

# サルの鼻腔閉鎖解除後の顎顔面形態の成長変化について

木 村 暢 男

## The Growth Change of the Dentofacial Morphology After Removal of Nasal Obstruction in Monkeys

Nobuo Kimura

(平成5年2月25日受付)

### 緒 言

不正咬合の成因の一つに鼻咽腔及び口腔の異常な機能が報告されている<sup>1-4)</sup>。すなわち、アデノイドの肥大あるいはアレルギー性鼻炎などによる鼻気道の狭窄ないしは閉塞が常習的な口呼吸を惹起し、このような機能の変化が顎顔面及び歯列咬合の形態成長に影響を及ぼすといわれている。

Harvold ら<sup>5,6)</sup> は口呼吸によって下顎の下制と舌の低位及び上下口唇の離開など口腔が気道となり、口腔内外の軟組織の力のバランスが変化して歯列弓の狭窄が生ずると報告している。また、山口<sup>7)</sup> 及び山田<sup>8)</sup> は実験的口呼吸によって幼若及び成猿に反対咬合あるいは開咬などの不正咬合が現れたと報告し、口呼吸が歯列と顎顔面の正常な形態的成長に影響を与えることを示している。このように、成長中の個体の鼻咽腔が何らかの原因によって閉鎖あるいは閉塞され、口呼吸が惹起されると歯列及び顎顔面の形態的成長に歪みが生ずることが明かである。

このような成長を歪ませる環境要因が発見された場合、この要因を取り除くことが、その後の成長発育を正常軌道に戻す上で重要と考えられ、これについて Linder-Aronson<sup>9,10)</sup> はアデノイド切除前後の患者の上下歯列弓の計測を行い、切除後、狭窄していた上顎歯列弓の幅径が増加すると報告している。矯正臨床ではこの要因を取り除くことに躊躇する傾向が強く、異常因子を取り除いた後の成長にどのような変化がみられるのか、歪まされた形態が追いつき成長によって回復するのかなどについては未だ明かでない点が多い。

そこで著者は、成長中の幼若サルに実験的に口呼吸を行わせ、正常な形態的成長の阻害要因の一つである口呼吸の期間の長さが、要因除去後の歯列咬合及び顎顔面の形態的成長にどの様に影響するのかを検討した。

### 実験対象及び方法

#### I. 実験対象

実験対象としてニホンザル (*Macaca fuscata*) 11頭を用いた。これらのサルは飼育開始時に永久切歯と未交換の乳切歯期で、推定年齢が1歳6カ月から1歳8カ月のものを選んだ。11頭のサルのうち4頭を対象群、7頭を実験群とし、実験群はさらに鼻腔閉鎖期間により短期鼻腔閉鎖群3頭(鼻腔閉鎖期間6カ月2頭、9カ月1頭、以下短期群とする)、長期鼻腔閉鎖群4頭(鼻腔閉鎖期間15カ月、以下長期群とする)の2群に分けた(表1)。

すべてのサルはモンキーケージの中で飼育し、サル用固形飼料(オリエント酵母社)と水を与え、このほかに週2~3回サツマイモ、人参、キャベツ等を分割し、L-アスコルビン酸(片山化学工業)を塗布して与えた。

#### II. 研究方法

##### 1. 鼻腔の閉鎖方法及び解除法

実験群では、飼育開始6カ月後、5mg/kgのケタミン(ケタラール、三共製薬)を筋注後、30mg/kgのペントバルビタール・ナトリウム(ネンプタール、大日本製薬)を腹腔内に注射して全身麻酔をかけ、外鼻孔から鼻腔内に歯科用印象材(キサントプレーン、Bayer社)を注入器で注入し、印象材が硬化した後、鼻中隔に針で糸を通して固定した。また、鼻腔閉鎖

表1 実験対象

			鼻閉期間 (月)	鼻閉解除後期間 (月)
対照群		C1		
		C2		
		C3		
		C4		
実験群	短期鼻腔閉鎖群 (短期群)	S1	9	12
		S2	6	15
		S3	6	15
	長期鼻腔閉鎖群 (長期群)	L1	15	6
		L2	15	6
		L3	15	6
		L4	15	6

(以下鼻閉という) 解除後、実験両群のサルについては、外鼻孔から多少の呼気の漏洩はあったが、下顎を下制し上下口唇の離開による口呼吸の開始を確認した。次いで短期群では鼻閉6カ月及び9カ月後に長期群では15カ月後、鼻中隔に通した糸を切断して印象材を除去して鼻閉を解除し、いずれの猿も正常な鼻呼吸に復帰するのを確認した。

## 2. 研究資料の採得及びそれらの計測法

すべてのサルについて、飼育開始時より最終資料採得時までの間、3カ月毎に上述の全身麻酔下で、体重の測定、側面頭部X線規格写真の撮影、歯列石膏模型の採得、口腔内写真の撮影等を行った(図1)。

なお、飼育開始時資料の採得前に、すべてのサルに対し Björk の方法<sup>11,12)</sup>に従って、0.5 mm×1.6 mm 径

のメタルインプラント(オレディッヒピン、三金工業社)を施した。すなわち、上顎では左右乳犬歯を結んだ線上で上顎の正中よりやや右(以下 IP1 という)、上顎骨の頬骨突起下稜部(以下 IP2 という)、上顎第二乳臼歯根尖部の上方(以下 IP3 という)の3箇所、下顎では下顎骨左右乳中切歯根尖部の下方(以下 IP4 という)、下顎第一乳臼歯根尖部の下方(以下 IP5 という)、下顎第一臼歯根尖部の下方(以下 IP6 という)、下顎角部(以下 IP7 という)、下顎枝中央部付近(以下 IP8 という)の5箇所にメタルインプラントを打ち込み埋入させた(図2)。

### (1) 側面頭部X線規格写真の撮影及び計測

側面頭部X線規格写真は、サルをモンキーチェアに固定し、サル用に改造した頭部固定装置を用いて、

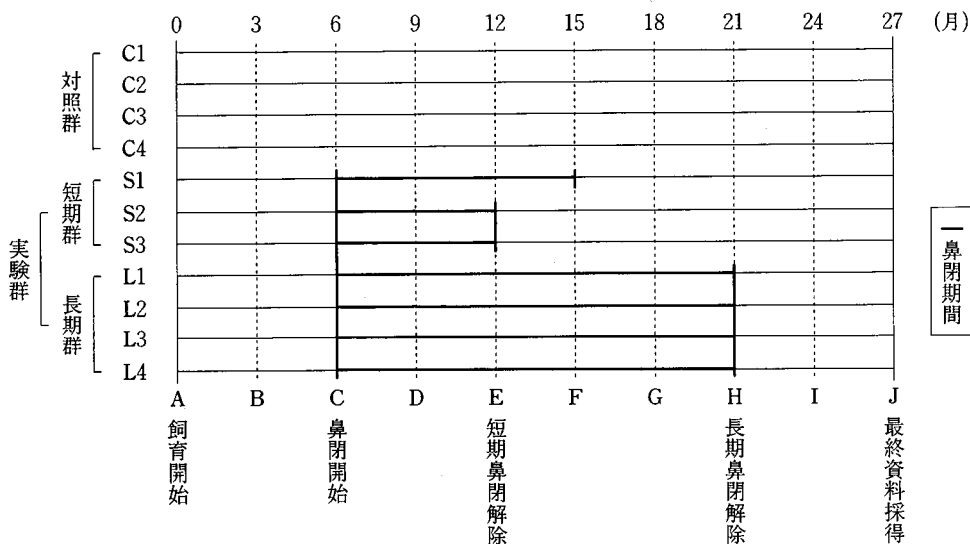


図1 飼育期間と各処置の時期。

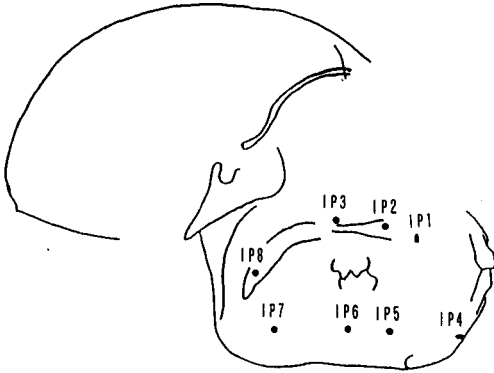


図2 メタルインプラントの施術部位.

フランクフルト平面を水平にし、中心咬合位を保持して撮影した。

次いで、側面頭部X線規格写真をアセテートフィルム（ロッキーマウンテン社）にトレースし、以下の計測点及び基準線を設定し、計測を行った（図3）。

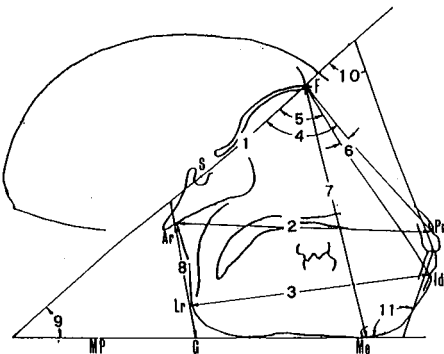


図3 側面頭部X線規格写真の計測.

- a. 上下顎の前後径と歯槽最前点の位置
  - 1) S-F 2) Ar-Pr 3) Lr-Id 4)  $\angle$ S-F-Pr
  - 5)  $\angle$ S-F-Id 6)  $\angle$ Pr-F-Id
- b. 顔面の高さと下顎の傾斜度
  - 7) F-Me 8) Ar-G 9)  $\angle$ SF/MP
- c. 上下顎中切歯の歯軸傾斜度
  - 10)  $\angle$ SF/Ulaxis 11)  $\angle$ MP/Llaxis

#### 1) 計測点

- S : Sella turtica (トルコ鞍の中心点)  
 F : Frontale (前頭蓋窩の最前点)  
 Pr : Prosthion (上顎歯槽最前点)  
 Id : Infra dentale (下顎歯槽最前点)  
 Me : Menton (オトガイ点)  
 G : 下顎下縁線と下顎枝後縁線の交点  
 Ar : Articulare (下顎枝後縁と外頭蓋底との交点)  
 Lr : (Ar を通り下顎枝後縁の下方接線)

#### 2) 基準線

- SF : S-F line (前頭蓋底)  
 MP : Mandibular plane (下顎下縁平面)  
 Ulaxis : 上顎中切歯の歯軸  
 Llaxis : 下顎中切歯の歯軸

#### 3) 計測項目

設定した計測点と基準線に関して次の距離と角度を計測した。

##### a. 上下顎の前後径と歯槽最前点の位置の計測

- S-F : 前頭蓋底の前後径  
 Ar-Pr : 鼻上顎複合体底部の前後径  
 Lr-Id : 下顎骨の前後径

$\angle$ S-F-Pr : 頭蓋前部に対する上顎歯槽最前点の前後的位置関係

$\angle$ S-F-Id : 頭蓋前部に対する下顎歯槽最前点の前後的位置関係

$\angle$ Pr-F-Id : 頭蓋前部に対する上顎歯槽最前点と下顎歯槽最前点の前後的位置関係

##### b. 顔面の高さと下顎の傾斜度の計測

- F-Me : 前顔面高  
 Ar-G : 後顔面高 (下顎枝後縁高)  
 $\angle$ SF/MP : 前頭蓋底に対する下顎下縁平面の傾斜角

##### c. 上下顎中切歯の歯軸傾斜度の計測

- $\angle$ SF/Ulaxis : 頭蓋に対する上顎中切歯歯軸の傾斜角  
 $\angle$ MP/Llaxis : 頭蓋に対する下顎中切歯歯軸の傾斜角

#### (2) 歯列石膏模型の採得及び計測

各々のサルについて即時重合レジン（ブルーオストロン 100, ジーシー社）を用いて印象用トレーを作製し、歯科用印象材（キサントブレン, Bayer 社）により、上下顎歯列の印象を採得し、歯科用硬石膏（ジーシー社）で歯列石膏模型を作製した。この模型について、萌出歯牙の状態及び咬合関係を観察した。また、この模型について上顎と下顎の歯列弓長径（以下 U-L と L-L という）と上顎と下顎の乳犬歯間幅径（以下 U-W と L-W という）を精度 0.05 mm のノギス（三豊製作所）で計測した（図4）。

#### 3. 対照群と短期群及び長期群の比較

側面頭部X線規格写真及び歯列石膏模型についての計測値は、飼育開始時（A時点という）、鼻閉開始時（飼育開始6カ月後：C時点という）、短期鼻閉解除時（飼育開始12カ月後：E時点という）、長期鼻閉解除時（飼育開始21カ月後：H時点という）、最終資料採得時（飼育開始27カ月後：J時点という）の5時点において対照群と実験群の計測平均値を比較した。ただし、切歯の交換の都合により乳切歯についてはE時点の代わりに鼻閉開始3カ月後の時点（D時点という）の資料

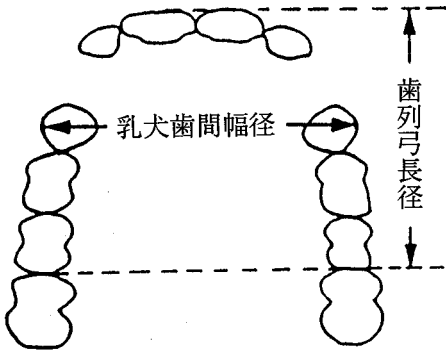


図4 歯列石膏模型の計測項目。  
 歯列弓長径 (中切歯切縁部から両側第二乳白歯遠心面までの距離)  
 上顎: U-L 下顎: L-L  
 乳犬歯間幅径 (左右乳犬歯唇側最大豊隆部間の距離)  
 上顎: U-W 下顎: L-W

について計測を行った。

また、側面頭部X線規格写真については、個々のサルについて各時点のトレースをS点とS-F線での重ね合わせ図を作製して比較した。

さらに、短期鼻閉期間中 (C~E時点間) と短期鼻閉解除後の9カ月間 (E~H時点間) と長期鼻閉解除後から最終資料採得時の間 (H~J時点間) 及び鼻閉開始以降最終資料採得時までの間 (C~J時点間) の各変化量を対照群と実験両群とで比較した。なお、鼻閉期間中に、早いサルでは鼻閉4カ月後、遅いサルではH時点の2カ月前に上下顎の切歯が交換したために、側面頭部X線規格写真計測の  $\angle SF/Ulaxis$ ,  $\angle MP/Llaxis$  と模型計測の上下顎歯列弓長径 (U-L, L-L) については、乳切歯期の鼻閉開始3カ月間と永久切歯に交換後の長期鼻閉解除以降の6カ月間の変化量について、各

群間の値を比較した。

以上、各群の計測平均値間の有意差の有無はT検定によった。

## 結 果

### 1. 体重の変化

図5にすべてのサルの全期間中の体重の変化を示した。対照群、短期群及び長期群のいずれにおいても体重は順調な増加を示し、各群間の全身成長に特別な差は認められなかった。

### 2. 咬合の成長変化

歯列咬合の変化については、表2に示した。鼻閉開始時 (C時点) の対照群及び実験群のサルの上下顎の第一大臼歯は共にヒトで言うI級関係にあり、上下顎切歯のオーバージェット及びオーバーバイトは零または正の値を示していた。対照群では、永久切歯と交換後に開咬を示した1頭を除き、他の3頭は実験期間中、上下切歯は正被蓋を持続していた。

一方、短期群及び長期群では、鼻閉解除時 (E時点及びH時点) に切歯が逆被蓋を示し、長期群では逆被蓋の程度が短期群より大きい傾向にあった。最終資料採得時 (J時点) には、いずれのサルの切歯のオーバージェットも増加していたが、短期群の1頭の切歯はその程度は小さかったが逆被蓋を、残る2頭がオーバージェットが正の僅かな開咬を示し、長期群のうち2頭は明らかに逆被蓋を、他の2頭は切端咬合を呈していた。

### 3. 上下顎骨内に埋入したインプラントの成長方向の変化

図6に飼育開始時 (A時点)、鼻閉開始時 (C時点)、短期鼻閉解除時 (E時点)、長期鼻閉解除時 (H時点) 及び最終資料採得時 (J時点) の側面頭部X線規格写

表2 歯列咬合の変化

		鼻閉開始時	鼻閉解除時	最終資料採得時	
対照群	C1	正常被蓋	—————	—————	—————
	C2	正常被蓋	—————	—————	—————
	C3	正常被蓋	—————	—————	開 咬
	C4	正常被蓋	—————	—————	—————
実験群	短期群	S1	正常被蓋	逆被蓋 1 +	開 咬
		S2	正常被蓋	逆被蓋 2 +	開 咬
	長期群	S3	正常被蓋	逆被蓋 3 +	逆被蓋 1 +
		L1	正常被蓋	逆被蓋 2 +	切端咬合
		L2	正常被蓋	逆被蓋 2 +	逆被蓋 1 +
		L3	正常被蓋	逆被蓋 3 +	切端咬合
	L4	正常被蓋	逆被蓋 3 +	逆被蓋 2 +	

+ の数値は程度の大小を示す

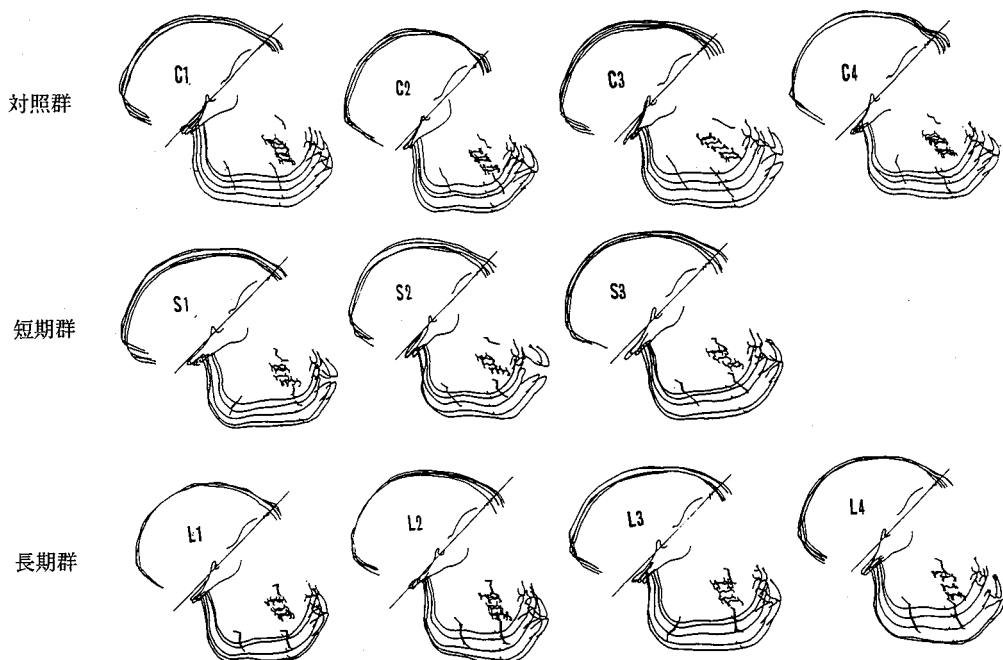


図6 側面頭部X線規格写真の重ね合わせ (S:S-F).  
太い実線が鼻閉期間を示す。

真のトレースの重ね合わせ (S-F, S 重ね合わせ) を示した。この図では3つのインプラント (IP2, IP5 及び IP7) の軌跡を実線で示し、そのうち鼻閉期間に相当する軌跡をより太い実線で示した。

対照群の上下顎のインプラントの成長方向はサルによって多少の差があるものの、全実験期間を通して、ほぼ直線的に前下方に移動した。一方、実験群のインプラントは短・長期群とも鼻閉開始後、鼻閉を解除するまでの期間、下方へ移動方向を変えていた。しかし、鼻閉解除後に実験群は再び対照群と同様な前方への成長成分を示した。長期群のインプラントの下方移動は鼻閉6ヵ月後よりわずかに前方成分を取り戻した。

このインプラントの動きをより明確にするために上下顎のインプラント (IP2, IP5) についてすべてのサルの成長軌跡を計測により求め、各群の平均的な成長軌跡を算定して描き、それらを鼻閉開始時 (C時点) を原点とし、それ以前の成長軌跡の方向を平行にして重ね合わせてみると、図7のように対照群が全期間を通してほぼ直線的に前下方に移動していたのに対して、実験群は両群とも鼻閉期間中のインプラントは急激に下方に成長方向を転じ、鼻閉解除時以降、再び対照群とほぼ同様なしより強い前方成分を含む成長を示した。なお、長期群では鼻閉開始時点から下方に向

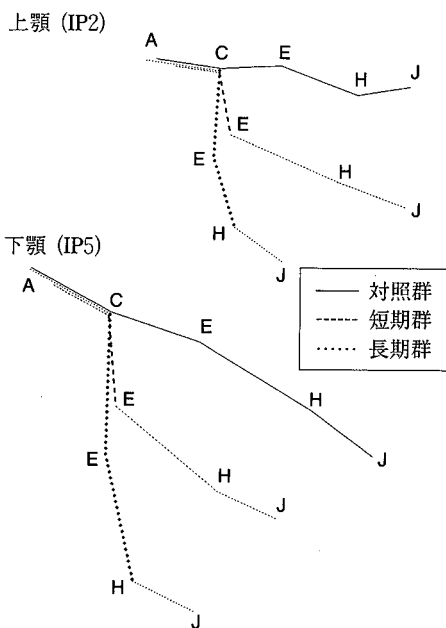


図7 メタルインプラントの成長軌跡。  
太い破線及び点線が鼻閉期間を示す。

かった軌跡が鼻閉6ヵ月後から僅かに成長方向に前方成分が加わっていた。

#### 4. 側面頭部X線規格写真での各時点の計測値について

表3-1, 3-2にA, C, E, H及びJ時点での対照群と実験両群の側面頭部X線規格写真に関する各計測項目の計測平均値と標準偏差を示した。なお、切歯軸の傾斜度に関する計測では切歯の交換の最も早いサルがC時点の3カ月後(D時点)とE時点の間に乳中切歯と永久中切歯が交換し、最も交換が遅いサルはH時点の直前に交換を終えたので、E時点での平均値が算定できなかったため鼻閉開始3カ月後(D時点)の計測平均値を用いた。

##### (1) A時点(飼育開始時)とC時点(鼻閉開始時)について

A時点において、実験両群と対照群との計測値間に有意の差が認められる項目はなかった。また、C時点においても、長期群のAr-Gが対照群より平均2.8mm有意に大きかった以外に、有意差のある項目はみられなかった。

##### (2) E時点(短期鼻閉解除時)について

この時点においてはAr-Prの長さが平均値の上で、短期群及び長期群はともに対照群より6.1mm及び3.5mm小さかったが、有意差が認められたのは短期群のみであった。これ以外の項目で対照群と実験両群との間に有意差の認められたものはなかった。また、有意差は認められなかったが、実験両群の上顎乳歯歯軸角(62.8°及び61.3°)は対照群のそれ(66.0°)より小さかった。

##### (3) H時点(長期鼻閉解除時)について

この時点では、対照群と短期群との間に有意差が認

められる項目はなかった。しかし、長期群は $\angle$ S-F-Pr及び $\angle$ S-F-Idにおいて、いずれも有意差をもって対照群より4.8°及び4.1°小さい値を示していた。すなわち、上下顎歯槽の最前部が、頭蓋に対してやや後退位をとっていた。

##### (4) J時点(最終資料採得時)について

この時点では、対照群の計測値に対して、短期群の計測値が有意差を示したのは $\angle$ SF/Ulaxis(短期群が大)のみであり、長期群のそれはAr-Pr(長期群が小)の長さ $\angle$ MP/Llaxis(長期群が小)の両項目であった。すなわち、長期群の鼻上顎複合体底部の前後径が対照群より有意に小さいことを示していた。なお、有意差は認められなかったが長期群の $\angle$ SF/Ulaxisの平均値も対照群のそれより3.3°大きかった。

##### 5. 歯列石膏模型上での各時点の計測値について

表4-1, 4-2に歯列石膏模型上での歯列弓長径(上顎U-L, 下顎L-L)と歯列弓幅径(上顎U-W, 下顎L-L)の各時点における各群の計測平均値と標準偏差を示した。なお、歯列弓長径の計測平均値は前項で述べた通りE時点での算定が不可能であったため、鼻閉3カ月後(D時点)の計測値を用いた。

歯列弓長・幅径で対照群と実験両群との間に有意差が認められたのは、D時点、H時点及びJ時点で、D時点では短期群の長径、H、Jの両時点ではいずれも長期群との間のみであった。すなわち、H時点、J時点とも、長期群の上顎歯列弓長径と幅径は対照群と比較して小さく、下顎の歯列弓については、H時点の幅径のみが長期群が有意に小さかった。また、D、H、Jのいずれの時点でも実験両群の上下顎歯列弓長・幅

表3-1 各時点の側面頭部X線規格写真の計測値

	飼育開始時(A)						鼻閉開始時(C)					
	対照群		短期群		長期群		対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
S-F	39.6	1.9	37.8	1.7	37.9	0.5	40.8	1.6	38.8	1.2	39.8	1.1
Ar-Pr	61.3	3.4	59.0	1.9	60.0	0.5	66.3	2.6	64.2	1.1	65.9	0.6
Lr-Id	57.3	3.1	55.2	1.2	56.1	0.9	62.5	2.6	60.9	0.6	62.0	1.0
F-Me	70.5	3.1	69.2	0.6	70.0	1.2	75.1	2.8	72.1	0.7	73.9	2.6
Ar-G	29.8	1.1	30.3	2.8	30.4	1.2	32.0	0.8	33.3	2.7	34.8*	1.0
$\angle$ SF/MP	43.2	1.7	39.3	4.5	42.0	4.4	43.7	1.9	37.9	4.3	39.2	3.9
$\angle$ S-F-Pr	78.9	1.2	80.1	1.9	78.6	2.3	79.2	1.6	81.3	1.2	80.0	2.4
$\angle$ S-F-Id	72.2	1.6	74.0	1.9	72.4	2.4	73.7	1.6	75.7	1.4	74.2	2.6
$\angle$ Pr-F-Id	6.7	1.1	6.1	0.4	6.3	0.2	5.5	0.7	5.6	0.8	5.8	0.5
$\angle$ SF/Ulaxis	69.5	4.4	71.2	8.3	67.3	0.4	64.6	4.2	68.1	8.5	68.7	4.6
$\angle$ MP/Llaxis	114.9	2.4	112.4	2.2	113.9	1.4	111.8	6.8	113.5	3.6	117.0	4.7

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表 3-2 各時点の側面頭部X線規格写真の計測値

	短期鼻閉解除時 (E)						長期鼻閉解除時 (H)					
	対照群		短期群		長期群		対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
S-F	41.8	1.7	39.2	1.6	40.3	1.3	42.7	1.4	41.2	1.6	41.4	0.6
Ar-Pr	71.5	3.4	65.4*	2.1	68.0	1.4	76.6	1.9	72.8	1.9	72.2	3.4
Lr-Id	66.5	2.6	63.8	1.0	65.2	1.0	72.6	3.3	70.5	1.8	68.9	3.1
F-Me	79.5	3.3	77.7	0.7	80.9	2.3	85.9	3.6	84.6	2.1	87.7	3.9
Ar-G	34.8	1.2	35.5	3.4	37.2	1.6	38.2	1.4	40.0	3.3	39.5	2.3
∠SF/MP	44.3	2.3	40.9	4.7	43.6	2.8	45.3	3.1	41.9	2.6	47.1	3.6
∠S-F-Pr	80.6	2.2	78.8	1.6	78.5	1.1	82.2	2.0	82.8	2.6	77.4*	2.3
∠S-F-Id	73.1	1.4	73.6	1.0	71.3	2.3	73.0	0.8	73.6	1.2	68.9**	1.4
∠Pr-F-Id	7.5	2.1	5.2	1.6	7.1	1.8	9.3	1.3	9.2	2.9	8.5	0.9
鼻閉3ヵ月(D)												
∠SF/Ulaxi	66.0	4.7	62.8	0.2	61.3	6.7	93.8	7.2	103.5	1.6	87.5	1.9
∠MP/Llaxi	113.7	6.6	111.1	1.9	115.0	7.7	137.8	4.3	139.0	3.8	133.9	0.9

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表 4-1 各時点の歯列石膏模型の計測値

	飼育開始時 (A)						鼻閉開始時 (C)					
	対照群		短期群		長期群		対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
U-W	24.2	2.2	23.8	0.8	23.7	0.7	25.6	1.8	25.1	0.6	24.9	0.8
L-W	17.3	1.3	17.5	0.8	17.0	0.7	18.3	0.9	18.8	0.7	17.9	0.9
U-L	26.5	0.8	25.7	1.3	25.9	0.4	27.2	1.0	26.4	1.1	26.7	0.6
L-L	24.1	1.0	23.1	1.1	23.5	0.2	24.4	0.9	23.8	0.8	24.1	0.2

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表 4-2 各時点の歯列石膏模型の計測値

	短期鼻閉解除時 (E)						長期鼻閉解除時 (H)					
	対照群		短期群		長期群		対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
U-W	26.7	1.9	25.6	0.4	25.0	0.8	29.3	1.5	27.7	0.5	26.2*	1.1
L-W	19.6	1.1	19.1	0.7	18.5	1.2	22.5	1.1	21.6	0.8	19.6*	1.6
鼻閉3ヵ月後(D)												
U-L	27.5	0.9	25.7*	0.6	26.4	0.7	29.9	1.3	28.6	0.6	26.9**	0.5
L-L	24.6	0.9	23.7	1.0	24.1	0.3	27.6	1.2	27.0	0.8	26.5	0.9

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

径の平均値が対照群を上回ることにはなかった。

#### 6. 側面頭部X線規格写真上での各時点間の変化量について

表 5-1~表 5-11 に各群の各時点間 (C~E, E~H, H~J, C~J の各時点間) の平均変化量と標準偏差を示した。また、図 8-1~図 8-11 には C 時点をもととしたすべてのサルの各時点間の変化量及び各群の

平均変化量をグラフで示した。

(1) S-F の成長増加量について (表 5-1, 図 8-1)  
前頭蓋底の前後径 (S-F) の成長増加量については、各時点間の各群間に有意差が認められたのは、短期群の C~J 時点間のみであり、その平均値間の差も 0.9 mm と極めて小さかった。

(2) Ar-Pr の成長増加量について (表 5-2, 図 8-2)

表 5-1 前頭蓋底の前後径 (S-F)  
(単位: mm)

最終資料採得時 (J)					
対照群		短期群		長期群	
X	SD	X	SD	X	SD
43.2	1.4	42.1	1.0	42.2	1.0
79.7	1.9	77.8	0.5	74.5*	2.9
75.7	3.9	74.0	1.1	72.9	3.8
89.6	4.3	87.1	1.4	89.8	4.3
40.9	1.0	42.1	2.9	40.9	2.4
46.5	3.1	41.2	2.8	46.6	4.2
81.9	2.2	84.5	1.7	78.6	2.8
72.7	1.0	74.1	1.5	70.6	1.5
9.2	2.1	10.4	2.5	8.1	1.8
93.8	6.5	106.5*	4.5	97.1	1.0
140.8	2.8	139.0	3.7	132.8*	1.9

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-E	1.0	0.6	0.4	0.4	0.5	0.3
E-H	1.0	0.7	2.0	0.4	1.1	0.9
H-J	0.5	0.4	0.9	0.7	0.7	0.4
C-J	2.4	0.5	3.3**	0.3	2.4	0.9

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表 5-2 鼻上顎複合体の前後径 (Ar-Pr)  
(単位: mm)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-E	5.1	0.8	1.2**	1.0	2.1**	0.9
E-H	5.2	2.2	7.4	1.5	4.2	2.5
H-J	3.0	0.4	5.0**	0.7	2.3	1.6
C-J	13.3	2.2	13.6	0.7	8.6*	2.6

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表 5-3 下顎骨の前後径 (Lr-Id)  
(単位: mm)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-E	3.9	1.0	2.9	0.9	3.2	0.8
E-H	6.2	0.8	6.7	0.8	3.8	2.1
H-J	3.1	0.8	3.5	1.0	4.0	1.1
C-J	13.2	2.0	13.1	0.7	10.9	3.0

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表 5-4 頭蓋前部に対する上顎歯槽最前点の前後的位置 (∠S-F-Pr)  
(単位: 度)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-E	1.4	1.1	-2.6*	2.3	-1.6*	1.6
E-H	1.6	3.0	4.0	1.3	-1.1	1.6
H-J	-0.4	0.6	1.7*	1.1	1.2	1.4
C-J	2.6	2.4	3.1	2.7	-1.4*	0.9

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表 5-5 頭蓋前部に対する下顎歯槽最前点の前後的位置 (∠S-F-Id)  
(単位: 度)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-E	-0.5	1.3	-2.1	0.4	-2.9*	1.0
E-H	-0.2	0.7	-0.0	0.2	-2.4	2.5
H-J	-0.3	1.1	0.6	0.4	1.7*	0.9
C-J	-1.0	1.2	-1.6	0.2	-3.6	1.9

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

鼻上顎複合体底部の前後径 (Ar-Pr) の成長増加量で、対照群と有意差が認められたのは、短期群及び長期群の C~E 時点間と短期群の H~J 時点間、並びに長期群の C~J 時点間であった。すなわち、短・長期群とも C~E 時点間の成長増加量はそれぞれ 1.2 mm と 2.1 mm で対照群のそれ 5.1 mm の 1/2 以下に過ぎなかった。その後、短期群の増加量は E~H 時点間 (7.4 mm) と H~J 時点間 (5.0 mm) で、対照群のそれら (5.2 mm 及び 3.0 mm) を上回り、C~J 時点間での総増加量は対照群とほとんど同一に回復してい

最終資料採得時 (J)					
対照群		短期群		長期群	
X	SD	X	SD	X	SD
30.6	1.5	28.6	1.1	27.4*	1.6
23.3	1.5	22.1	1.7	21.1	2.2
30.9	1.0	29.4	0.6	29.0*	1.0
28.3	1.3	27.8	0.8	27.5	0.5

た。一方、長期群は E~H 及び H~J の両時点間の増加量 (4.2 mm 及び 2.3 mm) でも対照群より下回り、C~J 間の総増加量 (8.6 mm) も対照群よりかなり小さかった (有意差あり)。

(3) Lr-Id の成長増加量について (表 5-3, 図 8-3)

下顎骨の前後径 (Lr-Id) の成長増加量については、いずれの時点間でも対照群と実験量群との間に有意差



表5-6 頭蓋前部に対する上下顎歯槽最前点の前後的位置 (∠Pr-F-Id) (単位:度)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-E	2.0	2.5	-0.5	2.2	1.3	1.3
E-H	1.8	3.4	4.1	1.4	1.3	2.0
H-J	-0.1	1.0	1.1	1.2	-0.4	1.2
C-J	3.7	1.6	4.7	2.7	2.2	1.9

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表5-7 前顔面高 (F-Me) (単位:mm)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-E	4.4	0.7	5.6*	0.3	7.0**	0.9
E-H	6.4	0.8	6.9	1.5	6.7	2.0
H-J	3.8	0.8	2.5	0.9	2.1	1.3
C-J	14.6	2.0	15.0	1.4	15.9	2.4

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表5-8 後顔面高 (Ar-G) (単位:mm)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-E	2.8	0.8	2.2	0.8	2.4	0.9
E-H	3.4	0.3	4.5	1.3	2.3	1.7
H-J	2.7	0.6	2.1	0.5	1.4	0.8
C-J	8.9	0.9	8.8	1.6	6.1*	1.8

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表5-9 前頭蓋底に対する下顎下縁平面の傾斜度 (∠SF/MP) (単位:度)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-E	0.6	1.2	3.0*	0.6	4.3**	1.5
E-H	1.1	0.8	1.0	2.4	3.5*	1.1
H-J	1.2	0.8	-0.7*	0.8	-0.5*	0.6
C-J	2.8	1.8	3.3	1.6	7.4**	0.7

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表5-10 頭蓋に対する上顎切歯歯軸の傾斜度 (∠SF/Ulaxis) (単位:度)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-D	1.4	2.3	-5.3	8.3	-7.5**	3.1
H-J	0.0	1.3	2.9	3.1	9.6***	2.3

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表5-11 頭蓋に対する下顎切歯歯軸の傾斜度 (∠MP/Llaxis) (単位:度)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-D	1.9	1.6	-2.4*	1.9	-2.0	7.3
H-J	3.0	3.8	0.1	0.5	-1.1	1.1

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

が認められなかった。しかし、長期群のE~H時点間の増加量 (3.8 mm) は、有意差がなかったとはいえ、対照群及び短期群のそれら (6.2 mm 及び 6.7 mm) より小さく、この差がC~J時点間の全成長増加量にもあらわれていた。

(4) ∠S-F-Pr の成長変化について (表5-4, 図8-4)

前頭蓋底を基準とした頭蓋底の最前部に対する上顎歯槽最前点の前後的位置を表現する角度 (∠S-F-Pr) の成長変化では、C~E時点間中に対照群が 1.4° の増加を示したのに対し、短・長期両群はそれぞれ -2.6° と -1.6° 有意に減少変化を示した。その後、短期群はE~H及びH~J時点間でそれぞれ 4.0° 及び 1.7° と増加に転じたが、長期群では、-1.1° 及び 1.2° と、さらなる減少を経てから増加に転じた。これら両時点間 (E~J, H~J) での対照群の変化はそれぞれ 1.6° と -0.4° と小さかった。その結果C~J時点間の総変化量は対照群と短期群とでの有意差がなく、長期群のみが対照群の 2.6° の増加に対し -1.4° と有意な減少変化を示した。

(5) ∠S-F-Id の成長変化について (表5-5, 図8-5)

頭蓋底の最前部に対する下顎歯槽最前点の前後的位置を表す角度 (∠S-F-Id) の成長変化では、対照群に対し、長期群のみがC~E及びH~Jの両時点間のそれらにおいて有意差を示した。すなわち、C~E時点間での対照群の -0.5° に対し、長期群では -2.9° とより大きいマイナスの変化を示したが、H~J時点間では対照群の -0.3° に対し、長期群は 1.7° のプラスに転じ、結果的にC~J時点間の総変化では長期群のマイナス変化の平均値が 2.6° 大きかったとはいえ、対照群と有意差が認められなくなっていた。

(6) ∠Pr-F-Id の成長変化について (表5-6, 図8-6)

上・下顎の歯槽最前点間の前後的位置のズレを表現する角度 (∠Pr-F-Id) の成長変化では、すべての時点間の変化に対照群と短・長期両群との間に有意差が認められなかった。C~E, E~H, H~Jの各時点

間の各群の変化では標準偏差が大きく変化の様相が一定せず、最終的にC～J時点間の総変化量において鼻閉に伴う特徴的な変化は見いだせなかった。

(7) F-Meの成長増加量について(表5-7, 図8-7)

前顔面高(F-Me)の成長増加量ではC～E時点間において、実験両群のそれら(5.6mm及び7.0mm)が、対照群の値(4.4mm)より有意に大きかった。しかし、有意差がなかったとはいえ、H～J時点間の増加量は長・短期両群とも、対照群より1.2mm以上小さくなり、最終的に実験両群のF-Meの全増加量(C～J時点間)は対照群よりやや大きめながら、有意差が認められなかった。

(8) Ar-Gの成長増加量について(表5-8, 図8-8)

下顎枝後縁の高さ(Ar-G)の成長増加量で、対照群に比較して短・長期両群に有意差が認められたのは、長期群のC～J時点のみであった。これは長期群がすべての時点間で対照群より小さい傾向にあったものが集積された結果といえる。

(9)  $\angle SF/MP$ の成長変化について(表5-9, 図8-9)

前頭蓋底に対する下顎下縁平面の傾斜度を表す角度( $\angle SF/MP$ )の成長変化についてみると、C～E時点間では対照群がほとんど変化しなかった(0.6°)のに対し、短期群は3.0°、長期群は4.3°と下顎下縁が開大方向へと有意な変化を示した。この開大は長期群ではE～H時点間(3.5°)でも引き続いて、対照群(1.1°)のそれより大きく認められた。一方、H～J時点間では短期群及び長期群とも対照群が1.2°増加したのに対し、-0.7°及び-0.5°と有意な減少変化を示したためC～J時点間で対照群(2.8°)と短期群(3.3°)との間に有意差が認められなくなったが、長期群(7.4°)との間の有意差は解消されず、長期群の下顎下縁平面の著しい開大変化が残った。

(10)  $\angle SF/Ulaxis$ と $\angle MP/Llaxis$ の成長変化について(表5-10, 5-11, 図8-10, 8-11)

上顎乳切歯歯軸の傾斜度( $\angle SF/Ulaxis$ )は鼻閉後3カ月(C～D時点間)で、対照群とは逆に短・長期両群ともマイナス方向(舌側)に大きく変化したが、有意差が認められたのは長期群のみであった。さらに、永久切歯に交換後(H～J時点間)の上顎切歯軸では、対照群がほとんど変化しなかったのに対して短・長期両群は唇側へ傾斜する傾向を示し、特に長期群のそれは有意差をもって対照群より大きかった。

一方、下顎乳切歯歯軸の傾斜度は鼻閉開始から3カ月間(C～D時点間)に、対照群の僅かな唇側方向への変化に対し、短・長期両群は舌側方向への傾斜傾向を示し、特に短期群では対照群と有意差が認められ

た。さらに、永久切歯交換後のH～J時点間では、対照群ではほとんど変化がなく、長期群では舌側に傾斜する傾向を示していた。

7. 歯列石膏模型上での各時点間の変化量について  
表6-1～6-4に上下顎の歯列弓長径(U-L, L-L)と幅径(U-W, L-W)の各時点間の変化量を各群毎に示した。また、図9-1～9-4にC時点点を0としたすべてのサルの各時点間の変化量及び各群の平均変化量をグラフで示した。

(1) 歯列弓長径の変化量について(表6-1, 6-2, 図9-1, 9-2)

歯列弓長径の変化量で対照群と有意差の認められた

表6-1 上顎歯列弓長径(U-L)

(単位: mm)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-D	0.3	0.3	-0.7*	0.6	-0.2	0.9
H-J	1.0	0.4	0.8	0.3	2.1	0.7

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表6-2 下顎歯列弓長径(L-L)

(単位: mm)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-D	0.2	0.2	-0.1	0.3	-0.1	0.4
H-J	0.7	0.3	0.8	0.6	1.0	0.5

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表6-3 上顎乳犬歯間幅径(U-W)

(単位: mm)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-E	1.1	0.4	0.5	0.3	0.3*	0.2
E-H	2.7	0.6	2.1	0.2	1.2*	0.9
H-J	1.2	0.5	0.9	0.7	1.2	0.6
C-J	5.0	1.1	3.4	0.6	2.7	1.6

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

表6-4 下顎乳犬歯間幅径(L-W)

(単位: mm)

	対照群		短期群		長期群	
	X	SD	X	SD	X	SD
C-E	1.3	0.5	0.3*	0.4	0.6	0.4
E-H	2.9	0.8	2.5	0.5	1.2*	0.8
H-J	0.7	0.6	0.5	0.9	1.5	0.8
C-J	4.9	1.2	3.3	1.0	3.3	1.7

\* 5%危険率, \*\* 1%危険率

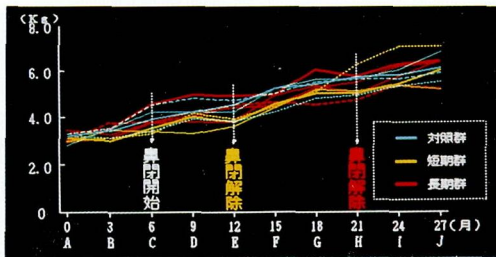


図5 体重の変化.

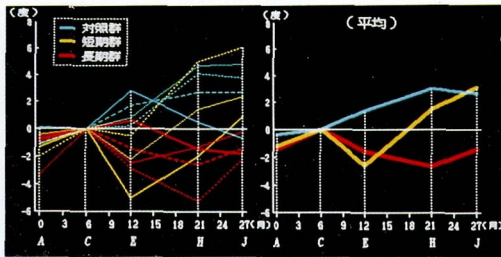


図8-4 頭蓋前部に対する上顎歯槽最前点の前後的位置 ( $\angle S-F-Pr$ ).

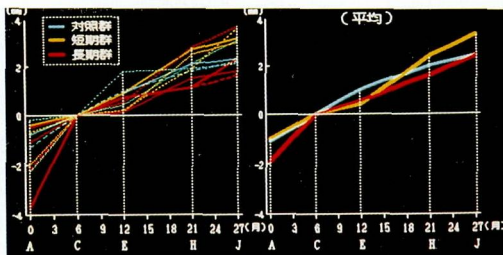


図8-1 前頭蓋底の前後径 (S-F).

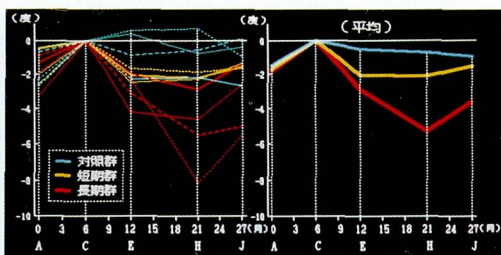


図8-5 頭蓋前部に対する下顎歯槽最前点の前後的位置 ( $\angle S-F-Id$ ).

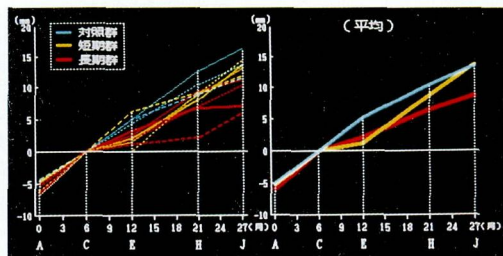


図8-2 鼻上顎複合体底部の前後径 (Ar-Pr).

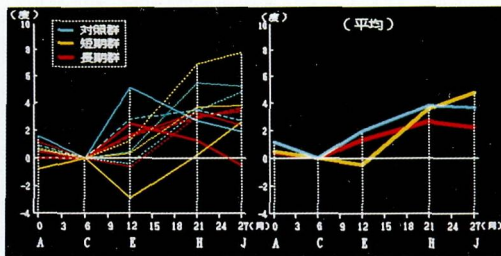


図8-6 頭蓋前部に対する上下顎歯槽最前点の前後的位置 ( $\angle Pr-F-Id$ ).

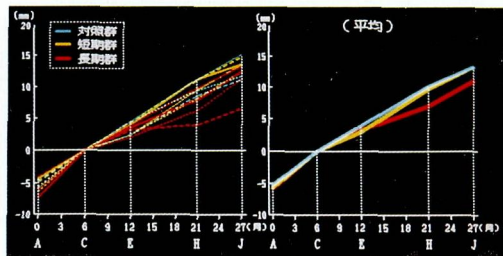


図8-3 下顎骨の前後径 (Lr-Id). d).

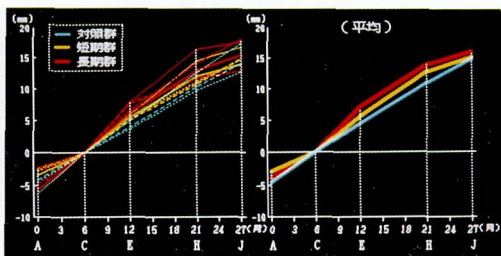


図8-7 前顔面高 (F-Me).

のは、C～D時点間の短期群のU-Lのみであったが、その時点間では長期群の平均値も対照群とは逆に上下顎ともマイナスの値を示していた。一方、H～J時点間の永久切歯での歯列弓長径の変化は小さく、対照群と短・長期量群とのいずれの間にも有意差は認められなかった。強いていえば長期群のH～J時点間の

増加がやや大きいように見受けられた。

(2) 歯列弓幅径の変化量について (表 6-3, 6-4, 図 9-3, 9-4)

歯列弓幅径の変化量で対照群と有意差の認められたのは、上顎 (U-W) のC～E及びE～Hの両時点間の長期群と下顎 (L-W) のC～E時点間の短期群とE～

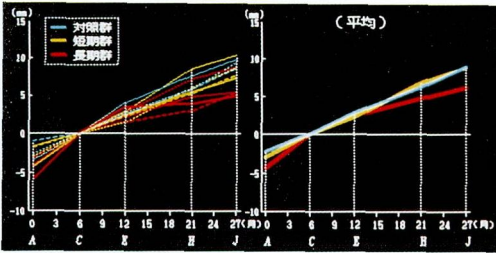


図 8-8 後顔面高 (Ar-G).

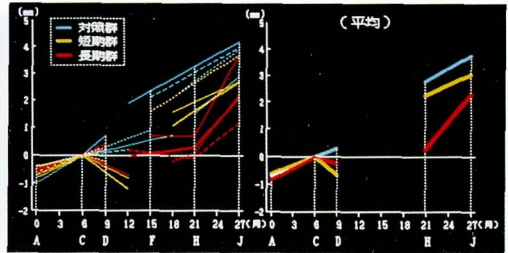


図 9-1 上顎歯列弓長径 (U-L).

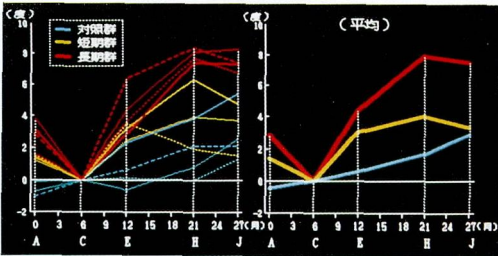


図 8-9 前頭蓋底に対する下顎下縁平面の傾斜度 (∠SF/MP).

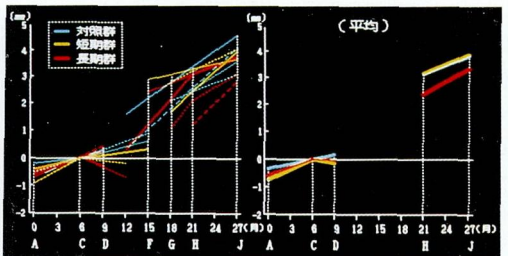


図 9-2 下顎歯列弓長径 (L-L).

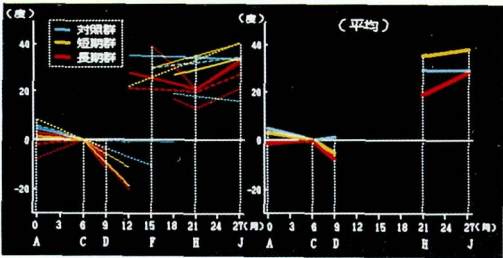


図 8-10 頭蓋に対する上顎切歯歯軸の傾斜度 (∠SF/Ulaxis).

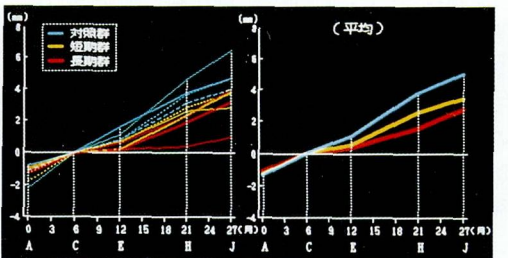


図 9-3 上顎乳犬歯間幅径 (U-W).

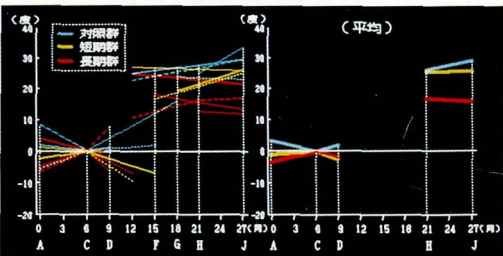


図 8-11 頭蓋に対する下顎切歯歯軸の傾斜度 (∠MP/Llaxis).

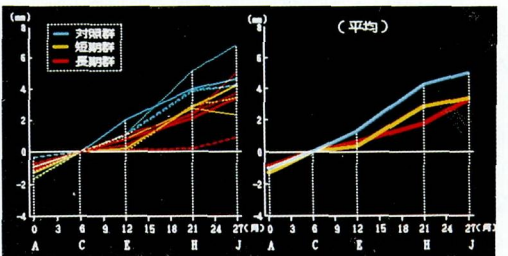


図 9-4 下顎乳犬歯間幅径 (L-W).

H時点間の長期群で、いずれも対照群より小さい値を示した。一方、短・長期両群はH～J時点間で対照群と有意差はなく、C～J時点間の総変化量では有意差がなかったが、短・長期群は対照群より小さい傾向を示した。

## 考 察

### I. 研究材料について

実験的にラットやハムスターの外鼻孔の閉鎖した場合、口呼吸を開始するものの、ラットはそのほとんどが早期に死亡し、ハムスターでは急激に体重が減少す

ること<sup>7,13,14)</sup>が報告されている。しかし、サルは鼻孔閉鎖に対してヒトと類似した口呼吸を行うなど鼻呼吸の代償的行動の学習が可能であり、本実験での全身的成長発育の指標となる体重変化をみても鼻閉により口呼吸が全身的な成長発育の抑制因子となったとは思われない。またサルの歯列及び顎顔面を取り巻く周囲軟組織の特徴は他の動物と比較してヒトに近いので、歯列咬合及び顎顔面の形態的成長と口腔軟組織も動態との関係を検討する材料として最も適していると考えられる。

山口<sup>7)</sup>は以前に鼻腔閉塞実験を乳歯列期のサルと永久歯列期のサルに行い、永久歯列期のサルの方が切歯の咬合が変化するのに長期間を要したと報告している。そのため、本研究では切歯交換期以前で口腔周囲の舌や口唇の異常機能の影響が形態成長によりあらわれやすいと思われる推定年齢1歳6カ月から1歳8カ月の乳歯列末期のニホンザル11頭を用いた。

## II. 研究方法について

### 1. 鼻閉方法について

従来から、アデノイド肥大、慢性鼻炎等の程度は、視診や問診、頭部X線規格写真の判定、または客観的定量的な鼻呼吸機能の測定法などに頼ったものであるため、本実験は山口<sup>7)</sup>に従ってほとんど完全な鼻腔の閉鎖法を用いることにより実施した。

### 2. 鼻腔閉鎖及び鼻腔閉鎖解除時期について

鼻閉開始はヒトの鼻閉で一番多いアデノイド肥大のピーク時の6、7歳に対応させてサルの飼育開始6カ月後に行った。そして、短期鼻閉群の鼻閉解除は鼻閉に伴う軟組織や筋の機能変化が定着すると思われる鼻閉6カ月後に行い、長期鼻閉群の鼻閉解除はヒトの小児のアデノイド肥大が自然に減退する時期を想定して鼻閉15カ月後に行った。

## III. 研究結果について

### 1. 鼻閉期間中の変化について

Robert (1943)<sup>15)</sup>が口呼吸と顎顔面形態及び歯列咬合との関係について報告して以来、呼吸様式と顎顔面形態及び歯列咬合の関係について多くの報告がされてきた<sup>16-25)</sup>。しかし、これらの研究の中には気道は鼻腔にあるにも拘らず上下口唇の閉鎖が困難なことから口呼吸と誤認判定されたものと、実際にアデノイド肥大あるいはアレルギー性鼻炎などにより鼻呼吸困難になったために口呼吸となったものが含まれている可能性があり、結果の真実性には問題が残る。

一方、Harvold<sup>5,6,26,27)</sup>やMiller<sup>28-33)</sup>の一連の動物実験をはじめ、山口<sup>7)</sup>、山田<sup>8)</sup>はほぼ完全な鼻気道の

閉鎖による口呼吸が歯列咬合及び顎顔面の形態的成長に影響することを示している。

本研究の目的は鼻閉解除後の形態的成長変化について検討すると同時にこれら先人達の業績を追試することにもあり、以下に記す考察を行った。

Angle (1907)<sup>2)</sup>は常習的な口呼吸によって頬部の緊張、口唇の弛緩、舌の低位、口唇の離開を生じ、上下顎歯列弓の狭窄や上顎切歯の舌側傾斜により上顎前突が生じると述べている。Linder-Aronson (1970)<sup>19)</sup>はアデノイドによる口呼吸が上顎の歯列の狭窄、上下顎前歯の舌側傾斜を引き起こすと述べ、Harvold (1973<sup>6)</sup>、1981<sup>27)</sup>)はアカゲザルを用いた実験で顔面高の増加、上下顎乳犬歯間幅径の減少、上顎歯列弓長径の減少、頭蓋に対する下顎下縁線の傾斜の増加、顎角の増加がみられ、歯列咬合に関しては大部分が切歯逆被蓋を呈するが、なかにはアングルⅢ級やOpen biteを呈するものもあったと述べている。また、Vargervik (1984)<sup>34)</sup>はアカゲザルの鼻呼吸障害による口呼吸で前顔面高が増加し、頭蓋に対する咬合平面と下顎下縁平面の角度が増加しオーバージェットが減少したと報告している。

鼻腔の閉鎖・閉塞あるいは口呼吸が顎顔面の形態的成長に及ぼす影響の機序については明かではないが、一つは鼻腔の気道としての機能が失われること自体による変化とも考えられる。これはMoss<sup>35)</sup>が提唱したfunctional matrix therapyを裏付けるものである。今一つは鼻呼吸から口呼吸への呼吸動態が転換したとき、歯列咬合を取り巻く舌、口唇、頬あるいは後咽頭部などの周囲軟組織のstatic及びkineticな力の平衡関係が変わることである。Harvold<sup>5,6)</sup>、山口<sup>7)</sup>は鼻腔が閉鎖・閉塞されるとサルは下顎を下制し舌を前下方に突き出すことで口腔内に気道を形成すると報告している。山口 (1980)<sup>7)</sup>はニホンザル及びアカゲザルの鼻腔閉鎖の実験で、上下顎切歯の舌側傾斜、上下顎歯列弓長径と上顎乳犬歯間幅径の短小及び上顎の前後径の成長抑制がみられると述べ、上下顎切歯に逆被蓋を認めている。また、山田 (1987)<sup>8)</sup>は高度に鼻咽頭腔を狭窄したサルでは後顔面高及び上顎部の前後径の減少と下顎骨の後方への回転、gonial angleの増大並びに前歯部の開咬を呈したと報告している。Tomer (1982)<sup>36)</sup>は実験的に口呼吸を強制したアカゲザルでオトガイの成長方向が下方に変化したと述べ、Linder-Aronson (1986)<sup>37)</sup>はアデノイドの肥大した者は下顎の成長方向が下方に向いていると述べている。さらに、山口 (1980)<sup>7)</sup>は鼻腔を閉鎖して口呼吸を惹起したサルの成長方向が上下顎とも下方に変化したと述べ、山田 (1987)<sup>8)</sup>もサルの鼻咽頭腔狭窄後に同様な変化を示し

たと述べている。

本研究では、鼻腔閉鎖により口呼吸を惹起させたサルの鼻上顎複合体及び下顎骨は鼻腔閉鎖中に成長方向の下方成分が増し、鼻上顎複合体及び下顎骨の前後径の成長抑制、前顔面高の成長促進と後顔面高の成長抑制、頭蓋に対する下顎下縁平面の傾斜角の増加、上下顎切歯の舌側傾斜、上下顎歯列弓長径及び幅径の成長抑制が認められ、程度の差こそあれすべてのサルで上下顎切歯の逆被蓋が認められた。これらの結果は従来の研究とほぼ一致するものであったが、鼻閉期間の長い長期群では短期群と比べて特に、鼻上顎複合体に前後径の成長抑制と歯槽部最前点の後退及び上顎切歯の舌側傾斜が顕著であり、反対咬合の程度も重篤であった。このことは成長を阻害する因子が長期に作用するほど形態的成長に及ぼす影響が大きいことを示している。しかし、鼻閉中の長期群にみられるように、鼻閉開始から6カ月間にあらわれた急激な異常変化は、6カ月以降にはその程度が多少軽減される様相がみられた。

## 2. 鼻閉解除後の変化について

Tuengeら(1974)<sup>38)</sup>はサルの上顎に顎外力を作用させ、上顎切歯の舌側傾斜と上顎の劣成長による反対咬合を惹起させている。その後、顎外力を除去して歯列咬合及び顎顔面の成長変化を観察している。すなわち、歯性の変化は除去後間もなくあられ、骨格性のそれはより遅れて生じ次第に正常な成長方向へと回復に向かうが、顎外力除去後10カ月後においても上顎の成長は対照サルに劣り、反対咬合が継続したと報告している。

また、口呼吸と歯列咬合及び顎顔面の成長との関連について、Woodside(1979)<sup>21)</sup>は慢性的鼻疾患をもちアデノイド切除を行った者と同年令、同性の対照群とを比較して、アデノイド切除後に下顎面の前方成長成分が有意に大きくなったと報告している。Linder-Aronson(1989)<sup>20)</sup>はアデノイドを切除後5年を経過した子供の上下顎の前後的位置は正常者と有意な差はなくなるが、大きい顔面の高さはそのまま維持されていたと報告している。さらに、Harvold, Miller(1981)<sup>27)</sup>, 1984<sup>34)</sup>は一連の研究で、口呼吸を強制したサルを鼻呼吸に復帰させたところ、頭蓋に対するパラタル平面と咬合平面及び下顎下縁平面の傾斜角度が減少し、オーバージェットが増加がみられたが、顔面高は回復方向に変化しなかったと報告している。この理由として、口呼吸をするために獲得された反射が鼻呼吸するための新しい機能に完全に回復しなかったためと述べている。

本研究におけるサルの顎顔面の骨格性の変化をみる

と、短期群では鼻閉解除が成長旺盛な時期であったこともあって、鼻閉解除15カ月後の最終資料採得時には成長方向と量において殆ど対照群と同程度に達するまでの追いつき成長を示した。とりわけ、鼻閉解除後9カ月間の追いつき成長量が多く、その後の6カ月の追いつき成長よりも速度が大きかった。しかし、長期群の鼻閉解除時から最終資料採得時までの6カ月間の成長は対照群自体の成長加速が落ちてきた時期でもあり、長期群の追いつき成長の方向と量が十分に得られず、鼻閉に伴う異常な形態形成が殆どそのまま残されてしまったと考えられる。

一方、サルの上顎に顎外力を作用した実験で異常状態を惹起した後の歯列咬合の回復は骨格の回復に比べて早いことが示されている。しかし、本研究結果からは必ずしもそのようなことがいえなかった。すなわち、鼻閉により惹起された切歯逆被蓋の変化では、短期群及び長期群の舌側傾斜した上顎切歯が唇側に傾斜し、特に長期群の上顎歯列弓長径の増加量は同時期の対照群のそれを越えていた。しかし、鼻閉に伴い舌側に傾斜した下顎切歯の傾斜度、小さい下顎歯列弓長径は特に長期群では回復せず、上下顎の乳犬歯間幅径は短期・長期群ともに対照群のそれに追いつかなかった。それは呼吸動態の転換によって前歯部を取り巻く周囲軟組織の平衡関係が大きく変化し、鼻閉解除後も回復できなかったと考えられ、このように短期・長期群とも鼻閉解除後、上顎切歯の唇側への移動が顕著であったにもかかわらず、特に上顎の大きさ及び上顎歯槽最前点の前後的位置が最終資料採得時にも対照群に追いつけなかった長期群で、上下顎切歯の逆被蓋の改善が不可能となったものと考えられる。もし長期群の鼻閉解除後の変化の観察を更に1~2年間続けた場合にどこまで追いつき成長が生じるかは今後の課題となる。

山口<sup>7)</sup>は乳歯列及び永久歯列期のサルの鼻閉を行い、乳歯列期のサルでは早期に切歯の逆被蓋が形成されたのに対し、永久歯列期のサルでは長期間を要したと報告し、乳切歯から永久切歯への交換期は咬合が不安定な時期でもあり容易に切歯の逆被蓋が成立し、永久歯列期では逆被蓋成立にかなりのエネルギーが必要であると考察している。これと同じように本研究で、一旦成立した永久切歯の逆被蓋が正常被蓋に改善されるには同様にエネルギーが必要であり、本研究の長期群の切歯逆被蓋が自然に解消されるのはかなり困難であると思われる。

以上より、歯列咬合及び顎顔面の形態成長を阻害する要因を除去しても要因の作用した時期と時間によりその影響の強さは異なるものの、後々の形態形成に影

響を与え、阻害因子が長期に働くほどその後の追いつき成長によっても回復される可能性が薄いため、阻害因子は早期に発見し早期に除去するのが望ましいことがわかった。

### ま と め

歯列咬合及び顎顔面の成長発育を阻害する因子として鼻腔閉鎖による口呼吸を考え、この阻害因子の作用期間が歯列咬合及び顎顔面の成長発育にどの様に関係するか、また、この因子を取り除いた後の成長発育にどの様に関与するのかを、実験的にサルを用いて検討し以下の結論を得た。

1. 永久切歯部の開咬を示した1頭を除いて、対照群のサルは全実験期間を通じてサル特有の上下顎前突を示し、鼻上顎複合体及び下顎はほぼ直線的に前下方に成長した。

2. 実験群のすべてのサルは鼻閉解除時に切歯の逆被蓋を示した。鼻閉解除後、切歯部の開咬を示した2頭を除いて、切歯の逆被蓋の程度は軽減したが、最終資料採得時でも切歯の正常被蓋は得られなかった。

3. 鼻閉期間中、対照群と比較して短期群及び長期群とも上下顎の前方への成長が少なく、前顔面高の大きな増加と後顔面高の小さな増加により頭蓋に対する下顎下縁平面の傾斜角が増加した。また、上下顎切歯の舌側傾斜が大きく、上下顎歯列弓長径及び乳犬歯間幅径の成長増加が小さかった。これらの変化は鼻閉期間が長い長期群で顕著であった。

4. 短期群は、鼻閉解除後、上下顎の前方への成長増加と前顔面高及び後顔面高の増加量は対照群のそれを上回り、対照群に追いつく成長を示した。しかし、長期群は対照群に追いつくまでの成長を示さず、鼻閉の影響が残った。

以上の結果より口呼吸などの成長阻害因子が長期に及ぶと顎顔面形態の成長に異常を招き、それが固定化する可能性が強いため、早期に阻害因子を除去する必要性が示唆された。

### 謝 辞

稿を終えるにあたり、御懇篤なる御指導、御校閲を賜りました広島大学歯学部歯科矯正学講座山内和夫教授に深甚なる謝意を表します。また、研究遂行および本論文作製に際し、終始御教示、御指導頂きました本学小児歯科学講座長坂信夫教授、口腔解剖学第一講座前田憲彦教授に心から御礼申し上げます。最後に研究遂行に惜しみない御協力を頂きました本学歯科矯正学講座の教員各位、ならびに関係各位に心から感謝いたします。

### 文 献

- 1) Tomes, C.S.: On the developmental origin of V-shaped contracted maxilla, *Monthly Rev. Dent. Surg.* 1, 50-55, 1872: cited from Gross, R.B.: Growth variations associated with induced nasal obstruction in Albino rat, *Angle Orthod.* 44, 29-42, 1974.
- 2) Angle, E.H.: Treatment of malocclusion of the teeth, 7th ed., Philadelphia, 1907, S.S. White Dental Manufacturing Co., 46.: cited from Emisli, R. D.: Mouth breathing: 1. Etiology and effect (A review). *J. Amer. Dent. Ass.* 44, 506-521, 1952.
- 3) Balyeat, R.M. and Brown, R.: Facial and dental deformities due to perennial nasal allergy in children. *Int. J. Orthod. and Dent. Child.* 20, 445-460, 1934.
- 4) Neivert, H.: The lymphoid tissue problem in the upper respiratory tract. *Am. J. Orthod.* 25, 544-554, 1939.
- 5) Harvold, E.P., Chierici, G. and Vargervik, K.: Experiments on the development of dental malocclusions. *Am. J. Orthod.* 61, 38-44, 1972.
- 6) Harvold, E.P., Vargervik, K. and Chierici, G.: Primate experiments on oral sensation and dental malocclusions. *Am. J. Orthod.* 63, 494-508, 1973.
- 7) 山口和憲: 実験的口呼吸が歯列咬合、顔面骨の形態形成に与える影響について。日矯歯誌 39, 24-45, 1980.
- 8) 山田哲郎: 鼻呼吸障害が顎・顔面形成及び呼吸動態に及ぼす影響についての実験的研究。広大歯誌 19, 203-224, 1987.
- 9) Linder-Aronson, S.: Effects of adenoidectomy on dentition and nasopharynx. *Eur. Orthodont. Soc.* 177-186, 1972.
- 10) Linder-Aronson, S.: Effects of adenoidectomy on dentition and nasopharynx. *Am. J. Orthod.* 65, 1-15, 1974.
- 11) Björk, A.: Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants. *Acta Odont. Scand.* 13, 9-34, 1955.
- 12) Björk, A.: Variations in the growth Pattern by the imprint method. *J. Dent. Res. Suppl.* 42, 400-411, 1963.
- 13) 中島克行, 土谷 哲: 鼻腔閉鎖による口呼吸マウスについて。実験動物 23, 225-227, 1974.
- 14) 朝比奈泰輔: 人為的鼻閉鎖による開口状態が幼若ゴールデン・ハムスターの顎顔面頭蓋発育に及ぼす影響。歯学 74, 1491-1519, 1987.
- 15) Robert, M.A.: Memoire sur le gonflement chronique des amygdales chez les enfants. *Bull. Gen. Ther. Med. Chir.*, 24, 343-351, 1843.
- 16) Watson, R.M., Warren, D.W. and Fischer, N.D.: Nasal resistance, skeletal classification, and mouth

- breathing in orthodontic patients. *Am. J. Orthod.* 54, 367-379, 1968.
- 17) Vig, P.S., Sarver, D.M., Hall, D.J. and Warren, D.W.: Quantitative evaluation of nasal airflow in relation to facial morphology. *Am. J. Orthod.* 79, 263-272, 1981.
  - 18) Warren, D.W.: A quantitative technique for assessing nasal airway impairment. *Am. J. Orthod.* 86, 306-314, 1984.
  - 19) Linder-Aronson, S.: Adenoids; their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and dentition. *Acta Otolaryngol. Suppl.* 265, 1-132, 1970.
  - 20) Kerr, W.J., McWilliam, J.S. and Linder-Aronson, S.: Mandibular form and position related to changed mode of breathing—a five-year longitudinal study. *Angle Orthod.* 59, 91-96, 1989.
  - 21) Woodside, D.G., Linder-Aronson, S., Lundstrom, A. and McWilliam, W.J.: Mandibular and maxillary growth after changed mode of breathing. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 100, 1-18, 1991.
  - 22) Trask, G.M., Shapiro, G.G. and Shapiro, P.A.: The effects of allergic rhinitis on dental and skeletal development: A comparison of sibling pairs. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 92, 286-293, 1987.
  - 23) Ung, N., Koenig, J., Shapiro, P.S., Shapiro, G.G. and Trask, G.: A quantitative assessment of respiratory patterns and their effects on dentofacial development. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 98, 523-532, 1990.
  - 24) Hannuksela, A. and Väänänen, A.: Predisposing factors for malocclusion in 7-years-old children with special reference to atopic diseases. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 92, 299-303, 1987.
  - 25) Sassouni, V., Friday, G.A., Shnorhokian, H., Beery, Q.C., Zullo, T.G., Miller, D.L., Murphey, S. T. and Landay, R.A.: The influence of perennial allergic of the effect of allergy management on facial growth patterns. *Ann. Allergy*, 54, 493-497, 1985.
  - 26) Harvold, E.P.: Neuromuscular and morphological adaptations in experimentally induced oral respiration. Naso-respiratory function and craniofacial growth (McNamara, J.A. Jr, editor). Center for Human Growth and Deveropment, University of Michigan, Amm Arbor, 149-164, 1979.
  - 27) Harvold, E.P., Tomer, B.S., Vargervik, K. and Chierici, G.: Primate experiments on oral respiration. *Am. J. Orthod.* 79, 359-372, 1981.
  - 28) Miller, A.J.: Electoromyography of craniofacial musculature during oral respiration in the rhesus monkey (*Macacamulatta*). *Archs oral Biol.* 23, 145-152, 1978.
  - 29) Miller, A.J. and Vargervik, K.: Neuromuscular changes during long-term adaptation of the rhesus monkeys to oral respiration. Naso-respiratory function and craniofacial growth (McNamara, J.A. Jr, editor). Center for Human Growth and Deveropment, University of Michigan, Amm Arbor, 1-26, 1979.
  - 30) Miller, A.J. and Vargervik, K.: Neuromuscular adaptation in experimentally induced oral respiration in the rhesus monkey (*Macaca mulatta*). *Archs oral Biol.* 25, 579-589, 1980.
  - 31) Miller, A.J., Vargervik, K. and Chierici, G.: Sequential neuromuscular changes in rhesus monkeys during the initial adaptation to oral respiration. *Am. J. Orthod.* 81, 99-107, 1982.
  - 32) Miller, A.J., Vargervik, K. and Chierici, G.: Experimentally induced neuromuscular changes during and after nasal airway obstruction. *Am. J. Orthod.* 85, 385-392, 1984.
  - 33) Miller, A.J., Vargervik, K. and Phillips, D.: Neuromuscular adaptation of craniofacil muscles to altered oral sensation. *Am. J. Orthod.* 87, 303-310, 1985.
  - 34) Vargervik, K., Miller, A.J., Chierici, G., Harvold, E.P. and Tomer, B.S.: Morphologic response to changes in neuromuscular patterns experimentally induced by altered modes of respiration. *Am. J. Orthod.* 85, 115-124, 1984.
  - 35) Moss, M.L. and Young, R.: A functional approach to craniology. *Am. J. Phys. Anthropol.* 18, 281-292, 1960.
  - 36) Tomer, B.S. and Harvold, E.P.: Primate experiments on mandibular growth direction. *Am. J. Orthod.* 82, 114-119, 1982.
  - 37) Linder-Aronson, S., Woodside, D.G. and Lundstrom, A.: Mandibular growth direction following adenoidectomy. *Am. J. Orthod.* 89, 273-284, 1986.
  - 38) Tuenge, R.H. and Elder, J.R.: Posttreatment changes following extraoral highpull traction to the maxilla of *Macaca mulatta*. *Am. J. Orthod.* 66, 618-644, 1974.