

新生児の心拍の時間的変動について —最大エントロピー法による周波数解析—

(分担研究： 新生児の循環適応に関する研究)

福 重 淳一郎* 深 澤 満* 久木田 穰 次*

要 約

成人における心拍変動の周波数解析によれば、Low Frequency Peak (LFP \sim 0.1 Hz) と、呼吸周期に一致したHigh Frequency Peak (HFP \sim 0.25 Hz) の2つの peak が認められることが知られている。しかし、新生児の心拍変動に関する詳細な研究は数少ない。本研究では多数の未熟児・新生児を対象に心拍の時間変動について解析した。その結果；成人と異なり主としてLFP (\sim 0.05 Hz) のみがみられHFPはほとんど認められない。しかし、重症の中中枢神経障害例ではLFPは認められない。また、在胎週数が満期に近いほどLFPの周波数が増加する傾向がある。

見出し語： 周波数分析, 新生児

は じ め に

種々の内的・外的条件により心拍動に変動(ゆらぎ)があらわれることは良く知られており、主として自律神経系の循環系に対する調節作用によるものと考えられている。成人における安静時の心拍の変動については；

- 1.呼吸周期に一致した速い周期の変動成分
(High Frequency Component ; HFC)
- 2.約10秒周期の遅い周期の変動成分
(Low Frequency Component ; LFC)

の2種類の時間的変動があることが知られている。この点についてはHFCは迷走神経の活動を、またLFCは交感神経の活動をそれぞれ反映しているとされている。しかし小児期、ことに新生児期

における心拍変動に関する詳細な研究は数少ない。本研究では多数の新生児を対象に心拍の時間変動について解析し、その発育に伴う経時的变化、および各種の障害の及ぼす影響について検討した。

対象および方法

1.対象；任意に選択した小児科未熟児室入院児38例を対象とした。在胎週数は27週から42週(平均35.5週)、出生時体重は1,100 g \sim 3,818 g(平均2,144 g)、検査施行時の出生後週数は0週 \sim 26週(平均3.4週)、修正出生後週数は-12週 \sim 22週(平均-0.7週)である。4例が人工呼吸器による呼吸管理中で5例に酸素投与中であった。残り27例は低体重、軽度の呼吸不全等により入院中で、全身状態は比較的良好であった。

* 九州大学医学部小児科

2.方法；測定は安静閉眼時に行った。心電・呼吸モニターからの心電図信号をデータレコーダー（ソニー社製）に記録した。この心電図信号を心拍同期パルス発生装置を介してシグナルプロセッサ（日本電器三菱社製）に取り込みR-R間隔を100 μ sec 単位で計測した。連続した257心拍についてR-R間隔の平均値，標準偏差，変動係数（CV値），（標準偏差／平均値）を求めた。

また心拍の時間的変動について周波数解析を行い，周波数依存性について検討した。周波数解析にはBurgによる最大エントロピー法，また赤池により自己回帰モデル法として発表された方法を用い，Basicプログラムを作成しパワースペクトル分布を求めた。この方法によるモデル次数は20次に固定して計算した。

パワースペクトルの各周波数域〔0.0-0.1Hz，0.1-0.2Hz，0.2-0.3Hz，0.3-0.4Hz，0.4-0.5Hz（1/beat）〕ごとの相対強度（%；パワースペクトル密度）を求め各々をP1，P2，P3，P4，およびP5とした。また0.01-0.1Hz（1/beat）間に認められるpeakをLow Frequency Peak（LFP）として対応する周波数（1/beat，1/sec），および周期（sec）を求めた。また，呼吸周期に一致したpeakを含む周波数域のパワースペクトル密度が5%以上の場合に心拍の呼吸性変動が認められると判定した。

結 果

38例の対象例におけるR-R間隔は，427.0 \pm 50.7 msec（平均 \pm 1 S. D.），CV値は3.5 \pm 2.2%，また心拍数は142 \pm 16 BPMであった。低周波数域〔0.01-0.1Hz（1/beat）〕のパワースペクトル密度P1は89.3 \pm 10.1%であり，心拍変動は低周波成分が主であることが明らかになった。0.01-0.1Hz（1/beat）の周波数域のLEFを38例中27例に認めた。これら27例のLFPの平均周波数は0.021 \pm 0.004 Hz（1/beat），0.049 \pm 0.010 Hz（1/sec）であり対応する周

期は21.1 \pm 3.9 secであった。

LFPを認めなかった11例中4例は重度の中樞神経障害を伴い呼吸管理中であり，6例は在胎週数が34週以下であった。しかしこれらLFPを認めなかった在胎週数34週以下の6例中4例に0.008-0.01Hz（1/beat）の非常に遅い周期（ \sim 40 sec）のpeakを認めた。

心拍の呼吸性変動を5例に認めたが，うち3例は呼吸管理中であった。

各計測値間で，心拍数とCV値の間に有意の負の相関関係を認めた（ $r = -0.60$ ， $P < 0.01$ ）。またCV値と呼吸数の間にも弱い負の相関関係を認めた（ $r = -0.33$ ， $P < 0.05$ ）。またLEPを認めた群と認めなかった群の間で在胎週数に関して有意差を認めた（ $P < 0.01$ ）。

考 察

今回の対象例は全例未熟児室入院児でありいわゆる正常新生児は含まれていない。しかし，ほぼ正常と判定される例から重度の中樞神経障害例まで多様な症例が対象であり，種々の状態における新生児期の心拍変動の観察が可能であった。

成人における心拍変動の周波数解析によれば，LFP（ \sim 0.1Hz）と呼吸周期に一致したHFP（ \sim 0.25Hz）の2つのpeakが認められることが知られている。また各種運動負荷，薬物負荷の結果から，LFPが交感神経の活動と，HFPが迷走神経の活動とそれぞれ関係していることも明らかにされている。

しかし今回の新生児期の心拍変動の解析の結果，大部分の例でLFP（ \sim 0.05Hz）を認めたが，呼吸性の変動に一致するHFPはほとんど観察されなかった。成人例での解釈が適用できるとすれば，この事実から新生児期の心拍変動におよぼす自律神経系の活動は交感神経が優位であるといえる。

またこのLFP（ \sim 0.05Hz）は成人報告例での周波数域（ \sim 0.10Hz）に比較してより低周波数域にみられた。この新生児期に特有のLFP（ \sim 0.05

Hz)を認めない例は在胎週数が34週以下、あるいは中枢神経障害を併う例が多く(10/11, 91%), これらの症例では自律神経系の発達が不十分であるか、またはその障害があることを反映していると思われ、臨床的にも興味深い。

また在胎週数が34週以下の例でより低周波数域(～0.02 Hz)のpeakを有するものがあり、LFPの周波数が在胎週数とともに増加してくることが示唆された。この点に関しては今後同一症例の経時的観察とともに対象例をさらに増やすことにより検討予定である。

一方、測定時の前後にapneaがみられた2例はともにCV値が4.9, 6.7と大きく、低周波数域のパワースペクトル密度は77%, 81%と低値であり副交感神経の活動が高まっていることが示唆された。この点に関しても今後検討していく予定である。

現在小児期、ことに新生児における自律神経系の客観的かつ簡便な検査方法はみられず、本研究で用いた方法はこの分野での有用な検査法となりうると考えている。

ま と め

新生児期の心拍の時間的変動(ゆらぎ)を周波数解析の手法を用いて検討し、以下の結論を得た。

1. 成人例と異なり主としてLFP(～0.05 Hz)

のみがみられHFPはほとんど認められない。

2. 重症の中枢神経障害例ではこのLFPは認められない。
3. 在胎週数が満期に近いほどLFPの周波数が増加する傾向がある。
4. apneaの例ではCV値の上昇, LFPの割合が低下がみられる。

文 献

1. Akselrod S, et al : Power spectrum analysis of heart rate fluctuation. Science 1988 ; 213 ; 220 - 222
2. Hirsch J A, et al : Respiratory sinus arrhythmia in humans. Am. J. Physiol. 1981 ; 241 : H 620 - H 629
3. Giddens D P, et al : Neonatal heart rate variability and its relation to respiration. J. Theor. Biol. 1985 ; 113, 759 - 780
4. Kitney R I, et al : Transient interactions between blood pressure, respiration and heart rate in man. J. Biomed. Eng. 1985 ; 7, 217 - 224
5. Bernardi L, et al : Heart rate-respiration relationship. Acta Cardiol 1986 ; XLI, 197 - 206



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

成人における心拍変動の周波数解析によれば,Low Frequency Peak(LFP \sim 0.1Hz)と,呼吸周期に一致した High Frequency Peak(HFP \sim 0.25Hz)の2つの peak が認められることが知られている。しかし,新生児の心拍変動に関する詳細な研究は数少ない。本研究では多数の未熟児・新生児を対象に心拍の時間変動について解析した。その結果;成人と異なり主としてLFP(\sim 0.05Hz)のみがみられ HEP はほとんど認められない。しかし,重症の中樞神経障害例ではLFPは認められない。また,在胎週数が満期に近いほどLFPの周波数が増加する傾向がある。