita K, Yoshiura T, Hiwatashi A, et al. Contributing factors in the pathogenesis of acquired cholesteatoma: size analysis based on MDCT. AJR Am J Roentgenol. 196(5):1172-1175, 2011.

[学会発表](計 3 件)

99th Scientific Assembly and annual Meeting of Radiological Society of North America: Dec 1-6, 2013 Chicago, USA High-resolution three-dimensional diffusion-weighted MRI / CT image data fusion for cholesteatoma surgical planning: a feasibility study Yamashita K, et al.

ASNR 51th Annual Meeting & NER Foundation Symposium 2011 May 18-23, 2013 San Diego, USA Usefulness of High-resolution Three-dimensional Diffusion-weighted Imaging of Middle Ear Cholesteatoma: Compared to Single-shot Echo-planar Diffusion-weighted Imaging Yamashita K, et al.

第 42 回日本神経放射線学会 平成 25 年 2 月 15 日～16 日 北九州市 高解像度三次元拡散強調画像を用いた真珠腫性中耳炎の描出：Single-shot EPI 法との比較 山下 孝二、他

〔図書〕(計 1 件)

山下 孝二他、(編集 蓮尾 金博) Medical view、頭部画像診断徹頭徹尾、2013、266

6 . 研究組織

(1)研究代表者

山下 孝二 (YAMASHITA, Koji)

九州大学・大学病院・助教

研究者番号：80546565