心拍変動の不等間隔周波数解析法の提案と 副交感神経遮断によるスペクトル変化

○今 重之, 富田 豊, 本多 敏, 岡島 康友 (慶応大学)

A new spectrum analysis method for heart rate variability
and its change with parasympatholytic agents

Shigeyuki Kon, Yutaka Tomita, Satoshi Honda, Yasutomo Okajima (Keio Univ.)

1. はじめに

様々な作業において, 作業の精神的負担を定量的に評価するために, 心拍の変動 (Heart Rate Variability: HRV) をスペクトル解析する方法がある。

心拍は時間とともに変動するので, サンプルングが不等時間間隔である。不等時間間隔でサンプルングされた時系列データは一般にはフーリエ変換できない。そこで, 心拍変動をスペクトル解析するために, いくつかの方法が提案されている。すでに報告された方法のうち, おおくのものは, 不等時間間隔の時系列をスプライン補間法などを用いて等時間間隔の時系列にサンプルングし直して FFT を行なう方法がある。しかし, この場合に推定スペクトルが変化しない保証はない。

そこで, われわれは不等時間間隔の時系列のまま, 離散フーリエ変換を行なう方法を提案した¹⁾。

今回, 提案した方法を用いて, 健常人と副交感神経遮断剤服用者の HRV について周波数解析を行った。

2. 不等時間間隔信号の周波数解析について

われわれが提案した方法を概述する。詳細は文献 1) に述べた。

不等時間間隔の時系列 $\{x(t_n)\}$ の周波数軸

への変換は, 周波数 k/P におけるスペクトルを C_k とすると, フーリエ積分を近似して

$$C_k = (1/P) \sum_{n=0}^{N-1} x(t_n) \exp(-ik2\pi/P)(t_{n+1} - t_n)$$

と表す。ただし, t_n は n 番目の事象が発生した時刻, P は全観測時間, すなわち $P = T_{N-1}$ である。

3. 心拍の取得および心拍変動スペクトラム

健常男子 (48 歳) および心房細動治療のため副交感神経遮断剤を服用している患者 (43 歳) より, 安静座位の状態で 1 時間にわたって心電図を記録し, R-R 間隔を取得した。健常者の結果を図 1 a に, 患者の副交感神経遮断剤服用中の結果を同 b に, 同剤の服用を中断し wash out した状態での結果を同 c に示す。

さらに, それぞれの心拍変動スペクトラムを図 1 d, e, f に示す。

a, d から, 健常人では 0.3 Hz 近傍に呼吸性の変動が, 0.1 Hz 近傍に自律神経系の応答が現れていることがわかる。副交感神経遮断剤服用者では, 変動が減少し (図 b, e), 同剤の服用を中断したとき (図 c, f) の半分程度になっている。

参考文献

1) 今 他：不等時間間隔のフーリエ変換，日

本人間工学会第 27 回関東支部大会予稿集，
p123, 1997.

Fig.1 R-R Interval and Its Spectrum