

女子短期大学生の咬合力に関する一考察

西脇 泰子・辻 美智子・橋本 和子

A Study of Occlusal Forces of Students in A Women's Junior College

Yasuko Nishiwaki, Michiko Tsuji and Kazuko Hashimoto.

Abstract

It has been generally accepted that chewing ability is related to various kinds of bodily functions. An increase in the volume of a meal could be observed when ingesting soft foods, and the secretion of insulin was influenced by the condition of occlusion.

This study was performed by measuring the occlusal forces of the incisor and molar teeth of students at our college, comparing these forces with those a previous study, and checking their favorite hardness among specially made cookies with four grades of hardness as well as their fondness for sweets.

Results of the experiment indicated: 1) The occlusal forces of the incisor and molar teeth of students varied widely and tended to decrease chronologically, 2) Most students liked cookies with the most and second most brittleness, as well as soft sweets. The second year students, whose maximum occlusal force was stronger than that of the first grade, preferred harder cookies than the first.

It was discussed that better chewing beneficial in obesity and deterioration of functions of the brain.

Received Oct. 28. 2004

Key words : occlusal force, taste tendency, a cookie, hardness

キーワード：咬合力、嗜好性、クッキー、硬度

I. 緒言

人間の食事形態は、文化の発達と共に変化して今日に至っている。文化の低かった初期の食事は、食物を生のまま食べていたが、やがて乾燥して腐敗を防ぐようになり、さらに火を使って食物を煮る、焼く、炒める方法を開発し、それと共に調味料を使って食物の味を各人の好みに合うように調節するようになった。

この様な食物文化の発達は、一方で食事の柔軟化をもたらし、その結果として下顎骨の弱小

化や咀嚼筋の発達不良による咬合力低下など、人体の形態と機能の変化を起し、その傾向は現在も続いていると考えられる。

咬合状態をはじめとする顎口腔機能は、人体の機能に種々の影響を及ぼすことが知られている。例えば Fujise らはラットの摂食実験により、硬餌より柔餌を与えた給餌群の方が1回の食事が増え、その時間も延長する結果を得¹⁾、橋本らは咬合状態の違いによって摂食時のインスリン分泌やインスリン抵抗性が影響を受けることを明らかにした²⁾。

インスリンは現代の3大生活習慣病の一つである糖尿病に直接関係するホルモンであり、上述の実験結果を併せて考えると、食事の硬さや咬合状態が糖尿病および食量、引いては肥満に影響していると思われる。

現代の食生活においては、インスタント食品や柔らかく調理された食品の摂取量が増加している。そこで本研究では、女子学生の咬合力を測定すると共に、同一材料で硬さの異なったクッキーを4種類作製し、被験学生が如何なる硬さを好むかについて硬さに対する嗜好性を調査した。

II. 方 法

1. 被験者

被験者は正常咬合と認められる女子短期大学生19歳49名、20歳44名、合計93名である。

2. 測定項目

- (1) 咬合力の測定はオクルーザルフォースメーターG10（長野計器製作所製）を使用した。本器の受圧部は、薄型で咬合部分が広く内部に加わった力を圧力センサーを通してデジタル表示し、咬合力測定に簡便であった。測定は各々2回行い、そのうち最大値を測定値とした。咬合力の測定部位は、左右の臼歯および切歯で計測した。
- (2) 咬合力測定に用いるクッキーの調整は、なるべく味を変えず、硬さを変えるために小麦粉とコーンスターチの配合の割合を変え、4種類のクッキーを作った（表1）。

表1 クッキーの配合割合 (g・%)

	クッキー1	クッキー2	クッキー3	クッキー4
小麦粉	100 (44.5)	80 (35.6)	60 (26.7)	40 (17.8)
コーンスターチ	0 (0.0)	20 (8.9)	40 (17.8)	60 (26.7)
砂糖	40 (17.8)	40 (17.8)	40 (17.8)	40 (17.8)
無塩バター	60 (26.7)	60 (26.7)	60 (26.7)	60 (26.7)
卵	25 (11.0)	25 (11.0)	25 (11.0)	25 (11.0)
計	225 (100.0)	225 (100.0)	225 (100.0)	225 (100.0)

(3) クッキー作成上の配慮

- ①材料：小麦粉（フラワー 日清製粉）、コーンスターチ（三木穀粉）上白糖（伊藤忠製糖）、無塩バター（雪印乳業）、および鶏卵を用いた。

女子短期大学生の咬合力に関する一考察

②作製方法：ボールに無塩バターをいれ、室温で柔らかくし、なめらかなクリーム状にする。上白糖を2～3回に分けて加え、よくほぐした鶏卵を少しずつ加え十分に混ぜる。そこにふるった小麦粉およびコーンスターチを加え混ぜ、生地がまとまったらラップに包み、冷凍庫に10分間いれ、寝かせる。

厚さ7mmの枠を使用して均一に伸ばし、縦横3cmの型を用い成型した。これらを160℃のオーブンで10分焼き、冷ましたあと真空パックした。

(4) クッキーの硬度測定方法及びその結果：クッキーの破壊硬度測定は、木屋式硬度計（木屋製作所製）を用い測定した。

硬度の測定方法は、縦横3cmに成型されたそれぞれの試料の中央値を測定し、更にその破壊されたそれぞれの破片の中央値2ヶ所を測定し、これらの値から4種類のクッキーの硬度を得た。

4種類のクッキーの平均硬度は次のようである。

クッキー1（小麦粉100%・コーンスターチ0%）の硬度は $4.13 \pm 0.76 \text{kg}$ （ $n=35$ ）

クッキー2（小麦粉80%・コーンスターチ20%）の硬度は $2.74 \pm 0.61 \text{kg}$ （ $n=36$ ）

クッキー3（小麦粉60%・コーンスターチ40%）の硬度は $2.30 \pm 0.61 \text{kg}$ （ $n=36$ ）

クッキー4（小麦粉40%・コーンスターチ60%）の硬度は $1.37 \pm 0.37 \text{kg}$ （ $n=33$ ）

これらのクッキー1～4それぞれの硬度の間にはすべて有意差が認められた（ $P < 0.001$ ）。

表2. 嗜好調査表

試食したクッキーについておたずねします。			
1、どの硬さのクッキーがよかったですか？ よかったものから順に記入してください。			
1	2	3	4
2、あなたの好きなお菓子は、なんですか？ 好きなものを5つまで書いてください。 ただしアメ、ガム、ゼリー、チョコレート、するめは除きます。			
1、()	2、()		
3、()	4、()		
5、()			

- (5) 嗜好調査表(表2)に示すように、被験者に対し4種類に調整されたクッキーを試食させ、被験者の好みの硬さのものに順位をつけさせた。また市販されているお菓子類(粘着性のあるものを除く)のうち好きなものを記入させ、咬合力と学生の好むお菓子との間に関連性があるか検討をおこなった。

III. 結 果

1. 被験者の咬合力測定結果

被験者のオクルーザルフォースメーターG10により測定された咬合力の平均値を図1に示す。19歳の左臼歯は 29.7 ± 12.4 kgf(kilogram force)、右臼歯 31.1 ± 12.5 kgf、左切歯は 9.8 ± 5.0 kgf、右切歯は 9.9 ± 5.1 kgfであった。20歳の左臼歯は 33.9 ± 19.3 kgf、右臼歯は 32.6 ± 19.6 kgf、左切歯 9.9 ± 6.9 kgf、右切歯 10.4 ± 6.8 kgfであった。左右臼歯、切歯ともに咬合力の平均値においては年齢間に有意差は認められなかった。

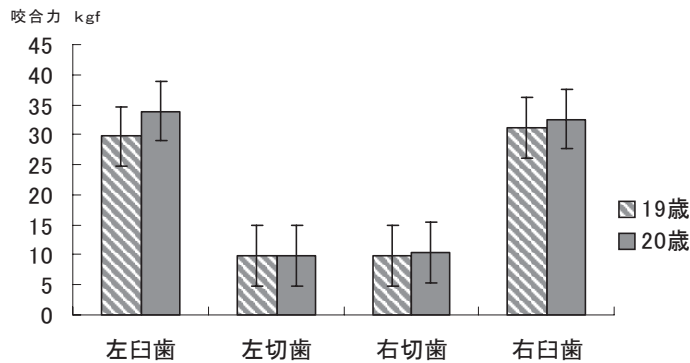


図1. 年齢別咬合力

しかし、図2-1、2-2に示すように、左右臼歯の年齢別の度数分布において、19歳は、最大値は58.0kgfから最小値7.80kgfの範囲にあり、平均値より低い値でピークを示した。また、20歳では分布の範囲が大きく正規分布形を示さなかった。即ち、最大値80.8kgfから最小値3.60kgfの幅広い分布を示した。これら年齢別度数分布の差は、咬合力の平均値に差が認められなかったと同様、分散分析による検定においても有意差は認められなかった。

2. クッキーの硬さに対する嗜好性

硬さを調整したクッキー、即ちクッキー1～4を被験者に試食させたところ図3に示すような結果が得られた。19歳の被験者では、クッキー1(小麦粉100%)を選んだ学生が33.3%、クッキー2(小麦粉80%・コーンスターチ20%)を選んだ学生が52.1%であった。

20歳の被験者では、クッキー1を選んだ学生が、46.1%、クッキー2を選んだ学生が33.3%であった。4種類の硬度のクッキーに対して、どの年齢の被験者も咬み応えのあるクッキー1

女子短期大学生の咬合力に関する一考察

人数

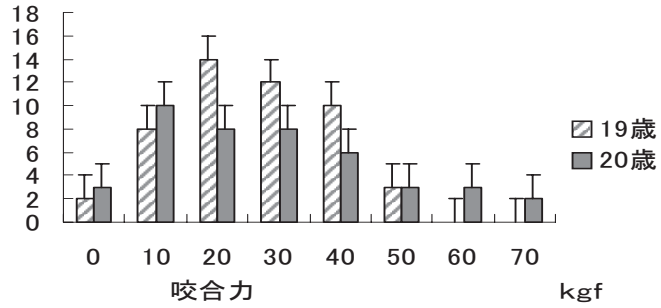


図2-1. 左臼歯咬合力

人数

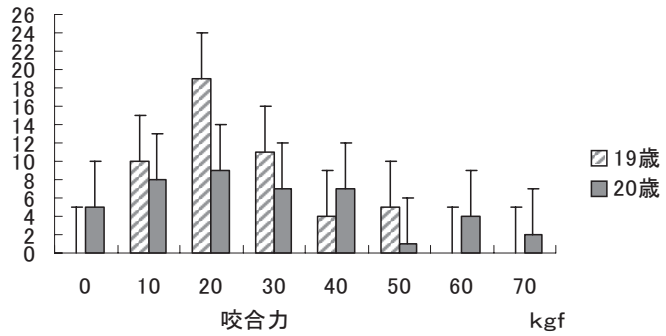


図2-2. 右臼歯咬合力

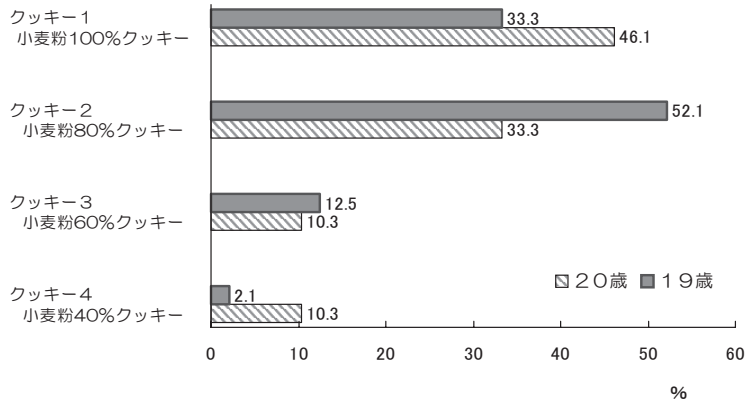


図3. クッキーの硬さ別嗜好割合

或いは2の硬さを好んだものと考えられる。しかし、19歳の被験者は20歳の被験者に比べ、有意に多くの者がクッキー2を好み、硬度に対する嗜好性の差が認められた ($P < 0.01$)。

3. 市販のお菓子に対する嗜好性

19歳の被験者が選んだ好きなお菓子は、スナック類（じゃがりこ・ポテトチップス・カップえびせん・カール・おさつドキッなど）が第1位で28名、次いでビスケット類（トッポー・チョトス・プリッツ・カントリーマームなど）14名、せんべい類は7名であった。同様に20歳の被験者もスナック類23名、ビスケット類15名、せんべい類は7名であった。

これらの市販されているお菓子の硬度は、スナック類（じゃがりこ：1.4kg、ポテトチップス：0.6kg、カップえびせん：1.7kg、カール：0.8kg、おさつドキッ：0.8kg）であった。またビスケット類（トッポー：2.4kg、カントリーマーム：1.2kg、チョトス：1.6kg、プリッツ：1.5kg）であった。せんべい類（草加せんべい：3.6kg、のりせんべい：1.7kg、かりんとう：4.3kg）であった。

お菓子類の嗜好性について年齢間に差は認められないが、スナック類とビスケット類に対する嗜好性に差が認められ、両年齢の被験者共に有意に柔らかいスナック類を好むと考えられる ($P < 0.05$)。

また、お菓子類の嗜好性と硬さの関係については、硬度の低いスナック類などの柔らかいお菓子を多くの被験者が好み、図4に示すように逆相関が認められた ($Y = -2.56x + 10.877$ $r = -0.525$)。

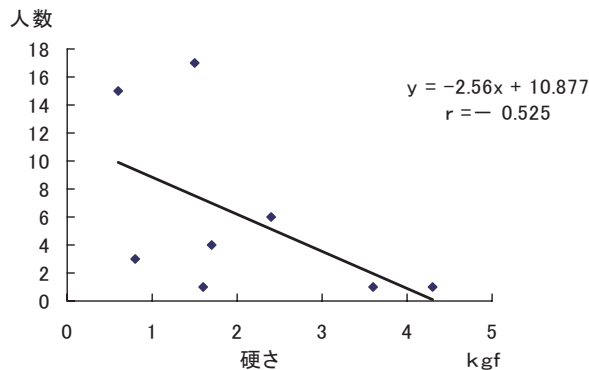


図4. 硬さと嗜好性

IV. 考 察

今日ファーストフードと称される簡便で柔らかく、摂食に容易な食品が幼小児ばかりではなく青少年をはじめとして一般社会で広く好まれている。かって子ども達は、口に入れた食事は

良く噛んで、十分唾液と混ぜて消化吸収をよくすることが健康の源であると教えられてきた。しかし、最近では硬い食事が敬遠され、咀嚼能力が低下していると言われている。

19歳、20歳の女子被験者を対象に食事を噛む、所謂咀嚼能力の指標である咬合力を測定した。咬合力は、開口度の大きさ、咬筋の強さ、歯種や顎骨など各種条件により値は異なるものと考えられる。ここでは被験者が日常生活で行っている咀嚼状態を条件として測定を行った。

咬合力の値は、被験者間のバラツキが大きく、平均咬合力は19歳被験者では 31.1 ± 12.5 kgf（右臼歯）、20歳では 32.6 ± 19.6 kgf（右臼歯）であったが、最大値80.8kgfから最小値3.6kgfとなっていた。吉田らは20歳代女性臼歯の平均咬合力は 46.8 ± 2.90 kgであったと報告している⁸⁾。これは発條式咬合力測定器具によるものであり、器具の違いによることも考えられるが、咬合力の年齢的变化をみたとき、20歳代が最も大きな値を示し、10歳代では20歳代に対しその73%、30歳代では91%であることを示している。

また、川添らは同じメーカーのオクルーザールフォースメーターを用いた測定において、41.1kgfの値を報告している⁹⁾。

今回の測定結果は、これらの先行研究の測定値と比べ経年的変化を見る時かなり低い値であり、明らかに咬合力は低下しているものと思われる。

しかし、今回の測定値の分布から個人差が大きく、咬合の方法、齲歯、顎間距離、歯の支持組織、あるいは咀嚼筋の違いなどによるものであるのかどうかについては不明であるが、今回の被験者の咬合力は大きく低下しているといえよう。

これは所謂ファーストフードなど食事内容等の影響が大きいのかかもしれない。また噛み応え（咀嚼筋活動）による食物の嗜好度は、今回の試作クッキーでも明らかのようにやや柔らかめのクッキーが好まれ、市販のお菓子に対しても表3に示すように柔らかいスナック類のポテトチップスなどが好まれている⁵⁾。

咬合力の低下は、近年いわれているように食事の軟食化が原因の1つであると考えられる。実際食パンには、“やわらかさ”を売りものにしてあるものや、大豆・そばめなども以前はかなり強い噛む力を必要としたが、最近のものはほとんどソフト化され、逆に硬いものをかみきることが少なくなっている。また、さきいかもソフト化されている。インスタント食品の普及、レトルト食品の普及も食品の柔軟化を促進させている。それを反映してか被験者の好む菓子もやわらかいものを好む傾向にあった。今回は菓子についてのみの調査であったが、さらに日常における食品の摂取状況についても調査が必要であると考えられた。

やわらかい食品を摂取することと咀嚼とは関連性を持っている。咀嚼によって駆動される食調節機能はヒスタミン神経系を介している。ヒスタミン神経系によるエネルギー代謝調節は、食欲を抑制的に調節する系と交感神経活動の賦活化によって、末梢でのエネルギー代謝を促進する系がある。咀嚼により賦活化されたヒスタミンは満腹中枢に食欲抑制信号を送り、末梢での脂肪分解、それにエネルギー消費亢進といった作用により、体脂肪の蓄積を減らす作用があ

表3 噛みごたえ(咀嚼筋活動)による食物分類

ランク	穀物	芋・豆	肉	魚介	卵・乳	野菜	果物果実	菓子	*学生が選んだ菓子
① 0~200*		豆腐(絹ごし・木綿)・ さつま芋・マッシュポテト・ じゃが芋・さと芋			猪蹄筋・ 卵豆腐	かぼちゃ(茹)・カブ(茹)・ アスパラ(茹)・大根(茹)	メロン・スイカ	プリン・ゼリー・ 水羊かん・みつ豆 寒天	
② 200~400		スイートポテト・うずら豆	コンビーフ	ぶり刺身・うなぎかば 刺身・鮭刺身・ぶり刺 身	クリームチー ズ卵・ だし巻き 卵	トマト・にんじん(茹)・ 白菜(茹)・蒸しなす・ 揚げなす・玉ねぎ(茹)・ 枝豆	パイナップル(缶)・ いちご・白桃 (缶)・バナナ・ みかん(缶)	小麦粉40%コーンスター チ40%*	小麦粉40%コーンスター チ40%* チョコチップ・チョコトス・ カントリーマーマム・カール
③ 400~600	食パン	大豆水煮・納豆	ロースハム・ソー セージ・肉だんご	銀タラ刺身・まぐろ刺 身・さつまあげ・魚 肉ソーセージ	ゆで卵白 卵焼	グリーンピース(茹)		プリン・ポテトチップ ス おさつドレッシング アス	プリン・ポテトチップ ス おさつドレッシング アス
④ 600~800	うどん 即席めん	コンニャク	プレスハム	つまれ	プロセス チーズ	ふき(茹)・ごぼう(茹)	なし・りんご・ ブルーベリー	小麦粉60%コーンスター チ40%* トッポ・カッパはびせん・ じゃがりこ・うす焼きせん べい	小麦粉60%コーンスター チ40%* トッポ・カッパはびせん・ じゃがりこ・うす焼きせん べい
⑤ 800 ~1000	白玉だん ご	長芋	チャーシュー	かつお刺身・まぐろ 刺身・ちくわ・塩麹焼・ かまぼこ		わかめ・さいのんげん・ほ うれん草・もやし・きゅう り・ピクルス・アスパラ カブ(生)(漬物)・さやえ んどう・たけのこ・しいた け・スイートコーン(缶)	ピーナッツ	小麦粉80%コーンスター チ20%*	小麦粉80%コーンスター チ20%*
⑥ 1000 ~1200	串だんご・ スパゲッ ティ	フライドポテト		モンゴウイカ(茹)・ かつお魚煮・ゆでえ び・ほたて貝(茹)		きゅうり(生)・白菜(生)・ マッシュルーム・なす(生)・ レタス・ピーマンソテー・ きゅうり(漬物)・大根 (生)		小麦粉100%* 草加せんべい	小麦粉100%* 草加せんべい
⑦ 1200 ~1400	もち ピザ皮	凍豆腐	蒸し鶏・チキンソ テー・レバーソテー・ ミンチソテー	いか刺身・身欠にし ん・酢だこ		白菜(漬物)・らっきょう 甘酢づけ・うど(生)	アーモンド・平 しぶどう	かりんとう	かりんとう
⑧ 1400 ~1600	カンパン	油あげ		なまりぶし・いわし つくだけ煮		酢レンコン・キャベツ (生)			
⑨ 1600 ~1800			豚ヒレソテー・豚 モモ(茹)・牛モ モソテー			セロリ(生)・にんじん (生)			
⑩ 1800~				さきいか・みりん干 し		たくあん			

A: 咀嚼活動量 (μV_{sec}) のランク

※ 本学で調整したクッキーと実際に市販の菓子を硬度測定した結果から左表(咀嚼筋活動)を参考にして作成したものである。

資料: 日本学校歯科医学会報72, 161~171, 1995年

る⁷⁾。即ち、十分に咀嚼することは生活習慣病である糖尿病や肥満予防に結びつくと考えられる。今日の青少年に対して生活習慣病予防のために硬い食品を良く噛んで食べることの重要性を認識させる必要がある。

また、咀嚼を介した情報は、大脳皮質に適度な刺激を与え、記憶形成時のウォーミングアップに役立つとも言われている⁴⁾。殊に、子供たちにとっては朝食を良く噛んで食べることはアセチルコリンやエンドルフィンなどの大脳機能物質の分泌を促し、大脳の活動にアクセルをかける大切な役割を持っていることなども忘れることはできない。

寝たきり高齢者に積極的に経口摂食を行わせ、意志、記憶、思考などの精神活動や意欲、自活動などを賦活させる効果が咀嚼という日常的行為の中に見られ、高齢者の痴呆予防の役割を果たすことが報告されている⁶⁾。今回の測定・調査をふまえ、高齢になっても自立し、より良い生活を送るために生活習慣病とともに痴呆にならないように咀嚼することの大切さを伝え、どのような食品を選択すればよいのか、またどのように調理すればよいのかを考える参考資料としたい。

V. まとめ

本研究は、咀嚼能力に関係があると思われる咬合力を測定するとともに、硬さを調整して作成したクッキーにおいて咬合力と嗜好性の関連を把握することを目的とした。

測定はオクルーザルフォースメーターG10を用い、19歳および20歳の女性、93名の被験者に対し左右臼歯および切歯の咬合力について実施した。また、測定には4.13~1.37kgの硬度4段階に調整されたクッキーを用いた。

その結果、19歳の左臼歯は 29.7 ± 12.4 kgf (kilogram force)、右臼歯 31.1 ± 12.5 kgf、左切歯は 9.8 ± 5.0 kgf、右切歯は 9.9 ± 5.1 kgfであった。20歳の左臼歯は 33.9 ± 19.3 kgf、右臼歯は 32.6 ± 19.6 kgf、左切歯 9.9 ± 6.9 kgf、右切歯 10.4 ± 6.8 kgfであった。左右臼歯、切歯ともに咬合力の値は広く分布しバラツキが大きかった。殊に、1年生に比べ、2年生の値は $80.8 \sim 3.60$ kgfの範囲であった。

市販のお菓子に対する嗜好性の調査においても、お菓子の硬度と好みの人数の関係には逆相関が見られ、柔らかいお菓子が好まれていた。また 先行研究を参考に咬合力の経年変化から見た時、明らかな低下の傾向が見られた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、解析等にご指導・ご校閲いただきました河村病院・出浦滋之先生、本学・三井淳藏先生に深謝いたします。また、今回の測定結果は、平成14年度食生活研究室ゼミ生、林祐美香さん、和田尚子さんによって測定されたものであり、ご協力に感謝いたします。

参考文献

- 1) Fujise T, Yoshimatsu H, Kurokawa M, Fukagawa K, Nakata M, Sakata T(1993)
Food consistency modulates eating volume and speed through brain histamine in rat.
Brain Res Bull 32 : 555-559
- 2) 橋本知佳, 吉田真琴, 竹市卓郎, 伊藤裕, 松田秀人, 高田和夫, 長嶋正實, 栗崎吉博、齊藤滋 (2001) : 咬合状態の違いが摂食時のインスリン分泌に及ぼす影響, 日本咀嚼学会雑誌, 11巻1号, 81-86
- 3) 川添堯彬, 田中昌博, 貴島真佐子, 田中誠也 (1997) : オクルーザルフォースメータG10の臨床応用, デジタルマガジン89号, 46-51
- 4) 永田由美子, 杉山理香, 木村修一, 齊藤滋 (2002) : 硬い食品を加味した制限食摂取条件下におけるエネルギー消費量と脳総動脈血流量の応答, 日本咀嚼学会雑誌, 162-163
- 5) 日本学校歯科医会会報72, 161-171, 1995
- 6) 小野塚実, 渡邊和子, 藤田雅文, 齊藤滋 (2002) : 噛んでボケは予防できるか: 咀嚼機能不全と脳の高次精神機能, 日本咀嚼学会雑誌, 11巻1号、109-115
- 7) 坂田利家, 深川光司 (2002) : 咀嚼で駆動される中枢制御のエネルギー代謝, 日本咀嚼学会雑誌, 11巻2号, 99-107
- 8) 吉田達也, 別所活郎, 大北哲夫, 立川保雄 (1959) : 咬合力の年令的变化について, 臨床歯科, 20-22