

# 学位論文内容の要旨

愛知学院大学

論文提出者

後藤 明彦

論文題目

超音波 elastography を用いた持続噛みしめ時の咬筋硬度の変化に関する研究

I. 緒言：

医科領域において骨格筋の硬度は筋痛患者の診断の指標とされ、筋痛患者の筋肉は健常者より硬いと報告されている。咬筋硬度に関する報告も散見されるも、筋痛を有する咬筋硬度の増大は明らかにされていない。

超音波エラストグラフィ (SE) は非侵襲的に硬度を評価することが可能で、任意の関心領域 (ROI) を設定すると硬度が elasticity index (EI) として定量表示される。主な問題点として、用手的圧迫が測定値の再現性に影響することが挙げられる。SE の使用に先立って、EI が実際の硬度と相関するか検討すべきであるが、そのようなデータは呈示されていない。

顎関節症患者において咀嚼筋の浮腫性変化が疼痛の一因と考えられている。実験的には弱い持続噛みしめによる筋厚の変化が浮腫性変化の指標となることが示されている。筋硬度と浮腫、すなわち筋厚の変化の間には関連があると推定されるが、その関係は明らかにされていない。

本研究では硬度の客観的な指標として EI に着目し、以下の研究を行った。Study 1 では EI の再現性をファントムを用いて検討した。Study 2 では咬筋の EI (MEI ratio) を筋硬度計より得た硬度と比較検討した。Study 3 では筋痛を有する顎関節症患者の咬筋硬度の特徴を明らかにし、健常者と比較検討した。Study 4 では弱い持続噛みしめによる MEI ratio と筋厚変化との関係を明らかにした。

## II. 材料と方法 ;

本研究は本大学の倫理審査委員会の承認を得て行った (No 217)。患者およびボランティアに本研究の目的および方法を説明し、研究への参加に同意を得た。

### 1. ファントムを用いた EI ratio の再現性 (Study 1)

装置は Logiq E9 (GE Healthcare) を用いた。SE 用スコアリングファントム (ELPT-002、OST) を用い、スコア部位および周囲に各々 ROI を設定した。装置付属のソフトウェア Elasto Q analysis BT11 を用いて EI を求めた。EI は SE 画像上の平均の歪値を 1 とし、平均より軟領域を 0-1、硬領域を 1-6 として表示される。EI ratio はスコア部位の EI と周囲 EI の比とした。5名の検査者間の測定精度および1名の検査者内の5回の測定精度を検討した。

### 2. EI ratio と筋硬度計で計測した筋硬度の関係 (Study 2)

#### 1) 対象

左右顎関節及び咀嚼筋に顎関節症状を有さない健常ボランティア 35 人 (26~54 歳、平均 41.4 ± 12.4 歳、男性 20 名、女性 15 名) を対象とした。

#### 2) 超音波エラストグラフィ

被験者は直立座位で下顎安静位とし、咬筋前縁に垂直に、下顎骨下縁よ

り約 20mm 上方において両側咬筋の SE を撮像した。咬筋および表層の皮下脂肪組織に ROI を設定し、それぞれ EI を測定した。MEI ratio = (咬筋部の EI) / (皮下脂肪組織の EI) として MEI ratio を算出した。10 回の測定精度は CV=5.2% であった。

### 3) 筋硬度計を用いた咬筋硬度

筋硬度計 (NEUTONE TDM-N 1、トライオール) を用いて筋硬度を測定した。両側咬筋の中央部 2 か所の咬筋硬度を測定し、平均値を算出した。10 回の測定精度は CV=2.0% であった。

### 3. 筋・筋膜痛を伴った顎関節症患者の MEI ratio (Study3)

片側性筋・筋膜痛を有する顎関節症患者 8 名 (32~60 歳、平均 44.1 ± 9.6 歳、男性 2 名、女性 8 名) を対象とした。5 名は右側咬筋、3 名は左側咬筋に症状を訴えていた。患者の MEI ratio を Study2 の健常者の結果と比較した。

### 4. 弱い持続噛みしめ後の MEI ratio と咬筋筋厚の変化 (Study 4)

#### 1) 対象

左右顎関節及び咀嚼筋に顎関節症状を有さない健常ボランティア 10 名 (26~54 歳 (平均 38.4 ± 11.6 歳) 男性 8 名、女性 2 名) を対象とした。

## 2) 弱い持続かみしめ

表面筋電計ユニット (MA-3000、有限会社追坂電子機器) モニター下で、被験者に最大咬合力の 20% の力で、10 分間の持続噛みしめをしてもらった。

## 3) 超音波エラストグラフィ

噛みしめ前、噛みしめ直後および噛みしめ終了 10 分後に両側咬筋の SE を撮像し、MEI ratio を求めた。

## 4) 咬筋筋厚

咬筋筋厚は、咬筋の外筋膜から下顎枝の外表面までの距離とした。計測は 1 名の検査者が 2 回測定し平均値を求めた。1 名の検査者の 5 回の測定精度は CV=2.04% であった。

## 5. 統計分析

統計分析は Excel 2010 を用いた。MEI、咬筋筋厚の左右差の評価および、噛み締め直後の計測値と噛み締め前あるいは噛み締め終了 10 分後との比較のためにウィルコクソンの符号順位検定を用いた。健常者と患者との比較にはマン・ホイットニーの U 検定を用いた。相関関係の評価にはスピアマンの順位相関係数を用いた。p<0.05 を有意とした。

### Ⅲ. 結果：

#### 1. ファントムを用いた EI ratio の再現性 (Study1)

検査者間の測定精度は CV= 5.18%、検査者内の測定精度は CV=4.10%であった。

#### 2. MEI ratio と筋硬度計で計測した筋硬度の関係 (Study2)

##### 1) S MEI ratio

MEI ratio は右側  $0.79 \pm 0.43$ 、左側  $0.74 \pm 0.37$  であった。有意な左右差は認めず ( $p = 0.5737$ )、左右の値に有意な相関を認めた (相関係数 =  $0.7739$ 、 $p=0.000003$ )。

##### 2) 筋硬度計を用いた筋硬度

筋硬度計を用いた咬筋硬度は右側  $11.01 \pm 1.50 \text{ N/mm}^2$ 、左側  $10.91 \pm 1.34 \text{ N/mm}^2$  であった。有意な左右差は認めず ( $p=0.5000$ )、左右の値に有意な相関を認めた (相関係数 =  $0.7739$ 、 $p=0.000003$ )。

##### 3) MEI ratio と筋硬度計で計測した筋硬度の関係

MEI ratio と筋硬度の相関係数は、右側  $0.7739$  ( $p=0.000003$ )、左側  $0.7739$  ( $p=0.000003$ ) であり、左右側ともに有意な相関を認めた。

#### 3. 筋・筋膜痛を伴った顎関節症患者の MEI ratio (Study3)

MEI ratio は患側  $1.13 \pm 0.43$ 、健側  $0.77 \pm 0.31$  で、有意な左右差を認め

( $p=0.0300$ )、患側と健常側の MEI ratio に有意な相関は認めなかった(相関係数= $0.4741$ 、 $p=0.2050$ )。顎関節症患者の患側の MEI ratio と健常者の右側に有意差を認めた( $p=0.0335$ )。

#### 4. 弱い持続噛みしめ後の MEI ratio と咬筋筋厚の変化 (Study 4)

##### 1) MEI ratio

噛みしめ前の MEI ratio は右側  $0.84 \pm 0.21$ 、左側  $0.85 \pm 0.21$  であった。噛みしめ直後では右側  $1.75 \pm 0.43$ 、左側  $1.71 \pm 0.43$  であった。噛みしめ終了 10 分後では右側  $0.90 \pm 0.38$ 、左側  $0.87 \pm 0.36$  であった。どの phase においても有意な左右差はみられなかった。

噛みしめ直後の右側 MEI ratio は、噛みしめ前あるいは噛みしめ終了 10 分後と比較して有意に大きかった(直後と前: $p=0.0059$ 、直後と 10 分後: $p=0.0108$ )。左側の値も同様の傾向がみられた(直後と前: $p=0.0059$ 、直後と 10 分後: $p=0.0080$ )。

##### 2) 咬筋の筋厚

噛みしめ前の咬筋筋厚は右側  $10.0 \pm 0.5\text{mm}$ 、左側  $10.2 \pm 0.9\text{mm}$  であった。噛みしめ直後では右側  $13.0 \pm 2.0\text{mm}$ 、左側  $12.9 \pm 1.7\text{mm}$  であった。噛みしめ終了 10 分後では右側  $10.9 \pm 1.6\text{mm}$ 、左側  $10.9 \pm 1.5\text{mm}$  であり、いずれも有意な左右差はみられなかった。

噛みしめ直後の右側 MEI ratio は噛みしめ前あるいは噛みしめ終了 10 分

後と比較して有意に大きかった (直後と前:  $p=0.0059$ 、直後と 10 分後:  $p=0.0059$ )。左側の値も同様の傾向がみられた (直後と前:  $p=0.0058$ 、直後と 10 分後:  $p=0.0059$ )。

### 3) MEI ratio と咬筋筋厚の変化の関係

MEI ratio および筋厚の変化率の相関係数は、右側 0.042 ( $p=0.899$ )、左側 0.030 ( $p=0.927$ )であった。MEI ratio と筋厚の間に有意な相関は認めなかったが、両者は時間経過にともなって類似した変化を示した。

## IV. 考察

SE は圧迫による組織の歪の分布を画像化し、硬度を EI として定量表示した。咬筋への応用に先立って、硬度測定信頼性の検討を要した。study1 ではファントムによる検討の結果、SE による EI 計測は臨床応用に十分な再現性をもつことが明らかになった。

Study2 では MEI ratio と筋硬度計による測定値には強い相関が認められ、SE より得られる硬度情報の高い信頼性が示された。

Study3 では顎関節症患者の患側咬筋は健常者より硬く、患側と健常側の硬度に有意差がみられ、疼痛を伴う顎関節症患者の咬筋硬度は増大していることが明らかになった。

顎関節症患者の筋痛には筋浮腫が一因とされる。筋浮腫は筋厚の増大によって評価可能である。Study 4 では弱い持続噛みしめによる浮腫、すなわ



ち筋厚の増大と筋硬度の関係を検討した。両者の変化量に相関はみられず、これはおそらく EI の定義が関係していると考えられた。しかし両者は類似した変化を示したことより、硬度と浮腫性変化の関連が示唆された。

#### IV. 結論

1. SE における EI ratio の計測の再現性は十分であった。
2. 咬筋硬度 (MEI ratio) は筋硬度計で測定した硬度とよく相関した。
3. 顎関節症患者の患側咬筋には MEI ratio の増大が認められた。
4. 弱い持続噛みしめによる MEI ratio の増大は、筋厚の変化と類似していた。

以上より、SE は咬筋硬度の評価において追加すべき最適な画像検査であると考えられた。