

〔原 著〕

## 唾液分泌に伴う皮膚及び粘膜上の電位変動の記録について

猪股孝四郎, 太田 勲, 石井久淑, 赤坂 徹, 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)

## A recording method for electrical changes on skin and mucous membranes accompanying saliva secretion

Koshiro INOMATA, Isao OOTA, Hisayoshi ISHII,  
Tetsu AKASAKA and Masashi KURAHASHI\*

Department of Oral Physiology, School of Dentistry,  
\*Department of Medical Science, School of Nursing & Social Services,  
Health Sciences University of Hokkaido

(Chief Prof Koshiro INOMATA)  
\*(Chief Prof Masashi KURAHASHI)

### Abstract

Electrical changes, induced by stimulation of the tongue, were recorded from the following four places. A was the opening site of the papillary duct of the parotid gland; B was the skin over the parotid gland, C was the mucous membrane close to A; and D was the skin over the submandibular gland. The following results were obtained.

1. The amplitude of electrical changes at B, C and D was from one hundredth to one fiftieth of that at A.
2. The shape and the amplitude of the electrical changes at D were similar to those at B and C.
3. The electrical changes at A indicated a single phase (N-wave), while the others were diphasic (N-phase and P-phase).
4. The time to the peak of the N-wave at A was about 17sec. This value was about four times longer than that of the N-wave at the other points (4.0 to 4.5sec).
5. The time to the peak of the P-wave was about 14 sec at B, about 20 sec at C, and about 24 sec at D.

---

受付: 平成11年10月5日

**Key words :** Electrical change on papilla parotid, Electrical change on skin, Electrical change on mucous membrane, N-wave, P-wave

## 緒 論

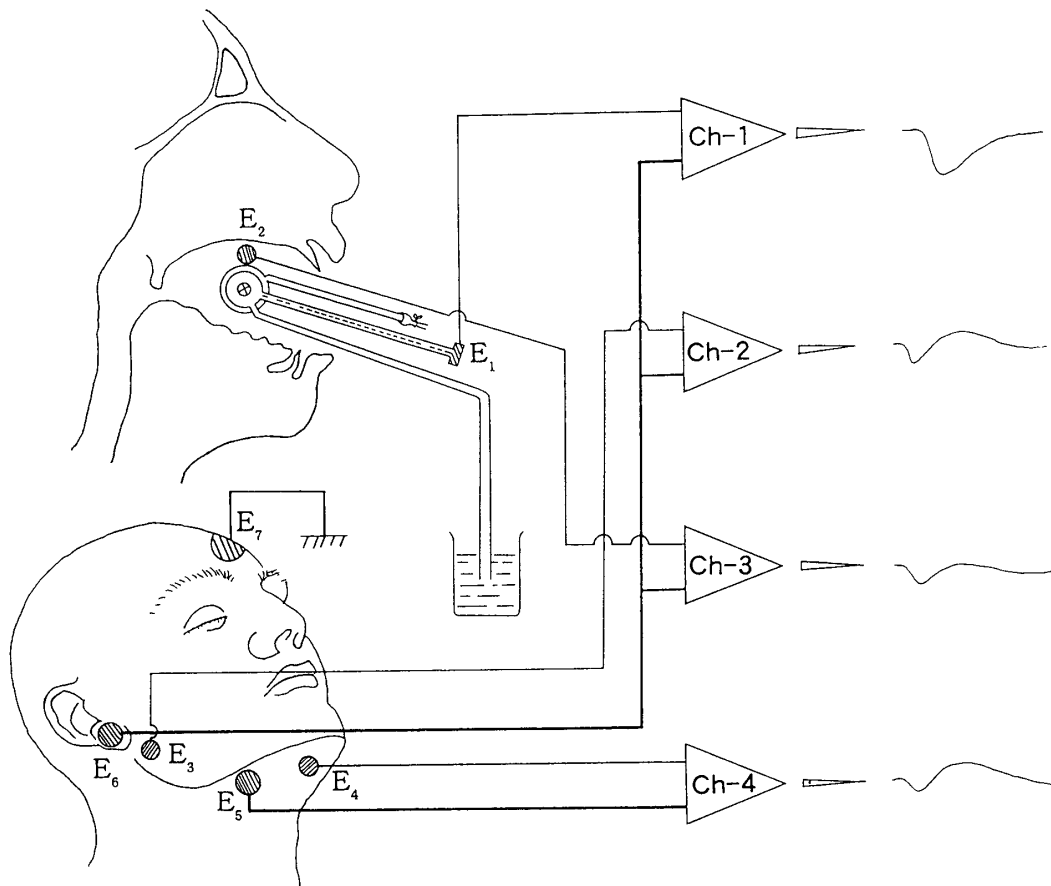
犬の顎下腺の唾液分泌時に見られる電位変動について Bayliss and Brodford (1885)<sup>1)</sup>は報告しているが、このときの電位の大きさや導出部位については明確でない。ヒトについては Iwama and Shinjo (1950)<sup>2)</sup>が報告している。彼らは電位の振幅は10mVくらいであると報告しているが、そのときの関電極は耳下腺開口部で唾液が流出するところにおき、不関電極は耳下腺を被う皮膚表面においている。そして彼らはこの電位は耳下腺の活動電位であると結論づけている。もしも、この電位変動が耳下腺を被う皮膚表面から導出が可能であるならば、口腔内に採唾管を装着することなく耳下腺の活動状態を知ることが出来る。また臨床的にも応用しやすいと考えられるが、しかし耳下腺を被う皮膚表面と電氣的に不活性部位の耳垂や前頭部等との間の電位変動については言及していない。猪股ら (1984)<sup>3)</sup>および Inomata et al (1995)<sup>4)</sup>は耳下腺開口部と耳垂との電位変動を導出し、その振幅は10mV以上あるにもかかわらず、耳垂と耳下腺を被う皮膚表面 (以下: 耳下腺上皮と称す) 及び耳下腺開口部近傍粘膜からの電位変動の記録は出来ない場合もあり、記録出来たとしても、その電位の振幅は小さいと報告している。このように耳垂と耳下腺上皮及び口腔粘膜表面からの電位変動の導出が可能であるかどうかと言うことは、現在まで明確でない。そこで我々は、これらの部位からの電位変動の導出が可能か否かを明確にするために以下の実験を行った。

## 実験方法

耳下腺開口部, 耳下腺上皮, 口腔粘膜上,

顎下腺上皮等から電位を導出するための電極の接置場所及び結線の方法をFig 1に示した。耳下腺開口部には, Corlson<sup>5)</sup> 採唾管兼電極を吸引装着した。耳下腺開口部近傍粘膜には吸引型電極 (自作品) を陰圧にして接着した。耳下腺上皮の電極, 顎下腺上皮及び顎下腺傍 (顎下腺から約1cm離れた部位) 皮膚の電極には小型生体電極 (日本光電製) を用い, それぞれの電極は脳波用電極糊をもちいて各部位に接着した。耳垂には脳波用皿電極に電極糊をもちいて接着した。耳下腺開口部と耳垂からの導出をCh-1に接続した (開口部を増幅器の+に接続)。耳下腺上皮表面と耳垂皮膚表面からの導出をCh-2に接続した (耳下腺上皮表面を+に接続)。耳下腺開口部近傍粘膜と耳垂をCh-3に接続した (粘膜部を+)。このCH-1, Ch-2, Ch-3の記録は同時に記録したものである。同時的記録ではないが, 顎下腺上皮と顎下腺傍皮膚からの導出をCh-4にて描記した (腺上皮を+, 腺傍皮膚を-に接続)。増幅器及び記録器には日本光電社製 Microelectrode Amplifier MEZ-7200, 三栄測器社製 Biophysigraph 180 System および Pen-oscillograph 8K14 を使用し, 完全な直流増幅を行い, 紙上に記録した。皮膚および粘膜の記録に使用した増幅器の感度は高いために, 電氣的な雑音には十分注意した。

被験者は59才男性で舌背刺激時の耳下腺の唾液分泌量は他の被験者の2-3倍であった。我々が特に注意したことは皮膚からの発汗を出来るだけ抑制することであった。そのためには室温を20~23°Cとし湿度を70%以下とした。また, 耳下腺開口部粘膜表面に電極を吸着するときは小唾液腺の存在しない場所を選んだ。舌背刺激には3%酒石酸を用いた。



**Fig 1** Diagram of the placement of the electrodes and the system of recording  
Electrodes positions

- E<sub>1</sub> . on the papilla parotidea through the drainage of a Carlson type cup
- E<sub>2</sub> : on the mucous membrane at the upper part of the papilla parotidea
- E<sub>3</sub> . on the cutis over the parotidea gland
- E<sub>4</sub> . on the cutis over the submandibular gland
- E<sub>5</sub> . on the cutis near the submandibular gland
- E<sub>6</sub> . on the lobulus auricularae
- E<sub>7</sub> on the center of the forehead

Kind of electrode

- E<sub>1</sub> . Carlson type suction cup with electrode
- E<sub>2</sub> . Suction type electrode (trial production)
- E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub> and E<sub>5</sub> : Ag-AgCl electrodes ( 8 mm in diameter NT-211U, NIHON KOHDEN)
- E<sub>6</sub> : E E G electrode (10mm in diameter)
- E<sub>7</sub> : Ag-AgCl electrode (3×3cm), Ground

Recording system

- Micro electrode Amplifier MEZ-7200 (NIHON KOHDEN)
- Biophysigraph 180system, Pen-oscillograph 8K14 (San-Ei instrument co )
- Ch Channel

## 実験結果

舌背を酒石酸で刺激したときの電位変動の結果をFig 2に示す。これによれば、耳下腺開口部の電位変動 (Ch-1) と同期して、明らかに皮膚 (Ch-2) と粘膜 (Ch-3) から電位変動が記録出来た。また、これらと同時的記録ではないが、顎下腺上皮 (Ch-4) から同じような形の電位変動が記録出来た。これらのことから唾液分泌時の電位変動は皮膚及び粘膜からも記録可能であることが明らかである。この記録に見られる波をN-wave (Negative waveの意) とP-wave (Positive waveの意) と称した。次に、舌背に3%酒石酸の間歇刺激 (約5分間隔) を連続的に与えたときの記録をFig 3 A, B, Cに示す。この結果からも、これらの波形が常に出現することで皮膚及び粘膜からの電位の導出は

可能なことがより明確となった。

このようにして得られたN-wave, P-waveの測定方法をFig. 4に示す。これによって得られた結果をTable 1にまとめた。この表によれば、耳下腺開口部から記録されたN-wave (Ch-1) を基準に考えると、耳下腺上皮 (Ch-2), 粘膜 (Ch-3), 顎下腺上皮 (Ch-4) などのN-waveの振幅は耳下腺開口部のN-waveの1/100~1/50くらいで非常に小さな電位である。またN-waveのtime to peak (頂点時) については、耳下腺開口部のそれは他の部の約4倍と長い。耳下腺上皮 (Ch-2), 粘膜 (Ch-3), 顎下腺上皮 (Ch-4) 等には明らかにP-waveは見られるが耳下腺開口部からの記録にはP-waveはみられない。P-waveの振幅は耳下腺の開口部のN-waveとは極性が逆であるが、その振幅のみを比較すると、P-waveの振幅はN-waveの

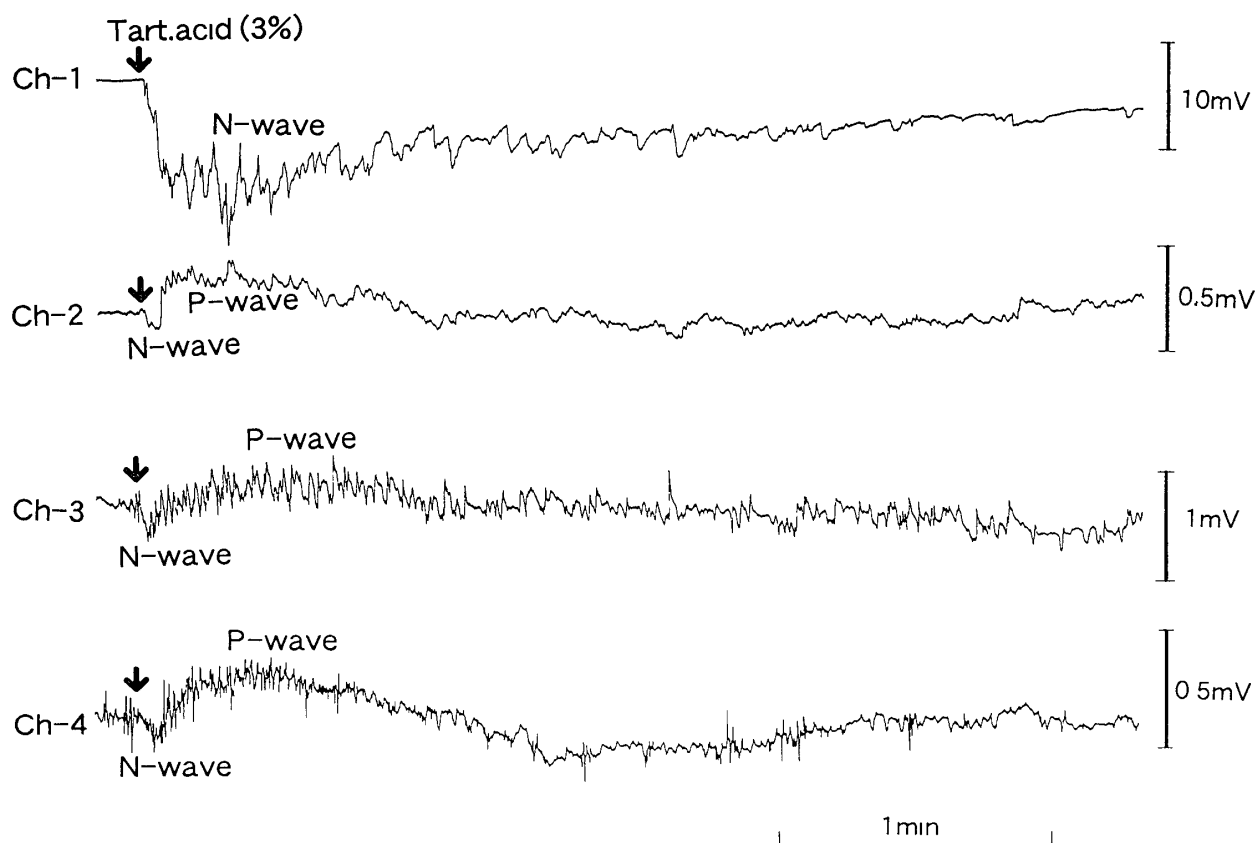


Fig 2 Electrical changes recorded from electrodes illustrated in Fig 1 The electrical changes of Ch-1, -2, and-3 were recorded simultaneously The record of Ch-4 was from the preliminary experiment

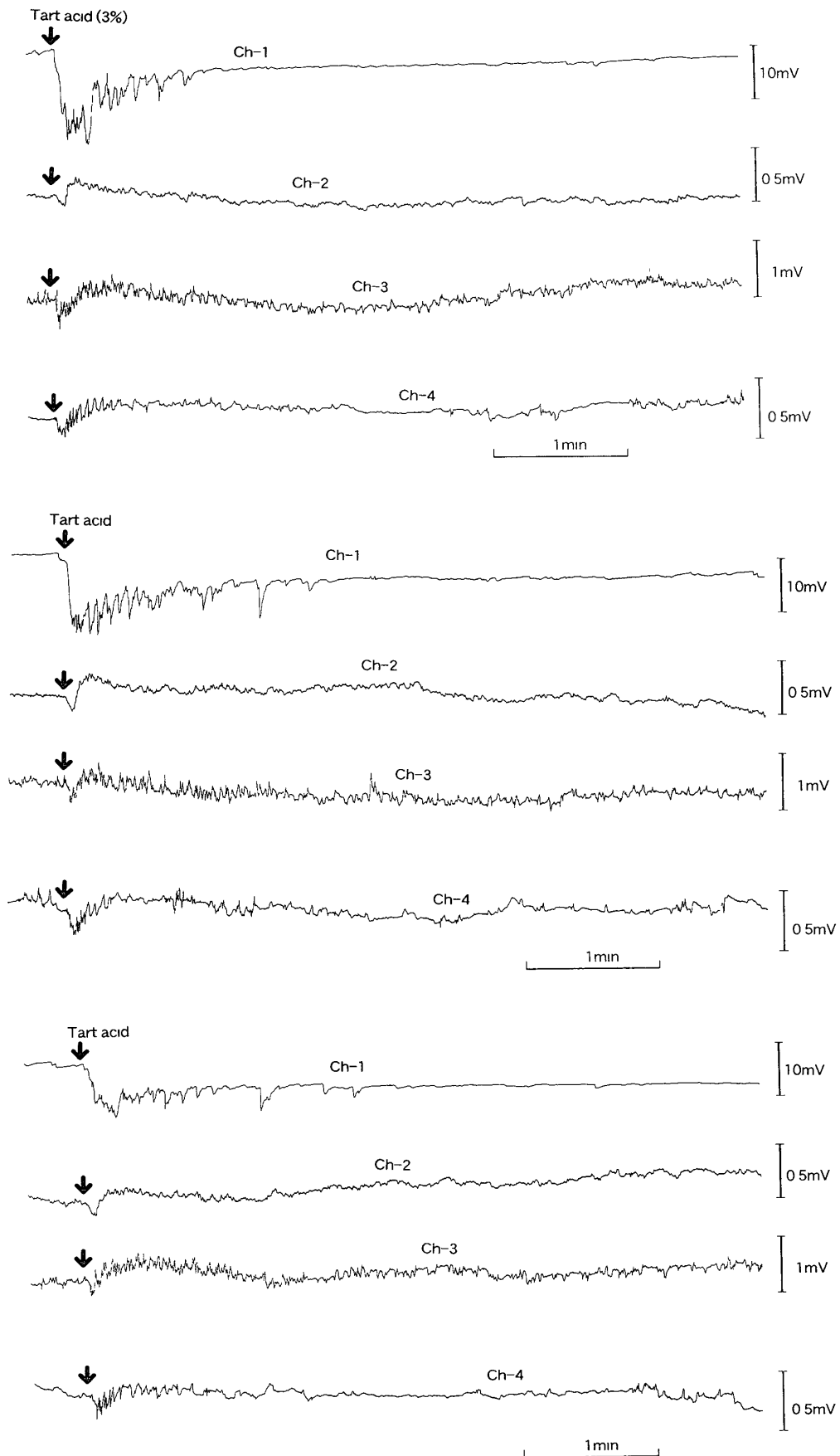


Fig 3 A, B, and C Continuous records of electrical changes Legend as Fig 2

1/25~1/50である。P-waveのtime to peakを耳下腺開口部のN-waveの約17秒と比較すると、この両者のtime to peakは一致していない。耳下腺上皮膚のtime to peak (約15秒) はN

-wave (耳下腺開口部) のそれよりやや短い。粘膜上および顎下腺上皮膚のP-waveのtime to peak (20~24秒) はN-wave (耳下腺開口部) のそれよりやや長いという結果である。

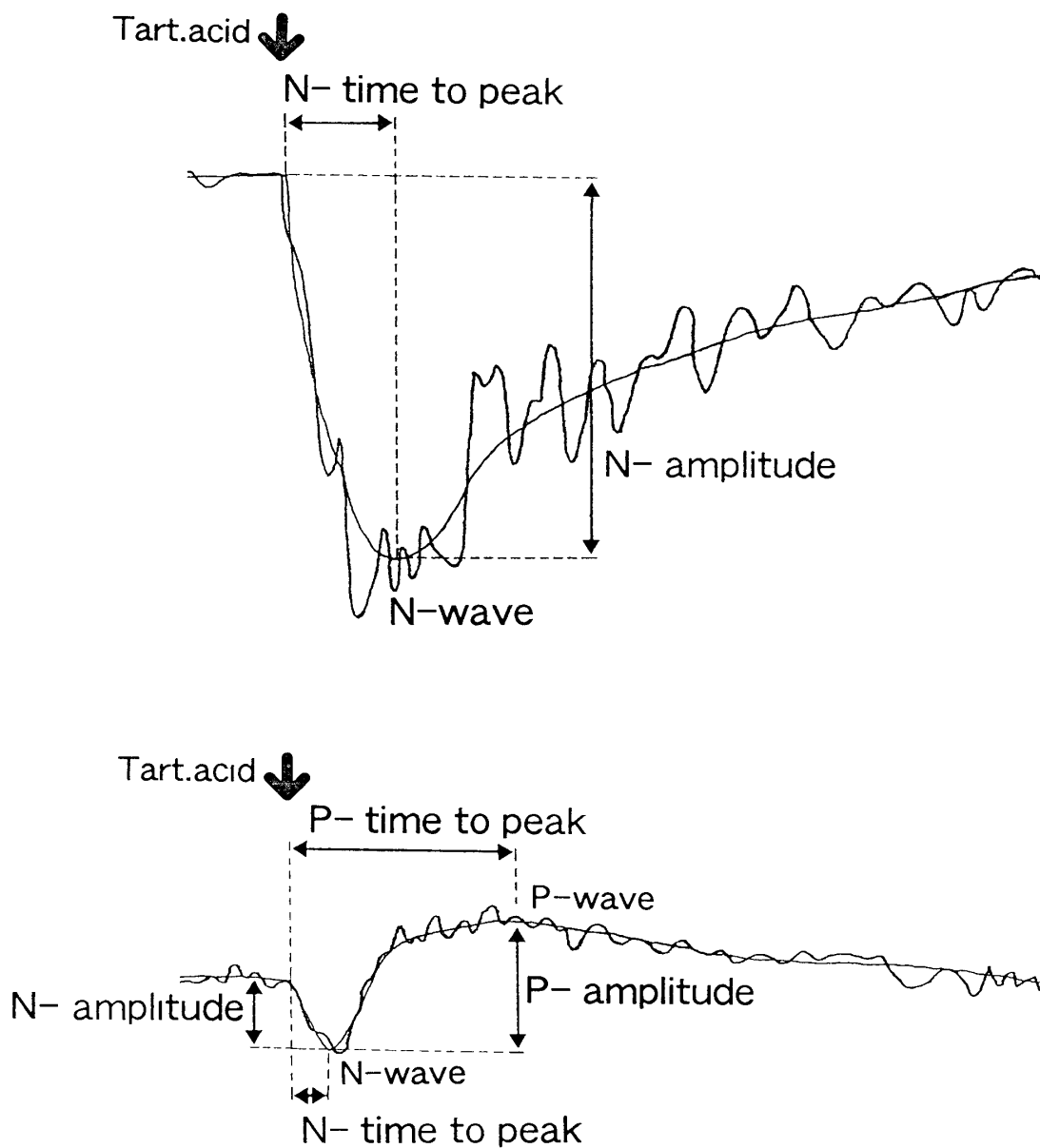


Fig 4 The method for measuring of amplitude and time to peak of N-and P-waves

Table 1 Amplitude and time to peak of N-and P-waves

	N-wave		P-wave	
	amplitude(mV)	time to peak(sec)	amplitude(mV)	time to peak(sec)
Ch-1	11.06 ± 0.87	17.25 ± 1.83	—————	—————
Ch-2	0.11 ± 0.01	4.15 ± 0.42	0.22 ± 0.02	14.55 ± 2.07
Ch-3	0.22 ± 0.03	3.90 ± 0.20	0.46 ± 0.02	20.40 ± 1.68
Ch-4	0.10 ± 0.01	4.35 ± 0.22	0.25 ± 0.02	24.30 ± 1.80

(n=8) (mean ± SE)

## 考 察

唾液腺上皮層からの導出でも電位変動の記録が出来ることが明確になった。しかしその振幅は小さく、耳下腺開口部で記録される電位の1/100～1/50である。このように電位が小さくなる原因として考えられることは唾液の起電力そのものが小さいのかもしれない。また、唾液の導管やそれを取り巻く組織の電気抵抗が大きいかもしれない。或いはこの両方が関与しているのかもしれない。これは今後の問題である。

次にFig 4によれば耳下腺開口部で記録出来る電位変動の経過は一相性の波形であるのに対し、唾液腺上皮層および粘膜から導出した電位変動はいずれの場合も二相性となっている。このように電位変動の起源は同一であるにもかかわらず記録波形に違いが現れる。これを理解するために、よくもちいられている神経線維における単相性・二相性活動電位の発生機序の説明を借用すれば<sup>6),7),8)</sup>、神経線維の活動部が移動するときはこれに伴って電位変化も移動し、当然電場も移動し、その結果もっとも近い電極に大きな電的影響を及ぼすと考えている。このことは神経線維内の電位変化は、この近い電極

によって忠実に導出されることになる。即ちこの考えによれば、Fig. 2のCh-1とCh-2, -3とは相似関係の単相性電位変化が記録出来るはずである。しかし実際にはFig 2のCh-1は単相性であるにもかかわらず、Ch-2, -3は二相性となっている。このような現実をもとにして、Ch-4の二相性について考えると、もしも、顎下腺開口部から電位を導出することが出来るならば、この電位変化はCh-1と同様に単相性の電位変化を示すものと考えられる。したがってこのような唾液腺開口部の電位変動（一相性）と皮膚および粘膜上からの電位変動（二相性）の関係を理解するには、さらに別の考えを導入する必要があると考えられる。それにはこの耳下腺開口部の電位変動波形の微分波形と皮膚および粘膜上から電位変動波形の関係の有無を調べることも必要と考えるが、これもまた今後の問題である。

## 結 語

舌背刺激時に、耳下腺開口部、耳下腺上皮層、耳下腺開口近傍粘膜、顎下腺上皮層からの電位変動を記録し、次のことが判明した。

1. 耳下腺開口部、耳下腺上皮層、耳下腺開口

近傍粘膜からの同時記録をすることで、皮膚、粘膜からも舌背刺激後に明確な電位変動を記録することが出来た。しかしその電位は耳下腺開口部の電位変動の振幅の約1/100～1/50程度であった。

2. 顎下腺上皮膚からの電位変動は、耳下腺上皮膚、耳下腺開口近傍粘膜からの電位変動とよく似ていた。
3. 耳下腺開口部の電位変動は一相性 (N-wave) であるのに、皮膚及び粘膜からの電位変動は二相性 (N-wave, P-wave) を示した。
4. 耳下腺開口部の電位変動のN-waveの頂点時 (time to peak: 約17秒) は他の部のN-waveの頂点時 (4～4.5秒) の約4倍であった。
5. P-waveの頂点時はそれぞれ耳下腺上皮膚の電位は約14秒、耳下腺開口近傍粘膜の電位は約20秒および顎下腺上皮膚は約24秒であった。

## 文 献

1. Bayliss, W M and Bradford, 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, 倉橋昌司, 中村治雄・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, 2 21-26, 1984.
4. Inomata, K, Oota, I and Kurahashi, M Relation between the secretory potential of parotid glands and the generated potential of collected salivas, Higashi Nippon Dental Journal, 14 193-200, 1995.
5. Carlson, A J and Crittenden, A L The relation of ptyalin concentration to the diet and to the rate of secretion of the saliva, American Journal of Physiology, 26 169-177, 1910.
6. Ruch, T C and Patton, H D Physiology and Biophysics, 19th ed, 74-75, W B Saunders Company Philadelphia and London, 1965.
7. Bell, G H, Davidson, J N and Emslie-Smith, D Textbook of Physiology and Biochemistry, 8th ed, 781-784, Churchill Livingstone, Edinburgh and London, 1972.
8. Ganong, W F Review of Medical Physiology, 16th ed, 49-50, Appleton & Lange, Norwalk, Connecticut, 1993.