犬下顎骨の発育に関する実験的研究

九州歯科大学第1補綴学教室(指導:坪根政治教授)

九州歯科大学口腔組織学教室(指導:三枝博教授)

大学院生 神 田 昭 司

(昭和44年8月21日受理)

(本論文の要旨は昭和44年5月24日第28回九州歯科学会総会にて発表したものである)

A MORPHOLOGICAL CHANGES OF THE DOG'S MANDIBLE CAUSED WITH THOROUGH EXCISION OF M.MASSETER

By

Shoji KANDA

First Department of Prosthetics, (Director : Prof. Masaharu TSUBONE)

Department of Oral-histology, (Director : Prof. Hiroshi SAEGUSA)

Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

An experimental study was conducted with dogs into how the functional decline due to complete removal of m. masseter on one side affects the morphological growth of the mandible. The dogs used for the experiment were 1.5 to 2 months old (1.5 to 3.2 kg.) and were operated on the left side, with the right side as control. Forty dogs were divided into seven groups, Group I undergoing the experiment for one month, Group 7 for seven months and were observed by macroscopic, radiographical, osteometrical, and splitting-line methods. The findings are summarized as follows:

1. In Group I, osseous proliferous hypertrophy was observed in the masseteric fossa and the crest of the condyloid process on the experimental side. Radiographically it was found that the osteotrabecula were arranged irregularly and loosely and the splitting lines were irregular. The osseous proliferous hypertrophy increased with the passage at time, reaching the maximum in Group 4. Radiographical examination disclosed increasingly obscure pictures, and splitting-line examination revealed an expansion of the area of irregular lines. But in Groups 5 to 7, the surface of the massetric fossa and the crest of the condyloid process tended to become smooth in the same way as on the control side, and radiographical penetration grew more difficult, while the irregular lines tended to become normal.

2. No difference was observed between the two sides in the eruption of teeth, but the formation of interdental spaces between premolars came later on the experiemntal side. X-ray penetrated through the interradicular alveolar septum of the fourth premolar and the first molar more distinctly on the experimental side.

3. In all groups, a reduction in distance or angle was observed on the experimental side in the length of the mandible (if - cd, cl. cm. goc. crc, crd), the height of the coronoid process (crd - gov, cd - crd), the height of the condyloid process (cd-gov,

(cl-gov, cm-gov), the length of the condyloid process (cm-cl), the body angle of the mandible, the inclination angle of the condyloid process, the height of the mandible body of premolars ($\overline{ap_2-a'p_2}$, $\overline{ap_3-a'p_3}$, $\overline{ap_4-a'p_4}$). This was conspicuous especially for if-goc, crd-gov, cd-gov, cl-gov, cm-gov, cm-cl, the body angle of the mandible, and the inclination angle of the condyloid process.

An increase was observed in the height of the mandible body of the molars, the angle of the processus coronoideus, and the height of the edge of the incisors.

The reduction in the length and angle of the various parts are manifestations of functional morphology due to the incision of the m. masseter. The osseous proliferous hypertrophy in the masseteric fossa and the mandible body of the molars physiological defense reaction to the incision.

結 言

下顎骨の形態発育については、これまで解剖学、矯正学、補綴学およびその他の分野よりいろいろな方法にて研究されてきた。

下顎骨は咀嚼器官として機能的にきわめて特異的なものであり、形態上から複雑性をおびているものである。その形態発育に関するこれまでの研究結果の趨勢は、咀嚼による機能形態であるという。したがって咀嚼に最も関与する咀嚼筋は、その形態発育に与える影響が一番大であると推定されている。しかし、これまで行なわれてきた実験的研究の多くは、歯牙の抜去という形で行なわれており、咀嚼に最も強く働く咀嚼筋についての研究は Scott (1938), 対木⁴⁰⁾ (1950) および Avis²⁾ (1961) の報告があるのみである。

ちなみに、従来からの下顎骨の形態発育についての研究方法をあげてみると、

1) 発育過程における各段階の模型図を作りそれを重ね合わせ、ある特定部位間の距離の増加、減少を観察する方法。

2) 顎骨内に、人工的に金属鋇を装着し、ある一定期間後その2点間の直線距離を測るという、いわゆる標識装着法⁴⁰⁾。

3) 鉛酸鉛の生体染色法により、硬組織の発育過程を沈着した鉛線により時間的、量的に観察する組織学的検索法^{28,41,42)}。

4) 分裂線法により発育段階の各時期の線系および不整裂線により、骨の発育方向、および発育点を観察する方法^{9,17,18,21,25,30,39)}。

5) 古くより行なわれ、現在もなお行なわれている方法として、各種年令の顎骨について解剖学的に特徴ある諸点間の直線距離を計測して骨形成、および発育の程度

を数値で示す計測法、

6) 機能を原因とみなし、結果を形態に見出そうとするもので、歯牙の発育と咀嚼機能とが下顎骨の形態発育に重大な影響を与えるという立場から、乳歯の早期抜去および永久歯胚の摘出による下顎骨の形態変化を調べる方法である^{1,20,31,38,40,41,42)}。

さらに、これと同じ立場から咬筋剥離実験がある。

1)～5) は単なる正常な顎骨の発育を知るための方法である。

6) は機能適応説という観点からの方法で、咀嚼運動に、ある障碍すなわち咀嚼力失調を与えた場合、それにより引き起される形態異常は、その部の咀嚼力の失調により形づくられたものであるとしている。この立場から堤^{41,42)} (1953), 雨森¹⁾ (1964) 高橋³⁶⁾ (1936), 対木⁴⁰⁾ (1950), 等^{3,19,20,33,43)} の乳歯および永久歯胚の抜去による報告がある。

堤は、実験側が対照側に比し、下顎骨の全長、上行枝高径、地平部高径、地平部幅径、さらに下顎小頭長径にそれぞれ距離の短縮をみたと報告した。雨森は、下顎骨の全長、関節突起高径、関節頭の幅径、下顎枝幅径および下顎体の高さにそれぞれ変化が認められたと報告している。

一方、高橋、対木等の報告によればならん変化が認められなかったとのべている。

対木⁴⁰⁾の試みた咬筋剥離実験をみるに、咬筋停止部の一部剥離で、かつ筋の再附着を防止するために金属箔を挿入し、さらに金属鋇の標識を顎骨内に装着したものである。その報告によれば、咬筋の機能力は下顎骨の形態発育、とくに隅角部の発育に対する影響が大であると述べている。

しかし、金属箔の挿入および金属鋇の装着は病理的変

化、すなわち骨の吸収を発現せしめるものであるから、咬筋の一部剥離という筋機能力失調により引き起された形態変化のすべてがはたして筋の機能力の失調によるものであるか否かは疑問である。

そこで、著者は機能を原因とみなし、結果を形態に見出そうとする機能適応説の立場より、先人の実験方法をさらに推し進めて咀嚼運動に最も強く働く咀嚼筋機能力の除去、すなわち咬筋の完全なる切除による機能失調が下顎骨の形態發育にどのような影響をおよぼすか動物実験を行ない検討し、いささかの所見を得たのでその詳細を報告する。

実験材料

実験材料としては、日本産雑種犬で、乳歯列の萌出完了直後^{12,24)}すなわち、生後1.5～2カ月、体重1.5～3.2kgの仔犬72匹を実験に供した。

後述方法の咬筋切除が、下顎骨の發育におよぼす形態の諸変化を経時的に観察するため、実験動物を実験期間により術後1カ月から7カ月までとした。咬筋切除手術を施される本時期の幼犬は、いろいろの疾病に対して抵抗力が弱いこと、手術により個体におよぼす損傷がかなり大きいため、表1に示したように28匹という多数犬が病死した²⁵⁾。これら手術による失敗、病死あるいは、先

表1

実験番号 (No.)	性	体重 (kg)	術後の飼育 期間 (月)	備 考
1	♂	2.8	5	
2	♂	2.7	5	
3	♀	2.6	5	
4	♂	1.8	3	
5	♀	1.8	7	
6	♀	2.0	1	
7	♀	1.9		病死 (術後性肺炎)
8	♂	1.7		病死 (術後性肺炎)
9	♀	2.2	7	
10	♀	2.1		病死 (術後性肺炎)
11	♀	2.6		病死 (二次感染)
12	♂	1.9	1	
13	♀	2.3		病死 (術後性肺炎)
14	♂	3.0	1	
15	♂	2.6		逃亡
16	♂	2.5		逃亡
17	♀	1.9		病死 (術後性肺炎)
18	♂	1.6		病死 (術後性肺炎)
19	♂	2.6	7	
20	♀	2.0	7	

21	♂	3.0		病死(ジステンバー)
22	♀	2.3		病死(ジステンバー)
23	♀	1.9		病死(ジステンバー)
24	♀	2.0		病死(ジステンバー)
25	♀	2.3		病死(鉤 虫 症)
26	♂	2.4	1	
27	♀	1.8		逃亡
28	♂	2.4		病死(鉤 虫 症)
29	♂	1.9		病死(ジステンバー)
30	♂	2.3	4	
31	♀	2.5	7	
32	♀	2.3		病死
33	♀	2.3		病死
34	♂	2.8	3	
35	♂	2.3		病死
36	♀	2.5		病死
37	♀	1.9	7	
38	♀	2.8		病死
39	♂	2.9		病死(二 次 感 染)
40	♀	2.3	7	
41	♀	3.1	7	
42	♀	2.8		病死(尿 毒 症)
43	♀	3.2	7	
44	♀	2.9	7	
45	♀	2.4	4	
46	♀	2.2	6	
47	♀	1.8	6	
48	♀	2.3	4	
49	♀	2.8	6	
50	♂	2.2		病死
51	♂	1.8		病死
52	♀	2.1		病死
53	♂	1.5		病死
54	♀	2.7	6	
55	♂	2.5	6	顎 拘 縮 症
56	♂	1.5		病死(尿 毒 症)
57	♀	2.8	2	
58	♂	3.1		病死
59	♀	2.8	2	
60	♂	3.1		病死 (皮膚炎より二 次感染)
61	♀	2.2	5	
62	♀	1.9	1	
63	♀	2.5	5	
64	♂	2.8	4	
65	♂	2.5	4	
66	♂	3.1	3	
67	♂	3.0	3	
68	♂	2.7	3	

69	♂	27.	2
70	♀	1.8	2
71	♀	2.7	6
72	♂	2.2	2

天的歯牙欠損³⁷⁾のあるものは、正確さを期すため観察対照から除外した。したがって、実際観察に供したものは40例となる。それらは表2に示すように、実験期間により7 groupsに分けた。すなわち、術後1カ月から7カ月をそれぞれ group 1. から group 7. とした。このうち、実験番号 No. 1～3, No. 19～20, No. 46～47, No. 61～62, No. 66～67, No. 68～70の一連はそれぞれ同腹のものである。出生年月日の明白なもの32例、不明なもの8例であった。後者のものについては、乳歯列の萌出状態、およびX線により、乳歯根さらには継承永久歯芽の発育状態を調べ、乳歯列の萌出完了直後である事を確かめた上で実験に供した。なお、性差による区別は行なわなかった。

表2

実験期間	実験番号										計
1ヶ月	6	12	14	26	62						5
2	57	59	69	70	72						5
3	4	34	66	67	68						5
4	30	45	48	64	65						5
5	1	2	3	61	63						5
6	46	47	49	54	71						5
7	5	9	19	20	31	37	40	41	43	44	10

実験方法

実験当初、数匹については、ラボナールAの静脈内注射による全身麻酔にて行ない、その後麻酔用エーテルの気管内挿入法による全身麻酔に切り替えたが、術後経過が非常に悪く、実験番号20よりペント・バルビタール・ナトリウム 0.4ml/kg (body weight) の静脈内注射による全身麻酔のもとで行なった。

手術部位を剃毛し、完全消毒した後、頬骨弓下縁に沿って4 cmにおよぶ皮膚切開を加え、咬筋の頬骨弓起始部より停止部まで完全に露出し、最初に咬筋表層の起始部を剥離した。咬筋の中層、深層はともに頬骨弓の腹側稜および内側面から起っているのので、起始部を完全剥離するため頬骨弓のほぼ全体、すなわち頬骨側頭突起後方から関節窩前方までを切断、切除してから、両層の起始部を完全に剥離した。さらに、下顎枝に沿って咬筋の全層を骨面より骨膜と共に剥離し、咬筋の停止部である咬

筋窩、下顎骨隅角部外側、腹側の両面および、角突起部までを丁寧かつ完全に剥離切除した。咬筋の全層が完全に切除されたのを確かめ、通法のごとく縫合し手術を完了した。術後懸濁水性ペニシリンG、30万単位を臀部に筋注し、7～10日継続した。術後10～15日で手術部は肉眼的に完全に治癒した。実験期間中は可及的にすべての動物が、ほぼ同じ条件のもと、専用ケージで飼育した。予定飼育期間満了に至れば、ペント・バルビタール・ナトリウムで薬殺し、肉眼的観察、製骨標本による計測、X線による観察、ならびに分裂線法による観察に供した。

これら実験動物において左側を実験側、右側を対照側とした。

1) 計測について

① 計測点および計測部位。(模式図1. a. b. c.)

計測点および計測部位は大部分斉藤²⁹⁾、雨森¹⁾両者の方法に準じ、一部は人頭蓋計測法¹³⁾を準用し設定した。各標本群の計測点の位置を一定にするための顎固定器をプラスチックおよび金属により適当に工夫作製した。す

図1. a. b. c. 計測点および計測部位

なわち、左右側の関節頭最外側点 cl と、下顎結合の最も前方に突出した点 if の3点を結ぶ仮想面（標準水平面）が基準台面に平行になるように固定し、同一条件下のもとで次の計測点を決定した。（図1, a. b. c.）

a. Infradentale. (if) : 下顎結合で最も前方に突出した点

b. Condylion laterale (cl) : 関節頭の最外側点

c. Coronion dorsale (crd) : 筋突起の最背方点

d. Coronion caudale (crc) : 筋突起の最尾方点

e. Condylion dorsale (cd) : 関節頭の最背方点

f. Condylion mediale (cm) : 関節頭の最内方点

g. Gonion ventrale (gov) : 下顎角の最腹方点

h. Gonion caudale (goc) : 下顎角の最尾方点

i. $\overline{aP_2}$, $\overline{aP_2}$, $\overline{aP_3}$, $\overline{aP_3}$, $\overline{aP_4}$, $\overline{aP_4}$, $\overline{aM_1}$, $\overline{aM_1}$, $\overline{aM_2}$, $\overline{aM_2}$, (左右両側)

$\overline{aP_2}$ と $\overline{aP_2}$ を例にとれば、下顎第2小白歯の近、遠心根分岐部の頰側（外側）歯槽縁上の中点を $\overline{aP_2}$ とした。標準水平面に点 $\overline{aP_2}$ を通る垂線を立て、それか下顎骨下縁と交わる点を $\overline{aP_2}$ とした。以下同様にして $\overline{aP_3}$, $\overline{aP_3}$, $\overline{aP_4}$, $\overline{aP_4}$, $\overline{aM_1}$, $\overline{aM_1}$, $\overline{aM_2}$, $\overline{aM_2}$ について求めた。

j. cl' : 標準線（前記標準水平面に従って引かれた線）が筋突起前縁と交わって出来る交線の最前方点。

以上の計測点を製骨標本上に記し、下記の2点間の直線距離を計測した。計測にはノギス（1/20mm）を用いた。

- ①. if-cl. ②. if-cd. ③. if-cm. ④. if-goc.
- ⑤. if-crc. ⑥. if-crd. ⑦. cd-crd. ⑧. crd-gov.
- ⑨. cl-gov. ⑩. cd-gov. ⑪. cm-gov. ⑫. cm-cl.
- ⑬. cl-cl'. ⑭. $\overline{aP_2}$ - $\overline{aP_2}$. ⑮. $\overline{aP_3}$ - $\overline{aP_3}$.
- ⑯. $\overline{aP_4}$ - $\overline{aP_4}$. ⑰. $\overline{aM_1}$ - $\overline{aM_1}$. ⑱. $\overline{aM_2}$ - $\overline{aM_2}$

計測は、数回行ない、その平均値をもって実測値とした。

下記の下顎枝角、下顎体角、切歯縁高、関節頭傾斜角は後術のX線撮影により間接的に計測を行なった。

⑲. Angle of coronoid process

筋突起前縁に沿った接線と標準線とのなす角度。

⑳. Angle of mandibular body.

角突起下縁と下顎体後方下縁とを結ぶ線を角突起下縁線とし、標準線よりおろされた2つの垂線、すなわち第1小白歯前縁および第1大臼歯の歯冠中央尖頭を通る線が下顎骨下縁と交わる2点を結ぶ線を下顎下縁線とし、

この両下縁線のなす角度。

㉑. Height of incisal margin

角突起下縁線の延長線から点 if. におろされた垂線距離。

㉒. Inclination angle of condyloid process.

左右側の第1大臼歯中央尖頭を結ぶ線の midpoint と点 if. を結んだ延長線が左右側それぞれの関節頭長軸（cl-cm）の延長線と交わる角度。

なお、第1小白歯および第1大臼歯の未萌出の標本は計測より除外した。

2) X線について

① 撮影方法

下顎骨体の外側面を上方に向け、関節頭内側点（cm）と下顎結合部とを同一平面上（カセット）に置き、第1大臼歯中央尖頭と前記 $\overline{aM_1}$ とをカセットより等距離になるように固定した。

②. 撮影条件

管電圧 45kv. 管電流 100mA. 時間 1/15sec で、F. D. P. (管球フィルム間距離) は 180cm である。

3) 分裂線法について

標本に附着する軟組織を可及的完全に剥離し、次いで 10% Formalin 液にて固定した後、5% HCl による電気脱灰法を施した。分裂線形成に必要な適性脱灰の判定はX線にて行なった。脱灰完了後は、中和、水洗し、穿刺にうつった。穿刺針は、月例別に 応じ 直径 0.5~0.9 mm のものを用い、穿刺針の先端に墨汁を浸し、骨表面に対し直角に穿刺した。穿刺が終れば余分の墨汁を拭いおとし、80% Alcohol 中に投じ固定保存した。なお、穿針用墨汁は良質の毛筆用墨汁を疎の濾紙にて濾過したものである。

実験成績

1) 肉眼的所見

①. 剖検所見

実験犬のすべてにおいて、実験側の咬筋切除領域は筋肉に代ってのはなはだ液状に富む結合組織性構造物によって厚く被われていた。しかし、咬筋存在ほどの盛り上りは無かった。該構造物を剥離すると、実験時剥離した骨膜の再生が見られた。また、実験側の側頭筋や対照側の咬筋、側頭筋などに筋切除による代償性的変化は認められなかった。

②. 製骨標本所見

Group 1 から Group 7 に至る顎の発育に伴う実験側と対照側間の形態変化は、おもに下顎枝の各部に認められる。以下、Group 1 より随時述べることにする。

Group 1. (生後3カ月)

萌出歯牙の状態はいまだ乳歯列で歯式で示すと次のようになる。

$$\overline{m_1-3ci_1-3} \mid \overline{i_1-3cm_1-3}$$

対照側 筋突起を除いた下顎枝の各部、すなわち関節突起、角突起、咬筋窩、関節突起稜などは、ほぼ發育形に近い形状をすでに呈している。筋突起の前縁の發育は、不充分で發育途上の様相を呈し該部から下顎体にかけて海綿状あるいは粗造感を現わしている。

実験側 咬筋窩には、すでに骨の増生が見られ、窩自体いくらか浅く粗造な骨面を示す。筋突起の前縁の發育は対照側よりも悪い。したがって、筋突起の前後幅径が前者より短く感じられる。角突起の發育も悪く、發育不全を思わせる形状である。その他、 $\overline{M_1}$ 部の骨体が右側に比して、内外的および上下的に骨の肥厚が觀察される。

Group 2. (生後4カ月)

歯列には永久歯の萌出がみられ、所謂混合歯列の始まりを示す。歯式は次のとおりである。

$$\overline{M_1m_1-3ci_1-2} \mid \overline{I_1-2iscm_1-3M_1}$$

対照側 下顎枝の各部は、group 1より著しく増大した形態を示すが、筋突起の前縁から骨体の後方部にかけてはいぜんとして骨の増築過程を示す如く、海綿状の骨面を呈している。また、咬筋窩の後方から関節突起稜にかけての骨面も粗造、あるいは海綿状を呈している。関節頭面には、大小の不規則な小孔がみられる。

実験側 咬筋附着部は、group 1と同じく、軽度の骨増生がみられるが、その他に、内翼突筋附着部も舌側方向に結節状に肥厚している。さらに、関節突起稜の肥厚が觀察される。それらの骨面はいずれも粗造である。一方、角突起は、發育不全を思わせる形態異常を呈し、前期に比し著明になっている。関節頭面には対照側と同じく、大小の不規則な小孔が見られるが、関節頭の長径が短縮し發育不全の様相を呈している。なお、 $\overline{M_1}$ 骨体部は前 group 同様、内外的および上下的に肥厚している。

Group 3. (生後5カ月)

萌出歯牙の状態は、

$$\overline{M_1-2m_2-3P_1CI_1-3} \mid \overline{I_1-3CP_1m_2-3M_1-2}$$

で、未まだ乳歯が混在している。

対照側 筋突起の前縁、とくに内側前縁が前群に続いて發育不全で、海綿状の骨面を示している。また、関節頭の前外側および内側からそれぞれ関節突起稜および下顎孔後方にかけての骨面も海綿状を呈している。さらに、

内翼突筋附着部もやや肥厚し、粗造骨面をなしている。関節頭面には前群と同じく、不規則な小孔が存在している。

実験側 筋突起の内側前縁は、対照側と同様發育不全で海綿状骨面を示し、関節頭の前外側および内側の海綿状骨面は対照側に比しその領域がやや狭くなっており、関節頭から下顎切痕にかけての切れ込みが鋭くなっている。また、関節頭の長径的發育も目立って悪い。角突起の發育不全は、顯著で丸味を示し下顎隅角よりの彎曲面上に僅かに突出している程度である。したがって、内翼突筋の附着部は、下顎孔直下に見られ、下顎孔自体もいくらか対照側に比して前方に移動している。一方、関節突起稜の肥厚が前 group よりも著しく、咬筋窩の骨増生と相俟って浅くなっている。したがって、咬筋窩部の骨厚径は対照側に比してはなほだ厚い。(図2)。

b.). 咬筋窩および関節突起稜の肥厚増大により咬筋窩

図2. 下顎孔後部断面図(術後7カ月)

a. 下顎孔後部の下顎枝切断方向を示す

b. 切断部捺印面←→は下顎孔の位置を示す。

CI と M_3 咬合面を結ぶ線(破線)より下顎孔後縁部を通る垂線(実線)は切断方向を示す。

の下方は凹凸がはげしく、粗造面を呈している。 $\overline{M_1}$ 骨体部の内外的および上下の肥厚も發育に応じ増大している。

Group 4. (生後6カ月)

歯牙の萌出状態は、

$$\overline{M_1-3P_1-4CI_1-3} \mid \overline{I_1-3CP_1-4M_1-3}$$

で歯列の全部が永久歯に化している。乳歯、永久歯の交換過程において、実験側と対照側間の差はほとんど認められない。

対照側 筋突起前縁は $\overline{M_3}$ の萌出に伴い成育形態を整えているが、いまだに前縁下面に海綿状の骨面が見られ

る。関節頭の内側および前外側の骨面も海綿状から粗造感に変化しているが、関節頭から下顎切痕にいたる切れ込みが鋭くなっており、完全に関節頭面を遊離させている。また、角突起の内側基底部にはっきりとした溝様の凹線が見られる。

実験側 M_3 の萌出も見られるが筋突起の前後發育が対照側よりもやや悪く、海綿状および粗面域が広い。角突起は単なる凹凸状、あるいは結節状として現われている。関節突起稜は、凹凸に富み粗面構造を呈している。関節突起の長径的發育がかなり悪く、全体的形状が異なっている。さらに、関節突起前縁から筋突起にかけての下顎切痕の彎曲がやや不規則な傾向を帯びている。

(図3. a. b.)

図3. a. b. 術後4カ月の製骨標本. a. 実験側. b. 対照側

Group 5. (生後7カ月)

対照側 本群において、はじめて筋突起前縁が成育形態を現わし、平滑な骨面を呈している。前群までに見られたその他の下顎枝各部の海綿状あるいは粗造骨面はほとんど消失して平滑になっている。角突起の内側基底部にみられた溝様の凹線もかなり浅くなっている。また、関節頭表面の不規則な小孔もほとんど消失している。歯列弓においてはじめて小臼歯部の歯間離開が実験側に比し著明にみられる。

実験側 咬筋窩および関節突起稜は、骨増生により粗造

骨面を示しているが、関節頭面の小孔は対照側と同じく消失している。

Group 6, 7. (生後8, 9カ月)

対照側 Group 5. の所見とほとんど変りはない。

実験側 咬筋窩およびその周辺の骨面構造は、前群とほとんど変りないが、角突起の發育不全により下顎枝全体の形状が対照側に比し、貧弱にして、いかにも機能減退による發育不全の様相を著明に現わしている。対照側の group 5. でみられた小臼歯部の歯冠離開が、この期にはじめて観察される。(図4. a. b.)

図4. a. b. 術後7カ月の製骨標本. a. 実験側. b. 対照側

2) 計測所見

製骨標本を22項目の計測部位(方法参照)について、group 別に対照側と実験側の平均値、変量分散を算出した。

実験材料が小数例かつ雑種犬であるため、計測値に大きなばらつきが考えられるので予め左右両群における変量分散を検し、その差が同一母集団からとった2 groups が示す差の程度以内であるか否かを F-test を用い、F-表(分布)により判定した。標本分散がF-値の有意水準5%以内にあるか否かを $F = u^2/v^2$ により判定した。(但し $u^2 > v^2$)

その結果、標本分散がF-値の有意水準5%以内に含まれるものがほとんどで、group 3. のif-goc, cd-

gov, group 5. のcd-gov, 関節頭傾斜角, group 6. のcd-gov, cl-cl' の6項目が含まれなかった。分散が有意に異なっている事が確かめられたものについては、左右両群の平均値の差の有意性につき検討した。平均値の差の有意性の検定には t-分布により行なった。

$$t_o = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{s} \sqrt{\frac{N_1 N_2}{N_1 + N_2}} \quad \begin{array}{l} \bar{X} = \text{左側の平均値} \\ \bar{Y} = \text{右側の平均値} \\ N_1 = \text{左側の実験数} \\ N_2 = \text{右側の実験数} \end{array}$$

この式により算出された t について、左右両群の平均値の差の有意性を判定する基準としては、危険率5%および10%が使われた。そして、これを+の記号であらわした。すなわち、+は5%で有意差が認められ、+は10%で有意差がそれぞれ認められた事を示している。

上記の検定法は、標本分散が F-値の有意水準5%以内にある場合であり、標本分散が F-値の有意水準5%

以外にある場合には次の式により判定した。

$$t_o = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{S_d}, \quad t_c = \frac{S^2 \bar{X} \cdot t_1 + S^2 \bar{Y} \cdot t_2}{S^2 d}$$

$|t_o| > t_c$ であれば、左右側の平均値の差は5%の危険率で有意義であると判定した^{23,34)}。

各計測部位について、左側すなわち実験側が対照側に比し差が認められるか否か、また各 groups の間には、どのような変化傾向が見られるかを、左右側の平均値との差の有意性について検討した。その結果を表3-1 (group 1.) ~表3-7. (group 7.) に示した。

各計測項目に従って各 groups ごとの差および経時的变化を見るに、

下顎骨の前後の發育についての計測項目は、if-cl, if-cd, if-cm, if-goc, if-crc, if-crd の6つである。

if-cl 各 groups とも実験側は対照側に比し發育が悪く距離の減少傾向がみられ、その差が最高0.532cm~最

表3 Group 1~7の各群に関する実験側、対照側の平均値、分散、差の検定

表3-1

Group 1 の計測値

(単位: cm)

L (実験側)				R (対照側)			L - R		
計測部位	N ₁	$\bar{X}$	$S^2 \bar{X}$	N ₂	$\bar{Y}$	$S^2 \bar{Y}$	n	d	t _o
if - cl	5	8.0220	0.4884	5	8.1040	0.4719	8	-0.0820	0.1872
if - cd	5	8.0080	0.5492	5	8.0660	0.4911	8	-0.0020	0.0040
if - cm	5	7.8060	0.4418	5	7.8680	0.4223	8	-0.0620	0.1489
if - goc	5	7.8120	0.5043	5	8.0700	0.5127	8	-0.1580	0.3484
if - crc	5	7.7380	0.3371	4	7.7030	0.2921	7	+0.0350	0.0926
if - crd	5	7.4460	0.3193	5	7.4600	0.2597	8	-0.0140	0.0409
cd - crd	5	1.3620	0.0394	5	1.4000	0.0427	8	-0.0380	0.3005
crd - gov	5	2.4920	0.0795	5	2.6240	0.1529	8	-0.1320	0.6138
cl - gov	5	1.5560	0.0596	5	1.6260	0.0589	8	-0.0700	0.4613
cd - gov	5	1.6040	0.0580	5	1.6240	0.0648	8	-0.0200	0.1264
cm - gov	5	1.1660	0.0239	4	1.2830	0.0627	7	-0.1770	0.8715
cm - cl	5	1.3180	0.0471	5	1.3900	0.0364	8	-0.0720	0.5690
cl - cl'	5	2.0300	0.2149	5	2.0480	0.1659	8	-0.0080	0.0289
$\bar{ap}_2 - \bar{a}'p_2$	5	1.2200	0.0098	5	1.2200	0.0099	8	0	0
$\bar{ap}_3 - \bar{a}'p_3$	5	1.2400	0.0035	5	1.3020	0.0036	8	-0.0620	0.1633
$\bar{ap}_4 - \bar{a}'p_4$	5	1.3600	0.0109	5	1.3860	0.0115	8	-0.0200	0.2981
$\bar{aM}_1 - \bar{a}'M_1$									
$\bar{aM}_2 - \bar{a}'M_2$									
Angle of C. P.	5	111.8500	13.1800	5	108.9500	8.6100	8	+2.9000	1.3894
Angle of M. B.	5	141.0500	27.0125	5	144.4000	14.1750	8	-3.3500	1.1667
Height of I. M.	5	4.0100	0.3440	5	3.6200	0.2670	8	+0.3900	+4.7431
Inclin. of C. P.	5	85.0500	16.0125	5	87.7500	20.6875	8	-2.7000	1.0237

C. P. : Coronoid process
M. B. : Mandibular body

C. P. : Condylod process
I. M. : Incisal margin

表 3-2

Group 2 の計測値

(単位: cm)

L (実験側)				R (対照側)			L - R		
計測部位	N ₁	$\bar{X}$	$S^2\bar{X}$	N ₂	$\bar{Y}$	$S^2\bar{Y}$	n	d	to
if - cl	5	8.9220	0.9822	5	9.1680	1.1536	8	-0.0760	0.1167
if - cd	5	8.6080	1.8425	5	9.1340	1.1396	8	-0.5260	0.6817
if - cm	5	8.7020	0.9790	5	8.8380	0.9670	8	-0.1360	0.2180
if - goc	5	8.1830	1.5125	5	9.1500	1.1431	8	-0.9670	1.3295
if - crc	5	8.9000	1.2674	5	9.0280	1.3242	8	-0.1280	0.0178
if - crd	5	8.4620	1.1668	5	8.6380	1.4949	8	-0.1760	0.2399
cd - crd	5	1.5780	0.0333	5	1.6040	0.0331	8	-0.0260	0.2283
crd - gov	5	3.2120	0.1476	5	3.2800	0.1388	8	-0.0680	0.2829
cl - gov	5	1.7100	0.0569	5	1.7440	0.1011	8	-0.0340	0.1921
cd - gov	5	1.5360	0.0538	5	1.7380	0.0289	8	-0.2020	1.5970
cm - gov	5	1.1520	0.1993	5	1.4200	0.0273	8	-0.2680	1.2452
cm - cl	5	1.4320	0.0606	5	1.5640	0.0598	8	-0.1320	0.8348
cl - cl'	5	1.9760	0.0562	5	2.1620	0.0592	8	-0.1860	1.2203
ap ₂ - a'p ₂	5	1.4640	0.0729	5	1.4640	0.0631	8	0	0
ap ₃ - a'p ₃	5	1.5320	0.0463	5	1.5400	0.0316	8	-0.0080	0.0563
ap ₄ - a'p ₄	5	1.5940	0.0317	5	1.5860	0.0223	8	+0.0080	0.0764
aM ₁ - a'M ₁	5	1.7800	0.0181	5	1.7160	0.0141	8	+0.0620	0.7538
aM ₂ - a'M ₂									
Angle of C.P	5	117.4500	26.8300	5	113.8000	41.9500	8	+3.6500	0.9848
Angle of M.B.	5	135.3500	14.9875	5	145.9000	51.4250	8	-10.5500	†2.8909
Height of I. M.	5	5.0500	0.2050	5	4.0200	0.1160	8	+1.0300	†4.0713
Inclin. of C.P.	5	81.4500	9.7625	5	87.7000	11.7313	8	-6.2500	†3.0794

低0.076cmであり、著明な差は認められない。

if-cd, if-cm 各 groups とともに減少傾向を示し有意差は認められなかった。

if-goc 肉眼的所見でも述べたごとく、実験側の角突起はかなり発育異常を示すものであるから、それだけ、計測的にも変化が見られる。各 groups とともに距離の短縮を示し、実験側が対照側に比し最高1.147cmから最低0.158cmの差がみられる。group 7. は5%危険率にて有意差が認められ、group 4. では10%危険率で有意差が認められる。

if-crc 左右両側間の差が group 1. を除いた他の groups においては、減少傾向すなわち、実験側が対照側に比し距離の短縮がみられるが、著明な差は認められない。

if-crd 各 groups とともに対照側より距離の短縮を呈しているが、左右側の有意差は認められない。

筋突起の上下的発育すなわち、高さを示す計測項目は cd-crd, crd-gov, の2つである。

cd-crd は関節頭からの高さであり、 crd-gov は角

突起からの高さである。

cd-crd すべての groups において対照側より距離の減少をみるが、ほとんど有意的变化はない。

crd-gov 各 groups とともに対照側より距離の減少を示している。左右側の差は、最高0.59cm から最低0.132cmである。5%危険率では、group 4. 6. 7. に有意差がみられ、10%危険率では、group 3. 5. にそれぞれ認められる。

関節突起の高さを表わす項目は、cl-gov, cd-gov, cm-gov, の3つで、いずれも角突起からの距離である。

cl-gov すべての groups において、対照側に比し距離の減少傾向を示し、とくに group 3. においては、5%の危険率で有意差がみられ、group 4. 6. にても10%危険率で有意差が認められる。

cd-gov 各 groups とともに対照側に比し距離の短縮をみ、group 3. 4. には著明なる差が認められた。しかし、その差は経月的に減少していく傾向を示している。

cm-gov 各 groups とともに対照側に比し距離の短縮を

表3-3

Group 3 の計測値

(単位: cm)

計測部位	L			R			L - R		
	N ₁	$\bar{X}$	S ² $\bar{X}$	N ₂	$\bar{Y}$	S ² $\bar{Y}$	n	d	t ₀
if - cl	5	9.6760	0.5496	5	10.0140	0.6697	8	-0.3380	0.6843
if - cd	5	9.6100	0.5760	5	9.8880	0.6949	8	-0.2780	0.5514
if - cm	5	9.5180	0.6026	5	9.6260	0.6866	8	-0.1080	0.2127
if - goc	5	9.0860	0.1038	5	10.0020	0.6707	8	-0.9160	(-)
if - crc	5	9.8000	0.6417	5	10.0120	0.7536	8	-0.2100	0.3975
if - crd	5	9.2400	0.4352	5	9.7220	1.3378	8	-0.4820	0.8107
cd - crd	5	1.7980	0.0755	5	1.8240	0.0464	8	-0.0260	0.1644
crd - gov	5	3.2480	0.885	5	3.6680	0.1591	8	-0.4200	+1.8974
cl - gov	5	1.5080	0.0504	5	1.8500	0.0317	8	-0.3420	+2.5748
cd - gov	5	1.5300	0.0068	5	1.9160	0.0587	8	-0.3860	(+)
cm - gov	5	1.0820	0.0180	5	1.6000	0.0429	8	-0.5180	+4.5500
cm - cl	5	1.3980	0.0212	5	1.5900	0.0303	8	-0.1920	+1.8975
cl - cl'	5	2.0480	0.0837	5	2.1780	0.1036	8	-0.1300	0.6716
a $\bar{P}_2$ - a' $\bar{P}_2$	5	1.3940	0.0385	5	1.4200	0.0392	8	-0.0260	0.2087
a $\bar{P}_3$ - a' $\bar{P}_3$	5	1.3600	0.0334	5	1.4200	0.0683	8	-0.0600	0.4218
a $\bar{P}_4$ - a' $\bar{P}_4$	5	1.4320	0.0443	5	1.4640	0.0626	8	-0.0320	0.2181
a $\bar{M}_1$ - a' $\bar{M}_1$	5	1.5540	0.0350	5	1.4680	0.0207	8	+0.0860	0.8000
a $\bar{M}_2$ - a' $\bar{M}_2$	4	1.4975	0.0239	4	1.3375	0.0242	6	+0.1600	0.4222
Angle of C. P.	5	115.0000	40.6200	5	108.5000	27.0000	8	+6.5000	+1.7658
Angle of M. B.	5	133.4000	18.925	5	152.5000	29.2500	8	-19.1000	+6.1505
Height of I. M.	5	5.6600	0.4690	5	3.7600	0.2493	8	+1.900	+5.0068
Inclin. of C. P.	5	83.9000	7.7688	5	90.1100	9.7420	8	-6.2100	+3.3171

み, group 3. から group 6. にかけて有意差がみられ, とくに group 3. 4. においては著明な差が認められる. group 7. においても10%危険率で有意差があり, 全体的に術後3カ月から4カ月, すなわち, 生後5カ月から6カ月にかけ著明な差が生じている. 左右側の差の変化傾向は波状を呈しその傾向は定っていない.

cm-cl 関節頭の長径を表わし, 各 groups とも距離の減少を示している. group 3, 5, 6, 7, では, 10%危険率でそれぞれ有意差が認められる.

cl-cl' 筋突起の前後径を表わす項目である. 各 groups のいずれも 対照側に 比し 距離の 減少がみられる.

下顎体の高さを表わす項目は, a $\bar{P}_2$ -a' $\bar{P}_2$, a $\bar{P}_3$ -a' $\bar{P}_3$, a $\bar{P}_4$ -a' $\bar{P}_4$ の小臼歯部と, a $\bar{M}_1$ -a' $\bar{M}_1$, a $\bar{M}_2$ -a' $\bar{M}_2$ の大臼歯部である.

a $\bar{P}_2$ -a' $\bar{P}_2$ group 1, 2. においては各 groups とも, 対照側に比し距離の減少傾向がみられるが, 各 groups 著明な差は認められない.

a $\bar{P}_3$ -a' $\bar{P}_3$ すべての groups とも対照側に比し距離の減少を生ずるが, 計測項目 a $\bar{P}_2$ -a' $\bar{P}_2$ 同様著明な差は認められない.

a $\bar{P}_4$ -a' $\bar{P}_4$ group 1, 3, 4, 7 は対照側に比し距離の減少をみ, group 2, 5, 6 においては逆に増加の傾向を示す. 各 groups とも著明な差は認められない.

a $\bar{M}_1$ -a' $\bar{M}_1$ group 1. では未萌出のため計測できなかった. group 2. を除いた他の groups は, 対照側に比し距離の増加がみられたが, とくに, group 7. では, その傾向が強く有意差を認める.

a $\bar{M}_2$ -a' $\bar{M}_2$ group 1, 2. においては, 前記同様未萌出のため計測できなかったが, group 3. から group 7. にいたり距離の増加を示しているが, 著明な差は認められない.

以上の結果により, 小臼歯部は対照側に比し距離の減少, 大臼歯部では逆に増加が認められる.

筋突起角 各 groups とも対照側に比し角度の拡大が見られ, とくに group 7. では5%危険率で, また

表3-4

Group 4 の計測値

(単位: cm)

L				R			L - R		
計測部位	N ₁	$\bar{X}$	$S^2\bar{X}$	N ₂	$\bar{Y}$	$S^2\bar{Y}$	n	d	t ₀
if - cl	5	9.2140	0.3344	5	9.7460	0.6335	8	-0.5320	1.2085
if - cd	5	9.1840	0.4450	5	9.6640	0.5653	8	-0.4800	1.0674
if - cm	5	9.2127	0.4405	5	9.3600	0.4967	8	-0.1480	0.3421
if - goc	5	8.7000	0.4815	5	9.7380	0.7349	8	-1.0380	++2.1041
if - crc	5	9.3860	0.5415	5	9.7440	0.5994	8	-0.3580	0.7525
if - crd	5	8.9980	0.3523	5	9.1720	0.7679	8	-0.1740	0.3668
cd - crd	5	1.6880	0.0313	5	1.8620	0.0439	8	-0.1740	1.4478
crd - gov	5	3.1840	0.0993	5	3.6560	0.0855	8	-0.4720	++2.4876
cl - gov	5	1.6320	0.0607	5	1.9080	0.0128	8	-0.2760	+2.2968
cd - gov	5	1.5280	0.0503	5	1.9420	0.0238	8	-0.4140	++3.4453
cm - gov	5	1.0740	0.0206	5	1.5940	0.0376	8	-0.5200	++4.8364
cm - cl	5	1.4420	0.0539	5	1.6260	0.0569	8	-0.1840	1.2121
cl - cl'	5	1.9380	0.0692	5	2.1720	0.1733	8	-0.2340	1.0632
ap ₂ - a'p ₂	5	1.2720	0.0217	5	1.3120	0.0139	8	-0.0400	0.4716
ap ₃ - a'p ₃	5	1.2120	0.0233	5	1.2300	0.0317	8	-0.0180	0.1717
ap ₄ - a'p ₄	5	1.3240	0.0379	5	1.3520	0.0454	8	-0.0280	0.2172
aM ₁ - a'M ₁	5	1.5260	0.0534	5	1.5020	0.0450	8	+0.0860	1.2523
aM ₂ - a'M ₂	5	1.6620	0.0492	5	1.5300	0.0477	8	+0.1320	1.3760
Angle of C. P.	5	111.0000	43.9100	5	105.0000	16.0000	8	+6.000	1.7343
Angle of M. B.	5	131.3000	36.5750	5	147.3500	34.8666	8	-16.0500	++4.2438
Height of I. M.	5	5.7600	0.2293	5	4.2300	0.2795	8	+1.5300	++4.7998
Inclin. of C.P.	5	77.3000	63.3563	5	90.1000	20.1125	8	-12.8000	++3.1328

group 6. では10%危険率でそれぞれ有意差が認められる。

下顎体角 各 groups と角度の狭少をみ、group 1. を除いたすべての groups は対照側に比し著明な差すなわち有意差が認められる。

切歯縁高 各 groups と対照側に比し著明な差がみられ、group 5. は10%危険率で、他の groups はgroup 5. を除き5%危険率でそれぞれ有意差が認められる。

関節頭傾斜角 各 groups と対照側に比し角度の狭少をみ、下顎体角同様 group 1. を除いたすべての groups に著明な差が認められる。

主なる計測部位8項目における左右側の差は、表(4)に示した。

3) X線所見

Group 1.

対照側 萌出歯は乳歯列であるが、P₁ 歯胚は根形成がかなり進行し、萌出間近い状態にある。M₁ 歯胚は、いまだ歯冠形成から根形成の初期段階に移行している。M₂ 歯胚はさらに幼若形にして歯冠の形成途上にあり、

M₁ 歯胚とともに歯小嚢を介しての周囲骨柱は、白線としてみられる。また、M₂ 歯胚の上部骨質はとくに緻密にして不透過像を呈し、他の永久歯歯胚はそれぞれの先行乳歯下に幼若型として存在している。筋突起の前縁および後縁部骨柱も密にして、前下方に走向をとっている。筋突起の中軸部および咬筋窩辺の骨柱は網状配列をなし、関節突起およびその下縁部の骨柱はかなりの緻密さを示すが、それらの配列方向は明らかでない。下顎骨は、下顎孔より骨体下縁に沿って走行しているがM₁ 歯胚部ではその部の骨体高径の約1/7程度の太さを示し、犬歯歯根尖部にてその透過像を消失している。なお、下顎管に下在する下顎枝下縁から骨体下縁にかけての骨柱は著しく密である。

実験側 角突起が対照側に比し、發育が悪く、かつ骨柱の配列がやや疎に見られる他、永久歯歯胚の發育状況およびその他下顎枝各部の柱骨の構築状況にはほとんど差が認められない。

Group 2.

実験側の下顎枝各部における骨柱の緻密層は、対照側に比してやや少なく、全般的に粗造な配列部が多い。

表3-5

Group 5 の計測値

(単位: cm)

L				R			L - R		
計測部位	N ₁	$\bar{X}$	$S^2\bar{X}$	N ₂	$\bar{Y}$	$S^2\bar{Y}$	n	d	to
if - cl	5	9.7620	0.2703	5	10.1840	0.2805	8	-0.2240	1.2709
if - cd	5	9.7600	0.3030	5	10.1200	0.3099	8	-0.3600	1.0274
if - cm	5	9.5840	0.2820	5	9.7080	0.2903	8	-0.1240	0.3665
if - goc	5	9.3980	0.6835	5	10.1200	0.3030	8	-0.7720	1.6262
cf - crc	5	9.5280	0.2222	5	9.9160	0.3595	8	-0.3880	1.1373
if - crd	5	9.0820	0.6278	5	9.5680	0.3529	8	-0.4860	1.0977
cd - crd	5	1.7900	0.0603	5	2.0160	0.0625	8	-0.2260	1.6241
crd - gov	5	3.2980	0.1337	5	3.7180	0.0530	8	-0.4200	+2.1422
cl - gov	5	1.6360	0.0778	5	1.8560	0.0199	8	-0.2200	1.5809
cd - gov	5	1.6960	0.2263	5	1.9180	0.0081	8	-0.2220	(-)
cm - gov	5	1.3380	0.0469	5	1.6240	0.0163	8	-0.2860	+2.5122
cm - cl	5	1.5240	0.0189	5	1.6780	0.0075	8	-0.1540	+2.0283
cl - cl'	5	2.1380	0.0772	5	2.2660	0.0290	8	-0.1280	0.5762
$\overline{ap_2} - \overline{a'p_2}$	5	1.3380	0.0038	5	1.3800	0.0029	8	-0.0420	1.0580
$\overline{ap_3} - \overline{a'p_3}$	5	1.2760	0.0066	5	1.2960	0.0086	8	-0.0200	0.1462
$\overline{ap_4} - \overline{a'p_4}$	5	1.3960	0.0219	5	1.3920	0.0059	8	+0.0040	0.0534
$\overline{aM_1} - \overline{a'M_1}$	5	1.5820	0.0116	5	1.4960	0.0118	8	+0.0860	1.2523
$\overline{aM_2} - \overline{a'M_2}$	5	1.6640	0.0073	5	1.5300	0.0176	8	+0.1340	0.6002
Angle of C. P	4	109.3750	55.4800	4	104.8130	10.0600	6	+4.5700	1.1298
Angle of M. B.	4	138.1230	35.4500	4	149.6880	35.9073	6	-11.5600	+2.7338
Height of I. M.	4	5.1000	0.1490	4	4.0880	0.4398	6	+1.0100	+2.2816
Inclin. of C.P.	5	82.3000	32.9188	5	92.1000	2.3625	8	-9.8000	+3.1328

実験側の角突起は、著しい発育異常が見られる。両側とも、 $\overline{P_1}$ が萌出し、 $\overline{M_1}$ もわずかに歯冠尖を萌出させている。 $\overline{M_2}$ 歯胚は根形成が進行し、歯冠尖が骨上縁近くに達している。 $\overline{M_3}$ 歯胚はまだ鐘状エナメル器にして、歯冠尖部の硬組織形成をはじめている程度である。 $\overline{P_2-4}$ 歯胚は歯根形成期に入っている。永久切歯もほとんど歯槽骨縁上に萌出しはじめているが残留乳歯が混在している。(図. 5. a. b.)

Group 3.

両側とも、関節頭より関節突起稜に沿う骨柱がかなり緻密化している。その程度は、対照側より明白である。下顎骨体下縁の緻密層は、厚味をまし、それに応じて下歯槽管は上方に移行している。下顎孔は、対照側に比して前方に位し、 $\overline{M_3}$ 歯胚は下方にみられる。

歯列関係 両側とも $\overline{I_{1-3}}$, $\overline{P_1}$, $\overline{M_1}$ は完全に萌出, $\overline{M_2}$ はほとんど萌出しかけている。Cも一部萌出しているが、その先行歯がまだ混在している。 $\overline{P_2-4}$ 歯胚の歯根形成は、左右側いずれも平等に近い進行を示す。それら先行歯の根尖にはすでに吸収像が見られる。 $\overline{M_3}$ は歯冠

図5. a. b. 術後2ヵ月のX線写真. a. 実験側, b. 対照側.

形成から歯根形成に入っている。

Group 4.

本群においては、両側とも全永久歯が完全に萌出し、所謂永久歯列を示している。実験側の咬筋窩部は、対照

表3-6

Group 6 の計測値

(単位: cm)

L				R			L - R		
計測部位	N ₁	$\bar{X}$	$S^2 \bar{X}$	N ₂	$\bar{Y}$	$S^2 \bar{Y}$	n	d	t ₀
if - cl	5	9.5860	0.4993	5	9.9900	0.5796	8	-0.4040	0.8703
if - cd	5	9.5180	0.5255	5	9.8620	0.5449	8	-0.3440	0.7430
if - cm	5	9.4720	0.5676	5	9.5880	0.5555	8	-0.1160	0.2310
if - goc	5	9.0800	0.7848	5	10.0620	0.7049	8	-0.9820	1.7991
if - crc	5	9.6840	0.3898	5	10.0360	0.5000	8	-0.3520	0.8065
if - crd	5	9.1240	0.4275	5	9.4020	0.5175	8	-0.2780	0.6370
cd - rd	5	1.8780	0.0460	5	1.9820	0.0307	8	-0.1040	0.8220
crd - gov	5	3.3460	0.0383	5	3.7720	0.1224	8	-0.4260	+2.4053
cl - gov	5	1.5900	0.0302	5	1.8480	0.0481	8	-0.2580	+2.0395
cd - gov	5	1.4980	0.0173	5	1.8540	0.0469	8	-0.3560	(-)
cm - gov	5	1.1780	0.1695	5	1.7000	0.0394	8	-0.5220	+2.5791
cm - cl	5	1.4440	0.0500	5	1.7460	0.0404	8	-0.2820	+2.1233
cl - cl'	5	2.0960	0.0688	5	2.3000	0.5030	8	-0.2040	(-)
ap ₂ - ap ₂	5	1.3820	0.0337	5	1.4160	0.0361	8	-0.0340	0.2877
ap ₃ - a'p ₃	5	1.3800	0.0285	5	1.4100	0.0450	8	-0.0300	0.2467
ap ₄ - a'p ₄	5	1.4720	0.0331	4	1.4275	0.0661	7	+0.0440	0.3429
aM ₁ - a'M ₁	5	1.5980	0.0519	5	1.5260	0.0453	8	+0.0720	0.5172
aM ₂ - a'M ₂	5	1.6320	0.0520	5	1.5200	0.0412	8	+0.1340	1.0468
Angle of C. P.	5	113.7000	9.3700	5	109.4000	12.9200	8	+4.3000	+2.0355
Angle of M. B.	5	138.2500	10.3750	5	153.2000	3.7600	8	-14.9500	+8.8862
Height of I. M.	5	5.1740	0.6474	5	4.2260	0.6260	8	+0.9400	+1.8624
Inclin o f D. P.	5	81.5000	26.0938	5	89.7000	11.3563	8	-8.2000	+2.9266

側に比して、わずかに不透過度をましている。また、実験側M₃の筋突起前縁の周囲骨は、対照側に比して緻密化が遅れ、透過度をましている。さらに、実験側M₁およびP₄の槽内中隔部は、対照側に比して透過度を増している。

Group 5. ~7.

成長にしたがい、下顎管厚径の増大が両側とも共通している。また、オトガイ孔もP₃根尖下の骨柱中に明瞭化している。下顎枝全体をみると、前群に続いて実験側の咬筋窩、とくにその下方部と関節突起稜部の骨柱が複雑に緻密化し、術後期間の長いもの程不規則な不透過度をましている。歯列中、P₂からM₃にかけての槽内中隔骨柱も成長に応じて充実化し、そのほとんどが下顎体の前後方向に平行に配列している。しかし、両側とも、P₄とM₁の槽内中隔骨柱は、group 7. に至るも完全充実化が進行せず、根端1/3部の骨質はかなりの透過度を示している。その透過度は実験側においてやや強い。なお、group 6. になると実験側も対照側同様、P₁

~P₃歯列部は、歯牙で相接触せず間隙を生じてくる。(図6. a. b.)

図6. a. b. 術後6ヵ月のX線写真. a. 対照側, b. 実験側.

表 3-7

Group 7 の計測値

(単位: cm)

L				R			L - R		
計測部位	N ₁	$\bar{X}$	$S^2\bar{X}$	N ₂	$\bar{Y}$	$S^2\bar{Y}$	n	d	t ₀
if - cl	10	10.8410	1.0444	10	11.2160	1.2754	18	-0.3750	0.1765
if - cd	10	10.8610	1.1496	10	11.1770	1.1048	18	-0.3160	0.6483
if - cm	10	10.7220	1.1610	10	10.8420	1.1809	18	-0.1200	0.2484
if - goc	10	10.1400	0.9849	10	11.2890	1.1719	18	-1.1470	++2.4662
if - crc	10	11.0150	1.1045	10	11.3340	1.2441	18	-0.3190	0.6605
if - crd	10	10.4850	0.9346	10	10.6570	1.0557	18	-0.1720	0.3854
cd - crd	10	2.2140	0.1045	10	2.3820	0.0749	18	-0.1680	1.2650
crd - gov	10	3.7970	0.1941	10	4.3870	0.1714	18	-0.5900	++3.0897
cl - gov	10	1.9840	0.3248	10	2.2680	0.1773	18	-0.2840	1.2677
cd - gov	10	2.0640	0.3574	10	2.2810	0.1502	18	-0.2170	0.9627
cm - gov	10	1.6240	0.2159	10	1.9860	0.0921	18	-0.3620	++2.6598
cm - cl	10	1.7210	0.0676	10	1.9610	0.0666	18	-0.2400	+2.0722
cl - cl'	10	2.3490	0.2210	10	2.5530	0.2329	18	-0.2040	0.9794
$\overline{ap_2} - \overline{a'p_2}$	10	1.5880	0.0766	10	1.6040	0.0559	18	-0.1160	1.0054
$\overline{ap_3} - \overline{a'p_3}$	10	1.5450	0.0683	10	1.5830	0.0630	18	-0.0390	0.3406
$\overline{ap_4} - \overline{a'p_4}$	10	1.6410	0.0372	10	1.6720	0.0304	18	-0.0310	0.3766
$\overline{aM_1} - \overline{a'M_1}$	10	1.8980	0.0420	10	1.7910	0.0331	18	+0.1070	(+)
$\overline{aM_2} - \overline{a'M_2}$	10	1.9400	0.0533	10	1.8280	0.0442	18	+0.1160	1.1738
Angle of C. P.	8	114.6630	5.9500	8	109.9440	10.4500	14	+4.7200	++3.2892
Angle of M. B.	8	135.6880	52.6879	8	152.4690	17.8390	14	-16.7800	++5.6498
Height of I. M.	8	6.2863	0.3692	8	4.3563	0.4511	14	+1.9300	++6.0124
Inclin. of C. P.	7	80.5700	41.4598	7	90.7500	30.2188	12	-10.1800	++3.9026

表 4

下顎骨成長に伴う主なる計測部位の左右側差 (%)

期間(月)	1	2	3	4	5	6	7
計測部位							
if - cl	-0.51	-0.42	-1.72	-2.81	-2.22	-2.06	-1.70
if - goc	-0.99	-5.58	-4.80	-5.63	-3.96	-5.13	-5.36
if - crc	+0.23	-0.71	-1.06	-1.87	-1.99	-1.78	-1.43
cm - gov	-7.23	-10.42	-19.31	-19.49	-9.66	-18.14	-10.03
$\overline{aM_1} - \overline{a'M_1}$		-1.77	+2.85	+0.79	+2.80	+2.30	+2.09
Angle of M. B.	-1.17	-3.75	-6.68	-5.76	-4.02	-5.13	-5.82
Height of I. M.	+5.11	+11.36	+20.17	+15.32	+11.97	+10.00	+18.13
Inclin. of C. P.	-1.56	-3.70	-3.57	-7.65	-5.72	-4.79	-5.94

4) 分裂線法の見解

従来 Benninghoff (1925) とその一門により線維構築の研究がなされているが、これらはその線系のみに触れているのに対して、中山²⁹⁾は不整裂線の存在を強調し、それが発育方向の乱れであって、生理的機能その他の外力的影響に対する骨質自身の防禦反応としての直接的機能表現であり、不整裂線団と線系の消長が骨発育様

相を示す発育過程図であると主張している。この見解に基いて肉眼的、計測的、およびX線所見との関連を見るため、前記所見に見られる形態的变化を生じた下顎骨をとくに下顎枝部を中心に経月的に実験側および対照側の内外両面における分裂線の変化状況を観察した。

実 験 側

Group 1. (生後3カ月)

外側面観 乳歯部より下顎骨下縁に沿う角突起に向う横走の平行線系(1)によって充されているが、角突起部にわずかに線系の乱れ(2)が認められる。また、下顎枝においては、筋突起上部に2〜3条の斜走線系(3)を認めるのみで、他の部は不整裂線団(4)によって充されている。(図7. a.)

内側面観 外側観とほぼ同様であるが、下顎枝中央部における不整裂線団(4)は、外側面に比してその範囲は著しく狭く筋突起後縁部にわずかに認められるのみである。(図7. b.)

Group 2. (生後4カ月)

外側面観 group 1. での角突起部および下顎枝部に見られた不整裂線(2), (4)は、その領域を前後および上下の方向に拡大している。(図8. a.)

内側面観 group 1. とほぼ同様の所見を示しているが不整裂線団(4)は、group 1. に比して、その領域が前方に広がっている。(図8. b.)

Group 3. (生後5カ月)

外側面観 角突起部の不整裂線団(2)は、下顎下縁に沿ってさらに前方にその領域を広めている。また、下顎枝中央部における不整裂線団(4)は、group 2. よりさらに該突起頂部および下顎体部に向って著明に、かつ広範囲に認められ、group 1, 2. で見られた斜走線系(3)は全く消失している。(図9. a.)

内側面観 group 2. で前方中央部に拡大した不整裂線団(4)は、さらに前方および上方にとその領域を広め、斜走線系(3)は該突起前縁に沿う部に認められるのみである。(図9. b.)

Group 4. (生後6カ月)

外側面観 group 3. で見られた角突起部の不整裂線団(2)は、前上方にその領域を広め、不整裂線団(4)と合して広範囲に出現している。しかし、筋突起の前縁部に再び斜走線系(3)の出現が認められる。また、関節突起後縁の上部には線系(1)が体部のものと分断されて一部残っているのが認められる。(図10. a.)

内側面観 group 3. とほぼ同様の所見であるが、group 3. に見られた不整裂線団(2)は、その範囲をやや狭め、下顎切痕部辺縁に沿う線系(5)が新たに出現している。また、下顎孔を取りまく一連の圍繞線系(6)が出現している。(図10. b.)

Group 5 (生後7カ月)

外側面観 group 4. で出現した筋突起前縁部の斜走線系(3)は、さらに明確化し体部の横走線系(1)と合し、このため不整裂線団(2), (4)は再び上下に2

分されてその領域も縮小されている。(図11. a.)

内側面観 group 4. で見られた線系(5)はさらに明確化し、不整裂線団(4)は下顎枝中央部にその領域を狭めている。また、筋突起前縁部の斜走線系(3)の一部は体部の横走線系(1)と連なり不整裂線団(4)の限局化が目立っている。(図11. b.)

Group 6. (生後8カ月)

外側面観 前期に比して下顎枝全面に線系化の傾向が著明に認められる。すなわち、group 5. で体部の線系と合した関節突起後縁に沿う線系(1)および筋突起前縁部の斜走線系(3)は、さらに明確化し、その範囲を広めている。したがって、不整裂線団(2), (4)は、その領域を狭め、角突起下縁部と下顎枝中央部よりの下顎切痕部に限局されて見られる。また、この期では、不整裂線団(2)の前下方の下顎枝後縁隅角上部より線系(1)に直交的な短い線系(7)が新たに出現し、さらに、筋突起後縁上部に該縁に沿う線系(8)の出現が認められる。(図12. a.)

内側面観 group 4, 5. において下顎切痕部辺縁に見られた線系(5)は、この期に至りさらに増加し、不整裂線団(4)は、筋突起中央部の小領域に限局して認められる。(図12. b.)

Group 7. (生後9カ月)

外側面観 線系は、全体として整然化され、かつ著明である。すなわち、下顎枝中央より下顎切痕部に限局された不整裂線団(4)は、線系化の傾向を示し、筋突起後縁より前方に広がり扇状線系と化しているが、なお線系の中に乱れが認められる。この期では、前期のgroup 6. よりさらに不整裂線団(2)はその範囲を縮小し、角突起辺縁に限局している。また、group 6. で出現した線系(7)は再び消失する傾向を示し、わずかにその一部が認められる。しかし、この期に至り隅角部中央に新たな不整裂線の小集団(9)の出現が認められる。(図13. a.)

内側面観 group 6. よりさらに線系化の傾向が著明で、線系(1), (3), (5)の3辺よりなる同心性の三角形線紋化を示している。その中央部は縮小された不整裂線団(4)にて充されている。(図13. b.)

対 照 側

Group 1.

外側面観 角突起下縁に沿う線系(10')の前上方に乱れ(2'), および筋突起後縁における線系の乱れ(4')が認められる。(図14. a.)

内側面観 筋突起部後縁に線系の乱れ(4')が認めら

れるのみである。(図14. b.)

Group 2.

外側面観 group 1. とほぼ同様の所見であるが、不整裂線の範囲がやや増大している。

内側面観 group 1. の内側面観とほぼ同様であるが、角突起部に線系の乱れ(2')の出現が認められる。

Group 3.

外側面観 group 1. 2. で筋突起部に見られた線系の乱れ(4')も著明となり、下顎枝中央部に向ってその範囲を広げている。

内側面観 group 1. 2. で見られた線系の乱れ(4')は、筋突起中央部へとその領域を広める傾向が認められる。

Group 4.

外側面観 下顎切痕部にはその辺縁に沿った線系(5')が出現する。不整裂線団(4')は、筋突起中央部に向ってさらにその範囲を広げている。また、角突起後縁に沿う線系(11')が新たに出現している。(図15. a.)

内側面観 不整裂線団(2')が角突起下縁に沿う線系(10')によって前方と後方とに2分される。筋突起後縁に沿う縦走線系(5')の新たな出現を見る他に、下顎孔を取りまく圍繞線系(6')の出現が見られる。

(図15. b.)

Group 5.

外側面観 group 4. で見られた線系(5')は、辺縁および関節突起稜に沿う線系とともに、咬筋窩を境する三角形線紋を形成する傾向が見られる。また、その中心部はなお不整裂線団(4')によって充されている。

内側面観 角突起部に見られた不整裂線団(2')が該突起上部にのみ限局して認められ、角突起前方のものは消失し、下顎骨体部の横走平行線系(1')によって占められている。

Group 6.

外側面観 三角形線紋は、さらに明確化し、その中央部にはなお不整裂線団(4')を認めるのみである。

内側面観 group 5. とほぼ同様である。

Group 7.

外側面観 三角形線紋は、さらに明瞭となり、その中心部に僅かに不整裂線団(4')を認める。その上部には、小範囲に限局した不整裂線団(2')が認められる。

(図16. a.)

内側面観 group 6. とほぼ同様の所見を示しているが、さらに線系化の傾向が著明である。(図16. b.)

総括および考察

対木⁴⁰⁾(1950)、その他が実験した咬筋の一部剥離とことなっており、咬筋の完全切除は繁雑で発育時の幼犬にかなりの手術的障害を与えるものと考えられる。しかし、麻酔法の改善、手術時期の選択などで、ある程度の軽減がなされ得る。実験犬は手術翌日より、不自由ながらも対照側で食べるが、経日的に創傷の治癒に従い食事の不自由さが見られなくなり、完全治癒する10日前後では、飯、魚、固型飼料などの食事には、外観上非実験犬とはほとんど変り無い咀嚼観を示している。したがって、術後数日は、手術の障害があってもそれ以後の発育、とくに、下顎骨の発育成長は、咬筋の切除による機能障害によるものと考えてよいだろう。

当初、咬筋切除部には、他の咀嚼筋より若干の代償性増殖発育を想定したが、肉眼的には全くかかる徴候、およびその他の異常が見られず、代って液状に富む結合組織で充されているのが、術後1カ月より7カ月まで認められた。しかし、咀嚼筋の中でも最大の機能力をもつ、片側の咬筋の切除は、それだけで他の咀嚼筋、すなわち、同側あるいは対照側の咀嚼筋に、ある程度の機能負担が加重されるはずである。したがって、肉眼的な変化が識別出来なくとも、分裂線所見で見られた機能的防禦反応と考えられる不整裂線の出現、およびX線所見で見られた第4小臼歯や第1大臼歯の根尖1/3辺の槽内中隔が実験側に比し不透過性が増すことなどから、筋線維群にも、ある程度の変化が見られるものと考えられる。

製骨標本における実験側下顎骨の形態変化は、角突起および関節頭の退行性変化、すなわち、発育不全と下顎枝における骨増生が著明な変化である。

角突起の発育不全は、咬筋切除による機能形態の退行性変化にほかならない。角突起の内側には、内翼突筋が附着作用しているので変化もなさそうに思われるが、著明な形態変化を呈している。この事は咬筋機能力の影響がそれだけ偉大であることを示している。かかる退行性変化によって、内翼突筋の附着部はわずかに上方に移動し、下顎孔直下部までにおよんでいる事は興味深い。

下顎枝の骨増生は、角突起および隅角部の退行性異常形態に対抗する生理的な防禦反応の現われで、咬筋切除による機能力に応じた下顎枝中央部の増築と解釈する。かかる骨増生は、group 1. においてすでに現われ、経月的に増大しgroup 6. に至ると、当初粗造な面を呈していた増生骨面もすでに平滑化して機能失調に相応した形態を整えている。かかる現象は、X線的にもそ

図 7

[実験側]

a. 外側面観

group 1
(術後 1 カ月)

b. 内側面観

図 8

a. 外側面観

group 2
(術後 2 カ月)

b. 内側面観

図 9

a. 外側面観

group 3
(術後 3 カ月)

b. 内側面観

図10

a. 外側面観

group 4
(術後 4 カ月)

b. 内側面観

図11

a. 外側面観

group 5
(術後 5 カ月)

b. 内側面観

図 7~13 group 1.~7. にいたる実験側の分裂線. a. 外側面観. b. 内側面観.

[実験側]

図12

group 6
(術後6ヵ月)

図13

group 7
(術後7ヵ月)

図14

[対照側]

group 1
(術後1ヵ月)

図15

group 4
(術後4ヵ月)

図16

group 7
(術後7ヵ月)

の徴候が現われる、すなわち、実験側咬筋窩は、当初、骨柱がやや疎にして不規則に配列しているが経月的に骨増生に伴い、漸次不透過度をましている。

関節頭の発育不全、とくにその長径的縮少も機能力の減退に伴う一種の形態変化と考えられる。この部の変化に関しては、計測的観察において著明に現われている。

永久歯列の所見として、実験側、対照側とも歯牙の萌出状態にほとんど差は無いが、本来成犬において見られる小臼歯部の歯間間隙の形成が興味深く観察された。すなわち、永久歯列萌出完了後、しばらくはお互い（小、大臼歯）の歯冠が相接触しているが、対照側では術後5カ月より、実験側では6カ月より小臼歯部の歯間間隙形成がみられる。この事は、実験側が対照側に比して下顎骨の前後発育の劣っていることを物語るものであろう。従来から、下顎骨の後方発育（後で詳述）は、歯列弓の拡大によるといわれているが^{32,38)}歯列弓の拡大は咬筋の機能力にも影響をうけていることになる。なお、井尻（1962）¹²⁾は、歯牙萌出時期は顎の成長の速さにより規定されると述べているが、これを裏付ける計測値、X線および分裂線の所見はともに見い出せなかった。

計測結果についてみるに

差の検定には t-分布を用い、各 groups ごとに実験側と対照側の平均値の差が有意であるかを判定した。（表3）しかし、その差がかなりある場合でも有意差が認められない事は、標本のばらつきが考えられる。例えば、if-goc の計測項目における group 2. をみるに、その差が9.67mm あるにもかかわらず t-値は1.3295で有意差が認められない。（この事は、左右側平均値の差が無いのとは意味が異なる。）したがって、各計測結果、有意差が認められるものは、その差がとくに著明であり、有意差が認められない場合でもその差があれば対照側に比し増加傾向あるいは減少傾向を示すと解されるものである。

下顎骨長径発育は、各計測とも if-crc の group 1. を除き対照側に比し距離の短縮をみ、とくに、角突起部までの長径における差が著明である。これは、咬筋切除による角突起の著しい退行性変化、すなわち、発育不全によるもので当然の結果である。また、関節頭外側点までの、長径は内側点までの距離よりも比較的著明な差がみられる事は、咬筋切除による機能力減退に伴う形態的变化とともに、他の咀嚼筋の代償性機能により実験側が対照側に多少牽引される咀嚼運動の異常により招来された機能異常による刺激性変化の結果と考えられる。

また、その外側面の変化により、計測点の位置は関節頭の形態からして近心側に移行するためである。

下顎枝高径においては、関節頭よりも角突起からの高径が対照側に比し著明な差、すなわち、距離の減少がみられる。この事は、長径発育でも述べたように角突起部の発育不全によるものである。

関節頭長径においても、対照側に比し距離の短縮がみられ、長径発育で述べたように関節頭外側面の萎縮による結果である。

筋突起幅径も左右側の差が group 4. より比較的著明に現われ距離の減少を示している事は、下顎骨長径発育の距離の減少と同様、筋突起の後方発育の遅延を示している。

下顎骨体部の高径は、小臼歯部にては距離の減少をみ、大臼歯部では逆に増加を示している。小臼歯部の発育は、側頭筋の機能力および、歯胚の発育によりなされるといわれているが、本実験においては、計測所見で述べたように距離の減少をみることから咬筋の機能力も十分に影響する事が考えられ、また、X線所見においても、実験側が対照側に比し該部の透過度が高く、骨柱の緻密化が疎であることから裏付けされる。大臼歯部においてもその傾向が著明に現われるはずであるが、角突起および隅角部の退行性変化による発育不全のため生理的防禦反応の現われとして、骨が添加増生する結果距離の増加をみるものと考えられる。

筋突起角の拡大は、筋突起の後方発育不全の現われた結果である。

下顎体角、切歯縁高の左右側の差はいずれも著明で、これらはいずれも角突起の発育不全による結果である。

関節頭傾斜角は、関節頭長径で述べたように計測点の近心移動の結果、角度の狭小を示すものである。

group 1. における計測項目 if-crc は、他の groups において距離の減少を示しているのに反し増加しているが、この差はわずかで、正常な下顎骨の左右側の差と大して変りないため特に考察は加えない。

分裂線所見についてみるに

術後1カ月（生後3カ月）より術後7カ月（生後9カ月）までの実験側外側面および内側面、さらに対照側の内、外両側面における分裂線の状況と比較検討するに、本来健康犬の生後6カ月頃までは下顎骨体部では横走平行線系（1）、下顎枝部では斜走線系（3）を示し、とくに不整裂線の出現は認められない³⁰⁾。しかし、咬筋切除実験では術後1カ月（生後3カ月）において図7. a. b. および図14. a. b. に示すごとく、実験側外側

面においては、角突起部に線系の乱れ(2)が認められる。さらに咬筋窩を中心とする下顎枝中央部には著明な不整裂線団(4)が認められ、内側面においても角突起、下顎枝部において線系の乱れ(2)、(4)が認められる。さらに対照側においても、この期においてすでに外側面に(2')、および(4')の出現をみ、内側面にも(4')が認められる。かくのごとく出現した不整裂線は、咬筋切除によるものと考えられる。すなわち、角突起部における線系の乱れ(2)は、咬筋による生理的刺激が加わらないためこの部の骨に発育障害を来し、一定の発育方向が乱された結果出現したものとする。また、咬筋窩を中心とする部に著明に見られる不整裂線団(4)の出現についても同様のことが考えられ、しかもこの部に広く認められることは該部が咬筋による生理的刺激を特に広域に受けているものであらうと考えられる。換言すれば、骨の発育方向に相応し、筋力による機能的運動が調和を保つことによって下顎骨自体の発育を正常ならしめるものと思われる。また、内側面の線系の乱れ(2)、(4)、および対照側の外側面(2')、(4')と内側面の(4')の出現は生後3カ月ではすでに咀嚼機能力が発現しているものと考えれば、筋切除による咀嚼機能の低下を補うべく側頭筋および内外翼突筋の異常な収縮牽引によって出現したものとする。すなわち、これは骨質自体が示すところの外力に対する一種の機能的防禦反応であると解することが出来る。

さらに、術後2カ月～4カ月と漸次不整裂線団の出現領域が拡大している。これは、咀嚼機能もその活動が活発となり、下顎骨自体の発育もきわめて旺盛な時期であることから当然の事と考えられる。術後4カ月に至って関節突起稜に沿う体部の線系(1)は分断され、不整裂線団(2)、(4)は合し、その領域は最大となっているが、反面、筋突起前縁部に再び線系(3)の出現と内側面の下顎切痕部に新たに線系(5)が出現し、また対照側においても同様の所見が認められるところから、術後1カ月～3カ月までを発育障害期(防禦反応期)と呼ぶならば、この期は、転換期とも考えられるべきである。すなわち、筋切除による咀嚼機能の直接的障害が他の咀嚼筋により代償され、再び骨自体の発育方向が示現する時期と考えられる。

術後5カ月、6カ月においては、線系化の傾向はさらに進み、不整裂線団もその領域を狭め、線系自体も明確化している。術後6カ月に於いて、下顎枝後縁の隅角上部より線系(1)に直交的な線系(7)の出現が新たに

認められる。これは、咬筋切除による骨の発育障害(とくに下顎枝および隅角部)によってこの部に幅径の減少をみたが、この期より増加することを示したものと考える。

術後7カ月に至っては、対照側を含めて内外両側とも前期に比し、さらに線系化の傾向は著明になり不整裂線団(4)は扇状線系(8)を示す傾向にあるが、なお、その中に乱れが散見される。前期において認められた線系(7)は、その領域を狭め減少している。また(7)の上部にわずかながら不整裂線(9)の出現を新たに見るが、これは、著明な発育度を示して来た線系(3)と(1)との内的発育の衝突により出現したものとする。したがって、術後5カ月～7カ月は、障害された発育が再び発育方向を定着する時期、すなわち、再発育方向定着期とも考えられる。

Shapiro (1938)³²⁾、滝本 (1958)³⁸⁾ は猫において、下顎骨の後方発育が歯列弓の拡大によりなされると報告し、また、Landsberger (1923)¹⁹⁾、堤 (1953)^{41,42)}、雨森 (1964)¹⁾ 等は、歯胚摘出が顎骨の形態発育に影響することを実験的に証明している。一方、Shapiro (1939)³³⁾、高橋 (1936)³⁹⁾、対木 (1950)⁴⁰⁾、斎藤 (1939)³¹⁾ 等は、歯胚の発育は下顎骨の発育に全く影響しないと報告し、さらに、Blumenthal (1934)⁴⁾ は、臨床例より歯胚と顎発育が必ずしも一致しないことを報告している。

ここで、雨森、堤の実験結果を見るに、雨森は、下顎骨長径(0.48%)、筋突起高径(1.33%)、関節頭長径(4.73%)、それぞれ距離の減少するのに対し、下顎枝高(0.67%)は増大したと述べている。

一方、堤は長径(2.2%)、関節頭長径(10%)、それぞれ対照側に比し距離の減少をしたと報告している。

堤の値は、雨森の計測法と異っているため、左右側の差が比較的著明に現われている。そこで雨森の計測にて行えば、長径1.01%、関節頭長径2.58%になる。

以上の報告と著者の結果を比較すると、長径(1.88%)、筋突起高径(5.44%)、関節頭高(7.07%)、関節頭長径(6.52%)それぞれ距離が減少し、その差は前記の報告と比し著明である。

この実験の結果よりすれば、下顎骨の形態発育は機能形態と断定され、下顎骨の発育におよぼす影響は歯胚の発育より、筋の機能力による方がはるかに大きいといえる。

結 論

片側咬筋の完全切除による咀嚼筋の機能失調が下顎骨の形態発育にいかん影響するかを犬を用い実験的に研究

した。

実験に供した犬は、生後1.5～2カ月（1.5～3.2kg）の幼犬で左側を実験側、右側を対照側とした。40例の犬を飼育期間1カ月から7カ月（group 1.～7.）までの7 groupsに分けて、肉眼的、X線的、計測的、分裂線法的に総合観察を行なった。

その結果は、次のごとく要約される。

1. group 1. の実験側は、咬筋窩および関節突起稜部に骨の増生が見られる。該部は、X線においても骨柱が不規則に配列するとともに緻密化が疎であり、分裂線においては不整裂線として現われた。骨増生は経月的に増加し、group 4. で最高を示し、X線では不透過像の増加、分裂線においては不整裂線の範囲が拡大している。しかし、group 5.～7. になると対照側に似て骨面は滑沢化する傾向を示し、X線では不透過像がさらに増し、分裂線では不整裂線が線系化している。

2. 歯牙の萌出は、左右側に差はないが、小臼歯歯間隙は、対照側よりも遅れて形成され、X線においては、第4小臼歯、第1大臼歯槽内中隔部における透過度が対照側より増している。

3. 下顎骨の前後長径（if-cd, cl, cm, goc, crc, crd）、筋突起高径（crd-gov, cd-crd）、関節頭高径（cd-gov, cl-gor, cm-gov）、関節頭長径（cm-cl）、下顎体角、関節頭傾斜角、小臼歯部骨体高径（ $a\overline{P}_2 - a\overline{P}_2$, $a\overline{P}_3 - a\overline{P}_3$, $a\overline{P}_4 - a\overline{P}_4$ ）は各 groups と対照側に比し距離あるいは角度の減少がみられ、とくに、if-goc, crd-gov, cd-gov, cl-gov, cm-gov, cm-cl, 下顎体角、関節頭傾斜角などが著明である。

大臼歯部骨体高径、筋突起角、切歯縁高は、各 groups とともに増加している。

以上のごとき長径および角度の変化は筋切除による機能的形態の現われであり、石灰化の遅延および歯列弓の拡大のおくれは下顎骨の發育の悪さを示すものである。下顎枝部ことに咬筋窩や関節突起稜および大臼歯部の骨増築は筋切除により引き起された生理的防禦反応を物語るものである。

稿を終るにあたり御指導、御校閲をいただいた坪根政治教授ならびに三枝博教授に深甚な謝意を捧げると共に、終始御助言いただいた中山種秋教授、山田博教授、島村昭辰助教授、村上守良講師および口腔組織学教室員各位に心から感謝します。

引用および参考文献

1. 雨森 洋；歯牙の欠損による頭蓋骨の形態変化に関する実験的研究：口病誌，**32**，1-60，（1964）。

2. Avis, V.; The significance of the angle of the mandible an experimental and comparative study : A. J. Phys. Anthropol, **19**, 55-62, (1961).
3. Baker, L. W.; The influence of the formative dental organs on the growth of the bones of the face : A. J. Orth. and Oral Surg., **27**, 489-506, (1941).
4. Blumenthal, F. R.; Dental abnormalities for the orthodontists consideration : I. J. Orth. and Dentistry for Children, **20**, 1145-1165, (1934).
5. Chales, H. M.; Tooth forms and masticatory mechanisms of natural and artificial teeth : J. Prosth. Dent., **19**, 22-35, (1968).
6. David, J. S.; The mandibular lever : J. Prosth. Dent., **19**, 342-349, (1968).
7. Friel, S.; Muscle testing and muscle training : I. J. of Orth., **11**, 337-361, (1925).
8. Friel, S.; Occlusion observations on its development from infancy to old age : J. Orth. and Surg., **13**, 322-, (1927).
9. 後藤信男, 森 彰；家畜成長に伴う骨の分裂線の変化, I, 羊下顎骨について：会津短大学報, **24**, 15-31, (1967).
10. Hildebrand, G. Y.; A further contribution to mandibular kinematics : J. D. Res., **16**, 551-559, (1937).
11. Howe, P. R.; The influence of food on malocclusion : I. J. Orth., **13**, 199-206, (1927).
12. 井尻正二他：犬の歯の萌出時期：解剖学雑誌, **37**, 331-333, (1962).
13. 今井俊武；家畜の下顎骨について，家畜解剖学の補遺（その7）：獣医畜産新報, **166**, 8-11, (1955).
14. 今井俊武；家畜の下顎骨について，家畜解剖学の補遺（その7）続稿：獣医畜産新報, **174**, 9-12, (1956).
15. 石野恵庸；人類下顎骨骨稜群について，その2. 生後4カ月から高令80才にいたる日本人の下顎骨骨稜群の増令的發育動向に関するX線学的研究：三重医誌, **35**, 1931-1948, (1960).
16. 上条雅彦；口腔解剖学. 1. 骨学（頭蓋骨学），アナトーム社（東京），（1966）。
17. 小山次男；大腿骨骨折の治癒機転に伴う分裂線の変化に対する実験的研究，第1編，Kuntscher 氏髓内固定に於ける場合の変化：熊本医誌, **30**, 133-

- 140, (1956).
18. 小山次男; 大腿骨骨折の治癒機転に伴う分裂線の変化に対する実験的研究. 第2編. 変形治癒骨折における場合の変化: 熊本医誌, **30**, 141—148, (1956).
19. Landsberger, R.; Histologische Untersuchungen über das alveolare Wachstum in seiner Beziehung zur der Entwicklung des Zahnkeims: Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde, **14**, 417—429, (1923).
20. 松元 誠; 下顎大白歯および小白歯欠損後の下顎骨の形態学的変化: 日本歯科学会誌, **28**, 271—290, (1961).
21. Mauer, G.; Untersuchungen über funktionelle Anpassung der Wirbelsäule bei Skoliose: Beiträge zur Anatomie Funktioneller Systeme, **1**, 412, 420, (1933).
22. Miller, M. E.; Anatomy of the dog: Saunders (London), (1967).
23. 水島治夫; 簡約統計学: 南江堂 (東京), (1963).
24. 森 忠男; 本邦産雑種犬に於ける歯牙形態及び其の二代歯列発生の時期に就て: 日本歯科学会誌, **22**, 227—256, (1930).
25. 長倉義夫; 犬の疾病学, 内科伝染病: 医歯薬出版, (1961).
26. 中山種秋; 骨分裂線特に不整裂線の意義: 九歯学会誌, **11**, 1—14, (1957).
27. 織田健太郎; 下顎骨の形態学的研究: 日本口腔科学会誌, **19**, 1—37, (1937).
28. 廖 春木; 酢酸鉛生体染色法による顎發育に関する研究, 第1編, 上顎の發育: 口病誌, **17**, 36—46, (1943).
29. 齊藤弘吉; 犬科動物骨格計測法, Osteometric der Caniden wie ist das Skelett der Caniden zu Messen: 東京, (1963).
30. 佐藤信正; 犬下顎骨の發育に伴う分裂線の変化に就いて: 九歯学会誌, **12**, 177—185, (1958).
31. 齊藤 燕; 乳歯の早期抜去が永久歯並に顎骨の發育に及ぼす影響に就いての実験的研究: 口病誌, **13**, 124—134, (1939).
32. Shapiro, H.; Growth in dental arch of the cat: J. D. Res., **17**, 349—357, (1938).
33. Shapiro, H.; Experiments dealing with factors influencing the shedding of deciduous teeth: J. D. Res., **18**, 73—79, (1939).
34. Snedecor, G. W.; (畑村又好他共訳); 統計的方法改訂版: 岩波書店 (東京), (1962).
35. 杉浦信男; 骨格發育抑制の実験的研究 (会): 日本整形外科学会雑誌, **17**, 453—458, (1942).
36. 高橋新二郎; 歯牙交換の研究: 口病誌, **10**, 1—35, (1936).
37. 高橋新二郎, 榎 恵; 犬の第1小白歯は乳歯なり: 口病誌, **17**, 218—226, (1943).
38. 滝本和男; 顎發育と歯列弓の変化に関する実験的研究: 口病誌, **7**, 138—159, (1958).
39. 高田則義; 犬頭蓋骨緻密質の力学的構築に関する研究: 久留米医誌, **22**, 2881—2895, (1960).
40. 対木桂次; 犬における下顎骨發育の実験的研究: 倉敷中央病院年報, **21**, 44—60, (1950).
41. 堤 敏郎; 歯牙早期喪失による咀嚼機能失調が顎の發育に及ぼす影響に関する実験的研究, (完): 歯科学報, **53**, 546—550, (1953).
42. 堤 敏郎; 歯牙早期喪失による咀嚼機能失調が顎の發育に及ぼす影響に関する実験的研究: 歯科学報, **53**, 499—504, (1953).
43. Tweed, C. H.; Indications for the extraction of teeth in orthodontic procedure: A. J. Ortho. and Oral Surg. **30**, 405, (1944).
44. Weinman, J. P. and Sicher, H.; Bone and bones: Fundamental of bone biology, St. Louis, Mosby, (1955).
45. 吉川徹男他; 哺乳類咬筋の比較解剖学的研究: 解剖学雑誌, **36**, 53—71, (1961).