

一般演題

1. 心拍数連続記録装置の試作(第2報:マイ クロコンピュータによるシステム化)

高知リハビリテーション学院

大倉三洋 中屋久長 小嶋 裕

山本双一 酒井寿美

高知医科大学附属病院理学療法部 鶴見隆生

はじめに

心拍数と最大酸素摂取量の相対的割合との間には、単純な一次関係がみられることから心拍数は運動や作業強度の生理学的指標として、最も測定が容易であるとともに極めて信頼性の高いものとされている。訓練中および入院生活における患者の心拍数を測定することは、訓練負荷強度、あるいは患者の身体活動水準を知るうえにおいても、またリスク管理の面からも重要な評価因子の1つである。前回、我々はマイクロカセットレコーダーを利用した心拍数連続記録装置を試作し、装置の性能等について報告した。しかし記録した心電図から人為的に心拍数を算定する作業は単純であるが時間がかかる。特に長時間の測定によるデータ処理には多大な時間と労力が必要となり大変な作業である。今回、われわれはマイクロコンピュータを用いて、心拍数連続記録装置に録音した心電信号のR波を30秒間隔で算定し、1分間値に換算してグラフ表示する、心拍数測定のシステム化を行ったので、その概要について紹介する。

システムの構成

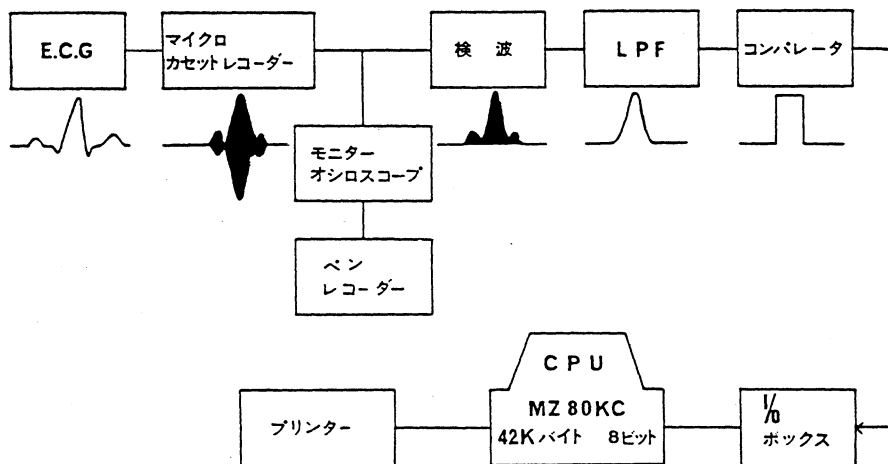


図1. 心拍数測定のためのコンピューターシステム

心拍数測定のコピューターシステムは図1に示すごとく、テープレコーダーに録音された心電信号をパルス波形に変換するパルス変換装置とパルス変換されたR波を演算、記憶するための中央処理装置(CPU)および中央処理装置で演算された結果を表示するための出力装置(プリンター)により構成されている。

パズル変換装置

テープレコーダーに記録された心電信号はアナログデータであり、これをコンピューターで演算処理するためにはアナログデータをデジタル変換しなければならない。しかし、今回は心電信号そのものをコンピューター分析するのではなく、単に心電信号のR波から心拍数を算定するのが目的であることからR波をパルス変換する方法を用いた。本システムで用いたパルス変換装置は図2に示すごとく、テープレコーダーに録音された心電信号をダイオード74LS14を用いて検波し、さらにLow Pass Filterを介した信号をオペレーショナル・アンプLM2902を用いたコンパレータに入力し、R波を5V、100msecのパルス信号に変換した。

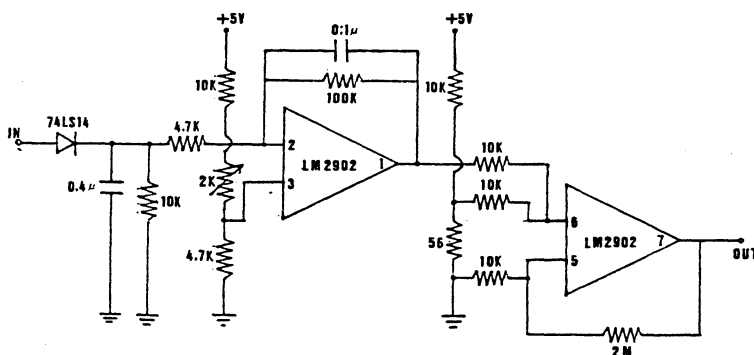


図2. 検波・コンパレータ回路

心拍数測定のためのプログラム

本システムで用いた心拍数測定プログラムは、処理スピードの速い点からアセンブリ言語により作成し、その大きさは約600バイトである。

またプログラムは図3に示すごとく、パルス信号を数えるカウンタープログラム、R波弁別処理プログラムおよび出力処理を行うタイマー割込み処理プログラムの3部から構成されている。

カウンタープログラム

これはパルス変換されたR波が中央処理装置に入力されるH・Rカウンタを2個づつ増加し記録するカウント処理プログラムであり、R波の算定と1分間値の換算が、このプログラムで処理される。

R波弁別処理プログラム

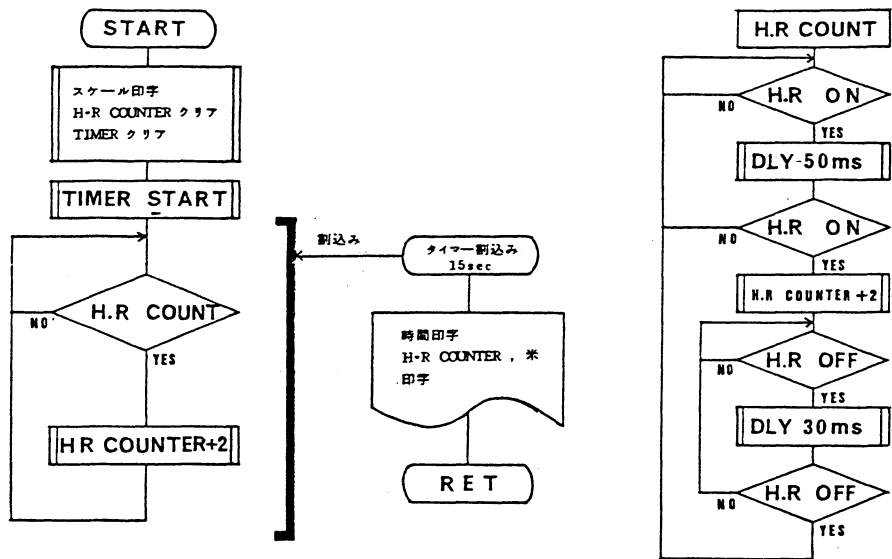


図 3. 心拍数測定のためのフローチャート

TIME	HR.	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
M.	S.														
00:00	0086	*****													
00:30	0082	*****													
01:00	0084	*****													
01:30	0082	*****													
02:00	0082	*****													
02:30	0082	*****													
03:00	0080	*****													
03:30	0080	*****													
04:00	0082	*****													
04:30	0084	*****													
05:00	0114	*****													
05:30	0122	*****													
06:00	0122	*****													
06:30	0118	*****													
07:00	0120	*****													
07:30	0122	*****													
08:00	0118	*****													
08:30	0110	*****													
09:00	0114	*****													
09:30	0100	*****													
10:00	0080	*****													
10:30	0082	*****													
11:00	0088	*****													
11:30	0086	*****													
12:00	0084	*****													
12:30	0088	*****													
13:00	0090	*****													
13:30	0080	*****													
14:00	0056	*****													
14:30	0000														

被検者：21才、男子
運動負荷：トレッドミル(4km/h)

図 4. プリンターに対する出力例

心拍数の自動測定に際し、最も問題になるのがR波を心電図情報からいかにして弁別するかである。すなわち心拍数のコンピューターによる測定の精度は、このR波弁別処理プログラムにより決定される。われわれはこのR波の弁別処理をまず心電信号をカセットに録音する段階で増幅器の時定数を

0.003秒と小さくすることにより心電信号のP波，T波からR波を弁別した。また比較的周波数の高い筋電図や高電位のノイズに対しては，このR波弁別プログラムによりR波の持続時間が50 msec以下，R-R間隔が30 msec以下の場合コンピューターはR波として算定しないようプログラム上でR波弁別処理を行った。

タイマー割込み処理プログラム

図4は本システムを用いて歩行時のH・Rをグラフ表示したものである。このように演算結果を30秒間隔でプリンターに出力させるのがこのタイマー割込み処理プログラムである。すなわち30秒ごとにH・R counterプログラムの実行を一時中断させ，H・R counterの演算結果をプリントアウトする。そして割込み処理が終ると，再び割込みの生じたプログラム番地に戻って演算処理を実行させる。この出力方法では割込み処理中に演算処理が中断してしまう欠点はあるが，その時間は200 μ sec程度であり，心拍数のような遅い現象の測定ではほとんど問題にならない。

以上簡単であるが，われわれの試作した心拍数測定システムの概要について報告した。

今回心拍数測定のコンピューター化を進めるにあたり，プログラム作製の困難さはあったが，キーボードからの入力1つで種々の分析が可能であり，われわれの分野においても，計測はもとより，訓練装置としてもその利用範囲は広いように思われる。

今回の研究にあたり御助言，御協力下さいましたミナト医科学，原田学氏に心より感謝いたします。