Sectograph による顎頭位の研究

第3報 成人および小児における T.M.J. 付近の状態と顎頭の動きについて

高橋 健二   早坂 正博   田中 義博
近江谷尚紀   酒井 靖彦   田島 篤治

A Study of Condylar Position with Sectograph

Part 3. Morphological Studies of Temporomandibular Joint on Adult and Child

Kenji Takashi, Masahiro Hayasaka, Yoshihiro Tanaka,
Naoki Omiya, Yasuhiko Sakai and Tokuji Tajima

I. 緒 論

顎関節ならびに下顎運動に関する研究は、補綴的分野における診断上の重要な情報ならびに咬合面の構成を主体とする治療術式の確立という立場からさる重要な要素として注目されてきた¹⁾。特に下顎運動に関するものは Monro u.Ferrein (1737, 1744 年) 以来多数の報告がみられ、解剖学的方法²⁻⁴⁾、チェックパイト法⁵⁻⁷⁾、描記法⁸⁻¹⁰⁾、電球またはストロボ写真法¹¹⁻¹³⁾、X線写真法¹⁴⁻¹⁶⁾、X線映画法^{17,18)}、電気的方法^{19,20)}など多岐をきわめており、運動の実体も解明されようとしている。

しかし、補綴学的観点から下顎運動および T.M.J. に関する研究が進められてきたため、小児におけるそれらの研究が等閑視されたものと思われる。したがってこれらの分野ではわずかに乾燥頭蓋を用いた T.M.J. 付近の形態に関する研究がみられるのみで、規格断層 X線写真による研究は Alan High²¹⁾ (1978 年) のみであり、さらに下顎運動に関するものはきわめて数少ないのが現状である。

すでにわれわれは Cephalometric laminagraph 「Sec-

tograph」を利用し、第1報および第2報において、成人における T.M.J. 付近の形態ならびに下顎運動について報告した^{22,23)}。そこで今回は、前報よりえられた情報をもととし、小児における T.M.J. 付近の形態と centric position および eccentric position における顎頭の挙動と同時に、関節窩内の空間変化についても image analyzer を使用して検索を行った。

II. 研究方法

1. 撮影およびトレーシング法

頭部規格断層 X線撮影装置として、米国 Quint 社製 Sectograph を利用し、顎頭中央をとおりフィルム方向へ 15 度回転させた断面を対象として撮影を行った。断層撮影面の決定にあたっては、頭部規格 X線写真法により撮影した前頭面像によって顎頭間距離の測定を行うと同時に、解剖的計測基準に準じた顎頭中央部指定法すなわち頬部表面計測による頬骨弓幅の 1/2 より 18 mm を減じた値を参考とした。撮影条件は、焦点 1.0×1.0 mm²、焦点フィルム間距離 1,650 mm、フィルム断層面間距離は成人で平均 80 mm、小児では平均 85 mm、管電圧 76 kVp、管電流 100 mA、フィルムはさくら AL タイプ、増感紙は東芝 RM、有効管球移動角度は 15 度である。頭部の固定にあたっては撮影側フィルム面に対面するように被験者を撮影用椅子に通常の座位の姿勢で固

東北歯科大学歯科補綴学第2講座（主任：田島篤治教授）
Tohoku Dental University, Department of Removable
Prosthodontics (Chief: Prof. Tokuji Tajima)
昭和58年4月15日受付

図1 頭部規格断層X線撮影装置 Sectograph

図2 撮影断層面

定し、両側外耳道に ear rod を挿入した (表1, 図1, 2, 3).

なお前後のあおりの固定は眼点に接触する固定装置を用いた。また、各条件における Sectogram についてトレーシングを行い計測原図とした (図4)。

2. 被験者、顎位および測定対象

1) 被験者および被験顎

成人群は平均年齢23歳の男女10名、小児群としては平均年齢10歳の男女10名を被験者とした。

なお、成人群は第3大臼歯以外の欠如を認めず、また成人群および小児群ともに咬合状態および歯周組織が正常であり、歯冠修復がある場合であっても咬合の変化をきたす範囲にわたらないものであり、かつ臨床的な診査において咀嚼筋群あるいは顎関節の異常は認められないものである。

表1 各被験者の顎頭頂間距離

adult		child	
A	98	a	82
B	96	b	92
C	98	c	82
D	100	d	88
E	102	e	88
F	106	f	98
G	100	g	100
H	100	h	88
I	104	i	94
J	90	j	84
M	99.4	M	89.6
SD	4.4	SD	6.3
max.	106	max.	100
min.	90	min.	82

mm

被験側は各被験者の左右、すなわち成人群および小児群各々20側である。

2) 撮影顎位

被験者の顎関節の断層撮影時の咬合条件は、i.<p:咬頭嵌合位、および n.w.s:前歯部で5mm 移動時の非作業側である (表2)。

3) 測定対象

(1) 関節窩の形態

a) 関節窩前方部の大きさ

下顎運動時における不動側要素として重要と思われる関節窩前方部分の形態を、F-H 平面を水平基準として図に示すように関節窩最高点と最低点から、前後的な距離 fi と上下的な距離 fd の測定を行った (図5)。

b) 関節窩前壁の傾斜度

関節窩前壁における最高点最低点間の曲線部を4分割し、最高点および最低点よりそれぞれ1/4の2点を結んだ直線をもって曲線部中央の平均的傾斜度とみなし、F-H 平面に対する θ を測定した (図6)。

(2) 関節窩壁と顎頭との最接近距離

咬頭嵌合位および非作業側における関節窩内の顎頭位を調査した。

調査にあたっては関節窩前壁あるいは後壁と顎頭との最短距離の測定を行った。すなわち F-H 平面に対し45度に交わる2本の基準線を設定し、これに平行な最短距離をもって関節窩壁顎頭間距離とした (図7)。

(a) Pd: 関節窩前壁と顎頭との最も接近した距離。

(b) Rd: 関節窩後壁と顎頭との最も接近した距離。

図 3 Sectogram
左上：成人の咬頭嵌合位
右上：小児の咬頭嵌合位
左下：成人の非作業側
右下：小児の非作業側

表 2 撮影顎位と略記

adult	
i. p	intercuspidated position
n. w. s	non-working side
child	
i. p	intercuspidated position
n. w. s	non-working side

図 4 頭部固定

図 5 関節窩前方部測定部位

図 6 関節窩前壁傾斜度測定法

図 8 image analyzer

図 7 関節窩前壁および後壁と顎頭との最接近距離

図 9 image analyzer のテレビジョン画面における測定誤差調査部位

表 3 image analyzer 測定誤差調査結果

measuring positions

	up. left	mez. left	low. left	up. center	mez. center	low. center	up. right	mez. right	low. right
1	182182	181678	181284	181927	181306	180635	183552	182705	181834
2	182198	181674	181307	181911	181320	180626	183508	182688	181782
3	182247	181652	181294	181907	181313	180616	183486	182671	181817
4	182176	181672	181286	181919	181343	180614	183468	182664	181776
5	182247	181671	181321	181911	181335	180635	183476	182661	181788
6	182196	181666	181313	181930	181329	180639	183516	182649	181792
7	182188	181687	181305	181912	181329	180611	183524	182652	181758
8	182206	181654	181312	181938	181330	180644	183519	182655	181781
9	182169	181659	181309	181931	181345	180608	183480	182663	181806
10	182168	181616	181274	181919	181295	180631	183492	182651	181820
M	182198	181663	181301	181921	181325	180626	183502	182666	181795
SD	28.7131	19.6356	15.0555	10.4350	15.9513	12.7366	26.1406	17.8885	23.2857
max.	182247	181687	181321	181938	181345	180644	183552	182705	181834
min.	182168	181616	181274	181907	181295	180608	183468	182649	181758

図 10 関節窩顆頭間空隙の断面積測定域

図 11 顆頭頂決定法

測定にあたっては、米国 Buehler 社の image analyzer を使用し最接近部位を捜査すると同時に、その距離を測定した (図 8)。

この分析装置はテレビジョンの画素すなわちメジャリング・ポイントを利用し、比例的に距離および面積の測定を行うものである。

測定に先立ち、画面を上下 3 段 (up., mez., low.) に分け、また左右 3 区分 (left, center, right) し、計 9 域における測定誤差を調査した。測定誤差は画面に対する被写体の大きさの比率にも影響を受けるが、われわれの測定における被写体比率にあつては、面積測定の場合、最大値-最小値差は 0.028% であり、被写体の位置ずれを考慮に入れても最大 1.62% 以内の測定が可能である (表 3, 図 9)。

(3) 関節窩顆頭間空隙の断面積

関節窩内の顆頭位の表現にあたって、関節窩顆頭間空隙の断面積測定をも行った。最接近距離の測定と同様、image analyzer を使用して咬頭嵌合位および非作業側

図 12 関節窩最高点を基準とした顆頭頂の測定

における関節窩顆頭間空隙の断面積を測定した。

関節窩顆頭間空隙：(a) whole (area), および関節窩最高点をとおり F-H 平面に垂直な直線によって関節窩顆頭間空隙を 2 分し前方域：(b) area P および後方域：(c) area R とし各々測定を行った (図 10)。

(4) 各顆位における顆頭頂の位置

下顎骨枝後縁豊隆部を結んだ線を基準として最も高い点をもって顆頭頂とみなし、関節窩最高点を基準として前後および上下的な位置すなわち x と y について測定を行った (図 11, 12)。

(5) 顆頭頂の移動

つぎにあげる各被験者群における顆頭頂の移動について調査を行った。

(a) 成人群における咬頭嵌合位から非作業側にいたる変化。

(b) 小児群における咬頭嵌合位から非作業側にいたる変化。

III. 研究結果

研究方法において述べた各条件下における成人群および小児群の顎関節、および顆頭頂ならびに下顎骨の形態的調査結果は下記のとおりである。

1. 関節窩の形態

1) 関節窩前方部の大きさ

関節窩前方部分の形態を F-H 平面を水平基準とし関節窩最高点と最低点の位置より、前後的な距離 fl は、成人群で最大 14.50 mm, 最小 6.75 mm, 平均 10.610 mm, 標準偏差 1.625 mm であり、小児群では最大 15.10

表 4 関節窩前方部の大きさ測定結果

adult			child		
	fl	fd		fl	fd
Ar	9.00	7.00	ar	11.80	6.50
Al	9.60	7.50	al	11.90	6.70
Br	9.50	6.20	br	11.60	7.70
Bl	10.50	6.20	bl	10.80	6.60
Cr	11.10	6.25	cr	10.60	6.20
Cl	10.80	8.70	cl	9.20	5.50
Dr	9.80	7.90	dr	9.30	8.70
Dl	11.30	8.00	dl	11.30	8.60
Er	11.30	9.50	er	9.20	6.20
El	14.50	8.35	el	15.10	5.70
Fr	6.75	6.45	fr	9.30	9.40
Fl	11.40	8.15	fl	10.00	9.60
Gr	12.50	7.90	gr	11.70	6.50
Gl	11.70	6.45	gl	7.20	6.80
Hr	11.00	8.75	hr	9.70	4.35
Hl	10.80	7.40	hl	8.90	6.10
Ir	8.40	8.40	ir	8.90	5.50
Il	9.80	8.15	il	11.40	4.80
Jr	12.10	6.45	jr	13.60	6.35
Jl	10.35	3.60	jl	14.00	12.00
M	10.610	7.365	M	10.775	6.990
SD	1.625	1.324	SD	1.954	1.847
max.	14.50	9.50	max.	15.10	12.00
min.	6.75	3.60	min.	7.20	4.35

mm

左：成人群，右：小児群

図 13 関節窩前方部の大きさ

表 5 関節窩前壁傾斜度測定結果

adult		child	
	θ		θ
Ar	60	ar	44
Al	62	al	39
Br	41	br	53
Bl	45	bl	51
Cr	48	cr	44
Cl	60	cl	53
Dr	42	dr	59
Dl	41	dl	51
Er	63	er	45
El	43	el	29
Fr	63	fr	68
Fl	51	fl	78
Gr	44	gr	37
Gl	45	gl	69
Hr	57	hr	29
Hl	55	hl	54
Ir	81	ir	42
Il	67	il	27
Jr	43	jr	37
Jl	25	jl	37
M	51.8	M	47.3
SD	12.5	SD	13.8
max.	81	max.	78
min.	25	min.	27

degree

mm, 最小 7.20 mm, 平均 10.775 mm, 標準偏差 1.954 mm であった。また、上下的な距離 fd は、成人群で最大 9.50 mm, 最小 3.60 mm, 平均 7.365 mm, 標準偏差 1.324 mm であり、小児群では最大 12.00 mm, 最小 4.35 mm, 平均 6.990 mm, 標準偏差 1.847 mm であった（表 4, 図 13）。

2) 関節窩前壁の傾斜度

関節窩前壁の最高点および最低点よりそれぞれ 1/4 中央寄りの 2 点を結んだ直線を曲線部中央の平均的傾斜度とみなした場合の F-H 平面に対する θ は、成人群で最高 81 度, 最低 25 度, 平均 51.8 度, 標準偏差 12.5 度であり、小児群では最高 78 度, 最低 27 度, 平均 47.3 度, 標準偏差 13.8 度であった（表 5, 図 14, 15）。

2. 関節窩壁と顎頭との最接近距離

咬頭嵌合位および非作業側における関節窩内の顎頭位の表現として、Pd（関節窩前壁と顎頭との最も接近した距離）と Rd（関節窩後壁と顎頭との最も接近した距離）

図 14 関節窩前壁傾斜度の発現頻度
左：成人群，右：小児群

図 15 関節窩前壁傾斜度

の測定を行った。

1) 咬頭嵌合位

Pd は、成人群で最大 3.1 mm、最小 1.1 mm、平均 1.96 mm、標準偏差 0.48 mm であり、小児群では最大 2.3 mm、最小 0.8 mm、平均 1.64 mm、標準偏差 0.45 mm であった。

Rd は、成人群で最大 3.9 mm、最小 1.6 mm、平均 2.69 mm、標準偏差 0.70 mm であり、小児群では最大 4.4 mm、最小 1.8 mm、平均 3.01 mm、標準偏差 0.70

表 6 咬頭嵌合位における関節窩前壁および後壁
と顆頭との最接近距離測定結果

i.p	adult		i.p	child	
	Pd	Rd		Pd	Rd
Ar	1.9	2.3	ar	1.8	3.5
Al	1.1	2.7	al	1.0	3.2
Br	1.2	1.9	br	1.6	2.6
Bl	1.5	1.6	bl	2.2	2.7
Cr	1.5	2.0	cr	1.9	1.8
Cl	2.0	2.2	cl	1.4	3.3
Dr	1.8	3.9	dr	0.9	2.7
Dl	2.1	3.6	dl	1.6	3.4
Er	1.9	1.9	er	1.8	3.7
El	2.0	2.8	el	1.7	3.2
Fr	3.1	3.4	fr	1.5	3.7
Fl	2.2	2.7	fl	2.2	4.4
Gr	2.4	2.7	gr	0.8	2.9
Gl	1.8	2.9	gl	1.6	1.9
Hr	2.6	2.7	hr	1.6	2.2
Hl	2.2	1.6	hl	2.0	2.1
Ir	2.5	3.6	ir	2.2	3.0
Il	2.2	3.2	il	1.0	2.4
Jr	1.5	3.6	jr	2.3	3.5
Jl	1.7	2.5	jl	1.7	3.9
M	1.96	2.69	M	1.64	3.01
SD	0.48	0.70	SD	0.45	0.70
max.	3.1	3.9	max.	2.3	4.4
min.	1.1	1.6	min.	0.8	1.8

mm

図 16 咬頭嵌合位における関節窩前壁および後壁と顎頭との最接近距離

図 17 非作業側における関節窩前壁および後壁と顎頭との最接近距離

mm であった (表 6, 図 16).

2) 非作業側

Pd は, 成人群で最大 2.7 mm, 最小 0.3 mm, 平均 1.40 mm, 標準偏差 0.64 mm であり, 小児群では最大 2.0 mm, 最小 0.3 mm, 平均 1.05 mm, 標準偏差 0.56 mm であった.

Rd は, 成人群で最大 8.4 mm, 最小 3.0 mm, 平均 5.18 mm, 標準偏差 1.27 mm であり, 小児群では最大 11.8 mm, 最小 5.9 mm, 平均 8.08 mm, 標準偏差 1.75

表 7 非作業側における関節窩前壁および後壁と顎頭との最接近距離測定結果

n. w. s adult			n. w. s child		
	Pd	Rd		Pd	Rd
Ar	1.1	5.3	ar	—	—
Al	0.7	4.8	al	—	—
Br	0.6	8.4	br	1.5	6.9
Bl	1.0	4.7	bl	1.8	7.9
Cr	1.7	3.8	cr	1.2	6.3
Cl	0.3	4.7	cl	—	—
Dr	2.3	6.9	dr	0.8	6.6
DI	1.4	5.1	dl	1.3	9.4
Er	2.2	3.0	er	—	—
El	0.8	5.9	el	—	—
Fr	2.7	4.2	fr	0.3	11.8
Fl	2.0	6.5	fl	—	—
Gr	1.5	4.9	gr	0.9	8.5
Gl	—	—	gl	0.4	8.5
Hr	1.4	5.3	hr	2.0	5.9
HI	1.3	3.7	hl	1.3	6.4
Ir	1.3	6.2	ir	—	—
Il	1.9	5.1	il	—	—
Jr	1.0	4.8	jr	0.7	9.5
Jl	—	—	jl	0.4	9.2
M	1.40	5.18	M	1.05	8.08
SD	0.64	1.27	SD	0.56	1.75
max.	2.7	8.4	max.	2.0	11.8
min.	0.3	3.0	min.	0.3	5.9

mm

mm であった (表 7, 図 17).

3. 関節窩顎頭間空隙の断面積

咬頭嵌合位および非作業側における関節窩顎頭間空隙の断面積測定を全域 (whole area), 前方域 (area P), 後方域 (area R) について行った.

1) 咬頭嵌合位

whole area は, 成人群で最大 67.0 mm², 最小 27.6 mm², 平均 50.84 mm², 標準偏差 12.38 mm² であり, 小児群では最大 88.4 mm², 最小 27.4 mm², 平均 49.34 mm², 標準偏差 14.00 mm² であった.

area P は, 成人群で最大 40.1 mm², 最小 13.7 mm², 平均 25.45 mm², 標準偏差 6.56 mm² であり, 小児群では最大 37.7 mm², 最小 15.0 mm², 平均 24.13 mm², 標準偏差 6.50 mm² であった.

area R は, 成人群で最大 44.6 mm², 最小 12.5 mm², 平均 25.39 mm², 標準偏差 8.21 mm² であり, 小児群で

表 8 咬頭嵌合位における関節窩顆頭間空隙の断面積測定結果

i. p				adult				i. p				child			
	area P	area R	whole		area P	area R	whole		area P	area R	whole		area P	area R	whole
Ar	22.8	24.0	46.8	ar	27.7	26.5	54.2								
Al	22.5	22.2	44.7	al	23.8	25.7	49.5								
Br	16.5	16.0	32.5	br	22.9	32.1	55.0								
Bl	20.6	15.6	36.2	bl	25.1	18.6	43.7								
Cr	13.7	16.2	29.9	cr	20.4	16.7	37.1								
Cl	27.8	20.8	48.6	cl	17.8	17.9	35.7								
Dr	22.0	42.4	64.4	dr	17.2	31.4	48.6								
Dl	32.0	30.2	62.2	dl	29.5	28.9	58.4								
Er	28.9	25.5	54.4	er	21.3	28.2	49.5								
El	40.1	28.7	68.8	el	34.2	15.2	49.4								
Fr	24.6	26.5	51.1	fr	31.4	43.1	74.5								
Fl	30.8	23.7	54.5	fl	37.7	50.7	88.4								
Gr	30.7	25.9	56.6	gr	19.9	24.4	44.3								
Gl	23.1	24.0	47.1	gl	19.1	22.2	41.3								
Hr	34.7	31.6	66.3	hr	15.0	12.4	27.4								
Hl	26.5	19.4	45.9	hl	20.7	15.8	36.5								
Ir	22.4	44.6	67.0	ir	18.8	22.7	41.5								
Il	28.2	32.1	60.3	il	17.7	19.8	37.5								
Jr	25.9	25.9	51.8	jr	29.7	27.9	57.6								
Jl	15.1	12.5	27.6	jl	32.6	24.0	56.6								
M	25.45	25.39	50.84	M	24.13	25.21	49.34								
SD	6.56	8.21	12.38	SD	6.50	9.34	14.00								
max.	40.1	44.6	67.0	max.	37.7	50.7	88.4								
min.	13.7	12.5	27.6	min.	15.0	12.4	27.4								

mm²

図 18 咬頭嵌合位における関節窩顆頭間空隙の断面積

は最大 50.7 mm², 最小 12.4 mm², 平均 25.21 mm², 標準偏差 9.34 mm² であった (表 8, 図 18)。

表 9 非作業側における関節窩顆頭間空隙の断面積測定結果

n. w. s				adult				n. w. s				child			
	area P	area R	whole		area P	area R	whole		area P	area R	whole		area P	area R	whole
Ar	24.3	35.6	59.9	ar	43.8	33.5	77.3								
Al	24.2	33.0	57.2	al	41.1	33.9	75.0								
Br	31.8	24.3	56.1	br	28.8	48.0	76.8								
Bl	22.9	25.7	48.6	bl	34.9	22.1	57.0								
Cr	17.8	23.4	41.2	cr	25.6	30.0	55.6								
Cl	23.3	38.6	61.9	cl	27.5	20.2	47.7								
Dr	35.3	50.4	85.7	dr	26.8	47.6	74.4								
Dl	34.1	33.0	67.1	dl	42.4	39.1	81.5								
Er	34.5	33.3	67.8	er	33.2	34.5	67.7								
El	36.1	43.5	79.6	el	43.1	14.9	58.0								
Fr	24.2	30.3	54.5	fr	48.0	58.5	106.5								
Fl	39.4	36.6	76.0	fl	49.5	59.9	109.4								
Gr	30.4	36.8	67.2	gr	34.2	30.9	65.1								
Gl	32.6	30.7	63.3	gl	35.4	32.4	67.8								
Hr	37.6	53.0	90.6	hr	24.0	13.8	37.8								
Hl	24.1	32.3	56.4	hl	32.5	24.1	56.6								
Ir	20.3	53.1	73.4	ir	24.0	30.7	54.7								
Il	31.0	40.0	71.0	il	28.8	21.4	50.2								
Jr	22.6	32.0	54.6	jr	46.9	33.1	80.0								
Jl	18.6	14.8	33.4	jl	49.7	26.0	75.7								
M	28.26	35.02	63.28	M	36.01	32.73	68.74								
SD	6.71	9.78	14.12	SD	8.86	12.80	18.00								
max.	39.4	53.1	90.6	max.	49.7	59.9	109.4								
min.	17.8	14.8	33.4	min.	24.0	13.8	37.8								

mm²

図 19 非作業側における関節窩顆頭間空隙の断面積

2) 非作業側

whole area は, 成人群で最大 90.6 mm², 最小 33.4 mm², 平均 63.28 mm², 標準偏差 14.12 mm² であり, 小

表 10 関節窩最高点を基準とした顎頭頂位測定結果

adult					child				
	i. p		n. w. s			i. p		n. w. s	
	x	y	x	y		x	y	x	y
Ar	0.00	1.95	2.00	4.65	ar	0.60	2.90	5.40	6.00
Al	-0.50	2.90	1.30	4.10	al	0.50	3.40	7.40	7.60
Br	1.70	1.60	5.75	5.10	br	0.80	2.50	3.50	6.00
Bl	-1.20	2.90	1.15	4.15	bl	0.80	2.00	5.20	5.60
Cr	0.00	1.00	2.40	2.20	cr	-1.60	3.80	2.10	5.50
Cl	0.00	1.35	2.90	2.40	cl	1.40	2.90	6.00	5.80
Dr	1.00	2.90	3.10	5.90	dr	0.00	3.80	1.30	5.00
Dl	1.40	2.45	2.40	4.90	dl	0.70	3.10	6.30	8.40
Er	0.75	3.00	1.70	4.70	er	0.00	4.00	6.20	6.60
El	1.20	2.70	2.40	4.75	el	2.50	2.80	8.70	6.30
Fr	0.40	3.30	0.75	4.30	fr	0.00	4.80	5.80	8.50
Fl	1.30	2.90	2.95	3.30	fl	0.80	4.20	4.60	9.80
Gr	0.00	3.10	2.15	4.85	gr	1.50	1.80	6.80	5.80
Gl	1.25	3.30	6.90	6.30	gl	0.00	3.00	4.60	5.70
Hr	-0.65	2.35	2.00	5.00	hr	0.00	2.30	4.30	7.20
Hl	0.45	1.60	1.80	2.80	hl	-0.80	3.35	3.50	5.35
Ir	-1.25	5.60	0.40	6.75	ir	-1.20	2.80	6.00	5.80
Il	-0.80	6.00	1.05	5.65	il	0.00	1.30	7.20	5.00
Jr	0.00	2.70	4.40	3.50	jr	0.00	2.90	6.20	5.25
Jl	1.35	2.25	3.40	3.10	jl	2.30	3.10	8.20	5.75
M	0.320	2.793	2.545	4.420	M	0.415	3.038	5.465	6.348
SD	0.905	1.221	1.616	1.252	SD	1.025	0.840	1.896	1.301
max.	1.70	6.00	6.90	6.75	max.	2.50	4.80	8.70	9.80
min.	-1.25	1.00	0.40	2.20	min.	-1.60	1.30	1.30	5.00

mm

児群では最大 109.4 mm², 最小 37.8 mm², 平均 68.74 mm², 標準偏差 18.00 mm² であった。

area P は, 成人群で最大 39.4 mm², 最小 17.8 mm², 平均 28.26 mm², 標準偏差 6.71 mm² であり, 小児群では最大 49.7 mm², 最小 24.0 mm², 平均 36.01 mm², 標準偏差 8.86 mm² であった。

area R は, 成人群で最大 53.1 mm², 最小 14.8 mm², 平均 35.02 mm², 標準偏差 9.78 mm² であり, 小児群では最大 59.9 mm², 最小 13.8 mm², 平均 32.73 mm², 標準偏差 12.80 mm² であった (表 9, 図 19)。

4. 各顎位における顎頭頂の位置

下顎骨枝後縁豊隆部を結んだ線を基準として最も高い点を顎頭頂とみなし, 関節窩最高点を基準とした前後および上下的な位置すなわち x と y についての測定結果はつぎのとおりであった。

1) 咬頭嵌合位

x は, 成人群で最大 1.70 mm, 最小 -1.25 mm, 平均 0.320 mm, 標準偏差 0.905 mm であり, 小児群では最大 2.50 mm, 最小 -1.60 mm, 平均 0.415 mm, 標準偏差 1.025 mm であった。

y は, 成人群で最大 6.00 mm, 最小 1.00 mm, 平均 2.793 mm, 標準偏差 1.221 mm であり, 小児群では最大 4.80 mm, 最小 1.30 mm, 平均 3.038 mm, 標準偏差 0.840 mm であった (表 10, 図 20, 21, 22)。

2) 非作業側

x は, 成人群で最大 6.90 mm, 最小 0.40 mm, 平均 2.545 mm, 標準偏差 1.616 mm であり, 小児群では最大 8.70 mm, 最小 1.30 mm, 平均 5.465 mm, 標準偏差 1.896 mm であった。

y は, 成人群で最大 6.75 mm, 最小 2.20 mm, 平均 4.420 mm, 標準偏差 1.252 mm であり, 小児群では最

図 20 咬頭嵌合位における関節窩最高点を基準とした前後的な距離 x と上下的な距離 y
左: x , 右: y

図 23 非作業側における関節窩最高点を基準とした前後的な距離 x と上下的な距離 y
左: x , 右: y

図 21 成人群の咬頭嵌合位における顎頭頂の位置

図 22 小児群の咬頭嵌合位における顎頭頂の位置

大 9.80 mm, 最小 5.00 mm, 平均 6.348 mm, 標準偏差 1.301 mm であった (表 10, 図 23).

表 11 非作業側顎路傾斜度測定結果

adult		child	
	n. w. s (θ)		n. w. s (θ)
Ar	53	ar	33
Al	34	al	31
Br	41	br	52
Bl	28	bl	39
Cr	27	cr	25
Cl	20	cl	32
Dr	55	dr	43
Dl	68	dl	43
Er	61	er	23
El	60	el	29
Fr	71	fr	33
Fl	14	fl	56
Gr	39	gr	37
Gl	28	gl	30
Hr	45	hr	49
Hl	42	hl	25
Ir	35	ir	23
Il	-11	il	27
Jr	23	jr	21
Jl	11	jl	24
M	37.2	M	33.8
SD	20.7	SD	10.3
max.	71	max.	56
min.	-11	min.	21

degree

図 24 非作業側顎路傾斜度

5. 顎頭頂の移動

つぎにあげる各被験者群における顎頭頂の移動について

図 25 成人群における咬頭嵌合位から非作業側への顎頭頂の移動

図 26 小児群における咬頭嵌合位から非作業側への顎頭頂の移動

ての調査結果はつぎのとおりである。

1) 成人群における咬頭嵌合位から非作業側にいたる変化

咬頭嵌合位から非作業側にいたる顎頭頂の動きを直線とするとその移動距離は、最大 6.40 mm, 最小 1.06 mm, 平均 2.900 mm, 標準偏差 1.307 mm であり、ほとんどの場合前下方へ大きな動きを示したが、被験者 i の左側のように前上方へ移動する特殊例が 1 例みられた。

また、この運動時の顎頭頂の移動により生じた F-H 平面に対する傾斜角度は、最大 71 度, 最小 -11 度, 平均 37.2 度, 標準偏差 20.7 度であった (表 11, 図 24, 25)。

2) 小児群における咬頭嵌合位から非作業側にいたる変化

咬頭嵌合位から非作業側にいたる移動距離は、最大 8.10 mm, 最小 1.77 mm, 平均 6.130 mm, 標準偏差 1.550 mm であり、すべてにおいて前下方へ大きな動きを示した。

また、この運動時の顎頭頂の移動により生じた F-H 平面に対する傾斜角度は、最大 56 度、最小 21 度、平均 33.8 度、標準偏差 10.3 度であった (表 11, 図 24, 26)。

IV. 考 察

近年、T.M.J. 付近の形態的調査および下顎運動に関する研究は、様々な新しい測定方法が考案され、その結果、構造や動きなどが明らかにされつつある。しかし、これらの研究はほとんどが成人を対象として行われてきており、その前後すなわち小児や老人に関するものはとぼしく、とりわけ小児においてはほとんどみられないのが現状である。T.M.J. の形態およびそれに影響を受けるであろう下顎運動は同一個体においても小児、成人、老人へと増齢するに従って当然変化していくものと思われる。

そこで今回は、すでに調査を行った成人に関する情報をもとに、小児における調査結果を対比させながら、小児と成人の T.M.J. 付近の形態と顎頭の挙動について比較研究を行った。

1. 関節窩の形態について

乳歯列期より成人にいたる間の関節窩の形態的变化についての調査は森永^{24,25)} (1942 年)、小池²⁶⁾ (1970 年)、黒田²⁷⁾ (1974 年) などが行っている。

森永^{24,25)} は、日本人顎関節の脱灰標本を用いてその肉眼的形態ならびに組織学的調査を行っている。すなわち、乳幼児期以後においては、急速な関節窩の改変はみられないが、少青年期においてはきわめてわずかに、主として関節結節部の骨性ならびに軟骨性膨隆によって前後径ならびに深度が増加する。また、関節結節の発育については、5 歳になるとかなりの程度にまで発育しほぼ成人のそれに近い形態となると述べている。

小池²⁶⁾ はインド人の乳歯列、混合歯列の頭蓋骨を用い、頭蓋を眼耳平面に固定した後、弾性印象剤で下顎窩とその周辺を印象した石膏模型に等高線を描記する方法で観察を行っている。この結果、下顎窩の大きさは乳歯出歯時期には出歯前の 1.2~1.3 倍前後であり、永久歯出歯に伴い出歯前の 1.4~1.5 倍前後となるが、その後永久歯出歯完了まで成長変化はみられない。すなわち、歯の出歯する時期に下顎窩の大きさは定まってしまうとしている。また、関節結節は乳歯が出歯しはじめた時と中切歯側切歯第 1 大臼歯が出歯しはじめた時、さらに永久歯全部の出歯が完了した時期に著しく変化するとし

おり、さらに、関節結節の中央部の高さの発育率は、乳歯出歯時には出歯前の 2.1 倍、乳歯出歯完了時期には 2.8 倍、永久歯出歯時期には 3.1 倍である。しかし、中切歯側切歯第 1 大臼歯出歯時期には、さらに著しい発育を示し出歯前の 4 倍である。しかし、その後の発育変化はみられないとしている。

黒田²⁷⁾ はインド人小児ならびに成人の頭蓋骨を使用し、下顎窩の深さについて計測を行っている。すなわち、眼耳平面と平行で、下顎窩最深点より関節結節突出点までの高さを下顎窩の深さとした場合、混合歯列前期では乳歯列の 1.3 倍前後、混合歯列中期で乳歯列の 1.3~1.4 倍となり、以後永久歯列までほぼ同じ大きさである。しかし、成人では著しく発育し乳歯列の 1.7 倍になると報告している。

われわれの関節窩の形態に関する表現法としては、関節窩前方部の大きさと関節窩前壁の傾斜度の 2 つを求めた。前後的な距離 fl は成人群で平均 10.610 mm、小児群では平均 10.775 mm であり、上下的な距離 fd は、成人群で平均 7.365 mm、小児群では平均 6.990 mm であった。これらの結果から前後的な距離は成人群より小児群の方がわずかに大きい値となっている。また、上下的な距離は成人群が小児群よりもわずかに大きい値を呈しているが有意差は認められない。

われわれの研究における小児群の年齢は小池²⁶⁾ のいう中切歯側切歯第 1 大臼歯出歯時期と永久歯出歯完了時期の間で、かつ前者に近い時期であると思われる。また、黒田²⁷⁾ のいう混合歯列中期および後期に相当する時期であると思われる。以上の結果から、すでに中切歯側切歯第 1 大臼歯の萌出が完了している小児群と成人群の間には、関節窩の大きさにおいては著差はみられない。すなわち、中切歯側切歯第 1 大臼歯の萌出により関節窩の大きさはほぼ定まってしまうものと考えられる。つぎに関節窩前壁の傾斜度については、関節窩前壁における最高点最低点間の曲線部分を 4 分割し、最高点および最低点よりそれぞれ中央寄り 1/4 の 2 点を結んだ直線をもって曲線部中央の平均的傾斜度とみなした場合の F-H 平面に対する角度を測定した。成人群は平均で 51.8 度、小児群では平均 47.3 度であり、成人群が 4.5 度大きい傾斜度となっている。われわれの測定方法とややその基準を異にしているが、小池²⁶⁾ の報告によれば関節結節と窩底中央結合線の眼耳平面となす角は乳歯出歯時には 20 度で出歯前の角度である 10.5 度前後と比較して 2 倍であるとしている。また、その後の発育は緩徐となり、乳歯列弓完成時で 22 度、永久歯出歯時で 24 度である。しか

し、中切歯側切歯第1大臼歯の出歯時期においては28度とやや大きくなり出歯前の2.6倍となるがその後の変化は少ない。しかし、永久歯出歯完了時においては32度と出歯前の3.1倍となり中切歯側切歯第1大臼歯の出歯時期と永久歯出歯完了時との角度差は4度であるとし、われわれの測定結果4.5度と近似した値を示している。このように関節窩前壁の傾斜度は小児群よりも成人群がわずかではあるが大きな値を示したことは関節窩前方部の前後的な距離 fl および上下的な距離 fd との比 fd/fl が成人群で0.694, 小児群では0.648でありこれが影響していると思われる。さらに関節窩前壁の彎曲状態の変化も一因たりうと思われる。すなわち図27に示すように小児群においては関節窩前壁がなすS形状態はなだらかな曲線を描いているものが多いが、成人群になるとS状彎曲が強くなっているものが多い。

2. 咬頭嵌合位における顎頭の位置について

黒田²⁷⁾は側方よりみた下顎頭中央突出点の下顎窩最深点に対する位置について報告を行っているが、これによると、外方よりみて中央突出点の下顎窩側縁に投影された点の側縁最深点に対する位置は、乳歯列、混合歯列では65%前後が一致し、残り大部分は最深点の後方2.0mm以内とし、永久歯列、成人においては一致するものがさらに多く80%前後をしめるとしている。これは下顎窩内において下顎頭中央突出点は小児に比較して成人が前方に位置していることを意味していると思われる。さらに黒田は下顎頭中央尖端と下顎窩の間の距離についてつぎのように報告している。下顎頭中央尖端と下顎窩の間の距離は、左右側とも乳歯列より混合歯列後期までは1.0mm以内が90%前後をしめるが、永久歯列では1.0~1.5mmがほとんどをしめ、成人ではさらに1.0~2.0mmが80%前後をしめる。また、平均値においても乳歯列で0.5mm, 混合歯列で0.6~0.7mm, 永久歯列で1.0~1.1mm前後、成人では1.4mmとなり、成長に伴って増大し、特に混合歯列後期より永久歯列をへて成人にいたる時に著明であるとしている。これは下顎窩内における下顎頭中央尖端の位置が、成人は小児と比較して下方にあることを意味していると思われる。

また Alan High²¹⁾ は、われわれが使用している頭部規格断層X線撮影装置と同じ Quint X-ray Sectograph を用いて各年齢別による関節窩における顎頭の位置について報告している。これによれば、男女とも16歳より以前においては顎頭が関節窩の前方に位置しているが、16歳から18歳の間に顎頭は関節窩の中央に近づくとし

図27 成人群と小児群における関節窩前壁s形状態の相違
左:成人群, 右:小児群

表12 関節窩前壁一顎頭最接近距離と関節窩後壁一顎頭最接近距離の対比: Pd/Rd

	adult			child	
	i. p	n. w. s		i. p	n. w. s
Ar	82.6	20.8	ar	51.4	—
Al	40.7	14.6	al	31.3	—
Br	63.2	7.1	br	61.5	21.7
Bl	93.8	21.3	bl	81.5	22.8
Cr	75.0	44.7	cr	105.6	19.0
Cl	90.9	6.9	cl	42.4	—
Dr	46.2	33.3	dr	33.3	12.1
Dl	58.3	27.4	dl	47.1	13.8
Er	100.0	73.3	er	48.6	—
El	71.4	13.6	el	53.1	—
Fr	91.2	64.3	fr	40.5	2.5
Fl	81.5	30.8	fl	50.0	—
Gr	88.9	30.6	gr	27.6	10.6
Gl	62.1	—	gl	84.2	4.7
Hr	96.3	26.4	hr	72.7	33.9
Hl	137.5	35.1	hl	95.2	20.3
Ir	69.4	21.0	ir	73.3	—
Il	68.8	37.3	il	41.7	—
Jr	41.7	20.8	jr	65.7	7.4
Jl	68.0	—	jl	43.6	4.3
M	74.38	29.41	M	57.52	14.43
SD	22.87	17.59	SD	21.78	9.38
max.	137.5	73.3	max.	105.6	33.9
min.	40.7	6.9	min.	27.6	2.5

%

ている。

われわれは関節窩内における顎頭の位置を表現する方法として、関節窩壁と顎頭との最接近距離、関節窩顎頭間空隙の断面積および顎頭頂の位置について測定を行った。まず、関節窩壁と顎頭との最接近距離については、Pd(関節窩前壁と顎頭との最も接近した距離)とRd(関

図 28 関節窩前壁—顆頭最近距離と関節窩後壁—顆頭最近距離の対比: Pd/Rd

関節窩後壁と顆頭との最も接近した距離)の測定を行い、Pd は成人群で平均 1.96 mm, 小児群では平均 1.64 mm であり、Rd は成人群で平均 2.69 mm, 小児群では平均 3.01 mm という結果であり、小児群は成人群と比較して Pd が小さく Rd が大きいことがわかる。このようにこれらの結果から、咬頭嵌合位において小児の顆頭は成人に比べて前方に寄っていることが判明した。さらに Pd と Rd との比 Pd/Rd は表 12 および図 28 の示すように、値が小さいほど顆頭が前方に位置していることを意味しているので、前述の関係がより明白に理解されるものと思われる。

つぎに、関節窩顆頭間空隙の断面積についての調査の結果、area P (関節窩顆頭間空隙の前方域)は成人群で平均 25.45 mm², 小児群では平均 24.13 mm² であり、area R (関節窩顆頭間空隙の後方域)は成人群で平均 25.39 mm², 小児群では平均 25.21 mm² であった。area P は小児群が成人群より小さな値を示し、area R は両者ともほぼ同じ値を示した。このように、area P が小児群で小さな値を示したことは、小児群における関節窩内の顆頭の位置が前方に位置していることをさらに裏づけているものと思われる。

顆頭頂の位置については、関節窩最深点を基準として前後的な位置である x と上下的な位置である y について測定を行い、x は成人群で平均 0.320 mm, 小児群では平均 0.415 mm, y は成人群で平均 2.793 mm, 小児群では平均 3.038 mm という結果を得た。x, y とともに小児群

が成人群よりも大きな値を示しており、x が大きいほど顆頭は前方に位置することを示し、y が大きいほど顆頭は下方に位置することを表しているの、小児群の顆頭の位置は成人群と比較して前下方に存在することになる。したがって、小児群の顆頭頂は成人群の顆頭頂より前方へ 0.095 mm, 下方へ 0.245 mm の位置にあり、直線距離で 0.263 mm 前下方に位置することになる。

以上のような調査結果から、小児群の顆頭の位置は成人群より関節窩内において前下方に存在することが判明したが、これは、われわれと同じように頭部規格断層 X 線撮影法により研究を行った Alan High²¹⁾ の報告と大略一致するが、乾燥頭蓋骨を用いた黒田²⁷⁾ の報告とは一致しない面もみられた。

3. 側方運動時における非作業側顆頭の動きについて

側方運動における非作業側顆頭頂の動きは、成人群の場合前上方へ移動する特殊な 1 例がみられたが、この特殊例以外はほぼ前下方への動きを示している。また、小児の場合はすべての被験者において前下方への大きな動きを示した。この両者の顆頭頂の動きを F-H 平面に対する傾斜角度と移動距離について検討してみると、傾斜角度は成人群に比較して小児群は平均値で 3.4 度小さく、移動距離は小児群が成人群より平均値で 3.230 mm 大きくなっている。したがって、小児群の非作業側顆頭頂の動きは成人群より傾斜角度は小さいが移動距離は大きくなっているといえよう。さらに成人および小児における下顎運動の相違もこれらの結果に影響をあたえているものと思われる。すなわち、side shift value の差が存在しなければ移動距離の違いを呈すことは考えられないところである。したがって T.M.J. 付近のみならず下顎運動の全相を調査することがまたれるものと考えられる。

さて、一般的に関節窩内の関節頭の動きは関節窩内壁の構造的影響を受けながら行われるものと考えられるが、顎関節のような関節窩顆頭間空隙が比較的大きいものにあつては構造的な影響が強く現れなくなるであろうことは想像に難くない。われわれの研究結果からもこのことがうかがえる。すなわち、関節窩前壁の傾斜度および非作業側顆頭の傾斜度はともに成人群が小児群より大きく、各々 4.5 度および 3.4 度となっている。このような傾向は顎関節の関節としての特殊性を表していると思われる。

つぎに Pd および Rd について成人群と小児群を比較してみると、Pd は成人群で平均 1.40 mm, 小児群では平均 1.05 mm, Rd は成人群で平均 5.18 mm, 小児群で

は平均 8.08 mm であった。小児群は成人群より Pd が小さく、Rd が大きな値となっており、表 12、図 28 に示すように Pd/Rd も小さくなっている。この結果は、側方運動時非作業側顎頭は小児群が成人群より前方に移動しやすいことを意味している。

さらに、関節窩顎頭間空隙の断面積変化をみると、area P は成人群で平均 28.26 mm²、小児群では平均 36.01 mm² であり、area R は成人群で平均 35.02 mm²、小児群では平均 32.73 mm² であった。小児群は成人群より area P が大きく、area R が小さな値を示しており、特に area P は咬頭嵌合位においては成人群より小さかったが、運動時には反対に大きな値を示すに至った。この結果は、小児群の非作業側顎頭の動きが大きいため顎頭がその上部を除いて関節窩から前下域へ脱出するために生じたものと思われる。

V. 結 論

頭部規格断層 X 線撮影装置 Sectograph を用いて、正常咬合を有する平均年齢 23 歳の成人群および平均年齢 10 歳の小児群それぞれ 10 名の左右側を対象として、T. M. J. 付近の形態と咬頭嵌合位における顎頭位および側方運動時の非作業側顎頭の動きについて検索を行った。それらの結果はつぎのとおりである。

1. 関節窩前方部の形状

1) 関節窩最高点から最低点までの関節窩の前後的距离は成人群で平均 10.610 mm、小児群では平均 10.775 mm であった。また、上下の距離は成人群で平均 7.365 mm、小児群では平均 6.990 mm であった。したがって成人群と小児群との間にはほとんど差は認められない。

2) F-H 平面に対する関節窩前壁中央部を直線とみなした基準線との傾斜度は、成人群で平均 51.8 度、小児群では平均 47.3 度であり成人群が小児群より 4.5 度大きい。

2. 咬頭嵌合位における顎頭の位置

1) 関節窩前壁と顎頭との最接近距離は成人群で平均 1.96 mm、小児群では平均 1.64 mm であり、関節窩後壁と顎頭との最接近距離は成人群で平均 2.69 mm、小児群では平均 3.01 mm であった。

2) 関節窩顎頭間空隙の前方域は成人群で平均 25.45 mm²、小児群では平均 24.13 mm² であり、後方域は成人群で平均 25.39 mm²、小児群では平均 25.21 mm² であった。

3) 顎頭頂の前後的位置は成人群で平均 0.320 mm、

小児群では平均 0.415 mm であり、上下の位置は成人群で平均 2.793 mm、小児群では平均 3.038 mm であった。

3. 側方運動時における非作業側顎頭の動きについては、小児群が成人群よりも傾斜度は小さいが移動距離は大きい。

研究の推進にあたってご指導を賜った 東京歯科大学 関根 弘教授 および 東北歯科大学 山口敏雄教授に謝意を表すると同時に、ご協力をいただいた本教室元医局長佐野幸史先生 および放射線学教室大坊元二技師に感謝する。

文 献

- 1) 石原寿郎：下顎運動に関する最近の研究，口腔病会誌，30：81～99，1963.
- 2) Zola, A. : Morphologic limiting factors in the temporomandibular joint, J. prosth. Dent., 13 : 732～740, 1963.
- 3) Landa, J.S. : A study of the temporomandibular joint viewed from the standpoint of prosthetic occlusion, J. prosth. Dent., 1 : 601～628, 1951,
- 4) 大石忠雄：下顎運動の立場からみた顎関節構造の研究，補綴誌，11：197～220，1967.
- 5) 鶴養 弘：顎運動の研究，(第二報) 下顎骨側方運動の観察，歯科学報，53：577～586，1953.
- 6) Posselt, U. : An analyzer for mandibular positions, J. Prosth. Dent., 7 : 368～374, 1957.
- 7) 佐久間博一：Checkbite 法による矢状路傾斜角度の測定に関する研究，第 2 報臨床的実験，歯科学報，73：31～58，1973.
- 8) 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，13：81～98，1939.
- 9) 真柳昭絃：側方滑走運動に関する研究，補綴誌，14：158～182，1970.
- 10) Isaacson, D. : A clinical study of the condyle path, J. Prosth. Dent., 9 : 927～935, 1959.
- 11) 加藤吉昭：ストロボ撮影法による下顎運動，殊に補綴学的見地から見た運動に関する研究，日大医学雑誌，19：1451～1487，1960.
- 12) 佐久間孔毅：マルチフラッシュ装置による有歯顎の前後および開閉運動の研究，口腔病会誌，26：1511～1536，1959.
- 13) 河野正司：下顎の矢状面内運動に対応する顎頭運動の研究，第二報マルチフラッシュ装置による矢状面運動軸の解析，補綴誌，12：350～380，1968.
- 14) 河野正司：下顎の矢状面内運動に対応する顎頭運動の研究，第一報断層 X 線規格写真による観察，補綴誌，12：

- 337~349, 1968.
- 15) Ricketts, R.M. : Variations of the temporomandibular joint as revealed by cephalometric laminagraphy, *Amer. J. Orth.* 36 : 877~898, 1950.
- 16) Williamson, E.H. : Laminagraphic study of mandibular condyle position when recording centric relation, *J. prosth. Dent.*, 39 : 561~564, 1978.
- 17) Sheppard, I.M. : The effect of hinge axis clutches on condyle position, *J. prosth. Dent.*, 8 : 260~263, 1958.
- 18) 大森明彦 : X線テレビ映画法による下顎頭の運動変化について, *歯科学報*, 79 : 99~114, 1979.
- 19) 根本一男 : 有歯顎の下顎切歯点における3次元運動限界の研究, *補綴誌*, 6 : 1~40, 1962.
- 20) 藍 稔 : 切歯点部における咀嚼運動の解析, *補綴誌*, 6 : 164~200, 1962.
- 21) Alan High : Condyle Position in the Untreated Orthodontic Patient, *Proceedings of the Foundation for Orthodontic Research* : 39~42, 1978.
- 22) 早坂正博, 高橋健二, 片岡保夫, 田島篤治 : *Sectograph* による顎頭位の研究, 第1報 各下顎位における顎頭位について, *補綴誌*, 27 : 550~572, 1983.
- 23) 早坂正博, 高橋健二, 酒井靖彦, 浅野 健, 田中義博, 近江谷尚紀, 片岡保夫, 田島篤治 : *Sectograph* による顎頭位の研究, 第2報咬合力発現時における顎頭の移動について, *補綴誌*, 27 : 573~584, 1983.
- 24) 森永登規雄 : 日本人顎関節の研究, 第4篇所謂少年, 青年期に於ける顎関節の所見, *口腔病会誌*, 16 : 1~20, 1942.
- 25) 森永登規雄 : 日本人顎関節の研究, 第6篇全篇の総括的観察, *口腔病会誌*, 16 : 39~45, 1942.
- 26) 小池将浩 : 下顎窩の發育に関する研究, *歯科学報*, 70 : 1409~1428, 1970.
- 27) 黒田百樹 : 下顎頭の下顎窩に対する位置に関する研究, *歯科学報*, 74 : 368~418, 1974.