

成人における咬合接触面積, 咀嚼能力と姿勢, 性差および肥満との関係

濱口 絢子・森川 和政・藤田 優子
市川 舞佳・牧 憲司

九州歯科大学歯学部口腔機能発達学分野

平成28年1月16日受付

平成28年2月29日受理

Occlusal contact area in adults, Mastication ability and posture,
Relationship with sex difference and obesity.

Ayako Hamaguchi, Kazumasa Morikawa, Yuko Fujita, Maika Ichikawa, Kenshi Maki

Department of Pediatric Dentistry Kyushu Dental University

Abstract

Dietary habits in Japan have shown recent changes, such as unbalanced nutrition intake and irregular meals, as well as poor eating posture. However, there are few studies of the effects of eating posture, such as foot position and trunk inclination, on the area of occlusal contact and masticatory ability. In the present study, we examined the correlation of foot position and trunk inclination with occlusal contact area and masticatory ability in adults.

We measured the occlusal contact area using a T-scan III[®]. For masticatory ability, the number of times chewing gummy jelly and time until swallowing were determined. For the reference sitting position, all subjects were asked to use a posture with the soles of the feet in contact with the ground, while keeping the trunk vertical to the floor surface and a horizontal eye-ear plane. In addition, 3 different types of poor posture were used. The occlusal contact area was examined in relation to the reference sitting position, chewing frequency, and time until swallowing for correlations among the parameters, as well as gender and degree of obesity. Furthermore, occlusal contact area, chewing frequency, and time until swallowing were compared among the 4 posture groups.

There was no significant difference between genders in regard to occlusal contact area. In contrast, chewing frequency and chewing time until swallowing were significantly lower in males. There were no significant differences in occlusal contact area among the groups related to the degree of obesity. However, chewing frequency and time until swallowing were significantly lower in the obesity group as compared to the standard body weight and low body weight groups. A high correlation was observed between chewing

責任者への連絡先: 牧 憲司

〒803-8580 福岡県北九州市小倉北区真鶴2-6-1

九州歯科大学歯学部口腔機能発達学分野

frequency and time until swallowing, while no correlation was found between occlusal contact area and chewing frequency or chewing time. As for the influence of posture, the occlusal contact area was significantly decreased, and chewing frequency and time until swallowing were significantly increased when sitting in the 3 different poor posture positions as compared to the reference position.

On the basis of our findings, it is suggested that chewing frequency and time until swallowing vary by gender and degree of obesity. Furthermore, poor posture has effects on occlusal contact area, as well as on chewing frequency and time until swallowing.

Key words : occlusal contact area, chewing frequency, chewing time, obesity, posture

抄 録

近年、偏った栄養摂取や不規則な食事、摂食時の不良姿勢など食生活が変化している。しかし一般的な摂食時の姿勢である足底の接地の有無や体幹の傾斜が咬合接触面積および咀嚼能力に及ぼす影響について述べた報告は極めて少ない。そこで、本研究では成人を対象に足底の接地の有無や体幹の傾斜と咬合接触面積および咀嚼能力との関連について検討を行った。

咬合接触面積はT-scanⅢ[®]にて測定し、咀嚼能力は検査用グミゼリーの嚥下までの咀嚼回数と咀嚼時間を測定した。被験位はいずれも座位によるもので、足底を接地した状態で床面に対して体幹を垂直に、眼耳平面を水平にした姿勢を基準位とし、不良姿勢を想定した他の3種の姿勢の4種の姿勢を条件とした。基準位における咬合接触面積、嚥下までの咀嚼回数及び咀嚼時間については各々の相関性、性別との関連性および肥満度との関連性を比較検討した。また4種類の姿勢での咬合接触面積または嚥下までの咀嚼回数及び咀嚼時間の比較について検討を行った。

その結果、性別での咬合接触面積は有意差が認められなかったが、嚥下までの咀嚼回数は男性が有意に少なく、咀嚼時間も男性の方が短かった。また肥満度別での咬合接触面積は有意差が認められなかったが、嚥下までの咀嚼回数は肥満群が標準体重群、低体重群より有意に少なく、咀嚼時間も有意に短かった。嚥下までの咀嚼回数と咀嚼時間の間には高い相関性が認められたが、咬合接触面積と咀嚼回数、咬合接触面積と咀嚼時間の間には相関性は見られなかった。姿勢の変化に伴い、咬合接触面積は他の3種の姿勢で基準位より有意に減少し、嚥下までの咀嚼回数、咀嚼時間は有意に増加した。

以上の結果から、嚥下までの咀嚼回数または咀嚼時間は性別および肥満度で相違があること、また不良姿勢が咬合接触面積、嚥下までの咀嚼回数、咀嚼時間に影響を及ぼすことが示唆された。

キーワード : 咬合接触面積, 咀嚼回数, 咀嚼時間, 肥満, 姿勢

緒 言

近年、偏った栄養摂取や不規則な食事、摂食時の不良姿勢など食生活が変化している。姿勢に関する調査では1979年で約44%、2010年では約69%の小学校教諭が児童の姿勢が悪い¹⁾と感じており、大学生では自他ともに猫背と認めるものが約6割であった²⁾。この要因としては運動不足、IT化による電子機器の使用の増加、携帯電話の普及などが挙げられるが³⁾、机・椅子の不適合も一因であると考えられる。五十嵐ら⁴⁾は座位姿勢に関して、机・椅子の不適合の度合いが強くなるに伴い姿勢の良い者はみられなくなり、極端に大ききの合っていない

机・椅子の利用は良い姿勢の獲得を妨げる可能性があるとしている。

これまで高齢者における摂食機能療法の観点から、成人と高齢者の咀嚼能力の違いや姿勢の変化に伴う咀嚼能力の変化については報告されている⁵⁾。しかし、成人や小児の日常の不良姿勢の観点からの報告は皆無である。

そこで本研究では比較的安定した姿勢を保てる成人を対象とし、咬合接触面積と嚥下までの咀嚼回数、咀嚼時間を測定し、不良姿勢が咀嚼機能に与える影響を検討し、併せて性差と肥満が与える影響も検討した。

対象者および方法

I. 対象者

九州歯科大学の学生および大学院生52名(男性28名女性24名:平均年齢 24.87 ± 2.49 歳)を対象とした。

口腔内の条件として古市ら⁶⁾, 富井ら⁷⁾の条件と同様に先天性欠如を含め欠損歯がないこと(第三大臼歯を除く), また形態を大きく変える歯冠修復物がないこと, 顎関節に異常がないこととした。

本研究は九州歯科大学倫理委員会の承諾(承認番号14-7 平成26年6月5日)を受け, 対象者に本研究の説明の主旨を口頭と書面にて十分に説明し, 理解と同意が得られた者に行った。

II. 測定装置及び方法

本研究の咬合接触面積測定, 咀嚼機能検査における姿勢条件を次の①~④に設定した。

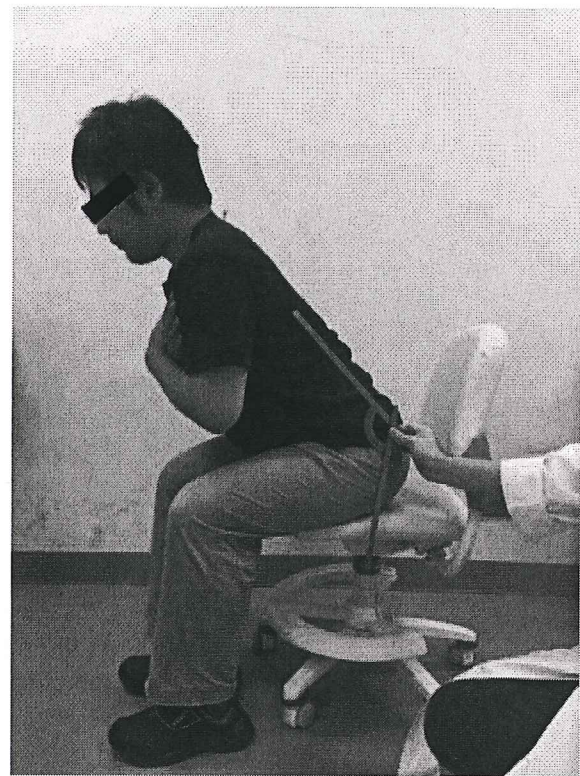
- ①足底を接地した状態で床面に対して体幹を垂直に, 眼耳平面を水平にした姿勢 [R90-A]
- ②足底を接地した状態で体幹を約 45° 前傾させた姿勢 [R45-A]
- ③足底を接地せず床面に対して体幹を垂直にした姿勢 [R90-B]
- ④足底を接地せず体幹を約 45° 前傾させた姿勢 [R45-B]

前傾は日本リハビリテーション学会制定の関節可動域⁸⁾を参考にした。図1のように対象者は測定実施前に関節角度計を用いて体幹の角度がほぼ一定に保たれるように練習し, 測定時にはこれを取り外した。また4種類の姿勢の実験順序はデータの偏りを防ぐためにランダムに行った。

A. 咬合接触面積測定

咬合接触面積の測定は, 咬合接触圧分布測定システム T-scan III[®](ニッタ社)を用いた。T-scan III[®]は厚さ約0.1mmのセンサーシートと解析ソフトから構成され, 対象者に口腔内に挿入したセンサーシートを咬合してもらうとセンサセルにより咬合接触圧を検出できるシステムである。

センサーを口腔内に挿入し約2秒間の最大噛みしめを指示し, 最大咬合接触面積を記録した。計測は数回練習を行い, 4つの姿勢で各2回ずつ計測しその平均値を使用した。



(写真の掲載は本人の了解を得ています)

図1 関節角度計を用いた体幹の角度の設定

B. 咀嚼機能検査

咀嚼食品には検査用グミゼリー(カムゾウくん[®] 有限会社ママリッシモ)を用いた。田村ら⁹⁾の方法に準じて, 対象者に検査用グミゼリー1粒を自由咀嚼させ, 咀嚼開始から嚥下するまでの時間および咀嚼回数を測定した。咀嚼回数の測定は金沢ら¹⁰⁾の方法に従い対象者のオトガイを観察し, 対象者に嚥下と同時に挙手してもらい, その時点までの咀嚼回数と時間を測定した。咀嚼実験は一回ごとに水で含嗽させ, 食片の残留を防止した。

検査用グミゼリーの物性は島ら¹¹⁾によって測定されており, 表1に示すとおりであった。

III. 肥満度の分類方法

日本肥満学会が定めた基準¹²⁾により, 対象者をBMIによって低体重群(BMI<18.5), 標準体重群(18.5≤BMI<25) 肥満群(25≤BMI)の3群に分け, 比較した。

IV. 分析方法

得られた値から, 基準位 [R90-A] における咬合接触面積, 嚥下までの咀嚼回数及び咀嚼時間について各々の相関性, 性別との関連性および肥満度との関連性を比

表1 検査用グミゼリーの物性

平均体積 (cm ³)	3.375
平均厚み (cm)	1.5
硬さ (N)	390.6
弾力性	0.91
凝集性	0.81
付着性 (g.sec)	-0.76

(島ら¹⁾より引用)

較検討した。統計処理には統計解析ソフトウェアIBM SPSS Statisticsを用い、それぞれ相関分析、回帰分析、対応のないt検定、一元配置分散分析及びTukey-Kramer法を行った。また4種類の姿勢での咬合接触面積または嚥下までの咀嚼回数及び咀嚼時間の比較について一般線型モデル及びBonferroni法を用い分析を行った。いずれの解析も危険率5%以下を有意差の判定基準とした。

V. 再現性について

T-scan III[®]の測定データのデータ及び嚥下までの咀嚼回数と時間の信頼性を検討するために、予備研究として対象者を成人10名とし、2回の繰り返し測定を行った。測定間には十分な休息を与えた。分析にはBland-Altman法と級内相関係数を用いた。

結 果

I. 基準位 [R90-A] における咬合接触面積、嚥下までの咀嚼回数及び咀嚼時間について

A. 嚥下までの咀嚼回数、時間、咬合接触面積との相関性について

各々の分布図、または回帰式を図2に示した。咀嚼時間(x)と咀嚼回数(y)の回帰式は $y=0.605x+6.926$ であり、相関係数 $r=0.929$ であり高い相関性を示した。一方、咬合接触面積(x)と咀嚼回数(y)では $y=-0.012x+36.777$ 、 $r=-0.052$ であり相関性は認めなかった。また、咬合接触面積(x)と咀嚼時間(y)では $y=-0.014x+48.672$ 、 $r=-0.038$ であり相関性は認めなかった。

B. 性別との関連性

男女別の咬合接触面積は男性で $109.52 \pm 65.00 \text{mm}^2$ 、女性で $92.38 \pm 44.84 \text{mm}^2$ であり、男女で有意差はなかった。一方で、咀嚼回数は男性で 29.97 ± 9.77 回、女性で 42.01 ± 14.55 回であり、男性が女性より有意に少なかった。また咀嚼時間は男性で 38.39 ± 13.50 秒、女性で 57.63 ± 22.96 秒であり、男性が女性より有意に短かった。

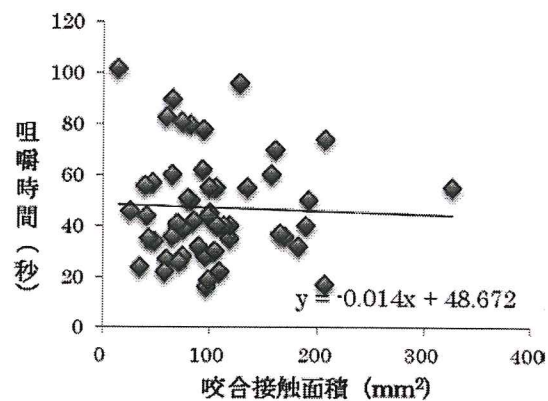
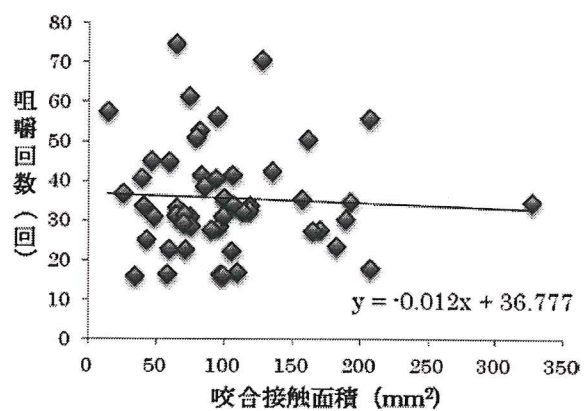
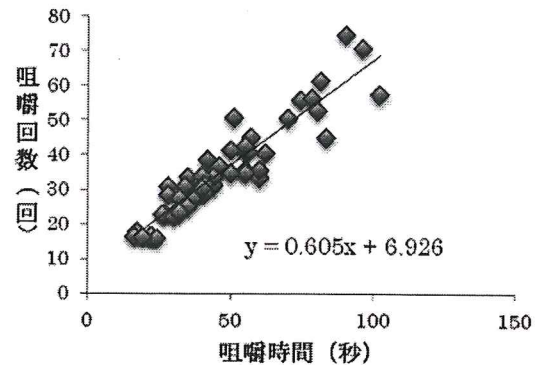


図2 嚥下までの咀嚼回数、時間、咬合接触面積との相関性

C. 肥満度との関連性

肥満度別の咬合接触面積、咀嚼回数、咀嚼時間を表2に示した。咬合接触面積では肥満度別での有意差は見られなかったが、嚥下までの咀嚼回数、咀嚼時間では肥満群が低体重群、標準体重群より有意に小さかった。

II. 姿勢の変化と咬合接触面積、嚥下までの咀嚼回数及び咀嚼時間について

姿勢別の咬合接触面積、咀嚼回数および咀嚼時間の結

表2 肥満度別の咬合接触面積, 嚙下までの咀嚼回数, 咀嚼時間

	肥満度	平均値	標準偏差
咬合接触面積(mm ²)	①肥満群	89.54 ^a	38.78
	②標準体重群	112.75 ^a	65.39
	③低体重群	82.65 ^a	40.17
咀嚼回数(回)	①肥満群	25.47	8.44
	②標準体重群	36.44 ^b *	
	③低体重群	44.86 ^b	
咀嚼時間(秒)	①肥満群	31.75	12.89
	②標準体重群	43.87 ^c **	
	③低体重群	61.10 ^c **	

肥満群 (n=12) 標準体重群 (n=30) 低体重群 (n=10)

a, b, c: 同ジアルファベットは有意差なし。

*: p<0.05, **: p<0.01

表3 姿勢別の咬合接触面積, 咀嚼回数および咀嚼時間

	姿勢	平均値	標準偏差
咬合接触面積(mm ²)	①[R90-A]	101.61	56.73
	②[R45-A]	78.16 ^a **	
	③[R90-B]	77.58 ^a **	
	④[R45-B]	67.00 ^a **	
咀嚼回数(回)	①[R90-A]	35.53	13.52
	②[R45-A]	39.87 ^a **	
	③[R90-B]	42.59 ^a **	
	④[R45-B]	46.61 ^a **	
咀嚼時間(秒)	①[R90-A]	47.27	20.76
	②[R45-A]	56.42 ^a **	
	③[R90-B]	59.77 ^a **	
	④[R45-B]	66.08 ^a **	

a: 同ジアルファベットは有意差なし。

** : P<0.01

果を表3に示した。咬合接触面積は [R90-A] に対して [R45-A], [R90-B], [R45-B] で有意に減少した。また [R45-B] は [R45-A], [R90-B] より有意に減少したが [R45-A] と [R90-B] 間での有意差は認められなかった。

咀嚼回数, 咀嚼時間ともに [R90-A] に対して [R45-A], [R90-B], [R45-B] の順で有意に増加した。

III. 再現性

T-scan III[®]の測定データ2回の差の平均は0 mm²であり, 95%信頼区間は-0.08 ~ 0.08 mm², 95%一致限界は-7.48 ~ 7.48 mm²の範囲であり, r=0.15で両者間に比例誤差は認めなかった。1回目と2回目の測定値はICC(1, 1)が0.99, ICC(1, 2)が0.99で高い相関を認めた。

咀嚼回数の測定データ2回の差の平均は0回であり, 95%信頼区間は-0.04 ~ 0.04回, 95%一致限界は-8.06 ~ 8.06回の範囲であり, r=0.01で両者間に比例誤差は

認めなかった。1回目と2回目の測定値はICC(1, 1)が0.98, ICC(1, 2)が0.99で高い相関を認めた。

考 察

I. 再現性について

T-scan III[®]の測定データ及び咀嚼回数と時間はそれぞれ級内相関係数では0.9以上であり, また加算誤差・比例誤差ともに認められなかった。よって, 本研究の方法には再現性があると考えられる。

II. 咬合接触面積について

岡本ら^{13, 14)}によりT-scan III[®]は2回試用後の測定で有効性が認められている。咬合接触面積の測定法ではシリコーンゴム咬合検査材(バイトアイ[®])も多く使用されている¹⁵⁾。しかし口腔内保持時間が約1分必要で, 早期接触も含めた全ての接触部位を記録するものである。測定回数が多い本研究では被験者の負担がより小さいT-scan III[®]が妥当であると判断し, 岡本らの方法に従って測定した。

Sierpinska T¹⁶⁾らの研究ではT-scan II[®]での測定結果は24 ~ 50歳で125.12±46.5 mm²であった。本研究では101.61±56.73 mm²でありやや小さい値となった。池田ら¹⁷⁾や佐々木ら¹⁸⁾は, 年齢の異なる集団で高齢者は若年者より咬合接触面積が大きいとしており, また非機能咬頭より機能咬頭での接触状態の変化が加齢に伴い大きくなったと述べている。よって, 加齢に伴う咬耗により咬合接触面積が増加すると推測される。本研究では対象者が20 ~ 32歳であり年齢層が低かったため, 咬合接触面積が小さくなったと考えられる。

男女差について, Owens S¹⁹⁾らは最大咬合力での下顎第一小臼歯, 第二小臼歯, 第一大臼歯の咬合接触面積で性差がなかったとしている。またAbe Y²⁰⁾の研究でも咬合接触面積に性差を認めず, 本研究と一致している。

肥満度別でも咬合接触面積に有意差はなかった。過去に肥満と咬合接触面積に関する研究はなく, 今後継続的な計測で測定数を増やし, さらに検討していく予定である。

III. 嚙下までの咀嚼回数及び咀嚼時間について

咀嚼機能の評価法は, 粉碎粒子の分布状態から判定する篩分法^{21, 22)}, 内容物の溶出量から判定するグミゼリー法²³⁾, 混合能力を判定するチューインガム法²⁴⁾, ワックス法²⁵⁾などが挙げられる。田村ら⁹⁾は被験者の負担が小さく再現性のよい検査法として, グミゼリーの咀嚼時間

および咀嚼回数が基準値になり得るとしている。また本間ら²⁶⁾はオトガイの目視と嚥下時の挙手までの咀嚼回数と筋電図的的中度が0.98であり、非常に高い精度であると報告している。そこで今回は物性や形状が規格できる簡便な方法として、グミゼリーの嚥下までの咀嚼回数、咀嚼時間を測定した。

性差に関してSooijn Pら²⁷⁾は本研究と同様に、男性が女性より咀嚼回数が少なく、咀嚼時間も短かったとしている。原因として咀嚼サイクルの性差^{26, 29)}が考えられる。Youssef REら²⁹⁾は咀嚼筋の断面積が男性の方が大きく、断面積は筋の張力に比例することから、男性の方が下顎の運動速度が速くなり咀嚼サイクルも短くなること述べている。

また今回の対象者の男女別BMIを対応のない検定にて分析したところ、男性が 23.88 ± 3.65 、女性が 19.87 ± 2.70 であり $p < 0.001$ で男性が有意に大きかった。平成25年国民健康・栄養調査³⁰⁾の結果でも、男性が女性より肥満の割合が多かった。よって、男女での咀嚼回数や咀嚼時間の違いは性差だけでなく、肥満度とも関連があると推測される。

肥満と咀嚼機能は過去の研究^{31, 32)}により関連性が認められている。過体重者は咀嚼能率が低いという報告³²⁾と咀嚼回数が少ないという本研究の結果から、過体重者はより大きな食塊を嚥下している可能性がある。また少ない咀嚼回数では血糖値の上昇が少なく³³⁾、満腹感を感じにくく食事が増加すること^{31, 34, 35)}が明らかになっている。大きな食塊では細かい食塊より表面積が小さいので吸収しにくいとも考えられるが、食事が増加することにより肥満に繋がると推測される。

したがって、肥満改善の方法として咀嚼回数を多く咀嚼時間を長くすることが考えられる。しかし、まだエビデンスが十分とは言えず、咀嚼法の変化という行動療法が肥満解消につながるのか今後研究が必要である。

IV. 嚥下までの咀嚼回数、咀嚼時間及び咬合接触面積の相関関係について

咀嚼回数と咀嚼時間の間には高い正の相関性が見られた。田村ら⁹⁾、塩野ら³⁶⁾の研究でも相関性は高く、咀嚼回数が多くなれば咀嚼時間も長くなることが示された。

一方で、咀嚼回数、咀嚼時間と咬合接触面積の間には相関性が認められなかった。平沼³⁷⁾、沖山ら³⁸⁾は咬合接触面積と咀嚼能率との相関係数は約0.4～0.5としており、また越野ら³⁹⁾により咀嚼能率と咀嚼回数との負の相関性も認められている。よって間接的に咀嚼回数、咀嚼時間

と咬合接触面積との関連性は否定できない。しかし咀嚼回数、咀嚼時間は下顎運動、舌や頬粘膜、唾液などの関連性も考えられ、本研究より性別や肥満度なども関与していることが明らかになっている。このように多因子の関与により相関係数はより低くなったと考えられる。

V. 姿勢の変化について

安藤ら³⁾は骨盤を真っ直ぐに起こし、背筋などの筋肉を適度に使い支える姿勢を良い姿勢と定義している。本研究では不適合な机・椅子での食事を想定し、良い姿勢とされる状態と足底を接地できない状態または前傾姿勢とを比較した。

咬合接触面積について、[R90-A]は他の3つの姿勢より有意に大きかった。これは歯牙接触位置の変化、または咬合力の変化の可能性が考えられる。大前ら⁴⁰⁾名波⁴¹⁾は姿勢の変化でTapping pointや歯牙接触位が変化したと報告しており、前傾時は前方で接触すると推測している。またT-scan III[®]は咬合力が増加すると接触点数も増加すること⁴²⁾が分かっている。石川ら⁵⁾は足底を接地していない状態では、重心移動距離が大きく咬合力が低下したとしている。小澤⁴³⁾堀尾⁴⁴⁾は体軸の前方傾斜に拮抗するために側頭筋や咬筋だけでなく、僧帽筋後頸部でも筋活動量が変化すると述べており、頭頸部の筋肉が姿勢の保持にも使用されるため咬合力が低下すると推測される。

咀嚼回数および咀嚼時間について、どちらも[R90-A] < [R45-A] < [R90-B] < [R45-B]で有意に増加した。姿勢の変化により咬合接触面積が変化したこと、また咬合接触面積と咀嚼能率に正の相関性があること^{37, 38)}から、姿勢の変化に伴い咀嚼能率も変化すると推測される。

越野ら³⁹⁾塩沢ら⁴⁵⁾の研究により、食塊は硬さや粉碎度などがある一定の基準になることで嚥下されることがわかっている。また咀嚼能率と嚥下までの咀嚼回数には負の相関関係があること³⁹⁾から、姿勢の変化による咀嚼能率の減少を補償し食塊を一定の物性にするために、咀嚼回数、咀嚼時間が増加したと考えられる。

嚥下反射を起こす要因として、食塊の物性だけでなく唾液中の水分も挙げられる⁴⁶⁾。前傾位では唾液が前方へと移動することが考えられるため、唾液の流れの変化も咀嚼回数、咀嚼時間の増加に繋がったと推測される。

結 論

I. 男女別での咬合接触面積・咀嚼回数・咀嚼時間のうち、咀嚼回数・咀嚼時間に有意差があった。嚥下ま

での咀嚼回数は男性が女性よりも少なく、咀嚼時間も男性が女性より短かった。

- II. 肥満度別での咬合接触面積・咀嚼回数・咀嚼時間のうち、咀嚼回数・咀嚼時間に有意差があった。嚥下までの咀嚼回数は肥満群が標準体重群、低体重群より少なく、咀嚼時間も有意に短かった。
- III. 嚥下までの咀嚼回数と咀嚼時間の間には高い相関性が認められたが、咬合接触面積と咀嚼回数、咬合接触面積と咀嚼時間の間には相関性はなかった。
- IV. 姿勢別では咬合接触面積・咀嚼回数・咀嚼時間全てに有意差があった。咬合接触面積は体幹が垂直かつ足底が接地している姿勢 [R90-A] で最大値であり、前傾姿勢かつ接地 [R45-A]、または体幹が垂直かつ非接地の姿勢 [R90-B] が次に大きく、前傾姿勢かつ非接地の姿勢 [R45-B] が最小値であった。また、嚥下までの咀嚼回数、咀嚼時間は体幹が垂直かつ足底が接地している姿勢 [R90-A] がそれぞれ最小値であり、前傾姿勢かつ接地 [R45-A]、体幹が垂直かつ非接地 [R90-B]、前傾姿勢かつ非接地 [R45-B] の順で増加した。

以上の結果から、嚥下までの咀嚼回数または咀嚼時間は性別及び肥満度で相違があること、また不良姿勢が咬合接触面積、嚥下までの咀嚼回数、咀嚼時間に影響を及ぼすことが示唆された。

引用文献

- 1) 阿部茂明, 野井真吾, 中島綾子, 下里彩香, 鹿野晶子, 七戸藍, 正木健雄: 子どもの“からだのおかしさ”に関する保育・教育現場の実感—「子どものからだの調査2010」の結果を基に—. 日本体育大学紀要, 41(1): 65-85, 2011.
- 2) 橋内勇, 大塚吉則: 大学生における猫背, 腰痛・肩凝りの発現率とその対策についての調査. 北海道大学大学院教育学研究院紀要, 104: 205-211, 2008.
- 3) 安藤真悠加, 酒井稜, 坂本伶南, 中島優, 森恭佑: 姿勢改善のための社会的システムの構築. 政策フォーラム発表論文 ISFJ 2013.
- 4) 五十嵐剛, 辛島千恵子: ある通常学級における机・椅子の適合度は机上課題・筆圧・座位姿勢に影響を与えるか?: 作業療法, 32(4): 325-334, 2013.
- 5) 石川健太郎, 大岡貴史, 向井美恵美: 座位姿勢における足底の接地の有無が重心動揺と最大咬合力に及ぼす影響. 障歯誌, 27: 555-559, 2006.
- 6) 古市英史, 柏木宏介, 川添堯彬: 咬合接触検査装置による咬合接触面積測定の見直し信頼性に関する研究. 歯科医学, 68: 199-206, 2005.
- 7) 冨井真左信, 柏木宏介, 川添堯彬: 咬合接触検査装置の時間パラメータの見直し信頼性に関する研究. 歯科医学, 67: 111-120, 2004.
- 8) 日本整形外科学会身体障害委員会 日本リハビリテーション医学会評価基準委員会: 関節可動域表示ならびに測定法: 1974.
- 9) 田村浩子: 小児の咀嚼機能に関する総合的研究—デンタルプレスケール[®]およびグミゼリー[®]を用いた咬合・咀嚼機能検査—. 小児歯科学雑誌, 36(1): 111-122, 1998.
- 10) 金沢昌律, 村上円郁, 影山 徹, 富永憲俊, 山田一尋: ピーナッツを用いて調べた咀嚼機能を顔面形態とのかかわり. Orthodontic Waves-Japanese, 72(3): 145-154, 2013.
- 11) 島千晴, 水枝谷彬代, 阿部友里子, 宮谷真理子, 須田永子, 石井武展, 野村真弓, 茂木悦子, 末石研二, 中尾誠: 咀嚼レス用グミを用いた咀嚼効率の評価. 歯科学報, 112(4): 556, 2012.
- 12) 松澤佑次, 井上修二, 池田義雄, 坂田利家, 斎藤康, 佐藤祐造, 白井厚治, 大野誠, 宮崎滋, 徳永勝人, 他: 新しい肥満の判定と肥満症の診断基準. 肥満研究, 6(1): 18-28, 2000.
- 13) 岡本圭一, 岡本義正, 篠田圭司, 田村康夫: Tスキャンシステム[®]を用いた小児の咬合分析 第一報: センサーの再現性. 小児歯科学雑誌, 28(4): 975-983, 1990.
- 14) 岡本義正, 殿内真知子, 篠田圭司, 田村康夫: Tスキャンシステム[®]を用いた小児の咬合分析 第三報: 臨床評価. 小児歯科学雑誌, 30(4): 789-797, 1992.
- 15) Obara R, Komiyama O, Iida T, De Laat A, Kawara M: Influence of the thickness of silicone registration material as a means for occlusal contact examination—an explorative study with different tooth clenching intensities. J Oral Rehabil, 40: 834-843, 2013.
- 16) Sierpinska T, Golebiewka M, Lapuc M: The effect on mastication on occlusal parameters in healthy volunteers. Adv Med Sci, 53(2): 316-320, 2008.
- 17) 池田善之, 塩田洋平, 成田達哉, 近藤雄学, 池田孝之, 佐藤仁, 伊藤智加, 祇園白信仁: 加齢に伴う咀嚼能力の変化—咬合力, 咬合接触面積, グルコース溶出量, 咀嚼運動時間様相—. 日本咀嚼学会雑誌, 24(2): 59-66, 2014.
- 18) 佐々木泰照, 田中昌博, 川添堯彬: 三次元咬合検査法からみた上顎臼歯における年代別の咬合接触状態. 歯科医学, 66: 86-96, 2003.
- 19) Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer L, English J: Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 121: 602-609, 2002.
- 20) Abe Y, Nogami K, Mizumachi W, Tsuka H, Hiasa K: Occlusal-supporting ability of individual maxillary and mandibular teeth. J Oral Rehabil, 39: 923-930, 2012.
- 21) Manly RS, Braley LC: Masticatory performance and efficiency. J Dent Res, 29: 448-462, 1950.
- 22) Ohara A, Tsukiyama Y, Ogawa T, Koyano K: A simplified sieve method for dental for determining masticatory performance using hydrocolloid material. J Oral Rehabil, 30: 927-935, 2003.
- 23) Kazunori Ikebe, Kentaro Mori, Ken-ichi Matsuda, Tomohiro Hazeyama, Takashi Nokubi: Reproducibility

- and accuracy in measuring masticatory performance using test gummy jelly. *Prosthodont Res Pract*, 4: 9-15, 2005.
- 24) 小沢至, 橋本讓: 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.
- 25) 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.
- 26) 本間済, 河野正司, 櫻井直樹, 小林博: 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. *補綴誌*, 50: 219-227, 2006.
- 27) Soojin P, Weon-Sun S: Differences in eating behaviors and masticatory performances by gender and obesity status. *Physiol Behav*, 138: 69-74, 2015.
- 28) Buschang PH, Hayasaki H, Throckmorton GS.: Quantification of human chewing-cycle kinematics. *Arch Oral Biol. Jun*; 45(6): 461-74. 2000.
- 29) Youself RE, Throckmorton GS, Ellis E 3rd, Sinn DP: Comparison of habitual masticatory patterns in men and women using a custom computer program. *J Prosthet Dent*, 78(2): 179-86, 1997.
- 30) 厚生労働省: 平成25年国民健康・栄養調査報告<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h25-houkoku-03.pdf>
- 31) Li J, Zhang N, Hu L, Li Z, Li R, Wang S: Improvement in chewing activity reduces energy intake in one meal and modulates plasma gut hormone concentrations in obese and lean young Chinese men. *Am J Clin Nutr.*; 94(3): 709-716, 2011.
- 32) Sánchez-Ayala A, Campanha NH, Garcia RC: Relationship between body fat and masticatory function. *J Prosthodont*, 22(2): 120-125, 2013.
- 33) Steffens, A.B.: Food intake and chemical senses. University of Tokyo Press: 367-381, 1977.
- 34) Zhu Y, Hollis JH: Increasing the number of chews before swallowing reduces meal size in normal-weight, overweight, and obese adults. *J Acad Nutr Diet*, 114(6): 926-931, 2014.
- 35) Zhu Y, Hsu WH, Hollis JH: Increasing the number of masticatory cycles is associated with reduced appetite and altered postprandial plasma concentrations of gut hormones, insulin and glucose. *Br J Nutr*, 110(20): 380-390, 2013.
- 36) 塩野幸一, 清水久喜, 小椋正規, 工川浩: 咀嚼ゼリーの物性と咀嚼筋活動との関連. *小児歯科学雑誌*, 28(4): 1036-1047, 1990.
- 37) 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.
- 38) 沖山誠司, 吉田実, 山本誠, 森井まどか, 野首孝祠: 試験用グミゼリーの物性と咬合接触状態が咀嚼能率に及ぼす影響. *補綴誌*, 40: 710-717, 1996.
- 39) 越野寿, 平井敏博, 横山雄一, 牧浦哲司, 松実珠千他: 各種食品の咀嚼前および嚥下閾食塊レオロジー物性: 日本咀嚼学会雑誌: 16(1): 11-16, 2006.
- 40) 大前泰三, 田中孝一, 吉川健司, 石垣尚一, 赤西正光, 丸山剛郎: 頭位の変化が頭頸部の筋の筋活性に及ぼす影響について. *補綴誌*, 34: 1007-1013, 1990.
- 41) 名波智章: 咬合点に関する臨床実験的研究. *歯科学報*, 72: 462-533, 1972.
- 42) 岡本義正, 岡本圭一, 篠田圭司, 田村康夫: Tスキャンシステム[®]を用いた小児の咬合分析 第二報: センサーの特性. *小児歯科学雑誌*, 29(2): 389-395, 1991.
- 43) 小澤美保子: 咀嚼時の姿勢の相違が下顎運動ならびに頭頸部筋群の筋活動に及ぼす影響. *補綴誌*, 36: 727-740, 1992.
- 44) 堀尾強: 姿勢の相違による咀嚼動作の変化とその機序に関する研究. *歯基礎誌*, 30: 524-532, 1988.
- 45) 塩沢光一, 坂西秀樹, 柳沢慧二: 嚥下までの咀嚼回数に及ぼす摂取食品の大きさの影響. *日本咀嚼学会雑誌*, 1: 39-44, 1991.
- 46) 阿部真之介: 食塊の物性が嚥下閾に与える影響. *小児歯科学雑誌*, 39(3): 704-711, 2001.