

〔原著〕

Chew-and-spit法の算定法改善による食品咀嚼における全唾液分泌能力測定

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

Evaluation of salivary flow rate during chewing of food
by improved chew-and-spit method

Masashi KURAHASHI

Department of Medical Sciences, School of Nursing and Social Services,
Health Sciences University of Hokkaido, 1757 Kanazawa Ishikari-Tobetsu, Hokkaido

Abstract

The chew-and-spit method is a simple method to evaluate the whole salivary secretion in response to foods. The volume of whole salivary secretion during feeding is determined by subtracting the initial weight of food from that of the food bolus after subjects have chewed it normally, and instead of swallowing spat it into a container for weighing. However, this method is considered to underestimate the whole salivary secretion due to either retention of food bolus in the mouth or inadvertent swallowing. The investigation into the whole salivary secretion during feeding here established a new equation for calculating the actual whole salivary secretion during feeding. In this study, the apparent whole salivary secretion was corrected using the new equation, and the actual whole salivary secretion during feeding was calculated. The subjects were two male and eight female volunteers. The subjects chewed one mouthful of cookie and spat it out into a container for weighing. This procedure was repeated ten times. Both the total and dry weight of both cookies and cookies-saliva mixture were measured. The actual whole salivary secretion calculated from these actual values according to the new equation was nearly constant from the first to the tenth mouthful, while the apparent whole salivary secretion was very low at the first mouthful, and gradually increased, however, the apparent whole salivary secretion was significantly lower than the actual whole salivary secretion from the first to the third mouthful. The portion of saliva that was retained in the mouth or was inadvertently swallowed during feeding was calculated to be $26.2 \pm 6.7\%$ of the actual whole saliva. The results suggest that the utilization of the new equation developed in this study is more accurate in the calculations of the actual whole salivary secretion of individuals during feeding.

キーワード：Chew-and-spit法，食品咀嚼，全唾液分泌能力

Chew-and-spit method, chewing of food, salivary flow rate

緒 言

ヒトの場合、摂食に伴う味覚などの刺激により唾液分泌が促進する (Watanabe and Dawes, 1988b)。この摂食時の全唾液分泌量測定法として、従来からchew-and-spit法が用いられてきた (Edgar et al., 1975; Silva et al., 1986; Richardson and Feldman, 1986; Watanabe and

Dawes, 1988a; 1988b; Brudevold et al., 1990; 渡部ら, 1993a; 1993b; 楠本, 1999)。この方法は一口量の食品を咀嚼し、嚥下閾に達した時に嚥下せずに吐き出し、この唾液の混入した食塊の重量と摂取した食品重量の差をもって全唾液分泌量とするものである。操作は容易であるが、本法の欠点は、食塊を十分に吐き出せず口腔内に一部が残存した場合、また食塊の一部を過って嚥下し

受付：平成18年3月31日

た場合、いずれの場合も、得られた全唾液分泌量は実際の全唾液分泌量より低値になってしまうことである。WatanabeとDawesは吐き出せず口腔内に残存もしくは過って嚥下した食品重量% (food lost) を表す算定式を考案し、種々の食品を用いた実験においてそれぞれのfood lostを算定し、それらの値は6%程度であり、このことを考慮すれば、chew-and-spit法は全唾液分泌量測定法として使用に耐えうるものであると考えた (Watanabe and Dawes, 1988a)。

しかしながら、個人を対象とし、その全唾液分泌能力と咀嚼能力との関係を明らかにしようとする実験などでは、個人によってそのfood lostが異なるため、見かけの全唾液分泌量測定法である従来のchew-and-spit法では不十分であり、著者がチューインガム法で実際の全唾液分泌量を求めた (倉橋, 2003) と同様、食品咀嚼の場合も、実際の全唾液分泌量測定法が求められる。著者は、WatanabeとDawesのfood lost算定式についての検討過程において、吐き出せず口腔内に残存もしくは過って嚥下した唾液量を補正した実際の全唾液分泌量を求める算定式を考案した。そこで本研究は、新たに考案した算定式による実際の全唾液分泌量測定の妥当性を実験的に示すことを目的として行った。

対象および方法

1. 被験者

顎口腔に異常を訴えることのない、北海道医療大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25歳 (19~57歳)) である。すべての研究内容は北海道医療大学看護福祉学部・看護福祉学研究科研究倫理委員会の承認を受け、被験者には予め研究内容を十分説明し同意を得た。

2. 摂食実験

実験に用いた試験食品は、成分組成が明らかで、一口量を規定できるカロリーメイトスティック (大塚製菓, 1本あたり, 平均重量: 2.54g, タンパク質: 0.3g, 脂質: 0.22g, 糖質: 0.85g, 水分: 0.8%, 総カロリー: 10kcal) である。

被験者は、少なくとも実験開始1時間前までに食事とブラッシングによる口腔清掃をすませ、安静を保った後、口腔内に貯留した唾液を嚥下し、一口量であるカロリーメイトスティック1本 (予め3つに折っておく) を自由咀嚼し、嚥下閾に達した時、食塊を嚥下せずに、予め計量してあるビーカーに吐き出した。被験者はこの操作を連続して10口分繰り返した。なお全唾液分泌速度算定のために10口分の全咀嚼に要した時間を記録した。10

口分それぞれ吐き出した食塊重量の測定後、食塊の乾燥重量%を求めるために、食塊を送風定温乾燥器にて、105℃, 17時間乾燥し、乾燥後の重量を測定した。試験食品の乾燥重量%を求めるために、咀嚼しない食品についても乾燥前後の重量測定を行った。また唾液乾燥重量%を求めるために、別途、各被験者についてガムベース咀嚼により全唾液を採取し、唾液の乾燥前後の重量測定を行った。

3. 全唾液分泌量など算定法

吐き出した食塊は咀嚼により食品と唾液がほぼ完全に均一に混和されたものである。試験食品重量をa, 吐き出した食塊重量をbとすると、これまでchew-and-spit法で求めていた見かけの全唾液分泌量S'は、

$$S' = b - a \quad (1)$$

となる。

bの乾燥重量をc, aの乾燥重量%をd, 唾液乾燥重量%をe, 口腔内に残存もしくは過って嚥下した食品重量%をf, 実際の全唾液分泌量をSとすると、吐き出した食塊の全重量に関して、

$$100b / (100 - f) = a + S \quad (2)$$

乾燥重量に関して、

$$100c / (100 - f) = (ad + Se) / 100 \quad (3)$$

が成立する。(2) および (3) 式から、f, Sは以下の式で表すことができる。

$$f = [1 - (100c - be) / a(d - e)] \cdot 100 (\%) \quad (4)$$

$$S = [b(d - e) / (100c - be) - 1] \cdot a (\text{ml}) \quad (5)$$

口腔内に残存もしくは過って嚥下した唾液重量%をFとすると、

$$F = 100(S - S') / S \quad (6)$$

であることから、(1), (2), (4) および (6) 式より、Fは次式で表すことができる。

$$F = f[1 - (100c/b - e) / (d - e)] (\%) \quad (7)$$

以上、(1), (4), (5) および (7) の各式に実測で求めたa, b, c, d, eの値を代入することにより、S', f, SおよびFの一口毎の値を算定した。また10口分のS'およびSの値と摂食に要した時間から各自の見かけおよび実際の全唾液分泌速度を算定した。

嚥下時食塊水分%Wは次式より一口毎の値を算定した。

$$W = 100(b - c) / b \quad (8)$$

4. 統計処理

実験は各被験者につき3回行い、その平均値を各被験者の値とした。なお一口毎におけるS, S', f, FおよびWの変動に関しては、一元配置分散分析法およびBonferroni/Dunnの多重比較検定法を、また一口毎のSとS', f

とFとの有意差検定には対応のあるt検定を用いた。

結 果

見かけの全唾液分泌量 S' は、摂食開始1口目では極めて少なく、その後徐々に増加し、4口目からほぼ一定になった。一方、実際の全唾液分泌量 S は1口目から10口目までほぼ一定値を示した。見かけの全唾液分泌量は、実際の全唾液分泌量に比較し、1口目から3口目までは著しく少なく ($p < 0.001$)、6および7口目も有意に ($p < 0.05$) に少なかった (図1A)。全10口を通しての見かけの全唾液分泌速度は $4.14 \pm 1.34 \text{ ml} / \text{分}$ (平均 \pm 標準偏差) であり、実際の全唾液分泌速度 $5.50 \pm 1.50 \text{ ml} / \text{分}$ に比較し有意に ($p < 0.001$) 低く、見かけの全唾液分泌速度は実際の全唾液分泌速度の $75.1 \pm 6.5\%$ であった。

嚥下時食塊水分%は、全10口を通して有意な変動は見られず、10口全体では、 $42.9 \pm 7.1\%$ であった (図1B)。

口腔内に残存もしくは過って嚥下した食品重量% f は、1口目が $38.6 \pm 8.4\%$ と最大であり、その後徐々に減少し、4口目以降はほぼ一定の低い値となった。また、口腔内に残存もしくは過って嚥下した全唾液% F も、1口目が $92.6 \pm 11.4\%$ と最大であり、その後徐々に減少し、4口目以降はほぼ一定の比較的低い値を示した (図1C)。1口から5口目および7口目において、 F 値は f 値に比較し、有意に大きかった。全10口では、 F は $26.2 \pm 6.7\%$ 、 f は $10.9 \pm 2.2\%$ であり、 F/f は 2.41 ± 0.35 であった。

考 察

Chew-and-spit法による全唾液分泌量測定の欠点は、口腔内に食塊の一部を残存もしくは過って一部を嚥下してしまうことにより、実際の全唾液分泌量より低い値が得られてしまうことである。本研究においても、摂食開始初期において、吐き出せず、口腔内に残存してしまう食塊量が多く、その結果、見かけの全唾液分泌量が非常に低値になってしまうことが確認された。口数が進んだ4口目以降、食品損失%はほぼ一定の低値を示した。口腔内に残存する食塊量が最大一定になり、咀嚼中過って嚥下する量も比較的少なく、摂取した一口量にほぼ等しい食品量が回収できたと考えられる。

これまでの研究では、chew-and-spit法による全唾液分泌量測定における実験誤差は回収できなかった食品% f と考えていた (Watanabe and Dawes, 1988a, 1988b; 渡部らa, b, 1993; 楠本, 1999)。しかしながら、全唾液分泌量の実験誤差は全唾液量損失% F である。試験食品の水

分含量および食品の嚥下時水分含量に依存するが、 F が f より大きいことは、 F および f を求める算定式からも推定された。本実験で得られた全10口で得られた f 値は $10.9 \pm 2.3\%$ と、本実験と同種の食品を用いた渡部らの小児の実験における値、 $11.3 \pm 2.9\%$ (渡部ら, 1993a)、成人男子の実験における値 (渡部ら, 1993b)、 $8.1 \pm 1.6\%$ の中間であり、 f 値としては妥当な値と考えられる。一方、本実験において得られた F 値は $26.2 \pm 6.7\%$ (15~40%) であり、 f 値の約2.4倍であり、また大きな個人差が見られた。このことは、個人により口腔内に残存もしくは過って嚥下した全唾液量が大きく異なることを示唆する。楠元はchew-and-spit法の欠点を考慮し、8口の摂食実験において、1口目と8口目を除いた中間の6口について f 値を求め、その値は $7.6 \pm 2.4\%$ と本実験よりはやや少ない値を報告している (楠本, 1999)。しかしながら、全唾液損失%はこの数倍は大きく、しかも個人差があるものと推測される。

以上の結果は、chew-and-spit法による全唾液分泌量測定法を用い、特に個人の全唾液分泌能力に関して検討しようとする実験の場合、これまで用いられてきた算定法では不十分であり、本研究で示した算定式の活用が必要であることを示す。

結 語

Chew-and-spit法による食品摂食時の実際の全唾液分泌量測定に必要な算定式を考案し、この算定式の妥当性を実験的に示した。今後、咀嚼と唾液分泌との関係、食行動と唾液分泌の関係など、個人の全唾液分泌能力を問題にする研究において本法の利用が期待される。

謝 辞

本研究は平成17年度科学研究費補助金 (基盤研究 (C) 課題番号17500548) の補助を受けて行われた。

文 献

- Brudevold F, Kashket S and Kent RL Jr. The effect of sucrose and fat in cookies on salivation and oral retention in humans. *J Dent Res* 69: 1278-1282, 1990.
- Edgar WM, Bibby BG, Mundorff S and Rowly J. Acid production in plaques after eating snacks: modifying factors in foods. *J Am Dent Ass* 90: 418-485, 1975.
- 楠本正一郎. 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.
- 倉橋昌司. チューインガム法による咀嚼能力測定の改善と唾液分泌能力の同時測定. 医学のあゆみ 205: 173-174, 2003.
- Richardson CT and Feldman M. Salivary response to food in humans and its effect on gastric acid secretion. *Am J Physiol Gastrointest*

- Liver Physiol 250 : G85-G91, 1986.
- Silva MF de A, Jenkins GN, Burgess RC and Sandham HJ. Effects of cheese on experimental caries in human subjects. Caries Res 20 : 263-269, 1986.
- Watanabe S and Dawes C. The effects of different foods and concentrations of citric acid on the flow rate of whole saliva in man. Archs Oral Biol 33 : 1-5, 1988a.
- Watanabe S and Dawes C. A comparison of the effects of tasting and chewing foods on the flow rate of whole saliva in man. Archs Oral Biol 33 : 761-764, 1988b.
- 渡部 茂, 大西峰子, 今井 香, 河野英司, 浅香めぐみ, 五十嵐清治. 小児の食物咀嚼に関する研究. 1. 異なった食物によって分泌される唾液量. 小児歯科学雑誌 31 : 81-85, 1993a.
- 渡部 茂, 平井敏博, 広瀬哲也, 五十嵐清治. 実験的な唾液分泌低下が食物咀嚼時間と嚥下時食塊水分量に及ぼす影響. 日本咀嚼学会雑誌 3 : 37-42, 1993b.

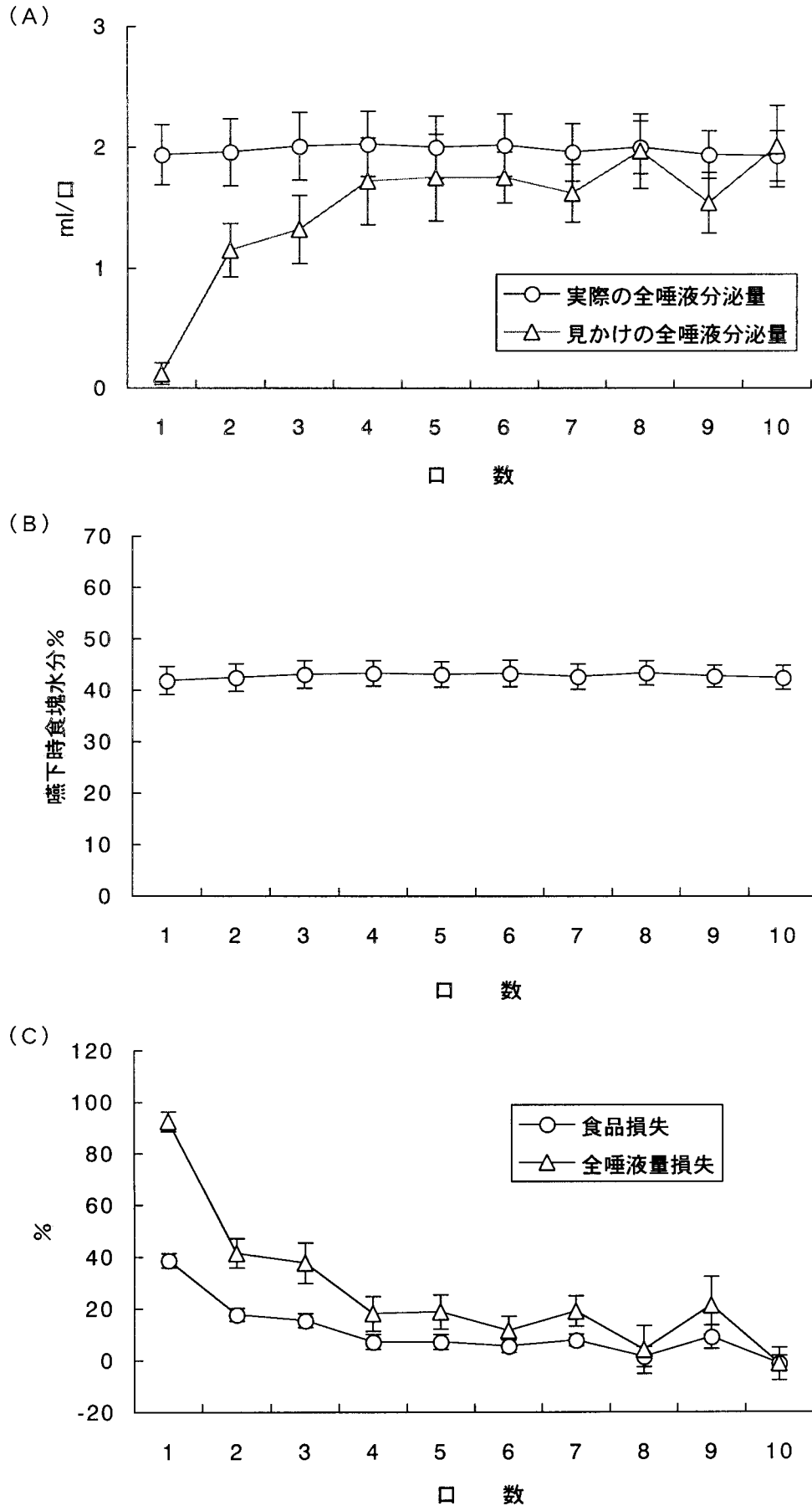


図1 食品咀嚼中の全唾液分泌量 (A), 嚥下時食塊水分% (B) および食塊損失 (C) の経時的变化
各値は平均値±標準誤差