From the Third Medical Clinic of Kyoto University Hospital
(Director: Professor M. Maekawa, M. D.)

Study on Ballistocardiogram (V)

SURVEY OF K WAVE

By

SUSUMU YORIFUJI

(Received for Publication, May 26, 1954)

バリストカルディオグラムの基本的分析 (第5報)

K 波 変 化 の 概 観

醫 學 士 依 藤 進

京都大學醫學部内科學第三講座 (擔當 前川孫二郎教授)

The author investigated the influences of respiration, exercise, anemia on K wave of ballistocardiogram. At first in respiration, K wave augments in inspiration and diminishes in expiration. K wave augments also in exercise, in fever time, and in anemic conditions. In latter case it was observed that when anemia becomes severer, K wave

becomes larger. As blood flow of kidney diminishes in these conditions and in inspiration, we may suppose that augmentation of K wave suggests the diminution of renal blood flow. At least we can assume that K wave is caused not by after-vibration of J wave but by some hemodynamic impulse.

緒 言

バリストカルディオグラム(以下 B. C. G. と略す)の J 波のすぐ後に現れる下向きの波(脚方に働くインパクト波)を K 波と呼ぶ。K 波は今迄餘り注目されていない。唯 1949 年 Nickerson¹⁾ が峽部狭窄症等について K 波の變化を述べているが未だ充分の分析とは考えられない。しかし著者の今迄の研究は K 波をこのままに放置しておく事を許さなかつた。本報は K 波が臨床的な追求に對して無價值ではないと云う事を示そうとするものである。即ち更に具體的な問題としては「K 波が血液循環に起因する變化であるか、それとも單に測定装置に依存する變化即ち J 波の後振動に過ぎないのであるか」と云う事を決定する事である。この目的の爲に數個の B. C. G. を展覽しようと思うが、その各々の B. C. G. は上述の目的に適つたものであると同時に、その同一の事が他の實驗の契機をも含んで來たものである。即ち血行動力學的變化は B. C. G. の K 波を如何に變容するか、又逆に斯かる K 波の變容は如何様の血行動力學的變化を豫想せしめるか、それともかかる質問は無意味であるかと云う問題をも含み込んで來るのである。

測定装置即ちバリストカルディオグラフは第一報⁶⁾ に記載した通りである。

バリストカルディオグラムの觀察

本報告の主旨と結論は圖形の觀察に依つて最もよく理解し得られるものであるから、先づ圖形を見て戴く事と

して、此處には出来るだけ簡単に圖形の背景即ち圖形成立の條件と圖形の特徴のみを示す事とする。

1) 呼吸に依る K 波の變動

第 1 圖は 38 才健康男子の B. C. G. の呼吸に依る變動を示すものである。深吸氣の後、呼吸停止を行い、B. C. G. を描寫すると K 波は著明に増大する。逆に深呼吸後呼吸停止を行い、B. C. G. を描寫すると K 波は著明に減少する。

Fig 1. Ballistocardiogram and Respiration
a) Normal respiration
b) Inspiration
c) Expiration

この様な條件下に於ける血行動力學上の變化の一端は Stanley, Bradley²⁾等に依つて示されている。即ち彼等に依ると腹腔内壓を上げると腎血流量は減少する。尤も

Stanley 等の處見が K 波の處見に如何にして關係するかと云う問題は今直ちに結論出来ない (しかしこの答は第六報からすぐ様與えられるものではあるが)。

2) 運動に依る K 波の變動

第2圖は27才健康男子の B. C. G. で運動に依つて K 波が著明に増大する事を示しているこの場合の運動は京大病院内科南病舎の4階迄徒歩で昇降させたもので、圖はその前後の B. C. G. である。

運動時、骨骼筋領域の血管の擴張、皮膚血管擴張、發汗增多の來る事は吾人の日常生活の觀察に依つても與えられるが、此と同時に最近の研究に依ると運動に依つて腎血流量は減少する³⁾。従つて斯かる血行動力學的變化の存在する時の B. C. G. が第2圖であるとみてよいであろう。

Fig. 2.
a) b) Ballistocardiogram before and after Exercise
c) Ballistocardiogram of Subacute Bacterial Endocarditis

3) 貧血に依る K 波の變動

第3圖 (a) は44才女子で軽度の貧血症 (赤血球數 300~400萬/mm³) の B. C. G. である。正常人に比して著明な差異を認め得ない。(b) は十二指腸蟲に依つて中等度の貧血 (赤血球數 250~300萬/mm³) を來している青年男子の B. C. G. で K 波は増大している。(c) はパンチー氏病の爲に著明な貧血 (赤血球數 200~250萬/mm³)、全身の浮腫、腹水を來している45才の女子の B. C. G. である。K 波は極めて著明に増大している。此だけからしては貧血の程度と K 波の大きさが一元的な函數關係にあると速断し得ないにしても、貧血が高度になると K 波が大きくなると云う事は結論出來よう。

貧血時の血行動力學的變化を見る爲に汐田、胡田、依藤⁴⁾は Phenylhydrazin を用いて家兎に貧血を起させ、その腎血流量をしらべているが、貧血時腎血流量は減少している。即ち此處に於ても我々は(1)(2)の場合と同様腎血流量減少と K 波の増大が密接に關係している事を知るのである。

4) 發熱に依る K 波の變動

第2圖 (c) は發熱の K 波に及ぼす作用を典型的に示すものとは云い難い。否それどころか B. C. G. 法その

Fig. 3. Ballistocardiogram of anemic Patient

ものに懷疑を起させる様な圖である。しかしその様に著者を苦しめる圖であるが故に、従つて人々の批判的研究を待つが故に、敢て此處に示した次第である。この圖は遷延性心内膜炎を患つている35才の男子の B. C. G. である。患者の熱型は 38°C 程度になる弛張熱で、B. C. G. をとつた時には 37°4' の發熱である。この圖では何れが I 波で何れが J 波であるか云う診斷も殆んど不可能である。それでいて、この様に變化した B. C. G. を第3圖(c)と比較すると、不思議にも同一乃至類似のパターンに屬する事を感じしめる。

發熱時には發汗増加し、尿量の減ずる事は吾人の常に經驗する所であり、運動状態、貧血状態との類推からして、當然腎血流量の減少があるものと考えられる。遷延性心内膜炎は同時に貧血を伴うものであるから、以上の血行動力學的變化は更に増強されてよい。この様な條件に於て我々は K 波と思われる波の増大を見たのである。

考 按

今此處に示した圖形から K 波が何であるか云う事を結論する事は危険であらうし、著者も亦此處にその問題を決定的な形に於て示そうとは思わない。しかし今しがた觀察した圖形から何物かを歸納した場合、その歸納された觀念は單なる蓋然性しか示し得ないにしても、なお此處に觀察した一連の圖形は消極的な意味に於て起り得べき他の假定を除外するに充分である。即ちこの一連の圖形が否定した假定とは「K 波は J 波の後振動である。」とする見解である。

この假定を棄却する理由は次の通りである。若し K 波が J 波の後振動として生ずるものであるならば、K 波は J 波の大きさに依つて一元的に決定されねばならない。所が第1圖から第3圖迄の通覽に依つても、又個々の圖を觀察しても、この假定を肯定する何物をも見出し得ない。例えば第1圖では J 波が餘り變化しないにもかかわらず、K 波は呼氣に於て殆んど完全に消失し、逆に吸氣に於て著明となる。又運動に於ても同様 J 波の變化よりも J 波の増大の方が著明である。第3圖 c に於ては K 波の方が J 波より大きいし、第2圖 (c) に於ては恐らく明

瞭にその形像が認め得られるのは K 波のみである。即ち我々は先ず次の結論を下さねばならない。「K 波は J 波と独立のインパクト波であつて、生體の血行動力學的變化に條件づけられたものである。」と。ではこの血行動力學的變化とは何であるか。

K 波は、圖形の觀察からして明らかな如く、常に各心週期に一回現われる波であり、J 波のすぐ後に見られる波である。J 波は大動脈弓衝擊であるから¹⁾、K 波が大動脈弓衝擊以後の血行動力學的インパクト波である事は明らかである。この事を更に吟味する爲には大動脈を下行するインパクトを阻止する様な實驗を行えばよい。Nickerson¹⁾ が峽部狹窄症のバリストグラムに於て K 波が消失する事を示しているのはこの實驗の證明と見てよい。即ち下行大動脈を下るインパクトのない場合に於ては波は消失する。

著者の裝置に於ては被檢者は椅子に坐つてゐる。そしてかかる條件下に於て著者のバリストカルデオグラフの把える變化は垂直方向のインパクトのみであつて、水平方向のインパクトは著者のバリストグラフの觀測から逃れる。従つて大動脈を下行して來たインパクトが股動脈に於て水平方向にその方向を轉じた時、測定裝置にインプルスを与えると云う事態が出現しなければならないし、又股動脈にインパクトが達する迄に水平方向に逃れるインパクトが大であれば大である程(このインパクトは大部分肉體に吸収され顯現しないであらう)、波が K 小さくなると云う事態も出現しなければならない。

血行動力學的なインパクトは血管乃至血液を媒介乃至原動力として働くものでなければならない。従つて今迄述べて來た事態と考え合せる時、股動脈に達する血量が増大する程又その速度が増大する程 K 波が大となり、又逆に水平方向に行く血量が増大する程 K 波は減少するものでなければならぬ。所で下行大動脈の下行の途中に於ける分岐は主として腹部内臓を支配するものであり、最も多量の血液を要求する臓器は腎臓である。従つてごく大ざつぱに云つて、K 波の大きさと腎血流量の間に逆比例に近い關係が出現する筈である。第 1 圖から第

3 圖迄は何れもこの事に矛盾しない。否それどころかこの事を示していると見てよいであらう。

結論並びに總括

- 1) 呼吸、運動、貧血、發熱のバリストカルデオグラフの K 波に及ぼす作用を觀察した。
- 2) それに依つて次の事柄が觀察された。
 - a) 吸氣時 K 波は増大し、呼氣時減少する。
 - b) 運動に依つて K 波は増大する。
 - c) 貧血が強度となれば K 波は増大する。
 - d) 發熱時 K 波は増大すると思われる。
- 3) 以上の變化は K 波の大きさと腎血流量の間にはほぼ逆比例に近い關係のある事を示している。
- 4) 以上の K 波の變化は J 波の大きさと無關係である。従つて K 波は J 波の後振動ではなくて血行動力學的に條件づけられたインパクト波である。
- 5) K 波は下行大動脈を下るインパクトが股動脈起始部に於て水平方向にその方向を轉じた際(被檢者は椅子に坐つてゐる故)、測定裝置に與えるインプルスである。
- 6) 従つて股動脈に達する迄に水平方向に逃れるインパクトは測定から逃れる。
- 7) 所でかかるインプルスは血液と共に運ばれるものであるから、腎血流量が増大する際に K 波が減少し又腎血流量が減少すれば K 波が増大する事が理解出来る。

稿を終るに臨み御懇篤な御指導と御校閲を賜つた恩師前川教に授感謝します。又御援助を終つた鷹津助教授、清水講師、友松博士、勞を共にして下さつた高嶋博士に感謝します。

本論文の要旨は昭和 27 年第 16 回日本循環器學會に發表した。

REFERENCES

- 1) J. L. Nickerson: *J. Clin. invest.* **28**, 369, 1949.
- 2) E. Stanley et al: *J. Clin. invest.* **27**, 634, 1948.
- 3) B. Carleton et al: *J. Clin. invest.* **27**, 639, 1948.
- 4) T. Shiota et al: *This J.* **16**, 141, 1952.
- 5) F. Starr: *Amer. J. of Physiol.* **127**, 1, 1939.
- 6) S. Yorifuji: *This J.*