

原 著

呼吸相の違いによる口腔咽頭領域の形態変化

中川史彦 小野卓史 石渡靖夫 黒田敬之

東京医科歯科大学歯学部歯科矯正学第二講座

Fumihiko NAKAGAWA, Takashi ONO, Yasuo ISHIWATA and Takayuki KURODA
Department of Orthodontics II, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University

キーワード：Cineradiography, 側面頭部X線規格写真, 呼吸, 口腔咽頭領域

本研究は呼吸相と舌, 上気道, 頸椎および舌骨の位置および形態的变化との関係を明らかにすることを目的とした。

まず実験1として, 呼吸をモニターするサーミスタを被験者の鼻孔に装着し, オシロスコープ上に表示された呼吸曲線と側面頭部X線ビデオ映像をAVミキサーを用い1つの画面に合成し, 経時的な観察を行った。その結果, 呼息相に比べ吸息相において舌骨は後下方に位置し, また最大吸息相において舌骨はさらに後下方へ位置し, 舌根部は下がり, 頸椎および気道の後壁が後方に位置した。

次に実験2として, 実験1で認められた変化を定量的に解析するために頭位を一定にして撮影した側面頭部X線規格写真を用い, 呼息相・吸息相・最大吸息相の3相間で比較検討した。呼息相と比較して吸息相では舌骨は下方へ移動した。最大吸息相では吸息に伴って, 気道の前径は増加し, 舌根部は下降した。また舌骨および頸椎は後下方に位置するという一連の変化が認められた。

以上の結果より呼吸相の違いにより, 口腔咽頭領域の軟組織・硬組織の位置および形態に変化が認められ, 同部位の定量的解析には呼吸相を考慮する必要性が示唆された。

(日矯歯誌 55(5) : 337~344, 1996)

The morphological changes in the oropharynx in association with the respiratory phase

The purpose of this study was to investigate the

morphological changes in the oropharynx associated with respiration.

First, for qualitative evaluation, a respiratory curve obtained with an oscilloscope and a simultaneously taken cineradiograph were superimposed on a single screen using an AV mixer, to make simultaneous observation possible. Changes in the sagittal width of the upper airway and the displacement of the hyoid bone and cervical vertebrae were found in association with respiration.

Second, for quantitative evaluation, a lateral cephalometric radiograph was used to examine each phase of respiration; expiration, inspiration and maximum inspiration. While comparing inspiration and expiration, a downward displacement of the hyoid bone was found during inspiration. In the maximum inspiratory phase, the sagittal width of the upper airway, the downward displacement of the epiglottis and the downward and backward displacement of the cervical vertebrae and the hyoid bone were found to be much greater than in the inspiratory phase.

As seen from above, there were changes in both position and shape of the oropharyngeal soft and hard tissues in association with respiration. Therefore, the respiratory phase must be carefully determined to accurately evaluate the position and shape of oropharyngeal tissues for morphological study.

(J. Jpn. Orthod. Soc. 55(5) : 337~344, 1996)

緒 言

矯正治療後、特に外科的矯正治療後などの咬合の安定を考える上で口腔咽頭領域の形態学的変化を知ることが临床上必要なことである。この領域には呼吸や嚥下、咀嚼などの個体の生命維持機能に深く関わっている非常に多くの筋群が混在している^{1,2)}。これらの筋群は単独で機能するのではなく、互いに調和を保ちながら活動する^{3~5)}。そのために生体が姿勢を変化したり、呼吸をしたりする際にも形態学的な変化が起こることが指摘されてきた。

Hellsing⁶⁾は自然頭位とそれに対して、20度頸部を前方へ傾けた状態における舌骨の位置変化や上気道の前後径の変化を示した。永井ら⁷⁾は頭位を3度ずつ5段階に変化させ、その時の舌骨の位置および上気道の形態変化について検討した。その結果、頭位の変化に対し、舌骨は一定の規則性をもってその位置を変化させることが示された。また、Solowら⁸⁾は mirror method^{9,10)}による自然頭位で撮影した側面頭部X線規格写真を用い、頭位と顎顔面形態との間に高い相関があることを示し同時に鼻気流量とも相関があることを示した。

一方、上気道部の軟組織は呼吸運動に伴ってその位置や形態が変化することが知られている。喉頭領域の筋は呼吸に同期して収縮・伸展を繰り返す。吸息時に声門は拡張し、呼息時に狭窄する。また、前頸筋である舌骨上筋、咽頭挙筋や舌骨下筋なども副呼吸筋として呼吸運動における補助的役割を果たしている¹¹⁾。Mitchinsonら¹²⁾は頭部X線写真を用い、最大に呼息させた状態に比べ最大に吸息させた場合、舌骨や epiglottis が前方に位置する傾向があることを示している。

以上の報告を参照すると、口腔咽頭領域の形態学的解析には頭位のみならず呼吸相に関しても考慮する必要があると考えられる。そこで本研究は、頭位を一定にして撮影した側面頭部X線規格写真を用い、呼吸相の違いが舌、上気道の形態や頸椎および舌骨の位置に与える影響を明らかにする目的で行った。

研究方法

I. 実験1

口腔咽頭領域の呼吸に伴う形態変化を概括的に把握し、実験2のための予備実験として本実験を行った。被験者には骨格性不調和を認めない個性正常咬合を有す者で、かつ口腔および咽喉頭領域に特別な器質的異常を認めず、口呼吸を伴わない成人男子を用いた。

呼吸をモニターするサーミスタを被検者の鼻孔に装着し、オシロスコープ上に表示された呼吸曲線と側面

頭部X線ビデオ映像をAVミキサーを用い1つの画面に合成し、経時的な観察を行った。側面頭部X線ビデオ映像の撮影に当たっては頭部正中矢状面が蛍光増管の入力蛍光面と平行になるように、被験者を歯科用椅子に座らせ、中心咬合位をとらせ、呼息-吸息を1サイクルとして10サイクルの自然の呼吸(1分間に約12サイクル)をさせ、呼息-最大吸息を1サイクルとして5サイクルの努力性の呼吸をさせ、それぞれ撮影記録した。なお、X線テレビ装置は、日立DH-1-58HMを使用し、X線照射条件は管電圧70~77KVp、管電流1.0~1.6mAとして約30秒の撮影を行った。また同時にサーミスタ呼吸ピックアップ(日本光電社TR-762T)を鼻孔に装着し、記録された呼吸曲線をオシロスコープ(日本光電社HANDY MONITOR VC-22)上に描出した。その画面をビデオカメラ(VICTOR社GR-S505)にて撮影し、AVミキサー(SONY社XV-Z10000)を用いて、同時記録している側面頭部X線ビデオ映像と共に1つの画面に合成した。その模式図(図1)および同時記録映像の1例(図2)を示す。

II. 実験2

1. 被験者

被験者には骨格性不調和を認めない個性正常咬合を有す者で、かつ口腔および咽喉頭領域に特別な器質的異常を認めず、口呼吸を伴わない成人男女6名(年齢25~28歳)を用いた。

2. 撮影方法

被験者を歯科用椅子に無理なく脊柱を伸展した状態で座らせた。次にイヤードッドを外耳孔に挿入し、頭位を一定に保つ目安として外耳孔と下眼瞼を結んだ線を水平とし呼息相、吸息相、最大吸息相の終末でそれぞれ呼吸運動を停止し側面頭部X線規格写真を中心咬合位にて撮影した。なお、被験者の舌尖の約5mm後方の舌背部には、舌尖の位置を明確にするために尾関ら¹³⁾の方法に準じて直径3mm、厚さ0.19mmの鉛板を貼付した。なお、側面頭部X線規格写真は、島津製作社製H150B-30を使用し、X線照射条件は管電圧85KVp、管電流300mAとし、自動露出装置(フォトタイマー)を使用した。

3. 計測部位

1) 計測点

ANS; 前鼻棘の最先端

PNS; 後鼻棘の最先端

Go; 下顎枝後縁と下顎下縁の接線との交点

RGN; 下顎骨 symphysis の最後方点

C3; 第3頸椎の最前下方点

H; 舌骨体の最前上方点

P; 軟口蓋の最下端点

Ep; epiglottis の最下端点

TT; 舌の最先端点

2) 計測項目

a) 上気道部(図3)

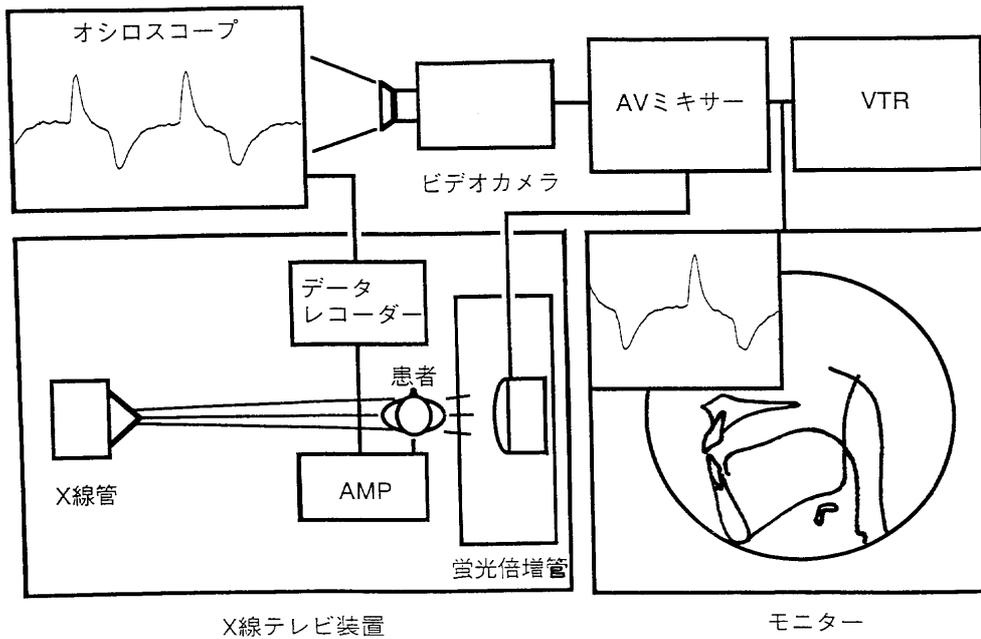


図 1 同時記録の模式図



図 2 同時記録映像の 1 例

オシロスコープ上の波形はこの時点が吸気相であることを示す。

- ① SPPS ; ANS と PNS を結ぶ線と平行な直線が PNS と P を結ぶ線分の中点を通る部位での気道の前後径
- ② MPS ; ANS と PNS を結ぶ線と平行な直線が P を通る部位での気道の前後径
- ③ IPS ; ANS と PNS を結ぶ線と平行な直線が Go を通る部位での気道の前後径
- ④ VAL ; Ep と PNS の距離
 - b) 舌骨部 (図 4)
- ⑤ MPH ; H から下顎下縁平面までの距離
- ⑥ H-H1 ; H から RGN と C3 を通る直線に下ろした垂線の長さ
- ⑦ H-RGN ; H から RGN までの距離
- ⑧ C3-H ; C3 から H までの距離
 - c) 頸椎, 軟口蓋, 舌部 (図 5)
- ⑨ C3-RGN ; C3 から RGN までの距離

- ⑩ C3-PNS ; C3 から PNS までの距離
- ⑪ P-RGN ; P から RGN までの距離
- ⑫ P-PNS ; P から PNS までの距離
- ⑬ MPT ; 軟口蓋の最大の厚み (PNS と P を結んだ直線から最も幅のある部位)
- ⑭ TT-Ep ; TT から Ep までの距離
- ⑮ MTT ; 舌の最大の厚み (TT と Ep を結んだ直線から最も幅のある部位)

4. 解析

統計分析は、マッキントッシュ<LC630>パーソナルコンピュータ上で、統計処理用ソフトの StatView 4.02 (Abacus Concepts 社) および SuperAnova 1.1 (Abacus Concepts 社) を用いて各計測項目間で分散分析 (ANOVA) を行い、さらに 5% 水準で有意差の認められたものに対して対比 (Contrasts) を行った¹⁴⁾。

結 果

I. 実験 1

図 6 に X 線ビデオ合成映像の呼吸相, 吸息相, 最大吸息相の 3 時点における上気道部のトレースの重ね合わせを示す。自然の呼吸を行わせた場合, 吸息運動の始まりに伴って舌骨は後下方に動き, その結果吸息相に比べ吸息相において舌骨は後下方に位置した。また努力性の呼吸を行わせた場合, 吸息運動の始まりに伴って舌骨は自然の呼吸を行わせたときに比べより後下方へと位置し, 舌根部は下がり, やや遅れて頸椎および気道の後壁が後方に位置するという一連の動きが観察された。

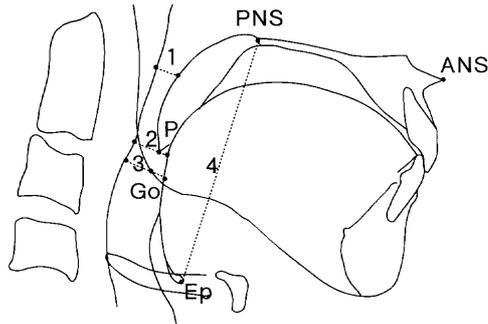


図3 計測項目(上気道部)
1 : SPPS, 2 : MPS, 3 : IPS, 4 : VAL

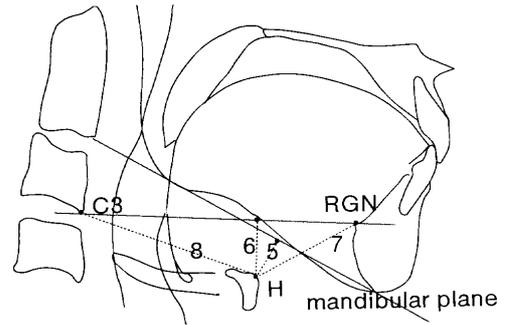


図4 計測項目(舌骨部)
5 : MPH, 6 : H-H1, 7 : H-RGN, 8 : C3-H

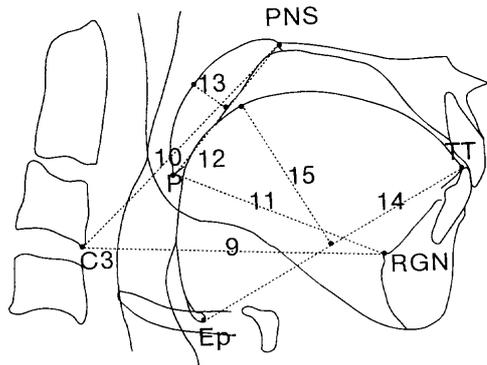
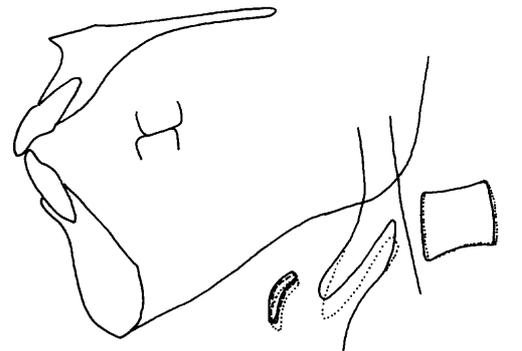


図5 計測項目(頸椎, 軟口蓋, 舌部)
9 : C3-RGN, 10 : C3-PNS, 11 : P-RGN,
12 : P-PNS, 13 : MPT, 14 : TT-EP, 15 : MTT



— 呼息相
- - - 吸息相
..... 最大吸息相

図6 トレースの重ね合わせ

表1 ANOVAによる検定結果

計測項目	F値	P値
1 SPPS	1.93	0.1955
2 MPS	11.82	0.0023 *
3 IPS	10.25	0.0038 *
4 VAL	5.22	0.028 *
5 MPH	44.77	<0.0001 *
6 H-H1	5.4	0.0256 *
7 H-RGN	11.88	0.0023 *
8 C3-H	4.84	0.0339 *
9 C3-RGN	7.961	0.0087 *
10 C3-PNS	6.735	0.014 *
11 P-RGN	3.323	0.783
12 P-PNS	2.292	0.1516
13 MPT	0.239	0.7916
14 TT-Ep	5.113	0.0295 *
15 MTT	0.97	0.9088

(*P < 0.05)

表2 各呼吸相間における平均値の差

計測項目	E-I間	I-MI間	E-MI間
MPS	0.5	1.35	1.85
IPS	1.22	1.72	2.93
VAL	1.08	1.15	2.23
MPH	0.67	1.37	2.03
H-H1	0.33	0.87	1.2
H-RGN	1.05	1.08	2.13
C3-H	0.25	0.78	0.53
C3-RGN	0.68	1.57	2.25
C3-PNS	0.5	1.28	1.78
TT-Ep	1.47	1.5	2.97

E ; 呼息相 I ; 吸息相 MI ; 最大吸息相 (mm)

II. 実験2

表1に ANOVA による検定結果を示す。5%レベルで有意差の認められた計測項目についての各呼吸相間での変化を図7~9に示し、各呼吸相間における平均値の差を表2に示す。

a) 上気道部(図7)

MPS において呼息相および吸息相と最大吸息相と

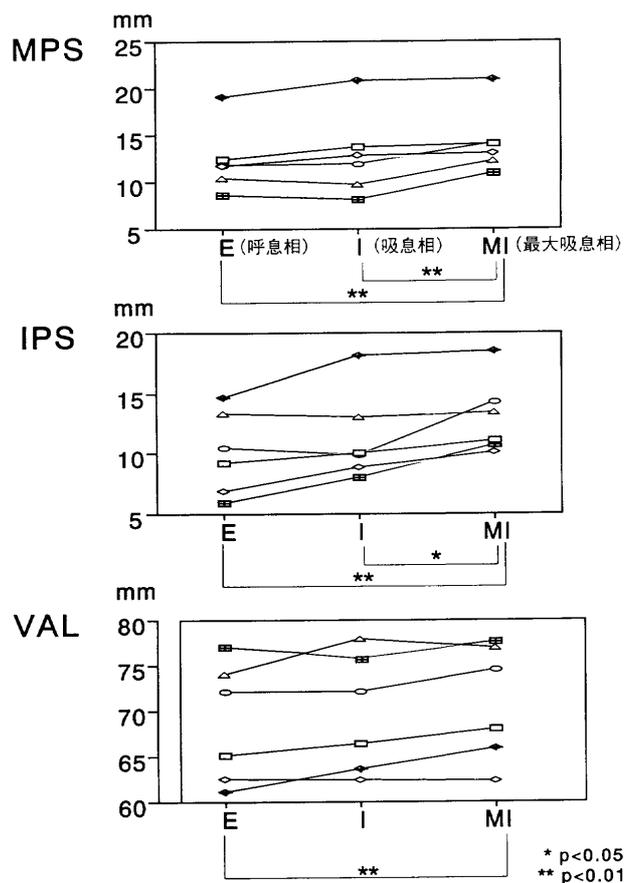


図 7 有意差の認められた計測項目 (上気道部)

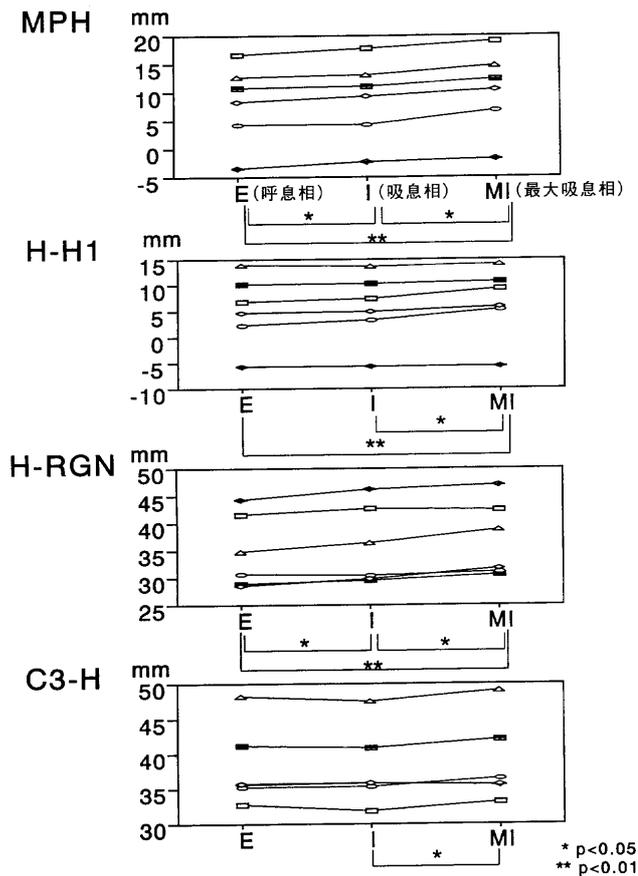


図 8 有意差の認められた計測項目 (舌骨部)
* C3-H については 2 個体 (◇と◆) が重なっている。

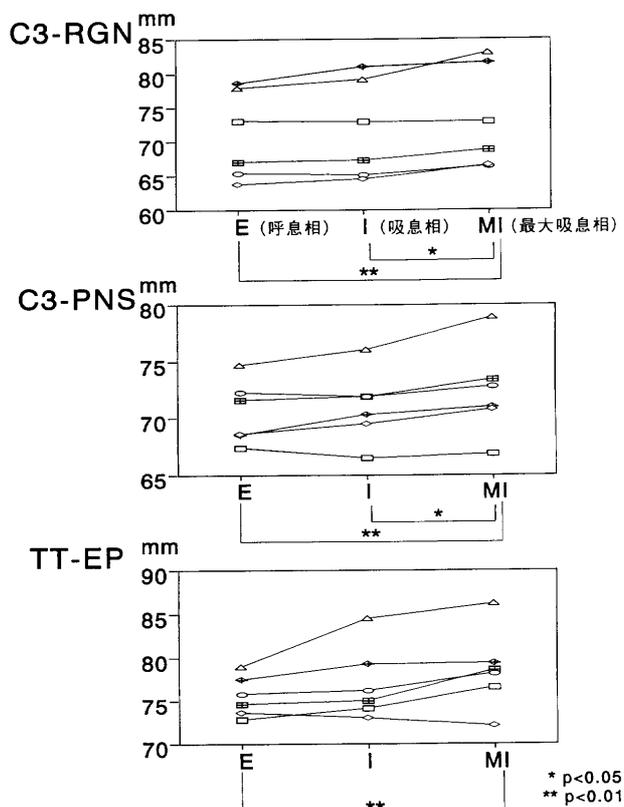


図 9 有意差の認められた計測項目 (頸椎, 軟口蓋, 舌部)

の間に有意差を認めた ($P < 0.01$). 同様に, IPS においても呼息相 ($P < 0.01$) および吸息相 ($P < 0.05$) と最大吸息相との間に有意差を認めた. また, VAL は呼息相と最大吸息相との間に有意差を認めた ($P < 0.01$).

b) 舌骨部 (図 8)

MPH, H-RGN は呼息相と吸息相 ($P < 0.05$), 呼息相と最大吸息相 ($P < 0.01$), 吸息相と最大吸息相 ($P < 0.05$) との間にそれぞれ有意差を認めた. H-H1 は呼息相 ($P < 0.01$) および吸息相 ($P < 0.05$) と最大吸息相との間に有意差を認めた. C3-H は吸息相と最大吸息相との間に有意差を認めた ($P < 0.05$).

c) 頸椎, 軟口蓋, 舌部 (図 9)

C3-RGN, C3-PNS は呼息相 ($P < 0.01$) および吸息相 ($P < 0.05$) と最大吸息相との間に有意差を認めた. TT-EP は呼息相と最大吸息相との間に有意差を認めた ($P < 0.01$).

考 察

本研究では呼吸相と舌, 上気道, 頸椎および舌骨の位置および形態的变化との関係を明らかにすることを目的とした.

I. X線ビデオ映像による解析

X線ビデオ映像を用いた研究はこれまでも多く報告されている¹⁵⁻²¹⁾。本研究でも、呼吸に伴う舌、上気道、頸椎および舌骨の位置および形態的変化の経時的な観察を行うためにX線ビデオ映像を用いた。X線ビデオは口腔や咽頭の諸器官の状態を直接動的画像として観察できるという長所があり、また近年その被曝量の軽減がはかられたことから多くの研究に利用されるようになってきている。

本研究結果では安静呼吸時には呼息相と吸息相との間で舌骨の位置変化が認められた。すなわち舌骨は吸息に伴い後下方へと移動した。これは吸息時の舌骨上下筋群の筋活動によって舌骨の位置が変化したと思われる。

また深呼吸すると、吸息に伴い舌骨はさらに後下方へと移動し、舌根部は下がり、頸椎および気道の後壁が後方に移動した。大きく息を吸い込むことによるこれらの変化は、舌骨に付着する筋を含めた上気道に存在する多くの呼吸筋が気道抵抗を減少させるために協調して活動したものと思われる²²⁾。

以上のようにX線ビデオ映像を用いた定性的分析の結果、呼吸相の違いによる上気道部の形態学的な変化が認められたためそれらの変化のより詳細な定量的解析を試みた。

II. 側面頭部X線規格写真による解析

1) 測定方法について

側面頭部X線規格写真の撮影にあたっては、下眼瞼と外耳孔に水平なライト・ビームをあて頭部の動揺がないように術者が監視した。また、呼息相、吸息相、最大吸息相と連続して側面頭部X線規格写真を撮影した。そのために、撮影されたX線規格写真上での palatal plane を頭位の変動の目安として計測したところ、各呼吸相間における変動量は、平均1.56度 (SD=1.95, n=18) と小さい値を示した。

また、計測誤差については後日再トレースを行い、method error ($\sqrt{(\sum d^2/2N)}$)²³⁾ を求めた (表3)。その結果、最小で0.135 (SPPS)、最大で0.377 (MTT) という値を示したが、Solow ら²⁴⁾の報告における method error が0.286ないし1.351であるのに比較して全体的にかなり小さい値を示した。これは計測部位の距離が短いことやX線フィルムがCRフィルムであったためにX線写真上で構造物が明瞭に確認され計測点を比較的容易に同定することができたことなどに起因するものと思われる。

2) 定量的な解析結果の評価

定量的解析において有意差の認められた項目は、X線ビデオ映像を用いた定性的解析において変化が認められた部位と一致していた。これらの計測項目の平均値の各呼吸相間における差は、呼息相と吸息相間では0.25 mm (C3-H) ないし1.47 mm (TT-Ep) と小さいものの、呼息相と最大吸息相間では最大で2.97 mm

表3 計測項目の method error

計測項目	method error $\sqrt{(\sum d^2/2N)}$
SPPS	0.135
MPS	0.144
IPS	0.225
VAL	0.189
MPH	0.329
H-H1	0.206
H-RGN	0.183
C3-H	0.252
C3-RGN	0.229
C3-PNS	0.161
P-RGN	0.332
P-PNS	0.312
MPT	0.212
TT-Ep	0.293
MTT	0.377

(mm)

(TT-Ep) と大きくこれは誤差の範囲を超えていた。したがって、X線規格写真を撮影する際には被験者に呼吸のタイミングの指示を与えないと、形態計測を行う上で再現性のあるデータを収集できない可能性が生じる。また、計測値の各呼吸相間での差は全般的に数mmと小さいが、気道の前後径が1ないし2mm増加するだけで睡眠時の呼吸障害が改善したという報告²⁵⁾もあることから、この部位での数mmの差異は生体機能を維持する上で重要な意味をもつと思われる。

本研究での計測項目のうち、呼息相と吸息相間では、MPH と H-RGN を除くすべての計測項目に有意差は認められなかった。言い換えれば、舌骨の位置を示すこれら2つの計測項目は、安静呼吸時においてもその絶対量は小さいながら有意差をもって変動していることを示している。2次元的な舌骨の位置を表すのに用いられる hyoid triangle²⁶⁾ を構成する3辺、すなわち H-RGN, C3-H および C3-RGN は頭位の変化の影響を受けにくいといわれている。また永井ら⁷⁾も C3-H は頭位の影響をあまり受けず変動が最も少ないと示している。したがって、呼息相と吸息相間にみられた MPH と H-RGN の有意な変化は、呼吸運動が頭位の変化以上に舌骨の位置に対して影響を与えることを示唆している。しかしながら、C3-RGN, C3-H および C3-PNS は有意な変化を示さず各個体間の変動は一樣ではなかった。このことから、頸椎は各個体によって異なる移動を示すことで MPH および H-RGN の増大を補償して気道を確保していると想定される。

呼吸相と最大吸息相を比較すると、TT-Ep が有意に増大した。これは epiglottis が、最大吸息に伴う呼吸筋活動あるいは胸部の拡張時に生じる陰圧によって引き下げられ、同時に舌が気道閉塞を防ぐために逆方向へ拮抗して活動したためであると思われる。Sauerland ら²⁷⁾や Lowe ら²⁸⁾はヒトにおいて、吸息時に舌突出筋であるオトガイ舌筋の筋活動量が増大することを示しており、これが上述の拮抗する力であることを示唆するものである。また、気道の前後径 (MPS, IPS) および長径 (VAL) が増大し、舌骨の位置を示す MPH, H-H1 および H-RGN は増大した。頸椎の位置を示す C3-RGN と C3-PNS は増大したが C3-H は不変であった。このことから、随意運動である最大吸息時には、舌骨の位置変化のみでは気道確保は達成されないため、胸部の動きと関連して、頸椎の位置を変化させることによって補償する機構が働いているものと思われる。

以上の定性的・定量的解析の結果から、舌、上気道、頸椎および舌骨の形態的な計測を行う際は呼吸相を十分に考慮してデータを採取する必要性が示唆された。

本論文の要旨は、第 54 回日本矯正歯科学会大会(1995 年 10 月 5 日、札幌)において発表した。

本研究は、平成 7 年度科学研究費補助金 (一般研究 A 課題番号: 07407060) の補助を受けた。

文 献

- 1) 上条雍彦: 口腔解剖学 1, 2, 東京, 1979, アナトーム社.
- 2) Bosma, J. F.: Maturation of function of the oral and pharyngeal region, *Am J Orthod* 49: 94-104, 1963.
- 3) Bosma, J. F.: Evaluation of oral function of the orthodontic patient, *Am J Orthod* 55: 578-584, 1969.
- 4) Brodie, G. A.: Anatomy and physiology of head and neck musculature, *Am J Orthod* 36: 831-844, 1969.
- 5) Okeson, J. P.: Fundamentals of occlusion and temporomandibular disorders, Saint Louis, 1985, The C. V. Mosby Company, 26-52.
- 6) Hellsing, E.: Changes in the pharyngeal airway in relation to extension of the head, *Eur J Orthod* 11: 359-365, 1989.
- 7) 永井百彦, 工藤章修, 松野 功, 他: 頭位の変化に対する舌骨の位置および気道の形態について, *日矯歯誌* 48: 214-225, 1989.
- 8) Solow, B., Siersbaek-Nielsen, S. and Greve, E.: Airway adequacy, head posture, and craniofacial morphology, *Am J Orthod* 86: 214-223, 1984.
- 9) Solow, B. and Tallgren, A.: Natural head position in standing subjects, *Acta Odontol Scand* 29: 591-607, 1971.
- 10) Siersbaek-Nielsen, S. and Solow, B.: Intra- and interexaminer variability in head posture recorded by dental auxiliaries, *Am J Orthod* 82: 50-57, 1982.
- 11) 今西嘉男: 臨床解剖学, 第 2 版, 京都, 1987, 金芳堂, 250-260.
- 12) Mitchinson, A. G. and Yoffey, J. M.: Respiratory displacement of larynx, hyoid bone and tongue, *J Anat* 81: 118-121, 1947.
- 13) 尾関 哲, 中後忠男, 浅井保彦, 他: X線法による舌の機能形態学的研究のためのマーカーについて, *日矯歯誌* 29: 13-22, 1970.
- 14) 佐藤敏彦, 小西宏明: Macintosh for Expert StatView4.0 日本語版, 東京, 1994, (株)ビー・エヌ・エヌ
- 15) 滝本和男, 中後忠男, 尾関哲, 他: 開咬を伴う不正咬合者の舌の機能, 形態的考察, *日矯歯誌* 30: 25-38, 1971.
- 16) 尾関 哲: X線法による前歯部不正咬合患者の tongue thrust に関する研究, *日矯歯誌* 32: 1-22, 1973.
- 17) 鶴田仁史, 柄 博治, 渡辺八十夫, 他: 骨格性下顎前突者の外科的矯正治療による嚥下動態の変化について—X線映画法を利用して—, *日矯歯誌* 47: 105-114, 1988.
- 18) 秋吉正敏, 鈴木聖一, 川村雅俊, 他: 嚥下時舌運動および舌と口蓋との接触様相に関する研究, *日矯歯誌* 54: 102-111, 1995.
- 19) 松本秀樹: X線テレビ映画法ならびに筋電図による舌骨の位置変化について—嚥下運動, 最大開口運動および舌運動, *歯科学報* 77: 533-544, 1977.
- 20) Pancherz, H., Winnberg, A. and Westesson, P.: Masticatory muscle activity and hyoid bone behavior during cyclic jaw movements in man, *Am J Orthod* 89: 122-131, 1986.
- 21) 岩本昇士, 鈴木聖一, 川村雅俊, 他: 外舌筋活動と X線ビデオの同時記録による舌機能検査, *日矯歯誌* 55: 64-71, 1996.
- 22) Van de Graaff, W. B., Gottfried, S. B., Mitra, J., et al.: Respiratory function of hyoid muscles and hyoid arch, *J Appl Physiol* 57: 197-204, 1984.
- 23) Horowitz, S. L. and Hixon, E. H.: The nature of orthodontic diagnosis, Saint Louis, 1966, The C. V. Mosby Company, 297-299.
- 24) Solow, B. and Tallgren, A.: Head posture and craniofacial morphology, *Am J Phys Anthropol* 44: 417-436, 1976.

- 25) Athanasiou, A. E., Papadopoulos, M. A., Maza-heri, M. and Lagoudakis, M. : Cephalometric evaluation of pharynx, soft palate, adenoid tissue, tongue, and hyoid bone following the use of a mandibular repositioning appliance in obstructive sleep apnea patients, *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 9 : 273-283, 1994.
- 26) Bibby, R. E. and Preston, C. B. : The hyoid triangle, *Am J Orthod* 80 : 92-97, 1981.
- 27) Sauerland, E. K. and Mitchel, S. P. : Electromyographic activity of intrinsic and extrinsic muscles of the human tongue, *Texas Rep Biol Med* 33 : 445-455, 1975.
- 28) Lowe, A. A., Gurza, S. C. and Sessle, B. J. : Regulation of genioglossus and masseter muscle activity in man, *Arch Oral Biol* 22 : 579-584, 1977.

主任：黒田敬之教授 1996年4月16日受付

連絡先：中川史彦

東京医科歯科大学歯学部歯科矯正学第二講座

〒113 東京都文京区湯島1-5-45