

<原著>チューインガムを用いた咀嚼能力と唾液分泌能力の同時測定

著者名(日)	倉橋 昌司
雑誌名	東日本歯学雑誌
巻	21
号	2
ページ	219-225
発行年	2002-12-31
URL	http://id.nii.ac.jp/1145/00008753/

〔原 著〕

チューインガムを用いた咀嚼能力と唾液分泌能力の同時測定

倉橋 昌司

北海道医療大学看護福祉学部看護学科生命基礎科学講座

(主任：倉橋 昌司教授)

Evaluation of masticatory function and salivary flow rates using chewing gum

Masashi KURAHASHI

Department of Medical Sciences, School of Nursing and Social Services, Health Sciences University of Hokkaido

(Chief : Prof. Masashi KURAHASHI)

Abstract

A chewing-gum method of weighing the sugar eluted during test performance is a simple method to evaluate the masticatory function. In this study, the salivary flow rate during chewing of gum was measured in addition to a determination of the sugar eluted. To calculate the total amount of saliva produced during gum chewing, the portion of the saliva spat out after the test performance as well as the portion of saliva that was inadvertently swallowed or retained in the mouth was considered. Both the masticatory function and salivary flow rate during gum chewing could be determined simultaneously. The method was applied to evaluate the masticatory function and salivary flow rate of dental students. Individual differences in salivary flow rates correlated positively with those of the masticatory function, while individual differences in salivary flow rate correlated negatively with those of sugar concentrations. The results suggest that salivary flow rates may affect the masticatory function.

Key words : Chewing gum, Masticatory function, Salivary flow rates.

受付：平成14年 8月23日

I. 緒 言

チューインガムを一定回数自由咀嚼させたとき、チューインガムから溶出する糖量は被験者の咬合接触面積や咬合力と有意の正の相関を持つことから、咀嚼能力の指標と考えられ、その操作の簡便さからチューインガム法と呼ばれ、野外調査や集団を対象とする咀嚼能力の測定研究に広く用いられてきた¹⁻⁸⁾。一方、チューインガムの咀嚼時、溶出する糖による味覚刺激および咀嚼に伴う機械的刺激により唾液分泌が促進することが知られている⁹⁻¹¹⁾。チューインガム咀嚼時、被験者の咀嚼能力、味覚感受性、唾液分泌能力は互いに影響し合うものと考えられるが、咀嚼能力と唾液分泌能力の同時測定の報告はなく、それらの相互関係についても十分明らかではない。

そこで、本研究では、チューインガム咀嚼時の溶出糖量と唾液分泌量を経時的に同時測定することにより、両者の関係を知るとともに、咀嚼能力と唾液分泌能力の同時測定法を確立し、この方法を学生集団に適用し、咀嚼能力と唾液分泌能力の関係について検討した。

II. 対象および方法

実験 1

1. 被験者

顎口腔に異常を訴えることのない、実験内容を十分説明し同意を得られた本学看護福祉学部教員および学生男女10人(男性2人、女性8人、平均年齢：27.0歳)を被験者とした。

2. 安静時唾液分泌量およびチューインガム咀嚼における溶出糖量、唾液分泌量、溶出糖濃度の測定

被験者は少なくとも実験開始1時間前までに食事を済ませ、安静状態を保ち、口腔内に貯留した唾液を嚥下し、その後5分間の安静時唾液をビーカーに吐き出した。採取した唾液は重量

を測定し、その比重を1として安静時唾液分泌量とした。その後、被験者は再度口腔内に貯留した唾液を嚥下し、次にチューインガム(ロッテ社製、フリーゾーンガム〈ハイミント〉、以下ガムとする)1枚(平均2.87g)を、電子メトロノームに合わせ、個々人の習慣性咀嚼側にて毎分70回で咀嚼した。咀嚼開始1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20分後に口腔内に貯留した溶出糖を含む唾液をビーカーに吐き出し、20分後にはガムも吐き出した。ガムはティッシュペーパーにて表面に付着した唾液を除いた後、重量を測定し、咀嚼前後のガム重量の差を全溶出糖量とした。各時間間隔毎にビーカーに採取した溶出糖を含む全唾液は、恒温乾燥器にて105°C、4時間乾燥し、乾燥後のビーカー内の残存物重量を溶出糖量とした。また唾液の比重を1とし、乾燥前後のビーカー内容物の重量差を求め、これを唾液分泌量とした。

実験 2

1. 被験者

顎口腔に異常を訴えることのない、実験内容を十分説明した上で同意を得られた本学歯学部学生男女104人(男子81人、女子23人、平均年齢：22.0歳)を被験者とした。

2. ガム咀嚼における咀嚼能力および唾液分泌能力の測定

被験者は少なくとも実験1時間前までに食事を済ませ、安静状態を保ち、口腔内に貯留した唾液を嚥下し、直ちに実験1と同様に、ガム1枚を電子メトロノームに合わせ、個々人の習慣性咀嚼側にて毎分70回で1分間咀嚼した。咀嚼終了後直ちに溶出糖を含む唾液をビーカーに吐き出し、続いてガムを吐き出した。ガムはティッシュペーパーにて表面に付着した唾液を除いた後、重量を測定し、咀嚼前後のガム重量の差を溶出糖量(A)とし、これを被験者の咀嚼能力の指標にした。ビーカーに採取した

溶出糖を含む全唾液は恒温乾燥器にて、105°C、4時間乾燥し、唾液の比重を1とし、乾燥前後のビーカー内容物の重量差を求め、これを見かけ上の唾液分泌量 (B) とした。また乾燥後のビーカー内の残存物重量を見かけ上の溶出糖量 (C) とした。そこで1分間のガム咀嚼中に無意識のうちに嚥下したり、吐き出す際に口腔内に残存した唾液量を補正した真の唾液分泌量 (S) は式 $S = B \cdot A / C$ より求めることができ、これを被験者の唾液分泌能力の指標とした。

3. 統計処理

溶出糖量と唾液分泌量、溶出糖濃度と溶出糖量、溶出糖濃度と唾液分泌量のそれぞれの相関の検定にはピアソンの相関係数の検定法を用いた。

III. 結 果

実験 1

20分間の咀嚼中の溶出糖量の合計が咀嚼前後のガム重量の差に比較して少ない場合は、被験者が無意識のうちに唾液を嚥下したものと除外し、結果を集計した。20分間の咀嚼中の溶出糖量の合計は 2.22 ± 0.04 (g) (平均±標準誤差, 以下同様)、咀嚼前後のガム重量の差は 2.03 ± 0.010 (g) であった。

ガムからの糖の溶出は、咀嚼開始直後より始まり、開始後1から2分間に最大に達し、その後は指数関数的に減少し、咀嚼開始後15から20分間には検出限界以下となった (図1 A)。唾液分泌量の増加もガム咀嚼開始直後より始まり、開始後1から2分間に最大に達し、その分泌量は安静時の平均10.9倍であった。その後唾液分泌量は徐々に減少し、開始後10から15分間には安静時の平均4.8倍の値でほぼ一定した (図1 B)。溶出糖濃度はほぼ溶出糖量と同様な経時的变化を示し、咀嚼開始後1から2分間に最大になり、その後は指数関数的に減少し、開始後15から20分間には検出限界以下となっ

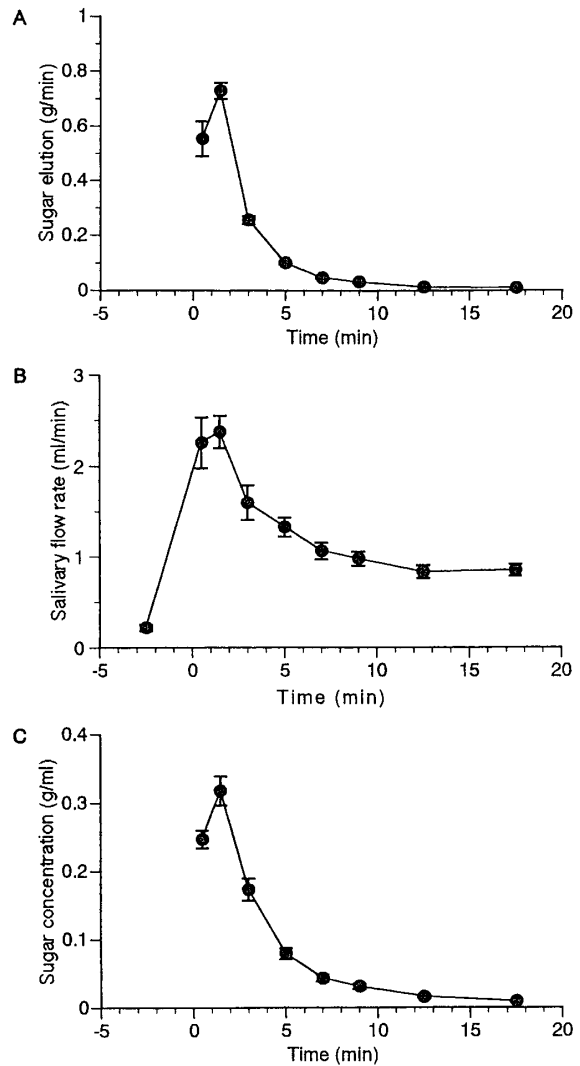


図1 チューインガム咀嚼開始後の溶出糖量 (A)、唾液分泌量 (B) および溶出糖濃度 (C) の経時的变化
各値は平均値±標準誤差

た (図1 C)。

実験 2

咀嚼前後のガム重量差から求めた溶出糖量に有意な性差は認められず (図2 A)、男女平均 0.752 ± 0.017 (g/分) であった。ガム重量差から求めた溶出糖量に対するビーカーに回収された見かけ上の溶出糖量 (C) の比 (C/A) は 0.933 ± 0.021 であり、ビーカーに回収された見かけ上の唾液分泌量 (B) を補正して求めた真の唾液分泌量 (S) に有意な性差は認められず (図2 B)、男女平均 3.38 ± 0.12 (ml/分) であっ

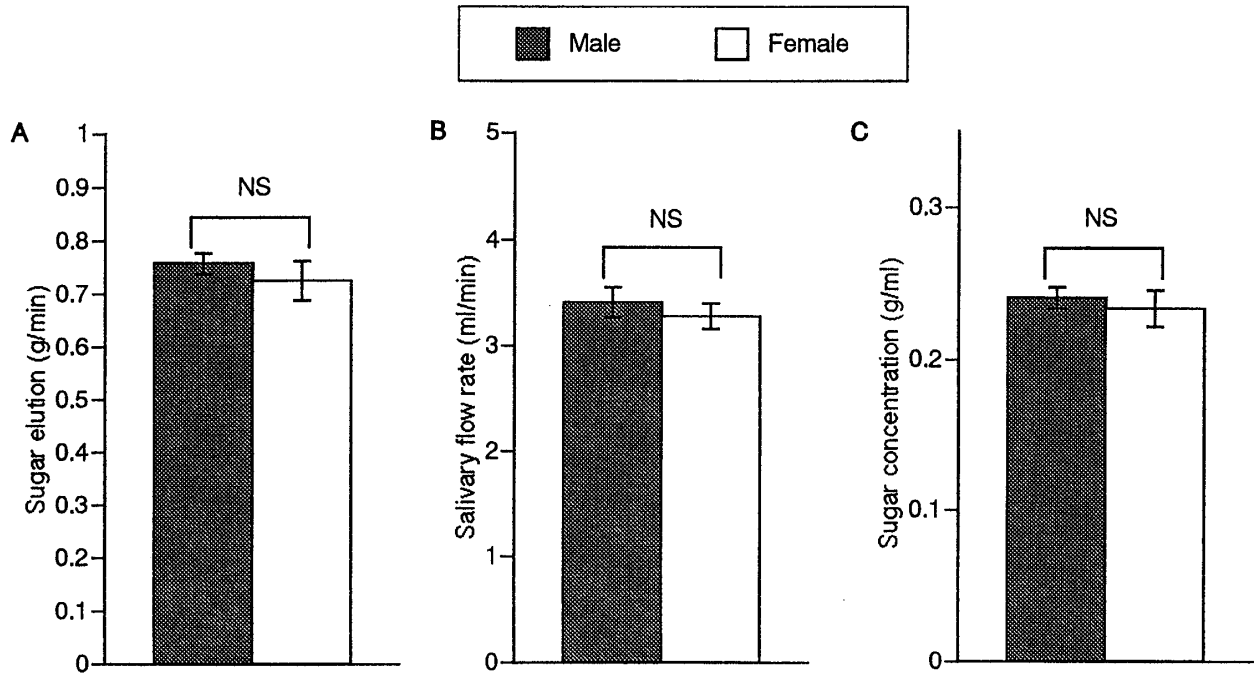


図2 チューインガム咀嚼時の溶出糖量 (A), 唾液分泌量 (B) および溶出糖濃度 (C) の性差
各値は平均値±標準誤差, NSは有意差なし

た. また溶出糖濃度にも有意な性差は認められず(図2 C), 男女平均 0.239 ± 0.006 (g/ml) で

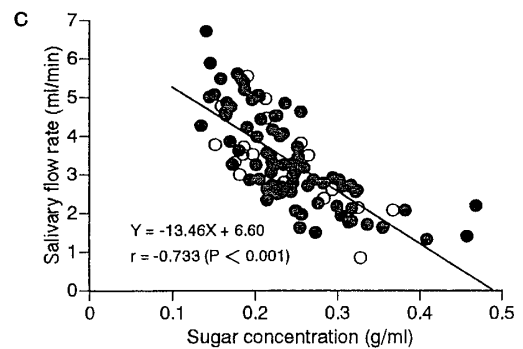
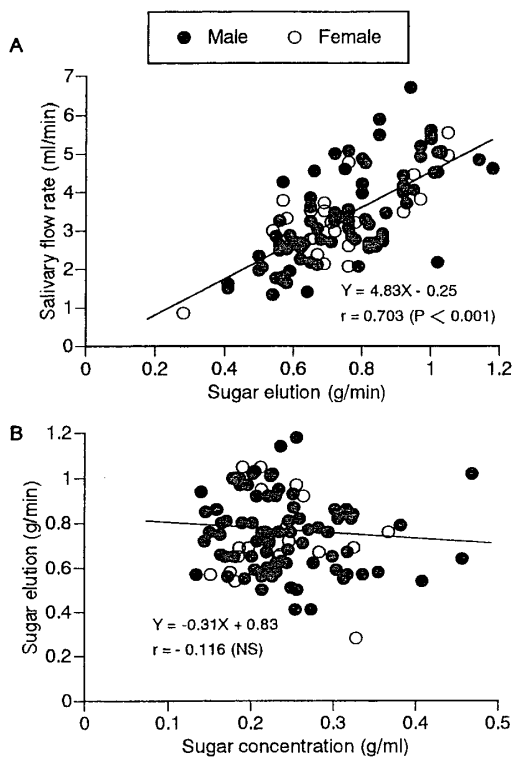


図3 チューインガム咀嚼時の溶出糖量と唾液分泌量の関係 (A), 溶出糖濃度と溶出糖量の関係 (B) および溶出糖濃度と唾液分泌量の関係 (C)

あった.

溶出糖量と唾液分泌量の間には有意な正の相関 ($r = 0.703$, $P < 0.001$) が見られた (図3 A). 溶出糖濃度と溶出糖量の間には有意な相関は見られなかった (図3 B). 一方, 溶出糖濃度と唾液分泌量の間には有意な負の相関 ($r = -0.733$, $P < 0.001$) が見られた (図3 C).

IV. 考 察

ガム咀嚼における咀嚼能力と唾液分泌能力の同時測定に必要な条件は、一つには回収した唾液量を正確に測定することであり、今一つには、被験者がガム咀嚼時に無意識のうちに嚥下したり、吐き出しきれなかった唾液量を補正した真の唾液分泌量の値を得ることである。実験1では、咀嚼中の溶出糖量と咀嚼前後のガム重量の差を比較し、前者が後者より少ない場合は、唾液に溶出した糖の一部が回収されなかったことを意味し、被験者が無意識のうちに唾液を嚥下したものと集計から除外した。また、これまでの研究^{3,9)}では、溶出糖を含む唾液の容量を測定することにより、これを唾液分泌量としていたが、ガム咀嚼開始直後の唾液には唾液1 ml に対して個人により最大0.45 g もの糖を含むため、この容量測定では真の唾液量よりかなり大きな値となっているものと考えられる。本実験では、唾液水分量をもって唾液分泌量とした。分泌唾液に含まれる固形成分は0.5%以下であり、水分量を唾液分泌量としてもほとんど問題がなく、これまでの容量測定に比較し、より正確な唾液分泌量測定がなされたものとする。

チューインガム法による咀嚼能力測定の場合、70回咀嚼前後のガム重量の差をもって溶出糖量としている^{6,8)}。この方法による溶出糖量測定は、被験者が無意識のうちに唾液を嚥下しても、また唾液を吐き出す際に口腔内に留まった唾液量も影響することがないため、吐き出した唾液中から回収された溶出糖量を測定するより信頼性が高い。そこで、実験2においては、溶出糖量の測定にはガム咀嚼前後のガムの重量差を用いた。一方、ビーカーに回収された唾液量は見かけの唾液分泌量であり、真の唾液分泌量を得るためには、被験者が無意識のうちに嚥下したり、吐き出しきれなかった唾液量を補正する必要がある。実験2では、吐き出した唾液中

より回収された溶出糖量（見かけの溶出糖量）と咀嚼前後のガム重量の差（真の溶出糖量）の比を求め、見かけの唾液分泌量を補正し、真の唾液分泌量を求めた。以上のような唾液量測定の工夫により、チューインガム法による咀嚼能力と唾液分泌能力の同時測定が可能となった。

実験1において、ガム咀嚼開始後1～2分に溶出糖量と糖濃度は最大値に達し、その後指数関数的に減少した。唾液分泌量もこれらとほぼ同様な経時変化を示したが、ガム中の糖がほとんど溶出したと考えられる咀嚼開始後10～15分においても、安静時に比較してかなり高い値を示した。以上の結果は、咀嚼の開始に伴う機械的刺激とその後唾液中に溶出した糖の示す味覚刺激が唾液分泌を促し、咀嚼の持続によりガム中の糖量の減少と共にガムが柔らかくなり、味覚刺激と機械的刺激は減少し、唾液分泌も減少するが、味覚刺激がなくなってからもガム咀嚼に伴う一定の機械的刺激は持続し、安静時よりは高い唾液分泌が維持されることを示す。またガム咀嚼開始直後においては、溶出糖量で表す咀嚼能力と唾液分泌能力の間に密接な関係があることが示唆された。

実験2において、咀嚼能力に有意な性差は見られなかった。また唾液分泌能力にも性差は見られなかった。咀嚼能力については、研究者により、性差はないとするもの^{2,5)}、男性は女性より高い咀嚼能力を持つとするもの⁷⁾、となお統一した見解が得られていない。咀嚼能力と唾液分泌能力の性差については今後さらに厳密な検討が必要と考える。溶出糖量で表す咀嚼能力と唾液分泌能力の間に有意な正の相関が見られ、咀嚼能力と唾液分泌能力が相互に関係していることが示唆された。年齢と性に関わらず、咬合力が酸刺激時の耳下腺および顎下腺と舌下腺からの唾液分泌と相関することが報告されている¹²⁾。ガム咀嚼時の咬合力が強く、溶出糖量の多いことが、より唾液分泌を刺激する可能性があ

る。この場合、溶出糖量に比例して唾液分泌も増加すると考えられるので、溶出糖濃度は唾液分泌速度に関係なく、ほぼ一定になると予想される。しかしながら、本実験では、溶出糖濃度と唾液分泌能力の間には有意な負の相関が見られた。唾液分泌量の増加が食物咀嚼時間を短縮し、一方、唾液分泌量の減少が咀嚼時間を延長させることがヒト^{13,14)}およびラット¹⁵⁻¹⁷⁾において報告されている。唾液分泌能力の高い被験者ほど溶出糖量として測定した咀嚼能力が高い可能性がある。咀嚼能力に及ぼす唾液分泌能力の影響については、今後これを直接的に証明する実験が必要であると考えられる。

V. 結 論

従来行われていたガム咀嚼時の溶出糖量を指標とした咀嚼能力の測定に加え、唾液量を正確に測定し、また被験者がガム咀嚼時に無意識のうちに嚥下したり、吐き出しきれなかった唾液量を補正した真の唾液分泌量の値を得る方法を工夫することにより、ガム咀嚼時の咀嚼能力と唾液分泌能力の同時測定法を確立した。この方法を学生集団に適用した結果、咀嚼能力と唾液分泌能力の間に有意な正の相関が見られ、唾液分泌能力の高い被験者が咀嚼能力も高い可能性が示唆された。

VI. 謝 辞

稿を終わるにあたり本研究に協力戴いた柴田亜梨沙学士に感謝致します。

文 献

1. 小沢 至, 橋本 譲: チューインガム咀嚼混合能力の測定について, 補綴誌, **3**: 52-55, 1959.
2. 羽田 勝: チューインガムによる咀嚼能力の測定—測定方法の統計的分析—, 広大歯学, **9**: 126-132, 1977.
3. 羽田 勝, 柄 博治, 田部孝治, 他: チューインガムによる咀嚼能力の測定—石原の簡易測定法との

- 比較—, 広大歯学, **9**: 133-138, 1977.
4. 羽田 勝, 田部孝治, 柄 博治, 他: チューインガムによる咀嚼能力の測定—測定試料としてのチューインガムの基本的性質—, 広大歯学, **9**: 232-235, 1977.
 5. 羽田 勝: 咀嚼能力に影響を及ぼす諸因子とそれらの関係の統計学的解析, 広大歯学, **10**: 21-33, 1978.
 6. 伊藤学而, 広瀬寿秀, 井上直彦: 野外調査に適した咀嚼能力測定法の検討, 口腔衛生会誌, **38**: 289-295, 1988.
 7. 広瀬寿秀, 吉田礼子, 伊藤学而, 他: 咀嚼能力の発達経過に関する研究—チューインガム法による検討—, 小児保健研究, **49**: 521-527, 1990.
 8. 竹原順次, 本多丘人: 成人男性集団における咀嚼機能の評価—第1報チューインガム法による検討—, 口腔衛生会誌, **50**: 23-30, 2000.
 9. Dawes C, Macpherson, LMD: Effects of nine different chewing-gums and lozenges on salivary flow rate and pH, *Caries Res*, **26**: 176-182, 1992.
 10. Rosenhek M, Macpherson LMD, Dawes C: The effects of chewing-gum stick size and duration of chewing on salivary flow rate and sucrose and bicarbonate concentrations, *Archs Oral Biol*, **38**: 885-891, 1993.
 11. Dong C, Puckett Jr AD, Dawes C: The effects of chewing frequency and duration of gum chewing on salivary flow rate and sucrose concentration, *Archs Oral Biol*, **40**: 585-588, 1995.
 12. Ye CK, Johnson DA, Dodds MWJ, et al: Association of salivary flow rates with maximal bite force, *J Den Res*, **79**: 1560-1565, 2000.
 13. 渡部 茂, 平井敏博, 広瀬徹也, 他: 実験的な唾液分泌機能低下が食物咀嚼時間と嚥下時食塊水分量に及ぼす影響, 日咀嚼誌, **3**: 37-42, 1993.
 14. 楠元正一郎: 食物咀嚼におよぼす唾液分泌量の影響—食塊水分量と嚥下関—, 明海大歯誌, **28**: 40-48, 1999.
 15. Stricker EM: Influence of saliva on feeding behavior in the rat, *J Comparative Physiol Psychol*, **70**: 103-112, 1970.
 16. Smith JC, Miller IJ, Krimm RF, et al: A comparison of the effects of bilateral sections of the chorda tympani nerve and extirpation of the submaxillary and sublingual salivary glands on the eating and drinking patterns of the rat,

Physiol Behav, **44** : 435-444, 1988.

Archs Oral Biol, **47** : 369-374, 2002.

17. Kurahashi M: The effect of dietary consistency and water content on the parotid glands of sub-mandibular and sublingual duct-ligated rats,