シンポジウム I

睡眠時無呼吸症候群—最近の進歩—

閉塞性睡眠時無呼吸の気道内圧測定と治療法の選択

宮崎 総一郎, 多田 裕之, 板坂 芳明
山川 浩治, 戸川 清

Upper Airway Pressure Measurement and Selection for Surgical Treatment of Obstructive Sleep Apnea

Soichiro Miyazaki, M.D., Hiroyuki Tada, M.D., Yoshiaki Itasaka, M.D.,
Koji Yamakawa, M.D., and Kiyoshi Togawa, M.D.

Department of Otolaryngology, Akita University School of Medicine, Akita

Precise identification of the site of obstruction in obstructive sleep apnea (OSA) is essential in the selection of good candidates for surgical treatment. Pressure measurements of the upper airway were performed in 76 OSA patients and 20 patients who underwent UPPP. By applying nasal continuous positive airway pressure (CPAP), artifactual data due to total airway collapse was avoided, and the site of obstruction could be confirmed by changing the CPAP pressure. In the baseline condition, 18 cases showed obstruction around the soft palate and 21 cases showed obstruction around the base of tongue. In the remaining 37 cases, both levels of obstruction were indicated. In the CPAP condition, 37 cases showed obstruction around the soft palate and 30 cases around the base of the tongue. The remaining 9 cases indicated both levels of obstruction. In the UPPP cases, 12 had showed more than a 50% reduction in the AHI (apnea+hypopnea index) after surgery (good responders), and 8 cases showed less than a 50% reduction in the AHI after surgery (poor responders). All of the good responders had showed an obstruction around the soft palate, and 50% of the poor responder had showed an obstruction around the base of the tongue before surgery. It is curious that 5 of the poor responders showed a remaining stenosis at the level of the soft palate after UPPP.

Key words : obstructive sleep apnea, upper airway pressure measurement,
CPAP, UPPP

I. はじめに

睡眠時無呼吸症候群の大半は末梢性の閉塞性睡眠時無呼吸 (OSA, obstructive sleep apnea) である。睡眠時無呼吸に伴う激しいいびき, 低

酸素状態, 睡眠障害は起床時の疲労感, 日中の眠気のみならず, 長期間にわたると高血圧, 不整脈, 多血症, 肺性心等の呼吸循環系の合併症をもたらすことが近年明らかにされてきた。OSA の病態としては, 睡眠時に上気道が咽頭部で閉塞または狭窄することである。咽頭は気道であると同時に食物の通過路である。気道として機能する際には, 咽頭腔は広く開大していな

秋田大学医学部耳鼻咽喉科

別刷請求: 〒010 秋田県秋田市本道1-1-1

秋田大学医学部耳鼻咽喉科 宮崎総一郎

なければならない。

一方、食物道として機能する際には、嚥下運動に伴い閉塞しながら押し込むように食物塊を食道に運搬していく。このような相反する機能を満たすため、咽頭は解剖学的に floppy な構造となっている。一方鼻腔と喉頭は骨および軟骨がフレームとなり、閉塞の起こりにくい構造となっている。結果として OSA で睡眠時に閉塞が起きる部位は咽頭部が大半を占める。咽頭腔を軟口蓋レベルで拡大する軟口蓋咽頭形成術 (UPPP, uvulo-palato-pharyngo-plasty) は、1981年に Fujita ら¹⁾によって睡眠時無呼吸症の外科治療として紹介され広く受け入れられてきたが、その治療成績は平均すると約50%前後である^{2,3)}。UPPP により著明に呼吸障害の改善する例もあるが、全く反応しない症例もかなりの程度存在する。治療成績を向上させるためには正確な閉塞部位診断が必要である。ここでは気道内圧測定からみた OSA に対する UPPP の適応について検討した。

II. 対象と方法

研究対象は、OSA にて睡眠検査 (ポリソムノグラフ) 時に気道内圧測定を実施した76例と UPPP を実施した20例である。76例の平均年齢は46.6歳、平均肥満度 (BMI) は26.6 kg/m²、平均無呼吸+低換気数 (AHI) は43.3/h であった。UPPP 症例の平均年齢は47.6歳、BMI は27.9 kg/m²、AHI は52.4/h であった。

睡眠検査 (ポリソムノグラフィー) は呼吸抑制の少ないと報告されているゾピクロン7.5 mg⁴⁾ を経口投与し、午前11:00から午後4:00 に実施した。ポリソムノグラフィーでは、睡眠脳波 (C₃-A₂, C₄-A₁, O₁-A₂, O₂-A₁)、眼球運動 (水平、垂直方向)、頤筋電図、心電図、酸素飽和度 (SaO₂)、ストレインゲージによる胸・腹部運動、サーミスタによる鼻・口の気流、体位、いびき音に加えて多点圧センサーによる連続気道内圧測定を行った。

OSA の睡眠時気道内圧測定に関しては、1986年の Hudgel の報告をはじめとしていくつかの内圧測定による報告⁵⁻¹¹⁾がある。著者らは気道内圧測定に、外径2.3 mm の柔らかいシリコンでカバーされた4チャンネル圧センサー

(Gaeltec 社製) を用いた。

センサーは経鼻的に挿入され、4個の圧センサーは図1のように、上咽頭、中咽頭 (口蓋垂下部)、下咽頭 (舌根下部)、食道下部に固定され、仰臥位側面レントゲン写真で正確な位置にあることを確認した。上咽頭圧 (Pepi) と中咽頭圧 (Pmeso) の圧差を見ることで軟口蓋部の閉塞状況を判定し、さらに中咽頭圧と下咽頭圧 (Phypo) を比較することで舌根部での閉塞状況を診断した。

図2はこのセンサーを利用して記録したものである。図2Aは、Pepi と Pmeso 間に圧差が存在し、軟口蓋部での閉塞が推定できる。図2Bでは Pmeso と Phypo 間に圧差があり、舌根部まで閉塞があることがわかる。図2Cは神経変性疾患により声門部での狭窄を認めた症例で、Phypo と Pmeso (食道内圧) 間に圧差が明らかに存在している。しかしこの方法では気道の閉塞

図1 気道内圧測定用のセンサーを経鼻的に挿入し、その位置確認のために仰臥位でレントゲン写真を撮影した

この写真では上咽頭 (Pepi)、中咽頭 (Pmeso)、下咽頭 (Phypo) のセンサーが写っているが、食道内圧センサー (Peso) は胸部食道下部に位置しているため写っていない。

図2 閉塞部位別の呼吸動態記録 (本文参照)

Airflow: 鼻・口よりの気流, Chest: 胸郭運動, Abdomen: 腹部運動, SaO_2 : 酸素飽和度, Pepi.: 上咽頭圧, Pmeso.: 中咽頭圧, Phypo.: 下咽頭圧, Peso.: 食道内圧

や、咽頭粘膜にセンサーが付着した場合にアーチファクトが引き起こされやすく、軟口蓋部と舌根部の両方で圧差を認めた場合に、よりどちらの部位が閉塞に関与しているかを判定するのは困難である。そこで経鼻的に持続陽圧呼吸 (CPAP, continuous positive airway pressure) をかけることで気道を徐々に開大または狭窄状態を作り出して閉塞部位診断を精密に行ってみた⁸⁾。

図3はCPAP圧12.5 cmH₂Oで上気道は完全に開大し狭窄は認められないが、CPAP圧を7.5 cmH₂Oに下げるとPmeso-Phypo間に圧差が生じた(舌根部での閉塞)。再びCPAP圧を上げると閉塞は次第に消失するので、繰り返し閉塞部位を確認することができた。

UPPP症例についてRileyの方法¹²⁾に準じて、頭部側面レントゲン写真によるセファロメトリーを実施した。検討した項目はPNS-P(軟口蓋長), MP-H(下顎-舌骨間距離), PAS(最小気道径), SNA(トルコ鞍-鼻根-上顎骨前端的な角度), SNB(トルコ鞍-鼻根-下顎前端的な

図3 CPAP条件下での呼吸動態記録

CPAPを適用しない時期には、Pepi-Pmeso間とPmeso-Phypo間に圧較差を認め、軟口蓋と舌根部の両方で閉塞を認める。CPAP圧が12.5 cmH₂Oでは各センサー間に圧較差を認めず、気道閉塞は消失している。CPAP圧を7.5 cmH₂Oに下げた状態では、Pmeso-Phypo間のみ圧較差が残存し、舌根部での閉塞が主原因であると診断した。

す角度), ANB(上顎骨前端-鼻根-下顎前端的なす角度)である。

UPPPの効果判定にあたっては, AHI(1時間当たりの無呼吸+低換気数)が手術後に50%以上減少した症例を有効例とし, 50%未満を無効例とした。

III. 結 果

表1に圧センサーを利用して診断した睡眠時無呼吸症76例の閉塞部位を示した。CPAPを利用しない場合(-CPAP)には, 軟口蓋部での閉塞が24%, 舌根部での閉塞が27%, 軟口蓋と舌根の両者が閉塞に関与していると判断された複合型は49%であった。CPAP条件下(+CPAP)では複合型と診断した例は12%に減少し, 軟口蓋型が49%, 舌根型は39%と診断された。

表2にCPAPを利用しない場合の閉塞部位診断がCPAP利用下でどのように変化したかを示した。-CPAPで軟口蓋部閉塞と診断した例は全例+CPAP条件下でも軟口蓋部閉塞を示した。-CPAPで舌根部閉塞と診断した17例では, 14例(82%)が+CPAPで舌根部閉塞と診断された。-CPAPで複合型閉塞と診断された37例に関しては, +CPAPで17例が軟口蓋部閉塞, 12例が舌根部閉塞に分別された。

UPPPによりAHIは52.4/hから31.7/hと40%減少し, 最低酸素飽和度(LSAT)は80.5%から87.2%に改善, 食道内圧(Peso)は-47.1 cmH₂Oから-26.7 cmH₂Oと44%の減少をみた。UPPP実施20例のうち有効例は12例(60%)で, 無効例は8例(40%)であった。

表3にUPPP前後のAHI, LSAT, Pesoの変化を有効群と無効群に分けてまとめた。有効群では手術後にAHIは81%減少し, LSAT, Pesoともに有意に改善した。無効群ではAHI, Pesoでは改善を認めないが, 換気努力(Peso)に関しては31%減少していた。閉塞部位に関しては, 有効群で12例全例が軟口蓋部での閉塞を示したが, 無効群では4例(50%)が軟口蓋部閉塞, 4例(50%)が舌根部閉塞であった。手術後の閉塞部位診断では, 無効群8例中5例で軟口蓋部閉塞, 3例で舌根部閉塞を認めた。

UPPP実施例のセファロメトリーの結果をみると, 無効例では有効例に比較して, 軟口蓋

表1 OSA 76例での閉塞部位診断

閉塞部位	-CPAP (%)	+CPAP (%)
軟 口 蓋	18 (24)	37 (49)
舌 根	21 (27)	30 (39)
複 合	37 (49)	9 (12)
計	76 (100)	76 (100)

表2 CPAPを利用しない場合(-CPAP)とCPAPを利用した場合(+CPAP)での閉塞部位診断

-CPAP			+CPAP		
軟 口 蓋	18	軟 口 蓋	18		
舌 根	17	舌 根	14		
		軟 口 蓋	2		
		複 合	1		
複 合	37	軟 口 蓋	17		
		舌 根	12		
		複 合	8		

表3 UPPP 前後の呼吸動態変化

		術 前	術 後	P
UPPP 有効例 N=12 Age 47.1歳	AHI	39.3	7.4	.0021
	LSAT	84.3	90.4	.0129
	Peso	-40.1	-17.7	.0003
UPPP 無効例 N=8 Age 48.3歳	AHI	72.0	68.2	n. s.
	LSAT	74.8	82.5	n. s.
	Peso	-57.5	-39.6	.0499

長(PNS-P)は有意に長く, また上顎と下顎の咬合差(ANB)の大きいことが明らかとなった。

IV. 考 察

OSAの外科的治療としてまず試みられたのはUPPPであった¹⁾。UPPPにより軟口蓋を短縮, 口蓋扁桃を摘出し, 咽頭の余剰粘膜を切除することで中咽頭腔を開大することができ有用であるとされた。しかし多数の施設でUPPPの追試をしたところ, 有効率は50%前後に留まり, 症例によっては全く無効である場合があった。

Gislasonら²⁾は34例でUPPPの有効性について検討した。UPPPにより全例でのAHIは43.9/hから24.4/hと44%減少し, 24例(65%)

で50%以上のAHI減少を認めた。そこでUPPP有効群(22例)と無効群(12例)に分けて有効性を左右する因子について検討したところ、UPPP有効群のAHIが32.7/hであったのに対し、無効群のAHIは64.6/hと高値であり、また肥満度(BMI)に関しては有効群の31.3 kg/m²に対し無効群では36.0 kg/m²であった。セファロメトリーでは、両群間でPNS-P, MP-H, PASで差異を認めなかったが、舌幅に関して有効群の51 mmに対し、無効群では55 mmと有意に広いものであった。GislasonらはUPPPは中等度以下の呼吸障害例が良い適応であり、高度障害例で舌幅の広い肥満例にはUPPPは適さないと結論している。われわれの分析でも、UPPP有効群は無効群に比し呼吸障害(AHI, Peso, LSAT)の程度が軽い結果であった。

しかしわれわれの症例でのセファロメトリーによる分析では、有効群のPNS-P(軟口蓋長)が無効群のそれより有意に短く、Gislasonらの結果とは異なっていた。普通に考えると軟口蓋を短縮するUPPPは、軟口蓋過長例に有効であってもよさそうであるが、実際には無効例でより軟口蓋の長かったことは、SASの病態を考える上で興味深い。

次にわれわれの上気道内圧測定によるOSA 76例での閉塞部位診断結果をみると、軟口蓋部閉塞は49%であり、この結果は閉塞部位を考慮しないでUPPPを実施した場合の有効率が50%前後であることの説明の一つになると推察する。しかしUPPP無効例8例中4例が、術前の閉塞部位診断で軟口蓋部閉塞を示しており、閉塞部位診断はUPPP適応を決める上で有用であるが、まだ確実な方法とはいえない。またShepardら⁷⁾の報告にもあるが、UPPP無効例では手術後においても、軟口蓋部での閉塞を半数以上で認めており、UPPPのみでは上咽頭から中咽頭部での閉塞を完全に除去できない例のあることが明らかとなった。

このようなUPPP失敗例についてWoodsonら¹³⁾は、口蓋骨を一部切除して軟口蓋を前方に引き寄せ口蓋レベルでの閉塞を防止する術式(transpalatal advancement pharyngoplasty)を提案しているが、長期成績はまだ出されてい

ない。複合型の閉塞症例やUPPP無効例に対しての外科的治療として、舌根部正中切除術、下顎骨切り術等があり、保存的療法としてはCPAP、下顎プロテーゼ、減量、睡眠体位指導等がある。下顎プロテーゼは睡眠時に下顎を前突することで気道閉塞を改善すると考えられている。

睡眠時無呼吸症の治療成績をあげるために、例えば複合型の閉塞部位を有する無呼吸症例に対して、UPPPで軟口蓋部の閉塞、狭窄を改善し、術後に下顎プロテーゼを使用して舌根部閉塞を防止することで上気道の閉塞を改善できるのではないかと考える。また肥満は睡眠時無呼吸症の重要な因子であり、減量のみで治癒する症例もときにあるが、多くの場合減量のみでは不十分で、外科治療を要する例が多く、裏返すと外科的治療成績をあげるためには減量は大切である。

V. ま と め

OSAの閉塞部位診断として圧センサーによる方法は非侵襲的で有用であるが、軟口蓋部の閉塞例でUPPPの無効例もあり、治療法選択にあたっては注意が必要である。

UPPPの良い適応例としては、閉塞部位が軟口蓋周辺に限局し、呼吸障害が中等度以下の症例である。

重症例で舌根部まで閉塞が及んでいる症例に関しては、治療を複合して適用することが必要と考える。

文 献

- 1) Fujita, S., Conway, W., Zorick, F., et al.: Surgical correction of anatomic abnormalities in obstructive sleep apnea syndrome: Uvulopalatopharyngoplasty. *Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 89: 923-934, 1981.
- 2) Gislason, T., Lindholm, C.E., Almqvist, M., et al.: Uvulopalatopharyngoplasty in the sleep apnea syndrome. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, 114: 45-51, 1988.
- 3) Lu, S.J., Yih, S., Shiao, G.M., et al.: Comparison between short term and long term post-operative evaluation of sleep apnoea after uvulopalatopharyngoplasty. *J. Laryngol. Otol.*, 109: 308-312, 1990.
- 4) 植木昭和, 渡辺繁紀, 山本経之・他: Cyclopyrrolone 誘導体 Zopiclone の行動薬理学的・脳波

- 学の研究. 福岡医誌, 74 : 550-567, 1983.
- 5) Hudgel, D.W. : Variable site of airway narrowing among obstructive sleep apnea patients. J. Appl. Physiol., 61 : 1403-1409, 1986.
- 6) Chaban, R., Cole, P., and Hoffstein, V. : Site of upper airway obstruction in patients with idiopathic obstructive sleep apnea. Laryngoscope, 98 : 641-647, 1988.
- 7) Shepard, J.W., and Thawley S.E. : Localization of upper airway collapse during sleep in patients with obstructive sleep apnea. Am. Rev. Respir. Dis., 141 : 1350-1355, 1990.
- 8) Miyazaki, S., Bauer, C., Kowall, J.P., et al. : Identification of the level of occlusion in obstructive sleep apnea. Sleep Res., 20 : 299, 1991.
- 9) Skatvedt, O. : Continuous pressure measurements in the pharynx and esophagus during sleep in patients with obstructive sleep apnea syndrome. Laryngoscope, 102 : 1275-1280, 1992.
- 10) Woodson, B.T., and Wooten, M.R. : A multisensor solid-state pressure manometer to identify the level of collapse in obstructive sleep apnea. Otolaryngol. Head Neck Surg., 107 : 651-656, 1992.
- 11) Katsantonis, G.P., Moss, K., Miyazaki, S., et al. : Determining the site of airway collapse in obstructive sleep apnea with airway pressure monitoring. Laryngoscope, 103 : 1126-1137, 1993.
- 12) Riley, R.W., and Guilleminault, C. : Cephalometric analysis and flow volume loops in obstructive sleep apnea patients. Sleep, 6 : 301-311, 1983.
- 13) Woodson, B.T., and Toohill, R.J. : Transpalatal advancement pharyngoplasty for obstructive sleep apnea. Laryngoscope, 103 : 269-276, 1993.