各種の有歯下顎位の咬合力および咬筋側頭筋の筋電図所見

深水皓三* 児玉実* 森谷良彦** 横山松生** 村田義純***

The Biting Forces and the Electromyographic Analyses of the Temporalis and Masseter Muscles in the Dentulous Mandibular Positions.

Kouzō Fukamizu*, Minoru Kodama*, Yoshihiko Moriya**, Matsuo Yokoyama**, Yoshizumi Murata***

目 次

第1章 緒 言

第2章 研究材料および研究方法

第1節 被験者、被験歯および咬合力の測定方法

第2節 筋電図の測定方法

第3節 咬合力および筋電図の測定

第3章 成 績

第1節 咬合力

第2節 各顎位における咬合力と咬筋と側頭筋との活動様式

第4章 総括および結論

第1章 緒 言

下顎の運動は諸種の咀嚼筋群の複雑な協同作用によって生ずる。種々な下顎の運動において、これら個々の咀嚼筋の働きや、機能を詳細に究明することは、歯科医学においてはきわめて重要な事柄である。咀嚼筋群の作用方向に関しては、古くから多くの人々によって研究報告されているが、そのほとんどは解剖学的関係、顎運動の

描記、あるいはX線の使用等によつて間接的に、その機能を予測したものである。また筋の機能をその活動電位によつて追求する筋電図学の発達に伴つて、表面からは知り得ない実際の筋活動を直接把握できるに至り、歯科領域においても、Moyer^{1,2)}、Pruzansky³⁾、Neumann⁴⁾、MacDougal⁵⁾、河村^{6,7)}等、多くの研究報告がなされている。

一方、咬合力についてはイタリアの Borelli⁸⁾ が 1681 年、初めて記載を行ない、それ以後現在まで数多くの研究報告がされている。わが教室においても高見沢⁹⁾ が、“健全永久歯の相対咬合力および個歯咬合力に関する研究”を報告し続いて、榎沢¹⁰⁾、五十嵐¹¹⁾、森谷¹²⁾、笠井¹³⁾、村田¹⁴⁾、中沢¹⁵⁾、川瀬¹⁶⁾、佐藤進¹⁷⁾、佐藤友彦¹⁸⁾、などの報告がある。

しかし、咬合力と筋電図の関係については、三浦¹⁹⁾、MacDougal⁵⁾、Perry²⁰⁾、河村^{5,6)}、等のものがあるのみで、他に報告されていない。

そこで、著者は、開口距離を一定にし第1大臼歯部で 5 mm の Bite element を中心咬合、左右側方咬合(咀嚼側)、前方咬合、後方咬合で約 2 秒間、かませで閉口筋の isometric な収縮を行なわせた場合の咬合力荷重(kg)と、咬筋、側頭筋前腹の放電を記録して興味ある知見を得たのでここに報告する。

第2章 研究材料および研究方法

第1節 被験者、被験歯および咬合力の測定方法

被験者は健康、かつ健全な顎関節、咀嚼筋群、永久歯およびその歯周組織、歯列、咬合をそなえた 20～25 才(平均 23 才)、の男子 6 名である。測定は高見沢⁹⁻¹⁸⁾らと同様にシールド室内で行なつた。

咬合力測定は抵抗線歪計式咬合力測定装置を使用し、

* Graduate School (major in prosthodontics), Nihon University School of Dentistry (Director: Prof. Yasushi Nakazawa)

** Department of Prosthodontics Nihon University School of Dentistry (Chairman: Prof. Yasushi Nakazawa)

*** Department of Prosthodontics Nihon University, Matsudo Dental College

* 日本大学大学院歯学研究科補綴学専攻(主任: 中沢靖教授)

** 日本大学歯学部補綴学教室(主任: 中沢靖教授)

*** 日本大学松戸歯科大学補綴学教室

昭和 47 年 1 月 10 日受付

図 1 左右咬筋，側頭筋の電極部位

図 2 咬筋，側頭筋前腹の電極位置

日本光電製多用途監視記録装置²¹⁾ (RM-150) に接続して測定した。記録紙の送り速度は 50 mm/sec として、ペンの振れは 50 kg について 50 mm とした。

第 2 節 筋電図の測定方法

筋電図の測定はフランクフルト平面が床面と平行になるようにし、それぞれの誘導筋は、左右の咬筋および左右の側頭筋前腹 (図 1) である。電極位置はフランクフルト平面を基準として咬筋は、咬筋の前後の中央位で、咬合平面と交わる点。側頭筋前腹は、外耳道の上縁より上方 5 cm で、前方 4 cm の点を決定した (図 2)。電極は、直径 5 mm の脳波用表面電極を双極誘導によって極間距離 1.5 cm とし、筋の走行に平行に電極ノリで塗布して、布絆創膏で固定した。

筋電計は、日本光電製多用途監視記録装置 (RM-45) で増幅したのち、ペン書きオシログラフで記録した。こ

図 3

れらの記録は記録紙の送り速度 50 mm/sec、ペンの振れは 250 μ V について 10 mm とした。

第 3 節 咬合力および筋電図の測定方法

測定は、中心咬合、左右側方咬合 (咀嚼側)、前方咬合、後方咬合における 2 秒間のかみしめによる第 1 大臼歯の相対咬合力、個歯咬合力と、左右咬筋、側頭筋の筋電図である。咬合力と筋電図の同時性の比較検討は、ブラウン管オシロスコープに Canon 製 Phot-Oscilloscope Unite Model IV および日本光電製記録装置 (WC-1B) で同時記録を行なった。記録紙の送り速度は 50 mm/sec とした。

測定回数は被験者の疲労による差をなくするために、1 日 3 回、3 日間、計 9 回行なった。なお下顎位と咬合の高さを規定するために模型上で adapter を製作して、いずれの咬合で Bite element をかんだ場合においても、上下顎前歯切縁部で 13 mm の咬合高径が得られるように咬交器上で調製し、同時に、前歯部に Resin Block を作製して、シリコンラバーを介して口腔内で常に一定の下顎位をとるように規定した (図 3)。

以上の方法によって、各種の下顎位における相対咬合力、個歯咬合力と同時に筋電図を測定し得た 6 名の被験者についての成績を総合集計して、咬合力については平均値と標準偏差値を求めた。

第 3 章 成 績

第 1 節 咬合力

各種下顎位について測定して得た相対咬合力、個歯咬合力の被験例における平均値および標準偏差値は、表 1 に示すとおりである。

相対咬合力 (平均値) についてみると、その大きさの順

図 4 第 1 大臼歯の相対咬合力 (平均値)

表 1 各種の下顎位における相対咬合力
および個歯咬合力

咬合力	咬合位 歯種別	中心咬合				側方咬合				前方咬合				後方咬合			
		※	◎														
相 対 咬 合 力	$\frac{6}{6}$	56.2	9.8	57.6	6.0	47.6	6.3	53.3	8.3								
	$\frac{6}{6}$	58.0	7.0	58.5	10.5	51.6	9.8	55.3	10.4								
個 歯 咬 合 力	$\frac{4567}{6}$	62.5	8.3	62.6	10.2	50.0	9.2	59.6	9.3								
	$\frac{6}{4567}$	60.5	9.9	62.3	5.3	53.3	8.7	55.5	7.9								
	$\frac{7654}{6}$	62.8	8.7	63.6	9.3	50.6	10.1	60.8	8.2								
	$\frac{6}{7654}$	61.0	9.0	62.6	10.7	56.0	8.9	58.6	7.1								

※ Mean ◎ SD (kg)

図 5 個歯咬合力 (平均値)

合： $\frac{6}{6}=56.2$ kg, $\frac{6}{6}=58.0$ kg, 後方咬合： $\frac{6}{6}=53.3$ kg, $\frac{6}{6}=55.3$ kg, 前方咬合： $\frac{6}{6}=47.6$ kg, $\frac{6}{6}=51.6$ kg の順である。

個歯咬合力 (平均値) についてみると、その大きさの順位は、表 1 および図 5 に示すように、下顎右側第 1 大臼歯が 63.6 kg と最も大きく、上下顎左右側の第 1 大臼歯はともに、側方咬合： $\frac{4567}{6}=62.6$ kg, $\frac{6}{4567}=62.3$ kg, $\frac{7654}{6}=63.6$ kg, $\frac{6}{7654}=62.6$ kg, 中心咬合： $\frac{4567}{6}=62.5$ kg, $\frac{6}{4567}=60.5$ kg, $\frac{7654}{6}=62.8$ kg, $\frac{6}{7654}=61.0$ kg, 後方咬合： $\frac{4567}{6}=59.6$ kg, $\frac{6}{4567}=55.5$ kg, $\frac{7654}{6}=60.8$ kg, $\frac{6}{7654}=58.6$ kg, 前方咬合： $\frac{4567}{6}=50.0$ kg, $\frac{6}{4567}=53.3$ kg, $\frac{7654}{6}=50.6$ kg, $\frac{6}{7654}=56.0$ kg の順である。

左右側歯を比較してみると、相対咬合力および個歯咬合力ともに右側第 1 大臼歯が左側同名歯よりも大きい傾向が見られるが、左右のいずれの同名歯間にも有意の差は認められない。

第 2 節 各顎位における咬合力と咬筋と側頭筋との活動様式

咬合力は咀嚼筋の等張性収縮力に他ならない。そこで、咀嚼筋の最大の機能である咬合力と筋との関係をより明確に把握するために、咬合力と筋電図との同時記録を行なつて、筋の放電活動の様相を検索した。

位は図 4 に示すように、上下顎左右側の第 1 大臼歯はとも、側方咬合： $\frac{6}{6}=57.6$ kg, $\frac{6}{6}=58.5$ kg, 中心咬

図 6 Centric Occlusion

図 7 E.M.G. Centric Occlusion
Co-relative Biting Forces (R)

LM: 左側咬筋, RM: 右側咬筋
LT: 左側咬筋, RT: 右側咬筋

□: 咬合側

第1項 中心咬合

1. 相対咬合力: 図6は中心咬合における相対咬合力と筋電図とを同時記録した図である。すなわち、被験者の上下顎左側第1大臼歯部に adapter を適合して、その間に bite element を介在させ、この状態から bite element を力強く噛ませた場合の咬合力と筋電図とである。図6でわかるように噛みしめにおいて咬合力が最高に達した場合の咬筋は活発な放電活動を示し、その活動様式は典型的な *déblée* 型の様相を示した。また図7に示すように、側頭筋の活動様式はやや咬筋と異なり咬筋に比べて低振幅の傾向である。咬合側は非咬合側の筋に比べて、咬筋、側頭筋ともにより活発な放電活動を示

図 8 Centric Occlusion

図 9 E.M.G. Centric Occlusion
Individual Biting Forces 6]

している。活動開始の経時的差をみると、側頭筋よりもわずかに咬筋が先行している。咬合力の増加とともに咬筋、側頭筋の放電活動も増加しているが、しかし必ずしも咬合力の増加に比べてその振幅の増大を示してはいない。

2. 個歯咬合力: 図8は中心咬合における下顎右第1大臼歯の個歯咬合力と筋電図とを同時記録した図である。すなわち、被験者の下顎右側第1大臼歯、上顎右側臼歯部に adapter を適合して、その間に bite element を介在させ、この状態から bite element を力強く噛ませた場合の咬合力と筋電図とである。図8および図9でわかるように、咬合力が増加すると咬筋、側頭筋はとも

図 10 Lateral Occlusion

図 11 E.M.G. Lateral Occlusion —Working Side— Co-relative Biting Forces (R)

に活発な放電活動を示して *déblée* 型とはややおもむきを異にする活動様式である。しかし咬合力が徐々に上昇しているのに対して左右咬筋および咬合側側頭筋は、活動開始時より活発な放電活動を示している。咬筋と側頭筋とを比べると咬筋の方が Activation が高い。咬合側と非咬合側を比べると、非咬合側に比べて咬合側の咬筋・側頭筋ともにより活発な放電活動を示し、特に非咬合側の側頭筋は他の筋に比して低振幅の傾向を認める。活動開始を経時的に見ると、咬筋が側頭筋よりもわずかに先行している。

第2項 側方咬合

1. 相対咬合力：図 10, 11 は側方咬合における相対咬合力と筋電図である。側方咬合における相対咬合力を

図 12 Lateral Occlusion

図 13 E.M.G. Lateral Occlusion —Working Side— Individual Biting Forces [6]

中心咬合（図 7）と同じように咬合力が最高に達した場合咬筋・側頭筋ともに活発な放電活動を示し、典型的な *déblée* 型である。咬合側と非咬合側を比べると、非咬合側に比べて咬合側の咬筋、側頭筋はともにより活発な放電活動を示し、特に非咬合側の側頭筋は他の筋に比べて低振幅の傾向を認める。活動開始を経時的に見ると、咬合側の咬筋が先行して、非咬合側咬筋および左右側頭筋はほとんど同時に少しおくれで活動する。

2. 個歯咬合力：図 12, 13 は側方咬合における個歯咬合力と筋電図を示している。筋の活動開始の経時的差および筋の活動様式は、相対咬合力とほぼ同じ傾向を示しているが、咬合側咬筋の放電活動が非咬合側咬筋および左右側頭筋に対して特に活発である。

図 14 Protrusion

図 15 E.M.G. Protrusion. Co-relative Biting Forces (R)

図 16 Protrusion

第3項 前方咬合

1. 相対咬合力：図 14, 15 は前方咬合における相対咬合力と筋電図である。中心咬合，側方咬合に比べて咬筋，側頭筋ともにやや低振幅の傾向がある。咬合側と非

図 17 E.M.G. Protrusion. Individual Biting Forces (R)

図 18 Retrusion

図 19 E.M.G. Retrusion. Co-relative Biting Forces (R)

図 20 Retrusion

図 21 E.M.G. Retrusion. Individual Biting Forces 6]

咬合側を比べると、咬筋、側頭筋ともに、同程度の放電活動を示している。放電開始時間は、咬合側、非咬合側の咬筋、側頭筋ともに、ほぼ同時である。咬合力も各種下顎位の中で最も低い。

2. 個歯咬合力：図 16, 17 は前方咬合における個歯咬合力と筋電図である。相対咬合力と同様の傾向を示しているが、咬筋、側頭筋とも相対咬合力に比べてより活発な放電活動を示している。

第 4 項 後方咬合

1. 相対咬合力：図 18, 19 は後方咬合における相対咬合力と筋電図である。後方咬合の活動開始時では経時的な差は認められないが、側頭筋の放電活動が咬筋に比べやや著しく、咬合側と非咬合側とを比べると咬合側咬

図 22 咬合力と咬筋の活動開始時

筋の方が低振幅の傾向を認める。

2. 個歯咬合力：図 20, 21 は後方咬合における個歯咬合力と筋電図である。相対咬合力と同様の傾向を示している。

第 5 項 咬合力と咬筋の活動開始時

咬合力と咬筋との活動開始の経時的差についてみると、瞬間的にかんだ場合は、咬合力と咬筋とは、ほぼ同時に出現している（図 22）。

第 4 章 総括および結論

Kinesiology に筋電図を応用して咬合時の咬筋、側頭筋の筋活動を表面電極誘導法を用い測定して、しかも中心咬合、側方咬合、前方咬合、後方咬合の各種下顎位の咬合力（相対咬合力、個歯咬合力）と筋電図とを同時記録を行なつて咬合力と筋活動との活動開始の経時的差ならびに、活動状態について比較検討した。

三浦¹⁹⁾は、咬合力と針電極によるその筋電図との関係をみて咬合力と閉口筋 N. M. U. の放電頻度とは、最大放電頻度以内では、ほぼ半対数で直線関係を有し、この関係で活動する N. M. U. が放電活動に参加するに従つて咬合力は増大すると記している。著者らは中心、側方、前方および後方咬合の相対咬合力と個歯咬合力とにわけて、それらの最大咬合力と各咬合位の咬筋および側頭筋の最高活動状態を同時に測定している。

最大咬合力（相対咬合力、個歯咬合力）の測定に関しては、各種下顎位において、開口距離を一定にして、中心咬合、側方咬合（咀嚼側）、前方咬合、後方咬合、に下顎位を定めて、相対咬合力および個歯咬合力の最大値

を測定した。これらの測定は、未だ他の研究者によって発表されていない。

これらを総括してまとめると：

- 1) 相対咬合力、個歯咬合力ともに、上下顎、左右側の第1大臼歯においては、いずれも側方咬合が最も大きく、中心咬合、後方咬合、前方咬合の順である。
- 2) 相対咬合力および個歯咬合力は側差的に右側第1大臼歯が左側の同名臼歯よりも大きい傾向である。
- 3) 咬合力と咬筋との活動開始の経時的差についてみると、瞬間的にかんだ場合は、咬合力と咬筋とは、ほぼ同時に出現している。
- 4) 咬合時における筋の活動を筋電図学的にみると、咬筋が側頭筋に比較して噛んだ時に主動的な活動をしている。
- 5) 咬筋と側頭筋との活動開始を経時的にみると、咬筋が側頭筋に比較して、わずかに先行している。
- 6) 相対咬合力、個歯咬合力と咬筋、側頭筋との放電活動の相関性はみられなかった。

本研究の要旨は日本大学歯学会昭和46年度大会(1971.12.

4) において発表し日大歯学に抄録を掲載した。

稿を終わるにあたり、本研究に際し筋電図学の立場からご指導を賜わった日本大学医学部整形外科教室佐藤勤也講師および終始ご懇篤なるご指導およびご校閲を賜わった沖野節三名誉教授、中沢靖教授、加藤吉昭教授に謝意を表します。

文 献

- 1) Moyer, R. E. : Temporomandibular Muscle Contraction Patterns in Angle Class II, Division 1, malocclusion; An electromyographic analysis. A.J.O., 35 : 837-857, 1949.
- 2) Moyer, R.E. : Some physiologic considerations of centric and other jaw relations, J.P.D., 6 : 183-194, 1956.
- 3) Pruzansky, S. : The application of electromyography to dental research, J.A.D.A., 44 : 49-68, 1952.
- 4) Neumann, H.H. : Electrical action current during mastication, J.D. Res., 29 : 463-468, 1950.
- 5) MacDougall, J.D.B. and Andrew, B.L. : An electromyographic study of the temporalis and masseter muscles, J. Anatomy, 87 : 37-45, 1953.
- 6) 河村洋二郎 : 歯科領域に於ける筋電図法の応用(I) ; 歯界展望, 11, 225-230, 1954.
- 7) 河村洋二郎 : 歯科領域に於ける筋電図法の応用(II) ; 歯界展望, 11, 259-264, 1954.
- 8) 川上政雄 : 咀嚼圧, 附ハーベル氏測定器に就て ; 口腔病学会誌, Vol. 2, No. 1, 15, 1928.
- 9) 高見沢忠 : 健康永久歯の相対咬合力および個歯咬合力に関する研究 ; 日補綴歯会誌, 9 : 67-86, 1965.
- 10) 榎沢健司 : 抜髄歯の個歯咬合力に関する研究 ; 日補綴歯会誌 10, 33-55, 1966.
- 11) 五十嵐孝義 : 部分または全部鑄造冠で被覆された単独歯と橋義歯の橋脚歯および橋体との咬合力に関する研究 ; 日補綴歯会誌, 10, 1-17, 1966.
- 12) 森谷良彦 : 総義歯の咬合力に関する研究補遺 ; 日補綴歯会誌, 11, 1-25, 1967.
- 13) 笠井仁治 : ヒトの乳歯の個歯咬合力に関する研究 ; 日補綴歯会誌, 11, 27-47, 1967.
- 14) 村田隆 : 歯周病罹患歯の個歯咬合力に関する研究 ; 日補綴歯会誌, 12, 76-92, 1968.
- 15) 中沢沖 : 継承歯を欠如した晚期残存第2乳臼歯の咀嚼能力に関する研究 ; 日補綴歯会誌, 12, 167-183, 1968.
- 16) 川瀬充朗 : 顎関節症患者の咬合力に関する研究 ; 日補綴歯会誌, 14, 51-71, 1970.
- 17) 佐藤進 : 歯根形成期における永久臼歯の個歯咬合力に関する研究 ; 日大歯学, (印刷中).
- 18) 佐藤友彦 : 健康永久臼歯の瞬間的咬合力に関する研究 ; 日補綴歯会誌, 15, 291-303, 1971.
- 19) 三浦不二夫 : 筋電図法による咀嚼筋の活動様式に関する研究 (特に咬筋, 側頭筋, 顎内腹筋について) ; 口腔病学会誌, 23, 291-320, 1956.
- 20) Perry, H. T., Harris, S. C. : Role of the Neuromuscular System in Functional Activity of the Mandible. J.A.D.A., 48 : 665-673, 1954.
- 21) 小山正宏, 五十嵐孝義, 高見沢忠, 榎沢健司, 笠井仁治, 森谷良彦 : 抵抗線歪計式咬合力測定装置の考案 ; 歯月報, 37 : 115-120, 1963.