

平成 22 年 5 月 25 日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19791640  
 研究課題名（和文）MR 画像上での予測因子発見プロジェクト  
 -嚥下機能低下の早期発見に向けて-  
 研究課題名（英文）MR imaging for diagnosis of swallowing - earlier detection of  
 dysphagia  
 研究代表者  
 大久保真衣（MAI OHKUBO）  
 東京歯科大学・歯学部・助教  
 研究者番号：60385218

## 研究成果の概要（和文）：

MR 装置を利用して、嚥下機能低下を予測するシステムを作製、規格化を行った。現在一般的に使用されている MR 機器を用いて、獲得された画像を基に、嚥下に関連する評価を行なった。また規格化された嚥下機能低下に関する診断項目の検討を行った。

## 研究成果の概要（英文）：

Evaluation of swallowing has been made possible by cine-Magnetic resonance (MR) imaging with high time resolution. Therefore, it is necessary to refer to static MR images in conjunction with cine-MR images. The aim of this study was to determine which MR parameters were appropriate for static imaging of the anatomical structures involved in swallowing.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,500,000	0	2,500,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	300,000	3,800,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：7403

キーワード：嚥下 画像診断 高齢者

## 1. 研究開始当初の背景

摂食・嚥下機能診断の領域では、現在の状態を観察評価することに重点が置かれており、ゴールドスタンダードと言われている X 線透視装置を用いた嚥下造影検査 (VF) が一般的に行われている。

スクリーニング検査も現在の誤嚥もしくは嚥下機能が低下しているかを把握するにすぎない。しかしながら、形態の加齢変化、嚥下機能低下を踏まえ、事前に今後の誤嚥の可能性を予測することが、高齢化社会を迎える今後に必要なとさ

れているものではないかと考える。磁気共鳴撮像法（以下 MR）では嚥下運動において重要である軟組織の動きの描出に優れ、被曝の危険性もない。現在では閉塞型睡眠時無呼吸症候群の診断や嚥下機能障害、構音障害の診断に適応の可能性が示唆されている。しかしながら実際に臨床応用されるには至っていない。また任意の断面像を得ることが出来るため、前額断面において非対称的な嚥下運動を行うものに、任意の矢状断面像を選択し比較検討することが可能である。この MR を使用することにより、嚥下機能低下を把握し、誤嚥の危険性を予測するシステムを作製することで、機能低下を予防するように促すことが可能になると考える。

## 2. 研究の目的

「MR 装置を利用して、嚥下機能低下を予測するシステムを作製、規格化を行い、臨床応用を目指す。」を本研究の目的とする。

現在一般的に使用されている MR 機器を用いて、獲得された画像を基に、嚥下に関連する形態の変化や嚥下機能低下の評価を行なう。また高分解能が可能となる表面コイルの開発、規格化された嚥下機能低下に関する診断項目の検討を行いたい。

## 3. 研究の方法

（1）嚥下に関連する形態評価に適切な撮影条件の設定。

嚥下に関連する形態変化の指標。

①SIEMENS 社製 1.5T MRI 装置を使用し、TR、TE 値を変化させ撮像を行ない（表 1）、この 3 種類の画像の比較検討を行った。被験者は本研究について同意を得られた健康成人 5 名（男性 3 名、女性 2 名、平均年齢 31.6 歳、個性正常咬合）とした。評価器官は口唇、舌尖、舌背、舌根、軟口蓋、喉頭蓋とした。評価者は歯科放射線認定医 3 名とし、各構造物の描出性について 3 種類の画像を比較し、鮮明な順に 3~1 点で評価した。統計処理は、Kruskal-Wallis 検定を用い、危険率 5%とした。

表 1.

Scanning Parameters for MR imaging

		T1WI	T2WI	PDWI
TR	repetition time	500 ms	5430 ms	3300 ms
TE	echo time	11 ms	82 ms	13 ms
FOV	230×230 mm	Matrix	512×512	Thickness 4 mm

②SIEMENS 社製 1.5T MRI 装置を使用し、TR3000、2000、1000、500、100ms と変化させ撮像を行ない、この 5 種類の画像の比較検討を行った。TE11ms、撮像領域および画素数は一定とした。被験者は本研究について同意を得られた健康成人 5 名（男性 3 名、女性 2 名、平均年齢 31.6 歳、個性正常咬合）とした。評価器官は口唇、舌尖、舌背、舌根、軟口蓋、喉頭蓋とした。評価者は歯科放射線認定医 3 名とし、評価は各器官の描出能について 5 種類の画像を比較し、鮮明な順に 5~1 点を配することとした。舌の描出能を多重比較である Steel-Dwass 検定を用い、危険率 1%、5%を以って評価した。

（2）嚥下運動のための規格化された段階的造影食品の開発。

撮像にはシーメンス社製超伝導型 1.5T MRI 装置 MAGNETOM Symphony Maestro Class を使用した。嚥下動態撮像を想定して、受信コイルには Neck 用と Spine 用の 2 つを使用し、矢状断方向の画像を得た。撮像法には以前報告した True FISP を基本としたものを使用し、これに Keyhole Imaging 技術、さらに Parallel Imaging 技術の 1 つである GRAPPA (Generalized Autocalibrating Partially Parallel Acquisition) を併用することで、1 秒間あたり 10 フレームの撮像を行った。撮像時間は約 3 秒で、連続画像 30 枚を得た。得られた MR 画像はすべて DICOM 形式で保存し、Image J 1.32J に読み込んで解析を行った。位置依存性は、自作した均質ファントムを用い、その頭足方向の信号強度プロフィールを得て検討した。経時的変化の検討には、被験物として、魚肉ソーセージ(マ

ルハ製フィッシュソーセージ)、蒸留水、蒸留水に増粘剤(ライオン商事製トロミクリア)を混和したもの、蒸留水にMRI用経口造影剤(大塚製薬製フェリセルツ)を混和したものをを用いた。撮像によって得られた30枚の連続画像について、各被験物像の中央に10×10画素のROIを設定し、信号強度を測定した。ROIの設定位置は、30枚の画像すべてで同一とした。さらに、各被験物の信号強度は、設置位置の違いを考慮して、均質ファントムの信号強度プロフィールより補正係数を求めて補正した。そして、30枚の画像間で信号強度を比較し、その経時的変化について検討した。

(3) 嚙下に関連する形態変化の指標。

嚙下時や発音時における舌運動動態の検討として、超音波診断装置を使用して観察する方法があるが、これは被験者の口腔内での違和感が少なく、負担をかけず、非侵襲的に軟組織の描出に優れているためと考えられる。

このため超音波診断装置を用いた発音時の舌運動を測定した。

舌位の計測として、超音波診断装置GE社製LOGIQ Book XPを用いた。FH平面が床面と平行になるように被験者を着席させ、リラックスした状態でプローブを被験者の顎下に定めた。口腔内での前方方向の描出範囲が確認できるように、矢状断Bモード画像での舌背面矢状断の描出を行った。その後「ta」の発音を行い、安静時と発音時、発音後の舌位の変化量を測定した。

4. 研究成果

(1)

①口唇はPDWが鮮明に描出する傾向があった。舌についてはT1Wが鮮明に描出する傾向が認められた。他の構造物についてもT1Wが鮮明に描出する傾向があった。声帯については3つの画像に有意差がみとめられず、描出画像に違いが認められなかった。撮像条件により、静止時の口唇、舌背、硬口蓋、軟口蓋、舌根、舌尖、喉頭蓋の描出が異なる事が判明した。これより、T1WとPDWがT2Wより明瞭に描出できる可能性を得た。

②静止時の各器官の描出が画像により異なった。また全ての器官においてTR100msやTR3000msの画像が他の画像に比べ有意に不明瞭な描出であった。舌背においては

TR2000msが他の画像に比べ有意に明瞭な描出であった。静止時の口唇、舌尖、舌背、舌根、軟口蓋、喉頭蓋の描出は、TR2000ms程度の画像が適している可能性を得た(図1)。これはプロトン密度強調画像に近いと考えられる。これはS/N比が高く、各器官の描出に優れているからと考えられる。

図1 Score and lateral view of each landmark

Landmark	T1WI	T2WI	PDWI
Lip	33	16	41
Tip of tongue	34	22	34
Center of tongue	39	23	28
Tongue base	38	24	28
Soft palate	40	19	31
Epiglottis	36	21	33

\*P<0.01

(2) 撮像領域内の位置によって均質ファントムの信号強度が変化した。信号強度は頭から足方向に向かい低下する傾向が認められ、最大で約15%の低下がみられた(図2)。この信号強度の位置依存性はノーマライゼーションフィルタ処理を行っても低減できなかった。また位置依存補正後における動態撮像中の信号強度は、いずれの被験物についても経時的変化がみられた。しかし、その変動は最大で5%程度であり、ほぼ安定した信号強度を示した。

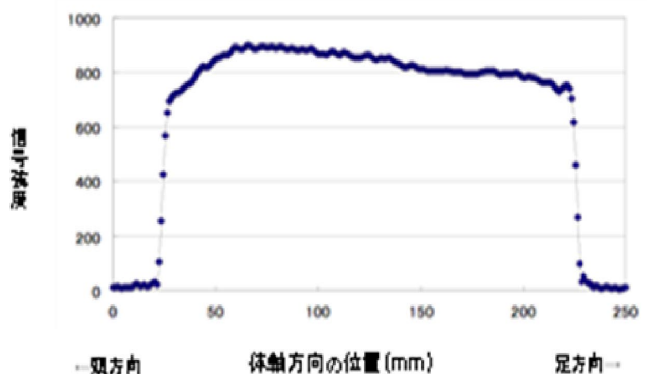


図2 自作均質ファントムの画像より得られた信号強度プロフィール

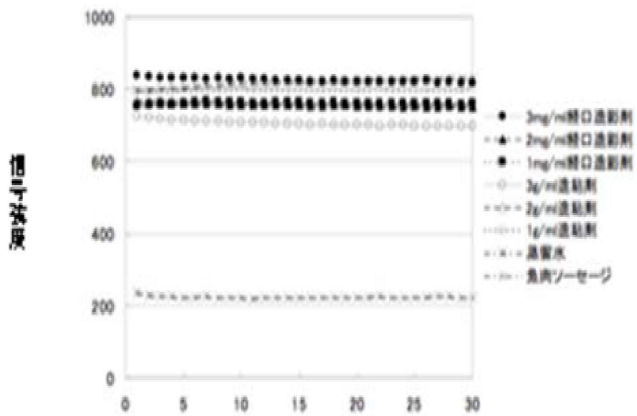


図3 各被験物の信号強度の経時的変化

(3) 発音時において大きく二つのパターンに分類された。舌を上げてから下げるのと下げるのみのパターンである。この一度上げるのは、安静時において舌が下がっているからだと考える。このため一度しっかりと口蓋部にあて、それから下げると考える。下げるのみの場合は、ほぼ舌が常に挙上されているため、舌の位置は変化がないが、舌尖の力を入れて発音していると考え。この二つのパターンには定量的な有意な差は認められなかった。

## 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1件)

Static MR images for diagnosis of swallowing. Ohkubo M., Sano T, Ishida R., Higaki .T, Nishikawa K., Hayakawa Y., Otonari T., Yamamoto-Otonari M., Harada T., Wakoh M. .Bull Tokyo Dent Coll, (査読有) 49(3):113-119, 2008.

[学会発表] (計3件)

大久保真衣, 佐野 司、摂食・嚥下障害患者に対する評価、診断、指導への取り組み  
日本歯科放射線学会第11回臨床画像大会サテライト企画 第1回 Oral Medicine and IVR 研究会, 平成18年10月28日, 福岡市

飯塚美穂, 大久保真衣, 西川慶一, 檜垣卓生, 佐野 司、MRI 嚥下動態撮像法における位置依存性と経時的変化の検討、日本歯科放射線学会第48回学術大会, 平成19年5月11日, 東京都

大久保真衣, 綾野理加, 平野 薫, 高橋浩二, 西川慶一, 佐野 司、嚥下機能診断の

ためのMR静止画像の検討、第13回日本摂食・嚥下リハビリテーション学会学術大会, 平成19年9月15日, 東京都

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

大久保真衣 (MAI OHKUBO)

東京歯科大学・歯学部 ・助教

研究者番号: 60385218