

# 서울대학교병원의 방사선치료장비 운용 통계에 관한 고찰

서울대학교병원 치료방사선과

박흥득 · 김완선 · 안희용

## A Statistical Review on States Relating to Operation of Radiotherapy Equipments in Seoul National University Hospital

Heung Deuk Park · Wan Sun Kim · Hee Yong Ahn

*Dept. of Therapeutic Radiology, Seoul National University Hospital*

To analyze the states of operation of radiotherapy facilities in the period from 1979 to 1992 and to get the base for efficient operation and maintenance of the radiotherapy facilities.

Data on the records of annual number of patients operated by each facility; span of suspension of operation, the cost and span of repairing, and parts of out-of-order in the period from 1979 to 1992 were analyzed. We made a comparative analysis of average annual number of patients, annual span of the suspension of operation, annual cost ratio of repair, span of repairing per break down, and total number of broken parts.

We could get following annual number of patients(day), span of the suspension of span (%) (day), annual cost ratio fo repair (%), span of repairing per break down(Min-Max, day), and number of broken parts from this analysis.

1. Cobalt unit (Picker C-9) : 10,389(43), 0.4(0.83), 0.07, 1hr-2, 3
2. Linac (Clinac 6/100) : 11,492(50), 4.0(9.57), 0.98, 1hr-30, 12
3. Linac (Clinac 18) : 9,115(44), 12.7(30.5), 3.64, 1hr-108, 41
4. Simulator (Picker Ther-X) : 2,017(9), 0.51(1.3), 0.24, 1hr-2, 7
5. RTP (Capentec Cap-plan) : 528(2), 0.4(0.93), -. hrs, -

The conclusion obtained from statistical analysis above are as follows.

1. The rate of operation of Cobalt unit(99.6 %) was higher that of Linear Accelerators (87.3 %). The rates operation of Simulator and RTP computer were very close to that of Cobalt unit.
2. In order to raise up the working ratio of accelerator, it is desirable that we keep our engineer to learn a sufficient technical skill and the equipment agent to stock sufficient spare parts.

3. In order to maintain Linear Accelerator efficiently, it is desirable to have annually 2.3 % of the purchase price of equipment for repairing.

## I. 서 론

첨단 과학의 발달과 함께 의학의 기술적인 발전으로 방사선 치료분야는 각종 암치료를 위한 저에너지 방사선 보다는 고에너지 방사선을 이용하는 것이 치료효과가 탁월하다는 임상결과에 의해 다양한 고에너지 방사선치료 장비가 개발되어 방사선 치료의 획기적인 전기를 맞이하고 있다.

현재 국내에서는 40여개 병원에서 고에너지 치료장비를 외국으로부터 도입하여 방사선치료에 이용되고 있으며, 본원은 1979년 치료방사선과를 개설하여 고에너지 방사선치료장비(코발트-60 원격치료기, 18 MeV 선형가속기) 및 방사선치료계획장비 등을 도입하여 방사선치료를 시행한 이래, 1985년 6 MV 선형가속기, 1989년 온열치료기 등을 추가로 도입 운영함으로써 방사선 치료의 질적 향상과 양적인 증대를 기하였다.

그러나 이와 같은 고가 장비들에 의한 방사선치료계획의 정확성과 방사선치료의 적정화는 기할 수 있었으나, 첨단의료장비의 구조적인 복잡성으로 인한 잦은 고장 및 장비를 수리하는 전문인력의 부족으로 장비를 관리 보수하는데 많은 문제점이 제기되고 있다.

또한 장비 운영 중에 고장이 발생하면 국내의 의료장비 대리점에 예비 부품이 없거나 또는 수리 기술진의 기술 부족으로 장시간 장비를 가동하지 못하는 사례가 빈번히 발생하고 있다.

이에 본 연자는 본원의 주요 치료장비의 운용통계에 의한 진료환자수, 장비의 고장일수, 수리비용, 수리부품 등을 조사 분석함으로써 장비의 효율적인 관리를 위한 예비부품의 확보 및 전문 기술진 양성의 필요성 등에 관한 것을 보고 하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1) 조사기간 및 대상

본조사는 1992년 12월부터 1993년 2월까지 약 3개월간에 걸쳐 1979년 2월부터 1992년 12월까지 약 13년간 본원에 도입 운용중인 방사선치료 장비를 대상으로 실시 하였다.

### 2) 자료수집

본원에 보유하고 있는 주요 치료장비인 코발트-60 원격치료기, 선형가속기, 치료촬영기, 치료계획획용컴퓨터 등에 대하여 다음과 같은 자료를 수집하여 세분화 하였다.

1. 방사선치료장비의 도입시기 및 가격
2. 방사선진료 환자건수
3. 방사선치료장비의 수리기간 및 가동률
4. 주요 고장부품 및 수리비용
5. 주요 장비의 운용기간 및 유지비용

### 3) 용어의 정의

1. 신환 : 방사선치료를 처음 시행한 환자
2. 진료건수 : 매일 방사선치료를 시행한 환자수
3. 장비실가동일수 = 가동일수 - 공휴일 토·일요일, 수리점검일
4. 장비가동률 = (실가동일수 / 가동일수) \* 100
5. CO-60 : 코발트-60 원격치료기(cobalt-60 teletherapy unit)
6. Clinac 6/100 : 6 MV 선형가속기(6 MV Linear Accelerator)
7. Clinac 18 : 10 MV 선형가속기(10 linear Accelerator)
8. Si : 치료촬영기(simulator)
9. RTP : 치료계획획용컴퓨터(radiotherapy planning computer)

### 4) 조사대상 장비를 구분하면 다음과 같다.

- 방사선치료계획장비 : 치료촬영기, 치료계획획용 컴퓨터

표 1. 방사선치료 장비 현황(1979-1992)

년도	장비	MF/Model	도입가격
	<u>External Beam Units</u>		
1979. 3. 30	Linear accelerator	Varian Clinac 18	529,635,601 (\$ 1,094,288)
1985. 11. 1	Linear accelerator	Varian Clinac 6/100	544,464,000 (\$ 625,102)
1979. 1. 30	CO-60 teletherapy unit	Picker C-9	134,535,852 (\$ 277,967)
1983. 5. 23	CO-60 source	8400 RHM	60,050,430 (\$ 77,385)
	<u>RT Planning System</u>		
1979. 1. 30	Simulator	Picker Ther-X	185,073,823 (\$ 382,384)
1985. 11. 1	RT planning computer system	Capintec Cap-Plan RT-110A	260,952,968 (\$ 299,602)
1988. 8. 1	Hyperthermia system	Clinitherm Mark II & IX	203,150,107 (\$ 277,907)
	<u>Brachytherapy System</u>		
1979. 7. 4	Cs-137 source	1560 mCi	14,402,422
1988. 3. 20	"	280 mCi	(\$ 29,757)
1979. 7. 4	ICR F-S applicator	3M (5 set)	12,145,680
1988. 3. 20	"	3M (3 set)	(\$ 18,686)
1979. 12. 22	Heyman(afterloading)	8C9T	4,912,575 (\$ 10,150)
1979. 3. 2	RI storage system	3M 8C9E	2,666,826 (\$ 5,510)
	<u>Dosimetry System</u>		
1979. 2. 15	Electrometer	Keithley 35025	3,900,794 (\$ 8,059)
1980. 7. 15	Digital dosimeter	Keithley 54967-A	4,809,053 (\$ 9,618)
1983. 1. 17	Linear scanner(Water)	Therados LSC-2	13,364,726 (\$ 17,223)
1985. 7. 15	Surveymeter	Dosimeter 3007	750,000 (\$ 861)
	Densitometer	TP504 Machbeth	1,485,000 (\$ 1,705)
1981. 11. 2	Oscilloscope	Tektronix 465-B	3,358,486 (\$ 1,011)
1979. 5. 15	Polystyrene phantom	PD339	4,344,025 (\$ 7,240)
1981. 11. 2	"	"	8,001,334 (\$ 11,430)
1982. 2. 8	Humanoid phantom	RT-200	
	<u>Mold Room</u>		
1988. 10. 8	Styrofoamer	Huestis SF-21	8,623,579 (\$ 11,796)
1990. 8. 29	Automatic X-ray film processor	DSP-1000E	8,950,000 (\$ 11,933)
		총계	2,010,066,781 (\$ 3,185,211)

환율-원 : \$ US

1979-484 : 1    1983-776 : 1    1985-871 : 1    1988-731 : 1

- 방사선치료장비 : 코발트-60 원격치료기, 6 MV 선형가속기, 10 MV 선형가속기

### III. 결과 및 고찰

#### 1) 장비의 운용현황

표 1은 본원에 도입 운용되고 있는 주요 장비로 이를 분류하면 방사선 치료계획용장비와 방사선치료장비 및 기타 방사선측정장비로 구분 할 수 있다.

1979년 2월 치료방사선과 개설 당시에는 방사선치료장비로 코발트-60 원격치료기와 10 MV 선형가속기(환자진료는 1992년 9월부터 시행함)가 있었으며, 또한 치료계획장비로 치료촬영기와 치료계획용 컴퓨터(표 1의 통계에는 삭제되었음)가 운용 되었다.

환자증가 추세에 따라 1985년에는 6 MV 선형가속기를 추가 도입하였으며, 코발트-60 선원(방사성 동위원소)은 선원감쇄로 인한 방사선 출력 저하를 보정하기 위해 1983년에 교체한 것이다.

한편 치료계획용 컴퓨터는 1979년 도입된 것을 장비노후로 폐기하고 1985년에 교체한 것이며, 이러한 장비들은 전체 장비도입가격의

표 1-1. 주요 방사선 치료 장비 도입가격 비교 및 운용기간

	Cobalt-60	6 MV	10 MV
도입가격 비교	1	2.3	3.9
운용 기간	13년 10월	7년	12년 9월

95.3%를 차지하는 것으로 치료방사선과의 주요 고가장비들이다.

주요장비별 운용기간은 코발트-60 치료기가 13년 10월, 6 MV 선형가속기 7년, 10 MV 선형가속기 12년 9월로 조사 되었으며, 또한 장비의 가격비교는 표 1-1과 같이 코발트치료기를 기준으로 6 MV 선형가속기가 2.3배, 10 MV 선형가속기 3.9배로 조사되었다(장비가격을 미화로 표시한것은 1979년과 1992년사이 환율변동이 심하였기 때문임).

#### 2) 각 장비별 연간 진료환자건수

표 2는 13년간 본원에서 진료한 신환수 및 장비별 진료환자건수로, 년평균 신환수는 992명, 장비별 건수는 코발트-60 원격치료기가 10,389건, 치료촬영기 2,017건, 치료계획용 컴퓨터 452건, 10 MV 선형가속기 9115건, 6 MV 선형가속기 11,492건을 나타내고 있다.

표 2. 방사선진료건수(1979. 2-1992. 12)

연도	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
신환수	392	559	771	1026	1037	1123	1123	1061	1194
(%)*		(42.6)	(37.9)	(33.1)	(1.1)	(8.3)	(0)	(-5.5)	(12.5)
CO-60	7872	8643	12741	13592	13619	14471	13703	8703	9088
10X	450	5901	5383	13050	12036	11388	11301	9244	8299
6X								8319	9588
SIM	805	997	1289	1884	2076	2251	2254	2291	2238
R. T. P								163	478

  

연도	1988	1989	1990	1991	1992	총계	년평균
신환수	1147	1171	1057	1105	1115	13881	992
(%)	(-3.9)	(2.1)	(-9.7)	(4.5)	(0.9)		10389
CO-60	10359	9232	7069	7399	8953	145444	9115
10X	9457	7616	9574	9934	6163	119796	11492
6X	10914	14114	11651	11449	14407	80443	2017
SIM	2301	2441	2346	2434	2626	28233	452
R. T. P	479	472	457	499	618	3166	

\*(%): 전년도 대비 증감율

신환수는 치료방사선과 개설초기인 1979년부터 1981년까지 3년 동안은 년평균 574명으로 13년간 전체 평균 보다 적었으나 그 이후 1982년부터 1992년까지 년평균 1,105명으로 매년 큰변화 없이 약 1,100명 수준을 유지함을 알 수 있다.

1984년과 1989년의 10 MV 선형가속기의 진료건수가 전년대비 5.4%, 19.5%로 감소한 것은 장비고장이 30일 이상인 것에 기인한 것이며, (참조 표 3) 한편 이 기간 중 코발트-60 원격치료기와 6 MV 선형가속기는 진료건수가 전년대비 6.3%, 29.3% 증가한 것으로 분석되었다.

각 장비별 진료건수를 비교해 보면 1986년 6 MV 선형가속기의 추가 도입으로 코발트-60 원격치료기는 36.4%, 10 MV 선형가속기 18.2%로 감소된 것으로 분석 되었으며 이는 1981년 이후 각 치료장비에 걸린 과부하를 추가 장비 도입으로 감소시켰음을 알 수 있다. 또한

치료촬영기의 진료건수는 신환수 및 장비별 진료건수에 비례하여 증가한 것으로 조사되었다.

### 3) 각 장비별 수리기간 및 가동률

표 3은 각장비별 년평균 수리기간을 나타낸 것으로 수리기간이 가장 길게 나타난 장비는 10 MV 선형가속기로서 이는 9.57일인 6 MV 선형가속기의 약 3배가 되었다. 또한 구조와 작동이 간편한 코발트-60 치료기는 0.8일에 지나지 않았으며, 치료계획장비인 치료촬영기와 치료계획용 컴퓨터의 수리기간은 1.03일, 0.93일로서 장비운영상 고장으로 인한 어려움은 없었던 것으로 분석되었다.

10 MV 선형가속기는 치료방사선과 개설초기인 1979년부터 1981년까지 3년 동안에 수리기간이 141일로 길게 나타난 것은 수리기술진의 기술부족으로 고장원인을 진단하는데 많은 시간이 소요되었으며, 또한 장비대리점의 예비부품 미확보로 인한 것으로 조사 되었다.

표 3. 방사선치료장비 고장일수 (1979-1992)

(단위 : 일)

연 도	CO-60	6X	10X	Si	RTP	비 고
1979	-		2.00	-		* Co-60 : '79. 2. 5
1980	0.75		31.00	3.00		10X : '79. 9. 19
1981	0.25		108.01	1.00		Si : '79. 2. 5
1982	-		10.75	2.00		
1983	2.25		10.00	6.00		
1984	1.25		29.25	-		
1985	1.25		18.75	1.00		
1986	0.50	25.25	4.75	1.50	1.00	6X : '85. 12. 2
1987	2.25	7.00	23.00	2.50	1.00	RTP : '85. 11.1
1988	0.25	17.00	34.75	-	1.50	
1989	1.75	2.25	80.50	-	2.50	
1990	-	3.25	10.00	-	-	
1991	0.25	6.00	4.50	-	-	
1992	5.00	6.25	9.50	1.00	0.50	10X : '92. 6. 26
총 계	10.75	67.00	376.75	18.00	6.50	
년평균	0.83	9.57	30.50	1.30	0.93	

\* CO-60 (Pcker C9) : '79. 2. 5 첫 가동 일자  
 6X (Clinac 6/100) : '85. 12. 2 첫 가동 일자  
 10X (Clinac 18) : '79. 9. 19 첫 가동 일자 '92. 6. 26 고장(수리불능)  
 Simulator (Ther-X) : '79. 2. 5 첫 가동 일자  
 RTP (Cap-Plan) : '85. 11. 1 첫 가동 일자  
 \* 고장일수산정은 1일 근무시간(8시간 기준)을 4등분하여 계산 하였음.

**표 3-1. 방사선치료 장비의 가동율**  
(1979. 2-1992. 12)

장비명	가동율(%)	년평균고장일수(일)
CO-60	99.6	0.83
Clinac 6/100	96.0	9.57
Clinac 18	87.3	30.50
Simulator	99.5	1.30
RTP computer	99.6	0.93

**\*년평균가동일수**

Clinac 6/10,18 : 240  
Co-60 : 247  
Simulator : 248  
RTP computer : 250

**\*년간예방정비일수**

Clinac 6/100, 18 : 10  
Co-60 : 3  
Simulator : 2

1988년과 1989년의 수리기간이 115.25일로 길게 나타난 것은 장비도입후 10여년이 지나 장비노후에서 기인한 것으로 사료된다.

이와같이 수리기간이 가장 길게 나타난 10 MV 선형가속기를 분석해 보면

첫째, 장비의 복잡성(전자부품)으로 인한 고장 빈도수가 높으며(참조 표 3-3)

둘째, 전문기술진의 기술부족으로 고장원인을 진단하는데 많은 시간이 소요 되었으며

세째, 예비부품의 미확보(장비대리점 또는 의공학과)인 것으로 사료된다.

표 3-1은 각 장비의 가동율을 조사한 것으로 가동률이 가장 낮은 장비는 87.3%인 10 MV 선형가속기로 조사 되었으며 나머지 장비는 96% 이상으로 나타나 이는 Rawlinson<sup>1)</sup>이 조사한(Therac 6-97%, Clinac 35-89.9%) 것과 1%에서 3%의 차이가 있는 것으로 조사되었다. 예방정비일은 6,10 MV 선형가속기는 10일, 코발트-60 치료기는 3일로 산정하였다.

표 3-2, 3-3은 6,10 MV 선형가속기의 월평균 수리기간 및 고장빈도수를 나타낸 것으로 수리기간을 비교하면 2.54일인 10 MV 선형가속기가 6 MV 선형 가속기보다 1.74일이 더 길었으며, 고장빈도수도 10 MV 선형가속기가 월 1 회정도 더 많은 것으로 조사되었다.

월별 고장 빈도수는 6 MV가 5월이 7회, 10 MV는 6월이 11회로 가장 높으며, 또한 고장기간이 가장 길었던 월은 6 MV가 4월의 2.43일, 10 MV는 8월의 3.48일로 나타난 반면 고장빈도수가 가장 낮은 월은 6 MV가 10월, 10 MV는 1월, 9월, 12월로 나타났다.

이와같은 장비의 월별 고장일수와 빈도수를 계절적으로 비교하면 기온이 상승하는 3월과 8월 사이가 고장이 많은 것으로 이는 장비의 부품(전자제품)이 온도에 민감함을 알 수 있으며, 따라서 장비가 설치된 치료실은 적정온도(22°C)가 유지 될 수 있도록 냉방장치를 설치해야 할 것으로 사료된다.

**표 3-2. 6 MV 선형가속기의 월평균 수리기간 및 고장 빈도수(1986-1992)** (단위 : 일)

년월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총계
1986년		1.00	5.00	17.00	0.50		1.00	0.50	0.25				25.25
1987년		1.00			5.00			1.00					7.00
1988년		1.50	9.00		5.00		1.00				0.50		17.00
1989년	0.50	0.50	0.25		0.50						0.50		2.25
1990년		0.50			0.50		1.00	0.75	0.75		0.50	0.75	3.25
1991년	2.50		1.00		1.00		0.50	1.00					6.00
1992년	0.50		1.50		0.50	0.75	2.00	0.50			0.25	0.25	6.25
총 계	3.50	4.50	16.75	17.00	12.50	0.75	4.50	3.75	1.00		1.75	1.00	67.00
월평균	0.50	0.64	2.39	2.43*	1.79	0.11	0.64	0.54	0.14	0*	0.25	0.14*	0.80
빈도수 (횟수)	3	5	5	1	7*	1	5	5	2	0*	4	2	5.7

표 3-3. 10 MV 선형가속기의 월평균 수리기간 및 고장빈도(1979. 9-1992. 6) (단위 : 일)

년 월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	총계
1979년											2.00		2.00
1980년			4.00		8.00	10.00	4.00	5.00	5.00				31.00
1981년		2.00			1.50	5.00	5.00	21.00	21.00	19.00	15.00	2.00	108.00
1982년	5.75	2.00				3.00				5.00	0.50	4.50	20.75
1983년	2.00							8.00	8.00				10.00
1984년	2.00		2.00	1.00	5.25	6.00	7.00			2.00	0.50	2.00	29.25
1985년	0.25	2.25	3.00			2.25	2.00	1.00	1.00	0.50		6.50	18.75
1986년				2.00	1.00	1.00	0.75						4.75
1987년				0.75		11.00		5.00	5.00		3.00	3.25	23.00
1988년	20.00	6.00		1.00	2.50	1.50	1.50	2.00	2.00	0.25			34.75
1989년		13.50	22.00	19.00	19.00	2.25		2.00	2.00	1.00			80.50
1990년		1.25		4.00			0.50	1.25	1.25				10.00
1991년			1.00		1.00	1.00	0.50					1.00	4.50
1992년		2.00	1.00	3.25	1.25	2.00							9.50
총계	30.00	29.00	33.00	31.00	39.50	45.00	21.25	45.25	45.25	27.75	21.00	19.25	386.45
월평균	2.31	2.23	2.54	2.38	3.04	3.46	1.63	3.48	3.48	2.13	1.62	1.48	2.38
*빈도수	5	7	6	7	8	11	8	8	8	6	5	6	

\* 빈도수 : 월간 고장 횟수

4) 주요 고장부품 및 수리비용

표 4, 4-1은 각장비별 수리부품 및 연간수리비용을 나타낸 것으로 코발트 -60치료기와 치료촬영기는 수리비용이 각각 12만원, 260만원으로 선형가속기와 비교하여 수리비용이 적은 것으로 조사 되었으며 이는 장비구조가 선형 가속기에 비해 단순하여 고장 빈도수가 낮은 것에 기인 하는 것으로 사료 되며, 반면 구조가 복잡한 선형가속기는 6 MV가 530만원, 10 MV가 1,930만원으로 수리비용이 많이 지출된 것으로 나타났다.

선형가속기의 수리부품수를 비교해 보면 6 MV가 Magnetron의 12종, 10 MV가 Klystron의 40종으로서 10 MV가 30여종이 많은것으로 조사되었으며, 한편 수리다수 부품은 6 MV가 Torque Limiter 3회, 10 MV는 Water Pumper 7회로 가장 많은 것으로 조사 되었다. 이 중 6 MV의 Trque Limiter 는 장비 설치시 갠트리의 회전축에 이상이 있었던 것으로 사료되며, 또한 10 MV의 Water Pumper는 본원의 냉각

수 배관의 노후로 인한 것으로 사료된다.

각 장비의 수리부품 중 가장 고가인 부품은 6 MV Magnetron 1,270만원, 치료촬영기 I.I Tube 15,661,950원, 10 MV 선형가속기 Klystron 7,630만원으로 조사되었으며 이는 고가 장비에는 고가의 수리부품이 소요된다는 것을 알수 있었다.

간단한 장비 부품은 본원의 의공학과 기술진에 의해 교체 하였으나, 구조가 복잡한 6 MV 선형가속기의 Magnetron 및 10 MV 선형가속기의 Klystron 등의 고장진단 및 수리교체를 위해서는 외국 기술진이 내원하였으며 또한 수리기간도 30일 이상 소요 되었던 것으로 조사 되었다.

5) 주요장비의 유지비용

표5는 장비별 유지 비용을 나타낸 것으로 이는 부품교체비용과 인건비(수리기간을 대비하여 산출하였음)를 포함하여 산정한 것으로, 코발트-60치료기가 687만원, 6 MV 선형가속기

표 4. 선형가속기의 수리 부품 및 연간 수리 비용

	부 품	가 격	교체 횟수	부품수명	연평균가격
Clinac 6/100 (1986. 1- 1992. 12)	Magnetron	1,270만원 (\$ 16,900)	1	5	250만원 (\$ 3,390)
	Thyratron CX1159	330만원 (\$ 4,400)	2	3	110만원 (\$ 1,470)
	Thyratron DQ	100만원 (\$ 1,330)	2	3	30만원 (\$ 440)
	Torque limiter	80만원 (\$ 1,070)	3	2	40만원 (\$ 530)
	Water pump	60만원 (\$ 800)	2	3	20만원 (\$ 270)
	Miscellaneous (# of replacement parts 8)				80만원 (\$ 1,070)
					총 계
Clinac 18 (1978. 8- 1992. 6)	Klystron	7,630만원 (\$ 101,730)	1	10	760만원 (\$ 10,130)
	RF-driver	1,250만원 (\$ 16,670)	4	3	310만원 (\$ 4,130)
	Electron gun	630만원 (\$ 8,400)	2	6	110만원 (\$ 1,470)
	Thyratron CX1159	360만원 (\$ 4,800)	5	2	180만원 (\$ 2,400)
	Thyratron DQ	100만원 (\$ 1,330)	4	3	30만원 (\$ 440)
	Water pump	120만원 (\$ 1,600)	7	2	60만원 (\$ 800)
	Heat exchanger	100만원 (\$ 1,330)	5	2	50만원 (\$ 670)
	Pendant Sw	360만원 (\$ 9,600)	2	6	60만원 (\$ 800)
	Miscellaneous (# of replacement parts : 33)				370만원 (\$ 4,930)
					총 계

\* 환율-원 : \$ .US=750 : 1

표 4-1. 코발트 치료기, 치료촬영기의 수리부품 및 연간수리비용  
(1979. 2-1992. 12)

장비명	부 품	가 격	교체 횟수	부품수명	연평균가격
CO-60 (1979. 2- 1992. 12)	Elapsed Timer	810,319	1		62,332
	Gear Motor	621,402	2		47,800
	Power Spring	238,700	1		18,362
				총 계	128,494 원(\$ 171)
Simulator (1979. 2- 1992. 12)	I. I tube	15,661,950	1		1,204,765
	TV Camera	3,900,000	1		300,000
	X-ray tube(62R-6713)	5,754,975	1		442,690
	Phase Shift Board	356,412	1		27,416
	X-ray Tube	8,649,687	1		665,361
	Time Recoding Atrix Board	221,702	1		17,054
	Binary Accumulator Board	221,702	1		17,054
				총 계	674,340 원(\$ 3,565)

\* 환율-원 : \$ US=750 : 1



표 5. 주요 방사선치료장비의 유지 비용

	Cobalt unit	Clinac 6/100	Clinac 18
Source change	670만원		
20×2 cm 9yrs	(\$ 8,900)		
Parts replacement	12만원	530만원	1,930만원
	(\$ 160)	(\$ 7,160)	(\$ 25,730)
Service technologist	5만원	260만원	780만원
Salary	(\$ 70)	(\$ 3,470)	(\$ 10,400)
총 계	687만원	790만원	2,710만원
	(\$ 9,200)	(\$ 10,530)	(\$ 36,130)

\* 환율-원 : \$ US=750 : 1

표 6. 각 장비별 진료건수, 가동율, 교체부품수, 수리비용, 수리기간

	년평균 진료 환자수(일일)	장비가동율(%) (고장일수)	교체수리 부품수	수리비용(%) (장비도입대비)	수리기간 (최소-최대)(일)
Cobalt-60	10,389(43)	99.6(0.83)	3	0.07	1hr-2
Clinac 6/100	11,492(50)	96.0(9.57)	12	0.98	1hr-30
Clinac 18	9,115(44)	87.3(30.5)	41	3.64	1hr-108
Simulator	2,017(9)	99.5(1.3)	7	0.24	1hr-2
RTP	528(2)	99.6(0.93)	-	-	hrs

790만원, 10 MV 선형가속기 2,710 만원으로 분석 되었으며 이는 진료건수(참조 표 2) 및 장비의 단순 운영의 수익성만 고려한다면 치료 장비 중 코발트-60 치료가 가장 걱정 한 것으로 사료된다.

지금까지 조사한 각 장비별 진료건수, 가동률, 교체수리부품수, 수리비용, 수리기간 등을 요약하면 표 6과 같다.

으로는 장비의 정비에 대한 충분한 기술 습득 및 수리다수부품(Electron Gun의 12)을 장비 대리점에서 보유하는 것이 바람직 하겠다.

3. 선형가속기의 운영을 위해서는 장비 수리 경비(년간)로 장비 도입가격의 약 1-4 % 약 2.3 %를 예산에 반영 하여야 할 것으로 사료된다.

#### IV. 결 론

#### 참 고 문 헌

이상과 같이 13년간 방사선치료장비를 운용한 결과에 대한 결론은 다음과 같다.

1. 선형가속기의 가동률은 Clinac 6/100이 96%, Clinac 1800 87.3%로서 Rawlinson' 이 조사한 것과 1 내지 3%의 차이가 있었으나, 코발트치료기 등 기타 장비의 가동률은 99% 이상으로 차이가 없음을 알 수 있었다.
2. 선형가속기의 가동률을 높이기 위한 방안

1. J. A. Rawlinson, et al. : Radiotherapy equipment in clinical practice, Chilean Society of Radiation Oncology Nov. 1987.
2. OCTRF, : The future organization of provincial cancer control services in central Ontario, January 1987.
3. J. Van Dyk, : Report by radiotherapy equipment committee. OCI Internal Report, January 1982.

4. J.S. Laughlin, et al. : Choice of optimum megavoltage for accelerators for photon beam treatment Int. J. Rad. Oncol. Biol. Phys. 12, p.1551, 1986.
5. D.M.Galbraith and R. : "Choice of energies in irradiation of metal prosthesis", Frayne, presented at OTRF meeting, Lake Couchiching, October 1987.
6. J.A. Rawlinson, : Personnel exposure at a high energy medical accelerator. OCI Internal Report, 1978.
7. Horiot et al, : Quality assurance control in the EORTC cooperative group of Radiotherapy. Rad. and Oncol. p.275, 1986.