一般口演 7

muscle functional MRI による咀嚼筋活動の 3 次元可視化

Three-Dimensional Visualization of masticatory activities
using muscle functional MRI○山口哲史¹⁾, 岡田知佳¹⁾, 渡部芳彦²⁾, 渡辺 誠²⁾S. Yamaguchi¹⁾, C. Okada¹⁾, Y. Watanabe²⁾, M. Watanabe²⁾¹⁾ 東北大学大学院歯学研究科加齢歯科学分野²⁾ 東北福祉大学¹⁾ Division of Aging and Geriatric Dentistry, Tohoku University Graduate School of Dentistry²⁾ Tohoku Fukushi University

I. 目 的

クレンチング等の運動における各咀嚼筋の活動バランスは、咬合状態の変化に伴って変化することが示唆されている。しかし、筋電図では筋内部の局所活動をも含めた全咀嚼筋の活動変化を同時に捉えることは困難であった。

我々が咀嚼筋活動の評価に応用可能であることを報告した¹⁾ 骨格筋機能的磁気共鳴画像 (muscle functional MRI: mfMRI) は、運動によって骨格筋の横緩和時間 (T2) が延長する現象を利用している。T2 値は 3 次元 MR 画像から voxel ごとに算出するため、撮影範囲内に含まれる全ての筋の活動を、voxel を最小単位とする任意領域で定量化することができる。本研究では、左側第一大臼歯および左側第一小臼歯のみでの片側クレンチングを行った際の、各咀嚼筋内部における平均 T2 値の変化を定量評価すると共に、voxel 単位の T2 値の変化をマッピングした画像を作成することによって咀嚼筋内部の活動を 3 次元的に可視化し、片側クレンチングにおける咬合部位の変化に伴う筋活動様相の変化を視覚的に評価することを目的とした。

II. 方 法

1. 被験者と運動タスク

健康有歯顎者 5 名 (平均年齢 28.8 歳) を被験者とした。被験者には、左側第一大臼歯もしくは左側第一小臼歯の

みが咬合するレジンキャップを装着した状態で、圧力センサーを介してクレンチングを行わせ、最大噛みしめ咬合力を 100% MVC (maximum voluntary clenching) とした時の 40% MVC の咬合力を 1 分間維持させた (L6 クレンチングと L4 クレンチング)。

2. MRI 撮影

安静時および運動タスク直後に、MR 装置 (GE Signa HDxt 1.5T) を用いて Spin echo 法にて MR 画像を撮影した (TR=2500ms, TE=20/80ms, pixel size=0.78*0.78mm, matrix=256*256, slice thickness=3 mm)。

3. 画像解析

Image J (National Institutes of Health) を用いて、T2 画像を作成し、Avizo6.0 (Mercury Computer Systems) を用いて TE=20 ms の MR 画像の全スライス上で各咀嚼筋の外形をトレースして関心体積 (volume of interest: VOI) を設定した。各 VOI を T2 画像に適用して VOI に含まれる全 voxel の平均 T2 値を算出し、さらに運動前後における平均 T2 値の差分を Δ T2 値として算出した。統計解析には SPSS Statistics 17.0.1 (SPSS Japan Inc.) を用い、L6 クレンチングと L4 クレンチングにおける各 VOI の平均 Δ T2 値を t 検定によって比較した。

また、衣笠らの方法²⁾ に習い、安静時の平均 T2 値 +1SD より大きく、運動後の平均 T2 値 +1SD よりも小さい T2 値の voxel のみを、運動後の T2 画像から筋の

活動領域として抽出した。抽出された各 voxel の T2 値から、その voxel が属する VOI の安静時平均 T2 値を減算することにより、筋活動の 3 次元マッピング画像を作成した。

Ⅲ. 結果及び考察

1. 平均 Δ T2 値による定量評価

各筋の平均 Δ T2 値のグラフを図 1 に示す。対側咬筋および同側咬筋の深層では L4 クレンチングの Δ T2 値が有意に低かった。また、被験者ごとのバラつきが大きく有意差は無かったものの、ほとんどの咀嚼筋では、L4 クレンチングの Δ T2 値が低い傾向を示した。これは、第一小臼歯の方が負担可能な咬合力が小さいために、咀嚼筋活動が抑制された結果と考えられる。しかし、左側外側翼突筋は上頭・下頭ともに平均 Δ T2 値に変化が見られなかった。下顎頭の安定化など、咬合力発揮とは異なる目的のために活動が維持されたと考えられる。

2. 咀嚼筋活動マッピングによる視覚的評価

図 2 に、被験者の咀嚼筋活動マッピングの例を示す。L6 クレンチングにおいて、両被験者の咀嚼筋活動様相は大きく異なっていた。被験者 A では左側咀嚼筋群全体に強い活動が見られたのに対して、被験者 B では左右の咀嚼筋が共に活動しており、特に右咬筋の停止側と左右内側翼突筋に強い活動が観察された。また、被験者 A では平均 Δ T2 値の定量結果と同様に、L4 クレンチングにおいてほとんどの咀嚼筋で活動領域・活動強度が減少しており、その中で左側外側翼突筋のみが比較的強い活動を保っていた。一方、被験者 B では L4 クレンチングにおいて咬筋や内側翼突筋の活動が低下しているのに対して、外側翼突筋では左右両側とも強い活動を保っていた。これらの結果は、同じ運動タスクを行っても咀嚼筋活動の空間的分布が被験者ごとに大きく異なる可能性を示唆している。

mfMRI によって、咀嚼筋内部の局所活動も含めた全咀嚼筋活動の 3 次元分布を評価可能であることが示唆された。今後、解析方法等を確立することで、咀嚼筋機能障害の原因究明の一助となることが期待される。

Ⅳ. 文 献

- 1) Yamaguchi S, Itoh S, Watanabe Y, et al. Quantitative analysis of masticatory activity during unilateral mastication using muscle fMRI. Oral Dis

図 1 各筋の平均 Δ T2 値

図 2 咀嚼筋活動マッピングの例

2011; 17: 407-413.

- 2) Kinugasa R, Kawakami Y, Fukunaga T. Mapping activation levels of skeletal muscle in healthy volunteers: an MRI study. J Magn Reson Imaging 2006; 24: 1420-1425.