原 著 論 文

側頭筋部, 咬筋部における圧痛閾値の評価に関する検討

東海林 理

An Evaluation of the Pressure Pain Threshold in the Temporal and Masseter Muscle Regions

Satoru Shoji

Abstract : To find a more reliable method of measuring the pressure pain threshold (PPT), this study focused on those determinant factors that directly affected its results and its range of fluctuation. PPTs were measured in normal male adults by a newly developed pressure pain measuring system which enabled one to regulate the pressure rate.

Results showed the PPTs in the anterior and lower points of the masseter region to be significantly ($p < 0.01$) lower than those of the center, upper and posterior points at a distance of 1 cm among the 26 subjects. PPT also increased significantly ($p < 0.05$) in relation to an increase in bite force among the 15 subjects.

Although the actual PPTs were diversified within a wide range of 1,558 to 3,699 gf in the temporal region, and between 918 and 3,155 gf in the masseter region, their relative values, which were calculated as left to right ratio, were within the range of 91.7 to 115.0% in the temporal region, and 71.0 to 111.0% in the masseter region during the 4 consecutive days of measurement among the 10 subjects.

These results imply that the relative PPT values, under the conditions of steady pressure rate during the jaw rest position, could be of value for evaluating changes in muscle pain. Furthermore, it is important to ascertain that the point of applied pressure is done correctly.

Key words : actual PPT, relative PPT, healthy subjects, temporal and masseter regions

I. 緒 言

圧痛閾値の測定は従来より慢性緊張性頭痛¹⁾, 片頭

岩手医科大学歯学部歯科補綴学第二講座 (指導: 石橋寛二教授)

Department of Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University (Director: Prof. Kanji Ishibashi)
平成4年8月10日受付

痛²⁾, myofascial pain³⁾, 腹部痛⁴⁾, ヘルニア⁵⁾, リウマチ⁶⁾などの疾患の診査または治療効果を評価する目的で行われており, 歯科領域でも顎機能異常の診査^{7,8)}に応用されている。しかし測定値は個人差が大きく, また同一個人で計測してもばらつきが生じ評価基準の規定が困難である。圧痛閾値に影響を及ぼす要因として, 加圧速度, 加圧部位, 加圧方向, 加圧面積などの測定条件の違い^{9~11)}や被験者の心理状態の違

い¹²⁾が報告されている。その他の因子として測定部位のずれや筋の緊張状態の違い、生理的範囲での閾値の変動などが考えられる。

今回、圧痛閾値を評価する際の基準を探るため、側頭筋部と咬筋部を対象として、加圧部位の違いと筋の緊張状態の変化が圧痛閾値に与える影響を調べ、圧痛閾値の個人差、左右差、くり返し測定による変動、および経日的な変動について検討した。

II. 研究方法

1. 圧痛閾値測定システム

図1にシステムの概要を示す。圧痛閾値は加圧速度により影響を受けると報告されている^{9,10,13)}が、本システムは次の方法により加圧速度を正確に制御できる。電気刺激装置(日本光電 SEN-7203)より矩形波を発生させ、積分ユニット(日本電気三栄 1322)で積分することにより等速度で電圧が変化する先導信号を作る。この信号と、加圧量をストレインアンプ(共

和電業 DPM 911 A) で電圧変換した信号を差動増幅器(日本電気三栄 1170)を通して、ストレインゲージ式荷重変換器(Shinkoh U 3 C 1)に取り付けたセンサーゼロの小型電圧計(東洋計測器 MR-45)に入力する。加圧速度が規定通りの場合はメーターの針はゼロを指す。加圧速度が規定速度より速い場合、針は左に、遅い場合は右に振れる。メーターの針がゼロを指すように加圧することで加圧速度を規定通りに保つことができる(図2)。

圧痛閾値の測定に際して、被験者をデンタルチェアに座らせて下顎安静位をとらせ、圧感覚が痛みに変わった時点でアラームボタンを押すように指示した。術者は先端に直径1cmのスポンジゴムをつけた荷重変換器を右手で把持し、左手で被験者の反対側頭部を支え、被験部位を垂直に加圧する。そしてブザーが鳴った時点で加圧を即座に止める。以上の信号をシグナルプロセッサ(日本電気三栄 7 T 18)に入力し、独自のプログラムを用いて圧痛閾値を分析した。分析結果は図3に示すようにディスプレイ上に描かれる。横軸は時間経過、縦軸は電圧すなわち加圧量を示す。第1チャンネルは先導信号、第2チャンネルは加圧過程、第3チャンネルはアラーム、第4チャンネルは先導信号発生のお知らせ信号を示す。第1カーソルを第2チャンネルの加圧開始点に、第2カーソルを第3チャンネルのアラームが押された時点に合せることにより

図1 圧痛閾値測定システム

The block diagram representing the process of PPT measurement

図2 小型電圧計をつけた荷重変換器

A load cell with a small voltmeter

図3 分析結果

A: 先導信号, B: 加圧過程, C: アラーム, D: 予告信号, *: PPT
Configuration of the signals on the CRT

A: target signal

B: output signal from the load cell

C: alarm signal

D: reference signal to start pressing

*: PPT

正確に圧痛閾値が測定できる。今回の実験では加圧操作が比較的容易である 0.5 kgf/s に加圧速度を規定した。

実験開始前に被験者に対して全身および口腔内の診査を行い、健康状態に問題のないことを確認した。そして実験の内容を説明し、同意を得て実験を行った。すべての測定は同一の術者が行った。

2. 実験項目

1) 加圧部位の違いが圧痛閾値に及ぼす影響

成人男子 26 名 (年齢 22~36 歳: 平均 25.4 歳) を被験者とした。加圧部位を図 4 に示す。右側の筋を対象に、側頭筋前縁より 1 cm 後方部、および咬筋浅層中央部を基準点 (A) とし、基準点より筋の走行に沿って上方 (B), 前方 (C), 下方 (D), 後方 (E) におおの 1 cm 離れた点を加圧部位とした。加圧順序による影響を避けるため 10 点の加圧部位に対しランダムな順番で 1 カ所につき 3 回、合計 30 回測定した。なお、各測定間に 60 秒のインターバルを設けた。

2) 咬みしめによる筋緊張が圧痛閾値に及ぼす影響

成人男子 15 名 (年齢 25~33 歳: 平均 28.2 歳) を被験者とした。加圧部位を右側の側頭筋前縁より 1 cm 後方部、および咬筋浅層中央部とした。以下の測定装置を用いて咬合力を測定し、筋の緊張程度を示す指標とした。圧縮用荷重変換器 (日本電気三栄 9 E 01-L 2) を介在させた Co-Cr 合金の金属プレート (日本電気三栄 1273) に接続し、その出力をストレインアンプ (日本電気三栄 2238) に入力する。被験者はオシロスコープにモニターされる波形を見ることにより咬合力を認識できる。圧痛閾値測定前に咬頭嵌合位で被験者の 15 秒間持続可能な最大咬合力を測定し、その際の咬合力を基準として安静時 (REST), 最大咬合力の 25% の咬合時 (25% MAX), 最大咬合力の 50% の咬合時 (50% MAX), 最大咬合時 (MAX) の 4 段階に規定した。咬みしめは測定は 3 秒前から行わせ、疲労や疼痛の影響を除くためインターバルを 100 秒とした。おおののの負荷をランダムな順番で与え、各条件につき 3 回、合計 12 回おおのの力で咬みしめをさせた状態での圧痛閾値を測定した。

3) 圧痛閾値の経日的変動, 個人差, 左右差

成人男子 10 名 (年齢 24~46 歳: 平均 35.4 歳) を被験者とした。加圧部位を側頭筋より 1 cm 前縁部お

図 4 加圧部位

Circle A in both regions are the reference points, and the distance between A to the other points is 1 cm from one center to the other

よび咬筋浅層中央部とした。被験者には下顎安静位をとらせ、左右各 2 点、合計 4 点の加圧部位に対し、くり返し測定による変動を調べるため 60 秒のインターバルで 1 点につき 6 回、合計 24 回測定した。また経日的な変動を調べるため、同一の実験を 4 日間連続で行った。なお、4 日間の実験で加圧部位がずれないようにするため、1 日目の測定の際に加圧部位をセルロイドフィルムに記録し 2 日目以降の測定の基準とした。なお、実験は 1 日のなかでほぼ同一の時間帯で行った。

III. 結 果

1. 加圧部位の違いが圧痛閾値に及ぼす影響

側頭筋部では加圧部位を変えても圧痛閾値に有意な変化はみられなかった。咬筋部では前方部 (C), 下方部 (D) の 2 点が他の 3 点より圧痛閾値が低い傾向がみられ、加圧部位間で Duncan の多重範囲検定を行ったところ 1% 以下の危険率で有意差が認められた (図 5)。また、各筋の 5 つの加圧部位間の最小値と最大値の平均は側頭筋部では最小値が 1,546 gf, 最大値が 2,278 gf と 1.5 倍の開きがあり、咬筋部では最小値が 2,025 gf, 最大値が 2,589 gf と 1.3 倍の開きがあった。

2. 咬みしめによる筋緊張が圧痛閾値に及ぼす影響

全被験者の測定値を各咬合力で平均し比較したところ側頭筋部、咬筋部とも咬合力が増すに従い圧痛閾値

図 5 咬筋部における加圧部位ごとの圧痛閾値
PPT values at points in the masseter region

図 6 咬合力の違いが圧痛閾値に及ぼす影響
The effect of biting force on PPT

が高くなる傾向を示した。

側頭筋部においては REST と 50% MAX, REST と MAX, および 25% MAX と MAX の比較で圧痛閾値に危険率 1% 以下で有意差が認められ, REST と 25% MAX の圧痛閾値に危険率 5% 以下で有意差が認められた。咬筋部においては REST と MAX の比較で危険率 1% 以下で有意差が認められ, REST と 50% MAX, 25% MAX と MAX, および 50% MAX と MAX の比較において危険率 5% 以下で有意差が認められた (図 6)。

3. 圧痛閾値の経日的変動, 個人差, 左右差

1) 経日的変動

各被験者の 6 回の測定値を, 実験に不慣れであると思われる第 1 日目と, 第 4 日目で比較した。95% の信頼区間を求め区間内にある測定値を黒丸, 区間外のものを白丸で示した。すべての測定値が区間内に収まった被験者はいなかった (図 7, 8)。

図 9 は各被験者の右側側頭筋部, および咬筋部における圧痛閾値を 4 日間の測定で比較した結果である。

図 7 第 1 日目の全被験者における圧痛閾値のくり返し測定結果 (白丸は 95% の信頼区間から外れた値を示す)
PPT of 6 repetitive measurements on the first day (open circles represent those data that were beyond the 95% confidence interval)

図 8 第 4 日目の全被験者における圧痛閾値のくり返し測定結果 (白丸は 95% の信頼区間から外れた値を示す)
PPT for 6 repetitive measurements on the final day (open circles represent those data that were beyond the 95% confidence interval)

Duncan の多重範囲検定により被験者ごとに 4 日間の値を検定し, 有意差が生じ安定していないと思われる被験者の値を破線で, 有意差がなく安定していると思われる被験者の値を実線で示す。10 名の被験者のうち側頭筋部では 7 名, 咬筋部では 9 名が 4 日間の経日的な測定で安定していた。

2) 個人差

各個人の圧痛閾値は側頭筋部では最大値が 3,699 gf, 最小値が 1,558 gf と約 2.4 倍, 咬筋部では最大値が 3,155 gf, 最小値が 918 gf と約 3.4 倍の開きがあった。

図 9 圧痛閾値の経日的測定

PPT changes during the 4 consecutive days measurement

3) 左右差

図 10 は被験者ごとに各セッションにおける右側での圧痛閾値を 100% とし、右側に対する左側の相対値を示したグラフである。右側に対する左側の測定値の割合は側頭筋部では 91.7~115.0%, 咬筋部では 71.0~111.0% の範囲内にあった。

IV. 考 察

実験的に痛みを測定する際の刺激方法として、機械刺激、輻射熱刺激、冷水刺激、電気刺激、化学刺激がある。化学刺激は薬品の残留効果のため短時間のうちに頻回の刺激を与えることができず、一般の臨床応用には適さない。電気刺激は痛覚以外の感覚を生じたり、筋の不随意運動を引き起こすなどの不利な点が多く¹⁴⁾、冷水刺激は冷感と痛みの区別が付きにくいことから反応のばらつきが多い¹⁵⁾とされている。本実験では被験部位の損傷の危険が少なく、日常臨床で行われている圧痛検査を客観的に評価する目的に適する方法であると考え、機械刺激の 1 つとしての圧刺激を応用した。

圧痛閾値測定は古くから行われているが以前はパネばかり式の簡単な構造のものを測定機器として使用していた。Jensen¹⁶⁾ はペンレコーダの応用により加圧速度を制御できるアルゴメータを用いて側頭部の圧痛閾値を測定し、加圧速度の変化が圧痛閾値に影響を及ぼすことを報告した。以来測定機器はパネばかり式のものからストレインゲージを用いたものになり、加圧速度の制御が重視されるようになった。今回用いた測定システムは、加圧速度を制御するための小型メー

図 10 右側に対する左側の圧痛閾値の相対評価

Relative PPTs of the left sites when values of right are set as 100%

タを荷重変換器に取り付けたことにより加圧部位を直視しながらの加圧操作が可能で、測定時に生じやすいチップのズレがない。また、実験後にデータを再生することで詳細な加圧過程の評価が可能である。パネばかり式のアルゴメータでは加圧を止めた時点の最大加圧量を圧痛閾値としているが、被験者および術者の反応時間を考えると実際の圧痛閾値より高い値になると考えられる。本システムでは被験者がアラームボタンを押した時点の加圧量を求めることができるため、アラームを聞いてから術者が加圧を止めるまでの時間遅れ分を除外できる。

本システムを用い加圧速度、加圧面積、加圧方向を規定し、その他圧痛閾値が変動を起こす原因として考えられる加圧部位のずれと加圧部位の緊張状態の変化について着目しその影響について検討した。

Ohrbach ら¹⁷⁾ は側頭筋部と咬筋部において加圧部位の違いがどのように圧痛閾値に影響するかを調べ、咬筋部では前縁部と下縁部で他の部位より圧痛閾値が低いことを報告し、その原因は筋の侵害受容レセプターの密度の違いによると考察している。今回の実験では Ohrbach らが規定した測定点間よりさらに近接したわずか 1 cm 離れた 5 点を加圧点として設定した。その結果、咬筋部では前方部と下方部が他の部位より有意に低い圧痛閾値を示した。

側頭筋部では加圧部位間に有意な関係はなかったが、5 点の加圧点の圧痛閾値の最小値と最大値に 1.5 倍の開きがあった。この結果より咬筋部、側頭筋部のいずれにおいても加圧部位の違いは圧痛閾値に影響を及ぼすことがわかった。Kawakita ら¹⁸⁾ は前腕部と下腿部の tender point と non tender point を基準とし

て基準点とその前後 1 cm の 3 カ所で圧痛閾値を比較しており、tender point ではその前後 1 cm 離れた部位より圧痛閾値が有意に低いと報告している。本実験では tender point の規定は行わなかったが、わずかな加圧位置のずれが圧痛閾値に影響することが判明した。よって圧痛閾値測定時には測定位置をしっかりとマークし、特に経時的に圧痛閾値を測定する際には測定ごとに加圧部位をずらさないことが重要である。

咬みしめによる筋緊張が圧痛閾値に及ぼす影響を調べたところ、側頭筋部、咬筋部のいずれにおいても安静時に比較して咬合力が増すにつれて圧痛閾値が高くなる傾向を示した。以前著者らは筋電図積分値を緊張程度の指標として咬筋部の緊張が圧痛閾値に及ぼす影響を調べ同様の結果を得ている¹⁹⁾。しかし筋電図積分値を咬みしめ力の指標にする際、圧痛閾値測定時の電極および導線の揺れがノイズになり一定の積分値を保つことが困難であった。そこで今回は咬みしめによる筋緊張の度合を咬合力で示した。Feine ら²⁰⁾は前腕部の随意的な筋収縮が電気刺激の受容閾値を上昇させたと報告している。その原因として下降性の中枢制御機構の活性化が考えられると考察している。咬筋および側頭筋においても随意的な収縮が痛覚閾値に同様の効果をもたらし、圧痛閾値を上昇させたことが考えられる。また、咬合することによって生じる筋の硬さの変化なども圧痛閾値に変化を及ぼす原因として考えられる。

今回の実験結果より安静状態では閾値が最も低いことが判明した。痛覚閾値を測定する場合、刺激量は少ない方が良く、特に顎機能異常者のように心身ともに過敏になっている者を測定の対象とする場合には刺激強度を最小にするべきである。今後圧痛閾値を測定する際には、加圧部位を安静に保つのが良いと考えられる。

測定部位を左右対称になるように設定し、側頭筋部および咬筋部の圧痛閾値測定を 1 日 6 回行い、同様の実験を 4 日間くり返した。各被験者における同日の 6 回の測定値を実験に不慣れと思われる第 1 日目と最終日である 4 日目で比較したところ両日ともほぼ同様のばらつきを示した。よって圧痛閾値は数回測定した際の平均値で評価する必要がある。Ohrbach ら¹⁷⁾は圧痛閾値はばらつきが多いため 2 回の測定値の平均を取ることが望ましいとしている。圧痛閾値を決定するのに同一部位で何回測定するのが妥当であるかを検討するため、各被験者の同一部位での 6 回の測定値を

95% の信頼区間を設け評価した。その結果、2 回目までの測定値を平均した値は側頭筋部では 30%、咬筋部では 25% が信頼区間からはずれたが、3 回目までの平均値は側頭筋部、咬筋部ともすべて信頼区間内に入った。くり返し測定による加圧部位の組織損傷、知覚鈍麻などの影響を考慮すると加圧回数は最小限にするのが望ましく、今回の実験結果より同一部位での 3 回の測定値の平均値を圧痛閾値の代表値とするのが妥当であるといえる。また同日の 6 回の測定値の平均値を 4 日間で比較すると 10 名中側頭筋部では 7 名、咬筋部では 9 名が経日的に安定した値を示した。よって、側頭筋部および咬筋部に筋症状がある顎機能異常者に対して、経日的に圧痛閾値を測定することにより治療の効果が客観的に判定できると考えられる。安定していないと判断された被験者の測定値も、4 日のうち 1 日のみの測定値に変動があったことが統計的に有意差を生じさせる結果となっている。これが測定における術者のエラーか、あるいは被験者の生理的な範囲での変動かはさらに測定条件を規定して実験を行うことにより判明するものと思われる。

疼痛の閾値、耐性は性差²¹⁾、年齢差²²⁾があり、女性は男性より、低年齢者は高齢者より圧痛閾値が低いと報告されている。またパーソナリティ^{23,24)}や社会的な規範²⁵⁾に影響されるといわれる。圧痛閾値の最大値と最小値の差は成人男子に被験者を限定しても側頭筋部で約 2.4 倍、咬筋部で 3.4 倍であった。よって、圧痛閾値の正常値を絶対値で規定するのは困難である。しかし、右側での圧痛閾値を 100% とした際の左側の圧痛閾値は側頭筋部で 91.7~115.0%、咬筋部では 71.0~111.0% の範囲内であった。このことから、片側性の筋痛を訴える患者で、左右の圧痛閾値を相対的に比較することで客観的に圧痛の程度が判別できるものと思われる。Fisher ら²⁶⁾は異常者において発痛部位とその対称部位では圧痛閾値に 2 kg/cm²の違いがあるとしている。しかし、測定機器がバネばかり式のアルゴメータであり加圧速度の制御が困難であるため、測定値に誤差を含んでいる可能性がある。今回は圧痛閾値の評価を探索のための基礎的段階として正常者のみを測定の対象とした。今後は本測定システムを用い異常者のデータも採取し、正常者と異常者の圧痛閾値の相違を検討する必要がある。

臨床統計からみて顎関節およびその周辺部の疼痛は顎機能異常の主症候である^{27,28)}。Krogh-Poulsen²⁹⁾、藍³⁰⁾が提唱して以来、触診による圧痛検査は筋痛を有

する顎機能異常者の診査事項の1つとして必須のものとなった。Travellら³¹⁾はmyofascial painにおけるtrigger pointの存在を述べている。圧痛閾値測定は異常の程度を客観的に評価するためには有益と思われるが、異常部位のfocusであるtrigger pointを探るためには医学上最も基本である触診に頼らざるを得ない。臨床的には触診による圧痛検査と器械を用いた圧痛閾値測定のおおの長所を理解した上で両者を併用することが有効であると思う。

圧痛閾値を測定する際には本実験で明らかになった加圧部位、緊張状態などの規定事項を考慮することでより正確なデータが得られると思われる。また、左右対称部位の圧痛閾値を相対的に比較し、経日的に測定する方法は、慢性痛を有する患者の初診時の痛みの程度および治療による回復の度合いを臨床的に評価する上で妥当な方法と考えられる。今後は本測定システムを用いて顎機能異常者の圧痛の状態を客観的に把握すると共に、治療効果ならびに予後の判定に応用する所存である。

V. 結 論

側頭筋部および咬筋部における圧痛閾値の評価基準を求める目的で、全身および顎口腔系に異常のない者を対象として圧痛閾値を測定し、以下の結論を得た。

1. 圧痛閾値は加圧部位の違いおよび筋の緊張状態の違いで変化する。よって測定時には加圧部位と筋の緊張状態の規定が重要である。

2. 圧痛閾値は個人差が大きく正常値を絶対値として規定するのは困難である。しかし、経日的に安定し、かつ左右差が少ない。よって左右の圧痛閾値を相対値で求め経日的な変化を追うことにより顎機能異常者の筋症状の変化を評価できるものと思われる。

稿を終えるに臨み、ご指導ならびにご校閲を賜りました石橋寛二教授に謹んで感謝の意を表します。また終始ご教示いただきました本学口腔生理学講座奥田和久博士、歯科補綴学第二講座藤澤政紀博士、川田 毅博士に感謝いたします。本研究に際しご協力いただきました歯科補綴学第二講座の諸先生方に厚くお礼申し上げます。

文 献

1) Langemark, M., Jensen, K., Jensen, T.S. et al : Pressure

pain thresholds and thermal nociceptive thresholds in chronic tension-type headache, *Pain*, 38 : 203~210, 1989.

- 2) Jensen, K., Tuxen, C. and Olesen, J. : Pericranial muscle tenderness and pressure-pain threshold in the temporal region during common migraine, *Pain*, 35 : 65~70, 1988.
- 3) Reeves, J.L., Jaeger, B. and Graff-Radford, S.B. : Reliability of the pressure algometer as a measure of myofascial trigger point sensitivity, *Pain*, 24 : 313~321, 1986.
- 4) Yamagata, S., Ishikawa, M., Saijo, M. et al : A diagnostic re-evaluation of electric skin resistance, skin temperature and deeper tenderness in patients with abdominal pain, *Tohoku J Exp Med*, 118 : 183~189, 1976.
- 5) Dahl, J.B., Rosenberg, J. and Molke, F. : Pressure pain threshold in volunteers and herniorrhaphy patients, *Acta Anaesthesiol Scand*, 34 : 673~676, 1990.
- 6) McCarty, D.J., Gatter, R.A. and Phelps, P. : A dolorimeter for quantification of articular tenderness, *Arthritis Rheum*, 8 : 551~559, 1965.
- 7) List, T., Helkimo, M. and Falk, G. : Reliability and validity of a pressure threshold meter in recording tenderness in the masseter muscle and anterior temporalis muscle, *J Craniomandib Pract*, 7 : 223~229, 1989.
- 8) 木村公一, 田中昌博, 上田直克ほか : 咀嚼筋の圧痛の定量化, *補綴誌*, 34 : 573~578, 1990.
- 9) List, T., Helkimo, M. and Karlsson, R. : Influence of pressure rates on the reliability of a pressure threshold meter, *J Craniomandib Disord Facial Oral Pain*, 5 : 173~178, 1991.
- 10) Jensen, K., Andersen, H.Ø., Olesen, J. et al : Pressure-pain threshold in human temporal region. Evaluation of a new pressure algometer, *Pain*, 25 : 313~323, 1986.
- 11) Ohrbach, R. : Tender site localization in muscle pain, *J Man Med*, 5 : 175~177, 1990.
- 12) Cornwall, A. and Donderi, D.C. : The effect of experimentally induced anxiety on the experience of pressure pain, *Pain*, 35 : 105~113, 1988.
- 13) 奥田和久, 藤澤政紀, 松田 葉ほか : 圧痛閾値測定について, *日本生理誌*, 52 : 55, 1990.
- 14) 福本一郎 : 痛みの定量化—改良型熱痛計の開発—, *人間工学*, 18 : 325~331, 1982.
- 15) 山中祥男 : 痛みの心理学, 高倉公朋, 森健次郎, 佐藤明夫編, *痛み—痛みの基礎と臨床—*, 152~165, 朝倉書店, 東京, 1988.
- 16) Jensen, K. : Quantification of tenderness by palpation and use of pressure algometers, edited by Friction, J.R.

- and Awad, E.M., *Advances in pain research and therapy. Myofascial pain and fibromyalgia*, 165~181, Raven Press, New York, 1990.
- 17) Ohrbach, R. and Gale, E.N. : Pressure pain thresholds in normal muscles, reliability, measurement effects, and topographic differences, *Pain*, 37 : 257~263, 1989.
- 18) Kawakita, K., Miura, T. and Iwase, Y. : Deep pain measurement at tender points by pulse algometry with insulated needle electrodes, *Pain*, 44 : 235~239, 1991.
- 19) 東海林理, 奥田和久, 川田 毅ほか : 咬筋部における圧痛閾値の評価に関する検討, 顎機能, 10 : 39~42, 1992.
- 20) Feine, J.S., Chapman, C.E., Lund, J.P. et al : The perception of painful and nonpainful stimuli during voluntary activity in man, *Somatosens Mot Res*, 7 : 113~124, 1990.
- 21) Woodrow, K.M., Friedman, G.D., Siegel, A.B. et al : Pain tolerance : Differences according to age, sex and race, *Psychosom Med*, 34 : 548~556, 1972.
- 22) Sherman, E.D. and Robillard, E. : Sensitivity to pain in the aged, *Can Med Assoc J*, 83 : 944~947, 1960.
- 23) Nichols, D.C. and Tursky, B. : Body image, anxiety, and tolerance for experimental pain, *Psychosom Med*, 29 : 103~110, 1967.
- 24) Haslam, D.R. : Individual differences in pain threshold and level of arousal, *Br J Psychol*, 58 : 139~142, 1967.
- 25) 平井 久, 山中祥男 : 痛みの心理学, 市岡正道, 中浜博, 山村秀夫編, 痛み—基礎と臨床—, 198~212, 朝倉書店, 東京, 1988.
- 26) Fisher, A.A. : Pressure threshold meter : Its use for quantification of tender spots, *Arch Phys Med Rehabil*, 67 : 836~838, 1986.
- 27) 渡辺八重子, 永瀬 守, 河野正己ほか : 顎関節症の臨床統計的検討, 新潟歯学会誌, 18 : 19~27, 1988.
- 28) 田口 望, 丸山高広, 小谷久也ほか : 顎関節症の臨床統計的研究, 日口外誌, 32 : 399~405, 1986.
- 29) Krogh-Poulsen, W.G. : Facial pain and mandibular dysfunction, edited by Schwarz, L. and Hayes, C., 236~279, W.B. Saunders, Philadelphia, London, Toronto, 1968.
- 30) 藍 稔 : 顎機能異常—咬合からのアプローチ—, 201~231, 医歯薬出版, 東京, 1983.
- 31) Travell, J.G. and Simons, D.G. : *Myofascial Pain and Dysfunction, The Trigger Point Manual*, 1~713, Williams & Wilkins, Baltimore, 1983.