

〔原 著〕

唾液の移動と電位変化の出現の遅れ

猪股孝四郎, 太田 勲, 石井 久淑, 山根 美子, 倉橋 昌司*

北海道医療大学歯学部口腔生理学講座

*北海道医療大学看護福祉学部生命基礎科学講座

(主任: 猪股孝四郎教授)

*(主任: 倉橋 昌司教授)

The movement of parotid saliva and time lag of apperance of electrical change

Koshiro INOMATA, Isao OOTA, Hisayoshi ISHII,
Yoshiko YAMANE and Masashi KURAHASHI*

Department of Oral Physiology, School of Dentistry,

*Department of Medical Science, School of Nursing & Social Services,
Health Science University of Hokkaido

(Chief: Prof. Koshiro INOMATA)

*(Chief: Prof. Masashi KURAHASHI)

Abstract

Previous studies have reported that electrical changes on the papilla parotidea mainly depends on the secreted saliva, and the follwing further experiments and results were obtained.

Thin electrodes were set at equal intervals on the drain of a saliva collection cup, the developed saliva cup was placed on the papilla parotidea, and the tongue was stimulated. The electrical changes from these electrodes were recorded on a 3 channel recorder (chan-a, -b and -c). The pattern of the electrical changes in chan-c always appear later than the pattern in chan-b and the pattern in chan-b is later than chan-a. This makes it possible to consider that the delay in the electrical changes of each channel is caused by the moving of saliva with activity of total charges. This support the previos studies.

Key words: Movement of saliva, Electrical change, Time lag of apperance

緒 言

唾液の分泌時にみられる電位変動については Bayliss & Bradford(1885)¹⁾がイヌの顎下腺について報告している。その後Iwama & Shinjo(1950)²⁾はヒトの唾液分泌時に耳下腺乳頭部にみられる電位変動は耳下腺細胞の活動電位であろうと推定している。一方, 猪股ら(1984a)³⁾によれば耳下腺乳頭部から導出される電位は10 mV以上あるにもかかわらず, 耳下腺上の皮膚と耳下腺乳頭部近傍部から導出される電位は0.3mV以下であり, また同一被験者で, しかも唾液の分泌量もほぼ同じであるにもかかわらず, 耳下腺乳頭部にみられる電位変動には大きな差異が見られる。以上の事実から猪股ら(1984a)³⁾は耳下腺乳頭部の電位変化は耳下腺の活動電位によって引き起こされると考えるのには無理があることを指摘している。

猪股ら(1984b)⁴⁾は唾液中に存在するイオンの総和 (total charges) の変動経過と耳下腺乳頭部の電位変動経過とは平行の関係にあることを見出している。さらに猪股ら(1992⁵⁾, 1995a⁶⁾, b⁷⁾) は安静時と刺激時の唾液を採取し, これらの唾液間にも電位差が存在することを確認した。その大きさは舌背刺激直後は最も大きく, 刺激時間の経過と共に次第に小さくなり, この経過は耳下腺乳頭部の電位変化の経過と似ていると報告している。最近, 猪股ら(1997)⁸⁾は採取した唾液を再度, 唾管に注入することによって, 舌背刺激時の乳頭部の電位変動の振幅の約80%の振幅の電位変動が記録出来たと報告している。これらのことから耳下腺開口部に見られる電位変動の起源は唾液自身にあり, しかもそれは唾液中の各イオンの総和に依存するものであると考えている。もしこの考えが正しいのであるならば, 唾液の移動とともに電位変動の移動も現れるはずである。本論文はこのことを確認することを目的とした。

方 法

被験者は58歳で健康な男性で唾液の分泌量は他の被験者の二倍以上である。実験は午後2時頃開始し, 4時頃までには終了した。唾管を装着した後30~60分間の安静を経て, 舌背を刺激した。その刺激間隔は吉田ら(1990)⁹⁾やInomata et al. (1993)¹⁰⁾ の報告に準じて5分とした。本実験に使用した唾管をFig. 1に示す。この唾管の特徴は, これを耳下腺開口部に装着することで, E₁と耳垂 (lobulus auriculae) との間から耳下腺開口部の電位変化は従来用いられているCalson¹¹⁾型の唾管と同じように導出することが出来る。また, E₂とE₃, E₃とE₄の各電極間からも電位の変動を同時的に導出し, 記録出来る唾管である。さらに, この唾管の入口 (E₁の近傍) とE₂, E₃, E₄の各電極の間隔を等しく, 10 cmとした。また入口とE₂, E₂とE₃, E₃とE₄の間の容積をそれぞれ0.35mlとした。この実験に用いた前置増幅器は全て微小電極用 (NIHON KOHDEN MEZ-7200) で入力抵抗10¹¹オーム以上の直流増幅器である。耳垂とE₁からの電位変動の導出をchan-aに, E₂とE₃からの導出をchan-bに, E₃とE₄からの導出をchan-cに接続し, 同時記録した, この記録で基線より上方は (+), 下方は (-) の電位を意味する。また, これに用いた電極は予備実験において最も安定し, かつ不正電位発生 of の最も少ない, いわゆる糸電極型のものである。この糸電極の概略は次のようなものである。細いビニール管 (外径1 mm前後) に綿糸を留置し, これに生理的食塩水を充たした。このビニール管の一端とAg-AgCl電極 (直径8 mm) とを脳波用糊を用いて接着し, このAg-AgCl電極の導線を前置増幅の入力に接続した。またこのビニール管の他端では, この管断面端から約1 mm内側に綿糸の端があるようにし, 決して綿糸の断端がこのビニール管の断断面からはみ出ないように注意した。

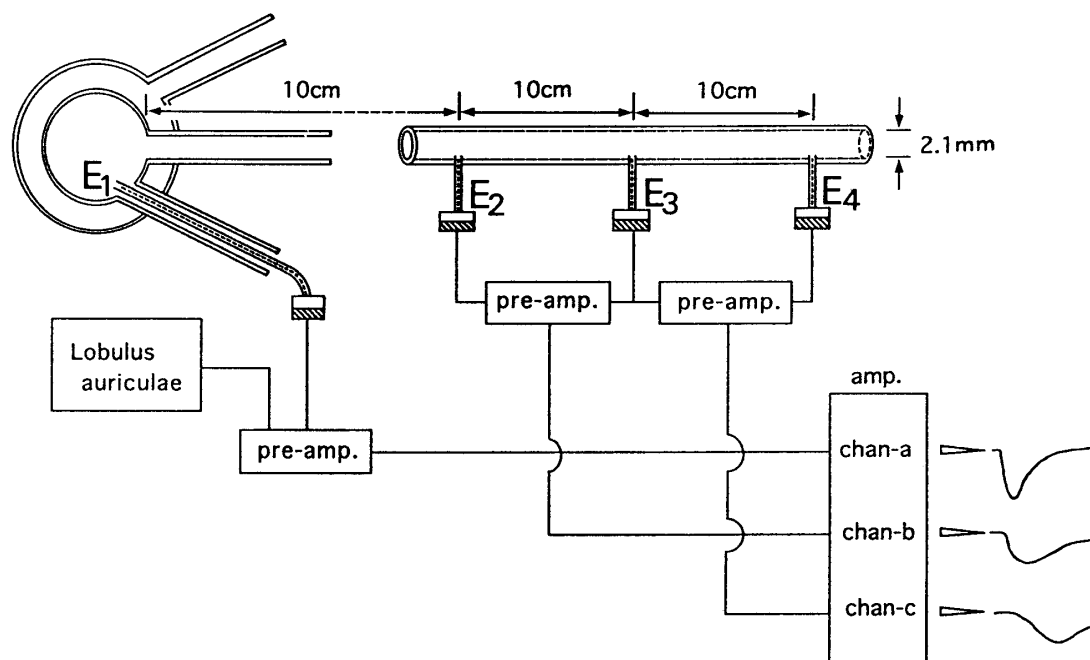


Fig. 1 Recording system and developed apparatus for parotid saliva.

E₁-E₄: Thread electrode (thin vinyl tube with cotton thread inside filled with saline, and connected to Ag-AgCl electrode). pre-amp: Micro-electrode preamplifier (NIHON KOHDEN MEZ-7200).

結 果

Fig. 1 に示した装置を用いて電位変動を記録し、その結果をFig. 2 に示す。最上段の曲線は耳垂と耳下腺乳頭部の間の電位変動、以下順にE₂とE₃からの電位変動、E₃とE₄からの電位変動、最下段の記録は唾液が0.5ml排出する間隔を示す。この図から明らかのように刺激した直後は唾液の分泌量は比較的に多く刺激後の経過時間と共に唾液の分泌は少なくなった。chan-a, -b, -cの曲線を比較すると、各曲線の下向開始時点および頂点時に至るまでの時間的差異が認められた。時間的な差異を精査するためにFig. 2 を拡大し、これをFig. 3 およびFig. 4 に示す。このFig. 3 はchan-a, -b, -cの各曲線の下向開始時点と比較した図である。chan-aについては舌背刺激とほぼ同時に電位の下向開始がみられたが、chan-bについては、それよりやや遅れて電

位の下向開始がみられた。chan-cについては、このchan-bよりもさらに遅れて下向開始がみられた。このように曲線が下向を開始するのはchan-aについてはchan-aのE₁(Fig. 1 のE₁)の所に刺激唾液の最初の部分が到達するために、電位も下向(ー)しはじめたためであると考え(刺激唾液は安静時唾液の電位の基準を下げる)。同様にchan-bのE₂に刺激唾液の最初の部分が到達すると、この電位は下向しはじめると考える。chan-cも同様であった(chan-b, -cの曲線の最初の部に上昇がみられるのは、安静時唾液は電位を上昇させる、この事は予備実験で証明されている)。次にFig. 4 の各曲線の頂点時を比較してみると、chan-bの頂点時はchan-aの頂点時よりも遅れて出現していた。またchan-cの頂点時はchan-bよりも遅れていた。この遅れている順序はFig. 3 の下向開始を比較した場合と同じであった。

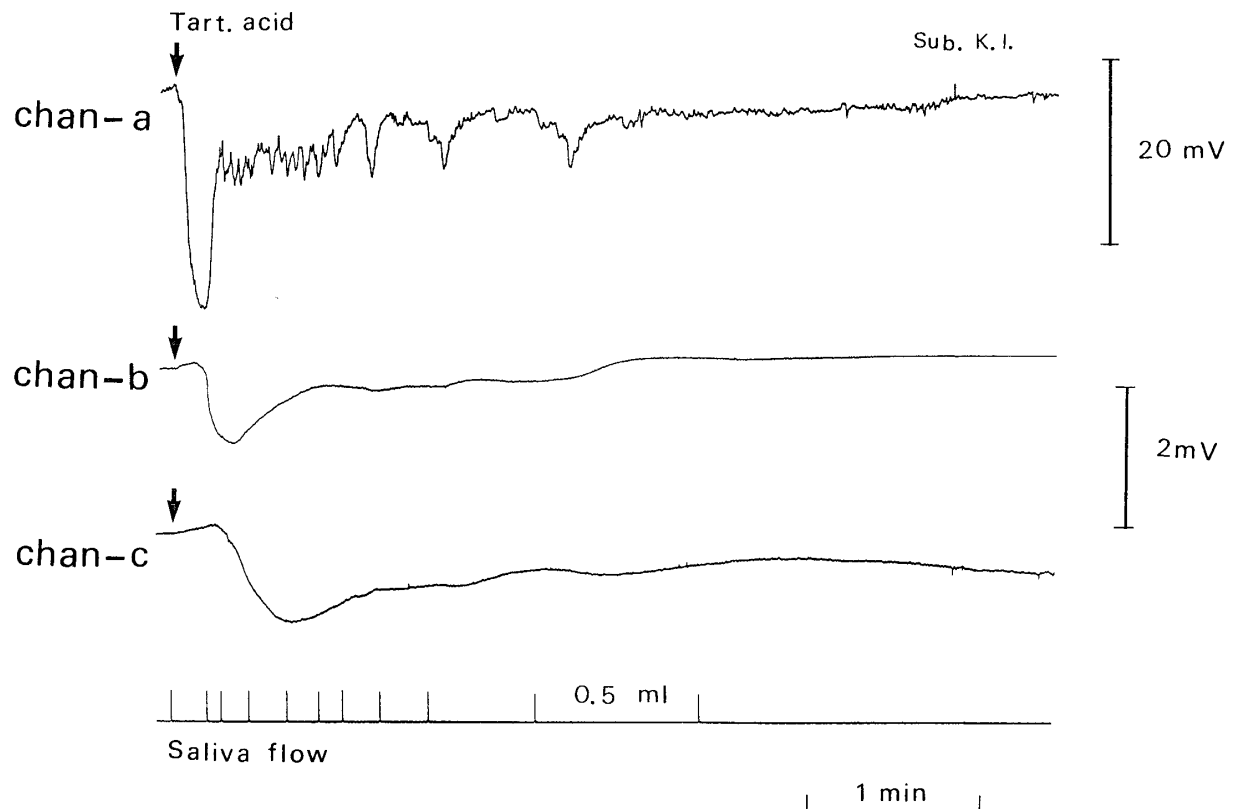


Fig. 2 Time course of electrical change on each channel.
 chan-a : Time course of electrical change on papilla parotidea.
 chan-b : Time course of electrical change between E_2 and E_3 .
 chan-c : Time course of electrical change between E_3 and E_4 .
 Saliva flow : Each interval indicate 0.5ml.

考 察

Fig. 1 の装置を用いて舌背を刺激すると、耳下腺開口部から遠い電極から導出した電位変動の開始時間が近い所のそれよりも遅いことは Figs. 2 と 3 によって明らかである。この電位変動の開始時間の遅れを理解するためには猪股ら (1984b⁴⁾, 1992⁵⁾, 1995a⁶⁾, b⁷⁾, 1997⁸⁾ が報告しているように唾液自身が発電能力を有しているという考えを取り入れると理解しやすい。即ち電極 E_1 の先端に存在した唾液が電極 E_2 の先端に移動することによって、chan-b にも chan-a と同じような電位変動の開始がみられることになる。さらに、 E_2 の先端に存在した唾液が E_3 の先端に到達すると chan-c にも同じような電位変動の開始が見られることになる。他方、 E_1 と

E_2 , E_2 と E_3 , E_3 と E_4 の各電極間の容積を Fig. 1 から算出すると 0.35ml であり、また Fig. 3 で記録されている曲線の電位変動の下向開始までの唾液の移動する量を計測すると chan-a と chan-b とでは 0.33ml, chan-b と chan-c では 0.4ml となる。これらの値は計算値の 0.35ml にほぼ近い。従って、 E_1 の先端に存在した唾液が E_2 , E_3 に移動したために各 channel に時間的遅れが現れたと考えることは妥当である。

しかし、Fig. 4 に示すように chan-b の頂点時は確かに chan-a の頂点時よりも遅れているし、また chan-c の頂点時は chan-b の頂点時よりも遅れている、これらの頂点時が現れるまでの唾液の移動量は chan-a と chan-b では 0.78ml, chan-b と chan-c では 0.8ml で Fig. 1 から算出した 0.35ml の倍以上の値である。このように倍以

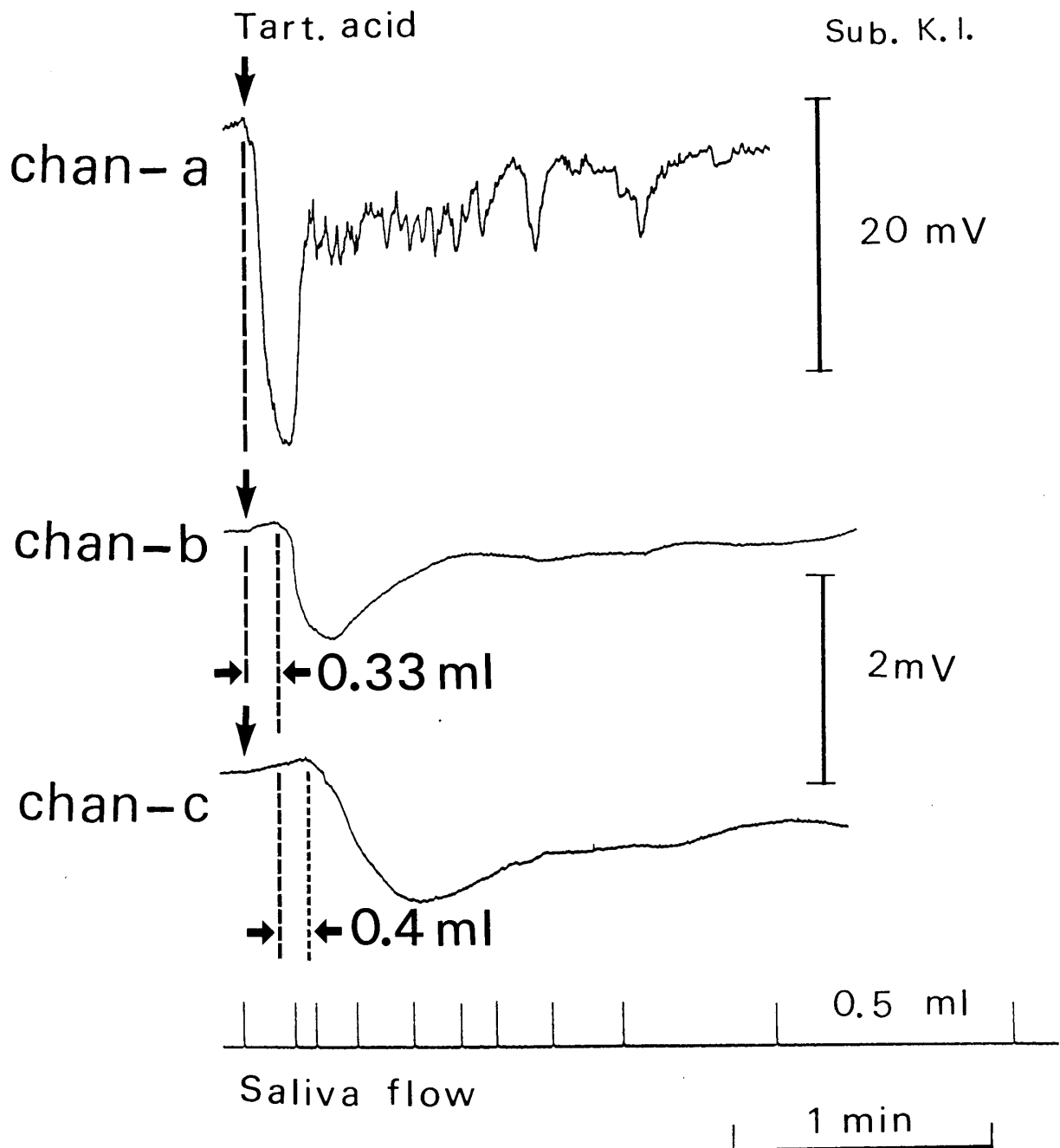


Fig. 3 The relation between time lag of onset of falling phase in electrical change on each channel and salivary capacity.

The time lag between chan-a and -b correspond to movement of 0.33ml saliva.

The time lag between chan-b and -c correspond to movement of 0.4ml saliva.

上になる原因は、現在のところ不明であるが、一般に濃度差が大きな二つの液体を均一な濃度（物理学的にも、化学的にも）にするには、ある期間（時間）を必要とするので、このような

ことも原因の一つなのかもしれない。

次に電位変動の振幅をみるとchan-aでは24 mvであるのに対しchan-b,chan-cでは約1.2 mvと小さな電位である。この原因を次のように

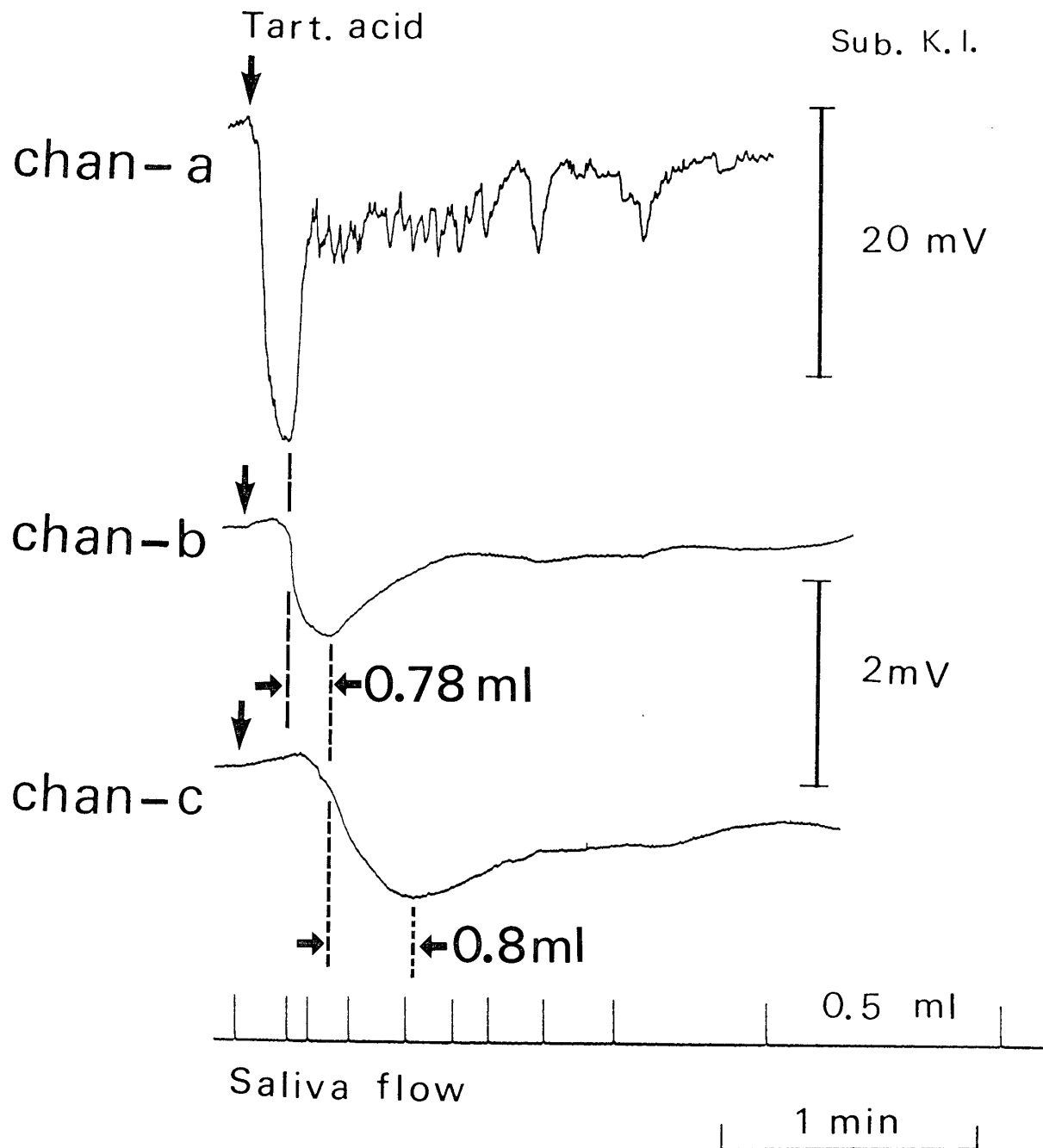


Fig. 4 The relation between time lag of onset of rising phase in electrical change on each channel and salivary capacity.
 The time lag between chan-a and -b corresponding to movement of 0.78ml saliva.
 The time lag between chan-b and -c corresponding to movement of 0.8ml saliva.

考えている。(1)chan-aの電位変化を引き起こす唾液の量(Fig.1の装置では測定不能)はchan-b,chan-cの唾液の量(0.35ml)よりも相当多いと考える。(2)Fig.1の E_2-E_4 を設置してある

ビニール管内で、安静時唾液と刺激時唾液の混合が起きて、その結果、電位の振幅が小さいのかも知れない。いずれにしてもこれらの原因の解明は今後の研究に待ちたい。

結 語

耳下腺乳頭部の電位変動を引き起こす主な因子は唾液そのものに依るとする説がある。もしもこれが事実ならば、採唾管の唾液の移動に伴って電位変動の移動も起こるはずである。このことを確認するために特殊な唾管を試作し、これを耳下腺開口部に装着、下記の結果が得られた。

耳下腺開口部に近い電極からの電位変化は、遠い電極からの電位変化よりもいつも早い時期に現れた。この原因はある濃度のイオンの総和を有する唾液がこの唾管の内を移動するとこれに平行して電位も移動すると考えるのが妥当である。

文 献

1. Bayliss, W. M. and Bradfoord, J. R. : Proceeding of the physiological society, J. Physiol., 6 : 13-16, 1885.
2. Iwama, K. and Shinjo, T. : A method for leading off action currents from human salivary gland and for recording velocity of secretion, Tohoku J. Exp. Med., 52 : 223-229, 1950.
3. 猪股孝四郎, 高桑光代, 玉川恭子, 他 : 耳下腺唾液分泌と電位変動について, II. ヒト耳下腺の分泌電位経過における疑問点, 東日本歯学雑誌, 3 : 21-26, 1984a.
4. 猪股孝四郎, 高桑光代, 岩瀬恭子 : 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 (Na^+ , K^+ , H^+ , Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^{2-}) 濃度との関係, 東日本歯学雑誌, 3 : 47-53, 1984b.
5. 猪股孝四郎, 鈴木光代, 星 和明, 他 : 耳下腺唾液分泌と電位変動について, IV. 耳下腺開口部における電位変動経過と採取唾液—生理的食塩水との間の電位変動経過との関係, 東日本歯学雑誌, 11 : 29-33, 1992.
6. 猪股孝四郎, 鈴木光代, 星 和明, 他 : 濃度の異なる溶液間の電橋にろ紙を用いたときに発生する電位差, 東日本歯学雑誌, 14 : 71-76, 1995a.
7. Inomata, K., Oota, I., and Kurahashi, M. : Relation between the secretory of parotid glands and the generated potential of collected saliva, Higashi Nippon Dental Journal, 14 : 193-200, 1995b.
8. 猪股孝四郎, 太田 勲, 石井久淑, 他 : 採取唾液の注入によって誘発される耳下腺乳頭部の電位変動, 東日本歯学雑誌, 16 : 279-286, 1997.
9. 吉田昌江, 猪股孝四郎, 鈴木光代, 他 : 舌背酸刺激時の耳下腺唾液中のイオン濃度と蛋白質, 及び分泌速度の変動, 東日本歯学雑誌, 9 : 1-8, 1990.
10. Inomata, K., Suzuki, M. and Hoshi, M. : Electrical potential on the papilla parotidea and Na^+ and Cl^- concentrations in parotid saliva and salivary flow rates in human, Japanese Journal of Oral Biology, 35 : 13-20, 1993.
11. Carlson, A. J. and Crittenden, A. L. : The relation of ptyalini concentration to the diet and to the rate of secretion of the saliva, American Journal of Physiology, 26 : 169-177, 1910.