



Title	薬物睡眠下シネモードMRIによる閉塞性睡眠時無呼吸症候群の閉塞部位診断と軟口蓋形成術前後の咽頭腔面積の比較
Author(s)	小楢, 泰三; 大久保, 裕雄; 阿部, 公彦
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2000, 60(13), p. 752-758
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/15205">https://hdl.handle.net/11094/15205</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# 薬物睡眠下シネモードMRIによる閉塞性睡眠時無呼吸症候群の閉塞部位診断と軟口蓋形成術前後の咽頭腔面積の比較

小槻 泰三 大久保裕雄 阿部 公彦

東京医科大学放射線医学教室

## Measurement of the Square Measure of the Pharynx and the Positional Diagnosis of Airway Obstruction during Obstructive Sleep Apnea Syndrome by Dynamic MRI

Taizo Ozuki, Yasuo Ohkubo and Kimihiko Abe

The purpose of this study was to apply dynamic MRI for the positional diagnosis of airway obstruction during snoring and sleep apnea and to compare the apnea hypopnea index (AHI) and the square measure of the pharynx obtained before and after laser-assisted uvula-palate-pharyngoplasty (LAUP). From December 1997 to October 1998, dynamic MRI and overnight monitoring were performed at the hospital of Tokyo Medical University on 42 patients who complained of snoring and symptoms related to sleep apnea syndrome (SAS). Of the 42 patients, four exhibited collapse at the position of the soft palate (soft palate type) as diagnosed by dynamic MRI, and four exhibited collapse at the position of the soft palate as well as the tongue (complex type). LAUP was performed on these eight patients with obstructive SAS (OSAS).

After LAUP, the AHI of these eight patients with OSAS decreased significantly ( $p < 0.05$ ). The square measure of the pharynx of these eight patients was increased ( $p < 0.01$ ). The AHI of all four patients with soft-palate obstruction decreased, and the square measure of the pharynx of three of these four patients increased. The AHI of three of four patients with the complex type decreased, while the square measure of the pharynx of two of these four patients increased.

Research Code No.: 504.9

Key words: Obstructive sleep apnea syndrome, MR imaging, Laser assisted UPPP

Received Mar. 13, 2000; revision accepted July 27, 2000

Department of Radiology, Tokyo medical university

別刷請求先

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-7-1

東京医科大学病院放射線科

小槻 泰三

## はじめに

閉塞型睡眠時無呼吸症候群(obstructive sleep apnea syndrome以下, OSAS)は上気道の閉塞が主な原因と考えられ<sup>1)</sup>, その閉塞部位の診断が治療上重要である。今回われわれは睡眠時無呼吸モニターと薬物睡眠下シネモードMRI<sup>2)-4)</sup>を施行し, OSASを閉塞部位ごとに分類した。さらにKTPレーザー下軟口蓋形成術<sup>5)-10)</sup>(laser assisted uvulopharyngoplasty, 以下, LAUPとする)施行前後の無呼吸指数および咽頭腔面積の変化を検討した。

## 対 象

平成9年12月から平成10年10月までに鼾, 睡眠時無呼吸を主訴として受診した42例である。内訳は男性40例, 女性2例である。Fig. 1に年代別の症例数を示した。睡眠時無呼吸モニターおよび薬物睡眠下MRIによりOSASと診断されたのは42例中26例で, 26例中8例に対しKTPレーザー下軟口蓋形成術を施行し, 3~6カ月後再度睡眠時無呼吸モニター<sup>11)</sup>と薬物睡眠下MRIを施行した。

## 方 法

無呼吸モニターはNEC社製レムスピノグラフィーと同機器内臓のパルスオキシメーターを用い, 自然睡眠下に7時間無呼吸および血中酸素飽和度を計測した。1時間あたりの無呼吸回数である無呼吸指数(apnea-hypopnea index, 以下AHIと略す)が5以上もしくはSaO<sub>2</sub>の低下度(平均覚醒時SaO<sub>2</sub>—平均睡眠時SaO<sub>2</sub>)が4%以上をSASの診断基準とした<sup>12)-15)</sup>。

MRI装置は島津社製, 1.5Tesla(MAGNEX150)。全例head coilを使用した。撮影方法はT1-SMASH法(snap shot fast spin echo)でTR = 8msec, TE = 3msec, flip angle = 10°, slice厚 = 10mm, matrix = 128 × 128とした。

撮影方向は正中矢状断を用いた。呼吸モニターを使用し, 薬物睡眠下でapneaが出現した時点で撮像開始し, 連続した60枚を動画像(以下シネMRI)にてモニター上で観察し

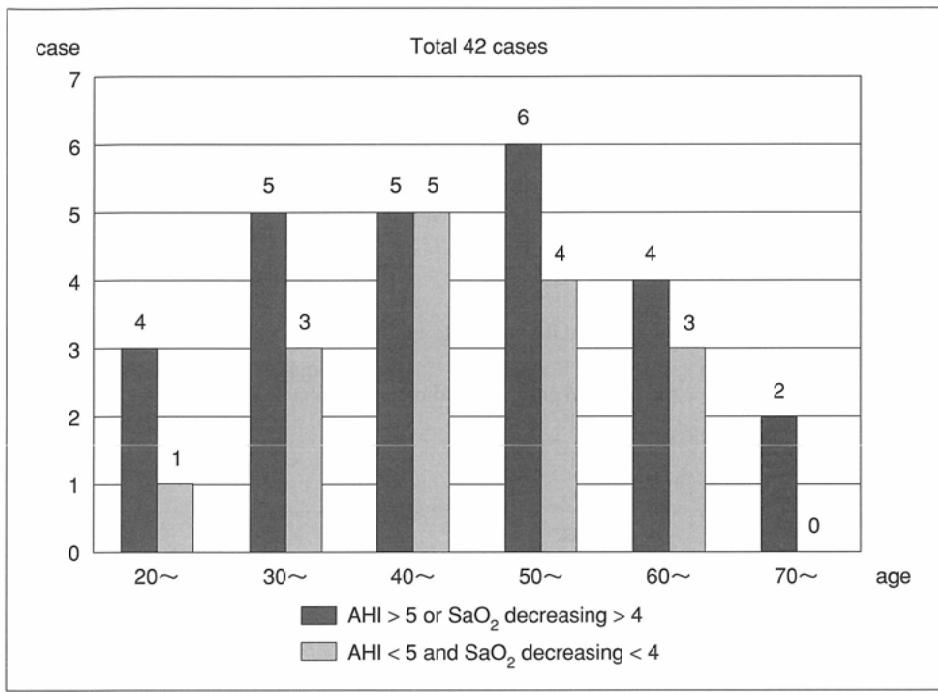


Fig. 1 Distribution of Age and Apneahyponnea grade

た。一枚の画像の撮影は約2.1秒であり、撮影時間は約2分であった。

薬物睡眠下シネMRI上、上気道の閉塞もしくは狭窄部位により、

1)軟口蓋型：軟口蓋が咽頭後壁に接する(以下、軟口蓋閉塞とする)。もしくは軟口蓋と咽頭後壁との間隙が狭窄する(以下、軟口蓋狭窄とする)。

2)舌根沈下型：舌根が咽頭後壁に接する(以下、舌根閉塞とする)。もしくは舌根と咽頭後壁との間隙が狭窄する(以下、舌根狭窄とする)。

3)複合型：軟口蓋型と舌根沈下型を認める。

に分類した<sup>16)</sup>。この判定は耳鼻科経験放射線科医1名と頭頸部専門放射線科医1名で施行し、両者の型分類が一致するまで両者間で協議を行った。

手術治療を第一希望とした症例の中で軟口蓋型および複合型をKTPレーザー下軟口蓋形成術の適応とし、鼻閉のある場合は鼻閉改善目的にて両側下鼻甲介切除術<sup>17)-19)</sup>を追加した。

術前術後の改善を臨床的画像的に評価する目的のため、手術を施行した8例のAHIと咽頭腔面積を術前術後で比較検討(t検定)を行った。

各症例の術前後の咽頭腔面積は、連続撮影したシネMRI画像60スライスの咽頭腔面積の平均とした。1スライスごとの咽頭腔面積の測定は以下のように行った。測定範囲のY軸を上咽頭から声帯、X軸を舌骨前端から咽頭後壁とし、その中で実質以外の信号を呈する領域を咽頭腔面積とした。測定者の人為的誤差を避けるため、また一部で撮影上ノイズが強い症例があったため、測定する咽頭腔面積を以下のように設定した。下頸皮下脂肪のregion of interestを

4カ所測定し、その平均の1/4以下の信号領域を咽頭腔面積とした(Fig. 2)。また術前術後のMRIを比較し、切除された軟口蓋の断面積も併せて測定した。

## 結 果

睡眠時無呼吸モニターおよび薬物睡眠下MRIによりOSASと診断された42例中26例のAHIの平均は8.9回/hr、咽頭腔面積の平均は752mm<sup>2</sup>であった。26例中8例は軟口蓋型(いずれも軟口蓋閉塞)であった。26例中2例は舌根沈下型(いずれも舌根閉塞)であった。26例中16例は複合型(16例中11例は軟口蓋閉塞および舌根閉塞、16例中5例は軟口蓋閉塞お

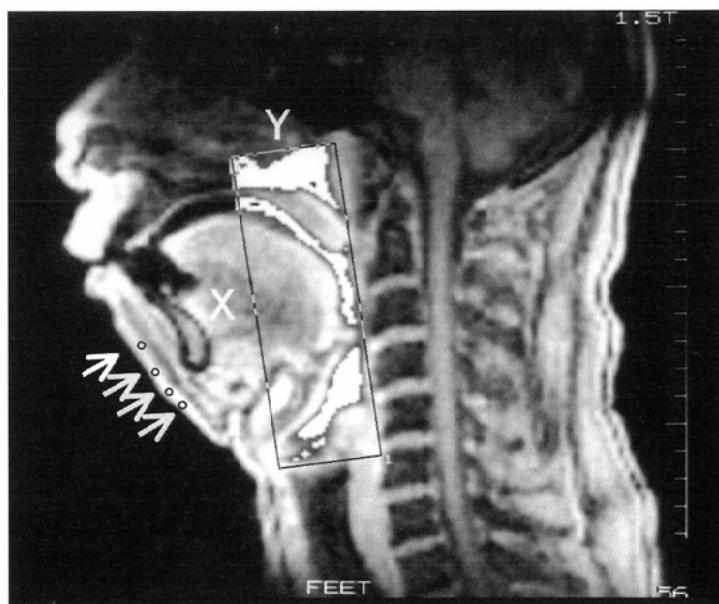


Fig. 2

Table 1 Distribution of 42 case

	Number of case	Average of AHI (times/hr)	Average of Square measure on pharynx (mm <sup>2</sup> )
OSAS	26	8.9	752
Obstructive Sleeping respiratory disorder (AHI < 5 and SaO <sub>2</sub> < 4)	15	2.1	765
Mixed SAS (obstructive and central type)	1	11.7	694

Table 2 Pre and post operation data of 4 soft palate type

	Age	BMI	*Pre ope AHI times/hr (#decreasing degree SaO <sub>2</sub> %)	*Post ope AHI times/hr (#decreasing degree SaO <sub>2</sub> %)	*Pre ope Square measure on pharynx mm <sup>2</sup>	*Post ope Square measure on pharynx mm <sup>2</sup>	Sagittal Square measure on resected soft palate mm <sup>2</sup>
Case 1	26	33.8	22.0 (5.8)	8.0 (3)	702	896	93
Case 2	30	29.3	17.6 (5.8)	0.2 (1.7)	598	717	95
Case 3	37	27.4	13.5 (3)	0.8 (2.1)	899	1088	106
Case 4	50	24.8	12.1 (4)	0.9 (1.2)	590	514	86

\* Pre ope: pre operation, \* Post ope: post operation, # decreasing degree SaO<sub>2</sub>%: awake SaO<sub>2</sub>-sleep SaO<sub>2</sub>

より舌根狭窄)であった。OSASの診断基準に満たない末梢型睡眠時呼吸障害例は42例中15例で平均AHI 2.1回/hr、咽頭腔面積の平均 765 mm<sup>2</sup>であった。15例中 9 例は軟口蓋型(軟口蓋閉塞 5 例、軟口蓋狭窄 4 例)であった。15例中 2 例は舌根沈下型(いずれも舌根閉塞)であった。15例中 2 例は複合型(いずれも軟口蓋閉塞および舌根狭窄)であった。15例中 2 例は閉塞もしくは狭窄を認めなかった。42例中 1 例は混合型(中枢型+末梢型)SASであった(Table 1)。OSAS 26 例のうちLAUPを施行したのは軟口蓋型 4 例、複合型 4 例(軟口蓋閉塞および舌根閉塞 2 例、軟口蓋閉塞および舌根狭

窄 2 例)であった。その他の軟口蓋型 4 例、舌根型 2 例、複合型 12 例に対しては生活指導<sup>20)-21)</sup>、薬物療法<sup>22)-24)</sup>、nasal CPAP<sup>25)-27)</sup>を単独もしくは併用して治療された。

LAUP施行した 8 例のAHI、咽頭腔面積はおのおの P < 0.01, P < 0.05 をもって術前後に有意差を認めた(Fig. 3)。

Table 2に軟口蓋型 4 例の術前後の年齢、BMI、AHI、咽頭腔面積、切除された軟口蓋断面積を示す。軟口蓋型 4 例中 4 例で術後無呼吸指数は低下し、4 例中 3 例で咽頭腔面積の拡大が認められた(Fig. 4)。閉塞部位の開存は 4 例中 4 例において認められた。咽頭腔面積が拡大した 3 例の術前

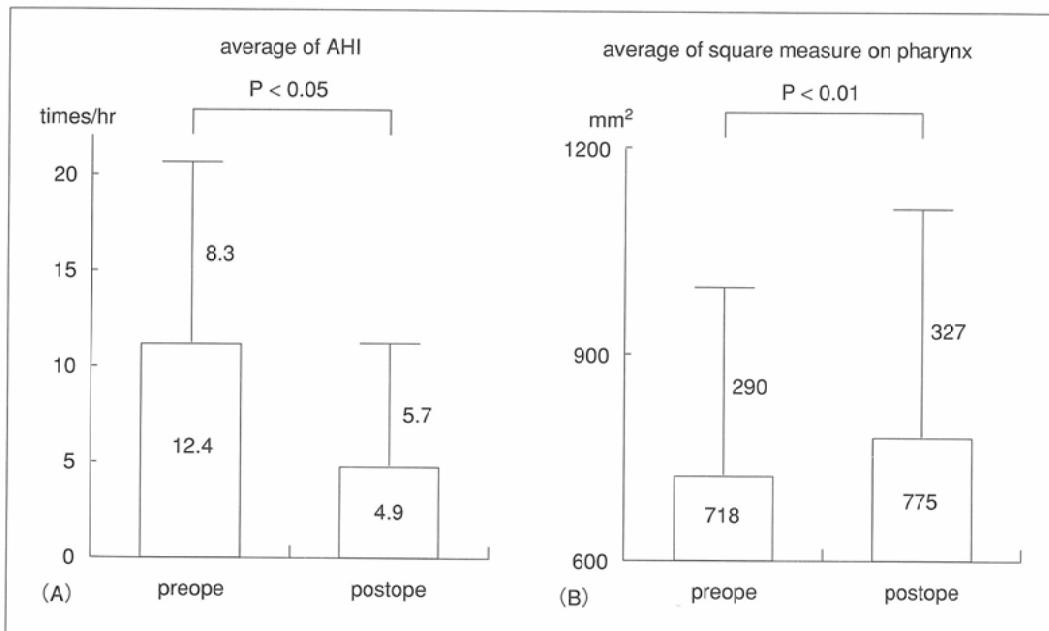


Fig. 3 Comparison among pre and post operation with 8 OSAS

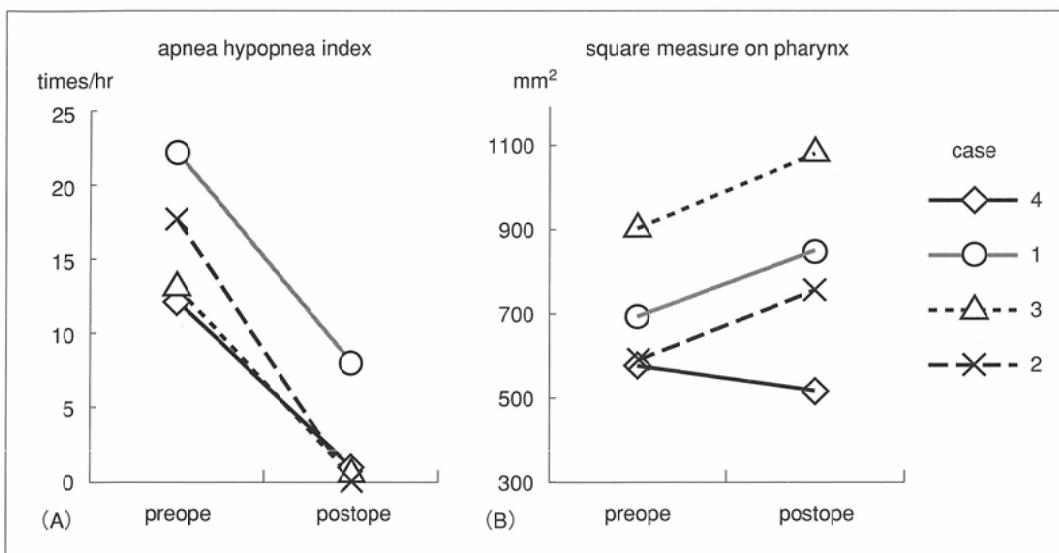


Fig. 4 Comparison among pre and post operation with 4 soft palate type

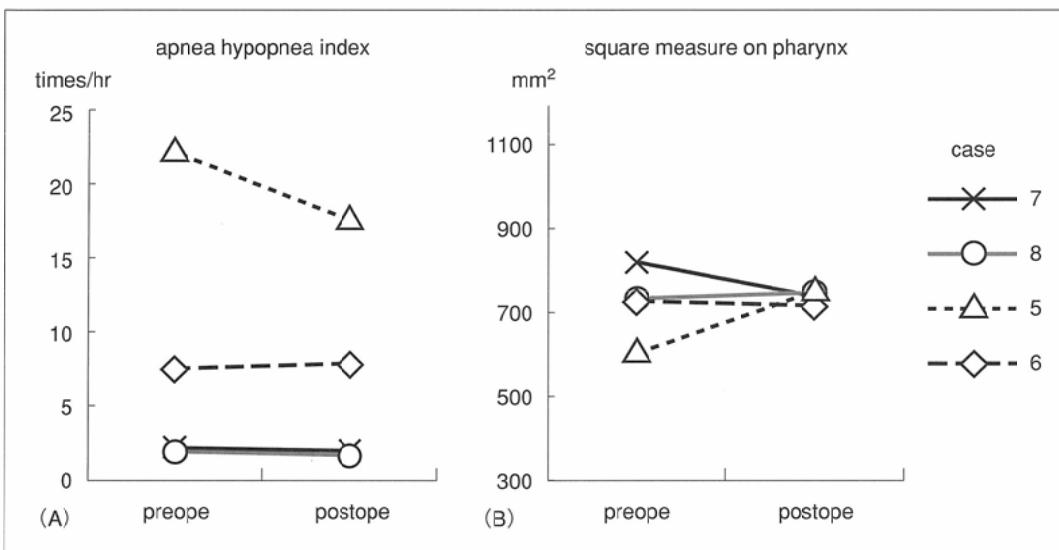


Fig. 5 Comparison among pre and post operation with 4 complex type

Table 3 Pre and post operation data of 4 complex type

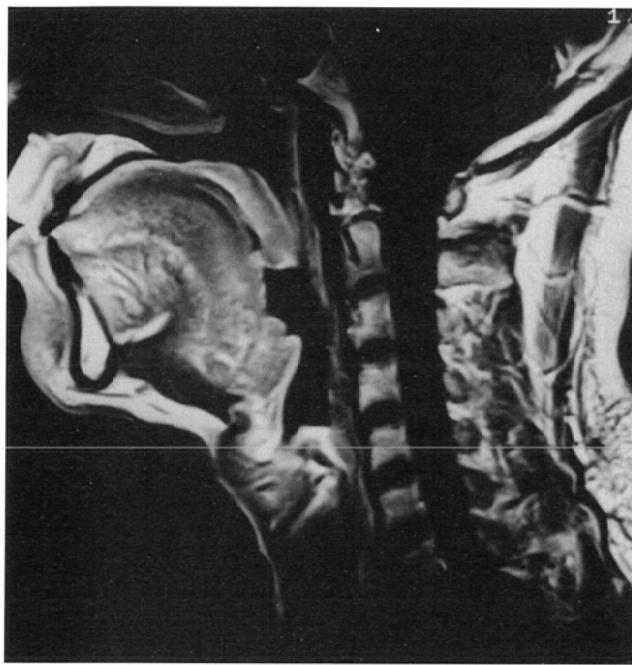
	Age	BMI	Pre ope AHI times/hr (#decreasing degree SaO <sub>2</sub> %)	Post ope AHI times/hr (#decreasing degree SaO <sub>2</sub> %)	Pre ope Square measure on pharynx mm <sup>2</sup>	Post ope Square measure on pharynx mm <sup>2</sup>	Sagittal Square measure on resected soft palate mm <sup>2</sup>
Case 5	49	31.8	22.3 (4.1)	17.5 (3.6)	712	754	102
Case 6	44	30.6	7.7 (3.9)	8.1 (1.2)	743	729	105
Case 7	39	20.8	2.1 (6.0)	2.0 (2.6)	844	745	96
Case 8	32	27.1	2.0 (4.4)	1.8 (1.2)	742	759	96

\* Pre ope: pre operation, \* Post ope: post operation, # decreasing degree SaO<sub>2</sub>%: awake SaO<sub>2</sub>-sleep SaO<sub>2</sub>

後咽頭腔面積の差は切除された軟口蓋断面積よりも大きかった。咽頭腔面積が縮小した1例では軟口蓋の開存は十分であったが、舌根狭窄を新たに生じていた。

Table 3に複合型4例の術前後の年齢、BMI、AHI、咽頭腔面積、切除された軟口蓋断面積を示す。複合型4例中3例で術後無呼吸指数は低下し、SaO<sub>2</sub>低下度は4例中4例で

改善していた。4例中2例で咽頭腔面積は拡大したが、残り2例は縮小した(Fig. 5)。咽頭腔面積が拡大した2例の術前後咽頭腔面積の差は切除された軟口蓋断面積よりも小さかった。咽頭腔面積が拡大した2例では軟口蓋は十分開存したが、舌根は狭窄していた。咽頭腔面積が縮小した2例では軟口蓋閉塞と舌根閉塞は残存していた。



(A)



(B)

Fig. 6 37 years old male A: Sagittal Gd-T1-weighted FSI(450/15)shows extension of the length of the uvula and thickness of the soft palate. The uvula touches the posterior wall of the pharynx, then obstructs the superior respiratory tract. There is no sinking of the root of the tongue.

B: Sagittal Gd-T1-weighted FSI(440/12)shows that the uvula is shortened and is opened on the superior respiratory tract. There is no sinking of the root of the tongue.

## 症 例

### 症例1 (Table 2 の Case 3)

37歳、男性。術前の症状は睡眠時無呼吸、鼾。

術前MRI所見：口蓋垂は延長し肥厚している。軟口蓋が咽頭後壁に接しており、上気道の閉塞を認める。舌根沈下は認めない。軟口蓋型と考えられた(Fig. 6A)。

術後MRI所見：軟口蓋は短縮されており、軟口蓋咽頭後壁間隙は開いている。明らかな舌根沈下はみられない(Fig. 6B)。

シネMRI画像のいずれの相でも狭窄は認められなかった。AHIは著明に低下し、術前の症状はすべて消失した。

### 症例2 (Table 3 の Case 6)

44歳、男性。術前の症状は睡眠時無呼吸、鼾、昼の眠気、全身倦怠感。

術前MRI所見：軟口蓋が咽頭後壁に接するのと同時に舌根も咽頭後壁と広く接している。複合型と考えられた。(Fig. 7A)

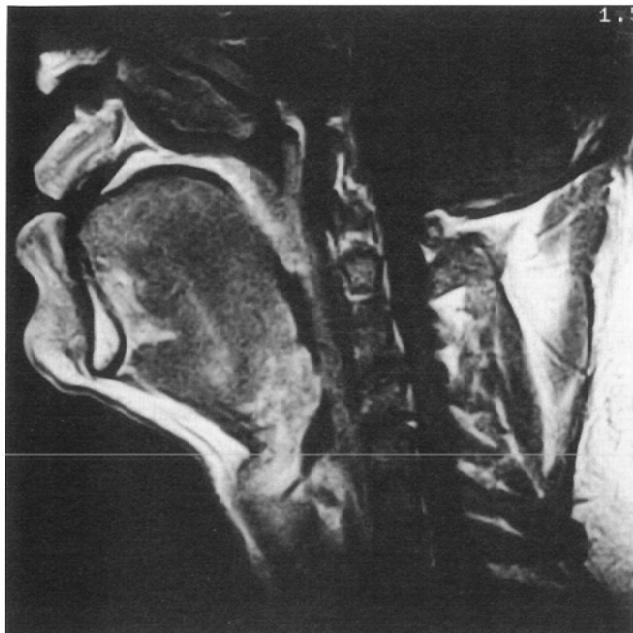
術後MRI所見：軟口蓋は短縮されているが舌根沈下による気道狭窄は残存し、短縮された軟口蓋は舌根側に牽引され、気道閉塞を認める(Fig. 7B)。

シネMRI画像では舌根沈下による気道狭窄は周期的に生じていた。AHIは術前に比べて増加したが、睡眠時SaO<sub>2</sub>の低下は術後ほとんどなくなっていた。自覚症状としての昼の眠気、全身倦怠感は改善した。他覚症状としての鼾は残存したが、鼾の音量は著明に低下した。

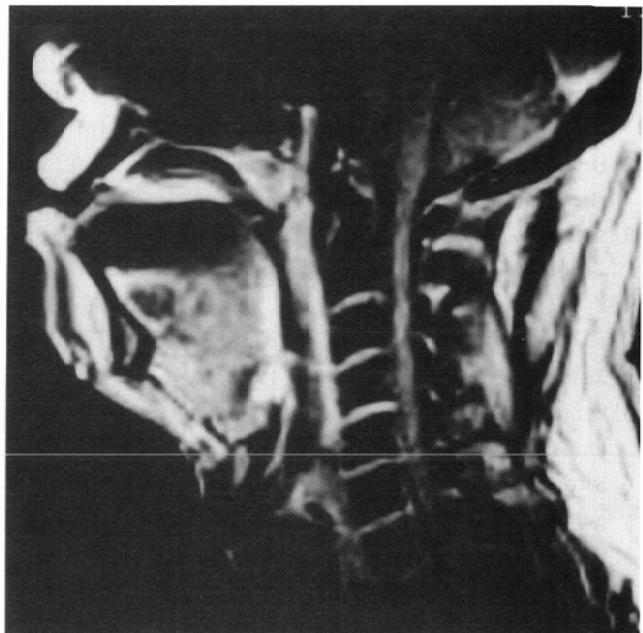
## 考 察

OSASの閉塞部位を診断することは治療方法を決定するにあたり非常に重要である。従来までの上気道の閉塞部位診断にはファイバースコープによる観察<sup>28)</sup>や上気道内圧測定<sup>29)</sup>などが行われてきたが、これらは手技の熟練性、麻酔等の前処置の煩雑さや患者の苦痛などの問題がある。非侵襲的な画像診断としては従来からX線透視<sup>30)</sup>や、cephalometry<sup>31)</sup>、音響echo法<sup>32)</sup>等が使用してきた。しかしX線透視や、cephalometryは断層画像ではなく、さまざまな像の重なりがあること、音響echo法は空間分解能が劣ることなどの欠点があった。また近年ではCT<sup>33)-35)</sup>は空間分解能が高く、断層画像であるため上気道の閉塞部位診断によく利用されていた。しかし横断像が主であり、上気道全体を一つの断面で描出困難、嚙下および体動によるアーチファクト出現等の問題がある。今回われわれは薬物睡眠下シネモードMRIを施行することにより、苦痛を与えることなく上気道を矢状断で描出可能であり、さらに薬物睡眠下でシネモードを使用することにより閉塞部位診断が可能であった。

以前より薬物睡眠下シネモードMRIは治療前の検査として無呼吸指数とともに比較検討されてきたが、視覚的評価のみであった。さらに術前後の軟口蓋長、舌上下長、舌前後長などの比較<sup>36)</sup>もされてきが、覚醒時のMRI矢状断像であり、無呼吸時の検討は施行されていない。OSASの改善評価方法として、現在のところわれわれが施行した薬物睡眠



(A)



(B)

Fig. 7 44 years old male A: Sagittal Gd-T1-weighted FSI(440/12) shows that the uvula touches the posterior wall of the pharynx and the root of the tongue sinks.  
B: Sagittal Gd-T1-weighted FSI(420/12) shows that the uvula is shortened, but the superior respiratory tract remains stenotic owing to sinking of the root of the tongue. This causes obstruction due to traction of the shortened uvula.

下シネMRIで術前後の咽頭腔の面積を検討した報告はされていない。

今回われわれの検討ではLAUP施行前後の無呼吸指数、咽頭腔面積とともに有意差をもって改善したが、これはKTPレーザー下軟口蓋形成術が軟口蓋型、複合型に対して有用であったことを示唆する。

咽頭腔面積が拡大した軟口蓋型3例の術前後咽頭腔面積の差は切除された軟口蓋断面積よりも大きかったが、これは軟口蓋閉塞によって生じた陰圧により牽引されていた上気道粘膜部分の面積が術後なくなったためと考えられる。

複合型4例における咽頭腔面積の拡大は軟口蓋型4例に比べ小さかったが、特に軟口蓋閉塞および舌根狭窄の残存を認めた複合型2例(Table 3のCase 6, 7)と舌根狭窄の出現を認めた軟口蓋型1例(Table 2のCase 4)において咽頭腔面積が縮小した原因是以下のことが考えられる。下顎の発達が悪い場合や、肥満などでもともと口腔咽頭腔が狭い場合は手術により口腔咽頭腔を解放しても相対的に舌が上下に大きくなり口腔咽頭領域を充満し咽頭腔は狭いま残る<sup>36)</sup>。特に複合型2例(Table 3のcase 6と7)では軟口蓋閉塞および舌根狭窄の残存を認めたが、これは狭いま残った咽頭腔が陰圧により切除された軟口蓋を下方に牽引することにより狭小化した咽頭腔に栓をするということが考えられる。さらにこの複合型2例(Table 3のCase 6, 7)では術後AHIがほとんど変化ないか若干増加していたにもかかわらず、睡眠時SaO<sub>2</sub>の低下が改善、平均無呼吸時間も著明に短縮し、全身倦怠感や昼間の眠気は改善していた。この原因としては以下のことが予想される。牽引された軟口蓋と舌根沈下により気道は閉塞していたが、これが術後比較

的早期であったため切除短縮された軟口蓋は過緊張の状態であり、軟口蓋は比較的短時間で咽頭狭窄による陰圧から開放されたのではないかと思われる。しかし術後1, 2年では局所の粘膜の緊張がなくなり、OSASが再発する<sup>37)</sup>ともいわれている。

このように術前後の咽頭腔面積の変化を閉塞部位と併せて調べることは術後の咽頭腔の状態を調べる一要因として有用であり、長期にわたり治療効果、病態を評価するうえで非侵襲的な薬物睡眠下シネMRIは有用と思われた。しかし問題点もいくつかあった。口蓋扁桃肥大例では舌根弛緩があっても咽頭後壁に接しないためMRI正中矢状断像での舌根の評価は困難であり、誤診断を何例か生じた。また下顎や後頸部の動きが強い症例ではモーションアーチファクトによる画像の劣化が激しいため画像評価困難であり、鼻咽頭ファーバースコープなどと併せた診断が必要であった。今後はこれらの問題点を解決する工夫が必要である。また今回手術症例が8例と少なかったため術前後の比較に多少難があった。今後は症例数の獲得により手術の適応および術前後の評価についてさらに詳しく検討していきたい。

## 結 語

薬物睡眠下シネMRIは非侵襲的でありOSASの閉塞部位診断に有用であった。軟口蓋型および混合型OSASはKTPレーザー下軟口蓋形成術前後の術後無呼吸指数および咽頭腔面積とともに有意差を認めた。しかしその治療結果は軟口蓋型の方が混合型より大きいと考えられた。

## 文 献

- 1) Gastaut H, Tassinari CA, Duron B, et al: Polygraphic study of the episodic diurnal and nocturnal(hypnic and respiratory) manifestations of the Pickwick syndrome. *Brain Res* 2: 167, 1966
- 2) Haase A: Snapshot FLASH MRI, application to T1, T2 and chemical shift imaging. *Magn Reson Med* 13: 77-89, 1990
- 3) 金沢博俊：閉塞型睡眠時無呼吸症候群のMRIによる診断の試み。耳鼻 41: 119-123, 1995
- 4) 周藤裕治, 中村希代志, 山根武史, 他: 睡眠時無呼吸症候群に対する超高速MRIの臨床応用(第一報)-上気道閉塞部位の診断。日磁医誌 12: 27-134, 1992
- 5) kamani YV: Laser CO<sub>2</sub> for snoring Preliminary results. *Acta Oto-rhino-laryngologika Belg* 44: 451-456, 1990
- 6) Strong MS, Jako GL: Laser surgery in larynx early clinical experience with continuous CO<sub>2</sub> laser. *Ann Otol Rino Laryngol* 81: 791-798, 1972
- 7) Zohar Y, Finkelstein Y, Bar-Ilan Y, et al: Uvulopalatopharyngoplasty; Evaluation of Postoperative Complications, Sequelae, and Results. *Laryngoscope* 101: JULY 775-779, 1991
- 8) Walker RP, Grigg-Damberger NM, Totton MC, et al: Laser-assisted uvulopalateplasty for snoring and obstructive sleep apnea; Result in 170 patients. *Laryngoscope* 105: 938-943, 1995
- 9) Mickelson SA: Laser-assisted uvulopalateplasty for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 106: 10-13, 1996
- 10) 高橋宏明：手術の治療、睡眠時呼吸障害。高橋宏明編。225, 1993, 金芳堂, 京都
- 11) 滝島 任, 三木 裕, 飛田 渉, 他: 簡易睡眠モニター装置の開発とその臨床応用。厚生省呼吸不全調査研究班, 昭和61年度調査報告書: 31-34, 1986
- 12) Wynne JW, Block AJ, Flick MR, et al: Disordered breathing and oxygen desaturation during sleep in patients with chronic obstructive lung disease. *Am J Med* 66: 573-578, 1979
- 13) Gould GA, Whyte KF, Douglas NJ, et al: The sleep hypopnea syndrome. *Am Rev Pesir Dis* 137: 895, 1988
- 14) Moser NJ, Phillips BA, Berry DT, et al: what is hypopnea, airway? *Chest* 105: 426, 1994
- 15) Douglas NJ, Thomas S, Mohammed AJ et al: Clinical value of polysomnography. *Lancet* 339: 347, 1992
- 16) 西村忠朗, 長谷川清一, 森島夏樹, 他: 睡眠時無呼吸症候群における超高速MRIによる閉塞部位診断と舌根正中切除術: 日気食会報 47: 101-106, 1996
- 17) Dayal VS, Phillipson EA: Nasal surgery in the management of sleep apnea. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 96: 550-554, 1985
- 18) Asakura K, Hori K, Kataura A, et al: Respiration-related movements of the nose in dogs. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 101: 122-128, 1986
- 19) Asakura K, Hori K, Kataura A, et al: Spontaneous nasal oscillation in dog; A mucosal expression of the respiration-related activities of cervical sympathetic nerve. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 104: 533-538, 1987
- 20) Catwright RD: Effects of sleep position on sleep apnea severity. *Sleep* 7: 110-114, 1984
- 21) McEvoy RD, Sharp DJ, Thornton AT, et al: The Effects of posture on obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 133: 662-666, 1986
- 22) White DP, Zwillich CW, Pickett CK, et al: Clinical sleep apnea; Improvement with acetazolamide therapy. *Arch Intern Med* 142: 1816, 1982
- 23) Tojima H, Kunimoto F, Kimura H, et al: Effects of acetazolamide in patients with the sleep apnea syndrome. *Thorax* 43: 113, 1988
- 24) Orr WC, Imes NK, Martin RJ, et al: Progesterone therapy in obese patients with sleep apnea. *Arch Intern Med* 139: 109, 1979
- 25) Sullivan CE, Issa FG, Eves L, et al: Reversal of obstructive sleep apnea by continuous positive airway pressure applied through the noses. *Lancet* 1: 862-865, 1981
- 26) Kuna ST, Bedi DG, Ryckman C, et al: Effects of nasal airway positive pressure on upper airway size and configuration. *Am Rev Respir Dis* 138: 969-975, 1988
- 27) Abbey NC, Block AJ, Green D, et al: Measurement of pharyngeal volume by digitized magnetic resonance imaging; Effect of nasal continuous positive airway pressure. *Am Rev Respir Dis* 140: 717-723, 1989
- 28) Borowiechi B, Pollak CP, Weitzman ED, et al: Fibroscopic study of pharyngeal air way during sleep in patients with hypersomnia obstructive sleep apnea syndrome. *Laryngoscope* 88: 1310-1313, 1978
- 29) Hudgel DW: Valuable site of narrowing among obstructive sleep apnea patients. *J Appl physiol* 61: 1403-1409, 1986
- 30) Suratt PM, Atsukinson DP, Armstrong P, et al: Fluoroscopic and computed tomographic features of the pharyngeal airway in obstructive sleep apnea. *Am Rev Pesir Dis* 127: 487-492, 1983
- 31) 望月高行, 岡本牧人, 藤田史郎, 他: 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
- 32) Rilvin J, Hoffstein V, Kalbfleisch J, et al: Upper airway morphology in patients with idiopathic obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 129: 355-360, 1984
- 33) Shepard JW, Thawley SE: Evaluation of the upper air way by computerized tomography in patients undergoing uvulo-palato-pharyngoplasty for obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 140: 711-716, 1989
- 34) Haponik EF, Smith PL, Bohlman ME, et al: Computerized tomography in obstructive sleep apnea. *AM Rev Respir Dis* 127: 221-226, 1983
- 35) 松田史郎, 朝倉光司, 中野勇治, 他: 成人閉塞型睡眠時無呼吸症候群患者のCT-Image analyzerを用いた咽頭腔の計測-. 耳鼻臨床 86: 1289-1295, 1993
- 36) 白井信朗, 川野和宏, 原 逸雄, 他: MRIによる閉塞型睡眠時無呼吸症候群手術改善群と非改善群に対する検討。耳展 40: 43-51, 1997
- 37) 藤田史郎: 睡眠時無呼吸症候群の手術的治療法。耳喉頭頸 61: 703-712, 1989