

## MRIによる内耳容積の測定

鈴木美弥子 芳川 洋\* 川野健二\* 佐久間陽子\* 槇田淳一\*\*

柳橋病院耳鼻咽喉科 \*順天堂大学耳鼻咽喉科 \*\*東芝システムエンジニアリング株式会社

### はじめに

内耳の大きさは年齢、性別、左右、人種による差はないといわれているため、その容積の測定は内耳疾患の新しい鑑別に有用である可能性が考えられる。しかし、内耳容積の測定値について明確に示しているものはほとんどなく、病理切片よりコンピュータで計測した文献<sup>1)</sup>は散見するが、生存中非侵襲的に計測できるMRIによる計測はわずかに Melhem ら<sup>2)</sup>にみられるのみである。

本研究はまずファントムを用いて、heavily T2-weighted 3D-FSE (three-dimensional fast spin echo) 法 MRI での微細な容積測定の検討を行った。次に聴力正常な日本人成人男子ボランティア30名の内耳容積を測定した。それぞれにつきデータ解析は Region Growing 法 (以下 RG 法)<sup>3,4)</sup> と Manual Tracing 法 (以下 MT 法) の2種類を用いた。

### 対象と方法

半規管骨迷路とはほぼ同様の1mmの内径をもつ5Fr.のカテーテルチューブと1cc注射器でファントムを作成した。次に研究の趣旨を理解し承諾してくれた聴力正常な日本人成人男子30名の内耳容積を測定した。年齢は22歳から47歳、平均34.0歳である。

MRIの撮像条件はTR2000 ms, TE250 ms, ETL2, T2 プラス, マトリックスサイズ320×320, FOV17×17 cm である。ボクセルサイズは0.5×0.5×0.5 mm, NAQ1 回, クアドラチュア型頭部コイルを使用し撮像時間9分38秒であった。装置は東芝製1.5T MR system VISART/EX を用いた。データ解析には RG 法と MT 法の2種類を用いた。

### 内耳の Target MIP

#### (maximum intensity projection) 像の1例

内耳の Target MIP 像を Fig. 1 に示す。左より約

45度ずつ図の上から下へ回転させている。1側内耳の容積は蝸牛、前庭、三半規管とし、内耳道は除いた。

### 各解析法についての説明

RG 法は同一領域に属すると思われる部位を順次取り込みながら、拡張を行い必要な領域全体を抽出する方法である。

MT 法はディスプレイ上抽出したい領域をマウスで1スライスごとに指定する。上限と下限の閾値を決定するとその範囲に含まれる容積を計算する。

### 結 果

0.25 ml の水をファントムに注入し撮像した。RG 法では 0.267 ml, MT 法では 0.271 ml であり、測定誤差は5から10%程度と考えられた。

日本人成人男子30名60側における内耳容積の測定結果は、RG 法では左耳平均 0.246 ml (SD 0.0050 ml) 右耳平均 0.252 ml (SD 0.0060 ml), MT 法では左耳平均 0.263 ml (SD 0.0069 ml) 右耳平均 0.259 ml (SD 0.0045 ml) であった。左右、各解析方法ともに統計学的に有意差があるとはいえなかった。

### 考 察

骨と空気かなりの部分を占める側頭骨は今までMRIの対象となりにくい分野であった。しかし heavily T2 の発達により液体成分の描出が容易に精確になってきた。加えて 3D-FSE の技法により薄いスライス厚が達成でき、今まで CT で骨の輪郭としか捉えられなかった内耳の内外リンパ液を直接非侵襲的に画像化することが可能となってきたのである。そのMRIの手技を用いて脳脊髄液量の測定の報告<sup>3)</sup>はあるが、内耳などの微細な容積測定についてはまずその信頼性について検討が必要と思われた。本研究のファントムを用いた測定で、いずれの解析法でも測定誤差は10%以内であり臨床使用可能な測定精度が得られ

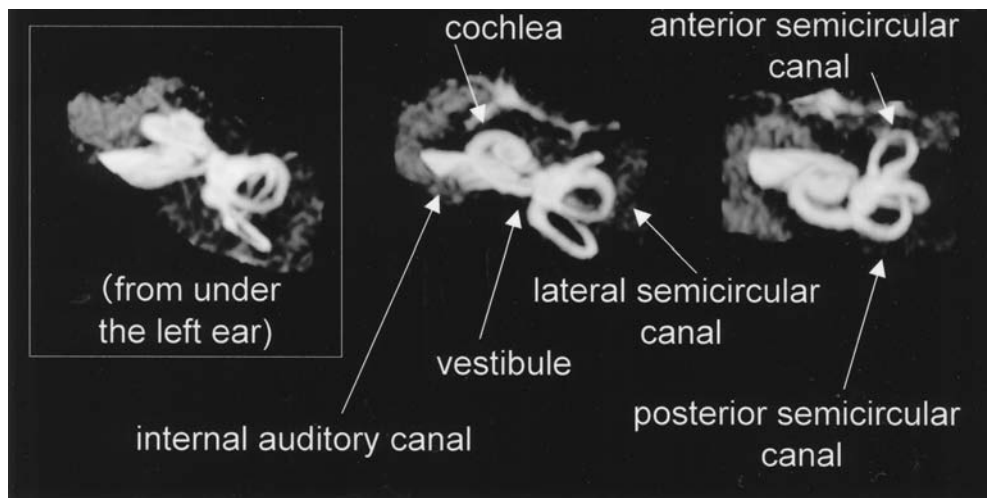


Fig. 1 Target 3D-MIP imaging of the inner ear

ていると考えられた。

容積測定解析にはRG法とMT法を用いた。RG法は組織の空間的な連続性を考慮し信号強度でボクセルの重み付けをしているため、より高精度に客観的に領域の抽出が可能である。一方、MT法は簡便であり、端にあるために信号強度がかなり低下している領域でも閾値の設定により抽出可能である。今回解析法の比較は行っていないが、いずれの解析法でも近似した値が得られ、今までの既存の報告<sup>2)</sup>ともよく一致していた。

3D-FSE MRIによる内耳の形態は髄膜炎後の迷路炎、人工内耳の適応などに臨床応用されている。現在のところ内外リンパ液の信号差を画像化することは難しいため疾患の本態が内リンパ水腫とされているメニエール病の確定診断、鑑別はまだ困難である。しかし容積測定がメニエール病の病態解明への新たな第一歩

となる可能性も考えられる。形態のみならず容積も感音難聴の新たな鑑別の一助となり得、今後さらに発展してゆく分野と思われた。

#### 文 献

- 1) Buckingham RA, Valvassori GE: Inner ear fluid volumes and the resolving power of magnetic resonance imaging: can it differentiate endolymphatic structures? *Ann Otol Rhinol Laryngol* **110**: 113-117, 2001
- 2) Melhem ER, Shakir H et al: Inner ear volumetric measurements using high-resolution 3D T2-weighted fast spin-echo MR imaging: initial experience in healthy subjects. *AJNR* **19**: 1819-1822, 1998
- 3) 角田 朗, 尾原裕泰ほか: 3D-Fast Asymmetric Spin Echo (FASE) 法と Region Growing 法による頭蓋内髄液腔の計測とその臨床応用. *CI 研究* **19**: 365-372, 1997
- 4) 金山省一, カルデロン・アルトゥーロほか: 3次元FASE-MRIを用いた脳脊髄液量の計測. *MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY* **15**: 742-751, 1997

#### Inner ear volume measurement using 3D fast spin echo MR imaging

Miyako SUZUKI, Hiroshi YOSHIKAWA\*, Kenji KAWANO\*, Yoko SAKUMA\*, Junichi MAKITA\*\*

Department of Otorhinolaryngology, Yanagibashi Hospital, \*Department of Otorhinolaryngology, Juntendo University School of Medicine, \*

\*Toshiba Medical Systems Engineering Co., Ltd.

Adult size is achieved in the inner ear by approximately 21 to 25 weeks gestation, and minimal variability in age, sex, side, and race is found after birth. High-resolution heavily T2-weighted 3D fast spin-echo MR imaging has been performed for the inner ear volume measurement. Images are processed using Region Growing Method (RGM) and Manual Tracing Method (MTM). First we examined the reliability of minute volume measurement by the phantom. The errors of the measured volumes were 5 to 10% for the phantom experiments in the 2 methods, respectively. Inner ear volume measurement study group was comprised of 30 healthy volunteers. The mean volume using RGM was 0.246 ml on the left side and 0.252 ml on the right side. Using MTM, the mean volume was 0.263 ml on the left side and 0.259 ml on the right side. Inner ear volume measurement from the methods and sides correlated well. Volume measurement of the inner ear may help for the diagnosis of patients with sensorineural hearing loss.

**Key words:** inner ear, volume measurement, 3D-FSE, region growing method, manual tracing method