シンポジウム I

睡眠時無呼吸症候群—最近の進歩—

閉塞型睡眠時無呼吸症候群患者における上気道保持能について

— Somnofluoroscopy による観察 —

垣 鐸 典 也, 藤 原 裕 樹, 林 伊 吹
貞 岡 達 也, 金 井 龍 一, 高 橋 宏 明

Holding Activity of the Upper Airway in a Patient with OSAS
— Computerized Analysis of Somnofluoroscopic Images —

Noriya Kakitsuba, M.D., Yuki Fujiwara, M.D., Ibuki Hayashi, M.D.,
Tatsuya Sadaoka, M.D., Ryuichi Kanai, M.D., and Hiroaki Takahashi, M.D.

Department of Otolaryngology, Osaka Medical College, Osaka

It is well known that the upper airway is narrow in patients with obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) even when they are awake. During sleep, mesopharyngeal obstruction occurs due to glosptosis caused by muscular relaxation. Muscles of the tongue and muscles attached to the hyoid bone exert a great influence on the movement of the hyoid bone, and play an important role in this obstruction. Furthermore, it is also well known that the angle of the mouth opening is related to this obstruction.

Somnofluoroscopy was first performed to study obstructions and anatomical abnormalities over 10 years ago. However, we can also study physiological abnormalities by analyzing some continuous fluoroscopic images using a computer.

In order to analyze the movements of the tongue, the hyoid bone and the angle of the mouth opening during sleep, computerized analysis of fluoroscopic images was performed on a patient with OSAS.

The results showed that cooperative movements between the tongue and the hyoid bone, the tongue and the mouth opening did not occur during apnea or stenotic snoring.

Key words : tongue, hyoid bone, the angle of the mouth opening

I. はじめに

閉塞型睡眠時無呼吸症候群 (OSAS) 患者ではもともとの気道狭窄¹⁻⁵⁾に加え、睡眠による筋弛緩が舌根沈下を引き起こし、中咽頭閉塞を起

こす。この閉塞には舌筋群や舌骨筋群が大いに関与し、ひいては舌骨の運動に影響を与える。また、開口の有無が閉塞に関与するのもよく知られた事実ではある。にもかかわらず、これらの運動を定量的に解析した報告はほとんどない。

さて、somnofluoroscopy は OSAS 患者の閉塞部位あるいはその解剖学的要因を調べる目的

大阪医科大学耳鼻咽喉科学教室

別刷請求：〒569 大阪府高槻市大学町2-7

大阪医科大学耳鼻咽喉科 垣鐸典也

で10年以上前より行われてきた検査であるが、最近ではこの画像をコンピュータで解析することにより、生理学的要因をも知ることが出来るようになってきた。

そこで、われわれは過去に収録した somnofluoroscropy 画像を用いて、舌および舌骨運動、開口角度について画像解析を行い、2, 3の知見を得たので報告する。

II. 患 者

1991年8月から1992年5月までの間に、鼾や無呼吸を主訴とする19名の患者に対し、入院第1日目に終夜睡眠検査を、第2日目に somnofluoroscropy を実施した。その結果、11名の患者が OSAS と診断された。

コンピュータ解析を行ったのはこのうちの1人で、典型的な OSAS 患者である。

患者は32歳の男性。身長176 cm, 体重73 kg。BMI は23.6, Apnea Index は9.2であった。

III. 方 法

1. Somnofluoroscropy

患者の体位は仰臥位とし、Diazepam 10 mg 静注下に睡眠導入⁶⁾を行った。

レントゲン撮影は側面像とし、振動型鼾^{7,8)}

時、狭窄型鼾^{7,8)}時、閉塞型無呼吸時の3つの phase を約30秒ずつ透視し、これを video tape に収録した。

2. 画像解析

各 phase における側面画像を、それぞれ1/6秒毎に10秒間、すなわち60コマずつをパーソナルコンピュータ (Macintosh centris 660 AV) に取り込み、画像解析用ソフト (image version 1.47) を用いて、以下の解析を行った。

測定ポイントを図1に示す。

a) 舌後半面積

舌根沈下の程度を示す指標として、後鼻棘 (PNS) — オトガイ棘 (SM) — 舌骨前下端 (H) — 舌背に囲まれた斜線部の面積を測定した。

b) 後鼻棘—舌骨間距離

舌骨位置の目安として、後鼻棘と舌骨前下端との距離を測定した。

c) 開口角度

上顎中切歯先端と後鼻棘と下顎中切歯先端とによって形成される角度を測定した。

IV. 結 果

1. 舌根沈下面積

各 phase における60コマの舌後半面積の平均値を図2に示す。

舌根沈下は閉塞型無呼吸時、狭窄型鼾時、振動型鼾時の順に大きかった。

2. 舌根沈下と後鼻棘—舌骨間距離の経時的変化

3種類の phase における舌根沈下面積と後鼻棘—舌骨間距離の経時的変化を図3, 4, 5に示す。

図1 画像診断解析の測定ポイント
PNS: 後鼻棘, SM: オトガイ棘, H: 舌骨前下端,
V: 喉頭蓋谷下端。

図2 舌根沈下

図3 舌根沈下と舌骨位置の関係

図4 舌根沈下と舌骨位置の関係

図5 舌根沈下と舌骨位置の関係

閉塞型無呼吸時(図3)と狭窄型
 呼吸時(図4)には、舌根沈下の経時
 的变化を示す曲線と後鼻棘-舌骨間
 距離の経時的变化を示す曲線はほぼ
 同位相で連動した。すなわち、舌根
 沈下が大きくなるほど舌骨は尾側
 へ、舌根沈下が軽くなるほど舌骨は
 頭側へ移動した。

その振幅は閉塞型無呼吸時より狭
 窄型呼吸時の方が大きかった。

一方、振動型呼吸時(図5)には2
 本の曲線は完全な並行運動をせず、
 むしろ前半部分では相反する動きを
 示した。両曲線の振幅も前2者(図
 3, 4)ほど大きくはなかった。

3. 舌根沈下と開口角度の経時的 変化

3種類のphaseにおける舌根沈
 下と開口角度の経時的变化を図6,
 7, 8に示す。

閉塞型無呼吸時(図6)と狭窄型
 呼吸時(図7)には舌根沈下の経時的
 的变化を示す曲線と開口角度の経時的
 的变化を示す曲線は、先(図3, 4)
 と同様に、ほぼ同位相で連動した。
 また、その振幅も閉塞型無呼吸時よ
 り狭窄型呼吸時の方が大きかった。

一方、振動型呼吸時(図8)には2
 本の曲線は、先(図5)と同様に、
 完全な並行運動は認められなかつ
 た。両曲線の振幅も前2者(図6,
 7)ほど大きくはなかった。

V. 考 察

閉塞型無呼吸の発生要因として、
 1) 上気道の解剖学的形態異常¹⁻⁵⁾
 や、2) 上気道諸筋に対する神経調
 節機構や呼吸調節機構等の生理学的
 異常⁹⁻¹³⁾が指摘されている。

上気道の形態異常については、CT
 scan^{1,2)}やcephalometry³⁾あるいは
 mesopharyngometry⁴⁾によって検
 討され、口峽や舌根部での著しい狭
 窄が証明されている。最近では、

図6 舌根沈下と開口角度の関係

図7 舌根沈下と開口角度の関係

図8 舌根沈下と開口角度の関係

MRI⁵⁾ による検討も盛んである。その結果、これらの狭窄の大半は肥満が原因で生じるとされているが、非肥満者においても小顎や下顎後退、口蓋扁桃肥大、巨大舌等が存在すると、やはり

上気道狭窄を生じる。

一方、生理学的異常については、Remmers ら⁹⁾ や Harper ら¹⁰⁾ の研究がある。

従来より、皿電極で頤下筋群の筋活動を測定すると、正常人では、筋電図上、background activity と呼ばれる持続した筋放電が観察されることが知られていた。これは、覚醒時の振幅が最も強く、non-REM I, II, III, IV期の順に減弱し、REM 期にはほとんど消失する。一方、これとは別に、針電極で頤舌筋の測定を行うと、呼吸運動に際し、吸気運動の前半に瞬間的な筋の収縮運動が起こることが Remmer や Harper によって確認された。この瞬間的な収縮運動は、transient burst と呼ばれ、覚醒中はもちろん、睡眠中にも認められる。そして、この現象は吸気時の陰圧によって生じる舌根沈下を防止する生体反応であると解釈されている。

ところが、OSAS 患者ではこの transient burst が、無呼吸に一致して完全に消失することが確認された。しかし、無呼吸終了間際には transient burst が再発し、呼吸が再開される。すなわち、閉塞型無呼吸の一因は transient burst の一次的欠落であると結論された。

最近、transient burst の発現には、上気道に存在するとされる呼吸 receptor が関与するのではないかと考え¹¹⁻¹³⁾ が強まっている。ただし、この receptor は解剖学的にその実在が証明されたわけではなく、上気道を十分に表面麻酔した正常人では睡眠時無呼吸が有意に増加する、といった実験的事実に基づく。

さて、以上の歴史的事実を踏まえて、今回の画像解析結果を勘案すると、振動型鼾時、狭窄型鼾時、閉塞型無呼吸時の各 phase における、呼吸と上気道保持能に関する興味深い知見が得

られる。

なお、振動型鼾とは主に軟口蓋振動が原因で生じる鼾で、基本周波数は30~150 Hz 程度である。これに対し、狭窄型鼾とは舌根沈下や扁桃肥大が原因で生じる鼾で、狭窄した狭い空間を無理やり空気が流れる際に生じる音で、基本周波数は500Hz 程度に達する⁹⁾。

本症例の場合には、軟口蓋振動による振動型鼾と舌根沈下による狭窄型鼾が生じた。

閉塞は軟口蓋レベルで起こった。

さて、まず、舌根沈下と後鼻棘-舌骨間距離の経時的变化に注目すると、閉塞型無呼吸時には両者が同位相で連動する結果が得られた。閉塞型無呼吸時には頤舌筋の筋放電がほぼ消失する⁹⁾、との従来の報告を勘案すると、この両者の曲線は胸腹壁の呼吸運動、換言すれば食道内圧変動に同期した完全な受動運動であると考えられる。

狭窄型鼾時にもほぼ同様の結果が得られた。が、その振幅は閉塞型無呼吸時より増大していた。これは、食道内圧が閉塞型無呼吸時より強いことを示唆する。ただし、今回の閉塞型無呼吸時の解析時期は無呼吸の中期であったためであり、もし無呼吸解除直前を解析すれば、その振幅はもっと大きくなったであろうと思われる。

これに対し、振動型鼾時には両者の曲線に位相差が生じた。しかも、その振幅は前2者よりも小さかった。これは、舌および舌骨筋群の緊張が前2者よりも強いことを示唆する。すなわち、background activity が閉塞型無呼吸時や狭窄型鼾時より強い。さらに、この位相差は、吸気圧による舌根沈下に対し、舌および舌骨筋群が能動的に収縮 (transient burst) し、舌根沈下を防止しようとする、生体の防衛反応が働いていると解釈できる。すなわち、transient burst が周期的に起こっており、したがって、正常人に近い反応であると言える。

次いで、舌根沈下と開口角度に注目すると、各 phase における曲線の動きは、前者とほぼ同様の結果が得られた。すなわち、開口閉口に関与する咬筋等も舌筋群と同様の筋活動の変化をしていることが示唆された。

今回の結果は、従来の報告を画像的に捕らえ

たことに意義があるのだが、呼吸曲線や食道内圧、筋放電などの同時測定を行っていないため、これらと舌骨運動や舌根沈下、開口角度との詳細な関連は不明である。

たぶん、閉塞型無呼吸中には食道内圧曲線と完全に同期した舌骨運動曲線と舌根沈下曲線、開口角度曲線が描かれるであろう。しかし、狭窄型鼾時には呼吸運動や食道内圧曲線に若干の時間的遅れをもって、これらの曲線が追隨するであろう。さらに、振動型鼾時には完全な位相差を生ずるものと予想する。

VI. ま と め

1) 舌根沈下は振動型鼾、狭窄型鼾、閉塞型無呼吸の順に強くなる。

2) 閉塞型無呼吸時は当然として、狭窄型鼾時にも transient burst が欠如することを示唆する所見が得られた。

3) 開口閉口に関与する筋群も、睡眠時には舌筋や舌骨筋群と同様の筋活動の変化をすることが示唆された。

本論文の要旨は第47回日本気管食道科学会総会(1995年、名古屋市)において口演した。

文 献

- 1) Haponik, E., Smith, P., Bohlman, M., et al. : Computerized tomography in obstructive sleep apnea. Am. Rev. Respir. Dis., 127 : 221-226, 1983.
- 2) Bohlman, M., Haponik, E., Smith, P., et al. : CT demonstration of pharyngeal narrowing in adult obstructive sleep apnea. AJR, 140 : 543-548, 1983.
- 3) Reily, R., Guilleminault, C., Herran, J., et al. : Cephalometric analyses and flow-volume loops in obstructive sleep apnea patients. Sleep, 6(4) : 303-311, 1983.
- 4) 藤原裕樹, 垣鏑典也, 高橋宏明 : 中咽頭計測法によって得られた閉塞性睡眠時無呼吸症候群患者の解剖学的特徴. 日気食会報, 44 : 20-26, 1993.
- 5) Horner, R.L., Mohiaddin, R.H., Lowell, D.G., et al. : Sites and sizes of fat deposits around the pharynx in obese patients with sleep apnea and weigh matched controls. Eur. Respir. J., 2 : 613-622, 1989.
- 6) 垣鏑典也, 貞岡達也, 本山壮一 : Sleep apnea syndrome 及び鼾の簡易検査法. 耳鼻臨床, 81 :

- 423-431, 1988.
- 7) 高橋宏明: 鼾の診断と治療. 医療, 23: 1-8, 1969.
 - 8) 垣鐔典也: 鼾の睡眠深度別発現頻度と音源に関する研究. 耳鼻臨床, 補冊39: 1-31, 1980.
 - 9) Remmers, J.E., DeGroot, W.J., Sauerland, E. K., et al.: Pathogenesis of upper airway occlusion during sleep. J. Appl. Physiol., 44: 931-938, 1978.
 - 10) Harper, R.M., and Sauerland, E.K.: The role of the tongue in sleep apnea. In: Sleep Apnea Syndrome (edited by Guilleminault, C.), pp.219-234, Alan, R. Inc., New York, 1978.
 - 11) Zwillich, C.W., Pickett, C., Hanson, F.N., et al.: Disturbed sleep and prolonged apnea during nasal obstruction in normal men. Am. Rev. Respir. Dis., 124: 158-160, 1981.
 - 12) Tanaka, Y., and Honda, Y.: Nasal obstruction as a cause of reduced PCO_2 and disordered breathing during sleep. J. Appl. Physiol., 67: 970-972, 1989.
 - 13) Chadwick, G.A., Crowley, P., Fitzgerald, M. X., et al.: Obstructive sleep apnea following topical oropharyngeal anesthesia in loud snorers. Am. Rev. Respir. Dis., 143: 810-813, 1991.