明治鍼灸医学　第2号：89－94（1986）

≪資　料≫

長時間心電図記録装置を応用した自律神経機能測定法の開発

― R－R間隔と心拍数の日内変動の測定 ―

明治鍼灸大学・東洋医学教室
矢野　忠　　佐々木和郎　　森　和

要旨：東洋医学の研究では可能な限り，あるがままの状態で生体機能を時間経過とともに測定することが要求される．特に鍼灸医学では生体機能の全身調節系である自律神経や内分泌系への影響を長時間にわたって測定することができれば治効作用の一端は解明されるであろうと考えられる．

そこで長時間心電図記録装置を応用して24時間にわたるR－R間隔と心拍数の平均，標準偏差，変動係数を求め，自律神経機能を解析することのできるプログラムを開発した．

このプログラムは①自律神経機能の日周リズムの解析，②長時間観察による鍼灸治療の自律神経系におよぼす効果の解析，③鍼灸刺激の自律神経機能にたいする時間的効果の解析などの研究に応用できるものと考える．

Ⅰ　開発の目的

生体の生理的機能をみると体温をはじめ酸素消費量，血圧，白血球数，各種の血中ホルモン濃度，肝臓での糖代謝さらには細胞分裂の速度に至るまで，ほとんどすべての生理機能に約24時間を単位とした周期的変動があることはすでに周知の事実である．

最近は上述した生理的機能の日周リズムの他に各種薬物，ストレス，アレルギー，痛み，感染どの刺激に対する感受性にも日内リズムが存在することが明らかにされた．[1,2,3,4,5,6] これらの刺激に対する感受性の時間的変動は当然，各種の生理的機能の時間的変動に由来するものであると考えられている．そして，この生体の刺激に対する感受性の時間的変動を利用した新しい治療法が開発されるに至った．これが時間治療（Chronotherapy）である．[1,4,6]

時間治療は決して新しい発想ではない．その源泉はむしろ東洋医学に求めることができる．[7,8,9,10,1,13] 東洋医学では子午流注に代表されるように時刻と経絡の最大活動時間を対応させ，治療に活用していた事実があり，現在においてもなお臨床に応用されている．[14,15,16,17]

このように東洋医学は自然と一体となって変動する生体機能を重視する立場を特徴とするが，それは基本的には生体を環境と一体となった開放系（Open Systm）として捉える生命観にある．したがって東洋医学の研究では可能な限り，あるがままの状態で生体機能を時間経過とともに測定することが要求される．特に鍼灸医学では生体機能の全身調節系である自律神経や内分泌系への影響を長時間にわたり測定することができれば治効作用の一端は解明されるであろうと期待される．

そこで無拘束による自律神経機能の測定の方法としてホルター式の長時間心電図記録装置を応用して24時間の心拍数とR－R間隔の平均，標準偏差，変動係数を測定し，自律神経機能の24時間の動きを観察するプログラムを開発した．

Ⅱ　システムの構成

図1はシステムの構成図である．

心電図の記録は Medilog 4000レコーダ（オックスフォード）を用いた．Medilog 4000レコーダはカセットテープ記録方式で24時間にわたり2chの心電図と時間が記録できる．レコーダの重量は約800 g と軽量であり，無理なく被験者に携帯してもらうことができるので無拘束状態で測定できる．

解析方法は Medilog 4000レコーダで記録した24時間の心電図を Medilog 4000プレーシステムで再生し，基線動揺を除去するために微分処理した波型をシグナル・プロセッサー7T-18に転送し，R波をトリガーに心拍数とR－R間隔の平均，標準偏差，変動係数を計算する．なお，Medilog 4000システムそのものは長時間心電図記録解析装置として不整脈などの診断に使用されている．

Ⅲ　R－R間隔計測プログラムの概要

プログラムはシグナル・ベーシックで作成されており，以下に示す処理が可能である．

1．心拍数とR－R間隔のヒストグラム

図2は健康成人男子の24時間におけるR－R間隔と心拍数の変動（A）およびヒストグラム（B）である．まずAのグラフ上で解析範囲をカーソルで指定し，ついで指定された範囲のヒストグラムを作成する．この方法で任意の時間帯におけるR－R間隔と心拍数の度数分布を求めることができる．

2．R－R間隔と心拍数の平均，標準偏差，変動係数

図3は同一被験者の24時間にわたる10分間隔（A），20分間隔（B），30分間隔（C），60分間隔（D）の100心拍におけるR－R間隔の平均（MEAN），標準偏差（SD），変動係数（CV）のグラフである．解析の時間間隔は10分，

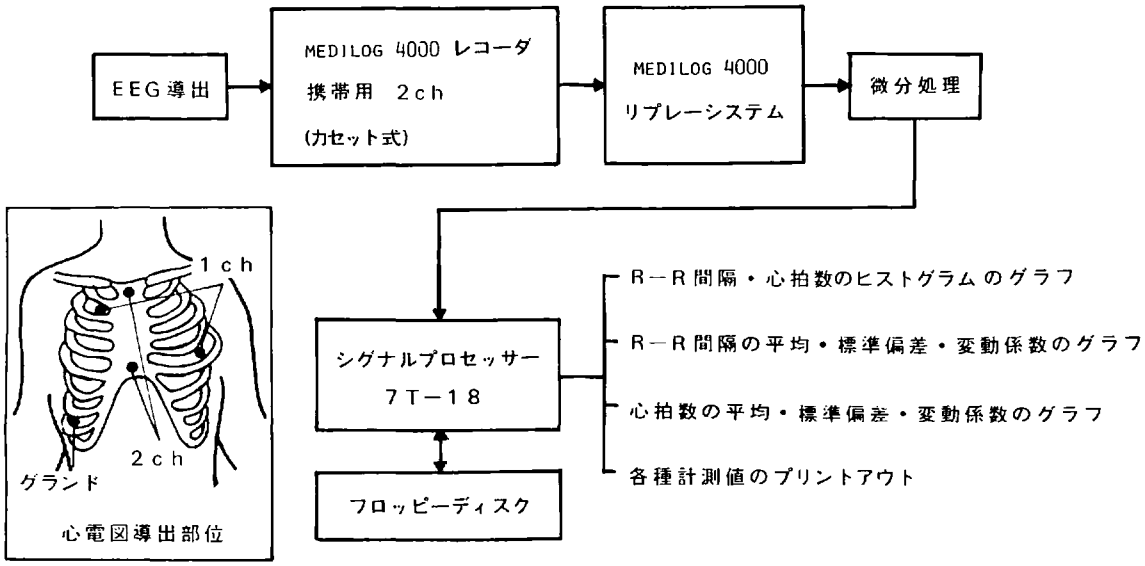

図1　システムの構成図

20分，30分，60分の4種類とし，サンプリング個数は100個，200個，300個，全個数（ＡＬＬ）の4種類とした．解析目的に応じて解析の時間間隔とサンプリング個数を選択できるようにした．

図4は24時間にわたる10分間隔（Ａ），20分間隔（Ｂ），30分間隔（Ｃ），60分間隔（Ｄ），の100心拍における心拍数の平均（ＭＥＡＮ），標準偏差（ＳＤ），変動係数（ＣＶ）である．解析の時間間隔とサンプリング個数の設定はＲ－Ｒ間隔と同様4種類とし，目的に応じて選択できるようにした．なお，両者ともにＣＲＴに表示されたグラフ上にカーソルを移動させ，その部の値を直読できるようにした．

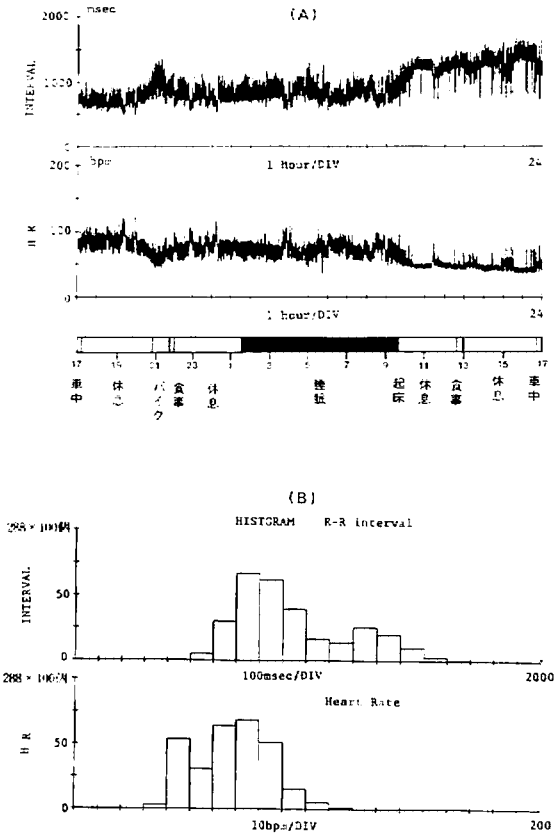

図2　Ｒ－Ｒ間隔と心拍数の変動（Ａ）およびヒストグラム（Ｂ）

3．計算値のプリントアウト

各時間間隔毎のＲ－Ｒ間隔と心拍数の平均，標準偏差，変動係数の計算値をプリントアウトすることができる．

4．データのディスクへの入出力

Medilog 4000リプレーシステムから入力された心電図のＲ－Ｒ間隔のデータはプロッピーディスクに書き込むことができる．また，プロッピーディスクからデータを呼び出すことも可能である．

Ⅳ　本システムの応用

今回開発した長時間心電図記録装置を応用した自律神経機能の測定法は，以下の研究に応用できるものと考えている．

1．自律神経機能の日周リズムの解析

Ｒ－Ｒ間隔と心拍数の変動係数は自律神経の機能検査法として常用されている．[18,19]特にＲ－Ｒ間隔の変動係数は迷走神経の緊張度を表すと言われているが，本プログラムでは心拍数とその変動係数も同時解析できることから交感神経の緊張度の解析も可能である．[20,21]したがって24時間の心電図測定によって交感神経と副交感神経の両面から自律神経機能の日周リズムが解析できる．また，このことを通して自律神経の日周リズムの変調と疾患との関連性を解明できる可能性もある．

2．長時間観察による鍼灸治療の自律神経系におよぼす効果の解明

これまでの自律神経機能に関する研究は鍼灸治療前後の短時間内の分析のみにとどまっていたが，本システムを使用することによって長時間の解析が可能となる．しかも無拘束の状態で測定できるので，行動との関係も分析できる．特に鍼灸治療のように加重効果を期待する治療法を研究するには，長時間にわたって自律神経機能を観察することが必要であり，治療経過にともなって生ずる効果，いわゆる〝転調効果〟の解明が可能となるのではないかと考える．

3．鍼灸刺激が自律神経機能に対する時間的効果の解明

自律神経機能に日周リズムがある．したがって

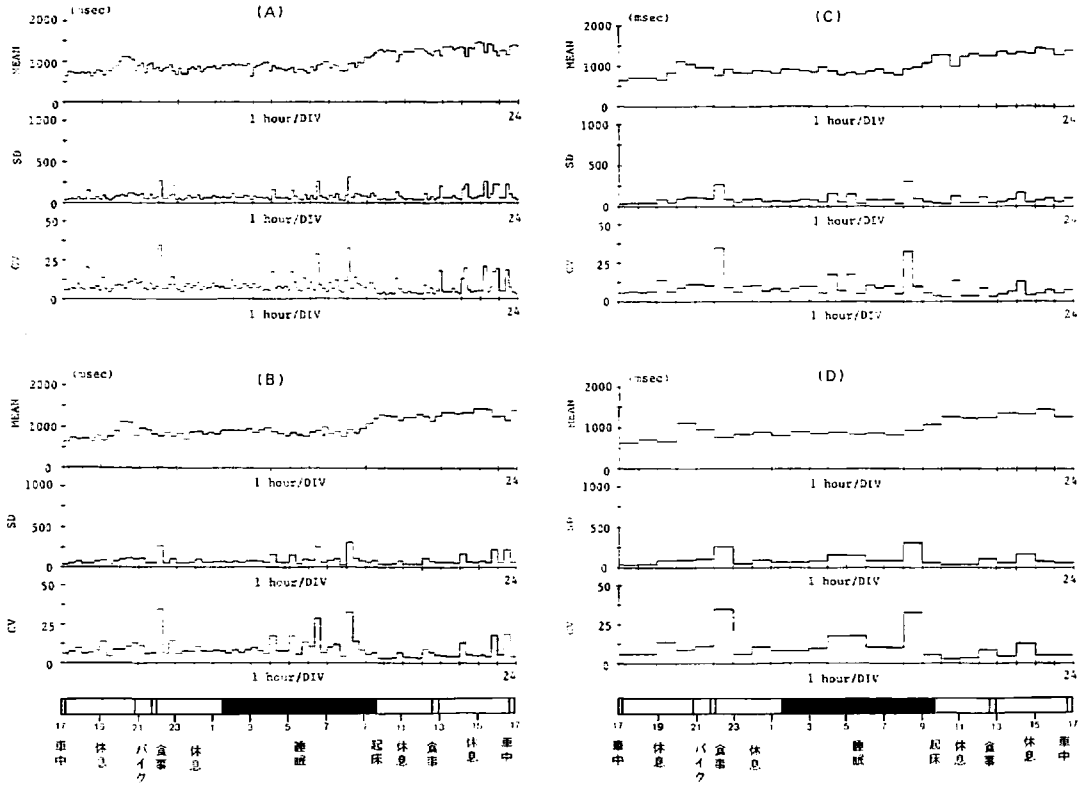

図3　24時間のR－R間隔の平均・標準偏差，変動係数

刺激する時間帯によって自律神経機能の反応性に時間的配列が生ずるものと考えられる．本システムではこれらの関係を解明することが可能であり，鍼灸刺激の時間効果を明らかにすることができる．

V　システムの改良点

本システムを開発したが，以下の点の改良が望まれる．

1．本システムでは被験者の姿勢パターン（立位，座位，臥位）の記録ができない．そのため姿勢と各種計測値の関係づけができないので，姿勢パターン計測が必要である．現在，傾斜角度スイッチで姿勢パターンを判別し，長時間心電図記録装置に入力する方法を考えている．

2．プログラムの問題点として図の表示をより分かりやすくするよう工夫が必要である．また，計測値を多面的に分析するため各種計測値間の相関関係や回帰分析などの統計処理プログラムの用意が必要である．

謝　辞

本プログラム開発に際し，日本電気三栄の金子秀樹，レスピー研究室の内海勤両氏の協力に対し心より感謝申し上げます．

文　献

1）高橋清久，高橋康郎：サーカディアンリズム．中外医学社．東京．第1版．1980．

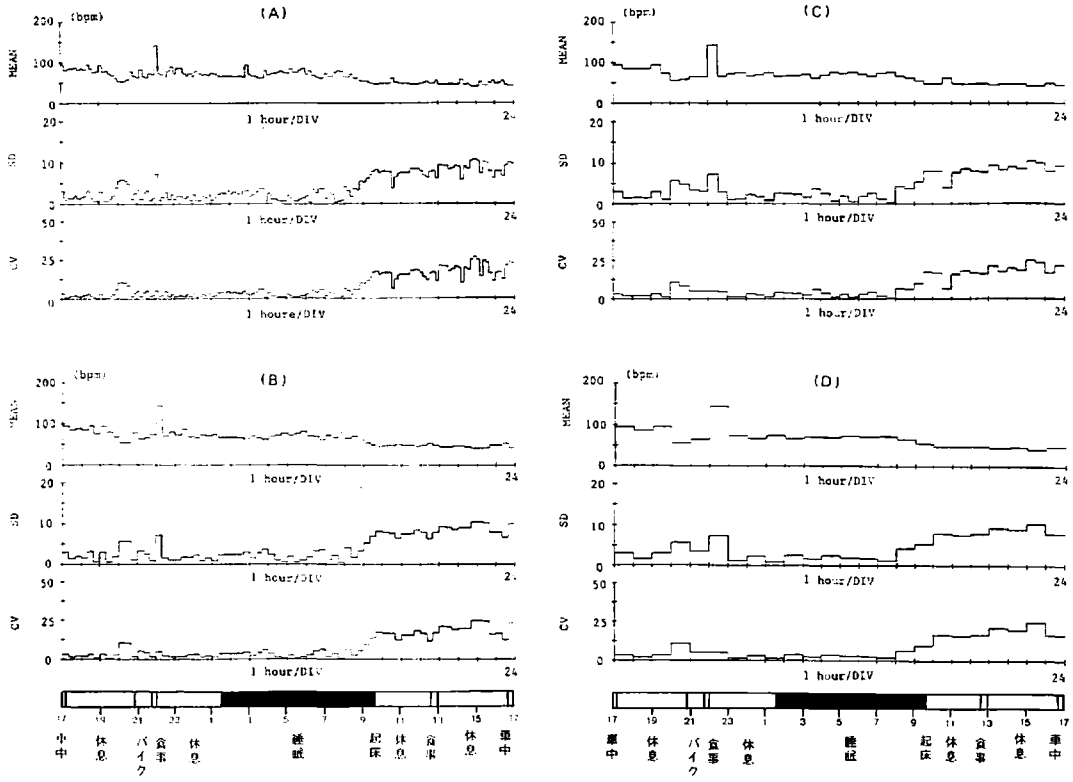

図4　24時間の心拍数の平均・標準偏差．変動係数

2）祭　天護：感受性のリズム．時間生物学．佐々木隆．千葉善彦編集．朝倉書店．東京．第1版．1978.
3）村上　昇：時間生物学の基礎と応用．日獣医誌．37：356．1984.
4）高橋良二：生活リズムと薬物効果．モダンメディシン．82：55，1982.
5）Haruo Nagayama：A theory of circadian susceptibility rhythm of tissues to drugs, Advances of Neurological Sciences, 29：108，1985.
6）高橋　良，永山治男：時間薬理学（Chronopharmacology）と精神医学．臨床精神医学．8：205，1979.
7）竹之内診佐夫，濱添朗弘：鍼灸医学一経絡経穴の近代的研究一．南山堂．東京．第1版，1977.
8）間中喜雄：鍼灸医学の理論と考え方．創元社．大阪．第3版．1971.
9）南京中医学院編著：漢方医学概論．中国漢方医学書刊行会．東京．第4版，1973.
10）矢野　忠：時間療法（クロノセラピー），理療の科学．9：15，1982.
11）孫林森：祖国医学中的時間治療学．新中医．第5期：27，1981.
12）E. W. Stiefvater：Die Organuhr, Karl F. Haug Verlag, Heidelberg, 5, 1979.
13）E. W. Stiefvater：Was ist Akupunctur? Karl F. Haug Verlag, Heidelberg, 1955.
14）李兆秀：学习"子午流注"的点滴体会．新中医．第3期：16，1981.
15）李　陟，盛广玉：子午流注取穴的臨床意義．第二2回全国針灸針麻酔学術討論会論文摘要：中国　北京：92，1984.
16）陳佃夫：子午流注学説対病和証的針治規則．第二回全国針灸針麻酔学術討論会論文摘要：中国　北京：93，1984.

17) 王風似，邢竹超，呂岫晶：子午流注取穴法 222例臨床研究．第二回全国針灸麻酔学術討論会論文摘要：中国 北京：95，1984．
18) 景山 茂：心電図R－R間隔の変動と自律神経系．神経内科．19：119，1983．
19) 平田幸一，片山宗一，斎藤知司他：心電図R－R間隔の変動要因に関する基礎的検討．自律神経．21(4)：309，1984．
20) 日吉俊紀，田中信行：心電図R－R間隔の変動係数と交感および副交感神経活動の関係．医学のあゆみ．127(3)：201，1983．
21) 及川 登，豊田隆謙，後藤由夫：心拍数変動を用いた自律神経機能検査法の検討．医学のあゆみ．127(2)：102，1983．