

# Microcomputer를 이용한 R-R Interval Analyzer 개발에 관한 연구 (1)

영남대학교 의과대학 진단방사선과학교실

이 준 하

영남대학교 의과대학 내과학교실

최 수 봉

## 서 론

심전도의 R-R 간격변동은 심장기능의 중요한 정보일뿐 아니라 자율신경계기능을 나타내는 중요한 index로 알려져 있다.<sup>1)</sup> R-R 간격변동은 교감신경계와 부교감신경계의 상호길항 지배에 따라 변동하며 그 상태의 해석은 일반적으로 용이하지 않다.<sup>2)</sup> 이 R-R 간격변동의 해석은 시계열분석으로 가능하고<sup>3)</sup> 일정한 외부자극으로 인해 발생하는 변동을 측정, 분석함으로써 자율신경계기능을 정량적으로 해석할 수 있는 방법을 연구하였다. 이러한 R-R 간격변동을 Microcomputer를 사용하여 real-time하게 감시, 기록하고 임의의 특정구간에서의 평균치, 표준편차, 총시간, CV치, 최대치, 최소치, 변동폭선을 해석할 수 있는 R-R interval Analyzer를 설계, 제작하여 R-R 간격변동을 해석할 수 있는 장치를 연구 개발하였다.

## 장치의 구성

Fig. 1은 본 장치의 구성도이며 Analog 부분과 Digital 부분으로 나누어져 있으며 취급을 간편하게 하기 위하여 Analog부분을 1) compact 하고 소자의 수를 적게 하였으며, 2) 저전압에서 동작하며, 3) 소비전력이 적도록 설계하였다.

### 1 Analog부분

Analog부분은 E. C. G. preamp, L. P. F. (low-pass filter), main amp., R-wave detector로 구성하였다.

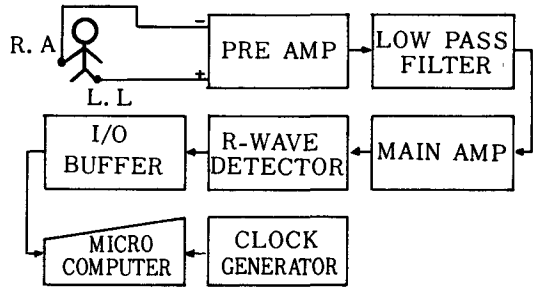


Fig. 1. System block diagram

QRS 신호의 검출은 일반적으로 사용되는 표준 Lead II를 사용했으며 preamp는 신호원전압보다 잡음신호가 더 크기 때문에 차동증폭기를 사용했으며 생체와의 impedance matching을 위해 전치증폭기의 입력impedance를  $10^8 (\Omega)$  이상으로 설정하였다.<sup>4)</sup>

전치증폭기를 통과한 신호는 L. P. F.를 통해 잡음신호를 제거시키고 main amp에서는 순수한 QRS파형을 증폭시킨다.

다음에 R-wave 검출기는 정류기, peak-hold 검출기 및 schmitt trigger의 회로로 구성했다.<sup>5)</sup> 여기서 QRS파형중, R 파형만을 검출하여 +5(V) TTL신호로 바꾸어서 Digital부분으로 전송시키게 된다.

### 2. Digital부분

Digital 부분은 I/O Buffer, clock 발생기 및 microcomputer로 구성되어 있으며 Analog 부분에서 전송된 TTL신호를 I/O Buffer를 통과시켜 microcomputer에 전송되고, 전송된 신호를 inter-

rupt 처리하고 clock발생기에서 시간신호를 가져 와서 기억장치에 저장시킨다 이 과정은 R 파형은 검출해서 기억장치에 저장시킬 때 발생하는 미소한 시간오차를 감소시키는 방법 중의 하나이다 그리고 R파형을 기억장치에 저장시킴과 동시에 CRT Monitor상에 나타내어 사용자가 실시간으로 R-R 간격변동시간을 볼 수 있으며, 이 graph를 print함으로써 R-R 간격변동을 알 수 있고 원하는 구간의 평균치, 표준편차, CV치를 분석

할 수 있다.

### Software 구성

본 장치를 제어, 계산처리하기 위하여 Fig. 2와 같이 환자data입력, mte.rupt처리, data plot, 각종 통계 및 출력처리로 구성시켰다

#### 1. I/O 설정 및 Data입력 interrupt Routine

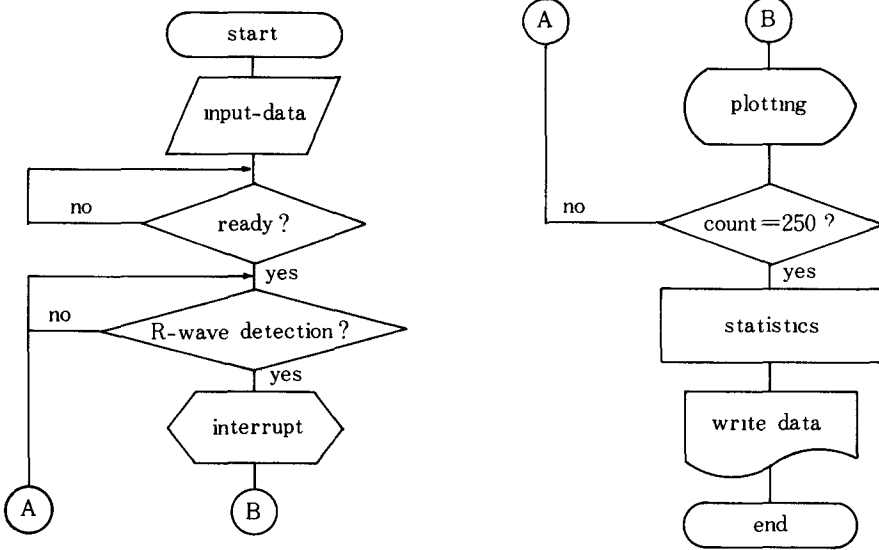


Fig. 2. General algorithm

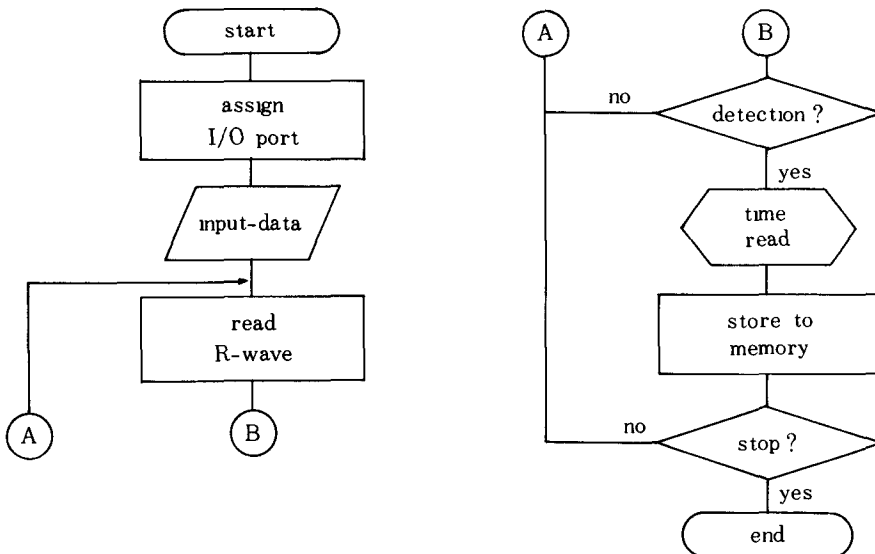


Fig. 3. Input flow-chart

clock 발생기와 R-wave 검출기의 I/O port를 지정해 주며 입력 data는 날짜, 환자 ID, 성명 등이다. Fig. 3의 flow-chart는 심전도 신호 중에서 R파형만 검출하여 microcomputer의 기억장치에 저장시키는 것을 나타내고 있다. 먼저 I/O port를 Assign하고 심전도 신호를 받아들인 다음에 R파형을 검출하여 간격시간을 판독하여 기억장치에 저장시킨다.

2. Data 통계 및 출력

R-R 간격시간을 화면상에 나타내고 기억장치에 각각 저장시켜 통계처리때 사용할 수 있도록 하였다. 그리고 출력된 graph를 보고 임의의 구간을 설정하여 그 구간의 통계치를 표출할 수 있도록 하였다. Fig. 4는 기억장치로부터 R-R 간격시간을 읽어들이어 이 R-R 간격시간에 대한 평균치, 표준편차, CV치, E/I비율(Expiration/Inspiration ratio)을 계산하여 CRT monitor 및 printer로 출력되는 flow-chart이다.

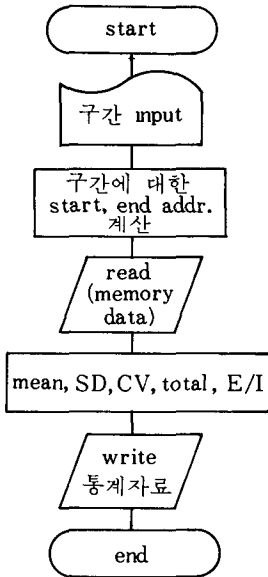


Fig. 4. Calculating algorithm

요 약

심전도에 의한 R-R 간격변동은 자율신경계의 기능을 검사하는데 매우 유용하고 또한 교감신경계와 부교감신경계의 기능을 정량적으로 알아낼 수 있을 것으로 사료되었다. 특히, 당뇨병 질환에

있어서 자율신경계의 dysfunction 현상을 고찰하는데 매우 유용할 것으로 기대된다(Fig. 5 참조).

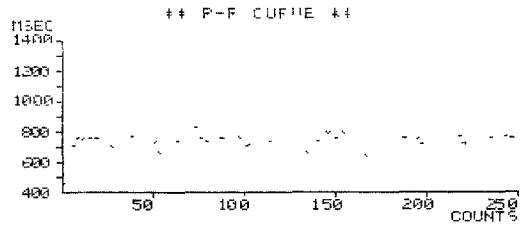


Fig. 5. a) Normal in Resting mode

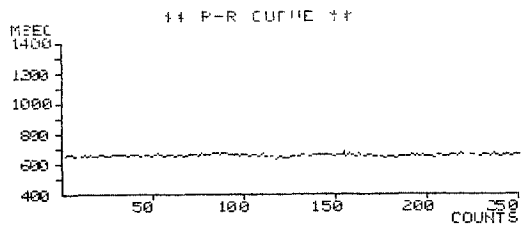


Fig. 5. b) Abnormal in Resting mode

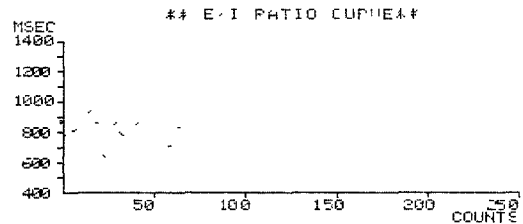


Fig. 5. c) Normal in Deep-breathing mode

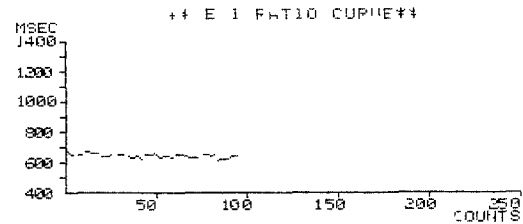


Fig. 5. d) Abnormal in Deep-breathing mode

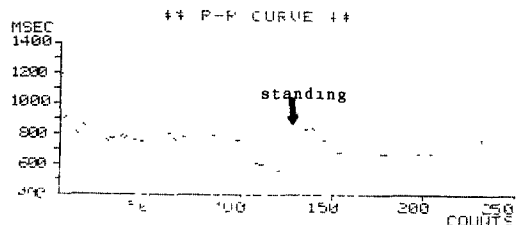


Fig. 5. e) Normal in standing mode

참 고 문 헌

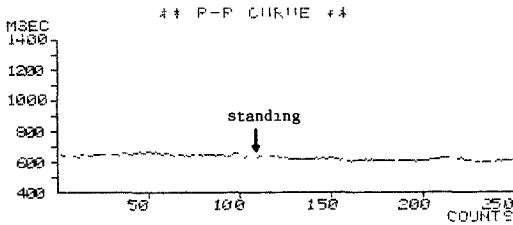


Fig. 5. f) Abnormal in standing mode

Fig. 5. Typical curve of normal and abnormal

그러나 임상에 직접 적용시켜온 바로는 기립시, 심호흡시에 발생하는 근전도에 의한 잡음이 간혹 발생하는 경우가 있는데 이것은 전극접착법과 무선송신기에 의해 제거될 것으로 기대되며 향후의 과제로 남아있다.

— Abstract —

**A Study on the Development of R-R Interval Analyzer using Microcomputer (1)**

**Joon Ha Lee**

*Department of Diagnostic Radiology  
College of Medicine, Yeungnam University  
Taegu, Korea*

**Soo Bong Choi**

*Department of Internal Medicine  
College of Medicine, Yeungnam University  
Taegu, Korea*

The R-R interval analyzer was developed to measure the autonomic nervous system function using microcomputer.

The system based on 8 bit microcomputer including bandpass filter, R-wave detector and clock generator in order to obtain the mean value, standard deviation, total time, CV value, maximum value and minimum value in the specific view point of R-R interval variation.

The pattern of R-R interval change after resting, voluntary standing and deep breathing can be analysed in normal subjects and diabetics with autonomic nervous dysfunction. The amplitude of the R-R interval variation showed sensitive pattern for normal subjects at resting, standing and deep breathing. On the contrary, the periodicities of amplitude for abnormal subjects with autonomic nervous dysfunction showed dull pattern.

It was suggested that R-R interval analyzer is a good detection method for dysfunction of autonomic nervous system.

1. Ewing, D. J. and Clack, B. F. :Diagnosis and management of diabetic autonomic neuropathy. Br. Med. J. 285, 916-918, 1982.
2. 佐川喜一:循環調節の生理学. 計測と制御, 15 (11) 850-862, 1976.
3. 高用和之, 渡辺與作:漸増負荷時における心拍変動性の時系列解析. 医用電子と生体工学, 22(3), 38-42, 1984.
4. DeMarre, D. A. and Michaels, D. :Bioelectronic Measurements. prentice-Hall, N. J., 1983. p. 44.
5. Thakor, N. V. and Webster, J. G. :Design and evaluation of QRS and Noise detectors for ambulatory ecg monitors. Med. & Biol. Eng. & comput., 20, 709-714, 1982.