

# 琉球大学学術リポジトリ

## [原著]心電図電話伝送同時自動解析システムの老人検診への応用と問題点

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学保健学部 公開日: 2014-07-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 鈴木, 信, 安次富, 郁哉, 佐辺, 悦子, 照喜名, みち子, 伊集, 弘子, 鈴木, 淳, Suzuki, Makoto, Ashitomi, Ikuya, Sanabe, Etsuko, Terukina, Michiko, Iju, Hiroko, Suzuki, Kiyoshi メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016498">http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016498</a>

# 心電図電話伝送同時自動解析システムの 老人検診への応用と問題点

琉球大学保健学部 地域医療部

鈴木 信・安次富郁哉・佐辺悦子・照喜名みち子・伊集弘子・鈴木 淳

緒言：遠隔の離島僻地，多くの無医地区をかかえる沖縄県では，救急医療上にも地域住民の健康管理上にも生体情報を正確かつ迅速に中央に送り大量処理するために，生体情報の伝送と自動解析を直結することが必要である。琉球大学病院地域医療部にはこの目的で心電図伝送同時自動解析システムが設置され，現在まで沖縄県各地より calibration や正常の心電図パターンの伝送解析に成功し，<sup>1) 2)</sup> 1975年の第13回病院管理学会において発表した。<sup>3)</sup> 今回は異常者を多く含む老人ホームの循環器検診に応用しその成果と使用上の

問題点を分析しソフトウェア上の注意すべき点を指摘し本システムの検診や臨床応用への展望について述べる。

対象：沖縄県糸満市にある特別養護老人ホーム借生園の老人153名のうち心電図記録の可能であった88名で男22名，女66名，56才から95才に及んだ。彼らの保有する基礎疾患は次のようなものであった。高血圧症45例51.1%，心筋硬塞症17例19.3%，冠硬化症6例6.8%，心不全23例26.1%，脳卒中8例9.1%，脳動脈硬化症10例10.4%，末梢動脈硬化症，腎硬化症各1例，糖

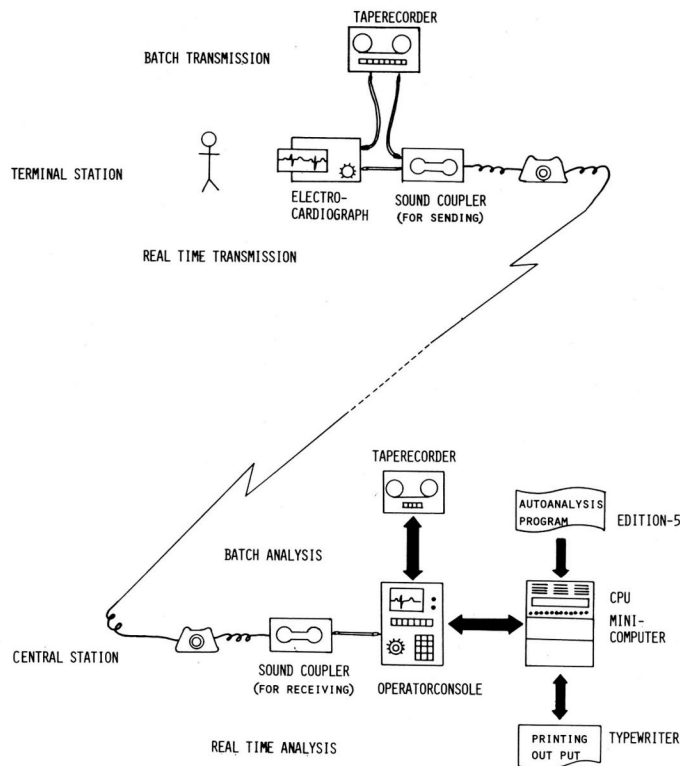


Fig. 1 Schema of computer analysis of telephone transmitted ECG.

尿病13例14.8%，大動脈弁及び僧帽弁閉鎖不全症各1例，貧血症18例20.5%，気管支喘息2例2.3%が含まれていた。

方法：図1は心電図伝送同時自動解析システムの概観を示したもので結局は1チャンネルポータブル心電計と音響カップラーが主体である。この他本システムに必須ではないが伝送状況を観察するための心電図用ブラウン管モニター1台と日本光電製RMG5104型のカセットテープレコーダーを用意した。中央局は琉球大学地域医療部に設置されており，受信用カップラー，オペレータコンソール，心電図解析用コンピューターとデータを出力するタイプライターで構成されている。

対象例88名は電話機のところまで歩行ないし手押車で移動可能な者で，心電計とカップラーを通して伝送するreal time方式で伝送自動解析を行った。移動不可能の2名はベッドサイドでカセットレコーダーにて収録のうえ電話機の所在部よりbatch伝送して解析した。今回はシステムの紹介に主体をおくためreal time以外の方式による伝送解析に関しては方法論以外言及しないことにする。尚この解析プログラムは日本光電製Edition5でミネソタコードに準じたものである。

Tab.1 Comparison between computer and manual analysis of ECG patterns.

COMPUTER ANALYSIS \ MANUAL ANALYSIS	MANUAL ANALYSIS									
	MICROCARDIAL INFARCTION (ANTEROLATERAL)	MICROCARDIAL INFARCTION (ANTEROSEPTAL)	MICROCARDIAL INFARCTION (INFERIOR)	CORONARY INSUFFICIENCY	NONSPECIFIC ST-T DEPRESSION	LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY C STRAIN	LEFT ATRIAL STRAIN	RIGHT VENTRICULAR STRAIN	NORMAL	COMPLETE RIGHT BUNDLE BRANCH BLOCK
MICROCARDIAL INFARCTION (ANTEROLATERAL)	2									1
MICROCARDIAL INFARCTION (ANTEROSEPTAL)		2								1
MICROCARDIAL INFARCTION (INFERIOR)			5		1					5
CORONARY INSUFFICIENCY		1		5						
NONSPECIFIC ST-T DEPRESSION					6					2
LEFT VENTRICULAR HYPERTROPHY C STRAIN						3		5		5
LEFT ATRIAL STRAIN									2	6
RIGHT VENTRICULAR STRAIN				1	1				0	
NORMAL	1	4	2			1				24
COMPLETE RIGHT BUNDLE BRANCH BLOCK			1							

結果：心電図の伝送自動解析のコンピューターの診断状況を波形診断と不整脈診断にわけて比較検討した。表1は波形診断で，横欄にコンピューター診断を縦欄に医師の用手診断をとった。従って中央の黒わく部は両者の判定の一致した数を示すことになる。横欄は左側へ寄るほど，縦欄は上へ上るほど重症な疾患を意味するので，黒わくより上側はコンピューターの読み落

としを，いわば偽陰性的なものを，白わくの側はコンピューターの読みすぎ，すなわち偽陽性的なものを示すことになる。

心筋硬塞に関してみると，診断中は9例で，下壁硬塞のQを読み落としたために非特異的ST・T変化と判定された1例が偽陰性であり，undecidaleが前壁側壁硬塞1例，前壁中隔硬塞1例，下壁硬塞5例に認められた。

偽陽性は8例にあり，前壁硬塞の1例，前壁中隔硬塞の4例，下壁硬塞の2例はいずれも正常波形で，下壁硬塞の1例は完全右脚ブロックのQを誤判定したものであった。

冠不全では偽陰性はなく右室負荷のTの逆転の1例と左室肥大負荷のTの逆転3例が冠不全とされ，非特異的ST・T変化はきわどい計測値の差で正常となった2例があった。また右室負荷のT逆転が非特異的变化と読まれた。

左室肥大負荷は5例で適中し，5例の偽陰性と1例の偽陽性があった。左房負荷は2例で適中し，6例で偽陰性であった。正常は24例で適中し，8例が何らかの有所見とされたが，それらは心筋硬塞7例と左室肥大1例であった。

Tab.2 Comparison between computer and manual analysis of rhythmical disturbance of ECG.

COMPUTER ANALYSIS \ MANUAL ANALYSIS	MANUAL ANALYSIS									
	Ventricular premature beat	Supraventricular premature beat	Atrial flutter and fibrillation	Complete right bundle branch block	Incomplete right bundle branch block	I-A-V block	Normal	Undecidable	Micardial infarction (inferior)	
Ventricular premature beat	1	3					2			
Supraventricular tachycardia and premature beat		1					3			
Atrial flutter and fibrillation		1	1							
Complete right bundle branch block				0				2	1	
Incomplete right bundle branch block							3			
I-A-V block						0	12	2		
Normal		3					24			

同様な方法で不整脈のコンピューター診断と用手診断の比較を表2に示したが，コンピューターの誤診率が非常に高かった。心室性期外収縮は適中1例の他，上室性期外収縮としたもの3例，偽陰性は2例であった。上室性期外収縮は適中1例，偽陰性3例，心房細動は1例適中し，1例は上室性期外収縮と誤診された。完全右脚ブロックは全例読めず，undecidable2例，他の1例は心筋硬塞と判定された。不完全右脚ブロッ

クは1例適中し3例が偽陰性となった。1度房室ブロックは計測値は正しいのに判定上偽陰性が12例と undecidable 2例となった。

考案：心電図自動解析の歴史は古く欧米ではすでに実用の段階に入っているが、日本でも最近数年来活発に診断や臨床応用が試みられるようになった。<sup>4) 5) 6)</sup>

一方心電図の電話伝送の試みは1953年のDiamond<sup>7)</sup>等にはじまり、日本でも北村,<sup>8)</sup> 坂本,<sup>9)</sup> 大宮,<sup>10)</sup> によって試みられ発表されているが、最近では救急車と救急センター、CCUとon call doctor, 僻地の救急医療等に広く応用されつつある。しかし、両者は別々に行われている場合が多い。両者を直結して心電図電話伝送自動解析システムとする応用は、1968年のDobrow等<sup>11)</sup>によって実用化された。我国でも柏井らによって試みられている。<sup>12)</sup>しかしまだ日本では実用の段階には至っていない。しかもこれらの若干の試みはあってもすべて受信側か送信側に少くとも一方に直結方式が組み込まれていて、本法のような音結送信、音結受信方式にはまだ成功していない。このような音結一音結方式だと直結方式のような電話局の特別な許可もまた専用電話機も必要とせず、電話機さえあれば一般家庭でも応用できるという簡便さが注目に値する。本研究では正常者ばかりの集団でなく、異常者を多く含む老人検診に実用した点で意義がある。

伝送解析の方法としては次のような3通りが考えられる。第1は被検者の心電図を端局の心電計で誘導して音響カップラーから中央局へ伝送し、中央局では受信カップラーより受信しオンラインでコンピューター解析する real time 方式、第2は被検者よりの心電図を一旦データレコーダーに収録の上、後日まとめて伝送し解析する batch 伝送方式、第3は心電図を伝送後、中央局でデータレコーダーに収録した後、後日まとめて解析する batch 解析の方式である。本来は real time 方式をとるが移動不能の患者や大量同時記録や伝送待時間の長い場合は batch 伝送方式がとられる。また大量伝送の場合は batch 処理方式が便利である。いずれの経路を通っても結局心電図はオペレーターコンソールに入力される。この際心電図はまず伝送に伴う混入高周波雑音を除くために高周波遮断のフィルターにかけられ、つづいてA-D変換器でデジタルに変換された上、P, QRS, ST, T波の認識が行われ、つづいて各波の振幅と時間幅が計測される。これがさらにコンピューターに組まれたプログラムに応じて判定が下されることになっている。

コンピューター診断の適中率は80%から90%といわ

れている。<sup>4) 6)</sup> また電話伝送に関しては現在ほとんど歪みはないといわれているが、<sup>10)</sup> 両者が結合することによりその正診率はおちるが、しかしその正診・誤診率は対象とする心電図波形によって異なるであろう。我々はあえて異常心電図を多く利用し誤判定を見出しその原因分析を行った。

心電図の波形計測は振幅と時間幅からなっている。従って誤判定には振幅計測上のものと時間幅の計測上のものがある。振幅計測上のミスからおきる偽陰性の心筋硬塞は重大である。これは例えばV<sub>1</sub>のQを認識した上、V<sub>2</sub>のrSパターンのrを見落としてSをQと誤認した場合におこり、同様な現象はIIIとaV<sub>F</sub>の間にもおこる。またこのような組み合わせ診断の場合一方の誘導が低電位になると計測不能となってやはり偽陰性の原因となる。いずれにせよ、0.20 mV程度の小さな棘波の認識に甘いために起こる現象と思われた。しかし、もし感度を高めすぎるとフィルターで除去しきれなかった混入雑音を拾いあげ、偽陰性が異常に多くなるので、結局許せる範囲内での適切な感度が要求される。

振幅誤計測によるもう一つの問題は偽陽性の左室肥大である。そこでこの原因を分析してみるために左室肥大の診断上重要なRV<sub>5</sub>の振幅の計測値を検討した。図2は横に送信側の心電図の用手計測値、縦にコンピューター計測値をとったので当然45°の一直線上に並ぶべきである。点線は正常上限の26mmを示している。

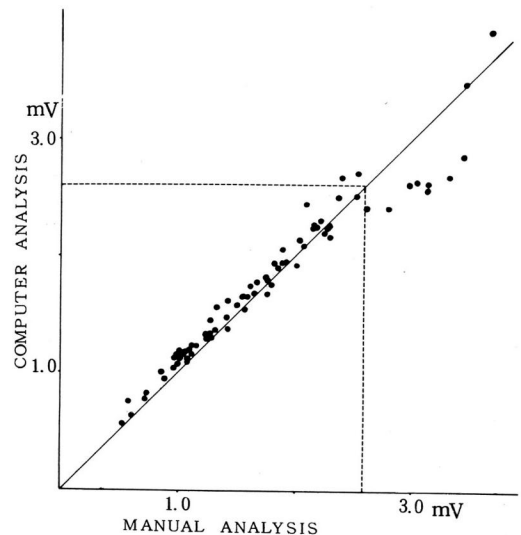


Fig. 2 Comparison between computer analysis of received RV<sub>5</sub> and manual analysis of original RV<sub>5</sub>.

この正常値をはずれる26mm付近よりコンピューター計測値が過小となる傾向がある。しかしゲインを $\frac{1}{2}$ におとした上端の2例では減衰がみられなかった。

そこでこれを送信側と受信側の用手計測値、すなわち伝送による歪みと、受信側用手計測値とコンピューター計測値、すなわち計測上の歪みとに分けて調べた。この関係は図3をみると理解しやすい。図4は送信と

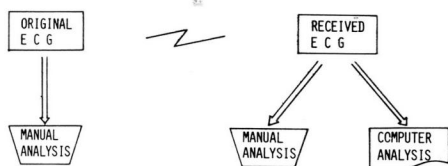


Fig. 3 Schema of manual and computer analysis of ECG.

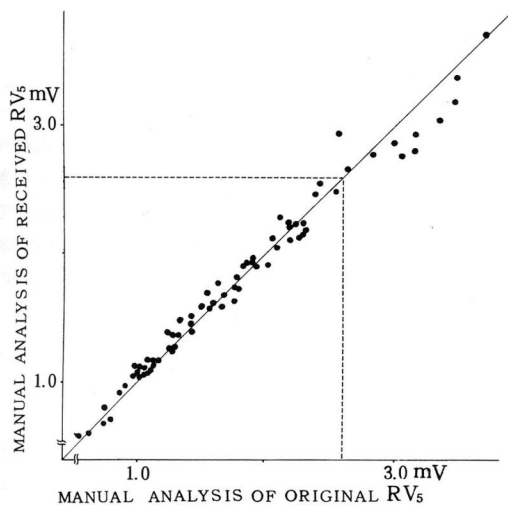


Fig. 4 Comparison between manual analysis of original and received  $RV_5$ .

受信の用手計測値の比較、すなわち伝送状況を示し、26mm以上では伝送によって減衰することを示している。減衰の原因は伝送中又は伝送後の受信側の記録器にある可能性が推定された。図5は受信波形の用手計測値とコンピューター計測値との関係なのでコンピューター計測状況を示していることになる。従ってこの場合予想されるのは2通りである。その一つは歪んだまま入力されてコンピューター計測された場合で、両者は一致するので $45^\circ$ 線上に配列されるはずである。第2は受信側の記録器に原因があって減衰する場合であり、正しい波形が受信カップラーからコンピューター

へ送られるので、この場合は逆に26mm付近から $45^\circ$ 線上より急峻な勾配がえがかれるはずである。しかし予想に反してカーブの勾配がゆるくなって減衰がみられた。すなわち伝送によって生ずる振幅の歪みは解析上さらに助長される結果になった。従って伝送と解析の両者に問題がある。

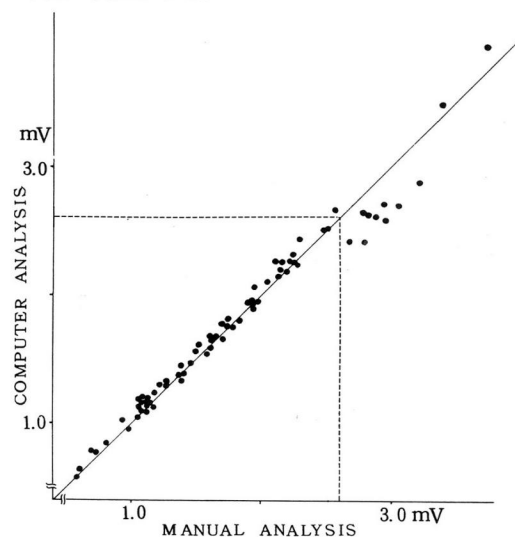


Fig. 5 Comparison between computer and manual analysis of  $RV_5$  of received ECG.

しかしよく観察すると伝送における減衰は受信側の振動子が振りきれた例のみにもみられ、 $\frac{1}{2}$ に振幅をおとて伝送した例では減衰がおきていないので、心電計記録器の振幅特性に比し、カップラーの特性が悪く“サチツた”波形が伝送されたものと推測される。この現象は送信側にはわからないので受信側が指摘するか、あるいはあらかじめ25mm以上は一律 $\frac{1}{2}$ にゲインをおとすようにとりきめることによって解決できるように思われた。また一方コンピューター計測値の減衰はコンピューターに起因するのではなく、むしろA-D変換器の前に入れてあるフィルターと心電計に入っているフィルターとの遮断周波数帯が一致していないための現象と推測できるので、メーカーのちがう機器間の調整が必要のように思われた。

波形誤診断のもう一つの問題は時間幅に関する問題である。時間幅計測を代表して第II誘導におけるPQ時間の用手計測とコンピューター計測を比較したのが図6であるが、 $45^\circ$ 線上でなくばらつきは非常に大きかった。この原因はPQ計測の誤りによるのではなく、P波の認識にあり、ことに小さな $P_B$  (Pの開始点)、

の検索がいかにむずかしいかを示している。またQRS幅に関して同様に、QRSの一部が基線をよぎる点をRE (Rの終末点)と誤認してS波をST低下としたため冠不全と診断したのである。このように時間幅の計測の誤りはすべて波形の認識の誤りによって生じるのであり、プログラム上波形認識法の改善を要するものと思われる。

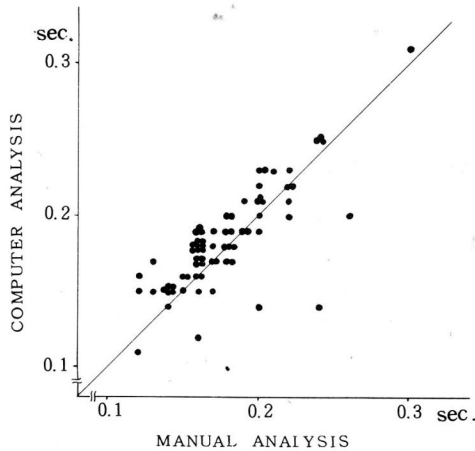


Fig. 6 Comparison between computer and manual analysis of PQ intervals of received ECG.

またundecidableは直接の誤診とはちがうが、再診断を要するので時間的ロスが大きい。この原因の多くはU波の出現、TP間の動揺や頻脈によるTPの消失等による基線の読み込み不能によるもので、基線の決定にはTPのみで計測するのではなくPB-PB等の補助的方法が追加されねばならない。

不整脈に関するコンピューター診断は誤診が非常に多い。これは不整脈が一樣に出現しないので計測される範囲内に必ずしも不整脈が出現しないためであり、またプログラムが不整脈の診断を主目的としていないためでもある。これはコンピューターのサイズを大きくすることにより改善されるであろう。

もう一つのコンピューター診断の役割としてHR (心拍数)がある。図7はHRに関してコンピューターと用手計測値の比較で、黒丸は洞調律群、白丸は不整脈群である。HRは波形診断とは別な部分のtracingより平均R-R間隔を求めて計算されるので、コンピューター計測値と用手計測値とはtracingの別の部分を測っている可能性がある。従って不整脈群では必ずしも

一致しないが、不整脈例を除くとはば45°線上にあるべく両者が一致し満足すべき結果であると思われた。

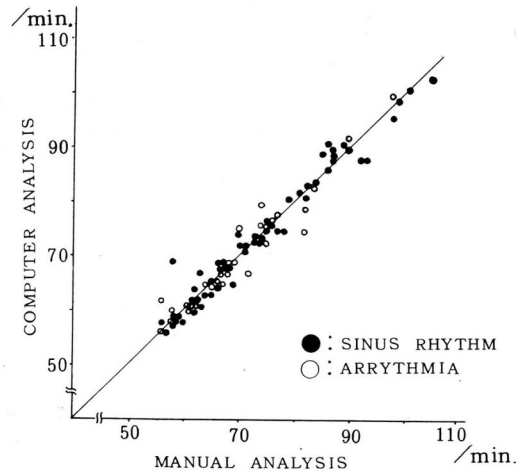


Fig. 7 Comparison between computer and manual analysis of HR.

次にlogic上の改善点を述べたい。1°A-Vブロックに関してはPQ時間0.22秒以上が全12誘導にあってはじめて診断することになっているのはきびしすぎる。唯一つの誘導が低電位となって計測不能となっても診断されないため、計測されていないながら100%偽陰性を生じたのである。しかし診断logicを大幅にゆるめると多くの“偽陽性”を生ずる恐れがあるのでこの場合も許せる範囲内で伝送解析用にあうように改良されねばならない。

以上心電図伝送自動解析の問題点を多々述べたのにもかかわらず問題が多く実用不可能のような印象を与えたかも知れないが、総じてみると偽陽性は多いが異常者が多いわりに偽陰性はほとんどない。自動解析上の条件として偽陰性は危険を伴うので1例でもあってはならないが、偽陽性は多少あってもやむをえない。しかしできるだけ少いことが望ましい。その意味で本システムの検診への利用は充分可能である。今回は症例数や時間等の制約もあり、システムの紹介と問題点に主眼をおいたのでreal timeによるオーソドックスな方法についてのみ述べた。他のbatch伝送やbatch処理方式には言及できなかったが、伝送解析にはいろいろな応用方法があるので今後さらに研究を拡大して報告する予定である。また今後コンピューターの増設やプログラムの改善が行われ、さらに3チャンネル同時伝送や無人で24時間カバーもでき、コメントも加えた診断判定が下されることも期待できる。

## 結 語

1. 特養老人ホーム借生園の老人88名につき心電図電話伝送自動解析システムを用いて検診を行った。

2. 伝送解析には今回は主として real time 伝送解析を行ったが, batch 伝送オンライン解析と real time 伝送 batch 解析も可能である。

3. 伝送して自動解析する場合, 26mm以上の高電位のR値では歪みを生じ減衰するのでゲインを落として伝送すべきである。この現象は伝送上にもコンピューター解析上にも, またデータレコーダーに記録する場合にもおこる現象である。

4. 伝送コンピューター診断は, 波形分析上偽陽性は多いが, 偽陰性は僅少であるので異常の多い老人にも充分応用可能である。

本論文の要旨は第19回日本老年医学会, 第15回病院管理学会, 第9回沖縄公衆衛生学会で発表した。

## 謝 辞

本研究にあたり甚大なる協力を賜った沖縄借生園の戸田園二郎所長に深謝する。

## 文 献

- 1) 鈴木 淳, 麻生 茂, 垣花順子, 外間政一, 照喜名みち子, 安次富郁哉: 沖縄の生体情報伝送システム—中央局操作手順—, p 1—35, 琉球大学保健学部附属病院地域医療部, 那覇, 1975.
- 2) 鈴木 淳, 岸本君子, 垣花順子, 大城弘子, 外間政一, 照喜名みち子, 安次富郁哉, 佐辺悦子, 富田 稔: 沖縄の生体情報伝送システム—端局操作手順—, p 1—34, 琉球大学保健学部附属病院地域医療部, 那覇, 1975.
- 3) 鈴木 淳, 麻生 茂, 外間政一, 垣花順子, 照喜名みち子, 安次富郁哉, 栗島 茂, 竹内英夫, 島田道宣, 城田吉矩, 大湾政秋: 病院機能の伸展—生体情報伝送の試み—, 病院管理, 13, 137, 1976.
- 4) 笠井源吾, 大田 宏, 赤染悌三, 大林完二, 早川弘一, 鈴木孝治, 常岡雅幸, 加藤慶次郎: 心電図波形自動診断論理とそれによる診断成績, 日循誌, 36, 216, 1972.
- 5) 安井昭二: 電子計算機による心電図の自動診断, 日循誌, 35, 725, 1971.
- 6) 岡本 登, 横井正史, 相原信夫, 安井昭二, 水野康, 藤野哲郎, 岡島光治, 山田和生: 電子計算機による心電図情報処理—計算機診断と医師による診断との比較—, 医用電子と生体工学, 5, 312, 1967.
- 7) Diamond, E. G. and Berry, F. M.: Transmission of electrocardiographic signals over telephone circuits, Amer. Heart J. 46, 906—912, 1953.
- 8) 北村和夫: テレメーターリングの臨床応用, 日内誌, 52, 610—615, 1963.
- 9) 阪本捷房, 斎藤正男, 林 精一: 電話回線による心電図伝送方式について, 医用電子と生体工学, 4, 56—59, 1966.
- 10) 大宮善吉, 奥瀬倭文子, 服部 淳, 五味昭彦: 地域医療システムの技術論, 電話回線による心電図の伝送, 日本臨床, 33, 2469—2472, 1975.
- 11) Dobrow, R. J., Fieldman, A., Clason, W. P. C., Gorman, P. A., Reinfrank, R. F. and Caceres, C. A.: Transmission of electrocardiograms from a community hospital for remote computer analysis, Amer. J. Cardiol. 21, 687—692, 1968.
- 12) 柏井哲夫, 寿田鳳輔: 電話回線による Analogue date の伝送とその on line 処理, 医用電子と生体工学, 9, 267—271, 1971.

## Abstract

# An On-Line Computer Analysis of Telephone Transmitted ECG

—Clinical Application in Health Care of  
The Aged and Its Problem—

MAKOTO SUZUKI, IKUYA ASHITOMI, ETSUKO SANABE,  
MICHIKO TERUKINA, HIROKO IJU, KIYOSHI SUZUKI

Department of Community Medical Service, College of Health Sciences,  
University of the Ryukyus

Computer analysis of ECG has been in practice for some years, though with many difficulties. Telephone transmission of ECG has been attempted for the purpose of detection and ascertainment of emergency cases in several communities. The former and the latter, however, have independently been developed, without any direct relations. In order to cope with all the cardiac emergencies and to maintain a satisfactory health care of the communities especially in the distant and isolated islands of Okinawa, it is considered to be essential that these two individual systems be closely connected. The many problems that arise from the direct linkage of these two systems are different from the conventional ones encountered within the individual systems.

Calibrations and normal ECG patterns have so far been successfully transmitted and simultaneously analyzed. The trial reported here was to apply the connected systems to the many varieties of abnormal ECG patterns of 88 elderly people in the aged illness facility, Kaiseien.

A certain number of false positive cases can be tolerated, though the fewer the false positive cases there are, the better the diagnosis will be. However, the "false negative" should be completely eliminated since it can lead to a fatal condition. One false negative diagnosis appeared out of seventeen cases of myocardial infarction which was caused by a failure of the system to react to spikes below 0.2 mV. Adequate sensitivity is necessary for wave recognition in the system. If it were hypersensitive, far more "false positive" cases would appear as it picked up contaminated myopotentials.

Underestimation of high R waves above 2.6 mV was the cause for overlooking of left ventricular hypertrophy. Two kinds of factors can be considered as the cause: the management of these systems and mechanical interfaces before the computer stage. The former could be solved by decreasing the gain before hand in high R waves in the terminal station. But the latter, it is inferred, is caused by the difference of high cut filters of the sound coupler for the receiver and of the interface.

The undecidable cases were frequently found and many of them were considered to be due to



the inability of the system to decide the base line. Consequently another way of deciding the base line should be adopted in addition to the T-P standard line method.

It can be stated that this linkage system is fairly adequate to cover the chronic condition of elderly patients, but improvements must be introduced in the management of the system, in the accuracy of mechanical linkage, and in the diagnostic logic so that the goal of monitoring emergency cases may be attained.