

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年4月15日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22592156

研究課題名（和文）なぜ顎筋のストレッチ療法は慢性疼痛に効くのか？—顎筋粘弾性の検討—

研究課題名（英文）Why is the stretch treatment of jaw muscles effective against chronic pain?

研究代表者

鳥巢 哲朗（TORISU TETSUROU）

長崎大学・大学病院・講師

研究者番号：80264258

研究成果の概要（和文）：ストレッチ運動をはじめとする運動療法の治癒メカニズム解明を目的に、持続咬みしめが疼痛感受性へおよぼす影響の検討、筋硬度計測の有用性の検討、ストレッチ運動負荷に使用できる遠心性運動負荷装置の開発・改良を行った。実験的低強度持続かみしめが中枢性に口腔顔面領域の疼痛感受性を抑制し痛みを緩和する可能性があること、この効果は遠隔部位まで及ぶことが示された。また口腔内刺激による自律神経活動変化を加速度脈波計測により確認した。さらに筋硬度計の口腔領域への応用を評価した。本研究の成果は顎口腔領域の慢性疼痛発現メカニズムの解明および診断・治療方法の開発に貢献するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：The purposes of this research were to clarify the healing mechanism of therapeutic exercise including the stretch treatment, and to develop a load device of eccentric exercise to use therapeutic exercise. It is suggested that experimental prolonged low-level jaw-clenching reduces the pain sensitivity, and the effect of the clenching influences the pain sensitivity of remote regions. Changes of autonomic nervous activity induced by an intra-oral stimulation were measured by accelerated plethysmography. The utility of the muscle hardness meter for orofacial region was also evaluated. The results of the present research are considered to contribute to clarify pathology of chronic orofacial pain and to develop the method of diagnosis and treatment.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| 2010年度 | 1,900,000 | 570,000 | 2,470,000 |
| 2011年度 | 800,000 | 240,000 | 1,040,000 |
| 2012年度 | 800,000 | 240,000 | 1,040,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,500,000 | 1,050,000 | 4,550,000 |

研究分野：歯科補綴学一般

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：顎筋、口腔顔面痛、慢性疼痛、遠心性運動、筋硬度、低強度持続かみしめ

1. 研究開始当初の背景

歯に原因のない疼痛の病態は非歯原性疼痛と呼ばれ、診断・治療に難渋することが多い。筋-筋膜疼痛は非歯原性疼痛の中でその多くを占め、近年、その治療方法としてセル

フケア（リラクゼーションテクニック、ストレスマネージメントなど）や閉口筋ストレッチを含む認知行動療法の有効性が注目されている。認知行動療法は導入が比較的簡単であるが、治癒メカニズムが十分解明されてい

ないためにエビデンスに基づいた合理的な治療が行われているとは言い難い。本研究ではこの問題を解決するために、遠心性運動（筋収縮中に当該筋を受動的に伸張させながら行う運動）における Adaptation 効果に着目した。軽度の遠心性運動は、それに続く第2の遠心性運動によって誘発される遅延発生性筋痛 (delayed onset muscle soreness: DOMS) を Adaptation 効果により軽減させる。従って Adaptation 効果が顎筋の筋-筋膜疼痛の治癒メカニズムに関与していることが考えられるが両者の関連性の報告はまだない。また遅延発生性筋痛の判定基準の一つに「長さ-張力曲線」のシフトが示されているが、複数回の刺激を伴う従来法での計測は、疼痛を伴う患者群では困難である。そこで簡便な咀嚼筋の粘弾性計測はできないか、また遠心性運動負荷装置を治療に応用できないかという発想に至った。本研究により治癒メカニズムが解明されることでセルフケアや運動療法に広く応用可能となる。さらに効率的な運動負荷装置や評価法を開発することで、慢性的な筋-筋膜疼痛に苦悩している患者群に対し、薬物を用いず副作用の少ないエビデンスに基づいた治療法の向上に貢献できる。

2. 研究の目的

遠心性運動による Adaptation 効果に着目し、閉口筋ストレッチ療法による顎筋の筋-筋膜疼痛の治癒メカニズムを解明することを目的とする。具体的には、持続かみしめ運動による実験的口腔顔面痛誘発モデルの確立、顎筋の硬度計測方法の検討、遠心性運動負荷装置の開発を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では行った実験項目を以下に示す。

(1) 疼痛感受性に対する低強度持続かみしめの影響の検討

口腔顔面痛に対する遠心性運動の治療効果を評価するために実験的疼痛モデルの確立を試みた。すなわち、口腔顔面痛領域の慢性疼痛誘因の一つと考えられている低強度持続かみしめを健常者に行わせ、疼痛感受性の変化を検討した。

負荷運動：健常被験者 18 名に対し、以下の 3 条件を負荷した。低強度持続咬みしめ (10% maximum voluntary contraction (MVC)、5 分×3 回)；ガム咀嚼 (5 分×3 回)、負荷なし (下顎安静位保持=コントロール)。

疼痛感受性評価方法：同心円刺激電極 (本科研費で製作) を用い 4 連続電気刺激を行い、各刺激に対する疼痛レベルを Visual Analogue Scale (VAS) で評価した。第 1 刺激と第 4 刺激に対する VAS から時間的加重効果を算出した。同心円刺激電極は直径 16mm (電極大) と 6mm (電極小) の 2 種類を使用した。

刺激部位は咬筋および手掌とした。

刺激強度：測定開始前に VAS が 20-30 になる強度で固定した。

実施手順：(電極大、電極小) × (咬筋、手掌) の 4 つの組み合わせをランダム順に実施した。

統計：各組み合わせ内で、運動負荷条件×計測時点 (ベースライン、負荷直後 (post1)、負荷 30 分後 (post2)) を因子とした反復測定 2 元配置分散分析を行った。

(2) 交感神経活動性の検討

筋の粘弾性には緊張状態の影響が考えられる。そのため加速度脈波測定装置 (アルテット、(株) ユメディカ製) (図 1) (本科研費で購入) を用いて交感神経活動レベルの評価方法を検討した。

被験者：健常成人 4 名

負荷条件：以下の 3 条件をランダム順に実施した：①コントロール：純水で洗口後、空水槽に右手挿入；②カプサイシン溶液で洗口後空水槽に右手挿入 (CAP)；③純水で洗口後、右手を冷水水槽に挿入 (CPT)。

解析：加速度脈波の LF (0.04 - 0.15Hz)、HF (0.15 - 0.4Hz) のパワースペクトルおよび LF/HF を算出した。



図 1. 加速度脈波測定装置 (本科研費で購入)

(3) 顎筋硬度計測法の検討

押し込み式硬度計を用いて顎筋硬度の計測を試みた。

① シリコン計測による再現性

計測試料：シリコンゴム硬度サンプルブック (硬度：A5, A10, A20, A30, A40, A50, A60, A70, A80)

計測装置：筋硬度計 NEUTONE TDM-NA1 (トライオール社製)

計測方法：ラバーを水平面に置き、筋硬度計を垂直に立てて 2-3 秒かけてゆっくり押し込み計測。

② 安静時および筋収縮時の顎筋硬度計測

左側咬筋筋活動を視覚フィードバックし筋活動を各レベルに維持した状態で右側咬筋の硬度を計測した。被験者 2 名。

筋電図導出：汎用波形解析装置 MP100 および筋電図用アンプ EMG100 (バイオパック社製)、皿形表面電極を用いて左側咬筋筋活動を双

極導出した。筋活動積分値を算出しオンラインでディスプレイに表示した。
筋活動レベル：被験者は安静時および10～60%MVCで筋活動を維持するように指示された。ディスプレイ上に表示した筋活動レベルを視覚フィードバックに用いた。
筋硬度計測：上記①で用いた押し込み式筋硬度計（NEUTONE TDM-NA1）を用い、各レベルの筋活動保持中に筋硬度を計測した。各筋活動レベルの実施順はランダムとし、各レベルで3～5回計測し平均値を算出した。

(4) 遠心性運動負荷装置の試作・改良

開口量および開口開始位置の調節可能な遠心性運動負荷装置の開発を行った。試作した開口器（図2）の動作確認を行い改良して最終型を作製した。作製した開口器に開口力計測部分を組み込み両側咬筋筋活動と共に試験記録を行った。筋活動記録には汎用波形解析装置MP100および筋電図用アンプEMG100（バイオパック社製）を、開口力計測には、ひずみ計測器DPM601A（共和電業製）を使用した。

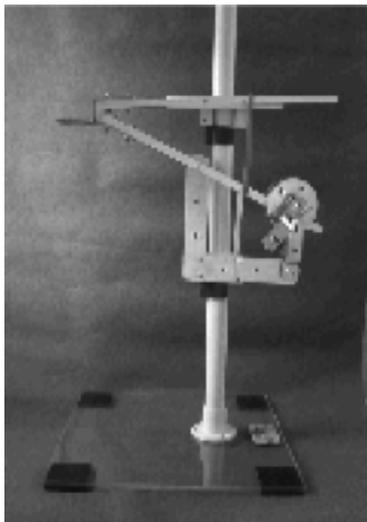


図2. 遠心性運動負荷装置（試作機）
（本科研費で製作）

4. 研究成果

(1) 疼痛感受性に対する低強度持続かみしめの影響の検討

各運動負荷前後の咬筋および手掌における連続電気刺激に対する時間的加重変化を図3～5に示す。刺激条件が電極小-2Hz、咬筋刺激の場合、いずれの条件間でも統計的に有意な差は認められなかった（図3）。

刺激条件が電極大-2Hz、咬筋刺激の場合では、時間的加重変化は咬みしめ運動負荷においてベースラインに対し運動後に徐々に低下を示し、咬みしめ運動30分後ではベースラインと比較し有意に低い値を示した（図4）。ガム咀嚼および負荷なしの条件では

計測時点間で有意な変化はみとめられなかった。

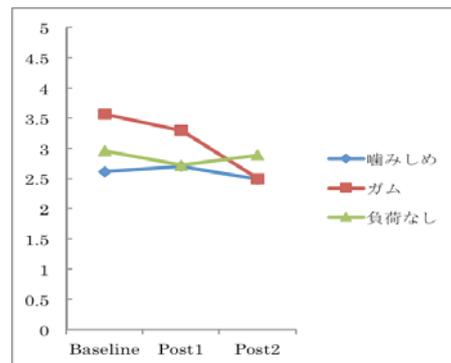


図3. 咬筋刺激に対する時間的加重変化
（電極小、刺激頻度 2 Hz）

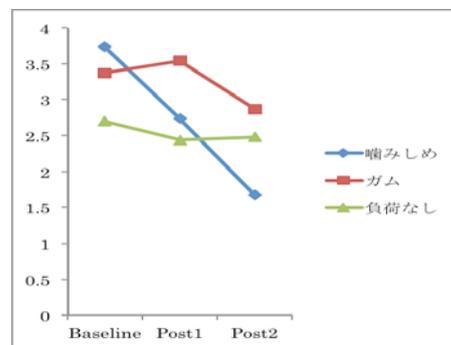


図4. 咬筋刺激に対する時間的加重変化
（電極大、刺激頻度 2 Hz）

刺激条件が電極大-2Hz、手掌刺激の場合も咬筋と同様の変化がみられた。すなわち時間的加重変化は咬みしめ運動30分後ではベースラインと比較し有意に低い値を示した（図5）。ガム咀嚼および負荷なしの条件では計測時点間で有意な変化はみとめられなかった。

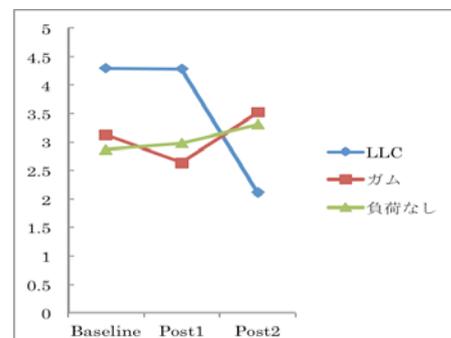


図5. 手掌刺激に対する時間的加重変化
（電極大、刺激頻度 2 Hz）

以上の結果より、低強度持続咬みしめでは、他の負荷運動と異なり疼痛感受性における

時間的加重効果を減少させる可能性が示唆された。また刺激電極大による評価では運動負荷による影響をうけやすいことが示唆された。さらに咬みしめ運動による疼痛感受性の変化は遠隔部位（手掌）まで及んでいることが示唆された。

(2) 交感神経活動性の検討

加速度脈波の測定値はカプサイシンや冷水刺激により変動を受けた。交感神経活動を反映するとされるLF/HFの値はカプサイシンでは刺激中にやや増加し、冷水刺激では刺激中と刺激1分後に増加傾向が見られた(図6)。加速度脈波計測装置を用いて筋硬度測定時の緊張状態すなわち交感神経活動レベルを測定できる可能性が示唆された。

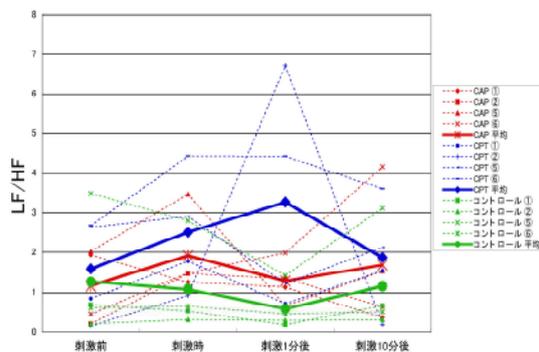


図6. 加速度脈波 (LF/HF) の変化

(3) 顎筋硬度計測法の検討

①シリコン計測による再現性

シリコン弾性の増加に伴い筋硬度計の測定値も増加した。また3回計測時の再現性は高く測定値は安定していた(図7)。

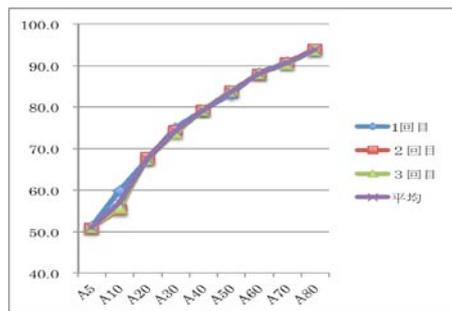


図7. シリコン計測時の筋硬度計計測値

②安静時および筋収縮時の顎筋硬度計測

筋硬度計の計測値は筋活動レベル増加に伴い増加した(図8)。複数回計測による数値の変動は比較的少なかったが、計測開始初期には高い数値を示した。本計測の前にデモとして数回計測し被験者が計測方法に十分に慣れ、緊張を緩和した後に本計測を開始す

る必要が示された。

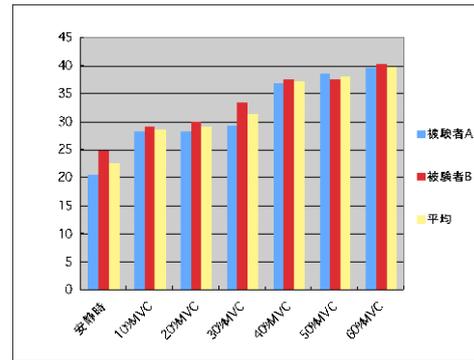


図8. 筋活動レベル変化に伴う筋硬度計測値

(4) 遠心性運動負荷装置の試作・改良

図2の遠心性運動負荷装置では咬合力に対する強度および抵抗性が十分でなかった。また開閉口運動調節と運動負荷開始位置の両方を調節可能にすることが困難だったため装置の改良を行い、図9の運動負荷装置を製作した。

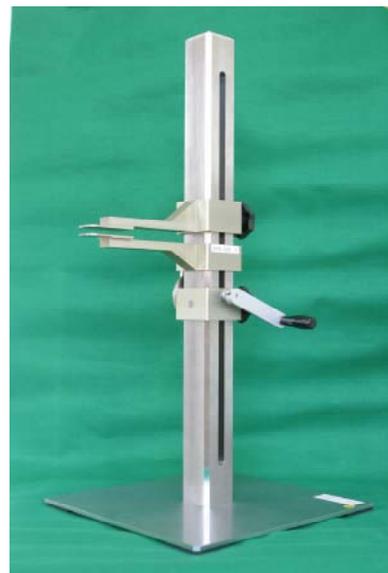


図9. 遠心性運動負荷装置(改良型)
(本科研費で製作)

上記の運動負荷装置を用いて実際に咬筋に低強度および中等度負荷を与え試験記録を行った(図10)。連続的に遠心性負荷を咬筋に与えながら開口力と咬筋筋活動レベルの時間軸変化を記録することができた。ただし現時点では実際の開口量を同時記録することが不可能なため今後更に改良する必要が示された。

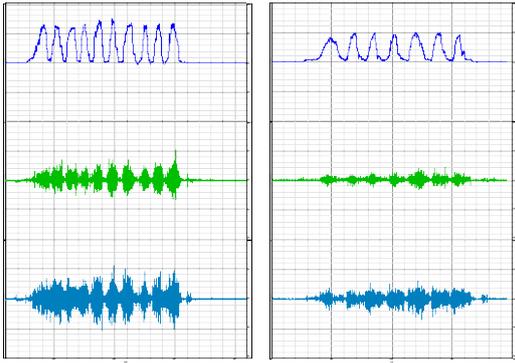


図 10. 遠心性運動負荷時の記録例

左：中等度負荷時；右：低強度負荷時. 上段：開口力、中段：右側咬筋活動、下段：左側咬筋活動。

総括

慢性疼痛の病態とストレッチ運動を主とする運動療法の関連に関し、持続咬みしめによる病態モデルの検討、筋硬度計測、ストレッチ運動負荷に使用できる運動負荷装置の開発を行った。

慢性的口腔顔面痛に関与が報告されている低強度持続咬みしめを負荷運動として疼痛感受性への影響を検討した。実験的な低強度持続咬みしめは疼痛の時間的加重レベルを減少させ、中枢性に疼痛感受性に影響を与える可能性があること、その結果痛みを抑制する効果が期待できること、ガム咀嚼や安静保持など他の運動とは効果が異なることが示された。ただしこれらの運動後効果は急性的・実験的条件下での結果であるので臨床上の患者のかみしめ習癖と同等ではなく、解釈には注意が必要であると考えられる。また運動による影響を検討するのに同心円電極による深部刺激が応用できる可能性が示唆された。

加速度脈波計測装置により口腔内刺激によっても自律神経活動レベルの変動を検出できる可能性が示され、顎筋の硬度計測時には同装置の併用が望ましいことが示唆された。

一方、筋硬度の計測には、近年超音波エラストグラフィなど新規手法が開発されているが現実問題としてこれらの高価な検査機器を日常歯科臨床で利用することは困難である。従来型押し込み式筋硬度計の再現性と筋活動レベルの変化に対する影響を検討し、同測定器が顎筋の緊張レベル変化に伴う筋硬度測定に応用できることが示された。

遠心性運動負荷装置を開発・改良した。運動を負荷しながら顎筋活動と開口力測定が連続的に記録可能な運動負荷装置を作製することができた。今後は開口量と顎位を同時記録できるようにさらなる改良の必要があ

る。

今後は咬みしめ運動などで疼痛感受性を変化させた疼痛モデルと本研究費で開発した開口器による遠心性運動負荷を組み合わせ、今回検討した各種計測方法を応用して更に研究を進展させ、ストレッチ運動などの遠心性運動負荷が治療効果や慢性疼痛発現にどのように関与しているのか継続して検討いく。

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 4 件)

- ① Shimada A, Yamabe Y, Torisu T, Baad-Hansen L, Murata H, Svensson P. Measurement of dynamic bite force during mastication. *Journal of Oral Rehabilitation*, 35, 349-356, 2012. (査読有)
- ② Torisu T, Wang K, Svensson P, De Laat A, Tanaka M, Shimada A, Ikoma A, Murata H, Arendt-Nielsen L. Effects of eccentric jaw exercise on temporal summation in jaw-closing muscles of healthy subjects. *European Journal of Pain* 14, 719-724, 2010. (査読有)
- ③ 鳥巢哲朗. 咬合挙上を応用して咬合平面の不正を改善した症例. *日本補綴歯科学会誌* 2, 201-204, 2010. (査読有)
- ④ 島田明子、笠井隆浩、多田浩晃、田中美保子、鳥巢哲朗、村田比呂司. 咬合挙上を伴わない歯牙支持型咬合力計の試作-咀嚼運動解析のために-. *日本顎口腔機能学会雑誌* 17(1), 58-59, 2010. (査読無)

[学会発表] (計 10 件)

- ① 鳥巢哲朗. 顎運動と疼痛 -低強度咬みしめが顎筋に及ぼす影響-. 第 1 回補綴若手研究会, 平成 24 年 3 月 3 日. 廿日市市.
- ② 多田浩晃, 鳥巢哲朗, 田中美保子, 村田比呂司. 実験的低強度咬みしめが疼痛感覚に及ぼす影響. 第 121 回日本補綴歯科学会学術大会. 平成 24 年 5 月 26 日. 横浜市.
- ③ 鳥巢哲朗, 西村正宏, 野口和子, 寺野元博, 田中利佳, 黒木唯文, 生駒明子, 末廣史雄, 村田比呂司. 当院外来患者における口腔状態と精神機能の関連性の検討 第 1 報 横断的調査. 平成 24 年度日本補綴歯科学会中国四国・九州支部合同学術大会. 平成 24 年 9 月 1 日. 広島市.

- ④ 田中美保子, 鳥巢哲朗, 多田浩晃, 村田比呂司. 即時荷重インプラント補綴後における硬さ感覚と咀嚼機能の適応. 平成 24 年度日本補綴歯科学会中国四国・九州支部合同学術大会. 平成 24 年 9 月 1 日. 広島市.
- ⑤ 鳥巢哲朗. 口腔顔面痛診断のための筋触診. 第 17 回日本口腔顔面痛学会学術大会. 平成 24 年 11 月 3 日. 東京.
- ⑥ 多田浩晃, 石橋賢治, 田中美保子, 鳥巢哲朗, 村田比呂司: 実験的低強度噛みしめが疼痛感覚に及ぼす影響, 第 16 回日本口腔顔面痛学会学術大会. 平成 23 年 10 月 8 日. 神戸市.
- ⑦ 石橋賢治, 鳥巢哲朗, 多田浩晃, 田中美保子, 村田比呂司. 加速度脈波計を用いた脈拍変動計測による自律神経機能評価の試み, 第 16 回日本口腔顔面痛学会学術大会. 平成 23 年 10 月 8 日. 神戸市.
- ⑧ 島田明子, 笠井隆浩, 多田浩晃, 田中美保子, 鳥巢哲朗, 村田比呂司. 咬合挙上を伴わない歯牙支持型咬合力計の試作-咀嚼運動解析のために-. 第 44 回日本顎口腔機能学会学術大会. 平成 22 年 4 月 24 日. 広島.
- ⑨ Toritsu T, Wang K, Svensson P, De Laat A, Tada H, Kasai T, Murata H, Arendt-Nielsen A. Effects of eccentric jaw exercise on temporal summation in jaw-closing muscles of healthy subjects. The 13th Scientific Meeting. The Asian Academy of Craniomandibular Disorders. 平成 22 年 10 月 3 日. 福岡.
- ⑩ 多田浩晃, 笠井隆浩, 石橋賢治, 田中美保子, 鳥巢哲朗, 浪越建男, 中村康司, 村田比呂司. 実験的低強度噛みしめが疼痛感覚に及ぼす影響. 平成 22 年度日本補綴学会九州支部学術大会. 平成 22 年 11 月 27 日. 熊本市.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鳥巢 哲朗 (TORISU TETSUROU)

長崎大学・大学病院・講師

研究者番号：80264258

(2) 研究分担者

村田 比呂司 (MURATA HIROSHI)

長崎大学・大学院医歯薬学総合研究科・

教授

研究者番号：40229993

田中 美保子 (TANAKA MIHOKO)

長崎大学・大学院医歯薬学総合研究科・

助教

研究者番号：00304957