

実験的口蓋床が味覚誘発電位に及ぼす影響

林 英司, 虫本 栄子

岩手医科大学歯学部歯科補綴学第一講座

(主任: 鈴木 哲也 教授)

(受付: 2004年12月20日)

(受理: 2004年12月27日)

Purpose : The aim of this study was to evaluate the effect of a palatal plate on taste by gustatory evoked potentials.

Method : Seventeen healthy subjects were selected. An electrical stimulation was delivered to the taste buds area of the tongue (chorda tympani, glossopharyngeal nerve area), and the soft palate (greater petrosal nerve area). A palatal plate was used as an experimental conditions to simulate the denture. For the taste threshold, quality of judgment and Electroencephalogram (EEG), conditioned subjects wore a palatal plate, and control group subjects wore no plate.

Results : At insertion of a palatal plate, taste threshold be come significantly higher in three nerve areas. By electrical stimulation, subjects were sorted into groups in which electrical taste was induced, and where only touch was induced. Taste quality of judgment change could not be seen between Controlled and Conditioned situations. In EEGs, three waves (P1, N1, P2) were observed when electrical taste was induced in the subjects. In either condition, there were no individual differences in latencies and amplitudes. Insertion of the palatal plate, didn't affect latencies. On the other hand, N1-P2 amplitude decreased significantly.

Conclusion : Our investigation has shown this method to be a useful in objective evaluation of taste in denture patients.

Key word : Gustatory-evoked potentials, Experimental palatal plate, Electrical stimulations

緒 言

味覚障害を訴えて来院する患者は多く、その原因となる要因もさまざまなものがあるといわれている¹⁾。医学領域では、加齢、内分泌性、全身疾患などの器質的異常や薬剤による異常が味覚伝導路のどの部位に障害をもたらすのか、また、その背景に存在する全身疾患について考慮

する必要がある²⁾、加えて、心身医学的アプローチも重要と考えられている³⁾。

歯科領域では、義歯⁴⁻⁶⁾、顎間距離⁷⁾、カンジダ症⁸⁾などが味覚と関連性があることが報告されている。その中でも義歯については、Henkinら⁴⁾が上顎全部床義歯を使用している患者では、酸味や苦味の閾値が著明に上昇したことを、また、Murphy⁵⁾も義歯装着に伴い閾値が

Effects of Experimental Palatal Plate on Gustatory-evoked Potentials

Eiji HAYASHI, Eiko MUSHIMOTO

Department of Removable Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University

1-3-27 Chuo-dori, Morioka, Iwate 020-8505, Japan

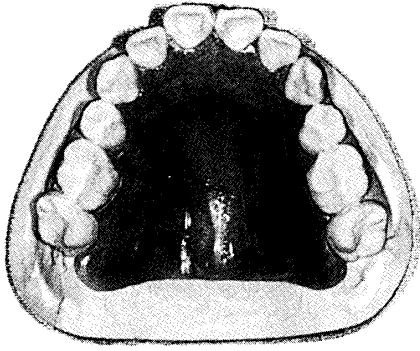


Fig. 1. Experimental palatal plate

上昇し、感覚が鈍くなることを報告している。さらに、義歯を想定した実験的口蓋床でも、装着後に酸味、苦味の閾値が上昇したと報告されている⁶⁾。

従来の味覚異常に関する報告や臨床で行う味覚検査は、いずれも濾紙ディスク法⁹⁾、電気味覚計¹⁰⁾、全口腔法¹¹⁾といった、味覚の有無もしくは症状の程度を患者の主観的な応答から評価する手法である。このような主観的評価法は、簡便に記録できる反面、時間的、環境的要因によって表現に差が生じ¹²⁾、特に心因性異常³⁾など精神交互作用¹³⁾に基づく味覚障害の場合や高齢者への応用などについては評価そのものが不確実になる可能性が考えられる。

著者らは、味覚を客観的に評価するため、電気味覚計と脳波計を用いて誘発電位を記録する方法を検討し、350~500msecの陽性波が味覚誘発電位である可能性が示唆された。本研究ではこの方法を応用し、歯科治療の中でも義歯を装着した患者がしばしば味覚異常を訴えることから、従来報告されてきた主観的評価法に代わって義歯装着患者の味覚を客観的に評価することを目的に、実験的口蓋床が味覚誘発電位に及ぼす影響について検討した。

研究方法

1. 被検者と実験的口蓋床

研究の主旨を説明し、同意の得られた自覚的に正常味覚をもつ成人17名(21~29歳平均年齢

24.5歳、男性9名平均年齢25.1歳、女性8名平均年齢23.5歳)を選択した。

実験装置には義歯を想定した実験的口蓋床を用いた。実験的口蓋床は、義歯床用加熱重合レジジン(アーバン[®], 松風社)で製作した。厚さは1.5mmで、周縁が口蓋側歯頸部に接し、後縁はアーラインに設定して可及的に薄く仕上げた。さらに、ホワイトシリコン(フィットチェッカー[®], ジーシー社)にて適合状態を確認したのち、歯に圧迫感がなく、咬合干渉が生じないように修正した(Fig. 1)。なお、本研究は岩手医科大学歯学部倫理委員会の承認(01037)を得て行った。

2. 刺激装置

味覚刺激には電気味覚計(RION社, TR-06)を用いた。この装置にFunctional generator(岩通株式会社)を接続し、任意に刺激時間を設定できるようにするとともに、オシロスコープ(Tektronix, TDS 420)も接続することで刺激時間と矩形波を確認した。

3. 味覚閾値および味覚誘発電位の記録と分析

1) 味覚閾値および味質

味覚閾値および味質の記録において、測定部位は1)鼓索神経領域は舌尖中央より約2cm外側の舌縁 2)舌咽神経領域は有郭乳頭上 3)大錐体神経領域は口蓋正中、後縁より約1cmの軟口蓋上とし¹⁴⁾、いずれも左側に統一した(Fig. 2)。

実験条件には、口蓋床を装着しないコントロール群と口蓋床を装着した装着群を設定し、記録の順序はランダムとした。刺激時間は、著者らの報告からいずれの条件でも120msecとした。刺激は低い電流から徐々に上げていく上昇法とし¹⁴⁾、刺激間隔はいずれも5secとした。評価は、3回刺激して2回以上応答したものを電気味覚閾値とした。味質は、刺激後に被検者が口答した。

2) 味覚誘発電位

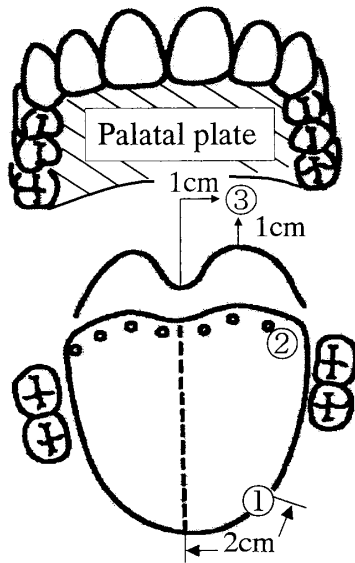


Fig. 2. Electrically stimulated points on the domain of innervation by each Psychogeousic nerve
 ① Chorda tympani nerve area
 ② Glossopharyngeal nerve area
 ③ Superficial greater petrosal nerve area

被検者はシールドルーム内の椅子に安静な状態で直立座位をとらせ、刺激電極は単極導子電極棒を手持ち法で保持し、不関電極は被検者の頸部に固定した。

被検者は閾値の測定で味覚を自覚した味覚感知群12名とした。実験条件は実験的口蓋床を装着しないコントロール群と装着した装着群とし、閾値と同様、記録の順序はランダムとした。刺激強度はいずれも各被検者における実験的口蓋床装着時の閾値とした。また、刺激時間は120 msec の矩形波で、刺激間隔はいずれも15~25 sec で刺激した。

記録は、デジタル多用途脳波計（日本GE マルケット社, SYNAFIT 5500）を用いた。被検者に ECI エレクトロキャップ（日本GE マルケット社, ELECTRO-CAP SYSTEM II）を装着し、国際10-20法に従い、9 部位（Fp 1, Fp 2, F 3, F 4, C 3, C 4, Fz, Cz, Pz）から、前額部を接地電極、両耳朶を基準電極として導出した。

解析は、誘発電位マッピング研究用プログラム（KISSEI COMTEC 社, ATALAS-EP）を用

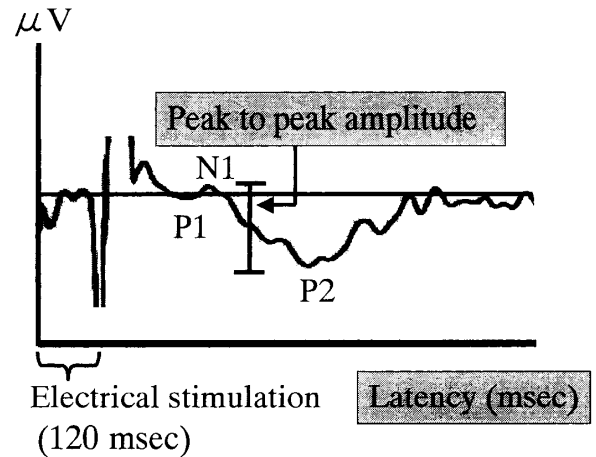


Fig. 3. Analysis of cerebral-evoked potential

い、刺激開始時をトリガーとして40回加算平均し、分析時間800msec 間に得られた誘発電位の潜時と振幅（peak to peak amplitude）について行った（Fig. 3）。

4. 統計処理

閾値および味覚誘発電位いずれにおいても実験条件を主変動因子に設定した一元配置分散分析を行い、多重比較検定には Fisher の PLSD を用いた。有意水準は危険率5%とした。

研究結果

1. 味覚閾値および味質

1) 味覚閾値

鼓索、舌咽、大錐体神経領域のいずれでも、コントロール群に比較して装着群で有意に閾値が上昇した（ $p < 0.05$ ）（Fig. 4）。

2) 味質

鼓索神経領域では、コントロール群で17名の被検者のうち12名が味覚を自覚し（以下、味覚感知群）、その内訳は、金属味が10名、酸味、苦味がそれぞれ1名であった。他の5名はピリッやジワーといった触覚のみを訴えた（以下、触覚感知群）。

一方、口蓋床を装着した装着群では、味覚感知群の人数に変化がなく、味質はコントロール群で酸味と答えた1名の被検者が金属味に変わった以外に変化がなかった。

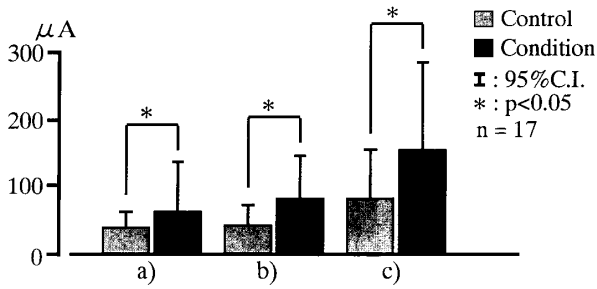


Fig. 4. Comparison of taste threshold between experimental conditions according to the domain of innervation
 Control - Subjects wore no plate,
 Condition - Subjects wore a palatal plate
 C.I. : confidence intervals
 a : Chorda tympani nerve area b :
 Glossopharyngeal nerve area
 c : Superficial greater petrosal nerve area

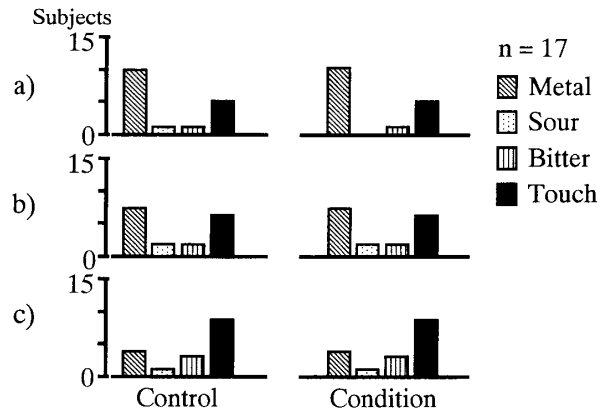


Fig. 5. Taste qualities and number of subjects according to experimental conditions
 a : Chorda tympani nerve area b :
 Glossopharyngeal nerve area c :
 Superficial greater petrosal nerve area

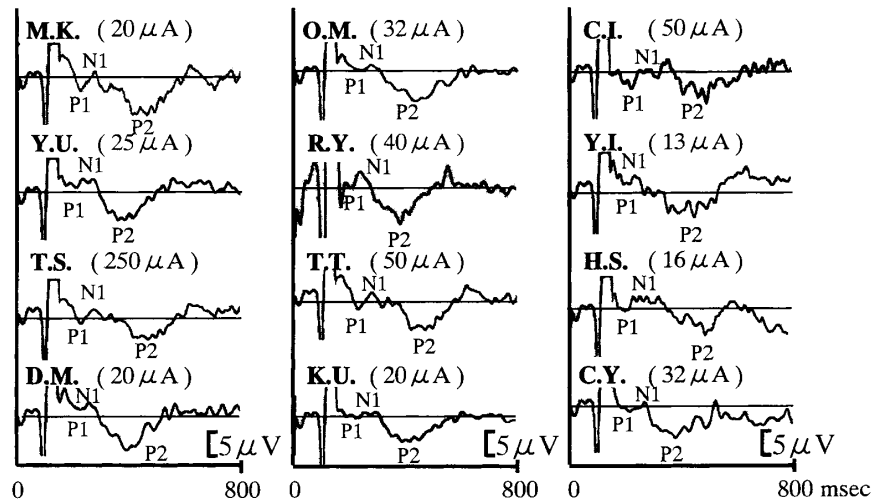


Fig. 6. Cerebral-evoked potentials in twelve subjects (Control)

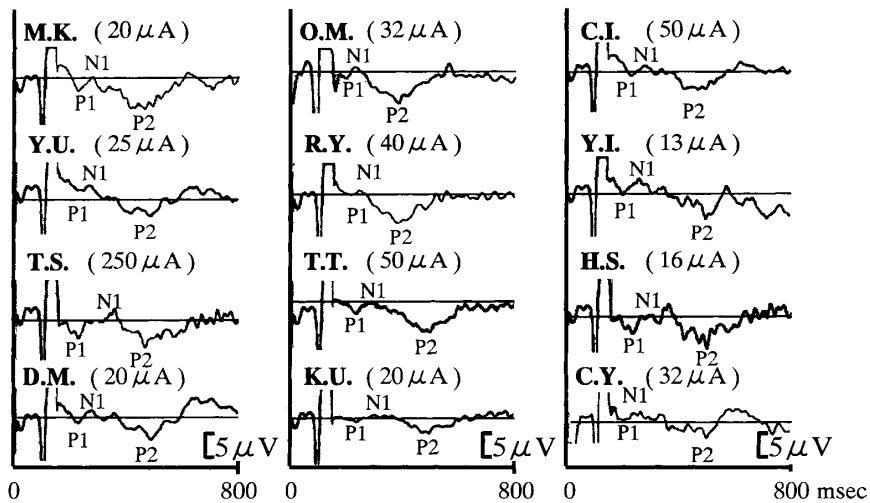


Fig. 7. Cerebral-evoked potentials in twelve subjects (Condition)

Table 1. Latency and amplitude in cerebral-evoked potentials (Control)

	Latency (msec)			Amplitude (μ V)	
	P 1	N 1	P 2	P1-N1	N1-P2
M.K.	234.4	278.9	455.6	4.34	6.26
Y.U.	211.1	285.6	371.7	5.26	6.86
T.S.	234.4	274.4	494.4	3.66	8.15
D.M.	235.0	272.8	492.2	3.22	7.86
O.M.	226.7	263.3	428.9	2.30	9.00
R.Y.	218.9	258.9	387.8	2.23	8.71
T.T	226.7	263.3	428.9	4.21	10.47
K.U.	233.3	275.0	456.1	3.64	8.2
C.I.	218.9	258.9	387.8	2.29	8.45
Y.I.	200.0	241.7	477.8	3.19	8.38
H.S.	201.1	233.9	492.8	3.96	8.80
C.Y.	285.6	307.2	353.9	4.46	8.34
Mean \pm SD	227.2 \pm 22.2	267.8 \pm 19.4	435.6 \pm 50.4	3.56 \pm 0.96	8.29 \pm 1.62

Table 2. Latency and amplitude in cerebral-evoked potentials (Condition)

	Latency (msec)			Amplitude (μ V)	
	P 1	N 1	P 2	P1-N1	N1-P2
M.K.	236.7	278.3	470.6	3.56	5.71
Y.U.	222.2	275.6	339.4	3.99	6.81
T.S.	211.7	273.3	499.4	1.65	5.02
D.M.	212.8	272.2	498.9	4.10	5.33
O.M.	201.1	245.6	466.7	4.69	4.40
R.Y.	228.3	276.1	385.6	4.93	4.53
T.T	201.1	245.6	466.7	5.33	3.43
K.U.	235.0	278.9	470.0	1.64	5.08
C.I.	228.3	276.1	387.8	4.93	4.52
Y.I.	191.7	235.6	475.6	3.83	5.29
H.S.	207.2	233.3	483.3	4.06	3.23
C.Y.	290.0	309.4	355.0	2.29	2.65
Mean \pm SD	222.2 \pm 25.7	266.7 \pm 22.2	441.6 \pm 57.3	3.75 \pm 1.26	4.67 \pm 1.15

Table 3. One-way analysis of latency and amplitude in cerebral-evoked potential

Latency					n = 12
	df	Sum of square	Mean square	F-value	p-value
Condition	1	.39	.39	3.882E-6	.9984
Error	646	6419796.836	9937.766		
Amplitude					
	df	Sum of square	Mean square	F-value	p-value
Condition	1	274.165	274.165	40.399	<.001
Error	430	2918.182	6.786		

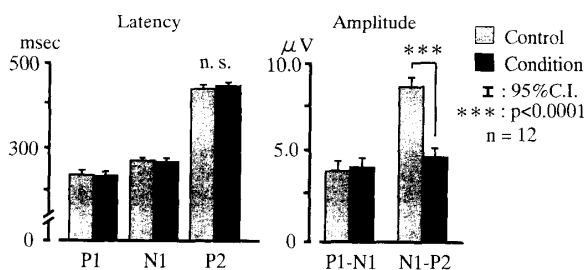


Fig. 8. Latency and amplitude according to experimental conditions
C. I. : confidence intervals

舌咽神経領域では、コントロール群で金属味7名、酸味と苦味がそれぞれ2名、触覚感知群6名であった。装着群では味質に変化が認められなかった。

大錐体神経領域では、コントロール群で金属味4名、酸味1名、苦味3名、触覚感知群9名であった。装着群では変化が認められなかった (Fig. 5)。

2. 味覚誘発電位

コントロール群、装着群いずれの条件でも、味覚感知群12名においてP1, N1, P2の3相性の波形が認められた (Fig. 6, 7)。なお、各被験者の波形は、9部位のうちのCzの波形である。

波形の潜時および振幅には個人差が認められ、特に味覚誘発電位であるP2では、潜時がコントロール群で435.6 \pm 50.4 msec (Mean \pm SD)、装着群で441.6 \pm 57.3 msec、振幅はN1-P2においてコントロール群で8.29 \pm 1.62 μ V、装着群で4.67 \pm 1.15 μ Vであった (Table 1, 2)。

コントロール群と装着群を比較すると、潜時では条件間に有意性を認めなかったが、振幅は条件間に有意性が認められ、N1-P2はコントロール群に比較して装着群で有意 (p < 0.0001) に低い値を示した (Fig. 8, Table 3)。

考 察

味覚誘発電位に関しては^{12, 15-20)}, 酒石酸の濃度と振幅が相関した¹⁵⁾, 酒石酸濃度と潜時とに関連性を認めた¹⁶⁾, 舌電気刺激の強度が強くなると振幅が増大した¹⁷⁾, 味覚を感じたときのみに見られる波形があった¹⁸⁾などの報告があり, 味覚誘発電位の存在が指摘されてきた。医学領域では, この味覚誘発電位を応用して客観的評価法を確立する試みがなされているものの, 歯科領域ではいまだ主観的評価にとどまっていることから, 義歯と味覚異常の関連に関する報告には, いずれも不確定要素が含まれている⁴⁻⁶⁾。著者らは, 味覚を客観的に評価するため, 電気味覚計と脳波計を用いた味覚誘発電位の記録方法について報告した。そこで本研究では, 義歯装着患者に應用することを目的として, 実験的口蓋床が味覚誘発電位に及ぼす影響について検討した。

1. 研究方法について

電気味覚計は, 化学的刺激に比較して装置が簡単で, 測定時間を大幅に短縮でき, 刺激部位を任意に設定でき, 解析においてもトリガーとして明確であるといった利点がある。

記録の順序に関して, Murphy⁵⁾は記録順序によって差が生じると報告しているが, 予備実験でコントロール群の後装着群を記録し, その後またコントロール群を記録するとどちらのコントロール群も差は認めなかったことから, 閾値および味覚誘発電位の記録いずれにおいてもランダムに行った。

刺激時間は, 通常の味覚検査で1000~500msecが妥当といわれている¹⁴⁾。しかし, 味覚誘発電位を記録するにあたって, この刺激時間では電気刺激がアーチファクトになり記録ができなくなることから短縮する必要があった。そこで, 著者らは刺激時間と閾値および味質との関連性から鼓索神経, 舌咽神経および大錐体神経領域それぞれでの刺激時間について報告した。よって, 本研究では鼓索神経領域の刺激にこの刺激

時間を用いた。また, この報告の中で測定部位に関しては国際10-20法の9部位で3相性の波形を認めたことから, 本研究では9部位でのみ記録することとした。

2. 結果について

1) 味覚閾値

義歯と味覚閾値に関する報告は多く⁴⁻⁶⁾, その多くが装着後に上昇すると述べている。本研究も実験的口蓋床で同様の結果を得たが, 自覚した味覚はいずれも被検者の主観的評価に依存している。味覚は同じ刺激強さ・濃度といった条件であっても個人差が大きく, また同一人物であっても時間的・環境的要因によって言語表現に差が生じることから¹²⁾, 臨床での応用は簡便であるが信頼性は不十分と考えられる。

2) 味覚誘発電位

味覚感知群12名では, コントロール群, 装着群ともP1, N1, P2の3波形が認められたが, 各波形の潜時や振幅には個人差があった。事象関連電位後期成分の個人差については, 今のところ確かなことはわかっていない。このような個人差は弁別課題でも認め, 同一の聴覚弁別課題であってもP300の潜時には約150msecの範囲があり, 振幅はさらに大きな度合いの個人差があったと報告されている²¹⁾。また, 視覚弁別課題では, 一連の視覚刺激の中に新奇で意味不明瞭な刺激を与えた際のP300の潜時が360~450msecの範囲であったと報告されている²²⁾。本研究でも, 同様にP2の潜時がコントロール群で 435.6 ± 50.4 msec (Mean \pm SD), 装着群で 441.6 ± 57.3 msecと個人差が認められ, その原因として個人の作業能力や性格の違いによる情報処理過程の相違²³⁾, 記録時の被検者の意識覚醒レベルの差異など²⁴⁾が考えられた。

実験的口蓋床の装着に伴い, 3波形とも潜時には変化を認めないものの, 振幅N1-P2は有意に減少した。事象関連電位の後期成分に影響を与える因子として, 振幅では, 加齢による聴覚²⁵⁾や視覚への影響²⁶⁾の他, 注意散漫な状態で減少する²⁷⁾, 刺激が予測しにくい場合の驚きで

増加する²⁸⁾、疼痛に対する感受性が高い群では、低い群に比較して大きい²⁹⁾といった心理過程を反映したものや、味溶液の濃度や舌電気刺激強度が低い場合に振幅も小さくなるといった^{12, 15, 17, 19)}、刺激に対する感覚情報処理過程を反映したものなどが挙げられる。それに対して潜時は、加齢²⁵⁾や痴呆³⁰⁾、精神分裂病³¹⁾など、情報処理能力の衰え、もしくは障害がある場合や与えた課題が複雑化することで情報処理に多くの時間を費やす場合³²⁾に延長すると報告されている。従って、本研究結果は実験的口蓋床が味覚を認知・識別するのに要する情報処理過程の複雑さに影響を与える因子ではなく、大脳皮質で認知する味覚の強さや味質などの情報処理に影響する結果と考えられる。その原因として、体性感覚情報伝導路が味覚性入力と同一ニューロンに収斂する可能性があること³³⁾や味覚野が Sylvius 溝内にあり、周囲には体性感覚野がある³⁴⁾と報告されていることから、体性感覚が大脳皮質味覚野に影響を及ぼしている可能性が考えられる。つまり、実験的口蓋床の装着による体性感覚の変化により同時的対比効果が生じたと思われる。味覚における同時的対比効果は、舌の一部を甘味で刺激し、他の一部を食塩で刺激すると、甘味の強さがあまり大きくないときは塩味の感受性が高まり、逆の場合には塩味は感じられにくくなることがあるように³⁵⁾、ある場所で味を味わっている際に別の部位を刺激すると互いに影響しあって本来の味や強さが異なって感じることである³⁶⁾。すなわち、実験的口蓋床による体性感覚と味覚の間で同時的対比効果が生じ、結果として脳波上に振幅の減少として表現されたと考えられる。

近年、心身ストレスと味覚との関連について報告されており、ラットに心身ストレスを与えると味覚の嗜好性が変化した³⁷⁾、ヒトにストレス作業を施行させると苦味閾値が上昇した³⁸⁾、精神的課題負荷により甘味、酸味、苦味感受性が低下し、肉体的課題負荷時には酸味のみ感受性が低下したなど³⁹⁾、原因が明らかではないものの因果関係について示唆されている。つま

り、咬合干渉がストレス応答としてラット脳内で認知された⁴⁰⁾、ヒトでも脳内賦活部位の局在から、不快情動として上位中枢に影響を及ぼすなど⁴¹⁾、口腔領域の障害感と脳機能との関連性が示唆されていることから、口蓋床装着という口腔内環境の変化が味覚異常を惹起する可能性も考えられる。

先に述べたように、義歯と味覚に関する報告は多く^{4~6)}、そのほとんどは義歯の装着に伴い味覚閾値が上昇するという結果が得られている。しかし、日常の臨床で味覚の変化を訴える患者は一部にしか過ぎない。これに関して、河村はあくまでも一次的な感覚測定によるものであって、日常の食事の際して、この相違がどれほど食物味覚に影響するかは別問題であると述べている⁸⁾。また、実験的口蓋床を2週間装着すると、味覚閾値が回復したとの報告から⁶⁾、義歯装着直後に味覚の異常を感じた場合でも、義歯への順応により同時的対比効果が減衰し、多くの場合、味覚閾値も回復するものと考えられる。実験的口蓋床の装着に伴う味覚誘発電位の経日的変化に関しては今後の課題としたい。

以上から、義歯装着患者における味覚の変化を味覚誘発電位から客観的に評価できる可能性が示唆された。

結 論

実験的口蓋床を装着し、味覚閾値および味覚誘発電位を検討することで次の結果が得られた。

1. 実験的口蓋床を装着すると、いずれの支配神経領域でも味覚閾値は有意に上昇した。
2. 味覚感知群12名で、潜時や振幅に個人差は認められるが、いずれも3相性の波形が認められた。
3. 実験的口蓋床の装着に伴い、潜時には有意差を認めないが、振幅はN1-P2のみ有意に減少した。

以上、実験的口蓋床の装着に伴いN1-P2が有意に減少し、味覚の変化を客観的に評価できたことから、義歯装着患者にも応用できる可能

性が示唆された。

稿を終えるにあたり、温かいご指導とご鞭撻を賜りました恩師田中久敏名誉教授に深甚なる謝意を表します。また、多くのご支援を頂きました歯科補綴学第一講座教室員各位ならびに大学院生各位に心より感謝いたします。そして、最後に、本研究にころよくご協力いただきました被検者諸氏に厚くお礼申し上げます。

なお、本研究の要旨は第33回日本臨床神経生理学会学術大会（平成15年10月2日、旭川）、第110回日本補綴歯科学会学術大会（平成15年10月24日、長野）において、その概要を発表した。

文 献

- 1) 池田 稔：味覚障害，日本医師会雑誌，127(8)：126-130, 2002.
- 2) 古川 侑：味覚異常の分類，MB ENT, 10: 13-18, 2002.
- 3) 大島 仁，尾崎登喜雄：味覚障害患者に対する心身医学・生理学的研究，心身歯，4(1)：1-7, 1989.
- 4) Henkin, R.I. : Taste thresholds in patients with dentures. *J.A.D.A.* 75(1) : 118-120, 1967.
- 5) Murphy, W.M. : The effect of complete dentures upon taste perception. *Brit. Dent. J.* 130(5) : 201-205, 1971.
- 6) 古谷暢子，池原晃生，野首孝詞：実験的口蓋床が味覚閾値に及ぼす影響—装着2週間後の変化—，補綴誌，40 : 718-724, 1996.
- 7) Khvatora, V., Budylna S : The influence of orthodontic treatment on gustatory sensitivity of the tongue in glossalgia, caused by reduced occlusive height of the lower region of the face. *Stomatologiia* 46(6) : 68-70, 1967.
- 8) 河村洋二郎：義歯と味覚，歯界展望，41(6)：938-946, 1973.
- 9) 奥田雪雄：濾紙ディスクによる味覚検査法—濾紙ディスクの味覚検査—，日耳鼻，83 : 1071-1082, 1980.
- 10) Krarup, B. : Electro-gustometry. A method for clinical examinations. *Acta Otolaryng* 49 : 294-305, 1958.
- 11) O'Mahony, M. : Salt taste sensitivity and stimulus volume : sips and drops. Some implications for the Henkin taste test. *Perception* 13 : 725-737, 1984.
- 12) 脇 要：舌電気刺激による誘発電位に関する報告。日口外誌，39(6)：673-683, 1993.
- 13) 内田安信：歯科診療における精神心理面の考え方と実際。歯界展望，56 : 91-99, 1980.
- 14) 富田 寛：味覚検査，日本臨床，37 : 529-532, 1979.
- 15) Funakoshi, M., Kawamura, Y. : Summated cerebral evoked responses to taste stimuli in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 30 : 205-209, 1971.
- 16) 諸田英夫：ヒト舌の機械的・電氣的刺激による脳誘発電位について，日耳鼻，89 : 1037-1046, 1986.
- 17) Plattig, K.H. : Taste sensations and evoked brain potentials after electric stimulation of tongue in man. *Gustation and olfaction.* Ohloff, G., Thomas, A.F., London, New York, pp71-86, 1971.
- 18) 柳沢繁孝：味覚誘発反応の臨床応用に関する研究，口病誌，47(4)：526-540, 1980.
- 19) 奏 偉光：味覚認知過程に関する神経生理学的研究—味覚誘発電位を応用して—，日歯心身，9(2)：139-155, 1994.
- 20) 前谷近秀：味覚誘発電位検査，JOHNS, 13(5)：785-788, 1997.
- 21) 地引逸亀，黒川賢造，古田寿一，山口成吉，寺井孝，不破文吾，北村敬一郎，松原藤継：事象関連電位の中の大脳誘発電位後期陽性成分(P300)の正常成人における測定，十全医学誌，100(3)：502-507, 1991.
- 22) Courchesne, E., Hillyard, S., Galambos, R. : Stimulus novelty, task relevance and the visual evoked potential in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 55 : 277-285, 1983.
- 23) 中川東夫：健常者の視覚弁別作業時に出現する事象関連電位 P300成分の個人差に関する研究，金医大誌，17 : 117-130, 1992.
- 24) 音成龍司，G. Barrett., 柴崎 浩：大脳誘発電位後期陽性成分(P300)の正常所見および加齢の影響，脳波と筋電図，17 : 177-183, 1986.
- 25) Goodin, D.S., Squires, K.C., Henderson, B.H. : Age-related variations in evoked potentials to auditory stimuli in normal human subjects. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 44 : 447-458, 1978.
- 26) 山口修平：加齢と事象関連電位との関連，臨床脳波，37(3)：155-162, 1995.
- 27) Picton, T.W., Hillyard, S.A. : Human auditory evoked potentials. Effects of attention. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 36 : 191-199, 1974.
- 28) 中野弘一：脳波，心身医療，3 : 1127-1132, 1991.
- 29) 南雲祐二：三叉神経電気刺激による事象関連電位に関する研究—実験的疼痛に対する P300成分の解析—，日歯心身，9(2)：156-169, 1994.
- 30) Neshige, R. : Auditory long latency event-related potentials in Alzheimer's disease and multi-infact dementia. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 51 : 1120-1125, 1988.
- 31) 丹波真一：注意関連電位，臨床脳波，26(10)：618-622, 1984.
- 32) Kutas, M., McCarthy, G., Donchin, E. : Augmenting mental chronometry : The P300 as a meas-

- ure of stimulus evaluation time. *Science* 197 : 792-795, 1977.
- 33) 山本 隆, 志村 剛 : 味覚情報の中枢処理, *神経進歩*, 37 (5) : 788-797, 1993.
- 34) 小川 尚 : 脳における味覚情報処理機構, *病態生理*, 5 : 74-81, 1986.
- 35) Bujas, Z. : *Industrielle Psychotechnik*. 16 : 81, 1938.
- 36) 山本 隆 : 脳と味覚—おいしく味わう脳のしくみ— : 共立出版, 東京, 28-32ページ, 1996.
- 37) Shashi, B., Singh, Alka, S., Usha, P. : Hypobaric hypoxia and hedonic matrix in rats. *Japanese journal of physiology* 47 : 327-333, 1997.
- 38) 乾 隆子, 中川 正 : 長時間および短時間連続精神的作業負荷による苦味感受性への影響—その1—, *味と匂誌*, 2 : 456-458, 1995.
- 39) 中川 正 : 疲労・ストレスによる味覚変化, *日本栄養・食糧学会53回講演要旨集*, 36, 1999.
- 40) 虫本栄子, 小林琢也, 千葉 晃, 田中久敏, 宇月美和, 澤井高志 : ラットにおける実験的咬合干渉が脳内 c-fos mRNA 発現に及ぼす影響—ストレスとの関連—, *補綴誌*, 48 : 173-182, 2004.
- 41) 豊田康夫, 虫本栄子 : 実験的咬合干渉付与による情動反応の脳電位分布と Dipole の推定, *補綴誌*, 48 : 183-192, 2004.