

睡眠時無呼吸症候群の覚醒時スクリーニング手法の開発

—疑似いびき音と首を主体とした気道の関係—

○吉澤 昌純、大柴 哲郎、鈴木 優維（都立産技高専）

Development of waking screening technique of obstructive sleep apnea syndrome

- Relationship between airways mainly neck part and pseudo snoring sound -

Masasumi YOSHIZAWA, Tetsuro OHSHIBA, Yuui SUZUKI

(Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology)

1. はじめに

現在、閉塞型睡眠時無呼吸症候群（obstructive sleep apnea syndrome: OSAS）による運転時の急な眠気による交通事故が社会問題となっている。通常、確定診断にはポリソノグラフィーを用いた入院による検査が必要となり、大掛かりとなる。当初、健常者であっても、生活習慣によっては年限の経過により罹患する恐れがある。このため、その発見には継続した検査が必要で、定期的な実施できる簡便なスクリーニング手法が望まれる。そこで我々は、覚醒時に疑似いびき音（いびきを真似て発声）を用いて気道の状態を検査し、健康診断等の集団検診に用いる事のできるスクリーニング手法を検討している¹⁻²⁾。今回、その概要と、最新の研究成果として首を主体とした気道の状態が疑似いびき音に与える影響について報告する。

2. 覚醒時検査手法の現状²⁾

OSASにおける器質的原因としての咽頭の閉塞パターンを知るため、久留米大学医療センターの菊池らは、上咽頭からファイバーで観察しながら、いびき音テスト（覚醒時に疑似的にいびき音を出し、咽頭の閉塞パターンを観察する）を行い、咽頭の閉塞を前後型、左右型、全周型の3パターンに分けている³⁻⁴⁾。また、徳島大学の研究グループにより経鼻ファイバースコープを用いて中咽頭の動的狭窄を定量的に評価する試みが行われている⁵⁾。このように、覚醒時でも咽頭の閉塞状態を、いびき音テストや動的狭窄の定量化により評価してOSAS診断への有用な情報を得る試みが研究されている。しかし、これらの方法では経鼻ファイバーによる直接的な観察が必要なため、健康診断等の集団検診には向かない。

3. 提案スクリーニング手法の概要²⁾

覚醒時の疑似いびき音によるOSASのスクリーニング検査を可能にするためには、咽頭の動的、静的な閉塞状態と疑似いびき音の特徴との関連付けを行う必要がある。

3. 1 疑似いびき音のフォルマント周波数解析

フォルマント周波数とは、気道の共振周波数を言い、低いものから順に第一フォルマント、第二フォルマントと呼ばれる。人間が発声する際、気道の形状を変えフォルマント周波数が変化し、「あ」、「い」といった音声を生じる。今回、いびき音の周波数解析には線形予測法を用いた。線形予測法で用いられるモデルは数種類あり、今回はその中でも、音声解析などの時系列信号解析によく用いられる自己回帰モデルを使用した。

3. 2 静的な閉塞状態の検出

最大となる中咽頭の面積とBMI（body mass index）は有意な負の相関を示す事⁵⁾、および、BMIとOSASが相関する事⁵⁾が指摘されており、疑似いびきにより中咽頭を含む気道の静的な状態を第一フォルマント周波数の値により定量的に評価できれば、OSASの診断のための指標に活用できる。

3. 3 動的な閉塞状態の検出

疑似いびきは、軟口蓋や舌根が呼吸をしたときに振動する現象であり、その音程は気道の形や大きさ、長さにより異なる。座っている状態から姿勢を変化させると、軟口蓋や舌根の形状が重力により変形し、加えて、それらを支える筋肉の弛緩状態が時間とともに変化し、変形が進むことが考えられる。このため、姿勢を変えた時、およびその経過時間による、疑似いびき音の第一フォルマント周波数の変化が気道の動的な閉塞しやすさを示す指標になると考えられる。

4. 実験方法

まず、静的な診断情報の取得を目途として、気道の状態が疑似いびき音に反映されるか確認する

ためBMIと疑似いびき音の第一フォルマント周波数の関係を検討した。次に、動的な診断のために姿勢変化をさせた時の、首の太さ、首の長さによる疑似いびき音の第一フォルマント周波数を解析し、首を主体した気道と疑似いびき音の関連について検討した。

被験者には3時間の絶飲食をしてもらい、座位、仰臥位、仰臥位になって1分後(仰臥位1)、仰臥位になって2分後(仰臥位2)の4つの状態で疑似いびき音の計測を行った。それぞれの状態で疑似いびきを3回ずつ発声させ、マイクを用いてPCに録音し、MATLABにて解析した。線形予測法を使い、疑似いびきをある一定区間で切り取り第一フォルマント周波数を得た。発声3回を平均しそれぞれの姿勢の値とした。被験者は40名とした。計測後、首の長さ、太さについての計測を行った。

5. 結果と考察

図1にBMIの変化と第一フォルマント周波数の変化を示す。図からどの姿勢でも第一フォルマント周波数がBMIに比例していることが分かり、前述の中咽頭の最大値と同様の傾向を示すことが確認できた。

図2に首の長さ第一フォルマント周波数の関係を、図3に首の太さと第一フォルマント周波数の関係をそれぞれ示す。相関係数は表1のようになり、首の長さ第一フォルマント周波数には相関があまりない事が分かった。これに対して、首の太さでは、座位、仰臥位1には強い相関がみられ、仰臥位0、仰臥位2ではやや相関がある傾向がみられた。

そこで、被験者の首の太さの平均をとり、平均より首の細い群、太い群にわけ、それぞれの平均に差があるかをT検定により調べた。その結果、座位時のフォルマント周波数のみ有意水準5%で有意差が認められた。このことから、首の太い場合、姿勢変化に多少遅れて気道が閉塞する傾向があることが分かった。

6. まとめ

BMIが大きい方が疑似いびき音の第一フォルマント周波数が大きくなる傾向が確認できた。また、首の太さが気道の動的な閉塞に関連する傾向が確認できた。今後、OSAS患者についての検討を行う予定である。

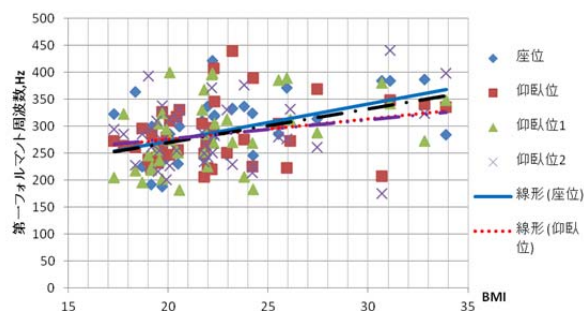


図1. BMIと第一フォルマント周波数

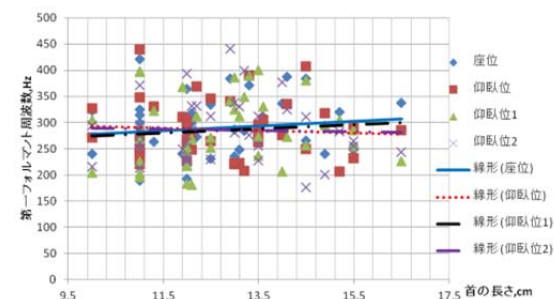


図2. 首の長さ第一フォルマント周波数

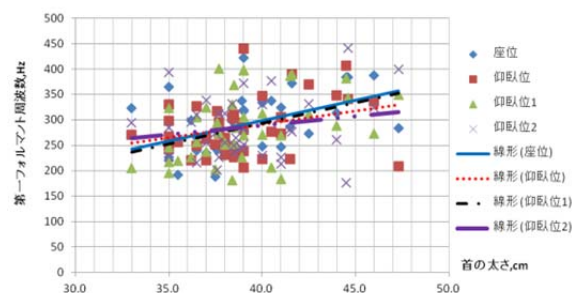


図3. 首の太さと第一フォルマント周波数

表1. フォルマント周波数と首の相関関係

(a) 首の長さ

| 姿勢 | 相関係数 |
|------|---------|
| 座位 | 0.0682 |
| 仰臥位 | -0.0962 |
| 仰臥位1 | 0.114 |
| 仰臥位2 | -0.0341 |

(b) 首の太さ

| 姿勢 | 相関係数 |
|------|-------|
| 座位 | 0.458 |
| 仰臥位 | 0.298 |
| 仰臥位1 | 0.398 |
| 仰臥位2 | 0.200 |

参考文献

- 1) 吉澤ほか：第51回日本臨床生理学会総会抄録号, 02-12, p.62, 2014.11. 他.
- 2) 吉澤：睡眠マネジメントー産業衛生・疾病との係わりから最新改善対策まで, (株)エヌ・ティーエス刊行, pp. 322-328, 2014. 11.
- 3) 菊池淳ほか：日耳鼻, 109, pp. 668-674 (2006).
- 4) 菊池淳：日本臨床生理学会誌, 43(2), pp.53-61 (2013).
- 5) 徳島大学:
<http://www.toku-oto.umin.jp/group06.html>, 平成28年5月2日掲載確認.