

原 著 論 文

インプラント義歯装着者の口腔感覚に関する研究

第4報 硬さ弁別能について

山内 六男 天野仁一朗* 川野 襄二

Studies on Oral Sensation in Patients with Implant Denture

Part 4. Ability of Hardness Discrimination

Mutsuo Yamauchi, Niichiro Amano* and Joji Kawano

Abstract : The ability of hardness discrimination in 11 implant denture wearers was compared with those in 10 bridge wearers and 11 normal dentate subjects.

The hardness discrimination was tested using silicone rubber blocks having rubber hardness that ranged at intervals of 10° from 30° to 70°. Using a rubber block with rubber hardness of 50° as a standard, the ability of discriminating rubber blocks of different hardness was examined.

All the three groups examined had excellent ability of discriminating the rubber blocks of rubber hardness of 30° and 70° from the standard block. The ability to discriminate the rubber block of rubber hardness of 40° from the standard block was only slightly lower than but almost the same as the ability of discriminating the hardness of 30° and 70° in all the three groups. However, the ability of discriminating the rubber block of rubber hardness of 60° from the standard block was significantly lower in the implant denture wearers, compared to the normal dentate subjects and bridge wearers.

Key words : implant denture wearer, ability of hardness discrimination

I. 緒 言

著者らは、これまで患者の口腔内において骨内インプラントおよびインプラント義歯の圧覚閾値ならびに厚さ弁別閾値を測定し、骨内インプラントの圧覚閾値は天然

歯に比べ非常に高いものが多いこと¹⁾、天然歯と連結したインプラント義歯の大半は、通常のブリッジに近い圧覚閾値を示すこと²⁾、さらに、インプラント義歯装着者の約3割は正常有歯顎者およびブリッジ装着者と同程度の優れた厚さ弁別能をそなえていること³⁾などを明らかにしてきた。

今回は、咀嚼時の咀嚼筋活動の制御にとって重要な咀嚼物質の硬さ弁別⁴⁻⁸⁾に関して、インプラント義歯装着者はどの程度の弁別能をもっているかを知る目的で、所定のゴム硬度をもつゴムブロックを上下歯で咬ませることによって、インプラント義歯装着者、正常有歯顎者およびブリッジ装着者の硬さ弁別閾をそれぞれ測定し、そ

朝日大学歯学部歯科補綴学第1講座（主任：川野襄二教授）

* 九州歯科大学口腔科学講座（主任：天野仁一朗教授）

First Department of Prosthodontics, Asahi University, School of Dentistry (Chief: Prof. Joji Kawano)

* Department of Oral Neuroscience, Kyushu Dental College (Chief: Prof. Niichiro Amano)

平成元年8月29日受付

表 1 インプラント義歯装着者群の性別、年齢および補綴処置の状態

患者	性別	年齢 (歳)	補綴部位	装着期間
I 1	女	49	<u>7</u> 6	2 年
I 2	女	62	<u>8</u> 7 <u>6</u> 5 <u>4</u>	1 年 8 カ月
I 3	男	74	<u>①</u> <u>①234567</u> <u>③4567</u>	2 年 9 カ月
I 4	女	26	<u>7</u> 6 <u>5</u> 432 <u>①</u> <u>①234567</u> <u>7</u> 6 <u>5</u> 432 <u>①</u> <u>1234567</u>	1 年 8 カ月
I 5	男	40	<u>4</u> 5 <u>6</u> 7	2 年 1 カ月
I 6	女	34	<u>4</u> 5 <u>6</u> 7 <u>4</u> 5 <u>6</u> 7	2 カ月
I 7	女	50	<u>3</u> 4 <u>5</u> 67	2 年 4 カ月
I 8	女	57	<u>3</u> 4 <u>5</u> 67	10 カ月
I 9	女	41	<u>7</u> 6 <u>5</u> 4 <u>3</u>	1 年 10 カ月
I 10	男	58	<u>7</u> 6 <u>5</u> 4 <u>3</u> 2 <u>①</u> <u>①234567</u>	3 年 4 カ月
I 11	男	52	<u>4</u> 5 <u>6</u> 7 <u>4</u> 5 <u>6</u> 7	1 年 11 カ月

○：天然歯支台 □：インプラント支台 無記号：欠損

表 2 対照群（ブリッジ装着者群）の性別、年齢
および補綴処置の状態

患者	性別	年齢 (歳)	補綴部位	装着期間
B 1	男	25	<u>7</u> 6 <u>5</u>	6 年
B 2	男	24	<u>5</u> 6 <u>7</u>	4 年
B 3	男	25	<u>5</u> 6 <u>7</u>	5 年
B 4	男	23	<u>7</u> 6 <u>5</u>	3 年
B 5	女	23	<u>4</u> 5 <u>6</u>	6 年
B 6	男	23	<u>7</u> 6 <u>5</u>	2 年
B 7	男	25	<u>7</u> 6 <u>5</u>	2 年
B 8	男	30	<u>7</u> 6 <u>5</u>	9 年
B 9	男	25	<u>7</u> 6 <u>5</u>	7 年
B 10	男	25	<u>7</u> 6 <u>5</u>	3 年

○：天然歯支台 無記号：欠損

表 3 対照群（正常有歯顎者群）の
性別および年齢

被験者	性別	年齢 (歳)
C 1	男	26
C 2	男	24
C 3	男	23
C 4	男	23
C 5	男	23
C 6	男	23
C 7	男	24
C 8	男	24
C 9	男	23
C 10	男	26
C 11	男	24

II. 実験材料および方法

1. 被験者

インプラント義歯装着者群としては、京セラ社製パイオセラムインプラントを植立後、補綴処置を行い、良好に経過している者 11 名 (表 1) を選んだ。また、対照群のブリッジ装着者群として、臨床的に異常の認められない、スリーユニットの臼歯部ブリッジ装着者 10 名 (表 2) を用いた。さらに、対照群の正常有歯顎者群として、

これらの結果を比較検討した。その結果、インプラント義歯装着者は正常有歯顎者およびブリッジ装着者に比べて、基準のゴム硬度よりも軟らかい基準ゴム、およびかなり硬いゴム硬度のものとの弁別能については差はないものの、やや硬いゴム硬度のものとの弁別については劣ることが判明した。以下、その詳細を報告する。

歯列、歯周組織、顎関節に異常の認められない、年齢 23～26 歳までの正常有歯顎者男子 11 名（表 3）を用いた。なお、ブリッジ装着者群全員の対合歯は天然歯であった。

2. 硬さ弁別用ゴムブロック

硬さ弁別閾の測定には、高さ 5 mm、幅 10 mm、長さ 20 mm の大きさのシリコンゴム製のゴムブロックを用いた。このゴムブロックは、JIS 規格ゴム硬度において 10 度間隔で 30, 40, 50, 60 および 70 度の、5 種類の硬度のものをゴムノイナキ（株）社（名古屋市）に依頼して特別に製作した。ただし、出来上がってきた 5 種類のゴムブロックの硬度を著者らが JIS 規格ゴム硬度計で実際に計測したところ、50 度および 70 度のものでは計測値との一致がみられたが、30 度および 40 度のものではそ

れぞれ 1 度だけ大きな計測値が、また 60 度のものでは 3 度だけ小さな計測値が得られた（表 4）。しかし、本研究においては、用いた 5 種類のゴムブロックを便宜上 30, 40, 50, 60 および 70 度と呼ぶことにする。

表 4 硬さ弁別に用いた各シリコンゴムブロックの JIS 規格ゴム硬度計によるゴム硬度の測定結果

ゴムブロック	実測値（度）
30	31
40	41
50	50
60	57
70	70

表 5 正常有歯顎者群、ブリッジ装着者群およびインプラント義歯装着者群における硬さ弁別能

ゴム硬度	回答	正常有歯顎者群	ブリッジ装着者群	インプラント義歯装着者群
30 度	軟らかい	110 (100)	100 (100)	110 [*] (100)
	同じ	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	硬い	0 (0)	0 (0)	0 (0)
40 度	軟らかい	72 (65.5)	80 (80)	77 (70)
	同じ	32 (29.1)	17 (17)	32 (29.1)
	硬い	6 (5.5)	3 (3)	1 (0.8)
60 度	軟らかい	0 (0)	0 (0)	3 (2.7)
	同じ	7 (6.4)	5 (5)	47 (42.7)
	硬い	103 (93.6)	95 (95)	60 (54.5)
70 度	軟らかい	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	同じ	0 (0)	0 (0)	2 (1.7)
	硬い	110 (100)	100 (100)	108 (98.2)

ゴム硬度 50 度のゴムブロックに対する各ゴム硬度のゴムブロックとの弁別閾を示している。表中のゴシックの数値は各回答の出現頻度を示し、カッコ内の数値は全回答に対する百分率を示す。各硬度のゴムブロックにおける正答数が斜線領域で示されている

表 6 正常有歯顎者群とインプラント義歯装着者群における
4 段階の硬さ弁別の正答出現率についてのカイニ乗検
定. 危険率 2.5% で 2 群間に有意差が認められた
($\chi^2_0 = 9.47$)

ゴム硬度	正常有歯顎者群	インプラント義歯装着者群	計
30	110 (115.9) 0.30	110 (104.1) 0.33	220
40	72 (78.5) 0.54	77 (70.5) 0.60	149
60	103 (85.8) 3.45	60 (77.2) 3.83	163
70	110 (114.8) 0.20	108 (103.2) 0.22	218
計	395	355	750

表中のマス目の中の上段の数値は各回答の出現頻度を, 中段のカッコ内の数値は理論値を, 最下段の数値はカイニ乗値を示す

3. 硬さ弁別閾の測定方法

測定に際しては, 被験者を歯科用治療椅子に坐らせて閉眼させ, フランクフルト平面と床面がほぼ平行になるように頭部をヘッドレストで固定した. 硬さ弁別閾の測定部位は, インプラント義歯装着者ではインプラント義歯の第 1 大臼歯部, ブリッジ装着者ではポンティック部, 正常有歯顎者では右側第 1 大臼歯とした.

測定手順は, ゴム硬度 50 度のゴムブロックを基準として, 被験者にまずこの基準のゴムブロックを数回軽く咬ませた後, ただちに異なる硬度のゴムブロックを同様に数回軽く咬ませ, 基準のゴムブロックに比べて硬いか, 同じか, 軟らかいかを答えさせた. 基準のゴムブロックに続いて試行させるゴムブロックの種類は, ランダムに選び, 各ゴム硬度のゴムブロックについて 10 回ずつ試行した. 測定時にはゴムブロックが頬粘膜や口唇に触れないように注意した.

III. 実験結果

正常有歯顎者群, ブリッジ装着者群およびインプラント義歯装着者群における硬さ弁別能の測定結果は, 表 5 に示す通りである. 表中のゴシックの数値は各被験者群における各回答の出現頻度 (回答数) であり, カッコ内の数値は全回答数に対する百分率である.

表 7 ブリッジ装着者群とインプラント義歯装着者群にお
ける 4 段階の硬さ弁別の正答出現率についてのカイニ乗
検定. 危険率 5% で 2 群間に有意差が認められた
($\chi^2_0 = 8.23$)

ゴム硬度	ブリッジ装着者群	インプラント義歯装着者群	計
30	100 (107.9) 0.58	110 (102.1) 0.61	210
40	80 (80.7) 0.01	77 (76.3) 0.01	157
60	95 (79.6) 2.98	60 (75.4) 3.15	155
70	100 (106.8) 0.43	108 (101.2) 0.46	208
計	375	355	730

表中のマス目の中の上段の数値は各回答の出現頻度を, 中段のカッコ内の数値は理論値を, 最下段の数値はカイニ乗値を示す

表 5 の測定結果のうち, 正答出現頻度だけに注目して, インプラント義歯装着者群と正常者群, およびインプラント義歯装着者群とブリッジ装着者群の間で, 4 段階の硬さ弁別の正答出現率についてカイニ重検定を行ったところ, それぞれ 2.5%, 5% 以下の危険率で 2 群間に有意差が認められた (表 6, 7). 図 1 はこの結果をグラフ化したものである.

図 1 から明らかなように, ゴム硬度 50 度の基準のゴムブロックとゴム硬度 30 度のゴムブロックの弁別では, 3 被験者群ともに 100% の弁別が可能であった. ゴム硬度 50 度の基準のゴムブロックとゴム硬度 70 度のゴムブロックの弁別では, 正常有歯顎者群およびブリッジ装着者群は 100% の弁別が可能であったが, インプラント義歯装着者群では, 98.3% の弁別率であった. このように基準のゴムブロックと極端に硬度の異なる 30 度および 70 度のゴムブロックとの硬さ弁別においては, 3 群間であまり差が認められなかった.

これに対して, 基準のゴムブロックとゴム硬度 40 度のゴムブロックとの硬さ弁別では, 3 被験者群ともに弁別率が低下し, 正しく弁別できた回答率は正常有歯顎者群で 65.5%, ブリッジ装着者群で 80.0%, インプラント義歯装着者群で 70.0% であった. また, 基準のゴムブロックとゴム硬度 60 度のゴムブロックとの硬さ弁別では, 正常有歯顎者群では 93.6%, ブリッジ装着者群では

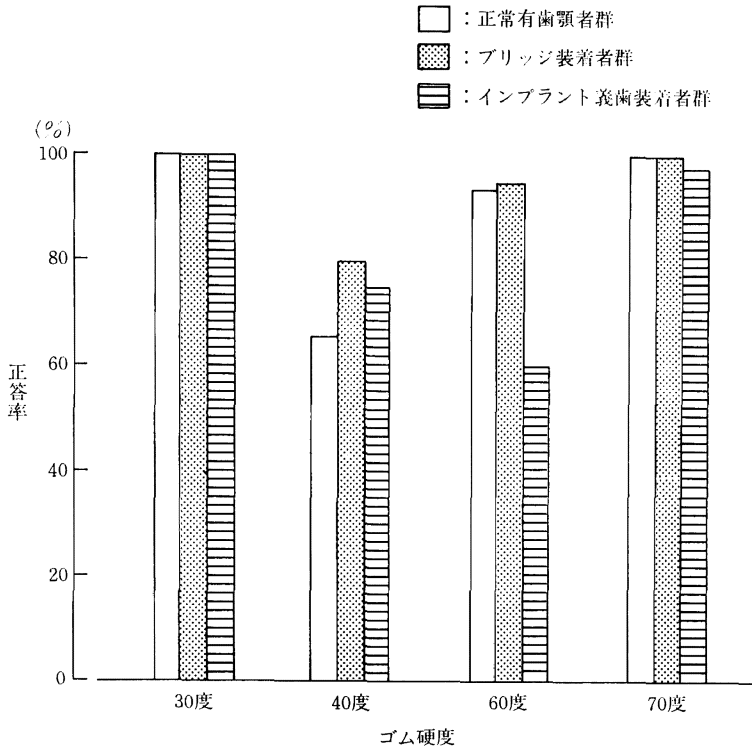


図1 正常有歯顎者群、ブリッジ装着者群およびインプラント義歯装着者群における4段階の硬さ弁別の正答出現率の比較

95.0%と高い正答率を示したのに対して、インプラント義歯装着者群では54.5%と比較的低い弁別能を示した(図1)。

つぎに、表5の結果について、インプラント義歯装着者群と正常者群、およびインプラント義歯装着者群とブリッジ装着者群の間で、それぞれの硬度のゴムブロックの咬みしめに対する3種の回答(軟・らかい・同じ・硬い)の出現頻度について、カイ二乗検定を行った。その結果、基準のゴムブロックに対するゴム硬度30, 40および70度のゴムブロックの弁別には、有意差は認められなかった。しかし、基準のゴムブロックとゴム硬度60度のゴムブロックとの弁別において、インプラント義歯装着者群と正常者群およびインプラント義歯装着者群とブリッジ装着者群の間で、ともに危険率0.1%で有意差が認められた(表8, 9)。

これらの結果から、インプラント義歯装着者群では、ゴム硬度50度の基準のゴムブロックとゴム硬度60度のゴムブロックとの弁別能が、正常有歯顎者群ならびにブリッジ装着者群に比較して劣っていることが判明した。

IV. 考 察

咀嚼などの口腔機能を行う上で重要な口腔感覚について、圧覚閾値、厚さ弁別能、硬さ弁別能などに関して多数報告されている⁹⁾。この中で硬さ弁別能は、咀嚼にとって重要であるといわれ、これまで種々報告⁴⁻⁸⁾されている。硬さ弁別の受容器については歯根膜が主体となるという報告⁶⁾や、咀嚼筋の筋紡錘や腱器官、顎関節が関与しているという報告⁴⁻⁸⁾、あるいは以上の受容器が協調して弁別に関与しているという報告⁷⁾もあり、一定の見解は得られていない。

一方、インプラント義歯装着者において、硬さの弁別能が正常有歯顎者に比べて劣っている場合には咀嚼力の調節ができず、インプラント義歯に過大な咬合力が加わり、インプラント義歯の支台歯が負担荷重となり、動揺などを生じることが考えられる。しかしながら、インプラント義歯装着者の硬さ弁別能に関する報告はみられない。そこで著者は、これまでの一連のインプラント義歯装着者の口腔感覚に関する研究¹⁻³⁾の一環として、本

表 8 正常有歯顎者群とインプラント義歯装着者群における基準のゴムブロックとゴム硬度 60 度のゴムブロックとの弁別時の各回答の出現頻度についてのカイ二乗検定. 危険率 0.1% で 2 群間に有意差が認められた ($\chi^2_0 = 42.3$)

		正常有歯顎者群	インプラント義歯装着者群	計
回 答	軟らかい	0 (1.5) 0.67	3 (1.5) 0.67	3
	同じ	7 (27) 14.81	47 (27) 14.81	54
	硬い	103 (81.5) 5.67	60 (81.5) 5.67	163
	計	110	110	220

表中のマス目の中の上段の数値は各回答の出現頻度を, 中段のカッコ内の数値は理論値を, 最下段の数値はカイ二乗値を示す

研究を行った.

硬さの弁別能を調べる場合, 硬度差が 5 度あるいは 10 度のゴムが主に用いられている⁶⁻⁸⁾. 本研究では, 試行回数増加による誤答や外来における測定を考慮して, ゴム硬度 30~70 度までの 10 度間隔のゴムを用い, 基準のゴム硬度と各硬度との間で 10 回の弁別を行った. 弁別をさせる時間の間隔は, 弁別能に影響する^{7,8)}といわれているため, できるだけ早く行った. ただし, 咬み込んでから弁別するまでの時間を規制すると, 弁別能が低下するといわれていることから^{7,8)}, 咬み込んで弁別するまでの時間は被検者にまかせた.

弁別能の測定結果についてみると, 正常有歯顎者群およびブリッジ装着者群では, 実験方法が類似している森⁷⁾および山倉⁸⁾の報告と同様の結果であった. インプラント義歯装着者群では, 基準のゴムブロックと硬度差が 20 度のゴム硬度 30 度および 70 度のゴムブロックとの弁別能は, 正常有歯顎者群およびブリッジ装着者群と同程度の優れた弁別能を示した. また, 基準のゴムブロックと 10 度軟らかいゴム硬度 40 度のゴムブロックとの弁別では, 3 被験者群ともにやや低いと同程度の弁別能を示した. しかし, 基準のゴムブロックと 10 度硬い ゴム硬度 60 度のゴムブロックの弁別では, インプラント義歯装着者群は正常有歯顎者群およびブリッジ装着者群に比べ有意に弁別能が低下していた.

高藤⁹⁾は, 正規補間法によって求めた正常有歯顎者のゴム硬さの弁別閾は約 4 度, 全部床義歯装着者では約 8

表 9 ブリッジ装着者群とインプラント義歯装着者群における基準のゴムブロックとゴム硬度 60 度のゴムブロックとの弁別時の各回答の出現頻度についてのカイ二乗検定. 危険率 0.1% で 2 群間に有意差が認められた ($\chi^2_0 = 42.9$)

		ブリッジ装着者群	インプラント義歯装着者群	計
回 答	軟らかい	0 (1.4) 0.58	3 (1.6) 0.5	3
	同じ	5 (24.8) 15.80	47 (27.2) 14.40	52
	硬い	95 (73.8) 6.09	60 (81.2) 5.53	155
	計	100	110	210

表中のマス目の中の上段の数値は各回答の出現頻度を, 中段のカッコ内の数値は理論値を, 最下段の数値はカイ二乗値を示す.

度であったと報告, 森⁷⁾は正常有歯顎者のゴム硬さ識別閾は約 4.8 度と報告していること, 本実験で用いたゴム硬度 50 度のゴムブロックとゴム硬度 60 度のゴムブロックの硬度差は実際は 7 度であることから, インプラント義歯装着者群の弁別閾が, 正常有歯顎者群およびブリッジ装着者群に比べ, 高いことが考えられる.

また, 各回答の出現頻度についてみると, インプラント義歯装着者群では, 基準のゴムブロックとゴム硬度 60 度のゴムブロックの弁別で総回答数の 42.7% が同じとの答であった. このことから, 歯の欠損に伴う歯根膜感覚の取り込み方の減少や歯根膜感覚の欠如は, 基準の硬さのものよりもやや硬いものの弁別に影響していると考えられ, やや軟らかめに判断しやすいのではないと思われる.

硬さ弁別の受容器について, 山倉⁸⁾は被験歯に麻酔を行うと, 50 度の対照のゴムブロックと 20 度差のゴムブロックの弁別では, 正当率に変化はなく, 10 度差のゴムブロックでも正当率が若干低下しただけであり, 歯根膜感覚は硬さの弁別に関与していないと結論している. しかし, 硬さの弁別に関して歯根膜感覚を遮断するには, 対合する上下の歯に麻酔をする必要がある¹⁰⁾と思われるが, 山倉⁸⁾の報告では麻酔を行った被験歯の対合歯は無麻酔の天然歯であり, 完全に歯根膜感覚を排除できていないと思われる. 硬さの弁別では歯根膜感覚が主体となるとする高藤⁹⁾の報告では, 被験者の対合は全部床義歯あるいはオーバーデンチャーであり, 対合の歯根膜感覚

の影響はないと考えられることから、高藤⁶⁾の報告する残存歯とオーバーデンチャーとの接触による硬さ弁別能の向上は、純粋に歯根膜感覚の付与によるものと考えられる。

このような、歯根膜感覚の欠如による硬さの差の少ない場合の弁別能の低下の結果と、歯根膜感覚の欠如するインプラントを一部支台とするインプラント義歯装着者群では、硬さの差が大きい場合の弁別能が正常有歯顎者群およびブリッジ装着者群と変わらないという結果から、硬度差の大きい場合の弁別には、咀嚼筋や顎関節の受容器が主に関与し、硬度差の少ない場合には、歯根膜の受容器が主に関与していることも推察される。

われわれは、先に歯の連結により圧覚閾値が上昇することを報告した²⁾。インプラント義歯では、天然歯とインプラント支台が多数歯にわたって連結されることが多い。本実験における弁別能の低下にも、この歯の連結が何らかの係わりをもっていることも考えられる。また、このような弁別能の実験では、被験者の心理的状態や測定時の雰囲気などによっても影響されるといわれていること¹⁰⁾、インプラント義歯装着者群は、他の被験者群よりも年齢が高いものが多く、高齢者では口腔感覚が低下する¹¹⁻¹⁵⁾といわれていることなどから、弁別能の低下になんらかの影響を与えている他の要因があることも考えられる。

しかしながらいづれにせよ、インプラント義歯装着者群では正常有歯顎者群に比べ硬度差の少ない場合の硬さ弁別能が低下していることから、微妙な咀嚼力の調節が劣っていることが考えられる。このことは咀嚼力の調節が行われにくく、過大な力がインプラント義歯に加わることもなると考えられる。したがって、従来からいわれているように、インプラント義歯では側方力を軽減するために咬合面の面積の縮小や咬合接触数の減少¹⁶⁾などの配慮が必要であると思われる。

V. 結 論

今回著者らは、インプラント義歯装着者の硬さ弁別能について明らかにする目的で、正常有歯顎者およびブリッジ装着者の硬さ弁別能との比較検討を行った。

硬さの弁別には、ゴム硬度 30~70 度まで 10 度間隔に製作したシリコンゴムブロックを用い、ゴム硬度 50 度のゴムブロックを基準として、これに対する各ゴム硬度のゴムブロックとの弁別能を調べた。

基準のゴム硬度 50 度のゴムブロックとゴム硬度 30 度

および 70 度のゴムブロックの弁別能は、インプラント義歯装着者群、ブリッジ装着者群および正常有歯顎者群とも同程度の優れた弁別能を示した。また、ゴム硬度 50 度の基準のゴムブロックとゴム硬度 40 度のゴムブロックとの弁別では、3 被験者群でやや低いが同程度の弁別能を示した。しかし、基準のゴムブロックとゴム硬度 60 度のゴムブロックとの弁別能では、インプラント義歯装着者群と正常有歯顎者群およびインプラント義歯装着者とブリッジ装着者群との間に有意な差がみられた。

本論文の要旨は第 17 回日本口腔インプラント学会学術大会 (昭和 62 年 7 月 4 日, 札幌) において発表した。

本研究の一部は科学研究費 (課題番号 60771673) によって行われた。また、本論文の発行に際しては宮田奨励金の補助を受けた。

文 献

- 1) 山内六男, 天野仁一朗, 川野襄二: インプラント義歯装着者の口腔感覚に関する研究 第 1 報 骨内インプラントの圧覚閾値について, 補綴誌, 32: 218~225, 1988.
- 2) 山内六男, 天野仁一朗, 川野襄二: インプラント義歯装着者の口腔感覚に関する研究 第 2 報 インプラント義歯の圧覚閾値について, 補綴誌, 32: 902~907, 1988.
- 3) 山内六男, 天野仁一朗, 川野襄二: インプラント義歯装着者の口腔感覚に関する研究 第 3 報 厚さ弁別能について, 補綴誌, 33: 1226~1232, 1989.
- 4) Manly, R.S., Pfaffman, C. and Lathrop, D.D. et al: Oral sensory thresholds of persons with natural and artificial dentitions, J Dent Res, 31: 305~312, 1952.
- 5) Langer, A. and Michman, J.: Occlusal perception after placement of complete dentures, J Prosthet Dent, 19: 246~251, 1968.
- 6) 高藤道夫: オーバーデンチャー装着者の口腔感覚に関する研究, 補綴誌, 26: 1~12, 1982.
- 7) 森 泰彦: 天然歯による食品咬みしめ時の硬さ識別に関する実験的研究, 歯科学報, 85: 1467~1504, 1985.
- 8) 山倉大紀: 食品の硬さ識別機構に関する研究—とくに歯根膜受圧情報と咬み込み量の意義について—, 歯科学報, 87: 1295~1346, 1987.
- 9) 覚道幸男: 床義歯の生理学, 262~309, 学建書院, 東京, 1978.
- 10) 長谷川誠: 顎間厚弁別能における歯根膜感覚の役割, 岐歯学誌, 14: 252~268, 1987.
- 11) McDonald, E.T. and Aungst, I.F.: Studies in oral sensorimotor function, edited by Bosma J.F., Symposium on oral sensation and perception, 202~220, Charles C.

- Thomas, Springfield, 1967.
- 12) Brill, N.T., Tryde, G. and Edwards, C. et al : Age changes in the two-point discrimination threshold in human oral mucosa, *J Oral Rehabil*, 1 : 323~333, 1974.
- 13) Landt, H. and Fransson, B. : Oral ability to recognize forms and oral muscular coordination ability in dentulous young and elderly adults, *J Oral Rehabil*, 2 : 125~138, 1975.
- 14) 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.
- 15) 安東俊介, 山本英次, 米田 優ほか : ヒトの二歯弁別能について, *歯基礎誌*, 29 : 156~164, 1987.
- 16) 館野常司 : サファイアインプラントと咬合, *クインテッセンス出版編, セラミックスインプラントの実際*, 175~183, *クインテッセンス出版*, 東京, 1983.