

Respiratory inductive plethysmographyを用いた、乳児
の呼吸に関する検討

国立小児病院麻酔科

宮坂勝之、近藤陽一、鈴木毅

要約：正常乳児の呼吸状態をRespiratory inductive plethysmography (RIP) を用いて評価し、さらに乳児突然死症候群 (SIDS) 関連患者と比較した。正常乳児は10例、SIDS関連患者は5例であった。両群間にMann-Whitney U 検定を行った場合、Total Compartment Displacement・一回換気量-1において有意差を認めたが、呼吸数、%Rib Cage、動脈血酸素飽和度、脈拍数においては有意差を認めなかった。RIPは、呼吸パターンの変化を知れるため、今後、新たな研究成果を期待でき、さらにはより安定した在宅モニターとしての可能性を有する。

見出し語：Respiratory inductive plethysmography(RIP)、乳児突然死症候群(SIDS)、呼吸パターン、在宅呼吸モニター

はじめに

現在、乳児突然死症候群 (以下SIDS) で、多くの幼い命が失われている。しかしながらその発症については、さまざまな原因が唱えられているが、現時点では、それを突き止めるには至っていない。一方では、乳児の呼吸停止がみられるといっても、正常な乳児の呼吸パターンが十分調査されていないのも事実である。我々は、乳児の正常な呼吸状態を把握し、そのなかからあるいは、SIDSの原因の手がかりとなる情報を得られないかと考えた。

方法

この検査の対象は、外鼠径ヘルニアの手術前日、国立小児病院に入院した、生後3ヵ月以下の乳児で、両親にこの検査への理解と協力を得られたものとし、これを正常群とした。これらの乳児には、妊娠、分娩、生後手術に至るまでヘルニア以外特に合併症がなく、また嵌頓歴もないものとし、できる限り、正常乳児に近い呼吸状態を得られるようにした。

検査に使用した機器は、Respiratory inductive plethysmography (以下RIP) と、パルスオキシメータ (以下PO) である。

検査は、前日の夕方に、RIPとPOを被検者に装着後、安静下または睡眠状態にあるときにキャリブレーションを実施し、そのまま翌日朝まで検査を行なった。

また上記の結果を、以前国立小児病院に検査目的で入院したSIDS関連患者 (ニアミス2名、同胞患者3名、以下、関連群) のデータと比較検討した。

結果

被検者数は、合計10名、男児7名、女児3名であった。右外鼠径ヘルニア7名、左のそれが3名であった。月齢は 2.6 ± 1.0 ヵ月 (平均±標準偏差、以下同様)、妊娠週数は 39.2 ± 1.1 週で、出生体重は 2944.6 ± 420.8 gであった。測定時体重は 5334.5 ± 1225.9 gである。

呼吸数は 34.5 ± 7.6 回・分⁻¹、% Rib Cage (以下 %R C) は 36.4 ± 15.7 %、Total Compartment Displacement (以下 TCD) ・一回換気量 (以下VT)-1は 1.248 ± 0.405 、経皮的動脈血酸素飽和度 (以下SpO₂) は 95.9 ± 1.8 %、脈拍数は 126.0 ± 9.3 回・分⁻¹であった。

また、国立小児病院での関連群は、男児1名、女児4名で、月齢は 2.5 ± 0.6 ヵ月、妊娠週数は 38.5 ± 0.7 週で、出生体重は 3281.0 ± 114.6 gであった。測定時体重は 5850.0

±70.7gであった。呼吸数は31.6±5.1回・分⁻¹、%RCは34.0±6.2%、TCD・VT-1は1.497±0.481、SpO₂は96.8±0.9%、脈拍数は125.6±6.3回・分⁻¹であった。

以上の結果から、正常群と関連群とをMann-Whitney U検定した場合、TCD・VT-1のみ、5%未満で有意差を認め(図1)、年齢、妊娠週数、出生体重、測定時体重、呼吸数、%RC、SpO₂、脈拍数では、両者間に有意差を認めなかった(表1、図2)。

考察

RIPは、患者の換気量、呼吸パターンつまり、胸部と腹部の呼吸運動の同期性の変化を知りうる(1)。その原理は、交流電圧を負荷したコイルを縫いつけたバンド2本を使用し、患者の胸部乳頭線と、腹部臍上にそれぞれ巻き付け、患者の呼吸でバンドが伸縮したときにコイルに発生する自己誘導から胸部腹部の各断面積の変化を測定し、モニター上に視覚化したものである。また同時にパルスオキシメータを接続し、動脈血酸素飽和度と、心拍数を表示できる。

一回換気量VTは、相対的变化を示し、測定開始時5分間キャリブレーションして得られた値を100%として扱う。また、胸部と腹部のそれぞれの動きの和を、TCDと定義する。このときに、TCD・VT-1なる値を考えると、もし、患者が正常に呼吸しているならば、胸部と腹部の動きが完全に同期し、TCDとVTの大きさは等しくなり、1となる。しかし、上気道が閉塞している場合に見られるような胸部と腹部の非同期性の呼吸である場合には、VTの値は小さくなり、TCDの値には変化がないか、さらに大きくなることから、TCD・VT-1は1より大きくなる。そしてこの値が大きい程閉塞性呼吸が強いことを示す。つまり上気道閉塞性の呼吸変化を知りうる。さらに、中枢性の無呼吸が見られた場合には、胸部、腹部ともに呼吸運動が停止するため、モニターには換気していない状態が表示される。このRIPでは12秒以上で、その検知を行う。

データ分析には、10分間のトレンド図を使用する(図3)。中段の縦棒の並びがVTを示している。またVTの上の破線はTCDを示しており、VTの上端とTCDとが接していると、TCD・VT-1は1となり、正常といえる。上気道閉塞性呼吸状態では、VTの上端とTCDとはなれた状態となる(図3下段)。このように両者がかけ離れている度合いが大きければ、それだけ閉塞性呼吸の程度が大きいことになる。また、TCDの破線の上には脈拍数、さらにそのうえに酸素

飽和度が表示される。

今回の正常群の症例は、外鼠径ヘルニアの、嵌頓歴のないものを選択し、通常の呼吸状態は、嵌頓による痛み刺激もなく、何ら正常児と変わらないと思われる。また、妊娠から現在まで、特に異常を指摘された既往もなく、平均的な乳児の呼吸状態を得られたと考えている。

正常群で得られた結果は、夜間病棟消灯時(21:00頃)より、翌朝7:00頃までのデータを使用した。この間、常に検査担当者が付き添う状態とはしておらず、被検者が睡眠中か覚醒かの判断は一定していない。これが今回のデータ処理に最も影響を与えた点である。得られた連続データから、睡眠中と思われるデータを抽出したが、完全に必要部分のみとは断定できない。しかし、被検者の睡眠中に回診しその時点の呼吸パターンから、必要データとみられる部分を取り出すように注意した。

正常群と関連群とでは、TCD・VT-1のみが有意差を示し、他の%RC、呼吸数、SpO₂、脈拍数は両者間に有意差を認めなかった。現在では、後3者については、有意差がないとされている(2,3,4)。TCD・VT-1については、今回初めてデータを提出した。この有意差は、関連群が、上気道閉塞性呼吸パターンをする傾向があることを示している。関連群では上気道抵抗が上昇しているとするデータも報告されており(5)、今後、症例数を増加させることにより、何らかのデータを得られると考えている。

また、正常群のなかにも、かなり上気道閉塞性の呼吸をしているものがあつた(図3下段)。この2症例を棄却すべきデータと考えるには、被検者数が少なく、今回は、正常群として扱った。今後、さらに被検者数が増加してきた時点で再度検討する必要がある。

今後の展望。在宅モニター

SIDSは、病院外の発症が多いため、予防が困難である。その目的でいくつかの在宅モニターが開発されているが、まだ十分とはいえない現状にある。このうち、インピーダンス法や、動脈血酸素飽和度計がよく使用されるが、その問題は、モニターの信頼性と、フォールスアラームへの対処があるとわれわれは考えている。インピーダンス法には、患者の体動の影響、心拍動の影響、上気道閉塞性呼吸を識別困難といった限界がある。これは2点間の抵抗の変化を追うため、呼吸運動のみでなく、筋肉の動きや、心拍を捕えたりすること、また2点間では、上気道閉塞性呼吸を識別できないことによる。今回測定に

用いたRIPは、このような欠点がある程度補えると考えている(6)。しかし、今後一般の在宅モニターとしてRIPを使用するには完全とはいえない。偽警報 (False Alarm) 対策として、体動の影響の克服 (センサーの改良、ソフトウェアの改良)、家族の教育をする必要があり、使用方法の簡略化にむけて、操作性の向上、特にセンサー取り付け方法の工夫をし、そのうえで、廉価性、経済性を併せもった機器の開発が必要となる。

結語

RIPを用い正常乳児の呼吸パターンを検査した。正常乳児のなかに、閉塞性呼吸パターンを示すものがあつたが、 $TCD \cdot VT^{-1}$ は、SIDS関連患者とのあいだに有意差を認められた。今後、RIPは在宅モニターとしての可能性が考えられる。

参考文献

1. Sacker MA, Krieger BP : Noninvasive Respiratory Monitoring, Heart-lung Interactions in Health and Disease. Edited by Scharf SM, Cassidy SS. New York, Marcel Dekker, Inc., 1989, 663-805
2. Waggener TB, outhall DP, Scott LA : Analysis of breathing patterns in a prospective population of term infants does not predict susceptibility to sudden infant death syndrome. Pediatric Research 27 : 113-117, 1990
3. Oren J, Kelly DH : Pneumogram Recordings in Infants Resuscitated for Apnea of Infancy. Pediatrics 83 : 364-368, 1989
4. Ward SL, Bautista DB, Keens TG : Hypoxic arousal responses in normal infants. Pediatrics 89 : 860-864, 1992
5. Guilleminault C, Stoohs R, Skrobal A, et al : Upper Airway Resistance in Infants at Risk for Sudden Infant Death Syndrome. J. Pediatrics 122 : 881-886, 1993
6. Miyasaka K, Kondo Y, Suzuki T, et al : Toward

Better Home Respiratory Monitoring : A comparison of impedance and inductance pneumography. Acta Paediatr Jpn 3:000-000, 1994 (In press).

図1 $TCD \cdot VT^{-1}$

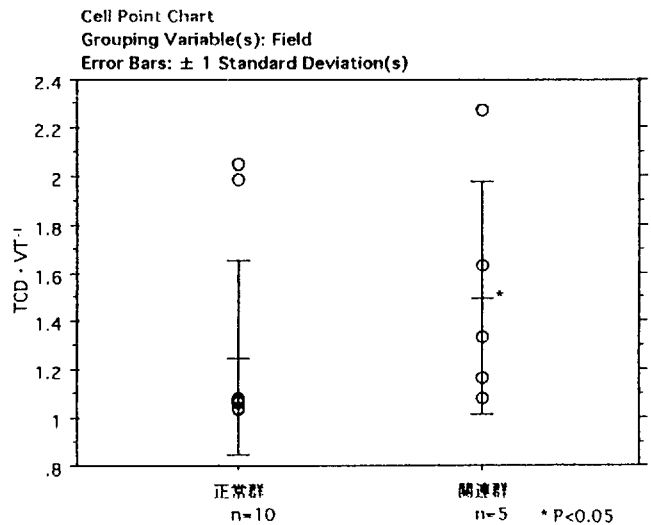
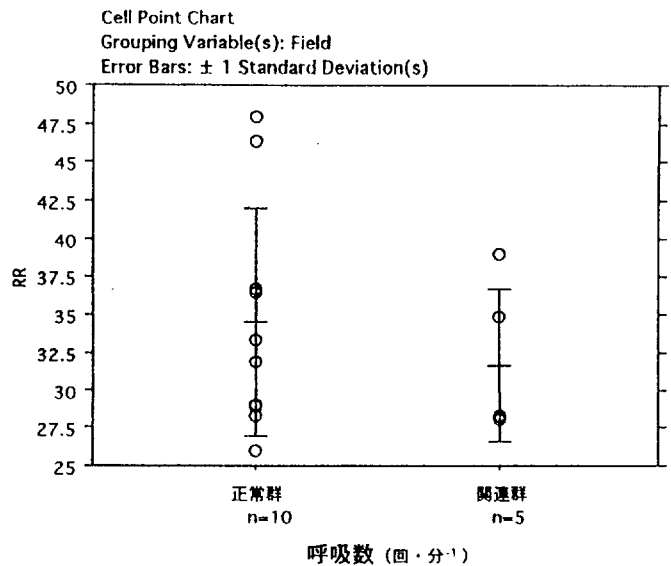


図2



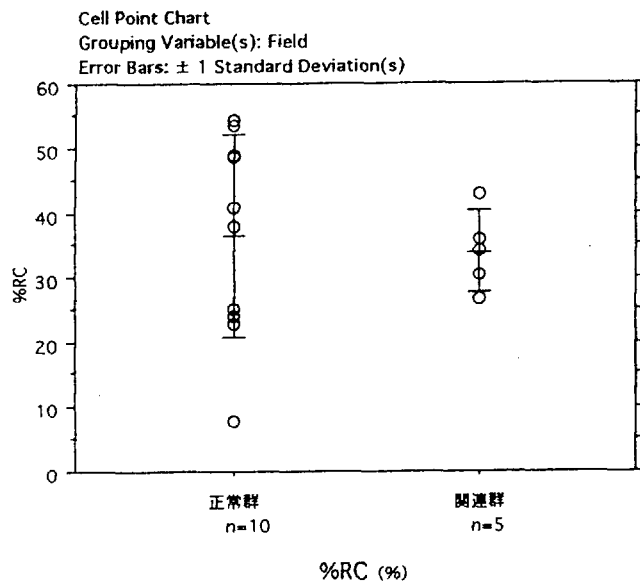
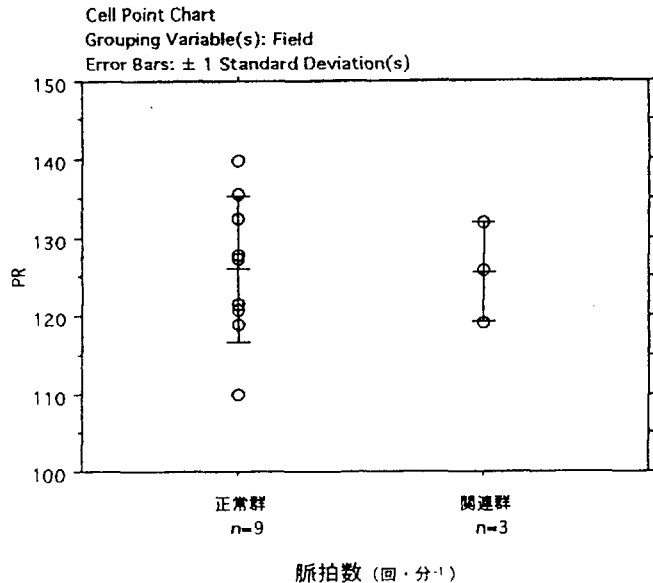
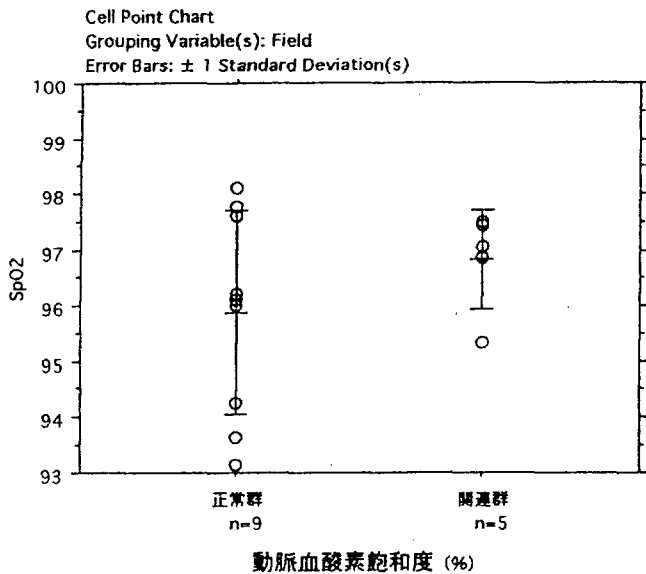
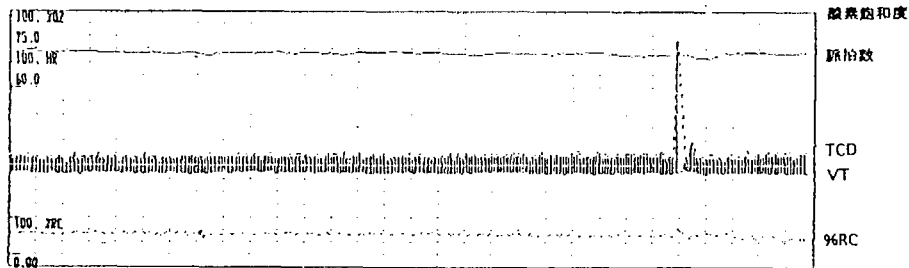


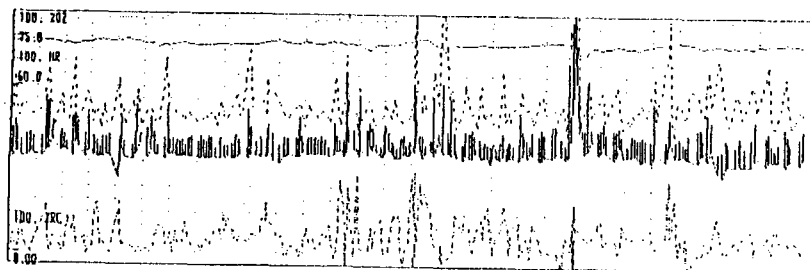
表1 症例データ

	正常群	関連群
症例数	10	5
男児:女児	7:3	1:4
妊娠週数(週)	39.2 \pm 1.1	38.5 \pm 0.7
出生体重(g)	2944.6 \pm 420.8	3281 \pm 114.6
月齢(ヵ月)	2.6 \pm 1.0	2.5 \pm 0.6
測定時体重(g)	5334.5 \pm 1225.9	5850 \pm 70.7

図3 RIP検査トレンド図



正常呼吸パターン



上気道閉塞性呼吸パターン



検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



要約:正常乳児の呼吸状態を Respiratory inductive plethysmography(RIP)を用いて評価し、さらに乳児突然死症候群(SIDS)関連患者と比較した。正常乳児は 10 例、SIDS 関連患者は 5 例であった。両群間に Mann-Whitney U 検定を行った場合、Total Compartment Displacement ・一回換気量-1 において有意差を認めたが、呼吸数、%Rib Cage、動脈血酸素飽和度、脈拍数においては有意差を認めなかった。RiP は、呼吸パターンの変化を知れるため、今後、新たな研究成果を期待でき、さらにはより安定した在宅モニターとしての可能性を有する。