

●特別講演

循環器診療におけるPOCTの活用方法

金沢医科大学地域医療学講座 笠 巻 祐 二
金沢医科大学水見市民病院総合診療科

要 約

POCT(Point of care testing)とは、被検者の傍らで、あるいは被検者自らが行う検査であり、検査時間の短縮および被検者に見えるという利点を活かし、迅速かつ適切な診療、看護、疾病の予防、健康増進等に寄与し、医療の質、被検者のQOLに資する検査である。循環器領域においては、心電図、心臓超音波検査などの生体検査もPOCTの一部である。本講演では、発展著しい携帯型心電図の臨床と多様な応用について自験例を中心に概説する。

携帯型心電計とは、心電計の機能を時空間上に拡大し、いつでも、どこでも、誰でも、簡単に利用できる携帯に便利なポケットサイズの心電計である。機種によりそれぞれ特徴があるが、心電図記録モードには、イベントボタンを押す前後の波形を記録するものと押した後の波形のみを記録するものに大別される。記録法には、使い捨て電極を体に貼りコードを介して携帯型心電計本体と接続するタイプと固定電極(本体内蔵電極)を直接体表に接して記録するタイプがある。

従来の24時間ホルター心電図が24時間の長時間にわたり電極を装着する煩わしさがあること、またホルター心電図の記録中に患者の訴える症状、心電図変化が出現・記録されるとは限らないこと、多くの心電図情報を得られる一方、その解析に要する時間的、経済的負担も少なくないことを考慮すると、本法は簡便性および診断の効率性、即時性といった点においてホル

ター心電図を補完する新たな方法として臨床的意義が大きい。

携帯型心電計の臨床的有用性としては、1) 症状に対応して心電図所見が明確に得られること、とくにまれにしか出現しない症状の把握には常時携帯することで発作時の記録が可能となる、2) 記録された心電図を電話等の手段を用いて伝送し、それによる早期対処が可能である、3) 外来患者の非連続的心電図モニターとして有用である。たとえば、抗不整脈薬を新たに投与した場合に、催不整脈作用による新たな不整脈の出現やQT延長をチェックできること、突然死の原因疾患として注目されているBrugada症候群の心電図モニターが可能であること、あるいは発作性心房細動では、症状の有無にかかわらず定期的な記録をすることで無症候性心房細動の存在が診断可能である。4) ホルター心電図と異なり、はるかに長期間にわたり被検者が常時携帯することで、任意の場所、および時間に心電図を記録して、ただちにそのデータを伝送し、解析することが可能である、などがある。また、臨床以外の携帯型心電計の多様な応用例には僻地巡回診療での利用、疫学調査への応用、学校心臓検診・生徒の健康管理、市民マラソンでの簡易心電図検診などがある。

今後、携帯型心電計は、通常の外来で患者の症状の評価を行うとともに、簡便な心電図記録と電話伝送を利用した健康管理システム、ペースメーカークリニックなどのネットワークを拡大することによりさらに普及していくことが期

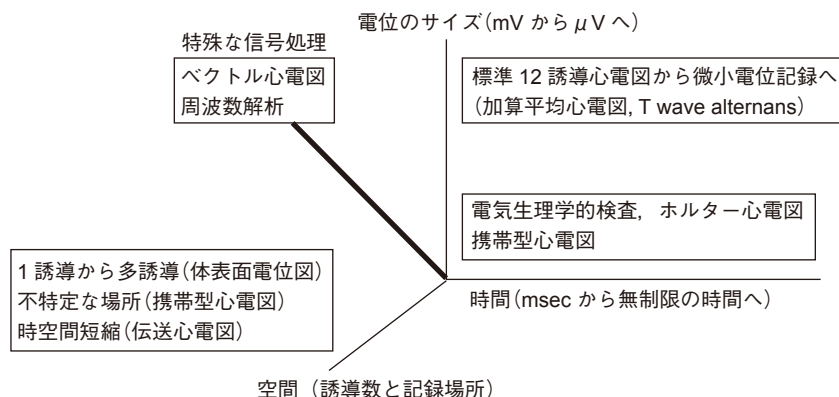


図1 時空間における心電図信号処理の展開¹⁾

待される。また、家庭用心電計の普及による心疾患の早期治療、早期予防が重要であり、そのためにはさらなる自動計測化の促進、予防効果の確認、経済効果(医療費減少効果)の検証も必要であろう。今後、さらなる小型軽量化、持ち運びやすさ、簡便な操作性、他の生体情報も併せた記録・通信が可能な機器の開発も望まれる。心電図検査の今後の発展を考えたとき、どのような進歩が予想できるだろう？現在行っている心電図検査の問題点の一つは身体に直接電極を装着する必要があることである。したがって、皮膚のかぶれの問題はいつも留意しなければならない。おそらく将来的には身体に直接電極を装着しなくても心電信号が記録できるようになることが期待される。一方、得られた心電情報の機序、原因が細胞レベルで明確に解明されるようになれば、さらに正確な病態の把握が可能となり、診断治療に役立つと考えられる。この分野のますますの発展を期待したい。

はじめに

1903年にEinthovenが心電計を発明して以来、すでに110年が過ぎた。めまぐるしく進歩する医学の分野において、標準12誘導心電図はその基本的な姿を変えることなく、現在なお臨床現場で使用されている。その理由は、記録が簡便で非侵襲的であり、かつ情報量が多いためである。今日心電図の分野では、アナログ信号のデ

ジタル化に始まり、さまざまな信号処理技術の進歩により時空間的に種々の信号処理がなされ、それぞれ新たな心電図検査法として臨床に应用されている(図1)¹⁾。このような背景を踏まえ、本講演では、発展著しい携帯型心電図の臨床と多様な応用についてわれわれのデータを提示して概説する。

1 携帯型心電計とその歴史^{1~3)}

患者が何らかの胸部症状を自覚して医療機関を受診した場合、われわれ循環器内科医はまず心電図をオーダーする。しかし、医療機関を受診したときには症状が必ずしもあるわけではない。すなわち、患者が症状を自覚している最中に心電図を記録できる機会は実は少ない。一般的には、症状の原因を究明するために、24時間ホルター心電図検査を施行することが多いが、必ずしも限られた検査時間中に症状が出現するとは限らない。そこで近年、いつでも、どこでも患者自身が自分で心電図を記録して、電話などの回線を通じてデータを送り、解析診断できる携帯型心電計が開発され、日常診療で用いられている。実際には患者が症状時に記録した心電図を伝送せずに病院へ持参して解析する方法もあるが、危険な不整脈や急性冠症候群などの緊急処置を要する場合には、伝送システムが有用である。このようにいつ、どこで起こるかわからない症状出現時の心電図を記録しよう

とするものが携帯型(イベント)心電図であり、通常、小型のモバイル心電図ともいべき携帯型心電計が用いられている。また最近、携帯型心電図は医療機関における日常診療のみならず広く在宅医療や遠隔医療などにも応用され、心臓健康管理やスポーツクラブ・会員制健康クラブで用いられるなど、医師の主導の下で健常人にもその適用範囲が拡大している。わが国の携帯型心電計は、当初は心臓健康管理を念頭においた企業レベルの発想で1980年代になって開発され、1987年に市販されたのが最初である。この機器は一般人を対象とした会員制の組織としてスタートしたために、一般病院での携帯型心電計としての利用が遅れたという背景がある。すなわち、わが国での携帯型心電計の発展には、心臓健康管理を主体とした予防医学的な観点からスタートしたという特徴がみられる。その後さらに機器を小型化して携帯性を向上させるためにペン型携帯型心電計が開発された。この間にわれわれのグループが薄型の携帯型心電計を日本向けの特注品として開発し、日本大学板橋病院に解析センターが設置され、診療と健康管理の両面から運用され、携帯型伝送心電計の利用が一般化されるに至った。そして、日本で開発された携帯型伝送心電計のほとんどが簡便性を重視しているために、単一誘導での記

録が多いのも特徴の一つである。

2 携帯型心電計の種類・記録法・誘導部位

携帯型心電計は機種によりそれぞれ特徴があるが、心電図記録モードについては、イベントボタンを押す前後の波形を記録するものと、押した後の波形のみを記録するものに大別される。

1) 携帯型心電計の種類

(1) ループメモリー式携帯型心電計(図2A, B)⁴⁾

ループメモリー式携帯型心電計はあらかじめ誘導コード付の電極を体表につけておき、

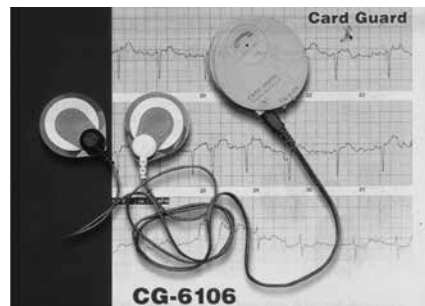


図2A ループメモリー式のイベント心電計⁴⁾

連続的にモニターしながら、患者がスイッチを押したとき(前後)の心電図がメモリーに残る(イベント前後)。使い捨て貼付け電極を用いる。システムの特徴としては、センターを院内に設置。専門医が心電図を判読。センターの自動受信と個別対応は選択可能。

74歳男性、主訴：動悸

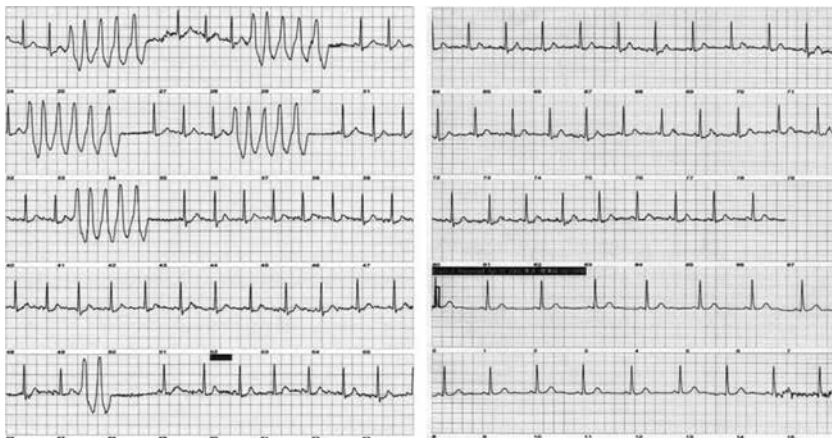


図2B 非持続性心室頻拍がイベントボタンの前に記録された例



図3A 固定電極(押し当て式)のイベント心電計
電極を貼り付けなくてよいので、日常生活を制限することなく心電図が記録できる。しかし、スイッチを押した後だけの記録なので異常波形を取り逃すこともある(イベント後)。

ループメモリーで心電図を記録して行き、一定時間以前の心電図を順次消去する機器である。通常の携帯型心電計は小型の機器の一部の電極を直接体表に当てて記録するので、記録開始以後の心電図のみが記録される。したがって、不整脈などの一過性のイベントでは、記録したときにはすでに変化が過ぎ去り、それが記録されないことが少なくない。ループメモリー式イベント心電図では、症状が期外収縮のような一過性の不整脈でもボタンを押した時点から過去にさかのぼった心電図記録が残るので、症状と一対一の対応での検討が可能である。最近では、われわれが使用しているCG6106型イベント心電計のように万歩計程度の小型軽量で、電極の装着も被検者が自由に簡単にできる装置が市販されており、伝送も可能になっている。この機種は262秒間の心電図が連続監視され、ボタンを押した前後の記録時間を自由に設定できる。したがって、症状のある患者には携帯型イベント心電計として極めて有効である。

(2) 非伝送式携帯型心電計(図3A, B)

伝送機能がないために、緊急な判断が要求されるときには役に立たないが、自分で心電図を検査したいときに自由に記録して、それを判読できる医師のもとに持参して判断してもらうタイプである。携帯型心電計で伝送機能のない機

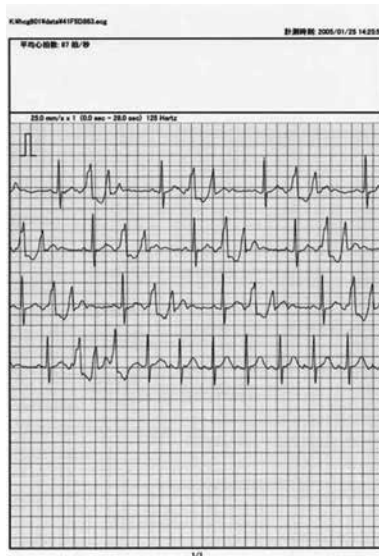
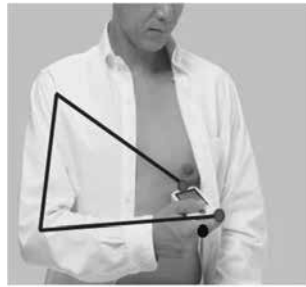


図3B 心室性期外収縮が記録された例
Omron ECG Viewer
パソコンのメモリーカードの心電図波形を読み取る。

種が最近日本で家庭用心電計として市販されている。家庭用の血圧計と同じような感覚で誰でも購入することが可能である。たとえば症状のあるときに心電図を記録しておき、病院や医院を受診した際に、医師に参考にしてもらう仕組みで、あらかじめ判読できる医師を登録しておくようになっている。

実際に、緊急を要するような場面は少なく、ほとんどが軽度の変化であるために、その場でただちに心電図を伝送せずとも、後でも十分役に立つ情報が得られる。小さな機器に液晶モニターがあって、自動解析の結果が簡単な言葉で使用者に読み取ることができるようになっている。記録された心電図は、医師により液晶モニター上で判定するか、あらかじめパソコンにインストールした解析ソフトにより、記録紙に心電図を打ち出すことも可能である。安価で簡便で使いやすいので、今後家庭用心電計の標準型になる可能性があるが、判読する医師の側の能力や専門性、あるいは記録状態、医師の労力に対する報酬などの問題が残っている。



誘導方式：双極1誘導(右手-胸部間)
V4誘導推奨(Omron)



誘導方式：総局1誘導(V5-V5R)

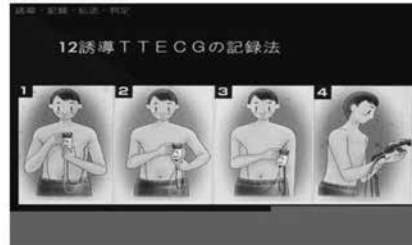


図4 記録の仕方・記録状態

2) 携帯型心電計の記録法

記録法には、使い捨て電極を体に貼りコードを介して携帯型心電計本体と接続するタイプと固定電極(本体内蔵電極)を直接体表に接して記録するタイプがある。送信方法には、音響カプラー方式、内蔵モデム、内蔵PHS、FM変調あるいは外付きデジタル携帯電話などがある。記録時間/回数については、数十秒から数分/回から120回とさまざまであり、機種によっては設定変更可能なものもある。

3) 携帯型心電計の誘導部位⁵⁾

誘導部位については、不整脈発作の診断に主体を置く場合には一つの誘導でも臨床的には十分解析可能である。しかし、狭心症や心筋梗塞などの虚血性心疾患では病変の部位を反映する誘導の選択が重要であり、一つの誘導では評価に限界がある。一般的には、図4のように使用する機種により若干異なっているが、単一誘導での記録ではV4もしくはV5が推奨されている。一方、虚血性心疾患の評価を目的とするならば12誘導の携帯型心電計を用い、図4右下に示すように少しずつずらして記録すればよい。誘導部位は基本的には12誘導を採用するのが望ましいが、日本大学板橋病院循環器外来通院中の89名を対象とした、われわれの検討によれば、12誘導心電図の診断とイベント心電図の選択された三つの誘導を比較した結果、不整脈の評

価については一つの誘導のみでも比較的異常が見つかることが多く、ST-T評価に関しては三つの誘導の組み合わせ(V5誘導、V2誘導、II誘導)でかなり精度よく評価可能であった。したがって、ST-Tの評価にはV5、V2、IIの3誘導の記録が望ましいと考えている。多誘導の記録順位はまずV5誘導に貼り付け、その後でV1(or V2)誘導を行い、さらにII誘導、III誘導とI誘導およびV2、V3、V4、V6などの誘導を行い、さらに多くの心電情報量を得て、心筋虚血の状態の分析に役立たせることができる。

3 携帯型心電計の臨床および多様な応用

携帯型心電計は、従来の24時間ホルター心電図のような長時間電極を装着する煩わしさがなく、簡便性および診断の効率性、即時性といった点で優れており、ホルター心電図を補完する新たな方法として臨床的意義が大きい。携帯型心電計により記録されたイベント心電図は症状があるときの心電図が主であり、なかでも不整脈発作と虚血性心疾患での発作時心電図の検討が重要である。臨床現場での携帯型心電計の実際の使われ方としては、機器を一定期間被検者に貸与し、その間に被検者が自ら心電図を記録し、後日医療施設に持参して解析結果の説明を受けるというシステムが多い。大部分はそれで充分であると思われるが、常に携帯して、任意

の時と場所で心電図を記録して解析センターに伝送し、その結果を速やかに知ること、早期の対応が可能となるいくつかの伝送システムがある。伝送は通常、電話回線を介して行われるものが多いが、コンピュータネットワーク、ケーブルTV、有線放送なども利用可能である。たとえば、電話伝送心電図の場合は、病院に受信センターを設置すれば、患者に機器を貸与し、電話さえあればいつでもどこでも、遠隔地であっても患者自身が記録した心電図を病院に送ることが可能である。少数の患者に利用するときには、病院や診療所の医師が機器を患者に貸与し、患者は記録した心電図を受信センターに送り、センターから主治医に結果を知らせるシステムを利用するのが合理的である⁶⁾。

携帯型心電計の臨床的有用性の具体例としては下記のようなものが挙げられる。

1) 症状に対応して心電図所見が明確に得られること、とくにまれにしか出現しない症状の把握には常時携帯することで発作時の記録が可能となる⁷⁾。

2) 記録された心電図を電話等の手段を用いて伝送し、それによる早期対処が可能となる。

3) 外来患者の非連続的心電図モニターとして有用である。たとえば、抗不整脈薬を新たに投与した場合に、催不整脈作用による新たな不整脈の出現やQT延長をチェックできること、あるいは最近、突然死の原因疾患として注目されているBrugada症候群の心電図モニターが可能であること、あるいは発作性心房細動では、症状の有無にかかわらず定期的な記録をすることで、無症候性心房細動の存在が診断可能であることなどがある⁸⁾。

4) ホルター心電図と異なり、はるかに長期間にわたり被検者が常時携帯することで、任意の場所、および時間に心電図を記録して、ただちにそのデータを伝送し、解析することが可能である。

5) 僻地巡回診療での利用(図5)

金沢医科大学氷見市民病院では、地域医療の重要な政策的医療機能の一つとして僻地巡回診療を行っている。眼と手と聴診器のみで診察す



図5 金沢医科大学氷見市民病院での僻地巡回診療にて一携帯型心電計による心電図記録ー

る僻地巡回診療は医学の原点ともいわれ、医学部学生、研修医あるいは若手医師にとっても格好の教材となっている。そのなかでPOCTの一つである携帯型心電計は極めて有用なツールであり、患者さんのバイタルサインとともに貴重な医学情報を提供し、診断や状態の把握に役立っている。

そのほかに、携帯型心電計の多様な応用例としては、下記のようなものが挙げられる。いずれもわれわれが主導的立場で行っており、今後も携帯型心電計の普及に努めていきたいと考えている。

- (1) 中核病院と周辺診療所との連携
- (2) 疫学調査への応用
- (3) 学校心臓検診・生徒の健康管理への応用
- (4) 市民マラソンでの簡易心電図検診

ま と め

今後、携帯型心電計は、通常の外來で患者の症状の評価を行うとともに、簡便な心電図記録と伝送を利用した健康管理システム、ペースメーカークリニックなどのネットワークを拡大することによりさらに普及していくことが期待される。また、家庭用携帯型心電計の普及による心疾患の早期治療、早期予防も重要であり、そのためにはさらなる自動計測化の促進、予防効果の確認、経済効果(医療費減少効果)の検証

も必要であろう。また、他の生体情報も併せた記録・通信が可能な機器の開発も望まれる。

文 献

- 1) 小沢友紀雄, 加藤貴雄, 顧菊康, 肖伝実, 王紅宇編著. 携帯型伝送心電図—その臨床と応用. 中外医学社:東京;2011. p.2-3.
- 2) 笠巻祐二. 携帯型心電計の進歩(Holter, イベントレコーダーなど)イベントレコーダーの進歩と今後の展望. 日本心電学会30年の軌跡. 日本心電学会30周年記念誌編集委員会. 日本心電学会;2013. p.171-8.
- 3) 笠巻祐二. 医療機器学特集「生理機能検査の進歩」. 心電図検査 2014;84:52-61.
- 4) 笠巻祐二, 小沢友紀雄ほか. ループメモリー機能

を有する携帯型発作時心電図記録計(CG6106)の臨床的有用性についての検討. 日大医学雑誌 2003;62:2.

- 5) 小沢友紀雄著, 笠巻祐二, 托哈依加孜那共著. イベント心電図—モバイル心電図・伝送心電図の臨床. 中外医学社;東京:2004.
- 6) 小沢友紀雄. 携帯用電話伝送心電図trans-telephonic ECG(TTE). 臨床医 1997;23:634-5.
- 7) 笠巻祐二, 橋本賢一, 相馬正義. 不整脈の診断—症状時の心電図をどのようにして記録するか? Medicina 2013;50:2131-5.
- 8) 托哈依加孜那, 小沢友紀雄, 笠巻祐二ほか. 難治性発作性心房細動患者を対象とした電話伝送心電図による無症候性と症候性心房細動発作の評価. 心電図 2002;22:182-90.