

〔原 著〕

## 舌背酸刺激によるヒト耳下腺唾液分泌速度の変化と pH 変化との関係

猪股孝四郎, 倉橋 昌司

東日本学園大学歯学部口腔生理学講座

(主任: 猪股孝四郎 教授)

## Changes in the Flow Rate and pH of Human Parotid Saliva in Response to Tongue Sour Stimulation

Koshiro INOMATA and Masashi KURAHASHI

Department of Oral Physiology, School of  
Dentistry, HIGASHI-NIPPON-GAKUEN UNIVERSITY

(Chief : Prof. Koshiro INOMATA)

### Abstract

This is a report of the time course changes in the flow rate and pH of human parotid saliva in response to tongue stimulation with 3 % tartaric acid. The flow rate of parotid saliva reached a maximum 5-10 seconds after the acid stimulation, and returned to the resting level 1-6 minutes later. The pH of the parotid saliva was highest 2.5-5 minutes after the acid stimulation, and returned to the resting level (ca. pH 5.3) 40-70 minutes after. The maximum level in saliva pH was recorded later than the maximum salivary flow rate.

**Key words :** Saliva pH, salivary flow rate, human parotid, sour stimulation

### 緒 言

口腔内に入った食物の種類によって唾液の分泌量が変化することはよく知られている。近年、この唾液分泌量が変化するにつれて pH の値も変化することが判明した<sup>1)</sup>。現在では唾液の分泌

速度が早い場合は pH も高値を示すものと理解されている。しかしながら一般に分泌速度の算出や pH の測定には一定時間内に分泌された唾液を対象としており、単一刺激直後から見られる分泌速度の変化と pH の変化を同時にしかも連続的に記録測定した報告はない。そこで我々

はヒト耳下腺において、舌背1回(単一)刺激後に見られる唾液分泌速度とpH値の変化を連続的に記録し検討を加えたのでここに報告する。

### 実験方法

被験者は49歳男子で口腔内および一般的健康状態は正常である。

唾液採集にはFig 1に見られるようなLashley型の唾管を用いた。これは唾管を吸着させるための外側室と唾液を集める内側室から成り立っている。外側室に接続されている管から空気を吸引し、内側室がちょうど耳下腺開口部の

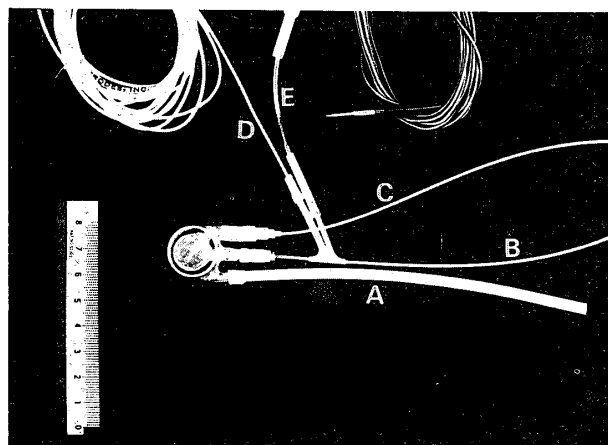


Fig. 1 Instrument for collecting human parotid saliva and pH measurement.

- A : suction tube
- B : collection tube
- C : injection tube for pH standard solution or saline
- D : glass electrode for pH
- E : reference electrode

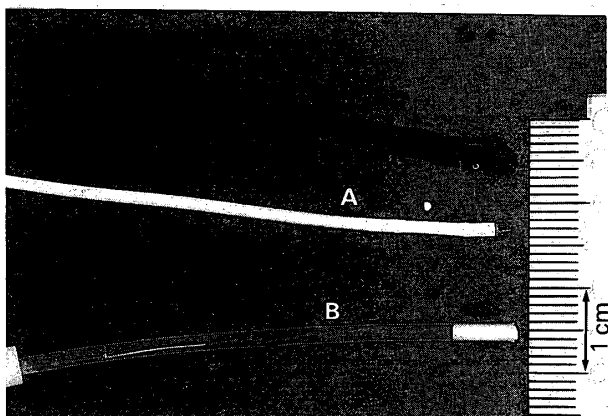


Fig. 2 Glass electrode (A) and reference electrode (B).

上になるように口腔粘膜にこの唾管を吸着させた。内側室に接続されている二本の管のうち一つからは唾液が流出するようにし、唾液が流出する途中に玉川ら<sup>2)</sup>の方法に従い、pH電極と比較電極を設置した。この場合、pH電極の先端は必ず唾液の流れに触れるように注意した。他の一本の管はpH標準溶液、また場合によっては生理的食塩水を注入するのに用いた。次に唾管の内側室の内部を適宜ワックスで埋め、できるだけ耳下腺開口部からpH電極部までの死腔を少なくし、その結果これを $50\mu\text{l}$ とすることができた。

pH測定に用いたpH電極と比較電極をFig 2に示す。pHガラス電極は直径約1.6mmで比較電極は直径約2mmである。pH電極は富士化学計測社(東京)とMicroelectrode社(米国)の両社のものは形状および機能ともに同等であったので、両者を適宜用いた。

耳下腺唾液の分泌速度とpH変化を同時記録する装置のブロックダイアグラムをFig 3に示す。この装置の詳細については既に猪股ら<sup>3)</sup>が報告しているので、ここではその概要について述べる。この図左方の①の曲線は耳下腺からの唾液分泌の総量の変化を示している。この曲線の基線は舌背刺激(唾管装着側の舌背および

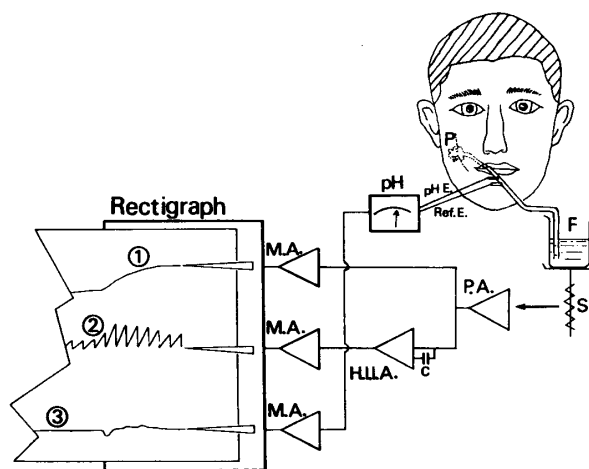


Fig. 3 Diagram of the recording system.

- ① : total saliva volume
- ② : flow rate (per five seconds)
- ③ : pH

舌縁の両方の同時刺激)の直前値を用い、これから曲線までの距離が唾液の総量を示す。②の曲線は単位時間(5秒間)内の分泌量を示し、これを分泌速度と称した。③の曲線はpHメーターの出力端子からの電位を増幅して記録している。このときのpH電極の較正は唾管を装置する以前に行うことは勿論であるが、耳下腺開口部に唾管を装置してからも、前述の内側室に接続されている管を用いてpH標準溶液を注入して再度pH電極を較正した。また実験終了後もさらにpH標準液を注入してpH電極の感度を確認した。

前述のように唾管を耳下腺開口部に装着し、pH電極の較正が終わってから一度舌背刺激し耳下腺から唾液が滑かに唾管を通り導管から流出することを確認して実験準備完了とし、この後10~15分安静にし刺激実験を開始した。舌背刺激には3%酒石酸溶液約0.5mlをふくんだ綿棒を唾管装着と同側の舌背および舌縁に塗布した。

実験結果

Fig 4は舌背刺激後の耳下腺唾液の総量、分泌速度およびpHの経時的変動の代表的な1例である。いずれの曲線についても上向きの矢印は舌背刺激をした時点を示す。Aは唾液分泌量の総量を示し、これは基線からの距離を測定し規準の長さから総量を算出することができる。Bは分泌速度の変化を示しており、DおよびEは下向きの矢印で示された部分を速い紙送りで記録したものである。これによりこの部分の分泌速度の状態が鮮明になる。CはpHの変動経過を示す。すなわち、舌背を刺激するとpH値は一時的に減少後急速に増加し、最大値(7以上)を示し、その後時間とともに減少した。また刺激により唾液分泌速度(B)は急速に増加し、その後時間とともに減少した。しかしながら、pHと唾液分泌速度は必ずしも平行した変動経過を示さなかった。すなわち、pHの最大値は唾

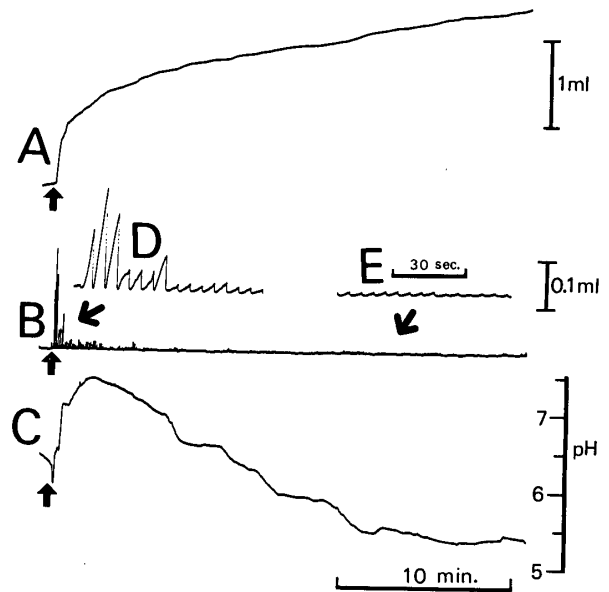


Fig. 4 A typical time course change in flow rate and pH of parotid saliva  
 ↑ : sour stimulation  
 A : total parotid saliva volume  
 B : flow rate (per five seconds)  
 C : pH  
 D, E : magnification of the part which the large arrow mark (↘)

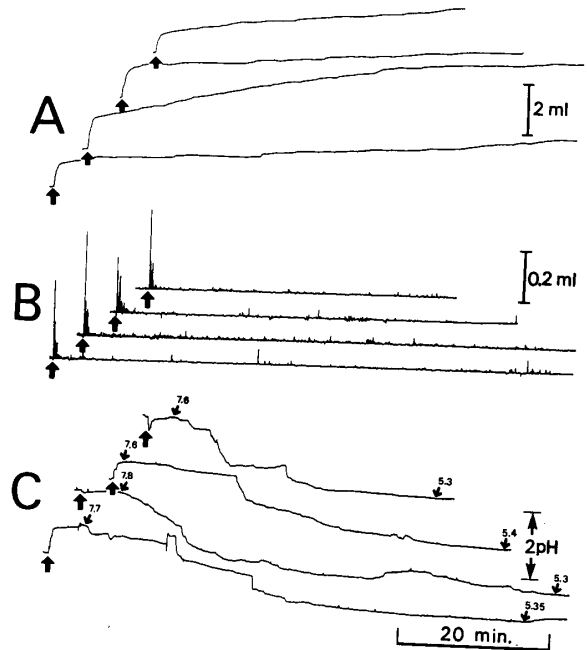


Fig. 5 Examples of time course changes in flow rate and pH of parotid saliva  
 Legend as in Fig. 4

液分泌速度の最大値よりやや遅れて現われた。この時点(刺激後約2分30秒)では唾液分泌速度はすでにかなり減少し(約0.2ml/分)、最大値の約1/5であった。分泌速度はこの後さらに減少

し、安静時 (0.1ml/分) の状態に至った。一方 pH 値も分泌速度減少に相当遅れて漸次減少し、結局は約5.4位の値になった。

Fig 5 は異なった経時的変動を示した4つの例を示す。この図のA, B, C, の曲線群の内では上からの順番が同じ曲線は同一実験から得られたものである。この4回の実験結果を見るといずれの場合も Fig 4 と同じく、唾液分泌速度の変化と pH 値の変化は必ずしも平行していない。すなわち、舌背刺激をすると分泌速度は5~10秒で最大値の2.5~5 ml/分になり、刺激後1~6分ではほぼ安静時の分泌速度の値に戻った。一方、pH 値の変化は舌背刺激後2分30秒~5分後に最大値を示し、その後ゆるやかに減少し、刺激後40~70分で最小値の5.3~5.4を示した。このように分泌速度が最大になる時点と pH 値が最大になる時点は必ずしも一致せず、pH 値の最大時点は分泌速度の最大時点よりも必ず遅れて現われた。舌背刺激を行う前にすでに相当高い pH 値の唾液の分泌が見られたのは、方法の所で述べたように唾管を装着してから実験を始める前に必ず一度は舌背刺激を行なって装着の良否を確認し、その10~15分後に実験を始めているため、分泌唾液の pH が完全に安静時の状態にならないうちに再び舌背刺激を行った結果と考えられる。

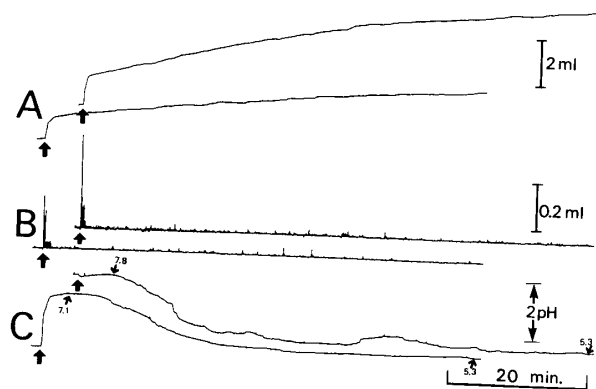


Fig. 6 Time course changes in flow rate and pH of parotid saliva after long resting period (70 min)  
Legend as in Fig.4

Fig 6 は唾液の pH 値が安静時、すなわち pH5.3位まで減少した時点で再度舌背刺激を与えた場合の pH 値の変動経過を示す。図のA, B およびCの中で対になっている曲線は上方から下方へと連続している。舌背刺激は2回行っており、1回目と2回目の刺激の間隔は約75分である。1回目の舌背刺激後の唾液分泌速度および pH の変動経過は Fig 4 および 5 とほぼ同様であった。2回目の刺激を与えると約5秒後に分泌速度は最大となり、約1分後にほぼ安静時分泌速度に戻った。一方、pH 値は刺激後約4分で最大値7.1を示し、その後経時的に減少し、約60分後には再び pH5.3となった。1回目と2回目の刺激による分泌速度および pH 値の変動経過はほぼ同様であった。

## 考 察

これまで種々の唾液 pH の測定方法が報告されている。最も簡便な方法は pH 試験紙を用いる方法であるが誤差が大きい<sup>4)</sup>高岡<sup>5)</sup> Shannon<sup>6)</sup> 猪股ら<sup>7)</sup>などは唾液を空気と遮断する状態で採取しそれを pH 電極法で測定している。また Dawes ら<sup>1)</sup>や玉川ら<sup>2)</sup>は唾液を採集する導管内に pH 電極をおき、唾液の pH を連続測定しているが、ここでは我々の実験目的に最も適した玉川ら<sup>2)</sup>の方法を用いた。

唾液分泌速度の測定方法にも種々のものがあり、一般には分泌された唾液量とこれを集めるに要した時間から分泌速度を算出している。しかしながら、本研究では単位時間の分泌量の変化を連続的に記録する猪股ら<sup>3)</sup>の方法を用い、唾液分泌速度と pH の変動経過を同時記録した。

舌背刺激を行うと耳下腺からの唾液の分泌速度は5~10秒位で最大となり、1~6分ではほぼ安静時の値に減ずるのが通常であった。また pH 値の変動経過を見ると、唾液の分泌速度が多くなれば pH 値は増すが分泌速度ほど急激に増加しない。pH 値が最大値を示すのは刺激か

ら2分30秒～5分経てからであり、その後漸次時間とともに減少し結局はpH5.3位でほぼ一定となった。唾液分泌速度およびpH値が共に著しく変動する時期は刺激後約20分以内であった。Fig 7はこの時期の唾液分泌速度とpH値の関係を示したものである。唾液分泌速度の早い場合は比較的pH値は低く、逆にpH値が高い場合には分泌速度はむしろ低い。このような現象が起こる原因として、採唾管内のpH電極が存在する部位と耳下腺開口部との間に死腔容積が存在することが考えられる。事実、我々が用いた装置は前述のごとく約50 $\mu$ lの死腔が存在した。しかしながら、このような死腔を考慮して作図してもFig 7はほとんど変化がなかった。このように本実験結果はDawesら<sup>1)</sup>の結果とは明らかに異っている。この差異の理由として考えられるのは刺激方法の違い、すなわち我々の1回刺激に対して彼等は連続刺激であり、また唾液の分泌速度の測定法も異なることである。

今回の実験のpH値について見ると7.8～5.3であって8を越えることも5より低くなることもなかった。またpH値が最大値から安静値に回復するのに40～70分を要したが、この時間は実験毎に差異が見られた。この原因は不明であるが、実験中の被験者の体調や精神状態などに関係しているのかもしれない。

## 結 論

舌背を単一酸刺激したときの耳下腺唾液の分泌速度とpH値の変動経過について検討し、下記の結果を得た。

1) 舌背を酒石酸刺激すると耳下腺唾液の分泌速度は5～10秒で最大(2.5～5 ml/分)になり、1～6分で安静時の分泌速度(約0.1ml/分)に戻った。

2) 耳下腺唾液のpH値は刺激後2分30秒～5分に最大値(pH7.1～7.8)に達し、その後

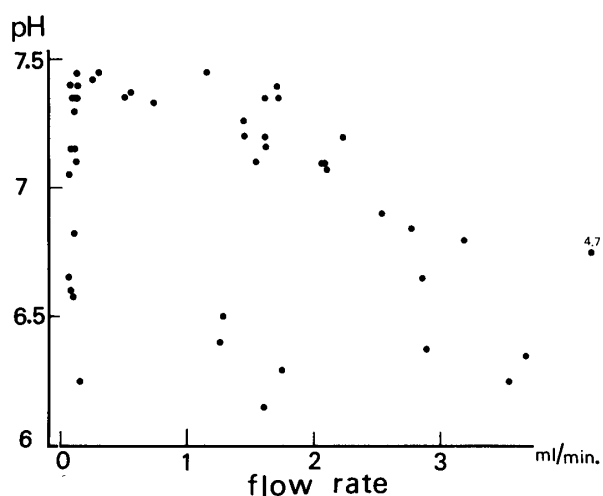


Fig. 7 Plot of the relation between the changes in flow rate and pH of parotid saliva

ゆるやかに減少し、刺激後40～70分で最小値(pH5.3～5.4)に戻った。

3) 舌背刺激後、分泌速度が最大になる時点とpH値が最大を示す時点は一致してなく、pH値の最大を示す時点は必ず分泌速度の最大になる時点よりも遅れていた。

4) 分泌速度とpH値の関係をみると、分泌速度が大きい時期はpH値はむしろ低く、pH値が高い時期には分泌速度が低かった。

## 文 献

1. Dawes, C. and Jenkins, G.N.: The effects of different stimulation on the composition of saliva in man, *J. Physiol.*, 170; 86-100, 1964.
2. 玉川恭子, 猪股孝四郎, 伊藤克之, 中村治雄, 倉橋昌司: 耳下腺唾液の分泌とpHの連続記録, *日本生理誌*, 44; 73, 1982.
3. 猪股孝四郎, 玉川恭子, 伊藤克之, 中村治雄, 倉橋昌司: Strain gaugeを用いた簡便な耳下腺分泌量測定装置の試作, *歯基礎誌*, 24; 553-557, 1982.
4. 井口敏包: 唾液分泌曲線と自律神経緊張状態との関係に就いて(自律神経機能検索の一知見), *東京医科大学雑誌*, 12(4); 1-26, 1954
5. 高岡渉: 唾液の酸塩基平衡に関する研究(第一報) 唾液の酸塩基平衡と血液の酸塩基平衡, *日本生理誌*, 14; 504-513, 1952.
6. Shannon, I.L.: Effect of rate of gland function on pH, viscosity, total solids, calcium and magne-

- sium in unstimulated parotid fluid, Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 130 ; 874-878, 1969.
7. 猪股孝四郎, 高桑光代, 岩瀬恭子, 倉橋昌司: 耳下腺唾液分泌と電位変動についてIII. ヒト耳下腺の分泌電位とその唾液中のイオン ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) 濃度との関係, 東日本歯誌, 3 ; 47-53, 1984.