各種食品摂取による唾液流出量および 唾液 pH の経時的変動に関する研究

九州歯科大学口腔衛生学講座 (主任: 佐伯榮一教授)

宮崎 秀夫・三瀬 恒雄・中野 和俊
宮島 稔・佐伯 榮一

昭和58年2月8日受付

本論文の要旨は、昭和54年11月第1回日本口腔衛生学会九州地方会総会において発表した。

The Study of Change in Time of Salivary Flow Rate and pH after Ingesting Various Foodstuffs

Hideo Miyazaki, Tsuneo Mise, Kazutoshi Nakano,
Minoru Miyazima and Eiichi Saeki

Department of Preventive Dentistry (Chief: Prof. Eiichi Saeki)
Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

The Cariostat and Snyder tests which are sometimes insufficient for forecast used for the caries activity test in clinical preventive dentistry. The caries is a multifactorial disease, for which it is considered necessary to introduce various kinds of tests to clarify many oral environmental factors. It is currently recognized that no significant correlation is found between resting salivary flow rate and present carious condition and between resting salivary pH and present carious condition. The salivary condition, which is changed by the various foods, should be estimated during the positive activity against the factor of the caries. A total of eighteen females aged 19 to 21 were examined for change in time of salivary flow rate and pH after ingesting five kinds of foodstuffs.

The results were as follows:

1. Salivary flow rate after ingesting one of five kinds of foodstuffs tended to increase and reached a maximum in the first 3 minutes and return to the resting salivary level in the next 5 minutes. It was hard to find any variations after 13 minutes.
2. No significant difference in the salivary flow rate was observed between any two foodstuffs for each measured time.
3. Salivary pH after ingesting cola tended to decrease with an increase in time. However, those of others increased and showed a maximum in the first 3 minutes. Salivary pH after ingesting chocolate or almond was not significantly lower than the resting salivary level for each measured time.

4. Salivary pH was higher after ingesting almond than after ingesting cola or Yakult. No significant difference was found in the salivary pH in each foodstuff after rinsing.

5. In each correlation of resting salivary flow rate and of resting salivary pH with average number of DMFT and with average number of DT exhibited no significant correlation.

結 言

個体のもつ齲蝕活動性(感受性)を知ることは、予防歯科臨床において極めて有意義なことであるが、現在臨床応用されている齲蝕活動性試験は、Cariostat test, Snyder testをはじめ一部でしかない。しかも、これらの活動性試験では、その時点での齲蝕活動性がある程度予測できるとしても、将来にわたって予測でき得るものかどうかは議論のなされているところである。齲蝕が多因子の疾患であることから考えても、歯牙をとりまく種々の口腔環境因子を検体とした、多くの活動性試験を組み合わせることにより、より予測性の高いものとなり得るであろう。そこで、当教室の佐伯ら(1977)¹⁾は Cariostat test と Snyder test について、また祐田(1979)²⁾は、唾液流出量、唾液 pH、glucose clearance time、

Cariostat test, Snyder test について実験および検討を行なっている。今回、著者らは唾液流出量と唾液 pH について、各種食品摂取による経時的変動を観察し、若干の検討を加えたので報告する。

実験材料および方法

I. 実験材料

実験材料は市販の飲食物5品目、すなわちアイスクリーム(125 ml)、コーラ(150 ml)、ヤクルト(65 ml)、チョコレート(10 g)、アーモンド(10 g)を使用した。

II. 実験方法

1. 実験対象

実験は、Table 1のごとく19歳から21歳の女性18名を対象として、5月～7月の午前中に行なった。

2. 唾液流出量の測定

Table 1 Oral condition and resting salivary flow rate and pH

Subject number	Age	DMFT	DT	Resting salivary flow rate (ml)	Resting salivary pH
1	20	1	1	0.18	6.90
2	19	4	4	0.18	6.85
3	19	5	2	0.40	6.55
4	19	6	1	0.10	7.00
5	19	6	2	0.17	6.85
6	19	8	0	0.70	6.85
7	21	8	1	0.18	7.10
8	19	8	3	0.14	6.60
9	19	8	8	0.10	7.30
10	20	9	4	0.18	6.40
11	19	10	0	0.26	6.85
12	20	10	1	0.18	7.00
13	19	11	0	0.14	6.95
14	19	11	1	0.08	7.00
15	20	12	7	0.26	7.10
16	19	13	2	0.18	7.50
17	20	14	4	0.14	7.40
18	19	17	4	0.22	6.90

ブラッシングおよび蒸留水洗口による口腔清掃後、各食品を被験者に通常のごとく摂取させ、完全に嚥下終了を自覚した瞬間を測定開始時間とした。初回のみ3分後、2回目以後5分間毎に33分後まで、またその後直ちに洗口を行なわせ、5分後に唾液を採取した。なお、唾液採取にあたっては、被験者の頭部をわずかに前傾させ、下顎切歯の後方においた目盛付き 10ml ニプロシリンジにて、吸引時の刺激が最小限になるよう留意しながら吸引採取し、測定を行なった。唾液流出量は1分間の平均流出量で表わした。

3. 唾液 pH の測定

唾液流出量測定後、CE 103 A 電極(東興化学研究所)を用い、唾液の空気接触時間をできるだけ短時間におさえながら、M-7 型 pH メーター(日立一堀場)にて、シリンジ中の唾液を直接測定した。

4. 口腔診査の方法

口腔診査は、検出基準に島田(1962³⁾, 1967⁴⁾, 1968⁵⁾の方法を用い、歯鏡と探針を用いる Inspection type で行なった。

5. 測定値の取扱い

測定値の有意性の検定については、2 平均の差の検定および分散分析を行ない、有意水準 5 %にて行なった。また、安静時唾液流出量および安静時唾液 pH と DMFT 数および DT 数との相関関係についても検定を行なった。

実験結果

I. 唾液流出量

A. 各種食品摂取後の唾液流出量の経時的変動

アイスクリーム、コーラ、ヤクルト、チョコレート、アーモンドのいずれの食品においても、摂取後3分以内に唾液流出量は増加し最大となり、次の5分以内に安静

Fig. 1 Change in time of salivary flow rate

時の状態にもどる傾向が認められた。以後時間の経過にかかわらず、ほとんど変動は認められなかった。(Fig. 1)

B. 摂取食品間の唾液流出量の比較

いずれの測定時間においても、各食品間に有意差は認められず、唾液流出量には摂取食品による差は認められなかった。(Table 2)

C. 安静時唾液流出量と DMF との相関

被験者の安静時唾液流出量と DMFT 数、DT 数は Table 1 に示した。安静時唾液流出量と DMFT 数および DT 数との相関係数は、それぞれ $r = 0.088$, $r = -0.239$ と、相関関係は認められなかった。

II. 唾液 pH

A. 各種食品摂取後の唾液 pH の経時的変動

1. アイスクリーム

唾液 pH は、アイスクリーム摂取後3分以内に上昇し最大となり、以後時間の経過に伴って低下してゆく傾向が認められた。分散分析の結果より、摂取後3分の唾液 pH は 7.47 ± 0.22 と、安静時の 6.95 ± 0.28 に対し有意

Table 2 Change in time of salivary flow rate

min	3	8	13	18	23	28	33	5 after rinsing
Food								
Ice cream	0.41 ± 0.06	0.31 ± 0.04	0.31 ± 0.04	0.28 ± 0.03	0.32 ± 0.06	0.32 ± 0.05	0.31 ± 0.05	0.27 ± 0.04
Cola	0.54 ± 0.06	0.30 ± 0.05	0.29 ± 0.05	0.27 ± 0.03	0.29 ± 0.04	0.27 ± 0.03	0.28 ± 0.04	0.24 ± 0.03
Yakult	0.52 ± 0.07	0.27 ± 0.04	0.30 ± 0.05	0.30 ± 0.05	0.26 ± 0.04	0.26 ± 0.04	0.26 ± 0.03	0.26 ± 0.04
Chocolate	0.51 ± 0.07	0.32 ± 0.04	0.35 ± 0.05	0.33 ± 0.04	0.31 ± 0.04	0.31 ± 0.04	0.31 ± 0.04	0.28 ± 0.05
Almond	0.43 ± 0.06	0.27 ± 0.04	0.27 ± 0.04	0.30 ± 0.05	0.27 ± 0.04	0.28 ± 0.04	0.25 ± 0.04	0.26 ± 0.04

$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ (ml/min)

Table 3 Change in time of salivary pH and comparison in each foodstuff

min	3	8	13	18	23	28	33	5 after rinsing
Food								
Ice cream	7.47±0.05	7.06±0.05	6.79±0.07	6.78±0.05	6.69±0.07	6.67±0.08	6.69±0.09	6.84±0.06
Cola	7.09±0.08	6.93±0.08	6.66±0.07	6.63±0.08	6.59±0.09	6.62±0.09	6.59±0.08	6.74±0.06
Yakult	7.21±0.08	6.87±0.05	6.69±0.07	6.62±0.07	6.61±0.07	6.69±0.08	6.67±0.08	6.81±0.05
Chocolate	7.56±0.06	7.09±0.06	6.86±0.06	6.74±0.06	6.73±0.05	6.71±0.07	6.69±0.07	6.87±0.06
Almond	7.52±0.06	7.12±0.04	6.91±0.03	6.88±0.04	6.84±0.03	6.83±0.05	6.80±0.03	6.89±0.05

○□△●■▲ : Significant difference in each other at 5% level of confidence

 $\bar{X} \pm S\bar{x}$

Fig. 2 Change in time of salivary pH

($p < 0.05$) に上昇し, 次の 5 分以内に安静時の状態にもどるが, その後次第に低下しながら 23 分後には 6.69 ± 0.31 と, 安静時に対し有意 ($p < 0.05$) に低下を示し, 33 分までには安静時の状態にもどらなかった. しかしながら, 洗口により唾液 pH は 6.84 ± 0.24 と, 安静時の状態までほぼ回復が認められた.

2. コーラ

唾液 pH は, コーラ摂取後 3 分が 7.09 ± 0.36 で安静時の 6.95 ± 0.28 に対し有意差が認められず, 摂取後の時間経過に伴って唾液 pH は低下する傾向が認められた. 13 分後において, 6.66 ± 0.30 と安静時に対し有意 ($p < 0.05$) に低下が認められ, 33 分までには安静時の状態にもどらなかった. しかしながら, 洗口により唾液 pH は 6.74 ± 0.27 と, 安静時の状態までほぼ回復が認められた.

3. ヤクルト

唾液 pH は, ヤクルト摂取後 3 分以内に上昇し最大となり, 以後時間の経過に伴って低下してゆく傾向が認められた. 分散分析の結果より, 摂取後 3 分の唾液 pH は 7.21 ± 0.34 と, 安静時の 6.95 ± 0.28 に対し有意 ($p < 0.05$) に上昇し, 次の 5 分以内に安静時の状態にもどるが, その後次第に低下しながら 13 分後には 6.69 ± 0.28 と, 安静時に対し有意 ($p < 0.05$) に低下を示し, 33 分までには安静時の状態にもどらなかった. しかしながら, 洗口により唾液 pH は 6.81 ± 0.20 と安静時の状態までほぼ回復が認められた.

4. チョコレート

唾液 pH は, チョコレート摂取後 3 分以内に 7.56 ± 0.27 と上昇し最大となり, 次の 5 分以内に 7.09 ± 0.26 と安静時の状態にもどり, その後 33 分まで緩やかな低下傾向を示すものの, 安静時に対し有意な低下は認められなかった.

5. アーモンド

唾液 pH は, アーモンド摂取後 3 分以内に上昇し最大となり, 以後時間の経過に伴って低下してゆく傾向が認められた. 分散分析の結果より, 摂取後 3 分の唾液 pH は 7.52 ± 0.25 と, 安静時の 6.95 ± 0.28 に対し有意 ($p < 0.01$) に上昇し, 13 分で安静時の状態にもどり, その後 33 分まで緩やかな低下傾向を示すものの, 安静時に対し有意な低下は認められなかった. (Fig. 2)

B. 摂取食品間の唾液 pH の比較

1. 摂取後 3 分

アイスクリームがコーラとヤクルトに対し, チョコレートがコーラとヤクルトに対し, アーモンドがコーラとヤクルトに対しそれぞれ有意 ($p < 0.05$) に高い唾液 pH

を示した。

2. 摂取後8分

アイスクリームがヤクルトに対し、チョコレートがヤクルトに対し、アーモンドがコーラとヤクルトに対しそれぞれ有意 ($p<0.05$) に高い唾液 pH を示した。

3. 摂取後13分

チョコレートがコーラに対し、アーモンドがコーラとヤクルトに対しそれぞれ有意 ($p<0.05$) に高い唾液 pH を示した。

4. 摂取後18分

アーモンドがコーラとヤクルトに対しそれぞれ有意 ($p<0.05$) に高い唾液 pH を示した。

5. 摂取後23分

アーモンドがコーラとヤクルトに対しそれぞれ有意 ($p<0.05$) に高い唾液 pH を示した。

6. 摂取後28分

各食品間のいずれにも有意差は認められなかった。

7. 摂取後33分

アーモンドがコーラに対し有意 ($p<0.05$) に高い唾液 pH を示した。

8. 洗口後5分

各食品間のいずれにも有意差は認められなかった。

(Table 3)

C. 安静時唾液 pH と DMF との相関

被験者の安静時唾液 pH と DMFT 数, DT 数は Table 1 に示した。安静時唾液 pH と DMFT 数および DT 数との相関係数は、それぞれ $r=0.394$, $r=0.197$ と相関関係は認められなかった。

考 察

祐田 (1979)²⁾ の報告によると、唾液流出量と齲蝕現症とに相関を認めているが、今回の実験では、実験方法および条件を祐田 (1979)²⁾ に順じて行なったにもかかわらず相関を認め得なかった。唾液流出量と齲蝕の相関に関しては旧来より数多く報告されており、それらを検討した谷本 (1969⁶⁾, 1969⁷⁾, 1969⁸⁾) によると、口腔内乾燥症のような唾液流出量の極端な減少を示す個体でなければ、唾液分泌に及ぼす影響諸因子の複雑性から唾液流出量と齲蝕の相関性は一概に結論づけられないとしている。

本実験における安静時唾液 pH は 6.95 ± 0.28 であったが、近似した年齢群を対象とした祐田 (1979)²⁾ は 6.915 ± 0.300 、佐藤 (1977)⁹⁾ は 6.84 ± 0.06 であったと報告しており、日本人の20代における安静時唾液 pH はやや

酸性を示すようである。安静時唾液 pH と齲蝕の相関は認め得なかった。祐田 (1979)²⁾ も同結果を認め、唾液 pH が齲蝕の発生に何らかの影響を与える可能性はあるも、安静時唾液 pH と齲蝕との間には相関がないと考えるのが妥当であろうと述べている。また谷本 (1969⁶⁾, 1969⁷⁾, 1969⁸⁾) は、歯牙硬組織の溶解は溶媒の pH に大きく左右されるものの、唾液 pH が歯垢 pH の関連性や口腔内細菌との関係など多くの因子の影響を受けることから、唾液 pH と齲蝕の相関性を検索することは困難であると結論づけている。

このように、齲蝕活動性試験として安静時唾液流出量と唾液 pH を考えた場合、問題点が多く現時点では臨床応用に適さないと思われる。

食品摂取による唾液流出量の増加傾向は、味覚刺激、口腔粘膜の一般感覚および咀嚼運動によって生ずることが知られている。河村 (1963)¹⁰⁾ は味刺激を舌に与えると、2～3分で最大分泌となるが、それ以後急速に分泌は減少して、約6分でもとのレベルにもどると述べている。今回の実験では、食品摂取後3分で唾液流出量は最大値を示し、次の5分以内にもとのレベルにもどっており、味刺激に加え、温度刺激、咀嚼運動時の刺激があるものの、河村 (1963)¹⁰⁾ と同傾向を呈している。

蔗糖入りクッキーと無蔗糖クッキー摂取による4分後の唾液流出量を比較した深田ら (1979)¹¹⁾ は、蔗糖入りクッキーの方が無蔗糖クッキーに比して多い傾向を示したと報告している。しかし、その論文において統計的有意差は認めなかったようである。本実験においても、摂取3分後の唾液流出量は、冷菓および冷たい酸性飲料群がやや多い傾向を示したものの有意差を認めるに至らなかった。クエン酸や蔗糖の濃度差による唾液流出量を調べた Kerr (1961)¹²⁾ によると、唾液流出量は刺激の強さの対数に比例すると結論づけているように、一般に摂取される間食の酸や蔗糖濃度、および温熱刺激による唾液流出量には大きな差は認められないようである。

食品摂取後の唾液 pH の経時的変動は、コーラを除く4品目において、摂取後直ちに上昇し、以後時間の経過に伴って低下してゆく傾向が認められた。食品摂取直後における唾液 pH の上昇現象は、唾液流出量の急激な増加に伴う唾液緩衝系の働きによるものと思われる。また、その後の唾液 pH の低下現象は、食品中の酸性物質の口腔内残留や口腔内の酸産生菌による糖分解によるものと思われる。しかしながら、実験前に被験者が口腔清掃を行なったために、唾液 pH の大きな低下は認め得なかったであろう。一方、唾液流出量の増大にもかかわらず

らず、コーラ摂取による唾液 pH の上昇が認められなかったことは、コーラ自体の酸性度 (pH≒2.2) が強いと思われる。酸性飲料摂取後の唾液 pH を経時的に測定した Haggard ら (1951)¹³⁾ は、摂取直後に pH 4.8～5.2 まで低下し、15分後に安静時唾液 pH まで回復した結果を示している。著者らの結果は、Haggard ら (1951)¹³⁾ と大きく異なったが、実験条件や被験者年齢群の差に起因するのではないだろうか。

唾液 pH の食品間の比較によって明らかなように、摂取直後においては、酸性飲料群 (コーラ・ヤクルト) が固形食品群 (アイスクリーム・チョコレート・アーモンド) に比して有意 ($p<0.05$) な唾液 pH の低値が認められ、8分以後においては、アーモンドが安静時の唾液 pH より低下することではなく、他の食品に比して高い唾液 pH を呈している。唾液が重要な口腔環境の一因子である以上、摂取食品による唾液 pH の変化は無視できない。つまり、食品自体の酸や細菌により産生された酸が、直接または間接的 (プラークを通して) に歯質に作用しており、その酸性度は洗い流され、希釈された唾液中の pH よりはるかに強く、食品間の差もかなり大きなものであると想像されるからである。また、洗口による唾液 pH は5品目全てにおいて、安静時唾液 pH まで回復が認められ、飲食後の洗口、ブラッシングの重要性が示唆されるところであろう。

ところで、齲蝕発症に影響を及ぼす個々の因子について検討を行なう従来の齲蝕活動性試験では、真に活動性を予測することは限界にきていると思われる。それ故に、食品を摂取した動的状態において、つまり、食品を含めた口腔環境因子が作用しあった状況において、歯質をとりまく環境を全体として検討することに可能性があると思われる。

結 論

19歳から21歳の女性18名を対象として、5種類の市販飲食物摂取による唾液流出量および唾液 pH の経時的変動を観察し、次のような結果を得た。

1. 唾液流出量は、いずれの食品においても摂取後3分以内に増加し最大となり、次の5分以内に安静時の状態にもどる傾向が認められた。以後時間の経過にかかわらず、変動はほとんど認められなかった。

2. 唾液流出量はいずれの測定時間においても、各食品間に有意差は認められなかった。

3. 唾液 pH は、アイスクリーム・ヤクルト・チョコレート・アーモンドにおいて、摂取後3分以内に上昇し最大となり、以後時間の経過に伴って低下してゆく傾向が認められた。チョコレート、アーモンドは33分までに、安静時の唾液 pH より有意な低下は認められなかった。コーラにおいては、有意な唾液 pH の上昇は認められず、時間の経過に伴って低下していく傾向が認められた。全ての食品において洗口後の唾液 pH は、安静時に対し有意差は認められなかった。

4. 唾液 pH を食品間で比較すると、摂取後3分では、アイスクリーム・チョコレート・アーモンド>コーラ・ヤクルト、8分では、アイスクリーム・チョコレート>ヤクルト、アーモンド>コーラ・ヤクルト、13分では、チョコレート>コーラ、アーモンド>コーラ・ヤクルト、18分および23分では、アーモンド>コーラ・ヤクルト、33分では、アーモンド>コーラであった。摂取後28分と洗口後5分では、いずれの食品間にも有意差は認められなかった。

5. 安静時唾液流出量および唾液 pH と DMFT 数、DT 数には、相関関係は認められなかった。

引 用 文 献

- 1) 佐伯榮一・松本仁志：歯牙ならびに歯肉疾病と口腔環境についての研究 (その3)。九州歯会誌 30: 1177—1181, 1977.
- 2) 祐田 彰：齲蝕活動性試験に関する研究。九州歯会誌 33: 230—246, 1979.
- 3) 島田義弘：集団における齲蝕の検出。歯界展望 19: 817—824, 1962.
- 4) 島田義弘：初期齲蝕の検出法。歯界展望 29: 1321—1329, 1967.
- 5) 島田義弘：学童永久歯における各種齲蝕性病変の進行速度と齲蝕検出基準についての研究。口腔衛生会誌 18: 15—25, 1968.
- 6) 谷本義文：唾液と口腔疾患の接点 (その1)、唾液と齲蝕。日歯評論 316: 133—142, 1969.
- 7) 谷本義文：唾液と口腔疾患の接点 (その2)、齲蝕と唾液の緩衝能を中心として。日歯評論 318: 439—448, 1969.

- 8) 谷本義文：唾液と口腔疾患の接点（その3），齲蝕の予防（抑制）法．日歯評論 **320**：682—689，1969．
- 9) 佐藤定雄：新しい齲蝕罹患性試験の考案とその評価—とくに保存修復法への応用をめざして—第1報 嫌氣的唾液緩衝能試験法の考案とその有用性．口腔衛生会誌 **26**：20—25，1977．
- 10) 河村洋二郎：唾液腺および唾液について（5）．歯界展望 **21**：343—347，1963．
- 11) 深田英朗・森主宣延・本橋正史・蕪木彰・赤坂守人：小児のう蝕活動性の評価に関する予備的実験研究．第1報 唾液の流出量と粘度について．小児歯誌 **17**：163—176，1979．
- 12) Kerr, A.C. : Physiological regulation of salivary secretion in man. *Brit. Dent. J.* **111**：353—354, 1961.
- 13) Haggard, H.W. and Greenberg, L.A. : The acidity of saliva after ingestion of carbohydrate- and acid-containing substances. *J. Dent. Res.* **30**：126—129, 1951.