

원저

치료방사선과 영역의 적정관리

김 귀 언

연세대학교 의과대학 연세암센터

Quality Assurance for Radiation Oncology

Gwi-Eon Kim, M.D.

Department of Radiation Oncology Yonsei University Medical College,
Yonsei Cancer Center

Abstract:

The Comprehensive quality assurance for radiation oncology provides an overall organizational structures, responsibilities, procedures, processes and resources for assuring the quality of patient management by radiation treatment. Superior performance of modern radiotherapy equipment will be essential part of quality assurance in radiation oncology, which high degree of accuracy and consistency should be maintained under the optimal quality assurance program. Besides quality control of all radiation equipment, this review also emphasizes quality assurance of clinical aspect such as adequacy of the medical decision-making which eventually leads to the

treatment prescription, accuracy of treatment procedure from treatment preparation to radiation delivery, and the significance of assessment of treatment outcomes with structure and process.

Key words: Quality Assurance, Quality Control, Radiation Oncology

1. 서론

현대 의학에서 방사선치료는 단독요법으로 사용되던, 또는 수술이나 항암요법 등 다른 치료법과 병용해서 이용되던간에 암치료에 있어서 아주 중요한 필수적 수단이 되고 있다. 궁극적으로 완치를 위한 방사선치료의 목표는 가능하다면 주변 정상 조직의 방사선 장해를 최소화 하면서 종양의 국소제어(局所制御)를 극대화 시키자는 데 있다. 따라서 성공적인 방사선치료를 위해서라면 무엇보다 방사선치료 과정 자체의 정밀성 내지 정확성 유무가 필연적으로 뒤따라야하며 이러한 방사선조사(放射線照射)의 정밀도나 정확도는 방사선치료 성과와 밀접한 상관관계가 있음이 임상결과 뿐 아니라 실험적으로도 입증되고 있다. 즉 치료하고자 하는 標的容量(target volume)에 조사(照射)되는 방사선량의 오차가 5-10% 미만이라 할지라도 종양의 국소제어율(tumor control probability)은 이 보다 훨씬 더 많은 차이가 날 수 있고, 또한 방사선으로 인한 후유증의 빈도나 합병증 정도에 있어서도 방사선량 및 조직의 방사선 반응 정도에 따라 상이하겠지만 그 반응이 예민한 경우에는 예상했던 이상의 부작용이 유발될 수 있다는 것이다. 이러한 문제들은 방사선치료로 설령 암이 완치됐다 하더라도 심각한 후유증 내지 합병증이 수반되게되어 삶의 질(quality of life)에 지대한 영향을 미치게 될 것이므로 결코 간과할 수 없는 점으로 인정되고 있다. 따라서 많은 전문가들은 완치목적의 방사선치료에 있어 방사선조사의 정밀도 내지 정확도에 관여되는 불확실성(uncertainty)의 범주는

적어도 $\pm 5\%$ 미만이 되어야 한다고 권고하고 있다(1).

환자에게 조사되는 방사선량의 점가적 불확실성(cumulative uncertainty)은 대개 기본적인 방사선량 측정, 방사선치료선량의 처방, 환자에 관계되는 치료자료의 입력, 방사선치료계획 및 방사선조사 등 방사선치료 과정 중 거쳐야 할 여러 단계에서 장비나 기기의 문제로 또는 주의를 기울이지 않거나 이해부족 등으로 인해 야기될 수도 있는 "ERRORS"에 기인된다고 볼 수 있다. 문헌상에 나타난 방사선치료 계획이나 방사선치료 과정에서 발생하는 errors의 빈도를 보면, 보고기관에 따라 또는 보고자마다 그리고 평가기준에 따라 여러가지로 상이하지만 적게는 3%, 그리고 많게는 44% 정도에 이르는 상당한 오차가 보고되고 있고 이러한 errors의 발생빈도를 극소화하는 것이 최상의 치료결과를 얻기 위한 필수적인 사항으로 간주되고 있는 것이다. Multicenter clinical trial을 주관하는 Radiation Therapy Oncology Group (RTOG), Cancer and Leukemia Group B (CALGB), 그리고 European Organization for Research on Treatment of Cancer (EORTC) 등 방사선치료를 위한 여러 Co-operative Study Group에서는 이미 오래 전부터 Quality Assurance (QA) 연구에 많은 노력을 경주하고 있고 참여병원의 방사선종양학 전문의의 평가에서부터 방사선치료 장비의 점검(2), 그리고 코에너지 방사선 측정치의 비교(3), 해부학적 phantom을 이용한 포괄적인 임상 및 물리적 측정의 비교 검토(4) 등이 시행되고 있으며, 실제적으로 많은 문제점들이 지적되고 개선되어

여러 부분에서 방사선치료의 질 향상(質 向上)이 거듭되고 있는 실정이다.

방사선종양학과 영역에서 방사선치료의 질(質)을 향상시키기 위해 고려해야 할 사항은 상당히 다양하겠지만 방사선치료 전부터 끝까지의 전단계를 검토해 볼 때,

우선

1. 의학적 판단의 정확성 (Adequacy of medical decision-making)
2. 치료장비의 질 (Quality of the equipment)
3. 치료과정의 정확성 (Accuracy of procedure)
4. 치료결과의 질 평가 (Assessment of treatment outcome)

등에 관해 신중한 배려가 필요한 것으로 생각되어 차례로 간략하게 그 개요를 약술(略述) 해보고자 한다.

II. 의학적 판단의 정확성

방사선종양학과 영역에서 의학적인 판단 과정은 방사선치료 적응증의 결정, 매일 치료해야 할 방사선량의 결정 그리고 방사선치료 범위 즉 조사야(照射野)를 결정하는 작업 등이 포함된다고 볼 수 있다.

이 중에서 어떤 환자가 방사선치료를 통해 도움을 받을 수 있을 것인가 하는 방사선치료의 적응증을 결정하는 것은 방사선종양학 전문의의 피할 수 없는 책임이며, 많은 연구를 통해 얻어진 지식을 활용하여 특정 종양의 의학적 정보나 암의 병태생리(病態生理)에 관한 연구에 근거를 두고 "best current management"에 관한 공감대(共感帶)를 중심으로 모든 것을 판단해야 할 것이다. 미국에서는 적절한 치료 지침을 수립하기 위해 자궁경부암이나 전립선암 등 어떤 특정 암을 선정하여 그에 관한 Patterns of Care Study(PCS)를 강조하고 있고, 유럽에서도 EORTC가 주관하는 초기 유방암의「consensus meeting」등을 통해 유사한 움직임을 정립시켜가고 있다.

또한 각개 암 환자의 방사선치료에 있어 치료의 질(質)은 방사선의 총선량(總線量), 분할선량(分割線量), 매일 치료되는 조사야(照射野)의 수(數)등 여러가지 기

준에 따라 크게 좌우될 수 있는데 이러한 평가기준에 관한 연구는 방사선 생물학적 측면에서 그리고 임상적으로도 많은 연구가 지속되고 있어 실제 임상에서 참고할 만한 많은 자료가 이미 문헌상에 정립되어 있는 실정이다.

그러나 치료해야 할 방사선 범위 즉 조사야(照射野)를 어떻게 결정할 것인가 하는 문제는 비교적 소홀히 취급되는 경향이 없지 않다. CT 소견을 참조하여 방사선치료 범위에 포함되는 정상조직과 표적용량(標的容量)을 결정하는 것은 결코 용이한 일이 아니고 실질적으로 많은 임상 경험을 필요로 하고 있다. 비인강암의 방사선치료에서, 2인의 방사선종양학 전문가에게 target volume을 결정해 달라고 의뢰했을 때 동일한 CT 소견을 근거로 2인의 전문가가 제시한 target volume에는 상당한 차이가 있었고, 특히 3차원 입체조형치료(3-D conformal radiotherapy)의 효과적 지표의 하나로 볼 수 있는 Tumor Control Probability(TCP)에서는 TCP 자체가 표적 용량의 dose volume histogram(DVH)을 기초로 하여 계산되는 것이므로 이것 역시 상당한 차이를 나타내고 있음이 uncertainty analysis 결과에서 제시된 바도 있다(6). 즉 CT가 방사선치료 계획을 발전시키는데 상당한 기여를 하고 있는 것은 사실이지만 CT 소견만으로 종양의 확대범위를 결정할 경우 주관적 판단 및 해석에 따라 방사선치료 계획 전반에 걸쳐 전반적인 불확실성(overall uncertainty)을 야기할 수 있기 때문에 보다 정확한 객관적 지식이 요구되고 있는 것이다. 최종적인 치료계획 표적용량(planning target volume)에는 CT나 MRI 등 영상매체에서 관찰되는 종양의 육안적 소견 이외에 눈에 보이지 않는 미세한 현미경적 병소도 방사선치료범위에 포함시켜야 하기 때문에 이것이 방사선치료의 질(質)을 결정하는데 있어 아주 중요한 요인으로 작용할 수 있는 것이다. 실제 Group Study의 결과를 보더라도 철저한 치료기술, 환자에게 투여할 방사선량 수준 등을 비교적 엄격하게 QA committee 본부에서 제시하고 있어도 많은 병원에서 상당수의 protocol violation 이 지적되고 있는데 error의 대부분은 방사선 치료 범위 안에 표적용량(標的容量)

이 충분히 포함되지 않은데서 비롯되고 있음이 EORTC에서 지적된 바도 있다.

III. 치료장비의 질(質)

방사선치료는 방사선치료 장비를 이용한 치료법이기 때문에 치료에 사용되는 Co-60 원격치료기나 선형가속기같은 체외조사(體外照射)장비 및 근접치료(近接治療)

장비는 물론이고 시뮬레이션, 방사선치료 계획을 위한 컴퓨터 등 방사선치료에 이용될 수 있는 보조장비에 이르기 까지 모든 장비는 반드시 quality control이 이루어져야 할 것이다(1,7,8).

가장 근간이 되고 있는 체외조사 장비의 경우, 치료장비의 설치가 끝나면 장비 가동을 위한 specification을 확인하기 위해 여러 가지 점검 과정을 거치게 되는데 이러한 acceptance test 중에는 기계적 점검, 방사선 선원의 점

Table 1. Quality Assurance Program for Therapy Equipment

Checks	Frequency	
	Minimal	Ideal
1. Orthovoltage therapy unit		
Safety devices, emergency stop buttons and mechanical problems	Monthly	Weekly
Patient monitoring and communication devices	Weekly	Daily
Output determination for all qualities used	Monthly	Weekly
Half value layer determination for all qualities used	Quarterly	Monthly
Field symmetry and flatness	Monthly	Weekly
2. Cobalt unit		
Machine panel, hand control reading and indicator light	Weekly	Daily
Patient monitoring and communication devices	Weekly	Daily
Mechanical and electrical safety systems	Weekly	Daily
Integrity of the accessories	Monthly	Weekly
Field symmetry and flatness	Quarterly	Monthly
Radiation field, light field and collimator dial settings coincidence	Monthly	Weekly
Cross hairs alignment	Monthly	Weekly
Treatment couch isocenter	Biannually	Monthly
SSD/SAD readout devices	Quarterly	Monthly
Dose rate determination and coincidence with the decay correction	Quarterly	Monthly
Isocenter of radiation beam	Annually	Biannually
Timer error determination	Annually	Biannually
Determination of the effective source position	Two years	Annually
3. Linear accelerator units		
Machine panel, hand control reading and indicator lights	Weekly	Daily
Patient monitoring and communication devices	Weekly	Daily
Mechanical and electrical safety systems	Weekly	Daily
Absorbed dose calibration	Weekly	Daily
Integrity of the accessories	Monthly	Weekly
Energy constancy	Monthly	Weekly
Field symmetry and flatness	Monthly	Weekly
Radiation field, light field and collimator dial settings coincidence	Monthly	Weekly
Cross hairs alignment	Monthly	Weekly
Treatment couch isocenter	Biannually	Monthly
SSD/SAD readout devices	Quarterly	Monthly
Optical backpointer and sagittal lights	Monthly	Weekly
Isocenter of radiation beam	Annually	Biannually
Field size dependence	Two years	Annually
Determination of the effective source position	Two years	Annually

Table 2. Quality Assurance in High Dose Rate Brachytherapy

Procedure
Radiation Source
leak test
source calibration
Afterloading equipment
source transport
coupling and connection interlocks
interrupts
termination functions
timers
all treatment programming procedure
Localization system
Treatment planning system
Verification of dose delivery
Radiation safety

Table 3. Quality Assurance of Simulators

Frequency	Procedure	Tolerance (±)
Daily	Localization lasers	2mm
Weekly	Light/radiation field coincidence	2mm
Monthly	Optical distance indicator	2mm
	Field size indicator	2mm
	Gantry angle indicator	10
	Collimator angle indicator	10
	Cross-hair centering	1mm
Annually	Isocenter shift	2mm diameter
	Collimator rotation	2mm diameter
	Gantry rotation	2mm diameter
	Couch rotation	2mm
	Couch vertical travel	2mm
	Tabletop sag	2mm

Table 4. QA for Treatment Planning Systems and Monitor Unit Calculations

Frequency	Test	Tolerance
Commissioning and following software update	Understand algorithm	Functional
	Single field or source isodose distribution	2% or 2mm
	MU calculations	2%
	Test cases	2% or 2 mm
	I/O system	1 mm
Daily	I/O devices	1 mm
Monthly	Checksum	No change
	Subset of reference QA test set (when checksums not available)	2% or 2 mm
	I/O system	1 mm
Annual	MU calculations	2 %
	Reference QA test set	2 % or 2 mm
	I/O system	1 mm

검 그리고 방사선 방호 측면의 검사가 이루어져야 하며 이 과정이 끝나면 임상에 사용될 수 있도록 그 이전에 상당 분량에 해당하는 방사선치료의 data를 얻기 위한 측정이 이루어져야 한다. Commissioning measurements는 treatment planning computer에 필요한 자료의 입력 외에도 수작업에 의한 계산이 가능할 수 있도록 별도의 도표도 마련되어야 한다. 일단 acceptance tests와 commissioning measurements가 끝나면 환자처리가 시작될 것이고 이때부터 곧바로 quality assurance program(Table 1)이 진행되어야 할 것이다(7,8).

근접치료(近接治療)장비도 라디옴이나 세시움같은 동위원소를 이용한 종래의 저선량을 근접치료법에서부터 최근에는 고선량을 근접치료 체계의 운용이 점차 확대되고 있고 치료 기술면에서도 강내조사나 조직내치료 뿐 아니라 관내치료 등 새로운 다양한 방사선치료 기술이 개발되고 있다. 따라서 이 경우도 역시 근접치료에 따르는 acceptable accuracy를 유지하면서 환자나 치료에 임하는 의료진의 방사선 피폭에 관한 안정성을 기하기 위해서는 근접치료(近接治療)를 위한 별도의 적절한 QA program(1,9)이 요구되고 있다(Table 2).

체외치료나 근접치료에서 사용되는 장비 이외에 치료 계획을 위한 simulator(Table 3), treatment planning system (Table 4)같은 방사선 치료를 위한

보조장비에서도 이에 상응하는 quality assurance program을 유지하기 위한 많은 전문가들의 조언이 계속되고 있으며「AAPM Task Group 23」, 「ICRU Report 42」등 여러 공인기관에서도 이미 이에 관한 적절한 세부적 지침을 마련해 놓고 있다(1,7,8,10,11).

이 모든 과정에서 방사선종양학 물리학자는 매우 중요한 업무와 역할을 수행하고 있다고 보아야 할 것이다. AAPM RT Committee Task Group 40 (1994)에서는 상기한 여러 업무 외에도 방사선치료 계획, QA 과정의 수행, 치료장비의 유지관리 그리고 방사선종양학 의사, 치료방사선과 방사선물리기술 등 치료에 관여하는 전 교직원들의 교육훈련도 방사선종양학 물리학자의 책임 및 의무로 규정하고 있다(8). 또한 비교적 잘 운영되는 QC program에도 불구하고 각 병원에서 측정된 방사선의 특성과 외부 조사반(visiting team)에서 실측한 측정치 사이에는 상당히 커다란 차이가 있을 수 있는데, 이러한 difference errors를 확인하기 위해 외부의 전문가 인사들로 구성된 팀에 의한 현지 방문점검 즉 Quality audit (QAu)의 중요성도 QA program에서는 필수적인 부분의 하나로 강조되고 있다(1,8). 미국에서는 Radiological Physics Center (RPC)에서 이러한 업무를 수행하고 있

으며 유럽에서는 EORTC Radiotherapy Group Quality Control Project에서 quality audit를 담당하여 많은 연구 결과가 계속 발표되고 있다(13).

IV. 치료과정의 정확성

현재의 방사선치료 기법은 치료 환자 대상을 결정하는 것 부터 그 환자에서 방사선치료가 시작될 때까지 상당히 복잡한 여러 과정을 거치게 되는데, 치료의 시작부터 끝까지 전과정을 평가하기 위한 comprehensive QA program이 필요하다. WHO (1988)에서는 방사선치료 과정 중 흔히 접하는 errors의 원인들을 Table 5에서와 같이 열거하고 있다(1).

즉 방사선치료의 전과정을 통해 기술적인 면과 물리적 측면이 모두 QA program내에 포함되어야 하는데, 우선 방사선치료의 전과정을 보면,

1. Treatment prescription

- 1) Volume to be treated
- 2) Dose to be delivered and fractionation scheme

2. Different steps of treatment preparation

- 1) Acquisition of patient data
- 2) Definition of target volume and critical organ
- 3) Treatment simulation
- 4) Dose distribution and calculation of monitor units or treatment time
- 5) Preparation of the treatment chart
- 6) Introduction of the data in the check-and-confirm system

3. Treatment execution

- 1) Daily immobilization and positioning of the patients
- 2) Daily parameter set-up
- 3) Irradiation

Table 5. Sources of Errors in Radiotherapy

Determination of Patient Anatomy
Errors in Obtaining Outline, Patient Positioning, Defining Organs at Risk, Estimating Tissue Inhomogeneities, etc.
Definition of Target Volume (s)
Shapes and Location, Failure to Take Into Account Movements of Organs Due to Circulation and Respiration Hardware -
Treatment Planning
Errors in Beam Data, Beam Models, Computer Software and Hardware, etc.
Treatment Delivery
Errors in Machine Calibration, Patient Set-up, Improper Machine Settings, etc.
Patient Data
Identification, Diagnosis, Treatment Prescription, Records of Previous Treatment Given, Portals of Entry, etc.

와 같이 매우 복잡한 단계를 거쳐게 된다(12). 상기한 방사선치료 전과정에서 발생할 수 있는 errors를 극소화시키자는 궁극적인 목표는 결국 의학적인 판단대로 실제 환자에서 방사선치료가 이루어지고 있는지 그 동일성을 확인하는 것이므로 최종적인 점검은 in vivo dosimetry나 portal imaging system을 적절히 이용하는 것도 한 방법일 수는 있으나 과정 하나하나의 정밀한 점검이 매우 중요하다고 하겠다.

또한 이와 같은 방사선 치료 전반에 걸친 service나 products, 즉 질 향상을 도모하기 위해서는 치료방사선과 책임자를 팀장으로 하는 「comprehensive QA team」이 별도로 구성되어야 하는데 구성원으로는 관계되는 방사선종양학 전문의, 방사선 물리학자, 치료방사선사, 치료방사선 물리기술, 간호사 및 통계관리자 같은 실무진도 함께 참여하여 운영되어야 할 것이다. 또한 이러한 committee는 병원전체 QA 프로그램의 일부가 되어야하고 학회차원의 QA program이 있다면 이 모임과도 긴밀한 협조 관계가 이루어져야 한다.

V. 치료결과의 질 평가

일반적으로 방사선 치료결과를 평가하고자 할 때는, 5년생존율(生存率)이나 국소재발율(局所再發率)등과 같은 암의治愈율과 더불어 부작용이나 합병증 그리고 환자의 만족도 등도 반드시 평가 대상이 되어야 할 것이다. 물론 환자치료의 질 평가에서 비교적 명확한 근거가 제시될 때도 있지만 때로는 전혀 알 수 없는 여러 가지 요인에 따라 그 결과가 상이하게 나타날 수도 있다. 그러나 상당수의 환자를 대상으로 충분한 기간의 추적조사를 통해 얻어진 것을 치료결과로 수용하고자 할 때는 그 결과를 얻게 된 구조(structure)나 과정(process)을 반드시 감정해 볼 필요가 있게 되는 것이다(1).

구조적 접근방법 (Structural approach)는 물리적 구조, 시설, 장비 또는 관리, 인력, 재정 등의 조직체계가 양호하면 양호할수록 과정도 호전되고 나아가 더 양호한 결과가 유도될 수 있다는 것인데 이러한 접근법의

맹점은 가장 양호한 저층구조 (infrastructure)를 감안한다 하더라도 그 근거를 찾아내는 것이 쉽지 않다는 점이다. 과정의 접근방법 (Process approach)도 의료진이 현재 갖고 있는 의학적 지식이나 방사선치료 기술이 우수하면 우수할수록 치료 평가에서 더 나은 결과를 초래할 것이라는 가정 하에 이루어지고 있지만 이것 역시 치료 전 후의 평가라든지, 동일환자에서 얼마나 적극성을 갖고 치료에 임하였는지 등의 적극적인 치료의 적용 등과 같은 과정 그 자체를 평가하기가 쉽지 않고 또 그러한 것들이 구조적 접근법과는 달리 반드시 치료결과와 분명한 상관관계가 있다고 볼 수 없을는지 모른다. 그렇지만 의료결과의 비교평가에서 치료 과정이 잘 되었으면 quality assurance의 합리적인 목표가 되는 양질의의료의 결과를 얻게 되는 경우가 허다하다. 따라서 결과를 확인하기 위한 질 평가는 QA program에 소요된 노력이나 경비가 목적이 확실하고 치료과정에 정확성을 기했을 때 반드시 측정가능한 결과가 유도된다고 볼 수 있기 때문에 아주 중요한 사안이 되고있다.

VI. 결 론

방사선종양학과에서 Quality assurance program의 기본적인 목적은 방사선종양학 분야의 의료에 관한 질의 객관적이고 체계적인 관리를 통해 궁극적으로 환자 진료에 있어 적합성을 유지해 보고자하는 질 향상(quality improvement)에 있다고 보여진다. 따라서 모든 방사선종양학 전문의들은 적정관리에 대한 중요성을 인식하고 가까운 장래에 acceptable quality가 유지되는 방사선치료가 이루어질 수 있도록 다함께 노력을 기울여 해서는 안될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. WHO : "Quality Assurance in Radiotherapy" World Health Organization, Geneva. 1988
2. Horiot JC, Johansson KA, Gonza DG, Van

- der schweren E, Van den Bogaert W and Notter G : Quality assurance control in the EORTC cooperative group of radiotherapy.
1. Assessment of radiotherapy staff and equipment. *Radiother. Oncol.* 1986, 6, 275-284
 3. Johansson KA, Horiot JC, Van Dam J, Lepiony D, Sentenac I and Sernbo G : Quality assurance control in the EORTC cooperative group of radiotherapy.
 2. Dosmetric intercomparison. *Radiother. Oncol.* 1986, 7, 269-279
 4. Johansson KA, Horiot JC and Van der schueren E : Quality assurance control in the EORTC cooperative group of radiotherapy
 3. Intercomparison in an anatomical phantom. *Radiother. Oncol.* 1987, 9, 289-298
 5. Glicksman AS, Reinstein LE, McShan D : Radiotherapy Quality Assurance Program in a Cooperative Group. *Int. J. Rdiat. Oncol. Biol. Phy.* 1981, 7, 1561-1568
 6. Urie MM, Goiten M, Doppke K : The Role of Uncertainty Analysis in Treatment Planning. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phy.* 1991, 21, 91-107
 7. Khan FM. : *The Physics of Radiation Therapy.* 2nd Ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1994, 504-542
 8. Kutcher GJ, Coia L, Gillin M : *Comprehensive QA for Radiation Oncology : Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40.* *Med. Phy.* 1994, 21, 581-618
 9. Baltas D : *Quality Assurance in HDR Brachytherapy.* *Activity* 1991, 5, 149-153
 10. Almedia CE, Cecatti ER : *Teletherapy Equipment and Simulators.* *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1984, 10, 99-103
 11. Dyk J, Barnett R, Cygler J : *Commissioning and Quality Assurance of Treatment Planning Computers.* *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1993, 26, 261-273
 12. Leunens G, Verstraete J, Van den Bogaert W, Van Dam J, Dutreix A, Van der Schueren E : *Human Errors in data transfer during the preparation and delivery of radiation treatment affecting the final result : "garbage in, garbage out"* *Radiother. Oncol.* 1992, 23, 217-222
 13. Horiot JC, van der Schueren E, Johansson KA : *The Program of Quality Assurance of the EORTC Radiotherapy Group.* *Radiother. Oncol.* 1993, 29, 81-84