筋疲労が咬筋 silent period に及ぼす影響

長澤 亨 湯浅 良孝 津賀 一弘 堂脇 一朗
田村 秀俊 吉田耕一郎 津留 宏道

The Influence of Muscle Fatigue on Masseteric Silent Period

Tooru Nagasawa, Yoshitaka Yuasa, Kazuhiro Tsuga, Ichiro Dowaki
Hidetoshi Tamura, Koichiro Yoshida and Hiromichi Tsuru

Abstract : Muscle fatigue due to clenching, grinding is suggested to be in relation to the pain in TMJ dysfunction patients. A number of investigators report that in normal persons experimental muscle fatigue provoked the similar symptoms seen in TMJ dysfunction patients. These reports suggest that muscle fatigue plays a great role in the onset of TMJ dysfunction.

The purpose of this study was to investigate the effects of muscle fatigue on the silent period of normal subjects. The results were summarized as follows :

1. The silent period during tooth tapping was either absent or incomplete after muscle fatigue. This tendency is seen in patients with TMJ dysfunction.
2. In one subject, double silent periods occurred. After muscle fatigue, the subject may be to have a lower pain threshold.
3. The silent period following jaw-jerk showed significantly shorter latency and longer duration after muscle fatigue. The longer duration may be observed that double silent merged together.
4. In the present study, the silent period is suggested to be useful in the diagnosis and prognosis of TMJ dysfunction.

Key words : muscle fatigue, silent period, TMJ dysfunction

I. 緒 言

有歯顎者に歯のタッピング運動を行わせると、咬筋に一時的な筋活動の抑制現象が出現する¹⁾。この抑制相は silent period (SP と略す) といわれている。SP は歯をかみしめさせた状態でオトガイに刺激を与えた際の jaw-jerk reflex の後にも生じ²⁾、また無歯顎患者における全部床義歯によるタッピング運動時においても認めら

れる³⁾。

咬合異常を有する有歯顎者において、咬合調整を行うと、SP の持続時間に変化の生じることが報告され²⁾、SP の発現に関する研究が広く行われてきた¹⁻⁵⁾。SP の発現機序についてはいまだ不明の点が多いが、これまでの業績から筋紡錘と歯根膜の両者が関与するもので、jaw-jerk reflex⁶⁾ と歯根膜咬筋反射⁷⁾によるものであろうとされている。

近年、顎機能障害を訴える患者は各医療機関で増加する傾向にあるが、その原因については多くの報告がありながら、いまだ明らかになっていないのが現状である。顎機能障害者が訴える症状の中で最も多いのが咀嚼筋の疼痛である。この疼痛は筋の活動が持続的に亢進するこ

広島大学歯学部歯科補綴学第一講座 (主任 : 津留宏道教授)
Department of Removable Prosthodontics, Hiroshima
University School of Dentistry (Chief: Prof. Hiromichi
Tsuru)

昭和 62 年 11 月 24 日受付

図 1 オトガイ刺激時の咬筋筋電図

A: 50% MVC 直後 B: 50% MVC 5 分後

により筋が疲労し、生じた発痛物質が筋肉に蓄積して生じるといわれている⁸⁾。正常な人にかみしめなどの実験的筋疲労を起こさせると、顎機能障害者と同様な症状が惹起されるという事実⁹⁾はこの考え方を支持している。

顎機能障害者では、オトガイを刺激した時生じる jaw-jerk reflex に続く SP は持続時間の延長することが知られている^{10,11)}。一方、タッピング時の SP については、顎機能障害者では欠如するという報告¹²⁾、および持続時間が延長するという報告¹³⁾がある。

今回、有歯顎者についてかみしめによる筋疲労を生じさせ、その際咬筋に生じる SP を測定、分析したのでその結果について報告する。

II. 実験方法

被験者には欠損歯がなく、顎口腔系に異常を認めない成人男女 13 名 (平均年齢 23.6 歳) を選んだ。両側咬筋に表面電極 (日本光電社製) を貼付し、中等度の強さの

図 2 オトガイ刺激時に生じる Silent period の潜時

(★: $p < 0.05$)

歯のタッピング (2 秒に 3 回の頻度でのタッピングをメトロノームで練習させ、実験中は音を聞かせず、練習時と同じ程度の頻度で行うよう命じた) を行わせ、その時の SP の潜時と持続時間を測定した。つぎに、被験者に中心咬合位における最大かみしめ (maximal voluntary contraction, MVC) を 3 回行わせ、その時の電位のピークの平均を 100% として、モニター上で電位のレベルを被験者にみせながら、50% レベルにおけるかみしめ (50% MVC) を疲労によって持続できなくなるまで行わせた。50% MVC の開始直後から 1 分毎にオトガイに electric hammer による機械的刺激を 5 回ずつ行い、SP を測定した。疲労により 50% MVC が不可能になった時点で、再度疲労前と同じ強度と頻度の歯牙タッピングを行わせ、SP を測定した。

III. 結果と考察

1. オトガイ刺激時の SP

EMG 原波形を図 1 に示す。これは 50% MVC 開始直後と持続 5 分後の、それぞれ 5 回の jaw-jerk reflex を superimpose したものである。この図から明らかなように、筋が疲労してくると、SP の潜時は短縮し、持続時間が延長する。13 名の平均値でみると、左右の咬筋における潜時がそれぞれ 15.1 および 15.4 msec であったが、1 分後にはそれぞれ 13.3 および 13.5 msec に短縮した (図 2)。一方、SP の持続時間については図 3 に示すように左右でそれぞれ 23.6 および 23.2 msec であったが、1 分後にはそれぞれ 27.5 および 27.2 msec に延長した。疲労が進行すると SP の潜時は 1 分後有意に短縮し、そ

図3 オトガイ刺激時に生じる Silent period の持続時間
(★: $p < 0.05$)

れ以後は変化を示さないのに対し、持続時間は3分後まで有意に延長し、それ以後は変化しなかった。すなわち、筋疲労が進行するにつれて SP の持続時間は延長するが、3分以後はほとんど変化しなかった。また、左右の咬筋については SP の潜時、持続時間共に差はなかった。

本実験で筋疲労後は SP の潜時が短縮したが、これは顎機能異常者によくみられる現象¹⁰⁾で、等尺性収縮の持続により筋紡錘への刺激効果が強まり、motoneuron pool での求心性インパルスの加重効果が素早く行われた結果ではなかろうか。また、筋が疲労すると一般に収縮弛緩過程の遅延することが知られており、そのため SP の持続時間が延長したと考えられる。

等尺性収縮時にオトガイを刺激して生じる jaw-jerk reflex に伴う SP については種々研究されており、Bessette et al. (1971)¹⁴⁾ は収縮力は SP の持続時間に影響しないと報告し、Palla et al. (1981)¹⁵⁾ もそれを支持した。しかし、Fung et al. (1982)¹⁶⁾ および McCarroll et al. (1982)¹⁷⁾ は収縮力が小さいと SP の持続時間は延長すると報告した。一方、オトガイ刺激力について McNamara et al. (1977)¹⁸⁾ および Bailey et al. (1977)¹⁹⁾ らは刺激力は SP の持続時間に影響しないと報告し、また、McCarroll et al. は刺激力が大きいと、SP 持続時間は延長すると報告した。このように研究者によって結果が異なるのは、SP の潜時および持続時間測定の違い、咬合力を規定する時の咬合高径の相違、オトガイ刺激力の違いなどによるものであろう。いずれにしても咬合力およびオトガイ刺激力は一定にしておく方がよい。今回 electric hammer を用いたので、オトガイ刺激力は常に同一であり、咬合力は 50% MVC レベルを保つことで一定

図4 タッピング時の咬筋筋電図

A: 筋疲労前 B: 筋疲労後

B の筋疲労後は、Silent period が消失している

にするようにした。しかし、筋が疲労すると筋活動積分値は増加することが知られており、電位レベルを一定に保っていても、筋が疲労すると咬合力は低下しているかも知れない。そこで、咬合力計を自作して電位レベルを一定に保たせながらその時の咬合力を測定した。その結果、50% MVC 開始直後は最大咬合力の 60% 以上であったが、1分後には 50% に、3分後には 20% 台に低下することを認めた。前述したように、咬合力が小さいとオトガイ刺激時の SP 持続時間は延長するとの報告もあり、今回の結果には咬合力減少の因子が含まれているかも知れない。しかし、咬合力を一定に保つためには口腔内に咬合力計を挿入しなければならず、筋の長さが変わると、反射性の活動が変わる可能性も考えられるので、今回は歯列間に介在物をなくして、中心咬合位で電位レベルを一定に保たせるようにした。

2. 歯牙タッピング時の SP

筋が疲労すると、図4に示すようにタッピング後の

表 1 歯牙タッピング時の咬筋の SP

		Latency		Duration	
		$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd
RM	before fatigue	13.4	1.7	8.8	3.0
	after fatigue	13.3	1.5	9.1	2.7
LM	before fatigue	13.7	1.4	9.2	2.7
	after fatigue	13.6	1.3	9.3	2.4

(msec)

SP を認めにくくなった。すなわち、10 回のタッピング試行によって、ほとんど SP の認められない例が 13 例中 3 例あった。また、SP 出現率が著しく低下する例（出現率 50~70%）が 4 例あり、一般に SP 出現率は低下するといえよう。SP の認められなかった 3 例以外の 10 例について、咬筋の SP の潜時と持続時間をみると、表 1 に示すように筋疲労前後における差は認められなかった。また、図 5 に示すように筋疲労後は 1 回のタッピングにより SP を 2 度認める例があった。この例ではどのタッピングでも筋疲労は必ず SP が 2 度現れた。最初の SP が本来のもので、2 度目の SP は持続が長く（15~20 msec）、しかも同期しなかった。

顎機能異常者では、一般にタッピング時の SP は消失するという報告¹²⁾と、延長するという報告¹³⁾とがある。本研究では筋疲労後は SP が消失する傾向にあった。これは、筋疲労によりタッピング時の咬合接触に乱れを生じると共に神経筋機構の反射に不調和が生じたためと考えられる。さらに、オトガイ刺激時の jaw-jerk reflex に伴う SP の持続時間は、刺激力が影響するという報告があることはすでに述べたが、痛みを生じるような強い刺激では double silent を認めることがあるといわれる¹⁸⁾。また、Widmalm と Hedegard (1976)²⁰⁾ は顎機能異常者においてオトガイ刺激により double silent を認めており、顎機能異常者では痛覚閾値が低下して、弱い刺激でも痛みとして感じたのではないかと考察している。今回、筋疲労後に 1 回のタッピングにより 2 度の SP を認める例があったが、これは筋疲労により痛覚閾値が低下したことあるいは等尺性収縮により歯根周囲の受容器が賦活され、同じ強さの刺激がより強く伝達されたことによるのではなからうか。

タッピングの強さが強いほど、SP の持続時間は延長することが報告されており²¹⁾、またタッピングの頻度が高いほど SP 持続時間が短縮することがわかっている²²⁾。それゆえ、今回は 2 秒に 3 回程度のタッピングを練習させ、またタッピングの強度も筋疲労前後で異なら

図 5 タッピング時の咬筋筋電図
A : 筋疲労前 B : 筋疲労後
B の筋疲労後は Silent period が 2 度現れている

ないように注意したが、完全に同一であったとはいえない。

IV. 結 論

筋疲労が咬筋 silent period に及ぼす影響を検討した結果、つぎのような結論を得た。

- 1. かみしめ時の jaw-jerk reflex に伴う silent period は筋疲労後、潜時は短縮し、持続時間は延長した。
- 2. 歯牙タッピング時の silent period は、筋疲労後認めにくくなる例が多かった。
- 3. ある被験者では 1 回のタッピングにより 2 度の silent period が認められた。

以上の所見は、筋疲労と顎機能障害との間に密接な関係のあることを裏づけるものといえよう。

文 献

- 1) Ahlgren, J. : Kinesiology of the mandible, *Acta Odont Scand*, 25 : 593~611, 1967.
- 2) Brenman, H.S., Black, M.A. and Coslet, J.G. : Interrelationship between the electromyographic silent period and dental occlusion, *J Dent Res*, 47 : 502, 1968.
- 3) Matthews, B. and Yemm, R. : A silent period in the masseter electromyogram following tooth contact in subjects wearing full dentures, *Arch oral Biol*, 15 : 531~535, 1970.
- 4) Griffin, C.J. and Munro, R.R. : Electromyography of the jaw-closing muscles in the open-close-clench cycle in man, *Arch oral Biol* 14 : 141~149, 1969.
- 5) Beaudreau, D.E., Daugherty, W.F. and Masland, W.S. : Two types of motor pause in masticatory muscles, *Amer J Physiol* 216 : 16~21, 1969.
- 6) Hannam, A.G., Matthews, B. and Yemm, R. : Receptors involved in response of the masseter muscle to tooth contact in man, *Arch oral Biol*, 15 : 17~24, 1970.
- 7) Goldberg, L.J. : Masseter muscle excitation induced by stimulation of periodontal and gingival receptors in man, *Brain Res*, 22 : 369~381, 1971.
- 8) 石田 肇 : 筋肉痛, *最新医学*, 12 : 1321~1335, 1957.
- 9) Christensen, L.V. : Facial pain and internal pressure of masseter muscle in experimental bruxism in man, *Arch oral Biol*, 16 : 1021~1031, 1971.
- 10) Widmalm, S.-E. : The silent period in patients with TMJ dysfunction, *Acta Odont Scand*, 34 : 43~52, 1976.
- 11) Skiba, T.J. and Laskin, D.M. : Masticatory muscle silent period in patients with MPD syndrome before and after treatment, *J Dent Res*, 60 : 699~706, 1981.
- 12) Griffin, C.J. and Munro, R.R. : Electromyography of the masseter and anterior temporal muscles in patients with temporomandibular dysfunction, *Arch Oral Biol*, 16 : 929~947, 1971.
- 13) 中村公雄, 他 : 疼痛性顎関節症患者の咬筋ならびに側頭筋前腹における筋活動抑制相について, *阪大歯学誌*, 24 : 266~284, 1979.
- 14) Besette, B. Bishop, B. and Mohl, N. : Duration of masseteric silent period in patients with TMJ dysfunction, *J appl Physiol*, 30 : 864~869, 1971.
- 15) Palla, S. Bailey, Jr.J.O., Grassl, H. and Ash, Jr.M.M. : The effect of bite force on the duration and latency of the menton tap silent period, *J Oral Rehabil*, 8 : 243~253, 1981.
- 16) Fung, D.T., Hwang, J.C. and Poon, M.F. : Effect of bite force on the masseteric electromyographic silent period in man, *Arch oral Biol*, 27 : 577~580, 1982.
- 17) McCarroll, R.S., Naeije, M. and Zorn, H. : Influence of chin tap force parameters on the duration of the electromyographic silent period, *J oral Rehabil*, 11 : 147~155, 1982.
- 18) McNamara, D.C., Crane, P.F., McCall, Jr.W.D. and Ash, Jr.M.M. : Duration of the electromyographic silent period following the jaw-jerk reflex in human subjects, *J Dent Res*, 56 : 660~664, 1977.
- 19) Bailey, Jr.J.O., McCall, W.D. and Ash, Jr.M.M. : The influence of mechanical input parameters on the duration of the mandibular joint electromyographic silent period in man, *Arch oral Biol*, 22 : 619~623, 1977.
- 20) Widmalm, S.-E. and Hedegard, B. : reflex activity in the masseter muscle in young individuals, *J oral Rehabil*, 3 : 167~180, 1976.
- 21) 犬伏義臣 : 歯根周囲の感覚が咬筋 EMG silent period におよぼす影響について, *歯科医学*, 49 : 743~762, 1977.
- 22) 長澤 亨, 他 : Tapping movement 時に咀嚼筋に発現する silent period に関する筋電図学的研究, *広大歯誌*, 6 : 13~18, 1974.