

機関番号：37114

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20592216

研究課題名 (和文) 咀嚼筋の生理・生化学的特性の画像化によるブラキシズム性状評価システムの構築

研究課題名 (英文) Development of evaluating system of bruxism by imaging physiological and biochemical characteristics of masticator muscles.

研究代表者 湯浅賢治 (YUASA KENJI)
福岡歯科大学・歯学部・教授

研究者番号：40136510

研究成果の概要 (和文)：

1. ブラキシズムの性状評価を念頭に置き、画像検査により咀嚼筋の代謝および生理・生化学的特性を評価する研究を行った。まず、MRI により咬合パターンにより動員される咀嚼筋の種類の違いを判別できるかの分析を行った。T2 値を用いることにより、咬合のパターンにより動員される咀嚼筋の種類を識別することが可能であるとの結論を得た。
2. 咬筋の代謝を評価する画像検査としては、31P-MR spectroscopy が一般的であるが、同様に超音波ドプラー法により筋肉内の血流動態から筋代謝が評価できないかの分析を行い、31P-MR spectroscopy 所見と相関するとの結論を得た。超音波ドプラー法によっても、咬筋の収縮および疲労からの回復状態を評価することが可能であることが示唆された。
3. クレンチングによる MRI の見かけの拡散係数 (ADC) および T2 値の変化から咬筋の収縮評価が行えるかの分析を行った。クレンチングによる咬筋の収縮評価を行うには、ADCの方が T2 値より有用であった。T2 値および ADC はブラキシズムに伴う筋肉疲労や損傷の評価に有用であることが示唆された。
4. 咬筋の安静時、開口時、閉口時の MRI 拡散テンソル画像を用いて、水拡散に変化があるかどうかの分析を行った。咬筋の拡散の eigen 値は顎の位置に敏感であった。拡散パラメータは、顎の位置に特異的に筋線維の回復を反映した。

研究成果の概要 (英文)：

1. Regarding to assess the properties of bruxism, we evaluated metabolism, and physiological and biochemical characteristics of masticator muscles using medical imaging. At first, it was evaluated whether a kind of mobilized masticator muscles by the difference of occlusal pattern was judged using MRI. We considered that mobilized masticator muscles could be identified using T2 value.
2. We studied whether Doppler ultrasonography presenting blood flow in muscle was useful for evaluating the metabolism of masseter muscle as well as 31P-MR spectroscopy which was performed generally for evaluating metabolism of it as medical imaging. Doppler ultrasonography presented findings in correlating to ones of 31P-MR spectroscopy. It was suggested that contraction and recovery from fatigue of the muscle could be evaluated using Doppler ultrasonography, also.
3. We evaluated whether change of apparant difussin coeficient (ADC) and T2 value by clenching suggested contraction of masseter muscle. ADC was sensitive to changes by clenching. We suggested that T2 valus and ADCs may be used to evaluated muscle fatigue and injuries that accompany bruxism.
4. The aim of this study was to assess whether water diffusion changes could be detected by DT MRI performed at rest, and during jaw opening and closure. The eigen values for diffusion of the MM were sensitive to jaw position. Recruitment of muscle fibers, specific to jaw position, reflects the different changes in muscle diffusion parameters.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

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：咀嚼筋、MRI、超音波ドプラー法、ブラキシズム

1. 研究開始当初の背景

歯周病における歯周組織破壊の主要因はプラークによる炎症性破壊であるが、重度の歯周炎では咬合性外傷が重要な役割を果たしていると言われている。その咬合性外傷を引き起こす原因としてブラキシズムがある。歯痛や不定愁訴をもって来院する患者においても、ブラキシズムが誘因となっている場合があり、患者のブラキシズムの程度や種類を診査することは、歯周病治療において重要である。ブラキシズムの状況を客観的に診断する方法としては、睡眠中に携帯型筋電計を用いてブラキシズムの持続時間、回数、ブラキシズムの種類（グライディング、クレンチング、タッピング）を記録する方法がある。しかし、この筋電計法は被験者にとって負担が大きい。

そこで、MRI 装置および超音波装置を用いることにより、非侵襲的に内在性代謝物質を検出し、筋肉のエネルギー代謝や生理・生化学的变化を診断できることに着目し本研究を行った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、非侵襲的な画像検査である磁気共鳴映像法（MRI）および超音波検査を用いて、咀嚼筋の生理的・生化学的特性を画像化および数値化し、歯周病の原因のひとつであるブラキシズムの状況を視覚化及び客観的に評価・診断を行うシステムを構築しようとするものである。

3. 研究の方法

- 1) MRI の T2 値が咀嚼筋の動員および機能的指標となるかの分析を行った。
- 2) MRI と比較して、超音波ドプラー画像が筋の疲労度の指標となり得るかの分析を行った。
- 3) MRIにて噛みしめ（クレンチング）にともなう T₂ 値および見かけの拡散係数（ADC）の変

化を検討し、咀嚼筋の機能的評価に対する有用性について検討を行った。

4) 咬筋の安静時、開口時、閉口時のMRI拡散テンソル画像を用いて、水拡散に変化があるかどうかの分析を行った。

4. 研究成果

【研究成果1】

ブラキシズム時の咀嚼筋疲労状態の評価に対する MRI の有用性

背景

スポーツ生理学の分野では、骨格筋の機能評価に MR の T2 値が有用であるとの報告がなされている。そこで、本研究では咀嚼筋の機能的評価の指標としても T2 値が有用であることを検証することを目的とした。

対象

健康成人男性 6 名を対象とした。年齢範囲は 26 歳～49 歳であった。

方法

1.5TMR 装置を用いた（Intera Achieva 1.5T, Nova Dual, Philips Medical system 社製）であった。sensitivity-encoding SENSE-NV-16 coil を用い、冠状断画像の T1 値画像（図 1）と T2 値画像（図 2）を撮像した。撮像は、安静時および 1 分間のクレンチング終了直後に行った。クレンチングは、臼歯部咬みおよび前歯部咬みの 2 種類のクレンチングを行った。T2 値の計測は、先ず T1 画像の各咀嚼筋（咬筋、側頭筋、内側翼突筋、外側翼突筋）の最大スライス画像において region of interest (ROI) を筋幅の中央部に可及的に大きく設定し、その後 T2 画像の同じ部位に置き換えて T2 値を計測した。計測は 3 回行い、その平均値を対象の筋の T2 値とした。クレンチング前後における T2 値の上昇率は以下の式により求めた。上昇率 (%) = (クレンチング後の T2 値-安静時の T2 値) / 安静時の T2 値。検定は Wilcoxon の符号付き順位検定を用い、危険率 5% 以下を

有意差ありとした。

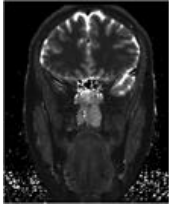


図1 : T1 画像

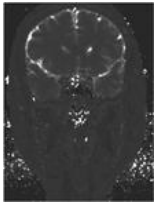


図2 : T2 画像

結果

1. 臼歯部咬みでの T2 値の変化

咬筋の T2 値は安静時に比べてクレンジング後に有意に上昇した ($p < 0.01$)。側頭筋、内側翼突筋、外側翼突筋においてはクレンジング直後の T2 値は上昇傾向にあったが、統計学上有意差はなかった。

2. 前歯部咬みでの T2 値の変化

外側翼突筋の T2 値は安静時に比べてクレンジング後に有意に上昇した ($p < 0.03$)。咬筋、側頭筋、内側翼突筋においては、統計学上有意差はなかった。

3. クレンジング前後における T2 値の上昇率

臼歯部咬みの場合、咬筋の上昇率は他の筋に比べて大きい傾向にあった。前歯部咬みの場合、内側翼突筋および外側翼突筋の上昇率は他の筋に比べて大きい傾向にあった。

考察

MR の T2 値は咀嚼筋の動員状態を反映することが示唆された。

【研究成果2】

31P-MR spectroscopy と咬筋超音波ドプラ法による咬筋の代謝の評価

背景

31P-MR spectroscopy は筋肉の代謝の評価に用いられている。一方、超音波ドプラ法は故に、超音波ドプラ法もまた筋肉の代謝を評価できるのではないかと考え、31P-MR spectroscopy と比較を行い、咀嚼筋代謝の評価に対する超音波ドプラ法の有用性について検討を行った。

対象

咬筋部に症状がない健常男性成人5名を対象とした。年齢範囲は30～52歳であった。

方法

15TMR装置 (Intera Achieva 1.5T, Nova Dual, Philips Medical system社製) を用いて左側咬筋の31P-MR spectroscopyを行った (図1)。MR検査のプロトコールは以下のごとくであっ

た。1) クレンジング前に撮像 2) クレンジング中に撮像 3) クレンジング終了直後より3回撮像 (回復時1、回復時2、回復時3)。1回の撮像時間は4分47秒であった。安静時、クレンジング時、および各回復時の31P-MR spectrumにおいて、PCrを計測した。これらの値よりPCrの回復率を求めた。PCrの回復率は以下のように定義した。PCr回復率 (%) = 各時期のPCr/クレンジング前のPCr

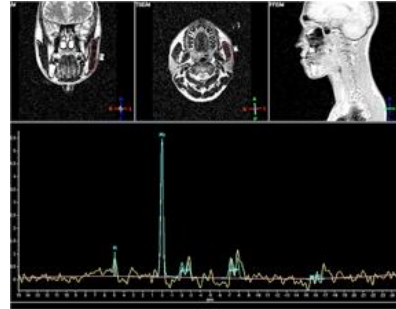


図1 咬筋の31P-MR spectrum

超音波パワードプラ法は、左側咬筋の水平断の最大スライス面に対してbandwidth linear transducer (Sequoia 512, Acuson) を用いて行った (図2)。超音波ドプラ法のプロトコールは以下の通りであった。1) クレンジング前 2) 2分間のクレンジング終了直後 4) クレンジング終了60秒後 5) クレンジング終了120秒後 6) クレンジング終了180秒後。各時期の超音波ドプラ画像の咬筋内の血流部分のピクセル数をAdobe Photoshopで計測を行った。

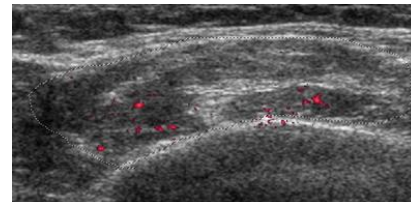


図2 咬筋の超音波ドプラ画像

結果

- クレンジング中のPCrはクレンジング前の80～90%に減少し、クレンジング終了後に徐々にクレンジング前の値へと戻っていった。
- 超音波ドプラ画像上の血流量は、クレンジング終了直後に現れ、その量が多量で、徐々に血流の描出は消失していった。
- PCrの回復率が高い場合が、超音波ドプラ法でのクレンジング終了直後の血流量は多かった (図3)。

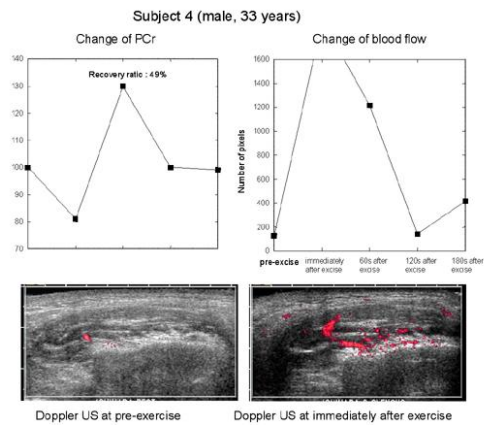


図3 subject 4の咬筋のPCrと超音波ドプラ画像上での血流量の変化

考察

超音波ドプラ法による血流所見は、³¹P-MR spectroscopyのPCr値と関連しており、超音波ドプラ法による血流所見もまた咬筋代謝を反映していることが示唆された。

【研究成果3】

Evaluation of T_2 values and apparent diffusion coefficient of the masseter muscle by clenching.

Objective. To evaluate the changes in T_2 values and apparent diffusion coefficient (ADC) in the masseter muscle by clenching in healthy volunteers.

Methods. Thirty-seven volunteers were enrolled. We measured bite force using pressure-sensitive paper. We obtained a T_2 map and ADC map at rest, during clenching, immediately after, and 5 min after clenching. The spin-echo sequence was used to calculate T_2 , and single-shot, spin-echo, echo planar imaging was used to calculate ADC. The motion-probing gradients (MPGs) were applied separately, along the posterior-to-anterior (PA), right-to-left (RL), and superior-to-inferior (SI) directions, with b values of 0, 300, and 600s/mm² in each direction. The ADC-PA, ADC-RL, and ADC-SI values were obtained, and we also calculated the ADC-iso for the mean diffusivity.

Results. For T_2 or ADC, there were no significant differences between the stronger and weaker side of bite force before, during, or 5min after clenching. The bite force had little effect on these parameters. Thus, we used the average of the two sites for the following analyses. Time course analysis of ADC-iso, ADC-PA, ADC-RL, and ADC-SI demonstrated a marked increase after clenching and a rapid

decrease immediately after clenching, although it did not completely return to the initial values. However, the change in ADC-RL was significantly greater than those in ADC-PA or ADC-SI ($P < 0.001$ each). The changes in T_2 were similar to those of ADC, although they were not as marked. **Conclusions.** ADC (especially ADC-RL) was altered by contraction of the masseter muscle.

【研究成果4】

Evaluation of the diffusion parameters and T_2 values of the masseter muscle by jaw opening or clenching, compared with those at rest.

background: Diffusion-weighted imaging (DWI) and diffusion-tensor imaging (DTI) of human skeletal muscle of the extremities have been used for many purposes, such as evaluating changes that accompany contraction.

Purpose: To investigate whether jaw opening or closure affected the diffusion parameters of the masseter muscles (MMs).

Materials and Methods: Eleven healthy volunteers participated. Diffusion tensor images were acquired to obtain the primary (λ_1), secondary (λ_2), and tertiary eigenvalues (λ_3). We estimated these parameters at three different locations: at the level of the mandibular notch for the superior site, the level of the mandibular foramen for the middle site, and the root apex of the mandibular molars for the inferior site.

Results: At the superior and middle sites, jaw opening significantly decreased λ_2 ($P = 0.006$, $P = 0.004$) and λ_3 ($P < 0.0001$, $P = 0.0001$); however, the change in λ_1 was not significant. At the lower site, no parameter was significantly different at rest and during jaw opening. These results may have been related to passive elongation of the muscle fiber, which reflected the decrease in size of the myofibrils and accompanying shrinkage of the endomysium, especially in the deep layer of the MMs. In contrast to jaw opening, the changes induced by jaw closure were marked in the inferior site. In the middle and inferior sites, the three eigenvalues were increased by jaw closure, and the changes in λ_1 ($P = 0.0145$, $P = 0.0107$) and λ_2 ($P = 0.0003$, $P = 0.0001$) were significant (especially λ_2). This might have reflected structural changes within

the endomysium.

Conclusions: The eigenvalues for diffusion of the MM were sensitive to jaw position. Recruitment of muscle fibers, specific to jaw position, reflects the different changes in muscle diffusion parameters.

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3件)

Chikui T, Shiraishi T, Ichihara T, Kawazu T, Hatakenaka M, Kami Y, Yuasa K, Yoshiura K. Effect of clenching on T2 and diffusion parameters of the masseter muscle. Acta Radiol 2010; 51: 58-63.

Chikui T, Shiraishi T, Tokumori K, Inatomi D, Hatakenaka M, Yuasa K, Yoshiura K. Assessment of the sequential change of the masseter muscle by clenching: a quantitative analysis of T1, T2, and the signal intensity of the balanced steady-state free precession. Acta Radiol 2010; 51: 669-678.

Shiraishi T, Chikui T, Yoshiura, Yuasa K Evaluation of T2 values and apparent diffusion coefficient of the masseter muscle by clenching. DentoMaxilloFacial. Radiology 2011; 40: 35-41

〔学会発表〕(計3件)

Yuasa K, Shiraishi T., Zeze R., Ichihara T., Inatomi D., Kagawa T., Nakayama K., Miwa K. Evaluation of the masseter muscle metabolism by 31P-MR spectroscopy and Doppler ultrasonography. 17th International Congress of Dentomaxillofacial Radiology 2009, Amsterdam

Shiraishi T., Chikui T., Ichihara T., Kawazu T., Yoshiura K., Yuasa K. T2 values and ADC of masseter muscle increased during clenching. 17th International Congress of Dentomaxillofacial Radiology 2009, Amsterdam

Shiraishi T, Chikui T, Yoshiura K, Yuasa K., Evaluation of diffusion parameters of the masseter muscle at rest, opening and during clenching. The 8th Asian Congress of Oral and Maxillofacial Radiology 2010, Seoul

〔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

なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

湯浅賢治(福岡歯科大学・歯学部・教授)

研究者番号: 40136510

(2)研究分担者

坂上竜資(福岡歯科大学・歯学部・教授)

研究者番号: 50215612

小川和久(福岡歯科大学・歯学部・講師)

研究者番号: 90105726

三輪邦弘(福岡歯科大学・歯学部・講師)

研究者番号: 10136509

瀬々良介(福岡歯科大学・歯学部・助教)

研究者番号: 70196989

市原隆洋(福岡歯科大学・歯学部・診療放射線技師)

研究者番号: 80399196

(3)協力研究者

白石朋子(福岡歯科大学・歯学部・助教)