

胸骨上窩心エコー図による
大血管および左房径の計測

Measurement of the
dimensions of the great
vessels and the left atrium
by suprasternal notch
echocardiography

上田 憲
斉藤 彰博
中野 博行

Ken UEDA
Akihiro SAITO
Hiroyuki NAKANO

Summary

We performed suprasternal notch echocardiography (SSN echo) on 45 infants or children with congenital heart diseases and 31 normals. Echocardiographic and angiographic measurement of the dimensions of the right pulmonary artery (RPA), the aortic arch (Ao) and the left atrium (LA) were compared for each structure in 47 patients who underwent cardiac catheterization.

It was shown that there were relatively good correlations between echocardiographic and angiographic measurement of the diameters of RPA and Ao ($r=0.86$, $r=0.78$). Also, good correlation was demonstrated between LA dimension by SSN echo (Y' axis) and angiography (Y axis, 45° axis) ($r=0.79$, $r=0.77$). But no correlation was shown between the Z axis dimensions of LA by anterior approach echocardiography and angiography.

In normals, SSN echocardiographic measurement of RPA and Ao diameter showed fairly good correlation with BSA ($r=0.84$, $r=0.83$), although there was a poor correlation between SSN echocardiographic LA dimension (Y' axis) and BSA ($r=0.64$) with wide scattering.

In representing the dimensions of RPA, Ao and LA (Y' axis) as per cent predicted normal, RPA was decreased in TF and increased in ASD significantly. It is generally said that echocardiographic LA dimension is increased in VSD and PDA, but this study demonstrated no significant increase of Y' axis dimension of LA in these groups. RPA/Ao, LA (Y')/Ao and LA (Y')/LA (Z) ratios in normals were nearly constant (1:1, 1.6:1, 2.8:1) regardless of body surface areas. RPA/Ao was significantly decreased in TF.

SSN echo was thought to be a useful non-invasive method for evaluation of RPA, Ao and LA (Y axis).

Key words

Suprasternal notch echocardiography
(Y' axis)

Right pulmonary artery

Aortic arch

Left atrium

静岡県立こども病院 循環器科
静岡市漆山 860 (〒420)

Division of Cardiology, Shizuoka Children's Hospital,
Urushiyama 860, Shizuoka, 420

Presented at the 16th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, March 28, 1978
Received for publication May 1, 1978

はじめに

小児期心疾患において, 肺動脈径の計測は診断上重要な意味をもつと考えられる. 最近 Goldberg ら¹⁻⁴⁾ によって suprasternal notch echocardiography (以後 SSN エコーと略) が提唱され, 非観血的に肺動脈径の計測が可能となった. また, SSN エコーにより, 従来計測できなかった大動脈弓径および左房の上下径 (Y' 軸とする) も同時に計測可能となった.

今回, 我々は SSN エコーを施行し, それぞれの径について心血管撮影との対比および各疾患ごとの検討を行ったので報告する.

対象および方法

対象は, Table 1 に示すように, 正常 31 例と先天性心疾患 45 例, 計 76 例である. 内訳は心室

Table 1. Materials

Ventricular septal defect (VSD)	12
Patent ductus arteriosus (PDA)	7
Tetralogy of Fallot (TF)	9
Atrial septal defect (ASD)	4
Transposition of the great arteries (TGA)	6
Pulmonary stenosis (PS)	2
Others	5
Normal subjects	31
Total	76

中隔欠損 12 例, 動脈管開存 7 例, ファロー四徴 9 例, 心房中隔欠損 4 例, 完全大血管転位 6 例, 肺動脈狭窄 2 例, その他の心疾患 5 例である. このうち 47 例には心血管撮影を行い, SSN エコーと対比した.

SSN エコーは, 心血管撮影の 24 時間以内に施

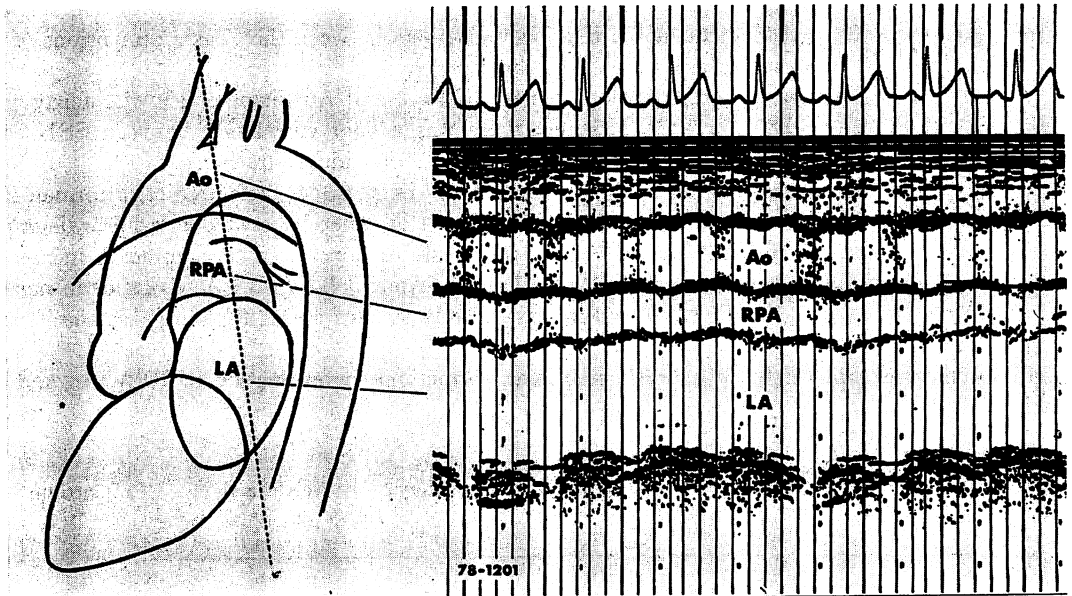


Fig. 1. Method and example of suprasternal notch echocardiography.

Left: This illustration shows the sagittal plane of the each structure passed by the echo beam of suprasternal notch echocardiography (SSN echo). Dashed line demonstrates the direction of SSN echo beam.

Right: This typical SSN echocardiogram shows the aortic arch (Ao), the right pulmonary artery (RPA) and the left atrium (LA).

行し、患児を安静仰臥位で通常の心エコー検査を行った後に施行した。装置は、Electronics for Medicine 製、3.5 MHz の hammer shaped transducer を用い、同社製の VR12 レコーダーで連続記録した。

Fig. 1 には SSN エコーが記録されるとき縦断面をシェーマで示す。破線はエコービームの通過すると思われる方向を表し、胸骨上窩よりやや左後下方にビーム方向を向けたときに、右図のように3本の明瞭な線で示されるエコーが得られる。右のエコー図は、それぞれに対応する大動脈弓、右肺動脈、左房の SSN エコーである。

SSN エコーの計測は、右肺動脈径、大動脈弓径ともに心電図上の R 波と一致する点で内側より内側で、また左房は最大径のところと同様に内側より内側で行った。心血管撮影での計測は、大動脈弓径は側面像を用いて右無名動脈分岐直前でその直径を計測した。左房径は同様に側面像より、上下径 (Y 軸)、前後径 (Z 軸)、45° 軸の3つを計測した。また、右肺動脈径は正面像よりエコービームの通過部位と思われるところでその直径を計測した。

結 果

心血管撮影を行った47例において、心血管撮影とエコーの計測値を比較すると、Fig. 2 に示すように、右肺動脈径で $r=0.86$ の良い相関が得られた。また、右に示すように、大動脈弓径では $r=0.78$ の相関が得られた。つぎに左房径についての比較を Fig. 3 に示す。上段にみられるように、心血管撮影の Y 軸と SSN エコーの Y' 軸を比較すると、 $r=0.79$ の比較的よい相関を認め、Y 軸のほうがやや大であった。中段に示すように、45° 軸とエコーにおいてもほぼ同じ $r=0.77$ の相関がみられた。しかし下段に示すように、従来の前胸部より施行した心エコーの左房径 (Z 軸) は、心血管撮影の左房 Z 軸に対し $r=0.52$ とあまり相関を認めなかった。

つぎに正常31例について、SSN エコーによるそれぞれの計測値を体表面積 (以下 BSA と略) と比較した。Fig. 4 には、大動脈弓径と BSA の関係を示す。指数関数で近似すると $r=0.84$ の良い相関が得られた。同様に、正常者における右肺動脈径と BSA についてみると、Fig. 5 に示すように $r=0.83$ とほぼ同じ相関が得られた。し

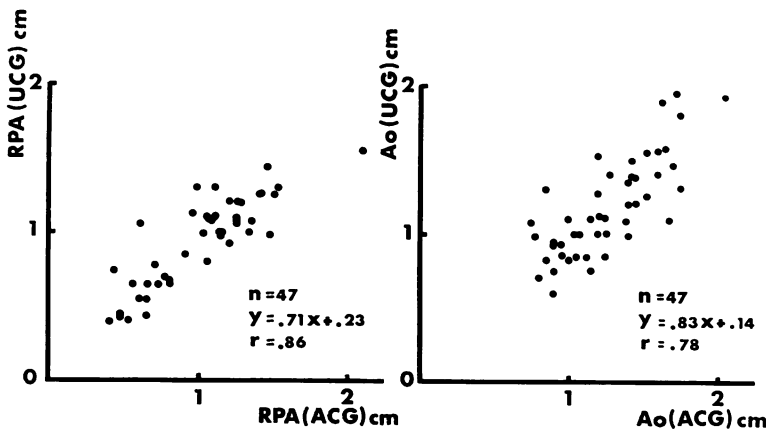


Fig. 2. Correlations between echocardiographic and angiographic measurements of the diameter of RPA and Ao.

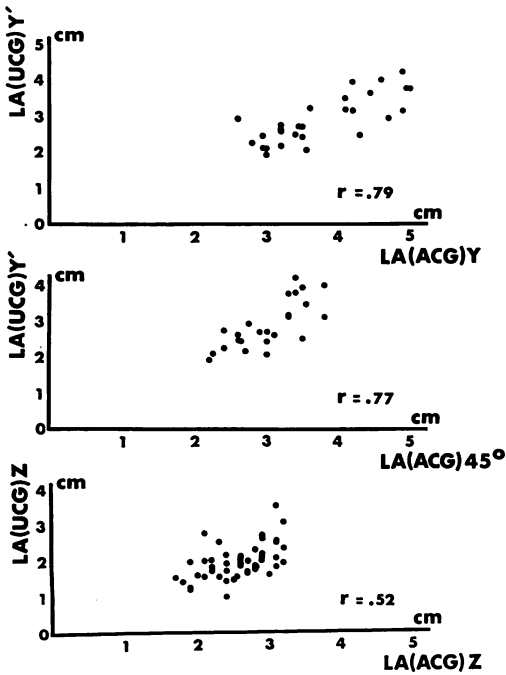


Fig. 3. Correlations between echocardiographic and angiographic measurements of LA dimension for each axis.

かし, Fig. 6 に示すように, 左房の Y' 軸では $r=0.64$ で, BSA とあまりよい相関は認めなかった。

Fig. 7 には, 各疾患における SSN エコーより得た 右肺動脈径, 大動脈弓径および左房径を, 前述の正常者の回帰曲線より求めた正常予測値のパーセントで示した. Shaded area は $\pm 1SD$ の正常域を表す. 上段に右肺動脈径を示すが, 心室中隔欠損ではばらつきが大きく有意差を認めなかった. また, ファロー四徴では $p < 0.001$ の有意差で小さく, 心房中隔欠損では $p < 0.05$ で大であった. 中段に示すように, 大動脈弓径についてみると完全大血管転位において $p < 0.001$ で大きい以外は有意差を認めなかった. 下段には左房 Y' 軸を示すが, 各疾患とも統計的には有意差を認めなかった。

Fig. 8 には, 各種の内径比を示し, shaded area は正常域を表す. 上段には右肺動脈径/大動脈弓径を示すが, 正常では shaded area で表すように BSA に関係なく 1.0 前後でほぼ一定であった. ファロー四徴において $p < 0.001$ で小さい

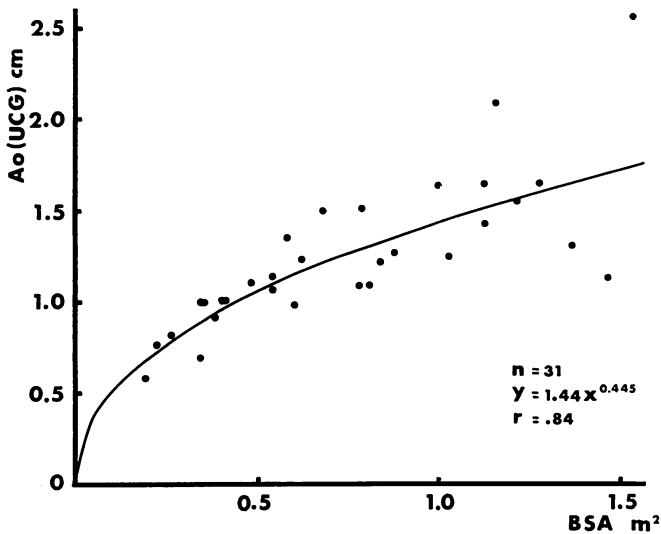


Fig. 4. Correlation between the diameter of RPA by SSN echo and body surface area (BSA) in 31 normals.

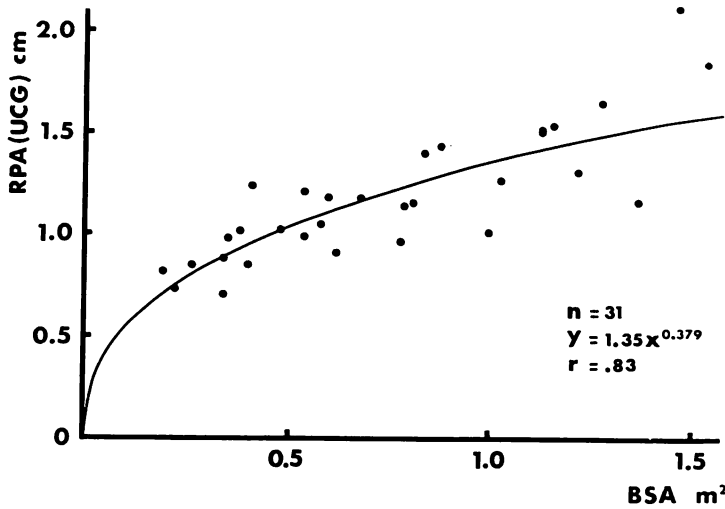


Fig. 5. Correlation between the diameter of Ao by SSN echo and BSA in 31 normals.

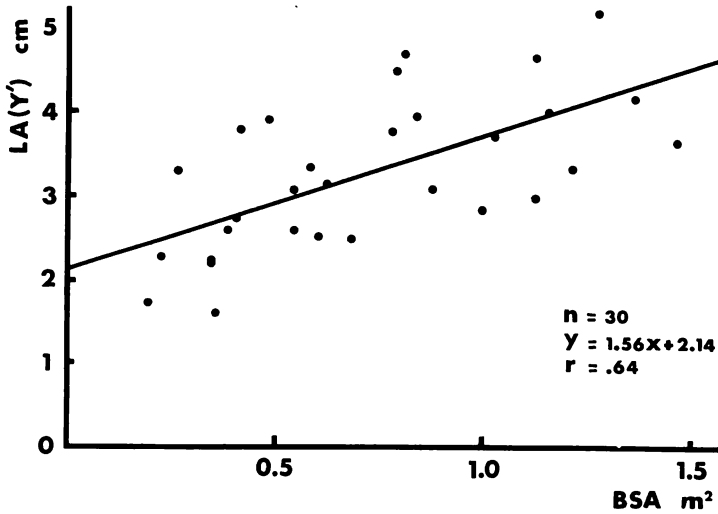


Fig. 6. Correlation between the Y' axis dimension of LA by SSN echo and BSA in 30 normals.

以外は有意差を示さなかった。中段には左房 Y' 軸/大動脈弓径を示す。肺動脈狭窄例では $p < 0.05$ で小であった。心室中隔欠損、動脈管開存の左右短絡群でもとくに大きな値は示さなかった。下段

には左房 Y' 軸/左房 Z 軸の値を示す。正常では約 1.5:1 と Y' 軸のほうが大きく、各疾患群においては有意差を認めなかった。

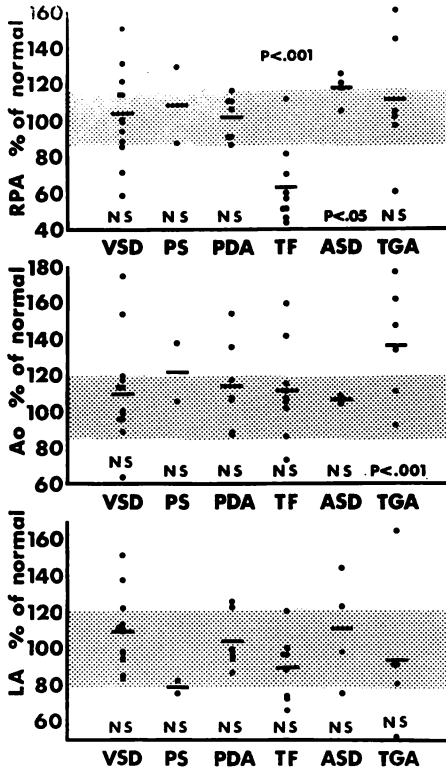


Fig. 7. Dimensions of RPA, Ao and LA (Y' axis) represented as percent predicted normal are shown for the various cardiac lesions. Shaded area shows normal range.

考 案

小児期心疾患において肺動脈径の計測は重要と思われ、とくにチアノーゼ群心疾患においては手術適応の検討にも不可欠と考えられる。Goldbergら¹⁻⁴⁾により提唱されたSSNエコーは、従来非観血的に計測不能であった肺動脈径を右肺動脈径のみであるが可能とし、同時に大動脈弓径、左房上下径(Y'軸)の計測が可能となった点で、きわめて有用と考えられる。今回、我々は76例にSSNエコーを施行したが、ほぼ全例で容易にエコー記録が可能であった。しかし、年長児においては一部左房の下壁が検出しにくい場合もみられた。この点、hammer shaped transducerにも

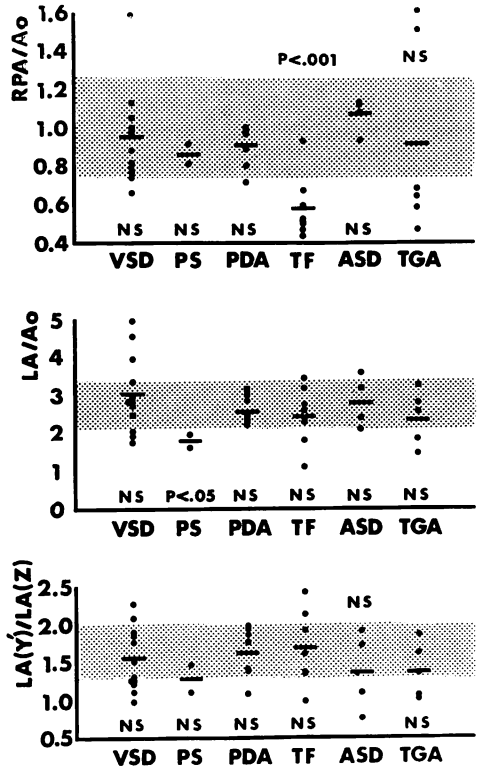


Fig. 8. RPA/Ao, LA (Y')/Ao and LA (Y')/LA (Z) ratio data are shown for various cardiac lesions in comparison to normal.

波長の異なる何種類かが必要と考えられた。

計測は3本の明瞭な線としてエコーが記録されたものを用い、通常のエコー計測と異なり、兩大血管および左房上壁の間に厚いエコーのみられることがあるため、内側より内側への計測が妥当と考えられた。心血管撮影における大動脈弓径の計測部位は、明瞭かつ計測容易である右無名動脈分岐直前とした。

47例の心血管撮影との比較において、Fig. 2に示すように右肺動脈径では $r=0.86$ の良い相関が得られたのに対し、大動脈弓径では $r=0.78$ とやや不良であった。これは、エコーの計測部位と心血管撮影の計測部位が大動脈弓径計測において異なるためと考えられる。また、左房径の比較で

は、SSN エコーによる Y' 軸と心血管撮影による Y 軸および 45° 軸が $r=0.79$, $r=0.77$ の相関を示すのに対し、従来より計測されている Z 軸についてそれぞれを比較すると、 $r=0.52$ とあまり相関を示さなかった。この原因としては、エコー記録時の肋間位置、トランスデューサーの角度に問題があると考えられる。従来、左房に関しては心血管撮影と心エコーの計測はよく相関するといわれてきたが⁵⁻⁸⁾、最近これに否定的な報告もある⁹⁾。これに反し、SSN エコーではビームの投入部位は一定であり、ビーム方向に関しても明瞭な 3本の線状エコーが得られる方向はかなり狭いことより再現性に優れていると思われる。

正常者の BSA とそれぞれの計測値を比較してみると、Fig. 4 と Fig. 5 に示すように大動脈弓径、右肺動脈径はそれぞれ指数関数で最もよく近似される。この値を Allen ら⁹⁾ による正常値と比べると、右肺動脈弓径はほぼ同じであるが大動脈弓径はやや小さい値を示した。しかし左房径についてみると、Fig. 6 に示すようにばらつきが大きく、これは正常者においても左房の形態、位置および geometry に個人差が大きいと思われる。

Fig. 7 に示されるように、各疾患群における右肺動脈径をみると、ファロー四徴では小さく、心房中隔欠損では大であったが、心室中隔欠損ではばらつきが大きく、必ずしも有意に大とはいえなかった。大動脈弓径についてみると、大血管転位で大であったが、症例が少なく、またタイプにより大きく異なることが考えられ、今回は十分な検討はできなかった。左房径についてみると、一般に大きくなるといわれる心室中隔欠損、動脈管開存でも有意差は示さなかった。これは、前述のように正常者のばらつきが大きいことが一因と思われる。

各種の内径比を疾患ごとに比較すると、右肺動脈径/大動脈弓径はファロー四徴で小さい以外有意差はなかった。また、左房 (Y' 軸)/大動脈弓径は肺動脈狭窄で小さい以外は有意差を認めなかつ

た。肺動脈狭窄は 2 例と少なく今回はとくに検討を加えなかった。前胸部よりの心エコーによる左房 (Z 軸)/大動脈径が、心室中隔欠損、動脈管開存においては大となり、一部の否定的意見^{9,10)}を除き一般的には、左右短絡率、 Qp/Qs に相関するといわれている¹¹⁻¹⁷⁾。しかし、SSN エコーによる左房 (Y' 軸)/大動脈弓径において、そのような傾向は認めなかった。

SSN エコーは、左房に関してはさらに検討を加える必要があるが、右肺動脈径、大動脈弓径の計測が可能となり、小児期心疾患の診断の上で有用と思われる。

ま と め

- 1) 正常 31 例および先天性心疾患 45 例、計 76 例に SSN エコーを実施し、うち 47 例では心血管撮影を行い、各径について対比検討した。
- 2) エコーと心血管撮影の対比の結果、右肺動脈径と大動脈弓径では良い相関を得た。
- 3) 左房についてのエコーと心血管撮影の対比では、SSN エコーのほうが前胸部からのエコーより良い相関を得た。
- 4) 正常者では右肺動脈径、大動脈弓径ともに BSA と良い相関を示したが、左房ではばらつきが大で良い相関を得られなかった。
- 5) 右肺動脈径/大動脈弓径、および左房/大動脈弓径は BSA に関係なくほぼ一定で、疾患によっては血行動態の評価に簡便かつ有用な指標と思われた。

文 献

- 1) Goldberg BB: Suprasternal ultrasonography. JAMA 215: 245, 1971
- 2) Goldberg BB: Ultrasonic measurement of the aortic arch, right pulmonary artery, and left atrium. Radiology 101: 383, 1971
- 3) Allen HD, Goldberg SJ, Sahn DJ, Ovitt TW, Goldberg BB: Suprasternal notch echocardiography assessment of its clinical utility in pediatric cardiology. Circulation 55: 605, 1977
- 4) Allen HD, Sahn DJ, Goldberg SJ: New serial

- contrast technique for assessment of left to right shunting patent ductus arteriosus in the neonate. *Amer J Cardiol* **41**: 288, 1978
- 5) Hirata T, Wolfe SB, Popp RL, Helmen C, Feigenbaum H: Estimation of left atrial size using ultrasound. *Amer Heart J* **78**: 43, 1969
 - 6) TenCate FJ, Kloster FE, VanDorp WG, Meester GT, Roelandt J: Dimensions and volumes of left atrium and ventricle determined by single beam echocardiography. *Brit Heart J* **36**: 737, 1974
 - 7) Lundström NR, Mortensson W: Clinical application of echocardiography in infants and children. II, Estimation of aortic root diameter and left atrial size: A comparison between echocardiography and angiocardiography. *Acta Paediat Scand* **63**: 33, 1974
 - 8) Yabek SM, Jones JI, Bhatt DR, Nakazawa M, Marks RA, Jarmakani JM: Echocardiographic determination of left atrial volumes in children with congenital heart disease. *Circulation* **53**: 268, 1976
 - 9) Lester L, Vitallo D, Sordt P, Hutcheon N, Thilenius O, Arcilla RA: Echo left atrial / aortic root ratio in ventricular septal defect (VSD). *Amer J Cardiol* **41**: 354, 1978 (abstr)
 - 10) Hirschklau MJ, DiSessa TG, Higgins CB, Friedman WF: Echocardiographic diagnosis: Pitfalls in the premature infant with a large patent ductus arteriosus. *J Pediat* **92**: 474, 1978
 - 11) Carter WH, Bowman CR: Estimation of shunt flow in isolated ventricular septal defect by echocardiogram. *Circulation (Suppl IV)* **48**: 64, 1973 (abstr)
 - 12) Baylan B, Meyer RA, Kaplan S: Echocardiographic assessment of patent ductus arteriosus in premature with respiratory distress. *Circulation (Supple III)* **50**: 16, 1974 (abstr)
 - 13) Shan DJ, Vaucher Y, Williams DE, Friedman WF: Echo distinction of left to right shunts from nonstructural heart disease (NHD) in infancy. *Circulation (Suppl III)* **50**: 16, 1974 (abstr)
 - 14) Laird WP, Fixler DE: Echocardiographic estimation of pulmonary: Systemic flow in children with patent ductus arteriosus. *Circulation (Suppl III)* **50**: 184, 1974 (abstr)
 - 15) Silverman NH, Lewis AB, Heyman MA, Rudolph AM: Echocardiographic assessment of ductus arteriosus shunt in premature infants. *Circulation* **50**: 821, 1974
 - 16) Lewis AB, Takahashi M: Echocardiographic assessment of left to right shunt volume in children with ventricular septal defect. *Circulation* **54**: 78, 1976
 - 17) Bloom KR, Rodrigues L, Swan EM: Echocardiographic evaluation of left to right shunt in ventricular septal defect and persistent ductus arteriosus. *Brit Heart J* **39**: 260, 1977