

乳幼児突然死症候群 SIDSの予防とスクリーニングに向けて 在宅呼吸モニターの検討 その3

血流量測定センサーを応用した簡便な呼吸モニターの検討

(分担研究：乳幼児突然死症候群 (SIDS) のリスク軽減に関する研究)

研究協力者：宮坂勝之

共同研究者：中川 聡

要旨：SIDSによる死亡の予防は、疫学的のみならず生理学的、生化学的手法も含めた高リスク群のスクリーニング（同定）、その群での呼吸循環モニターの完全実施、そして発作時の蘇生処置の教育の徹底がなされればSIDSによる死亡の予防につながるとの仮説の上に、当研究室が開発した血管内血流センサーであるKATSサーミスターを応用した呼吸センサーを試作し、全く新しい概念の呼吸モニターとしての開発の基礎検討を行った。

見出し語：KATSサーミスター、呼吸循環モニター、乳幼児突然死症候群 (SIDS)

はじめに

乳幼児突然死症候群 (SIDS) による死亡の大多数が基本的にそれまで全く健康な乳児であることを考えると、家族の精神的苦痛の大きさに加え、長期的に見た社会的損失は極めて大きい。長年にわたる疫学的調査や生理学的研究にもかかわらず、現時点ではSIDSの病因は明確にされていないが、臨床徴候としては呼吸停止、徐脈、低酸素血症に引き続く心停止が中心であることに異論は少ない。

本研究では、SIDSによる死亡の予防は、疫学的のみならず生理学的、生化学的手法も含めた高リスク群のスクリーニング（同定）、その群での呼吸循環モニターの完全実施、そして発作

時の蘇生処置の教育の徹底がなされればSIDSによる死亡の予防につながるとの仮説の上に、特に在宅呼吸モニター面での検討を進めてきている。初年度の本研究では、RIP法による睡眠時呼吸パターン検査で、SIDS同胞群では、気道閉塞を反映する指標であるTCD/VTが有為に高値を示したことを報告した。次年度では、様々な在宅呼吸モニター法の基礎的検討を行った。昨年度は、仰臥位及び腹臥位が、TCD/VT指標にどのような影響をもたらしているかを、全身麻酔から回復中の乳児を対象に検討し、RIP法コイルのバジャマ内縫い込みを含めた簡便なセンサーの検討を行った。

国立小児病院麻酔集中治療科

小児医療研究センター病態生理研究室

本年度は、当研究室が開発した血管内血流センサーであるKATSサーミスターを応用した呼吸センサーを試作し、全く新しい概念の呼吸モニターとしての開発の基礎検討を行った。

原理

KATSサーミスターは熱喪失量測定原理を用いて心拍出量を連続測定する目的で開発されたセンサーであり、通常は肺動脈カテーテルの先端に取り付けられ肺血管内に留置して使用される。センサー自身に一定の超微弱電流を流し発熱させるとともに、自身の温度を抵抗変化として測定し、物質の流れによる熱喪失量を測定するものであり、10ミリ秒単位での血流量、即ち心拍出量の変化が測定できる。

近傍に参照温度センサーを配置することにより、環境温度や湿度の変化に対応することができ、しかも小型軽量化(直径1mm程度)、微小電池によるディスボ化が可能である。鼻の下や口周囲での空気の流れの検出や、原理的には頸部前面皮膚に貼り付けることにより、気管内の空気流速変化を捉えることが可能となる。

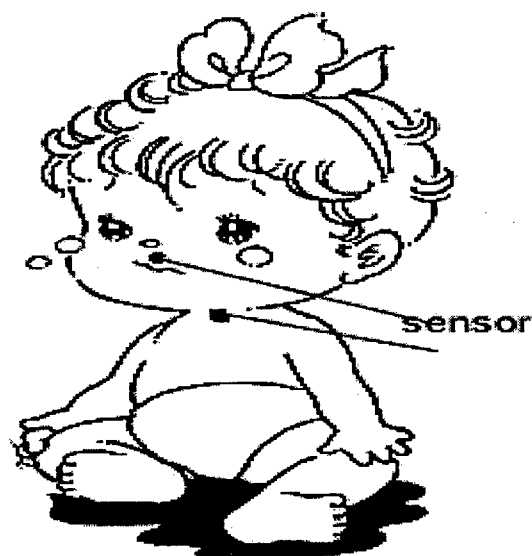
対象

成人男子ボランティア3名

方法

KATSサーミスターを顔面人柱部(philtrum)および頸部甲状軟骨部に貼付し、安静呼吸および深呼吸時の波形出力を記録した。

KATSサーミスターはCCOM (テルモ) 連続心拍



出量測定装置用5Frカテーテル用のものを使用し、サーミスターを露出し、両面接着テープに挟んで皮膚に固定した。

CCOM (テルモ) 連続心拍出量測定装置からセンサーへの通電電力は4mW。記録はYHP社製シグナルオシロスコープに波形を取り込むんだ。測定は心拍出量測定用のアルゴリズムを変更することなく測定を行った。

被験者は上半身裸とし、測定と同時に呼吸パターンをビデオテープに記録し、呼吸パターンと波形との同調性を比較した。被験者には息こらえ、深呼吸など様々な呼吸パターンを試みさせた。

結果

人柱部分にとりつけたサーミスターは何れも呼吸信号を的確に把握した。図1は安静呼吸時の波形であり、図2は深呼吸時の波形である。

上向きは、空気の流れによる熱喪失の程度、即ち流速の大きさを示すが、大気開放形のため実際の流速と波形の振れの間には特に直線的な関係はないが、安静呼吸では吸気で上向き、呼気で下向きになっている。

図2の深呼吸時には、最大吸気で息止めをす

ると流速は急速に下がり、呼気で再度流速が上がっていることが分かるが、吸気時より呼気時のピークが低い。これは吸気時が室温でサーミスターが冷やされるのに対し、呼気時には温かい呼気で冷やされるため、熱喪失が少ないためだと考えられる。吸気による流速変化、即ち呼吸波形の屈曲変化の検出は鋭敏である。

頸部前面にとりつけたセンサーは、今回の検討では人柱の場合ほど十分な感度を示さずに、S/Nの悪い記録しか収集できなかったが、明らかに呼吸運動を拾っている形跡がみられた。センサーの貼付位置を輪状軟骨部など気管から近い位置に貼付すること、及び測定アルゴリズムの改良で改善できる可能性が伺えた。

考察

温度サーミスタを使って呼吸検出をする試みは長く行われてきているが、検出能自体が環境温度に左右される可能性があり、また呼吸による温度変化が小さい場合には測定は困難である。今回体温での血流変化を捉える流量センサーの応用を考えたことで、気管前面にセンサーを貼り付けての呼吸検出の可能性が示唆された。

気管前面は人柱部に比較し、信号変化は小さいものの、気管に流れる空気の熱剥奪効果を検出できる可能性はある。超音波や単なるサーミスタでは、皮膚の上から非侵襲的に気管内の空気の流れを検出できないことから、KATSセンサーは今後が大いに期待できる方法だと考えられる。

今回は安定した呼吸の検出に至らなかったが、これは、センサーの貼付を喉頭軟骨部に貼り付けたためでもあり、今後は輪状軟骨部な

ど、より気管に近いところに貼付するとともに、測定アルゴリズムを検討して、測定精度をあげたい。

今回の基礎検討から最終的には、現在のパルスオキシメータプローブ程度の大きさに、小型電池を内蔵し、ただ喉あるいは鼻の下に貼るだけで無呼吸検出を行う装置の開発が可能だと考えられ、今後の検討をすすめたいと考えている。

在宅無呼吸モニターの利用に関しては、非発作時は全く健康様である乳児が対象であり、通常の家庭生活を乱さない範囲で非侵襲的かつ信頼性の高い在宅呼吸モニターがあれば最も有効なSIDS予防手段となるはずである。現状で在宅呼吸モニターの有用性に疑問がもたれているのは、多分に技術的な理由、特に信頼性、偽アラーム発生予防の面で十分な方法論が確立されていないからだと考えている。

現状の在宅呼吸モニターは、無呼吸を確実に検出できないという問題が解決されておらず、発せられる偽警報がいわゆる狼少年症候群を来してしまうという機器自体の技術的な問題は大きい。これには、用いられる機器の技術的境界に加え、使用方法が十分に説明、徹底されていないといった問題、一旦発見された無呼吸状態への対処（救急蘇生）教育の不備などの体制面も問題となる。在宅モニターの使用全体を含めた体制づくりに比較的早期から取り組んで来た米国の経験から、当面是非必要な問題は装置面の改良であろう。

RIPは他の呼吸モニターより信頼性が高く有用な情報が得られ、在宅モニターとしての可能性が示唆され、乳児で安定して利用できるRIP用バンド組み込みのジャケット、キャパシタンス利

用の小型呼吸センサーなどの検討を現在おこなっている。しかし、今回検討中の微小流速センサーが、鼻の下あるいは喉に貼りつけるだけで確実に無呼吸を検出できるとしたら、これはSIDSハイリスク家族には大きな福音となろう。

今回の検討は成人のみであったが、気管前面での呼吸波形検出は乳幼児の場合がより鋭敏だとも考えられ、今後も検討を続けたいと考えている。

結語

KATSサーミスターを用いた流量センサーにより、頸部あるいは鼻の下に貼り付けるだけで無呼吸を検出できる在宅呼吸モニターの基礎検討を行い、新たな在宅モニターとしての大いなる可能性が示唆された。

参考文献

Infantile apnea and home monitoring. National Institute of Health Consensus Development Conference. Consensus Statement 1986;6(6):1-11

Infant Apnea Monitors: Mandatory Performance Standard Issues. United States Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, 1989

Miyasaka K., Katayama, M., Volgyesi, G. Continuous cardiac output determination by thermodeprivation. J Anesthesia 5:205-212, 1991

Backerman RC, Brouillette RT, Hunt CE (ed). Respiratory Control Disorders in Infants and Children. 1992, Wilams and Wilkins, Baltimore

Miyasaka K., Kondo Y, Sakai H, et al. Toward better home respiratory monitoring: A comparison of impedance and inductance pneumograph. Acta Paediatr Japonica 36:307-310, 1994

Hershberger M, Spear M, Peeke K, et al. Effects of sleeping position on infant apnea. Pediatr Pulmonol (20) 338, 1995

Hunt Lp, Golding J, Fleming PJ. Influence of sleeping position on babies health: A prospective population based study. Pediatr Pulmonol (20) 338, 1995

図1 安静呼吸時

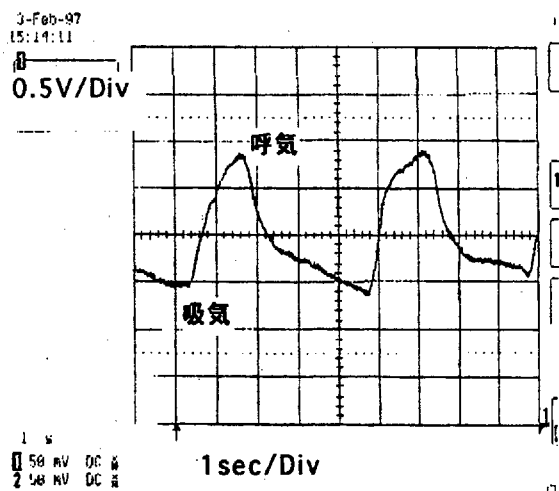
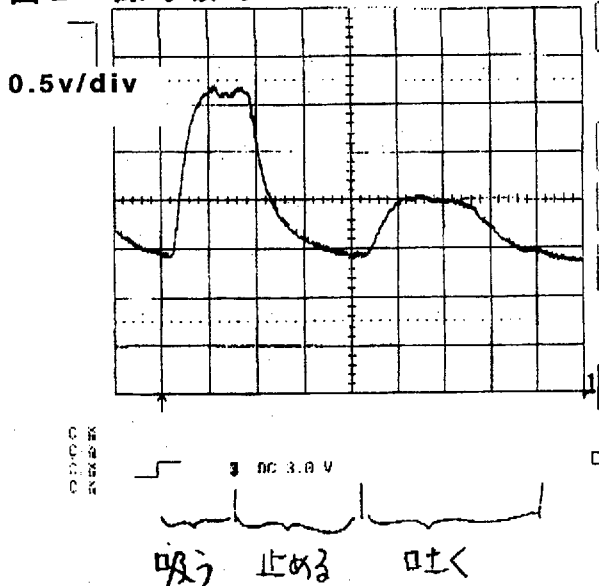


図2 深呼吸時





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



要旨: SIDS による死亡の予防は、疫学的のみならず生理学的、生化学的手法も含めた高リスク群のスクリーニング(同定)、その群での呼吸循環モニターの完全実施、そして発作時の蘇生処置の教育の徹底がなされれば SIDS による死亡の予防につながるとの仮説の上に、当研究室が開発した血管内血流センサーである KATS サーミスターを応用した呼吸センサーを試作し、全く新しい概念の呼吸モニターとしての開発の基礎検討を行った。