

総義歯装着者における軟性裏装材の機能的効果に関する研究

高間木 祐一

岩手医科大学歯学部歯科補綴学第一講座

(指導 : 田中 久敏 教授)

(受付 : 1999年2月15日)

(受理 : 1999年3月4日)

Abstract : Functional effect of a resilient denture liner was determined in the complete denture prosthesis. Five complete denture wearers were used as subjects (average age 69.6 years). Experimental dentures were relined using resilient denture liner of two different thicknesses (1.4 mm and 2.8mm). Tapping movement was studied in order to quantify, in 3 dimensions, the functional effect using strong and light tapping. EMG was used to measure masticatory muscle activity.

Results :

1. Regardless of tapping strength, the thicker (2.8mm) liner tended to move the mandible anteriorly during tapping.
2. Tapping point instability and variation was more apparent with the thicker (2.8mm) liner, and light tapping showed greater lateral variation.
3. Integrated muscle activity of the posterior temporal muscle was reduced and the masticatory muscle pattern was changed.
4. Shock absorption at the mentum increased significantly in both liner thicknesses. However, there was no differentiation between the thicker and thinner liners.
5. A correlation between the shock acceleration and the amount of the muscular activity was tended to decrease according to the thickness of the resilient liner.

The above data showed that the resilient denture liner influences not only functional muscle activity, but also changes the tapping point stability and variation during tapping movement.

Key words : resilient denture liner, tapping movement, masticatory function, complete denture

Effect of Resilient Denture Liners on the Masticatory Function in Complete Denture Wearers

Yuuichi TAKAMAGI

(Department of Removable Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University, Morioka, 020-8505 Japan)

(Director : Prof. Hisatoshi TANAKA)

岩手県盛岡市中央通1丁目3-27 (〒020-8505)

Dent. J. Iwate Med. Univ. 24 : 16-27, 1999

緒 言

20世紀の医学の進歩は日本人の平均寿命を著しく延長させたが、歯の寿命は8020運動の懸命な展開にも拘らず期待ほどではなく、高齢者の増加とともに義歯治療のニーズは決して減少していない¹⁾。

高齢無歯顎者の口腔においては、咀嚼系の加齢変化²⁾や歯の喪失³⁾およびQualityの低い義歯^{4, 5)}による咀嚼筋力の低下、これに続く顎骨の脆弱化^{6, 7)}、粘膜組織の萎縮や菲薄化傾向⁸⁾は避けがたく、必ずしも顎堤は義歯を介して伝達される咬合力を適切に支持できる状態にあるとはかぎらない。

このような受圧能力の低下した粘膜に対しては、衝撃力を緩和し、分散^{9~11)}する力学効果を備えた軟性裏装材の使用が粘膜疼痛を緩和できると考えられ、Boucher¹²⁾も治療経過の短期間に軟性裏装材を適用することを推奨し、これまで各種の裏装材が開発されてきた。最近では、中長期的に使用することを目的とした軟性裏装材が開発¹³⁾され、高橋¹⁴⁾は使用前後の顎機能評価から咬合力や咀嚼値の増大を認め、咀嚼機能向上に貢献することを報告している。

しかし、軟性裏装材の使用が義歯の動揺、偏位、沈下といった不益な変化^{15, 16)}、咀嚼機能の低下¹⁷⁾を招くとの指摘もあり、その効果には疑問も少なくない。従って、軟性裏装材の安易な利用は生体に増悪因子となる可能性も否定できない。

本研究では、総義歯への軟性裏装材の使用が下顎位や顎筋活動に及ぼす影響を明らかにする

ことを目的に、厚さの異なった軟性裏装材について検討した。

研究 方法

1. 被検者

被検者は、本学第一補綴科にて上下顎総義歯を作製し、装着後1年以上良好に経過した者の中から、顎口腔系に異常がなく、Kapurの評価¹⁸⁾から顎堤粘膜の状態が良好で、下顎顎堤粘膜の厚さを計測し、菲薄化や肥厚化を認めなかった5名(男性1名、女性4名、平均年齢69.6歳)を選択した(Table 1, 2)。また実験に先立ち、被検者には本研究の目的と内容を十分に説明し、同意を得た。

2. 軟性裏装義歯の作製

コントロール義歯は現在使用中の義歯とし、その複製義歯から軟性裏装義歯を作製した。軟性裏装材には加熱重合型シリコン系裏装材Molloplast-B[®] (Molloplast Regneri & Co. KG)を用い、厚さは1.4mm, 2.8mm(以下1.4mm, 2.8mm)の2種類とした。複製義歯を重合用フラスコに埋没後、分割時に軟性裏装材の填入するスペースを確保するため、粘膜面を直径1.4mmの歯科用ラウンドバー(マイジンガーインストルメントIL/ISO#014)にてガイディンググループをそれぞれ1.4mmと2.8mmの深さに形成し、歯科用カーバイドバー(ISO#045, #060)にて均一に削除した。削除後、メーカー指示にしたがって接着剤を塗布、軟性裏装材を填入し、300kpにて15分間加圧後、100℃にて60分間重合を行った。完成した軟性裏装義歯は咬合器にリマ

Table 1. Condition of subjects. (n = 5)

Age (age)	Period of edentulousness (years)	Age of current denture (years)	Kapur's clinical evaluation (score)
69.6 ± 3.8	13.4 ± 8.8	1.6 ± 0.7	18.8 ± 0.8

Mean ± S. D.

Kapur's clinical evaluation :
score of < 14 : Poor
score of 14-17 : Satisfactory
score of > 17 : Good

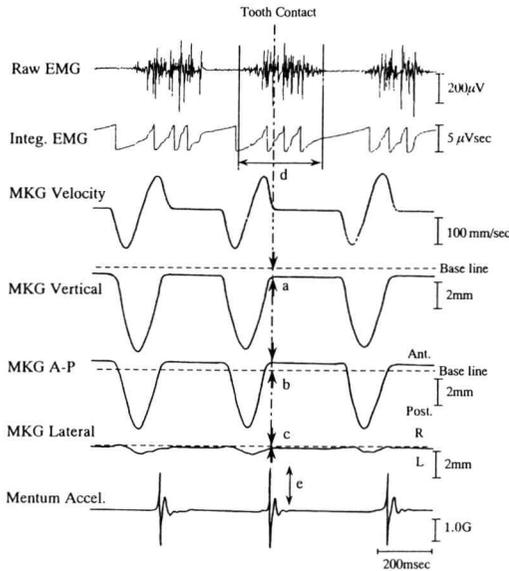


Fig. 1. Analysis of parameter

- 1) Tapping point
 - a : Vertical, b : Anterior-Posterior,
 - c : Lateral
- 2) Integrated EMG
 - d : Integrated EMG of entire burst activity
- 3) Accelerometer
 - e : Acceleration at the Mentum

ウントし、義歯製作時のエラーを除去するために咬合調整を行った。

3. 被検運動ならびに記録方法

被検運動には、強弱の強さを指定し、速さは任意に任せたタッピング運動（以下強いタッピング：Strong tapping, 弱いタッピング：Light tapping）をそれぞれ60回ずつ行わせ、筋電図と下顎運動経路を同時記録した。

筋電図は、ポリグラフ（NEC メディカルシステムズ社製 ポリグラフ361システム）を用いて、両側咬筋浅層中央部、側頭筋前部および後部の表面筋電図を、下顎運動はMandibular Kinesigraph K 6-I（Myo-Tronics Research社製、以下MKG）による下顎切歯点部の運動経路と、オトガイ部に貼付した加速度ピックアップ（リオン社製 PV-90B）の衝撃波形とと

もに、データレコーダー（TEAC社製 SR-71）に同時記録した。

加速度ピックアップは、オトガイ部に即時重合レジンにて皮膚上の形態に整形後、サージカルテープを用いて垂直方向に平行に貼付した。

データの記録は、まず実験開始時にコントロール義歯装着時の被検運動を記録した後、2種類の軟性裏装義歯（1.4mm, 2.8mm）の装着順序をランダム表にしたがい、1.4mmあるいは2.8mmのどちらかの軟性裏装義歯を装着させ、慣化1週間後に被検運動を記録した。その後、相互に影響を与えないよう1週間のコントロール義歯の装着期間を設けたのち、異なる厚さの軟性裏装義歯を装着し、慣化1週間後に被検運動を記録した。

筋電図データは原波形と積分オートリセット波形（NEC メディカルシステムズ社製積分ユニット1322型）を、下顎運動曲線、衝撃波形とともにサーマルアレイレコーダーにて電磁シロペーパー（日本光電社製 RAT-1300）上に掃引速度100mm/secで再生した。

4. 計測項目

計測は、タッピング運動開始後5ストローク目からの連続10ストロークを対象として、オシロペーパー上で行った（Fig. 1）。下顎切歯点部のタッピングポイントの位置の計測は、咬合接触時点の前後軸、左右軸、上下軸各波形の基線、すなわち中心咬合位からの距離を計測し、筋電図の計測は各筋の筋放電時の積分電位を計測した。

計測項目は、1) 下顎切歯点部におけるタッピングポイントの位置（前後、左右、上下の各軸）、2) タッピング運動時の積分電位、3) 衝撃加速度とした。分析項目は、タッピングポイントの位置（中心咬合位からの平均的3次元移動量）と収束性、積分電位の平均と変動、衝撃加速度の平均とした。なおタッピングポイントの収束性には、標準偏差（Standard deviation, 以下SD）、また積分電位の変動⁹⁾には変異係数（Coefficient of variation, 以下

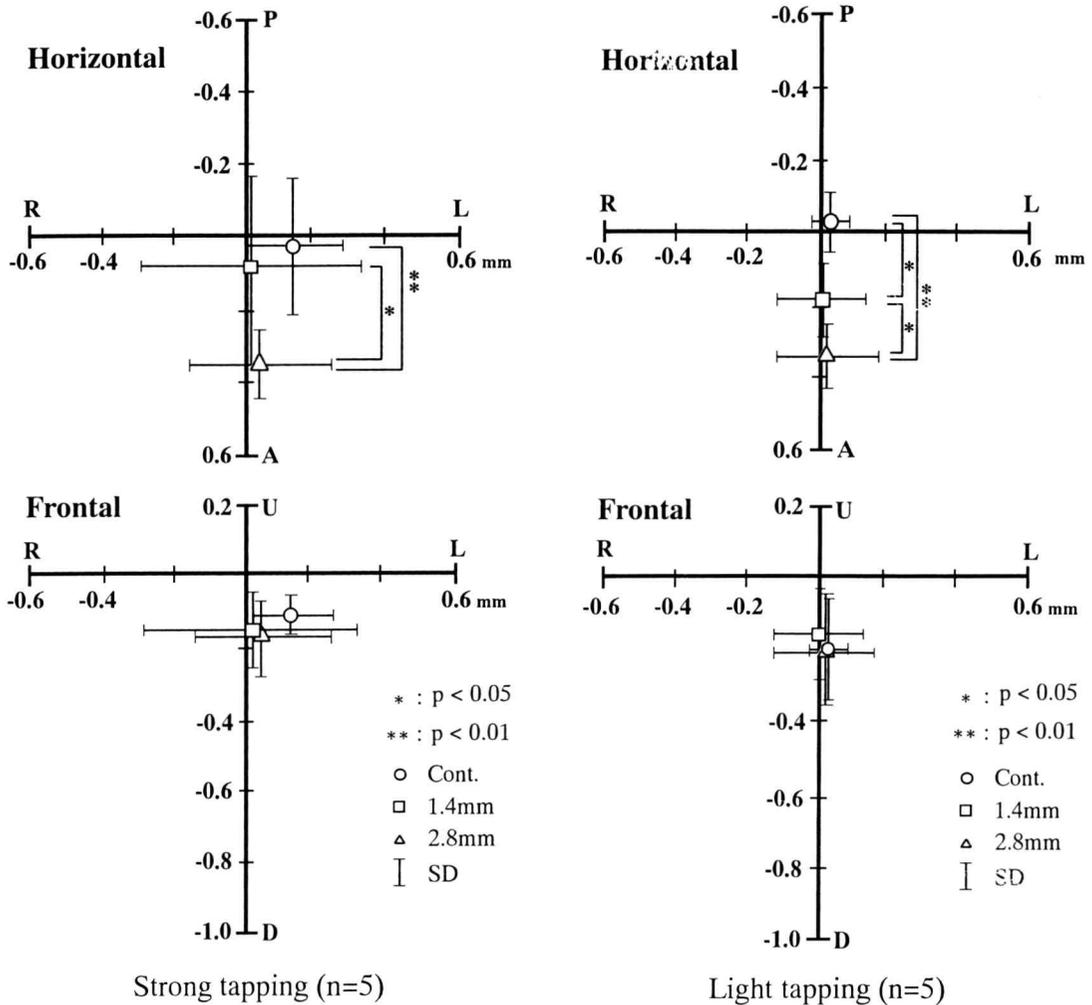


Fig. 2. Tapping point on horizontal and frontal view with strong and light tapping.
 A, Anterior ; P, Posterior ; R, Right ; L, Left ; U, Up ; D, Down

CV 値) を代表値として用いて検討した。

5. 統計学的手法

タッピングポイント、積分電位、衝撃加速度の検定には、paired Student t-testを用いた。また、積分電位と衝撃加速度の関連については、回帰分析および Pearson の相関係数から検討した。

結 果

1. タッピングポイントの位置

計測結果を水平面および前頭面に表したものを Fig. 2 に、また 3 軸面についての結果を Fig. 3 に示す。

前後軸におけるタッピングポイントの位置は、Strong tapping において2.8mmは他群に比較して有意に前方に偏位した。Light tapping においては、コントロール、1.4mm、2.8mmの順で有意に前方に偏位した。

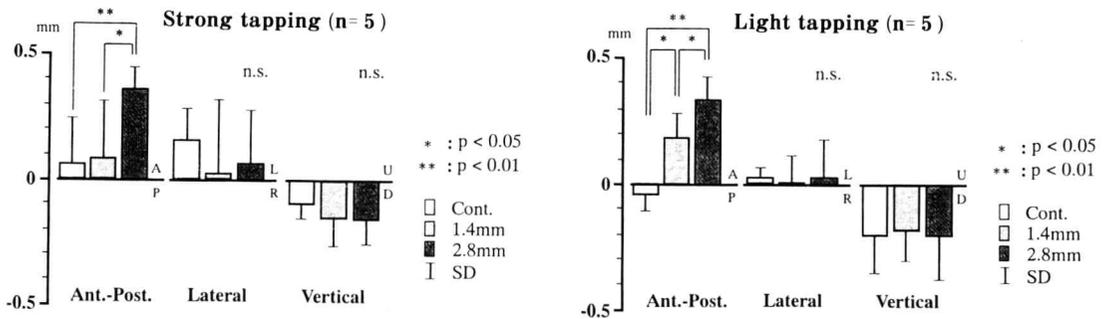


Fig. 3. Tapping point on horizontal, sagittal, and frontal plane with strong and light tapping. A, Anterior ; P, Posterior ; R, Right ; L, Left ; U, Up ; D, Down

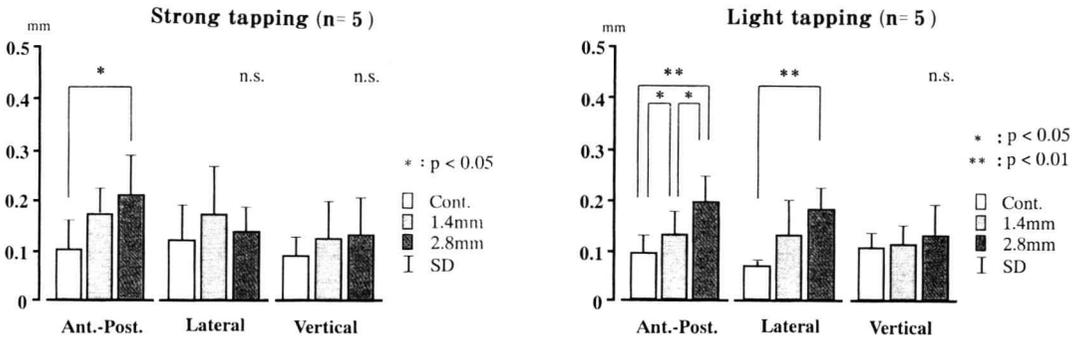


Fig. 4. SD (Standard deviation) of tapping point with strong and light tapping.

しかし、左右軸、上下軸におけるタッピングポイントの位置は、Strong tapping, Light tapping でともに厚さの違いに有意差を認めなかった。

2. タッピングポイントの収束性

Fig. 4 は各軸方向におけるSDからみたタッピングポイントの収束性の結果を示す。前後軸においては、Strong tapping では2.8mmのSDがコントロールに比較して有意に大きく、タッピングポイントの収束性は低かった。また、Light tapping ではコントロール, 1.4mm, 2.8mmの順でSDが有意に大きく、タッピングポイントの収束性が低下した。

左右軸においては、Light tapping でコントロールに比較して2.8mmのSDが有意に大きく、

収束性が低かった。

しかし、上下軸におけるタッピングポイントの収束性は、Strong tapping, Light tapping でともに厚さの違いによる差を認めなかった。

3. 咀嚼筋筋電図

1) 積分電位 (Fig. 5)

Strong tapping の両側側頭筋後部の積分電位は、1.4mmおよび2.8mmともコントロールに比較して有意に小さかった。Light tapping の両側側頭筋後部の積分電位は、2.8mmがコントロールに比較して有意に小さかった。しかし、いずれも1.4mmと2.8mmの間には有意な差を認めず、軟性裏装材の厚さの違いによる積分電位の変化は認めなかった。

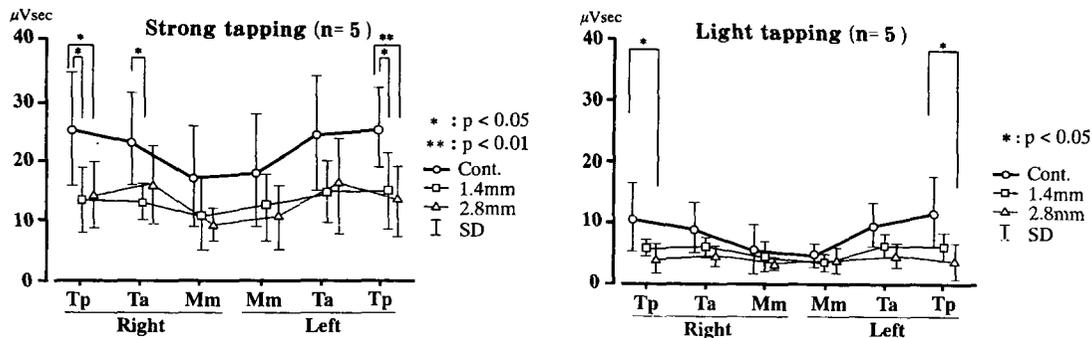


Fig. 5. Integrated EMG with strong and light tapping.
Tp, Posterior temporal muscle ; Ta, Anterior temporal muscle ; Mm, Masseter muscle

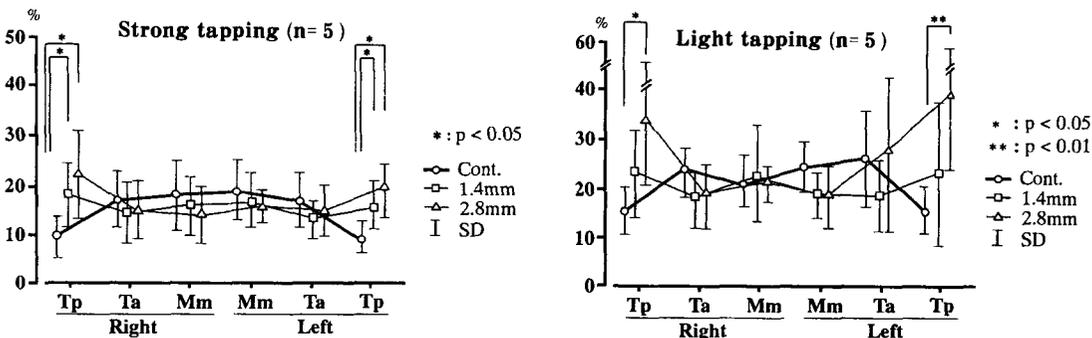


Fig. 6. CV (Coefficient of variation) of the integrated EMG with strong and light tapping.
Tp, Posterior temporal muscle ; Ta, Anterior temporal muscle ; Mm, Masseter muscle

2) 積分電位の変動

Fig. 6は各軸方向におけるCV値からみた積分電位の変動の結果を示す。積分電位のCV値は、Strong tappingでは両側側頭筋後部において1.4mm, 2.8mmがコントロールに比較して有意に大きく、またLight tappingでは両側側頭筋後部において2.8mmがコントロールに比較して有意に大きかった。しかし、1.4mmと2.8mmの間には有意差を認めず、厚さの違いによる変化は認めなかった。

4. 衝撃加速度

オトガイ部における衝撃加速度 (Table 3) は、Strong tappingおよびLight tappingにおいて、1.4mmおよび2.8mmがともにコントロールに比較し有意に小さかった。しかし、1.4mmと

2.8mmの間には有意な差を認めず、厚さの違いによる差を認めなかった。

積分電位と衝撃加速度との相関関係 (Table 4) は、側頭筋後部および前部のすべてに有意差を認めなかったが、Strong tappingでは咬筋において、コントロール, 1.4mm, 2.8mmが正の相関を示し、2.8mmが有意な正の相関関係を、またLight tappingにおいては有意な負の相関関係を認めた。

回帰係数 (Fig. 7) は、Strong tappingおよびLight tappingにおいて、コントロール, 1.4mm, 2.8mmの順に小さくなる傾向を示し、この傾向はLight tappingにおいて特徴的であった。

Table 2. Mucosal thickness of mandibular residual ridge. (n = 5)

Area	Right posterior	Anterior	Left posterior
	(mm)	(mm)	(mm)
Lingual	0.92 ± 0.28	0.95 ± 0.27	1.01 ± 0.27
Ridge	1.21 ± 0.32	1.25 ± 0.36	1.21 ± 0.42
Labial/Buccal	1.21 ± 0.31	1.27 ± 0.35	1.47 ± 0.51

Mean ± S. D.
no significant differences between subjects on each area.

Table 3. Acceleration at the mentum with strong and light tapping. (n = 5)

Group	Strong	Light
	(G)	(G)
Cont.	1.56 ± 0.27	0.75 ± 0.09
1.4mm	1.19 ± 0.23	0.64 ± 0.05
2.8mm	1.04 ± 0.26	0.55 ± 0.08

Mean ± S. D.
* : p < 0.05 ** : p < 0.01

Table 4. Pearson's correlation coefficients between integrated EMG and acceleration at the mentum. (n = 5)

Group	Tp		Ta		Mm	
	Strong	Light	Strong	Light	Strong	Light
Cont.	0.579	0.639	-0.001	0.103	0.531	0.281
1.4mm	0.663	0.588	-0.066	0.106	0.679	0.058
2.8mm	0.577	0.152	0.323	-0.010	0.924 *	-0.948 *

Tp, Posterior temporal muscle ; Ta, Anterior temporal muscle ; Mm, Masseter muscle
* : p < 0.05

考 察

1. 研究方法について

本研究は、総義歯装着者における軟性裏装材の機能的効果を検証することを目的としたため、被検者の義歯機能状態は良好であるほか、Kapurの顎堤状態の評価¹⁸⁾、ならびにSDM超音波粘膜厚径測定装置を用いた粘膜の厚径計測から、顎堤は菲薄化や肥厚化の認めない、正常な粘膜を有する者を選択した。

本被検者群の粘膜の厚径は0.92mm~1.47mmと、寺倉²⁰⁾の報告に比較してやや薄かったが、被検

者間に統計学的な相違は認めず、個人差はなかった (Table 2)。

本研究の趣旨から、緩衝という力学的特性をもつ軟性裏装材の厚さは無視できない。本軟性裏装材のメーカー指定の厚さは1~3mmとされ、やや幅がある。Bell²¹⁾の報告ではbase plate wax 1枚分の1.5mm程度が粘膜の健康や咬合の維持に適しているとしているが、その根拠は述べておらず、他の報告²²⁾でも厚さについては言及されていない。しかし、軟性裏装義歯の機能を評価するにあたって、前述のとおり裏装材の厚さは有意な変動因子になるとの実験仮説

が成立することから、本研究では技工操作上使用頻度が高い base plate wax 1 枚の厚さ (1.4 mm) を基準とし、1.4mm, 2.8mm の 2 種類を設定した。なおこれらの義歯は、コントロール義歯の複製義歯の粘膜面を軟性裏装材に置換しているため、その形態、咬合接触関係、咬合高径はコントロール義歯と近似的に同一とみなした。

本研究で被検運動としたタッピング運動は必ずしも下顎の機能運動ではないが、反覆タッピング運動は日常臨床においても咬合調整や咬合採得にしばしば応用されている。従来、タッピングポイントはゴシックアーチのエイベックスの前方平均 1.0 ± 0.5 mm に位置し²³⁾、反覆タッピングの分布は前後方向に 0.35 mm、左右方向に 0.19 mm の楕円形の範囲にあり²⁴⁾、顎口腔系に異常のない無歯顎者においては、この位置が再現性を有し、他方、顎関節症や不良な咬合の義歯患者では分布領域は広くなる^{25,26)}。そのため、タッピングポイントの位置と分布状態を観察することは、咀嚼系の咬合機能を診査する上で有益であると考えられる。本研究ではタッピングの開閉運動終末位から下顎切歯点部における下顎位およびその分布を 3 次元的に求め、軟性裏装材付と前後の咬合位とその安定性を評価した。

タッピングポイントの計測は、上下顎を軽く咬合させた状態、すなわち中心咬合位を原点として、咬合接触時点の下顎切歯点部の 3 次元的移動量を計測し、前頭軸、矢状軸、水平軸で移動量と分布状態 (収束性) を観察した。タッピングポイントの移動ないしは収束については下顎の mover あるいは positioner として同時記録した咬筋、側頭筋の筋電図²⁷⁾から考察した。さらに、タッピング運動の強さをオトガイ部に貼付した衝撃加速度ピックアップから求め、対応する筋活動の積分電位からみたパワーとの関連を検討した。

2. 研究結果について

本研究の結果から、タッピングポイントは Strong tapping, Light tapping のいずれにおいても上下、左右的には有意の変化を認めな

かったが、前後軸においては Strong tapping で 2.8mm が、コントロールおよび 1.4mm に比較して有意に前方に偏位し、Light tapping ではコントロール、1.4mm, 2.8mm の順で有意に前方偏位した。

また、タッピングポイントの収束性は、Strong tapping, Light tapping のいずれにおいても上下軸では有意の変化を認めなかったが、Strong tapping では前後軸において 2.8mm がコントロールより収束性が低かった。また、Light tapping では前後軸においてコントロール、1.4mm, 2.8mm の順に収束性が低下するとともに、左右軸で 2.8mm の収束性が低かった。したがって、総義歯に軟性裏装材を付与すること、また、その厚さが増すほどに、タッピングポイントは前方へ偏位し、タッピングポイントの収束性は低下して、咬合位の安定性は悪くなることが明らかになった。

下顎位の前後的变化と咀嚼筋活動の関連を検討した Sheng-gen ら²⁸⁾の報告によると、下顎の前方移動に伴って咬筋活動は増加、側頭筋前部活動は減少し、両筋の活動の比率、すなわち Ta/Mm ratio が減少したという。また下顎の前方運動時には側頭筋活動が減少するとした Gibbs ら²⁹⁾の報告、側頭筋後部線維の活動低下に伴い下顎が前方へスライドするとした Lammie ら³⁰⁾の報告を参考にすると、本研究で軟性裏装材の付与によってタッピングポイントが前方へ偏位した結果は、側頭筋後部の積分電位の有意な減少から十分理解できる。

また、タッピングポイントの収束性の低下については、側頭筋後部の機能特性が下顎の positioner であるとした Lammie ら³⁰⁾、虫本ら³²⁾の考えに一致して、側頭筋後部の積分電位の CV 値が有意に増加したことから説明できる。

オトガイ部における衝撃加速度は、Strong tapping, Light tapping のいずれにおいてもコントロールに比較して 1.4mm, 2.8mm とも有意に減少し、軟性裏装材による衝撃吸収の反映と考えられた。しかし、1.4mm と 2.8mm の間には有意

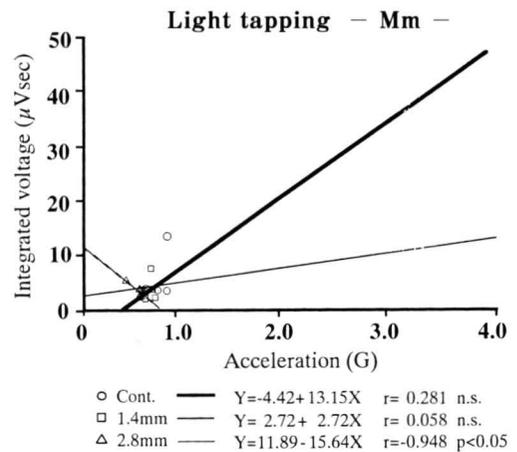
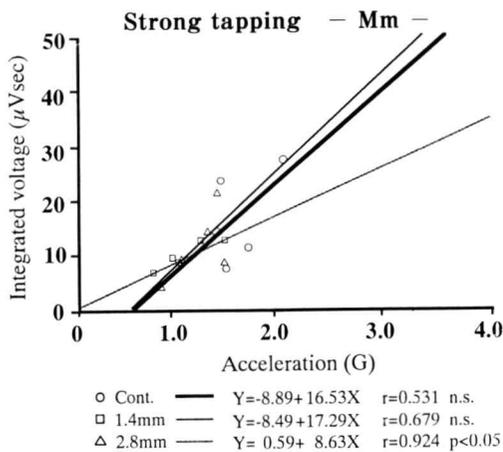
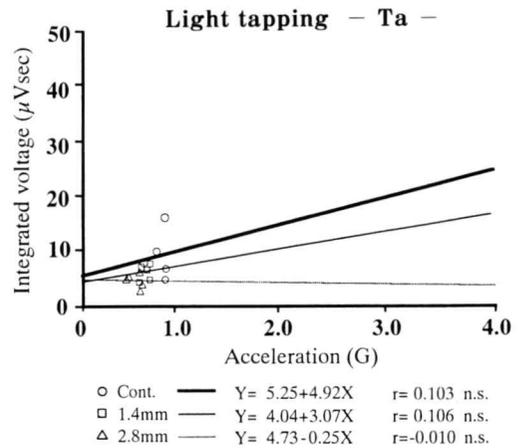
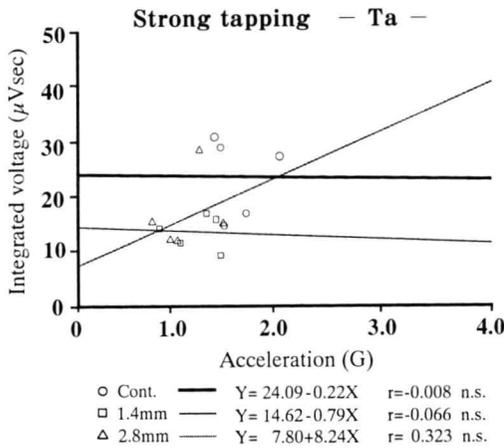
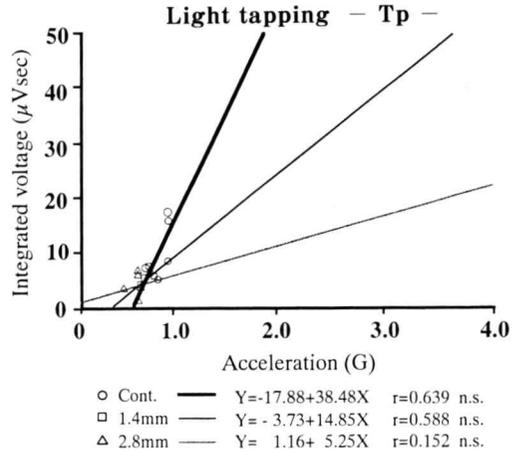
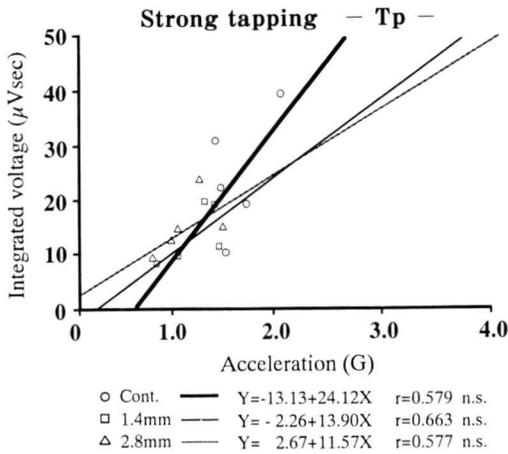


Fig. 7. Correlations between integrated EMG and acceleration at the Mentum with strong and light tapping.

Tp, Posterior temporal muscle ; Ta, Anterior temporal muscle ; Mm, Masseter muscle

差を認めず、厚さの増加による衝撃吸収効果の向上は期待できないものと考えられた。このことは、軟性裏装義歯で裏装材が2.0mm以上の厚さでは物理学的に利点が少ないとしたJepsonら³³⁾の臨床的観察や、理工学的に2.0mm以上では弾性率が変化しないとした日高³⁴⁾の報告から理解できる。

咀嚼筋積分電位とオトガイ部の衝撃加速度の関係では、咬筋のLight tappingおよびStrong tappingの2.8mmで有意な相関関係を認めた。また、回帰係数はコントロール、1.4mm、2.8mmの順で小さくなる傾向にあり、咬筋のLight tappingでは負の相関であった。咬合接触によって頭蓋に伝達される衝撃加速度と咀嚼筋筋活動との間には密接な関係があり³⁵⁾、本研究においてもStrong tappingでは衝撃加速度が増すと筋活動も増強した。しかし、Light tappingでは衝撃加速度が増加しても筋活動は増強しないか、減少する傾向にあった。高橋¹⁴⁾は、軟性裏装義歯で積分電位が増強しなかった理由を、個人差に関連して軟性裏装材の変形に筋活動が必要であったとか、咀嚼効率に関連して論じているが今一つ明確でない。著者はこの積分電位の挙動に関して衝撃加速度から考察した。すなわち、犬伏³⁶⁾が考えるように公式 $F=ma$ において m を下顎の重量とした場合に、力(F)は加速度(a)に比例することから、軟性裏装材の厚さが増すと(本研究結果では回帰係数が小さくなる)、衝撃加速度の増加量に対しての積分電位の増加量は少なくなるか、小さくなる(Fig. 7)。このことが軟性裏装材の機能面での特徴であると考えた。

3. 臨床的意義

軟性裏装材の付与によって咬合位が前方偏位し、咬合位は不安定となるという本研究結果の事実から、軟性裏装材の総義歯への安易な応用は臨床上好ましいとは考えにくいことが判明した。また、軟性裏装材の厚さと衝撃吸収能が必ずしも比例関係になかったことから、軟性裏装材が咬合力に対するストレスブレイカーとして

適切に機能するために厚さを増すことには科学的根拠が見いだせなかったばかりか、機能的に不益な要因となった。特に、下顎位への影響は長期的に考えると、顎口腔系機能へ為害作用を及ぼす危険因子となりうると考えられ、その臨床応用においては十分な注意が必要であることが示唆された。

結 論

総義歯への軟性裏装材の使用が下顎位や顎筋活動に及ぼす影響を明らかにする目的で、5名の総義歯患者に2つの異なった厚さの軟性裏装義歯を装着して強弱のタッピング運動を行わせ、タッピングポイント、収束性、咀嚼筋活動、および衝撃加速度を分析し、以下の結論を得た。

1. タッピングポイントは、Strong tapping, Light tappingとも上下、左右軸においては有意の変化を認めなかったが、前後軸においては2.8mmがコントロールおよび1.4mmより有意に前方に偏位した。

2. タッピングポイントの収束性は、Strong tapping, Light tappingとも前後軸においては2.8mmがコントロールより収束性が低かった。また、Light tappingでは左右軸においても2.8mmの収束性が低かった。

3. タッピング運動時の積分電位は、2.8mmの側頭筋後部において、タッピングの強さに関係なく有意に減少し、また2.8mmの側頭筋後部の積分電位のCV値は増加した。

4. オトガイ部における衝撃加速度は、Strong tapping, Light tappingとも軟性裏装義歯で有意に減少したが、厚さの違いには有意差を認めなかった。

5. 衝撃加速度と積分電位の関係は、2.8mmの咬筋においてStrong tappingでは正の、Light tappingでは負の有意な相関を認めた。

以上より、軟性裏装材の付与ならびに厚さの違いがタッピングポイントの位置と収束性に影響を及ぼし、このことは咀嚼筋活動から説明でき、咀嚼筋活動の増減は衝撃加速度の挙動とよ

く対応していた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、終始ご懇篤なる指導と校閲を賜りました恩師田中久敏教授に深甚なる謝意を表すとともに、本研究に対して多大のご指導とご教示を頂きました虫本栄子助教授に衷心より謝意を捧げます。さらに研究遂行上多くのご支援を頂きました歯科補綴学第一講座教室員各位ならびに大学院生各位に心より感謝いたします。そして最後に、本研究にこころよくご協力頂きました被検者諸氏に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 厚生省健康政策局歯科衛生課編：平成5年歯科疾患実態調査報告，口腔保健協会，東京，22-28ページ，1995。
- 2) Newton, J. P., Yemm, R., Abel, R. W., and Menhinick, S.: Changes in human jaw muscles with age and dental state. *Gerodontology* 10: 16-22, 1993.
- 3) 田邊忠輝：総義歯装着者の咀嚼筋断面積の減少に影響を及ぼす因子，日補綴歯会誌，39: 418-439, 1995。
- 4) 田邊忠輝，虫本栄子，田中久敏，井上大一，遠藤義樹，長谷剛史，山田芳夫：義歯 Quality が総義歯装着者の咀嚼筋断面積の減少に及ぼす因子，日補綴歯会誌，43, 1998. (投稿中)。
- 5) Ringqvist, M.: Fiber types in human masticatory muscles, Relation to function. *Scand. J. Dent. Res.* 82: 333-355, 1974.
- 6) Klemetti, E., Kroger, H., and Lassila, V.: Relationship between body mass index and the remaining alveolar ridge. *J. Oral Rehabil.* 24: 808-812, 1997.
- 7) Mercier, P.: Factors involved in residual alveolar ridge atrophy of the mandible. *J. Canad. Dent. Assn.* 5: 339-343, 1983.
- 8) Lammie, G. A.: Aging changes and the complete lower denture. *J. Prosthet. Dent.* 6: 450-464, 1956.
- 9) 小林文隆：緩衝材の衝撃緩衝能に関する研究第一報 板状試料の衝撃緩衝能，日補綴歯会誌，36: 1004-1015, 1992。
- 10) 河野文昭，永尾寛，野田正純，松本直之，今政幸，浅岡憲三：軟質裏装材の衝撃緩衝能に関する研究第一報 板状試料の衝撃緩衝能，日補綴歯会誌，37: 1172-1179, 1993。
- 11) Kawano, F., Kon, M., Koran, A., and Matsu-moto, N.: Shock-absorbing behavior of four processed soft denture liners. *J. Prosthet. Dent.* 72: 599-605, 1994.
- 12) Hickey, J. C., Zarb, G. A., and Bolender, C. L.: 田中久敏ほか訳：パウチャー無歯顎患者の補綴治療，第9版，医歯薬出版，東京，3-25ページ，1988: Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patients; 9th ed., Mosby, ST Louis, 1985.
- 13) 早川巖，野村知子，松井一則，鈴木勝美，長尾正憲，増原英一：餅状フッ素系軟質裏装材の開発研究，日補綴歯会誌，30: 321-325, 1986。
- 14) 高橋保樹：軟質裏装材の使用が全部床義歯装着者の咀嚼機能に及ぼす影響，口腔病会誌，64: 46-61, 1997。
- 15) 栄村勲，前田芳信，伊堂寺茂，岡田政俊，内藤克己，野首孝嗣，奥野善彦：義歯軟質弾性裏装材による咬合力の分散に関する実験的検討，大阪大歯誌，37: 407-411, 1992。
- 16) 砂川孝：弾性裏装材が咬合力および義歯沈下量に及ぼす影響に関する研究（下顎両側性遊離端義歯について），日補綴歯会誌，23: 195-208, 1979。
- 17) 鱒見進一：軟性裏装材のレオロジカルな性質と咀嚼能力に及ぼす影響，九州歯会誌，38: 864-879, 1984。
- 18) Kapur, K. K.: A clinical evaluation of denture adhesives. *J. Prosthet. Dent.* 18: 550-558, 1967.
- 19) 虫本栄子，米谷裕之，三谷春保：咀嚼筋 EMG の変異係数の臨床的意義，日補綴歯会誌，28: 178, 1984。
- 20) 寺倉健：顎粘膜厚径に関する研究 - 無歯顎補綴における診断への可能性について -，日補綴歯会誌，32: 546-560, 1988。
- 21) Bell, D. H.: Clinical evaluation of a resilient denture liner. *J. Prosthet. Dent.* 23: 394-406, 1970.
- 22) Wright, P. S.: The success and failure of denture soft-lining materials in clinical use. *J. Dent.* 12: 319-327, 1984.
- 23) 林哲堂：無歯顎の水平的顎間関係記録法に関する臨床的研究，日補綴歯会誌，26: 340-360, 1982。
- 24) Helkimo, M., Ingervall, B., and Carlsson, G. E.: Comparison of different methods in active and passive recording of the retruded position of the mandible. *Scand. J. Dent. Res.* 81: 265-271, 1973.
- 25) 増田健：顎関節症患者の水平面顎運動ならびにタッピング運動に関する研究，歯科学報，84: 1137-1164, 1984。
- 26) 雨宮幸三，川添堯彬，西浦恂，藤井輝久，藤井忠弘：無歯顎の Gothic Arch Apex と Tapping point の相互的観察，歯科医学，33: 289-299, 1970。
- 27) Mushimoto, E., and Mitani, H.: Bilateral coordination pattern of masticatory muscle activities during chewing in normal subjects. *J. Prosthet. Dent.* 48: 191-197, 1982。
- 28) Sheng-gen, S., Guan, O., and Cheng-fan, Z.: Preliminary study of electromyographic characteristics for distinguishing centric relation and

- protrusion in edentulous patients. *J. Prosthet. Dent.* 69 : 171-175, 1993.
- 29) Gibbs, C. H., Mehan, P. E., Wilkinson, T. M., and Mauderli, A. : EMG activity of the superior belly of the lateral pterygoid muscles in relation to other jaw muscles. *J. Prosthet. Dent.* 51 : 691-702, 1984.
- 30) Lammie, G. A., Perry, H. T., and Crumm, B. D. : Certain observations on a complete denture patient Part 3 : Consideration of the results from a neuromuscular viewpoint. *J. Prosthet. Dent.* 9 : 34-43, 1959.
- 31) Lammie, G. A., Perry, H. T., and Crumm, B. D. : Certain observations on a complete denture patient Part 2 : Electromyographic observations. *J. Prosthet. Dent.* 8 : 929-939, 1958.
- 32) 虫本栄子, 田中久敏, 井上大一, 高間木祐一, 長谷剛史 : 総義歯患者の術前後における顎顔面形態の変化と咀嚼筋活動パターン, 日補綴歯会誌, 41 : 302-311, 1997.
- 33) Jepson, N. J. A., McCabe, J. F., and Storer, R. : The clinical serviceability of two permanent denture soft linings. *Br. Dent. J.* 177 : 11-16, 1994.
- 34) 日高里史 : 軟性裏装材の物性に関する基礎的研究, 九州歯会誌, 34 : 678-695, 1981.
- 35) 新谷明幸 : 咬筋 silent period の持続時間と発現率に及ぼす衝撃加速度の影響, 口腔病会誌, 54 : 559-576, 1987.
- 36) 犬伏羲臣 : 歯根周囲の感覚が咬筋 EMG の silent period におよぼす影響について, 歯科医学, 40 : 743-762, 1977.