



Title	左室造影像計測におけるLong-axial ProjectionとConventional Projectionとの比較検討
Author(s)	李, 晃二; 木村, 元政; 西村, 玄 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1982, 42(6), p. 538-545
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16178
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

左室造影像計測における Long-axial Projection と Conventional Projection との比較検討

国立循環器病センター放射線診療部

李 晃二	木村 元政	西村 玄	大嶺 広海
有沢 淳*	山口 敏雄	植原 敏勇	内藤 博昭
太田 光重	菅原 徹雄	前田 宏文**	高宮 誠
小塙 隆弘			

(昭和56年8月17日受付)

(昭和56年9月16日最終原稿受付)

Left Ventricular Volmetry in Long-axial and Conventional Projection

Koji Lee, Motomasa Kimura, Gen Nishimura, Hiromi Ohmine, Jun Arisawa*,
Toshio Yamaguchi, Toshiisa Uehara, Hiroaki Naito, Mitsushige Ohta,
Tetsuo Sugahara, Hirofumi Maeda**, Makoto Takamiya and
Takahiro Kozuka

Department of Radiology, National Cardiovascular Center

Present address: *Department of Radiology, Osaka University Dental School

**Department of Radiology, Ohita Medical College

Research Code No.: 507

Key Words: Left ventriculography, Left ventricular volume, Angled view

We studied whether the measurement of left ventricular volume can be used to obtain parameters of left ventricular function through the clinical cases and LV phantom with hepato-clavicular projection (HCP). The subjects of this study were 20 cases (male 8, female 12) without premature beats during the cine-contrast examination. The age of the cases ranged from 1 year to 11 years (average age 4y 6m). The variety of disease was included in the study: VSD (13), ASD (4), ECD (1), TOF p.o. (1) and MR p.o. (1).

The correlation coefficients of LVEDV and LVESV on left ventriculogram (LVG) by conventional biplane and HCP biplane were 0.92 and 0.96. The calculation volume of the LV phantom (real volume: 70 ml) by means of biplane integration method (Simpson's method) were 75-81 ml (average 78.7 ± 1.9 ml) on conventional LVG and 70-72 ml (average 70.5 ± 0.8 ml) on HCP LVG and the latter was closer to the real volume. Concerning the long diameter of LV, the HCP-FL is found to be longer (closer to the real value) than the conventional-FL, but the long diameters of LV in cases of TOF and ASD were measured shorter, because of the displacement of LV by enlarged RV.

As mentioned above, we concluded that the LV volume obtained with LVG by HCP seems applicable not only in calculation of the parameters of LV function but also in obtaining it closer to the real value.

* 現 大阪大学歯学部歯科放射線学教室

** 現 大分医科大学放射線医学教室

心臓・大血管の形態学的診断においては、目的以外の構造の重複を避け対象を立体的に把握しやすい方向から観察すべきであり、殊に透過レ線を利用するレ線診断学においてはことのほか重要である。しかし血管造影では、従来は大多数の例が正側面または左右両斜位像で診断されるのが普通で、それ以外の特殊な方向からのレ線束射入はほとんど行なわれていなかった。しかし、最近の心臓病学、特に外科技術の進歩と相まって、心血管造影にはさらに詳細な病変部描出が要求されるようになった。また撮影装置の進歩、改良によって特殊な方向の撮影も容易に行なえるようになり、治療技術の進歩に応じた詳細な、より診断価値の高い画像を得ることが可能になった。Elliottら^{1,2)}が発表した hepato-clavicular projection による造影はより高い診断能を得るための試みの一つであるが、この方法で撮影された左室像から得られた計測値が、従来用いられてきた左室機能ペーメーターを求めるために使用できるかどうかを検討した。さらに現在我々が行なっている biplane cine撮影時における簡便な拡大補正用 grid撮影法についても報告する。

対 象

1. 臨床例：対象とした症例は同一検査時に一般に行なわれている正側二方向撮影（一般二方向撮影）conventional biplane projection と肝鎖骨位二方向撮影 hepato-clavicular biplane projection で左室の造影がなされており造影時に期外収縮が認められない20症例であった。年齢分布及び性別は1年～11年（平均4年6カ月）で男8例、女12例であった。疾患別みると心室中隔欠損 VSD 13例、心房中隔欠損 ASD 4例、心内膜床欠損 ECD 1例、ファロー四徴候後 TOFp.o. 1例、僧帽弁閉鎖不全術後 MRp.o. 1例であった（Table 1）。なお、手術後検査症例は8例で、VSD 5例、ASD 1例、TOF 1例、MR 1例であった。

2. Phantom 実験：容積 70ml、長径 7.12cm の左室模型を用いた。この左室模型は、左室の一般二方向、両斜位、肝鎖骨位二方向の各造影像を参考にして作製した。

Table 1 Number of cases and distribution of age

Sex	Case No.	Age	VSD	ASD
M	8	2y4m～11y (5y8m)	6	2
F	12	1y～6y7m (3y8m)	7	2
Total	20	1y～11y (4y6m)	13	4

ECD (1), TOFp.o. (1), MRp.o. (1) : F

方 法

1. 臨床例では左室造影の一般正面拡張末期左室長径 (Conv.-FL) と肝鎖骨位正面拡張末期左室長径 (HCP-FL) を計測し、その相関を求めた。

2. 同じく臨床例の左室造影から一般二方向像、肝鎖骨位正面像、肝鎖骨位側面像及び肝鎖骨位二方向像を用いてそれぞれの左室拡張末期容積 LVEDV、左室収縮末期容積 LVESV を算出し、一般二方向像の値と肝鎖骨位像の値との相関を求めた。

3. 左室模型の心傾斜角を6通りに設定し、一般二方向撮影及び肝鎖骨位二方向撮影で得た像よりそれぞれの長径及び biplane 法により容積を求めその関係を検討した。

尚 biplane 法による容積算出には integration 法 (Simpson 法) を、single plane 法においては area-length 法を用いた。長径及び容積算出には YHP・5600M 心臓カテーテルデーター処理システムを用いた。

成績ならびに結果

1. 左室長径Lについて

全症例での Conv.-FL の平均値は 6.72 ± 0.81 cm で HCP-FL の平均値は 6.87 ± 0.79 cm、VSD 症例単独の Conv.-FL は 6.55 ± 0.83 cm、HCP-FL は 6.74 ± 0.83 cm となり、全症例、および VSD 症例単独でのそれぞれの左室長径Lは Conv.-FL に比べて HCP-FL がより長く求められ、ことに VSD 症例における HCP-FL がより長く求められた。Fig. 1 に示すごとく黒丸の VSD 症例のほとんどは $y > x$ の領域に存在した。

2. 左室拡張末期容積 LVEDV について

a. 一般二方向像と肝鎖骨位正面像との相関

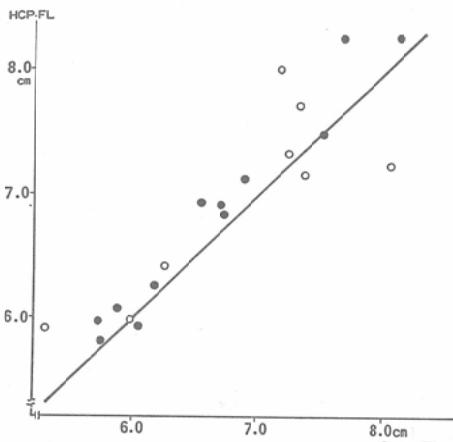


Fig. 1 Relation of Conv.-FL and HCP-FL

HCP-FL were longer than Conv.-FL. Almost all VSD cases (closed circle) were located $y > x$ region.

Conv.-FL: long diameter of left ventricle on conventional frontal view

HCP-FL: long diameter of left ventricle on frontal view of hepatoclavicular projection

各症例の一般二方向像よりの LVEDV (Conv. EDV) を y 軸に肝鎖骨位正面像よりの LVEDV (HCP ant. EDV) を x 軸上にプロットしたものが Fig. 2-a) であり、その相関は $y = 1.04x + 0.11$, $r = 0.90$ であった。

b. 一般二方向像と肝鎖骨位側面像との相関

同様にして肝鎖骨位側面像よりの LVEDV (HCP lat. EDV) を x 軸上にプロットしたものが Fig. 2-b) で、その相関は $y = 1.47x - 21.43$, $r = 0.91$ であった。

c. 一般二方向像と肝鎖骨位二方向像との相関

同様にして肝鎖骨位二方向像よりの LVEDV (HCP bipl. EDV) を x 軸上にプロットしたものが Fig. 2-c) で、その相関は $y = 1.23x - 12.33$, $r = 0.92$ であった。

3. 左室収縮末期容積 LVESV について

LVEDV の場合と同様にして y 軸上に Conv. ESV を、 x 軸上に a. HCP ant. ESV, b. HCP lat. ESV, c. HCP bipl. ESV をプロットしたものが Fig. 3-a), b), c) で、それぞれの相関は、a. $y = 0.87x + 4.04$, $r = 0.94$, b. $y = 1.00x +$

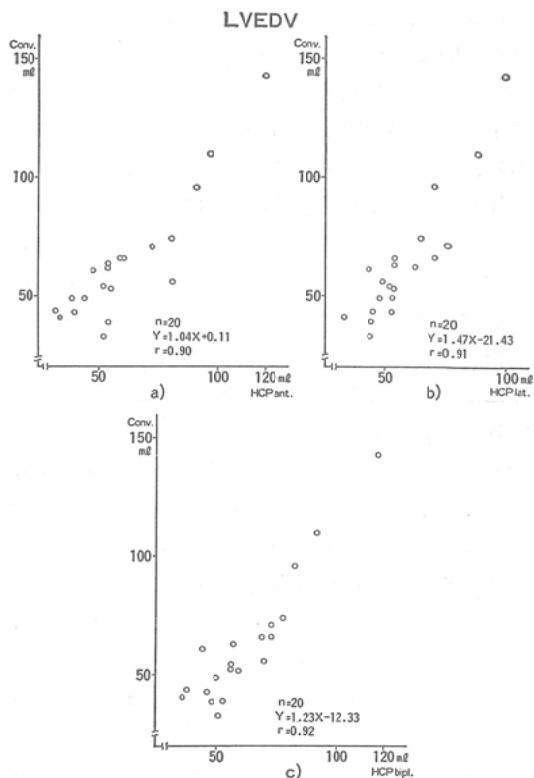


Fig. 2-a), b), c) Relations of Conv. EDV and HCP ant. EDV, HCP lat. EDV, HCP bipl. EDV

EDV: left ventricular end-diastolic volume

Conv. EDV: EDV calculated from conventional biplane cineangiogram

HCP ant. EDV: EDV calculated from cineangiogram in hepatoclavicular projection

HCP lat. EDV: EDV calculated from cineangiogram in hepatoclavicular horizontal projection

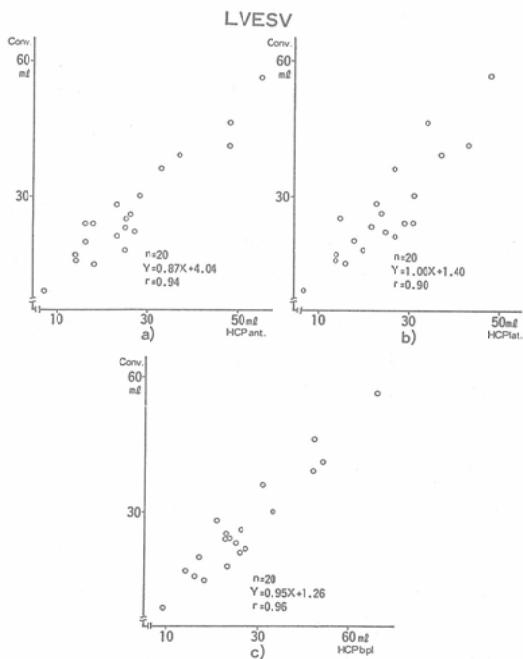
HCP bipl. EDV: EDV calculated from cineangiogram in hepatoclavicular biplane projection

1.40 , $r = 0.90$, c. $y = 0.95x + 1.26$, $r = 0.96$ であった。

4. 左室模型を用いた一般二方向像と肝鎖骨位二方向像での各心傾斜角での容積及び長径について (Fig. 4).

a. 一般二方向像から得た容積及び長径

側面傾斜角が 45° , 60° で正面傾斜角が各々 30° , 45° , 60° の場合での容積はそれぞれ 81 , 80 , 79 , 78 , 75 ml で平均値は 78.7 ± 1.9 ml であつ



た。また正面像長径は 6.88, 6.69, 6.48, 7.04, 6.96, 6.73cm で側面像長径 5.14, 6.07, 6.90, 5.14, 6.07, 6.90cm であった。

b. 肝鎖骨位二方向像から得た容積及び長径

側面傾斜角が 60° , 90° , 120° で正面傾斜角が各々 60° , 90° の場合での容積はそれぞれ 71, 70, 70, 70, 70, 72ml で平均値は 70.5 ± 0.8 ml であった。また正面像長径は 6.84, 6.61, 7.12, 7.12, 6.39, 6.18cm で側面像長径は 6.47, 7.12, 6.47, 7.12, 6.47, 7.12cm であった。

考 案

1956年 Chapman ら^{3,4)}により cinefluorography を使用しての連続的な左室容積計測が臨床に応用され、その後 Dodge ら⁵⁾によって正側面 film-changer 使用による area-length 法が、また Arvidsson⁶⁾による左室長軸をピタゴラスの定理の使用により求める方法が発表されたが、これらはいずれも一般二方向、あるいは両斜位二方向撮影像を用いたものである。しかし最近の心臓外科技術の進歩とともに、心血管造影によるより詳細な病変部描出が要求されてきた。また撮影装置の進歩、改良も加わり角度をつけた特殊な方

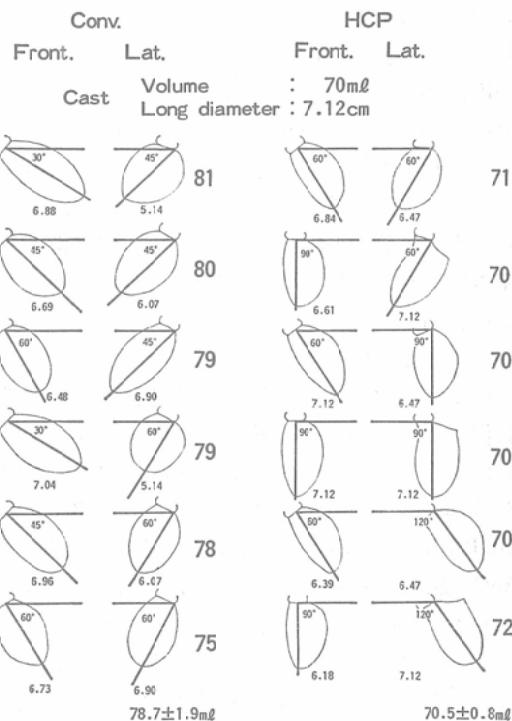


Fig. 4 Volume and length of the LV phantom on biplane conventional projection and biplane hepatoclavicular projection

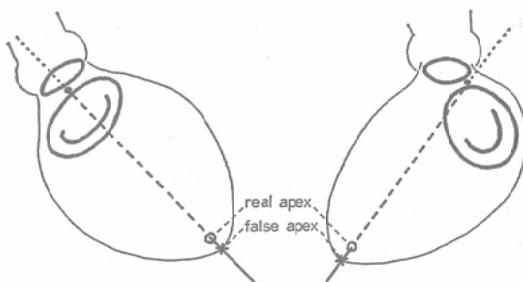


Fig. 5 Schema of conventional left ventriculogram (right: frontal view, left: left lateral view)
Real apex is viewed in the inner region of left ventricular contour.
Solid line is the part of elongated long diameter.
Open circle indicates the real apex.

Cross indicates the false apex.

驚異的な進歩とともに、心血管造影によるより詳細な病変部描出が要求されてきた。また撮影装置の進歩、改良も加わり角度をつけた特殊な方

向からの撮影も技術的に可能になり、より診断価値のある造影像が得られるようになった。その一例が1977年 Elliott ら^{1,2)}の発表した long-axial projection, ことに hepato-clavicular projection であって形態学的には非常に有用な情報を提供するが、この方法で撮影された左室像から従来用いられてきた一般二方向像あるいは斜位像と同様に左室機能パラメーター用の計測値が得られるかどうかを検討した。

1. 左室長径Lについて

Fig. 1 に示したごとく一部の症例を除いて左室長径は $y > x$ (y : HCP-FL, x : Conv.-FL) の領域に存在した。Conv.-FL が 8.06cm で HCP-FL が 7.23cm の症例及び Conv.-FL が 7.37cm で HCP-FL が 7.13cm の症例は、それぞれ TOF, ASD 症例で右室肥大のため左室は後方に圧迫され左室長軸は体軸にはほぼ平行になっている。このため通常の心臓形態であるならば肝鎖骨位によって左室長軸が螢光増倍管 (I.I.) 面に平行に近づいたものが、上記の疾患群では両心室の大きさ、形の不均衡のため、I.I. 面と角度が生じ、実際より短く投影されたものである。なお真の長径を求める目的で肝鎖骨位で撮影したにもかかわらず HCP-FL が Conv.-FL に比べてそれほどの差が認められなかった。その理由は Fig. 5 に示すごとく左室は単なる線状のものではなく、ある一定の厚さを持っているために立体的傾斜により、正面像においては左室内腔の心尖後壁部分が、左側面像では左室内腔の心室中隔部分が真の心尖より外方に投影され、この部分と大動脈弁部分を結び長径としたために Conv.-L が実際より長く求められたものと考えられる。

2. 左室拡張末期容積 LVEDV について

Conv. EDV に対する HCP ant. EDV, HCP lat. EDV, HCP bipl. EDV の相関係数はそれぞれ 0.90, 0.91, 0.92 で非常によく相関したが中でも二方向像から算出した値が最もよく相関した。

3. 左室収縮末期容積 LVESV について

LVEDV の場合と同様に HCP bipl. ESV が最もよく相関した。

4. 左室模型での容積、長径について

考察 1. 左室長径Lについて述べたごとく左室にはある一定の厚さがあるため、心尖が I.I. 方向に向かうことにより計測によって得られた長径は投影された真の長径より長い目に求められた。また左室面積もそれにつれてより大き目に投影された。このため一般二方向像よりの算出値が 75~81ml と真の容積に比べて大きく求められた。一方肝鎖骨位二方向像よりの算出値は長径が真の値に近く投影されているために 70~72ml と非常に真の値に近似して求められた。

次に長径Lについてであるが、一般正面長径は心尖が側方に向かうほど、また後方に向かうほど長軸が正面 I.I. と平行に近くなるためにより真の長径に近い値が得られた。一般側面長径は心尖の腹背方向の変化には関係なく心尖が I.I. より離れるほど長軸が側面 I.I. と平行になるために真の長径に近い値が得られた。肝鎖骨位正面像の長軸も一般正面像における長軸と同様に心尖が側方に向かうほど正面 I.I. と平行に近くなり真の長径に近い値が得られた。この場合、側面傾斜角が 90° の場合、心尖の向きとは関係なく真の値と一致した。また側面傾斜角 60° のものに比べて 120° での長径がより一層短く計測されたのは、本模型を作製するにあたって一般二方向像、両斜位像、肝鎖骨位二方向像を参考にしたために模型長軸が全体として前壁、中隔壁側に偏しているためであろう。肝鎖骨位側面長径もやはり一般側面と同様に腹背方向の変化には関係なく、心尖が正面傾斜角 90° 時で真の値と一致した。

結語

Hepato-clavicular projection による左室像に関して、計測値が左室機能パラメーター算出用に使用できるかを臨床例、左室模型を合わせて検討した。対象とした症例は、造影時に期外収縮が認められない 20 症例（男 8 例、女 12 例）で平均年齢は 4 歳 6 カ月±2 歳 4 カ月で疾患別にみると、心室中隔壁欠損 13 例、心房中隔壁欠損 4 例、心内膜床欠損 1 例、ファロー四徴候後 1 例、僧帽弁閉鎖不全術後 1 例であった。一般二方向像と肝鎖骨位二方向

像において左室拡張末期容積は $r=0.92$, 左室収縮末期容積は $r=0.96$ の相関を得た。長径に関しては肝鎖骨位正面の方が一般正面に比べてより長い値が得られたが、拡大右室により左室が後方に圧迫されたファロー四徴、心房中隔欠損例では肝鎖骨位の方が短い値となった。実容積 70ml, 実長径 7.12cm の左室模型を一般二方向及び肝鎖骨位二方向のそれぞれで一般的に考えられる 6 種類の立体傾斜角で撮影し、Simpson 法を用いての容積算出値は 75~81ml (平均 78.7 ± 1.9 ml), 70~72ml (平均 70.5 ± 0.8 ml) で肝鎖骨位の方が実容積に非常に近い値が得られ、また肝鎖骨位で適切に位置された左室模型での長径の計測値は真の値と一致した。以上より肝鎖骨位撮影による造影像は左室機能パラメーター算出用に使用できるばかりではなく、より実数値に近い値が得られる結論した。

本論文の要旨は第182回日本医学放射線学会関西地方会において発表した。

補 追

Biplane cine-contrastgraphy の簡便なる心血管拡大補正用 Grid 撮影法

心機能評価のために最近ではレ線映画法が用いられているが、この方法は直接撮影法の場合と比較すると、レ線管一被写体間距離と被写体一螢光増倍管 (I.I.) 間距離が一定せず、拡大率が撮影毎に異なる。したがってその度に拡大率の補正が必要であり、これを簡便にするため、検査終了後、検査時と同じ条件で拡大率補正用物体を撮影し拡大率を求める方法がとられており、一般には後胸壁より左室中心までの距離を比例式により求める方法^{2,3}、胸郭中心の位置に格子 (grid) を固定する方法⁴、正側レ線束中心の交点を常に一定にしておく方法、ある一定の大きさの物体を拡大補正用に撮影する方法⁵等、種々の方法が報告されてきた。しかし今回我々が検討した肝鎖骨位撮影法においてはこれらを単純に流用することはできない。即ち両斜位及び尾頭方向傾斜を組合せたこの撮影法はその患者の心臓の位置、時計式回転角度の違いによって単純に胸部レ線写真の中央陰影の位置と胸郭径から比例的に左室中心を求めたり、又正側レ線束中心の交点を一定にしておいた状態での撮影は不可能である。また左室の中心点をたとえ 1cm ずらしたとしても 5~10% の誤差を生じることが分かっているし、さらに計測

目的部位が必ずしも撮影画面の中心にあるとは限らず拡大補正用物体の画面位置によっては鼓型ヒズミによって拡大率に対して影響を与える。その点、我々が行なっているテレビモニター上で目的とする部位に標識し、その位置に拡大補正用 grid を位置づけて撮影する方法は、いかなる心臓位置撮影法に対しても簡便で、再現性也非常に良好である。

現在我々が行っている biplane cine 時における拡大補正用 grid 撮影法について報告する。

1. 血管心臓 cine 撮影時に同時に必ず VTR にも録画しておく。

2. 1cm 間隔の grid を用意し、これを検査終了後に目的とする部位 (たとえば、左室、右室、肺動脈等) と同一平面上に置き、撮影を行い、この grid の拡大の程度より拡大補正を行なう。

実際に grid を撮影する方法について述べる。

造影検査直前又は直後に正側面それぞれのレ線管及び I.I. 支持装置位置、レ線管、I.I. 位置及び I.I. インチ数を記録しておく。

検査終了後前述の grid の撮影を行う。出来れば造影検査と同一フィルム上に撮影することが望ましいが、不可能ならば別のフィルムに撮影した上現像、編集時にまちがわないように造影検査フィルムとつなぎ、1 本のフィルムとして編集しておく。

具体的な手順を述べると先ず、正面、側面二方向のレ線管、I.I. を検査時の位置に固定する。

1) 一般二方向撮影時の拡大補正 grid 撮影法

目的とする部位 (たとえば、左室、右室、肺動脈等) がよく造影されている正側面 VTR 像をテレビモニター上で停止させ、目的部位の中心になる位置に標識をつけておく (影像画面の中心とは限らない) (Fig. 6)。

先ず、撮影台に水平に grid を置き正面レ線透視下で撮影台を頭尾、左右方向に移動させ grid 正面の中心が正面モニター上の中心に一致するように位置づける。ついで側方向レ線透視下で撮影台を上下して grid 側面の中心が側面像モニター上の標識に一致するようする (Fig. 7)。これで正面像において目的部位の中心面—I.I. 間距離と grid 面—I.I. 間距離が一致したことになり検査目的部位と grid とが同一拡大となる。その上で grid を正面シネカメラで撮影する。

次に側面拡大補正用 grid の撮影法であるが grid を撮影台に垂直に固定するため、Fig. 8 のような空箱に grid の厚さだけの切れ目を入れ、これを水平になるよう

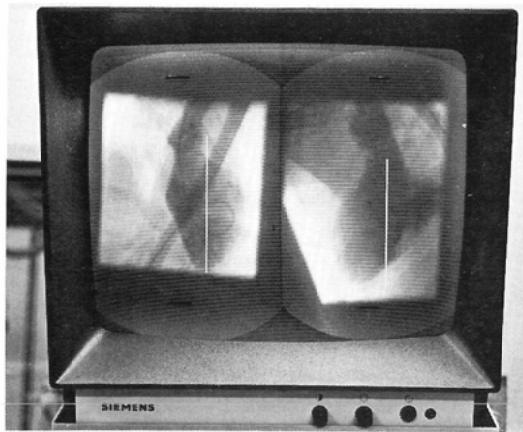


Fig. 6 Frontal and lateral views of left ventriculogram on TV monitor
Solid lines mark the center of left ventriculogram.

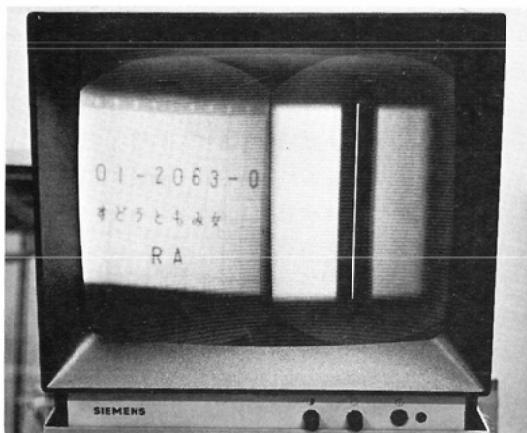


Fig. 7 Frontal and lateral views of calibration grid on TV monitor
Solid line marks the center of calibration grid.

に撮影台に置く。側面像透視下で撮影台を上下、頭尾方向に移動させ、grid正面の中心が側面モニター中心に一致するように位置づける。ついで正面像透視下で撮影台を左右に移動してgrid側面の中心を正面像モニター上の標識に一致させる。この時gridが正面モニター上で垂直になるようにgrid固定具を移動する。これで側面像において目的部位の中心面—I.I.間距離とgrid面—I.I.間距離が一致したことになり目的部位とgridが同一拡大となる。このgridを側面シネカメラで撮影する。

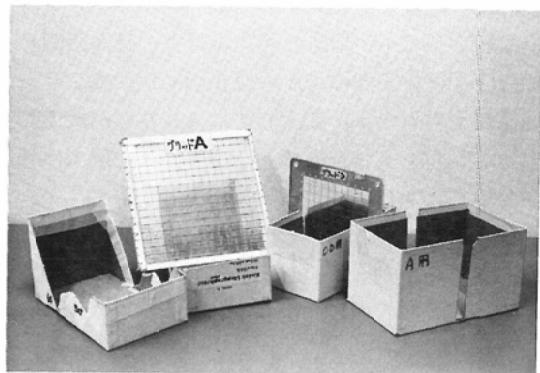


Fig. 8 Calibration grid and its holder

2) 両斜位・肝鎖骨位二方向撮影時の拡大補正用 grid撮影法。

それぞれの I.I. 面に平行になるように grid を固定具 (15° , 30° , 60° 用がある) に固定し上記の方法で撮影を行う (Fig. 8)。

拡大補正に関して各施設で色々な方法が工夫されていると思われるが、現在我々が行っている余分な患者被曝のない簡便な biplane cine撮影時の拡大補正用 grid撮影法について述べた。

上記方法が他施設の参考になれば幸である。

References

- 1) Barger, L.M. Jr., Elliott, L.P., Soto, B., Bream, P.R. and Curry, G.C.: Axial cineangiography in congenital heart disease, Section I. Concept, technical and anatomic considerations. *Circulation*, 56: 1075—1083, 1977
- 2) Elliott, L.P., Barger, L.M. Jr., Bream, P.R., Soto, B. and Curry, G.C.: Axial cineangiography in congenital heart disease, Section II. Specific lesions. *Circulation*, 56: 1084—1093, 1977
- 3) Chapman, C.B., Baker, O., Reynolds, J. and Bonte, F.J.: Use of biplane cineradiography for measurement of ventricular volume. *Circulation*, 18: 1105—1117, 1958
- 4) Chapman, C.B., Baker, O., Mitchell, J.H. and Collier, R.G.: Experiences with a cineradiographic method for measuring ventricular volume. *Am. J. Cardiol.*, 18: 25—30, 1966
- 5) Dodge, H.T., Sandler, H., Ballew, D.W. and Lord, J.D. Jr.: The use of biplane angiography for the measurement of left ventricular volume in man. *Am. Heart J.*, 60: 762—776, 1960

- 6) Arvidsson, H.: Angiocardiographic determination of left ventricular volume. *Acta Radiol.*, 56: 321—339, 1961
- 7) 北村惣一郎, 川島康生, 堀口泰範, 団野迪昭, 筆本由幸, 清水幸宏, 中埜 純, 大山朝賢, 曲直部寿夫, 小塙隆弘, 佐藤健司, 藤野正興, 松尾裕英, 別府慎太郎: 心血管造影法による心容積計測, 影像解析上の問題点の検討. *心臓*, 5: 1224—1234, 1973
-
- 8) 延吉正清, 野坂秀行, 伊藤幸義, 加藤達治, 大畠善治, 鶴 茂, 古田 求, 桜井恒太郎: シネアンジオグラムによる定量的左室造影法の容積補正率の検討. *心臓*, 12: 685—693, 1980
- 9) 中沢 誠: 心血管造影法による右室容積計算と右室 performance の評価. *心臓*, 9: 573—582, 1977