

《原 著》

簡便な Standard Voxel Count 法による左室容積測定

今井 嘉門* 安藤 達夫* 弓倉 整* 斎藤 穎*
 小沢友紀雄* 波多野道信* 萩原 和男** 鎌田力三郎**
 岡 治道***

要旨 従来心機能を駆出率で評価していたが、最近左室容積の絶対値を求める必要性が認識されるようになった。左室容積を RI アンジオグラフィで求める際カウント・ベース法を用いるが、静脈血の採血およびその測定など煩雑な操作が必要である。このような煩雑な操作が不要な Standard voxel count 法で左室容積を測定し、その有用性を検討した。9点スムージングした拡張末期の LPO 30° および LAO 40° 画像を用い、前者から左室の前後径を、後者から左室の最高カウントを求め、左室内 1 voxel 当たりのカウントを得た後、左室関心領域カウントとの比より左室容積を voxel 単位で求め、さらに ml に変換した。この方法で得た左室拡張末期容積は UCG またはカウント・ベース法で求めた左室拡張末期容積とおのおの相関係数 $r=0.831$, $r=0.903$ なる良好な相関を認めた。さらにこの方法は観察者内・観察者間の変動も少なく、良好な再現性を示した。Standard voxel count 法は左室容積の絶対値を求めるのに臨床上有用な方法である。

I. 目 的

従来 RI アンジオグラフィ(平衡法)で左心機能の評価する際、主に用いる指標は駆出率(Ejection fraction: EF)であった。EFは必ずしも左室容積の絶対値を測定する必要がなく、相対的容積の変化から簡便に計算できるので、臨床の場で汎用されていた。最近、逆流性心疾患および虚血性心疾患などの診断および治療効果判定に、左室容積の絶対値を求める必要性が認識されるようになった¹⁻⁴⁾。また従来から心収縮機能の指標として使用されている EF より後負荷の影響が比較的少ない指標として注目されている End-systolic pressure volume ratio は、左室収縮末期圧を左室収縮末期容積で除した値である⁵⁾。この値を得るためにも左室収縮末期容積を正確に測定することが必要である。

左室容積の絶対値を求めることは、今や心機能評価に不可欠な事項といっても過言ではない。左室容積の絶対値を左室造影法では Dodge らによって提唱された左室辺縁を識別し Area-length 法で幾何学的に求めるが、RI アンジオグラフィ(平衡法)では Area-length 法よりも、非幾何学的なカウント・ベース法を用いた方が誤差が少ない⁶⁾。このカウント・ベース法は、特に左室の変形・収縮異常が存在する虚血性心疾患で有用であるが、この方法では末梢静脈血採血・血液のアイソトープ活性測定などの大変煩雑な操作が必要である。これら煩雑な操作が一切不要で、かつ左室容積を正確に求めることができれば臨床上大変有用な方法といえる。

これらの条件を満たすと思われる簡便な Standard voxel count 法を提案し、収縮異常の影響が少ない左室拡張末期容積を今回提案した Standard voxel count 法、従来からの血液標本が必要な非吸収補正カウント・ベース法、および RI アンジオグラフィ検査終了から数時間以内に Ultrasonic cardiogram (UCG) で測定し、おのおの対比検討した。さらにこの Standard voxel count 法の再現性をみるため、観察者内のみならず観察者間の測

* 日本大学医学部第二内科

** 同 放射線科

*** 岡病院内科

受付: 62年10月22日

最終稿受付: 63年1月11日

別刷請求先: 板橋区大谷口上町30-1 (☎173)

日本大学医学部第二内科

今井 嘉門

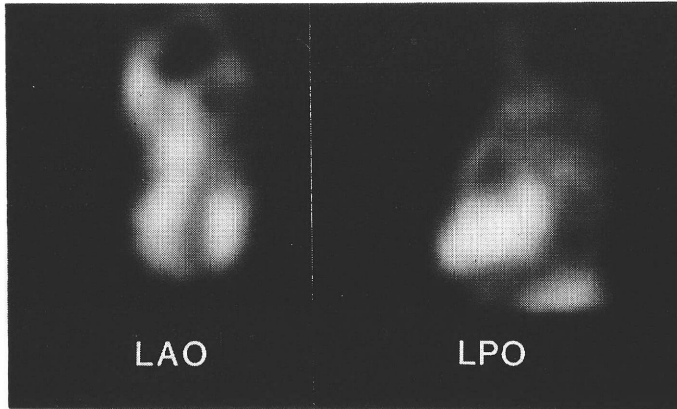


Fig. 1 End-diastolic LAO and LPO images with nine points smoothing.

定値変動も調べた。

II. 方 法

対象は狭心症および心筋梗塞症など虚血性心疾患患者で UCG 記録可能であった15名(男性:11名, 女性:4名)で, 年齢は42歳から82歳(平均年齢61歳)である。

1) RI アンジオグラフィ(平衡法)

Tc-99m で赤血球を生体内標識した20分後, フレーム間隔30 msec, 収集心拍数300回のマルチゲート法(Multigated method: MUGA)でミニ・コンピュータ(HARP PR-100)にオンラインで接続した日立シンチレーションカメラ(RC-135DT)を用いて, 64×64 pixel でデータ収集した。記録は前面, Left anterior oblique (LAO) 40° および Left posterior oblique (LPO) 30° で, 体長軸方向で心臓が同位になるよう, 体やテーブルが移動しないよう注意した。

2) Standard voxel count 法

コンピュータ上の長さの単位は pixel で, 容積の単位は voxel である。今回用いたガンマカメラおよびミニ・コンピュータの組み合わせでは有効な pixel 数は縦・横ともに62.5であるので, 1 pixel は $35/62.5=0.56$ cm で, 1 voxel は $(35/62.5)^3=0.1756$ ml である。

左室内を充満している血液のアイソトープカウントは, アイソトープ投与20分以上経過した後

にデータ収集しているもので, 十分混和しており均一である。まず左室内血液のコンピュータ上の容積単位1 voxel 当たりの平均カウントすなわち Standard voxel count をほぼ垂直に交わる LAO 40° および LPO 30° の心プールイメージから求め, 次にバックグラウンド補正した左室拡張末期カウントを LAO 40° の心プールイメージより求め, この両者から左室容積の絶対値を計算した。

(A) バックグラウンド補正した左室拡張末期カウントは, LAO 40° の心拍同期心プールイメージを浮動関心領域法⁷⁾で求めた左室拡張末期カウントと左室拡張末期バックグラウンドカウントとの差である。

左室拡張末期カウントは心拍同期イメージの第1フレーム目に左室のマスク関心領域を設定し, Cut off 70%で拡張末期左室輪郭を自動的に抽出し, その部位のカウントを計測する等計数法⁸⁾で求めた。左室拡張末期バックグラウンドカウントはまず収縮末期左室輪郭を拡張末期左室輪郭と同様に設定し, 心尖部にバックグラウンド関心領域を作成して単位面積当たりのバックグラウンドカウントを計測し, これに拡張末期左室関心領域面積を乗じて求めた。

(B) 左室の容積単位1 voxel 当たりの平均カウントすなわち Standard voxel count を求めるため, まず LAO 40° および LPO 30° の心拍同期心プールイメージから拡張末期画像をおのおの選出し,

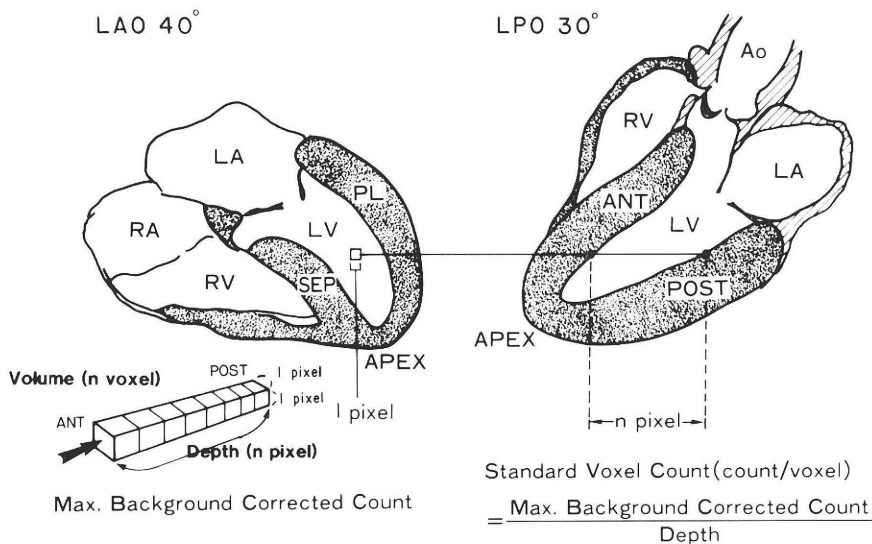


Fig. 2 Procedure of “Standard Voxel Count” method. Maximum background corrected count (MBCC) of left ventricle was obtained from LAO image and depth such as distance between anterior and posterior wall was obtained from LPO image. “Standard Voxel Count (count/voxel)” was calculated as MBCC/depth.

9点スムージングを行った (Fig. 1)。コンピュータ画面上にスムージングした LAO および LPO 画像を表示した。まず LPO 画像で左心房付近の後壁から前壁までの最長の“体長軸に垂直な前後径”すなわち“奥行 (Depth)”を求めた。後壁側は用手的に位置を定め、前壁側は Cut off 70% による等計数法で左室輪郭を抽出識別し、後壁と前壁との間の最長の Depth を半自動的に pixel 単位で求めた。

次に Depth を求めるため後壁から前壁まで引いた線の延長線上で LAO 画像の左室内 1 pixel 平方当たりの最高カウント値を自動的に求め、左室拡張末期バックグラウンド値で補正した Maximum background corrected count を求めた (Fig. 2)。

左室の Standard voxel count は、Fig. 2 で示すように Maximum background corrected count を Depth で除して求めた値である。

(C) 左室拡張末期容積 (Left ventricular end-diastolic volume: EDV) は、(A) で求めたバック

グラウンド補正した左室拡張末期カウントを、(B) で求めた Standard voxel count で除して voxel 単位で求め、さらに ml 単位へ変換した。

3) 非吸収補正カウント・ベース法

心プールイメージを収集した後、末梢静脈血 5 ml を採血し、この静脈血をディスポシャーレに入れ、ガンマカメラから 5 cm の距離で、5 分間計測した。サンプリング間隔、末梢静脈血のカウントおよびバックグラウンド補正した左室拡張末期カウントから計算したシンチグラフィによる LVV (scin) は、左室造影で求めた LVV (cont) と $LVV (cont) = 6.08 \times LVV (scin) - 23.3$ なる関連を認めると Dehmer は報告している¹⁰⁾。この Dehmer らの式に基づいて計算し、EDVd を求めた。

4) UCG による測定

左傍胸骨より B モードで左室の記録状態を確認した後、M モードで左室短軸径を記録した。左室拡張末期径を測定し、Teichholz の式¹¹⁾で EDVu を計算した。

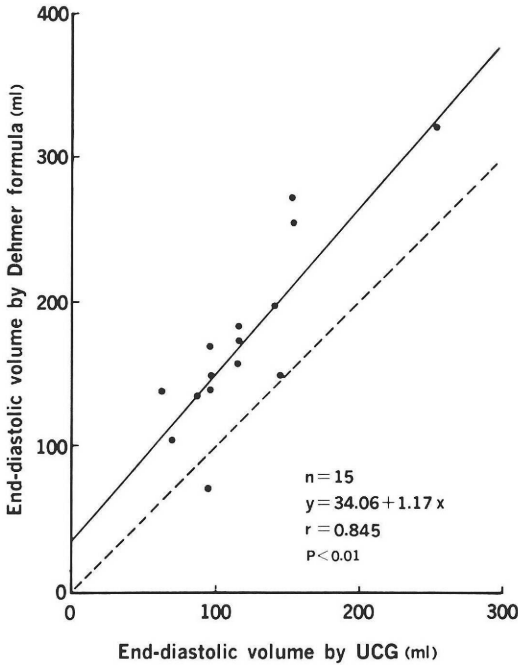


Fig. 3 End-diastolic volumes by UCG (EDVu) and uncorrected count based method with Dehmer formula (EDVd).

III. 結 果

1. UCG と非吸収補正カウント・ベース法との比較

UCG で求めた EDV すなわち EDVu は 61 ml から 255 ml であった。非吸収補正カウント・ベース法すなわち Dehmer の式で求めた EDVd は 75 ml から 321 ml であった。両者は $EDVd = 34.06 + 1.17 \times EDVu$ なる相関を認め、相関係数 $r = 0.845$ と良好な相関を認めた ($p < 0.01$) が、EDVd は EDVu より高値を示した (Fig. 3)。

2. Standard voxel count 法と UCG の比較

簡便な Standard voxel count 法で求めた EDVs は 74 ml から 207 ml であった。EDVu とは $EDVs = 26.34 + 0.78 \times EDVu$ なる相関を認め、さらに両者の相関係数は $r = 0.831$ で、大変良好な相関が存在した ($p < 0.01$)。EDV 100 ml 前後で良好な近似を認めたが、EDV が大きい場合 EDVs は EDVu より低値を示した (Fig. 4)。

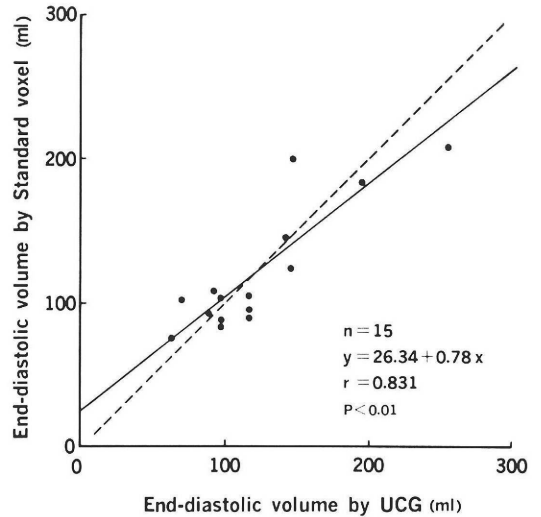


Fig. 4 End-diastolic volumes by UCG (EDVu) and standard voxel count method (EDVs).

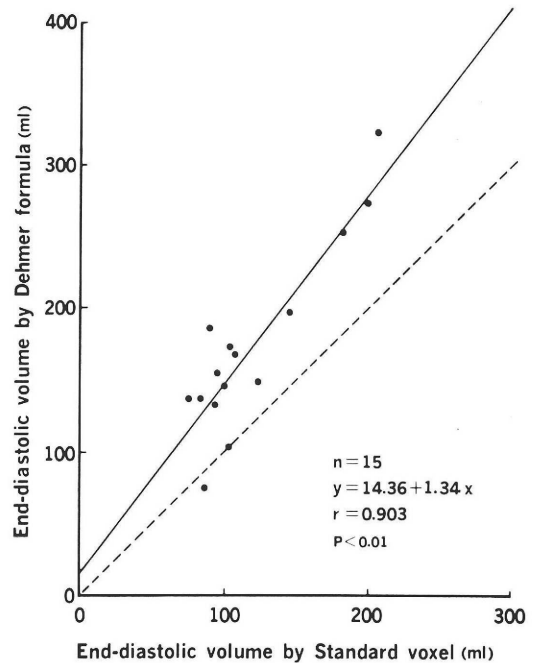


Fig. 5 End-diastolic volume by standard voxel count method (EDVs) and uncorrected count based method with Dehmer formula (EDVd).

3. Standard voxel count 法と非吸収補正カウント・ベース法との比較

RI アンジオグラフィ・Standard voxel count 法

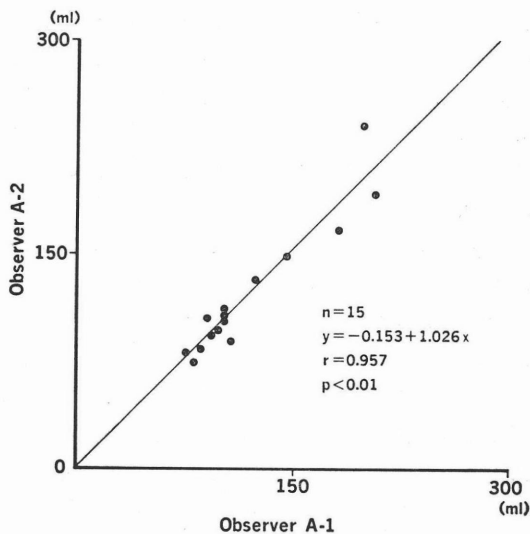


Fig. 6 Intraobserver variability of end-diastolic volume measuring by standard voxel count method (n=15).

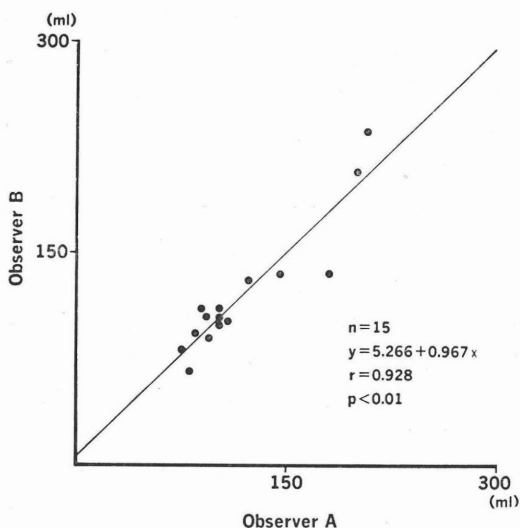


Fig. 7 Interobserver variability of end-diastolic volume measuring by standard voxel count method (n=15).

な相関がある ($p < 0.01$). EDVd は EDVs より全体的に高値を示したが, EDV が大きくなるほど差が大きくなった (Fig. 5).

4. 再現性に関する検討

まず観察者内の変動を調べるため, 観察者 A が Standard voxel count 法による測定を 2 回行い, その結果を比較した. 測定一回目の EDVs と二回目の EDVs は $y = -0.153 + 1.026x$ なる相関を認め, その相関係数は $r = 0.957$ であった ($p < 0.01$) (Fig. 6). さらに観察者間の変動に関して調べた. 観察者 A および B との間に $y = 5.266 + 0.967x$ なる相関が存在し, 両者の相関係数は $r = 0.928$ であった ($p < 0.01$) (Fig. 7). この方法は観察者内および観察者間の変動が少なく, 良好な再現性を示した.

IV. 考 案

RI アンジオグラフィで左心機能を評価する際, 比較的簡単に求めることができる相対的容積の変化である EF が使用されてきた. 左室容積の絶対値は虚血性心疾患および逆流性心疾患の診断に有用¹⁾で, 労作性狭心症では運動負荷により左室収縮末期容積は増加する. 心筋虚血を診断する際, EF 変化のみで評価するよりも, 左室収縮末期容積の変化も含めて検討すると, その有病正診率は向上すると報告されている^{2~4)}. さらに心収縮能の指標として注目されている End-systolic pressure volume ratio を求めるためにも, 左室容積の絶対値を求める必要がある⁵⁾.

従来, 左室容積は左室造影法で幾何学的に Dodge の式などで求めた. 他方, RI アンジオグラフィでは分解能が低いいため, 左室辺縁を識別することは困難で, 幾何学的方法で求めることは不適當である. このため RI アンジオグラフィでは末梢静脈血を用いたカウント・ベース法で左室容積を求めた^{6,9,10)}.

カウント・ベース法では, 二つの大きな進展を認める. 最初の進展は非吸収補正法^{9,10)}で, 左室容積を非幾何学的に測定する基本である. バックグラウンド補正した左室関心領域内カウントと, 末

で求めた EDVs と非吸収補正カウントベース法, すなわち Dehmer の式で求めた EDVd とを比較すると, 両者は $EDVd = 14.36 + 1.34 \times EDVs$ なる相関を認め, その相関係数は $r = 0.903$ で, 有意

稍静脈血のカウント, およびおのおの測定時間との比より得られるシンチグラフィによる LVV (scin) は, 左室造影法で求めた LVV (cont) と良好な相関を示すが, この相関関係に関与する因子は主に左心室と体表面との間に存在する軟部組織によるアイソトープの吸収である. Dehmer らは, シンチグラフィおよび左心室造影法による拡張末期容積は $LVV (cont) = 0.68 \times LVV (scin) - 23.3$ なる関連で, $r = 0.985$ なる良好な相関関係があると報告している¹⁰⁾.

次の進展は吸収補正法で, 均一な換算式で左室容積を求める非吸収補正法は, 吸収に直接関連する胸郭, 特に軟部組織の大小を考慮していないので, 体格が極端に大きい者あるいは小さい者で, 左室容積の測定値に影響を認める場合もある. これらの吸収の大小を補正し, より正確に左室容積を求めるため Links らにより吸収補正法¹²⁾が提案され, その後, 数々の改良が試みられた. 体表面から左室中央までの距離を体表面に線源を Marker として置いて記録したり¹³⁾, MRI あるいは心尖部からの UCG 記録¹⁴⁾から求めた. さらに軟部組織の吸収係数は水の吸収係数を代用して計算したがより正確な吸収係数を求めるため食道に線源を置いて実測する¹⁵⁾などの試みがなされた. これらの吸収補正をするため, 大変煩雑な操作が必要であった.

左室容積をこれらの煩雑な操作を省略して簡便に求めることができれば臨床上有用である. アイソトープを投与し 20 分以上経過すると左室の血液中のアイソトープカウントは均一であるが, ガンマカメラで測定する際カメラに近い前壁寄りでは 1 voxel 当たりのカウントは多少高く, カメラから遠い後壁寄りの部分では多少低いなどの差異が存在するが, 平均の左室内 1 voxel 当たりのカウントを求め, これを基に左室容積を求める方法を 1984 年に Nichols が初めて試みた¹⁶⁾. 彼らは左室の前壁から後壁までの体長軸に対して垂直な前後径を “Depth” と称し, RAO の方向からの First Pass 法で測定している. First Pass 法で収集する時高感度コリメータを使用するので, 空間

の分解能は大変悪く, 距離を正確に測定することは困難である. Delcourt は 1985 年にさらに改良を試みた. 主な改良点は, 左室の Depth を LPO より記録した心プールイメージの振幅・位相解析の結果より左室の辺縁を同定し, 計測したことである¹⁷⁾.

今回われわれが報告した左室容積を左室の voxel 当たりのカウントを用いて求める方法の根本は Nichols らの方法と同一である. 相違する点は, 左室の Depth を LPO の心プールイメージより拡張末期の画像を選出し, 測定したことである. LPO からの左室拡張末期および収縮末期の 9 点スムージング画像を比較すると, 前者では主に血液は左室に存在し, 逆に後者では主に左房に存在し, 心臓の後壁で明確に左房および左室を識別できる. Delcourt らは LPO 心プールイメージの振幅・位相解析の画像を用いて左房・左室を識別したが, 9 点スムージングした拡張末期画像を用いただけでも, Depth, すなわち左室の前後径を測定することができる. 稀に左室後縁の識別困難な場合があるが, 補助的に MUGA のシネモードイメージで壁運動を確認し同定すればさらに正確に識別できる.

分析に用いた心プールイメージは LAO 40° および LPO 30° で, この両者が成す角度は 80° である. 左室の Depth を求める際, 2 つの画像が成す角度が垂直である場合と 80° である場合とを比較すると, $\sin 90^\circ = 1$ に対して $\sin 80^\circ = 0.9847$ で, 10° の誤差をほとんど無視することができる.

Standard voxel count 法で左室容積を計測する際, 精度および再現性に関与する主な因子として, (1) バックグラウンド補正した左室拡張末期カウント, (2) 最大の “左室の前後径” すなわち Depth, および (3) 上記 (2) の前後径線上での左室内の最大カウント, あるいはこれをバックグラウンドで補正した Maximum background corrected count などと推定される.

バックグラウンド補正した左室拡張末期カウントは左室拡張末期カウントおよび左室拡張バックグラウンドとの差であるが, これらを等計数法お

よび浮動関心領域法で求めた。等計数法を用いて拡張末期左室輪郭を抽出したが、今回われわれが用いた Cut off 値は、西村らが左室 EF の精度に関する検討で至適な Cut off 値と報告している 70% である⁸⁾。また左室拡張バックグラウンドを求めするため、浮動関心領域法で収縮末期に心尖部付近にバックグラウンドを設定した。この方法は稲垣らが Inside ROI 法と称している方法と同一で、稲垣らは Inside ROI 法で得られた EF は他の Outside ROI 法などと比較して左室造影で求めた EF とより近似している報告をしている⁷⁾。これらの方法を用いることにより、バックグラウンド補正した左室拡張末期カウントをより正確に測定できるものと推察される。また最大の左室の前後径すなわち Depth を求める際、左室後壁側は用手的に位置を定め、前壁側は等計数法で辺縁を識別したが、その Cut off は LAO で左室辺縁を抽出する Cut off 値である 70% を用いた。最大の左室前後径すなわち Depth は pixel 単位で計測するが、今回測定した 15 名の Depth は 12.6 ± 2.0 (mean \pm SD) pixel であったので、1 pixel の誤差が仮に生ずると、左室拡張末期容積に平均 7.9% 前後の誤差が生ずるものと推定される。

これらの測定誤差の要因が左室容積測定の精度および再現性にどの程度影響するか、さらに計測に要する時間など、この測定方法の有用性を検討した。

(1) Standard voxel count 法で求めた左室拡張末期容積は、UCG あるいは非吸収補正カウント・ベース法で求めた左室拡張末期容積とおのおの良好な相関を認めた。Standard voxel count 法および UCG で求めた左室拡張末期容積は 100 ml 前後の範囲で近似したが、非吸収補正カウント・ベース法で求めた左室拡張末期容積は、UCG および Standard voxel count 法で求めた左室拡張末期容積より全体的に高値を示した。

この理由は明らかでないが、被検者の体格および肥満度が関連しているものと推定される。非吸収補正カウント・ベース法では Dehmer の報告を基に LVV (scin) から LVV (cont) を計算したが、

彼らが対象にした被検者は米国人で、われわれが対象にした日本人より体格が大きいと推定され、それゆえ心臓と体表面との間に存在する軟部組織によるアイソトープ吸収が大きいものと推察される。体格が大きい米国人で集計し求めた式を、比較的体格が小さく皮下脂肪の少ない日本人に用いたため、軟部組織のアイソトープ吸収の差が影響して左室容積を過大に計算したものと考えられる。

(2) Standard voxel count 法の再現性を観察者内および観察者間で検討した。左室拡張末期容積は、観察者内では $r=0.957$ 、観察者間では $r=0.928$ と大変良好な相関関係を示した。それゆえ、この方法の再現性は優れているといえる。

(3) これらすべての操作は、通常収集している心ブールイメージを利用するので、新たに収集および採血などの操作が一切不用である。すでに軟部組織の影響も反映しており、吸収補正することもまた振幅・時相解析などの操作も不要であり、Standard voxel count 測定に要する時間は僅か 2 分間未満で明らかに時間の短縮化および簡易化がなされている。

V. 結 語

臨床上必要性が高く認識されるようになった左室容積の絶対値を、簡便に、かつ正確に測定することは理想である。今回報告した Standard voxel count 法はこれらの条件を満たしており、理想を実現化させることのできる臨床上有用な方法である。

謝辞 本報告を終えるに当たり、ご協力いただきました日本大学第二内科心臓班および日本大学板橋病院 RI 室の諸氏に感謝いたします。

文 献

- 1) Hammermeister KE, Fisher L, Kennedy JW, et al: Prediction of late survival in patients with mitral valve disease from clinical, hemodynamic and quantitative angiographic variables. *Circulation* 57: 341-349, 1978
- 2) Slutsky R, Karliner J, Ricci, D, et al: Response of left ventricular volume to exercise in man assessed by radionuclide equilibrium angiography. *Circula-*

- tion 60: 565-571, 1979
- 3) Dehmer GJ, Lewis SE, Hillis LD, et al: Exercise-induced alterations in left ventricular volumes and the pressure-volume relationship: A sensitive indicator of left ventricular dysfunction in patients with coronary artery disease. *Circulation* 63: 1008-1018, 1981
 - 4) Jones RH, McEwan P, Newman GE, et al: Accuracy of diagnosis of coronary artery disease by radionuclide measurement of left ventricular function during rest and exercise. *Circulation* 64: 586-601, 1981
 - 5) Sagawa K: The end-systolic pressure-volume relation of the ventricle: definition, modification and clinical use. *Circulation* 63: 1223-1227, 1981
 - 6) Massie BM, Kramer BL, Gertz EW, et al: Radionuclide measurement of left ventricular volume: comparison of geometric and counts-based methods. *Circulation* 65: 725-730, 1982
 - 7) 稲垣末次, 足立晴彦, 杉原洋樹, 他: 左心室駆出率測定の簡易化, 自動化のための一考案. *核医学* 21: 1613-1619, 1984
 - 8) 西村恒彦, 香川雅昭, 今井行雄, 他: 心 RI アンジオグラフィによる左室駆出分画 (EF) の精度に関する検討 (II)——MUGA 法について——. *核医学* 17: 269-275, 1980
 - 9) Slutsky R, Karliner J, Ricci D, et al: Left ventricular volumes by gated equilibrium radionuclide angiography: a new method. *Circulation* 60: 556-564, 1979
 - 10) Dehmer GJ, Lewis SE, Hillis LD, et al: Nongeometric determination of left ventricular volumes from equilibrium blood pool scans. *Am J Cardiol* 45: 293-300, 1980
 - 11) Teichholz LE, Kreullen T, Herman MV, et al: Problems in echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of an energy. *Am J Cardiol* 37: 7-11, 1976
 - 12) Links JM, Becker LC, Shindledecker JG, et al: Measurement of absolute left ventricular volume from gated blood pool studies. *Circulation* 65: 82-91, 1982
 - 13) Rabinovitch MA, Kalf V, Koral K, et al: Count-based left ventricular volume determination utilizing a left posterior oblique view for attenuation correction. *Radiology* 150: 813-818, 1984
 - 14) Thomsen JH, Patel AK, Rowe BR, et al: Estimation of absolute left ventricular volume from gated radionuclide ventriculograms. *Chest* 84: 6-13, 1983
 - 15) Maurer AH, Siegel JA, Denenberg BS, et al: Absolute left ventricular volume from gated blood pool imaging with use of esophageal transmission measurement. *Am J Cardiol* 51: 853-858, 1983
 - 16) Nichols K, Adatepe MH, Isaacs GH, et al: A new scintigraphic method for determining left ventricular volumes. *Circulation* 70: 672-680, 1984
 - 17) Delcourt E, Franken P, Lenaers A: Measurement of left-ventricular volumes using an internal standard. *Eur J Nucl Med* 11: 123-126, 1985

Summary

Determination of Left Ventricular Volume by Standard Voxel Count Method without Blood Sampling and Blood Counting

Kamon IMAI*, Tatsuo ANDO*, Sei YUMIKURA*, Satoshi SAITO*, Yukio OZAWA*, Michinobu HATANO**, Kazuo HAGIWARA**, Rikisaburo KAMATA** and Harumichi OKA***

*Department of Second Internal Medicine, **Department of Radiology, Nihon University, School of Medicine, Tokyo

***Section of Internal Medicine, Oka Hospital, Saitama, Japan

Ejection fraction (EF) has been used as a global parameter of ventricular function measured in equilibrium radionuclide angiographic studies. Recently, measuring absolute left ventricular (LV) volumes has also been recognized to be important for the diagnosis and prognosis of patients with cardiac disease.

Absolute left ventricular volume has been shown to be proportional to the ratio between background-corrected LV activity and the specific activity of the peripheral venous blood. For attenuation correction, the distance from skin marker to center of LV and the linear attenuation coefficient are measured.

Measuring LV volumes without these complicated proceedings would be useful in clinical situation. We developed a new method for measuring absolute end-diastolic volume (EDV) which can be calculated using a standard voxel count method and then compared the results with those obtained by UCG and no attenuation corrected count based method with Dehmer formula.

To obtain the mean activity of voxels (standard voxel count) of LV, the two end-diastolic images

from 40° left anterior oblique (LAO) and 30° left posterior oblique (LPO) images were selected. The maximum depth such as distance from anterior to posterior wall of the LV cavity in the LPO 30° image was measured and the pixel of maximum activity in the LV ROI of end-diastolic LAO 40° image was chosen. The standard voxel count of LV was calculated as follows: the value of maximum activity in LV ROI/depth of LV cavity. EDV was therefore calculated by the formula: the background corrected count in LV ROI (LAO)/the standard voxel count, then the value was converted from voxel (0.1756 ml) to ml in units.

EDV by standard voxel count was lineally correlated with EDVs by UCG and no attenuation corrected count based method. The intra- and interobserver reproducibility of this new method was excellent.

Therefore, this method is useful in the determination of absolute end-diastolic volume in clinical situation.

Key words: Left ventricular volume, RI-angiography, Count based method, Standard voxel count.