

## 방사선 치료기기에 대한 기술적인 점검 방법

서울대학교병원 치료방사선과

김영호 · 유경열 · 박진홍 · 박흥득 · 정호용

### I. 서 론

방사선 치료를 시행함에 있어서 환자진료를 위한 인적구성은 방사선치료 전문의, 물리사, 치료방사선사 등으로 구성되어 있다. 이들 인적 구성중 방사선사는 고가의 첨단 의료장비를 안전하고 효과적으로 다루어야 할뿐 아니라 매일 환자와 접촉하여 계획된 방사선량을 치료하고자 하는 부위에 정확하게 방사선을 조사하는 치료행위를 수행하고 있다.

이와같은 치료과정 중에서 상당한 역할을 수행하고 있는 방사선사는 전술한 의사나 물리사에 비해 짧은 교육과정과 표준화된 훈련과정의 미비와 임상경험 미숙으로 환자진료에 많은 어려움이 뒤따른다.

짧은 학교교육과정을 통하여 배출된 방사선사에 대해 사용하는 치료장비의 구조 및 작동에 관한 풍부한 지식을 갖추며 치료과정에서 수반되는 여러가지 문제점을 해결할 수 있는 보다 광범위한 지식을 습득하기 위해 방사선사의 재교육 및 재훈련이 요구된다 하겠다.

#### (1) Staff in Radiation Therapy

(인적구성)

- 1) Radiotherapist (의사)
- 2) Physicist (물리사)
- 3) Dosimetrist (방사선량 계측사)
- 4) Technologist (방사선사)
- 5) Nurses (간호사)

#### (2) Radiation therapy process

(방사선 치료과정)

- 1) Clinical evaluation  
(임상적인 평가)

- 2) Therapeutic decision (치료결정)
- 3) Tumor localization  
(종양부위 확정)
- 4) Treatment planning (치료계획)
- 5) Treatment (방사선치료)
- 6) Periodic evaluation (치료중 평가)
- 7) Follow up evaluation (치료종료후 정기적 검진)

#### (3) Function of technologist (치료방사선사의 역할)

- 1) Tumor localization (종양부위 결정)
  - ① Simulation
  - ② Patient contour
- 2) Treatment Planning (치료계획)
  - ① Computation of beam  
(선량합성의 전산화)
  - ② Film for verification  
(Simulation)
  - ③ Dose calculation (선량계산)
  - ④ Compensator (보상필터 제작)
  - ⑤ Shielding block (차폐제 제작)
  - ⑥ Immobilization device (환자 고정용 장치)
- 3) Treatment (방사선 치료)
  - ① Repositioning (위치잡이 재현)
  - ② Localization film ( $\gamma$ -gram, L-gram)

#### (4) 재교육 및 훈련의 필요성

방사선사는 짧은 교육과정을 통하여 배출되기 때문에 임상에 필요한 충분한 지식과 기술을 습

특기 위해 재교육 및 재훈련이 요구된다.

(5) 재교육 및 훈련방법

- 1) 국내연수
- 2) 해외연수
- 3) 국내의 초청강사로부터의 강연
- 4) 자체교육 프로그램의 개발

이중 (1)~(3)에 의한 방법은 경비나 각 나라마다의 관습에 따른 여러가지 문제점이 있기 때문에 (4)에 의한 방법이 가장 바람직하다고 볼 수 있다.

(6) Education program

(치료방사선사 교육프로그램)

- 1) Anatomy (해부학)
- 2) Oncology terminology (종양학 용어)
- 3) Radiation biology (방사선생물학)
- 4) Radiation physics (방사선 물리학)
- 5) Equipment (기계장치) :
  - ① Operation (작동방법)
  - ② Terminology (치료기기 용어)
  - ③ Safety (안전관리)
- 6) Patient record (chart) (환자 기록부)
- 7) Personal radiation safety (개인피폭관리)
- 8) Quality assurance (기기의 기술적인 점검)

이중 방사선 치료기기에 대한 기술적인 점검 및 지침에 관한 것은 지금까지 어떠한 지침서가 없었기 때문에 이번 본원에서는 여러가지 참고될만한 자료를 모아서 다음과 같이 치료기기에 대한 간단한 점검 방법을 제안하고자 한다.

(1) CHECK OF PATIENT CHARTS

(환자치료기록부 점검)

1) 목적

방사선 치료시 환자에 대하여 정확한 Set-up 및 방사선 조사를 하고 치료환자에 대한 치료 방법을 정확히 기록하여 관리 보존하기 위해 필요

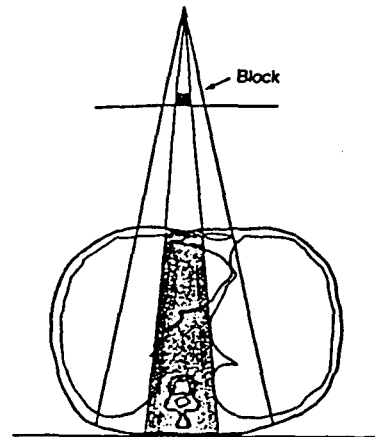
로 한다.

2) Daily record (매일기록사항)

- ① Date (날짜)
- ② Initial of the technologist (방사선사 서명)
- ③ Timer setting (Set Dose 및 시간)
- ④ 치료일수 및 경과일수
- ⑤ Field size (조사야)

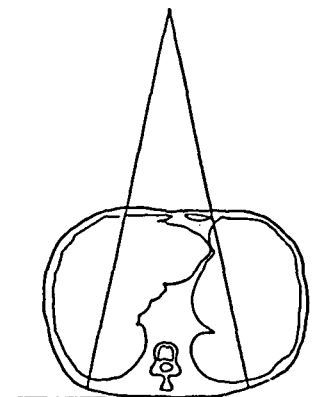
3) 주기적 점검

매일 점검하며 주 1회 재검토 시행



Blocked according to instructions in chart.

**SATISFACTORY**

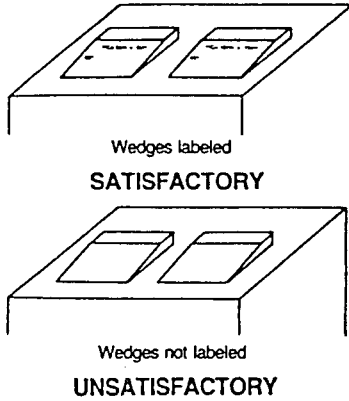


Cord is not protected! Chart did not clearly indicate block should be there. Potential spinal cord damage!

**UNSATISFACTORY**

< 그림 1 >

(2) TREATMENT ACCESSORIES  
(치료 부속기구)



< 그림 2 >

1) 목 적

치료 부속기구의 적절한 이용 및 관리를 위하여 다음과 같은 사항을 점검한 후 치료에 임해야 한다.

2) 점검사항

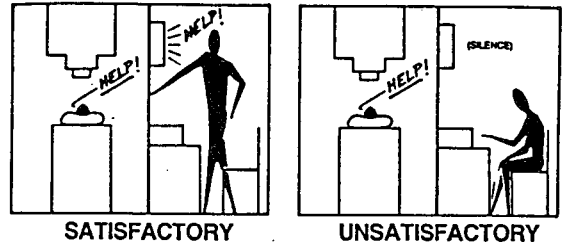
Device	Label Content
Wedges	Wedge angle Machine on which used Maximum field size
Cones	Machine on which used Field size Source to end of cone distance
Custom blocks and compensators	Patient name Machine on which used Beam direction SSD Orientation information (unless mounted on tray which provides orientation)

< 그림 2-1 >

3) 주기적 점검

주 1회 정기 점검을 요함.

(3) PATIENT COMMUNICATION DEVICES  
(환자 감시장치)



< 그림 3 >

1) 목 적

환자치료시 안전한 치료를 시행하기 위해 다음과 같은 사항을 점검해야 한다.

2) 점검사항

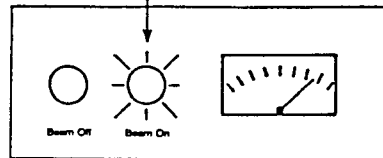
① TV monitor 점검 : 치료도중 환자가 움직이는가를 관찰하거나 조사야의 확인을 위해 필요함.

② Audio system 점검 : 치료도중 치료실 내에 있는 환자와의 의사전달을 위해 필요함.

3) 주기적 점검

매일 점검을 요함.

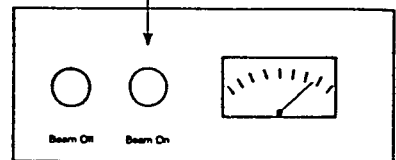
(4) MACHINE PANEL READING AND INDICATOR LIGHTS (조정판 및 각종계기) Beam Lights



Indicator Light shows beam on; meter shows amount of radiation

**SATISFACTORY**

Beam Lights



Indicator light for beam on is burned out; meter shows amount of radiation

**UNSATISFACTORY**

< 그림 4 >

1) 목 적

치료도중 각종계기가 정확하게 작동하는가를 점검하여 치료장치의 안전관리 및 출력 (out-put), 에너지점검 (Energy check)을 위해 필요

2) 점검사항

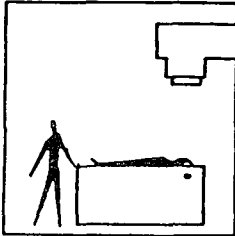
위와같은 매일 점검 기록부에 각종 계기의 작동 상황 및 이상유무를 관찰하여 매일 기록해 준다.

Table 1) DAILY LOG SHEET CLINAC 6/100

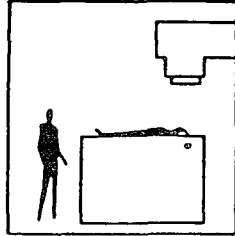
	MON	TUE	WED	THUR	FRI	SAT	SUN
Date							
Initials							
Mag Fil V Standby							
Gun Fil V Standby							
Vacuum Standby							
5V No 1							
5V No 2							
Freon Pressure							
Water Pressure							
Water Temperature							
Water Level							
Beam Time							
Filament Time							
Mag Fil V On							
Gun Fil V On							
Vacuum On							
Monitor Units Per Minute							
Mag Fil V Run							
Gun Fil V Run							
Vacuum Run							
Power Supply Current							
PFN Volts							
Beam Current							
Time and Integrator							
Full Field							
Arc Test							
MECHANICAL COUNTER							
BEAM MONITORING DEVICE							

3) 주기적 점검  
매일 점검을 요함

(5) MECHANICAL AND ELECTRICAL SAFETY DEVICES ( 안전장치 관리 )

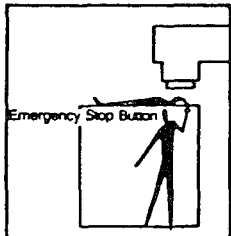


Technologist raising Patient Support Assembly (P.S.A.) to position patient.

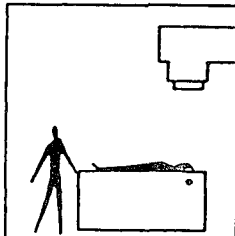


P.S.A. continues to rise even though switch released.

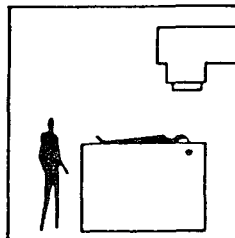
**SATISFACTORY**



Technologist hits emergency stop button. Motion stops. Whew!

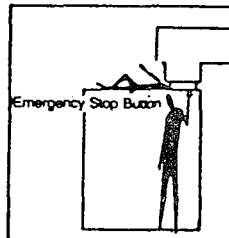


Technologist raising P.S.A. to position patient.



P.S.A. continues to rise even though switch released.

**UNSATISFACTORY**



Technologist hits emergency stop button. Motion continues and patient collides with collimator. This sort of accident really has happened and is worse than unsatisfactory—it caused the death of the patient!

<그림 5>

1) 목 적

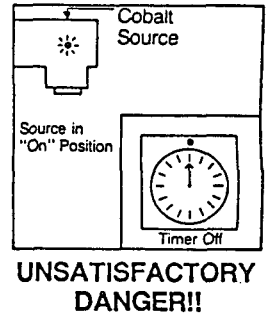
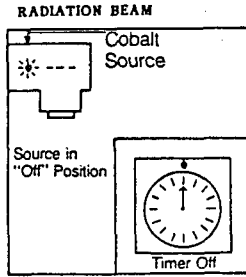
환자 치료시 환자보호 및 치료장치의 안전관리를 위해 점검을 요함

2) 점검사항

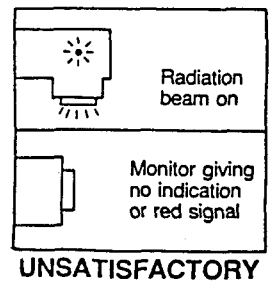
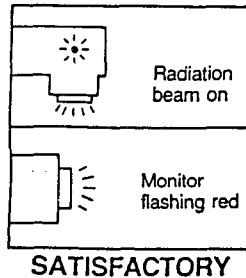
- ① Over-ride switches
- ② Emergency OFF switches
- ③ Limit switches
- ④ Collision ring

3) 주기적 점검

매일 또는 주 1 회 정기점검을 요함.



AREA RADIATION MONITORING DEVICES



<그림 5 - 1>

1) 목 적

환자 및 작업 종사자의 불필요한 방사선 피폭을 방지하기 위해 위와같이 timer가 정확하게 작동되는가 또는 monitor lamp가 정확하게 작동되는가를 확인 점검해 줘야 된다.

2) 점검사항

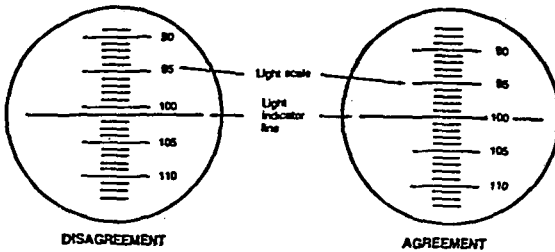
- ① Back up timer
- ② Radiation-off switch at the console
- ③ Door inter-lock
- ④ Emergency radiation "OFF" switch
- ⑤ Area radiation monitoring

3) 주기적 점검

매일 또는 주 1회 정기점검을 요함

(6) SSD/SAD READOUT DEVICES

(선원-표면간 거리 및 선원-축 간 거리 표시 눈금 확인 장치)



<그림 6>

1) 목 적

SSD와 SAD의 오차로 인하여 출력선량과 심부선량 백분율 (TAR or TMR) 조사야 등에 변화를 초래하므로 점검을 요한다.

2) 점검사항

- ① Light scale
- ② Light indicator line

3) 주기적 점검

주 1회 정기점검을 요함

[ MACHINE DOSE RATE CONSTANCY ]

( 출력선량을 점검 )

1) 목 적

출력선량 (out-put)의 변화는 중앙내에 over or under dose를 초래하여 치료효율의 저하를 가져오므로 정기적으로 점검을 요함.

2) 점검사항 및 방법

- ① Ionization chamber
- ② TLD dosimetry
- ③ Film dosimetry

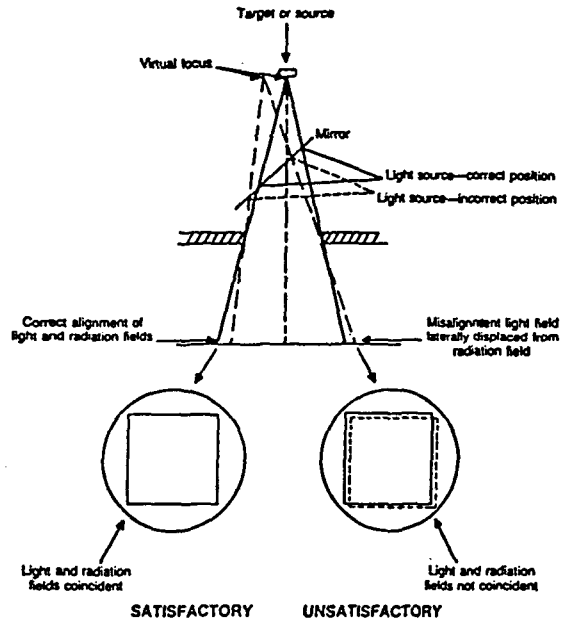
3) 허용오차

± 2% 이내가 되도록 조정

4) 주기적 점검

- ① Co-60 : 월 1회 정기점검
- ② Accelerator : 매일 또는 주 1회 정기점검

(7) LIGHT FIELD, RADIATION FIELD AND COLLIMATOR INDICATOR ( 조사야 점검 )



<그림 7>

1) 목 적

Light field와 Radiation field의 오차는 중앙내에 over or under dose를 초래하고 정상조직에도 방사선을 조사하게 되어 치료효율의 저하를 가져오므로 점검을 요함.

2) 허용오차

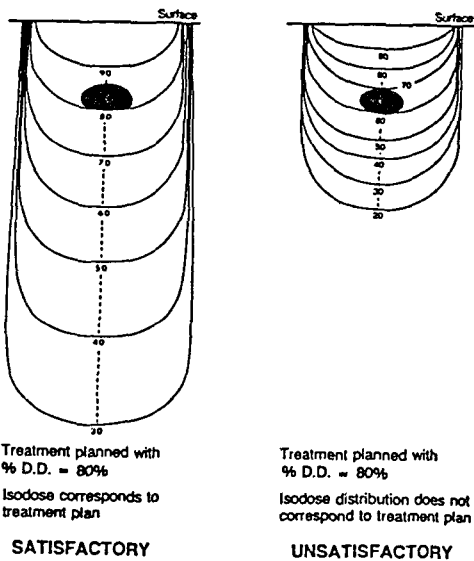
2 mm 이내가 되도록 조정

3) 주기적 점검

주 1회 또는 월 1회 정기점검을 요함.

(8) BEAM PENETRATIVE QUALITY

(선질측정)



<그림 8>

1) 목 적

Beam penetrative quality (선질 : 투과력)는 치료계획시 %DD (TAR or TMR)에 오차를 가져와 중앙내에 under or over dose를 초래하여 치료효율의 저하를 가져 오므로 점검을 요함.

2) 허용오차

± 3% 이내가 되도록 조정

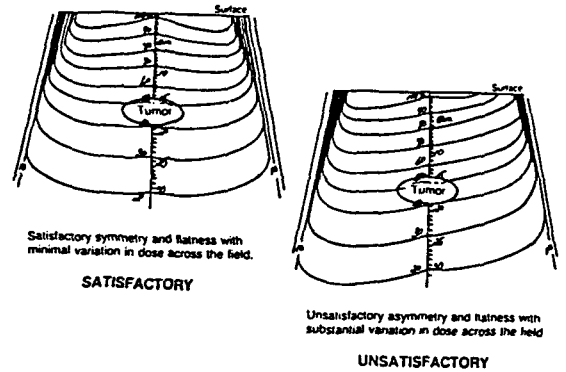
3) 주기적 점검

① Co-60 : 월 1회 정기측정

② LINAC (X-ray) : 주 1회 정기측정

(9) FIELD SYMMETRY AND FLATNESS

(조사야의 대칭성 및 평탄도)



<그림 9>

1) 목 적

대칭성 및 평탄도의 오차는 선량분포의 불규칙을 초래하여 치료효율의 저하를 가져오기 때문에 점검을 요함.

2) 허용오차

① Symmetry(대칭성) : ± 3%이내가 되도록 조정

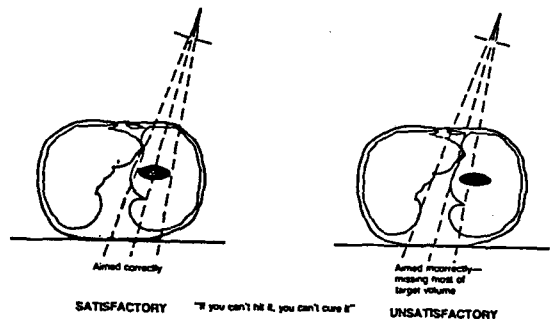
② Flatness(평탄도) : ± 3%이내가 되도록 조정

3) 주기적 점검

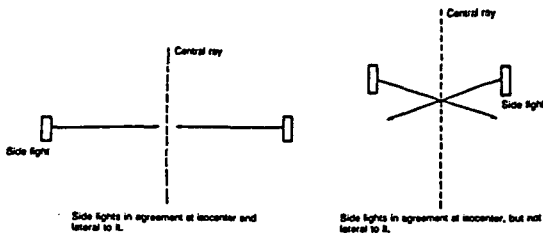
주 1회 또는 월 1회 정기점검을 요함

(10) MECHANICAL AND OPTICAL PATIENT ALIGNMENT DEVICES

(환자의 자세 재현)



<그림 10>



지하고 치료에 임해야 치료효율의 증대를 가져올 수 있기에 점검을 요함.

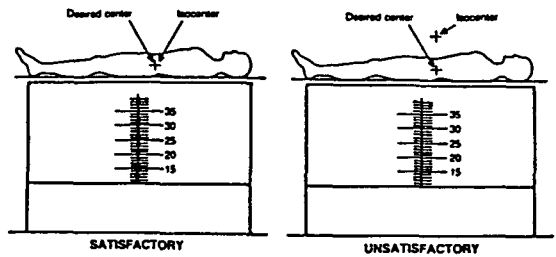
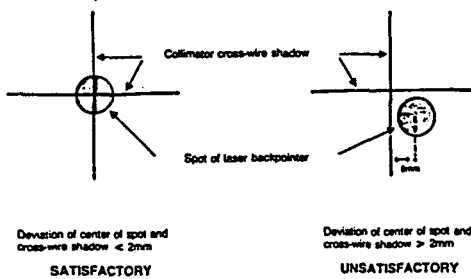
2) 점검사항

치료기기의 Linear scale

3) 주기적 점검

월 1 회 정기점검을 요함.

(12) COLLIMATOR ROTATION READOUT DEVICES(Collimator 회전장치)



<그림 11 >

<그림 10- 1.>

1) 목 적

치료시 환자의 자세를 치료계획시와 똑같이 재현하여 종양부위 내에 방사선을 정확히 조사하여 치료효율을 높이고자 점검을 요함.

2) 점검사항

- ① Cross wire
- ② Back pointer
- ③ Laser(Side,Vertical,Sagittal)

3) 허용오차

2 mm 이내가 되도록 조정

4) 주기적 점검

주 1 회 정기점검 요함.

(11) LINEAR SCALES ON TREATMENT

TABLES(치료table의 고저 확인장치)

1) 목 적

치료계획용 기기(Simulator)의 table과 치료용 기기의 table의 Linear scale을 일치시키고 치료에 임하여 환자 자세의 정확성을 유

1) 목 적

①Collimator angle 및 Collimation이 부정확하면 정상조직에 방사선이 조사되어 치료효율의 저하를 초래하므로 점검을 요함.

②Collimator angle 은 Simulator 기기와 치료기기의 angle이 항상 같도록 점검을 요함.



Simulator used collimator angle of 210 degrees. Treatment machine readout defective. Reads "210" degrees when angle was really 185 degrees. Eye in beam!

UNSATISFACTORY



Simulator used collimator angle of 210 degrees—correct at treatment machine! Eye out of beam.

SATISFACTORY

<그림 12 >



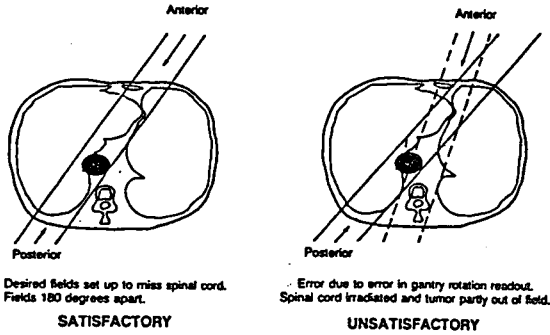
2) 점검사항

Collimator angle 표시장치

3) 주기적 점검

주 1 회 또는 월 1 회 정기점검을 요함.

(13) GANTRY ROTATION READOUT DEVICES (Gantry 회전장치)



<그림 13>

1) 목 적

①Gantry angle 의 부정확은 중앙내에 under dose를 초래하고 정상조직에 방사선이 조사되어 치료효율의 저하를 초래할 수 있다.

②Gantry angle 은 Simulation 과 Computer planning 그리고 환자 치료시 항상 같도록 점검을 요함.

2) 점검사항

Gantry angle 표시장치

3) 주기적 점검

주 1 회 정기점검을 요함.

(14) STABILITY OF ISOCENTER UNDER COLLIMATOR AND GANTRY ROTATION (Gantry 회전장치와 중심축간의 정확성)

1) 목 적

Gantry collimator 회전축과 Isocenter가 틀리면 치료효율의 저하를 초래하므로 항상 일치하도록 점검을 요함.

2) 점검사항

① Gantry collimator회전의 정확성

여부

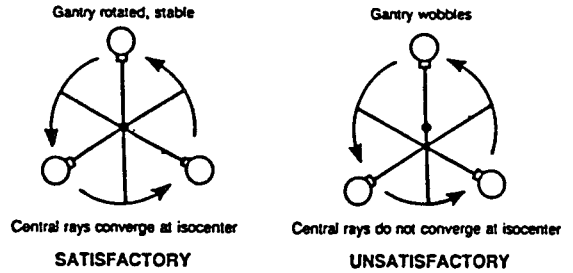
②Laser

3) 허용오차

± 3 mm이내가 되도록 조정

4) 주기적 점검

주 1 회 또는 월 1 회 정기점검을 요함



<그림 14>

(15) 기 타

위에서 서술한것 같은것 외에도 다음과 같은 사항들을 숙달되게 훈련하고 치료에 임해야 치료 효율의 증대를 꾀할 수 있다.

①Film process performance (film 처리능력)

②Image quality constancy (영상의 질 향상 능력)

③Combination of test(각종 기자재와 복합사용능력)

④Brachytherapy source inventory (근접치료용 선원의 사용능력)

⑤Radiation protection (방사선 방어에 관한 사항)

이상과 같은 방법으로 재교육 및 재훈련을 시켜 방사선 치료에 필요한 지식을 습득시키면 치료 방사선사의 질적 수준도 향상될뿐 아니라 방사선 치료의 효율도 향상될 것으로 사료된다.

## References

1. Faiz M, Khan, Ph.D.: The physics of radiation therapy, patient positioning, . 267-271.
2. Jane Dobbs: Consultant radiotherapy and oncology, department of radiotherapy, King's College Hospital London.
3. Formerly, lecture in radiotherapy and Oncology, Institute of cancer research and Royal Marsden Hospital, Sutton, Surrey.