総義歯装着者の咀嚼機能評価の再検討

Revaluation of masticatory function in denture wearers

○日塔睦雄, 遠藤義樹, 児玉厚三, 虫本栄子, 田中久敏

Mutsuo Nitto, Yoshiki Endo, Kozo Kodama,
Eiko Mushimoto and Hisatoshi Tanaka

岩手医科大学歯学部歯科補綴学第一講座

Dept. of Removable Prosthodontics, Iwate Medical Univ.,
School of Dentistry

1. 緒言

咀嚼運動の調節には、上位中枢からの運動司令情報と種々の末梢効果器からのfeedback情報など多数の情報が関与しており、食物の形状・硬度に応じた咀嚼リズムと咀嚼力を発現している。この末梢における感覚情報としては歯根膜感覚、咀嚼筋の固有感覚、口腔粘膜感覚、および顎関節感覚などがあげられるが、なかでも歯根膜感覚はきわめて重要な役割を演じていることが多くの研究¹⁾²⁾により明らかとされている。

Pleshら³⁾は、上位中枢のパターン発生器で形成された出力信号には、末梢からの感覚情報により変化を受けにくい部分と変化を受けやすい部分があり、この際歯根膜の機械受容器からの咀嚼筋に対するpositive feedbackの影響が強く関与していると考察している。また、山田ら⁴⁾のウサギを用いた研究によれば、咀嚼リズムすなわち咀嚼周期時間を変動させる要因は主として開口相時間の変動であり、閉口相時間は歯根膜などの末梢感覚受容器からのfeedbackにより一定になるように制御されていると推察している。しかしながら、歯根膜感覚をすべて喪失した総義歯装着者においても、円滑な咀嚼リズムを調節していることが知られており、とくに義歯の床下粘膜さらには骨膜などの感覚受容器が代償的にはたらいっているものと考えられている⁵⁾⁶⁾。

演者らは、従来から歯根膜を有しない総義歯装着者の咀嚼運動機能を評価する客観的パラメータを得ることを目的として、正常有歯顎者及び

総義歯装着者における末梢feedback（歯根膜感覚と義歯床下粘膜感覚）の咀嚼筋活動への影響をはじめとする、咀嚼運動についての系統的な検索を行ってきた⁵⁾⁷⁾。すなわち、硬さの異なる被験食品を用いて末梢からの感覚入力を変えた条件下での咀嚼運動について解析した結果、総義歯装着者の咀嚼運動の時間的要素は硬性食品で延長し、その咀嚼周期時間の延長の変動因子は開口相時間とともに咬合相時間の著明な延長に特徴づけられた。そこで本研究では、歯根膜と粘膜のfeedbackの相違に着目し、歯根膜感覚と粘膜感覚がそれぞれ上顎と下顎に別々に存在しており、食物咀嚼時に上顎と下顎から生じる感覚情報が異なることが予想される片顎義歯装着者⁷⁾を被験者として加え、硬さの異なる被験食品を用いて末梢における感覚受容器の相違が咀嚼リズムの調節機序に及ぼす影響について、正常有歯顎者ならびに総義歯装着者と比較・検討を行った。

II. 研究方法

1. 被験者および被験食品

被験者は臨床的に予後良好と判定された総義歯装着者5名（G1）、上顎片顎義歯装着者6名（G2）、下顎片顎義歯装着者6名（G3）および正常有歯顎者15名（G4）とした（図1）。

被験食品は軟性弾性食品のカマボコ（15×15×15mm）ならびに硬性破砕性食品のピーナッツ（3.0g）を用い、ランダムな順序で習慣性咀嚼側において嚥下まで咀嚼させた。

図1 本研究の被験者

2. データの記録ならびに分析方法

咀嚼筋筋電図は、左右側咬筋（Mm）ならびに側頭筋後部（Tp）の4筋から表面電極にて双極導出し、Siognathographによる下顎切歯点部の動経とともに同時記録を行った。データは咀嚼開始後5ストローク目からの10ストロークを対象とし、下顎運動経路の時間的要素、咀嚼筋筋電図の時間的要素ならびに積分電位について計測を行った。データの分析は分散分析法により、主要動因子として被験者群ならびに被験食品を設定し、データの変動に及ぼす主効果ならびにその交互作用効果について統計学的に検討を行った。

III. 結果

1. 咀嚼周期時間について

咀嚼周期時間の計測結果は（図2）、G1が643.7msec、G2が555.9msec、G3が621.6msec、G4が576.6msecとなり、群間に有意差は認められなかった。一方、被験食品ではカマボコ咀嚼で571.5msecであるのに対し、ビーナッツ咀嚼では609.2msecと有意に長い値を示した。また、群と被験食品との交互作用効果ではG1すなわち総義歯装着者のビーナッツ咀嚼において有意に長い値を示したものの、それ以外には差が認められなかった。

2. 開口相時間について

開口相時間の計測結果は（図3）、G1が201.8msec、G2が161.9msec、G3が161.7msec、G4が186.3msecとなり、咀嚼周期時間と同様に総義歯装着者でもっとも長い値を示した。有

図2 咀嚼周期時間の計測結果

上段左：群間の比較

上段右：被験食品間の比較

下段：群と被験食品との交互作用効果

意差は認められなかった。被験食品間をみると、カマボコ咀嚼で177.2msec、ビーナッツ咀嚼で181.1msecとはほぼ同じ値を示し、有意差は認められなかった。これに対して、群と被験食品との交互作用効果では、G1すなわち総義歯装着者のビーナッツ咀嚼で有意な延長を示し、他の被験者群では食品差が認められず、咀嚼周期時間と似たような結果となった。

3. 閉口相時間について

閉口相時間の計測結果は（図4）、G1が195.6msec、G2が187.7msec、G3が216.7msec、G4が209.9msecと下顎片顎義歯装着者でもっとも長い値を示したが、有意差は認められなかった。また、被験食品間ではビーナッツ咀嚼（209.8msec）で長い値を示したものの、カマボコ咀嚼（199.7msec）との間に有意差は認められなかった。加えて、群と被験食品との交互作用効果においても有意差は認められず、閉口相時間では分散分析の結果から、いずれにも有意差が認められなかった。

4. 咬合相時間について

咬合相時間の計測結果は（図5）、G1が24

図3 開口相時間の計測結果
上段左：群間の比較
上段右：被験食品間の比較
下段：群と被験食品との交互作用効果

図4 閉口相時間の計測結果
上段左：群間の比較
上段右：被験食品間の比較
下段：群と被験食品との交互作用効果

6.7msec, G 2 が206.3msec, G 3 が243.2msec, G 4 が180.8msecとなり, G 1 と G 3 で長く有意差が認められた. また, 被験食品間でもビーナッツ咀嚼 (220.2msec) がカマボコ咀嚼 (194.9msec) に比較して有意に延長するのが認められた. 一方, 群と被験食品との交互作用効果では各群ともビーナッツ咀嚼でカマボコ咀嚼よりも延長するものの, 有意差は認められなかった.

5. 咬合相比について

咬合相時間が咀嚼周期時間に占める割合を求めた咬合相比の結果は (図6), G 1 が38.4%, G 2 が36.9%, G 3 が36.9%, G 4 が31.2%と正常有歯顎者のG 4 に比較して義歯装着者の3群で有意に大きな値を示したが, 被験食品間には有意差は認められなかった (カマボコ咀嚼33.8%, ビーナッツ咀嚼35.1%). また, 群と被験食品の交互作用効果をみると, G 3 ではカマボコ咀嚼で大きい値を示したのに対し, G 4 ではビーナッツ咀嚼で大きくなるなど, 群間で異なる傾向を示し有意差が認められた.

6. 筋放電あたりの積分電位について

働側咬筋における筋放電あたりの積分電位の

結果は (図7), G 1 が15.8μVsec, G 2 が28.4μVsec, G 3 が16.0μVsec, G 4 が29.2μVsecとなり, G 2 およびG 4 すなわち上顎片顎義歯装着者と正常有歯顎者における筋活動量はG 1 とG 3 よりも有意に大きな値を示した. また, 被験食品間でみると, カマボコ咀嚼の19.7μVsecに対してビーナッツ咀嚼では27.1μVsecと大きな値を示し有意差が認められた. 加えて, 群と被験食品との交互作用効果でも有意差が認められ, いずれの群においてもビーナッツ咀嚼で大きな値を示したが, G 3 の下顎片顎義歯装着者ではその差が小さかった.

IV. 考察

周期時間の変動は咀嚼リズムの指標と考えられるが, 被験食品の硬さによる各被験者群の咀嚼周期時間の変化は, 上顎・下顎片顎義歯装着者および正常有歯顎者の3群で食品による変化が少なかったのに対し, 総義歯装着者ではカマボコ咀嚼に比較してビーナッツ咀嚼で有意に延長しており食品差が大きく現れた. この結果は, 咀嚼リズムを円滑に制御していくうえでの歯根膜感覚の重要性を再確認させるものであり, 歯

図5 咬合相時間の計測結果
上段左：群間の比較
上段右：被験食品間の比較
下段：群と被験食品との交互作用効果

図6 咬合相比
上段左：群間の比較
上段右：被験食品間の比較
下段：群と被験食品との交互作用効果

根膜をすべて喪失した総義歯装着者では咀嚼リズムの調節が劣っていることが推察される。

下顎運動経路から咀嚼周期時間を開口相時間、閉口相時間および咬合相時間に分割し、周期時間の変動に各時間要素がどのように影響を及ぼしているのかを検討した結果、開口相時間には群と被験食品との交互作用効果に、また咬合相時間には群間および群と被験食品との交互作用効果にそれぞれ有意差が認められた。これに対して、閉口相時間は各被験者群とも食品による変化は少なく、群間および被験食品間いずれにも有意差は認められなかった。咬合相時間が咀嚼周期時間に占める割合を%で求めた咬合相比は、群間および群と被験食品との交互作用効果に有意差を認め、正常有歯顎者では他の3群つまり義歯装着者群に比較して著しく小さく、被験食品による影響をみると総義歯装着者において食品差は小さかった。これらの結果はPleshら³⁾、Morimotoら⁸⁾が述べているように、咀嚼運動のなかでも閉口相時間は安定しており、開口相時間と咬合相時間が延長することによって咀嚼周期時間が延長するという結果と一致し、また、この傾向は硬性食品でより著明になることが明らかとなった。したがって、ヒトの閉口

運動は末梢の感覚受容器からの求心性情報による影響が少なく、上位中枢のパターンジェネレーターにより規則的な運動として制御されていることが推測された。一方、開口相時間および咬合相時間は被験食品や被験者群により差があることから、下顎を閉口してから最大開口位に達するまでの運動過程は末梢からのsensory inputsにより影響を受け、その運動リズムが絶えずコントロールされていることが推測された。さらに、下顎片顎義歯装着者の咬合相時間の延長は必ずしも咀嚼周期時間に影響を及ぼしたとは言えず、咬合相比において正常有歯顎者が有意に小さく、他の3群間に差が認められなかったこと、上顎と下顎の片顎義歯装着者では被験食品による差が逆のパターンを示したことなどから、咀嚼周期時間の変動因子として歯根膜感覚または口腔粘膜感覚の関与も否定できないと考えられた。

また、片側咀嚼時の働側咬筋の筋放電あたりの積分電位をみると、総義歯装着者と下顎片顎義歯装着者に比較して上顎片顎義歯装着者と正常有歯顎者では有意に増大していた。つまり、有歯顎者と上顎片顎義歯装着者では咬筋活動量は大きくて咬合相時間が短いのに対して、総義

図7 筋放電あたりの積分電位の計測結果
上段左：群間の比較
上段右：被験食品間の比較
下段：群と被験食品との交互作用効果

歯装着者と下顎片顎義歯装着者では咬筋活動量が小さくて咬合相時間が長かったことになる。これらの結果について、歯根膜と粘膜の感覚受容器の特性の違いから考察すれば、有歯顎者では閉口筋に対する歯根膜からのpositive feedbackが関与^{9,10)}したために閉口動作がfacilitateされたものと推察される。また、上顎片顎義歯装着者では歯根膜からのpositive feedbackに加えて、口蓋粘膜を完全に被覆した結果、この部位の圧刺激によって生じる開口反射機構^{11,12)}が抑制を受けたために咬筋活動量が増大したものと考えられる。これに対して、下顎片顎義歯装着者では上顎歯根膜からの感覚情報による閉口筋へのpositive feedbackのほかにも、下顎義歯床下粘膜感覚からの開口反射成分の関与も推測することができる。この開口反射成分について、佐々木¹³⁾、Achariら¹⁴⁾は口腔粘膜への機械的刺激によって閉口筋活動の抑制が認められたと報告しており、本研究の下顎片顎義歯装着者では床下粘膜への圧刺激が開口反射成分の関与を誘発したことによる抑制的な制御機構、すなわち一種のnegative feedback効果はあったものと考えられる。一方、総義歯装着者では開口動作へ切り変わるのに床下粘膜が時間

的・空間的に十分な変形を受ける¹⁵⁾ために咬合相時間が延長したと考えることができる。

以上の結果から、咀嚼リズムの調節には末梢性feedback情報は無視できないと考えられ、義歯装着者においてはとくに咬合相時間のパラメータが、咀嚼運動機能評価に有用であることが示唆された。

V. まとめ

咀嚼運動の調節機序に対する被験食品の硬さの違いによる影響は、被験者群により異なることが明らかとなった。すなわち、歯根膜をすべて喪失した総義歯装着者では硬い食品咀嚼時に咀嚼周期時間の延長を認め、それはとくに咬合相時間の著明な延長による結果であることが観察された。これは、義歯床下粘膜が時間的・空間的に十分な変形を受けるために咬合相時間が延長したものと考えられた。一方、歯根膜と義歯床下粘膜が一口腔内に混在する片顎義歯においては、上顎片顎義歯装着者と下顎片顎義歯装着者でその咀嚼運動の調節機序は明らかに異なっていた。すなわち、上顎片顎義歯装着者は有歯顎者とはほぼ同じような結果を示したのに対し、下顎片顎義歯装着者では総義歯装着者あるいは有歯顎者のどちらにも似ていない特徴的な変動を示し、歯根膜感覚のほか義歯床下粘膜の感覚feedbackによる影響が推測された。

また、咀嚼周期時間の変動に及ぼす下顎運動各時間要素の影響を検討した結果、義歯装着者においては咬合相時間の変動が咀嚼機能評価に際して有用なパラメータであることが示唆された。

VI. 文献

- 1) Lund, J.P. and Lamarre, Y.: The importance of positive feedback from periodontal pressoreceptors during voluntary isometric contraction of jaw closing muscles in man, *J Biol Buccale*, 1: 345~351, 1973.
- 2) Mushimoto, E.: The role in masseter muscle activities of functionally elicited periodontal afferents from abutment teeth under overdentures, *J Oral Rehabil*, 8: 441~455, 1981.

- 3) Plesh, O., Bishop, B. and McCall, W. : Effect of gum hardness on chewing pattern, *Exp Neurol*, 92 : 502~512, 1986.
- 4) 山田好秋, 原口尚久, 内田憲二ほか : 咀嚼周期時間を変動させる要因, 日本ME学会専門別研究会通回第40回記念 顎口腔機能研究会抄録, 6~7, 1992.
- 5) 鹿野洋一 : 総義歯装着者の咀嚼機能評価に関する臨床的研究, - 正常有歯顎者と総義歯装着者の咀嚼運動の比較について -, 補綴誌, 34 : 318~332, 1990.
- 6) 遠藤義樹 : 総義歯装着者の咀嚼機能に関する臨床的研究, - 床下粘膜の触・圧感覚の違いが咀嚼筋活動に及ぼす影響 -, 補綴誌, 35 : 318~330, 1991.
- 7) 日塔睦雄 : 上, 下顎Single Denture装着者の咀嚼運動の調節機序に関する筋電図学的研究, 補綴誌, 36 : 404~418, 1992.
- 8) Morimoto, T., Inoue, T., Nakamura, T. et al : Frequency-dependent modulation of rhythmic human jaw movement, *J Dent Res*, 63 : 1310~1314, 1984.
- 9) Thexton, A.J., Hiemae, K.M. and Crompton, A.W. : Food consistency and bite size as regulators of jaw movement during feeding in the cat, *J Neurophysiol*, 44 : 456~474, 1980.
- 10) 中村隆志 : 咀嚼運動調節機構の生理的特性に関する研究, 阪大歯学誌, 32 : 36~55, 1987.
- 11) Thexton, A.J. : Oral reflexes elicited by mechanical stimulation of palatal mucosa in the cat, *Arch Oral Biol*, 18 : 971~980, 1973.
- 12) Morimoto, T., Sakan, I., Inoue, H. et al : Effects of palatal stimulation on muscle spindle activities of masticatory muscles in a cat, edited by Kawamura, Y. and Dubner, R., *Oral-facial sensory and motor functions*, 63~71, Quintessence Publishing, Tokyo, 1981.
- 13) 佐々木啓一 : 開口反射機構における口腔粘膜受容器に関する研究, 歯基礎誌, 26 : 808~823, 1984.
- 14) Achari, N.K. and Thexton, A.J. : A masseteric reflex elicited from the oral mucosa in man, *Arch Oral Biol*, 19 : 299~302, 1974.
- 15) Brill, N. and Tryde, G. : Physiology of mandibular positions, edited by Kawamura, Y., *Physiology of mastication*, 199~237, *Front Oral Physiol*, 1 : Karger, Basel, 1974.