

確率密度図を用いた胎児心拍数変動の 妊娠の進行にともなう推移について

(分担研究： 周産期低酸素症の予防に関する研究)

中野仁雄* 小柳孝司*
福原正生*

見出し語： ヒト胎児，瞬時心拍数，心拍数確率密度図，発達

緒 言

心拍数変動は心固有の特性の表現であると同時に、それを支配する中枢神経系の発達や状態の反映でもある。このような観点から、ヒト胎児における心拍数の解析が古くから試みられてきた。ここに、ヒト胎児においては、当初から連続する2つの心拍間隔から求められる瞬時心拍数が最少単位として用いられ、一連の心拍数の並びと大きさのトレンドが cardiogram と称される記述法で表された。そのなかから、decelation や acceleration と呼ばれる特異な心拍数パターンが今日、胎児低酸素症や胎児の well-being に対する所見として臨床に応用されている。一方、1960年代後半における Hammacher の報告以来、心拍数細変動の生物学的な意義が注目されることになった。そして、この心拍数変動を周波数成分から、あるいは振幅成分から定量的に記述する幾多の方法が試みられてきた。しかしながら、久保らの研究によって、従来の諸種の指標は形こそ違え、数理的にはほぼ同義であることが判明し、改めて心拍数変動を解析するモデルの設計が問われることになった。このような歴史的な経緯に鑑み、従来の cardiotocogram に代わる記述法として、心拍数

確率密度図を考案した。そして、本法を用いて、胎児心拍数の妊娠の進行にともなう推移とその特徴を抽出することを主旨に、本年度の研究を行った。

研究 方法

個々の症例において、各々 60~120分間、ドプラ信号によって、心拍数原情報を収集し、心拍数陣痛計(TOITU MT-810)を介して、瞬時心拍数値の並びをマイクロコンピュータのなかに保存した。ついで、一連の瞬時心拍数の各々に対して、瞬時心拍数(FHR)とそれの次の一拍への変化分(DFHR)とを行と列に配し、行列の相当する要素に累積度数を有する Matrix を用意し、妊娠時期毎(ここでは2週間毎の)に Matrix 値を求めた。さらに、各々の妊娠時期において得られた Matrix を基準化した後、心拍数変動を確率密度図として表現することを試みた。かくして、これらの確率密度図を用い、一方から他方を減じて得られる差分確率密度図を求めれば、定量的な群間比較が可能である。

結 果

妊娠の各時期における心拍数変動の確率密度分布図は各々に特異な分布パターンを示すことが分

* 九州大学医学部婦人科学産科学教室

かった。

図1は妊娠24~25週の正常胎児7例から得られた確率密度図である。実線および破線の等高線は各々0.0025, 0.0005刻みの確率密度の区切りを示している。この時期においては155 bpmから次の一拍への変化分が零である心拍数変動の確率が0.035で最大値を示すことが分かる。また、FHRは累積確率0.98で138 bpmから165 bpmに至る範囲に分布する。DFHRは0 bpmをピークとして加速と減速の双方へ対称性に広がり、累積確率0.98で±2 bpm以内に留まることも明らかになった。

図2は妊娠40週から41週に至る正常胎児16例から得られた確率密度図である。この図から明らかのように、妊娠24~25週のものに比して、瞬時心拍数絶対値および一拍毎の変化分の双方の広がりが増すと同時に、確率密度分布そのものも複雑な形状を呈するようになる。また、この時期の胎児では、心拍数変動の確率密度のピークが多峰性を示すようになる。そのなかで、FHRが139 bpmで、次の一拍への変化分が零、すなわち、同じ心拍数値に留まる確率が0.0175で最も高い。その他、FHRとDFHRの対が145 bpm ± 0 bpmと152 ± 0 bpmにも確率値のピークが認められる。FHRは累積確率0.98で124~165 bpmの範囲に分布している。DFHRの分布は対称性の特性を保持しているものの、累積確率0.98の範囲は妊娠24~25週の±2 bpmから±3 bpmへと1 bpm拡大している。

図3は妊娠40~41週と妊娠24~25週の二群から求められた差分確率密度図を示す。この差分密度図では、比較される対象間の相違は各々、正と負に分離して表現される。ここに、互いの確率密度図は基準化されているので、正と負の部分の占める累積確率密度は同一である。これによると、妊娠24~25週において155 bpm ± 0 bpmに最高値の

確率0.025を有する心拍数変動の分布は妊娠40~41週には、消失し、これに換わって、137 bpm ± 0 bpmに最高確率0.0125を示す心拍数変動の分布と、172 bpm ± 0 bpmに最高確率0.005を持つ変動分布の2つの心拍数群の塊が新たに出現していることが分かる。

考 察

瞬時心拍数変動は本来、数列を基本にした考え方である。ところで、数列が何か意味ある情報を有するとすれば、ひとつは群としての特徴と、いまひとつは並びとしてのそれに集約される。このような見地からすれば、現行の心拍数陣痛図は確かにこの条件にかなった瞬時心拍数の表現であり、記述法のひとつとしてみる限りは問題はない。しかしながら、心拍数変動のなかから、肉眼的な判断によって特徴抽出を行う段階になるといささかの難点に遭遇する。そのひとつは評価が定性的であるため、情報の処理過程の手続きがうまく記述できず、そのため心拍数全変動のなかの抽出された成分と残渣との関係に言及し難いことである。これに対し、確率密度図による心拍数の表現は任意の量の情報をそれに含まれる心拍数の一拍をも無駄にすることなく自在に圧縮し、一枚の記述に変えられることに大きな価値がある。しかも、ここで述べたように、比較すべき二群間の差分確率密度図を用いれば、相互の心拍数間の相違を定量的な手続きによって解析できる。本研究においては確率密度図を構築する論理の確立と、本法の有用性を確かめる目的で、妊娠の進行に伴う心拍数変動の解析の一部を成果として報告するに留まった。しかしながら、本法による記述に従えば、子宮内胎児発育遅延症や無脳症では特有の心拍数の分布パターンを示すことはすでに確認できている。したがって、今後は、これらの児の心拍数変動が示す病理学的な意義について研究を展開することが可能である。

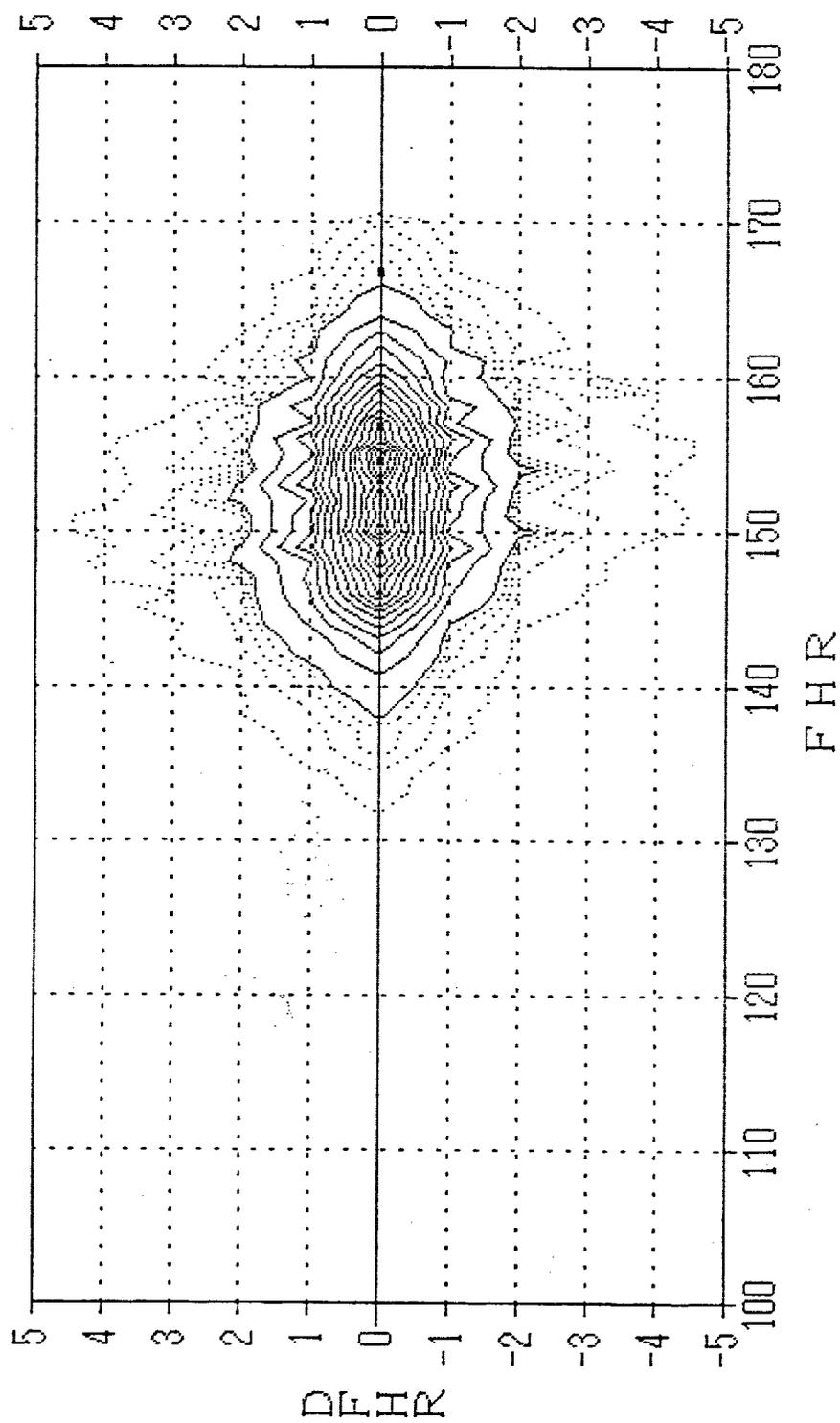


図1. 妊娠24-25週における正常胎児瞬時心拍数の確率密度関

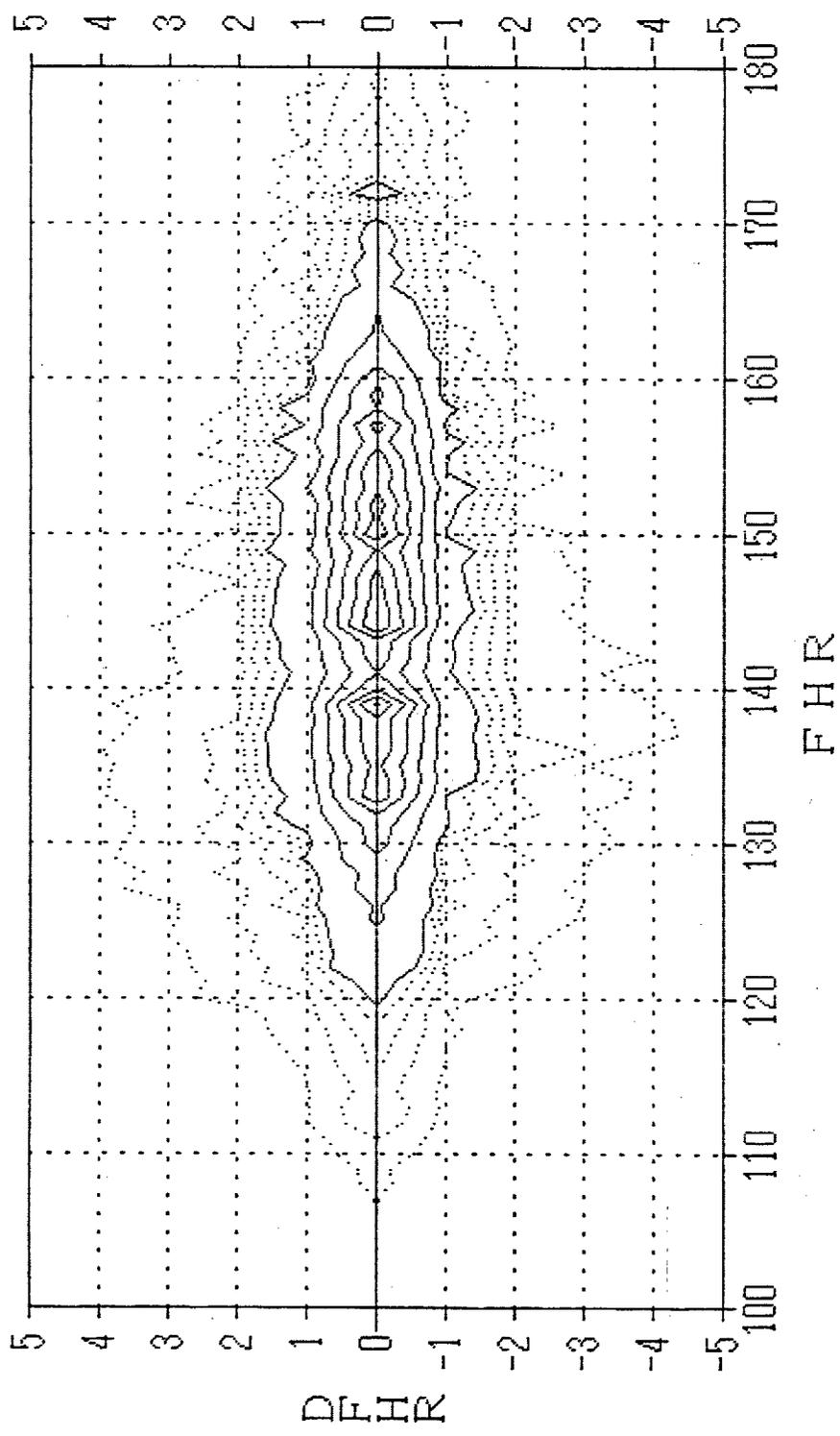


図2. 妊娠40-41週における正常胎児瞬時心拍数の確率密度関

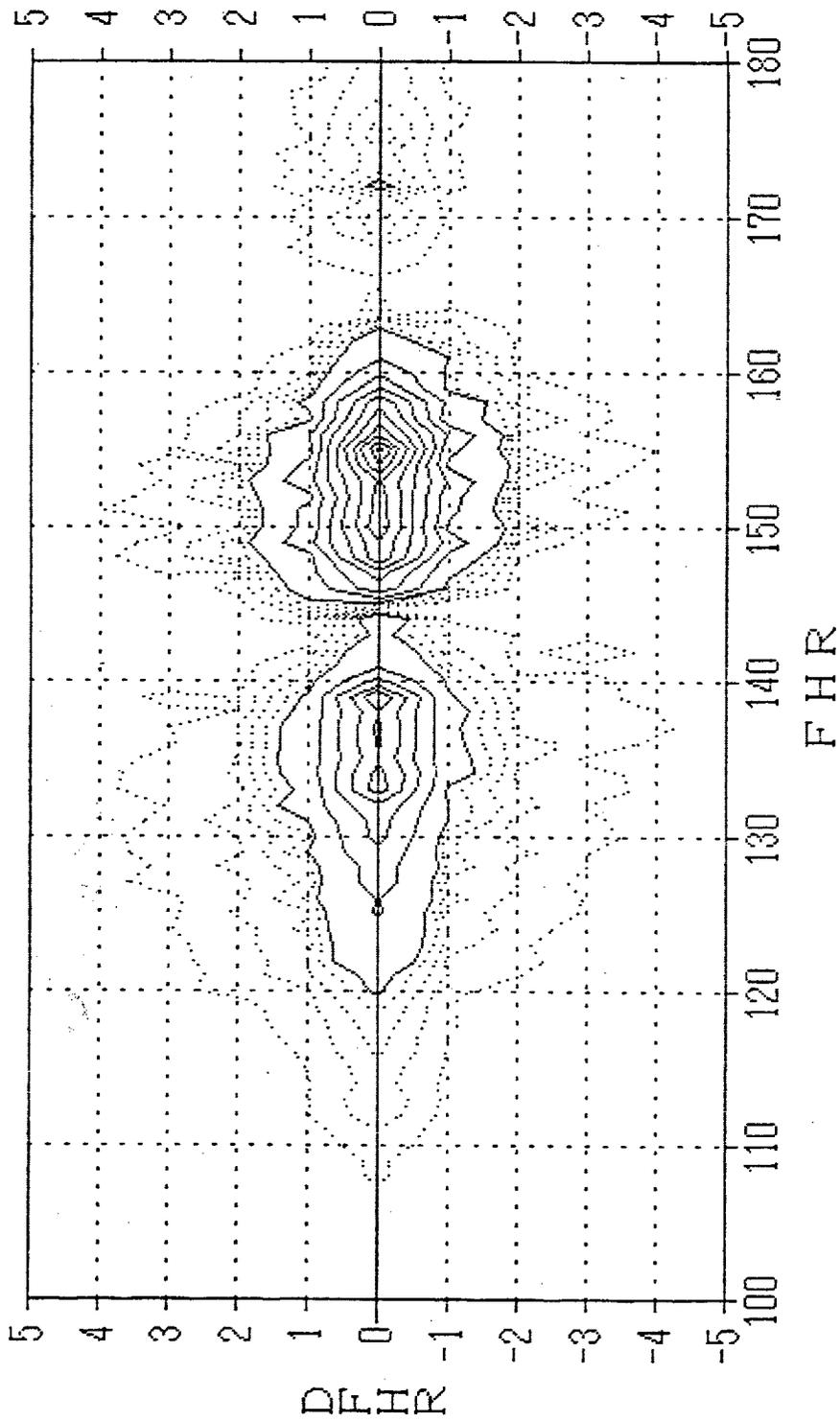
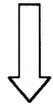
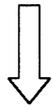


図 3. 妊娠40-41週と妊娠24-25週の2群から得られた差分確率密度図



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



緒言

心拍数変動は心固有の特性の表現であると同時に、それを支配する中枢神経系の発達や状態の反映でもある。このような観点から、ヒト胎児における心拍数の解析が古くから試みられてきた。ここに、ヒト胎児においては、当初から連続する2つの心拍間隔から求められる瞬時心拍数が最少単位として用いられ、一連の心拍数の並びと大きさのトレンドが cardiogram と称される記述法で表された。そのなかから、decelation や acceleration と呼ばれる特異な心拍数パターンが今日、胎児低酸素症や胎児の well-being に対する所見として臨床に応用されている。一方、1960年代後半における Hammacher の報告以来、心拍数細変動の生物学的な意義が注目されることになった。そして、この心拍数変動を周波数成分から、あるいは振幅成分から定量的に記述する幾多の方法が試みられてきた。しかしながら、久保らの研究によって、従来の諸種の指標は形こそ違え、数理的にはほぼ同義であることが判明し、改めて心拍数変動を解析するモデルの設計が問われることになった。このような歴史的な経緯に鑑み、従来の cardiotocogram に代わる記述法として、心拍数確率密度図を考案した。そして、本法を用いて、胎児心拍数の妊娠の進行にともなう推移とその特徴を抽出することを主旨に、本年度の研究を行った。