

개심술 시 체외순환법에 대한 임상 보고

이 홍 섭* · 신 혜 숙* · 김 창 호*

- Abstract -

Clinical Analysis on Perfusion Technique

Lee Hong Sup, M.D.* , Shin He Sook, R.N.* , Kim Chang Ho, M.D.*

This study was undertaken to evaluate current technique of extracorporeal circulation by analyzing the results in 73 cases. We performed standard cardiopulmonary bypass using polystan roller pump, bubble(Polystan) and membrane(Cobe) oxygenator. There were 42 males and 31 females. We studied the changes of hemoglobin, hemodynamics, speed of cooling and warming, methods of cannulation and ACT. Arterial cannula was inserted on ascending aorta except for 7 cases of femoral cannulation. Preoperative hemoglobin was 13.2 gm% and this value dropped to 7.5 gm% during perfusion. Blood pressure of 113 mmHg in systolic dropped 57mmHg in 10 minutes of perfusion and became 98 mmHg at the end of perfusion. Initial drop of blood pressure was marked in pediatric patient. Mean cooling time was 19.4 min(0.54 °C /min) and warming time was 34 minutes(0.25 °C /min). During perfusion, ACT was maintained above 600 sec and 44 patient did not need additional Heparin.

서 론

1953년 Gibbon씨에 의해 심장 수술에 심폐기가 성공적으로 적용된 이래 체외순환법에 많은 발전이 이루어져 왔으나 아직 여러가지 서로 다른 원칙, 방법, 및 기계 등이 이용되고 있다. 저자들은 현재 본원에서 시행하고 있는 체외 순환법을 평가하기 위해 그방법과 결과를 분석하였다.

본 논문은 1987년도 인제대의 연구비에 의해 이루어짐
*인제대학교 의과대학 서울백병원 흉부외과학교실

*Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery,
College of Medicine, Inje University Seoul Paik
Hospital

1990년 9월 29일 접수

대상 및 방법(표 1)

대 상

1987년 1월 부터 12월 말까지 체외순환을 시행한 73예를 대상으로 하였다.

방 법

심폐회로

폴리스탄사의 심폐기와 기포형(Polystan) 및 막형(Cobe) 산화기를 사용 하였고(Fig 1,2) 100분 이상의 체외순환이 예상 되는 경우 막형 산화기를 사용 하였다.

충전액(Perfusate)(표 2)

혈회석은 어른의 경우 혈구용적 25%를 기준으로

표 1. 대상

성별	남	42
	여	31
평균연령(세)		26
체표면적(M ²)		1.18
산화기	기포형	54
	막형	19
질병 분류	선천성	34
	후천성	39

무혈을 원칙으로 하였으며 영아 및 소아의 경우 30% 기준으로하고 48시간 이내에 채혈한 ACD 혈액을 첨가하였다. 혈액의 중화는 헤파린 2500 단위 중탄산소다 20mEq로 하였으며 회석액은 하트만 씨 용액으로 하고 헤파린 2500 단위 /L를 첨가하였다.

삽관법

송혈관의 선택

표 3에 의해 송혈관의 크기를 결정 하였고 동맥도관의 선택은 최대 유속시 압력차가 100mmHg이하 되는 크기를 선택 하였으며 대부분의 경우 상행 대동맥에 삽관 하였다(표 4). 활로사정증과 같이 대동맥이 큰 경우 한급 더큰 도관을 선택하였다. 정맥 도관은 표 5에 의해 크기를 결정 하였고 주로 폴리스탄사의 직각도관을 사용 하였는데 이도관은 직각으로 굽어져 있어 우심방을 통하여 수술 하는 경우 대부분 사용 하였고 심실 중격 결손증 중 subarterial type이나 관상동맥 우회술의 경우에는 굽어지지 않은(straight) 도관을

표 3. 송혈관의 크기

tube diameter	weight
8mm	< 10kg
10mm	10 - 30kg
12mm	> 30kg

표 2. 충전액의 구성

예) 체중 60kg Hb 12gm% Hct 36% (VT7000사용시)	예) 체중 10kg Hb 12gm% Hct 36% (VT 2000사용시)
Total Prime : 2510.8(HCT 23.6%)	Total Prime : 991.5(HCT 33%)
Hartmann's sol : 2400	Hartmann's sol : 100
Albumin : 100	Blood : 800
Heparin(6000unit)1.2	Albumin : 50
Bicar. 9.6	Heparin(5250unit) 1.1
	Bicar 40.4

표 4. 동맥 도관의 선택

크기 (mm)	최대관류량 (1/min)	관류량 (1/min)
3.3	1.0	0.9
4.7	2.0	0.8-1.7
6.0	3.5	1.6-2.4
7.0	4.5	2.2-4.8
8.0	6.0	2.6-4.8

표 5. 정맥 도관의 선택

크기 (mm)	관류량 (1/min)	사용예
6	0.8-1.8	14
7	1.1-3.0	17
8	2.6-3.9	17
9	3.3-4.8	18

사용 하였고 관상동맥 우회술시는 Two stage can-nula를 이용 하였다. Fontan op, Senning, Mustard op. 등 우심방을 이용하는 수술시에는 DLP사의 도관을 이용 대정맥에 직접 삽관 하였다. 좌상공 정맥이 존재 할 때에 직접 삽관 하거나 무명정맥이 있을 때는 결찰 하였고 Foley나 정맥 도관을 coronary sinus로 삽관 하였다.

Intracardiac suction

다음과 같이 3개의 흡입관을 사용 한다.

성인	소아	
8mm	8mm	sucker
8mm	6mm	sucker
6mm	6mm	vent

recirculation line

막형 산화기에는 모두 사용 하였으며 기포형 산화기에는 사용 하지 않았다.

송혈관 : silicon tube 8, 10, 12mm 사용

펌프 잠금 방법 : 1m 높이에서 분당 1/2인치 속도로 물이 내려오게 잠근다.

열 교환기(heat exchanger) : Hemotherm(CSZ사)

저체온 및 관류법

저 체온법 : 관류 시간이 짧을 경우 25~32도를 유지 하였고 복잡 심기형 혹은 장시간의 수술 시간이 요구 될 때는 18~20도를 유지 하였다. 열교환기의 물 온도는 30도로 시작 하여 직장 온도와 물탱크 온도차가 17도 이내로 하고 수술대 위의 물 침대 온도도 같은 속도로 내렸다. 관류량은 2.4 l/min/m²를 유지 하였고 체온이 떨어 지면 1.6 l/min/m²로 내리고 심장 내로 혈액 유입이 많을 경우 표 6을 기준으로 관류량을 내렸다. 가온시에는 물 온도와 직장 온도와의 차이를 10-12도 이내로 유지 하고 물 온도가 42도를 넘지 않게 유지 하였다.

부분 관류시 중심 정맥압은 술 전보다 2-3mmHg 낮게 하였고 완전 관류시는 중심 정맥압을 0으로 유지 하였다. 대부분의 경우 혈압이 떨어지며 시간이 지나면 말초 혈관 저항의 증가로 혈압이 오르는데 혈압이 계속 오르지 않을 경우에는 관류량을 증가 시키고 냉각을 계속 하였으며 약제의 사용은 하지 않았다. 관류도중 혈압이 100mmHg이상으로 오를 경우 주로 Nitroprusside로 조절 하였다.

체의 순환의 정지

직장 온도가 32도에 달하면 하공정맥 도관을 잠그고 혈압과 정맥압을 보면서 관류량을 내린다. 34도에 도달 하면단계적으로 관류량을 줄이고 순환을 정지 시킨다. 산화기에 남은 혈액은 송혈관을 통하여 환자에 주입 한다.

표 6. Suggested minimal safe arterial flow in hypothermia

Temperature (°C)	flow (l/min/m ²)	safe duration (min)
28	1.6	120
28	0.5	20
26	0.5	30
22	0.5	45

심장내 공기 제거법

심방 혹은 심실내를 물 혹은 혈액으로 채우고 대동맥 기시부의 심정지액 주입구를 연다. 환자의 머리를 심장 보다 낮게 위치시키고 양압으로 호흡 시키고 심장을 들어 좌심실 첨(apex)에 19게이지 바늘을 꼽아 공기를 제거한다.

심실 세동의 제거

5J 부터 시작 하여 점차로 10,20J로 올린다.

심근 보호법

브렛쉬나이다씨(No. 5) 용액 혹은 중의심정지액 1호를 사용하며 브렛쉬나이다용액은 체중 kg당 50ml를 1미터 높이에서 8분간 주입하고 심장의 움직임이 있거나 50분이 지나면 초회량의 1/3을 주입한다. 체외 순환 시간이 짧은 경우를 제외 하고 대부분의 경우 심낭내를 4도의 생리식염수로 채워 냉각 시킨다.

혈역학적 검사

체의순환 10분후 혈색소, 포타시움 및 혈액 가스치를 측정하고 매 30분마다 검사 한다.

산소 및 탄산가스치의 조절

기포형 산화기의 경우 100% 산소 만 사용 하고 막형 산화기의경우 산소 농도를 조절하여 PaO₂가 200 mmHg이상 PaCO₂는 25-35mmHg를 유지 하였다.

헤파린 투여 및 중화

기초 ACT를 체외 순환 전에 검사 하고 헤파린 3.5mg/kg를 우심방으로 주입한다. ACT는 매시간 마다 측정하여 480초 이상을 유지한다. 푸로타민 투여는 3mg/kg를 대동맥으로 주입하며 주사 15분 후에 ACT 검사를 하고 필요한 양을 추가로 주입한다.

결 과

총 73명중 남자가 42명이었고 여자가 31명이었으며 나이는 10개월 부터 70세였고 평균 26세였다. 산화기는 기포형이 54예 막형이 19예에서 사용 되었으며 질병의 종류는 후천성 질환이 39예였는데 후천성 질환중 28예가 판막질환이었고 동맥류 7예 기타 4예였다.

도관의 크기

동맥 도관은 Argyle사의 도관 내경 3.3, 4.7, 6, 7, 8mm를 사용 하고 있는데 도관을 통한 최대 유속은 분당 1-6리터로 도관 전후 부위의 압력차가 100mmHg 이내를 유지하도록 하였다. 동맥도관의 선택시 청색증이 있는 환자의 경우는 크기보다 한구경 큰것을 선택 하였으며 고동맥 삼관이 필요 하였던 7명은 20 F 도관을 사용 하였다. 동맥도관 삼관시 계산과 다른 도관을 삼관한 경우가 5예 있었다. 2예는 3.3에서 4.7로 3예는 6에서 7로 더 큰 도관을 삼관하였다.

저자들은 부분관류시 계산 관류량(2.4 l/mim)보다 많은 유속을 유지하기 때문에 큰 동맥 도관을 많이 사용 하였다. 정맥 도관은 폴리스탄사의 4-9mm 정맥 도관을 표 5를 기준으로 하여 선택후 수술시 정맥 크기를 보아 결정 하여 실제 사용은 표 7과 같이 하였다. 원래 계획했던 도관과 다른 크기의 관을 사용했던 경우는 모두 14예가 있었다.

혈색소 치의 변화(표 8)

술전 혈색소치는 13.2gm%였으며 수술중 60분에 7.5gm%로 떨어졌다가 점차로 회복하여 관류직후에는 9.2%로 증가 하였다. 혈액을 관류액에 첨가한 경

표 7. 정맥 도관의 선택과 실제삼관 과의 차이

계산 크기	실제크기	수효
IVC SVC	6 - 6	1
	7 - 6	1
7 - 7	6 - 6	2
8 - 8	9 - 9	5
9 - 9	10 - 10	1
	8 - 8	4

표 8. 혈색소 치의 변화

측정시간	전체평균 (gm%)	Group A (gm%)	Group B (gm%)
입원시	13.2±2.7	12.4±1.8	13.7±2.9
관류전	12.3±2.9	11.1±2.2	13.0±3.0
관류 10분	8.4±1.7	8.2±1.7	8.6±1.7
	30분	7.8±1.8	7.6±1.8
60분	7.5±1.4	7.7±1.6	7.4±1.3
90분	7.7±1.1	8.0±0.7	7.6±1.2
관류 직후	9.2±1.6	8.9±1.4	9.4±1.6

우와 첨가 하지 않은 경우 양군 모두 관류 중 처음 예상한 8-10mg% 보다 낮은 수치를 나타내었다.

혈역학적 변화

혈역학적 변화를 보면(표 9) 술전 113 mmHg에서 관류 직후(10분) 57 mmHg로 떨어 졌다가 점차 증가 하였으며 관류 후에는 98 mmHg로 증가 하였다. 관류 초기 저혈압 현상은(표 10) 15세 미만의 환자에서 15세 이상의 환자 보다 현저하게 감소 하였다. 관류 중 CVP는 0을 유지 하려고 하였으나 실제로는 표 9와 같았다.

표 9. 혈역학적 변화

측정 시간	평균 혈압 (mmHg)	중심 정맥압 (mmHg)
관류전	113±23	11.2
부분 관류	85±26	
관류 10분	57±19	7.8
	30분	75±18
60분	85±19	9.6
90분	90±20	
관류 직후	98±22	

표 10. 연령별 관류 초기 혈압의 비교

	15세 미만	15세 이상
수효(명)	31	40
평균 혈압	49.5±16.8	63.3±18.9

표 11. 체온의 변화

측정시간	직장 온도(도)
관류전	36.6±0.8
관류 10분	35.7±2.1
	30분
60분	26.3±4.1
관류 직후	33.6±4.1

표 12. 냉각 및 가온 속도

	냉각	가온
체온(최고)	36.0±1.0	33.9±1.4
(최저)	26.9±2.9	25.8±2.8
시간(분)	19.4±7.3	34±12
속도(도/분)	0.54±0.03	0.25±0.10

체온은 직장과 식도 온도를 측정 하였고 직장 온도를 기준으로 하여 관류를 시행하였다. 관류중 최저 평균 직장 온도는 18.4도 최고는 냉각 하지 않은 환자의 34.5도 였다. 냉각시 물온도와 직장온도와의 차이는 10-15도를 유지 하였는데 목표한 체온에 도달한 시간은 19.4분 이었고 1분에 0.54도씩 하강 하였다. 가온 시간은 평균 34분이 걸렸고 평균 0.25도/분으로 체온이 상승하였다.

동맥혈 가스 분압치(표 13)

수술중 PH는 정상범위를 유지하였으며 산소 분압은 높은 수준을 유지 하였다.

ACT (activated clotting time)의 변화(표 14)

수술전 ACT는 145초 였으며 관류 도중에는 600초 이상이 유지 되었다. 수술 도중 헤파린 추가가 필요했던 경우가 29명이었고 필요 없었던 경우가 44명이었는데 각각의 평균 관류 시간은 179분과 81분이었고 관류후 푸로타민 3mmg/kg로 중화 한후 측정 한 ACT는 157초였다.

표 13. 혈액 가스치의 변화

측정 시간	PH	CO2	O2	B.E.
관류전	7.45	32	244	-1.4
관류 10분	7.40	35	420	-3.0
30분	7.38	34	399	-4.7
60분	7.44	28	373	-3.4
90분	7.49	28	324	-2.3
관류 직후	7.43	32	321	-3.0

표 14. ACT의 변화

측정시간	ACT(초)	수효 (명)	평균 관류시간(분)
관류전	145 25		
관류 10분	400-600	6	
	600-1000	32	
	>1000	35	
중화후 15분	157 40		
관류중 헤파린 추가 한 군	29	179	135
헤파린 추가 하지 않은 군	44	81	31

체의 순환중의 적정한 혈액색소의 치에 대해서는 논란이 많으나 과다한 혈액 희석법은 조직으로 가는 산소가 부족될 수가 있고 조직 수분의 증가 등의 단점이 있으나 혈액의 점도를 떨어뜨려 말초 혈액 순환을 증가 시키고 수술 도중 혈액 사용을 적게 할 수 있어 대부분의 병원에서 혈액희석법을 사용 하고있다²⁾. 저자들은 관류시작 직후 어른의 경우 헤마토크릿 치를 25%로 계산하여 무혈 충전 시키고 어린이의 경우 30%를 기준으로 전혈을 충전액에 보충 하였다. 관류 도중 혈액색소 치는 술전에 계획하였던 것 보다 낮은 20-25%로 유지 되었는데 이의 원인으로는 계산식의 변수(variable) 즉 ACD 전혈의 혈액색소 치가 본원 검사에 의하면 10-12mg%로 외국인의 혈액색소치 보다 낮고 체내 혈액색소치와 검사치와의 차이, 심장지역의 심폐기 내로의 환류등이 혈액색소치 저하의 원인으로 생각된다. 정맥도관을 통한 심장에서 산화기로의 혈류량은 중력에 의존하는 경우 산화기와 심장 위치와의 차이 및 정맥도관의 크기에 의하여 주로 결정된다. 저자들은 정맥도관으로 주로 폴리스탄사의 Double rig catheter³⁴⁾를 사용 하였는데 어른의 경우 8-9mm의 큰 도관을 사용 하여 중심 정맥압을 0 가까이 유지할 수 있었다. 정맥 도관의 삽관은 상 하 대정맥 가까이의 우심방을 통하여 삽관 하는데 90도 각도의 도관의 우심방의 면적을 적게 차지 하기때문에 우심방을 포함 하는 수술 및 특히 심실중격 결손증 심방 중격결손증, 승모판 대치술시 편리하다. 단점으로는 상 대 정맥 도관의 안정성이 없어서 주의를 요한다. 대개 상하대정맥 도관의 크기는 같은 크기였으나 좌측상대정맥(LSVC)이 있는 경우 우상대정맥이 작아 작은 크기의 도관이 필요하였다. 좌상대정맥의 삽관은 도관을 우심방 관상정맥동을 통하여, 넣거나 정맥에 직접 삽관 하였다. Senning씨 혹은 Fontan씨 수술시에는 직접 정맥에 삽관 하였는데⁵⁾ 이런 경우에는 DLP사의 metal tip catheter를 사용 하면 정맥 환류 및 수술 시 야가 좋았다. 단순 대동맥관 치환술 혹은 관상 동맥 우회술시에는 two stage catheter를 사용 하였는데 삽관이 용이 하고 수술 시야도 양호 하였으나 도관의 위치가 적절 하지 않으면 심장으로 혈액의 유입이 있었으며 우심방 온도 유지에 부적합 하였다. 체외 순환

시 동맥 도관을 통한 혈액 손상은 많지는 않지만 작은 동맥 도관은 송혈관의 압력을 높여 와류(turbulence)에 의한 혈액 파괴를 일으키고 송혈관의 파열을 일으킬 수 있기 때문에 그 선택이 매우 중요하다⁶⁾. 송혈관과 대동맥 사이의 압차는 대개 100mmHg 이하를 유지 하는데 압력차를 낮추기 위해서는 내경이 큰 도관이 필요하다. 그러나 내경이 크면 삽관이 어렵고 삽관에 의해 동맥혈압이 떨어지기 쉬워 적당한 크기의 도관 선택이 매우 중요하다. 저자들은 Argyle 사의 동맥도관을 사용 Kirklin씨의 도표를⁷⁾ 참고 하여 압차가 100-150mmHg되는 크기를 선택 하였으나 동맥도관 및 체외 순환 조건에 따라 달라질 수 있기 때문에 본원 심폐기에 동맥도관을 연결 하여 Brodman^{8,9)}씨의 방법으로 검사하여 표 15의 결과를 얻어 압차가 150mmHg이내의 것을 선택하고 동시에 한 구경 더 큰 것을 준비 하여 수술 시야에서 목측한 대동맥의 크기에 따라 적당한 것을 선택 하였다. 저자들은 부분관류시 계산 관류량 보다 많은 관류량을 사용하기 때문에 계산에 의한 도관 크기 보다 더 큰 것을 사용하는 경우가 많았다. 관류 도중의 혈액학적인 변화는 관류 초기에 말초 저항의 감소, 혈회석법, 관류량에 의해 저혈압이 초래되나 시간이 지나면 저항의 증가에 의한 혈압의 상승이 나타나게 된다. 저자들의 결과도 시간이 흐를수록 관류량의 감소에도 불구하고 동맥압의 증가를 나타내었다. 체외 순환중의 적절한 혈압에 대해서는 이론이 많으나 50mmHg이상 유지 하는것이 안전 하다고 한다. 저자들은 관류량을 관류 초기에 2.4 l/min/m² 이상으로 유지 하였으나 관류 10분에 평균 57 mmHg였고 심한 경우에는 20-30 mmHg까지 떨어지는 경우도 있었다. 특히 15세 미만의 소아의 경우 평균 혈압이 49.5 mmHg로 15세 이상의 63.3 mmHg 보다 현저히 낮았다. 평균 동맥압은 관류 30분에 70 mmHg로 상승하고 시간의 경과에 따라 더욱 상

승하였는데 이는 다른 보고자와 일치된 결과를 보였다. 관류 도중에 체온은 식도 및 직장 온도를 측정 하였는데 저체온법의 이용은 산소 소모량을 줄여 관류량을 줄일 수 있고 수술 시야를 좋게하는 등의 장점이 있어 거의 전 개심술에서 이용되고 있다. 저자들은 단순 심기형의 경우 25도 복잡 심기형의 경우 20도 내외를 적용하고 있다. 체온을 냉각 혹은 가온시킬 때는 그 속도가 중요하다. 저자들의 결과에 의하면 냉각시는 분당 0.54도 가온시는 0.25도로 상승하여 목표체온에 도달한 시간이 각각 19분 및 34분이었다. 이는 일반적인 3-5분에 1도 올리는 것에 비해 약간 낮은 수치였다^{10,11)}. 체온의 변화는 열교환기의 능력환자의 크기 관류량 등의 조건에 따라 변화가 있으므로 더 세분된 연구가 필요하며 각 병원의 조건에 따라 냉각 및 가온 방법의 연구가 필요하다. 현재 체외 순환방법이 매우 다양한 기술과 재료에 의해 여러가지 형태로 시행되고 있고 또 소모품 등의 고가로 인해 그 사용이 불가능한 경우가 있으나 cell saver사용에 의한 혈액 사용량의 감소 및 송혈관에서 직접 혈액가스치의 측정 분석 혈액학치 및 체외 순환에 따르는 자료의 컴퓨터화등이 현재의 체외 순환법에 도입되어야 한다고 사료 된다.

REFERENCES

1. 이성행, 김규태, 이길로, 김송명, 김광숙, 채종욱 : 체외순환을 위한 혈액 회석법에 대하여, 대한흉부외과학회지 10 : 250~266, 1977
2. de Leval M. : *Perfusion techniques for pediatric cardiac surgery*. In Taylor KM ed. *Cardiopulmonary bypass, 1st ed. p115, Baltimore, Williams & Wilkins, 1986*
3. Rygg IH, Valentin N. : *The Rigg-Kyvsgaard pump-oxygenator*. In: Ionescu MI, Wooler GH, eds. *Current technique in extracorporeal circulation. 1st ed. p139, London, Butterworths, 1976*
4. Rygg IH, Colin GG. : *The Polystan system for Extracorporeal Oxygenation and circulation*. In: Ionescu MI. eds. *Techniques in extracorporeal circulation. 2nd ed. p103, London. Butterworths, 1981*
5. de Leval M. : *Perfusion techniques*. In: Stark M. de Leval M. eds. *Surgery for congenital heart defects, 1st ed. p123, London. Grune & Stratton, 1983*

표 15. Atrial Cannulae Flow Chart(mmHg)

		Flow in liters per minute							
size	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	
		Flow in liters per minute							
	60	190							
14	20	80	120	180	250				
18		20	40	50	70	80	120	180	
21							60	100	140
24							60	100	130

6. Tinker JH, Roberts SL. : *Management of cardiopulmonary bypass*, In : Kaplan JA, ed. *Cardiac anesthesia*, 2nd Ed., p895, Grune & Stratton, 1987
7. Kirklin JW, Kirklin JK, Lell WA. : *Cardiopulmonary bypass for cardiac surgery*. In : Sabiston DC, Spencer FC eds. *Surgery of the chest*, 4th ed, p909, Philadelphia, W. B. Saunders, 1983
8. Brodman R, Siegel H, Lesser M et al. : *A comparison of flow gradients across disposable arterial perfusion canulas*. *Ann Thorac Surg* 1985, 39 : 225~233
9. 김요한, 김형목 : 1회용 각종 송혈관의 관류압차에 대한 비교 실험, *대한흉부외과학회지* 19 : 18~24, 1986
10. Hansen I, Dobbs J. : *Conducts of cardiopulmonary bypass*. In : Harlan BJ, Starr A, Harwin FM, eds. *Manual of cardiac surgery*, 1st ed. p33, New York, Springer-Verlag, 1985
11. Lake CL. : *Cardiopulmonary bypass : Anatomy, physiology and phamacology* In : *Cardiovascular anesthesia*, 1st ed, p311, New York, Springer-Verlag, 1985