

## 空気動圧センサによる呼吸監視の試み

寶田 貫, 入船 正浩, 遠藤 千恵\*  
 清水 慶隆, 小林 恵子\*, 坂田 恵子\*  
 菊地 伸仁, 齊田 拓也, 鬼塚千織子  
 河原 道夫

### Approach to the Monitoring of Respiration by Dynamic Air-pressure Sensor

Tohru Takarada, Masahiro Irifune, Chie Endo\*, Yoshitaka Shimizu, Keiko Kobayashi\*,  
 Keiko Sakata\*, Sinji Kikuchi, Takuya Saida, Chiori Onizuka and Michio Kawahara

(平成17年9月30日受付)

#### 緒 言

歯科治療は口腔を対象とするため、患者は治療中、口で呼吸をすることを抑制されている。また、治療用器具、器材や薬剤、注水式切削器具の水、観血的処置に伴う血液などによって、絶えず気道が閉塞される危険性がある。さらに、歯科治療時の精神的緊張を和らげ、快適で円滑な歯科治療を行うために応用される精神鎮静法では、投与される薬剤の影響により呼吸抑制をきたす場合がある<sup>1)</sup>。

このように、歯科治療自体が呼吸に大きな影響を与える行為であるため、治療中の呼吸のモニタリングは欠かせない。基本的な呼吸監視の方法は、患者の胸郭の上下運動、皮膚・粘膜の色の監視、さらに呼吸音の聴診などが挙げられる<sup>2)</sup>。しかしながら歯科治療中は、ラバーダム装着・患者用エプロンの装着、小手術時には頭頸部への覆布など呼吸監視を妨げる要因が多い。本研究で用いた空気動圧センサは、呼吸によって生じた微細な体重移動を呼吸波形して捉えるため、測定器具を直接身体に装着することなく呼吸状態を計測することが可能であり、無呼吸症候群の診断への利用が報告されている<sup>3)</sup>。

今回、この空気動圧センサにより測定される呼吸波形に注目し、歯科臨床での呼吸監視への利用の可能性を検討した。

#### 対象および方法

##### 1. 対 象

呼吸系疾患の既往の無い健康成人ボランティア2名を対象とした。実験前に、被検者に対して実験に対する詳細な説明を行い、実験に参加することに同意を得た。

##### 2. 測定器具

空気動圧センサ (Respiratory heart baet meter RHR21, ADVANCE Co., LTD., Tokyo, Japan) は生体の微妙な振動や動きを捉える動圧発生部位 (エアパッド) と、圧変動を圧電素子により電圧に変換する動圧検出部から構成される。動圧発生部と動圧検出部の間はチューブで接続されている。動圧発生部の形状は、ウレタン素材の袋状のセンサで、空気層を確保するために内部にスポンジを封入してある。本研究では、25×25×4 (W×D×H) mm の大きさのエアパッドを使用した。空気動圧センサの周波数特性は 0.1 Hz ~ 1 kHz で、出力電圧は 1 V/kPa である。(図1)

エアパッドを被検者の腰部中央に位置するようにデンタルチェアのバックシート上に設置し、呼吸運動によって生じる体重移動を圧データとして計測した。エアパッドで検出した圧データ信号から、呼吸情報として 0.15~0.47 Hz の帯域を選択した。圧データは A/D 変換した後、データ収録システムに取り込み (MacLab/4c, AD Instruments, U.S.A.), 呼吸波形および時間積分化した波形を表示した。(Chart software, AD Instruments, U.S.A.)

広島大学大学院医歯薬学総合研究科展開医科学専攻病態制御医学講座 (歯科麻酔学) (主任: 河原道夫教授)

\* 広島大学病院口腔再建外科歯科麻酔科 (科長: 河原道夫教授)

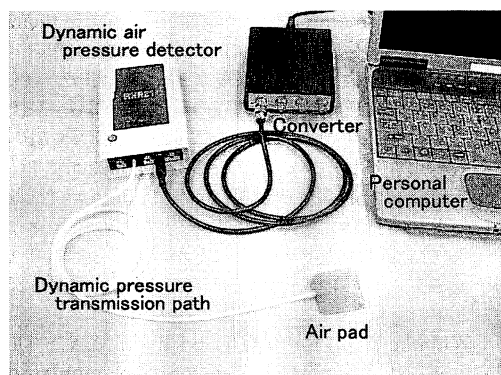


図1 Dynamic air-pressure sensor system

### 3. 測定方法

被検者は水平位のデンタルチェア (Spaceline 525 Type 90, J. MORITA MFG. CORP, Kyoto, Japan) に横たわり、仰臥位にて呼吸圧データを測定した。

しばらくの安静状態 (安静呼吸) の後、2回の深呼吸、10回程度の安静呼吸、5回の徐々に深くなる呼吸を指示し、その後再び安静状態をとり測定を終了した。

## 結 果

測定結果を図2に示した。

上段は呼吸波形であり、下段はその時間積分波形である。吸気時には胸郭・腹部は膨張するため圧センサはプラスの圧を受け呼吸波形は上向きとなり、逆に呼気時は下向きとなる。呼吸波形を時間積分化した波形は、上昇部分が吸期、下降部分が呼期となる。両被検者とも、波形により呼吸パターンを視覚的に把握する

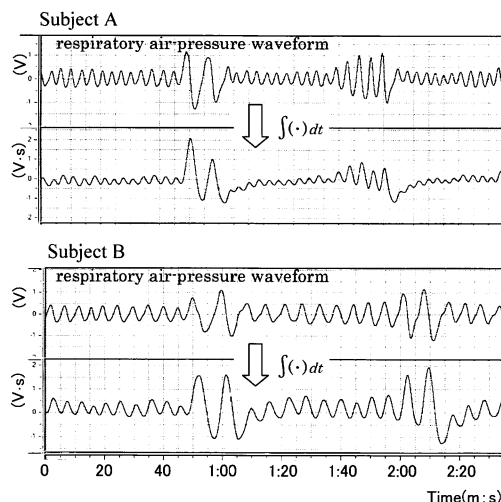


図2 Respiratory air-pressure waveform and its integral waveform

ことができた。さらに、下段の時間積分波形では1呼吸毎に呼吸の深さの変動を知ることが可能であった。

## 考 察

歯科治療中、特に精神鎮静法応用時の呼吸のモニタリングは不可欠である。呼吸状態の把握には、従来の方法に加えて、カプノメータやパルスオキシメータなどのME機器を利用する方法がある<sup>4)</sup>。しかしながら、これらの機器は各種センサを直接患者の身体に装着するため、患者に不快感を与えたり、また患者の体動等により測定が正確にできない場合がある。呼気サンプリングによるカプノグラムは、口呼吸の人や鼻閉のある人では測定不可能<sup>5)</sup>であり、パルスオキシメータでは、センサを装着する手指の動きにより測定が不安定になる。

今回検討した空気動圧センサは、生体信号取り込み部分を直接身体に装着することなく呼吸状態を計測することが可能な機器であり、被検者は生体情報を計測されていることを意識することなく、無侵襲・無拘束な状態での計測が可能である。この空気動圧センサによる生体信号検出法は、被測定者の体重の一部が各種生体信号に基づいて変動することを利用している。図2に示したように、呼吸波形は呼吸運動による圧変動を一呼吸毎に表示しており、リアルタイムでの呼吸監視が可能であった。また呼吸波形を時間積分化した波形は、その振幅が呼吸の深さの指標となるため、この積分波形により呼吸の重要要素である、速さ、深さ、リズムを視覚的に判断することが可能であった。

換気は横隔膜-胸郭運動であり、それぞれの動きの大きさと両者の位相差によって換気運動は規定されている<sup>6)</sup>。従って換気運動の評価は、respiratory inductive plethysmographで代表されるように、胸部と横隔膜成分の2成分から総合的に判断する<sup>7)</sup>ことが多い。本研究ではセンサーを腰部1ヶ所だけに設置したため、横隔膜成分の動きのみを測定している可能性が高い。空気動圧センサにより換気量の絶対的な変化を見るためには、少なくとも胸部にセンサを追加して呼吸圧波形を測定する必要がある。

## ま と め

今回、新しく開発された空気動圧センサを用いて、歯科治療中の呼吸状態のモニタリングの可能性について検討した。結果、空気動圧センサによって導出された呼吸波形の時間積分波形により、呼吸パターンを視覚的に把握することができた。空気動圧センサは、歯科臨床での呼吸監視に有効なモニタリングになりうると考えられた。

## 文 献

- 1) 高杉嘉弘：呼吸状態の把握：歯科臨床医のための疼痛管理と全身管理の基本，学建書院，東京，pp 59-62，2000.
- 2) Malamed, S.F., Quinn, C.L.: *Monitoring. Sedation, A Guide to Patient Management*. 3rd Ed., Mosby-Year Book, St. Louis, Missouri, pp. 63-90, 1995.
- 3) Miyazaki, S., Komatsu, N., Takashima, M., Tanaka, T., Itasaka, Y., Yoshizaki, K.: Using an air-pad sensor for the diagnosis of sleep apnea: A trial study. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, **56**, 315-316, 2002.
- 4) Crowell, R.J., Dilley, D.C., Lucas, W.J., Vann, W.F. Jr.: A comparison of conventional versus electronic monitoring of sedated pediatric dental patients. *Pediatr Dent*, **17**(5), 332-339, 1995.
- 5) 富岡重正，大下修弘，栗尾富子，高石和美，江口覚，中條信義：歯科治療時の静脈内鎮静法における呼気ガスサンプリングチューブ NAZORCAP™ の有用性. 日歯麻誌，**28**(2)，223-226，2000.
- 6) 千原幸司：形態構造と換気力学：chest wall と肺一相互関係の異変と修復一，呼吸のバイオロジー：なぜ呼吸は止められるか，メディカル・サイエンス・インターナショナル，東京，pp 20-25，2004.
- 7) Wilhelm, F.H., Roth, W.T., Sackner, M.A.: The lifeShirt. An advanced system for ambulatory measurement of respiratory and cardiac function. *Behave Modif*, **27**(5), 671-691, 2003.