咀嚼機能の評価法に関する研究

— CT Scan による咬筋の観察 —

平井 敏博 田中 収 高崎 英仁

越野 寿 三重野 哲 山中 隆裕

池田 和博 小西 洋次 昆 邦彦

Method for Evaluating the Masticatory Function

— Masseter Muscle Cross-Sectional Image by X-Ray CT Scan —

Toshihiro Hirai, Osamu Tanaka, Hidehito Takasaki,
Hisashi Koshino, Satoshi Mieno, Takasuke Yamanaka,
Yasuhiro Ikeda, Youji Konishi and Kunihiro Kon

Abstract : Masseter muscle cross-sectional images obtained by X-Ray CT Scanning were studied to assist in diagnosis of the stomatognathic function and evaluation of various prosthetic treatments.

The cross-sectional images of the masseter muscle of the subjects at rest and clenching at the level of subnasal point (subnasasion) and the basis of the cranium (basis craniexterna) were obtained with computed tomography. For the analysis, the masseter muscle images were divided into two parts, an anterior part and a posterior part by a line drawn through the most forward point of the mandible (ramus). The area and length of each part were measured for all the subjects. Differences between the young and the older subjects were assessed with Student's t-test for unpaired data, and the Paired t-test for paired data at rest and clenching.

The results were as follows.

- 1) The bucco-lingual width of the masseter muscle and the cross-sectional area was smaller (53~54%) in the older than in the young subjects ($p < 0.01$).
- 2) At clenching, there were very few morphological changes in the masseter muscle in older subjects.
- 3) Compared to the rest state, the cross-sectional area of the masseter muscle decreased at clenching ($p < 0.01$), especially in the posterior part of the masseter muscle in young subjects.

Key words : masticatory function, masseter muscle, diagnostic method, computed tomography

東日本学園大学歯学部補綴学第1講座(主任:平井敏博教授)

1st Department of Prosthetic Dentistry, Faculty of Dentistry, Higashi-Nippon Gakuen University (Chief: Prof. Toshihiro Hirai)

昭和62年7月28日受付

I. 緒 言

咀嚼機能の総合的評価は、補綴治療の効果判定や顎口腔系機能異常の診断、さらには患者個々の咀嚼能力の診

図 1 計測項目

断などには不可欠のものであり、客観的な評価法の確立を目的とした種々の報告がなされている^{1~5)}。これらの中には咬合力や筋電図と下顎運動の分析からの評価を行い、間接的に咀嚼筋の動態に注目しているものもみられるが、筋そのものの観察から咀嚼機能を評価したものは見当たらない。

そこで、今回、われわれは咀嚼筋の観察から咀嚼機能の評価が可能か否かの基礎資料を得ることおよび増齢に伴う咬筋の変化を観察することを目的として、X線 CT 画像により若年者と高年者について、咬筋の安静時と収縮時の筋横断面の面積および形態の変化について検討した。

II. 研究方法

1. X線 CT 装置および被験者

今回使用したスキャナは、東芝 X-RAY スキャナ TCT-80-A-20 で、撮影条件は断面厚さ 10 mm, ウィンドウレベル 50, ウィンドウ幅 300 とし、スカノグラムにより切断面を鼻下点—頭蓋底平面に設定した。撮影時間は 1 スライスあたり約 9 秒であり、安静時とクレンチング時の計 2 枚の画像を得た。

被験者は、医局員のボランティア、男性 11 名であり、若年者群のコントロールとした。高年者群としては、札幌市内の某老人病院に入院中の 58~83 歳の男性患者 8 名である。

図 2

図 3

2. 計測部位および方法

CT 画像において規格、設定した計測部位は図 1 に示すとおりである。すなわち、下顎枝最前縁点を通る線分 (L1) により咬筋を 2 分し、前方部分の面積 (A), 後方部分の面積 (B), (L1) から咬筋最前縁点までの距離 (L2), 同様に (L1) から咬筋最後縁点までの距離 (L3), (B) において最外側点を含む頬舌幅 (L4) である。図 2 は、この切断面における CT 像である。この像を左右側咬筋部にて 10 倍に拡大し (図 3), モニタ画面のカーソルを画像の各測定点に移動して、スキャナ装置付属のソフトウェアにより距離および面積を演算した。

3. 集計および分析方法

分散分析法により、各計測項目ごとの個人差、および左右側差の検定を行ったが、左右側には有意な差が認められなかったため、左右側のデータをまとめて集計し分析した。

各被験者における安静時とクレンチング時の平均値の有意差の有無を Paired T Test (対応のある平均値の差

表 1 咬筋の断面積 (単位: mm²)

	A		B		A + B		
	Rest	Clench	Rest	Clench	Rest	Clench	
若年者	173.1	184.1	323.3	269.9	498.2	454.7	平均値
	80.5	85.1	45.1	36.7	118.8	113.6	標準偏差
	0.47	0.46	0.14	0.14	0.24	0.25	変動係数
高年者	62.2	79.9	183.9	165.2	246.1	245.0	平均値
	22.2	20.5	34.6	39.4	39.5	37.7	標準偏差
	0.36	0.26	0.19	0.24	0.16	0.15	変動係数

表 2 咬筋断面の頬舌径および前後径 (単位: mm)

	L1		L2		L3		L4		
	Rest	Clench	Rest	Clench	Rest	Clench	Rest	Clench	
若年者	17.68	17.11	14.72	16.53	26.45	25.53	15.31	14.04	平均値
	4.62	4.39	2.97	3.03	3.07	2.80	2.82	2.37	標準偏差
	0.26	0.26	0.20	0.18	0.17	0.11	0.18	0.17	変動係数
高年者	10.13	10.77	9.67	11.21	27.55	26.66*	9.56	9.31	平均値
	1.60	1.49	2.44	2.74	2.20	2.59	1.19	1.38	標準偏差
	0.16	0.14	0.25	0.24	0.08	0.10	0.12	0.15	変動係数

の検定)により検定し、若年者群と高年者群間における平均値の有意差の有無を Student's T test により検定した。

III. 結 果

表 1 は咬筋断面積について、表 2 は各部位の長さに関する集計結果である。

表 3 は安静時における若年者の咬筋の総断面積 (A+B) について個人差の有無と左右差の有無を分散分析法により検定した結果であるが、各被験者間の個人差は明らかであった。

図 4~10 は、表 1, 2 の結果を各計測部位ごとに図示したものである。

まず図 4 は、若年者群と高年者群における安静時とクレンチング時の、左右咬筋の断面積 (A) についての比較である。両群共に安静時に比べ、クレンチング時には面積の有意な増加が認められた。また、若年者群と高年者群の比較では、安静時の高年者群の面積は若年者の 0.35 倍であり、高年者群における著明な面積の減少が観察された。

図 5 は、同様に (B) についての結果である。両群共に安静時に比べ、(A) とは逆にクレンチング時には面積の有意な減少が認められた。また、若年者群と高年者群の比較では、(A) と同様に高年者群における著明な面積の

表 3 個人差および左右差 (A+B)

要 因	自由度	変 動	不偏分散	F 値
A (個人差)	10	310666.0	31066.6	27.4125**
B (左右差)	1	1294.5	1294.5	1.1422
誤 差	10	11333.0	1133.3	
合 計	21	323293.5		

減少が観察された。

図 6 は、咬筋の総断面積 (A+B) についての結果である。若年者群では安静時に比べ、クレンチング時には有意な減少が認められたが、高年者群においては、安静時とクレンチング時の面積には差が認められなかった。また、若年者群と高年者群の比較では高年者群に著明な減少が認められ、各々若年者の 0.53 倍、0.54 倍であった。

図 7 は、表 2 より、<L1>についての結果を図示したものである。若年者群では安静時に比べ、クレンチング時には頬舌的幅は有意に減少、高年者群では増加していた。また、若年者群と高年者群の比較では、高年者群における著明な頬舌的幅の減少が観察された。

図 8 は、同様に、<L2>についての結果である。両群共に安静時に比べ、クレンチング時には前後径は有意に増加していた。また、若年者群と高年者群の比較では、高年者群における著明な前後径の減少が観察された。

図 9 は、<L3>についての結果である。両被験者群ともに安静時とクレンチング時の長さに関しては有意な差

< A >

図 4

< B >

図 5

< A + B >

図 6

< L1 >

図 7

< L2 >

図 8

は認められず、また、若年、高年者群間においても有意な差は認められなかった。

図 10 は、< L4 > についての結果である。若年者群では安静時に比べ、クレンチング時には頬舌径に有意な減少が認められたが、高年者群においては、安静時とクレンチング時には差が認められなかった。また、若年者群と高年者群の比較では高年者群に著明な減少が認められた。

IV. 考 察

1. 研究方法について

生体の任意断面画像を得る方法には、現在のところ、X線 CT と NMR-CT (核磁気共鳴装置) がある。X線 CT は生体に X線ビームを照射し、検出器でこれを受けてデータを集積、処理して、画像を構成する⁶⁾。NMR-CT は、電磁波による強い磁場内におかれた生体のプロトン分子の共鳴に伴って励起された電磁波を利用して、空間的情報を得、データ処理後、画像復元が行われる⁶⁾。

図 11 は、旭 MARK-J MR-CT により得られた NMR-CT 像、断面厚さ 2 mm である。撮影時間は X線 CT が

< L3 >

図 9

< L4 >

図 10

1 スライスあたり 9 秒であるのに対し、NMR-CT は反復回復 (Saturation Recovery) 像で 128 秒、5 回反復で約 10 分である。NMR-CT は未だ普及率は低く、NMR の 1 つの撮影法である SR 像は組織間のコントラストが良く、形態診断に有効であるともいわれるが⁷⁾、撮影に長時間を要するため、機能時の動態の判別には適さないことから、X線 CT 画像により、安静時とクレンチング時の咬筋の動態を観察することとした。

CT 画像を得る際、吸収係数の差が大きい金属充填物、補綴物等は ARTIFACT の原因となり⁸⁾、それらに影響を受けないで咬筋の観察が可能な切断面を設定した。図 12 は金属補綴物による ARTIFACT の 1 例であ

る。そこで、切断面はこれらの影響を受けず、比較的咬合平面付近で、規格化できる部位として、鼻下点一頭蓋底を結ぶ線上とした。

本計測システムの誤差は、装置の空間分解能や画像構成の条件すなわち CT 値、ウィンドウ幅、スライス幅などの因子、さらに、モニタ画面上での計測時の読取り誤差などが考えられるが、本研究では定性的な比較が目的であるため、誤差の計測は行っていない。なお、今回使用した TCT-80-A-20 の空間分解能は 1.0 mm であり、この画素の寸法以下の物体は識別できない⁹⁾。

X線 CT はスリットビームのため散乱線量は少なく、鉛入りエプロンプロテクターにより、生殖線量を測定不可能なオーダーに落とすことができるとの報告¹⁰⁾もあるが、被曝の問題は避けられず、超音波診断装置、さらには前述の MRI (Magnetic Resonance Image) の利用も考えなければならないが、歯科分野においても有効な診断法になりうるものと思われる^{11,12)}。

咀嚼機能を客観的に評価する方法の一つに咬合力や筋活動量の測定がある。これは、筋の収縮により発生した張力や活動電位を計測することにより、筋の動態を間接的にはあるが、観察しようとするものである¹³⁾。これに関しては多くの報告がなされているが、張力発生時の筋そのものの直接的な観察に関する報告は今のところみられていない。

運動生理学の分野においては、筋電図による運動の分

図 11

図 12

図 13

析のみならず、腕や足について、静的最大筋力と生理学的筋断面積との比（絶対筋力）を求めることを個人の筋力の客観的評価法の1つとしており、これが $1.5 \sim 12 \text{ kg/cm}^2$ 、平均約 5 kg/cm^2 と報告されている¹⁴⁻¹⁶。最大咬合力の測定は被験者の意志が大きく関与しているため、必ずしも客観的評価とはいききれなく、前述の方法をもちいるとしても、計測誤差の問題や咬合力の発現が咬筋のみならず位置的に異なる内側翼突筋、側頭筋の収縮も同時に関与することなどのため、絶対筋力を算出することは容易ではないと考えられる。今回、クレンチングは口頭で指示しただけであり、咬合力は測定していない。しかし、若年者と高年者の安静時とクレンチング時の咬筋の形態的变化は明らかに異なっており、この把握は咀嚼機能の診断においても有効と考えられる。

2. 結果について

増齢に伴う筋の変化に関しての報告は多くみられ^{14,17,18}、咬合力の増齢に伴う減少に関しても報告されている^{19,20}。これは、筋線維の直径および数が減少するためであり、咬筋においても同様であることが推測される。図 13 は、今回の結果をまとめて図示したものであり、若年者群と高年者群について安静時とクレンチング時における咬筋断面を模式的に表したものである。なお、便宜上、図中の大きな黒丸を若年者群の安静時の平均的な位置に固定し、 $<L1>$ から $<L4>$ までの長さの増減を、その比率で示してある。高年者における変化がきわめて少ないことが観察される。また、図 14 は、安静時における高年者と若年者の差を、同様の方法で示したもので

図 14

ある。特に、高年者において、咬筋の厚さ（頬舌幅）の減少が著明であることが観察される。

クレンチング時の咬筋の皮膚上からの触診においては、筋全体の膨隆を感じる。本結果においては咬筋前方部の面積と前後径の増加が認められたものの、頬舌径は特に若年者の後方部において減少しており、さらに後方部の面積が著明に減少していた。この収縮時における形態変化は、今回設定した切断面の位置が筋中央部のやや上であり、収縮時に当該部が引っ張られるためであり、咬筋の他の部位では異なっていることも推測できるが、咬筋が浅層と深層の2種の筋束で構成されていることを考えあわせると、その収縮時の動態が単純なものではなく、さらに解剖学的検索も必要と思われた。

V. 結 論

咀嚼機能を客観的に評価するための基礎的資料を得ることを目的に、X線 CT 画像により若年者と高年者について、鼻下点—脳頭蓋底面における咬筋の安静時とクレンチング時の断面像を比較し、つぎの結果を得た。

1. 高年者の咬筋は若年者に比べ頬舌幅が減少しており、安静時、クレンチング時とも断面積は約半分であった。
2. クレンチング時、咬筋前方部においてその面積は増加し、後方部は減少していた。これは特に若年者にお

いて著明であった。

3. 若年者において、クレンチング時の咬筋の頬舌的幅は安静時と比較すると減少しており、特に、後方部において著明であった。しかし、高年者において、この変化は非常に少なかった。

4. 安静時とクレンチング時における咬筋の断面形態は、高年者においては若年者に比べ、その変化が極端に少なかった。

5. 増齢に伴う咬合力の低下は腕や足などと同様に筋の萎縮によるものと推測された。

なお、本論文の要旨は、第 77 回日本補綴歯科学会（昭和 62 年 5 月 29 日、盛岡）で発表した。

文 献

- 津留宏道, 広田賢徳, 丸山剛郎, 明石貴雄: 各種食品咀嚼時における咀嚼筋活動の筋電図学的研究 I. 正常咬合者について, 補綴誌, 10: 163~172, 1966.
- 三谷春保: 咀嚼筋の筋電図とその臨床応用, 顎運動とそのメカニズム (東京医科歯科大学顎口腔総合研究施設編), 242~263, 日本歯科評論社, 東京, 1976.
- 平井敏博, 又井直也, 安斉 隆, 中沢 潤, 長尾正憲: 全部床義歯装着者の咀嚼リズム, 補綴誌, 30: 12~18, 1986.
- 渡辺明彦: 咀嚼筋筋電図による全部床義歯装着者の予後評価に関する研究, 第 1 報 新全部床義歯装着者における装着直後群と予後良好群との比較, 補綴誌, 31: 276~286, 1987.
- Ahlgren, J.: Mechanism of mastication, Acta Odont Scand, 24, suppl. 44, 1966.
- 朝倉哲彦: 臨床ハンドブック (日本エムイー学会編), 206~207, 医学書院, コロナ社, 東京, 1984.
- 池平博夫, 福田信夫, 館野之男, 遠藤真広, 飯沼 武, 青木芳朗, 恒元 博: NMR-CT, Mark-J の臨床使用 経験 (第 1 報), 核医学, 21 (3): 269~272, 1984.
- 佐久間貞行, 石垣武男: 撮影と読影の実際, コンピュータ断層法, 高橋信次編, 48~68, 秀潤社, 東京, 1981.
- 飯沼 武: CT 画像とその評価, コンピュータ断層法, 高橋信次編, 27~30, 秀潤社, 東京, 1981.
- 古賀佐彦: 被曝, コンピュータ断層法, 高橋信次編, 69~75, 秀潤社, 東京, 1981.
- McGivney, G.P. and Stradt, J.A.: 歯科補綴学におけるコンピュータ断層撮影法とデータ収集法の比較, オーラルマキシロフェイシャルインプラント, 1: 51~64, 1987.
- 西岡清春: CT スキャンの原理, 特徴および撮影法, 読影法, CT-SCAN その症例と読影, 西岡清春, 吉村克俊編, 2~6, 医歯薬出版, 1978.
- 中村隆一, 斎藤 宏: 臨床運動学, 20, 医歯薬出版, 東京 1979.
- Th. ヘティンガー (猪飼道夫, 松井秀治共訳): アイソメトリックトレーニング, 64~65, 大修館書店, 1960.
- 大井淑雄, 吉田輝明, 杜 長華, 井上和彦, 御巫清光: 成人膝屈伸筋の絶対筋力の測定について (第 1 報), 整形外科, 32: 1046~1053, 1981.
- Maughan, R.J., Watsoson, J.S. and Weir, J.: Relationships between muscle strength and muscle cross-sectional area in male sprinters and endurance runners, Eur J Appl Physiol, 50: 309~318, 1983.
- 人來正躬: 老化と生理機能, 老年歯科 (渡辺郁馬編) 骨格筋の機能低下, 11~24, 医歯薬出版, 東京, 1981.
- Goldman, R.: Decline in organ function with aging. Clinical geriatrics (edited by Rossman, I.), 43~45, J B Lippincott Company, Philadelphia, 1979.
- 長谷川成男: ヒトの咀嚼運動, 咀嚼の話 (東京医科歯科大学顎口腔総合研究施設編), 186, 日本歯科評論社, 東京, 1976.
- 覚道幸男: 床義歯の生理学, 41, 52, 医歯薬出版, 東京, 1978.