

心疾患의 RI angiocardiography에 관한 診斷的 價値*

서울大學校 醫科大學 內科學教室

金 官 曄 · 高 昌 舜 · 李 文 鎬

=Abstract=

Diagnostic Validity of RI Angiocardiography in Cardiac Diseases

Kwan Yop Kim, M.D., Chang-Soon Koh, M.D. and Munho Lee, M.D.

Dept. of Internal Medicine, College of Medicine, Seoul National University

Seoul, Korea

The employment of gamma-ray scintillation camera with the use of short-lived radioisotopic pharmaceuticals, such as ^{99m}Tc sodium pertechnetate, have enabled us to perform RI (radioisotopic) angiocardiography. Although conventional cardiac catheterization or angiocardiography using contrast media have been an important diagnostic tool, they may carry some risks or serious complications.

The author investigated on RI angiocardiography in twelve normal and twenty five patients with cardiovascular diseases in an effort to evaluate its diagnostic value.

The results obtained with this study are as follows;

1. In normal subjects, the scintillation camera transit time of arm-to-right heart was found to be 2.1 ± 0.67 seconds, right heart-to-lung 1.5 ± 0.40 seconds and lung-to-left heart 3.5 ± 0.86 seconds.
2. Transformation or displacement of the heart and the great vessel are easily discriminated by RI angiocardiography. Both in the cases with tricuspid atresia and tetralogy of Fallot, ventricular septal defects are well recognized by sequential RI angiocardiography.
3. It is also helpful in determining the site and extent of obstruction, and estimating the postoperative course both in the cases with superior vena cava syndrome and pulmonary stenosis.
4. Pericarditis with effusion is readily diagnosed by RI angiocardiogram showing characteristic "dead space" between intracardiac and intrapulmonary radioactivity.
5. It was found that the diagnostic accuracy of this study was 78.4%.

It is concluded that above results obtained are useful and accurate enough for the diagnostic screening method for clinical practice.

緒 論

心臟 및 主血管에 異常이 있을 때 그 病變에 대한 正

* 本 論文의 要旨은 大韓核醫學會 第17次 學術大會 (1972年 11月 24日)에서 報告되었음.

確한 診斷은 올바른 治療를 위해서 극히 중요한 것이며, 지금까지 여러 器具 및 方法들이 研究 開發되어 왔다. 그중에서도 특히 心導子法과 X線의 心脈管造影術의 중요성은 淸할 만한 것이었다. 그러나 이러한 方法들은 心臟內에 導子를 插入하여야 하기 때문에 施術이 번거로운 뿐 아니라 施術時의 危險性^{12,33)} 또는

輕視할 수 없는 副作用^{15, 22)} 등이 있어 被檢者의 狀態에 따라 그 適用 範圍가 制限되기 쉽다. 따라서 보다 簡單한 辨 子나 안전하고도 빠른 時間內에 患者에게 아무런 부담을 주지 않는 檢査法이 要求되어 왔다.

1966年 Resenthal⁴²⁾ 등이 scintillation camera 를 이용하여 ^{99m}Tc 를 靜注함으로써 心臟內의 血流動態를 처음으로 觀察하였고 이를 發展시키면 臨牀的으로 有用한 것이라 고 報告한 이래 다른 여러 研究者에 의해서 이의 臨牀的 診斷價値에 대한 肯定的인 報告가 많이 發表되었다.^{8, 29, 31, 43)} 그 중에는 心臟內의 挿入導子를 통하여 放射性 同位元素 物質을 注入하여 좋은 結果를 얻었다는 報告도 있고³⁴⁾, 단순히 靜脈內 注射하는 方法만으로도 이와 같은 目的을 달성할 수 있었다는 報告도 있다⁹⁾.

著者들은 正常對照群과 心臟 및 主血管에 病變이 있는 患者들을 대상으로 最近 開發된 ^{99m}Tc sodium pertechnetate 와 gamma scintillation camera 를 이용하여 짧은 時間內에 心臟內 血流動態를 촬영하는 RI (radioisotopic) angiocardigraphy 를 試圖하여 心臟 및 主血管의 解剖學的 및 血力動學的 變化를 考察하고, 臨牀的 利用 價値 與否를 檢討하여 몇가지 成績을 얻었으므로 이에 報告하는 바이다.

研究對象 및 方法

1. 對 象

研究對象은 서울大學校 醫科大學 附屬病院을 訪問한 患者로서 心臟 및 主血管을 위시하여 循環系統에 病變이 없는 正常對照群 12例, 上空靜脈徵候群 4例, 三尖瓣閉塞症 1例, 肺動脈狹窄症 4例, Fallot 四徵 1例, 心室中隔缺損症 2例, 僧帽瓣狹窄症 2例, 僧帽瓣閉鎖不全症 3例, 大動脈瓣閉鎖不全症 2例, 滲出性心囊炎 3例, 心房中隔缺損症 1例 및 心臟右側轉位 1例 등 總 37例 였다(Table 1).

患者群은 胸部 X線, 心電圖, 心音圖 및 心臟連續攝影 등을 위시하여 心導子法과 X線心脈管造影術 및 開胸手術 등으로 確診된 症例와 RI angiocardigraphy 로 異常이 있어서 上記의 다른 檢査로 再確認된 患者들을 選擇하였다.

2. 方 法

RI angiocardigraphy 는 다음과 같은 方法으로 實施하였다.

즉 檢査材料로는 ^{99m}Tc sodium pertechnetate* 10 mCi

Table 1. Classification of the subjects

Subjects	Number of cases
Normal controls	12
Congenital heart disease	11
Tricuspid atresia	1
Pulmonary stenosis	4
Tetralogy of fallot	2
Ventricular septal defect	2
Dextrocardia	1
Atrial septal defect	1
Acquired heart disease	14
Superior vena cava syndrome	4
Mitral stenosis	2
Mitral regurgitaion	2
Aortic regurgitation	2
Pericarditis with effusion	3
Total	37

/0.2~0.5 ml를 使用하였으며, 器具로는 Nuclear Chicago 製의 Pho/Gamma III 型 scintillation camera 를 使用하였고, 檢査는 다음 순서에 따라 實施하였다.

i) 前處置; 大部分의 患者는 檢査前 準備가 따로 必要하지 않았으며, 小兒의 경우는 때에 따라 前處置로 鎮靜劑를 投與하였다.

ii) 位置; 被檢者를 침대위에 똑바로 눕게한 후 心臟을 中心으로 주위의 肺野가 되도록 많이 들어갈 수 있게 scintillation camera 의 11.5 inch crystal 인 collimated detector 를 장치하였다. 檢査의 劃一性을 기하기 위하여 解剖學的 指標를 設定하였다. 즉 suprasternal notch 와 左側, 第五肋骨間이 左側 鎖骨中央線과 만나는 部位, 右側 第五肋骨間이 胸骨과 만나는 部位등 세 곳을 體外 解剖學的 指標位置로 定하였다¹⁰⁾.

iii) 注射; 比放射能이 20~30 mCi/ml 이상인 ^{99m}Tc sodium pertechnetate 용액을 1 ml 注射器에 定量하고, 18~19 gage 靜脈注射針을 使用하여 被檢者의 前膊靜脈에 瞬間注入(bolus injection)하여 放射能을 含有한 物質이 心臟內에 되도록 同時에 들어 가게끔 하였다.

iv) 記錄; 檢査 始作인 放射性 物質의 注入과 同時에 그 時點을 0秒로 하여 21~36秒까지 1.5秒 간격으로 經時的인 放射能의 心臟內 移動狀態를 撮影한 다음, 現像된 사진으로 判讀하였으며, Fig. 1과 같은 心臟內

* 原子力研究所에서 供給

部の解剖學的位置에 관한模型을 그려 解讀하기 쉽게 하였다.

또 心臟內 部位別 各 循環時間은 放射能이 그 部位를 識別할 수 있을 정도로 出現하는 部位間의 經時的 變化로서 判讀하였다.

한편 從來 施行하던 血液循環時間의 測定은 上肢—肺 循環時間 測定에는 ether를 上肢—舌 循環時間測定에는 10% magnesium sulfate를 使用하였다.

v) Scintigram의 判定; 上記 記錄만으로 判讀한 診斷과 臨床의 또는 手術的 確診 所見을 比較하여 RI angiocardiogram의 判讀可能率을 考察하였다.

檢 查 成 績

正常對照群과 各種 先天性 및 後天性 心脈管疾患 患者 計 37例에서 ^{99m}Tc Sodium pertechnetate와 Pho/Gamma III型 scintillation camera를 使用하여 RI angiocardiogram를 實施하여 다음과 같은 成績을 얻었으며, 代表的인 症例를 各各 열거하면 대략 다음과 같다.

正常人의 RI angiocardiogram은 Fig. 2와 같다.

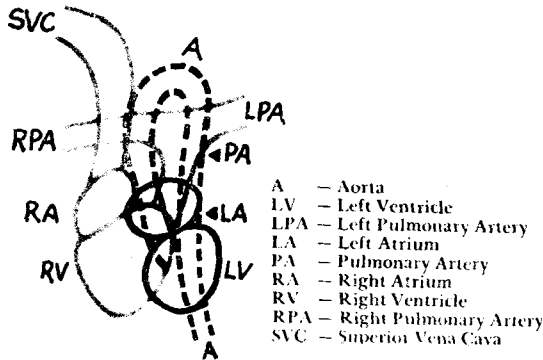


Fig. 1. Schematic drawing of RI angiocardiogram (Anterior view). From anterior, in order, gray colored line, dark line, dark dotted line.

즉 Fig. 2는 正常人 (27歲 男子)에서 左側 前膊靜脈에 ^{99m}Tc Sod. pertechnetate 10 mCi를 注入한 후 1.5秒 間격으로 찍은 사진이다. 처음 0~1.5秒에서 腋窩靜脈을 통하여 上空靜脈이 보이고, 右心房에 放射性 同位元素 物質이 들어가기 始作하는 것을 알 수 있었다.

이어 1.5~3.0秒에서는 右心房, 右心室 및 肺動脈이 보이고, 이 肺動脈이 左右로 分枝되면서 左側 및 右側

肺에 放射性 物質이 나타나기 始作하였고, 3.0~4.5秒 및 4.5~6.0秒에서는 차츰 左右肺가 뚜렷이 보였으며, 이어 右側 心腔內의 放射能이 줄어들기 始作하면서 6.0~7.5秒에서 左心房과 左心室이 모두 나타나고 이어 上行大動脈과 腹部大動脈이 보이기 始作함을 알 수 있었다. 9.0~10.5秒에서 大動脈이 더 뚜렷이 나타나면서 차츰 肺內의 放射能이 減少됨을 알 수 있었다.

이와 같이 各 循環時間은 前膊—上空 靜脈時間이 1.5秒 以內, 右心—肺時間이 1.5秒, 肺—左心時間이 3秒 右心—左心時間은 4.5秒가 걸린 셈이었다.

이와 같은 方法으로 正常人 12例에서 scintillation camera를 利用하여 計算한 各 循環時間은 Table 2에서 보는 바와 같다.

즉 前膊—右心時間이 2.1秒, 右心—肺時間이 1.5秒, 肺—左心時間이 2.7秒로 右心에서 左心까지는 4.2秒 걸렸다.

이는 從來의 方法을 利用한 血液循環時間과 比較하여 近似한 경향이였으나 보다 有意한 短縮을 나타낼 수 있었다($p < 0.01$) (Table 3).

Table 2. Circulation time determined by inspection of scintillation camera film sequence in 12 normal subjects

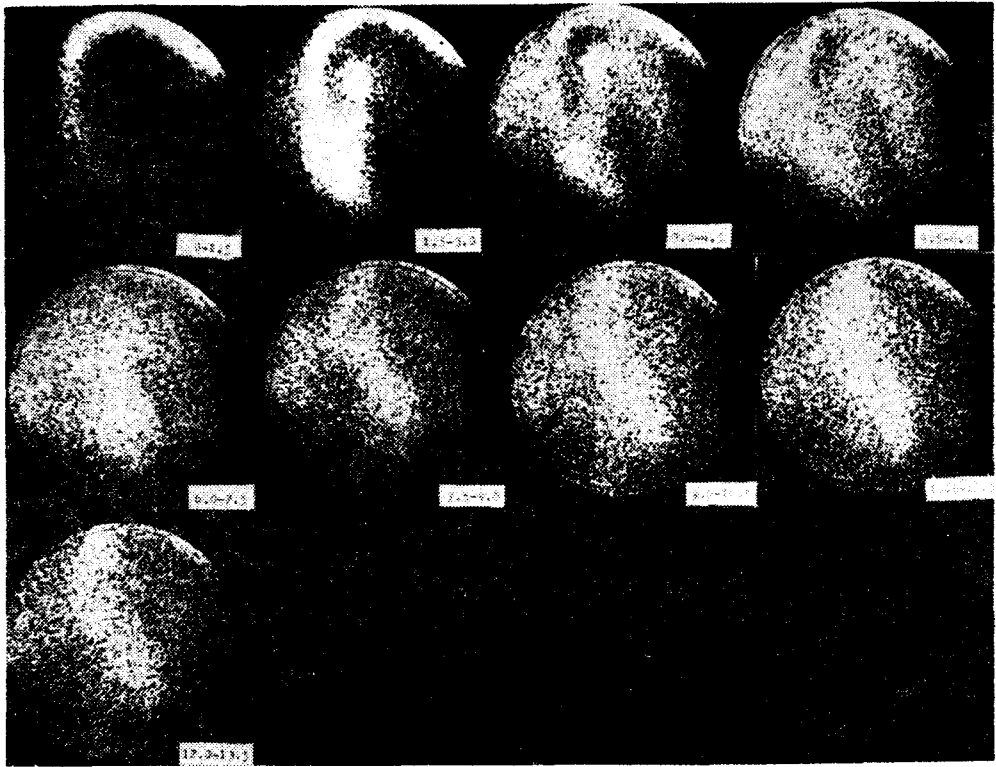
	Mean(±S.D.) (sec.)	Range(sec.)
Arm to Right heart	2.1±0.67	1.5~3.5
Right heart to Lung	1.5±0.40	1.0~2.0
Lung to Left heart	2.7±0.50	2.0~3.0
Righ heart to left heart	4.2±0.60	3.5~5.5

Table 3. Comparative data of circulation time between RI angiocardiography and conventional method in 12 normal subjects

	Camera transit time	Conventional circulatory time
Arm to Lung	Mean 3.5 sec.	5.33 sec.
	S.D. ±0.86	±2.01
	Range 2.5~5.5	3~9
Arm to Left heart or tongue*	Mean 6.3	11.7
	S.D. ±0.60	±3.79
	Range 5.5~7.5	7~18

*With conventional methode

上空靜脈症候群(superior vena cava syndrome) 患者 (36歲, 男子)의 主訴는 1個月前부터 시작된 顔面浮腫과 咯血이었다. 胸部 X-線像(Fig. 5-C)에서 上部 縱隔



A

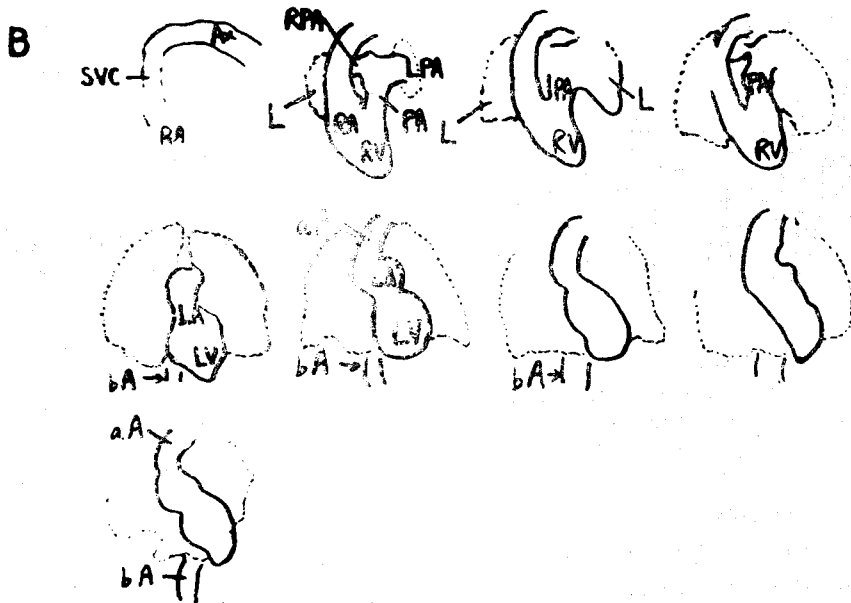


Fig. 2. A; Rapid sequential RI angiogram in normal subject.
 B; Its schematic drawing. aA; ascending aorta. bA; abdominal aorta. other abbreviation; see Fig. 1.

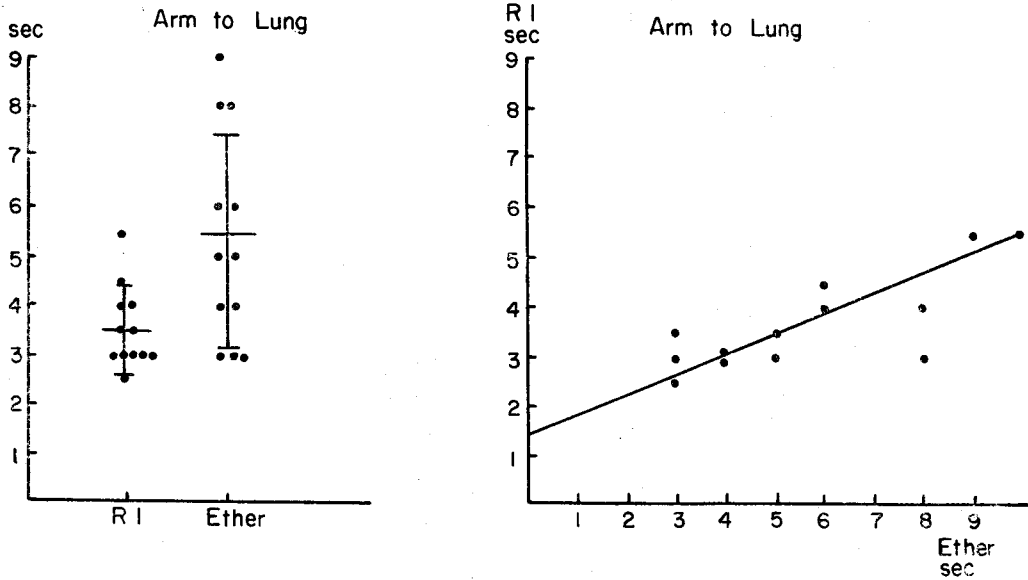


Fig. 3 and 4. Comparisons between RI angiographic circulation time and conventional circulation time, with arm to lung, in normal 12 subjects.

洞이 넓어져 있었고, 左側 肺 上葉에 非正常的이고 均質的인 陰影을 볼 수 있었으며, 左側 scalene 淋巴節을 生檢하여 Oat cell carcinoma 로 確診된 症例이었다.

治療 前後에 이 RI angiogram 을 施行하였던바 Fig. 5-A와 같은 結果를 얻을 수 있었다.

治療前에 있어서의 循環時間은 正常보다 훨씬 늦은 3.0~4.5秒에 겨우 左側 腋窩靜脈部位에 放射能이 나타났으며, 4.5~6.0秒와 6.0~7.5秒에서 閉塞部 以前의 靜脈은 심하게 擴張되어 있었고, 그 進路가 屈曲되어 있으며, 副枝血行(collateral vein)—intercostal vein

Table 4. Interpretation accuracies in this study

Subjects	No. of cases	Success with RI angiography only	Success with RI angiography and other data*	Fail to diagnose
Normal controls	12	12	0	0
Tricuspid atresia	1	1	0	0
Pulmonary stenosis	4	3	1	0
Tetralogy of fallot	2	0	1	1
Ventricular septal defect	2	1	1	0
Dextrocardia	1	1	0	0
Atrial septal defect	1	1	0	0
Superior venacava obstruction	4	4	0	0
Mitral stenosis	2	1	1	0
Mitral regurgitation	3	1	2	0
Aortic regurgitation	2	1	1	0
Pericarditi with effusion	3	3	0	0
Total	37	29(78.4%)	7(18.6%)	1(2.7%)

*Heart catheterization, radioangiography using contrast media, and final clinical and operative findings.

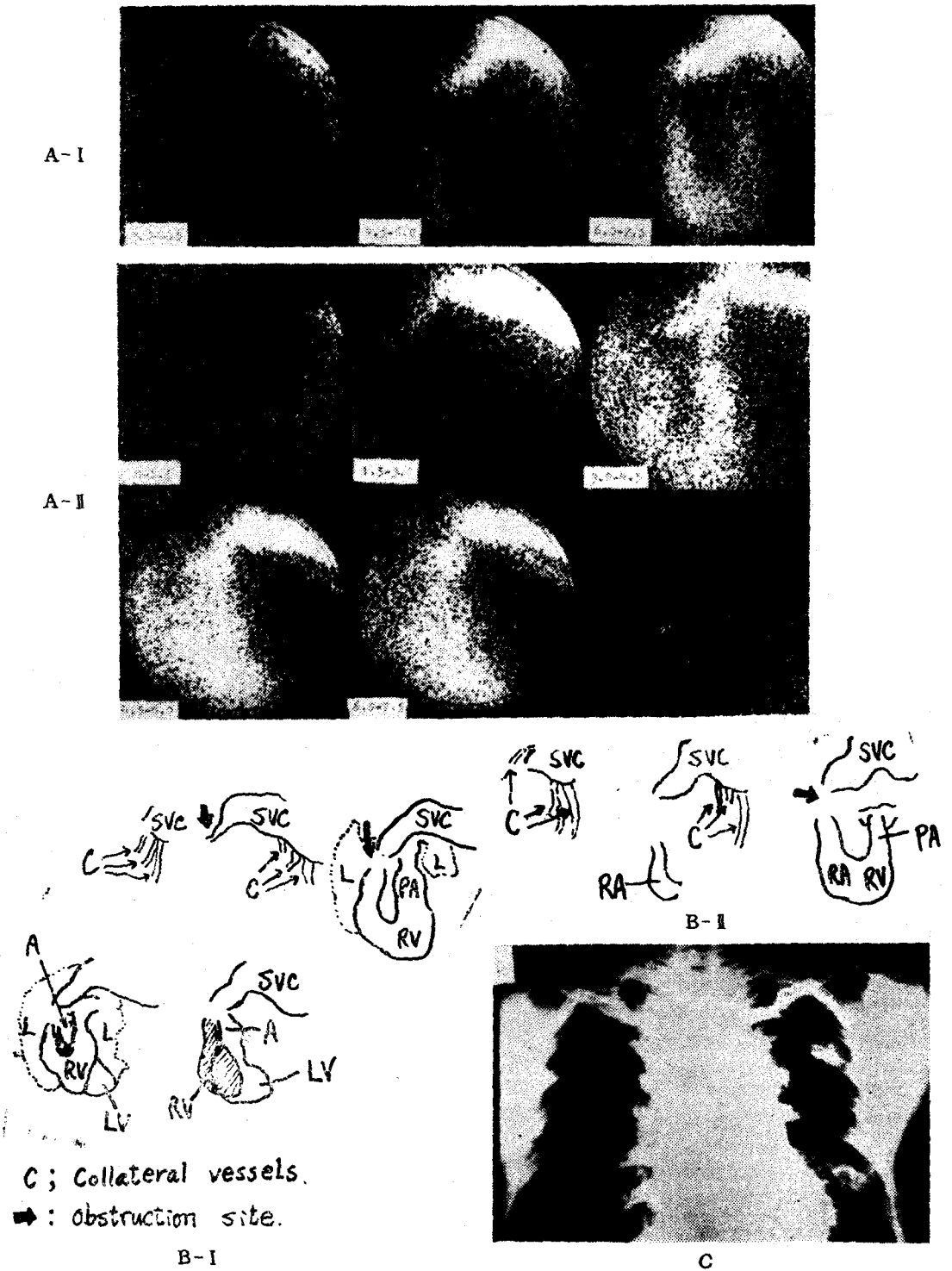
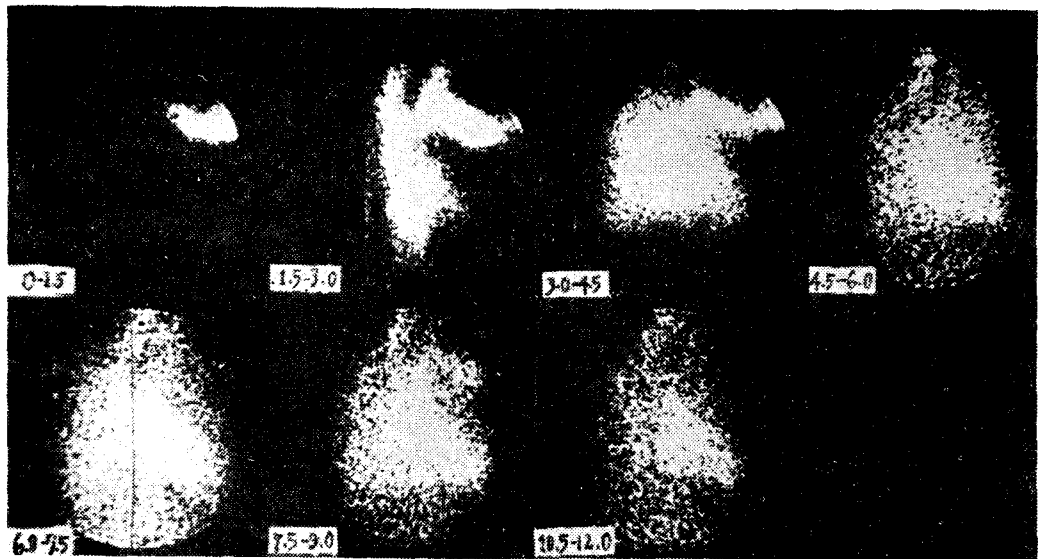
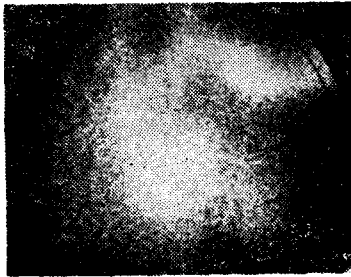


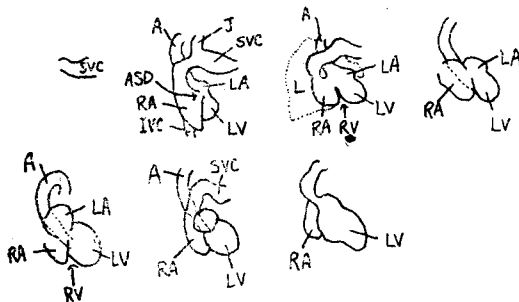
Fig. 5. A; RI angiogram in superior vena syndrome. I: Before treatment. II: After treatment. B; Schematic drawing from A. C; Chest P-A film. Note the widening of superior mediastinum and the appearance of radio-opaque homogenous density in the left upper lung.



A



B



J: Juglar vein
 IVC: Inferior vena cava
 ASD: Atrial septal defect

C



D

Fig. 6. A; RI angiogram in tricuspid atresia with atrial septal defect. Note the "Right ventricular window" in B.

C; Schematic drawing from A.

D; Conventional radiographic angiogram. Note the "Right ventricular window" and bi-atrial dilatation in P-A view. In right lateral view, tip of the catheter is located in the right atrium, and the left atrium with ascending aorta are visualized immediately after injection of contrast media.

인지 axillary collateral vein 인지는 確實치 않으나^{17,26, 27,35)}—을 볼 수 있었다.

患者는 檢査當時 목, 얼굴 및 兩側 上肢에 심한 浮腫이 있었다. 大量的 副腎皮質 ฮอร์โมน 投與와 X線照射 후 2週日만에 患者의 狀態는 상당히 好轉되었고, 浮腫도 모두 없어졌으며, 이때 檢査한 scintigram에 의한 循環時間은 0~1.5秒에 放射能이 左側 腋窩靜脈까지 도달했고, 1.5~3.0秒에 上空靜脈에서도 보이기 시작한 點으로 보아 循環時間은 현저히 改善되었으나 아직 循環時間의 有意한 遲延을 보여 주고 있었다.

즉 3.0~4.5秒에서 閉塞部 以前의 上空靜脈은 꽤 擴張되어 있기는 하나 治療前 보다 正常 狀態로 가까워졌으나 閉塞 部位는 여전히 알아 볼 수 없었다. 4.5~6.0秒에서 放射能이 左心室에서 大動脈으로 나가고 있었으나, 여전히 前閉塞部의 上空靜脈에는 放射能이 남아 있음을 알 수 있었다.

嬰兒期부터 靑色症을 呼訴한 心房中隔缺損을 同伴한 三尖瓣閉塞症으로 確診된 症例(4歲, 男兒)에서는 (Fig. 6) RI angiocardigram을 보면, 0~1.5秒에 上空靜脈이 1.5~3.0秒에 右心房이 나타나 前膊靜脈에서 右心까지의 循環時間은 正常 範圍에 있음을 알 수 있었다. 그러나 이 1.5~3.0秒에서 보이는 주요한 所見으로는 放射能이 右心房까지는 잘 나타났으나 右心室 및 肺動脈이 전혀 보이지 않고, 左心房 및 左心室과 大動脈이 나타났다. 이와 같은 現象은 우선 이들의 解剖學的 位置를 고려하고 上空靜脈과 右心房의 均一하게 높은 放射能 濃도와 左心房, 左心室 및 上行大動脈內的 均一하게 낮은 放射能 濃度の 分布를 觀察할 수 있었던 것이 重要한 所見이다. 즉 右心房에서 右心室로 放射能(血流)이 가지 않고 左心房으로 放射能이 移動하여 이를 통해 左心室 및 大動脈이 나타났음을 알 수 있었다. 또 頸靜脈과 下空靜脈이 보였는 바, 이는 右心房이 正常보다 擴張되어 있는고로 右心房內的 壓力이 높아져 이것이 收縮할 때 靜脈血이 逆流된 것임을 알 수 있었다. 3.0~4.5秒에서 X線 心脈管造影術로서는 알 수 없었던 肺實質內放射能이 檢出되었는데, 右側이 左側보다 훨씬 많아 兩側 肺로 가는 血流量에 差異가 있음을 알 수 있었다.

正常人的 경우와는 달리 各心室이나 肺動脈이 보이지 않고, 左心房과 左心室 및 上行大動脈이 보인 다음 肺實質에 放射能(血流)을 볼 수 있음은 左心室에서 心房中隔缺損을 통하여 右心室 및 肺動脈으로 放射能(血流)이 가고 있지 않나 추측할 수 있다.

그 이후 肺에서 放射能이 오랫동안 檢出됨은, 肺靜

脈을 통하여 左心室으로 돌아온 血流中 一部가 다시 心室中隔缺損을 통하여 肺로 循環하는 소위 recycling의 現象을 보인 것이다.

肺動脈狹窄症에서 施行한 檢査는 Fig. 7과 같다. 患者(11歲, 男子)의 主訴는 5年前부터 시작된 運動時의 呼吸困難이었다. 胸部 X線像(Fig. 7-C)에서 보면 肺의 vascular marking은 별로 증가되지 않았고, 肺動脈圓錐(pulmonary conus)가 유난히 커져 있었다. 心導子法으로 測定한 右心室內 壓力은 120/10 mmHg였고, 肺動脈 內壓力은 20/10mmHg로 그 移行部位가 明確하고 또 壓力曲線의 모양을 보아 肺動脈狹窄症中 純粹瓣膜型임을 알 수 있었다.

RI angiocardigram의 結果(Fig. 7-A)에서 보면 전체적으로 循環時間은 正常範圍안에 있음을 알 수 있었다.

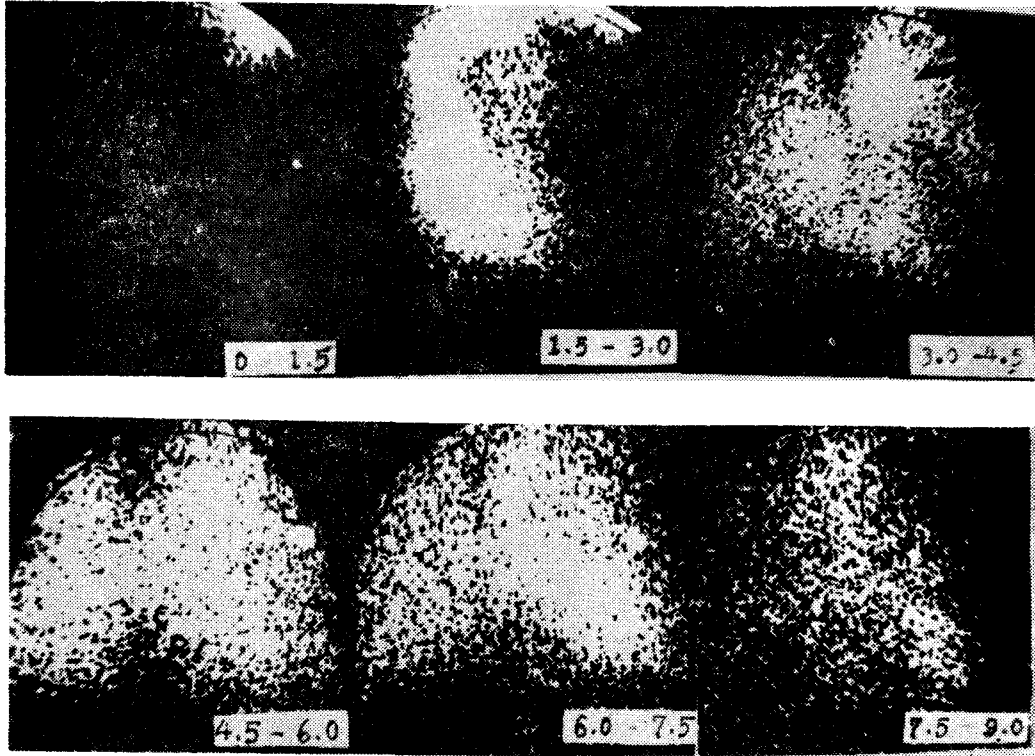
1.5~3.0秒의 사진에서 放射能이 右心房과 右心室에도 달하고 肺動脈이 희미하게 보이기 시작하였으며, 또한 右心, 특히 右心室이 정상보다 훨씬 커져 있음도 알 수 있었다. 特記할 所見은 3.0~4.5秒의 사진에서 나타난 바와 같이 肺動脈瓣膜部位 直後에 非正常的인 動脈瘤樣 擴張이 뚜렷이 나타났다. 이 所見은 肺動脈狹窄症中에서 純粹瓣膜型的 가장 뚜렷한 것으로 이와 같은 所見을 本檢査에서 觀察할 수 있었다.

그 다음 4.5~6.0秒에도 역시 이 動脈瘤樣 擴張이 나타나고 左心房과 左心室에 放射能이 나타나기 시작하였다. 이 患者는 이 檢査를 施行한 2週後 手術(Bicuspidization)을 받게 되었던 바 당시 手術 所見으로 肺動脈瓣은 dome 모양이었고, 出口가 直徑 5 mm 정도 밖에 되지 않았으며, 直徑 5 cm 정도의 post-stenotic dilatation이 있었다.

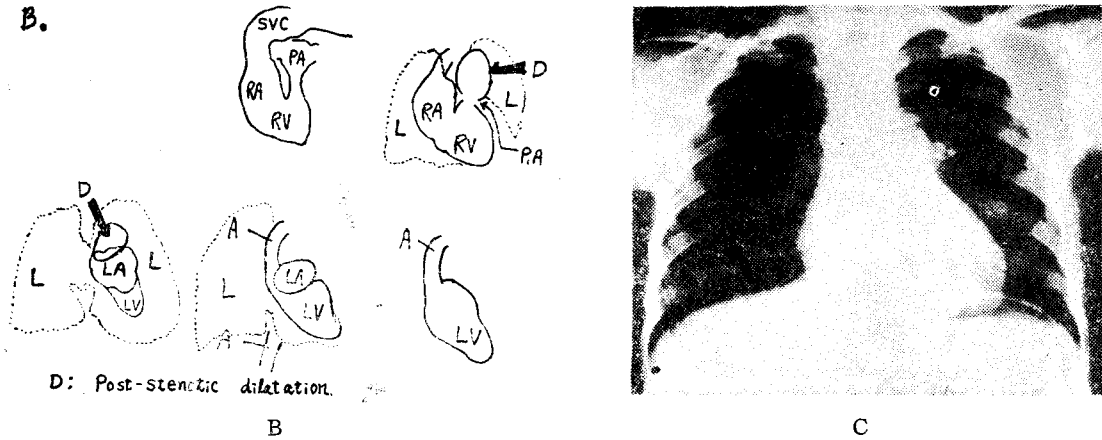
以上の 所見은 本檢査의 所見과 一致되었다.

Fallot 四徵의 患者에서 觀察한 結果는 Fig. 8과 같다. 患者(2세, 男兒)는 出生後부터 출근 呼吸困難과 靑色症을 主訴로 하였으며, 胸部 X線像(Fig. 8-C)과 心臟連續攝影術을 實施하였던 바 心臟이 약간 커져 있었고, pulmonary vascular marking은 상당히 減少되어 있었다. 心臟連續攝影像에서 心臟의 右緣이 右側으로 突出되어 있었고 retrosternal space가 心臟으로 壓박되어 있는 點으로 보아 右心이 커져 있음을 알 수 있었으나 肺動脈圓錐는 오히려 줄어들었으며, 大動脈弓이 넓어지고 길어져 있었으며, 左心도 커져 있었다.

이의 RI angiocardigram像으로는(Fig. 8-B) 1.5~3.0秒의 사진에서 右心房 및 右心室이 擴張되어 있음이 뚜렷하며, 放射能을 含有한 血流가 右心室에서 곧장



A



B

C

Fig. 7. A; RI angiogram in pulmonary stenosis.

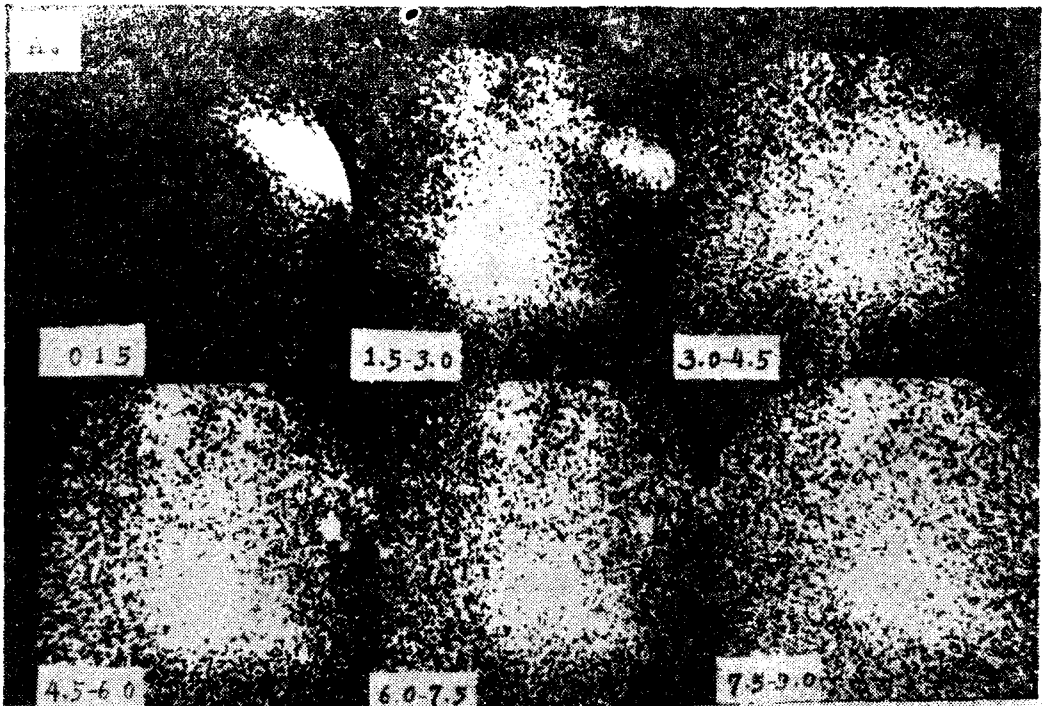
Note the dilatation of pulmonary conus (arrowed) in the 3rd frame.

B; Its schematic drawing.

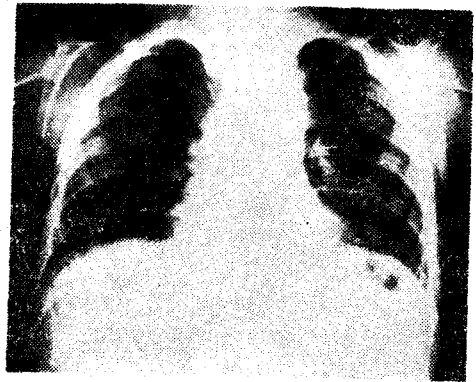
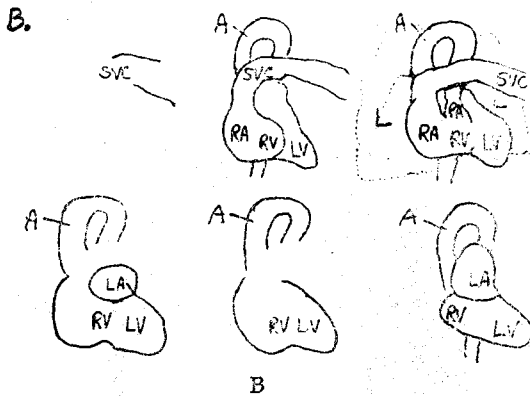
Note post-stenotic huge dilatation (dark arrow D)

C; Chest film P-A view.

Note the left sided 2nd arch (pulmonary conus), which is unusually prominent, and also small aortic arch.



A



C

Fig. 8. A; RI angiogram in Tetralogy of Fallot.

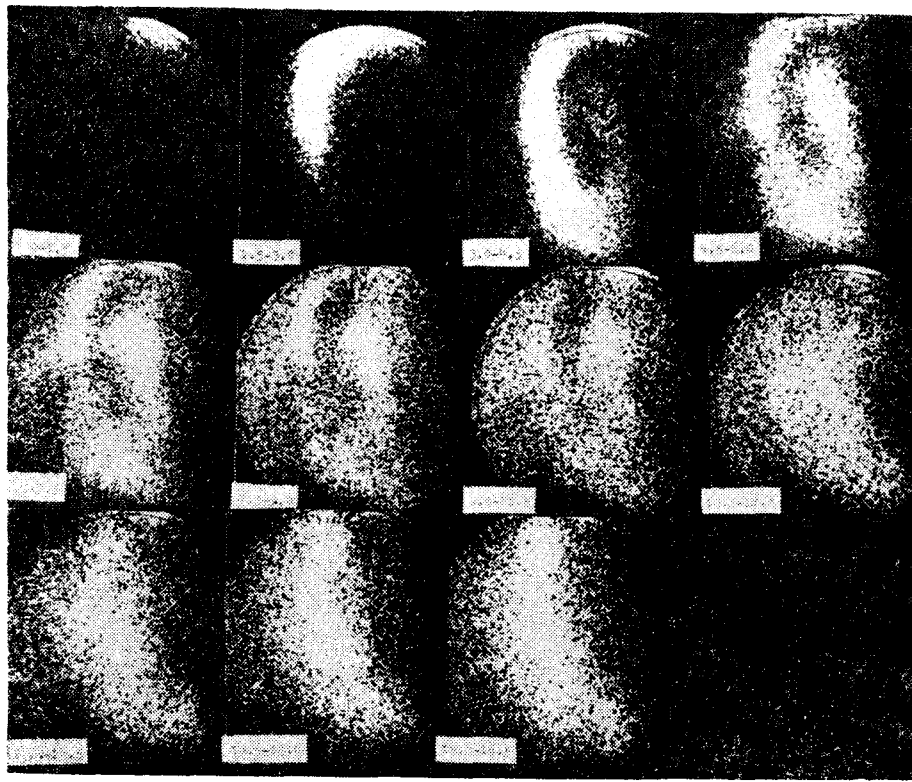
B; Schematic drawing from A.

Note the enlarged right sided heart and immediate visualization of the left sided heart and aorta.

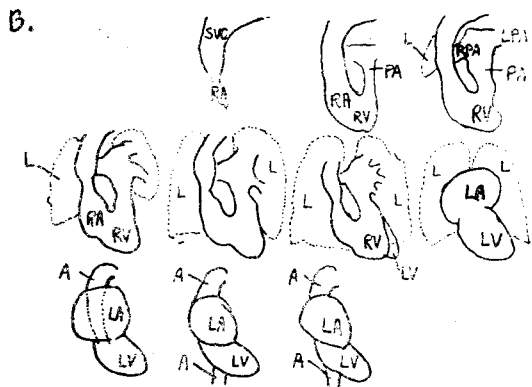
C; Chest P-A film in the same patient.

左心室로 流出되어(즉 이 所見으로 心室中隔缺損이 있음을 알 수 있다) 회색됨을 알 수 있으며, 또한 大動脈도 同時에 나타났다. 이 大動脈弓은 胸部 X線 所見과 마찬가지로 상당히 넓고 길어져 있었다. 이때 右心室에서 肺動脈으로 가는 길은 心臟 自體의 解剖學的

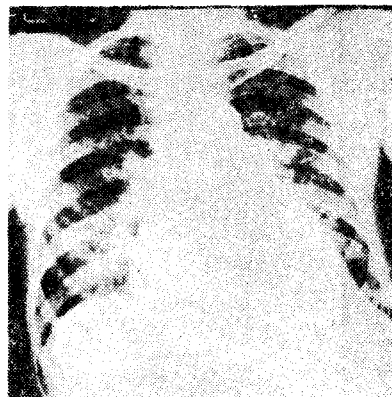
構造와 다른 血管으로 인하여 識別이 困難하나 肺에 放射能이 檢出되지 않는 것으로 보아 右心室에서 肺動脈으로 나가는 血流가 차단 내지는 감소됐다는 것을 시사해 주는 것으로, 肺動脈狹窄症과 一致되는 所見이라고 하겠다. 또 3.0~4.5秒 및 7.5~9.0秒까지도 右心室과



A



B



C

Fig. 9. A; RI angiogram in mitral stenosis with congestive heart failure.

B; Schematic drawing from A.

Note delayed circulation time, and high concentration of radioactivity in the pulmonary conus and left atrium.

C; Chest P-A film in same patient.

Note the huge cardiomegaly and straightened left cardiac border. The pulmonary vascular marking is also increased.

左心室에 거의 같은 濃度の 放射能이 남아 있으므로 心室中隔缺損을 통하여 血流가 逆流하고 있음을 알 수 있었다. 또한 여기서 大動脈은 계속 관찰되었지만 肺動脈을 觀察할 수 없었음은 大部分의 血流가 大動脈을 통하여 全身으로 循環되고 狹窄이 있는 肺動脈으로는 그만큼 적게 나가기 때문이라고 解釋할 수 있었으며, 이患者는 그 후 開胸手術로 上記의 所見이 再確認되었다.

僧帽瓣狹窄症(mitral stenosis)의 患者에서 施行하였던 檢査成績은 Fig. 9에서 보는 바와 같다. 卽 患者(47세, 女子)는 갑자기 發生한 意識障害로 入院하였다. 入院當時 右側半身의 痲痺가 있었고, 心臟은 肥大되고 擴張期 心雜音이 心尖에서 청진 되었으며, 肝이 3橫指 가량 觸診되었었다.

心電圖에는 right axis deviation 과 心房細動이 있었고, 病歷, 胸部 X線像 및 心音圖 등으로 僧帽瓣狹窄症과 이의 合併症으로 腦血管 硬塞症이 發生한 것이라 고 생각되었었다.

이의 RI angiocardigram 은 前膊靜脈에서 右心까지의 循環時間도 遲延되어 있지만 右心左心循環時間은 7.5秒로 상당히 延長되어 있음을 알 수 있었다. 4.5~6.0秒 사진에서 겨우 肺動脈이 完全히 나타났고 肺로 가는 放射能이 보이기 시작하였으며, 그 이후 肺動脈圓錐가 커져 있음을 알 수 있었다. 이것은 僧帽瓣狹窄症에서 오는 二次的인 肺動脈高血壓症을 뜻한다고 判讀하였다.

9.0~10.5秒에서 左心室이 조금 보이기 시작했으며, 10.5~12.0秒에서는 左心室이 뚜렷이 나타났고, 특히 左心房에 모여 있는 放射能의 濃도가 濃厚할 뿐만 아니라 左心房이 꽤 擴張되어 있음을 알아 볼 수 있었다. 10.5~12.0초의 사진 뿐만 아니라 그 이후의 사진에서도 左心室擴張은 볼 수 없었으며, 다만 左心房이 放射能 濃도가 濃厚하며 擴張되어 있음은 알 수 있었다.

以上の RI angiocardigram 을 綜合하면 僧帽瓣狹窄과 이로 因한 鬱血性 心不全이라고 診斷할 수 있었다. 實際 臨床의으로도 鬱血性 心不全이 있었음은 前述한 바와 같다.

大動脈閉鎖不全症(Aortic insufficiency)의 症例에서 施行했던 檢査成績은 Fig. 10과 같다. 患者(56세, 男子)의 主訴는 심한 呼吸困難과 惡心, 嘔吐였으며, 入院期間中에도 심한 鬱血性 心不全으로 위독한 상태였다. 따라서 心電圖와 胸部 X線 撮影外에는 大動脈撮影術 등의 다른 檢査를 施行할 수가 없었다.

心電圖上에서는 左心室肥대가, 胸部 X線像(Fig. 10-C)에서도 心臟의 擴大가 있었고, 특히 左心室肥大와

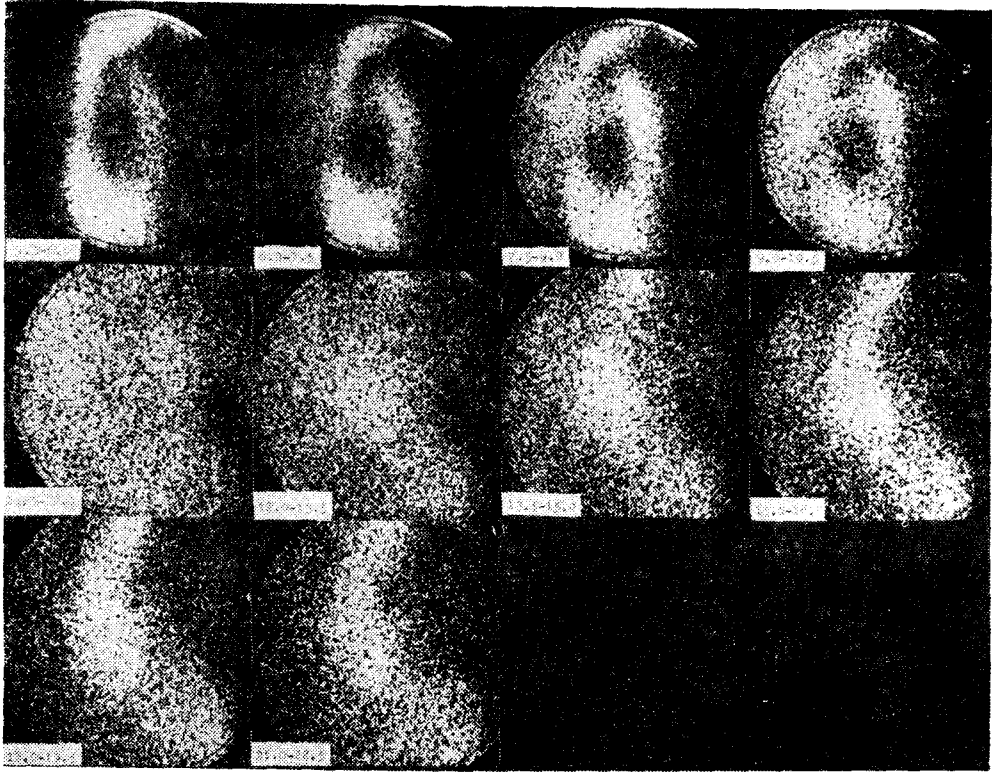
一致하는 所見을 보였으며, 大動脈弓의 突出이 顯著하였다. RI angiocardigram 에서는 全體의으로 循環時間이 상당히 遲延되어 있음을 쉽게 알 수 있었다. 즉 左側 前膊靜脈을 통하여 ^{99m}Tc 을 注入한 후 4.5~6.0秒만에 겨우 右心房 및 右心室에 放射能이 도달하였고, 또 肺動脈이 보이기 시작하였다. 그리고 右心左心循環 時間은 약 7.5秒나 되었다. 6.0~7.5秒에서 右側肺가 보이기 시작했으며, 9.0~10.5秒까지의 사진에서 右心이나 肺動脈圓錐가 擴張 되어있는 것 같지는 않았으나 右側 肺로만 放射能이 주로 쏠림은 左心肥大 및 左側 胸膜炎에 의하여 左側 肺로 가는 血流量이 감소된 結果라고 判讀되었다.

12.0~13.5秒에서 左心房이 꽤 커져 大動脈이 보이기 시작하였다. 여기서부터 그 이후의 사진과 Fig. 9의 사진을 比較해 보면, 이 症例에서 左心室이 훨씬 크다는 것을 알 수 있었다. 12.0秒부터 22.5秒(그 이후 30秒까지 撮影한 사진에서도 마찬가지임)까지의 사진을 보면 肺内の 放射能量은 점차 감소되고 있으나 大動脈과 左心室은 계속하여 뚜렷이 보이며, 특히 左心室內의 放射能 濃도가 오랫동안 大動脈의 그것과 비슷한 점으로 보아 大動脈에서 左心室으로 血流가 逆流하고 recycling 함을 알 수 있었다.

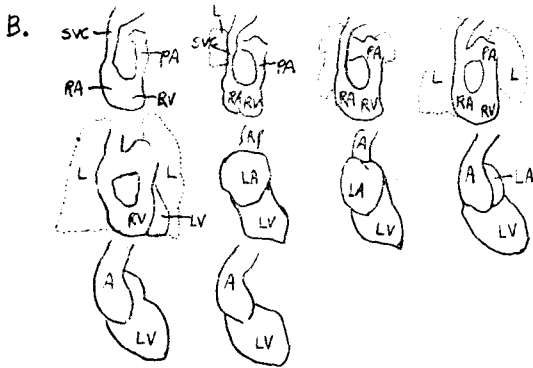
以上の 所見은 大動脈閉鎖不全症과 모두 一致하는 所見이라 할 수 있다. 이 患者는 前述한 바와 같이 狀態가 重하여 主要한 大動脈撮影術을 施行할 수 없었으나 RI angiocardigraphy 는 實施할 수 있었으며, 이 結果와 다른 臨床의 所見과 잘 一致하였으므로 診斷은 더욱 確實하게 되었다.

滲出性 心囊炎을 가진 患者에서 RI angiocardigraphy 를 施行한 結果는 Fig. 11과 같다. 患者(84세, 女子)의 主訴는 入院 1週目 前부터 시작된 呼吸困難과 上腹部 疼痛 및 發熱이었다. 入院 當時 患者는 頸靜脈의 鬱血이 심하였고, 全身에 浮腫이 있었으며, 肝이 四橫指 가량 觸診되었으며, 壓痛도 있었다. 心臟은 打診上 상당히 커져 있었으며, 마찰음이 聽診되었다. 心電圖上으로 低電位가 있었고, 胸部 X線像, X線透視 및 心臟連續撮影術 등을 施行한 結果 心囊腔內에 滲出液의 貯溜가 의심되어 RI angiocardigraphy 를 實施하였다.

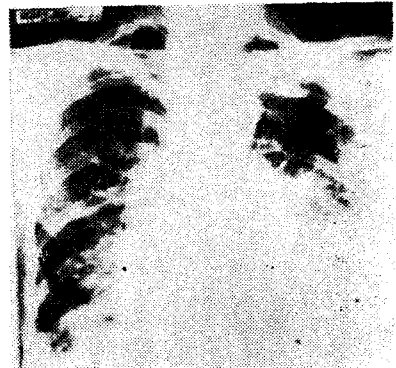
RI angiocardigram(Fig. 11-A & B)을 보면 血液循環時間은 正常 範圍內에 있음을 알 수 있었다. 重要한 所見은 3.0秒에서 10.5秒사이의 사진에서 볼 수 있었으며, 4.5~6.0秒에서 보면(사진상의 화살표시) 右側 心臟과 右側 肺 사이에 放射能이 檢出되지 않는 소위 死腔(dead space)가 있었다. 즉 이것은 心臟과 肺가 正



A



B



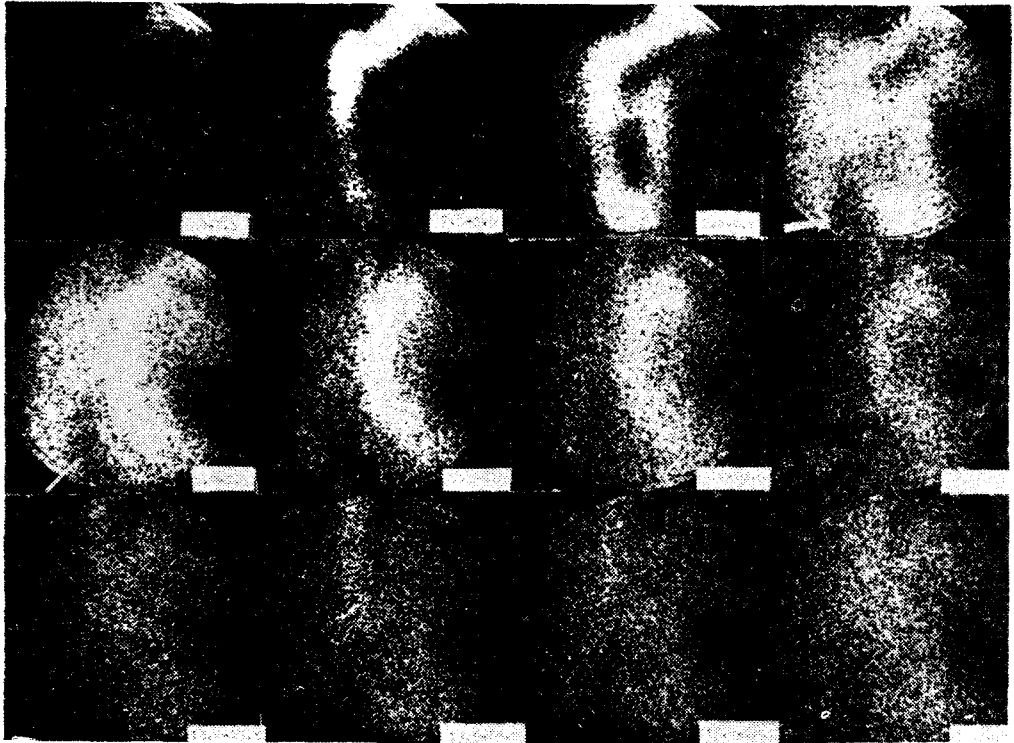
C

Fig 10. A; RI angiogram in aortic insufficiency with congestive heart failure.

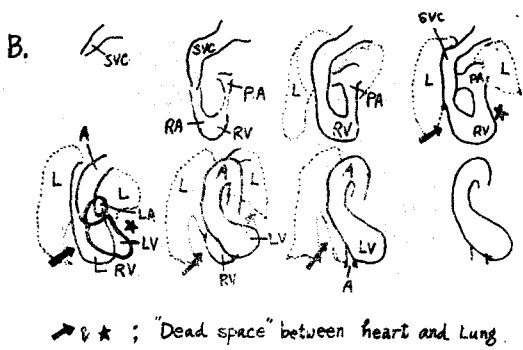
Note the delayed circulation time and enlarged left ventricle, and persistent visualization of left ventricle and aorta.

B; Schematic drawing from A.

C; Chest P-A film, which shows a huge cardiomegaly and prominent aortic arch. Increased vascular markings and pleural reaction, both side, are also noted.



A



B



C

Fig. 11. A; RI angiogram in pericarditis with effusion.
 Note the arrowed dead space in the 4th frame.
 B; Schematic drawing from A.
 C; Chest P-A film of same patient.
 Note the water bottle shaped heart.

常에서와 같이 서로 密着되어 있지 않고 心臟을 둘러싸고 있는 心囊에 肺 혹은 心內腔과는 격리된 空間, 즉 心囊腔에 滲出液의 存在를 推測할 수 있는 所見이며, 또한 이런 死腔은 左側에서도 볼 수 있었다(Fig. 11-B에서 別로한 곳).

實際 이 患者는 이 RI angiocardiography를 施行한 후 약 50 cc의 滲出液을 뽑을 수 있었다.

以上の 檢査 結果를 綜合하여 보면 代表的인 各種疾患患者의 RI angiocardiography에 의한 診斷은 모두 臨床 病歷 혹은 心臟에 대한 다른 檢査의 結果와 잘 一致함을 알 수 있었다.

즉 Table 4에서와 같이 本 檢査만으로는 判讀結果에 대한 診斷과 最終 臨床 혹은 手術診斷이 一致한 例는 37例中 29例로 78.4%의 比較적 높은 診斷率을 보였다. 나머지 8例中 7例는 心導子法, X線心脈管造影術 및 手術 結果로 얻은 所見과 比較하여 어렵지 않게 確認되었으나 Fallot 四徵中 1例에서는 結局 判讀할 수 없었다.

考 按

최근 心導子法과 X線心脈管造影術에 있어서 技術의 向上과 使用되는 器具들의 改良으로 危險性이⁴⁷⁾ 많이 減少되기는 하였으나 실제 臨床에서는 좀더 簡便하고 經濟적인 方法이 要望되어 왔다.

著者는 이 臨床의 必要를 充足시키기 위하여 최근 研究 開發된 Anger 型의 Gamma scintillation camera와 ^{99m}Tc sodium pertechnetate를 利用하여 RI angiocardiography를 試圖하여 좋은 成績을 얻었다.

Gamma scintillation camera는 Pho/gamma III, Model 6403, Nuclear Chicago 製로서 detector部는 直徑 11.5 inch, 두께 0.5 inch의 NaI(Tl) crystal을 4,000개의 併行微細孔을 갖는 collimator로 구성되어 撮影 能率과 分離度가 最大限으로 좋게 되어 있다^{3,4,7,28)}. ^{99m}Tc sodium pertechnetate는 Molybdenum-99로부터 얻어지는 放射性 同位元素物質로 半減期가 6時間으로 energy가 140 KeV 인 γ 線만을 放出하기 때문에 體內에 大量投與가 可能하며, 따라서 短時間 撮影에도 좋은 scintigram을 얻을 수 있는 放射性 造影物質이다⁴¹⁾.

著者의 研究에서는 比放射能이 20~30 mCi/ml 以上인 ^{99m}Tc를 使用하였으므로 한번 注入할 때 0.2~0.5 ml의 용역만을 靜注하게 됨으로 注入量의 多少에 따르는 血力動學的 影響은 無視할 정도다¹⁹⁾. 또한 半減期가 짧은 까닭에 多量을 注入하여도 放射能障害는 적

다. 즉 心導子法이나 X線心脈管造影을 實施할 때 身體 各部位의 放射線 照射量은 약 3 Rad나 되는 반면 ^{99m}Tc sodium pertechnetate 10 mCi로는 0.13 Rad에 불과하다^{43,49)}.

注射方法에 있어서, 著者의 豫備實驗에서는 驕血帶 左側 上脛에 간고 被檢者의 擴張期 血壓를 유지할 수 있도록 空氣를 注入시킨 다음, ^{99m}Tc를 前膊靜脈에 注入하고 空氣가 들어있는 채로 驕血帶를 재빨리 풀어 버리고, 이 순간을 0秒로 定하여 1.5秒 單位로 測定하였으나²⁸⁾ 이 方法은 注入容量을 줄이고 18~19 gaze의 짧은 注射針을 使用하여 注入速度를 빨리한 結果와 比較한 成績에 差異가 없었기 때문에, 著者는 血壓計를 使用하는 번거러움을 피하고 單純靜脈注射法을 擇하였다.

心脈管內의 放射能 移動狀態를 連續攝影 할 때 時間 間隔은 研究者^{16,30,42)}에 따라 0.5~5.0秒 혹은 7秒로 여러가지 方法이 있으나 著者의 經驗으로는 0.5秒 間隔으로 撮影면 중복되는 사진이 많고 放射能의 計數가 적어 影像이 鮮明하지 못하고, 3.0秒 以上 間隔으로 撮影하면 放射能의 計數가 너무 많고 心房室과 主血管이 한꺼번에 나타남으로 判讀이 困難하여 1.5秒 間隔으로 21~36秒 동안 평균 20장의 사진을 撮影함이 가장 적절하였다.

前述한 方法으로 正常對照群의 檢査成績을 보면 腋窩靜脈에서 上空靜脈, 右心, 肺動脈 및 이의 第一分枝 左心, 上行大動脈 및 腹大動脈 基始部까지의 解剖學的位置 및 形態가 比較적 明確히 識別되었으므로, 많은 경우에 左右心을 區分해서 別途로 心導子法을 施行하는³⁶⁾ 不便도 덜 수 있을 것으로 생각되었다. 또 本 方法으로써 血液循環時間도 測定할 수 있었으며(Table 2) 그 結果는 Burke 등¹⁰⁾의 測定値와 比較하여 有意한 差異가 있었다($p < 0.01$). 즉 Burke 등의 25例에서의 循環時間은 右心-肺 時間이 1.2 ± 0.35 秒, 肺-左心 時間이 2.4 ± 0.68 秒 및 右心-左心 時間이 3.6 ± 6.68 秒에 比하여 著者의 結果는 각각 1.5 ± 0.60 秒, 2.7 ± 0.50 秒 및 4.2 ± 0.60 秒로 약간 延長되어 있었다. 이는 Burke 등이 1.0秒 間隔으로 判讀한 반면 著者는 1.5秒 間隔으로 判讀하였기 때문인 것으로 思料되었다.

한편 ether와 magnesium sulfate를 使用하는 常用 血液循環時間 測定結果와 (Table 3) 比較할 때 有意하게 短縮되어 있었다($p < 0.01$). 常用의 循環時間 測定値가 RI를 使用한 循環時間 測定値보다 遲延되어 있는 이유는 放射性 同位元素는 少量이 도달하여도 관찰되는

데 반하여 常用 循環時間 測定法의 경우는 被檢者가 感知할 만큼의 充分한 量이 도달해야 되고, 또 反應을 表示하는데 時間이 所要되기 때문이라고 생각된다^{10,23)} 따라서 常用 循環時間 測定值가 主觀的이고 不正確한 데 비하여 本 方法에 의한 測定值는 客觀的이고 비교적 正確함을 알 수 있었다.

이와 같이 RI angiogram은 解剖學的 및 血力 動學的 變化를 同時에 알 수 있기 때문에 各 症例에 대하여 그 病的狀態를 폭 넓게 觀察할 수 있다고 하겠다. 例를 들어 Fig. 5의 上空靜脈徵候群 例에서와 같이 治療前에는 4.5~6.0秒에서 放射能이 上空靜脈에 도달하였으나 放射線照射 및 prednisolon 治療로 病勢가 好轉된 2週後에는 단축되어 1.5~3.0秒에 이미 上空靜脈이 視現됨을 알 수 있다. 그러나 前閉鎖部의 上空靜脈에 放射能이 계속 殘溜하고 있는 것은 血流소통이 改善되기는 하였으나 아직도 部分的 閉鎖가 남아 있는 것을 시사해 주는 것으로 高橋 등⁴⁵⁾도 肺動脈狹窄症例에서 手術前後에 撮影하여 治癒經過를 明確하게 提示하여 준 바 있다. 이와 같이 本 方法은 再現성이 좋기 때문에 治療前後의 效果判定에 有用한 方法으로 利用될 수 있음이 또한 큰 특징의 하나라 할 수 있다.

三尖瓣閉塞症例 (Fig. 6)에서는 正常과는 달리 右心室과 肺動脈이 確認되지 않고, 肺實質에 放射能이 認知되기도 전에 左心房, 左心室 및 大動脈에 放射能이 造影되고, 이어 右心室 및 肺實質이 나타남을 볼 수 있었다. 이는 血流的 흐름을 나타내는 것이므로 本 症例은 三尖瓣閉塞症과 右左性 心房中隔缺損이 있는 所見이 있으며, 左右性 心室中隔缺損도 있는 것으로 추측되었다. 즉 本 成績에서는 心室中隔缺損과 開通性 肺動脈管을 鑑別하기는 어려웠으나 X線心脈管造影術으로써 開通性 肺動脈管이 없음이 確認되었고, 또한 本 成績에서 1.5~3.0秒 사진에서 明確하던 右心室窓(right ventricular window)²¹⁾이 肺實質이 認知됨과 同時에 (3.0~4.5秒 사진) 消失된 것으로 보아 左右性 心室中隔缺損이 있다고 하겠다.

RI angiogramography와 X線脈管造影術의 長短을 論하기는 容易하지 않으나 著者의 診斷率이 78.4%나 되는 사실은 注目될 만한 事實이라고 하겠다. 물론 이와 같은 診斷率을 보여 주고 있는 것은 著者의 研究對象이 臨床的으로 비교적 典型的 이었던 例들을 選擇한 이유도 크게 作用하였으리라고도 생각되나 X線心脈管造影術의 有力한 長點인 鮮明한 解像度도 Mason 등³⁴⁾은 心導子를 통하여 放射性 同位元素物質을 必要한 部位에 直接注入하면 可能하다 하였고, 실제 單純靜脈注

入法만으로도 비교적 만족스러운 成績을 얻을 수 있음이 立證되었다.

또한 操作이 簡便하고, 檢査 所要時間은 2~3분밖에 되지 않고 患者에게 苦痛도 주지 않으며, 意識이 없는 重症患者에서도 檢査가 可能하고 副作用이나 放射線 障害도 없고, 經濟的으로도 有利한 點 등을 고려할 때 앞으로 本 檢査法이 臨床的으로 많이 實用될 수 있다고 할 수 있다.

그 외에도 radiopulmonarycardiogram 등의 簡單한 補助器具를 덧붙여 使用하면 血力動學的 動態를 計數的으로 正確히 表示할 수 있는 可能性을 提示하였다. 즉 心搏出量^{11,18)}, 心房室의 크기^{1,22,27,44)} 및 血液循環時間^{5,9,13,24)}등을 RI angiogramography를 施行하면서 同時에 얻을 수 있고, 덜지 않아 心筋의 收縮能, 冠狀動脈內의 血流動態등도 容易하게 알 수 있을 것으로 期待된다^{2,14,39,40)}.

따라서 本 研究을 土台로 다음과 같은 경우에 RI angiogramography를 우선 施行해야 될 것으로 思料된다. 즉 1) 本 檢査方法으로 確診이 되면 더 仔細한 檢査가 不必要하게 되나 最少限 疾患의 運轉만이라도 지적할 수가 있으므로 事前情報을 提供해 준다는 意味에서도 有利함으로 心脈管系 疾患이 있는 모든 患者에서 screening test²⁰⁾로써 意義가 있다, 2) X線造影劑에 過敏성이 있는 患者, 3) 患者가 重態이거나 意識이 없어서 心導子法이나 心脈管造影術이 不可能할 때, 4) 內科의 또는 外科의 治療效果를 觀察하고자 할 때, 5) 先天性 心脈管系 疾患을 가진 小兒 및 幼兒⁴⁸⁾ 특히 靑色症을 同伴한 경우, 6) 上空 혹은 下空靜脈閉鎖部位와 正體 究明을 要할 때²⁵⁾, 7) 縱隔洞 腫瘍의 鑑別診斷 특히 心脈管系의 連關性을 觀察하고자 할 때 本 檢査法이 適應된다.

以上 여러가지 경우에 RI angiogramography가 適應되는데 반해 별다른 禁忌例은 發見할 수 없었다.

結 論

最近 臨床領域에서 使用되기 始作한 簡單하고도 安全性 있는 RI angiogramography의 診斷의 價値를 評價할 目的으로 서울醫大 附屬 病院을 찾은 各種의 先天性 및 後天性 心脈管疾患 患者와 正常對照群計 37例를 對象으로 ^{99m}Tc sodium pertechnetate를 單純靜脈內注射하고, scintillation camera를 使用하여 RI angiogramography를 試圖하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 各 群에서 本 RI angiogramography로 心臟 및

主血管의 解剖學的 形態 및 位置의 變化를 識別할 수 있었으며, 특히 上空靜脈, 右心, 肺動脈 및 左心室을 잘 알 수 있었다.

2. 心臟 및 主血管內의 血液循環時間을 正確히 알 수 있었으며, 前膊—左心 時間 2.1 ± 0.67 秒, 右心—肺 時間 1.5 ± 0.40 秒 및 肺—左心 時間 2.7 ± 0.50 秒였으며, 前膊—肺 時間이 3.5 ± 0.86 秒로 常用의 循環時間 測定法에 의한 前膊—肺 時間의 5.3 ± 2.01 秒보다 有意하게 短縮되었음을 알 수 있었다.

3. 三尖瓣閉塞症과 Fallot 四徵에서 左右心間 中隔缺損을 容易하게 認知하였다.

4. 上空靜脈症候群과 肺動脈狹窄症에서 閉鎖部位와 그 程度를 잘 알 수 있었으며, 手術結果 判定에 좋은 方法이었다.

5. 滲出性心囊炎에 있어서도 放射能의 肺 및 心臟內 分布 狀況을 보아 쉽게 判讀할 수 있었다.

6. 本 RI angiocardigraphy의 確診率은 78.4%였다. 著者의 單純靜脈 RI angiocardigraphy는 臨床的 診斷價値가 있음이 立證되었다.

(끝으로 本 研究를 始終 指導 校閱하여 주신 李文鎬 教授와 高昌舜 副教授, 研究進行을 도와 주신 李寧均 教授 및 韓萬青 助教授 및 金柄國 先生께 深甚한 感謝를 드리며, 많은 勞苦와 協調를 하여 주신 同位元素室의 여러분들에게도 感謝를 드립니다.)

REFERENCES

1) Alazraki, N.P., Ashburn, W.L., Hagan, A. and Friedman, W.F.: *Detection of the left-to-right cardiac shunts with the scintillation camera pulmonary dilution curve.* J. Nucl. Med. 13:142, Feb. 1972.

2) Ashburn, W.L., Braunwald, E., Simon, A.L. and Gault, J.H.: *Myocardial perfusion imaging in man using Tc-99m-MAA.* (Abstr.), J. Nucl. Med. 11:618, 1970.

3) Anger, H.O.: *Scintillation camera.* Rev. Scint. Instruments 29:27, 1958.

4) Anger, H.O., VanDyke, D.C., Gottschalk, A., Yano, Y. and Schaer, L.R.: *The scintillation camera in diagnosis and research.* Nucleonics 23:1, 57, 1965.

5) Bender, M.A., Hays, M.: *Intracardiac hemodynamics.* (Abstr.) J. Nucl. Med. 11:330, 1970.

6) 阿部裕·松尾裕英: *シンチカメラによる 心臟血管*

系動態檢査. 實驗治療, 471:160, 1971.

7) Burke, G., Halko, A. and Coe, F.L.: *Dynamic clinical studies with radioisotopes and the scintillation camera. I. Sodium iodohippurate I-131 renography.* J. Am. Med. Assoc. 197:15, 1966.

8) Burke, G. and Halko, A.: *Dynamic clinical studies with radioisotopes and the scintillation camera. II. Rose bengal I-131 liver function studies.* J. Am. Med. Assoc. 198:608, 1966.

9) Burke, G. and Halko, A.: *Cerebral blood flow studies with sodium pertechnetate Tc-99m and the scintillation camera.* J. Am. Med. Assoc. 204:319, 1968.

10) Burge, G., Halko, A. and Goldberg, D.: *Dynamic clinical studies with radioisotopes and the scintillation camera. IV. ^{99m}Tc-sodium pertechnetate cardiac blood-flow studies.* J. Nucl. Med. 10:270, 1969.

11) Carter, B.L., Johnson, S.E., Loeffler, R.K. and Southard, M.E.: *A critical evaluation of external body surface counting in the determination of cardiac output with radioactive isotopes.* Am. J. Roentgenol. Radium Therapy Nucl. Med. 82:618, 1959.

12) Conti, C.R., Ross, R.S.: *The risks of cardiac catheterization.* Amer. Heart J. 78:289, 1969.

13) Dizon, M., Mackay, J.R., Yi, C.H., McMullen, R.F. and Allen, H.C.: *Intracardiac transit times using the digital autofluoroscope in myocardial, valvular, and metabolic disease of the heart (abstr.).* J. Nucl. Med. 11:626, 1970.

14) Endo, M., Yamazaki, T., Konno, S., Hiratsuka, H., Akimoto, T., Tanaka, T. and Sakakibara, S.: *The direct diagnosis of human myocardial ischemia using I-131-MAA via the selective coronary catheter.* Amer. Heart J. 80:498, 1970.

15) Gootman, N., Rudolph, A.M., Buckley, N.M.: *Effects of angiographic contrast media on cardiac function.* Amer. J. Cardiol. 25:59, 1970.

16) Graham, T.P., Goodrich, J.K., Robinson, A.E. and Harris, C.C.: *Scintiangiocardigraphy in children.* Amer. J. Cardiol. 25:387, 1970.

17) Gray anatomy.

18) Halko, A., Burke, G.: *Determination of cardiac*

- out-put by radioisotopic angiography. (Abstr.) *J. Nucl. Med.* 11:631, 1970.
- 19) Hamilton, W.F., Moore, J.W., Kinsman, J.M. and Spurling, R.G.: *Studies on the circulation, IV. Further analysis of the injection method and of changes in hemodynamics under physiological and pathological conditions.* *Am. J. Physiol.* 99:534, 1932.
 - 20) Hurley, P.J., Strauss, H.W. and Wagner, H.N.: *Radionuclide angiography and cineangiography in screening patients for cardiac disease.* *J. Nucl. Med.* 11:633, 1970.
 - 21) J.W. Hurst, R.B. Logue: *The heart.* McGraw-Hill Co. 2nd ed. 1970.
 - 22) Ishili, Y., Mac Intyre, W. and Roth, E.: *Quantitative scintiangiocardiography: Measurement of heart chamber size by scintillation camera-recorded dilution curve.* (Abstr.) *J. Nucl. Med.* 11:634, 1970.
 - 23) Johnson, O.E., Liu, C.K., Akcay, M.M. and Taplin, G.V.: *Radiopulmonary cardiography of measurement of central mean transit time and its subdivision. In dynamic clinical studies with radioisotopes TID7678, Kniseley, R.M. and Taune, W.M. ed, U.S. Atomic Energy Commission, June, 1964.*
 - 24) Jones, R.H., Sabiston, D.C., Morris, J.J., Buffalo, T.S. and Goodrich, J.K.: *Quantitative radionuclide angiocardiograms for determination of intracardiac transit times.* (Abstr.) *J. Nucl. Med.* 11:333, 1970.
 - 25) 黒田康正・高橋正治・田中敬正: シンチカメラによる大血管の動態的観察, 日本醫學放射線學會誌 29: 980, 1969.
 - 26) Krishnamurthy, G.T., Winston, M.A., Weiss E.R. and Bland, W.H.: *Demonstration of collateral pathways after superior vena caval obstruction with the scintillation camera.* *J. Nucl. Med.* 12:189, 1971.
 - 27) Kriss, J.P.: *Diagnosis of pericardial effusion by radioisotopic angiocardiography.* *J. Nucl. Med.* 10:233-241, 1969.
 - 28) Kriss, J.P., Bonner, W.A. and Levinthal, E.C.: *Various time-lapse videoscintiscopes. A modification of the scintillation camera designed for rapid flow studies.* *J. Nucl. Med.* 10:249-251, 1969.
 - 29) Kriss, J.P. and Matin, P.: *Diagnosis of congenital and acquired cardiovascular diseases by radioisotopic angiocardiography.* *Trans Assoc Amer Physicians.* 82:109-119, 1970.
 - 30) Kriss, J.P., Enright, L.P., Hayden, W.G., Wexler, L. and Shumway, N.E.: *Radioisotopic Angiocardiography, Wide scope of applicability in diagnosis and evaluation of therapy in disease of the heart and great vessels.* *Circulation* 43:792-808, 1971.
 - 31) Kriss, J.P., Enright, L.P., Hayden W.G., Wexler, L. and Shumway, N.G.: *Radioisotopic angiocardiography: Findings in congenital heart disease.* *J. of Nucl. Med.* 13:31-40, Jan. 1972.
 - 32) Krovetz, L.J., Grumbar, P.A., Hardin, S. and Schiebler, G.L.: *Complications following use of four angiographic contrast media in infants and children.* *Invest. Radiol.* 4:13, 1969.
 - 33) Krovetz, L.J., Shanklin, D.R. and Schiebler G.L.: *Serious and fatal complication of catheterization and angiocardiography in infants and children.* *Amer. Heart J.* 76:39, 1968.
 - 34) Mason, D.T., Ashburn, W.L., Harbert, J.C. and Cohen, L.S.: *Radio sequential visualization of the heart and great vessels in man using the wide-field angle scintillation camera.* *Circulation* 39: 19-28, 1969.
 - 35) Matin, P., Ray, G. and Kriss, J.P.: *Combined superior vena cava obstruction and pericardial effusion demonstrated by radioisotopic angiocardiography.* *J. Nucl. Med.* 11:78-80, 1970.
 - 36) Matin, P. and Kriss, J.P.: *Radioisotopic angiocardiography: Findings in mitral stenosis and mitral insufficiency.* *J. Nucl. Med.* 11:723-730, 1970.
 - 37) Mullins, C.B., Mason, D.T., Ashburn, W.L. and Ross, J.: *Determination of ventricular volume by radioisotopic angiography.* *Amer. J. Cardiol.* 24:72, 1969.
 - 38) Oldendorf, W.H., Kitano, M. and Shimizu, S.: *Evaluation of a simple technique for abrupt intravenous injection of radioisotope.* *J. Nucl. Med.* 6:205, 1965.
 - 39) Poe, N.: *Cardiodynamic effects of intracoronary*

- artery injection of albumin macroaggregates. (Abstr.) *J. Nucl. Med.* 11:350, 1970.
- 40) Quinn, J.L., Serratto, M. and Kezdi, P.: Coronary artery bed photoscanning using radio-iodine albumin macroaggregates. *J. Nucl. Med.* 7:107, 1966.
- 41) Richards, P.: Nuclide generators. In *radioactive pharmaceuticals*, edited by G.A. Andrews et al. Washington, D.C. 1966, U.S.A.
- 42) Resenthal, L.: Application of the gamma scintillation camera to dynamic studies in man. *Radio-logy* 86:634, 1966.
- 43) Smith, E.M.: Internal dose calculation for Tc-99m. *J. Nucl. Med.* 6:231, 1965.
- 44) Strauss, H.W., Hurley, P.J., Zaret, B.L., Pitt, B. and Wagner, H.N.: Measurement of systolic and diastolic cardiac chamber volumes without cardiac catheterization. (Abstr.) *J. Nucl. Med.* 11:364, 1970.
- 45) 高橋雅俊・石井定美・北川元信・小池莊介・百日本公一・岡本十二郎・村山弘泰・阿部公彦: Scintillation 1600 ward memory system の心疾患診断への應用. 呼吸と循環 18:899, 1970.
- 46) 田中敬正・黒田康田・藤野久武: シンチカメラによる大血管系の動態的觀察. 臨床放射線 15:727, 1970.
- 47) Vince, D.J.: Cardiac catheterization in the first year of life and assesment of risk. *Can. Med. Assoc. J.* 98:386, 1968.
- 48) Wesselhoeft H., Hurley, P.J. and Wagner, H.N.: Nuclear angiocardiology in the differential diagnosis of congenital heart disease in infants. *J. Nucl. Med.* 12:406, 1971.
- 49) Wesselhoeft, H., Hurley, P.J., Wagner, H.N. and Rowe, R.E.: Nuclear angiocardiology in the diagnosis of congenital heart disease in infants. *circulation* 39:77, 1972.

