

치료계획의 성능관리에 관한 고찰

김성규

영남대학교 의과대학 치료방사선과학교실

초 록

치료계획을 수행하는데 수반되는 isodose planning system 과 isodose calculation system, data set, equipment 등에 관한 치료계획의 성능관리에 대한 고찰을 시도하여 치료 오차의 한계를 최소화하여 치료행위의 정확성을 기하고자 한다.

1. 서 론

방사선치료에서 성능관리라는 것은 의학적 처방의 일관성과 target volume 에 최대의 선량을 조사하면서 주위 정상조직에는 최소선량을 조사하고, 종사자에게는 최소피폭이 조사되도록 하는 치료에 수반되는 모든 행위를 말한다. 치료계획에 대한 성능관리는 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 좁은 의미에서의 치료계획의 성능관리는 치료계획장치에 대한 성능관리를 의미하며, 넓은 의미에서의 성능관리는 방사선치료를 시행하는 환자와 관계된 정확한 부위에 정확한 선량을 조사하는 모든 과정을 포함하여 치료계획의 성능관리라 말할 수 있다. 성능관리에 대한 일반적인 모델은 다음과 같다(Fig. 1).

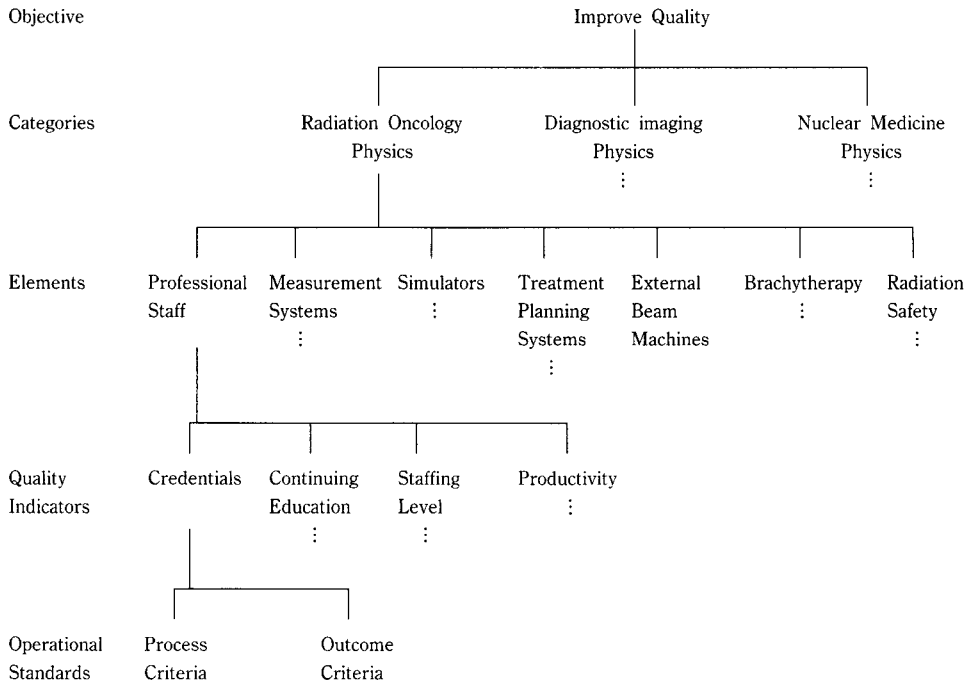


Fig. 1 Pyramid Model for a Radiation Oncology Physics Quality Program

본 연구에서 치료계획에 관한 일반적인 성능관리의 고찰을 시도하여 치료 오차의 한계를 최소화하여 치료행위의 정확성을 기하고자 한다.

2. 재료 및 방법

오늘날 대부분의 치료계획장치는 전산화되어 있다. 1960년 대 부터 치료계획장치의 전산화 작업은 추진되었다. 특히 미국의 Mallinckrodt Institute of Radiology(MIR) 와 Washington 대학의 Biomedical Computer Laboratory에서 주도 하였다. 지금은 3-D treatment planning system이 개발되어 치료계획에 이용되고 있어 치료계획에 대한 성능관리는 더욱 중요한 비중을 차지하고 있지만 구체적으로 실행하기에는 매우 어려운 영역이다. 일반적으로 치료계획의 성능관리에 관한 quality indicators 로 다음과 같은 항목들을 다루고 있다.¹⁻⁸

1. Algorithms(Isodose Planning Systems)
2. Algorithms(Treatment Calculation Systems)
3. Isodose Planning Programs
4. Treatment Duration Calculation Programs
5. Dataset Checksum Program
6. Date Sets
7. Equipment
8. Patient Records
9. Documentation
10. Education & Training

여기서는 isodose planning system 과 isodose calculation system, data set, equipment 등을 다루고자 한다.

3. 성 적

치료계획의 성능관리에서 고려되어야 할 항목들을 Table 1 에서 Table3 까지 나타내었다. Table 을 살펴보면 calculation program에 관한 항목들은 $\pm 1\%$ 의 오차를 권유하고 있고, planning program과 equipment 에 관한 항목들은 $\pm 1\text{ mm}$ 의 오차를 권유하고 있다.

4. 고 찰

방사선치료는 일반적으로 모의치료, 치료계획, 특수 차폐물 제작, 방사선치료 등의 과정을 거쳐 이루어진다. 치료행위 중 한 과정에서 2%의 오차가 발생한다 해도 모든 과정을 거치면서 발생할 수 있는 오차는 10% 정도나 될 수 있음을 알 수 있다. 그러므로 치료계획에서의 성능관리는 매우 중요한 의미를 가진다. 특히 한 사람이 전 과정의 행위를 하는 것이 아니라 과정마다 다른 사람에 의하여 행위가 이루어지기 때문에 더욱 중요한 것이다.

Stemick은⁹ 치료계획에 관한 성능관리에서 Isodose planning programs 은 $\pm 1\text{mm}$ 의 오차를 허용하고 있으며, treatment duration calculation program 에서는 $\pm 1\%$ 의 오차를 허용하고

Table 1. Radiation Oncology Physics Quality Indicators(1)

| Quality Indicators | Process Criteria | Outcome Criteria |
|---|--|---|
| Dataset Checksum Program | · External photon beam data files | Calculated each month Pass-Fail |
| | · Electron beam data files | Calculated each month Pass-Fail |
| | · Linear source data files | Calculated each month Pass-Fail |
| | · Point source data files | Calculated each month Pass-Fail |
| Data Sets | · External photon beam input data | Verified after change prior to use Pass-Fail |
| | · Electron beam input data | Verified after change prior to use Pass-Fail |
| | · Linear source input data | Verified after change prior to use Pass-Fail |
| | · Point source input data | Verified after change prior to use Pass-Fail |
| | · Machine parameter data | Verified after change prior to use Pass-Fail |
| | · Accessories | Verified after change prior to use Pass-Fail |
| | Patient Records | · Treatment plan review |
| · Central axis dose calculation review | | Calculations checked independently before two fractions or 10% of Documented |
| · Sealed source dose calculation review | | Calculations checked independently before 50% of prescribed dose is delivered Documented |
| Documentation | · Descriptors | QC test status reviewed each month Documented |
| | · Frequency | QC test status reviewed each month Documented |
| | · Evaluation criteria | QC test status reviewed each month Documented |
| | · Corrective actions | Non-Complying items reviewed each month Non-complying item followed up |
| Isodose Planning Programs | · External photon beam fixed field plan accuracy | Compared to standard plan each month $\pm 1\text{mm}$ |
| | · External photon beam rotational field plan | Compared to standard plan each month $\pm 1\text{mm}$ |
| | · External photon beam irregular field plan accuracy | Compared to standard plan each month $\pm 1\text{mm}$ |

치료계획의 성능관리에 관한 고찰

Table 2. Radiation Physics Quality Indicators(2)

| Quality Indicators | Process Criteria | Outcome Criteria | |
|--------------------|--|--------------------------------------|--------------|
| | · Electron beam fixed field plan accuracy | Compared to standard plan each month | ± 1mm |
| | · Electron beam rotational field plan accuracy | Compared to standard plan each month | ± 1mm |
| | · Electron beam irregular field plan accuracy | Compared to standard plan each month | ± 1mm |
| | · Linear source plan accuracy | Compared to standard plan each month | ± 1mm |
| | · Point source (seed) plan | Compared to standard plan each month | ± 1mm |
| Equipment | · Digitizer accuracy | Verified each month | ± 1mm |
| | · Plotter accuracy | Verified each month | ± 1mm |
| | · Screen recorder accuracy | Verified each month | ± 1mm |
| | · Graphic screen accuracy | Verified each month | ± 1mm |
| | · CT linkage accuracy | Image size verified each quarter | ± 1mm |
| | · CT density accuracy | Verified each quarter | ± 1% average |

Table 3. Radiation Oncology Physics Quality Indicators(3)

| Quality Indicators | Process Criteria | Outcome Criteria | |
|--------------------|---|--------------------------------------|------|
| Treatment Duration | · External photon beam fixed field plan accuracy | Compared to standard plan each month | ± 1% |
| | · External photon beam rotational field plan accuracy | Compared to standard plan each month | ± 1% |
| | · External photon beam irregular field plan accuracy | Compared to standard plan each month | ± 1% |
| | · Electron beam fixed field plan accuracy | Compared to standard plan each month | ± 1% |
| | · Electron beam rotation field plan accuracy | Compared to standard plan each month | ± 1% |
| | · Linear Source plan accuracy | Compared to standard plan each month | ± 1% |
| | · Point source (seed) plan accuracy | Compared to standard plan each month | ± 1% |

있으며, planning CT 에서 CT scale의 정확도는 1mm의 오차를 CT density의 정확도는 1%의 오차를 허용하고 있는 것으로 보고 하고 있다. Kutcher등은10 치료계획의 성능관리 내용으로 planning, localization, dose calculation algorithms, patient dose calculation, delivery of treatment, documentation등을 고려해야 한다고 주장하고 있다.

결론적으로 치료계획에 대한 성능관리는 치료계획의 전산화 과정에서의 calculation algorithms, 치료기 측정치들의 정확한 입력과 같은 근본적인 문제이므로 처음 전산화하여 입력할 때가 가장 중요한 것임을 알 수 있다.

Reference

1. Physical Aspects of Quality Assurance in Radiation Therapy : AAPM Report No. 13(1984)
2. Quality Assurance for Diagnostic Imaging Equipment : NCRP Report No. 99(1988)
3. G. C. Bentel : Treatment Planning & Dose Calculation in Radiation Oncology : Pergamon, New York(1989), pp 123~126
4. J. M. Vaeth, J. Meyer : Treatment Planning in the Radiation Therapy of Cancer : KARGER, New York(1987), pp 4~43
5. F. M. Khan : The Physics of Radiation Therapy : Williams & Wilkins, Baltimore(1994), pp 535~537
6. J. G. Kereiakes, H. R. Elson, C. G. Born : Radiation Oncology Physics—1986 : AAPM, New York(1987), pp 495~511
7. Site Planning for Magnetic Resonance Imaging Systems : AAPM Report No. 20(1986)
8. K. F. Baverstock, J. W. Stather : Low Dose Radiation : Taylor & Francis, New York (1989), pp 514~522
9. E. S. Stemick : A Quality Management Model for Radiation Oncology Physics : AMPI Med. Phys. Bulletin, 16(2), 108~125(1991)
10. G. J. Kutcher, L. Coia, M. Gillin, S. Leibel, R. J. Morton, J. R. Palta, J. A. Purdy, L. E. Reinstein, G. K. Svensson, M. Weller, L. Wingfield : Comprehensive QA for Radiation Oncology : Med. Phys., 21(4), 581~616(1994)

Quality Control of Treatment Planning Systems

Sung Kyu Kim, Ph. D.

Department of Radiation Oncology, Yeungnam University College of Medicine,
Taegu, 705-035, Korea

Abstract

Radiation physics quality programs operate in a data rich environment. In quality control/quality assurance of treatment planning systems, quality indicators include isodose planning system, isodose calculation system, data set and equipment.