顎関節形態および前歯部被蓋状態が 前方滑走運動に及ぼす影響

九州歯科大学大学院歯学研究科歯科矯正学専攻 (指導: 佐藤通泰教授)

白 土 清 司

昭和56年12月24日受付

本論文の要旨は, 第39回日本矯正歯科学会大会 (昭和55年10月4日, 5日, 福岡), 第40回九州歯科学会総会 (昭和56年5月30日, 31日, 北九州), 第40回日本矯正歯科学会大会 (昭和56年9月24日~26日, 東京) で発表した。

Effects of Temporomandibular Joint Morphology and Incisal Guidance on Protrusive Excursion

Seiji Shiratsuchi

Department of Orthodontics (Director: Prof. Michiyasu Sato)
Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan.

Maxillary central incisors are important as a dental factor of protrusive excursion. However, most orthodontists decide upon the relationship of maxillary central incisors without considering protrusive excursion in order to improve the function of mandibular movements and esthetics of facial profile.

In the present study, to obtain data on the effects of changed incisal guidance on protrusive excursion, fifteen adult male subjects with normal occlusion and another fifteen adult male subjects with maxillary protrusion were selected, and records of the temporomandibular joint morphology and protrusive excursion were made using cephalometric laminagraph. In addition, data of protrusive excursion were collected when incisal guidance was experimentally changed on subjects with maxillary protrusion. Using this information, the effects of the temporomandibular joint morphology and incisal guidance on protrusive excursion were examined.

The following results were obtained.

1. In cephalometric laminagraph, the depth of cut through the center of the condyle was a very effective method in which to examine the temporomandibular joint morphology and condyle path.
2. There was no significant difference in the temporomandibular joint morphology between the subjects with normal occlusion and those with maxillary protrusion.
3. There were significant differences in the condyle path from the intercuspal occlusal position to the edge-to-edge occlusal position between the subjects with normal occlusion and those with maxillary protrusion, and values of the angle and distance were bigger in the subjects with maxillary protrusion than in those with normal

occlusion.

4. There was a correlation between the condyle path from the intercusp occlusal position to the most anterior occlusal position and the inclination of articular eminence in the subjects with normal occlusion or with maxillary protrusion.

5. There were no correlations between the condyle path from the intercusp occlusal position to the edge-to-edge occlusal position, and the inclinations of the articular eminence and lingual surface of maxillary central incisor, or between the inclination of the lingual surface of maxillary central incisor and the inclination of articular eminence, in the subjects with normal occlusion or with maxillary protrusion.

6. The steeper the incisal guidance was made, the steeper became the condyle path when the incisal guidance was experimentally changed.

The foregoing results suggest that jaw movements alter when the incisal guidance is changed by orthodontic treatment.

Therefore, orthodontists must pay attention to jaw movements and temporomandibular morphology.

結 言

日常の矯正臨床において、矯正家は、機能や審美性の改善を目的として前歯部被蓋状態の変更を行っているが、前歯の中でもとりわけ上顎中切歯は、顎運動における前方滑走運動の歯牙要素として重要であるといわれている¹⁾。つまり矯正家は治療術式の中で任意に、前方滑走運動の歯牙要素の一つである歯牙路を決定していることになる。顎運動はもともと、顎関節、上下顎の歯牙、それに顎口腔系の機能を司る神経筋機構とによって行われているものであるから、治療にさいしては、顎関節の形態、顎頭の動き、それに歯牙路との関連性について知っておかなければならない。また顎関節の形態の中でも特に、前方滑走運動と関連性のある関節結節の形態は、混合歯列の前期から中期にかけて結節の高さが増し、後壁の傾斜も急になる²⁾といわれており、小池（1970）²⁾、山内（1973）³⁾は、関節結節の外形の決定に切歯部が密接な関係をもつといっている。このように、上顎中切歯の位置や傾斜は、前方滑走運動だけでなく、成長期の関節形態にも影響を及ぼすものであると考えられている。

顎運動に関する研究は、古くから行われ、顎関節の形態と顎路について見たもの⁴⁻⁷⁾、顎路と歯牙路とについて見たもの⁸⁻¹⁰⁾、顎関節形態と歯牙路とについて見たもの¹¹⁾などがあるが、顎関節形態と歯牙路と顎頭の動きの三つを同時に見たものはほとんどない。そこで著者は、顎関節形態および前歯部被蓋状態が前方滑走運動に及ぼす影響を知るために、正常咬合者および上顎前突者

の、前方滑走運動時の特定の下顎位をX線像としてとらえることにより、顎関節形態と顎頭の動きについて検討を行った。さらに上顎前突者については、実験的に上顎前歯の舌面形態を変更し、そのさいの前方滑走運動時の下顎位をX線像としてとらえ、前歯部被蓋状態と顎頭の動きについて検討を行い、顎関節形態、歯牙路、および顎頭の動きの関連性について新たな知見を得たので報告する。

研 究 方 法

A. 被験者

九州歯科大学成人男子学生の中から正常咬合者15名と上顎前突者15名の計30名を選出した。正常咬合者は、Angle class I で、かつ overjet 2.0~4.0mm の者、上顎前突者は、Angle class II で、かつ overjet 5.0 mm 以上の者とし、両者とも第三大臼歯以外に欠損がなく、矯正治療の既往ならびに顎関節に疼痛および異和感を訴えたことのない者とした。

正常咬合者、上顎前突者のセファロ分析の平均値は表1に示すとおりである。成人正常咬合者の平均値と比較して、本研究の正常咬合者は skeletal pattern でも denture pattern でもほぼ正常値に近い値を示し、上顎前突者は各項目で上顎前突の特徴を示している。

B. 撮影装置および撮影条件

X線撮影には、九州歯科大学付属病院放射線科で使用する以下の装置と方法を用いた。

1. 断層X線写真撮影

表1 セファロ分析値

計測項目	正常咬合者		上顎前突者	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1. $\angle$ SNA	82.5	2.9	81.1	3.0
2. $\angle$ SNB	80.1	3.5	76.5	3.5
3. $\angle$ ANB	2.4	1.8	4.5	1.6
4. $\angle$ SN-FH	6.8	1.6	7.2	4.0
5. $\angle$ Go	119.8	4.6	119.5	5.5
6. $\angle$ NP-FH	86.9	3.5	84.2	2.9
7. $\angle$ NAP	4.5	5.8	10.0	7.1
8. $\angle$ AB-NP	-4.3	3.8	-7.8	2.9
9. $\angle$ MP-FH	24.7	6.2	25.6	4.5
10. $\angle$ Y-axis	63.3	4.1	65.0	3.3
11. $\angle$ Occ-FH	9.3	4.8	9.5	3.8
12. $\angle$ I-Occ	23.5	5.9	27.3	5.0
13. $\angle$ I-MP	97.4	6.8	102.6	6.2
14. $\angle$ I-NP	8.9	3.0	14.3	3.3
15. $\angle$ I-AP	8.0	2.0	11.7	2.6
16. $\angle$ I-I	122.6	9.2	113.0	9.2
17. $\angle$ FH-I	116.3	6.6	118.6	8.7
18. overjet	2.9	0.9	6.4	1.8
19. overbite	2.8	1.3	5.1	1.3

単位：度 ただし14, 15, 18, 19：mm

島津製作所製横形断面撮影台 HL-5 型

管電圧： 73~75 Kvp

管電流： 70 mA

時間： speed 2

断層角度：35°

断層深度：36~43 mm

フィルム：フジ RX

2. 後前写真撮影

ELEMA-SCHÖNANDER 社製頭部精密撮影装置

焦点フィルム間距離： 84 cm

管電圧： 77 Kvp

管電流： 100 mA

露出： 0.4 sec

リスホルムブレンデ：グリッド比 6：1

増感紙： フジハイスクリン

フィルム：サクラ QL

3. 側貌頭部X線規格写真（以下セファロと略す）撮影

焦点フィルム間距離： 240 cm

フィルム顔面正中間距離： 12 cm

管電圧： 80 Kvp

管電流： 200 mA

露出： 0.25 sec

リスホルムブレンデ：グリッド比 6：1

増感紙： フジハイスクリン

フィルム：サクラ QL

C. 断層深度決定法

被験者の皮膚上に平均的顎頭点を求め、そこに直径 5 mm のスチールボールを貼付し、逆タウン法により 30° の角度で咬頭嵌合位の後前撮影¹²⁾を行った。各被験者について、実測値とフィルム上の距離から拡大率を求め、左側の顎頭中心点—皮膚間距離を計算により求めた。この計算値に頭部規格固定台の厚み 16.0mm を加えたものを断層深度とし、次の顎関節規格断層撮影を行った。

D. 撮影方法

1. 顎関節規格断層撮影方法

被験者を断層撮影台上に腹位に寝かせ、頭部だけを真横にして、頭部規格固定台上にFH平面が基準線に合うように頭部を固定し、撮影台上から左側顎頭中心点までの距離を断層深度として、咬頭嵌合位、切端咬合位、最前方接触位の3種の wax bite を咬ませて、それぞれの場合の顎関節規格断層撮影を行った（図1, 2）。な

図1 顎関節規格断層撮影

図2 顎関節規格断層写真

お、上顎前突者については、上記の撮影の他に、実験的に被蓋を変更させた場合における切端咬合位での顎関節規格断層撮影も行った。

2. セファロ撮影方法

各被験者について咬頭嵌合位でのセファロ撮影を行った。なお上顎前突者については、実験的に被蓋状態を変更させた場合における切端咬合位でのセファロ撮影も行った。

E. 前歯誘導板の製作

上顎前突者について実験的に被蓋状態を変更させるた

図3 前歯誘導板

めに、まず顎態模型を製作し、同模型上で、左側中切歯舌面傾斜が急になるように、即時重合レジンで前歯誘導板を製作した（図3）。なお前歯誘導板は、咬頭嵌合位では接触がないように、被験者の口腔内で調節を行った。前歯誘導板は、咬頭嵌合位から切端咬合位までの下顎中切歯の移動距離を変えずに、舌面傾斜角だけを約 15° 急になるようにしたもの（以下P1と略す）と、約 25° 急になるようにしたもの（以下P2と略す）、および治療後の上顎中切歯舌面の位置をセファロ上で想定し、overjetが約2mm、overbiteが約3mmになるようにしたもの（以下P3と略す）の計3種類を製作した。これらの前歯誘導板の舌側には、鉛線を貼付し、明確なX線像を得るようにした。

F. 計測点と計測項目

図4 顎関節形態の計測項目

1. Fo-FH 2. Fo-Po 3. Em-FH 4. Em-Po
5. $\angle$ FH-Emt 6. C-FH 7. C-Fo 8. C-Po

図5 前方滑走運動時の計測項目

9. $\angle$ FH to C-C₁ 10. C-C₁
11. $\angle$ FH to C-C₂ 12. C-C₂

1. 計測点（図4，5）

Fo：関節窩底

Em：関節結節頂

Po : 耳点

C : 顎頭最高点 (咬頭嵌合位)

C₁ : 顎頭最高点 (切端咬合位)

C₂ : 顎頭最高点 (最前方接触位)

2. 計測項目

a. 顎関節形態 (図4)

- 1) Fo-FH: FH 平面から関節窩底までの垂直距離.
- 2) Fo-Po: Po から関節窩底までの水平距離.
- 3) Em-FH: FH 平面から関節結節頂までの垂直距離.
- 4) Em-Po: Po から関節結節頂までの水平距離.
- 5) $\angle FH-Emt$: 関節結節後壁傾斜度. 関節結節後壁中点における接線 (Emt) と FH 平面とのなす角度.
- 6) C-FH: FH平面から顎頭最高点までの垂直距離.
- 7) C-Fo: 関節空隙の距離.
- 8) C-Po: Po から顎頭最高点までの水平距離.

b. 前方滑走運動時の顎頭の動き (図5)

- 9) $\angle FH \text{ to } C-C_1$: 咬頭嵌合位と切端咬合位の顎頭最高点を結んだ線と FH 平面とのなす角度.
- 10) C-C₁: 咬頭嵌合位から切端咬合位までの顎頭最高点の移動距離.
- 11) $\angle FH \text{ to } C-C_2$: 咬頭嵌合位と最前方接触位の顎頭最高点を結んだ線と FH 平面のなす角度.
- 12) C-C₂: 咬頭嵌合位から最前方接触位までの顎頭最高点の移動距離.

図6 前歯部被蓋状態の計測項目

13. $\angle FH-1$	14. $\angle FH-1L$
15. $\angle 1-1L$	16. $\angle FH-1\bar{1}$

c. 前歯部被蓋状態 (図6)

- 13) $\angle FH-1$: 歯軸傾斜角. FH 平面に対する $\underline{1}$ の歯軸角で, 通常のセファロ分析で計測している角の補角.
- 14) $\angle FH-1L$: 舌面傾斜角. 上顎中切歯辺縁隆線と FH 平面のなす角で, 前方滑走運動時に下顎前歯が滑走していく斜面.
- 15) $\angle 1-1L$: 歯軸傾斜と舌面傾斜とのなす角度.
- 16) $\angle FH-1\bar{1}$: 上下顎中切歯の切端を結んだ線と FH 平面とのなす角で, 矢状切歯路角に相当する.

図7 実験的被蓋変更時の計測項目

17. P1 $\angle FH \text{ to } C-C_1$	19. P2 $\angle FH \text{ to } C-C_1$
21. P3 $\angle FH \text{ to } C-C_1$	

図8 実験的被蓋変更時のセファロ上での計測項目

18. P1 $\angle FH-1\bar{1}$	20. P2 $\angle FH-1\bar{1}$
22. P3 $\angle FH-1\bar{1}$	

d. 実験的被蓋変更時（図7, 8）

- 17) $P1 \angle FH \text{ to } C-C_1$: P1 装着時の咬頭嵌合位と切端咬合位の顎頭最高点を結んだ線と FH 平面とのなす角.
- 18) $P1 \angle FH - \underline{1} \overline{1}$: P1 装着時の矢状切歯路角.
- 19) $P2 \angle FH \text{ to } C-C_1$: P2 装着時の咬頭嵌合位と切端咬合位の顎頭最高点を結んだ線と FH 平面とのなす角.
- 20) $P2 \angle FH - \underline{1} \overline{1}$: P2 装着時の矢状切歯路角.
- 21) $P3 \angle FH \text{ to } C-C_1$: P3 装着時の咬頭嵌合位と切端咬合位の顎頭最高点を結んだ線と FH 平面とのなす角.
- 22) $P3 \angle FH - \underline{1} \overline{1}$: P3 装着時の矢状切歯路角.

なお、トレースには、アセテート紙を用い、三豊製1級ノグス（1/20 mm 副尺付）および製図用分度器を使用して計測を行った。計測は各5回行い、その平均値を計測値とした。

G. 測定精度検定

この方法において生じる測定誤差は、X線撮影装置の精度と、トレースおよび計測誤差との二つに大別することができる。

1. X線撮影装置の精度

本研究で使用した水平移動式断層撮影装置 HL-5 型の精度に関して、中尾（1969）¹³⁾ は次のように報告している。すなわち装置の移動に伴うガタや写真のボケは無く、拡大率は断層角度変化にあまり左右されずに、断層深度の高低によって変化し、計測値は理論値で処理できると述べている。このことから、撮影装置の精度はこの実験に影響を与えることはなく、拡大率を計算により求めればよいことになる（図9, 表2）。

すなわち、次式の通りである。

$$A+B:A=L'M':LM \therefore \text{拡大率} \frac{L'M'}{LM} = \frac{A+B}{A}$$

ただし A:焦点回転中心軸間距離, B:回転中心軸フィルム間距離, LM:被写体, L'M':被写体のフィルム上の拡大像である。これにより実長=実測値/拡大率として算出した。

2. トレースおよび計測の誤差

被験者を撮影したX線フィルムを3回トレースし、各計測点を5回ずつ測定し、各トレース間に生ずるばらつきを求めた。この結果、計測値の誤差は、距離計測で $\pm 0.25 \text{ mm}$ 以内、角度計測で $\pm 1.0^\circ$ 以内であることが分った。

図9 断層撮影の拡大率

T:焦点 L:回転中心軸
A:焦点・回転中心軸間距離
B:回転中心軸・フィルム間距離
LM:被写体 L'M':フィルム上の拡大像

表2 断層撮影の拡大率

断層深度	拡大率
36 mm	1.078
37	1.079
38	1.080
39	1.081
40	1.082
41	1.082
42	1.083
43	1.084

研究結果

前章で述べた研究方法により計測を行った結果、以下のような測定結果を得た。

A. 顎頭中心点一皮膚間距離および断層深度

表3に示すように、顎頭中心点一皮膚間距離は、正常咬合者で最小 19.9mm, 最大 26.8mm, 平均 $23.1 \pm 1.6 \text{ mm}$ であり、上顎前突者で最小 20.7mm, 最大 26.5mm, 平均 $23.4 \pm 1.6 \text{ mm}$ であった。

断層深度は、顎頭中心点一皮膚間距離に頭部規格固定台の厚み 16.0mm を加えたものであるもので、36~43 mm の間であった。

B. 顎関節形態

計測にあたり、計測点が FH 平面よりも上方にある場合を（-）、下方にある場合を（+）とした。

1. 正常咬合者（表4）

表3 顎頭中心点—皮膚間距離および断層深度

被験者	正 常 咬 合 者		上 顎 前 突 者	
	顎頭中心点 皮膚間距離	断層深度	顎頭中心点 皮膚間距離	断層深度
1.	24.0	40	26.5	43
2.	21.7	38	21.7	38
3.	23.0	39	20.7	37
4.	22.2	38	24.2	40
5.	24.2	40	24.8	41
6.	23.5	40	22.5	39
7.	24.2	40	23.4	39
8.	19.9	36	24.2	40
9.	22.0	38	23.4	39
10.	22.4	38	22.5	39
11.	22.9	39	24.2	40
12.	26.8	43	23.1	39
13.	22.1	38	25.3	41
14.	24.2	40	23.6	39
15.	23.3	39	21.1	37
$\bar{X}$	23.1		23.4	
S.D.	1.6		1.6	

単位：mm

表4 顎関節形態の計測値（正常咬合者）

被験者	Fo—FH	Fo—Po	Em—FH	Em—Po	∠FH—Emt	C—FH	C—Fo	C—Po
1.	−1.3	11.0	3.7	20.9	33.0	1.3	2.6	10.6
2.	−1.2	12.2	6.3	22.9	45.5	−0.3	0.9	12.0
3.	−1.2	14.9	8.6	23.5	48.0	3.1	4.3	13.2
4.	−2.1	11.2	6.0	22.1	51.0	1.0	3.1	11.2
5.	−0.7	12.1	8.2	22.6	52.5	1.6	2.3	12.6
6.	−2.3	13.7	7.0	25.3	55.0	0.3	2.6	12.1
7.	−0.6	10.7	7.4	20.5	56.0	3.5	4.1	10.0
8.	2.2	11.2	8.2	19.9	56.5	2.8	0.6	12.1
9.	0	13.7	7.9	24.3	56.5	2.5	2.5	12.8
10.	1.8	12.3	8.1	20.5	57.0	2.9	1.1	12.5
11.	−2.5	12.5	5.9	22.8	57.5	0.7	3.2	12.4
12.	−0.8	13.6	9.2	24.1	57.5	1.9	2.7	13.8
13.	2.7	13.6	10.0	22.3	59.0	4.8	2.1	12.6
14.	−3.6	10.8	5.3	19.4	67.0	−1.0	2.6	10.5
15.	−1.7	14.8	8.2	25.1	69.0	0.8	2.5	13.4
$\bar{X}$	−0.8	12.6	7.3	22.4	54.7	1.7	2.5	12.1
S.D.	1.8	1.4	1.6	1.9	8.5	1.4	1.0	1.1

単位：mm ただし ∠FH—Emt：度

a. 関節窩底の位置

Fo-FH は最小 -3.6mm, 最大 2.7mm, 平均 $-0.8 \pm 1.8\text{mm}$ で, Fo-Po は最小 10.7mm, 最大 14.9mm, 平均 $12.6 \pm 1.4\text{mm}$ であった.

b. 関節結節頂の位置

Em-FH は最小 3.7mm, 最大 10.0mm, 平均 $7.3 \pm 1.6\text{mm}$ で, Em-Po は最小 19.4mm, 最大 25.3mm, 平均 $22.4 \pm 1.9\text{mm}$ であった.

c. 関節結節後壁傾斜度

$\angle\text{FH-Emt}$ は最小 33.0° , 最大 69.0° , 平均 $54.7 \pm 8.5^\circ$ であった.

d. 咬頭嵌合位時の顎頭位

C-FH は最小 -1.0mm, 最大 4.8mm, 平均 $1.7 \pm 1.4\text{mm}$ で, C-Fo は最小 0.6mm, 最大 4.3mm, 平均 $2.5 \pm 1.0\text{mm}$ であり, C-Po は最小 10.0mm, 最大 13.8mm, 平均 $12.1 \pm 1.1\text{mm}$ であった.

表5 顎関節形態の計測値（上顎前突者）

被験者	Fo-FH	Fo-Po	Em-FH	Em-Po	$\angle\text{FH-Emt}$	C-FH	C-Fo	C-Po
1.	-1.2	11.8	5.8	21.5	50.0	1.7	2.8	10.7
2.	2.2	13.3	8.5	22.5	51.0	4.2	2.0	12.8
3.	0.8	10.5	8.5	23.0	53.5	2.4	1.6	10.5
4.	-0.9	11.3	6.9	20.7	54.0	0	0.9	10.7
5.	-0.5	14.2	7.7	24.6	55.0	0.4	0.8	15.0
6.	-1.1	13.2	7.8	22.9	58.0	0	1.1	12.8
7.	-1.1	12.9	7.6	23.2	58.0	2.3	3.4	13.6
8.	-1.2	13.4	5.6	25.2	58.5	1.4	2.6	16.3
9.	1.1	9.6	9.9	23.3	59.0	2.6	1.5	12.0
10.	0	13.8	9.3	24.3	60.0	3.1	3.1	11.9
11.	-1.8	12.2	5.2	20.7	60.0	1.0	2.8	11.5
12.	1.8	12.9	9.9	23.3	61.5	3.2	1.5	13.9
13.	-1.6	13.5	7.5	23.8	63.0	1.0	2.6	11.2
14.	0.5	14.2	7.8	23.2	65.5	3.0	2.5	14.3
15.	3.4	13.3	11.5	24.8	68.0	4.2	0.8	13.7
$\bar{X}$	0	12.7	8.0	23.1	58.3	2.0	2.0	12.7
S.D.	1.6	1.3	1.7	1.4	5.1	1.4	0.9	1.7

単位：mm ただし $\angle\text{FH-Emt}$ ：度

2. 上顎前突者（表5）

a. 関節窩底の位置

Fo-FH は最小 -1.8mm, 最大 3.4mm, 平均 $0 \pm 1.6\text{mm}$ で, Fo-Po は最小 9.6mm, 最大 14.2mm, 平均 $12.7 \pm 1.3\text{mm}$ であった.

b. 関節結節頂の位置

Em-FH は最小 5.2mm, 最大 11.5mm, 平均 $8.0 \pm 1.7\text{mm}$ で, Em-Po は最小 20.7mm, 最大 25.2mm, 平均 $23.1 \pm 1.4\text{mm}$ であった.

c. 関節結節後壁傾斜度

$\angle\text{FH-Emt}$ は最小 50.0° , 最大 68.0° , 平均 $58.3 \pm 5.1^\circ$ であった.

d. 咬頭嵌合位時の顎頭位

C-FH は最小 0mm, 最大 4.2mm, 平均 $2.0 \pm$

1.4mmで, C-Fo は最小 0.8mm, 最大 3.4mm, 平均 $2.0 \pm 0.9\text{mm}$ であり, C-Po は最小 10.5mm, 最大 16.3mm, 平均 $12.7 \pm 1.7\text{mm}$ であった.

C. 前方滑走運動時の顎頭最高点の動き

1. 正常咬合者（表6）

a. 咬頭嵌合位から切端咬合位に至る顎頭最高点の動き

咬頭嵌合位と切端咬合位の顎頭最高点を結んだ線が FH 平面となす角度 $\angle\text{FH to C-C}_1$ は最小 23.5° , 最大 45.0° , 平均 $35.6 \pm 7.2^\circ$ であった. その時の顎頭最高点の移動距離 C-C₁ は, 最小 1.2mm, 最大 6.0mm, 平均 $3.1 \pm 1.3\text{mm}$ であった.

b. 咬頭嵌合位から最前方接触位に至る顎頭最高点の動き

表6 前方滑走運動時の計測値（正常咬合者）

被験者	$\angle \text{FH to } C-C_1$	$C-C_1$	$\angle \text{FH to } C-C_2$	$C-C_2$
1.	24.5 °	1.5 mm	21.0 °	4.9 mm
2.	33.0	5.1	36.5	9.9
3.	43.5	3.1	24.0	12.5
4.	23.5	2.7	29.0	5.2
5.	45.0	6.0	40.5	11.1
6.	31.0	2.8	39.0	7.8
7.	29.5	3.6	23.0	10.2
8.	38.5	3.9	27.5	10.9
9.	30.5	1.2	38.0	4.9
10.	31.0	1.7	35.5	7.3
11.	37.0	2.7	32.5	9.9
12.	44.5	3.6	44.5	8.0
13.	44.0	2.8	40.0	7.1
14.	42.0	3.3	50.0	6.6
15.	36.5	2.9	42.0	6.8
$\bar{X}$	35.6	3.1	34.9	8.2
S.D.	7.2	1.3	8.5	2.4

咬頭嵌合位と最前方接触位の顎頭最高点を結んだ線と FH 平面となす角度 $\angle \text{FH to } C-C_2$ は、最小 21.0°, 最大 50.0°, 平均 $34.9 \pm 8.5^\circ$ であった。その時の顎

表7 前方滑走運動時の計測値（上顎前突者）

被験者	$\angle \text{FH to } C-C_1$	$C-C_1$	$\angle \text{FH to } C-C_2$	$C-C_2$
1.	38.0 °	6.5 mm	34.0 °	8.2 mm
2.	45.5	7.3	41.5	10.4
3.	34.0	5.8	26.5	11.5
4.	49.0	7.6	39.0	11.9
5.	51.5	7.5	51.5	9.5
6.	48.0	3.7	36.5	9.3
7.	48.5	4.6	47.0	6.7
8.	30.5	5.8	27.0	10.6
9.	39.0	11.6	35.0	13.1
10.	44.5	6.6	38.5	7.8
11.	45.5	5.2	47.0	8.2
12.	35.0	10.6	30.0	14.2
13.	41.5	9.3	36.0	12.0
14.	29.0	8.6	22.5	12.0
15.	55.0	5.6	45.0	11.1
$\bar{X}$	42.3	7.1	37.1	10.4
S.D.	7.8	2.2	8.4	2.1

頭最高点の移動距離 $C-C_2$ は、最小 4.9mm, 最大 12.5mm, 平均 $8.2 \pm 2.4\text{mm}$ であった。

2. 上顎前突者（表7）

a. 咬頭嵌合位から切端咬合位に至る顎頭最高点の動き

両位置における顎頭最高点を結んだ線が FH 平面となす角度 $\angle \text{FH to } C-C_1$ は、最小 29.0°, 最大 55.0°, 平均 $42.3 \pm 7.8^\circ$ であった。その時の顎頭最高点の移動距離 $C-C_1$ は最小 3.7mm, 最大 11.6mm, 平均 $7.1 \pm 2.2\text{mm}$ であった。

b. 咬頭嵌合位から最前方接触位に至る顎頭最高点の動き

両位置における顎頭最高点を結んだ線が FH 平面となす角度 $\angle \text{FH to } C-C_2$ は、最小 22.5°, 最大 51.5°, 平均 $37.1 \pm 8.4^\circ$ であった。その時の顎頭最高点の移動距離 $C-C_2$ は、最小 6.7mm, 最大 14.2mm, 平均 $10.4 \pm 2.1\text{mm}$ であった。

D. 前歯部被蓋状態

表8 前歯部被蓋状態の計測値（正常咬合者）

被験者	$\angle \text{FH}-1$	$\angle \text{FH}-1\text{L}$	$\angle 1-1\text{L}$	$\angle \text{FH}-1\text{L}$
1.	65.5	61.0	4.5	37.5
2.	73.5	68.5	5.0	60.0
3.	63.5	64.0	-0.5	28.0
4.	49.5	43.5	6.0	37.0
5.	68.0	58.0	10.0	54.5
6.	66.0	69.5	-3.5	32.5
7.	64.0	52.0	12.0	52.0
8.	58.5	52.0	6.5	46.5
9.	55.5	49.5	6.0	33.0
10.	72.5	70.0	2.5	56.5
11.	63.0	53.0	10.0	31.0
12.	55.0	49.5	5.5	24.0
13.	64.0	57.0	7.0	42.5
14.	69.0	67.0	2.0	61.5
15.	76.5	75.0	1.5	62.0
$\bar{X}$	64.3	59.3	5.0	43.9
S.D.	8.0	9.3	4.1	13.1

単位：度

1. 正常咬合者（表8）

a. 上顎中切歯歯軸が FH 平面となす角度 $\angle \text{FH}-1$ は、最小 49.5°, 最大 76.5°, 平均 $64.3 \pm 8.0^\circ$ であった。

b. 上顎中切歯舌面傾斜が FH 平面となす角度 $\angle FH - \underline{1} \overline{1}$ は、最小 43.5° 、最大 75.0° 、平均 $59.3 \pm 9.3^\circ$ であった。

c. 上顎中切歯の歯軸傾斜と舌面傾斜とのなす角度 $\angle \underline{1} - \underline{1} \overline{1}$ は、最小 -3.5° 、最大 12.0° 、平均 $5.0 \pm 4.1^\circ$ であった。

d. 上下顎中切歯切端を結んだ線が FH 平面となす角度 $\angle FH - \underline{1} \overline{1}$ は、最小 24.0° 、最大 62.0° 、平均 $43.9 \pm 13.1^\circ$ であった。

表9 前歯部被蓋状態の計測値（上顎前突者）

被験者	$\angle FH - \underline{1}$	$\angle FH - \underline{1} \overline{1}$	$\angle \underline{1} - \underline{1} \overline{1}$	$\angle FH - \underline{1} \overline{1}$
1.	62.5	55.5	7.0	37.0
2.	62.5	61.5	1.0	53.0
3.	59.0	56.0	3.0	37.0
4.	67.0	79.0	-12.0	53.0
5.	59.0	50.0	9.0	37.0
6.	67.5	59.5	8.0	47.0
7.	60.0	66.5	-6.5	46.5
8.	68.5	75.5	-7.0	56.0
9.	48.5	42.5	6.0	14.5
10.	62.0	60.5	1.5	38.5
11.	75.5	90.5	-15.0	63.5
12.	39.0	39.5	-0.5	20.0
13.	61.0	45.5	15.5	35.0
14.	69.5	66.0	3.5	41.5
15.	59.0	54.0	5.0	54.0
$\overline{X}$	61.4	60.1	1.2	42.2
S.D.	8.7	13.9	8.3	13.3

単位：度

2. 上顎前突者（表9）

a. 上顎中切歯歯軸が FH 平面となす角度 $\angle FH - \underline{1}$ は、最小 39.0° 、最大 75.5° 、平均 $61.4 \pm 8.7^\circ$ であった。

b. 上顎中切歯舌面傾斜が FH 平面となす角度 $\angle FH - \underline{1} \overline{1}$ は、最小 39.5° 、最大 90.5° 、平均 $60.1 \pm 13.9^\circ$ であった。

c. 上顎中切歯の歯軸傾斜と舌面傾斜とのなす角度 $\angle \underline{1} - \underline{1} \overline{1}$ は、最小 -15.0° 、最大 15.5° 、平均 $1.2 \pm 8.3^\circ$ であった。

d. 上下顎中切歯切端を結んだ線が FH 平面となす角度 $\angle FH - \underline{1} \overline{1}$ は、最小 14.5° 、最大 63.5° 、平均 $42.2 \pm 13.3^\circ$ であった。

表10 P1 装着時の計測値

被験者	$P1 \angle FH - \underline{1} \overline{1}$	変化量	$P1 \angle FH \text{ to } C-C_1$	変化量
1.	46.0	10.0	39.0	1.0
2.	71.0	18.0	49.5	4.0
3.	52.0	15.0	34.5	0.5
4.	58.0	5.0	51.0	2.0
5.	65.0	28.0	52.5	1.0
6.	59.0	12.0	50.5	2.5
7.	56.0	9.5	50.5	2.0
8.	72.0	16.0	31.0	0.5
9.	46.0	31.5	39.5	0.5
10.	52.0	13.5	47.5	3.0
11.	68.0	4.5	53.0	7.5
12.	30.0	10.0	36.0	1.0
13.	53.0	18.0	46.5	5.0
14.	54.0	12.5	32.0	3.0
15.	69.0	15.0	57.5	2.5
$\overline{X}$	56.7	14.6	44.7	2.4
S.D.	11.3	7.4	8.5	1.9

単位：度

E. 実験的被蓋変更時

1. 前歯誘導板 P1 装着時（表10）

前歯誘導板 P1 の実験的歯牙誘導は、 $P1 \angle FH - \underline{1} \overline{1}$ が $\angle FH - \underline{1} \overline{1}$ よりも 15° 急になるように製作したが、セファロによる実測では $4.5 \sim 31.5^\circ$ 、平均 14.6° 急であった。

この時の顎頭最高点の動きが FH 平面となす角度 $P1 \angle FH \text{ to } C-C_1$ は、最小 31.0° 最大 57.5° 、平均 $44.7 \pm 8.5^\circ$ であった。これは $\angle FH \text{ to } C-C_1$ よりも $0.5 \sim 7.5^\circ$ 、平均 2.4° 急であった。

2. 前歯誘導板 P2 装着時（表11）

前歯誘導板 P2 の実験的歯牙誘導は、 $P2 \angle FH - \underline{1} \overline{1}$ が、 $\angle FH - \underline{1} \overline{1}$ よりも 25° 急になるように製作したが、実測では $17.0 \sim 41.5^\circ$ 、平均 24.2° 急であった。

この時の顎頭最高点の動きが FH 平面となす角度 $P2 \angle FH \text{ to } C-C_1$ は、最小 33.0° 、最大 63.0° 、平均 $46.6 \pm 8.4^\circ$ であった。これは $\angle FH \text{ to } C-C_1$ よりも $1.5 \sim 8.0^\circ$ 、平均 4.3° 急であった。

3. 前歯誘導板 P3 装着時（表12）

前歯誘導板 P3 の実験的歯牙誘導は、 $P3 \angle FH - \underline{1} \overline{1}$ が $\angle FH - \underline{1} \overline{1}$ よりも $4.0 \sim 44.5^\circ$ 、平均 16.6° 急になるような歯牙誘導となった。また咬頭嵌合位から切端咬合位までの下顎中切歯の移動距離は 4 mm とし

表11 P 2 装着時の計測値

被験者	P 2 $\angle$ FH - 1 1	変化量	P 2 $\angle$ FH to C-C ₁	変化量
1.	60.0	23.0	43.0	5.0
2.	79.0	26.0	50.0	4.5
3.	58.0	21.0	37.5	3.5
4.	75.0	22.0	52.5	3.5
5.	68.0	31.0	53.5	2.0
6.	64.0	17.0	51.0	3.0
7.	69.0	22.5	51.5	3.0
8.	74.0	18.0	34.5	4.0
9.	56.0	41.5	45.0	6.0
10.	62.0	23.5	48.0	3.5
11.	85.0	21.5	53.0	7.5
12.	39.0	19.0	36.5	1.5
13.	65.0	30.0	47.0	5.5
14.	70.5	29.0	33.0	4.0
15.	72.0	18.0	63.0	8.0
$\bar{X}$	66.4	24.2	46.6	4.3
S.D.	11.0	6.5	8.4	1.9

単位：度

表12 P 3 装着時の計測値

被験者	P 3 $\angle$ FH - 1 1	変化量	P 3 $\angle$ FH to C-C ₁	変化量
1.	54.0	17.0	46.0	8.0
2.	58.0	5.0	46.0	0.5
3.	56.0	19.0	35.0	1.0
4.	58.0	5.0	51.0	2.0
5.	55.0	18.0	52.0	0.5
6.	61.0	14.0	52.0	4.0
7.	66.0	19.5	51.0	2.5
8.	65.0	9.0	34.0	3.5
9.	59.0	44.5	52.5	13.5
10.	55.0	16.5	48.5	4.0
11.	69.0	5.5	46.5	1.0
12.	52.0	32.0	55.0	15.0
13.	53.0	18.0	47.0	5.5
14.	63.0	21.5	34.5	5.5
15.	58.0	4.0	56.0	1.0
$\bar{X}$	58.8	16.6	47.1	4.5
S.D.	5.1	11.0	7.2	4.5

単位：度

た。

この時の顎頭最高点の動きがFH平面となす角度P3 $\angle$ FH to C-C₁ は、最小 34.0°, 最大 56.0°, 平均 47.1 ± 7.2° であった。これは $\angle$ FH to C-C₁ よりも 0.5~15.0°, 平均 4.5° 急であった。

F. 顎関節形態、前歯部被蓋状態、顎頭の動きの関連性について

正常咬合者15名と上顎前突者15名の計30名について、顎関節形態、前歯部被蓋状態、顎頭の動きの関連性を検討したところ、関節結節後壁傾斜度と切端咬合位までの顎頭の動きとの間には、図10に示すように両者の間には相関関係が認められなかった。

図10 関節結節後壁傾斜度と $\angle$ FH to C-C₁ との関係 図11 関節結節後壁傾斜度と $\angle$ FH to C-C₂ との関係

また関節結節後壁傾斜度と最前方接触位までの顎頭の動きとの間には、図11に示すように両者の間には危険率5% ($r=0.392$) で正の相関関係が認められた。

次に上顎中切歯舌面傾斜と切端咬合位までの顎頭の動

きとの間には、図12に示すように両者の間には相関関係が認められなかった。

さらに上顎中切歯舌面傾斜と関節結節後壁傾斜度との間には、図13に示すように両者の間には相関関係が認められなかった。

考 察

A. 研究方法

1. 被験者

顎関節形態および顎頭の動態の比較検討を行うにあたっては、性差あるいは成長変化による影響を除く必要があるため、被験者として22~27才、平均24才の成人男子を用いた。

正常咬合者と上顎前突者の判定基準として、Angle の分類および overjet の量を用いたが、両者のセファロ分析でも、 $\angle$ SNB, $\angle$ ANB, $\angle$ NAP, $\angle$ AB-NP, $\angle$ 1-Occ, $\angle$ 1-NP, $\angle$ 1-AP, overbite の各項目において、両者間に有意の差が認められた。すなわち本研究での上顎前突者は、skeletal pattern では上顎の前方突出よりも下顎の後退が著明で、denture pattern では上顎前歯の唇側転位があり、かつ過蓋咬合を伴っていた。これは日本人の上顎前突についての報告^{14,15)}と一致している。

2. 撮影方法

今日までに顎関節のX線撮影方法は数多く報告されている¹⁶⁻¹⁹⁾。しかし、通常の単純撮影法では顎頭の部分に側頭骨の錐体部が重複したり、左右の顎関節像が重なりあったりするので、顎関節形態や顎頭の動態を解析するのは困難である。そこで本研究では、顎関節部に焦点をあわせることにより、他の部との重複をさけうという特徴をもつ断層撮影法を用いた。

断層撮影法においては、断層深度の決定が顎関節形態を正確にとらえる重要なポイントとなる。Ricketts (1950)²⁰⁾は10個の乾燥頭蓋と10人の患者の研究で、顎頭中心点一皮膚間距離が2.5 cmであったという事から、2.5 cm と頭部固定台の厚み 1.0 cm を加えた 3.5 cm を断層深度として断層撮影を行っている。また Hjortsjö ら (1954)²¹⁾は、以前に行った研究で顎頭中心点一頭蓋最外側点の距離が 2.25~3.25 cm であったということから、その中で最も明瞭に顎関節が写し出される所を見つけ、その高さを断層深度とした。河野 (1968)²²⁾は、後前撮影で顎頭一切歯点間距離を求め、撮影台上より切歯点までの距離から、この長さを減じた距離を断層深度とした。中尾¹³⁾は撮影台上から外眼角までの高さを計測し、

図12 $\angle$ FH to C-C₁ と $\angle$ FH-1L との関係

図13 関節結節後壁傾斜度と $\angle$ FH-1L との関係

これを断層深度とした。また、Beckwith ら (1980)²³⁾ はオトガイ頭頂撮影により顎頭長軸の角度を求め、X線が顎頭長軸と平行になるようにし、計算法により断層深度の決定を行うなど、各種の方法が発表されている。しかし、これらの方法でも顎頭が断層深度から外れていたり、拡大率修正がなされていないために顎頭中心点における正確な断層撮影が行われていないことがある。そこで本研究ではさらに精度を高めるために、被験者の皮膚上にスチールボールを貼付し、逆タウン 30° の角度で咬頭嵌合位の後前撮影を行い、計算により正確に顎頭中心点—皮膚間距離を求め、それに頭部規格固定台の厚みを加えた距離を断層深度とした。その結果、明瞭なX線像をうることができた。また断層撮影において、断層深度を変化させると拡大率が変化してくるが、本研究で用いた断層深度は 36~43mm で、その時の拡大率は 1.078~1.084 であり、ほとんど影響をうけないと思われる。

3. 前歯誘導板

歯牙誘導路を変化させるために人工的に歯牙誘導を与える方法は、以前より行われている。Kurth (1954)²⁴⁾、Cohen (1956)²⁵⁾、Clayton (1971)²⁶⁾ らは、下顎に central bearing screw をつけた clutch を装着し、上顎には flat, concave, convex の3種類の可撤性の誘導路を与え、これにより歯牙誘導路の変更を行った。

Preiskel (1970²⁷⁾、1972²⁸⁾) は上顎犬歯の口蓋面に咬合高径を 1 mm、2 mm 増加させるような2種類の overlay を装着し、これを誘導路とした。鶴見 (1975)²⁹⁾ は上顎口蓋部にアクリル板を、下顎の舌側にも咬合平面と一致するようなアクリル板を装着し、咬合高径を高めることにより歯牙誘導路の変更を行った。しかし、これらの方法は咬合高径の変化、顎運動の出発点の変化、それに歯牙誘導路の変化と三つの要素が含まれているので、歯牙誘導路の変化による影響だけを検討することが困難である。栗山 (1979)³⁰⁾ は歯牙誘導路だけを変化させるために、上顎口蓋部に側方滑走運動時の切歯点運動経路が約 10°、および 20° 急になるような2種類の人工歯牙指導板を装着し、下顎の床につけた central bearing pin で誘導を行った。

本研究では純粋に前歯部被蓋状態変更の影響を知るために、前方滑走運動を下顎中切歯で誘導した。つまり、顎運動を下顎につけた central bearing pin で誘導するのではなく、下顎には何も装着せずに、上顎中切歯に装着した前歯誘導板に沿わせて下顎中切歯を滑走させた。また、咬合高径、前方滑走運動の出発点を変化させないために、咬頭嵌合位で前歯誘導板が下顎の歯牙に接触し

ないように、被験者の口腔内で調節を行った。前歯誘導板のうち P1、P2 は、被験者の咬頭嵌合位から切端咬合位までの下顎前歯の移動距離を変更せずに、舌面傾斜角だけを変化させたために、角度の変化による影響だけをとらえることができた。P3 は、治療後の上顎中切歯の舌面の位置を想定して製作したために、下顎中切歯の移動距離と舌面傾斜度の二つの要素の変更を行ったこととなった。

それぞれの前歯誘導板を装着したセファロ撮影では、前歯誘導板の舌面に鉛線を貼付してあるので、セファロ写真上で P1、P2、P3 の傾斜角度を正確に計測することができた。

計測値は、P1 が 4.5~31.5°、平均 14.6°、P2 が 17.0~41.5°、平均 24.2°、P3 が 4.0~44.5° 平均 16.6° であった。各被験者の P1、P2 は顎態模型上で予定した増加度数で正確に製作したが、セファロ上で計測してみると、多少ズレを生じていた。また P3 は、セファロ上で overjet 2 mm, overbite 3 mm になるように製作したために、被験者間で変化量が異なった。

B. 研究結果

1. 顎関節形態

X線像により、顎関節形態、関節窩内での顎頭の位置を計測するのに、基準平面から各計測点までの距離、角度を計測する方法^{13,22,31)}と、顎関節空隙の占める割合を測定し、それによって顎頭の位置を求める方法^{32,33)}とがあるが、本研究では FH 平面を基準線として、顎関節形態、顎頭位の計測を行った。

正常咬合者と上顎前突者について関節窩底の位置、関節結節頂の位置、関節結節後壁傾斜度、顎頭位の各計測値間に差があるかどうか検定を行ったが、全ての項目で有意差が認められなかった。つまり、顎関節形態と顎頭位には、正常咬合者と上顎前突者では特徴的な差がなかったこととなる。すなわち顎関節形態の差が、グループ間よりもむしろ個人間の方にあることを示すもので、Ricketts (1952)³⁴⁾ も同様な意見を述べている。

また顎関節形態の中で、特に前方滑走運動と関連があると思われる関節結節後壁傾斜度は、正常咬合者 54.7 ± 8.5°、上顎前突者 58.3 ± 5.1° であった。同様に FH 平面に対して計測を行った Ricketts³¹⁾ は class I, class II とともに 54.0°、中尾¹³⁾ は正常咬合者で 60.05° であったと報告している。また河野²²⁾ は咬合平面に対し計測を行い、顎関節に異常の認められない者の平均で 55.7° であったと報告している。これらの値と著者の値には大差はなかった。

2. 前方滑走運動時の顎頭の動き

前方滑走運動は、咬頭嵌合位から切端咬合位を経て最前方接触位まで、上下歯牙を接触させて行う運動である。河野⁹⁾は、前方滑走運動において咀嚼、嚥下等の機能運動と密接な関連をもつのは、咬頭嵌合位から上顎前歯舌面に誘導されて切端咬合位に至る運動と考え、マルチフラッシュ法により前方滑走運動の解析を行っている。本研究ではX線像により前方滑走運動の解析を行ったため、咬頭嵌合位の顎頭最高点と、切端咬合位あるいは最前方接触位の顎頭最高点とを結んで、これを運動路とした。

咬頭嵌合位から切端咬合位に至る顎頭の動きは、正常咬合者では角度が平均 35.6° 、距離が平均 3.1mm 、上顎前突者では角度が平均 42.3° 、距離が平均 7.1mm であった。河野²²⁾は断層撮影により顎頭の移動距離を計測し、切端咬合位では前方に平均 4.2mm 、下方へ 4.1mm 移動したと報告している。青島⁽¹⁹⁷⁵⁾³⁵⁾は側斜方向X線規格写真より、切端咬合位までの顎頭の移動距離は、正常咬合者で平均 3.4mm 、上顎前突者で平均 6.1mm と報告している。また、顎頭運動の測定点として全運動軸を求め、これを測定点として写真法により計測を行った河野⁹⁾は、矢状顎路角が平均 39.9° 、移動距離が平均 5.3mm であったと報告し、中野¹⁰⁾は矢状顎路角がカンベル平面に対し平均 37.5° であったと報告している。斉藤⁽¹⁹⁷⁹⁾³⁶⁾は、Panadent 下顎運動記録装置で咬頭嵌合位から切端咬合位をわずかにこえた位置までの計測を行い、矢状顎路角がK. axis—Or. planeに対し平均 55.2° であると報告している。著者の値と青島³⁵⁾、河野⁹⁾、中野¹⁰⁾の値とは大差はないが、斉藤³⁶⁾の値とは正常咬合者で 20° 近く差が生じている。これは計測方法、基準平面の違いと、さらに運動量の違いにより生じたものと思われる。

正常咬合者と上顎前突者との値を比較すると、角度、距離ともに危険率5%で有意差を生じた。つまり、咬頭嵌合位から切端咬合位に至る顎頭の動きが、正常咬合者と上顎前突者とは異っているということである。これは、正常咬合者と上顎前突者とは、前歯部被蓋状態が異っており、上顎前突者の方が咬頭嵌合位から切端咬合位までの下顎中切歯の移動距離が長いために、顎頭の動きも大きくなったものと考えられる。青島³⁵⁾も正常咬合者と上顎前突者の顎頭の移動量を比較して、著者と同様な結果を得ている。また、横田⁽¹⁹⁷⁶⁾³⁷⁾の開発した咬合の検査機を用いて、山地⁽¹⁹⁷⁷⁾³⁸⁾は正常咬合者と反対咬合者の顎運動の解析を行い、両者間の顎運動の違

いは、前歯部被蓋状態の違いによって生じたと報告している。いずれにしても、前歯部被蓋状態が顎運動に影響を与えていることは確かであると思われる。

次に、咬頭嵌合位から最前方接触位に至る顎頭の動きは、正常咬合者で角度が平均 34.9° 、距離が平均 8.2mm 、上顎前突者で、角度が平均 37.1° 、距離が 10.4mm であった。中尾¹³⁾は正常咬合者に 5mm 、 10mm 、 15mm の円柱を咬ませた時の顎頭点を連ねた線を結んで、これと鼻耳道線とのなす角度を矢状顎路傾斜角度とし、平均 33.64° と報告している。河野²²⁾は顎頭の移動距離が前方に平均 10.0mm 、下方に平均 4.1mm であると報告している。青島³⁵⁾は、正常咬合者で平均 9.1mm 、上顎前突者で平均 11.7mm の移動距離であったと報告している。これらの値と著者の値には大差はなかった。

正常咬合者と上顎前突者の値を比較すると、角度、距離とも差が認められなかった。したがって下顎の限界運動は、前歯部被蓋状態による影響をうけないと考えられる。

3. 前歯部被蓋状態

前歯部被蓋状態は審美性^{39,40)}、咬合の安定^{41,42)}に多大な影響を与えているが、前方滑走運動時の切歯誘導路としても重要である¹⁾といわれている。矯正診断においては上顎中切歯歯軸傾斜角を計測することが多いが、前方滑走運動では、下顎中切歯が上顎中切歯の舌面を滑走していくので、上顎中切歯の舌面傾斜角も計測する必要がある。

井藤ら⁽¹⁹⁷⁷⁾⁴¹⁾は矯正治療後の上下顎中切歯の位置と傾斜について検討を行い、治療後の上顎前突者と正常咬合者の切歯の位置はほぼ一致しているが、歯軸傾斜が異っており、切歯の位置が歯軸傾斜よりも審美性に及ぼす影響が大きいと報告している。また上顎中切歯の歯冠形態は、辺縁隆線や基底結節の発育状態により差がある。これらからも、矯正治療における上顎中切歯の位置の決定には、歯軸傾斜角だけでなく、舌面傾斜角ならびに歯軸傾斜と舌面傾斜とのなす角度も考慮に入れる必要がある。本研究の結果ではFH平面に対し、歯軸傾斜は正常咬合者で平均 64.3° 、上顎前突者で平均 61.4° 、舌面傾斜は正常咬合者で平均 59.3° 、上顎前突者で平均 60.1° と、正常咬合者と上顎前突者の間に差は認められなかった。歯軸傾斜と舌面傾斜とのなす角度は、正常咬合者で平均 5.0° 、上顎前突者で平均 1.2° であった。このうち辺縁隆線の発育の弱い歯牙が正常咬合者で2例(13%)、上顎前突者で5例(33%)あったが、これら

の歯牙に正常とされている切歯誘導を与えようと思えば、歯軸を普通よりも唇側に倒さなければならないと考えられる。

次に矢状切歯路については、本研究ではセファロ写真によりこれを求めたので、咬頭嵌合位時と切端咬合位時の下顎中切歯を結んだ線と FH 平面とのなす角度 ($\angle FH - \underline{1} \overline{1}$) を矢状切歯路角とした。著者の結果では正常咬合者で平均 43.9° 、上顎前突者で平均 42.2° であった。これらの数値は、河野ら⁹⁾の咬合平面に対し、平均 47.2° 、中野¹⁰⁾のカンヘル平面に対し、平均 43.02° 、根本⁸⁾のカンヘル平面に対し、平均 39.2° という報告と大差はない。

Stallard と Stuart (1963)⁴⁾ は、前方滑走運動時に下顎を前歯で誘導させ、臼歯部に disclusion を与えることを理想としており、Mchorris (1979)⁴³⁾ は、スムーズな disclusion を得るためには切歯路が顆路よりも 5° 大きいことが理想であると報告している。

また河野ら⁹⁾は、切歯路角が顆路角よりも大きければ、切端咬合位から咬頭嵌合位への滑走運動時に顆頭は閉口方向へ回転するが、逆に顆路角の方が大きければ、顆頭は開口方向へ回転することになるということと、Abe ら (1973)⁴⁴⁾ のネコによる実験で開口方向への顆頭の回転運動が、咬筋 α -運動線維の放電に抑制効果を与えたという報告と合わせ、切歯路は、矢状顆路よりも急角度であることが望ましいと報告している。本研究で切歯路の方が顆路よりも急角度のものは、正常咬合者で15例中11例 (73.3%)、上顎前突者で15例中6例 (40%) であった。上顎前突者の方に、切歯路が顆路よりも急な例が少かったのは、overjet の大きい上顎前突者では、 $\angle FH - \underline{1} \overline{1}$ がゆるやかであったためである。

4. 顎関節形態、前歯部被蓋状態と顆頭の動きの関連性について

顎関節の形態と機能の間の関係について Stallard と Stuart⁴⁾ は、下顎の前方運動は関節結節の解剖学的形態に影響を受けていると述べている。しかし Jankelson (1963)⁵⁾ は、下顎の運動は顎関節形態の影響を受けるのではなく、関節窩内では関節包、関節靱帯、筋肉の動く範囲内で自由に動くことができると述べている。また大石⁶⁾は顎関節の解剖学的所見から、下顎の前方運動時に、顆頭は常に関節円板を介して関節窩および関節結節の骨斜面に接し滑走移動すると報告し、前方運動は関節結節の形態の影響をうけると述べている。また Corbett ら⁷⁾ は、セファロと Panadent 下顎運動記録装置を用いて、顆路と関節結節の形態との相関について検討を行

い、顆路と関節結節との間には密接な関係があり、その関係は2次方程式によって最もよく表わされると報告している。本研究では、関節結節後壁傾斜度と切端咬合位までの顆頭の動き (図10)、関節結節後壁傾斜度と最前方接触位までの顆頭の動き (図11) について相関関係を求めたところ、後者に危険率5%で正の相関が認められた。つまり、本研究でも下顎を前方限界運動させた時の顆頭の動きは、関節結節の形態と関連があると思われる。しかし、切端咬合位までの顆頭の動きと関節結節の形態との間には関連がなかった。

次に、上顎中切歯舌面傾斜と切端咬合位までの顆頭の動きとの関係について、両者の間には、相関関係が認められなかった (図12)。Ingervall (1972)⁴⁵⁾ も condylar path inclination と incisal path inclination の間には、相関関係が認められなかったと報告している。また、上顎中切歯舌面傾斜と関節結節後壁傾斜度との関係について、両者の間には、相関関係は認められなかった (図13)。これらの間に相関関係が認められなかったのは、切端咬合位までの顆頭の動きと上顎中切歯舌面傾斜それに関節結節後壁傾斜ともに個人間の差が大きかったためであると思われる。

5. 実験的被蓋変更について

人工的に歯牙路を変えると、顆路も変化する^{24, 27, 29, 30)} というものと、顆路は一定なものだから、歯牙誘導路を変えても変化しない^{25, 26)} という二つの相対する意見がある、これに関し、本研究では、上顎中切歯舌面傾斜を平均 14.6° (P1 装着時) と 24.2° (P2 装着時) 増加させると、顆頭の動きは、それぞれ平均 2.4° と 4.3° 急になり、前者の意見と同じであった。つまり、上顎中切歯舌面傾斜角を増加させ、切歯路を急にすればするほど、顆頭の動きも急になるということである。上顎中切歯舌面傾斜度と、下顎中切歯の移動距離の両成分を変化させた P3 は、P1, P2 装着時とは条件が異なっているが、それでも15例全てにおいて、切歯路を急にすれば、顆頭の動きも急となり、P1, P2 装着時と同様な結果を示した。しかし、P1, P2 装着時と比べると、下顎中切歯の移動距離が 4 mm と少なかったために、顆頭の動きが P1, P2 装着時よりも急になったもの 15例中6例 (40%)、緩やかになったもの 15例中1例 (6.7%)、P1, P2 装着時と同じ傾向を示したもの 15例中8例 (53.3%) であった。

このように、下顎中切歯の移動距離を変えたために、P1, P2 装着時と違った傾向を示したのは、下顎が前方滑走運動を行う際に顆頭の回転と移動との割合が変化

したためであると思われる。いずれにしても、前歯部被蓋状態を改善するために、上顎前歯の軸傾斜を変えると、顎路も変わることになる。

小池²⁾、山内³⁾は、顎関節形態のうち関節結節は、混合歯列期前期から中期にかけて後壁の傾斜が増加し、深さも深くなると報告している。つまり、上顎中切歯の萌出と共に、関節結節は成長しているのである。

Humphreys (1932)⁴⁶⁾ は、関節結節の形成は6～7才まではまだ明瞭ではなく、10才までにわずかに成長し、10～11才の間で最も旺盛な成長を行い、12才で、大きさは成人には達しないが形態はほぼ同じになると報告している。この関節結節の成長の著しい混合歯列期に、矯正治療では前歯部被蓋状態の改善を行うことが多い。本研究では、前歯部被蓋状態の変更による顎路の変化を明瞭に観察するために、成長の完了した成人男子を被験者として用いたが、得られた結果に成長を合わせて考察を行ってみた。矯正治療により前歯部被蓋状態の改善を行うと、顎頭の動きも変化することになる。Moss のいう骨格の成長は、機能と同じくする周囲軟組織によって決定されるという Functional matrix theory^{47), 48)} に従えば、機能時の顎頭の動きの変化が、関節結節の形成に影響を与えるのではないかと推察される。つまり、関節結節の成長の旺盛な混合歯列期に、前歯部の被蓋改善を行い、上顎前歯の適切な位置を決定すると、顎関節の形態もそれに伴って変化してくるのではないかと考えられる。それ故に、混合歯列期の早期に前歯部被蓋状態の改善を行うことは、顎関節の良い成長を行わせるためにも重要であると思われる。また成長発育の完了した患者では、顎関節における骨の改造、下顎運動路の変化に対する筋機能の順応など考慮すべきであると思われる。

結 論

成人男子正常咬合者15名と上顎前突者15名の計30名について、顎関節規格断層撮影法を用いて、顎関節形態、前方滑走運動の記録を行った。さらに、上顎前突者について、実験的に被蓋状態を変更したさいの前方滑走運動の記録を行い、顎関節形態および前歯部被蓋状態が前方

滑走運動に及ぼす影響について検討を行った結果、次の結論を得た。

1. 顎頭中心点で行う顎関節規格断層撮影法は、顎関節形態および顎頭の動きをみるのに大変有効な方法であることが分った。
2. 正常咬合者と上顎前突者の顎関節形態に相違は認められなかった。
3. 正常咬合者と上顎前突者とは、咬頭嵌合位から切端咬合位に至る顎頭の動きの角度と距離に相違が認められ、上顎前突者の方がその角度が大きく、距離が長かった。
4. 正常咬合者と上顎前突者の咬頭嵌合位から最前方接触位に至る顎頭の動きと、関節結節後壁傾斜度との間に正の相関関係が認められた。
5. 正常咬合者と上顎前突者の咬頭嵌合位から切端咬合位に至る顎頭の動きと、関節結節後壁傾斜度および上顎中切歯舌面傾斜角との間、また、上顎中切歯舌面傾斜角と関節結節後壁傾斜度との間には、相関関係が認められなかった。
6. 実験的に被蓋状態の変更を行った場合、切歯誘導路が急になれば、顎頭の動きも急になる傾向にあった。

以上のことから、矯正治療により、上顎前歯の軸傾斜を変更すると顎運動路も変わると考えられるので、その点にも注意を払う必要がある。

稿を終るにあたり、終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜りました歯科矯正学講座佐藤通泰教授に深甚なる感謝の意を表します。

また種々の御助言と御校閲を賜りました生理学講座中原敏教授、ならびに第一補綴学講座豊田静夫教授に厚く御礼申しあげるとともに、放射線撮影に種々の御助言を賜りました放射線学講座大庭 健教授ならびに中央研究室小川泰夫博士に厚く御礼申しあげます。

さらに、終始変わらぬ御教示をいただいた木原充博士、白川安彦博士、分山英次博士に心から感謝の意を捧げるとともに、本研究に御協力いただいた矯正学教室の方々および、被験者の方々に心から感謝いたします。

引 用 文 献

- 1) 末次恒夫：前歯の咬合一補綴学的咬合論の立場から。歯界展望 48：63—72, 1976.
- 2) 小池将浩：下顎窩の発育に関する研究。歯科学報 70：1409—1428, 1970.
- 3) 山内和夫：側頭骨顎関節面の形態的成長とその意義。広島大歯誌 5：91—96, 1973.
- 4) Stallard, H. and Stuart, C.E. : Concepts of occlusion. What kind of occlusion should recused

- teeth be given? *Dent. Clin. North Am.* 591—606, 1963.
- 5) Jankelson, B. : Dental occlusion and the temporomandibular joint. *Dent. Clin. North Am.* 51—62, 1963.
  - 6) 大石忠雄：下顎運動の立場からみた顎関節構造の研究．日補綴歯会誌 11：197—220, 1967.
  - 7) Corbett, N.E., DeVincenzo, J.P., Huffer, R. A. and Shryock, E. F. : The relation of the condylar path to the articular eminence in mandibular protrusion. *Angle Orthod.* 41 : 286—292, 1971.
  - 8) 根本一男：有歯顎の下顎切歯点における3次元運動境界の研究．日補綴歯会誌 6：1—40, 1962.
  - 9) 河野正司・塩沢育己・中野雅徳：前方滑走運動の歯牙指導要素としての切歯路の研究．日補綴歯会誌 19：426—433, 1975.
  - 10) 中野雅徳：側方滑走運動における顆路と歯牙路に関する研究．日補綴歯会誌 19：647—665, 1976.
  - 11) Huffer, R.A., DeVincenzo, J.P., Corbett, N. E. and Shryock, E. F. : Relationship between the lingual of the maxillary central incisor and the articular eminence in ideal occlusion. *Angle Orthod.* 42 : 44—49, 1972.
  - 12) 久保田晴一：顆路の立体的運動野に関する研究．九州歯会誌 29：307—333, 1975.
  - 13) 中尾文則：外頰部に於ける顆頭の位置決定のX線学的研究．九州歯会誌 23：234—254, 1969.
  - 14) 桑原洋助：上顎前突の顎顔面形態の研究．口病誌 35：637—656, 1968.
  - 15) 石川富士郎・亀谷哲也：上顎前突の形態学的特徴—成長問題を含めて．国際歯科ジャーナル 5：522—532, 1977.
  - 16) 鳥海博：オトガイ—頭頂方向X線規格撮影による顎関節運動の解析的研究．日大歯学 39：463—470, 1965.
  - 17) Weinberg, L.A. : An evaluation of duplicability of temporomandibular joint radiographs. *J. Prosthet. Dent.* 24 : 512—541, 1970.
  - 18) Weinberg, L.A. : What we really see in a TMJ radiograph. *J. Prosthet. Dent.* 30 : 898—913, 1973.
  - 19) 宗田俊勝：矯正学の立場からみた下顎頭の形態学的研究—オトガイ—頭頂方向規格撮影法による—．日大歯学 48：14—19, 1974.
  - 20) Ricketts, R.M. : Variations of the temporomandibular joint as revealed by cephalometric laminagraphy. *Am. J. Orthod.* 36 : 877—898, 1950.
  - 21) Hjortsjö, C.H., Persson, P.I., Sonesson, A. and Sonesson, B. : A tomographic study of the rotation movements in the temporomandibular joint during lowering and forward movement of the mandible. *Odont. Rev.* 5 : 81—110, 1954.
  - 22) 河野正司：下顎の矢状面内運動に対応する顆頭運動の研究．第1報 断層X線規格写真による観察．日補綴歯会誌 12：337—349, 1968.
  - 23) Beckwith, P.J., Monfort, D. R. and Williams, B. H. : Accurate depth of cut in temporomandibular joint laminagraphs. *Angle Orthod.* 50 : 16—22, 1980.
  - 24) Kurth, L.E. : Balanced occlusion. *J. Prosthet. Dent.* 4 : 150—167, 1954.
  - 25) Cohen, R. : The relationship of anterior guidance to condylar guidance in mandibular movement. *J. Prosthet. Dent.* 6 : 758—767, 1956.
  - 26) Clayton, J.A., Kotowics, W.E. and Myens, G. E. : Graphic recordings of mandibular movements. Research criteria. *J. Prosthet. Dent.* 25 : 287—298, 1971.
  - 27) Preiskel, H.W. : Bennett's movement. A study of human lateral mandibular movement. *Br. Dent. J.* 129 : 372—377, 1970.
  - 28) Preiskel, H.W. : Ultrasonic measurements of movements of the working condyle. *J. Prosthet. Dent.* 27 : 607—615, 1972.

- 29) 鶴見祐三：咬合非誘導と咬合誘導における顎路の変化に関する研究．歯科学報 75：1401—1433, 1975.
- 30) 栗山實：歯牙指導要素が平衡側顎路に及ぼす影響について．日補綴歯会誌 23：126—147, 1979.
- 31) Ricketts, R.M. : Facial and denture changes during orthodontic treatment as analyzed from the temporomandibular joint. *Am. J. Orthod.* 41 : 163—179, 1955.
- 32) Blaschke, D.D. and Blaschke, T.J. : A method for quantitatively determining temporomandibular joint bony relationships. *J. Dent. Res.* 60 : 35—43, 1981.
- 33) Blaschke, D.D. and Blaschke, T.J. : Normal TMJ bony relationships in centric occlusion. *J. Dent. Res.* 60 : 98—104, 1981.
- 34) Ricketts, R.M. : Various conditions of the temporomandibular joint as revealed by cephalometric laminagraphy. *Angle Orthod.* 22 : 98—115, 1952.
- 35) 青島 攻：側斜方向X線規格像による顎の前方運動の解析．日矯歯会誌 34：198—205, 1975.
- 36) 斉藤文明：下顎頭の運動路に関する研究．歯科学報 79：41—81, 1979.
- 37) 横田成三：完全な咬合器にもなる咬合検査機器“Occluder”．歯界展望 47：377—382, 1976.
- 38) 山地正樹：滑走運動における顎路の立体的研究—正常咬合者および反対咬合者について—．九州歯会誌 30：989—1015, 1977.
- 39) 瀬端正之・菊地 誠・野上宏一・原崎守弘・市村賢二：調和のとれた日本人側貌構成基準に関する研究．1. Point A. B. と FH—U1, FH—L1 の相互関係について．日矯歯会誌 28：61—67, 1969.
- 40) 瀬端正之・菊地 誠・野上宏一・原崎守弘・市村賢二：調和のとれた日本人側貌構成基準に関する研究．2. Point A. B. と FH—U1, FH—L1 の相互関係について．日矯歯会誌 28：239—253, 1969.
- 41) 井藤一江・植木信吾・田部孝治・山内和夫：矯正治療後の上下顎中切歯の位置と傾斜について—側貌頭部X線規格写真による検討—．日矯歯会誌 36：212—230, 1977.
- 42) 小原正紀：矯正治療前後における上下顎中切歯の位置に関する研究—上顎前突者についての検討—．日大歯学 54：777—790, 1980.
- 43) Mchorris, W.H. : Occlusion with particular emphasis on the functional and parafunctional role of anterior teeth. Part 2. *J. Clin. Orthod.* 13 : 684—701, 1979.
- 44) Abe, K., Takata, M. and Kawamura, Y. : A study on inhibition of masseteric α —motor fibre discharges by mechanical stimulation of the temporomandibular joint in the cat. *Archs Oral Biol.* 18 : 301—304, 1973.
- 45) Ingervall, B. : Range of sagittal movement of the mandibular condyles and inclination of the condyle path in children and adults. *Acta. Odontol. Scand.* 30 : 67—87, 1972.
- 46) Humphreys, H. : Age changes in the temporomandibular joint and their importance in orthodontics. *Int. J. Orthod.* 18 : 809—815, 1932.
- 47) Moss, M.L. : Functional analysis of human mandibular growth. *J. Prosthet. Dent.* 10 : 1149—1159, 1960.
- 48) Moss, M.L. : The primary role of functional matrices in facial growth. *Am. J. Orthod.* 55 : 566—577, 1969.