原著論文

MRI 撮像時における頭位前屈が咽頭腔形態に及ぼす影響

猪子 芳美 高橋 史 大沼 智之 森田 修己 佐々木善彦* 土持 眞*

Influence of Anteflexion of Head Position on the Shape of Pharyngeal Space by Magnetic Resonance Imaging

Inoko Yoshimi, Takahashi Fumi, Ohnuma Tomoyuki, Morita Osami, Sasaki Yoshihiko*
and Tsuchimochi Makoto*

歯科補綴学的意義

閉塞型睡眠時無呼吸症候群患者に対する口腔内装置の有用性が報告されている。しかし中咽頭軟組織の変化を明らかにするには至っていない。そこで本研究では、頭位の前屈による咽頭腔形態の変化を磁気共鳴像 (MRI) で検討した結果、頭部の前屈姿勢は舌根部咽頭腔前後径を減少させることが明らかになった。このことから MRI 画像による正中矢状面咽頭腔形態評価には頭位規制の必要性が示唆された。

抄 録

目的：閉塞型睡眠時無呼吸症候群の歯科的治療に用いられる口腔内装置の有用性は報告されているが、治療効果の判定や効果の予測のために本装置の中咽頭軟組織に及ぼす影響については、磁気共鳴像 (MRI) 学的に十分に明らかにされていない。そこで本研究は、MRI 撮像時の頭位前屈が咽頭腔形態に及ぼす影響を MRI 画像によって検討したものである。

方法：被験者は、いびきを認めない健常者 16 名とした。MRI 撮像は、厚さ 1 cm のアクリル板を後頭部に 2, 4, 6, 8 枚介在させた 4 頭位 (H_2 , H_4 , H_6 , H_8) とアクリル板を介在させない頭位 (H_0) について行った。咽頭腔矢状面形態の測定は、前後径 3 カ所 (後鼻棘後方, 口蓋垂後方, 舌根部後方) と面積を MRI 画像から求めた。分析は、 H_0 の値を 1 としたときの各頭位における比率を求め、頭位を要因とする反復測定分散分析を用い、各頭位間の検定を行った。

結果：MRI 矢状面において咽頭腔面積、咽頭腔の後鼻棘後方前後径および口蓋垂後方前後径では、有意な差は認められなかった。しかし、咽頭腔の舌根部後方前後径において有意差が認められた。舌根部後方前後径は、頭位 H_6 および H_8 で頭位 H_2 および H_4 に比べて有意に減少した。

結論：以上の結果から、MRI 画像による正中矢状面咽頭腔形態評価には、頭位規制の必要性が示唆された。

和文キーワード

磁気共鳴像 (MRI), 頭位前屈, 咽頭腔形態, 閉塞型睡眠時無呼吸症候群

日本歯科大学新潟歯学部歯科補綴学第 3 講座 (主任: 森田修己教授)

*日本歯科大学新潟歯学部歯科放射線学教室 (主任: 土持 眞教授)

Department of Complete Denture, The Nippon Dental University, School of Dentistry at Niigata (Chief: Prof. Morita Osami)

*Department of Oral and Maxillofacial Radiology, The Nippon Dental University, School of Dentistry at Niigata (Chief: Prof. Tsuchimochi Makoto)

受付: 2001 年 3 月 1 日/受理: 2001 年 11 月 19 日

Received on March 1, 2001/Accepted on November 19, 2001

I. 緒 言

1976 年に Guilleminault ら¹⁾によって報告された睡眠時無呼吸症候群 (Sleep apnea syndrome : SAS) は、近年、社会的にも関心の高い疾患として注目されている²⁾。本疾患は、激しいいびき、無呼吸による睡眠障害、日中の傾眠傾向等を認め、夜間の低酸素状態から心血管系疾患を伴うことも多い³⁾。SAS の確定診断および病型判定には終夜睡眠ポリグラフィ (polysomnography : PSG) が必要で、気道の閉塞により起こる閉塞型睡眠時無呼吸症候群 (obstructive sleep apnea syndrome : OSAS)、胸郭と腹部の呼吸運動停止による中枢型睡眠時無呼吸症候群 (central sleep apnea syndrome : CSAS)、両者が混合した混合型 (mixed type) に分類される。なかでも OSAS の頻度が最も高く、臨床的に 9 割以上は OSAS である⁴⁾。

OSAS の治療法には、経鼻的持続陽圧呼吸 (nasal CPAP) 療法と下顎を移動させて気道を拡大させる口腔内装置 (Oral Appliance) 等の物理的方法がある。中等度から重症の OSAS の治療法は、nasal CPAP が最も確実な治療法として選択され、中等度から軽度の OSAS の治療および nasal CPAP や外科処置の代替または補助的療法として口腔内装置が選択されてきたが、近年その使用法の簡便さから、口腔内装置による治療が注目されて、その有用性が報告されている^{5,6)}。しかし口腔内装置の装着による顎関節や咀嚼筋に対する為害作用や咬合異常等の副作用の報告もみられる^{7,8)}。副作用を起こさない口腔内装置の設計、特にその下顎位については、Snoring sound test (いびき音テスト) による評価が報告されている⁹⁾。しかし、口腔内装置の適正な下顎位を明らかにするには至っていない。

治療効果の判定や効果の予測の画像診断は、以前から側方頭部 X 線規格写真 (セファログラム)¹⁰⁾、コンピュータ断層撮影法 (CT)^{11,12)}、磁気共鳴像 (MRI)¹³⁻¹⁵⁾ などが行われている。特に MRI は、睡眠中の体位である仰臥位をとり、軟組織の撮像に優れているため上気道側壁の形態的变化の解析に有用であると考えられる。永井らは、頭頸部の姿勢変化が舌骨の位置変化をもたらし、咽頭部気道に変化を与えることを

セファログラムで明らかにしている¹⁶⁾が、頭位の変化が MRI 像の中咽頭軟組織にどのような影響を与えるかは、明らかにされていない。

そこで本研究では、OSAS 患者に対する口腔内装置による下顎移動が中咽頭軟組織に及ぼす影響を MRI 画像にて評価する方策を提言するために、MRI 撮像時の頭位が咽頭腔形態に及ぼす影響を健常者において検討することとした。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は、自覚的、他覚的にもいびきを認めず、安定した咬頭嵌合位を持つ健常有歯顎者で本研究の主旨を十分に説明して同意を得られた者 16 名 (男性 12 名、女性 4 名、18 歳～40 歳、平均年齢 24.5 歳、肥満度 (BMI) 21.8 ± 2.2) を選択した。

2. MRI 撮像と矢状面形態の計測

1) 使用装置および撮像方法

MRI 装置は、本学附属病院放射線科に設置されている SHIMADZU 社製 MAGUNEX 100/XP 1.0 Tesla を使用した。撮像方法は、正中矢状断をパラメータとする GE 法を用いた。撮像条件は、TR=60 msec, TE=6 msec, スライス間隔 10 mm, スライス厚さ 8 mm とし、体位は仰臥位で、下顎位は咬頭嵌合位、呼吸は安静鼻呼吸にて撮像した。

頭位変換は、後頭部に介在物なし (H_0) と厚さ 1 cm のアクリル板を 2 枚 (H_2)、4 枚 (H_4)、6 枚 (H_6)、8 枚 (H_8) 介在させた前屈 4 頭位とした。

2) 測定方法と分析

咽頭腔の計測は、MRI の CRT 画面上 (図 1) に示す咽頭腔前後径 3 カ所 (PNS-A 部：後鼻棘後方の咽頭腔, PUA 部：口蓋垂後方の咽頭腔, PAS 部：舌根部後方の咽頭腔) と咽頭腔矢状面断面積 (PNS-A 部を上端とし、第 4 頸椎 (The 4th cervical vertebrae) 下縁を通り PNS-A 線に平行な線を下端とする咽頭腔の矢状面面積) について行った。咽頭腔前後径 3 カ所と断面積は、MRI 装置の CRT 画面上でトレースし、MRI コンピュータにて算出した。頭位の変化による咽頭腔形態の影響を変化率で検討するために、各被験者ごとに H_0 の値を 1 としたときの各頭位におけ

図 1 Measuring point of MRI
 PNS-A : posterior nasal spine air, PUA :
 post uvular air, PAS : posterior airway
 space
 MRI の測定部位
 PNS-A 部：後鼻棘後方の咽頭腔，PUA
 部：口蓋垂後方の咽頭腔，PAS 部：舌根部
 後方の咽頭腔

る比率を算出した。

分析は、頭位を要因とする反復測定分散分析を用い、これにより有意性を認める場合、対比 (Contrasts) による各頭位間の検定を行った。

III. 結 果

表 1 に、各頭位における咽頭腔矢状面の前後径と面積の平均値と標準偏差、表 2 に H_0 の値を 1 としたときの平均値と標準偏差および p 値を示す。

咽頭腔の面積、PNS-A 部および PUA 部では、有意な差は認められなかった。PAS 部では、 H_6 、 H_8 が H_2 に比べ有意に短くなった。同様に H_6 、 H_8 が H_4 に比べ有意に短くなった。しかし H_2 と H_4 間、 H_6 と H_8 間では有意な差は認められなかった。

IV. 考 察

1. 研究方法について

口腔内装置を装着する下顎位については未だ明らかにするには至っていない。そこで筆者らは、口腔内装置の装着と中咽頭腔軟組織との関連性を定量的に評価する方法として、MRI 画像分析を活用することを計画した。画像分析の信頼性を高める一方策としては、MRI 撮像時の被験者側の条件を規制する必要があると考える。そこで今回は、健常有歯顎者において MRI 撮像時に頭位の前屈が、咽頭腔の矢状面形態にどのような影響を及ぼすかを検討した。

咽頭腔形態の画像解析法としては、セファロ、CT、MRI などがある。セファロにおけるパラメータである距離と角度の測定は、主に骨格の異常を捉えるのに有用であり、歯科矯正や口腔外科領域においても、治療前後の定量的評価に利用されている。岡本ら¹⁷⁾、望月ら¹⁸⁾は、体位と呼吸状態による咽頭腔への影響を明らかにするために、SAS を有する患者についてセファロ撮影を行い、上気道の解剖学的異常を捉えるのに有用であると報告している。しかしセファロは、放射線被曝の問題、二次元平面のみの解析であることなどの欠点がある。CT は、睡眠時の体位に近い解析ができ、また咽頭腔の断面積や体積の計測、硬組織の三次元構築も可能である。しかし CT は、MRI に比べて軟組織のコントラストが劣り、アーチファクトの存在や放射線被曝等の問題がある。一方、MRI はセファロや CT の欠点を補い、三次元的評価が可能であり、任意の断面の撮像が可能で軟組織の診断に優れる。それゆえ咽頭腔形態の解析には現時点で最も有用な方法であると考えられる^{13~15)}。

永井ら¹⁶⁾は、頭位設定をセファロ装置に設置した分度器を用いてフランクフルト平面に対する角度で行っているが、セファロに比べて今回の MRI は撮像に時間を要するので、撮像中の頭位を安定させるために後頭部に一定厚さの介在板を用いた 4 頭位と介在板のない頭位で撮像した。

本研究における頭位変化の範囲は、アクリル板を後頭部に介在させた被験者の体験から、 H_8 以上の頭位前屈は通常の撮像では生じないという理由から $H_2 \sim H_8$ の 4 段階に設定した。測定部位は、岡本ら¹⁷⁾や

表 1 Anteroposterior dimensions and area of the pharyngeal space on each head position
各頭位における咽頭腔前後径および面積

	H ₀	H ₂	H ₄	H ₆	H ₈
PNS-A (mm)	26.8±4.6	27.9±4.0	2.8±3.5	27.7±3.7	28.0±3.4
PUA (mm)	8.0±2.4	7.6±2.4	7.1±2.1	6.9±1.8	7.7±2.4
PAS (mm)	9.5±2.8	9.6±3.0	9.5±2.7	8.5±2.4	8.5±2.8
Area (mm ²)	1,002.8±52.6	952.6±57.4	973.9±68.7	948.4±59.0	942.5±60.0

(Mean±SD)

H₀: no head position changing, H₂: head position is changed by 2 cm acrylic plates, H₄: by 4 cm acrylic plates, H₆: by 6 cm acrylic plates, H₈: by 8 cm acrylic plates

H₀: 後頭部に介在物なし, H₂: 厚さ 1 cm のアクリル板 2 枚介在, H₄: アクリル板 4 枚介在, H₆: アクリル板 6 枚介在, H₈: アクリル板 8 枚介在

表 2 Rate of anteroposterior dimensions and area of the pharyngeal space on each head position, and p-values (by repeated measures ANOVA)
各頭位における咽頭腔前後径および面積の比率と反復測定分散分析の p 値

	H ₀	H ₂	H ₄	H ₆	H ₈	p-value
PNS-A	1.00	1.05±0.10	1.06±0.11	1.05±0.15	1.06±0.15	0.065
PUA	1.00	0.95±0.13	0.90±0.18	0.89±0.20	0.98±0.24	0.059
PAS	1.00	1.02±0.22	1.01±0.16	0.92±0.25	0.90±0.18	0.044
Area	1.00	0.95±0.14	0.97±0.15	0.95±0.12	0.94±0.13	0.177

* p<0.05

(Mean±SD)

Ono ら¹⁹⁾のセファログラムにおける解剖的パラメータを参考にし、後鼻棘後方の咽頭腔前後径 (PNS-A 部)、口蓋垂後方の咽頭腔前後径 (PUA 部)、舌根部後方の咽頭腔前後径 (PAS 部) の 3 部位と咽頭腔面積を選択し、各頭位における変化を比較した。

2. 結果について

頭位変換を行った結果、咽頭腔の面積、PNS-A 部および PUA 部では、有意な差はみられなかった。このことは PNS-A 部、PUA 部は、頭位前屈による気道狭窄に対する防御機構の存在によるものと思われる。しかし咽頭腔 PAS 部において H₆、H₈ が H₂ に比べ有意に短くなり、同様に H₆、H₈ が H₄ に比べ有意に短くなった。この結果から、舌根部においては頭位を前屈させると気道前後径が短くなることを示す。このことは、頸椎の傾斜角度によって咽頭部気道は変化する、という永井ら¹⁶⁾の報告とも一致する。PAS 部では、前後径が短くなったにもかかわらず、面積に

有意差がみられなかったのは、PAS 部前後径の減少が面積に影響を与えるほど大きくはなかったことによると考える。

今後は、OSAS 治療用口腔内装置の開発のために MRI による中咽頭腔軟組織解析と臨床指標 (患者の自覚症状、患者のパートナーによる評価、PSG 検査による結果等) との関連性を検討し、口腔内装置装着の下顎位のあり方を検索していく予定である。

V. 結 論

MRI 画像による正中矢状面咽頭腔形態 (前後径と面積) に及ぼす影響を明らかにするために、健常者 16 名について検討し、以下の結論を得た。

1. 頭位を前屈することによって舌根部咽頭腔前後径の減少化がみられた。

2. 咽頭腔面積と口蓋垂後方の咽頭腔および後鼻棘後方の咽頭腔においては頭位の前屈による影響は認め

なかった。

以上のことから, MRI 画像による咽頭腔形態評価には頭位規制の必要性が示唆された。

本論文の要旨は, 平成 12 年度日本補綴歯科学会関東支部学術大会 (平成 12 年 9 月 10 日, 新潟), 第 104 回日本補綴歯科学会学術大会 (平成 12 年 11 月 10 日, 大阪) において発表した。

文 献

- 1) Guilleminault C, Tilkian A, Dement WC. The sleep apnea syndrome. *Ann Rev Med* 27 : 465-484, 1976.
- 2) 小野卓史. 睡眠と咬合一閉塞型睡眠時無呼吸症候群をめぐる歯科的問題一. 全身咬合 6 : 110-119, 2000.
- 3) 池田勝久. いびき. 呼吸 18 : 2-6, 1999.
- 4) 中川健三, 市岡正彦, 小野卓史編. いびきと睡眠時無呼吸症候群の歯科の治療—スリープスプリントの効果と製作法— 16-18, 東京 : 砂書房, 1999.
- 5) 米沢雅裕, 河野正己, 中谷 現ほか. 口腔内装置により治療した閉塞型睡眠時無呼吸症候群の 2 例. 新潟歯学会誌 26 : 67-73, 1996.
- 6) 関 三千男, 水城春美. 睡眠時無呼吸症候群患者へのスリープスプリントの適用. QDT 25 : 375-378, 2000.
- 7) Pantin CC, Hillman DR, Kramer NR et al. Dental side effects of an oral device to treat snoring and obstructive apnea. *Sleep* 22 : 237-240, 1999.
- 8) Tegelberg A, Wilhelmsson B, Walker-Engstrom ML et al. Effects and adverse events of a dental appliance for treatment of obstructive sleep apnoea. *Swed Dent J* 23 : 117-126, 1999.
- 9) Esaki K, Kanegae H, Uchida T et al. Treatment of sleep apnea with a new separated type of dental appliance (mandibular advancing positioner). *Kurume Med J* 44 : 315-319, 1997.
- 10) 木佐貫聡, 小椋幹記, 伊藤学而ほか. 睡眠時呼吸障害者の無呼吸指数と上気道および口腔の大きさとの関連. 西日矯歯誌 42 : 117-124, 1998.
- 11) Bohiman ME, Haponik EF, Smith PL et al. CT demonstration of pharyngeal narrowing in adult obstructive sleep apnea. *Am J Roentgenol* 140 : 543-548, 1983.
- 12) Haponik EF, Smith PL, Bohlman ME et al. Computerized tomography in obstructive sleep apnea : correlation of airway size with physiology during sleep and wakefulness. *Am Rev Respir Dis* 127 : 221-226, 1983.
- 13) Shellock FG, Schatz CJ, Julien P et al. Occlusion and narrowing of the pharyngeal airway in obstructive sleep apnea : Evaluation by ultrafast spoiled grass MR imaging. *Am J Roentgenol* 158 : 1019-1024, 1992.
- 14) Smith SD. A three-dimensional airway assessment for the treatment of snoring and/or sleep apnea with jaw repositioning intraoral appliance : A case study. *J Craniomandib Pract* 14 : 332-343, 1996.
- 15) 北原民雄, 藤原裕樹, 垣鏑典也ほか. 睡眠時呼吸障害患者の上気道容積算定の試み : 3 D MRI 法による検討. 口咽科 10 : 321-326, 1998.
- 16) 永井百彦, 工藤章修, 松野 功ほか. 頭位の変化に対する舌骨の位置及び気道の形態について. 日矯歯誌 48 : 214-225, 1989.
- 17) 岡本牧人, 藤田史朗. 閉塞性睡眠時無呼吸症候群の診断におけるダイナミックセファロメトリーの有用性について. 耳喉頭頸 64 : 543-549, 1992.
- 18) 望月高行, 岡本牧人, 藤田史朗ほか. 閉塞性睡眠時無呼吸症候群におけるセファロメトリーの検討. 耳喉頭頸 65 : 717-723, 1993.
- 19) Ono T, Lowe AA, Ferguson KA et al. Associations among upper airway structure, body position, and obesity in skeletal Class I male patients with obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 109 : 625-634, 1996.

著者連絡先 : 猪子 芳美

〒951-8167 新潟県新潟市浜浦町 1-8

TEL : 025-267-1500 (内線 313)

FAX : 025-267-8906

Influence of Anteflexion of Head Position on the Shape of Pharyngeal Space by Magnetic Resonance Imaging

Inoko Yoshimi, Takahashi Fumi, Ohnuma Tomoyuki, Morita Osami, Sasaki Yoshihiko*
and Tsuchimochi Makoto*

Department of Complete Denture, The Nippon Dental University, School of Dentistry at Niigata
(Chief : Prof. Morita Osami)

*Department of Oral and Maxillofacial Radiology, The Nippon Dental University,
School of Dentistry at Niigata
(Chief : Prof. Tsuchimochi Makoto)

J Jpn Prosthodont Soc 46 : 28-33, 2002

ABSTRACT

Purpose : There are reports on the efficacy of an oral appliance when used for dental treatment of obstructive sleep apnea syndrome. However, the influence of wearing it during evaluation of its therapeutic effects, on the soft tissue of the middle pharynx, has not been fully studied by magnetic resonance imaging. In this study, effects of anteflexion of the head position during the imaging were investigated, as to the shape of the pharyngeal space.

Methods : Sixteen healthy adults who did not snore were studied. Magnetic resonance imaging (MRI) was taken at four different positions of the head (H_2 , H_4 , H_6 , H_8) with 2, 4, 6, or 8 intervening acrylic plates, 1 cm in thickness inserting under the occipital region. For the control position (H_0), imaging was conducted without inserting the intervening plate. To determine the shape of the pharyngeal cavity from the sagittal view, the antero-posterior length, and the areas of posterior nasal spine, the posterior uvula palatina, and the posterior lingual radix, were measured on MRI images, and ratios of the respective measurements at the positions H_2 , H_4 , H_6 , and H_8 , to that of the control position H_0 , were calculated, for comparison among the positions of the head. Statistical analysis was made by repeated-measures ANOVA for the factor of head position.

Results : From the sagittal view using MRI, the differences in each antero-posterior length of the posterior nasal spine and the posterior uvula palatina were not significant among the head positions, whereas the length of the posterior lingual radix was significantly different among head positions. The lengths of the posterior lingual radix for H_6 and H_8 were significantly shorter than those for H_2 and H_4 .

Conclusion : The present results indicate that the position of the head should be restricted in MRI for morphological assessments of the pharynx from mid-sagittal views.

Key words

magnetic resonance imaging (MRI), anteflexion of head position, the shape of pharyngeal space, obstructive sleep apnea syndrome