

動脈脈波の前波 (Vorwelle, Preejection wave) について

The preejection waves in the arterial pulse waves

増田 善昭
平井 昭
小沢 俊
福島 一也

Yoshiaki MASUDA
Akira HIRAI
Shun OZAWA
Kazuya FUKUSHIMA

Summary

Three preejection waves were observed in the carotid pulse tracing (A, B and C waves), which have the temporal relationship to the atrial contraction (A wave), transformation of the left ventricle (B wave), and upstroke period (C wave) respectively. The measurement of these waves was thought to be important in the evaluation of the cardiac phase analysis. The appearance of the preejection waves was less frequent and not typical in the peripheral pulse.

Key words

cardotid pulse tracing
peripheral arterial pulse tracing
cardiac phase analysis

はじめに

心の収縮期における時相分析が、心電図、心音図、頸動脈脈波の同時記録により非観血的に容易に行うことができ、心機能の把握に重要な意義を持つことが分ったのは、Blumberger¹⁾ (1940), Holldack²⁾ (1951) らの功績に負う所が多い。今日ではこのような心時相分析法は、他の観血的なデータと比較することにより、その意義がさらに明瞭になり、かつ、患者に負担を与えることなく、繰返し行いうるという利点から、その臨床的重要性が強調されている。

動脈脈波の立ち上がりの前にみられるいくつか

の小波は Vorwelle, Vorschwingung, preejection wave などの名で呼ばれているが、その本態は今日なお不明な点が少なくない。³⁾ 私たちは、今回、主として頸動脈脈波の主波立ち上がりの前にみられるこの前波について観察し、同時に心時相分析にたいしてこの波がどのような意味を持つかを検討した。

方法と対象

Infraton 脈波計を接続した6チャンネルのCardirex 6 噴射式記録器 (Siemens) を用いて、心電図、心音図、頸動脈脈波、その他の末梢脈波曲線

を同時記録し, 頸動脈脈波については波形の良好な410例(健常86, 高血圧症218, その他疾患106例)を対象とし, 前波を観察した. 心時相分析は, Holldack, Blumbergerの方法に従った. ほかに少数例についてはあるが, 教室で開発したカテ先マイクロメーターにより大動脈圧波を記録し,⁴⁾ 圧波における前波を観察した.

成績

1. 頸動脈脈波における観察

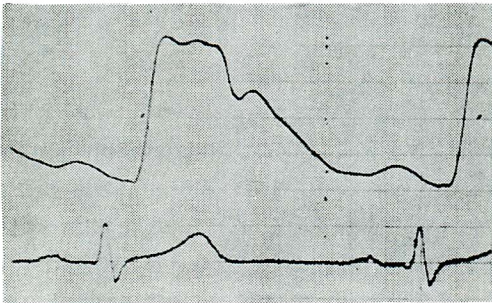
いろいろな症例で頸動脈脈波をみると, Figure 1のように脈波の主波立ち上がりの前にいくつかの小振動のあることが分る. 図の上段では脈波立ち上がりの前に2つの前波がみられるが, 心電図のPより約0.1 sec後にあらわれ, 比較的長く持続する小振動と, 立ち上がり直前にあり比較的短時間続く小振動に区別できる. 一方下段の図では, 以上の2つの波の間にもう1つの小波が現われ

て, 3つの前波がみとめられる. なお, 駆血期の開始時点である脈波立ち上がり点についてとくに注目すると, Figure 1の左側の2例のように前波の下向脚後に主波の立ち上がり点があり, 脈波立ち上がり点が脈波の最低点にあるものと, 右側2例のように前波が十分に下りきらないうちに主波の上昇脚が始まり, そのため主波立ち上がり点が脈波の最低点にないものがあるので各種の測定にさいして注意しなければならない.

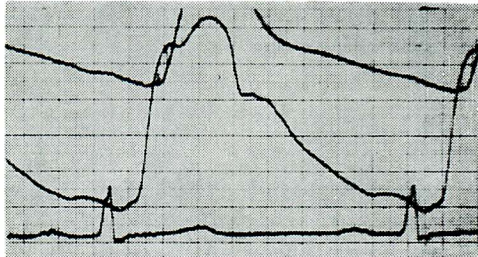
健常人の頸動脈脈波で以上の3つの前波がすべて観察されることは極めて稀であるが, 高血圧症では時に3つの波をみることがある. このような3つの前波のある典型的な頸動脈脈波とその時間関係を Figure 2に示した. 3つの前波は便宜上前より順に前波A波, 前波B波, 前波C波と名付けることにした.

前波A波は心電図P波の始まりより約0.1 sec遅れて出現する振動で心房波 (atrial wave) とも

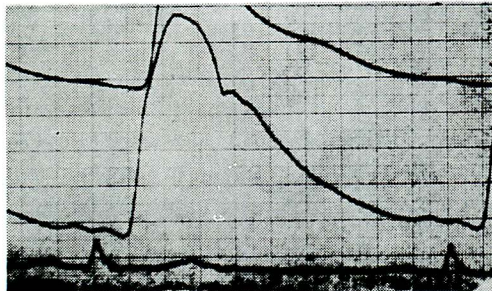
N.K.42m. Normal



T.J.54m. D.M.



N.J.67m. IHD.



E.Y.49f. Hypertension



Figure 1. Preejection waves on carotid pulse waves.

Two (upper panel) or three (lower panel) prejection waves can be noted.

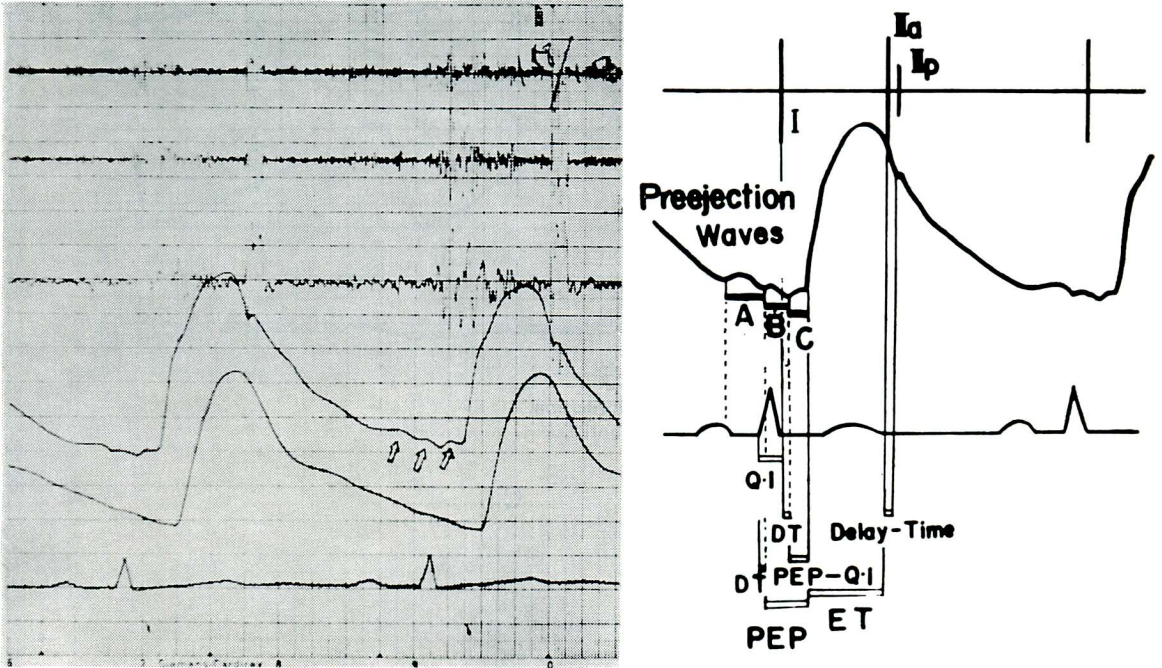


Figure 2. Three different kinds of pre-ejection waves (A, B and C waves) and their relation to systolic time intervals. A, B and C waves are related to atrial contraction, Q-I interval, and PEP minus Q-I interval, respectively.

呼ばれている。A波と心房収縮との関係は完全房室ブロック例で脈波の主波と無関係にP波の一定間隔後に脈波中に小波が出現していること (Figure 3), 心房細動では主波立ち上がり直前に前波

C波が出現していてもA波に相当した比較的長く持続する波の出現がないこと (Figure 4) から明らかである。A波の頸動脈脈波での出現頻度は、洞性調律を示した410例中314例, すなわち77%

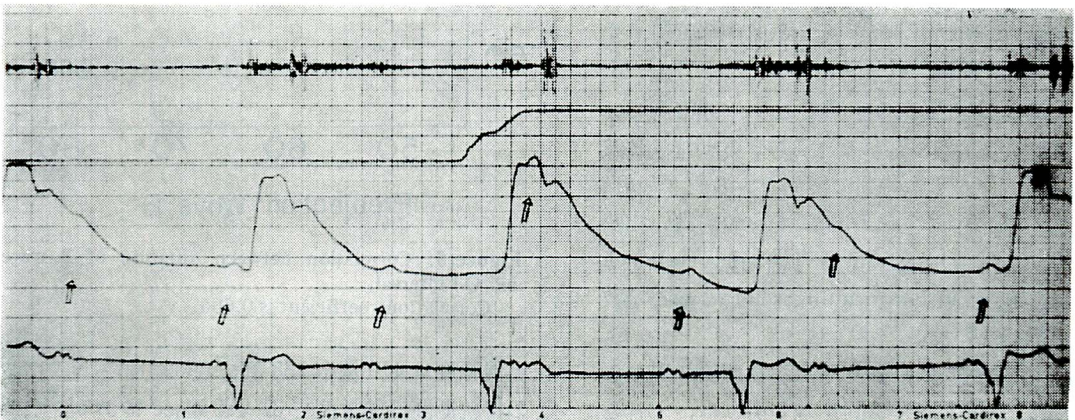


Figure 3. Pre-ejection waves on carotid pulse in complete heart block. A-waves are observed nearly 0.1 sec after P in Ecg.

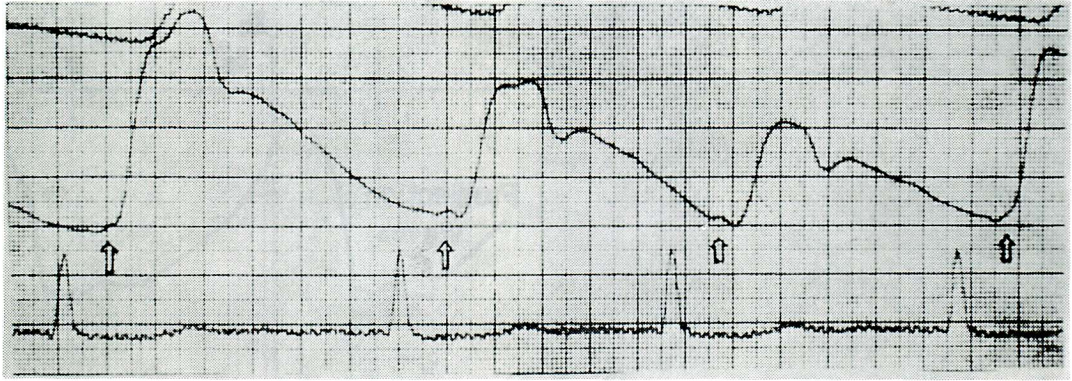


Figure 4. Preejection waves on carotid pulse in atrial fibrillation.
C waves are noted in preejection phase, no A wave is noted.

であった。また、心電図P波の開始からA波の開始までの時間は、頸動脈脈波の大動脈弁基部からの遅延時間 (delay time) を差し引けば、健常例で 73 ± 12 msec (平均値と標準偏差) であった。一方、高血圧症では 84 ± 15 msec であり、高血圧の重症度が増すにつれ延長した。ほかに、僧帽弁疾患 (36例) では 92 ± 22 , 大動脈弁疾患 (25例) 83 ± 18 , 心筋梗塞 (14例) 97 ± 27 , 心筋梗塞のない虚血性心疾患 (22例) 82 ± 11 msec と、健常例に比しその延長を認めた。

前波B波は心電図のQ波よりやや遅れて始まり、脈波の遅延時間を考えるとほぼI音に一致して終る短かい波であるが、この波がみられることは比較的少なく、頸動脈脈波では410例中31例、すなわち8%に認められるだけであった。なお31例中27例は高血圧症の症例であり、健常例では86例中1例にみとめられるだけであった。B波の持続時間とQ-I音時間の関係を見ると Figure 5のごとく相関係数 $r=0.666$ で比較的よい相関があった。すなわちB波はQ-I音時間 (Holldackの云う心の変形期 Umformungszeit) に起こる波と考えられる。

前波C波は脈波の主波立ち上がり直前に現われる小波で、脈波の遅延時間を差し引けば、I音とほぼ同時に始まり、脈波主波立ち上がり点 (大動脈弁開放時点) で終る。頸動脈脈波におけるその

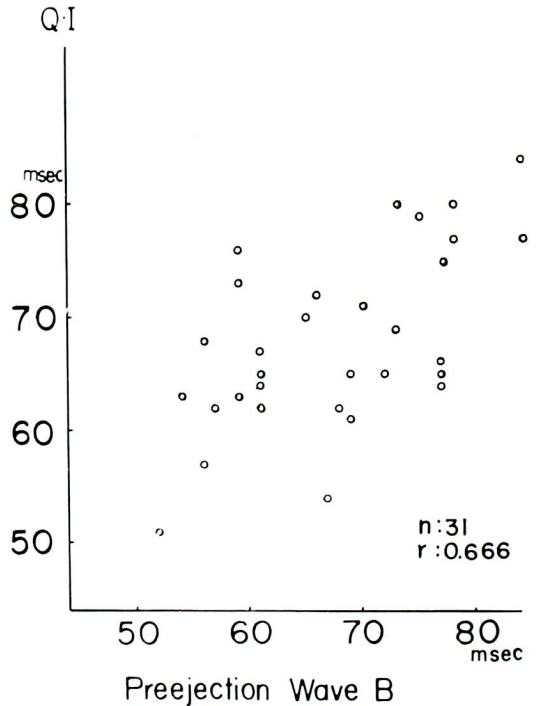


Figure 5. Correlation between duration of B wave and Q-I interval.
Correlation coefficient is 0.666.

出現頻度は410例中283例で69%であった。C波の持続期間は健常例で 37 ± 9 msec であり、これに比し高血圧症例では 54 ± 20 , 心筋梗塞 54 ± 10 , 梗塞のない虚血心 46 ± 11 msec と健常より延長

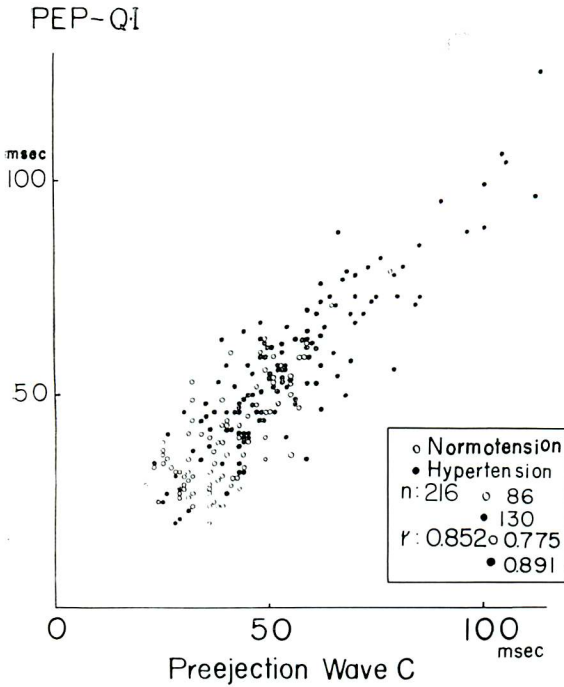


Figure 6. Correlation between duration of C wave and PEP minus Q-I interval. Correlation coefficient is 0.852.

した。一方、大動脈弁閉鎖不全症、甲状腺機能亢進症、貧血症ではC波は健常より短縮し、ときにその消失をみた。C波と Holldack の云う昇圧期 (Druckanstiegszeit) すなわち PEP-Q-I 音時間とは時間的にはほぼ一致し、両者の関係を見ると $r=0.852$ (正常血圧者のみで $r=0.775$, 高血圧者のみで $r=0.891$) と良い相関を示した。すなわちC波は Holldack の云う昇圧期に生成される波と考えられる。

2. 末梢動脈脈波における観察

前波はより末梢の動脈脈波でも出現する。Figure 7 は上から順に頸動脈、撓骨動脈、上腕動脈、指動脈 (左第2指末節)、大腿動脈、背足動脈の各脈波曲線を示しているが、いずれの脈波でも主波上昇脚の立ち上がり前に1~2個の小波が認められる。一般に中枢から末梢脈波になるに従い前波はみにくくなり、末梢脈波では前波の消失

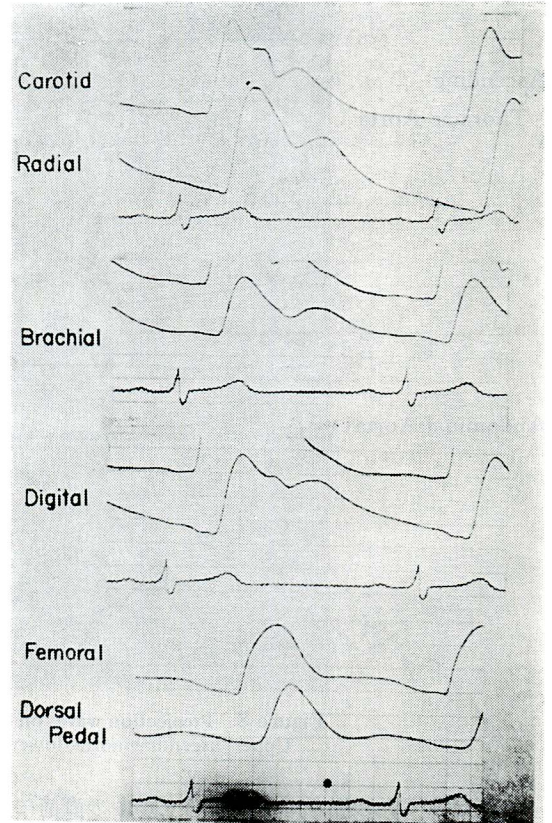


Figure 7. Preejection waves on peripheral pulse waves.

することも多い。本例のように指動脈脈波まで明らかな前波のみられるのはむしろ例外である。

大腿動脈脈波ではふつう1個の前波がみられる。この波は形状からみてA波、またはA波と他の心収縮と関係した前波の融合したものと考えられる。しかし、動脈硬化の著明な例、P-Q間隔の延長している例ではA波とC波に相当する2個の波が現われうる。大腿動脈脈波での前波の出現頻度は洞性調律の250例中152例すなわち61%であった。

3. 大動脈圧波での観察

教室で開発したカテ先マイクロマンメーターを使用し、各種疾患で逆行性大動脈カテテル法により大動脈圧波を記録した。Figure 8はその1例で上行大動脈および胸部下行大動脈における圧波を示している。マイクロマンメーターによる

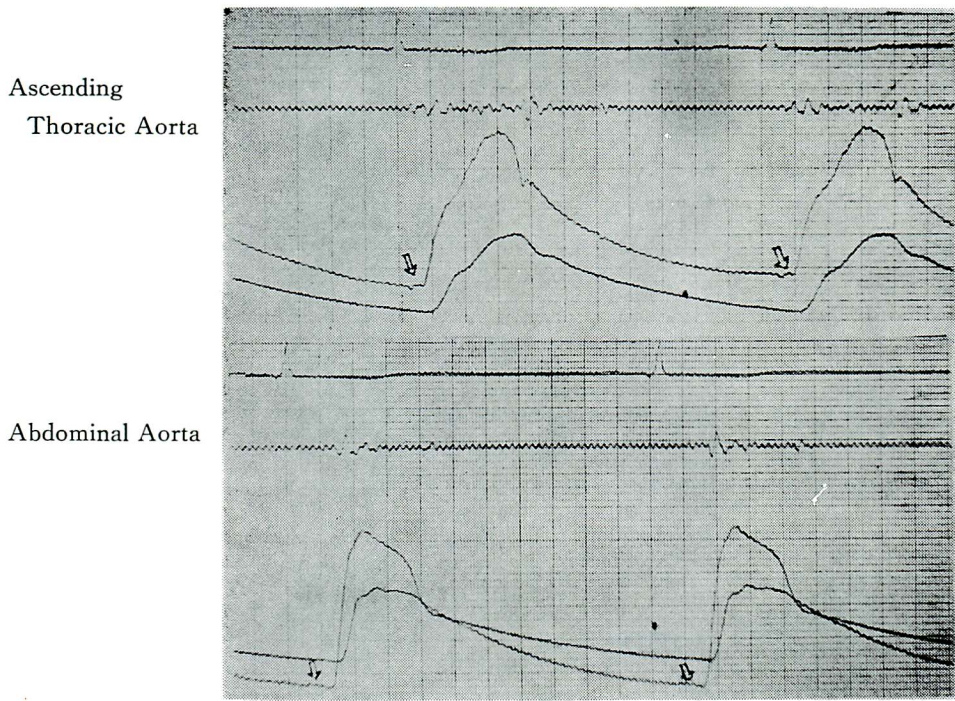


Figure 8. Preejection waves on the aortic pressure curves.
Upper: ascending aorta, lower: abdominal aorta.

圧波ではいずれの場合も主波立ち上がりの直前にC波に相当する1個の前波をみる。A波は不明瞭である。一方同時記録の体外性トランスジューサーによる同一場所の大動脈圧波にははっきりした前波の出現は認められない。

考案

動脈の圧波、または、脈波の上昇脚の前に小さな波があることは古くから観察されていた。1863年に Chauveau と Marey はウマの大動脈の圧波にこの小波を認めている。この波のより詳しい研究は Hürthle⁵⁾ (1891), および, Frank⁶⁾ (1905) によってなされた。Hürthle は頸動脈圧波の上昇脚の前に2つの小波を認め、Vorwelle と名づけ、第1の波は心房の収縮と関係し、第2の波は心室の等容性収縮のさい、閉鎖している半月弁に血液が衝突するために起こるものであろうと報告している。これにたいし、Laszt と Müller⁷⁾ はやは

り2つの前波を認めているが、第1の波は心の変形期に第2の波は昇圧期に一致して起こるといい、2つの波がいずれも心室性と云う。

頸動脈脈波における私たちの観察では、ふつう心房収縮に関する小波と左心の昇圧期に関する波の2つの小波をみた。しかし、時にこの2つの基本的な波の中間にいま1つの左心変形期に関する波を認めることができた。このような3種の波について名称による混乱を避けるため、従来の第1および第2の波という呼び方のかわりに、私たちは前波の出現する順にしたがって、前波A波、前波B波、前波C波と呼ぶことにした。

A波は心房の収縮と関係し、心房の機械的収縮にともなう大動脈基部の動き、または、心房による大動脈の percussion 効果によると考えられる。しかし、動脈壁自体の能動的な収縮をその原因とする説もある。⁸⁾ これに対しB波の出現は稀であり、少数例のためその成因ははっきりしないが、

おそらく心の変形期におこる変化と関係していると思われる。また、C波は左心の昇圧期に一致して起こり、高血圧症や虚血性心疾患で増大する。

以上、前波について種々の検討を加えたが、心時相分析にさいしてとくに注意する必要があるのは、前波C波はしばしば主波の上昇脚の下部と融合し、立ち上がり点が脈波の最下点でなくなることである (Figure 1, 4)。このような場合には立ち上がり点は脈波の急激な上昇が始まる点としなければならない。またC波の始まりは脈波の遅延時間を差し引けば、左心性のI音とほぼ一致し、このような前波の時間的關係を利用し、従来の心時相分析をより確実にすることができると考えられる。

まとめ

頸動脈脈波に3つの前波 (A波, B波, C波)

がみられる。この3つの波はそれぞれ心房収縮、左心室変形期、および昇圧期に關係し、これらの前波の測定は心の時相分析に役立つ。末梢脈波でも前波はみられるが、その頻度は少なく、頸動脈脈波の場合ほどはっきりしたものではない。

文 献

- 1) Blumberger K : Arch Kreislaufforsch 6 : 203-292, 1940
- 2) Holldack K : Dtsch Arch klin Med 198 : 71-91, 1951
- 3) 増田善昭 : 千葉医会誌 40 : 482-505, 1964
- 4) 谷口寿雄 : 千葉医会誌 43 : 564-593, 1967
- 5) Hürthle K : Arch Kreislaufforsch 14 : 96-154, 1944
- 6) Frank O : Z Biol 46 : 441-533, 1905
- 7) Laszt L, Müller A : Helv Physiol Acta 9 : 55-72, 1951
- 8) Jungmann H, Gadermann E : Z Kreislaufforsch 46 : 893-899, 1957

討 論

沢山 (川崎医大循環器内科) : ひとつお聞きしたいのですが、BCと先生おっしゃるのはその理由が分るのですけれども、Aと先生おっしゃるやつですね。あれはわれわれ実際記録しております、分るのですが、先生は左房のAというふうにおっしゃるらしいのですけれども、たとえば頸静脈脈波に出る右房のA波がのってきたものとの鑑別が出来るかどうかということですが……。

演者 (増田) : 私が言いましたのは、心房収縮全体に關係しているということで、これが果して左房に關係しているのか右房に關係しているのか、それはちょっと別の問題になると思うのでございます。確かに頸静脈波のA波が非常に大きい場合には、それが頸動脈波に重なってくる。あるいは頸動脈波のとり方が多少悪くて、動脈の直上にマイクがない場合には、そういうA波、特に頸静脈のA波というもの強調されて出てくるということはあると思います。それを実際に鑑別するとい

うことは非常に難しく不可能だと思うのですが、一般的にいいますと、静脈性のA波というのは比較的幅が広くて大きいもので、そういうような波が頸動脈波の直前に現われた場合は、これはどうも頸動脈へのマイクのあたりが悪いのではないかと考え、場所を変えて何回かやっているとそういうA波が小さくなるというようなことがあるように思われます。

坂本 (東大第二内科) : 普通のカテーテルを使って大動脈根部の圧を書いていますと、たいていA波がのっておりますね。artefactのように思われるのですが、考えてみますとaortaは左右の心房でがっちり囲まれているわけですから、その圧波がaortaの圧波に影響しない方がむしろおかしいのじゃないかというふうに思います。ですから頸動脈を記録しているときに、マイクの圧迫の仕方もありますが、A波が出るのも当然かなあというふうに思っているのです。頸動脈波曲線にA波

増田, 平井, 小沢, 福島

が大きくなると、マイクの当て方が悪いと言いますけれども、どうしてもそれをどけられないという例では、やはり aorta の中でも相当 A 波が大きいんじゃないかというふうに思いますが……。

演者：そういう可能性ももちろんあると思います。いまご指摘していただきました A 波の成因でございしますが、やはり先生のようにお考えになる方と、それからもう 1 つは、実際に大動脈の中でそういうような収縮がほんの少しであるが起きているというような考え方をすると、2 つの派があるようでございます。先生のように考えますと、全く機械的な心房の圧迫、あるいは percussion ということになってしまうわけでございますが、電気的に大動脈のほうにもまだ刺激が行われているんだというような見方をする人もいますようにございます。

福本（九大第一内科）：ただいまの考え方の 1 つとして、左房による影響の方を考えた場合、左

房の動脈への直接的な圧迫なのか、あるいは僧帽弁を介してのものかということに関して、ご見解を伺いたいと思います。apex cardiogram と、私どもがやっております kinetocardiogram の A 波との区別から、どうも直接の影響を受けているように観察しておりますので……。

演者：それにもやはり 2 つの考え方がございまして、心房が percussion するために起こるのだという考え方と、心房からの駆血が左室を経て、さらに大動脈の方に伝わっていくという考え方と両方あるようでございます。それに対しては、私はどちらが正確か、私にはデータもございませんし、また具体的に考えたことがありませんので、結論を申し上げかねるわけです。

それから ACG との関係ですが、やはり ACG の方で A 波が大きくなる場合には、頸動脈の脈波の方の A 波も比較的出やすいという傾向はあるようでございます。