

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 17 日現在

機関番号：33902

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23592785

研究課題名(和文)咀嚼筋痛の治療効果予測のための定量的超音波 elastography 診断法の確立

研究課題名(英文) Establishment of quantitative sonographic elastography for predicting the therapeutic effect of myofascial pain

研究代表者

有地 淑子 (Ariji, Yoshiko)

愛知学院大学・歯学部・准教授

研究者番号：60232063

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000 円、(間接経費) 1,260,000 円

研究成果の概要(和文)：咀嚼筋痛を有する顎関節症患者において、超音波 elastography による咬筋の硬度情報を基に、咀嚼筋痛の治療効果を予測する定量的画像診断法の確立をめざす。

ファントムを用いて組織弾性指数の測定精度を求め、弾性指数と生体硬度計による組織硬度の相関を検討した。その結果、弾性指数は臨床応用上十分であった。患者にオーラルリハビリテーションロボットによる筋マッサージ治療を施行した。治療有効群において、治療後の咬筋の筋厚・筋硬度は縮小し、高エコーバンドが明瞭にみられる割合が増えた。有効群と無効群間の超音波所見に違いがみられた。これは、治療効果を予測する重要な因子となり得た。

研究成果の概要(英文)： This project is aimed to establish the quantitative imaging methods for predicting the therapeutic effect of myofascial pain in TMD patients, based on the information of hardness of the masseter muscles using sonographic elastography.

The accuracy on measuring the elasticity index using phantom, and the correlation between the elasticity index and the tissue hardness by the hardness meter were investigated. As a result, the elasticity index was sufficient on the clinical application. The muscle massage treatment was performed to the patients using an oral rehabilitation robot. In the therapeutic effective group, the thickness and hardness of the masseter muscle decreased, and the frequency of visible of the distinct echogenic bands increased after treatment. The differences in the sonographic imaging features after treatment were found between the effective and ineffective groups. Sonographic imaging features might become a factor in predicting the therapeutic efficacy.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・病態科学系歯学・歯科放射線学

キーワード：生体機能利用 リハビリテーション 超音波 咀嚼筋 組織弾性

## 1. 研究開始当初の背景

咀嚼筋痛の一因として、比較的弱い持続性緊張によって引き起こされる筋浮腫が関係していることを示した (Ariji Y 他、2010)。非侵襲的な超音波ドプラ法を用いて、浮腫の指標となり得る咬筋の筋厚の変化と咬筋への流入血流の顔面動静脈血流速との関係を分析し、健常者では筋厚と血流速との変化は相関することを確認した (Ariji Y 他、2001)。また咀嚼筋痛を伴う顎関節症患者において、浮腫の超音波所見を呈する割合は健常者に比較して明らかに高いことを示した (Ariji Y 他、2004)。

以上の診断学的研究に加えて、咀嚼筋痛のスプリント治療や筋マッサージ治療の治療法の研究も進めてきた (佐久間重光、有地淑子他、2004) (Ariji Y 他、2009)。咀嚼筋痛の治療法の選択、治療効果の予測のためには、疼痛や開口量の改善とともに、咀嚼筋に起こる変化の観察も必要であり、治療後に浮腫の超音波所見が改善するのを確認した (Ariji Y 他、2010)。この過程で筋浮腫の出現や消退によって、筋の硬度が変化することに気づき、さらに高精度の評価法確立のためには筋の硬度に着目することが1つの方法であることに思い至った。筋マッサージ治療により咀嚼筋の血流動態が改善し筋硬度が軟化することが予測されるが、それを確認するための適切な診断法がこれまでなかった。超音波 elastography は近年超音波断層装置に付加された機能で、生体の硬度・弾性の情報が画像表示される。われわれは preliminary に超音波 elastography を咬筋に適用し、気持ちよいく感じるマッサージ圧は咬筋硬度により決定しうる可能性を示した (Ariji Y 他、2009)。

超音波 elastography の利用にはいくつかの制限があり、それらを解決し臨床応用していく必要がある。まず超音波 elastography は対象となる組織に対して圧迫を加えることにより、対象物の歪を画像に表示するものなので、この圧迫の加え方を習得するまでに訓練を要する。Preliminary な使用において10回測定の変動係数は11.2%と大きく、臨床応用するには技術の向上が望まれる。また超音波 elastography は組織の弾性を色表示するもので、対象物の硬さ情報は参照物との比として表示するのみで絶対値の表示はなく、組織硬度の定量的な表示が望まれる。

## 2. 研究の目的

本研究プロジェクトは、超音波 elastography を用いて咀嚼筋痛を有する顎関節症患者において、咀嚼筋の形態・内部性状・硬度情報を基に、咀嚼筋痛の治療法の選択・治療効果を予測しうる定量的画像診断法の確立をめざすものである。

まず超音波弾性評価用ファントムを購入して、超音波 elastography における組織圧迫の技術を習得する。次に Elastography 解

析用 LOGIQ View アップグレードを行うことにより、リアルタイムに関心領域の弾性指数を表示可能とする。生体硬度計による組織硬度と比較することにより、超音波 elastography による組織硬度の表示システムの構築をめざす。さらに顎関節症患者に超音波 elastography を施行して、治療による咀嚼筋の形態・内部性状と硬度の変化を同時に解析し、治療効果を予測しうる定量的画像診断法の確立をめざす。

## 3. 研究の方法

(1) 既存の超音波断層装置 LOGIQ E9 および新規購入の超音波弾性評価用ファントムを用いて、超音波 elastography における組織圧迫の訓練をする。超音波弾性評価用ファントムは、硬さ・大きさ・輝度の異なる素材が埋め込まれたファントムであり、これを使用して一定範囲の組織圧迫ができるように訓練する。

(2) 健常ボランティアにおいて咬筋の超音波 elastography を撮像し、新規購入の Elastography 解析用 LOGIQ View アップグレードを用いて、リアルタイムに咬筋に関心領域を設定し弾性指数を測定する。同時に生体硬度計を用いて咬筋の硬度を測定する。超音波 elastography による弾性指数と生体硬度計による硬度の相関を検討する。さらに咀嚼筋痛を有する顎関節症患者において咬筋の超音波 elastography を撮像し、咬筋の弾性指数を測定する。超音波 B モード像において咬筋の筋厚、筋内部エコーを評価し、咀嚼筋痛を有する咬筋の超音波所見を明らかにする。

(3) 咀嚼筋痛を有する患者のうち同意の得られた患者に対して、オーラルリハビリテーションロボットを用いて、治療プロトコルに従い筋マッサージ治療を行う。咀嚼筋痛、開口制限、関節音、日常生活支障の程度に関するアンケートを施行する。筋マッサージ前後において、咬筋の超音波 elastography の撮像を行う。定量的超音波 elastography 診断システムを使用して、筋マッサージ前後の咬筋の筋厚、筋内部エコー、および硬度の変化を記録する。これらのデータを解析し、顎関節症患者の治療効果の判定を行う。超音波所見とマッサージ治療効果との関連を検討し、筋硬度がマッサージ治療の効果判定に使えるかを検討する。

## 4. 研究成果

(1) 超音波弾性評価用ファントムを用いて、超音波 elastography における組織圧迫の訓練を行い、一定範囲の組織圧迫を実施できるようにした結果、組織弾性の測定精度は、検査者間 CV=5.18%、検査者内 CV=4.10%となり、臨床応用上十分な精度を確保できた。

(2)超音波 elastography 解析ソフトウェア LOGIQ View を用いて、リアルタイムに健常ボランティアの咬筋の関心領域の弾性数値を測定した。弾性数値と生体硬度計による組織硬度との間には有意な相関がみられ (Kendall 相関係数 0.44、図 1)、超音波 elastography システムの基礎づくりは達成できた。

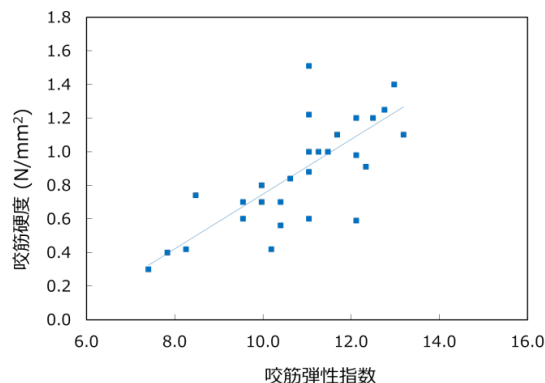


図 1. 咬筋の弾性指数と硬度の相関

(3)健常ボランティアに持続嚙締めの実験を行い、咬筋全体の硬度、軟・硬領域の面積比、筋厚の変化を評価した。その結果、軟領域の面積比は持続嚙締めによる咬筋の浮腫の状態とよく相関し、MRI 所見ともよく合致した (図 2)。硬領域の面積比は咬筋硬度をよく表していた (図 3)。これらの値は咬筋の性状を把握する上で有用な指標となりうることを明らかにした。

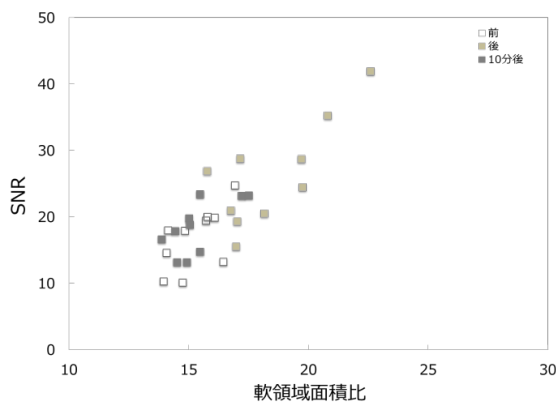


図 2. 超音波 elastography による軟領域面積比と MRI による信号雑音比(SNR)との相関

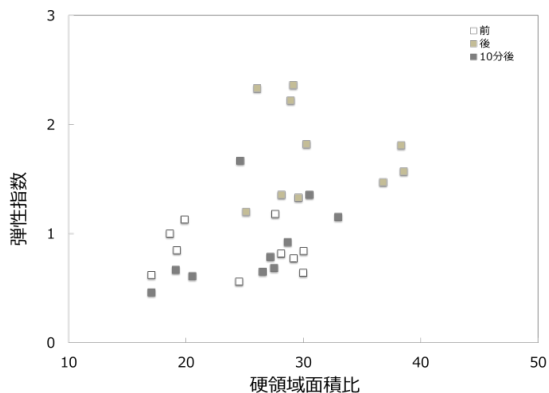


図 3. 超音波 elastography による硬領域面積比と咬筋全体の筋弾性指数との相関

(4)咀嚼筋痛を有する患者に対し、オーラルリハビリテーションロボットによる筋マッサージ治療施行の同意を得て、治療プロトコルに従い筋マッサージ治療を施行した。マッサージ治療は、70.7%の患者において有効であった。筋マッサージ治療前後において咀嚼筋の超音波 elastography の撮像を行い、咬筋の筋厚、筋内部エコーおよび硬度の変化を評価した。治療有効群において治療後の咬筋の筋厚および筋硬度は有意に縮小し、高エコーバンドが明瞭にみられる割合が増加した (図 4-6)。治療の有効・無効群において、超音波所見の変化に異なる所見が確認された。咬筋の超音波所見は、治療効果を予測する重要な因子となり得ることを明らかにした。

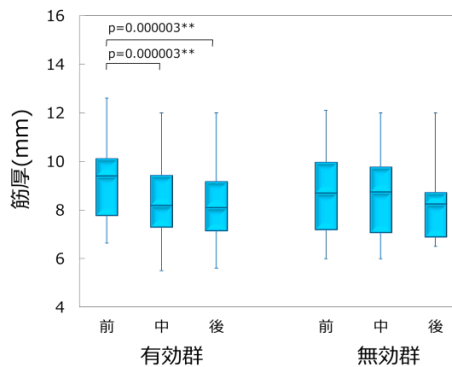


図 4. 筋マッサージ治療前後の咬筋の筋厚の変化

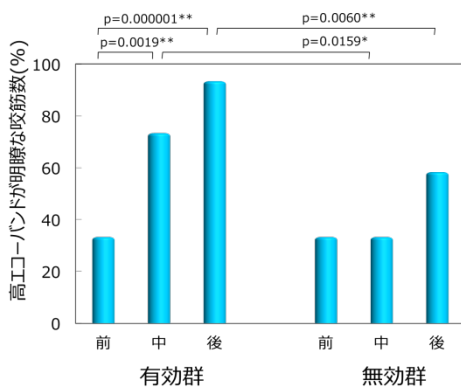


図 5. 筋マッサージ治療前後の咬筋の明瞭な高エコーバンドの割合の変化

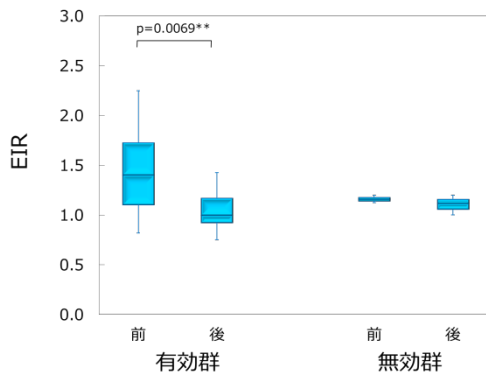


図 6. 筋マッサージ治療前後の咬筋の硬度の変化

## 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 10 件)

Ariji Y, Hiraiwa Y, Kise Y, Sakuma S, Katsumata A, Ariji E. Can masseter stiffness become an index for evaluating massage treatment? 45th Meeting CED-IADR program & proceeding, 査読無、2011、p54

Sakuma S, Hattori H, Morita I, Ariji Y, Inamoto K, Nakata K, Ando K, Mori T, Nakagaki H, Ariji E, Nakamura H, Ito Y. Influence of forward head tilt on multichannel near-infrared spectroscopy measurement. 45th Meeting CED-IADR program & proceeding, 査読無、2011、p20

Ariji Y, Gotoh A, Hiraiwa Y, Kise Y, Nakayama M, Nishiyama W, Sakuma S, Kurita K, Ariji E. Sonographic elastography for evaluation of masseter muscle hardness. Oral Radiol, 査読有、Vol 29、2013、p64-69 DOI:10.1007/s11282-012-0111-3

Ariji Y, Gotoh A, Hiraiwa Y, Kise Y, Nakayama M, Nishiyama W, Sakuma S, Kurita K, Ariji E. Sonographic elastography for evaluation of masseter muscle hardness. Oral Radiol, 査読有、Vol 29、No.1、2013、p64-69

佐久間重光、竹中誠、有地淑子、菱川敏光、

稲本京子、森田一三、丹羽雅子、名和弘幸、伊藤裕、近赤外線分光法を用いた 2Hz EVA シート反復噛みしめ時における前頭前野血流動態の測定、愛知大歯誌、査読有、Vol 51、No.1、2013、p39-44

Gotoh A, Ariji Y, Hasegawa T, Nakayama M, Kise Y, Matsuoka M, Katsumata A, Kurita K, Ariji E. Sonographic elastography for assessing changes in the masseter muscle elasticity after low-level static contraction. Oral Radiol, 査読有、Vol 29、No.2、2013、p 140-145

DOI:10.1007/s11282-012-0119-8

佐久間重光、服部豪之、安藤清文、森田一三、有地淑子、稲本京子、中田和彦、中西康裕、小島弘充、伊藤裕、頭部の 20 度前方傾斜が多チャンネル NIRS 測定におよぼす影響、愛院大歯誌、査読有、Vol 51、No.2、2013、101-106

Ariji Y, Nakayama M, Taguchi A, Gotoh A, Kise Y, Katsumata A, Kurita K, Ariji E. Intramuscular changes of soft and hard areas after low-level static contraction of the masseter muscle and the correlations with muscle hardness and increase in water content: Evaluations with sonographic elastography and magnetic resonance imaging. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol, 査読有、Vol 116、No. 3、2013、354-361

Hiraiwa Y, Ariji Y, Kise Y, Sakuma S, Kurita K, Ariji E. Efficacy of massage treatment technique in masseter muscle hardness: Robotic experimental approach. Cranio, 査読有、Vol 31、No. 4、2013、p1-9

稲本京子、佐久間重光、森田一三、有地淑子、服部豪之、安藤清文、樋口直也、中田和彦、中村洋、近赤外線分光法を用いた命令嚙下時の大脳皮質における脳血流動態の測定、愛院大歯誌、査読有、Vol 51、No.3、2013、p319-327

[学会発表](計 16 件)

泉雅浩、田島毅士、清水幹雄、栗田賢一、有地淑子、内藤宗孝、有地榮一郎、MRI、CT による顎関節部滑膜製軟骨腫症の検出精度に関する検討、第 24 回日本顎関節学会総会・学術大会第 2 回アジア顎関節学会大会(広島)、2011.7.23-24

後藤明彦、有地淑子、長谷川達也、黒木美和、木瀬祥貴、有地榮一郎、栗田賢一、US Elastography(USE)を用いた測定精度と持続噛みしめ後の咬筋変化についての検討、第 66 回 NPO 法人日本口腔科学会総会・学術集会(広島)、2012. 5.17-18

有地淑子、中山美和、木瀬祥貴、有地榮一郎、超音波 elastography による咀嚼筋痛患者の咬筋硬度の評価、日本歯科放射線学会第 53 回学術大会・第 9 回定例総会(盛岡)、2012.6.1-3

有地淑子、咬筋の痛みと画像、歯学会・兵庫県地方学術講演会(招待講演)(神戸) 2012.7.1

Ariji Y, Gotoh A, Sakuma S, Kuroki M, Kise Y, Ito Y, Kurita K, Ariji E, Sonographic elastography can represent stiffness of painful masseter muscles together with sharps and internal appearances, IASP 14th World Congress on Pain (Milan, Italy) 2012.8.27-31

Ariji E, Ariji Y, Kise Y, Nakayama M, Imaging of the masseter muscle for diagnosing temporomandibular disorder with myofascial pain, 9th ACOMFR (招待講演)(Xi'an, China), 2012.9.13-16

有地 淑子、平岩裕一郎、木瀬祥貴、中山美和、西山航、有地榮一郎、超音波エラストグラフィを用いた咬筋硬度の評価、第25回日本口腔診断学会総会・第22回日本口腔内科学会総会合同学術集会(東京) 2012.9.21-22

有地淑子、頭頸部筋肉の超音波診断：Dopplerおよびelastographyを用いた定量診断、日本歯科放射線学会教育研修会「第19回実技研修会・超音波診断法」(招待講演)(札幌) 2012.11.18

有地淑子、中山美和、有地榮一郎、弱い力のかみしめにおける脳活性：fMRIによるpreliminary study、第67回NPO法人日本口腔科学会学術集会(宇都宮) 2013.5.22-24

後藤明彦、有地淑子、中山美和、木瀬祥貴、有地榮一郎、栗田賢一、持続噛みしめ後の咬筋幅径変化についての検討-US Elastography (USE)とMRIの比較-、第67回NPO法人日本口腔科学会学術集会(宇都宮) 2013.5.22-24

有地淑子、中山美和、佐久間重光、有地榮一郎、弱いかみしめおよびガム咀嚼時における脳fMRI、日本歯科放射線学会 第54回総会・学術大会(福岡) 2013.5.31-6.2

中山美和、有地淑子、木瀬祥貴、田口明、泉雅浩、内藤宗孝、有地榮一郎、超音波elastographyとMRI画像による健常者の咬筋硬度の評価、日本歯科放射線学会 第54回総会・学術大会(福岡) 2013.5.31-6.2

Ariji Y, Nakayama M, Taguchi A, Gotoh A, Kise Y, Katsumata A, Ariji E, Evaluation for hardness and water content of the masseter muscle after low-level static contraction with sonographic elastography and MR imaging, 19th ICDMFR (Bergen, Norway), 2013.6.22-27

Ariji E, Ariji Y, Koyama S, Sakuma S, Nakayama M, Inamoto K, Gotoh K, Matusmoto R, Brain regional activity induced by low-level contraction: a preliminary fMRI study, 19th ICDMFR (Bergen, Norway), 2013.6.22-27

Ariji Y, Ariji E, Goto M, Izumi M, Kise Y, Nakayama M, Nishiyama W, Naitoh M, Intraoral sonography for predicting lymph

node metastasis from tongue cancer, 2nd meeting of IADR-APR (Bangkok, Thailand) 2013.8.21-23

Sakuma S, Hattori H, Ariji Y, Ando K, Inamoto K, Nakata K, Ariji E, Nakamura H, Ito Y, Changes in near-infrared spectroscopy measurements associated with lateral head tilt, 2nd meeting of IADR-APR (Bangkok, Thailand) 2013.8.21-23

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

有地淑子 (ARIJI, Yoshiko)  
愛知学院大学・歯学部・准教授  
研究者番号：60232063

### (2) 研究分担者

木瀬祥貴 (KISE, Yoshitaka)  
愛知学院大学・歯学部・助教  
研究者番号：30513197

有地榮一郎 (ARIJI, Eiichiro)  
愛知学院大学・歯学部・教授  
研究者番号：00150459

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：