義歯機能に関する生理学的研究

III. 義歯の維持と咀嚼機能との関係

津 留 宏 道* 堀 内 寛
角・田 篤 美 溝 口 修

Physiological Studies on the Masticatory Function of the Denture Wearers Part III. Relation between Denture Retention and Masticatory Function

Hiromichi Tsuru, Hiroshi Horiuchi,
Atsumi Kakuta, Osamu Mizoguchi

緒 言

補綴学においては、義歯をもつて歯牙欠損部の形態的・機能的回復を計ることを目的としている。しかし義歯使用者の咀嚼機能は正常有歯者と非常に相違しており、その相違が生じる原因は種々考えられるが、中でも歯牙の口腔組織への接続状態は最も重要なものの一つと考えられている。したがって義歯の維持を増大させるため、添窩の利用、重量の増減、床の延長を計ること、その他特殊な場合には歯肉鉤、Spring、Magnet 等の応用が考案されている。義歯維持を左右する接着、吸着、咬合圧、歯牙の平衡関係、床面積、唾液の性状と量等に関する諸因子^{20) 21) 22)}の物理化学的研究は、多くの先人によつて個々に検討されてきた。しかしながら、義歯の維持の良否が咀嚼機能上にどのような影響を与えるかについて報告されたものは少なく^{17) 23)}、特に咀嚼動作について研究されたものは見当たらない。

ここにおいて著者らは、維持を変えることによつて食物粉砕能力がどのような影響を受けるかを調べるとともに、そのさいに行なわれる咀嚼筋の働きかたの相違につ

いても筋電図学的観察を行なつた。

材料ならびに方法

表1に示した義歯患者5名について実験を行なつた。被検者の使用した義歯は、すべてトレイ・コンパウンドで圧迫印象をとり、さらに床縁部の筋圧形成を行なつた後、浮動粘膜部および口蓋隆起部、骨尖鋭部に相当するコンパウンドを削除し、これを個人トレイとして使用し、最終的に亜鉛華ユージノールによる粘膜静止印象を採得した。ただし残存歯のある顎はアルギン酸印象材を使用した。実験義歯は Free-way space を $2\text{mm}^{10) 11)}$ とし、臼歯部の配列は咀嚼力の方向ができるだけ歯槽頂間線に一致するよう設計し、義歯完成後1~2度咬合調整に来院させ、さらに6カ月ないし1カ年間装着してよく慣れた後、実験に使用したものである。

被検者 I: 52歳の女性で、使用義歯は6カ月前に作製したものである。歯槽堤の吸収は全般的に著しく、特に上顎前歯部は厚い浮動性組織に覆われていて、義歯の維持は悪いが、現在特別に支障を感じていない。なお下顎両側犬歯が残存している。

被検者 II: 53歳の男性で、義歯は約1年前に作製したものである。上下歯槽堤は幅広く、義歯床下の軟組織の状態(厚さおよび弾力性)は適正である。そのため義歯の維持は極めて良好である。

被検者 III: 48歳の女性で、義歯は約1年前に作製し

* 大阪大学歯学部第一歯科補綴学教室
(指導 下総高次教授)

The 1st Department of Prosthetic Dentistry, Dental School, Osaka University (Director: Prof. Takaji Simoosa)

表 1 被 検 者

No.	I	II	III	IV	V
性 別	♀	♂	♀	♂	♀
年 齢	52	53	48	61	56
歯 槽 の 状 態	やや不良 —	やや良好 +	普 通 +-	良 好 ++	不 良 --
残 存 歯	3 3	なし	3	なし	なし
主 訴 による d. a. 使用効果	極めて良好 +++	良 好 ++	やや良好 +	やや良好 +	良 好 ++

表 2 d. a. 使用前後の咀嚼値の比較

No.	I	II	III	IV	V	平 均
咀 嚼 値						
使 用 前	47.9	62.7	51.1	75.5	44.3	56.3
使 用 後	52.6	65.2	57.8	82.7	50.4	61.7
差	4.7	2.5	6.7	7.2	6.1	5.4

表 3 d. a. 使用前後の嚥下閾、嚥下時間の比較、ただし1回当りの咀嚼時間は
嚥下時間/嚥下閾で表わす

No.	I	II	III	IV	V	平 均
嚥 下 閾						
使 用 前	20.2	20.8	17.4	29.8	19.7	21.6
使 用 後	18.6	19.4	16.6	30.0	18.9	20.7
差	1.6	1.4	0.8	-0.2	0.8	0.9
嚥 下 時 間						
使 用 前	21.2	13.6	11.0	17.9	19.8	16.7
使 用 後	18.4	11.6	10.4	17.7	18.1	15.2
差	2.8	2.0	0.6	0.2	1.7	1.5
1 回 当 り の 咀 嚼 時 間						
使 用 前	1.05	0.65	0.63	0.60	1.00	0.77
使 用 後	0.99	0.60	0.62	0.59	0.96	0.73
差	0.06	0.05	0.01	0.01	0.04	0.04

たものである。上下歯槽堤の高さおよび幅は正常で、義歯床下の軟組織の状態は適正である。そのため義歯の維持は比較的良好である。下顎右側犬歯が残存している。

被検者 IV： 61 歳の男性で、義歯は約 5 カ月前に作製したものである。上下歯槽堤はすべて幅広く隆起し、義歯床下の軟組織の状態も適正であり、維持は極めて良好である。

被検者 V： 56 歳の女性で、義歯は約 1 年前下顎前歯 6 本を抜去して即時義歯を装着し、5 カ月後改床法を行なったものである。上下歯槽堤は狭小で、特に上顎は極めて小さく、義歯床下の軟組織の層が厚くかつ浮動性であ

るため、義歯の維持は極めて不良である。しかし咀嚼・発音にさいして不便を感じていない。

以上の上顎総義歯につき、維持を増大させるため、denture adhesive powder*（以下 d. a. と記す）を用いた。咀嚼機能の測定には咀嚼値、嚥下閾、咀嚼時間を記録し、同時に左右の咀嚼筋より筋電図を記録し、使用前後の比較を行なった。咀嚼値としては、3g のピーナツを 20 回咀嚼させ、吐き出した試料の No. 10 篩上に残留したものを乾燥秤量し、全量との百分率をもつて表示

* 米国 COREGA CHEMICAL COMPANY 製品
WILSON'S CO-RE-GA DENTURE ADHESIVE

図 1 ビーナッツ咀嚼中の筋電図 : d.a. 使用前 (上図), 使用后 (下図) の比較を示す
Paper speed は 1 cm/sec

図 2 ビーナッツ咀嚼中の筋電図 : d.a. 使用前 (上図), 使用后 (下図) のリズム波形の比較を示す。Paper speed は 6 cm/sec.

図 3 ビーナッツ咀嚼時に見られる筋電図の種々の波形

A は比較的正常と思われるもの。(A₁ は天然歯列者に見られた波形, A₂ は d.a. 使用の総義歯患者に見られた波形の一例)
B は二段三段に分れたもの。(B₁~B₃ は総義歯使用者にしばしば見られた波形)

した。嚥下閾および咀嚼時間を求める際には、1.5g のピーナツを自由に咀嚼嚥下させ、嚥下までの回数・時間を測定したものである。また筋電図測定には、釣針型電極⁹⁾を耳介上縁2cmの側頭筋中腹および第一大臼歯咬合面部の咬筋表在部に置き、ビニール被覆線によってインク書き4素子脳波筋電計に同時誘導し記録した。本実験で義歯粘膜面に散布した d.a. は約0.2gであつた。これを口腔内に2~3分置き、粘着効果を確かめて後測定を行なつた。

成 績

1. 咀嚼値：表2のように、いずれの被検者も d.a. 使用によつて咀嚼値は増加を示した。そのうち d.a. 使用前後の差の最も大きいものは被検者IVの7.2%で、最小差は被検者IIの2.5%であつた。すなわち平均5.4%の増加がみられた。

2. 嚥下閾：1.5g のピーナツを咀嚼嚥下するまでの咀嚼回数は、被検者IVを除き、いずれも d.a. 使用によつて減少した。d.a. 使用前後の差の最も大きいものは被検者Iの1.6回で、最も少ないのは被検者IIIおよびVの0.8回であり、平均差は0.9回であつた。また被検者IVは逆に d.a. 使用によつて0.2回増加した。

3. 嚥下までの咀嚼時間：いずれの被検者も d.a. 使用によつて咀嚼時間は短縮した。最も短くなつたのは被検者Iで、使用前後の差が2.8秒であり、またその差の最も少ないのは被検者IVの0.2秒であつた。

4. 1回当りの咀嚼時間：いずれの被検者も d.a. 使用によつて短縮する傾向が認められた。短縮時間の最大値は被検者Iの0.06秒であり、最小値は被検者IIIおよびIVの0.01秒であつた。

5. EMG について： d.a. 使用による差異は、記録した筋電図波形の上にも認めることができた。すなわち図2はその1例を示すものであるが、d.a. 使用の義歯では咀嚼時間が使用前のそれよりもやや短くなつていることが観察された。d.a. を使用しない場合、義歯使用者の咀嚼筋筋電図は図3のように2段、3段に分れた波形がしばしば認められた。またその休止時およびかみしめ時のリズムも、維持のよくないものでは規則性に乏しく、速くなつたり遅くなつたりすることが明瞭であつた。振幅および頻度については、はつきりした結果を示すことができなかったが、d.a. を使用した場合には各咀嚼ストロークごとの筋活動放電は、記録したすべての咀嚼筋についてほぼ相似形を示し、バランスよく咀嚼が行なわれていることが窺われた。咀嚼リズムについて維持による

差をさらに明確にするため、各ストロークにつき休止期とかみしめ期の時間を測定¹⁰⁾し、その σ/M を求めて前者を縦軸に後者を横軸にとつたところ、図4のような表を得た。これによると維持の良い義歯は明らかに咀嚼リズムの偏差が小さくなることを示し、さらにこの偏差はかみしめ期よりも休止期に、より著明であつた。

図4 閉口筋の咀嚼リズムの分析図：白丸は d.a. 使用前、黒丸は使用後を示す

6. 主訴による d.a. 使用効果は、表1に示したとおりであるが、一般に歯槽堤の状態が不良のものほど効果があると感じるようである。しかし主訴と咀嚼値とは必ずしも一致せず、他方嚥下までの所要時間とは有意の関係がみられた。

考 察

義歯機能が維持によつて差異を生じることはすでに柳田, Kaires 等によつて実験的に証明されているが、2つの義歯を使用して実験を行なう場合、最も大切なことは維持以外の条件が全く同一とならなければならないことである。もしも人工歯の形態、義歯床の形態等に差異を生じたならば、維持のみによる機能上の差異を論じたことにはならない。すなわち印象法、陶歯配列、床面積等によつて維持を変えることは適当でない。そのため著者らは同一義歯を用い、しかも患者になんらの苦痛を与えずに実験を行なうこととし、従来より義歯脱落を防ぐために使用されている denture adhesive powder を

本実験の義歯維持の増大に応用した。もとより咀嚼機能を表わす方法^{11) 12) 13) 14) 15)}は種々考案されているが、ただ一つの方法で完全に表わしうるものはない。著者らは最も一般的に応用されているピーナツ粉碎能、嚥下閾、咀嚼筋筋電図の3項目について測定を行なった。以下各項目について考察を加える。

1. 咀嚼値について：咀嚼値を左右する条件は、咬合面の接触面積^{11) 12)}と形態^{13) 14) 15)}、咬合圧とされているが、維持の増大によつても咀嚼値が増加したことは興味深いことである。この原因は維持の増大によつて義歯の転覆が少なくなり、eccentric positionにおける咬合圧が増加したことによるのであろうが、義歯の安定による「送り」¹⁶⁾が円滑になったことも十分に考えられる。平均5.4%の増加は、ピーナツ使用の咀嚼値の差として必ずしも大きい値ではないが、実験に使用した義歯がすべて術者が細心の注意をはらつて作製し、患者はこれに十分慣れており¹⁷⁾、かつ現在満足して使用していることおよび使用前の平均値は一般総義歯患者の咀嚼値¹⁸⁾と比べて特に劣っていないことを考えると、維持増大によつてかなり破砕能力が向上することがわかる。

2. 嚥下閾^{11) 12) 13)}・咀嚼時間について：嚥下閾はd.a.使用により平均0.9回減少したが、この数値はd.a.使用前の平均21.6回の咀嚼に対しては僅少の値といえる。一方咀嚼時間はd.a.使用前の平均16.7秒に対して1.5秒短縮した。以上の事実はd.a.の使用が回数よりも時間的により大きい影響を与えていることを示すもので、1回当りの咀嚼時間の計算値がいずれも短縮しているのである。このことは恐らく維持の増加によつて、咀嚼中の義歯の脱落と食片の床下への迷入が少なくなり、舌・頬・咀嚼筋の働きがもつぱら食物破砕に向けられるためであらう。

3. 咀嚼筋筋電図像^{14) 15)}について：d.a.使用による義歯の維持の増加が、咀嚼能率の上に好結果を与えることは上に述べたとおりであるが、筋電図像においても咀嚼筋の働きが極めて規則正しくなり、正常者の筋活動様相¹⁹⁾に近づくことは、義歯使用者と正常有歯者との最も根本的な差異の一つが維持の相違にあることを示す証拠と考えてよい。特に咀嚼リズムを σ/M で示した図において、開口期の持続時間の偏差が閉口期のそれよりも大であつたが、閉口期では義歯の維持は主として咬合圧によつて得られ、開口期の維持は床の吸着、粘着によつて得られるためd.a.使用の影響が開口期に一層著明に現われたのであろう。

以上の実験から、義歯の維持を増加させることは単に

咀嚼能率を向上させるだけでなく、咀嚼に関する神経筋の生理機構^{20) 21)}の上にも好結果を与え、義歯作製上維持を強固にすることがいかに重要であることを客観的に示し得た。なお主訴²²⁾は咀嚼値の大小と必ずしも一致せず、むしろ咀嚼時間の長さや密接な関係のあることが認められた。このことは義歯使用者の“よくかめる”とか“かめない”という主訴の言葉が、単に咀嚼による仕事量の多少を意味するものでなく、むしろ“かみやすさ”、“かみにくさ”という咀嚼動作の円滑性、すなわち開口時、義歯の脱落等を意識せずに、反射的に咀嚼できるかどうかを意味するものと考えられる。なお本研究では約0.2gのd.a.を使用したため維持が強化され、機能上に好結果を及ぼすことを示し得たが、d.a.の使用量としてこれが適正であるか否かについてはなお検討の余地がある。

結 論

1. 義歯維持の強化によつて義歯使用者の咀嚼機能がどのような影響を受けるかを実験的に検討した。
2. 義歯の形態を変えることなく、単に床の粘着力を強化するだけで、咀嚼機能上好結果が得られることが明らかになった。
3. 主訴と検査成績との関係について観察したところ、特に咀嚼時間と維持との間に有意の関係が認められた。

文 献

- 1) 橋本譲：篩分法による各種咀嚼粉碎試験食品の比較について、口病誌，26，648-676，1959。
- 2) 平沼謙二：咬合面積並びにその咀嚼効率に及ぼす影響，補綴誌，1，17-36，1957。
- 3) 石原寿郎：篩分法による咀嚼能率の研究，口病誌，22，207-255，1955。
- 4) 石原寿郎・平沼謙二・橋本譲・杉浦英二：生米およびピーナツを試験食品とする咀嚼粉碎効率の相関関係について，口病誌，26，616-619，1959。
- 5) 神山稔：咬合点数と咀嚼能率とに関する実験的研究，歯科学報，46，725-729，1941。
- 6) 河村洋二郎：新編口腔生理学(上巻)，pp. 152-160，永末書店，京都，1956。
- 7) 河村洋二郎・塚本周作：咀嚼習慣形成機序に関する実験的研究，I. 食物粉碎度と嚥下閾，歯界展望，16，1039-1046，1959。
- 8) 河村洋二郎：顎運動を調節する神経機構について，歯科基礎医学会誌，3，103-104，1961。
- 9) 河村洋二郎：「かむ」「かめる」ということ，歯界展望，19，861-866，1962。

- 10) 延原通夫：不正咬合者の咀嚼機能に関する研究，I. 筋電図による咀嚼筋活動の分析，阪大歯誌，3，63-73，1958.
- 11) 延原通夫：不正咬合者の咀嚼機能に関する研究，II. 不正咬合者の嚙下閥に関する研究，阪大歯誌，3，74-78，1958.
- 12) 小沢至：チューインガムによる咀嚼混合能力の測定について，補綴誌，3，52-55，1959.
- 13) 小沢至：ポリエチレンフィルムによる咀嚼切断能力の研究，口病誌，26，274-292，1959.
- 14) 角田正明：下顎安静位を基準とする無歯顎咬合採得法に関する臨床的研究，補綴誌，2，153-164，1958.
- 15) 津留宏道：義歯機能に関する生理学的研究，I. 咬合の高さと義歯機能との関係，口科誌，8，482-496，1959.
- 16) 津留宏道：義歯機能に関する生理学的研究，II. 咬合面形態と義歯機能との関係，阪大歯誌，6，353-366，1961.
- 17) 柳田尙三・加藤亘・松本清子：義歯設計の差による咬筋の筋電図と咀嚼能率，補綴誌，3，48-51，1959.
- 18) 横田成三・折本俊夫：咀嚼能率の新表示法，九歯誌，8(1)(2)，1-6，1954.
- 19) 横田成三・吉田稷：咀嚼粉砕試験器による「送り」の研究，九歯誌，8(3)，1-4，1954.
- 20) Craig, R. G. : Physical factors related to denture retention. J. Pros. Den. 10, 459-467, 1960.
- 21) Dahlberg, B. : The masticatory habits. An analysis of the number of chew when consuming food. J. Dent. Res. 25, 67-72, 1946.
- 22) DeVan, M. M. : The concept of neutrocentric occlusion as related to denture stability. J. A. D. A. 48, 165-169, 1954.
- 23) Giglio, J. J., Lace, W. P. and Arden, H. : Factors affecting retention and stability of complete dentures. J. Pros. Den. 12, 848-856, 1962.
- 24) Greenfield, B. E. and Wyke, B. D. : Electromyographic studies of some of the muscles of mastication. Brit. D. J. 100, 129-143, 1956.
- 25) Hicky, J. C., Kreider, J. A., Boucher, C. O. and Storz, O. : A method of studying the influence of occlusal schemes on muscular activity. J. Pros. Den. 9, 498-505, 1959.
- 26) Kaires, A. K. : A study of partial denture design and masticatory pressures in a mandibular bilateral distal extension case. J. Pros. Den. 8, 340-350, 1958.
- 27) Ledley, R. S. : The relation of occlusal surfaces to the stability of artificial dentures. J. A. D. A. 48, 508-526, 1954.
- 28) Manly, R. S. and Braley, L. C. : Masticatory performance and efficiency. J. Dent. Res. 29, 448-462, 1950.
- 29) Manly, R. S. and Vinton, P. : A survey of the chewing ability of denture wearers. J. Dent. Res. 30, 314-321, 1951.
- 30) Perry, H. T. and Harris, S. C. : Role of neuromuscular system in functional activity of the mandible. J. A. D. A. 48, 665-673, 1954.
- 31) Schultz, A. W. : Comfort and chewing efficiency in dentures. J. Pros. Den. 1, 38-48, 1951.
- 32) Stamoulis, S. : Physical factors affecting the retention of complete dentures. J. Pros. Den. 12, 857-864, 1962.
- 33) Trapozzano, V. R. : Testing of occlusal patterns on the same denture base. J. Pros. Den. 9, 53-69, 1959.
- 34) Vinton, P. and Manly, R. S. : Masticatory efficiency during the period of adjustment to dentures. J. Pros. Den. 5, 477-480, 1955.
- 35) Woelfel, J. B., Hickey, J. C. and Alligon, M. L. : Effect of posterior tooth form on jaw and denture movement. J. Pros. Den. 12, 922-937, 1962.
- 36) Yurkstas, A. and Manly, R. S. : Measurement of occlusal contact area effective in mastication. A. J. Orthodont. 35, 185-195, 1949.