有床義歯の維持力について (第3報)

関 根 弘 田 島 篤 治 柳 川 浩
高 梨 恒 一 竹 井 正 章 遠 藤 義 弘*

Studies on the Retention of Dentures

(3 rd Report)

Hiromu Sekine, Tokuji Tajima, Hiroshi Yanagawa,
Kohichi Takanashi, Masaaki Takei, and Yoshihiro Endo

I 緒 論

有床義歯が口腔内においてその機能を十分に発揮するためには、安静時はもとより、咀嚼や発音等の機能時に安定していることが重要であり、特に咀嚼相の片側性均衡を必要とする時期における咀嚼面に対する義歯の安定を考える場合には、外観や舌房等の要素からくる臼歯部人工歯排列位置の傾側偏位によって発現した力学的な unbalance の許容度は、粘弾性的性状を呈する義歯床下粘膜を考えた場合において、咬合による圧縮時期と離脱力発現時期との時間的關係、および圧縮強さと圧縮時間とによって、影響を受けるものと考えられる。

第1報¹⁾および第2報²⁾において、咬合圧が除かれてからの経過時間と維持力との関係について、実際の咀嚼周期から見た条件を考慮に入れて検討を行なうと同時に、離脱力発現の速さ、すなわち、時間に対する離脱力の増大率と、維持力との関係についても検討を行なった結果、咬合圧追後における維持力は、咬合圧が除かれた直後において最大を示し、時間の経過にともなう急激に減少し、0.8~1.0秒以後においてはほとんど変化が認められなかった。また咬合圧追後の経過時間が比較的小さい場合において、離脱力発現の速さと維持力の大きさ間は、明らかに相関関係が認められた。これらの結果から、粘膜上に装着される有床義歯の維持力の検索にあたって、実際の咀嚼周期から見た時間的要素および咬合圧縮力等を考慮することが、きわめて重要であることは

明らかである。そこで今回は、離脱力の発現する前の chewing stroke における咬合圧縮力の強さおよび圧縮時間が維持力に与える影響について検討を行なった。それらの結果を第3報として報告する。

II 実験方法

1. 索引荷重装置および咬合圧縮力測定装置

本実験においては、第1報、第2報におけると同様に義歯床を牽引した場合の義歯の離脱に要した荷重量を維持力とみなし、電気抵抗線歪計を応用した牽引荷重装置を使用して、維持力を測定すると同時に、咬合圧縮力、すなわち、咬合圧によって義歯床が床下粘膜に圧迫を受ける時期と、圧縮の強さを計測するために、牽引側の第1大臼歯部に抵抗線歪計を応用した咬合圧測定用 load cell を設置し、牽引荷重量と咬合圧とを2素子インク書きオシログラフによって記録した。

(1) 牽引荷重装置

1) 牽 引 杆

牽引杆は図1に示すように、steel製のコの字型 load beam で一辺の先端が口腔内義歯の被牽引部に達し、対辺につながる把持部が口腔外で被牽引部直下になるように作製されている。杆の先端部には自由に回転出来るようなフックを取りつけ、これを義歯の被牽引部に付着した staple に連結した。荷重量の測定のために、beamに標点距離3mm(共和電業製 Kp-18)の wire strain gauge を貼付し、絶縁塗料にて防湿、絶縁を行なった。

2) 荷重量一歪量の較正

牽引荷重装置は既知の荷重量に対する歪量を求めて較正を行なった。最大 15 kg までの種々の荷重量につい

*Dept. of Prosthetic Dentistry, Tokyo Dental College
(Director: Prof. K. Kitamura)

東京歯科大学補綴学教室 (指導: 北村勝衛教授)

図 1 牽引荷重装置

図 2 牽引荷重装置および咬合圧縮力測定装置の荷重量—歪量曲線。a—牽引荷重装置
b—咬合圧縮力測定装置

て、10 回ずつ測定を行ない、図 2a に示すように本実験の測定条件の範囲内では十分なる精度および感度を有していることを認めた。

(2) 咬合圧縮力測定装置

1) load cell

咬合圧縮力測定装置は、咬合圧迫の時期および咬合圧の強さの記録のために、電気抵抗歪計を応用した load cell を作成し図 3 に示すように上顎左側第 1 大臼歯部に設置し、下顎歯牙と咬合させる。

図 3 被牽引部に staple, 測定側第 1 大臼歯に load cell を設置した被験義歯

図 4 被験義歯の第 1 大臼歯部前額断面模型図。
g-wire strain gauge cy-cylinder p-piston
c-咬合面 lb-load beam dp-義歯床

この装置は図 3 および図 4 に示したように咬合面、piston, cylinder および load beam よりなり、咬合面で受けた咬合力は、cylinder に誘導された piston を通じて、load beam の loading point に伝達される。荷重量の測定のために load beam に標点距離 3 mm (共和電業製 SK-84) の wire strain gauge を貼付し、絶縁塗料にて防湿、絶縁を行なった。なお測定側の臼歯部における咬合圧縮力測定装置を設置した人工歯咬合面と、反対側の臼歯部をつらねた平面が、咬合平面となるよう、第 1 大臼歯部をのぞく測定側の他の臼歯は、最大咬合圧発現時においても咬合接触しないように咬合関係を調整した。

2) 荷重量—歪量の較正

装置の荷重量—歪量の較正にあたっては、牽引枠にかけると同様、最大 20 kg までの種々の荷重量に対する歪量を求めて図 2b に示すような結果を得た。本実験の測定条件の範囲内では、十分なる精度および感度を有していることを認めた。

2. 測定方法

本実験に使用した被験者および義歯は、第 1 報において測定した多くのものの中から典型的と思われる中等度の維持力を有するものを選んだ。なお、測定は義歯装着後 10 日以上を経た後に行なった。被牽引部は前 2 報に

おけると同様、維持力からみた重心点と思われる第1大臼歯頬側床部とし、この部位に図3に示すような staple を取りつけた。被験者に義歯を装着させ、まず咬合を行なわせた後に開口させ牽引を行なう。開口後の経過時間が比較的短い場合 (0.0~0.3 秒群) について重点的に測定を行なうとともに長い経過時間 (0.5~0.7 秒群) についても測定を行なった。なお牽引方向は咬合平面に垂直方向とした。また測定にあたっては、前述の咬合圧縮力測定装置により、咬合圧の発現および消失の時期ならびに咬合圧縮力の強さを同時に記録した。

III 実験結果

実験方法で述べた条件に従って義歯の牽引を行ない図5に1例を示したような維持力および咬合圧縮力の発現と消失の時期および強さを記録したオシログラムを得

図5 維持力ならびに咬合圧の発現と消失時期および強さを記録したオシログラムの1例。タイマーは $1/16$ 秒単位

た。これらのオシログラムから、咬合圧縮力の強さ、咬合圧縮時間、咬合圧縮力の消失後、牽引力が働くまでの経過時間、牽引速度および牽引力の大きさ等を読みとる。実際の算定にあたっては図6の模型図に示すようにそれぞれ、咬合圧縮力の強さ (AB)、咬合圧縮時間 (AC)、咬合圧縮力の消失後、牽引力が働くまでの経過時間 (CD)、牽引速度 (FE/DF)、牽引力の大きさ (FE) とした。測定結果の中から特に咀嚼周期を考えた場合の離脱力発現速度に相当する比較的大きい荷重の速さ (5.42 kg/sec 以上) に対応する維持力を選び、咬合圧縮力の消失後牽引力の働くまでの経過時間別に [0.0~0.3 秒] 群と [0.5~0.7 秒] 群の2群に分類し維持力と咬合圧縮力の強さとの関係を図7 (a) および (b) に示すと共に、それらの結果をさらに咬合圧縮力の強さからみて弱圧 [0.0~5.0 kg 未満] 群と強圧 [5.0~10 kg] 群の2群に

図6 オシログラムの分析基準を示す模型図

図7 (a) 経過時間 [0.0~0.3 秒] 群。
 $r=0.01$ $M \pm m = 5.54 \pm 0.12$

図7 (b) 経過時間 [0.5~0.7 秒] 群。
 $r=0.05$ $M \pm m = 4.02 \pm 0.18$

分け、維持力と咬合圧縮時間との関係を直角座標上にプロットしたものが図7 (c), (d), (e) および (f) である。

維持力と咬合圧縮力との関係、および維持力と咬合圧縮時間との関係両者いずれの場合においても相関関係はほとんど認められない。しかし経過時間からみた2群の

図 7 (c) 経過時間 [0.0~0.3 秒] 咬合圧縮力 [0.0~5.0 kg 未満] 群.
 $r=0.13$ $M \pm m = 5.40 \pm 0.15$

図 7 (e) 経過時間 [0.5~0.7 秒] 咬合圧縮力 [0.0~5.0 kg 未満] 群.
 $r=-0.31$ $M \pm m = 4.00 \pm 0.12$

図 7 (d) 経過時間 [0.0~0.3 秒] 咬合圧縮力 [5.0~10.0 kg] 群.
 $r=0.15$ $M \pm m = 5.49 \pm 0.22$

図 7 (f) 経過時間 [0.5~0.7 秒] 咬合圧縮力 [5.0~10.0 kg] 群.
 $r=-0.01$ $M \pm m = 3.89 \pm 0.37$

維持力には大きな差がみられた。

IV 考 察

1. 咀嚼時における粘膜の被圧縮状態について

著者らは前 2 回の報告において述べたように、咬合によって義歯床が粘膜を圧迫した後に、その咀嚼圧が消失してから次の chewing stroke の咀嚼圧が発現するまでの経過時間によって維持力の大きさが著しく影響を受けるを知った。すなわち、維持力は経過時間が極めて小さい場合に最大を示し、それ以降は時間の経過にともない急激に減少している。これらの現象は有床義歯の維持力の発現機構において、粘膜および介在する唾液の粘弾性ないし流動性に基因するものであり、時間的要素の導入が不可欠の条件であることを認めた。したがって粘弾性的性質をもつ床下粘膜と流動性を有する唾液とに対する義歯床の咬合圧による圧縮状態が維持力に影響をおよぼすことは容易に推察し得るところである。また咬合によって義歯床が粘膜に対して圧迫される場合、圧縮の状態は強さだけで規定し得るものではなく、荷重時間を当然考慮に入れなければならない。特に床下粘膜や介在唾液のように、粘弾性的変形や流動を呈する場合において

は荷重時間は非常に重要な因子である。

従来、有床義歯の咬合圧、咀嚼圧に関する研究の中から、測定方法からみて比較的妥当性の高いと思われる研究の、食品咀嚼時における咀嚼圧の強さおよび咬合持続時間を照合してみると研究者や測定条件によつて差があり、咀嚼圧の強さは一側臼歯部において最大 7.2 kg 以上³⁾、9.5 kg⁴⁾、24 kg⁵⁾であり、一方咬合持続時間は実験結果あるいは記録図等から推察するに 0.2 秒~0.8 秒程度であると思われる。

いずれから判断しても通常の咀嚼時における義歯床の床下組織への圧縮状態は強さおよび経過時間からみて比較的広い範囲にわたっているものと推定されるだけに、測定にあたってはこれらの条件を十分考慮する必要がある。

2. 咬合圧縮力の強さが維持力におよぼす影響について

義歯床が粘膜に対して咬合圧迫された後に咬合圧が除かれてから次の chewing stroke の咬合圧によつて離脱力が発現するまでの経過時間の比較的短かい時期、すなわち実際の咀嚼時の条件に近い場合 [0.0~0.3 秒群]、また第 2 報で報告した経過時間からみた維持力減衰曲線

の変化のほぼ停止した時期〔0.5~0.7 秒群〕共に咬合圧縮力とは相関関係がほとんど認められない。これは、顎骨面と義歯床の間に介在する粘膜および唾液層の圧縮および流動の現象が通常の咀嚼圧の強さでは、すでに一定の状態、すなわち一種の限界状態にまで達していることを示唆していると思われる。このような現象は実際の義歯と同様の床面積を有する実験義歯による床下粘膜の被圧縮状態に関する研究⁹⁾にみられるように、通常の咀嚼時における咀嚼圧の強さに比較して非常に弱い力量で圧縮の限界に近い状態を示していることから十分に納得できる現象である。しかしながら、一方、粘膜の被圧縮状態および介在唾液の流動状態は、通常の咀嚼圧の強さに比較して、非常に弱い圧縮を受けた場合においては当然荷重量に比例した状態を呈することは粘弾性体としての粘膜の性状からみても当然の帰結であろう。もちろんこの粘弾性的現象を整然と説明することは生体特有の rheological な変態から考えても不可能であるが、著者らの実験結果の解釈として、現段階では以上のように考えることが最も妥当であるように思う。

3. 咬合圧縮時間が維持力におよぼす影響について

咬合によつて義歯床が粘膜に対し、圧縮される時間が維持力におよぼす影響に関する実験結果は図 7 (c), (d), (e), (f) に示したとおりである。すなわち、荷重時間が維持力におよぼす影響について詳細に検討を行なう目的で荷重の強さを〔0.0~5.0 kg 未満〕群と〔5.0~10.0 kg〕群の 2 群に分け、維持力との相関係数を求めたが、いずれの場合においても相関の有意性が認められない。これは本実験における咬合圧縮力の強さの範囲内では、圧縮時間の長短が有床義歯の維持力にほとんど影響をおよぼさないと同時に、前報において述べたように、通常の咀嚼における咬合圧縮状態、すなわち義歯床下の粘膜の圧縮状態および唾液層の流動状態が一種の限界状態にまで達していることをものがたるものであろう。

しかしながら、床下組織のような粘弾性的性質を呈するものにおいては、荷重量を一定とした場合における荷重時間が被圧縮状態に影響をおよぼすであろうことは容易に推察し得るところであるが、かかる荷重量の範囲内での粘膜、唾液層の変形は本実験における荷重時間、すなわち通常の咀嚼周期の咬合持続時間よりも一段と短い時間内において著明な影響をもつと考えるのが最も妥当であると思われる。

V 結 論

有床義歯の維持力を主として片側性均衡にあずかる要素にしぼつて考えた場合に、一般に義歯床の咬合圧による粘膜への圧迫時期と咬合圧の不均衡成分の傾斜作用による離脱力発現時期との時間的關係により、維持力は大きく異なつてくることを、本題目の第 1 報および第 2 報として報告した。今回は、有床義歯の維持力の発現機転を rheological な現象として考える場合に問題点となる義歯床の咬合圧縮の強さと時間が維持力に及ぼす影響について詳細に検討するために、第 1 報で測定した被験例のなかから中等度の維持力を有する義歯について実験を行なつた。その結果を要約すると次の通りである。

- 1) 咬合圧による義歯床の床下粘膜への圧縮強さと維持力の大きさは、通常の咀嚼時における咀嚼圧の強さの範囲内においては、ほとんど相関関係が認められない。
- 2) 咬合圧による義歯床の床下粘膜への圧縮時間と維持力の大きさとの間にも通常の咀嚼周期からみた圧縮時間についてみるならば相関関係が認められない。

本論文の要旨は、昭和 38 年 10 月、第 47 回日本補綴歯科学会(総会)において発表した。

稿を終るにあたり、御懇篤なる御指導を賜つた北村勝衛教授に深謝する。

参 考 文 献

- 1) 関根弘, 田島篤治, 柳川浩, 高梨恒一, 竹井正章, 遠藤義弘: 有床義歯の維持力について(第 1 報), 補綴誌, 8: 67, 1963.
- 2) 関根弘, 田島篤治, 柳川浩, 高梨恒一, 竹井正章, 遠藤義弘: 有床義歯の維持力について(第 2 報), 補綴誌, 8: 260, 1963.
- 3) Howel, A. H. and Brudevold, F.: Vertical Forces used During Chewing of Food, J. D. Res., 29: 133, 1950.
- 4) Eichner, K.: Aufschlüsse über den Kauvorgang durch elektronische Kaukraftmessungen, D. Z. Z., 19: 415, 1964.
- 5) 溝上隆男, 関根弘, 北村勝衛: 臼歯部における咀嚼圧の時期と負担機構とに関する研究, (抄録), 補綴誌, 8: 135, 1964.
- 6) Kitamura, K., Sekine, H. & Miyashita, T.: Studies on the Relationship between Sinking of the Denture Base through Biting Pressure and Muco-Compressibility, J. D. J., 2: 25, 1965. その他の文献は、前報所載のため省略する。