

小児 UCG の 研 究

第一報 左心機能の測定

東京大学医学部附属病院分院 放射線科 (科長安河内浩助教授)

町 田 喜久雄 多 田 信 平

大 島 統 男 安 河 内 浩

小児科 (科長中村孝助教授)

八 森 啓 大 滝 千佐子

(昭和48年4月18日受付)

Ultrasonic measurements of left ventricular volume, mass and velocity
of posterior wall movement in children.Kikuo Machida, M.D., Hiroshi Yasukochi, M.D., Shimpei Tada, M.D.,
Motoo Ohshima, M.D., Kei Hachimori, M.D. and
Chisako Ohtaki, M.D.Department of Radiology and Pediatrics, University of Tokyo, Branch Hospital, 3-28-6
Mejirodai Bunkyo-ku, Tokyo Japan

Research Code No.: 205

Key Words: Ultrasonic cardiography, Pediatrics, Left ventricular volume,
Left ventricular function

Ultrasonic measurements of minor axis and wall thickness and calculation from these two measurements of the left ventricular end-diastolic volume (LVEDV) and the mass (LVM) were performed with the determination of velocity of posterior wall movement (PWM) in children. LVEDV (X_1) and LVM (X_2) were correlated well with the body surface area (Y) ($Y = 0.0030X_1 + 0.5597$, $r = 0.765$, $N = 43$ and $Y = 0.0023X_2 + 0.5788$, $r = 0.547$, $N = 43$, Figs. 1 and 2), and echocardiographic minor axis (Y) with the anteroposterior diameter (X) from lateral X_2 ray film ($Y = 0.4777X + 1.3101$, $N = 28$, $r = 0.674$, Fig. 4), and LVEDV was 147 ml/M_2 and LVM 183 g/M_2 . Wall thickness increased to 1.33 at end-systolic point assuming it was 1.0 at end-diastolic point (Fig. 6). PWM was $2.91 \pm 1.08 \text{ cm/sec}$. In thirteen cases the measurements were repeated following exercise. Exercise increased PWM from $2.18 \pm 0.58 \text{ cm/sec}$ to $3.58 \pm 1.10 \text{ cm/sec}$ ($p < 0.05$) with the increase of heart rate from 81 to 107. The importance of ultrasonic cardiography in children was also discussed.

最近 Ultrasonic cardiography (UCG) により、左室容積、左室壁重量、左室後壁の運動速度および壁厚の心周期による変化の測定が行なわれるよ

うになり¹⁾²⁾³⁾、臨床的にその有用性を認められつつある。しかしながらこれらの測定は成人に限られて、小児についての報告はあまりないように思

われる⁴⁾⁵⁾。そこでわれわれは、上述の諸パラメーターにつき、小児科患者について測定を行ない若干の知見を得たので報告する。

1) 対象および方法

対象は東大分院小児科および放射線科の入院および外来患者で、心疾患のないものを選んだ。年齢は6カ月～12才で、計43例でこれを第1群とした。

なお第2群として、4才～12才の小児13例につき、心拍数が増加するように運動を負荷し、その効果を検討した。

UCGは、胸骨左縁第4肋間に、トランスデューサーを垂直に当てて記録し、像が鮮明でなく計測しにくいものは、除外した。

左室拡張終期容積 (LVEDV: left ventricular end-diastolic volume), 左室壁重量 (LVM: left ventricular mass) は、左室を楕円体 (短径: 長径 = 1:2 として) とみなして、次式によつて求めた¹⁾。

$$LVEDV = \frac{4}{3} \pi \frac{Dd}{2} \cdot \frac{Dd}{2} \cdot \frac{2Dd}{2}$$

$$LVMV = ELVEDV - LVEDV$$

$$ELVEDV = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{Dd}{2} + WTD \right) \cdot$$

$$\left(\frac{Dd}{2} + WTD \right) \cdot \left(\frac{2Dd}{2} + WTD \right)$$

$$LVM = LVMV \times 1.05$$

ただし、 Dd =左室拡張終期短径、 $LVMV$ =左室壁体積 (left ventricular muscle volume), $ELVEDV$ =左室内腔および壁まで含めた体積 (external left ventricular end-diastolic volume), WTD =拡張終期左室壁厚、1.05=心筋比重。

左室後壁の運動速度は、左室後壁内側の収縮による平均的傾斜から計算した³⁾。

UCGの記録は、通常5拍以上行ない、その平均を計算して、それぞれの値とした。

運動負荷について検討した第2群に対しては、運動負荷前と運動を負荷し、負荷前に対して、心拍数が20ないし30以上増加した状態にて計測を行なった。

装置は Aloka SSD-34型を用い、X線フィルム (四つ切) に拡大し、実大像として記録を行なつ

た。記録はすべて、背臥位で行なつた。

体表面積は Documenta Geigy, Scientific Tables によつて求めた⁶⁾。

2) 成績

左室拡張終期体積は、最小10.4mlから最大 378 ml にまでわたつた。この値と体表面積との関係を見ると、Figure 1のごとくであつた。最小自乗法による回帰直線は $Y = 0.0030X + 0.5597$, 相関係数は $r = 0.765$ ($P < 0.01$) であり相関が見られる。

左室壁重量は、最小42gから最大 306gにまでわたり、この値と体表面積との関係は、Figure

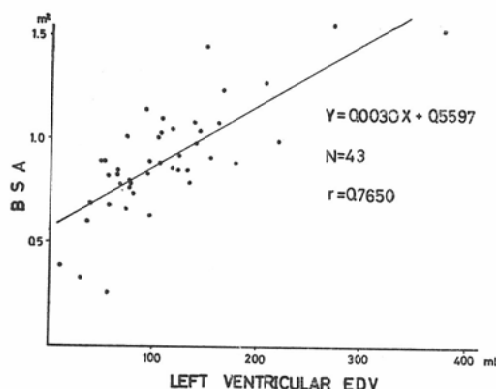


Fig. 1. The relationship between left ventricular end-diastolic volume (LVEDV) and body surface area (BSA) is shown with regression line and correlation coefficient.

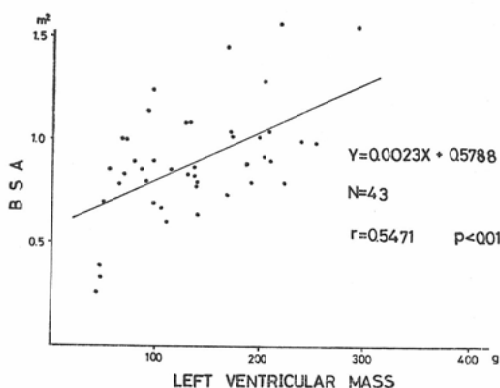


Fig. 2. The relationship between left ventricular mass and BSA is shown with regression line and correlation coefficient.

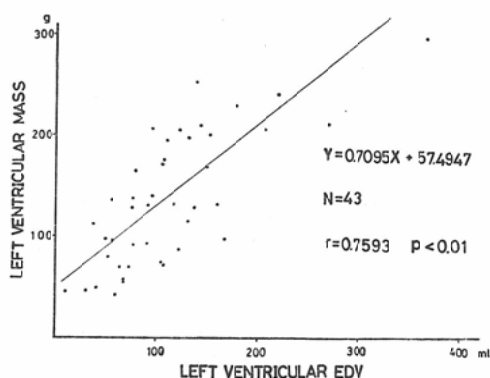


Fig. 3. The relationship between left ventricular end-diastolic volume (LVEDV) and left ventricular mass is shown with regression line and correlation coefficient.

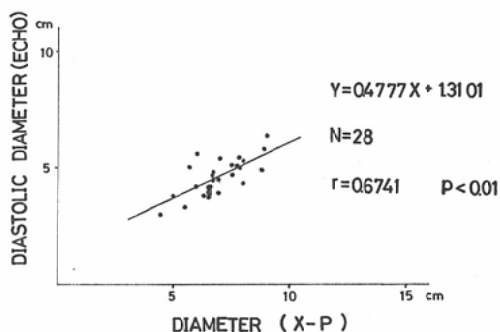


Fig. 4. The relationship between roentgenographic anteroposterior diameter of the heart and ultrasonocardiographic end-diastolic diameter of the left ventricle is shown with regression line and correlation coefficient.

2のごとくであり、回帰直線は $Y = 0.0023X + 0.5788$, $r = 0.547$ ($P < 0.01$)で相関が見られる。

さらに左室拡張終期容積と左室壁重量の関係をみると、Figure 3のごとくであった。回帰直線は $Y = 0.7095X + 57.4947$, $r = 0.759$, ($P < 0.01$)であり相関が見られる。

回帰直線から求めた体表面 1m^2 のときの左室拡張終期容積は $147\text{ml}/\text{m}^2$ 、左室心筋重量は $183\text{g}/\text{m}^2$ であった。

UCGによつて測定した左室腔前後径(拡張終期)と管球フィルム間距離2mで撮影した胸部側

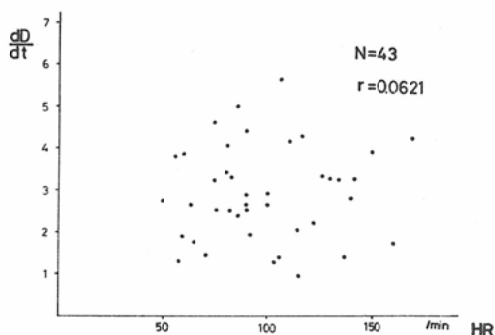


Fig. 5. Relationship between heart rate and the velocity of posterior wall movement is shown. A significant correlation is not observed.

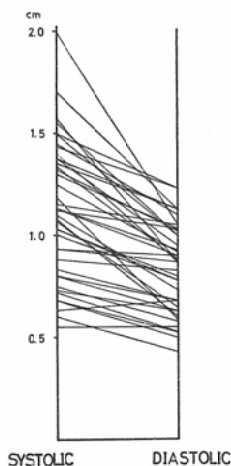


Fig. 6. The changes of left ventricular wall thickness between systole and diastole is shown.

面X線像によつてもとめた心陰影の前後径の関係をみると、Figure 4のごとくであった。回帰直線は $Y = 0.4777X + 1.3101$, $r = 0.674$, ($P < 0.01$)であった。

左室後壁の運動速度を測定した結果は、 $2.91 \pm 1.08\text{cm}/\text{sec}$ であった。この各々の値と心拍数の関係は、Figure 5のごとくで、両者の間に有意の相関は見られなかった。すなわち小児における心拍数は必ずしも運動速度と関係しないといえる。

左室後壁の厚さを測定して、収縮によるその変化を見ると、拡張終期の値を1.0とすると、収縮終期には 1.33 ± 0.24 と増加することが判明した

($P < 0.05$) (Figure 6).

つぎに第2群の運動を負荷した例について、検討を加えた。運動により心拍数は平均 81 ± 13.3 から 107 ± 21.2 に増加したが、左室後壁の運動速度は $2.18 \pm 0.58 \text{ cm/sec}$ から $3.58 \pm 1.10 \text{ cm/sec}$ へと有意に増加を示した($P < 0.01$)。なおこの群の運動負荷前の値と第1群の値との間に統計的に有意な差はない。

3) 考按

UCGによる左室容積、左室壁重量の測定については、成人についてのTroyらの報告があり¹⁾、同時に施行した心血管造影から求めた値とよく一致することを示している。したがって、われわれはこれを応用して、乳児から小児を対象にして、測定を行なってみた。若年者については、心血管造影を行なうことは、X線被曝を考慮した場合、とくに心血管の異常がないかぎり行なうことは避けるべきであり、かかる年代の小児に対して、生存中にUCGによりその心臓の大きさ、その運動を測定することはきわめて有意義と考える。

UCG検査は、患者にほとんど負担を与えないでくり返し容易に行なえる利点を有している。

左室拡張終期容積と体表面積との間には、有意の相関が見られ、左室壁重量と体表面積との間の関係も同様である。

左室拡張終期容積と左室壁重量の間にも相関が見られる。すなわち正常心では、左室拡張終期容積が増加すれば、それとほぼ一次式の関係で左室壁重量も増加すると言える。

回帰直線から求めた左室拡張終期容積は、体表面積 1 m^2 のとき 147 ml/m^2 であつた。MillerおよびSwanは⁷⁾二方向心血管造影法にて、小児の左室拡張終期容積を測定し平均 85 ml/m^2 という値を出しているが、これは麻酔下の状態であり、また疾患例であるので条件が異なるが、われわれの測定値に比べ小さい。一方Troyら¹⁾は、成人に同じ方法で行なつたUCGで得た左室拡張終期容積と二方向心血管造影法にて得た値が、きわめて良く相関することを示している。この理由については、成人と小児における左心室の形態の相違

(たとえば長軸と短軸の比の変化)などが存在しているかも知れない。いずれにせよ無麻酔の小児に対するこのような計測値はあまりないようである。左室心筋重量についても同様である。

心血管造影の値の代用として胸部側面像の心前後径とUCGによつて測定した左室前後径の関係を検討した。それをFigure 4に示す。すなわち両者間に密接な関係があることが示された。回帰直線の式は $Y = 0.4777X + 1.3101$ となり、 $Y = X$ の式とはならない。この理由として側面像には、左室の他に、右室、心膜、心臓壁、左房などが、胸部X線像上の心前後径を形成しているためと考えられる。

UCGのもう一つの利点は容易に左室後壁の厚さを計測できる点である。この点を利用して、収縮期と拡張期の壁厚を検討したのがFigure 6である。ほとんど全例が拡張期には、壁厚が減少することが示された。小児では、年齢や体格によつて、壁厚も当然変化するもので、各症例の拡張終期の値を1.0として、収縮終期の厚さの比を取ると、平均で 1.33 ± 0.24 と増加することが判明した($P < 0.05$)。生体の心臓で壁厚を容易に計測するのには、UCGはきわめて有力な方法であり、臨床におおいに利用されることが期待される。

左室後壁運動速度は心拍数に相関がないように見えるので(Fig. 5)、13例の第2群について、運動負荷の前後における変化を検討して見た。心拍数は平均81から107にまで増加したが、後壁の運動速度は $2.18 \pm 0.58 \text{ cm/sec}$ から $3.58 \pm 1.10 \text{ cm/sec}$ へと有意に増加を示した($P < 0.05$)。このことは運動によつて、左室心筋の収縮速度が増加するという報告に対応するものであり、UCG法が従来心臓カテーテルや心血管造影撮影法によつて求められてきたこれらの諸因子の測定に容易に応用されることを示すものであると考えられ、今後臨床的に左心機能の解析にますます用いられるべき有用な方法であることを示している。

また小児の場合、年齢によつて心拍数が非常に変化するが、この生理的な心拍数の変化は、運動負荷時の心拍増加と異なる血行力学的意味を有していることの証左でもあらう。

以上U C Gをもちいて左心室に関係する因子の計測結果を考擦を含めて報告した。

本論文の一部は第 238回医学放射線学会関東地方会、第 1 回小児放射線研究会などで発表した。

文 献

- 1) Troy, B.L., Pombo, J. and Rackley, C.E.: Measurement of left ventricular wall thickness and mass by echocardiography. *Circulation* 45: 602, 1972.
- 2) Inoue, K., Smulyan, H., Mookherjee, S. and Eich, R.H.: Ultrasonic Measurement of left ventricular wall motion in acute myocardial infarction. *Circulation* 43: 778, 1971.
- 3) 上田慶二: *Ultrasound Cardiography* による左

室径計測法の臨床的検討. 第30回, 日本医学放射線学会抄録集, p 58, 1971.

- 4) 平田経雄: *Ultrasoundcardiography* による小児の左心房容積測定. *医学のあゆみ* 71: 169, 1969.
- 5) Solinger, R., Elbl, F. and Minhas, K.: Echocardiography in the normal neonate. *Circulation* 47: 108, 1973.
- 6) Lusted, L.B. and Keats, T.E.: *Atlas of Roentgenographic Measurement Year Book Medical Publisher, INC., Chicago* 2nd. ed. p. 179, 1967.
- 7) Miller, G.A.H. and Swan, H.J.C.: Effect of chronic pressure and volume overload on left heart volumes in subjects with congenital heart disease. *Circulation* 30: 205, 1964.