原著論文

煎餅の咀嚼回数を指標とした咀嚼能力評価法による義歯装着効果の評価

本間 済 河野 正司 櫻井 直樹 小林 博

Evaluation of Prosthetic Treatment Using Number of Chewing Strokes until Swallowing of Water Absorbing Rice Crackers

Honma Wataru, Kohno Shoji, Sakurai Naoki and Kobayashi Hiroshi

歯科補綴学的意義

今までに開発されてきた咀嚼能力の評価方法は、その大半が粉碎能力の評価を主体としたもので、煩雑であった。そこで、本研究ではまず目視による咀嚼回数計測の的中度を検討し、次に大学病院においてメンテナンスに移行した義歯装着者の補綴治療効果の評価を試みた。本評価法は、欠損形態別の義歯装着効果の評価が可能であった。また、咀嚼回数の改善率を用いた分析を行うことにより、義歯機能状態の評価が可能であることが示唆された。

抄 録

目的：これまで種々行われてきた咀嚼能力の評価方法は、その大半が粉碎能力評価を主体とした評価法であった。そこで、咀嚼能力を簡易に評価できる方法を用いて、義歯の咀嚼能力評価を試みた。

方法：被検者は、大学病院において一連の補綴治療が終了してメンテナンスに移行した義歯装着者 125 名（男性 71 名、女性 54 名、平均年齢 70.4 ± 15.5 歳）とした。咀嚼回数計測法（吸水性の高い煎餅を用いて初回嚥下までの咀嚼回数を計測する方法）を用い、各被検者をアイヒナーの欠損分類で群分けして、義歯補綴治療効果の検討を行った。

結果：事前に行った筋電図、喉頭運動および嚥下音より明確となる初回嚥下までの咀嚼回数の的中度が高いことを確認後、義歯の装着効果の評価を行い以下の結果を得た。1. 義歯非装着時の咀嚼回数にアイヒナー A 群、B 群、C 群間で有意差が認められた。2. 義歯装着時の咀嚼回数にアイヒナー A 群、B 群、C 群間で有意差は認められなかった。3. 義歯の装着により咀嚼回数の有意な減少が認められた。4. アイヒナー A 群、B 群、C 群の順に咬合支持域数が減少するに伴い、被検者それぞれで異なる初回嚥下までの咀嚼回数で除した値である咀嚼回数の改善率が有意に大きくなった。

結論：本評価法は、欠損形態別の義歯装着効果の評価が可能であった。また、咀嚼回数の改善率を用いた分析を行うことにより、義歯機能状態の評価が可能であることが示唆された。

和文キーワード

咀嚼回数、咀嚼能力、義歯装着効果、咀嚼回数の改善率

I. 緒 言

加齢に伴い欠損歯数は増加することから、高齢社会となった我が国では、多くの高齢者が多数歯欠損状態となっており、歯科補綴治療を受けている¹⁾。この補綴治療によって咬合が形態的に回復された場合に、機能的な面が同時に回復されていることが当然求められてくる。

すなわち、エヴィデンスに基づいた補綴治療を遂行するには装着された補綴装置によってどの程度機能回復しているかの正しい評価が不可欠である。

今までに開発されてきた咀嚼能力評価法は、咀嚼試料の粉碎粒子の分布状態を判定する篩分法^{2,3)}や咀嚼試料の内容物を判定するグミゼリー法⁴⁾、ATP 顆粒吸光度法⁵⁾が報告されている。また、混合能力評価を主とした方法としては、チューイングガム⁶⁾やワックス⁷⁾を用いた方法が報告されている。これに対し、主観的方法として、質問表を用いて被検者の各種食品の摂取状況から咀嚼能力を評価する方法⁸⁾が知られている。このほかに間接的な咀嚼能力評価法として筋電図を用いる方法⁹⁾や顎運動を分析する方法¹⁰⁾、嚥下造影法 (Videofluorography) の支援による食塊形成能力を評価する方法¹¹⁾など多岐にわたる。

II. 研究方法

本研究は新潟大学医学歯学総合病院倫理委員会の承認を受けて行った。

1. 咀嚼回数計測法の的中度

個性正常咬合をもつ成人男子を被検者として、被検食品として特定の煎餅を自由咀嚼してもらい、筋電図学的な初回嚥下までの咀嚼回数のデータと目視による初回嚥下までの咀嚼回数のデータとの的中度を求め、3回試行による平均値を求めた。

1) 被検者

被検者は、咀嚼および嚥下機能に異常を認めず個性正常咬合を有する本学職員、学生のボランティア成人男子5名 (平均年齢 26.5 ± 2.6 歳) とした。なお、5名は全て唾液嚥下時の喉頭の動きを皮膚上から視診、触診により判定可能であることを確認できた者である。

2) 被検食品

食品は、煎餅 (亀田製菓製、さくさくサラダせん、 $49 \times 48 \times 8.8$ mm, 2.66g, 円板状) を用いた。この煎餅は、唾液を吸収しやすく、食塊形成能力の評価が可能と報告されている¹²⁾。

3) 測定項目

図1に示す武川ら¹³⁾に準じた方法で表面筋電図、喉頭運動、嚥下音より嚥下を認識し、表面筋電図により咀嚼回数を計測した。詳細は⁴⁾測定方法の項目に後述する。

(1) 喉頭運動：触診により嚥下時の甲状軟骨の動く範囲を確認し、その最上部の皮膚上に小型圧力センサ PS-1KC (共和電業社) をサージカルテープにて貼付し測定した。

(2) 嚥下音：コンタクトマイク JM0116 (小野測器) を甲状軟骨の外側に両面テープにて貼付し測定した。

(3) 筋活動：片側の咬筋と顎二腹筋前腹から電極間距離 15mm にて、表面電極 (日本光電社製 NT-611U) により双極導出した。導出した筋活動は筋電アンプ (日本光電社製 MGG-6100) を用いて、時定数：0.03sec, High-cut：1kHz とし、2,000 倍に増幅した後、サーマルアレイコーダ (日本光電社製 RTA-1300M) にて記録した。

4) 測定方法

はじめに、水 10ml を 1 回で嚥下する運動を行わせ、喉頭運動の測定に用いる小型圧力センサの貼付位置の決定を行った。すなわち、武川ら¹³⁾の方法に準じた方法で記録紙上で、安静時の波高が 1mm 以下で、かつ水嚥下時の波高が 3mm 以上になるように、センサの貼付位置の微調整を行った。

初回嚥下までの咀嚼回数は、初回嚥下時に被検者に挙手で嚥下を知らせてもらい (認識嚥下)、その時点まで観察者が咀嚼の指標としてオトガイの動きを観察することによって計測した。

5) 分析方法

表面筋電図 (咀嚼回数)、小型圧力センサ (喉頭運動)、コンタクトマイク (嚥下音) の導出データを、サーマルアレイコーダ (日本光電社製 RTA-1300M) で記録し、武川ら¹³⁾に準じた方法で初回嚥下までの咀嚼回数を計測した。すなわち、喉頭運動に関しては、波高が 1.5mm 以上を示す場合を嚥下と判定、さらに波高

図1 The observation on the number of chewing strokes and swallowing by EMG, laryngeal motion and swallowing sound
咬筋と顎二腹筋の筋電図と喉頭運動、嚥下音による咀嚼回数と嚥下の観察

が1.5mm未満であっても咀嚼時とは区別される波形が認められること、嚥下音に関しては、咀嚼音が小さくなったあとに大きい音が認められること、筋電図に関しては、咬筋と顎二腹筋の活動が同期し、かつ持続時間が咀嚼時よりも長い活動が認められること¹⁴⁾、以上3つの基準を満たしている場合も嚥下と判定した。また、並行して同一被検者において観察者のオトガイ部観察による咀嚼回数と被検者が初回嚥下時挙手することによって明確となる初回嚥下までの咀嚼回数を計測し、サーマルアレイコーダ上に記録された初回嚥下までの咀嚼回数を基準として術者の目視による初回嚥下までの咀嚼回数の的中度を以下の数式で求めた。

的中度 = (観察者の目視による初回嚥下までの咀嚼回数 / 筋電図による初回嚥下までの咀嚼回数)

2. 義歯装着効果の評価

大学病院義歯（入れ歯）診療室でメンテナンスに移行した義歯装着者を被検者として義歯装着時と非装着時に被検食品として特定の煎餅を自由咀嚼してもらい、初回嚥下までの咀嚼回数を評価の指標として義歯装着効果および咬合支持の影響を観察した。

1) 被検者

対象は平成16年から17年に新潟大学医歯学総合病院義歯（入れ歯）診療室を受診し、義歯新製後3か月以上経過し、メンテナンスに移行した義歯装着患者125名（男性71名、女性54名、平均年齢70.4 ± 15.5

歳）とした。

被検者は、上下両顎、もしくは上下顎いずれかに可撤性義歯を使用しており、本研究の趣旨を説明して同意が得られた者である。

2) 欠損様式による分類

被検者の欠損様式についてはアイヒナーの分類法¹⁵⁾でクラス分けし、それぞれについて分析を行った。対象となったアイヒナーA群は20名、B群は76名、C群は29名である。

3) 咀嚼能力評価法

今回使用した評価法は、煎餅を咀嚼してもらい、その初回嚥下までの咀嚼回数を計測することによって咀嚼能力を評価する方法である。この方法によると、食塊形成能力に大きく関与する因子である唾液分泌量と舌側貯留率の2つの因子と関連した咀嚼能力の評価が可能であることが明らかになっている¹²⁾。

(1) 被検食品

的中度の判定で用いた食品と同様の煎餅（亀田製菓製、さくさくサラダせん）を用いた。

(2) 咀嚼回数の計測法

煎餅を半分に割り、半円形2枚として被検者に咀嚼してもらった。被検者には煎餅を咀嚼側の制限を与えず、自由に咀嚼させ、被検者自身が初回嚥下したと感じた時を挙手により合図してもらい、それまでに要した咀嚼回数を測定した。

本実験においては、初回嚥下までの咀嚼回数は、初回嚥下時に被検者に挙手で嚥下を知らせてもらい、そ

の時点まで同一術者が咀嚼の指標としてオトガイの動きを観察することにより計測した。

4) 義歯補綴治療効果の評価

咀嚼実験は、最初に義歯非装着時の状態で咀嚼回数を計測後、食塊をすべて嚥下させ、食片の残留がなくなるように水で含嗽させた。その後、義歯を装着してもらい、同様の咀嚼回数計測を行った。

義歯装着による咀嚼回数の変化から義歯装着の効果の評価するため、以下の評価項目を設定した。

まず、義歯装着時と非装着時の咀嚼回数の差を回数差として求めた。また、咀嚼回数は個人間で相違が認められるため、義歯非装着時の咀嚼回数に対する回数差の割合を改善率として以下の数式を求め、相対評価を行った。

回数差 = 義歯非装着時咀嚼回数 - 義歯装着時咀嚼回数 (回)

改善率 = (回数差 / 義歯非装着時咀嚼回数) × 100 (%)

5) 統計学的手法

関連 2 群の差の検定には条件に応じて paired t-test もしくは Wilcoxon signed rank test を用いた。独立多群の差の検定には条件に応じて一元配置分散分析もしくは Kruskal-Wallis test を用い、post-hoc test として Scheffe 法を用いた。なお、有意水準は $\alpha = 0.05$ とした。統計計算処理は StatView.ver5.0 (ABACUS, Concept 社製, 米国) により行った。

III. 結 果

1. 咀嚼回数計測法の的中度

表 1 に示すように、咬筋と顎二腹筋の筋電図と喉頭運動および嚥下音から、明確となる初回嚥下までの咀嚼回数と、術者のオトガイ部観察および被検者に挙手してもらうことによって明確となる初回嚥下までの咀嚼回数との的中度は 0.98 ± 0.02 であった。

2. 義歯装着の効果について

1) 義歯非装着時咀嚼回数

アイヒナー分類ごとに義歯非装着時咀嚼回数を検討すると、A 群では平均 43.9 ± 14.7 回、B 群では平均 48.1 ± 18.8 回、C 群では平均 58.0 ± 22.7 回で、一元配置分散分析で有意差を認め、多重比較検定にてアイヒナー A 群と C 群間で 5% 以下の危険率で有意差を

表 1 The predictive value of the number of chewing stroke
咀嚼回数の的中度

n=3	
Subject	Predictive value
A	0.95 ± 0.05
B	0.99 ± 0.02
C	0.99 ± 0.02
D	1.0 ± 0.0
E	0.97 ± 0.01
Total	0.98 ± 0.02

表 2 Number of chewing strokes with and without denture in subjects based on Eichner's classifications
咀嚼回数の的中度

	Without	With	Significance of without-with difference Wilcoxon signed-ranks test
n			
A group 20	43.9 ± 14.7	35.6 ± 15.1	$p = 0.0011$
B group 76	48.1 ± 18.8 *	34.7 ± 13.6	$p < 0.0001$
C group 29	58.0 ± 22.7	37.7 ± 11.8	$p < 0.0001$
ANOVA	$p = 0.0235$	$p = 0.5914$	
Total 125	49.7 ± 19.6	35.5 ± 13.4	$p < 0.0001$

Scheffe's test : * : $p < 0.05$

認めた (表 2)。

2) 義歯装着時咀嚼回数

アイヒナー分類ごとに義歯装着時咀嚼回数を検討すると、A 群では平均 35.6 ± 15.1 回、B 群では平均 34.7 ± 13.6 回、C 群では平均 37.7 ± 11.8 回で、3 群間で有意差を認めなかった (表 2)。

3) 回数差

全被検者 125 名中 120 名の被検者は義歯使用により、初回嚥下までの咀嚼回数が減少した。しかし、義歯装着によって咀嚼回数が増加した被検者は 3 名 (アイヒナー A2 群, A3 群, B1 群の各 1 名)、変化しない被検者が 2 名 (アイヒナー A2 群, B1 群の各 1 名) 存在した (表 3)。

(1) アイヒナー 3 群における評価値

アイヒナー分類ごとに回数差を検討すると、A 群では平均 8.4 ± 9.8 回、B 群では平均 13.4 ± 11.7 回、C 群では平均 20.3 ± 15.1 回で、一元配置分散分析で有意差を認め、多重比較検定にてアイヒナー A 群と C 群間で危険率 1% 以下、B 群と C 群間で危険率 5% 以下で有意差を認めた。また、Wilcoxon signed rank

表3 Difference of chewing strokes in the subjects based on the Eichner's classifications
アイヒナー分類別の回数差

Classifications		Full classifications		
A group (n=20)	8.4 ± 9.8	}	A2 group (n=16)	10.1 ± 9.8
			A3 group (n=4)	1.5 ± 6.6
B group (n=76)	13.4 ± 11.7	}	B1 group (n=17)	6.5 ± 10.4
			B2 group (n=17)	11.2 ± 8.7
			B3 group (n=20)	16.2 ± 10.5
			B4 group (n=22)	18.0 ± 13.3
C group (n=29)	20.3 ± 15.1	}	C1 group (n=10)	23.4 ± 17.2
			C2 group (n=15)	18.2 ± 15.2
			C3 group (n=4)	20.3 ± 9.9
Total			n = 125	14.2 ± 12.8
ANOVA	p = 0.0034			p = 0.0016

Scheffe's test : * : p < 0.05
** : p < 0.01

test によりアイヒナー A 群 (p = 0.0011), B 群 (p < 0.0001), C 群 (p < 0.0001) 全ての群において咀嚼回数が義歯装着により有意に減少し, 咬合支持域数が減少するのに従って, 義歯装着による咀嚼回数の減少傾向を認めた。

(2) アイヒナー詳細分類における評価値

アイヒナー詳細分類別の回数差については, 一元配置分散分析で有意差を認めた。平均値の比較により, アイヒナー A3 < B1 < A2 < B2 < B3 < B4 < C2 < C3 < C1 の順で回数差の増加傾向が認められた。

4) 改善率

(1) アイヒナー 3 群における評価値

回数差を義歯非装着時咀嚼回数で除することによって標準化し, 改善率として分析した全被検者の値を表 4 に示す。

アイヒナー分類別にみると, A 群では, 義歯装着による咀嚼回数の改善率は平均 19.1 ± 16.6%, B 群では平均 25.4 ± 16.4%, C 群では平均 32.1 ± 15.0% で, 一元配置分散分析で有意差を認め, 多重比較検定にてアイヒナー A 群と C 群間で危険率 5% 以下で有意差を認めた。

(2) アイヒナー詳細分類における評価値

アイヒナーの詳細分類別の改善率については, 一元配置分散分析で有意差を認めた。平均値の比較により, A3 < B1 < A2 < B2 < B3 < C3 < C2 < B4 < C1 の順で改善率の増加傾向が認められた。

表4 Improvement rate of chewing strokes in the subjects based on the Eichner's classifications
アイヒナー分類別の改善率

Classifications		Full classifications	
A group (n = 20)	19.1 ± 16.6	}	A2 group (n = 16) 22.5 ± 16.1
			A3 group (n = 4) 5.4 ± 11.2
B group (n = 76)	25.4 ± 16.4	* }	B1 group (n = 17) 16.1 ± 16.8
			B2 group (n = 17) 23.1 ± 13.7
			B3 group (n = 20) 28.3 ± 15.7
			B4 group (n = 22) 32.0 ± 15.9
C group (n = 29)	32.1 ± 15.0	}	C1 group (n = 10) 32.9 ± 18.2
			C2 group (n = 15) 31.8 ± 14.8
			C3 group (n = 4) 31.6 ± 8.9
Total		n = 125	26.0 ± 16.5
ANOVA	p = 0.0212		p = 0.0006

Scheffe's test : * : p < 0.05

IV. 考 察

1. 研究方法について

補綴治療の評価を行う際には, 装着した義歯の機能評価が簡便に行えることが望ましいことはいうまでもない。本研究で使用した咀嚼回数計測法¹²⁾は義歯の機能評価を簡便に行うのに適した評価法であるが, その臨床評価は十分ではない。そこで大学病院でメンテナンスを受けている義歯装着者を対象として臨床評価を試みた。

1) 被検者について

本研究で義歯装着効果の評価を行った被検者は, 新潟大学医歯学総合病院義歯(入れ歯)診療室において, 補綴専門医により定期的なメンテナンスを受けている義歯装着者であるため, 要治療部が存在せず, 装着義歯に専門医が診て考えうる限り問題が存在していない被検者である。

2) 被検食品について

嚥下直前の食塊形成には, 食物が必要十分に粉碎され, 歯列舌側の口腔内に存在し, 必要量の唾液分泌¹⁶⁾が要件となってくる。これらの要件が満たされると嚥下に至る¹⁷⁾わけで, 同一個人内における嚥下までの咀嚼回数は再現性の高い定量的数値である¹⁸⁾。このような観点から唾液と混和されて食塊を形成し易い性状を持つ食物の初回嚥下までの咀嚼回数は, その個人の食塊形成能力を表す 1 つの評価値となると考えられる。

3) 嚥下および咀嚼回数の判定について

武川ら¹³⁾は唾液嚥下時の喉頭の動きを、皮膚上から視診、触診により確認できるか否かという指標に基づき、被検者17名を3群に分類し、筋電図、喉頭運動および嚥下音から嚥下の判定についての検討を行っている。それによると、視診、触診両者においても唾液嚥下時の喉頭の動きが判定不能である場合は非常に嚥下認識率が低くなるが、視診、触診両者の判定が可能な場合は100%の嚥下認識率を認めたとの報告を行っている。

本研究で咀嚼回数計測法の的中度の検討を行った被検者は、唾液嚥下時の喉頭の動きを皮膚上より視診、触診により確認できることの判定を行っているため、初回嚥下時の判定精度は高いものと考えられる。そのため、今回の成人男子5名における筋電図学的な初回嚥下までの咀嚼回数のデータと目視による初回嚥下までの咀嚼回数のデータとから求めた的中度 0.98 ± 0.02 は、観察者の目視による咀嚼回数の測定が非常に高い精度であることを示した。

このことより、義歯装着効果の評価においては挙手による認識嚥下およびオトガイ部の動きを観察することにより、初回嚥下までの咀嚼回数を判定した。

4) 回数差と改善率について

河村ら¹⁸⁾は、同一量で同一食品を摂取した時の咀嚼回数(嚥下閾)は被検者ごとに差が認められるが、各被検者においてほぼ一定であると報告している。このことより、嚥下閾の影響を可及的に減じるために各個人それぞれの義歯装着・非装着の初回嚥下までの咀嚼回数の差である回数差の指標のみでなく、回数差を各被検者ごとの初回嚥下までの咀嚼回数(嚥下閾)で除した値である改善率の指標を用いて、相対評価を試みた。

2. 義歯装着効果について

1) アイヒナー3群における義歯非装着時咀嚼回数について

義歯非装着時咀嚼回数の平均値による比較の結果は表2に示す様にアイヒナーA群<B群<C群の順で咀嚼回数の増加が認められ、多重比較検定によりアイヒナーA群とC群間で有意差を認めた。Kawamuraら¹⁹⁾はピーナッツを用いて大白歯欠損者の咀嚼回数が、健常者と比較して多いことを報告しており、本研

究において用いた煎餅の咀嚼においても、咬合支持の減少により咀嚼回数の増加が認められ、同様の結果であった。多重比較検定によりアイヒナーA群とC群間で有意差を認めたことから明らかなように、咬合支持の有無が咀嚼能力に大きな影響を与えていると考えられる。

2) アイヒナー3群における義歯装着時咀嚼回数について

義歯装着時咀嚼回数の平均値による比較の結果は表2に示す様にA群35.6回、B群34.7回、C群37.7回とほとんど差を認めず、3群間で有意差も認めなかった。このことは、多数歯欠損者である少数咬合支持域保有者群と少数歯欠損者である多数咬合支持域保有者群間で義歯補綴治療により咀嚼回数に差が認められなくなったことを意味しており、可撤性有床義歯欠損補綴の有用性を示していると考えられる。

3) 回数差について

(1) 義歯装着により咀嚼回数が減少しない被検者について

全被検者のうち4%(125名中5名)が義歯装着によって咀嚼回数が減少しなかった。そのうち増加した被検者は3名(アイヒナーA2群、A3群、B1群の各1名)、変化しない被検者が2名(アイヒナーA2群、B1群の各1名)存在した。A群が3名、B群とくにB1群から2名と全被験者125名中欠損の小さい被検者のみに集中した。このことは、本評価法は多因子影響下の嚥下閾を評価の指標としているため、口腔内状況や補綴処置の構造等の他の因子による影響により少数欠損補綴処置の効果が現れにくかったことが原因と考えられ、今後さらに追求していかなければならない課題であると考えている。

(2) アイヒナー分類における評価値について

アイヒナーA群、B群、C群それぞれにおいて義歯装着により有意に咀嚼回数の減少が認められた。A群($p=0.0011$)に対してB群・C群($p<0.0001$)においては特にその傾向が大きかった(表2)。このことは、アイヒナーB・C群などの欠損がある程度大きな群になるほど、義歯装着により咀嚼が行いやすくなり咀嚼能力が高くなったことを示唆していると考えられる。

また、表3に示すようにアイヒナー詳細分類の平均値の比較により、一部の例外は認められるものの咬合支持の減少に伴い回数差の増加を認めている。このこ

とからも、咬合支持数（噛みあう歯の組み合わせの数）が食物の咀嚼し易さに影響する大きな要因になっていることが示された。

4) 改善率について

(1) アイヒナー分類における評価値について

表4に示す様にアイヒナー A 群、B 群、C 群の順に咬合支持域数が減少していくと、義歯装着による改善率は有意に向上している。この結果は咬合支持域の減少に伴い、補綴歯数も増加している症例において、義歯による補綴処置が、咀嚼能力の向上に大きく寄与していることを示している。

また、同じく表4に示すようにアイヒナー詳細分類の平均値の比較により、一部の例外は認められるものの咬合支持の減少に伴い改善率の増加を認めている。このことから咬合支持域数（噛みあう歯の組み合わせの数）が食物の咀嚼し易さに影響する大きな要因になっていることが示された。

これまで、咀嚼能力の評価として咀嚼回数を検討した報告は少ないが、Gunne²⁰⁾ は、ゼラチンを被検食品として本研究と同じように咀嚼回数を計測する方法で下顎両側遊離端義歯製作前後について咀嚼能力を分析し、義歯装着による改善率は16.2%であったと報告している。本研究の改善率は、B2 群が23.1%でB3 群が28.3%であり、Gunne の報告より良い結果であった。

5) 回数差と改善率の比較について

本咀嚼回数計測法は補綴歯数の影響が少なく、義歯を含めた全歯列で十分に咀嚼可能になると、アイヒナー3群間で咀嚼回数に差が認められなかった(表2)。また、3群内で義歯非装着時咀嚼回数から義歯装着時咀嚼回数を引いた値である回数差においてアイヒナー C 群、B 群、A 群の順で大きな差が認められたが(表3)、義歯非装着時咀嚼回数も同じ傾向で差が認められた。よって同じ傾向の値を同じ傾向の値で除しているため、改善率において3群間では回数差に比べ有意差が出にくくなったものと考えられる。また、本被検者群は大学病院義歯（入れ歯）診療室で義歯新製後3ヶ月以上経過しメンテナンスに移行した被検者であり、義歯が良好に口腔内で機能している群であると考えられるため、義歯装着の効果に義歯の大小での差が出難かったと推察される。今後様々な条件の被検者群を設定し大数による更なるデータ収集に努める所存である。

3. 本計測法の特長について

過去の咀嚼能率測定を行った研究はいずれも非吸水性硬性食品（試料）を使用しており、歯牙欠損が広範に及ぶ被検者の義歯非装着時の測定が困難であった。そのため、そのような粉碎能力評価を行なう咀嚼能力評価法においては、必然的に、義歯補綴治療効果を調べる場合、同一被検者の義歯装着、非装着についてではなく義歯装着被検者と健全歯列者との比較を行っている。しかしながら、本研究に用いた煎餅は無歯顎患者が義歯非装着で咀嚼することが可能である程、吸水して軟質な性状に変化し、いずれの被検者でも義歯装着、非装着時の比較が可能であった。このことは、本測定法に用いた煎餅は通常の粉碎による食塊形成と異なり、粉碎過程が短く、唾液と混和して食塊形成に早期に移行するためであると考えられる。

ヒトはどんなに細かい粉碎粒子であっても乾燥状態であると嚥下に至ることはできず、必要量の唾液との混和により形成された食塊（bolus）が嚥下閾以下の表面性状に到達することで嚥下が誘発される¹⁷⁾。このことから本評価法で表される数値は食塊形成能力を表す定量的評価値¹²⁾であると考えられる。

また生体の生理的活動において、嚥下を前提としない咀嚼運動は存在せず、その点からも本計測法は被検食品（試料）を口腔外に回収することを前提としない計測法であるため、食物認識、食物摂取、咀嚼、食塊形成、嚥下といった一連の生理運動の中で評価可能な方法であり、他の評価法と異なる優れた点である。

V. 結 論

我々が考案した咀嚼回数計測法を用いた補綴治療の評価を行った研究から以下のことが明らかとなった。

1. 咀嚼回数計測法の的中度は 0.98 ± 0.02 であった。
2. 義歯非装着時の咀嚼回数にアイヒナー A 群、B 群、C 群間で有意差が認められた。
3. 義歯装着時の咀嚼回数にアイヒナー A 群、B 群、C 群間で有意差は認められなかった。
4. 義歯の装着により、アイヒナー A、B、C 群の被検者において咀嚼回数の有意な減少が認められた。その傾向はアイヒナー B、C 群において特に大きかった。

5. 被検者の欠損がアイヒナー A 群, B 群, C 群と大きくなるに従い, 回数差, 改善率の増加が認められ, 咬合支持域数が減少するほど義歯装着効果の大きいことが明らかとなった.

6. 回数差はアイヒナー A 群 8.4 回, B 群 13.4 回, C 群 20.3 回であった.

7. 改善率はアイヒナー A 群 19.1%, B 群 25.4%, C 群 32.1%であった.

文 献

- 1) 厚生省健康政策局歯科保健課編. 平成 11 年歯科疾患実態調査報告—厚生省健康政策局調査 28 133-135, 東京: 口腔保健協会, 2001.
- 2) Manly RS, Braley LC: Masticatory performance and efficiency. *J Dent Res* 29: 448-462, 1950.
- 3) Ohara A, Tsukiyama Y, Ogawa T et al. A simplified sieve method for determining masticatory performance using hydrocolloid material. *J Oral Rehabil* 30: 927-935, 2003.
- 4) 梅原亜紀, 野首孝祠, 安井 栄ほか. 全部床義歯装着患者において試験用グミゼリーを用いる咀嚼能率診査法の改良. 補綴誌 41: 850-855, 1997.
- 5) 増田元三郎. ATP 顆粒剤を用いた吸光度法による新しい咀嚼能力測定法 第 3 報 上顎義歯装着者と健全歯列者, 総義歯装着者の咀嚼能力の検討. *日口科誌* 32: 498-508, 1983.
- 6) 平野滋三, 高橋保樹, 渡辺一騎ほか. 色変わりチューインガムによる義歯装着者の咀嚼能力測定の試み. 補綴誌 45: 730-736, 2001.
- 7) Sato H, Fueki K, Sueda S et al. A new and simple method for evaluating masticatory function using newly developed artificial test food. *J Oral Rehabil* 30: 68-73, 2003.
- 8) 山本為之. 総義歯臼歯部人工歯の配列について (2) —特に反対咬合について—. 補綴臨床 5: 395-400, 1972.
- 9) Kapur KK: Studies of biologic parameters for denture design. Part I. Comparison of masseter muscle activity during chewing of crisp and soggy wafers in denture and dentition groups. *J Prosthet Dent* 33: 242-249, 1975.
- 10) Woelfel JB, Hickey JC, Allison ML. Effect of posterior tooth form on jaw and denture movement. *J Prosthet Dent* 12: 922-939, 1962.
- 11) 加藤一誠, 河野正司, 新井映子ほか. Videofluorography の支援による有床義歯補綴治療. 補綴誌 44: 625-632, 2000.
- 12) 本間 済, 河野正司, 武川友紀ほか. 煎餅を用いた食塊形成能力からみた咀嚼能力評価法. 顎機能誌 10: 151-160, 2004.
- 13) 武川友紀, 河野正司, 岩片信吾ほか. 嚥下行動の認識についての検討. 顎機能誌 7: 110-111, 2001.
- 14) 相澤秀夫, 佐々木啓一, 渡辺 誠. 自発嚥下時における顎筋, 舌骨筋群活動の時系列的検討. 補綴誌 45: 582-591, 2001.
- 15) Körber K (田端恒雄, 河野正司, 福島俊士). *Zahnärztliche Prothetik* (ケルバーの補綴学 第 1 巻 135-139, 東京: クインテッセンス出版, 1982), 1975.
- 16) 楠元正一郎. 食物咀嚼におよぼす唾液分泌量の影響—食塊水分量と嚥下閾—. *明海大歯誌* 28: 40-48, 1999.
- 17) Prinz JF, Lucas PW. Swallow threshold in human mastication. *Arch Oral Biol* 40: 401-403, 1995.
- 18) 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 食物粉砕度と嚥下閾. *歯界展望* 16: 1039-1046, 1959.
- 19) Kawamura Y, Nobuhara M. Studies on masticatory function II. The swallowing threshold of persons with normal occlusion and malocclusion. *Med J Osaka Univ* 8: 241-246, 1957.
- 20) Gunne HS. The effect of removable partial dentures on mastication and dietary intake. *Acta Odontol Scand* 43: 269-278, 1985.

著者連絡先: 本間 済

〒 951-8514 新潟市学校町通 2-5274

TEL: 025-227-2894

FAX: 025-229-3454

E-mail: wataru@dent.niigata-u.ac.jp

Evaluation of Prosthetic Treatment Using Number of Chewing Strokes until Swallowing of Water Absorbing Rice Crackers

Honma Wataru, Kohno Shoji, Sakurai Naoki and Kobayashi Hiroshi

Division of Removable Prosthodontics Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

J Jpn Prosthodont Soc : 50 : 219-227, 2006

ABSTRACT

Purpose : Various methods of evaluating the ability of mastication have been reported, most of which involve evaluating of the ability to comminute foods. In this study, a new method of evaluating the ability of mastication focusing on bolus formation was applied to denture wearers.

Methods : One hundred and twenty-five subjects (71 males and 54 females) using removable dentures and receiving follow-up in the Niigata University Hospital were selected. This group was categorized by Eichner's classification, and investigated for the effect of prosthetic treatment by counting the number of chewing strokes until the first swallow of rice crackers.

Results : It was clarified that the number of chewing strokes until the first swallow counted by visual observation agreed well with the number of chewing strokes counted by electromyogram wave of masseter muscle, laryngeal motion, and swallowing sound, as a preparatory experiment. Using the method of counting chewing strokes by visual observation, the effect of prosthetic treatment was evaluated, and the results were as follows. 1) There is a significant difference in the number of chewing strokes without dentures between the Eichner A group, B group, and C group. 2) There was no significant difference in the number of chewing strokes with dentures among the three groups. 3) A significant decrease in the number of chewing strokes was proven by the use of removable dentures. 4) Both the improvement rate of chewing strokes (the ratio of the number of chewing strokes with dentures until the first swallow to that without dentures) and the difference of chewing strokes increased significantly in the order of Eichner A, B, and C.

Conclusion : It was clarified that the effect of prosthetic treatment can be quantitatively evaluated by counting the chewing strokes of rice cracker. Moreover, it was suggested that the condition of prosthetic treatment can be evaluated by analyzing the improvement rate of chewing strokes.

Key Words

number of chewing strokes, ability of mastication, effect of removable prosthetic treatment, improvement rate of chewing strokes