

## 頸静脈波における h, m および k 波について

大阪市 北村循環器科

北村博一

### はじめに

頸静脈波の記録は古くから行なわれている。しかしその記録方法は種々様々であり、電子工学の進歩とともに変遷を示して来た<sup>1)~11)</sup>。

著者は、頸静脈波に関し、安定しかつ連続した記録を得るために、アーチ型のトランスデューサー支持器を考案製作した。以下はこの装置の使用による 264 例の頸静脈波記録の成績であり、ことに h 波および新たに記載を必要とする 2, 3 の棘波に関する報告である。

### 記録方法と症例

部位：アーチ型支持器を使用し、また加圧を避けて安定した記録を得るため、右鎖骨上縁より 2 ないし 3 cm 上方から 7 ないし 8 cm 上方までで、右外頸静脈の拍動が十分認め得る部位を選んだ。

体位：安静仰臥位において、枕をはずし、ごく僅か左方に頭を回転させ、小さな懐中電灯を使用して、静脈拍動の明瞭な部位を探索した。

呼吸：最初に呼吸による変動観察のため、尋常呼吸のまま紙送り速度を 50~100 mm/sec で記録、ついで尋常呼吸の途中で呼吸を停止させて記録した。

装置：トランスデューサーは、フクダ電子製 TY-302 を使用した。増幅器は、日本光電製多用途監視記録装置 RM-85 型を使用した。記録器にはエレマシエナンド社製 8 要素ミンゴグラフを使用した。ほかに三栄製作所製 3 要素直記式心電計 (Tr-1500 型) を併用した。記録紙の送り速度は 50 mm/sec ないし 100 mm/sec である。

“支持器”：著者の考案製作せるアーチ型支持器を使用した (Figure 1)。

この支持器は、2 本の鋼鉄製アーチに架けた軽金属板の中央に、エレベーターを取付けたものである。軽金属板の両端は軸受けで支持され、エレベーターとともに約 125 度回転することができる。エレベーターはアーチに沿って移動が可能であり、ハンドルによって上下に微調整が可能である。記録に際して、

---

The h, m and k waves in jugular phlebogram

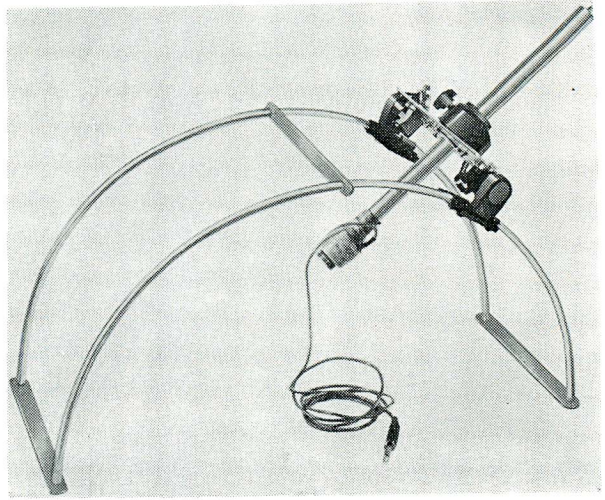
Hiroichi KITAMURA

Kitamura Cardiovascular Clinic, 58-2, 2-chome, Nipponbashi-suji, Minami-ku, Osaka, 542

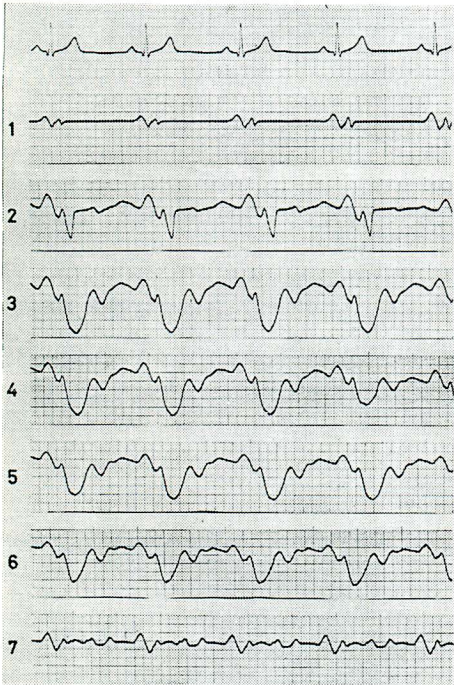
皮膚面に直角にトランスデューサーを当てることができるように自由な調節が可能であり、微少の加圧の加減ができ、かつ固定も完全である。

トランスデューサーは静脈拍動部にごく軽く当てるだけで十分である。加圧の加減はまったく自由であるが、著者は頸静脈波を7段階の加圧に分けて記録し、至適波形を撰択した (Figure 2)。

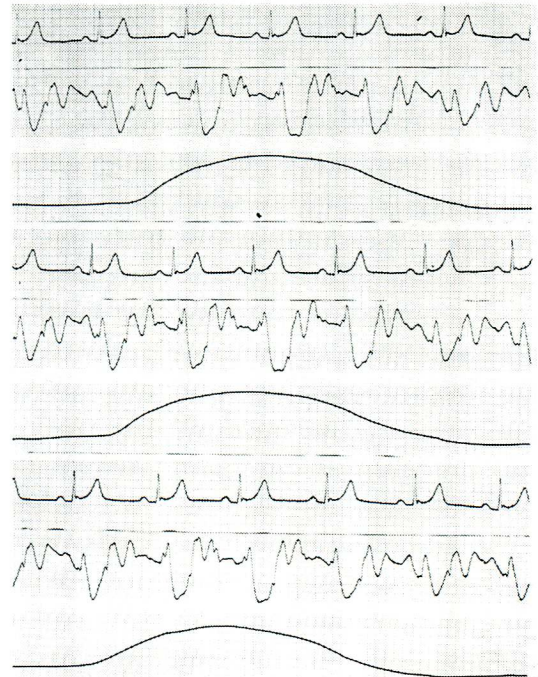
また固定も完全で呼吸時および不整脈時の連続記録も可能であった (Figure 3)。



**Figure 1.** Arch-typed device used in this study. Transducer (TY-302, Fukuda Densi, Co.) attached to the top of the bar is applied over the "external" jugular vein by the sliding arm and bar without technical difficulty.



**Figure 2.** The change of jugular phlebogram by a fine adjustment of applied pressure. 1 to 7 indicate arbitrary unit of pressure.



**Figure 3.** The continuous tracing of jugular phlebogram by use of the device showing the reproducibility of the tracing

**Table 1.** Summarized data from 12 cases with h wave

No	NAME	性別	年齢	h	Q-h	$\frac{Q-h}{\sqrt{R-R}}$	m	Q-m	$\frac{Q-m}{\sqrt{R-R}}$	k	Q-k	$\frac{Q-k}{\sqrt{R-R}}$	R-R	HR	
1	H.K	♂	48	5	0.684	0.681	5	0.832	0.828				100-101	60-59	Normal Subject
2	H.N	♂	33	23	0.729	0.694	23	0.888	0.847				107-116	56-52	" "
3	M.T	♂	28	3	0.750	0.722	3	0.820	0.819	3	0.940	0.930	105-106	57	" "
4	T.K	♀	39	5	0.750	0.700	5	0.880	0.823				113-116	53-52	" "
5	M.K	♂	36	5	0.798	0.717	5	0.884	0.804	5	1.061	0.965	122-125	49-48	" "
m				41	0.742	0.703	41	0.860	0.823	8	1.005	0.947			
6	T.S	♀	49	8	0.734	0.752	8	0.862	0.879				091-101	66-60	Hypertention
7	T.T	♂	48	10	0.841	0.840	5	0.957	0.943				099-108	61-56	" "
8	Y.K	♂	65	5	0.840	0.772	5	1.192	1.081				118-125	51-49	" "
9	T.N	♀	47	5	0.779	0.743	5	0.895	0.842	5	1.014	0.953	112-122	53	Coronary Sclerosis
10	S.Y	♂	63	7	0.871	0.781	7	1.037	0.929				122-128	49-47	Diabetes
m				35	0.813	0.777	30	0.938	0.934	5	1.014	0.953			
11	S.F	♂	57	3	0.825	0.706	3	0.948	0.790				16-162	37	Atrial Extrasystole Coronary Sclerosis
12	A.T	♂	30	25	0.885	0.848	25	0.998	0.956				105-112	57-54	W P W

症例：症例は過去4カ月間における264例の記録のうち、心拍数65/分以下の洞性徐脈例11例と心房性期外収縮1例である。これら12例の基礎疾患は、備常者5例、高血圧症3例、冠硬化症2例、WPW症候群1例、糖尿病1例である (Table 1)。

### 成績

一般的事項：上記12例はすべて徐脈例であるため、h波が記録されたのであるが、さらにh波に続く1つの陽性波が全例に記録された。これは1966年 I.F.S. Mackay<sup>8)</sup>が記載し、“h波に付属する波”と呼んでいるものに相当する棘波と考えられた (m波と仮称)。さらに11例の徐脈例中の3例と1例の心房性期外収縮例において、m波に続く一つの陽性波を記録し得た (k波と仮称)。

測定事項：心拍数は健常者群で49ないし60、高血症群51ないし65、冠硬化症53、WPW症候群57、糖尿病49であった。h波、m波まで記録し得た8例は、心拍数は49ないし66であり、h波、m波、k波まで記録し得た3例の徐脈例の心拍数は、49ないし57であった。1例の心房性期外収縮例の代償休止期は1.6ないし1.62秒であった。Table 1にそれぞれのQ-h、Q-m、Q-kに時間を示す。

波形観察：

#### 1) h波

i) 波形：Figure 4は48才男性の頸静脈波である。h波はy谷の上昇脚に引続いて描かれ、明確な起始部は認められない。Q-h時間は0.7秒である。h波は著明に増高して、a波よりも高く、やや尖り気味の頂点を示した後下降しプラトーに移行する。RR=1.02秒、心拍数は59である。このような著

明なh波の出現頻度は非常に少であった。一般にh波の波形は変形し易く、単に上昇脚途上の変曲点として認められるにすぎないものもあり、時には呼気時に陰性の変曲点として認められる場合があった (cf. Figure 1)。h波は、吸気時に増高し陽性波となる。したがってh波を十分に陽性の波高をもつ波として記録するには、吸気時に記録するか、呼吸を継続しながら頸静脈波を記録し、吸気時に一致して大きく描かれるh波を観察する必要があった。

ii) 波高: h波は一般にはa波よりも高くなることはないと言われているが<sup>5)</sup>、Figure 4のような例外もあった。

iii) Q-h時間: Hartman<sup>6)</sup>も述べているように、h波は心拍数が65以下で記録されている。Q-h時間はTable 1に示すごとくであるが、高血圧症、冠硬化症、糖尿病の計5例のQ-h時間およびその補正值は、健常者群に比して明らかに延長していた。

## 2) m波

i) 波形: Figure 5は30才男性の頸静脈波である。h波のあとにやや低い陽性波が明らかに認め

られる (矢印)。このm波はh波の約0.1秒後になだらかな丘状の波として記録され、h波と同様呼吸による影響を受け易く、呼気においては単にh波の下降脚としてしか描かれず、吸気において始めてh波に続く陽性波として記録される場合がある (Figure 6,7)。

ii) 波高: 前述のごとく、呼吸による影響を受け、単にh波の下降脚として吸収されたような場合もあり、またh波に続くなだらかな丘状の陽性波として記録される場合もあり、さまざまであった。

iii) Q-m時間: Table 1に示すごとく、高血圧症、冠硬化症、糖尿病では、いずれも健常者に比べて、延長の傾向を示した。

## 3) k波

11例の洞性徐脈例中3例と心房性期外収縮1例において、m波に引続き、さらに1つの陽性波が記録

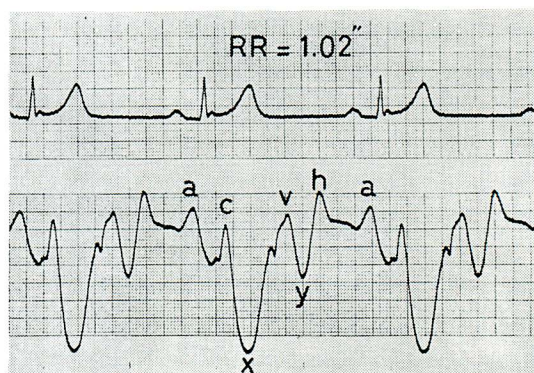


Figure 4. Jugular phlebogram in a case of sinus bradycardia (H. K., 48, M)

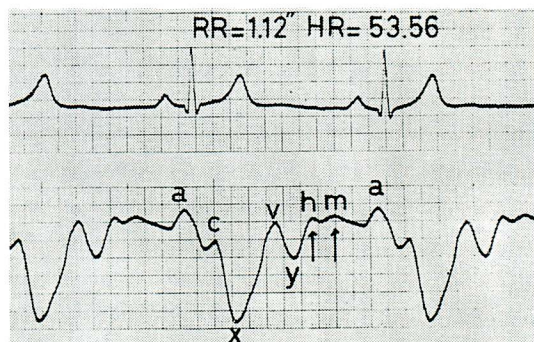


Figure 5. Jugular phlebogram showing h and m waves (H. N., 33, M)

された (k 波と仮称)。

i) 波高と波形：以下 k 波の波高、波形につき、各症例ごとに説明する。

第 1 例 北村○治, 36 才, M (Figure 8)

第 1 拍は呼気の終りに当り、h 波は y 上昇脚上の陰性変曲点として認められる。Q-h 時間=0.79 秒。m 波はなだらかな下降脚をもつ波形として描かれ、その下降脚の途中で、ほとんど融合したような k 波がみられる。

Q-m 時間=0.92 秒、Q-k 時間=1.069 秒である。第 2 拍はちょうど吸気の始めに当り、h 波は陽性波として明瞭に認められる。それに続き、さらにゆるい上昇脚と比較的急な下降脚とを持つ尖った m 波がみられる。k 波は m 波から a 波に至る上昇脚の途中で瘤状に描かれている。Q-h 時間=0.702 秒、Q-m 時間=0.901 秒、Q-k 時間=1.029 秒である。第 3 拍は a, a' 波を有する。第 1 拍と同様 h 波は陰性変曲点としてみられる。Q-h 時間は

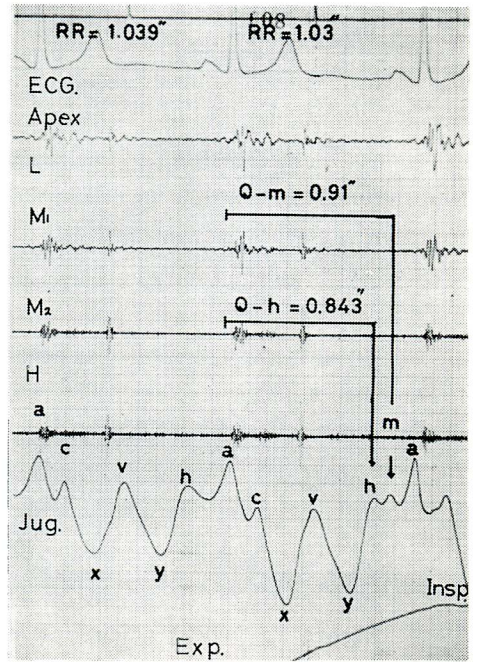


Figure 6. The respiratory change of h and m waves (T. T., 48, M)

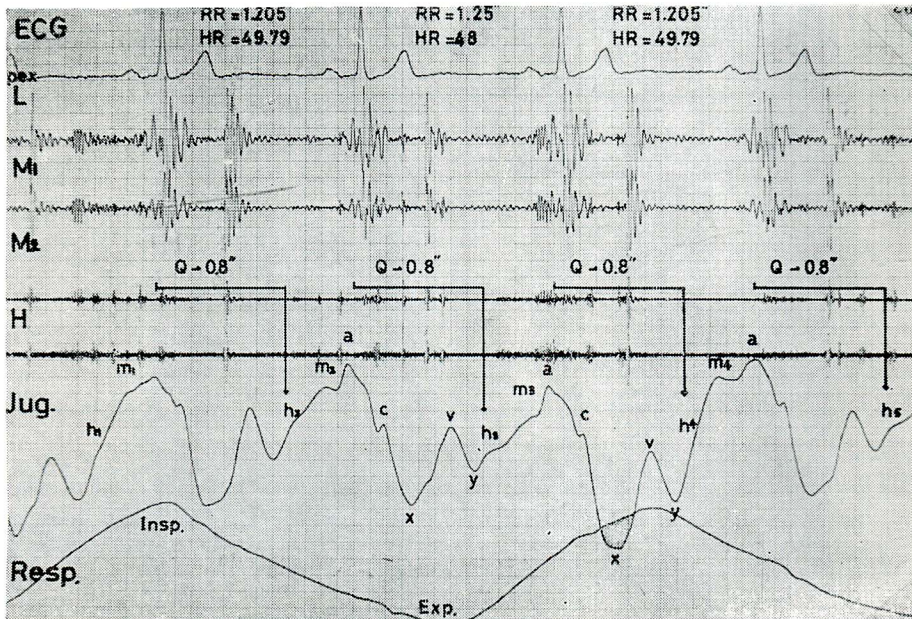


Figure 7. The respiratory change of h and m waves (Y. K., 65, M)

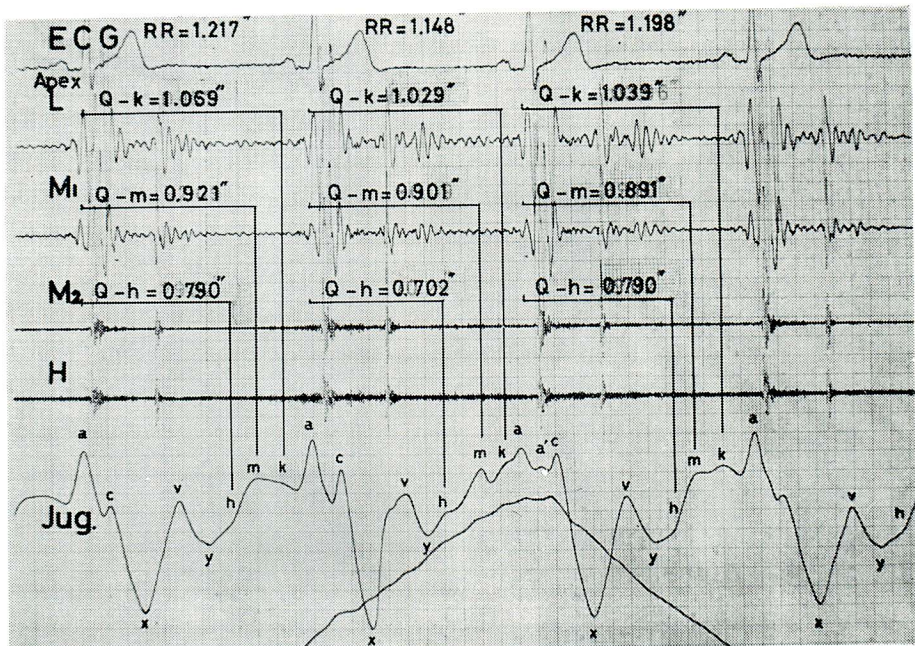


Figure 8. Jugular phlebogram showing h, m and k waves (M. K., 36, M)

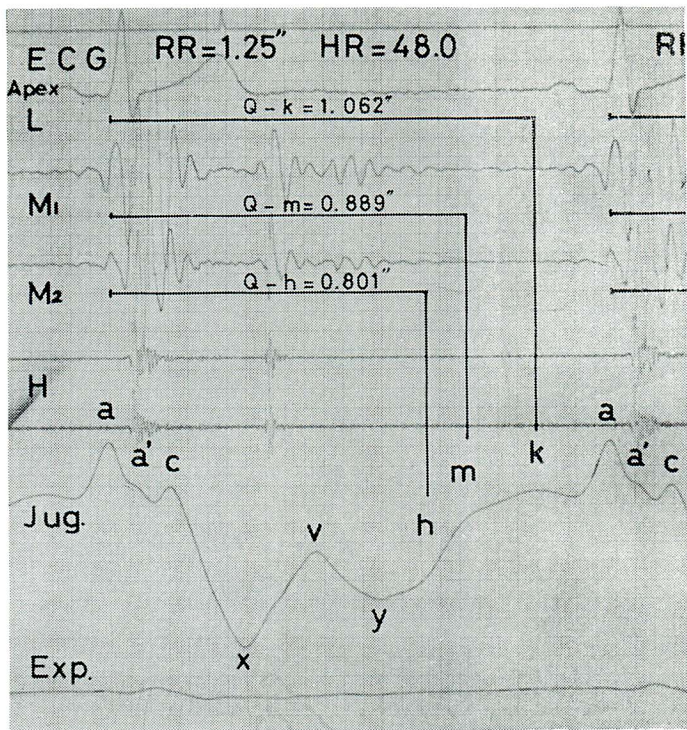


Figure 9. The respiratory change of h, m and k waves (M. K., 36, M)

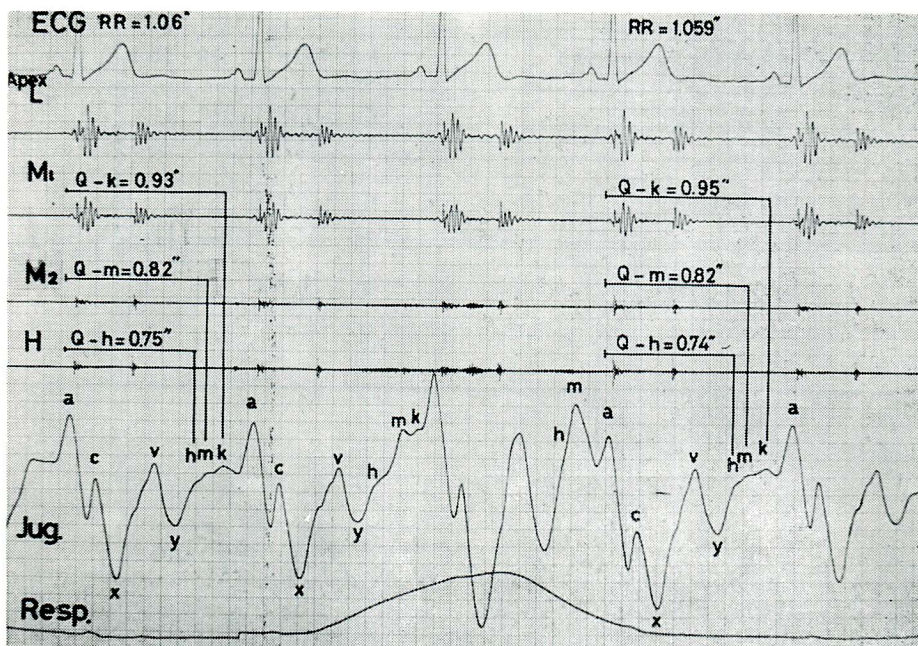


Figure 10. The respiratory change of h, m and k waves (M. T., 28, M)

0.89秒。ゆるやかに k 波に移行している。k 波はゆるい丘状の陽性波として明瞭にみとめられる。Q-k 時間=1.04秒。Figure 9はこの例の呼気停止時の記録である（紙送り速度は100 mm/sec）。RR=1.25秒，心拍数48である。Q-h時間=0.801秒，Q-m時間=0.889秒，Q-k時間=1.062秒，h波は陰性の変曲点として認められ，続いてなだらかな丘状のm波，k波に移行している。

第2例 田中○義，28才，M (Figure 10)

第1拍では，y上昇脚に続いて明瞭な3つの陽性波が記録されている。それぞれ h波，m波，k波である。Q-h時間=0.75秒。Q-m時間=0.82秒，Q-k時間=0.93秒。第2拍はちょうど吸気の始めに当り，h波からm波に急上昇し，やや尖ったm波を描き，その下降脚は短く，小さなk波が次のa波との間に認められる。第3拍では呼吸の影響はさらに強く，h波はy上昇脚中のごく軽度の変曲点として認められ，直ちにm波の上昇脚に移行し，尖ったm波を描く。k波はm波の下降脚と融合し，次のa波に続く。このように一見複雑な波形を示す頸静脈波形も，h波，m波，k波の存在を明確化することにより，すべてを理解することが出来る。

第3例 中尾富○，47才，F (Figure 11)

冠硬化症。第1拍はRR=1.12秒，心拍数=53，Q-h時間=0.776秒。Q-m時間=0.893秒。Q-k時間=1.00秒。h波はなだらかな陽性波としてみられ，m波，k波は低い丘状の陽性波として記録されてい

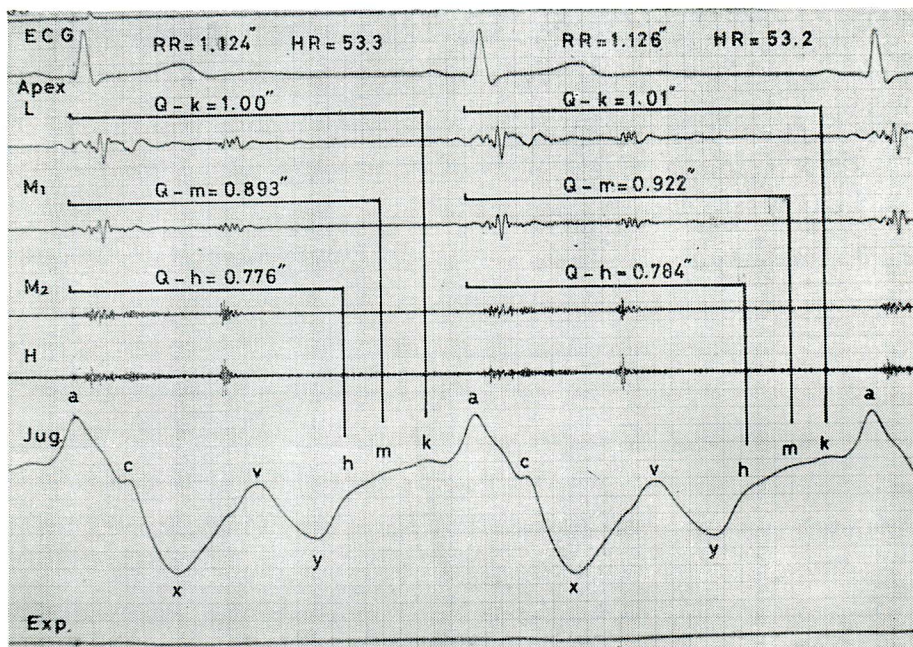


Figure 11. Jugular phlebogram showing h, m and k waves (T. N., 47, F)

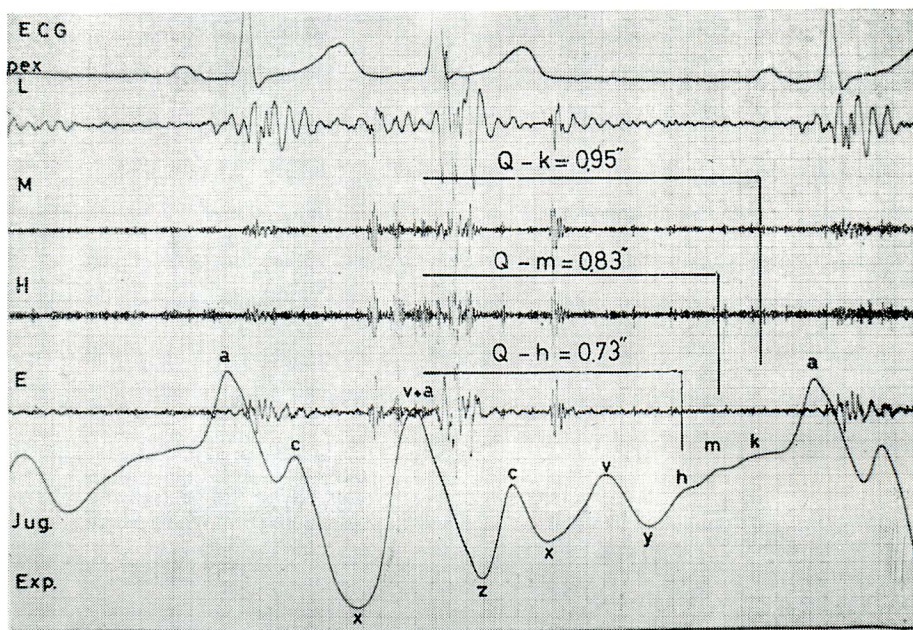


Figure 12. Jugular phlebogram of atrial extrasystole, showing h, m and k waves (S. F., 57, M)



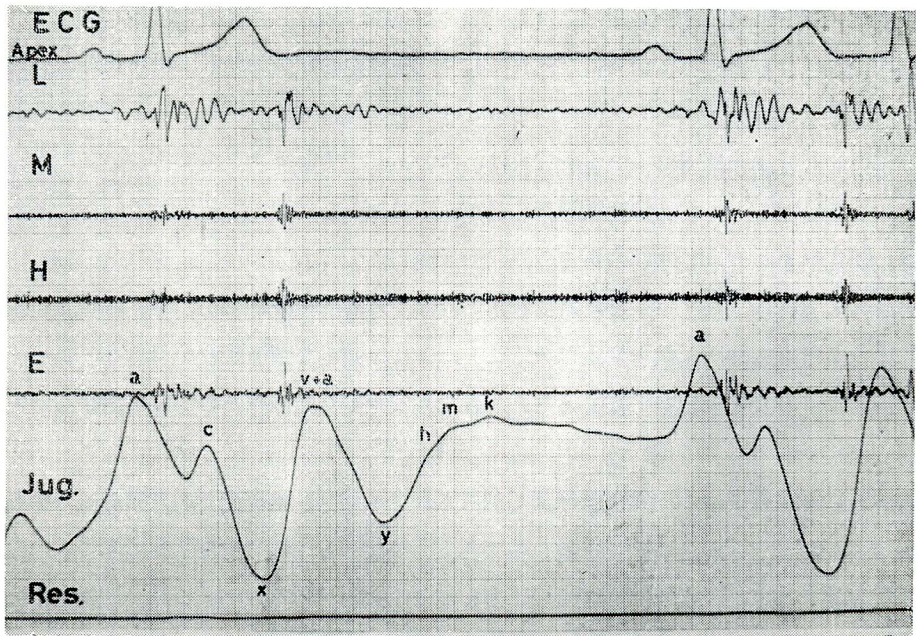


Figure 13. Jugular phlebogram of nonconducted atrial extrasystole, showing h, m and k waves and diastasis. Same patient as Figure 12.

る。第2拍もまったく同様である。RR=1.126秒，心拍数=53。Q-h時間=0.78秒。Q-m時間=0.92秒。Q-k時間=1.01秒。

第4例 福田宗○郎，57才，M (Figure 12, 13)

非伝導性心房性期外収縮の代償休止期に認められた h 波，m 波，k 波で，低いながらそれぞれ陽性波として認められる。Figure 12 においては，Q-h 時間=0.73秒，Q-m 時間=0.83秒，Q-k 時間=0.95秒，Figure 13 においては，h 波，m 波，k 波につづいて長いプラトーが認められる（いわゆる diastasis）。このプラトーもまったく平低ではなく，ごく僅かな凹凸がみられる。

以上3例の徐脈例と1例の心房性期外収縮例において，h 波，m 波，k 波を認めたが，そのRR=1.05秒ないし1.25秒，心拍数は57ないし48にわたっていた。すなわち k 波は57以下の心拍数において認められた。k 波が呼吸により影響を受けることは，h 波，m 波とまったく同様であった。若干の波高を示して明らかに認められる時と，m 波の下降脚に融合し不明瞭の時があった。

ii) Q-k 時間 (Table 1) 健常者2例8コのk波のQ-k時間の平均値は1.005秒，補正值の平均値は0.947秒であった。冠硬化症1例5コのk波のQ-k時間の平均値は1.014秒，補正值の平均値は0.953秒で，健常者に比しやや延長の傾向を認めた。

## 考案

頸静脈波の記録はきわめて古くから行なわれており、各種の記録法がある。現在我が国で利用されている方法は、光電式の方法とコンデンサー、あるいはクリスタルマイクロフォンを使用する電氣的記録法である。電氣的記録法を採用している研究者は、ほとんど小さなカフを手で持つか、あるいは直接マイクロフォンを手で持って、右内頸静脈球部に当て、手で加圧を加減して記録している。しかしこの方法では記録の安定性という点で問題がある。

この点著者の考案製作したアーチ型支持器を用いれば、容易に呼吸時および不整脈時の連続記録が可能であり、また7段階に加圧を微小変化させることにより、適正な頸静脈波を得ることが可能である。何よりも、容易に（特別な練習をしなくとも）、誰でも安定した頸静脈波の記録が出来ることが、この支持器使用の利点である。

元来頸静脈波の記録部位は右内頸静脈球部が利用されて来たが、本研究で右外頸静脈の拍動の強い部を選んである。これはつぎの2つの理由のためである。すなわち、1) 解剖学的にみて右内頸静脈球部はかなり深い位置にあり、記録に際し相当の圧力を加える必要があるため、これが拡張期部分の波形をひずませる可能性があること、2) アーチ型支持器の構造上、マイクロフォンを、右鎖骨上窩で皮膚面に直角に密着させることが困難であるためである。

h波、m波、k波の成因についてはほとんどまったく不明のままである。h波はHirschfelder<sup>7)</sup>以来、右室充満終了に関係が深いと考えられているが、m波、k波に関する知見はほとんどなく、その成因も不明である。この点については、他の客観的方法との対比研究の成果をまつよりない現状である。

## 要約

1. 著者の考案したアーチ型トランスデューサー支持器を用い、安定性のある頸静脈記録が可能であることを示した。
2. 本装置により呼吸、不整脈の影響下においても、拡張期波の安定した波形が得られた。
3. 拡張期が十分長い場合、h波のほか、これに続くm波とk波（いずれも仮称）がみられた。
4. k波はh、m波のみられた11例中3例、および心房性期外収縮例でみられた。
5. h、m、k波の波形および時間因子につき分析を行なった。
6. m波の出現は心拍数66/分以下、k波の出現は57/分以下でみられた。
7. 現在、これらの拡張期波の成因については不明の点が多い。

## Summary

1. Jugular phlebogram has been recorded with a transducer holded by the arch-typed

device made by the author.

2. The advantage of this device is such that the jugular pulse tracing during diastolic phase can be recorded without fluctuation of the base line during respiration or arrhythmia.

3. The h wave and other 2 waves were emerged during prolonged diastolic phase, and these 2 were tentatively named "m" and "k" waves.

4. The h wave and the m wave were recorded 11 cases with sinus bradycardia and 1 with atrial extrasystole. The k wave following the m wave was recorded in 3 out of 11 cases with sinus bradycardia and 1 with atrial extrasystole.

5. This report deals with the morphology of the h, m, and k waves, and the time interval of Q-h, Q-m and Q-k.

6. In cases of bradycardia, the m wave appeared when the heart rate was below 66 per minute, and the k wave 57 per minute.

7. Up to the present time, the mechanism of production of these diastolic waves is unknown.

## 文 献

- 1) Holldack K, Wolf D (吉村・岡村訳) : 心音図入門—メカノカルヂオグラフィ—概説。東京, 医学書院, 1969, p 12
- 2) 中村良昭 : Bedside test としての頸静脈拍動。日本臨床 25 : 2148-2155, 1967
- 3) 木下安弘 : 静脈波。呼吸と循環 18 : 349-357, 1970
- 4) Cossio P, Buzzi A : Clinical value of the venous pulse. Amer Heart J 54 : 127, 1957
- 5) Domanchich A, Koenker RJ : Dynamics of the normal jugular bulb pulsation and their changes in tricuspid regurgitation. Amer Heart J 82 : 252-268, 1971
- 6) Hartman H : The jugular venous tracing. Amer Heart J 59 : 698-717, 1960
- 7) Hirschfelder AD : Some variations in form of venous pulse. A preliminary report. Johns Hopkins Hosp Bull 18 : 265-267, 1907
- 8) Mackay IFS, Walker RL : An experimetal examination of factors responsible for the "h" wave of the jugular phlebogram in human being. Amer Heart J 71 : 228-239, 1966
- 9) Mackay IFS, Loon PV, Campos JT : A technique for the indirect measurement of the velocity of induced venous pulsation. Amer Heart J 73 : 17-23, 1967
- 10) Mackay IFS : The true venous pulse wave, central and peripheral. Amer Heart J 74 :

48-57, 1967

- 11) Tavel ME : Clinical Phonocardiography and External Pulse Recording. Chicago, Year Book Med Publ, 1967, p 172-192

## 討 論

沢山 (川崎医大) : 先ほどのk波, m波について, どういうふうなメカニズムをお考えですか。

演者 : h波の発生の理由につきましても, ほとんどそのメカニズムが判明しておらない状態でありまして, さらにm波とかk波ということになりますと, ますますもってわからないのが現状ではないかと思えます。私もまだ記録し得たというだけでありまして, その発生因についてはまだ全然検討しておりません。

沢山 : 私は頸動脈波に関しては, 先生の方法を利用していただいており, 非常にきれいに撮れるのです。しかし頸静脈波は非常に軽い, 日本光電製の試作ピックアップで全然荷重を加えないというふうにしてとっており, 非常にきれいに撮れるわけです。ところが先生は頸静脈波にも頸動脈波と同じものをお使いになっておるということですが, ひょっとしますと, バリストの動きのようなもの, つまり外に零点をおいているもの, たとえばキネトカルジオグラムのようなバイブレーションが入っていやしないかということで, ちょっとお聞きしたわけですが。

演者 : 先生のところでお使いになっております日本光電製のピックアップと, それから私の用いているフクダ電子製のTY-302と, 最近その両方にアーチを装着して記録しております。この問題につきまして, 私は機械のほうの専門家ではございませんので, 実際に学会の機械展示場で, あす午

前中, 実演しておみせしたいと思っております。こんなところで申しあげて悪いのでございますけれども, 実際に記録してみないとですね, どうだこうだといってみても, この問題は解決できないのじゃないかと思えます。同じ人を同じ器機で記録して, そしてこの問題を討論しないと問題が解決しないと思えますので, できましたならば一度一緒に記録していただけたら幸いです。

沢山 : 私は全然このメカニズムがわからないわけですけども, それはそれとして, 体表面上にゼロ点をおくといいですか, ピックアップを両面接着テープで接着して使用したというかぎりにおいては, 先生のおっしゃるようなmだとかkだという波は出ないものですから, 先生のご意見を伺ったわけです。

司会 (竹越) : これは心拍数があまり多いと記録が正確でないですね。

演者 : さようでございます。

司会 : ですからやはり60以下の心拍数ということですか。

演者 : さようでございます。ですから, 健常者の例も, すべて心拍数65以下のものを選んだわけでございます。

司会 : そうすると, tachycardia の例ではほとんど判別できないということですか。

演者 : 全然判定できません。