

전산화치료계획을 위한 CT 영상의 정도관리

서울대학교병원 치료방사선과

제영완, 민제순, 정치훈, 박진홍, 박흥득

I. 서론

방사선 치료의 궁극적 목표를 암의 완치를 향상에 있다고 할 때 이를 위한 실행목표는 종양학적 범위가 암조직에 대한 정확한 방사선 조사 및 주위의 정상조직에 대한 흡수 방사선량 및 조사범위의 최소화로 대별되며 결과적으로는 장기생존율 및 급만성 합병증의 발병율등의 생명표적 확률적 지표로서 그 목표달성 여부를 평가할 수 있다. 이러한 방사선 조사범위의 결정은 단순한 치료촬영(simulation)에 의해 결정되는 경우도 있으나 최근에는 조사범위의 최적화를 위하여 방사선 치료계획용 CT 필름을 이용한 전산화 치료계획에 의한 범위 결정이 일반화되고 있다.

치료계획용 CT 필름을 전산화 치료계획 시스템에 입력하여 한 단면이 아닌 방사선 조사범위 전체의 단면과 영상재구성에 의하여 부분적으로 oblique, axial, coronal 면등에서도 종양과 정상조직의 위치를 고려한 조사범위 설정 및 전산화 치료계획을 수립할 수 있게 되었다. 또한 환자의 횡단면을 따라 석고봉대에 의해 직접 환자외형(contour)을 제작하지 않아도 되며 단순 치료촬영 영상을 기준으로 하는 조사범위 결정의 오류를 최소화 할 수 있게 되었다.

치료계획용 CT영상은 치료촬영시와 동일한 환자 자세재현, 적절한 단면수 및 단면설정, 조영제 사용 등의 계획된 절차와 방법에 따라 진행되어야만 영상 오류를 최소화 할 수 있고 출력된 영상자료의 효용성을 높일 수 있다.

그러나 현재 치료방사선과에는 치료계획용 CT촬영을 위한 전용 CT를 보유하고 있지 못함으로 진단 방사선과 CT 촬영기기를 이용하여 전산화 치료계획에 필요한 모든 CT촬영을 하고 있으므로 환자 자세 재현 오류, CT영상 왜곡 등의 발생빈도가 높을 뿐만 아니라 치료촬영후 촬영장소를 이동하여 다시 CT촬영을 위해 대기 해야하는 시간지연으로 환자의 불편 사항 등이 나타나고 있다.

따라서 본원에서는 전산화치료계획용 CT영상의 적절성 평가 등을 통하여 최적의 CT영상을 획득하고 CT 요청서상의 미비점 파악 및 환자의 불만족을 파악하기 위해 설문 조사에 의한 CT촬영 대기시간 및 실행시간의 지연 등을 조사하고 문제점을 분석, 평가하여 표준화된 절차와 개선 방안을 마련하고자 한다.

II. 본론

1. 방사선 치료계획용 CT 영상의 적절성 평가

방사선 치료계획을 위한 CT 촬영환자 34명의 CT 필름을 대상으로 촬영시 자세재현성, 영상왜곡도, 화질관리, 필름출력 오류 항목으로 구분하여 CT 영상의 적절성 평가를 시행하였다. CT 촬영시 치료촬영(simulation)시와 동일한 자세재현이 이루어져야만 전산화 치료계획에 의해 결정된 조사각도가 실제 치료시 표적(Target volume)을 벗어나지 않는다. 그러므로 시행된 방사선 치료계획용 CT의 자세재현

정확도를 분석, 평가하여 오차원인 파악 후 개선방안을 모색하였다. (별첨 1)

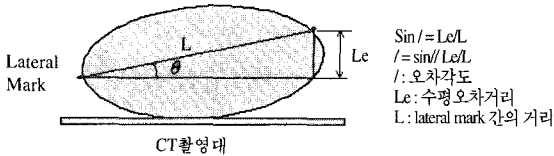
1) 자세재현성

① 좌우 수평 자세재현 오류

치료계획용 CT영상의 Lateral mark 간의 오차 각도를 계측하여 CT촬영시 좌우 수평 자세재현 정확도를 평가하였다. Lateral mark 간의 거리(L)와 수평오차거리(Lc)를 계측하여 자세재현 오차각도를 산출하였다. (그림 1)

② 중심위치(body midline) 자세재현 오류

방사선치료계획 CT의 해부학적 지표간의 오차 각



- 평가기준 : CT촬영대와 lateralmark의 수평
- 허용오차 : 2도 이상 초과시 CT 재촬영

그림1. 좌우수평 자세 재현 오류

2) 영상 왜곡도

(환자 실측치와 CT 영상의 왜곡도 평가)

영상 왜곡도의 평가목표는 실제 환자의 횡단면과 동일한 크기의 치료계획 CT 영상을 획득하여 정확한 치료계획 선량을 표적(target volume)에 조사 되도록

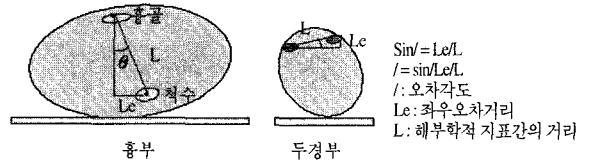


- 평가기준 : CT필름과 실측두께 비교
- 허용오차 : 5mm이상 초과시 CT 재촬영

그림3. 영상 왜곡도

도를 계측하여 CT 촬영시 중심위치(body midline) 자세재현 정확도를 평가하였다. 그림상의 해부학적 지표간의 거리(L)와 좌우 오차거리(Lc)를 계측하여 자세재현 오차각도를 산출하였다.

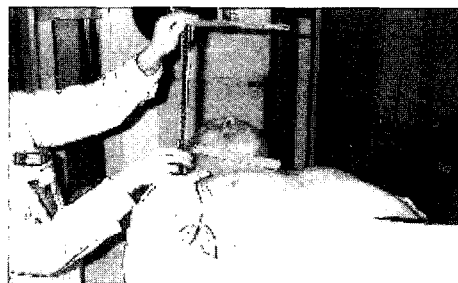
평가 방법으로는 흉부의 경우 치료계획 CT상의 흉골(sternum) 과 척수(spinal cord) 중심 일치도 점검후 오차각도를 산출하였고, 골반부는 치료계획 CT상의 L-spine 과 Pubic symphysis 중심 일치도를 계측하고, 두경부는 치료계획 CT상의 좌우 Orbit 선단 일치도를 점검후 오차각도를 계측하여 산출하였다. (그림 2)



- 평가기준 : 흉부(흉골과 척수 중심)
골반부(L-spine과 pubic symphysis 중심)
두경부(좌우 lens)
- 허용오차 : 2도 이상 초과시 CT 재촬영

그림2. 중심 위치 자세 재현 오류

록 하는 것이다. 평가 방법으로는 치료촬영실에서 측정된 진후, 좌우의 실측두께와 치료계획 CT 필름에 나타난 진후, 좌우 두께를 계측하여 비교하였다. 단 CT 필름과 실측두께의 계측은 CA 횡단면 midline marker 위치에서 측정하였다. (그림 3)



3) 화질관리 (환자 외형, 해부학적 구조, Target volume 인식의 적절성 평가)

화질관리의 평가 목표는 조사범위 설정 오류의 최소화 및 표적에(target volume) 정확한 치료계획 선량을 조사하기 위한 Target volume 및 주변의 해부학적 구조, 환자의외형 인식이 명확한 방사선 치료계획용 CT 영상획득이다.

화질관리는 환자체형(external contour) 과 해부학적 구조(internal structure), Target volume등으로 세가지로 분류하였다. 환자의외형은 출력된 CT 영상의 가시적인 구조와 주위 배경인식의 적절성을 파악하였고, 해부학적 구조와 Target volume은 가시적인 내부 구조와 주변 조직의 대조도 등을 비교하여 적정수준을 결정하였으며, 매우 적절, 적절, 부적절의 등급으로 판정하였다.

4) 출력오류

(방사선 치료계획용 CT필름 출력오류)

치료계획 CT 촬영후 image processing 과정에서 발생하는 출력오류를 구분하고 발생빈도를 조사하였다. 첫째 좌우방향 표시 오류로서 좌, 우방향 표시가 뒤바뀜으로 인해 전산화 치료계획에 의한 치료시 조사방향이 표적을 벗어나는 오류가 발생될 수 있다. 둘째 눈금자(grid line) 표시는 오류 전산화 치료계획 시스템에 영상 입력시 전단면에 걸쳐 눈금자 표시되지 않는 경우가 있어 좌표 원점 입력오류가 발생될 수 있으며, 셋째 Position (supine & prone) 출력 오류는 CT 영상을 전산화 치료계획 시스템에 입력시 Position 교정을 위한 시간지연 및 전산화 치료계획 오류가 발생할 수 있다. 넷째 영상크기 설정(DFOV) 오류로서 전산화 치료계획에 필요한 전체영상이 출력되지 않거나 영상 크기가 작아 확대 과정에서 image 불분명을 초래할 수 있다. 다섯째 적정단면 설정 및 필요단면 누락 등으로 분류하였다.

2. 방사선 치료계획용 CT요청서상 미비점 파악 및 개선

치료계획용 CT촬영을 위해 촬영의 정보를 기재한 요청서상에 단면수의 적절성, 지시사항의 명확성, 조영제 사용의 적절성 등 치료계획용 CT요청서의 개선보완을 위한 정도관리로 QA위원회를 조직하여 월1회 총5회의 정도관리(QA)회의를 실시하였다. QA위원회는 치료계획실 방사선사, 치료촬영실방사선사, 전공의, 교수등으로 구성하였다. 정도관리(QA) 회의에서 수렴된 의견을 토대로 현재 사용하고 있는 치료 계획용 CT요청서 상의 항목을 유지, 개선, 보완, 폐지, 신설사항으로 구분하여 효율적인 치료 계획용 CT요청서를 새로이 제작하였다. (별첨 2)

3. 방사선 치료계획용 CT 촬영시 환자의 만족도 조사

치료촬영후 치료방사선과에서 CT촬영실로 이동하여 치료계획을 위한 CT촬영환자와 기존의 진단용 CT 촬영환자의 과다로 인해 다시 대기해야하는 환자들의 불만과 촬영시간 및 대기시간에 대한 환자의 의견을 수렴하기 위해 설문조사를 시행하였다. 총 응답 환자수는 30명으로 응답 결과를 토대로 환자들의 의사를 최대한 반영하기 위해 QA활동을 시행하였다. 설문조사는 CT촬영시 대기시간, 시행시간, 지연이유와 이동시의 문제점, 촬영시 환자의 불편한 점, 등을 내용으로 하였다.

III. 결과

1. 방사선 치료계획용 CT 영상의 적절성 평가

1) 자세 재현성

① 좌우 수평 자세재현 오류

치료계획용 CT영상의 좌우 lateral mark의 오차 각도를 측정한 결과 체위 고정장치를 사용한 두경부에서는 오차각도 2° 미만으로 측정됨으로써 체위 고정장치를 사용하지 않은 부위보다 비교적 정확

함을 보였다. 흉,복부에서는 총 21명중 2° 미만이 20명이었으며, 2° ~5°가 1명으로 나타났다. 골반부와 사지는 사례가 부족하여 충분한 비교가 되지 않은 것 같다.(표 1)

표1. 좌우 수평자세 재현오류

오차각도	두,경부	흉, 복부	골반부	사지
<2도	9명	20명	3명	1명
2도~5도	-	1명	-	-
>5도	-	-	-	-
계	9명	21명	3명	1명

② 중심위치(body midline) 자세재현 오류

치료계획용 CT 영상을 이용하여 중심위치의 오차각도를 측정한 결과 흉부 환자 20명중 오차각도 2° 미만은 12명, 2° ~5°는 7명, 5° 이상 1명으로 나타났다. 골반부는 총 4명 모두 2° 미만으로 측정되었다. 두, 경부에서는 총 5명중 오차각도 2° 미만의 경우는 4명이었고, 2° ~5°가 1명이었다.(표 2) 해부학적 지표 인식이 불분명하거나, 종양으로 인해 지표의 위치이동이 있는 영상은 평가 대상에서 제외하였다. (34 명중 5명)

표2. 중심위치 자세재현 오류

오차각도	흉부	골반부	두, 경부
<2도	12명	4명	4명
2도~5도	7명	-	1명
>5도	1명	-	-
계	20명	4명	5명

2) 환자 실측치와 CT 영상의 왜곡도 평가

치료계획용 CT 필름과 치료촬영실에서 실측한 환자 두께오차를 비교한 결과 두,경부의 좌우 두께오차는 측정된 전체 두경부환자 3명이 0.5cm미만으로 나타났으며, 흉,복부 촬영환자 20명중 전후두께오차 0.5cm미만 16명, 0.5cm~1cm 3명, 1cm 초과 1명으로 측정되었다. 골반부에서는 전후 좌우두께를 각각

측정하였다. 오차두께 0.5cm 미만인 경우 전후 1명, 좌우 1명 0.5cm~1cm인 경우 전후 1명, 좌우1명으로 측정되었다. (표 3)

전산화 치료계획으로 치료를 시작한 환자의 실측 두께 측정기록이 없으므로 평가 대상에서 제외하였다.(34 명의 7명)

표3. 영상 왜곡도

오차두께	두, 경부	흉, 복부	골반부	
	좌우	전후	전후	좌우
<0.5cm	3명	16명	1명	1명
0.5cm~1cm		3명	1명	1명
> 1cm		1명		
계	3명	20명	2명	2명

*실측에 의한 두께 측정은 ± 5mm 오차반경 : 실측시 반응됨하여 두께 기록

3) 환자 외형, 해부학적 구조, Target Volume 인식의 적절성 평가

CT 영상의 가시적인 적절성 평가에서는 환자의 외형, 해부학적구조, Target Volume등으로 구분하여 34건의 필름을 평가하였다. 환자외형 인식 매우적절(상) 14명, 적절(중) 16명, 부적절(하)4명이었다. 해부학적구조의 평가결과는 매우적절 13명, 적절 19명, 부적절 2명으로 나타났으며, Target Volume의 적절성평가는 매우적절 10명, 적절 20명, 부적절 4명으로 나타났다.(표 4)

표4. 환자 외형, 해부학적 구조, Target Volume 인식의 적절성 평가

평가	흉부	골반부	두, 경부
매우적절(상)	14명	13명	10명
적절(중)	16명	19명	20명
부적절(하)	4명	2명	4명
계		총34명	

4) 방사선 치료계획용 CT필름 출력오류

좌,우 방향 표시 오류 1명, Grid line 표시 1명, Position 오류출력 1명, DFOV 설정오류 2명, 필요단

면누락 1명, CT 촬영시 자세제한의 지표가 되는 mark 부착오류 1명으로 나타났다.

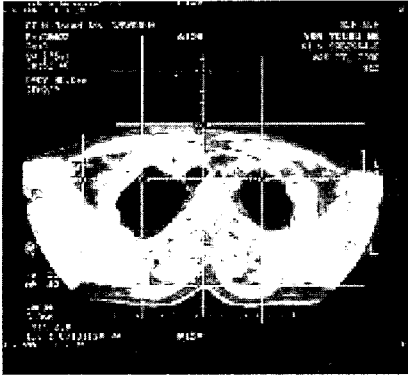


그림4. DFOV 출력오류

2. 방사선 치료계획용 CT 요청서상 미비점 파악 및 개선

방사선 치료계획용 CT 요청서상의 단면수 및 촬영간격, 범위 지시가 적절하지 못해 발생할 수 있는 오류는 CT 촬영 단면수, 간격, 범위 등을 명시하고, CT 촬영시 유의사항도 기록하였다. 조영제 사용에 대한 정보 누락에 의해 발생할 수 있는 오류는 사용량 및 조영제 주입후 촬영시간을 명시하였다. 전산화 치료계획시 일일선량, 누적선량, CT촬영 예약일 및 치료계획을 위한 정보(조사면 세로폭, 치료계획 중심단면)의 누락에 의해 발생하는 오류를 방지하기 위해서 전산화 치료계획서를 따로 제작하여 유의사항 및 정보 명시후 치료계획실에 보관 하고있다. 또한 수기 영문 표기에 의해 인지불가의 경우도 발생하였으므로 가능한 한글로 표기하였다. 위와 같은 미비점을 개선한 방사선 치료계획용 CT요청서를 새로 제작하였다.(별첨 2)

3. 방사선 치료계획용 CT 촬영시 환자의 만족도 조사

CT 촬영환자의 만족도 조사에서 대기시간에 대한 응답으로는 대상환자 총30명중 30분 이내 21명, 1시

간이내 5명, 1시간 이상 4명으로 조사되었다. 1시간 이상 대기한 환자의 지연내용으로는 예약환자수에 따른 지연과 고정기구 사용으로 인해 치료계획실과 CT실과의 연계의 문제점으로 인한 지연과 불분명한 그림으로 인한 지연 등이 있었다. CT실 이동에 대한 환자의 불편사항에 대한 설문은 거리가 멀다 7명, 위치파악이 어렵다 3명, 환자 탈의시 불편하다 (치료촬영실에서 CT실 이동후 재탈의) 1명, 없다 19명으로 조사되었다. 그밖에 문제점으로는 CT촬영에 대한 설명의 부족과, 촬영시간에 잘 맞추어서 금식시간을 처방해 달라는 설문이 조사되었다.(표 5)

표5. CT 촬영시 대기시간에 대한 만족도 조사

항목	골반부	응답환자수
30분이내		21명
1시간 이내	예약환자수에 따른지연(5건)	5명
1시간 이상	예약환자수에 따른지연(2건) 고정기구사용으로 인한지연(1건) 불분명한 그림으로 인한지연(1건)	4명

IV. 결과 분석, 평가에 의한 문제점 및 개선방안

1. 방사선 치료계획용 CT 영상의 적절성 평가

1) 자세 제한성 평가

자세 제한성의 오차원인으로 CT 촬영대의 수평유지와 CT실과 치료촬영실 Laser 시스템의 차이로 인해 Lateral level set-up오차를 들 수 있으며, 피부 굴곡으로 인해 Lateral mark가 밀착되지 않아 발생하는 부착오류와 CT실 방사선사의 환자 자세제한 오류, 고정기구를 사용하지 않은 흉, 복부 및 골반부위 환자들의 자세제한 오류발생이 원인으로 평가되었다.

자세 제한성의 오차 원인에 대한 개선 방안으로는 수평계를 이용하여 CT 촬영대 수평 점검후 방사선 치료계획 CT촬영을 시행하고, CT실에 치료촬영실과 같은 Laser 시스템(side laser) 설치를 고려중이다.

Marker 부착오류에 대한 개선방안은 marker의 길이를 2~3cm로 절단하여 CA level 에만 부착하여 촬영하고 전산화 치료계획시 CA level에서 좌표입력을 시행하였다. CT실 방사선사의 자세재현 오류발생은 치료계획 CT 촬영시 환자 자세재현 지침서 작성 후 CT실에 제공 및 주기적 교육실시를 예정하고 있으며, 치료방사선과 방사선사 참여하에 방사선 치료 계획 CT 촬영을 시행하는 것이 바람직하다. 고정기구를 사용하지 않은 환자에게서 발생한 오류에 대한 개선방안으로는 가능한 모든 환자에 대해 보조 고정기구 적용 및 개발을 위해 연구 중이며 두경부 환자를 위한 일부 고정용구는 개발하여 적용하고 있다.

2) 환자 실측치와 CT 영상의 왜곡도 평가

영상 왜곡도의 오차원인으로 CT실 방사선사의 환자 자세재현 오류(예: 흉부 plan CT시 어깨 및 팔의 위치)와 CT 촬영기의 주기적 정도관리 결어로 인한 영상 크기의 오차, 전산화 치료계획시스템에 Plan CT 영상 입력시(scanner or video camera) 오차발생 및 적절하지 못한 Window width & Level 설정으로 인한 불분명한 External contour등이 오차의 원인으로 평가되었다.

CT영상의 왜곡도 평가에 대한 개선방안으로는 치료방사선과 방사선사 참여하에 방사선 치료계획 CT 촬영을 시행하였고, 영상 크기의 오차에 의해 발생하는 오류는 CT 촬영기의 주기적 정도관리를 협조 요청 하였고, 전산화 치료계획시스템에 환자영상 입력시 영상크기 교정 tool로 영상의 크기를 교정하였다. 전산화 치료계획시스템에 영상입력중 발생할 수 있는 오류는 전송 시스템에 의해 환자영상이 직접 입력되는 것이 정확도를 높일 수 있는 것으로 사료되어(PACS or Net work line) 전산화 치료계획 시스템 upgrade시 PACS를 이용한 CT영상의 입력 Interface를 설치예정이다. Window width & Level 설정에 대한 오류는 가능한 치료방사선과 전공의 참여하에 Window width & Level을 설정할 예정이다.

3) 환자 외형, 해부학적 구조, Target Volume 인식의 적절성 평가

환자 외형, 해부학적 구조, Target Volume 인식의 적절성 오차원인은 부적절한 Window width & Level 설정으로 인한 오류로 평가되었다.

적절성 평가의 오차원인에 대한 개선방안으로는 치료방사선과 전공의 참여하에 Window width & Level 설정을 시행하기로 하였다. 환자외형 인식을 위한 영상과 해부학적구조, Target volume 인식을 위한 영상의 Window width & Level을 각각 설정후 두가지의 필름 출력하였다.

4) 방사선 치료계획용 CT필름 출력오류

CT필름 출력오류의 오차원인으로 방사선 치료계획 CT필름 출력설정과 전산화 치료계획 CT 요청서의 이중점검 결여가 오류로 평가되었다.

CT필름의 출력오류의 개선방안으로 치료방사선과 전공의(or 방사선사) 참여하에 출력단면 설정하기로 하였으며, 방사선 치료계획용 CT 요청서의 교수와 전공의의 double check을 시행하였고, CT 필름 인수시 출력오류 점검 후 인수하였다.

2. 방사선 치료계획용 CT 촬영 환자의 만족도 조사

1) 대기시간, 시행시간 지연

CT 촬영 환자의 설문조사에서는 진단 방사선과 CT 예약환자수에 의한 대기시간과 진단방사선과에 비치되어있지 않은 고정용구 때문에 CT실에서 연락 받고 고정용구를 운반하면서 발생하는 대기시간의 지연 등으로 조사되었다. 또한 불분명한 Skin marking으로 인해 치료촬영실로 연락하여 CT 촬영을 위한 단면중심 확인 후 CT촬영 시행하여 대기시간이 길어지는 문제점등이 있었다.

진단방사선과의 CT 예약환자수에 의한 대기시간 지연의 개선방안으로는 진단 방사선과 CT실에 협조 의뢰하여 방사선 치료계획용 CT 촬영 환자의 예약을 특정 요일, 시간에 시행할 예정이며, 고정용구운반에 의한 대기시간의 지연은 진단방사선과에도 치

료촬영시와 동일한 환자 고정용 기구를 비치예정이다. 불분명한 Skin marking에 의한 대기시간지연의 개선방안으로 CT촬영환자에 대해 치료촬영실에서 Skin marking을 확인후 CT촬영을 하도록 하였으며, 환자에게 지워지지 않도록 주의를 요구하였다.

2) 진단방사선과 CT실 이동시 환자의 불편함

CT실 이동간의 환자의 불편사항으로 이동시 거리가 멀고 위치 파악이 어려움에 대한 응답과 치료촬영후 다시 옷을 입고 CT실로 이동한 다음 대기시 다시 탈의 해야하는 문제점등이 조사되었다.

CT실 거리와 위치파악의 어려움에 대한 개선방안으로 치료방사선과 간호사실에서 CT실 약도를 배부하고있다.

3) 그 밖의 문제점

기타 문제점은 방사선 치료계획용 CT 촬영시 주의사항, 절차, 소요시간, CT촬영의 필요성 등의 설명 부족으로 인한 환자의 불만에 대해서는 치료촬영후 전공의에 의한 자세한 설명이 필요한 것으로 조사되었다.

3. 방사선 치료계획용 CT요청서상 미비점 파악 및 개선

QA활동으로 개선한 방사선 치료계획용 CT 요청서를 CT 촬영환자에게 적용하고 있다. 지속적인 QA활동으로 미비점을 파악하고 보완이 요구된다.(별첨 2)

V. 결론

종양부위에 정확한 치료계획 선량을 조사하고 주변의 정상조직이나 주요장기에는 최소의 방사선이 조사되도록 하기 위해서는 전산화 치료계획 시스템에 적합한 CT 영상을 입력하여 Treatment parameter를 도출하는 것이 효율적이다.

전산화치료계획용 CT영상의 획득에서의 사소한 오류는 곧바로 양질의 치료에 영향을 미칠수 있고

환자에게 악영향을 초래할 수 있다. 그러므로 최적의 치료계획용 CT영상을 얻기 위해 표준화된 절차 및 방법을 위한 CT영상의 적절성 평가를 시행하고, 설문조사를 통한 환자의 불만족해소와 CT요청서상의 미비점 및 오류원인과 문제점파악 등의 개선방안을 마련하는 QA활동이 요구된다.

가장 명확하고 근본적인 개선방안은 치료방사선과에 치료촬영 및 CT촬영을 동시에 시행할 수 있는 치료계획전용 CT를 보유하는 것이나, 고가의 장비이므로 쉽게 구입할 수 없는 여전이다. 그러므로 진단용 CT 장치를 이용하여 치료계획용 CT를 촬영하는 병원에서는 이러한 QA활동을 통하여 보다 적합한 치료계획용 CT 영상을 얻어낸다면 고가의 진단용CT장비의 효율을 높일 수 있고, 병원의 제정에도 큰 도움이 되리라 사료된다.

Reference

1. ACR. physical aspect of quality assurance. Reston, VA : American College of Radiology, 1990
2. Khan FM. Residency training for medical physicists. Med phys 1991;18:339
3. NCRP. Quality assurance for diagnostic imaging equipment. Report NO.99.Bethesda, MD : National Council on Radiation and Measurement, 1988.
4. Treatment simulators. Br J Radiol 1989 ; (Suppl. 23).
5. ICRU. Use of computer in external beam radiotherapy procedures with high energy photons and electrons. Report No. 42. Washington, DC : International Commission on Radiation Unit and Measurement, 1988
6. Suntharalingam N. Quality assurance of radiotherapy localizer/simulators. In:Starkschall G, Horton J, eds. Quality assurance in radiotherapy physics. Madison, WI : Medical physics, 1991 : 61
7. Hank GE, Herring DF, Kramer S. The need for complex technology in radiation oncology :

- correlations of facility characteristics and structure with outcome. *Cancer* 1985 ; 55 : 2198.
8. Boyer Ak. QA foundations in equipment specifications, acceptance testing and commissioning. In : Starkschall G, Horton J, eds. *Quality assurance in radiotherapy physics*. Madison, WI : Medical Physics, 1991 : 15
 9. McCullough EC, Earl JD. The selection, acceptance testing and quality control of radiotherapy simulator. *Radiology* 1979 ; 131 : 221
 10. McGee KP, Das IJ, Sims C : Evaluation of digitally reconstructed radiographs (DRRs) used for clinical radioterapy. *Med Phys*. 1995 ; 22 : 1815-1827
 11. CT simulator for radiotherapy : Shirish K.jani, Ph.D
 12. Clinical Assessment of CT simulation : David H.Hussey

방사선치료계획 CT 영상의 적절성 평가

별첨 1

RT NO		성명		촬영일자						
평가부위	두경부	흉부	복부	골반부	사지					
평 가	1. 자세재현성	좌우대칭			중심위치					
		L:mark간 거리	Le:수평오차거리	L:지표간 거리	Le:좌우오차거리					
		0(오차각도):			0(오차각도):					
	2. 영상 왜곡도	전 후			좌 우					
		C T		실 측 치	C T		실 측 치			
		오차두께(mm):			오차두께(mm):					
	3. 화질관리	External contour			Internal structure			Target volume		
		상	중	하	상	중	하	상	중	하
	4. 출력오류	좌우방향		Grid line	DFOV		단면두라	기타		
Comment										

해당 오류란에 ○표
기타 오류는 ○표후 Comment

전산화 치료계획서

별첨 2

작성일 : 200
 예약일 : 200

병력번호	방사선치료번호	성명	M, F /
진단명			
촬영부위			
환자자세	supine	prone	
그림질치	no	yes	
촬영범위	CA로부터 위쪽으로 () cm	아래쪽으로 () cm	
촬영간격	3 mm	5 mm	10 mm
소프트웨어	no	yes () ml () min delay	
CT 촬영시 유의점			

연락처 치료계획실 3573 전화회선 2529

고정장치	aquaplast ()	Mov-Green ()	Vac-Loc ()	기타
입력노면				
	치료계획 1	치료계획 2		
조사선 길이 (cm)	3m	3m	3m	3m
입선전압	6Gy/tx	6Gy/tx	6Gy/tx	6Gy/tx
중입노면				
치료계획시 유의사항				
노획전압 6Gy				

치료계획 예약일시 200 시

작성자 :

수행자 :

COMMENT

방사선 치료계획용 CT 요청서

작성일 200

예약일 200

병력번호	방사선치료번호	성명	M, F /
진단명			
촬영부위			
환자자세	supine	prone	
그림질치	no	yes	
촬영범위	CA로부터 위쪽으로 () cm	아래쪽으로 () cm	
촬영간격	3 mm	5 mm	10 mm
소프트웨어	no	yes () ml () min delay	
CT 촬영시 유의점			

연락처 치료계획실 3573 전화회선 2529