オーバーデンチャー装着者の口腔感覚に関する研究

高 藤 道 夫

A Study of Sensory Perception in Overdenture Wearers

Michio Takafuji

I. 緒 言

近年、少数残存歯の歯根面を義歯床で覆うオーバーデンチャーが推奨されている¹⁻⁹⁾。

オーバーデンチャーでは、義歯床下顎堤に残存歯を保存しているため、歯槽骨の吸収を少なくし、顎堤がよりよい状態に保たれ、さらに、残存歯根の歯根膜が感覚受容器として機能することなどの利点が報告されている^{10,11)}。

歯槽骨の吸収に関しては、Crum ら¹²⁾が、レントゲン写真を用いて垂直吸収量を測定した。その結果オーバーデンチャー装着者では、全部床義歯装着者の吸収量よりきわだって少ないことを直接的に明らかにした。しかし、感覚受容器としての歯根膜が、オーバーデンチャー装着時に機能しているかどうかは必ずしも明らかにされてはいない。Loiselle ら¹³⁾は、オーバーデンチャー装着者と全部床義歯装着者で、大きさや下顎偏位の弁別能をしらべた結果、歯牙が1本でもあれば、弁別能は全部床義歯装着者より優れていると報告した。Pacer ら¹⁴⁾は、2,000 g という強い咬合力での弁別能は、オーバーデンチャー装着者が全部床義歯装着者より優れているとし、荻野¹⁵⁾は、最大咬合力は歯根膜の感覚機能の有無により明確な差が生じることを報告した。

しかし、これまでの報告をみると、Loiselle らの実験や Pacer らの実験では、オーバーデンチャー装着者と全部床義歯装着者での比較であるため、被験者が異なっており、弁別能には個人差があること¹⁶⁻¹⁸⁾を考えあわせると、いくつかの問題がのこる。また、荻野の実験に

おいては、被験者に意識的に咬合力の強さを指示しての実験であり、オーバーデンチャー装着者の機能時における歯根膜の役割を必ずしも検索しているものではない。

このように、残存歯根の歯根膜の感覚受容器としての機能に関する報告はいくつかあるが、いずれの報告もオーバーデンチャー装着者における機能時の歯根膜の役割を直接的には明らかにしていない。さらに、食物の咀嚼にとって最も重要な要素であると考えられる硬さ弁別に関する研究は、オーバーデンチャー装着者ではみられない。

渡辺ら¹⁹⁻²⁴⁾は、正常有歯顎者と全部床義歯装着者で硬さ弁別の実験を行い、硬さ弁別に歯根膜の感覚受容器が関与していることを示唆し、さらに、正常有歯顎者において前歯部へ浸潤麻酔を施し、麻酔前後の比較から、硬さ弁別の感覚受容器が歯根膜の機械受容器であることを示唆している。しかし、前歯部の麻酔実験では、麻酔が歯根膜だけの機能を低下させているのではなく、歯周組織全体へ影響を与えていること、被験者に麻酔後膨隆感を与え、麻酔前後で被験者の実験条件が同一にならないことなどの問題があり、歯根膜単独の機能を必ずしも調べているとはいえない。

そこで、本研究はオーバーデンチャー装着者を被験者にして、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合とつけない場合について、硬さ弁別の実験を行い、他の条件を全く変化させることなく、純粹に歯根膜の機能だけを調べ、残存歯根の歯根膜が弁別という機能時にどのように働くのかを明らかにし、硬さ弁別に関与する受容器を検索した。

II. 方 法

1. 被験者

被験者は、東北大学歯学部付属病院補綴科外来患者の

表 1 オーバーデンチャー装着者

被 験 者	年 齢	性 別	残 存 歯
A	75	♂	$\overline{3 3}$
B	45	♀	$\frac{3\ 2 }{3\ 2 2\ 3}$
C	59	♀	$\overline{3 3\ 4}$
D	63	♀	$\overline{3 3}$
E	58	♂	$\overline{3\ 2 2\ 3\ 7}$

(平均 60 歳)

表 2 テスト板

テ ス ト 板	ゴム硬度 (度)	弾 性
No. 1	34	84
No. 2	40	77
No. 3	46	74
No. 4	51	63
No. 5	55	59
No. 6	59	53
No. 7	66	52
No. 8	70	51
No. 9	75	49

なかから選び、顎口腔系に異常がなく、全身状態が良好で、実験に協力的な、オーバーデンチャー装着者 5 名である。表 1 に被験者の年齢、性別、残存歯の部位を示した。残存歯はすべて根治・根充後、根面板を入れ、オーバーデンチャーを装着した。義歯の装着期間は、いずれも装着後少なくとも 3 ヶ月以上を経過しており、予後良好のものである。

さらに、対照群としての被験者は、オーバーデンチャー装着者を選んだときと同様に、本学教職員、学生より正常有歯顎者 12 名 (年齢: 25~39 歳, 平均 31 歳), 外来患者より全部床義歯装着者 6 名 (年齢: 48~80 歳, 平均 60 歳) である。

2. 実験装置

テスト板は、全部床義歯装着者の硬さ弁別閾が約 8 度である¹⁹⁾ことから、表 2 に示す 9 種類のテスト板のなかから、No. 1, No. 3, No. 5, No. 7, No. 9 を使用し、各テスト板のゴム硬度の間隔が 10 度になる 5 種類である。表 2 にそのゴム硬度と弾性を示した。

測定装置 (図 1) は、厚さが一様に 2.5 mm であるゴム板を、たて 20 mm, よこ 10 mm に切り、高さ 5 mm あるいは 15 mm の U 字をしたステンレススチールの一端の両側にはり、開口度 10 mm あるいは 20 mm の実験のテスト板とした。さらに、弁別時の咬合力を同時に測定

図 1 実験装置

するために、ステンレススチールの中央部にストレンゲージをはった。

各テスト板のストレンゲージの出力を、三栄測器株式会社製 6M 52 形ひずみ増幅器で増幅し、理化電気工業株式会社製ペンレコーダで記録した。

弁別時の咬合力は、各テスト板について既知の加重を加え、ストレンゲージの出力との校正曲線を求め、これより算出した。

3. 測定方法

No. 1, No. 3, No. 5, No. 7, No. 9 の 5 種類のテスト板のうち、No. 5 を基準板とし、No. 5 を含む 5 つをテスト板とした。検者は、被験者に上下顎中切歯間で、常に同じ方法、かつ同じ位置で咬ませた。一方、被験者は、静かな部屋で楽な姿勢で坐り、軽く閉眼し、基準板およびテスト板を咬んで硬さ弁別を行った。数回予備実験を行い、被験者が実験方法に十分慣れたのち本実験に移った。実験の手順は、まず被験者に基準板を咬ませ、その直後にテスト板を咬ませ、これが基準板と比べて、“硬い”、“軟らかい”あるいは“同じ”と感じるかを、手の合図によって答えさせた。弁別時の咬合力は、同時にペンレコーダに記録された。

テスト板の提示はランダムとし、おのおののテスト板の提示回数は 10 回、計 50 回の試行を行い、オーバーデンチャー装着者、正常有歯顎者、全部床義歯装着者で、弁別時の誤解答数、咬合力、咬合力で咬合力の標準偏差を割った咬合力の調節能力¹⁹⁾について比較検討した。

すべての被験者に対し、開口度 10 mm と 20 mm の 2 系列について実験した。さらに、オーバーデンチャー装着者については、そのおのおのについて、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合とつけない場合について、それぞれの実験をした (図 2)。

1) 義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合

2) 義歯床下粘膜面に根面板をつけない場合

図 2 オーバーデンチャー装着者での実験条件

III. 実験結果

1. オーバーデンチャー装着者の結果

オーバーデンチャー装着者 5 名の被験者について、開口度 10 mm, 20 mm で硬さ弁別の実験を行い、弁別時の誤解答数 (表 3, 5), 咬合力およびその調節能力 (表 4, 6) を測定した。このとき、同一被験者について、義歯床下粘膜面に根面板をつけて残存歯根の歯根膜受容器を積極的に機能させた状態 (PL (+)) と、咬合時においても義歯床下粘膜面から根面板が離れて歯根膜受容器が機能しないようにした状態 (PL (-)) の両条件下で比較実験を行った。

開口度 10 mm で、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合の誤解答数は、A から E の被験者の順に、14, 3, 7, 12, 13 であり、その平均は 9.8 であった。一方、義歯床下粘膜面に根面板をつけない場合の誤解答数は、A から E の被験者の順に、24, 4, 15, 19, 18 であり、その平均は 16.0 であった。このように誤解答数の平均値では、義歯床下粘膜面に根面板をつけ、残存歯根の歯根膜受容器を機能させた場合の方が、義歯床下粘膜面に根面板をつけない場合に比べて明らかに弁別能がすぐれている結果を得た。しかし、各被験者の弁別能においては、上記のデータが示しているように個人差があるので、誤解答数の平均値の比較からだけで歯根膜感覚の機能を帰結することは難しい。そこで同一被験者について、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合と、つけない場合の誤解答数を比較した。被験者 A については 14 から 24 へ、被験者 B では 3 から 4 へ、被験者 C では 7 から 15 へ、被験者 D では 12 から 19 へ、被験者 E では 13 から 18 へと、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合に比べて、つけない場合には 5 例中 5 例とも誤解答数は増加した。すなわち、

表 3 オーバーデンチャー装着者の開口度 10 mm での誤解答数

被 験 者	誤 解 答 数	
	PL (+)	PL (-)
A	14	24
B	3	4
C	7	15
D	12	19
E	13	18
平 均	9.8	16.0

PL (+): 義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合

PL (-): 義歯床下粘膜面に根面板をつけない場合

表 4 オーバーデンチャー装着者の開口度 10 mm での咬合力とその調節能力

被験者	咬 合 力 (kg)		調節能力 (%)	
	PL (+)	PL (-)	PL (+)	PL (-)
A	3.0±0.3	2.1±0.8	10	38
B	1.9±0.3	2.3±0.6	16	26
C	4.7±0.3	4.3±0.4	6	9
D	2.1±0.3	1.9±0.4	14	21
E	1.8±0.3	1.8±0.4	17	22
平 均	2.7±0.3	2.5±0.5	11	20

表 5 オーバーデンチャー装着者の開口度 20 mm での誤解答数

被 験 者	誤 解 答 数	
	PL (+)	PL (-)
A	18	20
B	4	9
C	14	19
D	18	21
E	16	21
平 均	14.0	18.0

表 6 オーバーデンチャー装着者の開口度 20 mm での咬合力とその調節能力

被験者	咬 合 力 (kg)		調節能力 (%)	
	PL (+)	PL (-)	PL (+)	PL (-)
A	2.6±0.3	2.5±0.8	12	32
B	2.0±0.3	2.6±0.6	15	23
C	4.2±0.4	5.5±0.6	10	11
D	4.0±0.5	2.0±0.5	13	25
E	1.9±0.3	1.5±0.4	16	27
平 均	2.9±0.4	2.8±0.6	14	21

義歯床下粘膜面に根面板をつけ、残存歯根の歯根膜受容器を機能させた場合の方が、すべての被験者で弁別能がよかった。このことは、硬さ弁別において歯根膜感覚受容器が、弁別能を高めるという重要な役割を担っていることを示している。

硬さ弁別時の咬合力は、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合では、最大 4.7 kg、最小 1.8 kg であり、根面板をつけない場合では、最大 4.3 kg、最小 1.8 kg であった。また、その平均値は、義歯床下粘膜面に根面板がついていても、ついていなくてもほとんど差はなく、おのおの 2.7 kg と 2.5 kg であった。弁別時の咬合力に関しては、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合とつけない場合を比較すると、つけた場合に咬合力が増加した例が 5 例中 3 例、減少した例が 5 例中 1 例、変化のなかった例が 5 例中 1 例であった。このように、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合とつけない場合に、咬合力の増減に関しては一定した傾向が認められず、さらに、各被験者間に弁別時の咬合力の大きさに関して個人差が認められた。

しかし、咬合力の調節能力¹⁵⁾を示す指標として、咬合力でその標準偏差を割った値を求めると、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合とつけない場合では、被験者 A, B, C, D, E それぞれ、10% から 38% へ、16% から 26% へ、6% から 9% へ、14% から 21% へ、17% から 22% へと、すべての例で調節能力の低下を示した。また被験者 5 名の平均でも歯根膜受容器を積極的に機能させた状態と、機能していない状態では、11% から 20% へと調節能力の低下を示した。このことは、硬さ弁別時に、歯根膜が咬合力の調節能力を高めていること、すなわち、咬合力の調節にとっても重要な役割を果たしていることを示している。

この傾向は、開口度を 10 mm から 20 mm へ増加しても全く同様であった。

以上の結果より、オーバーデンチャー装着者の義歯床下の残存歯根の歯根膜が感覚受容器として役立っていることが明らかになった。

これまで、渡辺らは、歯根膜の感覚受容器が硬さ弁別のおもな受容器であることを、正常有歯顎者の前歯部歯周組織への浸潤麻酔の実験結果(表 7)から示唆している。すなわち、正常有歯顎者で麻酔前後の結果を比較すると、麻酔によって誤解答数は、8 から 24 へと 3 倍の値を示し、また弁別時の咬合力は 3.2 kg から 4.2 kg へと増加傾向を示した。さらに、弁別時の調節能力は 13% から 26% へと著明に低下した。これらの結果は、本実

表 7 正常有歯顎者での麻酔の影響(開口度 10 mm)

	誤解答数	咬合力 (kg)	調節能力 (%)
麻酔前	8	3.2±0.4	13
麻酔後	24	4.2±1.1	26

験結果と一致している。つまり、渡辺らの正常有歯顎者での麻酔前後の実験は、オーバーデンチャー装着者で、義歯床下粘膜面に根面板をつけた状態とつけない状態の実験方法と同じ趣旨のものであり、麻酔前の実験は、オーバーデンチャー装着者で、義歯床下粘膜面に根面板をつけて歯根膜機能を作用させた実験に、また、麻酔後の実験は、オーバーデンチャー装着者で義歯床下粘膜面から根面板を離して、歯根膜機能を作用させない実験に対応する。したがって、本実験の義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合とつけない場合の実験結果は、渡辺らの麻酔前後の実験結果に一致してくるものと思われる。

しかし、渡辺らは、正常有歯顎者の前歯部への麻酔による実験では、麻酔が歯周組織全体へ影響を与えるため、歯根膜機能だけを純粋に調べることが困難であること、被験者に麻酔後膨隆感を与え、麻酔前後で実験条件が必ずしも同じとはならないことなどのため、硬さ弁別の感覚受容器はおもに歯根膜の機械的受容器であることを示唆するにとどめている。しかるに、オーバーデンチャー装着者を被験者とした本実験では、他の条件を全く変化させることなく、歯根膜機能のみを検索することができた。以上より、硬さ弁別における受容器は、おもに歯根膜の機械的受容器であると結論できる。

2. オーバーデンチャー装着者、正常有歯顎者および全部床義歯装着者の比較

オーバーデンチャー装着者での、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合 (PL (+)) と、つけない場合 (PL (-)) での実験結果を、それぞれ正常有歯顎者、全部床義歯装着者での実験結果と比較した場合、義歯床下粘膜面に根面板をつけ、歯根膜を機能させている方は、正常有歯顎者の実験結果に近くなり、一方、義歯床下粘膜面から根面板を離し、歯根膜を機能させない方は、全部床義歯装着者の実験結果に近くなることが予想される。

そこで、正常有歯顎者 12 名、全部床義歯装着者 6 名を被験者に選び、硬さ弁別の実験を行った(表 8~11)。

正常有歯顎者の開口度 10 mm における誤解答数の平均は 6.3 であり、弁別時の咬合力の調節能力は平均 9% であった。一方、オーバーデンチャー装着者で、義歯床

表 8 正常有歯顎者の開口度 10 mm での結果

被験者	誤解答数	咬合力 (kg)	調節能力 (%)
F	7	2.9±0.3	10
G	2	3.3±0.3	9
H	10	3.6±0.3	8
I	6	2.0±0.4	20
J	8	2.9±0.3	10
K	4	2.3±0.2	9
L	11	4.1±0.2	5
M	10	3.5±0.4	11
N	5	4.3±0.2	5
O	2	4.5±0.5	11
P	3	2.6±0.4	15
Q	8	3.2±0.4	13
平 均	6.3	3.3±0.3	9

表 10 全部床義歯装着者の開口度 10 mm での結果

被験者	誤解答数	咬合力 (kg)	調節能力 (%)
R	17	2.8±0.5	18
S	18	3.0±0.4	13
T	17	1.7±0.4	24
U	18	3.3±0.6	18
V	16	3.9±0.6	15
W	11	2.5±0.3	12
平 均	16.2	2.9±0.5	17

下粘膜面に根面板をつけた場合は、誤解答数の平均は 9.8 であり、弁別時の咬合力の調節能力の平均は 11% であった。また、義歯床下粘膜面から根面板を離した場合は、誤解答数の平均は 16.0 であり、弁別時の咬合力の調節能力は平均 20% であった。つまり、弁別時に歯根膜受容器を積極的に機能させた方が、機能させなかった場合に比べて、硬さ弁別の誤解答数、弁別時の咬合力の調節能力ともに、明らかに正常有歯顎者に近い値を示した。

開口度を 20 mm にした実験結果も全く同様の傾向を示し、正常有歯顎者では、誤解答数の平均は 12.7 であり、弁別時の咬合力の調節能力は平均 13% であった。また、オーバーデンチャー装着者で、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合とつけない場合の誤解答数の平均は、それぞれ 14.0 と 18.0 であり、弁別時の咬合力の調節能力の平均は、それぞれ 14% と 21% であった。このことは、開口度が 20 mm になっても、義歯床下粘膜面に根面板をつけた方が、つけない場合に比べて、硬さ弁別の誤解答数および弁別時の咬合力の調節能力の点において、いずれも正常有歯顎者に近いことを示している。

表 9 正常有歯顎者の開口度 20 mm での結果

被験者	誤解答数	咬合力 (kg)	調節能力 (%)
F	13	8.7±0.9	10
G	13	3.9±0.4	10
H	13	4.1±0.4	10
I	14	2.5±0.4	16
J	13	4.3±0.4	9
K	8	3.7±0.6	16
L	19	4.4±0.6	14
M	16	4.0±0.6	15
N	14	7.5±0.8	11
O	3	6.4±0.8	13
P	14	3.8±0.6	16
Q	12	3.9±0.5	13
平 均	12.7	4.8±0.6	13

表 11 全部床義歯装着者の開口度 20 mm での結果

被験者	誤解答数	咬合力 (kg)	調節能力 (%)
R	22	2.4±0.4	17
S	18	1.8±0.4	22
T	19	0.8±0.2	25
U	16	2.1±0.3	14
V	24	2.8±0.4	14
W	14	3.5±0.5	14
平 均	18.8	2.2±0.4	18

全部床義歯装着者の開口度 10 mm の実験では、誤解答数の平均は 16.2 であり、弁別時の咬合力の調節能力は平均 17% であった。オーバーデンチャー装着者で、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合とつけない場合の、誤解答数および弁別時の咬合力の調節能力と比較すると、全部床義歯装着者の実験結果は、オーバーデンチャー装着者で、義歯床下粘膜面に根面板をつけない場合の実験結果に近い値を示した。

この傾向は、全部床義歯装着者で開口度を 20 mm にしても全く同様であった。

これらの、正常有歯顎者および全部床義歯装着者とオーバーデンチャー装着者との比較による実験結果は、歯根膜の感覚受容器が硬さ弁別に寄与するという前述の実験結果を支持するものである。

また、オーバーデンチャー装着者で、義歯床下粘膜面に根面板をつけ、歯根膜機能を作用させると、硬さ弁別という機能においては、正常有歯顎者に近くなることを示している。

表 12 開口度を 10 mm から 20 mm にしたときの誤解答数の変化

開口度		10 mm	20 mm
被験者	PL (+)	9.8	14.0
	PL (-)	16.0	18.0
正常有歯顎者		6.3	12.7
全部床義歯装着者		16.2	18.8

表 13 開口度を 10 mm から 20 mm にしたときの咬合力の調節能力の変化

開口度		10 mm	20 mm
被験者	PL (+)	11	14
	PL (-)	20	21
正常有歯顎者		9	13
全部床義歯装着者		17	18

3. 開口度を 10 mm から 20 mm に変化したときの、オーバーデンチャー装着者、正常有歯顎者、全部床義歯装着者の比較

ゴム硬さ弁別における弁別能および咬合力に、咀嚼筋の筋紡錘や顎関節の固有受容器が、どのような影響を及ぼすかを知るため、厚さ 10 mm のテスト板と 20 mm のテスト板を使用した結果を比較検討した (表 12, 13, 図 3, 4)。図 3, 4 において、白棒は開口度 10 mm での結果を、黒棒は開口度 20 mm での結果をそれぞれ示している。

オーバーデンチャー装着者では、義歯床下粘膜面に根面板をつけ、歯根膜を機能させた場合 (PL (+))、開口度が 10 mm から 20 mm になると、誤解答数は 9.8 から 14.0 へと有意差 ($P < 0.05$) をもって著明に増加した。一方、根面板を義歯床下粘膜面より離し、歯根膜を機能しないようにした場合 (PL (-)) には、開口度を 10 mm から 20 mm へと変化させても、誤解答数は 16.0 から 18.0 へと、有意差を認めるほど著明な増加は示さなかった。

正常有歯顎者では、開口度を 10 mm から 20 mm へと変化させると、誤解答数は 6.3 から 12.7 へと有意差 ($P < 0.01$) をもって著明に増加した。正常有歯顎者におけるこの結果は、オーバーデンチャー装着者の実験で、義歯床下粘膜面に根面板をつけ、歯根膜を機能させた状態での結果に一致する。

全部床義歯装着者では、開口度を 10 mm から 20 mm へと変化させた場合、誤解答数は 16.2 から 18.8 へとわ

図 3 開口度を 10 mm から 20 mm に増加したときの誤解答数の変化

図 4 開口度を 10 mm から 20 mm に増加したときの咬合力の調節能力の変化

ずかに増加したのみで、正常有歯顎者ほど著明な増加は示さなかった。全部床義歯装着者にみられたこの結果は、オーバーデンチャー装着者で、歯根膜を機能させないときの実験結果と一致している。

弁別時の咬合力に関しては、開口度を 10 mm から 20 mm へ変化させても、一定した傾向を認めることができなかった。しかし、弁別時の咬合力の調節能力に関しては、一定した傾向を認めることができた。

オーバーデンチャー装着者では、義歯床下粘膜面に根面板をつけ、歯根膜を機能させた場合には、開口度を10 mm から20 mm へと変化させると、咬合力の調節能力は、11% から14% へと有意差 ($P < 0.05$) をもって減少した。一方、義歯床下粘膜面から根面板を離し、歯根膜を機能させない場合は、開口度を10 mm から20 mm へと変化させても、咬合力の調節能力は、20% から21% へとほとんど変化しなかった。

正常有歯顎者では、開口度を10 mm から20 mm へと変化させると、咬合力の調節能力は、9% から13% へと著明な減少を示し、オーバーデンチャー装着者での実験で、歯根膜が機能している状態での結果に一致した。

全部床義歯装着者では、開口度を10 mm から20 mm へと変化させると、咬合力の調節能力は17% から18% へとほとんど変化しなかった。この結果は、歯根膜が機能していない状態のオーバーデンチャー装着者での実験結果に一致した。

開口度を10 mm から20 mm へと変化したときの誤解答数および弁別時の咬合力の調節能力が、オーバーデンチャー装着者で歯根膜を機能させたときには、正常有歯顎者に一致し、歯根膜を機能させないときには、全部床義歯装着者に一致するというこれらの結果は、オーバーデンチャー装着者の義歯床下の残存歯の歯根膜が、硬さ弁別に機能的役割を演じていることをさらに裏づけるものである。

また、開口度を10 mm から20 mm へと変化したときに、オーバーデンチャー装着者で歯根膜を機能させた場合と正常有歯顎者では、誤解答数が増加し、弁別時の咬合力の調節能力が減少したのに対し、オーバーデンチャー装着者で歯根膜を機能させない場合と全部床義歯装着者では、誤解答数や咬合力の調節能力に著明な変化を示さなかったという実験結果は、開口度が10 mm から20 mm に変化すると、咀嚼筋の筋紡錘や顎関節の固有受容器が、歯根膜からの感覚入力に影響を及ぼすことを示唆する。つまり、開口度が10 mm から20 mm へと変化すると、硬さ弁別に関しては、筋紡錘や顎関節の固有受容器の情報には、硬さ弁別能および弁別時の咬合力の調節能力を低下させていることを示している。

IV. 考 察

1. 硬さ弁別の感覚受容器とオーバーデンチャー義歯床下の歯根膜の役割

これまで、精神物理学的方法を用いて、上下歯牙間

での物質の弁別 (Interdental discrimination) の実験から、歯根膜機能を明らかにしようと試みた報告は多い。しかし、それらの結果は種々異なり意見の一致をみない。このため、オーバーデンチャー装着者での義歯床下顎堤に保存されている残存歯根の歯根膜が、感覚受容器として口腔機能の中で働いているかどうかについても、まだ十分な確証は得られていない。

大きさ弁別能についてはこれまでいくつかの報告がある。渡辺ら^{25)~29)}は、1.0 mm から5.0 mm の鋼線を用いて実験し、咬み合う歯牙の一方が天然歯であっても、他方の歯に歯根膜がない場合は、上下とも天然歯である場合に比べて大きさ弁別能は著しく劣ったので、上下顎両方の歯牙の歯根膜感覚の存在が、大きさ弁別に必要であるとした。また、Riis ら³⁰⁾は、極めて薄いテスト板を用いて実験した結果、正常有歯顎者で麻酔後弁別能が著明に低下したことから、大きさ弁別に歯根膜が関与していることを示した。

一方、Manly ら³¹⁾は、5.00 mm から5.75 mm のテスト片を用いて実験し、正常有歯顎者と義歯装着者で大きさの弁別能に差がないこと、義歯装着者の義歯床下粘膜に局所麻酔をした場合、その前後で弁別能に大きな差がないことから、上下歯牙間での大きさ弁別に関与する受容器は、歯根膜の感覚受容器ではなく、顎関節、咀嚼筋の固有受容器であるとした。また、森本ら^{32~36)}は、8.0 mm から12.0 mm のテスト板で実験し、麻酔前後で大きさの弁別能に変化がないこと、正常有歯顎者と顎関節欠如者との間で、大きさ弁別能にあまり差がないことから、大きさ弁別に、歯根膜の感覚受容器や顎関節の固有受容器が関与しないことを示唆した。さらに、下顎に振動刺激を与えない場合には、10 mm の基準板より大きい方で誤解答が多いが、振動刺激を与えると、10 mm より小さい方で誤解答が多くなることから、大きさ弁別に関与する受容器として、振動刺激に敏感な咀嚼筋の筋紡錘を挙げている。

このように、報告により上下歯牙間での物質の大きさ弁別における歯根膜の役割については、必ずしも意見の一致をみない。

この原因として、第一に各報告におけるテスト試料の相違が考えられ、歯根膜の感覚受容器は、開口度が小さい場合には大きさ弁別に関与するが、開口度が大きい場合には大きさ弁別に関与しないことを上記の報告は示しているように思われる。したがって、オーバーデンチャー装着者での残存歯根の歯根膜機能を知るためには、上下歯牙間での大きさ弁別の実験は適していないことが考

えられる。

一方、上下歯牙間での物質の弁別の実験で、硬さ弁別の研究も行われているが、これに関する報告は少なく、Langer ら³⁷⁾、Manly ら³¹⁾、渡辺ら¹⁹⁻²⁴⁾の報告にとどまる。

Langer らは、全部床義歯装着者で、義歯床下粘膜に麻酔を行い、麻酔前後で硬さ弁別に有意の差を認めなかったことから、硬さ弁別に床下粘膜の感覚受容器は関与していないとした。また、Manly らは、正常有歯顎者と全部床義歯装着者で硬さ弁別の実験を行った。その結果、ソフトラバーディスクの硬さ弁別の実験では、正常有歯顎者と全部床義歯装着者の両者の間に弁別能の差はなかったが、ハードラバーディスクを使用した硬さ弁別では、全部床義歯装着者の弁別能が、正常有歯顎者より劣っていたことから、硬さ弁別に関与する受容器は、歯根膜の感覚受容器でなくて、筋・腱・顎関節の固有受容器であると報告している。

しかし、渡辺らと本研究における硬さ弁別の実験では、正常有歯顎者と全部床義歯装着者における弁別能は明らかに異なっていることを示し、また同一のオーバーデンチャー装着者において、歯根膜を機能させた場合と機能させない場合では、弁別能に著明な差が認められ、さらに、弁別時の咬合力の調節能力に関しても明らかな違いが認められた。このことは、歯根膜の感覚受容器が硬さ弁別に関して重要な役割を担っていることを示し、硬さ感覚に歯根膜は関与しないとする Manly らの結果とは異なっている。

この結果の違いは、精神物理学的測定法による実験での、実験試料の相違から生じているものと考えられる。すなわち、精神物理学的測定法では、“硬い”、“軟らかい”あるいは“同じ”と感じる反応そのものは測定の対象ではなく、測定的手段にすぎず、反応カテゴリーが特定の分布をするために必要な刺激変数間の補償関係が測定の対象とされる³⁸⁾。したがって、実験に用いるテスト板のゴム硬度差が問題となる。つまり、各テスト板のゴム硬度差が大きく弁別がやさしすぎても、逆に、ゴム硬度差が小さく弁別が難しすぎても、良い結果を得ることができない。

そこで、正常有歯顎者と全部床義歯装着者の両者について、ゴム硬さについての弁別閾を正規補間法³⁹⁾によって測定し、正常有歯顎者の弁別閾は約4度であり、全部床義歯装着者では約8度であった¹⁹⁾ので、本実験では、オーバーデンチャー装着者の弁別閾をも考慮して、ゴム硬度差が10度になるようにテスト板を選んだ。

精神物理学的測定法では、このように実験試料についての検討が必要であり、Grasso ら⁴⁰⁾も報告しているように、Manly らの実験では必ずしも実験試料についての検討が十分ではなかったと思われる。しかし、本実験では、上述のようにテスト板の吟味を十分行ったので、Manly らが得ることのできなかった詳細な点まで明らかにすることができたものと思われる。

以上より、硬さ弁別において、歯根膜の感覚受容器が重要な役割を演じていることが明らかになった。このことは、オーバーデンチャー装着者での残存歯根の歯根膜機能を調べるためには、上下歯牙間での物質の弁別の実験で、硬さ弁別が適していることを示している。

なお、歯根膜がすべて喪失している全部床義歯装着者でも、正常有歯顎者に比べて著しく硬さ弁別能力が劣っているが、硬さ弁別を行うことができるという結果は、硬さ弁別に歯根膜の感覚受容器以外の受容器が関与していることが考えられる。

渡辺ら²³⁾は、沈み込み量を大きくすることのできる厚いゴムのテスト板を用いて実験し、下顎頤部に振動刺激を与える前と与えた後で硬さ弁別能を比較した。その結果、振動刺激を与えた後では弁別能が低下したので、沈み込み量が多い場合には、硬さ弁別に関与する受容器として、歯根膜の感覚受容器のほかに咀嚼筋の筋紡錘を挙げている。

他の条件を全く変えずに同一のオーバーデンチャー装着者で、歯根膜を機能させた場合とさせない場合で硬さ弁別能に著明な差があるという事実は、硬さ弁別における歯根膜の感覚受容器の重要性を示すものである。さらに、本実験からオーバーデンチャー装着者で、義歯床下顎堤に保存されている残存歯根の歯根膜は、硬さ感覚の面では、硬さ弁別能を高めるという働きをし、硬さ弁別という機能時には、弁別時の咬合力を一定にするよう調節するという役目を果たしていることが明らかになった。

また、これらの結果は、オーバーデンチャー装着者の咀嚼筋の筋電図の研究から、歯根膜の感覚が咬合力の調節に関与し、咀嚼ストロークに対しても重要であるという三谷ら⁴¹⁾の報告、歯根膜が咀嚼運動に重要であるという Nagasawa ら⁴²⁾の報告を支持しているものと思われる。

2. 硬さ弁別に及ぼす開口度の影響

上下歯牙間での物質の硬さ弁別において、咀嚼筋および顎関節の固有受容器からの影響を知るために、10 mm

のテスト板と 20 mm のテスト板を用いて、開口度を変化させた。その結果、弁別能と弁別時の咬合力の調節能力が、歯根膜の感覚が存在している場合と存在していない場合では、相異なっていることが明らかになった。すなわち、オーバーデンチャー装着者での、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合と正常有歯顎者では、開口度を 10 mm から 20 mm へと増加すると、弁別能が低下し、弁別時の咬合力の調節能力も低下した。しかし、オーバーデンチャー装着者で義歯床下粘膜面に根面板をつけない場合と全部床義歯装着者では、開口度を 10 mm から 20 mm へ増加しても、弁別能および弁別時の咬合力の調節能力に著明な変化はなかった。

全部床義歯装着者では、歯根膜は完全に喪失しているし、オーバーデンチャー装着者で義歯床下粘膜面に根面板をつけない場合には、歯根膜の感覚受容器は機能していない。このような場合は硬さ弁別を行う受容器としては、咀嚼筋の筋紡錘、顎関節の固有受容器、口腔粘膜の感覚受容器などが考えられる。一方、正常有歯顎者とオーバーデンチャー装着者で義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合には、硬さ弁別を行う受容器は、これらの受容器のほかに歯根膜の感覚受容器が存在している。そして、開口度が 10 mm から 20 mm へ増加したとき、弁別能と弁別時の咬合力の調節能力が著明に低下するのは、歯根膜の感覚受容器が弁別に関与している場合にのみ観察された。このことは、歯根膜の感覚機能に対し開口度、すなわち、咀嚼筋の筋紡錘や顎関節の固有受容器からの情報が影響することを示している。したがって、物の弁別が筋紡錘や顎関節の固有受容器によってのみ営まれている場合には、開口度による影響は少ないが、物の弁別に歯根膜が主として働いている場合には、開口度による影響が著明にあらわれるものと考えられる。つまり、オーバーデンチャー装着者で義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合と正常有歯顎者において、開口度を 10 mm から 20 mm へ増加したとき、硬さ弁別能と弁別時の咬合力の調節能力を低下させた原因として、咀嚼筋の筋紡錘や顎関節の固有受容器からの感覚情報の影響が考えられる。

これまで、開口度を変化させ、大きさ弁別能の変化や下顎の運動感覚の変化を研究した報告がある。Williams ら⁴³⁾は、10 mm, 15 mm, 20 mm における大きさ弁別能を調べた結果、50%弁別閾はそれぞれ、1.32 mm, 1.28 mm, 1.53 mm であり、開口度の違いによって弁別閾に差が生じなかったと報告している。また、Ringel ら⁴⁴⁾は、下顎の運動感覚について実験し、開口度の弁別閾

は、開口度 9.6 mm で 2.0 mm, 19.2 mm で 2.2 mm, 28.8 mm で 2.0 mm であり、開口度に関係なくほぼ一定であると報告している。このように、Williams らや Ringel らの実験結果は、開口度の違いによって弁別閾に差が生じないことを示している。本実験においては、開口度を増加した場合、硬さ弁別能と咬合力の調節能力は、歯根膜の感覚受容器が硬さ弁別に関与している場合には差が認められ、硬さ弁別に歯根膜受容器が関与していない場合には差が認められなかった。Williams らや Ringel らの実験で弁別に関与している受容器は、歯根膜の感覚受容器ではなく、森本らの報告している咀嚼筋の筋紡錘、あるいは、顎関節の固有受容器であると考えられる。このため、Williams らや Ringel らの実験において、開口度の変化による影響が全く観察されなかったものと考えられる。

3. 口腔感覚に及ぼす年齢の影響

硬さ弁別のような口腔感覚に関しては、年齢による影響がいわれている。

立体認知能の実験から、McDonald ら⁴⁵⁾は、17 歳頃までは、増齢に従って立体認知能は発達し、成人になると安定し、老人では著しく低下すると報告した。さらに、Landt ら¹⁶⁾は、口腔内の立体認知能や口腔諸筋の協調能力は、21 歳から 26 歳の有歯顎者グループに比べて、60 歳から 70 歳の無歯顎者グループの方が低下すると報告している。Grasso ら⁴⁶⁾も立体認知能に関して同様の結果を得ている。

また、2 点弁別の実験から、Henkin ら⁴⁶⁾は、7 歳から 13 歳の子供のグループと、18 歳から 26 歳の成人のグループでは、口腔領域（舌尖部・舌葉部・硬口蓋部）で、触覚および 2 点弁別能に差がなかったと報告しているが、一方、Brill ら^{7,8)}は、18 歳から 28 歳の若者のグループと、43 歳から 82 歳の老人のグループでは、後者の方が弁別閾が大きく、さらに弁別閾値の変異も大きくなったと報告している。

このように、口腔感覚は一般的に増齢により弁別能が低下し、さらに、その個人差が大きくなる等の影響がでると考えてよい。したがって、本実験においても、オーバーデンチャー装着者と、正常有歯顎者または全部床義歯装着者との比較では、年齢という要素を十分考慮する必要がある。しかし、同一のオーバーデンチャー装着者で、他の条件を全く変えることなく、床下粘膜面に根面板につけた場合とつけない場合について、残存歯根の歯根膜の機能を検索した本実験は、増齢の影響を全く考え

なくてもよい。さらに、開口度を10 mmから20 mmへ増加した実験でも、オーバーデンチャー装着者、正常有歯顎者、全部床義歯装着者のおおので、開口度を増加したときの弁別能および弁別時の咬合力の調節能力の変化について比較検討している。したがって、本実験ではこれらの弁別能や咬合力の調節能力の変化に対して、増齢による影響は全く除外できた。

以上の実験結果より、オーバーデンチャー装着者の残存歯根の歯根膜が、硬さ弁別能を高め、かつ、弁別時の咬合力の調節にも関与していることが明らかになり、これにより、歯根膜を義歯床下顎堤に保存しているオーバーデンチャーの利点が改めて実証された。

V. 結 論

オーバーデンチャー装着者、正常有歯顎者、全部床義歯装着者で、精神物理学的測定法を用いて、開口度10 mm, 20 mmで硬さ弁別の実験を行い、オーバーデンチャー装着者での残存歯根の歯根膜の役割と硬さ弁別に関与する受容器について明らかにした。

1. オーバーデンチャー装着者において、義歯床下粘膜面に根面板をつけ、残存歯根の歯根膜受容器を機能させた場合の方が、機能させない場合に比べて、弁別能が優れ、弁別時の咬合力の調節能力も勝っていた。

2. オーバーデンチャー装着者において、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合は、弁別能および弁別時の咬合力の調節能力は、正常有歯顎者のそれに近似していた。

3. オーバーデンチャー装着者において、義歯床下粘膜面に根面板をつけない場合は、弁別能および弁別時の咬合力の調節能力は、全部床義歯装着者のそれに近似していた。

4. 開口度を10 mmから20 mmに増加した場合、オーバーデンチャー装着者で、義歯床下粘膜面に根面板をつけた場合と、正常有歯顎者では、弁別能が低下し、弁別時の咬合力の調節能力も下がった。

5. 開口度を10 mmから20 mmに増加した場合、オーバーデンチャー装着者で、義歯床下粘膜面に根面板をつけない場合と、全部床義歯装着者では、弁別能および弁別時の咬合力の調節能力に著明な変化は認められなかった。

以上より、オーバーデンチャー装着者での残存歯根の歯根膜は、硬さ弁別において、弁別能を高めるという重要な役割を担うとともに、弁別時の咬合力の調節にも関

与している。さらに、硬さ弁別における受容器は、おもに歯根膜の機械的受容器であると考えられる。また、咀嚼筋の筋紡錘や顎関節の固有受容器は、歯根膜からの感覚入力に影響を及ぼし、硬さ弁別能および弁別時の咬合力の調節能力を低下させているものと思われる。

稿を終るに臨み、終始ご懇篤なるご指導とご鞭撻を賜った東北大学歯学部歯科補綴学第2講座鹿沼晶夫教授、本学歯学部生理学講座青木 健教授、ならびに本学歯学部歯科補綴学第2講座渡辺 誠講師に深厚なる謝意を表します。あわせて、本研究に際し、終始有益なるご助言とご教示を頂いた本学歯学部生理学講座刈田啓史郎助教授、田端孝義博士に深く感謝の意を表します。さらに、本研究を開始するにあたりご教示を賜った筑波大学根本一男教授に深厚なる謝意を表します。また本実験に際し、ご便宜とご協力を頂きました本学歯学部歯科補綴学第2講座の諸先生、および、本研究の被験者諸氏に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) Rehm, H.: Über die Möglichkeit der prothetischen Auswärtung einzelner Frontzähne, Zahnärztliche Welt, 6: 115~117, 1952.
- 2) Brill, N.: Adaptation and the hybrid-prosthesis, J. Prosthet. Dent., 5: 811~824, 1955.
- 3) Miller, P.A.: Complete denture supported by natural teeth, J. Prosthet. Dent., 8: 924~928, 1958.
- 4) Dolder, E.J.: The bar joint mandibular denture, J. Prosthet. Dent., 11: 689~707, 1961.
- 5) Morrow, R.M., Feldmann, E.E., Rudd, K.D. and Trovillion, H.M.: Tooth-supported complete dentures: An approach to preventive prosthodontics, J. Prosthet. Dent., 21: 513~522, 1969.
- 6) Crum, R.J., Loiselle, R.J. and Hayes, C.K.: The stud attachment overlay denture and proprioception, J. Am. Dent. Assoc., 82: 583~586, 1971.
- 7) Dodge, C.A.: Prevention of complete denture problems by use of overdentures, J. Prosthet. Dent., 30: 403~411, 1973.
- 8) Frantz, W.R.: The use of natural teeth in overlay dentures, J. Prosthet. Dent., 34: 135~140, 1975.
- 9) Kay, W.D. and Abes, M.S.: Sensory perception in overdenture patients, J. Prosthet. Dent., 35: 615~619, 1976.
- 10) 中沢 勇, 松元 誠: オーバーデンチャー, 少数残存歯の補綴, 33~40, 医歯薬出版株式会社, 東京, 1976.

- 11) 松尾悦郎訳, Brewer, A. and Morrow, R.M. 編集 :
オーバーデンチャーの臨床, 3~14, 医歯薬出版株式会
社, 東京, 1978.
- 12) Crum, R.J. and Rooney, G.E. : Alveolar bone loss
in overdentures: A 5-year study, *J. Prosthet.
Dent.*, 40 : 610~613, 1978.
- 13) Loiselle, R.J., Crum, R.J., Rooney, G.E. and
Stuever, C.H. : The physiologic basis for overlay
dentures, *J. Prosthet. Dent.*, 28 : 4~12, 1972.
- 14) Pacer, F.J. and Bowman, D.C. : Occlusal force
discrimination by denture patients, *J. Prosthet.
Dent.*, 33 : 602~609, 1975.
- 15) 荻野 章 : 歯根膜によるコントロール機序に関する臨床
的研究—特に少数残存歯症例の場合—, 補綴誌, 20 : 585
~600, 1976.
- 16) Landt, H. and Fransson, B. : Oral ability to reco-
gnize forms and oral muscular coordination abi-
lity in dentulous young and elderly adults, *J.
Oral Rehab.*, 2 : 125~138, 1975.
- 17) Brill, N., Tryde, G., Morgan, G. and Rees, D.A. :
Age changes in the two-point discrimination
threshold in skin innervated by the trigeminal
nerve, *J. Oral Rehab.*, 1 : 149~157, 1974.
- 18) Brill, N., Tryde, G., Edwards, C. and Thomas,
H. : Age changes in the two-point discrimination
threshold in human oral mucosa, *J. Oral Rehab.*,
1 : 323~333, 1974.
- 19) 渡辺 誠, 高藤道夫, 刈田啓史郎, 鹿沼晶夫 : 正常有歯
顎者と全部床義歯装着者における硬さ弁別 (未発表).
- 20) Watanabe, M., Takafuji, M., Karita, K. and Ka-
numa, A. : Effects of the anesthetization to the
periodontal ligament on rubber hardness discri-
mination, (in preparation).
- 21) Watanabe, M., Takafuji, M., Karita, K. and Ka-
numa, A. : Perception of hardness as a factor of
biting force and mouth opening size, *J. Physiol.
Soc. Japan*, 42 : 304, 1980.
- 22) Watanabe, M., Takafuji, M., Karita, K. and Ka-
numa, A. : Gum hardness discrimination in natu-
ral dentition cases and overdenture wearers, *J.
Dent. Res.*, Special Issue B : 962, 1980.
- 23) Watanabe, M., Takafuji, M., Karita, K. and Ka-
numa, A. : Effects of changing mouth opening
degree on rubber hardness discrimination, *J.
Dent. Res.*, 60 (B) : 1241, 1981.
- 24) Karita, K., Takafuji, M. and Watanabe, M. :
Changing of the hardness sensation produced by
the different jaw opening, (in preparation).
- 25) 渡辺正美 : 口腔感覚に関する歯科学的研究 I . 天然歯と
義歯の物質弁別能の相違について, 補綴誌, 3 : 225~
229, 1959.
- 26) Kawamura, Y. and Watanabe, M. : Studies on
oral sensory threshold. I. The discrimination of
small differences in thickness of steel wires in
persons with natural and artificial dentitions,
Med. J. Osaka Univ., 10 : 291~301, 1960.
- 27) 渡辺正美 : 口腔感覚に関する歯科学的研究 II . 男女, 年
齢および咬合状態による物質弁別能の相違について, 阪
大歯学誌, 7 : 17~20, 1962.
- 28) 渡辺正美 : 口腔感覚に関する歯科学的研究 III . 各種義歯
で咬んだ場合の物質弁別能について, 阪大歯学誌, 7 :
21~28, 1962.
- 29) 渡辺正美 : 口腔感覚に関する歯科学的研究 IV . 口腔軟組
織の物質弁別能について, 阪大歯学誌, 7 : 109~114,
1962.
- 30) Riis, D. and Giddon, D.B. : Interdental discrimi-
nation of small thickness differences, *J. Prosthet.
Dent.*, 24 : 324~334, 1970.
- 31) Manly, R.S., Pfaffman, C., Lathrop, D.D. and
Keyser, J. : Oral sensory thresholds of persons
with natural and artificial dentitions, *J. Dent.
Res.*, 31 : 305~312, 1952.
- 32) 森本俊文 : 口における物の大きさの弁別, 国歯ジャーナ
ル, 1 : 556~565, 1975.
- 33) Morimoto, T. and Kawamura, Y. : Conditioning-
effect of vibratory stimulation on dimension dis-
crimination of objects held between human tooth
arches, *Arch. Oral Biol.*, 21 : 219~220, 1976.
- 34) Christensen, J. and Morimoto, T. : Dimension
discrimination at two different degrees of mouth
opening and the effect of anaesthesia applied to
the periodontal ligaments, *J. Oral Rehab.*, 4 :
157~164, 1977.
- 35) Morimoto, T., Ozaki, M., Yoshimura, Y. and
Kawamura, Y. : Effects of the interpolated vib-
ratory stimulation on the interdental dimension
discrimination in normal and joint defect sub-
jects, *J. Dent. Res.*, 58 : 560~567, 1979.
- 36) Morimoto, T. and Christensen, J. : The effect of
maximal mouth opening and dimension discrimi-
nation, *J. Oral Rehab.*, 7 : 353~360, 1980.
- 37) Langer, A. and Michman, J. : Occlusal perception
after placement of complete dentures, *J. Pros-
thet. Dent.*, 19 : 246~251, 1968.
- 38) 和田陽平, 大山 正, 今井省吾編 : 感覚+知覚ハンドブ
ック, 32~55, 誠信書房, 東京, 1976.

- 39) 園原太郎 (代表) : 実験とテスト心理学の基礎一, 11~19, 心理学実験指導研究会, 京都, 1970.
- 40) Grasso, J.E. and Catalanatto, F.A. : The effects of age and full palatal coverage on oral stereognostic ability, *J. Prosthet. Dent.*, 41 : 215~219, 1979.
- 41) 三谷春保, 虫本栄子 : オーバーデンチャーと支台歯根の感覚, *国歯ジャーナル*, 6 : 209~217, 1977.
- 42) Nagasawa, T., Okane, H. and Tsuru, H. : The role of the periodontal ligament in overdenture treatment, *J. Prosthet. Dent.*, 42 : 12~16, 1979.
- 43) Williams, W.N., Lapointe, L.L. and Thornby, J. I. : Interdental thickness discrimination by normal subjects, *J. Dent. Res.*, 53 : 1404~1407, 1974.
- 44) Ringel, R.L. : Oral perception : II, Mandibular kinesthesia, *J. Speech Hear. Res.*, 10 : 637~641, 1967.
- 45) McDonald, E.T. and Aungst, L.F. : Studies in oral sensorimotor function, Symposium on oral sensation and perception, 202~220, Ed. by Bosma, J.F., Charles C. Thomas, Springfield, 1967.
- 46) Henkin, R.I. and Banks, V. : Tactile perception on the tongue, palate and the hand of normal man, Symposium on oral sensation and perception, 182~187, Ed. by Bosma, J.F., Charles C. Thomas, Springfield, 1967.