

咬筋の cine-MRI 上での変化と咬合力との相関性についての検討

Evaluation of the Association Between Masseter Muscle Dynamics on Cine-MRI and Occlusal Force

仁科 晋, 小田昌史, 西村 瞬, 若杉(佐藤)奈緒, 松本(武田)忍, 岩脇(大塚)梢, 森本泰宏

九州歯科大学歯科放射線学分野

Susumu Nishina, Masafumi Oda, Shun Nishimura, Nao Wakasugi-Sato, Shinobu Matsumoto-Takeda, Kozue Iwawaki-Otuka,

Yasuhiro Morimoto

Division of Oral and Maxillofacial Radiology, Kyushu Dental University

E-mail address: rad-mori@kyu-dent.ac.jp

はじめに

医学・歯学の領域において、診断のために応用される画像検査法は日進月歩である。具体的には Magnetic Resonance Imaging (MRI)、歯科用コーンビーム Computed Tomography (CT) を含めた CT、Positron Emission Tomography (PET) 等の進歩は目を見張るものがある。これらの各種モダリティを応用することで従来の形態学的情報に加え、病変の質的・機能的側面をも明らかにし、診断の精度向上に寄与している。歯科領域では特に「咀嚼機能」の評価が、高齢化社会を背景として一層重要性を増している。食べるという行為が高齢者の生活の質 (QOL) を維持するうえで不可欠である為である。

咀嚼能の評価法には多様なアプローチが存在する。実際の食品を摂取させ粉碎度から評価する方法、videofluorography (VF) による動態観察、さらには筋電図解析など生理学的手法を用いた評価などが挙げられる。しかし、これらの方は評価の主観性、あるいは被曝の問題などを抱えている。

我々の教室では、被曝を伴わない機能評価法として T2 強調 cine-MRI (超高速撮像 MRI) を用いた嚥下機能解析法を確立した。そして、これまでに咽頭収縮筋や口蓋帆挙筋などの機能的变化を定量的に評価してきた。Cine-MRI は、筋活動に伴う信号強度のダイナミックな変化をリアルタイムに近い形で捉えることが可能であり、組織の機能的挙動を評価するうえで極めて有用である。

本研究では、この cine-MRI を応用して、咀嚼筋である咬筋を撮像し、咬合動作時の咬筋の信号変化やテクスチャ特徴量を解析し、さらに客観的指標である咬合力との関連性を明らかにすることを目的とした。

咬筋機能を画像から直接評価するという試みはなく、咀嚼機能の新たな診断的アプローチとして臨床的意義を持つものと考えている。

材料と方法

東芝社製 1.5T MRI (EXCELART Vantage powered by Atria) で頭頸部用コイルを用いた画像検査を行なった。検査対象は、健常者ボランティアとした。Cine-MRI の撮像に関しては Nishimura et al, Joujima et al に準じて行った[1, 2]。

cine-MRI 撮像後、得られた軸位画像上でワークステーション (Ziostation 2) を用いて咬筋および後頭下筋 (コントロール) に ROI を設定した。その後、安静時と咀嚼時ににおける MR 信号の変化の割合を算出した。算出方法については Joujima et al に準じて行った[2]。具体的には、安静時および咬合時の MR 信号強度 (signal intensity: SI) を測定し、その変化率 (SI bite/SI rest) を算出した。

さらに、同筋に対し テクスチャ解析 (LIFEx, Inserm, France) を実施した。以下に示す複数のカテゴリにわたる特徴量を抽出した。

- Intensity-based parameters
 - GLCM (Gray-Level Co-occurrence Matrix)
 - GLRLM (Gray-Level Run Length Matrix)
 - NGTDM (Neighborhood Gray-Tone Difference Matrix)
- また、同ボランティアに対してデンタルプレスケール II (ジーシー、東京、日本) を用い、最大咬合力を測定した。咬筋における texture 解析の各種パラメータと測定した最大咬合力の相関性について、統計学的解析方法を用いて分析した。安静時と咬合時の変化は Wilcoxon の符号付き順位検定を、特徴量と咬合力の関連は Spearman の順位相関係数を用いて解析した。尚、この研究は倫理委員会の承認（承認番号：22-14）を得て行っている。

結果と考察

咬筋において、安静時と比べ、咬合時の MR 信号強度には統計学的に有意な低下が確認された(図 1, 2)。Cine-MRI における咬筋信号変化は、これまで嚥下関連筋で報告されてきた現象と同様に、筋収縮に伴う水分子運動の変化を反映していると考えられる。しかし、嚥下に関連する筋は機能時に信号上昇するのに対して、咬筋では収縮時に信号が低下するという特徴的な挙動を示した。この現象は、咬筋が持つ筋構造的特性や収縮様式と関連している可能性も考えられる。咬筋は持続的な咬みしめに適した厚い筋束を有している。収縮に伴う筋線維の密度上昇や筋内容積の変化により、局所的な T2 強調信号が相対的に減衰することが考えられ、嚥下に関連する筋とは異なる動態が cine-MRI 上で表出したと推察される。

さらに、テクスチャ解析の結果、咬合時の咬筋では

Intensity-based、GLCM、GLRLM、NGTDMなどの多数の指標において有意な変化がみられ、咬筋の内部構造および信号の空間的分布が、収縮によりダイナミックに変化していることが示唆された。加えて、3つのテクスチャ特徴量で最大咬合力と有意な相関性を示した。

これらの知見は、cine-MRI のテクスチャが、咬筋機能を客観的に評価し得る新たな評価軸となり得ることを示すものである。

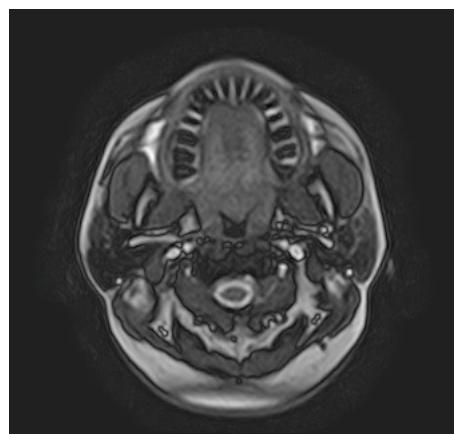


図1. 安静時における咬筋を含んだMR画像

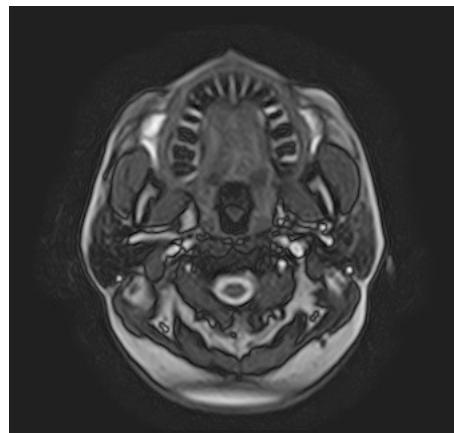


図2. 咬合時における咬筋を含んだMR画像

おわりに

本研究では、cine-MRI を用いることで咬筋収縮に伴う信号変化およびテクスチャ特徴量の変化を捉えることができ、さらにそれらが咬合力と関連することが示唆された。従来、咀嚼機能の評価は被験者の協力度や食品の選択など外的因子に左右されやすい側面があったが、cine-MRI は非侵襲的かつ標準化された条件下で筋活動を解析できる利点を持つ。

今後、本手法を症例ベースで検討することで、咀嚼障害の原因解析、術前術後評価、さらには顎口腔機能リハビリテーションへの応用など、臨床的利用価値が一層高まると考える。咬筋機能の画像診断学的評価という新たな領域の確立に向け、本研究が一助となることを期待している。

参考文献

- [1] Nishimura S, et al.: Functional evaluation of swallowing in patients with tongue cancers before and after surgery using high-speed continuous MR images based on T2-weighted sequences. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 125; 1: 88-98, 2018.
- [2] Joujima T et al.: Evaluations of velopharyngeal function using high-speed cine-MRI based on T2-weighted sequences: A preliminary study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2020; 49: 432-441.