

## 선천성 심장질환에 있어서 우심도자법의 임상적 연구

金圭太 · 李鍾台 · 蔡鍾旭 · 李光淑 · 金松明 · 許鎮哲 · 李聖行

==Abstract==

### Right Heart Catheterization as Study of Congenital Heart Diseases

Kyu Tae Kim, M. D., Jong Tae Lee, M. D., Jong Wook Chae, M. D.,  
Kwang Soo Lee, M. D., Song Myung Kim, M. D., Jin Chul Hur, M. D., Sung Haing Lee, M. D.

Recent advances in the surgical treatment of congenital disorders of the heart have necessitated an accurate preoperative diagnosis. Right heart catheterization has become widely accepted as a research tool and diagnostic test to detect the heart diseases, especially in the congenital heart anomalies.

Right heart catheterizations were carried out in 50 cases of congenital heart diseases at Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Kyungpook National University Hospital, during the period of June, 1975 through September 1978. In age distribution, 27 cases were below 10 years of age, 18 cases between 11 and 20, and 5 cases above 20. male to female ratio was 2.8:1. The distribution of congenital heart diseases was VSD (42%), TOF (36%), PDA (10%), ASD (8%), and PS(4%). Of these, 44 cases (88%), were compatible with the clinical impressions that were made preliminarily before cardiac catheterization, and all the cases except 1 case of VSD was correlated well with the postoperative diagnosis. The right heart catheterization is considered to be reliable and accurate toll in the preoperative diagnosis of congenital heart diseases.

These procedures caused complications such as left side hemiplegia (1case), occlusion of the femoral artery (1case), and transient ventricular tachycardia (1case), and so the complication rate of right heart catheterization was 6% (3 cases). None of patients who have undergone right heart catheterization was died.

### I. 서 론

오늘날 심장의과 영역의 괄목할 발전은 심장질환에 대한 수술전 진단의 정확도와 정밀도가 과거에 비하여 현저하게 향상되었다는 사실에서 그 바탕을 찾을 수가 경북의대 흉부외과학교실

있다.

心脈管系의 해부학적 및 혈류역학적 상태를 보다 정확하게 파악할 수 있도록 한 심도자법은, 심장질환에 대한 현행의 진단법들 중에서 결정적인 진단을 내리는데 크게 이바지하고 있다.<sup>(1-10)</sup>

특히 右心도자법은 선천성 심장질환의 진단에 있어서는 거의 필수적인 진단법일 뿐더러, 후천성 심장질환

환의 진단에서도 상당히 보편적인 이용도를 갖고 있다 또한 심도자법의 시행과정에서 필요에 따라 심맥관계 촬영술을 併用함으로써 보다 광범한 정보를 얻을 수가 있다. (6~9)

경북대의 흉부외과학교실에서 1975년 6월부터 1978년 9월까지, 선천성심장질환을 가진 환자들을 대상으로 한 우심도자법 시행 예 중에서 50례를 관찰하여 그성적을 임상적진단 및 수술후 최종진단 등과 비교검토함으로써, 선천성심장질환의 수술전 진단을 확진하는 술식으로서 우심도자법과 우측 심맥관계촬영술이 갖는 임상적 효용도를 살펴 보았다. 그리고 우심도자법을 시행하여 얻어진 검사치들을 또한 각각의 선천성 심장질환에 따라 분류비교 함으로써, 각 질환에 따른 우심도자법상의 특징적인 소견들을 조사하였고, 아울러 우심도자법 시행에 따르는 합병증을 검토하였다.

## II. 증례 및 방법

### 1) 증례

1975년 6월부터 1978년 9월까지 경북대학교 의과대학 부속병원 흉부외과에 입원하였던 선천성 심장질환을 가진 환자에게 대해, 임상진찰소견상 명백한 개존 동맥관으로 진단되었던 경우를 제외하고는 소예에서 우심도자법검사를 권유하였으며 上記한 만 3년 3개월동안 우심도자법을 시행하였던 선천성 심장질환자 50례에 대해서 임상소견 및 우심도자 성적을 분석하였다.

### 2) 방법

우심도자를 시행할 환자는 검사하기 1~2일전에 입원하여 병력과 이학적검사, 소변검사 및 혈액검사 그리고 X-선 흉부 P-A 및 Lateral촬영, cardiac series, 심전도, 심음도, 심초음파도 등을 실시하여 술전의 임상진단을 얻도록 하였다.

전처치로는 검사시행 6시간전부터 절식 시켰으며 성인의 경우 30분전에 Phenobarbital 100mg, 경구투여와 Demerol 50mg, 근육주사를 하였다. 소아의 경우에는 적의감량 하였다. 대부분의 환자에서는 도자삽입부위의 국소마취로 심도자가 가능하였으나 협조가 잘 되지않는 소아환자에 있어서는 Ketamine 5mg/kg를 근육주사후 시행하였다.<sup>11)</sup> 모든 피검사자에게 ECG lead를 부착하여 심도자중에 나타날 수 있는 cardiac rhythm의 변화를 관찰토록 하였다. 도자 삽입후에는 pressure transducer를 통해 E for M社의 12 channel중 SGM-2에 연결하여 압의 변화를 관찰, 기록하였다. 이때 zero reference는 환자의 midthoracic

level로 하였다. 심도자중의 도자內的 혈액응고를 방지하기 위해서는 Heparin加 5%포도당액 (2ū/cc)을 계속 점적하거나 간헐적으로 flushing 하였다. 삽입부위는 동상 소아와 심방중격결손이 의심되는 환자 그리고 청색증 환자에서는 복제정맥 (伏在靜脈)으로, 그의 성인에서는 전박정맥 (前膊靜脈)을 cutdown하여 도자를 삽입하였고 가능한한 빨리 도자를 폐동맥까지 진입시킨 다음 wedge position에서 부터 pullback하면서 채혈 및 압의 변화를 기록 하였다. 동상 우심실에서는 inflow, tract와 outflow tract의 2곳에서, 우심방에서는 high, mid 및 low의 3곳에서 그리고 상대정맥과 하대정맥에서 각각 채혈과 압의 기록을 하였다. 좌심도자를 병용할 경우에는 연령에 따라서 상완동맥이나 대퇴동맥중에 선택하여 도자를 삽입하였는데 이때는 Sedingner's technique<sup>12)</sup>를 이용하였다. 채혈한 혈액은 Van Slyke manometric technique나 AO oximeter를 이용하여 산소함유량 및 산소포화도를 측정하였다. mean pressure의 측정은 3 respiratory cycle동안 전기적인 mean pressure을 기록한 것을 planimetry로 면적을 구하여 계산하였다.

우심실촬영술을 실시할 경우에는 조영제로 76% Urograffin을 사용하였으며 이를 injector로 주입하면서 rapid film exchanger를 이용하여 연속촬영하였다.

도자의 종류로는 채혈과 압기록을 할 경우에는 end hale만 있는 Cournand Catheter를, 심장혈관촬영시에는 multi-side hole이 있는 NIH 혹은 Gensini catheter를 이용하였다. 최근에는 우심도자시에 balloon tipped triple lumen catheter 를 이용하여 쉽게 폐동맥에 도달할 수 있었고 Ventricular arrhythmia의 출현빈도도 감소하였다.

그리고 마지막 조작으로 대퇴동맥을 침자하여 동맥혈산소포함능과 동맥혈압을 기록하였다.

## III. 임상소견 및 우심도자 성적

### 1) 임상소견

우심도자를 시행한 50명환자의 연령 및 성별분포를 살펴보면 표 1과 같다. 연령분포는 최저 3개월에서 최고 29세까지 였으며 평균연령은 11.3세였다.

10세이하가 27례였고, 11세에서 20세 사이가 18례, 21세이상인 5례 있었다. 10세이하群에서는 팔로우씨 4층, 심실중격결손 그리고 심방중격결손등의 순이었고 11세~20세군에서는 심실중격결손, 팔로우씨 4층, 심방중격결손, 그리고 21세 이상군에서는 심실중격결손, 개존동맥관, 팔로우씨 4층의 순이었다. 환자의 성별은

**Table 1.** Analysis of Cases

Cardiac Cath. Dx.	mean Age (years)	Sex		No. of Cases
		male	female	
VSD	11.2	17	4	21
TOF	9.7	16	2	18
PDA	19.0	2	3	5
ASD	11.0	1	3	4
PS	16.0	1	1	2

남자 37명 여자 13명으로 남녀비는 2.8 : 1이었고 남자에서 질환별 빈도는 심실중격결손, 활로우씨 4증, 개존동맥관의 순으로 많았고 여자에서는 심실중격결손이 가장 많았으며 개존동맥관과 심방중격결손이 같은 빈도를 나타내었다.

임상증상으로서 입원시의 주소는 운동시 호흡곤란, 발육부진, 심계항진, 청색증, 비출혈, 상기도감염 및 부종등이었다.

환자를 비청색군과 청색군으로 나누어 볼때 비청색군이 32명, 청색군이 18명으로 1.8 : 1의 비율을 보였다. 질병별 평균병력기간을 살펴보면 심실중격결손 5.

2년, 활로우씨 4증 6.7년, 개존동맥관 10.8년, 심실중격결손 4.0년, 그리고 폐동맥협착 9.0년이었다.

우심도자 시행전의 검사실소견으로서 Hemoglobin치와 Hematocrit의 평균치를 보면 비청색군에서 11.4 gm%와 34.4%이었고 청색군에서는 15.3gm%와 49.6%이었다. 흉부 X-선상 심폐계수는 0.4~0.69사이로서 평균치는 0.53이었다. 입원기간은 3~8일 사이로 평균 4.4일이었다.

**2) 우심도자 성적**

우심도자법만을 시행한 경우가 45례였으며 좌우심도자법을 동시에 시행한 것이 5례로서 이 5례는 개존동맥관 2례, 심실중격결손 2례, 그리고 활로우씨 4증 1례였다. 우심도자 시행중 Angiocardiogram을 시행한 경우가 17례였으며 활로우씨 4증이 10례 심실중격결손에서 5례 그리고 개존동맥관과 폐동맥협착에서 각각 1례씩 행하였고 좌우심도자를 동시에 행한 5례에서는 모두 Angiocardiogram을 시행하였다.

심도자법 시행시 도자의 삽입방법은 cutdown에 의한 것이 47례였고 percutaneous법에 의한 것이 3례였으며 좌심도자를 병용 시행할 경우에는 대퇴동맥에서 percutaneous법을 사용하였다. 삽입부위를 보면 팔의

**Table 2.** Data of Right Heart Catheterization (I)

	Pressure(mmHg)				Oxygen Content(Vol%)					
	RA	RV	PA	PW	SVC	RA	RV	PA	PW	FA
VSD	4.6	44.5/0	41.9/21.2	10.2	10.1	10.3	12.3	12.6	14.9	14.1
TOF	6.7	107.9/0	20.8/8.5	6.3	11.8	11.6	11.9	12.0	16.1	14.4
PDA	6.0	30/0	46.5/20.0	7.2	13.1	13.0	13.6	14.9	16.5	16.5
ASD	7.0	28.9/0	31.4/12.7	9.4	12.5	15.6	15.3	15.3	—	16.8
PS	2.5	77.0/0	24.0/12.0	10.0	14.0	14.1	14.8	15.0	—	16.8

PA : Pulmonary Artery

PW : Pulmonary Wedge

FA : Femoral Artery

전박정맥으로 삽입한 것이 7례 다리의 복재정맥으로 삽입한 것이 43례였다.

진환군에 따른 우심도자성적중 혈관 및 심장내의 압의 변화를 평균치를 내어 분석하여 보면(표 2), 심실중격결손에서 우심실이 44.5/0(mmHg.), 폐동맥이 41.9/21.2(mmHg.)로서 정상보다 높은 압을 나타내고 있으며 활로우씨 4증의 경우 우심실은 107.9/0(mmHg.) 폐동맥은 20.8/8.5(mmHg.)이었고 개존동맥관의 경우 폐동맥압이 46.5/20.0으로 높은치로 나타났으며 심방중격결손의 경우 우심방 7.0, 우심실 30/0. 폐동맥 31.4/12.7로써 정상범위내였고 폐동맥협착의 경우 우심실이 77/0인데 반해 폐동맥압은 24/12였다.

혈액의 산소함량을 관찰하면 심방중격결손에서는

상폐정맥과 우심방사이에 3.1Vol%의 산소함량의 증가를 볼 수 있었고 심실중격결손에서는 우심방과 우심실간 1.95 Vol%의 차이를 개존동맥관에서는 우심실과 폐동맥사이에 1.3 Vol%의 차이를 나타내었다. 이들 심도자 실시중에 동맥혈 산소함량을 측정할 때 비청색군에서 평균 14.89Vol%, 청색군에서 평균 14.41 Vol%를 정하였다. 또한 출혈환자에 따른 Qp/Qs, Pp/Ps, Pp/Rs와 Shunt등을 계산하여 얻은 성적은 표 3과 같았다.

**3) 우심도자소견과 임상진단 및 수술후 진단과의 비교**

임상진단과 심도자소견사이에 차이를 보인 경우가 6에 있었는데(표 4), 임상진단이 심실중격결손이었던

**Table 3.** Data of right Heart Catheterization ( II )

	Qp	Rp	Qp/Qs	Pp/Ps	Rp/Rs	Shunt	
						L/min/M2	%
VSD	10.7	2.2	2.5	0.13	0.09	6.6	154.3
TOF	3.4	1.8	0.5	0.11	0.09	3.6	105.6
PDA	8.5	0.8	1.8	0.16	0.04	3.9	83.8
ASD	7.0	1.3	2.1	0.19	0.04	3.8	117.1

Qp/Qs; The ratio between pulmonary and systemic blood flow.

Pp/Ps; The ratio between mean pressure in pulmonary artery and that in a systemic artery.

RP/Rs; The ratio between pulmonary and systemic arterial resistance.

Qp(L/min/M2)

RP(mmHg/L/min/M2)

3례에서 1례는 활로우씨 4증, 2례는 심실중격결손과 폐동맥협착이었고, Transposition of the great arteries로 생각되었던 2례에서 심도자후 모두 활로우씨 4증으로 판명되었으며 심방중격결손 1례가 심도자후 심방중격결손과 폐동맥협착으로 나타나 전체 비율은 12%의 차이율을 나타냈다.

**Table 4.** Correlation between Clinical Impression and Cardiac Catheterization Diagnosis

Clinical Impression		Cardiac Cath. Dx.	
Diagnosis	No of Cases	Same Dx.	Different Dx.
VSD	22	19	1(TOF) 2(VSD+PS)
TOF	15	15	—
PDA	5	5	—
ASD	5	4	1(ASD+PS)
TGA	2	—	2(TOF)
PS	1	1	—

TGA; Transposition of the Great Arteries.

또 각질환군에서 수술을 시행한 경우는 표 5.과 같은데 1례를 제외한 모든 례에서 심도자소견과 수술후

진단과는 일치하였다. 일치하지 않은 1례의 경우 심도자소견은 VSD+Pulmonic Valvular stenosis 였으나 수술후 진단은 VSD+infundibular stenosis였다. 이를 보아 심도자소견과 수술소견과의 차이를 보인것은 3.0%로서 아주 정확한 것을 알 수 있다.

#### 4) 합병증

심도자법 시행에 따른 합병증을 살펴보면 left side hemiplegia 1례, occlusion of the femoral artery 1례, 그리고 transient ventricular tachycardia 1례로서 총 3례에서 합병증이 발생하여 6.0%의 합병증 발생율을 정하였다. 이들 합병증은 TOF에서 2례 VSD 1례 였으며 모두 Angiocardiogram을 실시한 경우에 발생하였다. 심도자법 시행후의 혈액검사치의 변화를 살펴보면 Hemoglobin치가 비청색군에서 10.7gm%, 청색군에서 14.7gm%로서 시행전에 비해 약간 감소한 반면 WBC치는 비청색군에서 검사전에 7.938/cmm에서 검사후 10.308/cmm로 또 청색군에서도 9.136/cmm에서 검사후에 9.250/cmm로 양군에서 모두 증가된 소견을 나타냈다. 소변검사상으로는 심도자후 현미경상 RBC 출현을 보인것이 3례로서 6%였다. 우심도자법 시행한 50례에서 사망례는 없었다.

**Table 5.** Correlation between Cardiac Catheterization Diagnosis and Postoperative Diagnosis

Diagnosis	Cardiac cath. Dx. No. of Cases	Postoperative Dx.		
		Operated Cases	Same Dx.	Different Dx.
VSD	21	14	13	1(VSD+Infundibular stenosis)
TOF	18	10	10	—
PDA	5	5	5	—
ASD	4	3	3	—
PS	2	1	1	—

#### IV. 고 찰

1929년 Werner Forssmann<sup>(14)</sup>이 자신의 우심방에 도자를 삽입함으로써 시작된 심도자법은 1941년 Courmand와 Range<sup>(15)</sup>에 의해 보편적이고 확립된, 심장질환의 연구와 진단수단으로서 임상에 이용되게 되었다.

특히 근래 심장수술의 급속한 발전에 따라 요청되어 지는, 보다 정밀한 해부학적 지식과 정확한 술전 진단을 얻는데에 획기적인 기여를 하여왔다.

우심도자법은 선천성 심장질환의 수술전 진단을 위해서는 거의 필수적인 수단이며 후천성 심질환에 있어서도 좌심도자법과 병용하므로써 널리 이용되고 있다.

심도자의 적응증에 관해서는, Sabiston에 의하면, 절대적 금기는 없으며 정확한 진단의 필요성이 있을 때는 모든 심장질환에서 적응증이 된다고 하였고, Nadas와 Fyler에 의하면, 적응증으로서 첫째, 임상소견상 수술을 할수 없는 심질환이지만 환자상태가 너무 나쁘거나, 수술적응여부가 애매한 경우, 둘째, 수술시행에 있어서 술전에 해부학적 및 생리적 지식과 심질환의 심한 정도를 파악하는 것이 필요한 경우, 셋째 수술대상 환자에게서 수술금지요인이 있을 것으로 판단되는 경우, 넷째, 술후 환자의 경과를 관찰할 경우 등을 들고 있다.

저자들이 있어서는, 임상소견상 명백한 개존동맥관으로 진단된 경우를 제외한 모든 선천성 심장질환에서 우심도자법을 시행토록 하였다. 그러나 심질환이 극히 중한 상태에 있거나 생후 1개월미만의 유아에게 심도자를 적용할 경우에는 보다 신중한 검토와 결정을 요할 것으로 사료된다.

병력과 이학적 소견, 상례적인 검사실 소견, 흉부 X-선, Cardiac series, 심전도, 심음도, 등으로 얻어진 임상적 진단과 심도자 시행 후에 확립된 진단간의 차이를 보인 경우가 6례로서 차이율은 12.0%이었고, 심도자 진단과 수술후 최종진단간에 차이를 보인 경우는 1례로서, 차이율은 3.3%를 무하였다. 즉 이들 소견에 의하면 술전에 선천성 심장질환의 진단을 위해 이용하는 우심도자법의 정확도는 극히 높은 것을 알수가 있다. 그리고 아울러 Cardioanigogram을 병용하고, 혈액류학적 Data를 분석하므로써 심질환에 따른 손상의 정도와 예후판정에 있어서도 중요한 비중을 차지하는 것으로 판단된다.

심도자법 시행에 따른 합병증을 문헌상으로 살펴보면, 일과성의 부정맥은 거의 소예에서 출현하며, 그의

주요한 합병증으로는 심근경색, 심장천공, 심한 부정맥, 심부전, conduction defect, 출혈, 허혈, 혈관경련, 고열, 혈전증, Lung infarction, Knotted catheters 등을 부고하고 있으며,<sup>(17-22)</sup> 전체적인 합병증 발생율은 3.6%이고, 사망율은 0.45%라고 하였다. 또한 Bagger 등에 따르면 우심도자법 시행에 들만 조사하였을 때는 사망율이 0.11%라고 하였다. 저자들의 경우에는 일과성인 발열을 제외하면 우심도자법 시행에 따른 전체 합병증 발생율은 6.0%였으며 이들은 모두 Cardio-Angiogram을 併用하여 시행한 경우에 발생하였다.

그러나 저자들의 경우, 사망례는 없었다. 이들 합병증 발생 요인으로는 물론 피검자의 심질환 상태가 중요하겠지만 심도자를 위한 시설의 개선과 심도자용 기구의 철저한 소독관리 및 시술자의 숙련도 증가 등으로서 현저한 개선이 가능한 것으로 판단된다. 저자들의 경우 최근 Balloon tipped tripple lumen catheter를 사용하므로써 심도자에 따른 합병증 발생이 상당히 감소하는 것을 볼 수 있었다. 향후 심장질환의 연구와 진단을 위해 Indicator dilution technique, Foreign gas technique<sup>(16)</sup> Intracardiac phonocardiography 등의 활용과 Fiber-optic catheter의 임상이용은 극히 바람직한 것으로 사료된다.

#### V. 요 약

선천성 심장질환을 가진 환자에게 시행하였던 우심도자법 50례에 대하여 임상소견 및 우심도자 성격을 관찰하여 다음과 같은 총괄을 얻었다. 연령분포는 10세이하가 27례, 11세에서 20세 사이가 18례, 21세 이상이 5례였으며 남녀간의 성별비는 2.8:1로 남자가 많았다. 질환별 분포를 보면 심실중격결손이 21례로서 가장 많았고, 환로우시 4층 18례, 개존동맥관 5례, 심방중격결손 4례, 폐동맥협착 2례를 정하였다. 그리고 각 질환에 따른 우심도자성적을 살펴보면 심실중격결손에서 우심실압과 폐동맥압이 정상보다 높았고 산소함량은 우심방과 우심실간에 1.95Vol%의 차이를 보였으며, 환로우시 4층에 있어서는 우심실압 107.9/0 (mmHg), 폐동맥압 20.8/8.5를 정하였으며, 개존동맥관의 경우에는 폐동맥압이 46.5/20 (mmHg)였고 산소함량은 우심실보다 폐동맥에서 1.3Vol% 증가한 소견을 보였다. 심방중격결손에서는 상대정맥과 우심방사이 1.3Vol%의 산소함량차이를 보였다. 심실중격결손에서는 Left-to-right shunt는 154.3%로서 Qp/Qs가 2.5., Rp/Rs는 0.09를 정하였고 심방중격결손에서

는 Shunt는 117.1%, Qp/Qs는 2.1, Rp/Rs는 0.04를 나타냈고, 환로우씨 4중에서는 Rt-to-Lt shunt가 10.56%이고, Qp/Qs가 0.5, Rp/Rs는 0.09를 정하였다. 심도자 진단의 정확도를 살펴보면 임상진단이 심도자소견과 달랐던 경우가 전체예수의 12%나 된 반면, 심도자진단이 수술후 진단과 달랐던 경우는 단 1례로서 극히 높은 정확도를 보였다. 우심도자법 시행에 따른 합병증발생이 총 3례로서 6%를 정하였다. 그러나 사망례는 없었다.

## REFERENCES

- Whale, R.E., Spach, M.S. and McIntosh, H.D. : *Cardiac catheterization*. *Am. Heart J.*, 71 : 124-133, 1966.
- Dexter, L., Haynes, F.W., Burwell, C.S., Eppinger, E.C., Siebel, R.E., and Evans, J.M. : *Studies of congenital heart disease. I. Technique of venous catheterization as a diagnostic procedure*. *J. Clin. Invest.*, 36 : 548, 1947.
- Baldwin, E.F., Moore, L.V., and Noble, R.P. : *The demonstration of ventricular septal defect by means of right heart catheterization*. *Am. Heart J.* 32 : 152, 1946.
- Braunwald, E., Moscovitz, H.L., Amram, S. S., Lasser, R.P., Sapin, S.O., Himmelstein, A., Ravitch, M.M., and Gordon, A.J. : *The hemodynamics of the left side of the heart as studied by simultaneous left atrial, left ventricular and aortic pressure. Particular reference to left mitral stenosis*. *Circulation*, 12 : 69, 1955.
- Hellems, H.K., Haynes, F.W., Dexter, L. and Kinney, T.D. : *Pulmonary capillary pressure in animals estimated by venous and arterial catheterization*. *Am. J. Physiol.* 155 : 98, 1948.
- Nadas, A.S., and Fyler, D.C. : *Cardiac catheterization, in "Pediatric cardiology"*, 3rd edit, W.B. Saunders Company. 1972.
- Fowler, N.O. : *Principles of cardiac catheterization, in "Cardiac diagnosis and treatment"*, 2nd edit, Harper & Row publishers, 1976.
- Hurst, J. W. : *Cardiac catheterization, in "The heart"*, 4th edit. Mc Graw-Hill book company.
- Sabiston, D.C. and Spencer, F.C. : *Special diagnostic procedures, in cardiac surgery, in "Gibbons Surgery of the chest"*. 3rd edit, W.B. Saunders company, 1976.
- Lucas, R.V., Jr., Adams, P., Jr., Anderson, R.C., Moyne, N.C., Lillihed, C.W., and Varco, R.L. : *The natural history of isolated ventricular septal defect. A serial physiological study*. *Circulation*. 24 : 1372, 1961.
- 차홍도, 문언 : 심도자법과 심장 혈관 촬영법, 대한 내과학회잡지, 16 : 161~166, 1973.
- Seldinger, S.I. : *Catheter Replacement of Needle in percutaneous arteriography*. *Acta Radiol.* 39 : 368, 1953. (Cited by Cope 19.).
- Swan, H.J., Ganz, W., Forrester, J., Marcus, H., Diamond, G., and Chonnett, D. : *Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed ballontipped catheter*. *N. Engl. J. Med.* 283 : 447, 1970.
- Forssmann, W. : *Die Sondierung des Rechten herzens*. *Klin. Wchshr.*, 8 : 2085, 1929. (Cited by Cownard 15.).
- Courand, A., and Ranges, H.A. : *Catheterization of the right auricle in man*. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 46 : 462, 1941.
- Clark, L.C., and Bargeron, L.M., Jr. : *Detection and direct recording of left-to-right shunts with the hydrogen electrode catheter*. *Surgery*, 46 : 797, 1959.
- Beckmann, C.H., and Dooley, B. : *Complications of left heart angiography, a study of 1,000 consecutive cases*. *Circulation*, 41 : 825, 1970.
- Bagger, M., et al. : *On methods and complications in catheterization of heart and large vessels with and without contrast injection*. *Am. Heart J.*, 54 : 767, 1957.
- Skinner, J.F., and Burroughs, J.T. : *Intracardiac knotting of the catheter during right heart catheterization*. *Circulation*, 23 : 81, 1961.
- Cope, C. : *Intravascular breakage of Seldinger spring guide wires*. *J.A.M.A.*, 180 : 1061, 1962.
- Horger, E.L., Dotter, C.T., and Steinberg, E. : *Electrocardiographic changes during angiocardiology*. *Am. Heart J.*, 41 : 651, 1951.
- Read, R.C. : *Cause of death in cardioangiography*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 38 : 685, 1959.