

突然死への挑戦！—医学・医療への工学の貢献—

藤田保健衛生大学 医学部 教授 岡島光治

人体を輪切りにして見せるCT技術に見られるように、工学が医学・医療に果たす役割りは計り知れない。このような分野は医用工学ME (Medical Engineering) と呼ばれ、近年、急速に発展してきた学問・技術体系である。ここでは、そのMEの主要な柱の一つである心電図計測の発展に尽くした先人の苦労の後を辿るとともにその将来を概観する。

Challenging Sudden Death

Dr. Mitsuharu Okajima, Professor, Fujita Health University, School of Medicine

This article gives the historical landmarks in the development of the measurement of electrocardiograms. ME (Medical Engineering) has played a major role in this field in the past and will do so in the future as well.

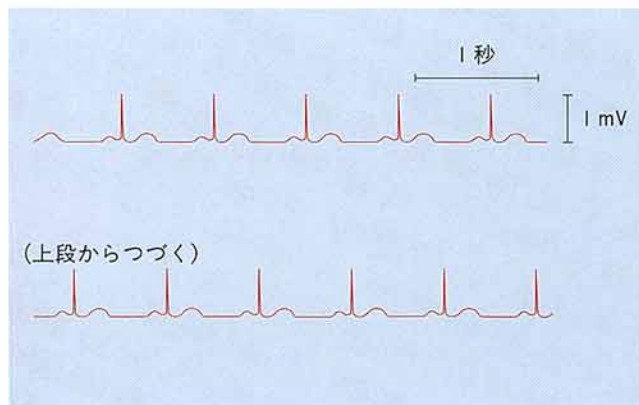


1 心電図研究の100年

シビレエイが周囲の魚をしびれさせることは紀元前4世紀のアリストテレスの記載にあるが、それが生物電気発生によることがわかったのは、2,000年以上たった18世紀になってからである。その18世紀に、Galvani (伊, 解剖学者) とVolta (伊, 物理学者) のカエルの肢の収縮の機構に関する大論争は、生物電気学のあけぼのといえよう。また、筋肉と同様に、神経や心臓にも電気の発生があるらしいことも当時から知られていた。

第1図に示すとおり、今日、健康診断などで当り前のように記録される心電図も、その技術進歩に100年もの長い、血のにじむような努力の年月を要している。

ここでは、その進歩の跡をたどり、工学が果たした役割りをふり返るとともに、心電図学の今後を展望してみたい。

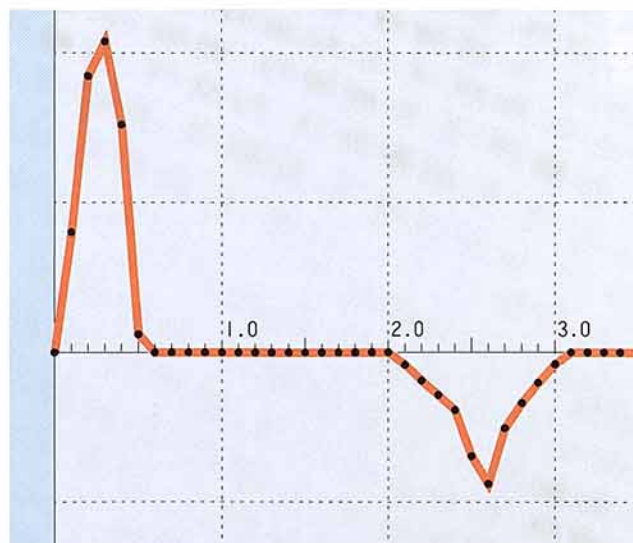


第1図 心電図記録の一例

2 検流計と電位計による心電図記録

増幅器のない時代に、mV単位 of 心電図を記録するのは大変なことであった。1849年にdu Bois-Raymondがかなり感度の高い検流装置を発表した。これは、19世紀に入ってから出てきた可動線輪 (コイル) 型の検流計と、回転式スイッチを組み合わせたものであった。しかし、その測定値は瞬時値であり、連続する時間経過曲線ではなかった。

その後のBernsteinらの装置改良も加わり、この種の装置による生体電気現象の瞬時値測定の成績を組み合



第2図 1878年に世界ではじめて発表された心電図波形 (Burdon-Sandersonら)

ただし、現在の心電図のように時間軸曲線として描かれたものではない。黒丸で示される各時点の電位をそれぞれ個別にまとめ、これより作図したものの。動物を用いた実験結果。

わせて、時間経過値の曲線を作図するところみがなされた。1878年にEngelmannやBurdon-Sandersonがそれぞれ別個に発表した心電図は、この方式で作図したものであった(第2図)。

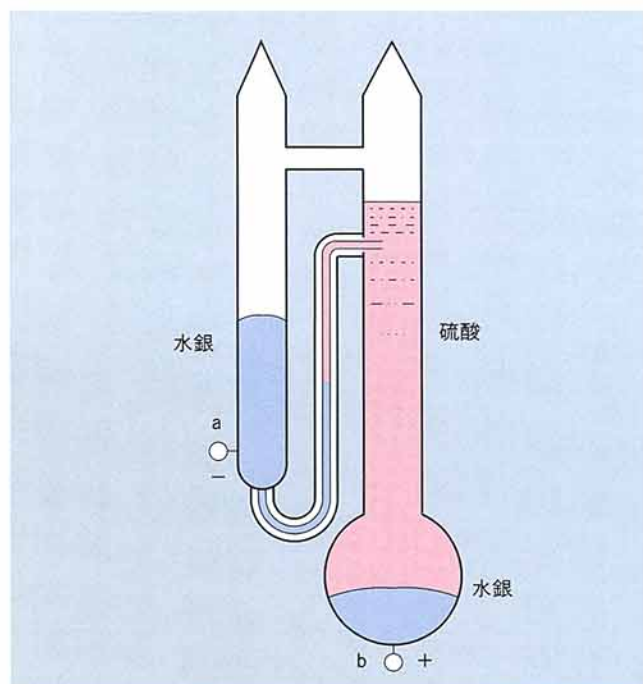
もうひとつの測定法は、Lippmannの毛細管電位計を用いるもので作り、両層の間に電位差を与えると境界面が移動する(第3図)。これは感度としては非常に高いものであったが、周波数応答はよくなかった。

3 心電図記録の大革命

1920年代になって、電気の世界に一大革命が起こった。それは増幅器の出現である。人体から発生する心電信は電圧としても電力としても大幅に拡大できるようになった。そして、それまで感度が低くて使えなかったd'Arsonval型の捲線検流計でも心電図波形がえがけるようになった。そして心電計は急速に普及しはじめた(第4図)。

感度は高いが扱いにくくて普及が速やかでなかったEinthoven(後に、ノーベル賞を受賞)方式の絨線検流計から、増幅器の出現で、感度は低いが扱いやすいd'Arsonval型の捲線検流計へ逆もどりしたところに、心電計普及の要因があった。これは歴史の皮肉の一面でもあるが、同時に、医学・医療の進展に先端技術がいかに貢献するかを示すひとつのモデルといえる。

今日では、ICやマイコンの技術のおかげで第5図に示すとおり非常に小型化され、睡眠中の不整脈など、



第3図 毛細管電位計

(a点とb点の間の電位差のいかんによって、左の水銀の管と右の硫酸の管)を結ぶ毛細管の中の水銀と硫酸の境界面が上下に移動する。

突然死の解明にもつながる心電図解析が可能になってきている。今後も電子技術の進歩を取り込みながら、さらに小型化と自動診断の技術が進むであろう。

上記の例にとどまらず、医学と工学の間には、さらに深い所で多くの共通点があり、逆に医学が工学に貢献した例も少なくない。末尾のその文献の一例を紹介する。このような史実もMEの魅力の一つである。

〔岩尾憲三、岡島光治：工学のふるさと・生体システム、新医療14(2):22-23,1987〕



第4図 第二次大戦後(1949年ごろ)に国産品として市場に出て、その後の心電計普及のきっかけとなった機種の一つ

(増幅器方式であるが、電池利用の直流電源のものであり、かつ波形描記は写真撮影式である。差動増幅にはなっておらず、記録時には被検者を電磁遮閉室へ入れる必要があった。)



第5図 携帯型の心電図記録装置