

## —原著—

## Volume rendering 法を用いた偏位を伴う顎変形症患者における咬筋の体積計測

若松孝典 花田晃治\* 林 孝文\*\* 齋藤 功

新潟大学大学院医歯学総合研究科歯科矯正学分野 (主任: 齋藤 功教授)

明倫短期大学\*

新潟大学大学院医歯学総合研究科顎顔面放射線学分野\*\* (主任: 林 孝文教授)

Volume measurement of masseter muscle using volume rendering technic  
in jaw deformity patients with mandibular deviation

Takanori Wakamatsu, Kooji Hanada \*, Takafumi Hayashi \*\* and Isao Saito

*Division of Orthodontics, Department of Oral Biological Science, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences (Chief : Prof. Isao SAITO)**Meirin College for Dental Technology, Dental Hygiene and Speech\***Division of Oral and Maxillofacial Radiology,**Department of Tissue Regeneration and Reconstruction, Niigata University Graduate School of Medical and**Dental Sciences\* (Chief : Prof. Takafumi HAYASHI)\*\**

平成 18 年 10 月 27 日受付 10 月 27 日受理

Key words : volume rendering technic (Volume rendering 法), three-dimensional ratio of mandibular deviation (下顎偏位率), volume of masseter muscle (咬筋体積)

**Abstract**

The purpose of this study was to evaluate the relationship between three-dimensional ratio of mandibular deviation and volume of masseter muscle in the jaw deformity patients with mandibular deviation by the use of volume rendering technic. Subjects comprised 17 patients diagnosed as skeletal mandibular prognathism with deviation. Volume rendering technic facilitated extraction of masseter muscle from the three-dimensional image with CT, and enabled us to perform volume measurement of masseter muscle precisely.

There was no significant correlation between three-dimensional ratio of mandibular deviation and volume difference of masseter muscle in deviated and the opposite side ( $r = -0.35$ ). In addition, volume of masseter muscles in the deviated side might not necessarily be larger than that in the contralateral side. This finding suggests that morphological difference of masseter muscles in between deviated side and the opposite side is not necessarily observed in the jaw deformity patients with facial asymmetry.

**抄録**

今回、Medical Viewer INTAGE 3.1 を用いて volume rendering 法によって三次元画像を作成し咬筋の体積と偏位様相との関連性について評価、検討した。対象は、新潟大学医歯学総合病院矯正歯科診療室に来院し、偏位を伴う骨格性下顎前突症と診断された患者 17 名であった。資料としてはヘリカル CT データを用いた。

その結果、volume rendering 法 (以下 VR 法) により CT を用いて三次元画像を作成することで、画像上で比較的容易に咬筋を選択することができ、咬筋の体積計測を精確に行えることが確認された。また、三次元的偏位率と咬筋体積の左右差との関係についてみると、相関係数は  $-0.35$  で有意な相関は認めず、偏位方向と咬筋体積の関係においても必ずしも偏位側の咬筋のほうが体積が大きくなるとは限らないことが示された。

以上のことから、顔面非対称症例では、構造と機能が相互にしかも複雑に関与しており、必ずしも咬筋の形態に左右差を生じるわけでないことが示された。

## 緒 言

顔面非対称あるいは骨格性の顎偏位を呈する患者の治療にあたっては、偏位の様相や特徴を十分に把握することが重要である。従来、顎顔面の形態分析は、主として頭部 X 線規格写真をはじめとする二次元的な分析により行われ<sup>1-4)</sup>、続いて、二次元画像を手がかりとして三次元画像に再構築することにより行われてきた<sup>5-6)</sup>。近年 CT の開発により<sup>7)</sup> 顎顔面を三次元的に構築することが可能となり<sup>8-16)</sup>、二次元的な手法だけでは解析が困難であった左右構造物の非対称性、捻れ歪みなど、複雑な頭蓋顔面骨の変形を三次元的かつ視覚的に捉える試みがなされている<sup>17-21)</sup>。

一方、生理学的な研究により硬組織に付着する咀嚼筋の筋活動が顎顔面の形態形成に影響を与えるという報告<sup>22-25)</sup> がなされているが、咀嚼筋の形態については超音波や CT を用いた報告が散見されるものの<sup>26-29)</sup>、解析に用いる画像が咬筋体積の計測には不適當であった。

そこで今回、volume rendering 法 (以下 VR 法) により高画質な三次元画像を作成することが可能な解析ソフト Medical Viewer INTAGE 3.1 ((株) ケイ・ジー・ティー社製) (以下 INTAGE) を用いて、左右咬筋の体積と偏位様相との関連性について評価検討した。

## 資料と方法

### I. 対象と資料

研究対象は、新潟大学医歯学総合病院矯正歯科診療室に来院し、偏位を伴う骨格性下顎前突症と診断された顎変形症患者で、治療計画立案にあたっての精査のために CT 撮影に同意した 17 名 (男性 10 名 女性 7 名 : 平均年齢 16 歳 6 か月) とした。

資料としては、術前矯正治療開始前に撮影されたヘリカル CT データを用いた。なお、金属充填物や補綴物等によるメタルアーチファクトにより画像に影響を与える可能性のある症例は対象から除外した。

### II. CT の撮影方法

新潟大学医歯学総合病院既設のヘリカル CT (東芝社製 : Xvigor Real) を使用し、患者を仰臥位で閉口させ、Reid's Base Line (RBL : フランクフルト平面と同義) に平行に管電圧 120kV、管電流 100mA の条件で撮影した。撮影範囲は眼窩中央からオトガイまでの範囲で、眼窩中央より下 3 cm の範囲では、X 線ビーム厚 2 mm、テーブル移動速度 3 mm / sec、顎関節部では X 線ビーム厚 1 mm、テーブル移動速度 1.5 mm / sec、オトガイ付近では X 線ビーム厚 2 mm、テーブル移動速度 3 mm / sec、で撮影した。

## III. 計測方法

### 1. VR 法を用いた三次元画像作成

得られたスライスデータを INTAGE へ転送し、VR 法を用いて三次元画像を作成した。

#### (1) 三次元的偏位率の計測方法

VR 法で作成した三次元画像を用いて、下顎の三次元的偏位率を計測した。下顎の三次元的偏位率は、左右棘孔とオトガイ棘を、INTAGE 上の多断面再構成画像 (以下 MPR 画像) 上で確認しながらそれぞれを計測点として、各計測項目における直線距離の比 ((右-左 / 右+左) × 100) をもって下顎の三次元的偏位率とし (図 1)、- のものを右側偏位、+ のものを左側偏位とした。

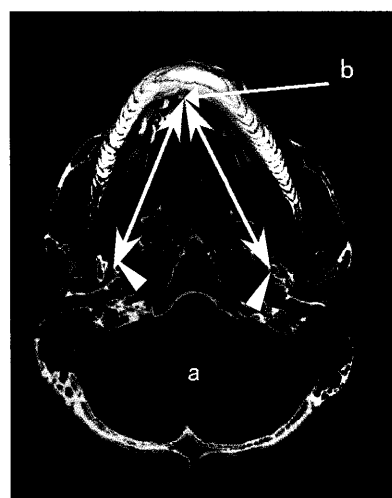


図 1 三次元的偏位率の計測方法  
a. 棘孔 (矢頭)  
b. オトガイ棘 (矢印)

#### (2) 咬筋の体積計測

咬筋の測定範囲は、RBL に平行な軸位断面像を基準とした CT 撮影により得られたスライスデータを下方から確認し、咬筋が見え始めた部位を始点、頬骨弓と最初に交わった部位を終点とした (図 2)。VR 法による三次元画像作成は、スライスデータを 2 mm 間隔で一枚ずつ重ね、頭頂部方向よりみた 2 mm 間隔の三次元画像を作成した。次に、各患者についてそれぞれ作成した画像を画像処理計測ソフト Scion Image に転送し、各断面での左右咬筋断面積 (cm<sup>2</sup>) をそれぞれ 3 回ずつ計測し、その平均値をもって断面積とした。各断面における咬筋断面積を計測後、2 mm 間隔のスライスデータであったことから、得られた断面積の総和を 0.2 倍して体積 (cm<sup>3</sup>) を算出した。体積算出後、各患者間で左右咬筋の体積の差 (咬筋体積左右差 = 右側咬筋体積 - 左側咬筋体積) も算出した (図 3)。

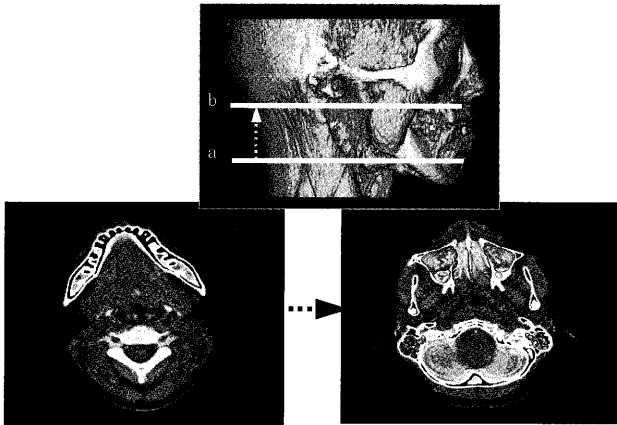


図2 咬筋体積の計測範囲  
a. 計測開始部位 (始点) b. 計測終了部位 (終点)

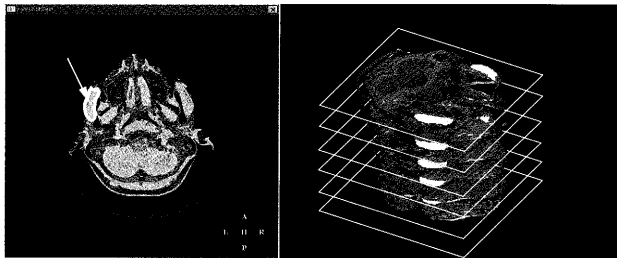


図3 咬筋の体積計測  
左側咬筋の断面 (矢印)

Ⅲ. 統計処理

三次元的偏位率と咬筋体積左右差との相関については、Statview (ver. 5.0) を用いて、Spearman の順位相関係数を算出して評価した。

結 果

- 表1に各症例ごとの偏位方向，三次元的偏位率，左右の咬筋体積および咬筋体積の左右差を示す。  
三次元的偏位率は，-3.53 から 4.70 の間であった。  
また，咬筋体積の左右差の絶対値は，最大 4.1cm<sup>3</sup> 最小 0 cm<sup>3</sup> だった。
- 偏位方向と咬筋体積との関係を見ると，必ずしも偏位側の咬筋のほうが体積が大きいとは限らなかった。(図4)
- 三次元的偏位率と咬筋体積の左右差  
三次元的偏位率と咬筋体積の左右差との関係についてみると，相関係数は-0.35 で有意な相関は認められなかった(図5)。

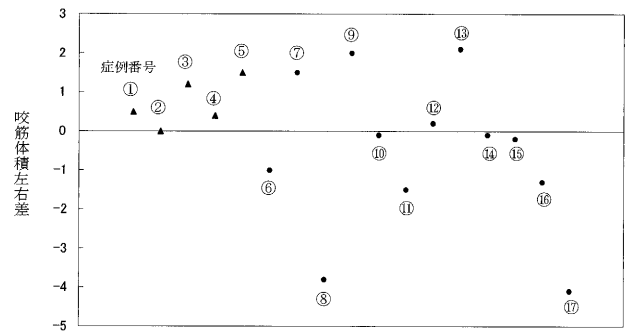


図4 各症例における偏位方向と咬筋体積左右差  
症例数=17 ▲ 右側偏位 ● 左側偏位  
咬筋体積左右差=右側咬筋体積-左側咬筋体積  
+: 右側 > 左側 -: 右側 < 左側

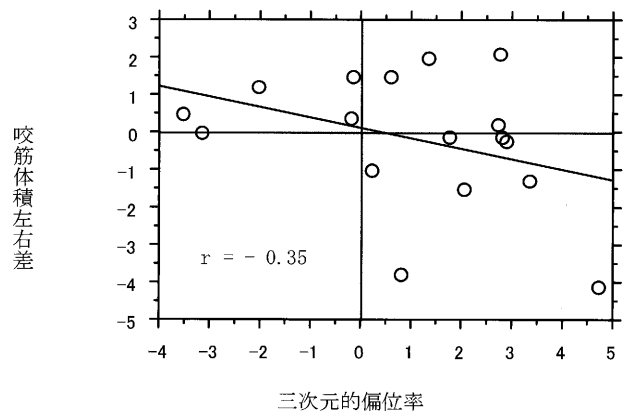


図5 三次元的偏位率と咬筋体積左右差との相関

表1 各症例における計測結果

症例	偏位方向	三次元的偏位率	咬筋体積 (cm <sup>3</sup> )		咬筋体積の左右差 (cm <sup>3</sup> )
			右側	左側	
1	右	-3.53	12.3	11.8	0.5
2	右	-3.18	14.9	14.9	0.0
3	右	-2.05	19.7	18.5	1.2
4	右	-0.21	12.0	11.6	0.4
5	右	-0.17	12.7	11.2	1.5
6	左	0.21	9.7	10.7	-1.0
7	左	0.60	16.2	14.7	1.5
8	左	0.81	17.2	21.0	-3.8
9	左	1.35	18.5	16.5	2.0
10	左	1.74	10.8	10.9	-0.1
11	左	2.03	11.4	12.9	-1.5
12	左	2.70	10.5	10.3	0.2
13	左	2.74	22.8	20.7	2.1
14	左	2.78	10.3	10.4	-0.1
15	左	2.87	11.4	11.6	-0.2
16	左	3.34	19.0	20.3	-1.3
17	左	4.70	20.8	24.9	-4.1

咬筋体積左右差=右側咬筋体積-左側咬筋体積

## 考 察

### I. 研究方法について

#### 1. VR 法について

従来より三次元画像を作成する場合には、surface rendering 法（以下 SR 法）が頻用されてきた。SR 法とは、設定された CT 値の範囲内で、観察する方向から見て最初に存在する voxel を表示する作成法である<sup>30)</sup>。SR 法を用いた三次元画像は、処理時間が短いという利点はあるものの、隣接組織間で CT 値の差が少ない場合には辺縁が不明瞭な画像として現れてきてしまうという欠点があった。従って、これまでは結合組織などの軟組織と接した筋組織を確実に抽出し鮮明な像として作成することが困難であった。そのため、筋組織の形態計測は周囲軟組織との区別が容易な断面に限定した面積計測が主体であった。これに対し、VR 法では、多量の画像処理演算が必要になるという問題点を有するものの、設定された CT 値内の全ての voxel を対象として三次元画像に反映させることができるため<sup>30)</sup>、より鮮明の高い高画質な画像を作成できるという利点がある。

今回、INTAGE を用いることで、短時間で VR 法による高画質な三次元画像を作成することが可能となり、咬筋と隣接する軟組織との境界を明瞭にし、画像上で比較的容易に咬筋を選択することができた。その結果、CT を用いて従来よりも咬筋を明瞭に抽出して形態計測を行うことができ、これまで行うことが困難であった体積計測を可能とした。今後、他の咀嚼筋をはじめ、顎顔面を構成する諸筋群の走行や構造の解析にあたって、この方法は極めて有用であると考えられる。

#### 2. 三次元的偏位率の計測方法について

三次元的偏位率の計測にあたっては、VR 法により作成された三次元画像を用いて MPR 上で基準点を確認しながら計測を行った。頭蓋部の基準点としては、頭蓋底にほぼ左右対称に位置する棘孔や卵円孔が考えられるが、卵円孔は下顎神経が走行していることから下顎骨の成長による影響を受け易いと推測される。これに対して、脳頭蓋底部に存在し比較的対称な骨である蝶形骨内にある棘孔は、中硬膜血管、下顎神経硬膜枝が走行しており、顎顔面の成長による影響を受けにくく、正中線の指標として比較的信頼性が高い<sup>31-33)</sup> ことから今回は棘孔を基準点として採用した。

また、下顎骨の正中基準点として用いたオトガイ棘は、通常下顎骨オトガイ部内面正中の下部に上下各 2 個ずつあるといわれているが、そのうちのどちらかが癒合して 3 個となっていることも多い<sup>33)</sup>。今回の研究でも、両方のタイプが認められ、オトガイ棘が上下 2 個ずつ認められた症例に関してはその中点を、どちらかが癒合してい

た症例に関しては癒合した部位を下顎骨の正中基準点とした。

### 3. 咬筋の計測範囲について

咬筋の計測範囲は、CT 撮影により得られたスライスデータを下方から確認し、咬筋が見え始めた部位を始点、頬骨弓に最初に交わった部位を終点として計測した。より精確さを期するためには、終点をさらに上方の咬筋起始部まで延長するのが望ましいと考えられるが、外側翼突筋や側頭筋の停止部と近接して各筋群の区別が困難であったことから、今回は頬骨弓と最初に交わった部位を計測の上方限界とした。

### II. 三次元的偏位率と咬筋体積との関係

顔面非対称患者における下顎の偏位量と咀嚼筋断面積の左右差についてはいくつかの報告<sup>26, 34)</sup>がある。近藤<sup>26)</sup>は、CT を用いて下顎の偏位量と咬筋断面積左右差を比較し、咬筋断面積左右差と下顎偏位量との間には有意な相関が認められると報告している。しかし今回の研究では、体積計測の段階で三次元的偏位率と左右咬筋断面積の差を比較したところ有意な相関は認められず、また、偏位方向と偏位側、非偏位側における咬筋体積の関係を見ても、必ずしも一様に偏位側における咬筋の体積が大きいたとは言えなかった。この要因として近藤<sup>26)</sup>の研究では、比較計測のために設定した咬筋の切断面が上下前歯のセメントエナメルジャンクションより 2 mm 根尖寄りの断面を基準として計測しているため、設定した咬筋の切断面によって偏位量と咬筋断面積左右差との相関の有無が異なると推察される。いずれにしても、顔面非対称症例では、構造と機能とが相互にしかも複雑に関与し、その様相も一様ではない<sup>35)</sup>、ことが改めて示された。

さらに、今回は安静状態で CT 撮影を行ったが、咬筋の形態についてはクレンチング時と安静時とで咬筋形態に変化がみられるとの報告があり<sup>36)</sup>、また、偏位側での咀嚼筋筋活動が大きくなる傾向にあるとの報告<sup>22-26)</sup>もあることから、クレンチング時など機能時における咬筋体積計測を行った場合には、筋活動に左右差が生じ咬筋体積にも左右差が生じてくる可能性が考えられる。

一方、成長期にある顎偏位症例の中には、本来みられる構造的な偏位の程度はわずかであるものの、機能的に著しい左右差が認められ、筋肉の作業肥大などにより咀嚼筋群に左右差が生じて成長とともに偏位が増悪していく症例、また、すでに構造的偏位は認められるものの機能的な左右差が大きくないことから成長により偏位量に変化しない症例があると考えられる。今回対象とした患者がどちらに属するかは縦断的調査ではないため明らかではないが、下顎偏位量と咬筋体積の左右差との間に相関がみられなかったことから、後者のタイプの症例が多かった可能性が高い。今後は、顎偏位に影響をおよぼす

と考えられている他の咀嚼筋群についても走行や形態計測を行っていく予定である。

## 結 論

1. Volume rendering 法を利用して三次元画像を作成することで、咬筋と隣接する軟組織との境界を明瞭にし、容易に咬筋を選択することができたことから咬筋の体積計測が可能となった。
2. 過去の報告では、顎偏位患者の咬筋断面積には左右差があると言われてきたが、今回の計測方法により、左右咬筋の体積を算出して比較したところ、偏位側と非偏位側の咬筋の体積に有意な差を認めず、また必ずしも一様に偏位側における咬筋の体積が大きいとは言えなかった。これは、顔面非対称症例では、構造と機能が相互にしかも複雑に関与しており、必ずしも咬筋の形態に左右差を生じるわけでないことを示している。今後は、顎偏位症例における他の咀嚼筋についてもその走行や形態計測を行う予定である。

## 参 考 文 献

- 1) 中後忠男, 他: 頭部X線規格写真分析法に関する正中線の決定について, 日矯歯誌, 20: 151-157, 1961.
- 2) 梶 悦子: 日本人成人男女の下顎前突者についての頭部X線規格正貌写真分析法による検討, 歯学, 64: 465-487, 1976.
- 3) 青島 攻: 外科矯正治療を必要とする交叉咬合者の正貌頭部X線規格写真による顔の対称性の検討, 日矯歯誌, 49: 256-262, 1990.
- 4) 加藤嘉之, 他: 顔面非対称症例の正面 頭部X線規格写真分析, 日顎変形誌, 4: 87-95, 1994.
- 5) 藤本雅清: 4方向から撮影したセファログラムを用いた顎顔面構造の三次元再構築, 日矯歯誌, 53: 491-501, 1994.
- 6) 山添清文: フィッティング処理を用いた下顎骨形態の三次元構築に関する研究, 日矯歯誌 55: 246-258, 1996.
- 7) Hounsfield, G. N.: Computerized transverse axial scanning Part 1 Description of system, Br J Radiol, 46: 1016-1022, 1973.
- 8) 南 克浩: CT 画像三次元再構築システムの開発とその生体計測への応用の試み, 阪大歯学雑誌, 36: 203-223, 1991.
- 9) 槇 宏太郎: 三次元再構築時の基準と骨塩定量機能をそなえた X 線 CT 規格撮影方法についての研究, 日矯歯誌, 47: 380-390, 1988.
- 10) 桜井伸彰, 他: X 線 CT 画像を用いた三次元画像表示に関する基礎的研究, 慈恵医大誌, 103: 461-472, 1988.
- 11) 桜井伸彰, 他: X 線 CT 画像を用いた三次元画像表示に関する臨床応用について, 慈恵医大誌, 103: 473-483, 1988.
- 12) 中村 道: コンピューター断層撮影法の歯科矯正学的応用に関する基礎的検討, 口病誌, 52: 118-142, 1985.
- 13) 亀田 晃, 他: コンピューター断層撮影法のための頭部固定装置の有効性に関する研究, 日矯歯誌, 45: 442-456, 1986.
- 14) 安井常晴, 他: 顎変形症に対する 3D-CT の利用, 日顎変形, 7: 18-23, 1997.
- 15) 橋場千織: X 線コンピューター断層撮影装置を応用した顎顔面頭蓋の形態学的研究, 歯学, 75: 865-906, 1987.
- 16) 根本敏行, 他: CT の三次元構築像による顎骨形態の評価に関する研究, 日口外誌, 43: 177-181, 1997.
- 17) 松野 功, 他: 頭蓋顎顔面変形症例に対する 3次元形態分析法, 日矯歯誌, 49: 291-301, 1990.
- 18) 新橋 武, 他: 顎顔面変形の診断における 3次元 CT の有用性について, 形成外科, 32: 751-761, 1989.
- 19) 桐生迪介, 他: 顎顔面領域における 3次元 CT の使用経験, 形成外科, 32: 379-385, 1989.
- 20) Cavalcanti, M.G.P., et al.: Three - dimensional computed tomography landmark measurement in craniofacial surgical planning, J Craniofac Surg, 9: 348-358, 1998.
- 21) Haffner, C.L., et al.: A technique for three - dimensional cephalometric analysis as an aid in evaluating changes in the craniofacial skeleton, Angle orthodo, 69: 345-348, 1999.
- 22) 瀧沢朋章: 顎顔面形態が咬合力および咀嚼筋筋放電活動に及ぼす影響について VII-2 正貌顎顔面形態と偏側咀嚼指数および咬合力の大きさ・方向との関連性, 補綴誌, 40: 330-337, 1996.
- 23) 廣瀬圭三: 骨格性下顎前突症における咀嚼筋筋活動と正貌形態との関連性に関する研究, 歯学, 78: 49-62, 1990.
- 24) 矢野圭介: 顎の非対称を伴う骨格性下顎前突症における下顎頭長軸角と習慣性咀嚼との関連性について, 日顎変形誌, 10: 110-116, 2000.
- 25) 加納昭彦: 顎顔面形態が咬合力および咀嚼筋筋放電活動に及ぼす影響について VIII-3 筋放電活動

- の非対称性指数と正貌顎顔面形態および偏側咀嚼指数との関連性, 補綴誌, 40 : 330-337, 1996.
- 26) 近藤裕敏 : 顔面非対称を伴う骨格性下顎前突症における咀嚼筋の携帯と機能に関する研究, 78 : 1261-1279, 1991.
- 27) 田中 隆一, 他 : 下顎骨の形態と筋の走行・断面積との関係について, 西日矯歯誌, 35 : 30-35, 1990.
- 28) Arij, Y., et al : Three - dimensional morphology of masseter in patients with mandibular prognathism. Dentomaxillofac Radiol. 29 : 113-118, 2000.
- 29) 松島静吾 : 咀嚼筋の体積および筋圧と顎顔面形態との関連性に関する研究, 岩医大歯誌, 23 : 106-115, 1998.
- 30) 木村和衛, 他監修 : ヘリカルスキャンの基礎と臨床, 第1版, 医療科学社, 東京, 1993.
- 31) Marmary, T., et al. : Use of Foramina spinosa to determine skull midlines, Angle Orthod. 49 : 263-268, 1979.
- 32) Moss, M.L., et al. : The primary role of functional matrices in facial in facial growth, Am J Orthod, 55 : 566-577, 1969.
- 33) 上條雍彦 : 図説口腔解剖学 1. 骨学, 第2版, 東京アナトーム社, 東京, 1966, 125頁.
- 34) 上村健太郎, 他 : 片側咀嚼の解消で改善した顔面非対称の一例, 西日矯歯誌, 32 : 23-28, 1987.
- 35) 斉藤 功, 他 : 顔面非対称症例について考える, Monograph of Clinical Orthodontics, 18 : 19-34, 1996.
- 36) 平井敏博, 他 : 咀嚼筋の評価法に関する研究, 補綴誌, 31 : 1514-1521, 1987.