

# 呼吸管理に関する研究

## マイクロウェーブによる呼吸・心拍の連続モニタリング

日大小児科

井村 総一

### 研究目的

新生児の呼吸管理にあたっては各種のパラメーターについての連続モニタリングが要求されるが、そのうち呼吸数あるいは呼吸曲線、心拍数の連続モニタリングは最も基本となるものである。現在、呼吸についてはインピーダンス法、心拍については心電図が用いられているが、電極による皮膚刺激、電極交換時の皮膚損傷などしばしば経験されるところで、とくに未熟児にとっては必ずしも非侵襲な方法とは云えない。そこで今回は児に対して全く無接触に呼吸・心拍数を連続モニタリングする装置を考案試作し、それが実用に供しうるかどうかが検討した。

### 研究方法

呼吸・心拍の検出手段としてマイクロウェーブを用いた。およそ1000～30000 MHzの周波数帯にあるマイクロウェーブは波長が極めて短かく、光とよく似た性質をもち、直進性、反射・屈折・透過性を有している。このドップラ効果を利用すれば胸壁の動きをとらえることが可能である。

試作した装置のブロックは図1に示す通りで、 $D_1$ はGunn発信器、 $D_2$ が検波器である。この $D_1$  $D_2$ のみでは感度差があるので、測定しようとするものとアンテナとの距離が変わると感度(gain)がわかる。つまり物体が動くとき感度が下がってしまうことになる。そこで $D_3$ というスイッチを利用して迂回路をつくるとその分だけ $D_2$ に到達するのがわかる。これによって出力 $E_0$ より $90^\circ$ 遅らせて $E_{\pi/2}$ をとり、この2つを取り出せば感度差を減じることが出来、アンテナと物体はどこにおいてもよいことになる。即ち $E_0$ と $E_{\pi/2}$ 出力(sin波)を検出すると $E_0$ が0のときは $E_{\pi/2}$ の感度が最大、 $E_{\pi/2}$ が0のときには $E_0$ が最大となり、理論的にはこの組み合わせで感度が

直線になると考えられる。実際にvibratorを用いてそれを振動させてマイクロウェーブセンサーで検出してみると $E_{out}$ は直線的に一定に出て来ることが確認された。この回路でとりだした出力をsignal processorを介し、recorder, power spectruan analyzerに入力し、表示した。

### 研究結果

主に未熟児に対して保育器上(児からの距離60cm)にセンサーをおいて呼吸運動、心拍動を計測した。この距離で照射される範囲は被検児の位置で $29.0 \times 39.3 \text{ cm}^2$ の面積の面照射となる。

図2に示すように呼吸曲線は極めて良好に検出され、記録紙上に記録された。この中には心拍動の小さな運動も描出されており、呼吸停止時には明らかな心拍動が描出されて来る。これをフィルターで分離し、高調波としてとり出すと上段に示すごとくかなり明瞭に心拍動として取り出すことが出来る。

図3の下段は体動によるbase line shiftを示しているが、これはDC成分をcutして交流ACで検出することにより、上段に示すごとくshiftをなくすことが出来た。

以上のように、呼吸については十分な検出能力をもつものと思われ、また心拍についても十分とは云えないが、一部ではかなり明瞭に取り出すことが出来た。

### 考 察

高性能発信器(Gunnダイオード)、phase shifterを利用することにより新生児の呼吸運動のみならず、それに含まれる心拍信号をも取り出すことが出来るが、心拍信号は非常に小さいので、Gunnダイオードのノイズ、処理回路のノイ

ズを除去しなければならない。現段階ではまだ完全に全ての例について心拍信号を明瞭に取り出すところまでは行っていないが、ノイズの処理に検討を加え、モニターとして十分な機能を発揮するものにして行きたい。またこの装置はvibrationによって何mm動いているかを較正することが容易に行えるので、面照射による体表面の動きをとらえることによって、換気量のある程度推定出来るのではないかと考えられる。

マイクロウェーブの安全性については各国の安全基準があり、1966年にアメリカで人に対する安全基準の勧告が出されている。この勧告は正常な環境下を前提とし、周波数10~100000 MHzで0.1時間についての平均電力密度が10  $\text{mw}/\text{cm}^2$  以下とされている。これは連続、間欠照射にかかわらず、また照射部分も全身および部分的なものも含まれる。日本では電子レンジ(マイクロウェーブを利用している)に関しての規定があり、それは器体から5cm離れたあらゆる箇所における漏れ電波の電力密度が5  $\text{mw}/\text{cm}^2$  以下としている。この試作品についてみると、power meterで測定した結果では50cmはなして7

$\mu\text{w}/\text{cm}^2$  であった。アメリカの勧告をそのままあてはめて計算すると、リニアに考えた場合でも7  $\mu\text{w}/\text{cm}^2$ では照射時間は約1000時間ということになり、障害の危険はほとんどないと思われるが、未熟児とくに極小未熟児に対しての安全性を年長児や成人と同じと考えてよいかどうか問題があり、極力電力密度の少ないものにする必要がある。

## 要 約

呼吸管理中のモニタリングのうち基本となる呼吸・心拍の連続モニタリングを兎に無接触で行う方法としてマイクロウェーブのドップラ効果を利用した装置を試作し、その実用性を検討した。その結果、呼吸については十分な精度を有するが、心拍についてはGunnダイオード、処理回路のノイズなどさらに検討すべき点があり、現段階ではこの方法での心拍モニタリングは不十分である。本装置から照射されるマイクロウェーブの電力密度は50cmの距離で7  $\mu\text{w}/\text{cm}^2$ であり、問題はないと思われるが、未熟児とくに極小未熟児への照射を考えると極力電力密度の少ないものにする必要がある。

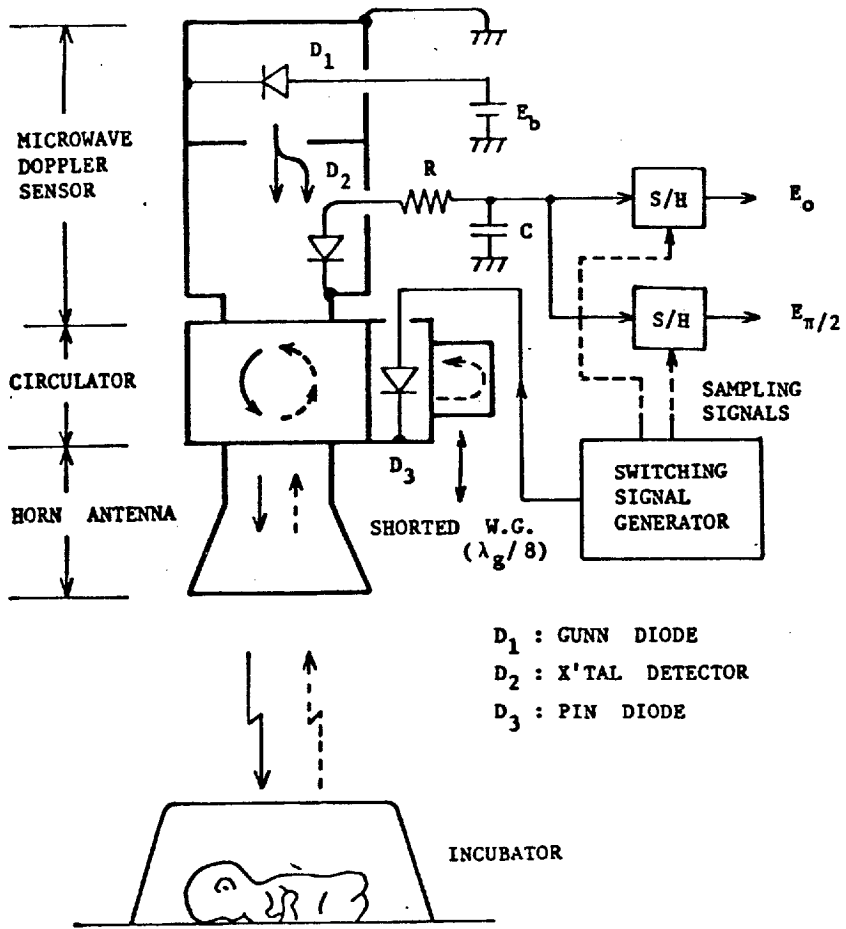


図1 ブロック図

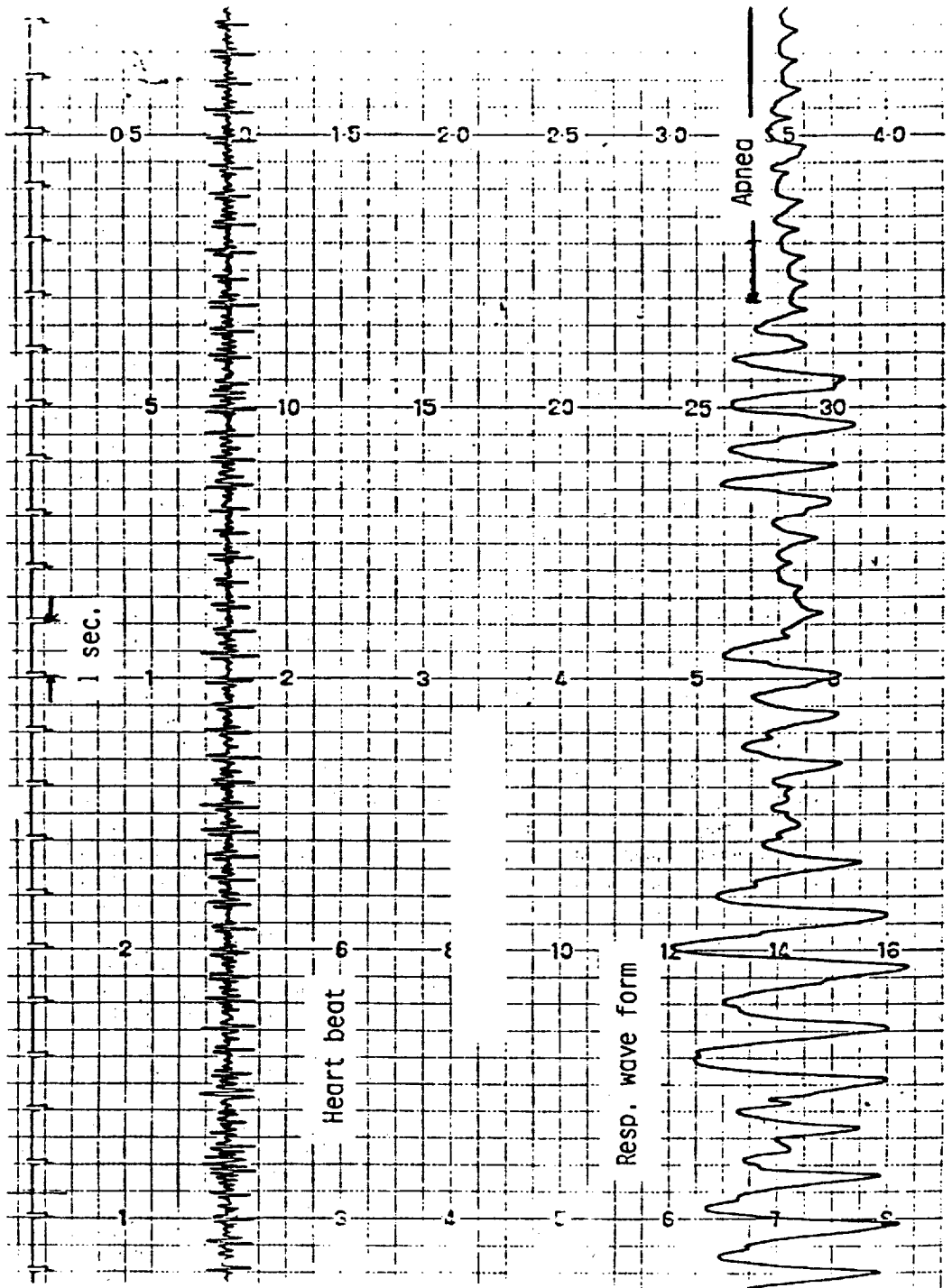


图2 呼吸波形と心拍波形

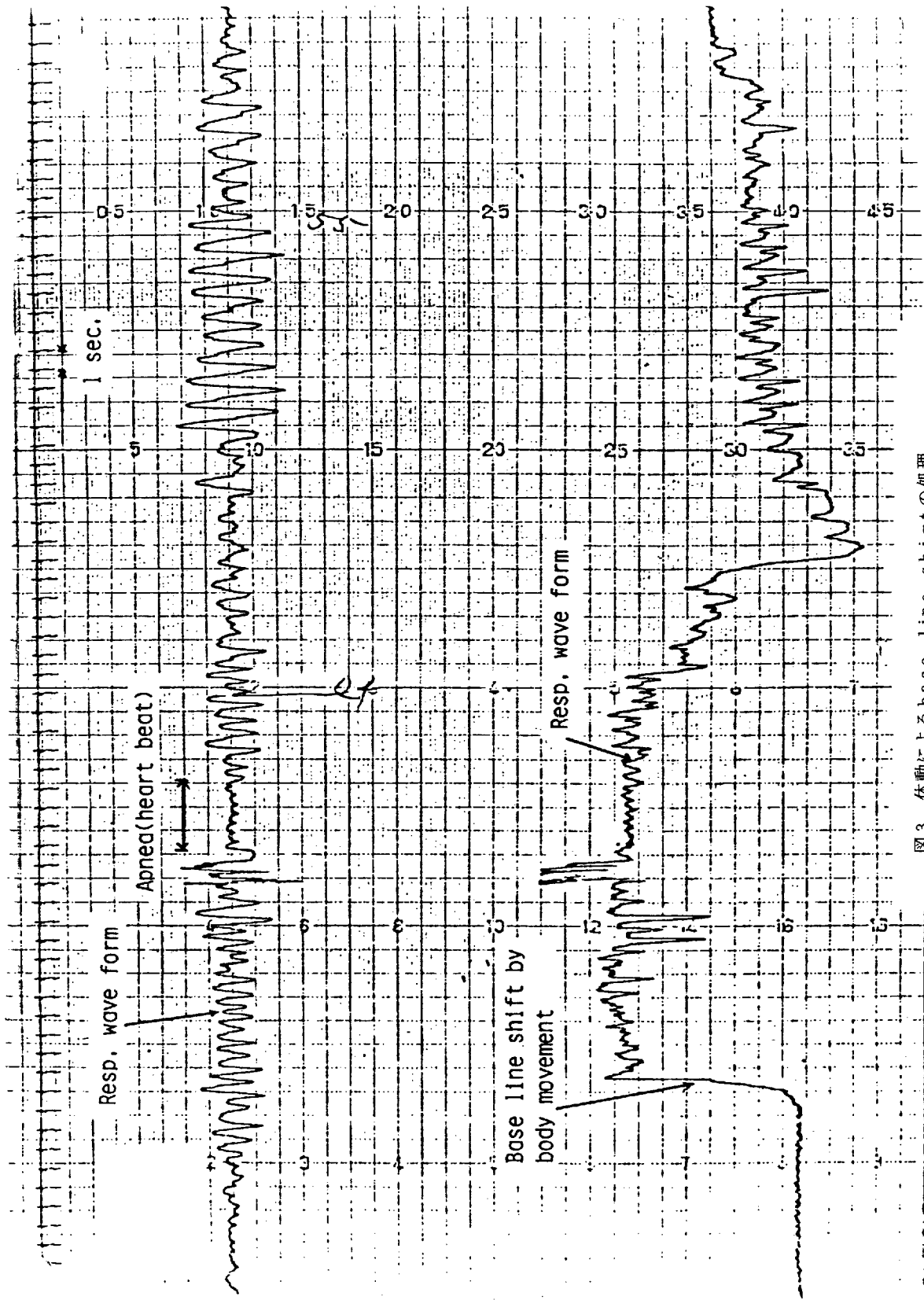


図3 体動によるbase line shiftの処理



## 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

呼吸管理中のモニタリングのうち基本となる呼吸・心拍の連続モニタリングを児に無接触で行う方法としてマイクロウェーブのドップラ効果を利用した装置を試作し,その実用性を検討した。その結果,呼吸については十分な精度を有するが,心拍については Gunn ダイオード,処理回路のノイズなどさらに検討すべき点があり,現段階ではこの方法での心拍モニタリングは不十分である。本装置から照射されるマイクロウェーブの電力密度は50 cmの距離で  $7\mu\text{w}/\text{cm}^2$  であり,問題はないと思われるが,未熟児とくに極小未熟児への照射を考えると極力電力密度の少ないものにする必要がある。