総義歯における人工臼歯の咬合面形態の相違による 咀嚼力および咬合力に関する研究

第4報 削合について

祇 園 白 信 仁

Studies on Mastication and Biting Forces of Difference from Occlusal Form of Artificial Posterior Teeth of Full Dentures Part 4. Grinding

Nobuhito Gionhaku

第1章 緒 言

近年、高齢化社会を迎え、今後、老年人口の増加に対応する老人歯科医療の必要性が高くなると推察される。このような社会情勢で、総義歯補綴学は老年者の低下した生理機能の一つである咀嚼機能の向上に重要な位置を占めるものと考えられる。

総義歯装着者の咀嚼機能に影響を及ぼす因子としては咬合高径、人工歯排列、人工臼歯咬合面形態、咬合型式および義歯床形態などがある。これらの中でも人工臼歯の咬合面形態は咀嚼機能のみならず、嚥下および発音機能においても大きく影響し、さらに、顎堤の吸収にも影響を与えるとして、古くから注目され、多くの研究者によって検討されてきた。この人工臼歯の咬合面形態の相違による咀嚼機能については、篩分法によって定量化する方法¹⁻⁴⁾、生化学的に分析する方法^{5,6)}、筋電図による方法⁷⁻²²⁾および咬合力と咀嚼力を測定する方法^{13-19, 21-25)}などで検討されているが、咬合調整時の削合が過度になった場合について検討したものは見当たらない。

そこで著者は総義歯調製の重要な操作である咬合調整時の人工臼歯咬合面形態の削合程度の相違が、総義歯装

着者の咀嚼機能にどのような影響を与えるかを検討したので報告する。

第2章 材料および方法

第1節 被験者および被験総義歯

被験者：被験者は日本大学歯科病院外来総義歯装着者の中から選出した総義歯装着年数5～18年、50歳代の男性7名であり、臨床上、顎関節、顎運動および咀嚼機能に障害を及ぼすような既往歴および現症が認められず、自覚的、他覚的に満足して咀嚼機能を営んでいる者である。なお、被験者の顎堤は診査の結果、上下顎堤頂の矢状的および水平的対位関係は平行型、上下顎堤形態は上顎平均型対下顎平均型、上下顎粘膜の被圧縮状態は上顎標準型対下顎標準型で、義歯床面積は上顎中型対下顎中型に属するものである^{14, 23, 26)}。

被験総義歯：被験総義歯は深水¹⁴⁾の方法に準じ、Dentatus 咬合器 (ARL 型) 上に Bilateral balanced occlusion の咬合型式を付与して調製した。なお、咬合面形態に過度な削合形態を付与するために長野²⁷⁾の自家調製の歯群平衡総義歯 (B 群) に準じ被験総義歯の人工臼歯排列時に Dentatus 咬合器の incisal pin を +0.5 mm 挙上し、その後、incisal pin が ±0 mm に一致するまで自動削合による咬合調整を行い、被験総義歯とした。被験総義歯の人工歯は、前歯部で Trubyte bioblend anterior porcelain teeth (Dentsply Co.), 臼歯部で Pilkington-Turner vacuum fired 30° posterior por-

日本大学大学院歯学研究科歯科補綴学専攻 (指導：中澤清教授、森谷良彦助教授)

Nihon University Graduate School of Dentistry (Major in Prosthodontics) (Directors; Prof. Yasushi Nakazawa, Associate Prof. Yoshihiko Moriya)

昭和56年11月20日受付

表 1 被験総義歯の各下顎位における咬合接触面積

(単位: mm²)

		中心咬合位	左側方咬合位	右側方咬合位	前方咬合位
Sub. 1	全 歯 列 上 顎 第 1 大 白 歯	150.9 (149.3~152.5) 27.4 (26.8~ 28.0)	134.8 (133.4~136.3) *23.5 (21.2~ 25.6) **11.2 (9.8~ 12.7)	135.3 (133.5~137.1) **10.9 (9.1~ 12.6) *23.2 (20.9~ 25.5)	101.2 (99.2~103.2) 9.2 (7.7~ 10.6)
Sub. 2	全 歯 列 上 顎 第 1 大 白 歯	151.6 (150.4~152.8) 28.3 (28.0~ 28.8)	137.9 (136.2~139.7) *23.9 (22.8~ 25.1) **11.5 (10.4~ 12.6)	138.5 (137.3~139.7) **11.6 (10.7~ 12.5) *23.8 (22.4~ 25.2)	101.9 (100.9~102.9) 9.4 (8.0~ 10.8)
Sub. 3	全 歯 列 上 顎 第 1 大 白 歯	152.1 (150.3~153.8) 28.3 (27.7~ 28.9)	137.8 (136.9~138.8) *22.9 (20.4~ 24.4) **11.4 (10.1~ 12.8)	137.7 (134.8~140.5) **11.5 (10.4~ 12.6) *23.2 (21.9~ 24.3)	103.0 (101.6~104.3) 9.4 (8.4~ 10.4)
Sub. 4	全 歯 列 上 顎 第 1 大 白 歯	153.6 (151.9~155.1) 27.2 (26.7~ 27.7)	136.4 (134.1~138.7) *22.8 (21.4~ 24.1) **10.6 (9.4~ 11.7)	136.1 (135.2~137.1) **10.8 (9.2~ 12.4) 22.7 (21.4~ 23.9)	102.2 (101.3~103.1) 9.6 (8.6~ 10.6)
Sub. 5	全 歯 列 上 顎 第 1 大 白 歯	149.9 (148.7~151.1) 27.2 (26.5~ 27.9)	135.0 (133.8~136.2) *22.9 (20.9~ 24.9) **10.2 (9.0~ 11.4)	134.8 (132.6~137.1) **10.3 (9.0~ 11.7) *22.5 (21.1~ 23.9)	101.0 (99.5~102.6) 9.5 (8.1~ 10.9)
Sub. 6	全 歯 列 上 顎 第 1 大 白 歯	151.6 (150.2~153.0) 27.8 (26.5~ 29.2)	136.4 (134.1~138.7) *24.1 (23.2~ 24.8) **11.2 (10.1~ 12.3)	136.3 (134.7~137.9) **11.4 (10.5~ 12.4) 23.8 (22.3~ 25.2)	101.8 (99.7~103.9) 10.1 (9.1~ 11.2)
Sub. 7	全 歯 列 上 顎 第 1 大 白 歯	152.4 (150.4~154.4) 28.5 (27.1~ 29.9)	135.2 (132.9~137.5) *23.1 (21.9~ 24.4) **10.9 (9.8~ 12.0)	137.3 (135.6~139.0) **10.8 (9.5~ 12.1) *23.2 (22.1~ 24.3)	102.4 (100.6~104.3) 10.4 (9.9~ 11.0)
MEAN	全 歯 列 上 顎 第 1 大 白 歯	151.6 (150.6~152.7) 27.8 (27.2~ 28.3)	136.2 (134.8~137.5) *23.3 (22.7~ 23.8) **11.0 (10.5~ 11.4)	136.5 (135.1~137.9) **11.0 (10.5~ 11.5) *23.2 (22.6~ 23.7)	101.9 (101.2~102.7) 9.7 (9.2~ 10.1)

注: *: 作業側 **: 平衡側

celain teeth (230 M, Dentsply Co.) を用いた。

被験総義歯の咬合面形態が過度な削合状態であるかを各下顎位における咬合接触状態を中尾^{28,29)}の方法に従って観察し、その接触面積は表 1 に示したとおりである。各被験総義歯の咬合接触面積は中心咬合位で 149.9~153.6 mm²、左側方咬合位 134.8~137.9 mm²、右側方咬合位 134.8~138.5 mm² および前方咬合位 101.0~103.0 mm² であり、長野²⁷⁾の自家調製の歯群平衡総義歯 (B 群) の自動削合義歯に相当する。

第 2 節 測定装置および測定方法

各咬合位の咬合力、各種食物咀嚼における各期の咀嚼力および嚥下期の対合力の測定とそれぞれの筋電図の観察は、深水¹⁴⁾の装置と方法に従い、咀嚼力量と対合力量、筋活動量、単位咀嚼力量および単位対合力量あたりに要する筋活動量の観察は藤本¹⁹⁾と井上²¹⁾の装置と方法に従った。また、各種食物の咀嚼開始から嚥下までの全過程における咀嚼回数も観察した。これらの観察は咀嚼

過程中の全ストロークを 5 期に等分し、1 期については咀嚼開始時の 5 ストローク、2 期、3 期および 4 期については中央部の 5 ストローク、5 期については最後の 5 ストロークを選び、嚥下期は特殊なパターンを示すので、1~5 期と区別した。

測定は各被験者に被験総義歯を装着し、3 ヶ月経過後³⁰⁾に、ピーナッツ、ハムおよびタクアンの各食物について 1 日 3 回隔週毎に計 9 回行った。

以上の各項目について、全被験者における平均値と信頼区間 ($\alpha=0.05$) を求めた。

第 3 章 成 績

ピーナッツ、ハムおよびタクアンの咀嚼過程における咀嚼力、嚥下期における対合力、咀嚼筋の放電およびそれらの積分波形の 1 例は図 1~3 に示した。

図 1 被験総義歯のピーナッツ咀嚼における咀嚼力，嚥下期における対合力，筋の放電およびそれらの積分波形（Sub. 5）

第1節 咬合力

被験総義歯の上顎第1大臼歯部における咬合力は表2に示したとおりである。中心咬合位の咬合力は最も大きく，側方咬合位の作業側，側方咬合位の平衡側，前方咬合位の順に小となり，さらに，中心咬合位および側方咬合位の作業側と側方咬合位の平衡側および前方咬合位との間に大きな差を認めた。

第2節 咀嚼力および嚥下期の対合力

ピーナッツ，ハムおよびタクアンの咀嚼と嚥下における咀嚼力および嚥下期の対合力は表3および図1～3に示したとおりである。さらに，咀嚼リズムおよび嚥下パターン，すなわち放電持続時間（D），放電間隔（I），放電周期（T）および放電周期中に占める放電持続時間の割合（D/T）は表4～6に示したとおりである。

各種食物咀嚼時の各期における咀嚼力および嚥下期の対合力を食物別に観察すると，ピーナッツ咀嚼の咀嚼力は3期で最も大きく，2期，4期の順に小さく，1期あるいは5期で最も小である傾向を認め，嚥下期の対合力

表 2 被験総義歯の各下顎位における上顎第1大臼歯部の咬合力

（単位：kg）

	中心咬合位	左側方咬合位	右側方咬合位	前方咬合位
L	14.5 (13.8～15.3)	14.2 (13.5～14.9)	8.2 (7.6～8.7)	6.5 (5.9～7.1)
R	14.8 (14.3～15.3)	8.3 (7.6～8.9)	14.4 (13.8～15.0)	6.6 (6.0～7.1)

注：L：左側　R：右側　（ ）内の数字は信頼区間（ $\alpha=0.05$ ）を示す

は1～5期より小であった。左側が右側より大なる傾向を認めた。さらに，咀嚼リズムのDは3期で最も小さく，1期および5期とに有意差を認めた。Iは1期と2期で最も小さく，4期および5期とに有意差を認めた。Tは2期で最も小さく，4期および5期との間に大きな差を認めた。D/Tは5期で最も小さく，1期とに大きな差を認めた。嚥下期のD，IおよびTは咀嚼各期より著明に大であるが，D/Tは大きな差を認めなかった。ハム咀嚼の咀嚼力は3期で最も大きく，4期，2期，5期の

注：図 1 下参照
図 2 被験総義歯のハム咀嚼における咀嚼力，嚥下期における対合力，筋の放電およびそれらの積分波形 (Sub. 5)

表 3 被験総義歯の各種食物における咀嚼力と嚥下期の対合力

(単位：kg)

		1 期	2 期	3 期	4 期	5 期	嚥 下 期
ピーナッツ	L	7.8 (7.2~8.4)	9.6 (9.2~ 9.9)	10.4(10.0~10.8)	9.4 (9.0~ 9.8)	7.8 (7.4~8.2)	6.3 (5.8~6.8)
	R	7.5 (7.0~8.0)	9.7 (9.3~10.2)	10.2(9.8~10.6)	9.1 (8.7~ 9.6)	7.6 (7.2~8.0)	5.4 (5.0~5.8)
ハム	L	5.6 (5.3~5.8)	8.9 (8.6~ 9.2)	9.9(9.6~10.1)	9.5 (9.0~10.0)	8.4 (8.1~8.8)	7.0 (6.6~7.4)
	R	5.6 (5.4~5.9)	8.7 (8.4~ 9.1)	10.2(9.9~10.6)	9.5 (9.1~ 9.9)	7.9 (7.5~8.3)	6.1 (5.6~6.6)
タクアン	L	6.5 (6.1~7.0)	9.1 (8.8~ 9.4)	10.9(10.5~11.3)	10.0 (9.6~10.3)	8.3 (7.9~8.7)	6.6 (6.1~7.1)
	R	6.8 (6.3~7.3)	9.4 (9.0~ 9.9)	10.4(10.0~10.8)	9.5 (9.2~ 9.7)	7.9 (7.6~8.2)	5.4 (5.0~5.7)

注：L：左側，R：右側（ ）内の数字は信頼区間 ($\alpha=0.05$) を示す

順に小さく，1期で最も小である傾向を認め，嚥下期の対合力は5期より小であるが1期よりも大となる傾向を認めた。左側が右側より大なる傾向を認めた。咀嚼リズムのDは3期と4期で最も小さく，右側1期との間に大きな差を認めた。Iは2期で最も小さく，5期との間に大きな差を認めた。Tは1期と2期で最も小さく，右側

1期と5期との間に大きな差を認めた。D/Tは5期で最も小さく，右側1期との間に大きな差を認めた。嚥下期のD，IおよびTは咀嚼各期より大であるが，D/Tは右側3期と5期を除いて，差を認めなかった。タクアン咀嚼の咀嚼力は3期で最も大きく，4期，2期，5期の順に小さく，1期で最も小である傾向を認め，嚥下期の対

注：図1下参照

図3 被験総義歯のタクアン咀嚼における咀嚼力，嚥下期における対合力，筋の放電およびそれらの積分波（Sub. 5）

合力は左側1期を除いて，1～5期より小であった。左側が右側よりも大なる傾向を認めた。咀嚼リズムのDは2期で最も小さく，1期および5期との間に大きな差を認めた。Iは3期で最も小さく，5期との間に大きな差を認めた。Tは3期で最も小さく，5期との間に大きな差を認めた。D/Tは5期で最も小さく，1期，3期および左側4期との間に大きな差を認めた。嚥下期のD，IおよびTは咀嚼各期より大であるが，D/Tは左側5期および右側2～5期を除いて差を認めなかった。

咀嚼力を食物間で比較すると，1期および2期でピーナッツが最も大きく，タクアン，ハムの順に小さく，3～5期でタクアンが最も大きく，ハム，ピーナッツの順に小であった。しかし，1期で各食物間に大きな差を認めたが，2～5期で各食物間に大きな差を認めなかった。咀嚼リズムについてみると，D，IおよびTはタクアンが最も小さく，1～3期でピーナッツ，ハムの順に大となる傾向を認めたが，4期および5期でハム，ピーナッツの順に大となる傾向を認めた。とくに，IおよびTは1～4

期でタクアンとハムとの間に大きな差を認めた。D/Tはハムが最も小さく，タクアン，ピーナッツの順に大となる傾向を認めた。

第3節 咀嚼筋の筋電図

ピーナッツ，ハムおよびタクアンの咀嚼と嚥下における咀嚼筋の筋活動所見は図1～3に，その咀嚼リズムおよび嚥下パターンは表4～6に示したとおりである。

各種食物咀嚼時の各期ごとに観察した咬筋および側頭筋の咀嚼リズム，すなわち，D，TおよびD/Tは右側側頭筋で，またIは左側側頭筋でそれぞれ小さい傾向を認めた。

各種食物咀嚼時の各期における咀嚼リズムを食物別に観察すると，ピーナッツ咀嚼時の咀嚼リズムにおけるD，IおよびTは2期で最も小さく，Dで1期および5期と，Iで4期および5期と，Tで1期，4期および5期との間に大きな差を認めた。D/Tは5期で最も小さく，1期との間に大きな差を認めた。ハム咀嚼のDおよび

表 4 被験総義歯のピーナッツ咀嚼と嚥下における咀嚼リズムおよび嚥下パターン

(* の単位: sec)

	1 期	2 期	3 期	4 期	5 期	嚥下期
L.M.	*D 0.39(0.38~0.41)	0.34(0.32~0.35)	0.34(0.32~0.35)	0.35(0.34~0.37)	0.40(0.38~0.41)	0.62(0.56~0.68)
	*I 0.30(0.28~0.32)	0.28(0.27~0.29)	0.31(0.30~0.33)	0.35(0.33~0.37)	0.43(0.40~0.45)	0.68(0.61~0.75)
	*T 0.69(0.66~0.72)	0.62(0.60~0.63)	0.65(0.63~0.66)	0.70(0.68~0.73)	0.82(0.79~0.86)	1.31(1.22~1.40)
	D/T 0.57(0.55~0.59)	0.54(0.52~0.56)	0.52(0.50~0.54)	0.51(0.49~0.53)	0.49(0.47~0.51)	0.48(0.45~0.51)
L.T.	*D 0.40(0.38~0.42)	0.32(0.31~0.34)	0.32(0.30~0.33)	0.34(0.32~0.35)	0.35(0.33~0.37)	0.61(0.55~0.67)
	*I 0.30(0.28~0.32)	0.31(0.29~0.32)	0.34(0.32~0.36)	0.37(0.35~0.39)	0.47(0.44~0.50)	0.68(0.64~0.71)
	*T 0.69(0.66~0.72)	0.62(0.60~0.64)	0.65(0.63~0.67)	0.71(0.68~0.73)	0.82(0.79~0.86)	1.30(1.21~1.38)
	D/T 0.58(0.56~0.60)	0.52(0.50~0.53)	0.49(0.47~0.50)	0.48(0.46~0.50)	0.44(0.42~0.46)	0.47(0.44~0.50)
R.M.	*D 0.39(0.37~0.41)	0.33(0.31~0.35)	0.33(0.32~0.35)	0.35(0.34~0.37)	0.40(0.39~0.42)	0.66(0.59~0.73)
	*I 0.29(0.27~0.31)	0.28(0.26~0.29)	0.32(0.30~0.33)	0.35(0.33~0.37)	0.43(0.40~0.46)	0.62(0.56~0.68)
	*T 0.68(0.65~0.70)	0.61(0.59~0.63)	0.65(0.63~0.67)	0.70(0.68~0.73)	0.83(0.79~0.86)	1.28(1.20~1.37)
	D/T 0.57(0.55~0.60)	0.54(0.51~0.56)	0.51(0.50~0.53)	0.51(0.49~0.53)	0.50(0.48~0.52)	0.51(0.47~0.54)
R.T.	*D 0.37(0.35~0.39)	0.33(0.31~0.34)	0.32(0.30~0.33)	0.33(0.32~0.35)	0.36(0.34~0.38)	0.61(0.55~0.67)
	*I 0.30(0.28~0.32)	0.29(0.28~0.31)	0.32(0.31~0.34)	0.35(0.33~0.38)	0.46(0.43~0.49)	0.62(0.55~0.69)
	*T 0.68(0.65~0.70)	0.61(0.59~0.63)	0.64(0.62~0.66)	0.69(0.66~0.71)	0.82(0.78~0.85)	1.23(1.13~1.32)
	D/T 0.55(0.53~0.57)	0.52(0.51~0.54)	0.50(0.48~0.52)	0.49(0.47~0.51)	0.45(0.43~0.47)	0.50(0.46~0.53)
L.M.F.	*D 0.34(0.30~0.38)	0.29(0.27~0.30)	0.27(0.26~0.28)	0.29(0.27~0.30)	0.32(0.30~0.34)	0.60(0.51~0.69)
	*I 0.34(0.32~0.37)	0.34(0.32~0.36)	0.38(0.36~0.40)	0.42(0.40~0.44)	0.52(0.49~0.56)	0.68(0.66~0.70)
	*T 0.68(0.66~0.70)	0.63(0.60~0.65)	0.65(0.63~0.67)	0.72(0.69~0.75)	0.84(0.80~0.88)	1.28(1.17~1.39)
	D/T 0.49(0.46~0.52)	0.46(0.44~0.48)	0.42(0.40~0.43)	0.41(0.39~0.43)	0.38(0.36~0.40)	0.46(0.42~0.50)
R.M.F.	*D 0.30(0.27~0.33)	0.23(0.21~0.25)	0.22(0.21~0.24)	0.25(0.24~0.27)	0.30(0.27~0.32)	0.57(0.48~0.66)
	*I 0.39(0.36~0.41)	0.39(0.37~0.41)	0.42(0.40~0.45)	0.47(0.45~0.49)	0.55(0.51~0.58)	0.67(0.60~0.74)
	*T 0.68(0.64~0.72)	0.62(0.60~0.65)	0.65(0.63~0.68)	0.72(0.69~0.75)	0.85(0.80~0.89)	1.24(1.12~1.37)
	D/T 0.43(0.40~0.46)	0.36(0.35~0.38)	0.34(0.32~0.36)	0.35(0.33~0.37)	0.35(0.33~0.37)	0.45(0.41~0.50)

注: L.M.: 左 咬 筋
L.T.: 左側頭筋
R.M.: 右 咬 筋
R.T.: 右側頭筋

L.M.F.: 左咀嚼力の放電時間
R.M.F.: 右咀嚼力の放電時間

D: 放電持続時間

I: 放電間隔

T: 放電周期

D/T: 放電周期中に占める放電持続時間の割合

Tは3期で最も小さく、Dで1期とTで1期および5期との間に大きな差を認めた。Iは2期で最も小さく、5期との間に大きな差を認めた。D/Tは5期で最も小さく、1期および2期との間に大きな差を認めた。タクアン咀嚼のD、IおよびTは3期で最も小さく、Dは1期と、Iは5期と、Tは1期および5期との間に大きな差を認めた。D/Tは5期で最も小さく、1期および2期との間に大きな差を認めた。嚥下期のD、IおよびTは咀嚼各期より大であるが、D/Tは小さい傾向を認めた。

咀嚼リズムを食物間で比較すると、D、IおよびTはタクアンが最も小さく、ピーナッツ、ハムの順に大となる傾向を認めるが、D/Tはハムが最も小さく、ピーナッツ、タクアンの順に大となる傾向を認めた。

第4節 咀嚼力量および咀嚼回数

ピーナッツ、ハムおよびタクアンの咀嚼と嚥下におけ

る咀嚼力量と対合力量は表7~9に、咀嚼回数は表10に示したとおりである。

各種食物咀嚼時の各期における咀嚼力量および嚥下期の対合力量を食物別に観察すると、咀嚼力量はピーナッツ、ハムおよびタクアンの3期で最も大きく、ピーナッツの左側を除いて1期との間に大きな差を認めた。左側が右側より大である傾向を認めた。対合力量はピーナッツ、ハムおよびタクアンともに1~5期より大である傾向を認めた。

咀嚼力量を食物間で比較すると、タクアンが最も大であり、ピーナッツ、ハムの順に小である傾向を認めた。

各種食物咀嚼の咀嚼開始から嚥下までの咀嚼回数はタクアンで最も大きく、ピーナッツ、ハムの順に小さく、タクアンとハムとの間に大きな差を認めた。

表 5 被験総義歯のハム咀嚼と嚥下における咀嚼リズムおよび嚥下パターン

(* の単位: sec)

		1 期	2 期	3 期	4 期	5 期	嚥下期
I.L.M.	*D	0.44(0.42~0.46)	0.38(0.36~0.39)	0.36(0.34~0.37)	0.35(0.34~0.37)	0.38(0.37~0.39)	0.64(0.58~0.69)
	*I	0.35(0.34~0.37)	0.32(0.30~0.33)	0.32(0.31~0.33)	0.34(0.33~0.36)	0.43(0.40~0.45)	0.65(0.59~0.71)
	*T	0.78(0.76~0.81)	0.69(0.68~0.71)	0.68(0.67~0.70)	0.70(0.68~0.72)	0.81(0.78~0.84)	1.29(1.21~1.37)
	D/T	0.56(0.54~0.57)	0.54(0.53~0.55)	0.52(0.50~0.53)	0.51(0.49~0.52)	0.48(0.46~0.50)	0.49(0.46~0.52)
L.T.	*D	0.45(0.43~0.47)	0.36(0.34~0.37)	0.33(0.32~0.34)	0.32(0.31~0.33)	0.35(0.34~0.37)	0.59(0.54~0.65)
	*I	0.33(0.32~0.34)	0.33(0.32~0.33)	0.35(0.33~0.36)	0.38(0.36~0.39)	0.46(0.43~0.49)	0.69(0.64~0.75)
	*T	0.78(0.76~0.80)	0.68(0.67~0.70)	0.68(0.66~0.69)	0.70(0.67~0.72)	0.81(0.78~0.84)	1.29(1.22~1.36)
	D/T	0.57(0.56~0.59)	0.52(0.51~0.53)	0.49(0.47~0.50)	0.47(0.45~0.48)	0.44(0.42~0.46)	0.45(0.42~0.48)
R.M.	*D	0.48(0.46~0.50)	0.38(0.37~0.40)	0.35(0.34~0.37)	0.36(0.35~0.38)	0.38(0.37~0.40)	0.65(0.60~0.71)
	*I	0.31(0.29~0.33)	0.30(0.29~0.31)	0.32(0.30~0.33)	0.35(0.33~0.37)	0.40(0.38~0.42)	0.64(0.59~0.70)
	*T	0.79(0.77~0.81)	0.68(0.67~0.70)	0.67(0.66~0.69)	0.70(0.68~0.72)	0.79(0.76~0.82)	1.30(1.22~1.37)
	D/T	0.61(0.59~0.69)	0.56(0.55~0.58)	0.53(0.52~0.54)	0.52(0.51~0.54)	0.50(0.48~0.51)	0.50(0.47~0.53)
R.T.	*D	0.42(0.40~0.43)	0.35(0.34~0.36)	0.31(0.29~0.33)	0.33(0.32~0.35)	0.35(0.34~0.37)	0.61(0.55~0.67)
	*I	0.36(0.34~0.38)	0.34(0.32~0.35)	0.35(0.34~0.36)	0.35(0.34~0.37)	0.45(0.42~0.47)	0.68(0.61~0.74)
	*T	0.78(0.76~0.80)	0.69(0.67~0.70)	0.68(0.67~0.69)	0.69(0.67~0.71)	0.80(0.77~0.83)	1.28(1.20~1.36)
	D/T	0.54(0.52~0.55)	0.52(0.50~0.53)	0.48(0.46~0.49)	0.49(0.48~0.50)	0.45(0.43~0.46)	0.47(0.43~0.50)
L.M.F.	*D	0.28(0.25~0.31)	0.28(0.26~0.29)	0.27(0.25~0.28)	0.26(0.26~0.27)	0.28(0.27~0.29)	0.54(0.47~0.61)
	*I	0.47(0.44~0.49)	0.40(0.39~0.41)	0.41(0.40~0.43)	0.42(0.41~0.44)	0.51(0.48~0.54)	0.71(0.65~0.77)
	*T	0.73(0.70~0.76)	0.68(0.66~0.70)	0.68(0.66~0.69)	0.69(0.67~0.71)	0.79(0.76~0.82)	1.25(1.16~1.34)
	D/T	0.37(0.34~0.40)	0.41(0.39~0.43)	0.39(0.38~0.40)	0.39(0.38~0.40)	0.37(0.35~0.39)	0.43(0.39~0.46)
R.M.F.	*D	0.31(0.29~0.33)	0.26(0.25~0.27)	0.24(0.23~0.25)	0.25(0.24~0.27)	0.26(0.25~0.28)	0.56(0.49~0.64)
	*I	0.45(0.43~0.47)	0.41(0.40~0.43)	0.43(0.42~0.45)	0.44(0.42~0.45)	0.54(0.51~0.57)	0.69(0.64~0.73)
	*T	0.76(0.73~0.80)	0.68(0.66~0.69)	0.68(0.66~0.69)	0.69(0.67~0.71)	0.81(0.77~0.85)	1.27(1.19~1.35)
	D/T	0.40(0.39~0.41)	0.39(0.38~0.40)	0.36(0.35~0.38)	0.37(0.36~0.39)	0.34(0.32~0.35)	0.42(0.39~0.46)

注: 表 4 下注参照

第 5 節 筋活動量

ピーナッツ、ハムおよびタクアンの咀嚼と嚥下における筋活動量は表 7~9 に示したとおりである。

各種食物咀嚼時の筋活動量を食物別に観察すると、ピーナッツは左側咬筋の 1 期で最も小さく、2~4 期との間に大きな差を認め、右側咬筋および左右側頭筋の 5 期で最も小さく、2 期および 3 期との間に大きな差を認めた。ハムは 5 期で最も小さく、2 期および 3 期との間に大きな差を認めた。タクアンは右側咬筋の 4 期で最も小さく、他の各期との間に大きな差を認め、左側咬筋および左右側頭筋は 5 期で最も小さく、2 期と 3 期との間に大きな差を認めた。嚥下期における筋活動量は 1~5 期よりも大きく、ピーナッツで大きな差を認めた。

筋活動量を食物間で比較すると、ピーナッツが最も小さく、ハム、タクアンの順に大である傾向を認めた。

第 6 節 単位咀嚼力量および単位対合力量あたりに要する筋活動量

ピーナッツ、ハムおよびタクアンの咀嚼と嚥下における単位咀嚼力量および単位対合力量あたりに要する筋活動量は表 11 に示したとおりである。

各種食物咀嚼時の各期における単位咀嚼力量および嚥下期の単位対合力量あたりに要する筋活動量を食物別に観察すると、ピーナッツは 5 期で最も小さく、1 期、4 期、2 期、3 期の順に大となるが、咀嚼各期間に大きな差を認めなかった。ハムおよびタクアンは 5 期で最も小さく、4 期、3 期、2 期、1 期の順に大となり、5 期とハムで 1 期とに、タクアンで 1 期および 2 期との間に大きな差を認めた。嚥下期においては、ハムの 1~3 期とタクアンの 1 期より小であった。

各種食物咀嚼時の各期における単位咀嚼力量および嚥下期の単位対合力量あたりに要する筋活動量を食物間で比較すると、ピーナッツが最も小さく、タクアン、ハムの順に大となり、1 期、3 期および 5 期でピーナッツとハムとの間に大きな差を認めた。

表 6 被験総義歯のタクアン咀嚼と嚥下における咀嚼リズムおよび嚥下パターン

(* の単位 : sec)

	1 期	2 期	3 期	4 期	5 期	嚥 下 期
L.M.	*D 0.39(0.37~0.41)	0.33(0.32~0.34)	0.33(0.32~0.34)	0.34(0.33~0.35)	0.36(0.35~0.37)	0.71(0.64~0.77)
	*I 0.29(0.27~0.30)	0.29(0.28~0.31)	0.27(0.26~0.29)	0.28(0.27~0.29)	0.40(0.39~0.43)	0.65(0.59~0.70)
	*T 0.68(0.65~0.70)	0.62(0.60~0.63)	0.60(0.59~0.62)	0.64(0.62~0.66)	0.76(0.73~0.79)	1.36(1.26~1.45)
	D/T 0.57(0.56~0.59)	0.54(0.53~0.55)	0.55(0.54~0.56)	0.53(0.51~0.54)	0.48(0.46~0.49)	0.52(0.49~0.55)
L.T.	*D 0.40(0.38~0.42)	0.32(0.30~0.33)	0.31(0.30~0.32)	0.30(0.29~0.31)	0.33(0.31~0.34)	0.64(0.58~0.70)
	*I 0.29(0.27~0.30)	0.30(0.28~0.31)	0.30(0.29~0.31)	0.33(0.32~0.34)	0.43(0.41~0.46)	0.68(0.62~0.73)
	*T 0.69(0.66~0.72)	0.61(0.59~0.63)	0.61(0.59~0.62)	0.63(0.61~0.65)	0.76(0.73~0.79)	1.32(1.22~1.42)
	D/T 0.57(0.56~0.60)	0.52(0.50~0.53)	0.51(0.50~0.52)	0.48(0.47~0.50)	0.44(0.43~0.46)	0.48(0.46~0.51)
R.M.	*D 0.42(0.39~0.44)	0.34(0.32~0.35)	0.34(0.32~0.35)	0.34(0.32~0.35)	0.36(0.34~0.37)	0.68(0.62~0.75)
	*I 0.27(0.26~0.29)	0.27(0.26~0.28)	0.27(0.26~0.28)	0.30(0.29~0.32)	0.40(0.37~0.43)	0.64(0.58~0.70)
	*T 0.69(0.66~0.72)	0.61(0.59~0.63)	0.60(0.59~0.62)	0.64(0.62~0.66)	0.76(0.73~0.79)	1.32(1.23~1.41)
	D/T 0.60(0.57~0.62)	0.55(0.53~0.57)	0.55(0.53~0.57)	0.53(0.52~0.55)	0.48(0.47~0.50)	0.52(0.49~0.55)
R.T.	*D 0.38(0.36~0.40)	0.32(0.31~0.34)	0.31(0.31~0.32)	0.31(0.30~0.32)	0.33(0.32~0.35)	0.67(0.60~0.73)
	*I 0.30(0.28~0.32)	0.29(0.27~0.30)	0.29(0.28~0.30)	0.32(0.31~0.34)	0.43(0.40~0.46)	0.66(0.60~0.72)
	*T 0.68(0.65~0.70)	0.61(0.59~0.63)	0.60(0.58~0.62)	0.64(0.62~0.66)	0.76(0.73~0.80)	1.29(1.19~1.39)
	D/T 0.56(0.54~0.58)	0.57(0.55~0.58)	0.51(0.50~0.53)	0.50(0.48~0.51)	0.44(0.42~0.46)	0.50(0.47~0.53)
L.M.F.	*D 0.28(0.26~0.31)	0.23(0.22~0.24)	0.25(0.24~0.26)	0.25(0.24~0.26)	0.26(0.25~0.28)	0.60(0.53~0.66)
	*I 0.35(0.33~0.38)	0.37(0.35~0.39)	0.35(0.34~0.37)	0.37(0.36~0.39)	0.50(0.47~0.53)	0.77(0.68~0.87)
	*T 0.64(0.61~0.67)	0.60(0.59~0.62)	0.60(0.58~0.62)	0.63(0.60~0.65)	0.76(0.72~0.79)	1.42(1.25~1.58)
	D/T 0.45(0.42~0.48)	0.39(0.37~0.41)	0.42(0.41~0.44)	0.41(0.40~0.42)	0.36(0.34~0.37)	0.44(0.41~0.47)
R.M.F.	*D 0.28(0.25~0.30)	0.22(0.21~0.24)	0.23(0.22~0.24)	0.23(0.22~0.25)	0.27(0.25~0.28)	0.67(0.58~0.75)
	*I 0.37(0.35~0.40)	0.37(0.36~0.39)	0.37(0.35~0.38)	0.38(0.37~0.40)	0.51(0.48~0.54)	0.76(0.65~0.87)
	*T 0.65(0.62~0.68)	0.60(0.57~0.62)	0.59(0.57~0.61)	0.62(0.60~0.64)	0.78(0.74~0.82)	1.38(1.25~1.51)
	D/T 0.43(0.40~0.45)	0.37(0.36~0.39)	0.38(0.37~0.39)	0.38(0.36~0.39)	0.34(0.33~0.36)	0.47(0.44~0.51)

注 : 表 4 下注参照

表 7 被験総義歯のビーナッツ咀嚼と嚥下における筋活動量, 咀嚼力量および対合力量

	1 期	2 期	3 期	4 期	5 期	嚥 下 期
*L.M.	9.6(8.9~10.4)	12.0(10.8~13.3)	12.5(11.5~13.5)	11.9(11.1~12.8)	10.7(9.8~11.6)	19.7(17.1~22.3)
*L.T.	14.1(13.0~15.2)	13.6(12.6~14.5)	15.3(14.3~16.3)	12.1(11.4~12.9)	10.8(10.0~11.6)	20.6(18.2~23.0)
*R.M.	13.4(12.3~14.5)	13.8(12.6~15.1)	13.3(12.2~14.3)	11.4(10.4~12.4)	9.8(8.9~10.8)	19.1(16.3~22.0)
*R.T.	11.8(10.8~12.7)	12.0(11.1~12.9)	13.2(12.1~14.2)	11.7(10.8~12.5)	10.1(9.3~10.9)	17.2(14.9~19.5)
**L.M.F.	0.63(0.56~0.70)	0.62(0.56~0.68)	0.64(0.60~0.69)	0.55(0.51~0.59)	0.56(0.49~0.63)	1.02(0.89~1.16)
**R.M.F.	0.52(0.45~0.59)	0.55(0.50~0.60)	0.67(0.62~0.72)	0.63(0.58~0.68)	0.55(0.50~0.60)	0.80(0.70~0.89)

注 : L.M. : 左咬筋の筋活動量 1 ~ 5 期 L.M.F. : 左 咀 嚼 量 () 内の数字は信頼区間
L.T. : 左側頭筋の筋活動量 R.M.F. : 右 咀 嚼 量 ($\alpha=0.05$) を示す
R.M. : 右咬筋の筋活動量 嚥 下 期 L.M.F. : 左対合力量
R.T. : 右側頭筋の筋活動量 R.M.F. : 右対合力量
* : $\mu V \cdot sec$ ** : $kg \cdot sec$

第 4 章 総括および検討

被験総義歯における咬合力, 咀嚼力および筋電図の成績を総括し, 検討すると以下のとおりである.

1. 咬合力について

ヒトの咬合力に関する研究は古くから行われており, その測定方法は発条式による方法, 桿杆作用による方法, 油圧による方法, Brinell 硬度による方法および電氣的計測方法が挙げられる. 1948 年, Manly³¹⁾ が Inda-

表 8 被験総義歯のハム咀嚼と嚥下における筋活動量, 咀嚼力量および対合力量

	1 期	2 期	3 期	4 期	5 期	嚥 下 期
*L.M.	10.9(10.1~11.7)	12.9(11.7~14.1)	14.6(13.6~15.5)	12.9(11.9~13.9)	10.6(9.8~11.5)	19.7(17.4~21.9)
*L.T.	15.0(14.0~16.0)	15.0(14.2~15.7)	15.2(14.4~15.9)	13.2(12.5~13.9)	11.8(11.1~12.5)	20.8(18.7~23.0)
*R.M.	17.1(15.4~18.8)	14.9(13.5~16.3)	16.1(14.9~17.4)	13.8(12.4~15.3)	12.7(10.9~14.4)	20.9(17.7~24.1)
*R.T.	14.9(11.6~18.2)	13.2(12.5~13.9)	13.8(13.1~14.5)	12.3(11.5~13.1)	10.5(9.9~11.2)	17.8(15.7~19.8)
**L.M.F.	0.37(0.33~0.41)	0.52(0.48~0.57)	0.56(0.51~0.61)	0.55(0.51~0.60)	0.53(0.47~0.58)	0.95(0.83~1.07)
**R.M.F.	0.38(0.34~0.42)	0.54(0.50~0.58)	0.59(0.54~0.65)	0.64(0.52~0.76)	0.45(0.41~0.49)	0.88(0.77~0.99)

注: 表 7 下注参照

表 9 被験総義歯のタクアン咀嚼と嚥下における筋活動量, 咀嚼力量および対合力量

	1 期	2 期	3 期	4 期	5 期	嚥 下 期
*L.M.	13.1(11.9~14.3)	14.1(13.1~15.0)	15.4(14.4~16.4)	13.7(12.8~14.6)	10.6(9.7~11.5)	19.5(17.0~22.1)
*L.T.	14.9(13.8~15.9)	14.3(13.3~15.3)	15.0(14.0~15.9)	12.0(11.2~12.8)	10.9(10.0~11.8)	19.1(16.9~21.4)
*R.M.	19.2(17.1~21.3)	18.1(16.4~19.9)	19.9(18.9~20.8)	13.6(12.4~14.7)	17.3(16.3~18.4)	19.1(15.8~22.4)
*R.T.	15.3(14.1~16.5)	14.3(13.1~15.6)	15.2(14.2~16.1)	14.2(13.3~15.1)	11.8(11.0~12.5)	19.7(17.4~22.1)
**L.M.F.	0.43(0.38~0.49)	0.60(0.54~0.66)	0.74(0.69~0.80)	0.63(0.58~0.67)	0.66(0.60~0.73)	1.03(0.91~1.15)
**R.M.F.	0.49(0.42~0.56)	0.59(0.54~0.64)	0.70(0.66~0.75)	0.67(0.62~0.73)	0.54(0.48~0.59)	0.77(0.66~0.88)

注: 表 7 下注参照

表 10 被験総義歯の各種食物における咀嚼開始から嚥下までの咀嚼回数

	咀 嚼 回 数
ピーナッツ	138.9 (130.3~147.5)
ハ ム	133.2 (122.8~143.5)
タ ク ア ン	161.3 (143.6~178.9)

注: () 内の数字は信頼区間 ($\alpha=0.05$) を示す

ctance Method による電氣的計測方法を考案し咬合力を測定して以来, 電氣的計測方法は抵抗形変換器による方法, インダクタンス形変換器による方法, 起電力形変換器による方法および容量形変換器による方法などが使用されて来た. 著者は電氣的計測方法^{14~25, 31~36})である半導体歪計式咬合力咀嚼力測定装置²⁵)を用い咬合力咀嚼力を測定した.

咬合力を口腔内で測定する方法には, 上下人工歯間に咬合力測定装置を介在させて行う方法^{23, 31~34})人工歯内に咬合力測定装置を埋入して行う方法^{14~18, 22, 35, 36})とがあり, これらの方法によって, 現在まで多くの咬合力についての報告が行われている.

このうち咬合力測定装置を上下人工歯間に介在させ, 測定した成績^{23, 31~34})は勿論のこと人工歯内に咬合力測定装置を埋入させ, 測定した Brudevold³⁵), 津留³⁶)らの

成績も被験者(年齢, 口腔内状態), 被験義歯および測定および測定部位などが異なるので比較検討する対象としては不適当と考えた. 30° 咬頭人工臼歯を使用し適切な咬合調整を行った深水の成績¹⁴)を対象とし検討すると共に, 0° 咬頭人工臼歯¹⁷), 20° 咬頭人工臼歯¹⁸)および Lingual bladed²²) teeth と比較検討することとした.

著者の成績は中心咬合位および側方咬合位でほぼ同程度の値を示し, 前方咬合位で大きい傾向を認めた. これらの咬合力に咬合接触面積を加えて検討すると, 各咬合位ともに総義歯の咬合平衡は確実に保持されていると思われる, とくに前方咬合位で咬合力が比較的大であったのは自動割合の咬合調整により容易に咬合平衡が得られ, 総義歯の安定性が増加したためと考えられた. さらに, 人工臼歯咬合面形態, とくに咬頭傾斜の相違についてみると, 著者の成績は中心咬合位で 0° 咬頭人工臼歯¹⁷)より著しく約 6 kg 大きく, 20° 咬頭人工臼歯¹⁸)より約 2 kg 大であったが, Lingual bladed teeth²²) とはほぼ同程度であった. 側方咬合位の作業側で 20° 咬頭人工臼歯より著明に約 4 kg 大きく, Lingual bladed teeth とはほぼ同程度であり, 平衡側で 20° 咬頭人工臼歯より約 2 kg 大きく, Lingual bladed teeth とはほぼ同程度であった. 前方咬合位で 20° 咬頭人工臼歯より著しく約 3 kg 大きく, Lingual bladed teeth より約 1 kg 大であった. こ

表 11 各種食物における単位咀嚼力量および単位対合力量あたりに要する筋活動量

(単位: $\mu V \cdot \text{sec} / \text{kg} \cdot \text{sec}$)

	1 期	2 期	3 期	4 期	5 期	嚥 下 期
ピーナッツ	40.7(34.7~46.7)	42.6(36.0~49.2)	43.4(35.9~50.9)	41.2(35.3~47.1)	34.9(31.3~38.6)	42.5(35.3~49.6)
ハ ム	75.4(70.9~80.0)	53.4(48.1~58.7)	52.0(47.6~56.5)	48.0(44.3~51.8)	44.3(40.1~48.5)	42.2(37.9~46.6)
タ ク ア ン	69.4(63.4~75.3)	57.3(50.9~63.8)	51.0(44.4~57.6)	48.4(42.9~54.0)	42.7(37.9~47.5)	46.1(39.5~52.7)

注: () 内の数字は信頼区間 ($\alpha=0.05$) を示す

の中心咬合位の著明な差は 0° 咬頭人工臼歯が咬頭および窩などを有してなく、明確な咬頭嵌合状態を保持せず咬合接触するため、口腔内に装着して咬合させると義歯が不安定となり、さらに顎粘膜の被圧縮性により動揺および沈下などが生じるためと考えられた。また、側方咬合位作業側の大きな差は 20° 咬頭人工臼歯の咬合面形態(咬頭傾斜角度、咬頭、溝および隆線)が両側性平衡咬合の咬合型式付与に比較の困難さを持つためと考えられた。

各咬合位における咬合平衡をさらに検討するために、咬合力と咬合接触面積から咬合圧 (kg/mm^2) を算出すると、中心咬合位で $0.52 \sim 0.53 \text{ kg}/\text{mm}^2$ 、側方咬合位の作業側 $0.61 \sim 0.62 \text{ kg}/\text{mm}^2$ と平衡側 $0.75 \text{ kg}/\text{mm}^2$ および前方咬合位で $0.67 \sim 0.68 \text{ kg}/\text{mm}^2$ であった。中心咬合位と前方咬合位とにおける咬合圧の側差はほとんど ($0.01 \text{ kg}/\text{mm}^2$) なく、また側方咬合位の作業側と平衡側との咬合圧はそれらの咬合接触面積を考慮すると、これら各咬合位における両側性の矢状および側方的咬合平衡が保たれており、総義歯の維持安定が良好であることを示唆している。

2. 咀嚼力および対合力について

総義歯装着者の咀嚼機能は有歯顎者に比較し、著しく劣っていると考えられ^{3, 37-39)}、この低下した咀嚼機能を向上させるために種々な人工臼歯が開発⁴⁰⁻⁵⁰⁾され、そして、咀嚼機能(咀嚼能率、咀嚼効率、咀嚼力、咬合力および EMG など)と咬頭傾斜⁵¹⁻⁵⁸⁾、咬頭の高さ^{59, 60)}、隆線と溝^{61, 62)}、人工歯の材質^{57, 59, 73)}および咬合面の広さ⁶⁴⁾などとの関連性について報告されてきた。しかし、咀嚼機能、とくに咀嚼力および対合力と人工臼歯咬合面形態との関連についての報告は、著者の知る限りでは久松¹⁷⁾、鍵谷¹⁸⁾、Frechette⁶⁵⁾ および山口²²⁾以外にはみられない。そこで、 30° 咬頭人工臼歯¹⁴⁾、 0° 咬頭人工臼歯¹⁷⁾、 20° 咬頭人工臼歯¹⁸⁾および Lingual bladed teeth²²⁾を用いた総義歯と比較検討すると、破砕性食物であるピーナッツの咀嚼開始から嚥下についてみると、著者の成績は 30° 咬頭人工臼歯、 20° 咬頭人工臼歯およ

び Lingual bladed teeth とほぼ同じであったが、 0° 咬頭人工臼歯は異なり 1 期および 2 期が大である傾向にあった。弾力性食物であるハム咀嚼で著者は 30° 咬頭人工臼歯、 20° 咬頭人工臼歯および Lingual bladed teeth とほぼ同じであったが、 0° 咬頭人工臼歯は異なり 2 期が大である傾向にあった。切断性食物であるタクアン咀嚼で著者は 30° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯とほぼ同じであったが、 0° 咬頭人工臼歯 および Lingual bladed teeth は異なり、前者は 5 期で、後者は 1 期で大である傾向にあった。これから、各種食物咀嚼(1~5 期)から嚥下にいたる咀嚼力と対合力は食物自体の特性によっても左右されるが、著者の成績は 30° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯とほぼ同じ傾向を示し、咀嚼中期で反射的に咀嚼運動を行っているものと考えられ、良好な咀嚼機能を営んでいると推察された。

ピーナッツ咀嚼における著者の咀嚼力は 30° 咬頭人工臼歯より $2 \sim 3 \text{ kg}$ 、 0° 咬頭人工臼歯より $2 \sim 9 \text{ kg}$ 、 20° 咬頭人工臼歯より $3 \sim 6 \text{ kg}$ および Lingual bladed teeth (左側)より $0 \sim 1 \text{ kg}$ 程度小さく、Lingual bladed teeth (右側)より $1 \sim 3 \text{ kg}$ ほど大であった。ハム咀嚼における咀嚼力は 30° 咬頭人工臼歯より $1 \sim 4 \text{ kg}$ 、 0° 咬頭人工臼歯より $0 \sim 5 \text{ kg}$ および 20° 咬頭人工臼歯より $2 \sim 4 \text{ kg}$ 程度小さく、Lingual bladed teeth より $0 \sim 3 \text{ kg}$ ほど大であった。タクアン咀嚼における咀嚼力は 30° 咬頭人工臼歯より $0 \sim 3 \text{ kg}$ 、 0° 咬頭人工臼歯より $2 \sim 5 \text{ kg}$ 、 20° 咬頭人工臼歯より $1 \sim 4 \text{ kg}$ および Lingual bladed teeth より $0 \sim 4 \text{ kg}$ 程度小であった。とくに、 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯とは 1~3 期において著明な差を認めた。しかし、嚥下期の対合力は 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯より大であった。このことから、削合過度な人工臼歯の各種食物の咀嚼力が適切な削合によるものより、とくにピーナッツ咀嚼で小であったことは、食物を粉碎しにくい場合咀嚼回数を増して粉碎すると言う覚道⁶⁶⁾のごとく、大きな咬合接触状態のためにその破砕能力に劣っていることを示し、破砕しえないうまま嚥下していると考えられた。

咀嚼力のリズムを比較検討すると、著者の咀嚼力持続時間は 30° 咬頭人工臼歯, 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯より小さく, Lingual bladed teeth とほぼ同程度であった。間隔は 30° 咬頭人工臼歯および Lingual bladed teeth (ピーナッツ咀嚼) より大きく, 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯より小であった。周期は 30° 咬頭人工臼歯および Lingual bladed teeth とほぼ同じであったが, 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯より小であった。咀嚼力の周期中に占める発現持続時間の割合は 30° 咬頭人工臼歯, 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯より小さく, Lingual bladed teeth とほぼ同じであった。これらのことより, 割合過度な人工臼歯を有する総義歯は咀嚼力の発現時間が短かく, 食物を破碎および粉碎するに十分な咀嚼力を発現しえなく, さらにこの時に総義歯を動揺, 脱落させる転覆力⁶⁷⁾の発現を招き, これを防止する口唇, 舌および下顎などの動作が生じるため, その間隔が長くならざるをえなかったと考えられた。

3. 咀嚼筋の筋電図について

食物咀嚼時の筋電図所見については多くの検討が行われ^{8,10,14-19,21,22,36,68,69)}, さらに, 咬筋および側頭筋の咀嚼リズムについて, 自然歯列^{9,13,58,69-71)}および総義歯⁸⁾で報告が行われているが, これらの当教室以外の報告は咀嚼リズムを数量的に観察したものではない。そこで, 総義歯装着者の咬筋および側頭筋の咀嚼リズムについて, 咀嚼運動を 1~5 期に分け, 数量的に観察した当教室の報告^{14,15,17-19,21,22)}と比較し, 総義歯の人工臼歯咬合面形態の相違が咬筋および側頭筋の咀嚼リズムにどのように影響を与えるかを検討すると, 著者の放電持続時間は各種食物, とくにタクアン咀嚼で 30° 咬頭人工臼歯¹⁴⁾より大きく, 0° 咬頭人工臼歯¹⁷⁾および 20° 咬頭人工臼歯¹⁸⁾より小であった。しかし, Lingual bladed teeth²²⁾よりピーナッツ咀嚼で大, ハム咀嚼で小となるが, タクアン咀嚼ではほぼ同程度であった。このことは, 著者の総義歯は過度な割合状態の咬合面形態を有する人工臼歯で, その対合接触は面状であるので, 咀嚼筋の放電持続時間が適切な割合状態のものより切断性食物(タクアン)のときにとくに長くなり, 咀嚼機能を向上させようとしたと考えられた。しかし, 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯よりも, 人工臼歯咬合面形態が食物を破碎あるいは粉碎するに適したものであるため, 咀嚼筋の放電持続時間が短くなったものと考えられた。

放電間隔は各種食物, とくにタクアン咀嚼で 30° 咬頭人工臼歯, 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯より

小さく, Lingual bladed teeth とほぼ同程度であった。また, 放電間隔は 30° 咬頭人工臼歯, 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯と異なり, 咀嚼中期, 初期および末期の順に大となる傾向を示したが, その差は小であった。とくに, 咀嚼末期において 30° 咬頭人工臼歯, 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯との差が大であった。このことは, 30° 咬頭人工臼歯, 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯の「咀嚼末期における間隔が最も長く, 初期より中期が長い傾向を示す」^{14,17,18)}と異っており, とくにタクアンのような切断性食物の咀嚼過程が十分に行われない状態で食物を小さく破碎および粉碎することなく嚥下しているものと考えられた。さらに, 咀嚼時, 割合過度な人工臼歯の面状咬合局面に咀嚼力が働き, 総義歯の維持安定を防げるような作用が生じるのを防止するために咀嚼筋が活動する間隔が短くなったものと考えた。

放電周期は各種食物, とくにタクアン咀嚼で 0° 咬頭人工臼歯および 20° 咬頭人工臼歯より小で, 30° 咬頭人工臼歯および Lingual bladed teeth とほぼ同程度であった。また, 著者の成績は 5 期で大きく, 2 期で小さいと述べた 30° 咬頭人工臼歯および 0° 咬頭人工臼歯とほぼ同じ傾向を示した。しかし, 著者は両者に比較して, 5 期と 2 期の差は小であった。このことは, 放電持続時間および放電間隔と同じく, 割合過度は総義歯は咀嚼が十分に行われないので, 放電周期に食物の咀嚼リズムとしての変化が認められなかったと考えられた。

放電周期中に占める放電持続時間の割合が著者の成績(44~61%)は 30° 咬頭人工臼歯より約 4% 大で, 0° 咬頭人工臼歯より約 3% 小さく, 20° 咬頭人工臼歯および Lingual bladed teeth とほぼ同程度の大きさであった。このことは, 割合過度は総義歯は適切に割合された総義歯(30° 咬頭人工臼歯)よりも食物咀嚼時の咀嚼機能, とくに開口筋と閉口筋との活動の切り換わりが不十分であると考えられた。

4. 咀嚼力量および咀嚼回数について

咀嚼機能の解明に咀嚼力で観察することは有効な方法であるが, さらに, 咀嚼力に時標を考慮し波形全体を把握する咀嚼力量を加えて検討する必要がある。著者の各種食物咀嚼時の咀嚼力量は咀嚼中期(3期)と末期(4期)とで最も大きく, 咀嚼初期(1期)と末期(5期)とで最も小さく, このことより, 咀嚼過程における義歯床下軟組織および硬組織への負担が一定していないと考えられた。また, 嚥下期の対合力量は咀嚼力量よりも大であり, これは食物を食道へ送り込む働きが主体を成

しているため荷重時間が長くなり、義歯床下組織への負担が咀嚼過程中より大であると考えられた。

人工臼歯咬合面形態の相違により総義歯の咀嚼力量に関する影響について検討すると、各種食物咀嚼において、著者の成績は藤本¹⁹⁾と井上²¹⁾の30°咬頭人工臼歯を用いた総義歯より著明に小さく、Lingual bladed teethよりピーナツ咀嚼でほぼ同程度であり、ハムおよびタクアン咀嚼で小であった。このことより、割合過度な総義歯は適切に削合された人工臼歯の総義歯より義歯床下組織への負担が小さく、その点で有利と誤って推察されやすいが、しかし、逆に過大な面状咬合局面のため食物の破碎、粉碎および切截に必要な十分な大きさの咀嚼力量を発現することが不可能であると考えられた。さらに、人工臼歯が面状の咬合接触関係を持つので、咀嚼力が総義歯に対して転覆力⁶⁷⁾として働き、そして咀嚼力量が小さくなり咀嚼機能を満たすだけの咀嚼力量が認められないのではないかと考えられた。

著者の咀嚼回数はタクアン咀嚼で最も大きく、ピーナツ咀嚼、ハム咀嚼の順に小であり、「ピーナツなどの均質性食物は容易に粉碎しうるが、タクアンなどの線維性食物はきわめて悪い」という覚道の報告⁷²⁾と一致した。さらに、著者の成績は正常有歯顎者^{10,11,68,73,74)}より約3~4倍大きく、維持安定と咀嚼機能が良好な総義歯装着者^{36,75~79)}より約2~3倍大であった。このことは過度な自動削合を行ったため、人工臼歯の咬合関係が面状の咬合接触状態で保持されているので、タクアンなどの切断性食物咀嚼時に総義歯の維持安定を防げられて、またこれら食物を破碎などする咀嚼力量も不足し、その結果、それらを補うために Manly⁸⁰⁾、津留ら⁷⁷⁾および中野⁷⁵⁾の報告のごとくに咀嚼回数が増大したと考えられた。

5. 筋活動量について

総義歯の咀嚼機能解明のために各種食物咀嚼から嚥下にいる咀嚼筋の筋活動を定量的に筋活動量として観察されてきた^{19,21,22)}。著者の筋活動量はピーナツ咀嚼で最も大きく、ハム咀嚼、タクアン咀嚼の順に大であり、さらにピーナツ咀嚼の咀嚼力と筋活動量は同様な大小を示す傾向を認めた。一般に、正常な有歯顎者において咀嚼筋が等尺性収縮状態にあると、咀嚼筋のEMG積分値と咬合力とは正比例の関係が存在し^{69,81)}、さらにEMG積分値と咀嚼力とは正の相関が認められると言う報告^{82,83)}がある。このことより、割合過度な面状咬合関係であるために、破碎および粉碎性食物であるピーナツは弾力性および切断性食物で切截と臼磨を必要とするハムおよびタクアンより、その咀嚼機能が比較的良好に

営まれたと考えられた。

人工臼歯咬合面形態の相違が筋活動量にどのような影響を与えるかを検討すると、著者の成績は適切な削合状態の30°咬頭人工臼歯^{19,21)}とLingual bladed teeth²²⁾より、各種食物咀嚼で大であった。このことは、割合過度な人工臼歯咬合面形態を持ち、面状咬合接触である総義歯は食物、とくに切断性食物(タクアン)を十分に破碎、粉碎および切截できないため、咀嚼筋の活動(放電持続時間)が長くなり、その筋活動量も大きくなったと考えられた。その上、過大な面状の咬合局面により、各種食物咀嚼時における咀嚼力の一部が総義歯に対して転覆力⁶⁷⁾として働き、総義歯の動揺、脱落を招き、これを防ぐ反射的な動作が咀嚼筋に生じ、そして、その放電密度が高くなったとも考えられた。さらに、適切な割合の30°咬頭人工臼歯より、とくにハム咀嚼とタクアン咀嚼時にその咀嚼力が小さく筋活動量が大であることより、弾力性食物と切断性食物の咀嚼時に咀嚼筋の疲労が早期に生じるのではないかと考えられた。

6. 単位咀嚼力量および単位対合力あたりに要する筋活動量について

各種食物咀嚼時の咀嚼力量および筋活動量から単位咀嚼力量あたりに要する筋活動量を求めることは、咀嚼運動がいかに効率よく営まれているかを知る一つの指標となる。著者の成績はピーナツ咀嚼で最も小さく、タクアン咀嚼、ハム咀嚼の順に大であり、ピーナツ咀嚼はタクアンおよびハム咀嚼に比較して、咀嚼過程でほぼ一定の値を示した。このことは、過度な削合状態で面状の咬合局面を持つ人工臼歯の総義歯は破碎および粉碎の咀嚼様式を主体とする食物を切截の咀嚼様式を必要とする食物より比較的効率よく容易に咀嚼機能を営むことを示唆していると考えられた。人工臼歯咬合面形態の相違が単位咀嚼力量あたりに要する筋活動量に与える影響を検討すると、著者の成績は適切な削合状態の30°咬頭人工臼歯^{19,21)}より、各種食物咀嚼において著明に大であった。このことより、割合過度で過大な面状咬合局面を持つ総義歯は食物咀嚼に必要とされる咀嚼筋が活発に活動しているにもかかわらず、食物を破碎、粉碎および切截するに十分な大きさの咀嚼力が発現できず、咀嚼運動が非能率的に行われていると思われた。さらに、咀嚼運動時に咬筋および側頭筋が咀嚼力発現のためのみに働くのではなく、総義歯の動揺および脱落の防止あるいはChewing cycleの末期における過度な面状咬合局面相互間での接触滑走運動^{84~89)}なども大きく関与しているものと考えられた。

以上から、総義歯調製の重要操作である咬合調整は適切な両側性平衡咬合を付与し、さらに咀嚼筋および顎関節などの咀嚼系全体と調和し円滑な機能を営む状態に確立することが明らかになった。

第5章 結 論

30° 咬頭人工臼歯を使用して自家調製した総義歯の咬合面形態を過度に削合し、その上顎左右第1大臼歯部における咬合力、各種食物（ピーナッツ、ハムおよびタクアン）咀嚼時の咀嚼力と咬筋および側頭筋筋電図を50歳代男性7名について同時記録し、分析検討した結果、下記の結論を得た。

1. 咬合力は中心咬合位で約 15 kg、側方咬合位の作業側で約 14 kg、平衡側で約 8 kg、前方咬合位で約 7 kg であった。

2. 各種食物咀嚼時の咀嚼力はピーナッツ咀嚼で約 8~10 kg、ハム咀嚼で約 6~10 kg、タクアン咀嚼で約 7~11 kg であり、2~4 期で安定した大きな値を示した。また、嚥下期の対合力は咀嚼力より小であった。咀嚼力の発現持続時間はピーナッツおよびハム咀嚼で3期、タクアン咀嚼にて2期が最も小であった。間隔はピーナッツおよびハム咀嚼で2期、タクアン咀嚼にて3期が最も小であった。周期はピーナッツおよびハム咀嚼で2期、タクアン咀嚼にて3期が最も小であった。周期中に占める発現持続時間の割合は各種食物咀嚼で5期が最も小であった。

3. 各種食物咀嚼時の筋電図所見を咀嚼リズムでみると、放電持続時間（D）はピーナッツ咀嚼で2期、ハムおよびタクアン咀嚼にて3期が最も小であった。放電間隔（I）はピーナッツおよびハム咀嚼で2期、タクアン咀嚼にて3期が最も小であった。放電周期（T）はピーナッツ咀嚼で2期、ハムおよびタクアン咀嚼にて3期が最も小であった。放電周期中に占める放電持続時間の割合（D/T）は各種食物咀嚼で5期が最も小であった。食物間でみると、D、I および T でタクアン咀嚼が最も小さく、ピーナッツ咀嚼、ハム咀嚼の順に大であり、D/T でハム咀嚼が最も小さく、ピーナッツ咀嚼、タクアン咀嚼の順に大である傾向を示した。

4. 各種食物咀嚼時の咀嚼力量は3期で最も大きく、食物間でみると、タクアン咀嚼が最も大であり、ピーナッツ咀嚼、ハム咀嚼の順に小である傾向を示した。その咀嚼回数はタクアン咀嚼で最も大きく、ピーナッツ咀嚼、ハム咀嚼の順に小であった。

5. 各種食物咀嚼時の筋活動量は1期および5期で小さく、2期および3期で大となる傾向を示し、嚥下期の筋活動量は咀嚼1~5期より大であった。食物間でみると、ピーナッツ咀嚼が最も小さく、ハム咀嚼、タクアン咀嚼の順に大であった。

6. 各種食物咀嚼時の単位咀嚼力量あたりに要する筋活動量は5期で最も小さく、食物間でみると、ピーナッツ咀嚼が最も小さく、タクアン咀嚼、ハム咀嚼の順に大であった。

7. 本研究から総義歯咬合調整時の削合は、過度にならず患者固有の下顎運動に調和させ適正に行う必要性が実証された。

本研究の要旨は第67回日本補綴歯科学会総会、第32回日本大学歯学会総会において発表し、会誌に抄録を掲載した。

稿を終るにあたり、本研究に際し終始御懇篤なるご指導およびご校閲を賜った日本大学歯学部中澤靖教授および森谷良彦助教授、またご専攻の立場からご指導を賜った日本大学歯学部北川正教授、西連寺永康教授、大木一三教授に深く感謝の意を表します。

あわせて日頃ご助言ご鞭撻をいただいた深水皓三講師と本補綴学教室の諸先生および本研究にご協力いただいた被験者諸氏に対し感謝の意を表します。

Summary

We are going to come an advanced aged society, I guess that the requirement of Gerodontic services corresponded to the old age people is elevated to high position.

In this situation, the full denture prosthodontics will be occupied essential position on the elevation of old ages masticatory function. It has been considered that the vertical dimension, artificial teeth arrangement, occlusal types and forms and sizes of denture bases are the significant factors, which have direct effect masticatory function of full denture wearers. Several authors have made a study of the aspects of artificial molar teeth since old times. And in our laboratory other authors studied on the masticatory function of the 30 degree, 0 degree, 20 degree cusp artificial posterior teeth, and lingual bladed teeth. However, there are not the study about the effect to masticatory function by difference of grinding pattern on occlusal adjustment, the key procedure of full denture service. In this study, the author analyzed and investigated about that the biting forces

masticatory forces, the electromyography of masseter and temporalis and the number of masticatory times, the full denture with occlusal aspects of artificial molar teeth added excessive grinding pattern.

The outline of the discussion about theses studies as follows ;

1. The biting forces in upper first molars are about 7-15 kg in the several occlusal position.

2. The masticatory forces in various foods (peanuts, ham and pickled radish (Takuan)) were about 6-11 kg, and were larger and constance value in the 2nd 4th period through the masticating periods. And antagonistic forces in swallowing period was smaller. The duration of masticating forces was smaller in 3rd period by peanuts and ham, and 2nd period by pickled radish than the other periods, the interval was smaller in 2nd period by peanuts and ham, and 3rd period by pickled radish, the term was smaller in 2nd period by peanuts and ham, and 3rd period by pickled radish, and the ratio of the duration during electric discharge period was smaller in 5th period by all foods.

3. Concering the masticatory rythum in various foods, the duration was smaller in 2nd period by peanuts and 3rd period in ham and pickled radish, the interval was smaller in 2nd period by peanuts and ham and 3rd period by pickled radish, the term was smaller in 2nd period by peanuts and 3rd period by ham and pickled radish, and the ratio of the duration during electric discharge period was smaller in 5th period by all foods. Among foods, the pickled radish was smaller than the other foods in the duration, interval and the term, and the ham was smaller in the ratio of the duration during electric discharge period.

4. The integrated masticatory forces in various foods was larger in 3rd period. Among foods, the pickled radish was larger. The number of masticatory times was mors in pickled radish.

5. The activities of masticatory muscles in masticating various foods wsa smaller in 1st and 5th period, and the activities of masticatory muscles in swallowing period was larger than the masticating period. Among foods, peanuts was smaller.

6. The activities of masticatory muscles which were needed for the integrated masticatory force unit in various foods was smaller in 5th period. Among foods, peanuts was smaller.

7. It was established on the necessity that the grin-

ding performed on occlusal adjustment of full denture, is not done to excess and accords to the mandibular movement peculiar to each patients and is done properly, from these studies.

文 献

- 1) 橋本譲二：篩分法による各種咀嚼粉砕試験用食品の比較について，口腔病会誌，26：648～676，1959.
- 2) 石原寿郎，平沼謙二，橋本 譲，杉浦英二：生米およびピーナッツを試験食品とする咀嚼粉砕効率の相関関係について，口腔病会誌，26：616～622，1959.
- 3) 石原寿郎：篩分法による咀嚼能率の研究，口腔病会誌，22：207～255，1955.
- 4) Neill, D.J. & Phillips, H.I.B. : The Masticatory Performance, Dental State and Dietary Intake of Group of Elderly Army Pensioners, Brit. Dent. J., 128 : 581～585, 1970.
- 5) 三好 泰：澱粉消化に及ぼす咀嚼の影響，日歯会誌，22：117～156，214～231，1927.
- 6) 小林喜平：咀嚼能率に関する研究，第1報有歯顎者における咀嚼による澱粉の生化学的消化の基礎的検討，日補綴歯会誌，15：27～37，186～206，1971.
- 7) 三浦不二夫：筋電図法による咀嚼筋の活動様式に関する研究，口腔病会誌，23：291～320，1956.
- 8) 長沢 亨，高森 晃，津田正昭，津留宏道：各種食品咀嚼時における咀嚼筋活動の筋電図学的研究，Ⅱ 総義歯使用者について，日補綴歯会誌，14，120～126，1970.
- 9) 六車寿男：咀嚼筋筋電図の補綴学的分析に関する研究，歯医学，28：615～650，1965.
- 10) 多和伸治：咀嚼時の閉口筋の EMG Co-ordination pattern について，日補綴歯会誌，15：48～67，1971.
- 11) 橋本猛伸：臼歯補綴の効果に関する筋電図学的研究，歯医学，32：58～92，1969.
- 12) 柳田尚三，加藤 亘，旗手 敏，松尾悦郎：咀嚼時における咬筋の働き方に関する筋電図学的研究，歯学，44：16～21，1956.
- 13) 宇賀村吉亮：咀嚼リズムの筋電図学的研究，日補綴歯会誌，16：275～292，1973.
- 14) 深水皓三：総義歯の第1大臼歯部における咀嚼力および咬合力に関する研究，日補綴歯会誌，17：491～516，1974.
- 15) 志田啓二：総義歯の上顎第2小臼歯部における咀嚼力および咬合力に関する研究，日補綴歯会誌，19：587～610，1976.
- 16) 遠藤憲史：総義歯における咬合高径の相違による咀嚼力および咬合力に関する研究，第1報 第1大臼歯部につ

- いて, 日補綴歯会誌, 20: 775~772, 1977.
- 17) 久松正洋: 総義歯における人工臼歯の咬合面形態の相違による咀嚼力および咬合力に関する研究, 第1報 0°咬頭人工臼歯について, 日補綴歯会誌, 22: 15~35, 1978.
- 18) 鍵谷隆一: 総義歯における人工臼歯の咬合面形態の相違による咀嚼力および咬合力に関する研究, 第2報 20°咬頭人工臼歯について, 日補綴歯会誌, 23: 38~57, 1979.
- 19) 藤本俊男: 総義歯における咬合型式の相違による咀嚼力および咀嚼筋筋電図に関する研究, 日補綴歯会誌, 24: 8~28, 1980.
- 20) 甘利直和: 総義歯における人工臼歯咬合面形態の相違による筋活動量について, 日補綴歯会誌, 25: 74~79, 1981.
- 21) 井上恵司: 総義歯床辺縁形態の相違による咀嚼力および咀嚼筋筋電図に関する研究, 第1報, 下顎総義歯について, 日補綴歯会誌, 25: 110~128, 1981.
- 22) 山口研一: 総義歯における人工臼歯の咬合面形態の相違による咀嚼力および咬合力に関する研究, 第3報, Lingual bladed teeth について, 第67回日本補綴歯科学会学術大会講演内容抄録より引用, 1980.
- 23) 森谷良彦: 総義歯の咬合力に関する研究補遺, 日補綴歯会誌, 11: 1~25, 1967.
- 24) 高見沢忠: 健康永久歯の相対咬合力および個歯咬合力に関する研究, 日補綴歯会誌, 9: 217~236, 1965.
- 25) 森谷良彦, 深水皓三: 半導体歪素子を応用した各歯の咬合力・咀嚼力測定装置の新考案, 開発; 日補綴歯会誌, 17: 223~231, 1973.
- 26) 沖野節三: 総義歯補綴学; 改訂版, 44~59, 永末書店, 京都, 1972.
- 27) 長野裕行: 各種咬合位における総義歯の対合接触状態に関する研究, 日補綴歯会誌, 15: 381~402, 1971.
- 28) 中尾勝彦: 正常天然歯列における咬合小面と歯牙接触に関する研究 (咬頭嵌合位), 日補綴歯会誌, 14: 1~21, 1970.
- 29) 中尾勝彦: 正常天然歯列における咬合小面と歯牙接触に関する研究 (後方歯牙接触位, 前方滑走運動, 側方滑走運動), 日補綴歯会誌, 16: 45~75, 1972.
- 30) 藤本俊男, 井上恵司, 鍵谷隆一, 深水皓三, 川口隆彦, 森谷良彦: 総義歯装着者の咀嚼筋筋電図に関する経時的な研究, 第1報, Tapping 20回における Silent period の持続時間と発現頻度, 咬しめ時の筋放電活動について, 日補綴歯会誌, 22: 343~356, 1978.
- 31) Manly, R.S.: An Electronic Strain Gauge for Measuring oral Forces, J. Dent. Res., 27: 705~712, 1948.
- 32) Worner, H.K.: Gnathodynamics, The Measurement of Biting Forces with a New Design of Gnathodynamometer, Austral. J. Dent., 43: 381~393, 1939.
- 33) Klaffenbach, A.O.: Gnathodynamics, J. Amer. Dent. Ass., 23: 371~382, 1936.
- 34) 山崎 健: 各種補綴物における咬合力の比較に関する研究, 日歯医師会誌, 12: 779~788, 1960.
- 35) Brudevold, F.: A basic study of the chewing forces of a denture wearer, J. Amer. Dent. Ass., 43: 45~51, 1951.
- 36) 津留宏道: 義歯機能に関する生理学的研究 I, 咬合の高さと義歯機能との関係, 日口腔会誌, 8: 482~496, 1959.
- 37) Manly, R.S.: Factors Affecting Masticatory Performance and Efficiency Among Young Adults, J. Dent. Res., 30: 874~882, 1952.
- 38) Kapur, K. & Soman, S.: Masticatory Performance and Efficiency in Denture Wearers, J. Prosth. Dent., 14: 687~694, 1964.
- 39) 中沢 清: 総義歯の咬合調整前後における咬合接触点および咬合接触面積の変化に関する研究, 日補綴歯会誌, 22: 294~308, 1978.
- 40) Gysi, A.: Special teeth for cross-bite purpose, Dent. Dig., 33: 167~171, 1927.
- 41) Sears, V.H.: Specifications for artificial posterior teeth, J. Prosth. Dent., 2: 353~361, 1952.
- 42) Swenson, M.G.: Complete Dentures, 2nd Ed., C.V. Mosby Co., St. Louis, 523, 1947.
- 43) Hall, R.E.: Full denture construction, J. Amer. Dent. Ass., 16: 1157~1198, 1929.
- 44) French, F.H.: As we progress, Dent. Items Int., 57: 730~741, 1953.
- 45) McGrane, H.F.: The curved cusp posterior tooth, J. Amer. Dent. Ass., 23: 1072~1078, 1936.
- 46) Hardy, I.R.: Technique for use of non-anatomic acrylic posterior teeth, Dent. Dig., 48: 562~566, 1942.
- 47) Beresin, V.E.: A bio-mechanical approach to the problem of proaesthetic occlusion, J. Prosth. Dent., 6: 472~487, 1956.
- 48) Sosin, M.B.: Re-evaluation of posterior tooth form complete dentures, J. Prosth. Dent., 11: 55~61, 1961.
- 49) Levin, B.: A Review of artificial posterior tooth forms including a preliminary report on a new posterior tooth, J. Prosth. Dent., 38: 3~15, 1977.

- 50) Gysi, A. : Special teeth, *Dent. Dig.*, 34 : 98~103, 182~183, 1928.
- 51) Thompson, M.J. : Masticatory Efficiency as Related to Cusp Form in Denture Prosthesis. *J. Amer. Dent. Ass.*, 24 : 207~219, 1937.
- 52) Payne, S.H. : A study of Posterior Occlusion in Duplicate Dentures, *J. Prosth. Dent.*, 1 : 322~326, 1951.
- 53) Trapozzano, V.R. & Lazzari, J.B. : An Experimental Study of the Testing of Occlusal Patterns on the Same Denture Bases, *J. Prosth. Dent.*, 2 : 440~457, 1952.
- 54) Frechette, A.R. : Masticatory Forces Associated with the Use of Various Types of Artificial Teeth A Preliminary Report, *J. Prosth. Dent.*, 5 : 252~267, 1955.
- 55) Trapozzano, V.R. : Testing Occlusal Patterns on the Same Denture Bases, *J. Prosth. Dent.*, 9 : 53~69, 1959.
- 56) Sobolik, C.F. : Observations on Occlusal Forms by an Edentulous Dentist, *Dent. Items. Int.*, 60 : 762~771, 1938.
- 57) Nasr, M.F., George, W.A., Travaglini, E.A. & Scott, R.H. : The Relative Efficiency of Different Types of Posterior Teeth, *J. Prosth. Dent.*, 18 : 3~11, 1967.
- 58) Bascom, P.W. : Masticatory Efficiency of Complete Dentures, *J. Prosth. Dent.*, 12 : 453~459, 1962.
- 59) Schultz, A.W. : Comfort and Chewing Efficiency in Dentures, *J. Prosth. Dent.*, 1 : 38~48, 1951.
- 60) 増田信武 : 人工臼歯の咀嚼能率に関する研究, 第2報 咬合面形態について, *日補綴歯会誌*, 17 : 401~421, 1972.
- 61) Yurkstas, A.A. : The Influence of Geometric Occlusal Carvings on the Masticatory Effectiveness of Complete Dentures, *J. Prosth. Dent.*, 13 : 452~461, 1963.
- 62) Kapur, K.K. & Soman, S. : The Effect of Denture Factors on Masticatory Performance Part IV. Influence of Occlusal Patterns, *J. Prosth. Dent.*, 15 : 662~670, 1965.
- 63) Hickey, J.C., Woelfel, J.B., Allison, M.L. & Boucher, C.O. : Influence of Occlusal Schemes on the Muscular Activity of Edentulous Patients, *J. Prosth. Dent.*, 444~451, 1963.
- 64) Lambrecht, J.R. : The Influence of Occlusal Contact Area on Chewing Performance, *J. Prosth. Dent.*, 15 : 444~450, 1965.
- 65) Frechette, A.R. : Masticatory forces associated with the use of various types of artificial teeth, *J. Prosth. Dent.*, 7 : 634~644, 1957.
- 66) 覚道幸男 : 床義歯の生理学 ; 第1版, 147~149, 196~197, 学建書院, 東京, 1976.
- 67) 沖野節三 : 総義歯学—理論編 ; 第3版, 168~180, 医歯薬出版, 東京, 1972.
- 68) 川畑 衛 : 各種食品咀嚼時の咀嚼筋の積分筋電図について, *歯医学*, 32 : 453~486, 1969.
- 69) Ahlgren, J. : Mechanism of Mastication, *Acta odontol. Scand.*, 24 : 1~109, 1966.
- 70) 小坂 肇 : 下顎前突症患者における手術前後の筋電図学的研究, *歯学報*, 73 : 715~748, 1973.
- 71) 関 秀孝 : 顎関節症の補綴学的研究, 第2報 顎関節症患者の筋電図学的研究, *口腔病会誌*, 35 : 228~264, 1968.
- 72) 覚道幸男 : 総義歯の食物粉砕能, 咀嚼の能率のよい総義歯とは, *新歯潮*, 2 : 8~9, 1968.
- 73) 長沢 亨, 津田正昭, 田中逸朗, 佐藤隆志, 灘田義弘, 津留宏道 : 1 歯欠損患者における可撤性局部床義歯と固定性架工義歯の咀嚼機能の比較に関する研究 I, *日補綴歯会誌*, 15 : 83~89, 1971.
- 74) Yurkstas, A.A. : The Masticatory Act, *J. Prosth. Dent.*, 15 : 248~260, 1965.
- 75) 中野香津雄 : 総義歯の維持安定に関する振動ならびに筋電図学的研究, *歯学*, 64 : 1141~1177, 1977.
- 76) Vinton, P. & Manly, R.S. : Masticatory Efficiency During the Period of Adjustment to Dentures, *J. Prosth. Dent.*, 5 : 477~480, 1955.
- 77) 津留宏道, 堀内 寛, 角田篤実, 溝口 修 : 義歯機能に関する生理学的研究 III, 義歯の維持と咀嚼機能との関係, *日補綴歯会誌*, 7 : 26~31, 1963.
- 78) Kapur, K., Soman, S. & Yurkstas, A. : Test Foods for Measuring Masticatory Performance of Denture Wearers, *J. Prosth. Dent.*, 14 : 483~491, 1964.
- 79) Kapur, K. & Soman, S. : The Effect of Denture Factors on Masticatory Performance II., *J. Prosth. Dent.*, 15 : 231~240, 1965.
- 80) Manly, R.S. & Vinton, P. : Factors Influencing Denture Function, *J. Prosth. Dent.*, 1 : 578~586, 1951.
- 81) 田部孝治 : 咀嚼筋活動と顎顔面形態に関する研究 I, 咬筋活動の筋電図学的特性と閉顎力について, *日矯正歯会誌*, 35 : 239~254, 1976.
- 82) Garret, F.A., Angelone, L. & Allen, W.I. : The Effect of Bite Opening, Bite Pressure and Maloc-

- cclusion on the Electrical Response of the Masseter Muscles, Amer. J. Orthodont., 50 : 435~444, 1964.
- 83) 羽田 勝：咀嚼能力に影響を及ぼす諸因子とそれらの関係の統計学的解析，広歯誌，10：21~23，1978.
- 84) 沖野節三：総義歯学—理論編—，第3版，119~128，医歯薬出版，東京，1972.
- 85) 大石司郎：アーム型分解器とコンデンサー法による下顎運動の研究，第2報 側方滑走運動並びに咀嚼運動の水平面投影に関する考察，日補綴歯会誌，7：196~205，1963.
- 86) 根本一男：有歯顎者の下顎切歯点における3次元の限界運動の研究，日補綴歯会誌，6：1~40，1962.
- 87) 中沢 勇：下顎運動の補綴学的研究，有歯顎の運動，口腔病会誌，13：81~89，1940.
- 88) 藍 稔：切歯点部における咀嚼運動の解析，日補綴歯会誌，6：164~200，1962.
- 89) Brewer, A.A. & Hudson, D.C.: Application of Miniaturized Electronic Devices to the Study of Tooth Contact in Complete Dentures, J. Prosth. Dent., 11 : 62~72, 1961.