

Duchenne 型筋ジストロフィー症患者の顎関節形態 および下顎骨形態に関する研究

金野吉晃、三浦廣行、天日久子、亀谷哲也、石川富士郎、秋元義巳*

岩手医科大学歯学部歯科矯正学講座

(主任：石川富士郎教授)

国立療養所岩木病院*

(病院長：秋元 義巳)

[受付 1992年 3月 19日]

[受理 1992年 6月 24日]

Abstract : Radiographical characterization of the mandibular morphology was undertaken in 8 patients admitted to Iwaki National Sanatorium with Duchenne type muscular dystrophy (DMD) in a comparison with 12 adults having normal occlusion as controls. Lateral cephalograms and standardized X-ray photographs of the temporomandibular joint (TMJ) taken by an "AX aligner" were used and morphological features were measured geometrically. The quantitative data were statistically analyzed. No differences were found in the lengths of the mandibular corpus, ramus and gonial angle between the DMD patients and controls. In DMD patients, the anterior length of the nasal floor was significantly shorter than that of the controls. The position of the mandible was protrusive to the cranium. The mandibular plane angle indicated a clockwise rotation, and the lower incisors inclined labially due to hypertrophy of the tongue. The anterior inclination of the condyle (AIC) was significantly smaller with DMD patients than in the controls, but the depth of the mandibular fossa (DMF) did not differ between them. In the controls, there were significant correlations among the mandibular corpus, ramus, gonial angle and AIC, but there were no such correlations in the DMD patients. These results lead us to the following conclusions. Normal growth of the mandible maintains a balanced relationship among the corpus, ramus, gonial angle and condylar configuration. The anterior inclination of the condyle, not observed in the DMD patients, is regarded as the result of remodeling of TMJ with normal developments of the masticatory muscle function.

Key words : Duchenne type muscular dystrophy, anterior inclination of condyle, remodeling of TMJ

はじめに

骨の成長に伴う外形の変化は、全てが遺伝

的に決定されているものではなく、骨に付着する周辺の節群の機能力と、各器官の機能的発達という環境因子の影響を受けることが知られて

The morphological study of the mandible and the temporomandibular joint of patients with Duchenne type muscular dystrophy

Yoshiaki KINNO, Hiroyuki MIURA, Hisako TENNICH, Tetsuya KAMEGAI, Fujiro ISHIKAWA and Yoshimi AKIMOTO*

Department of Orthodontics, school of Dentistry, Iwate medical University, Morioka, 020 Japan)

(*National Sanatorinm Iwaki Hospital, Iwaki, 970 Japan)

いる^{1,2,3)}。そのため、発達期における咀嚼筋群の機能低下は顎骨の形態に影響を及ぼすことが推測される^{4,5)}。

以上のことより、Duchenne型進行性筋ジストロフィー症患者（以下DMD患者という）に現われる骨格型開咬は、発達期における咀嚼筋群の機能低下の極端な例として捉えることができる^{6,7,8)}。

本研究では、DMD患者の顎顔面形態のうち特に下顎骨形態、およびその頭蓋に対する位置関係、ならびに顎関節形態をX線写真により解析し、咀嚼筋群の機能低下がこれらの部位に及ぼす形態的变化を検討し、得られた知見を報告するものである。

研究方法

(1) 資料

対象者は、Table 1に示すように国立療養所

Table 1 Number of subjects

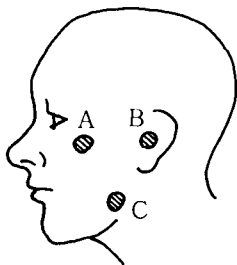
	n	age range		
		age (Mean)	age (Max.)	age (Min.)
DMD patients	8	23 y 5 m	27 y 3 m	19 y 7 m
Control	12	23 y 5 m	25 y 3 m	22 y 2 m

岩木病院に入院中のDMD患者8名（平均年齢23歳5ヶ月）である。用いた資料は、これら対象者から得た側貌咬合位の頭部X線規格写真、および顎関節の規格X線写真である。

(2) 方法 (Fig.1, Fig.2, Fig.3, Fig.4)

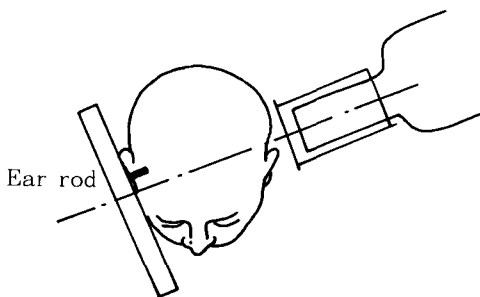
頭部X線規格写真の撮影は通法によった。また顎関節はFig.1に示すような方法で、AXアライナー（テレダインハノー社製）を用いて規格写真を撮影した。

DMD患者は頭頸部を支える筋群も機能が低

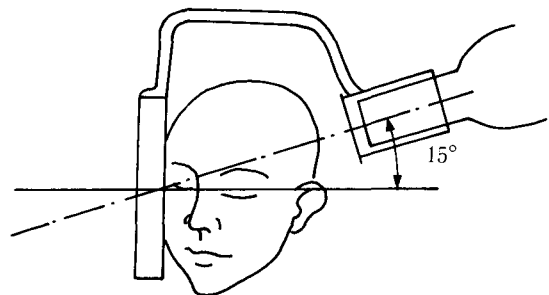


- A : Eminence of zygomatic arch
- B : External auditory meatus
- C : Region of gonial angle

Points A, B and C support the film plane.



Head position of subjects



Angle between x-ray axis and film cassette

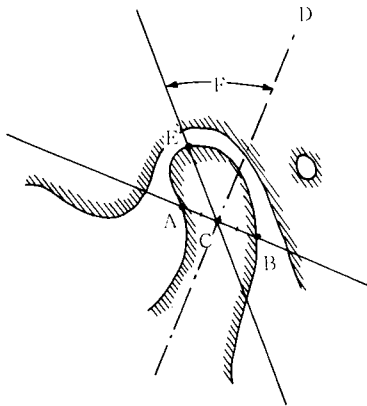
Fig.1 Method for radiography of the temporomandibular joint using an "AX aligner".

Table 2 Cephalometric comparison of DMD patients and controls

	DMD patients (n= 8)		Controls (n= 12)		t-test
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Angular analysis (degree)					
FH to SN	2.74	2.46	5.86	2.28	*
Facial plane angle	86.10	2.42	85.82	3.72	
Y-axis angle	66.89	3.68	65.95	4.49	
Convexity	0.07	5.29	5.10	5.50	
A-B plane angle	1.44	3.98	- 5.16	3.58	**
SNA	84.09	3.25	82.50	2.58	
SNB	84.27	6.27	79.30	2.36	**
ANB (SNA-SNB diff.)	- 0.15	2.80	3.19	2.50	*
Mand. plane angle (FH)	31.25	3.03	27.48	8.05	
Gonial angle	126.28	3.83	121.08	9.46	
Ramus inclination	5.01	4.83	3.55	4.59	
Occl. plane angle (FH)	10.61	4.27	10.19	5.45	
Interincisal angle	116.09	14.62	120.39	7.72	
U- 1 to SN	116.96	7.44	108.04	6.54	*
U- 1 to FH	119.56	7.51	114.11	6.32	
L- 1 to occl. plane	23.76	9.77	24.21	6.92	
L- 1 to mand. plane	93.24	8.20	98.03	8.87	
U- 1 to A-P plane	8.31	2.60	8.37	3.74	
U- 1 to N-P plane	8.63	3.43	9.97	4.50	
Linear analysis (mm)					
N-S	68.59	3.87	71.83	3.59	
A' - Ptm'	52.75	4.35	53.22	3.95	
Ptm' - Ms'	28.16	5.94	23.87	4.16	
A' - Ms'	24.59	3.32	29.35	3.20	**
Gn-Cd	135.23	5.10	131.32	4.44	
Pog' - Go	85.55	5.80	85.03	5.33	
Cd-Go	68.94	4.65	71.03	5.98	

significantly different from control, ** : P < 0.01 * : P < 0.05

Measurement of the anterior inclination of condyle (AIC)



Measurement of the depth of the mandibular fossa (DMF)

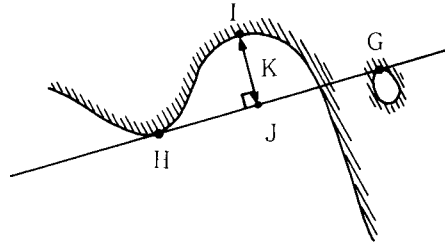


Fig. 2 Measurements of the temporomandibular joint from the x-ray photographs taken by "AX-aligner".

- A : The point of reflexion on the anterior curvature of condyle.
- B : The most protrusive point on the posterior curvature of condyle.
- C : Bisector point between A and B.
- D : Virtual axis of the condyle. (perpendicular line bisecting A-B).
- E : The farthest point from C on the curvature of condyle.
- F : Anterior inclination of the condyle (AIC). (as the angle between D and line C-E).
- G : The highest point of the external auditory meatus.
- H : The lowest point of the articular tubercle.
- I : The farthest point from the line G-H on the curvature of mandibular fossa.
- J : The foot of the perpendicular line from I on the line G-H.
- K : The depth of the mandibular fossa (DMF). (as the distance between I and J)

下しており、顎顔面や体幹の変形がある。また体位を維持することが困難なため、一般にX線撮影を行なうことは困難である。このように規格写真を撮影する頭位を得るのが難しいことに加え、患者に負担をかけず容易に撮影する方法を選択する必要があるため、本研究では装置と基準設定の簡便なAXアライナーを選択した。

AXアライナーは顎関節X線写真を簡便に規格化して撮影するために作られたアダプターの一種で、デンタル型X線写真撮影装置に装着して使用する。基準点は外耳道と頬骨弓及び下顎角部で、フィルム面に対して15度上方から照射して平均的下顎頭の長軸方向をフィルム面に投影することが可能である。これによってFig. 4に示すような像を得ることが可能であ

り、再現性も得られている。

頭蓋の形態はTable 2に示すような、角度的計測19項目、距離的計測7項目を計測した。顎関節はFig.2に示すように、下顎頭屈曲度(以下図中、anterior inclination of the condyle, AICとする)の計測項目を新たに設定し、また下顎頭の深さ(以下図中、depth of the mandibular fossa, DMFとする)を計測した。

さらに形態計測には、Fig.3に示すように、overbite、および中心咬合位と最大開口位の下顎切歯間の変位量を下顎切歯変位量(以下図中、displacement of the lower incisor, DLIとする)を計測した。

以上の計測項目におけるDMD患者と対照群の平均値の比較を、分散に差がない場合はt検定によって、差がある場合はWelchの方法を

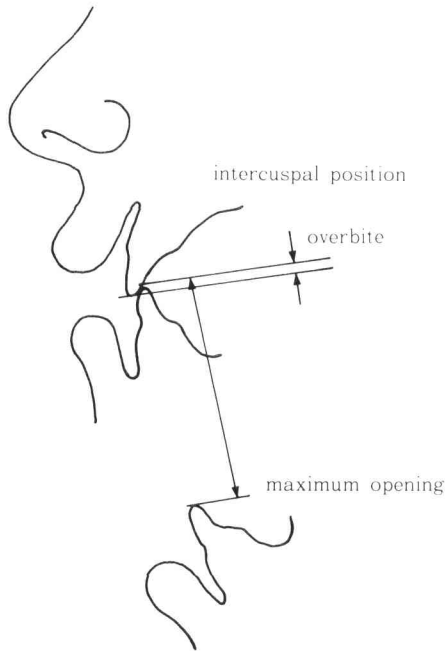


Fig.3 Measurements of overbite and displacement of the lower incisors. The displacement of the lower incisors (DIL) is expressed by the distance between the maximum opening of the mouth and the intercuspal position at the incisal edge of the lower incisors.

用いて有意差の検定を行なった。また、各群内において、全項目間の単回帰分析を行ない、回帰直線の相関係数の検定より、各項目間の相関性を検討した。

結 果

(1)頭部 X 線規格写真分析による顎顔面形態の計測

Table 2 に示すように DMD 患者と対照群に差の認められた項目は以下の通りであった。

AB 平面の傾斜 (A-B plane), 頭蓋に対する下顎歯槽基底部の突出度 (SNB), 上顎前歯の SN 平面に対する傾斜 (U-1 to SN plane) の 3 項目においては, DMD 患者の方が対照群よりも有意に小さかった。

一方, フランクフルト平面に対する SN 平面の斜傾 (FH to SN plane), 上下顎歯槽基底部前方限界の前後関係 (ANB), 上顎の臼歯から歯槽基底部分方限界までの距離 (A'-Ms') の 3 項目においては, DMD 患者の方が対照群よりも有意に小さかった。

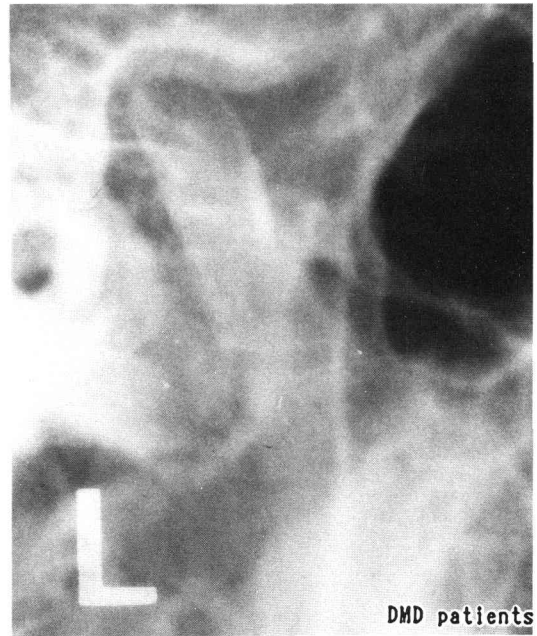
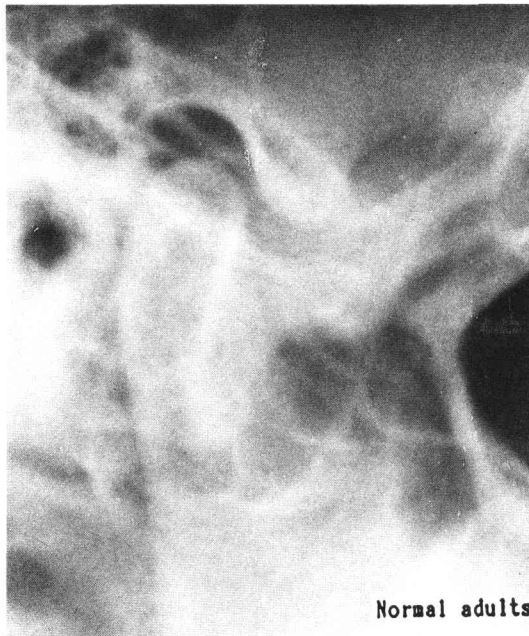


Fig.4 Radiographic images of the temporomandibular joint taken by "AX aligner".

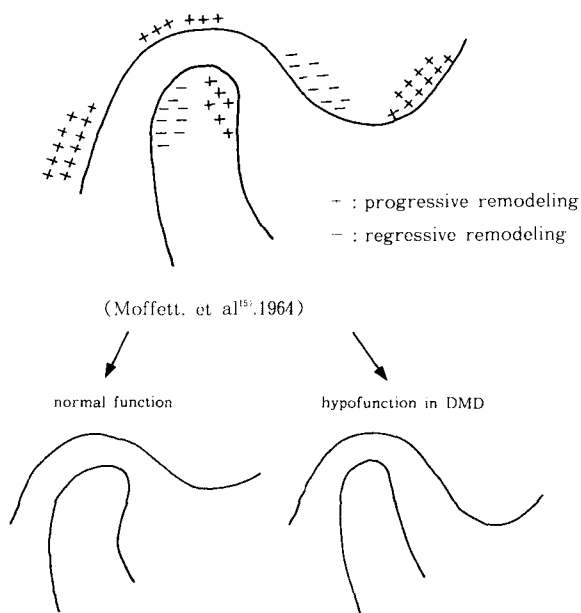


Fig.5 Radiographic evidence of regressive and progressive remodeling of TMJ in DMD patients

Table 3 Comparison of measurements of the temporomandibular joint

		DMD patients (n= 8)		Controls (n= 12)		t-test
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Anterior inclination of condyle (AIC)	(left)	16.3	11.2	25.1	7.3	*
	(right)	17.9	12.2	27.3	7.5	*
	Mean	17.1	8.2	26.3	5.0	**
Depth of the mandibular fossa (DMF)	(left)	5.6	2.1	7.6	2.2	
	(right)	5.7	2.2	6.6	1.7	
	Mean	5.7	1.3	7.1	1.4	
Overbite (mm)		- 2.1	3.7	2.9	1.9	**
Displacement of the lower incisor (DLI)		42.7	8.6	53.8	5.3	**

significantly different from control, ** : p < 0.01 * : p < 0.05

Table 4 Correlation coefficients
DMD patients (n= 8)

	Overbite	DLI	AIC	DMF	Mand. pl.	Gon. angle	Ram. incl.	Gn-Cd	Pog'-Go	Cd-Go
Overbite	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DLI	0.286	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
AIC	- 0.046	- 0.285	1.000	-	-	-	-	-	-	-
DMF	0.176	0.293	0.334	1.000	-	-	-	-	-	-
Mand. plane angle	- 0.861 **	- 0.010	- 0.217	- 0.380	1.000	-	-	-	-	-
Gonial angle	0.115	- 0.130	0.282	0.427	- 0.125	1.000	-	-	-	-
Ramus inclination	0.743 *	- 0.082	0.327	0.486	- 0.859 **	0.613	1.000	-	-	-
Gn-Cd	0.316	- 0.054	- 0.151	0.215	- 0.304	- 0.011	0.213	1.000	-	-
Pog'-Go	0.541	- 0.140	- 0.242	- 0.221	- 0.570	- 0.328	0.290	0.683 *	1.000	-
Cd-Go	- 0.261	- 0.061	0.188	0.401	- 0.186	0.160	- 0.186	0.717 *	0.110	1.000

Controls (n= 12)

	Overbite	DLI	AIC	DMF	Mand. pl.	Gon. angle	Ram. incl.	Gn-Cd	Pog'-Go	Cd-Go
Overbite	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DLI	- 0.034	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
AIC	0.467	0.023	1.000	-	-	-	-	-	-	-
DMF	0.022	- 0.729 **	- 0.113	1.000	-	-	-	-	-	-
Mand. plane angle	- 0.205	- 0.017	- 0.619 *	- 0.014	1.000	-	-	-	-	-
Gonial angle	- 0.315	0.196	- 0.478	- 0.237	0.869 **	1.000	-	-	-	-
Ramus inclination	- 0.268	0.433	0.112	- 0.459	0.034	0.524 *	1.000	-	-	-
Gn-Cd	- 0.604 *	0.235	0.081	- 0.357	- 0.454	- 0.159	0.456	1.000	-	-
Pog'-Go	- 0.119	- 0.131	- 0.070	0.169	- 0.592 *	- 0.679 **	0.358	0.500 *	1.000	-
Cd-Go	- 0.100	0.241	0.612 *	- 0.264	- 0.858 **	- 0.688 **	0.089	0.643 *	0.438	1.000

significant correlation is found, **: p < 0.01 *: p < 0.05

(2)overbite, 下顎切歯変位量, および顎関節形態の比較 (Fig.4, Table 3)

DMD患者の overbite, 下顎切歯変位量 (DLI) は, 対照群よりも有意に小さい値を示した。顎関節部については, 下顎頭屈曲度 (AIC) が DMD患者は対照群に比較して有意に小さ

かった。

下顎窩の深さ (DMF) には有意差を認めなかった。

(3)下顎骨と顎関節に関する項目の計測値の相関の検討

DMD患者では, Table 4 に示すように over-

biteと下顎下縁平面角, 下顎枝傾斜角の2項目に有意な相関が認められた。

一方, 対照群では, 下顎窩の深さ(DMF)と下顎切歯変位量(DLI), 下顎下縁平面角と下顎頭屈曲度(AIC), 下顎骨体長と下顎角, 下顎枝長と下顎角の5項目には有意な相関が認められた。

考 察

(1)DMD患者および対照群の頭部X線規格写真上の形態的特徴について

DMD患者では, 骨格型, 咬合型とともに, 全体としては骨格型異常の強い反対咬合症例に類似した形態を示している。

しかし非DMD患者の骨格型反対咬合患者で認められる代償的な下顎中切歯の舌側傾斜は認められず, 逆に唇側傾斜が著明である。

このような顎顔面形態の特徴は累年的に進行して行くことが既に報告されている⁸⁾。

一方, 対照群の計測値を, 飯塚ら⁹⁾, および坂本ら¹⁰⁾の計測値と比較検討したところ, いずれの項目も±1 S.D.内に存在していた。

(2)下顎骨形態の比較について

下顎骨の大きさについてDMD患者と対照群を比較したところ, 両者の間に有意差は認められなかった。

DMD患者の顔面形態に認められる特徴として, これまで主に下顎角の開大を伴うことが知られている^{7,8)}。このような形態異常は咀嚼筋の筋線維の変性¹¹⁾による進行性の機能低下が, 加齢とともに下顎骨の変形をひき起こすものと考えられている⁷⁾。

一方, DMD患者の骨成長については, 骨代謝に異常を認めたという報告はなく, 骨の長径の増加とは直接関係がないと考えられる。

一般的には, 下顎骨各部の発育において, 筋機能と下顎角の間に負の相関があり, 咀嚼筋の機能低下が下顎角部における開大をもたらす, 咬筋活動の活発な場合には下顎角が小さくなることが知られている²⁵⁾。

本研究の結果においては, 下顎骨体長, 下顎

枝長, 下顎長のいずれも, DMD患者と対照群との間に差が認められない。このことは骨の長径増加に差がないという点を支持する所見と思われる。

しかし, 下顎角の大きさにも差がないという点については, 過去の発育期の患者の調査報告と異なった所見が得られた。この理由は, 本研究の対象となったDMD患者を, 全て成長の終了した成人に限定したことによると思われる。

本症は2歳から5歳で発症し, 成人に達する以前に死亡することが多く, 今回対象とした例は比較的筋機能低下の低い者にかたよった可能性がある。

石川らの累年の観察⁸⁾によれば, DMD幹事やにおいても成長と共に下顎角は減少する例も認められ, また, 成人に達すると下顎角の変化は殆ど消失すると思われる。

なお, 今回のDMD患者においては, 対照群に認められたような, 下顎骨各部が有意な相関を持つ所見は得られなかった。特に, 下顎骨体長と下顎枝長の間, 関連性は認められない。成長過程の早い段階から筋機能の低下を認めるのにかかわらず, 骨の自律的な成長のポテンシャルが殆ど阻害されていない場合, 下顎骨は量的には成長するが, 骨体部および下顎枝と下顎角の間に調和のとれた形態を示すことが難しくなると推測される。

また, 下顎の前方位が認められるのは, 下顎骨形態の異常によってのみ説明されるものではない。下顎骨は, 下顎骨および頭蓋を支える筋群の機能低下によって, 自重と舌骨に付着する筋群の働きで下方へ変位すると考えられる。さらに下顎骨は, 累年的な舌の肥大^{7,8)}によって前方へ押し出され, これが僅かではあるが前方への成長要因として働くものと思われる。

(3)顎関節部形態の比較について

下顎頭の解剖学的形態についての分類や咬合分類との関連に関する報告^{17, 18, 19, 20, 21, 22)}は多い。しかし本研究との相違は, 資料として生活史の不明な乾燥頭蓋骨を用いている場合が多いこと, 主として正面観からの分類であることが挙

げられる。また咬耗から判断した咀嚼機能力による下顎頭の形態変化を推測した報告^{19,23)}もあるが、本研究のように明瞭な機能低下がある対象を用いた報告はない。

一般的に、下顎頭の形態変化はリモデリングによる¹²⁾、と考えられている。これを支持するものとして、「骨の内部構造や形態は、その骨に加わるすべての機能的な力に進行性に順応する」という Wloff's Law が関節結節において有効であるとした Bullough の見解¹³⁾、Enlow が関節軟骨のリモデリングとした見解¹⁴⁾、らに Moffett ら¹⁵⁾や Blackwood¹⁶⁾ の顎関節部におけるリモデリングの報告などがある。

本研究の結果によれば、健常者の下顎頭は、Fig. 4 に見られるように、DMD 患者のそれに比較して前方に屈曲しており、この屈曲は健全な咀嚼機能に適合して得られる形態であることが推測される。

顎関節を構成する一方の要素である下顎窩の形態についてみると、対照群では、下顎窩の深さ (DMF) と下顎切歯変位量 (DLI) が有意に負の相関を有していた。

下顎切歯変位量 (DLI) は開口度と比例しており、下顎窩の深さ (DMF) は関節結節の高さに比例すると考えられる。したがって、対照群においては開口度の大きい者程下顎窩が浅い、つまり関節結節が低いという傾向が認められた。なお、この傾向は DMD 患者においては認められなかったことから、下顎窩の深さ (DMF) は開口機能と関連する形態であることが推測される。

また、Scheman²⁵⁾によると、顎関節においては一般的に、下顎窩頂部は関節性線維性軟骨によって被覆されていないこと、同部に機能的骨梁構造がないこと、関節円板は両面凹形であること、下顎頭は下顎窩に適合した形態ではないこと、の理由により顎関節は下顎頭と関節結節後方斜面による両凸型関節であるという。

したがって、本研究の結果を Wolff's Law と Moffett ら¹⁵⁾のリモデリングによって以下のように説明することができる (Fig. 5)。すなわ

ち、顎関節にかかる機能的な力は、下顎頭では前方面での骨添加と後方面での骨吸収を促進し、その結果として下顎頭頸部の前方屈曲を示すに至る。また、関節結節においては、開口量が大きければ大きいほど、機能部位である関節隆起後方斜面での骨吸収が促進されることになる。

結 論

成人 DMD 患者 8 名の頭部 X 線規格写真および顎関節部 X 線写真より、その顎顔面形態、顎関節形態を計測し、健常者と比較検討した結果、次のような結論を得た。

1. 下顎頭の前屈曲は、DMD 患者においては有意に少なかった。これは、DMD 患者では筋機能低下によって顎関節におけるリモデリングの低下を示すことによるものと考えられた。
2. DMD 患者の下顎骨各部の相互の形態的な関連性については、健常者に認められるような調和のとれた形態を示さなかった。このことから下顎骨の形態は、発達期における咀嚼筋群の機能によって制御されていることが考えられた。
3. 下顎切歯変位量として示した下顎の限界運動範囲の大きさと、下顎窩の深さ、および関節結節の大きさには、相対的な関連性があることが示唆された。

本論文の要旨は平成 3 年 2 月 23 日岩手医科大学歯学会第 31 回例会において発表した。

本研究を行なうにあたり、ご協力を賜りました国立療養所岩木病院 (院長: 秋元義巳) の各病院関係者の方々、また格別のご高配を下さいました同病院副院長五十嵐勝朗先生に厚く御礼申し上げます。併せて本研究のために被験者となって下さった皆様に感謝いたします。

文 献

- 1) Moss, M. L. and Rankow, R. M.: The role of the functional matrix in mandibular growth. *Angle Orthod.* 38: 95 - 103, 1968.
- 2) Moss, M. L. and Salentijn, L.: The primary role of functional matrices in facial growth. *Am. J.*

- Orthod.* 55: 566 - 577, 1969.
- 3) Moss, M. L. and Salentijn, L.: The capsular matrix. *Am. J. Orthod.* 56: 474 - 409, 1969.
 - 4) 伊藤学而, 黒江和斗, 安田秀雄, 井上直彦, 亀谷哲也: 顎骨の退化に関する実験的研究. 日橋歯誌, 41: 708 - 715, 1982.
 - 5) 添野一樹: 固形飼料ならびに粉末飼料飼育ラットの咀嚼筋機能および下顎枝の成長発育に関する研究. 岩医大歯誌, 17: 1 - 15, 1992
 - 6) 木村 要, 石川富士郎, 亀谷哲也, 三浦廣行, 田中 誠, 伊藤 修, 中野廣一, 八木 寛, 酒井百重, 近野茂安, 清野幸夫, 大沢俊明, 本田和雄, 湯山幸寛, 久保田誠一, 天野昌子, 鈴木尚英, 谷本 淳, 結城真理子, 村田賢司, 小西春海: 進行性筋ジストロフィー症患者における咬合形態と口腔機能との関連に関する累年の研究. 厚生省神経疾患研究委託費, 筋ジストロフィー症の疾学, 臨床および治療に関する研究, 昭和56年度研究報告書, 152 - 155 ページ, 1982.
 - 7) 三浦廣行: Duchenne型進行性筋ジストロフィー症患者における咀嚼筋機能, 並びにその累年の変化に関する研究. 岩手医誌, 40: 619 - 635, 1987.
 - 8) Ishikawa, F. and Kamegai, T.: Longitudinal studies on dentofacial morphology and masticating function in progressive muscular dystrophy. Report of research project supported by the ministry of public welfare. Department of orthodontics, Faculty of Dentistry, Iwate Medical Univ., Morioka, pp 216 - 222, 1988.
 - 9) 飯塚哲夫, 石川富士郎: 頭部X線規格写真による症例分析法の基準値について, 日本人成人男女正常咬合群. 日矯歯誌, 16: 4 - 12, 1957.
 - 10) 坂本敏彦, 三浦不二夫, 飯塚哲夫: 頭部エックス線規格写真法による日本人顔面頭蓋の成長に関する研究 - 実測長分析, 成長分析, 実測長百分率分析成績 - . 口病誌, 30: 169 - 182, 1963.
 - 11) 祖父江逸郎: 筋ジストロフィー症の臨床 - これまでの研究から - . 筋ジストロフィー症研究連絡協議会編: 筋ジストロフィー症はここまでわかった. 厚生省研究班20年の歩み. 医学書院, 東京, 27 - 50 ページ, 1990.
 - 12) 杉崎正志, 柴田考典: 顎関節におけるリモデリング. 上村修三郎, 杉崎正志, 柴田考典編著: 顎関節小事典. 日本歯科評論社, 東京, 88 - 93 ページ, 1990.
 - 13) Bullough, P. G.: The geometry of diarthrodial joints, its physiologic maintenance, and the possible significance of age-related changes in geometry-to-load distribution and the development of osteoarthritis. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 156: 61 - 66, 1981
 - 14) Enlow, D. H.: Wolff's law and the factor of architectonic circumstance. *Am. J. Orthod.* 54: 803 - 822, 1968.
 - 15) Moffett, B. C., Johnson, L. C., McCabe, J. B. and Askew, H. C.: Articular remodeling in the adult human temporomandibular joint. *Am. J. Anat.* 115: 119 - 142, 1964.
 - 16) Blackwood, H. J. J.: Cellular remodeling in articular tissue. *J. Dent. Res.* 45: 480 - 489, 1966.
 - 17) Yale, S. H., Allison, B. D. and Hauptfuehrer, J. D.: An epidemiological assessment of mandibular condyle morphology. *Oral Surg.* 21: 169 - 177, 1966.
 - 18) 大西正俊: 顎関節の変化と適応. : 歯科ジャーナル, 29: 23 - 31, 1989.
 - 19) 杉崎正志, 鈴木公仁子, 伊介昭弘, 田辺晴康, 加藤 征: 日本人晒浄頭蓋骨における顎関節の観察 (第1報: 咀嚼機構の性差および年齢差について), 口科誌, 39: 52 - 63, 1990.
 - 20) 杉崎正志, 鈴木公仁子, 伊介昭弘, 田辺晴康, 加藤 征: 日本人晒浄頭蓋骨における顎関節の観察 (第2報: 顎関節硬組織の変化について), 口科誌, 39: 287 - 301, 1990.
 - 21) 杉崎正志, 鈴木公仁子, 伊介昭弘, 田辺晴康, 加藤 征: 日本人晒浄頭蓋骨における顎関節の観察 (第3報: 下顎頭形態について), 口科誌, 39: 539 - 550, 1991.
 - 22) 杉崎正志, 鈴木公仁子, 伊介昭弘, 田辺晴康, 加藤 征: 日本人晒浄頭蓋骨における顎関節の観察 (第4報: 変形性顎関節症について), 口科誌, 40: 507 - 516, 1991.
 - 23) Mongini, F.: Dental abrasion as a factor in remodeling of the mandibular condyle. *Acta. Anat.* 92: 292 - 300, 1975.
 - 24) Ahlgren, J. G. A., Ingervall, B. F. and Thilander, B. L.: Muscle activity in normal and post-normal occlusion. *Am. J. Orthod.* 64: 445 - 456, 1973.
 - 25) Scheman, P.: The condyle fossa relation ship. A new look at the anatomy of the human TMJ. *N. Y. State Dent.* 53: 25 - 29, 1987.