

두경부 종양의 CONFORMAL THERAPY시 NON-COPLANAR BEAM에 대한 연장 테이블의 유용성 고찰

연세의료원 방사선종양학과

이 상 규, 방 동 완, 신 동 봉, 박 재 일

I. 서 론

최근 뇌종양과 두경부 종양의 방사선 치료방법에 있어서 향상된 고정방법, beam 방향의 다양성, 3차원적인 치료계획 등을 이용한 non-coplanar conformal therapy가 이용되고 있다. 뇌종양과 두경부 종양의 환자에 있어서 non-coplanar conformal 방사선 치료의 적용은 radiosensitive한 해부학적 기관과 정상조직에 입사되는 선량을 최소화 시키는 장점을 제공한다. Non-coplanar conformal 치료의 장점을 얻기 위해서는 특별한 beam 투사를 이용할 필요성이 제기되었다. 많은 beam 투사는, gantry와 couch의 충돌 뿐 만 아니라 couch에 있는 금속 구조물을 통한 beam 투과 때문에 기존의 Linac 장비 technique으로는 성취되지 않을 수도 있다.

또한, 기존의 couch는 gantry의 회전각을 많이 제한하고 있다. 보다 많은 임의의 gantry각을 치료에 적용하기 위해서는 두경부가 위치한 couch와 gantry 회전각의 제한을 최소화해야 하는 문제점이 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 기존에는 wood board(나무판)를 이용하였다. 하지만 wood board는 불안정한 고정으로 인하여 치료 환자에 불안감을 줄 수 있고, 휘어짐이 있어 isocenter에서 약간의 오차가 나타났다.

본 연구에서는 non-coplanar technique 이용시 이러한 문제를 해결하고, linac 장비의 gantry와 couch 회전각의 이용 가능한 범위를 증가시키고 보다 안전한 치료를 위한 노력으로 table top에 자체 제작한 연장

테이블(extension table)을 부착하여 임상에서의 유용성을 평가 하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 실험 장비

Linear accelerator (Clinac 2100C/D, Varian U.S.A)
Rando phantom
Wood board
Extension table

2. 실험 방법

1) 연장 테이블의 제작

연장 테이블의 제작은 테이블 측면의 금속구조물에 의한 조사야 내의 beam이 감쇄 되는 문제점을 해결하고, couch에 대한 gantry 회전각의 제한점을 최소화시키기 위하여 제작하였다. 연장 테이블은 지지대 역할에 강철 frame을 이용하였고, 테이블 면은 금속구조물의 문제점을 해결하고 beam의 입사방향을 시각적으로 쉽게 확인하기 위하여 2cm 두께의 아크릴 판을 이용하였다. 또한 wood board의 사용 시 움직임으로 인한 환자의 불안감을 줄이고 안전성을 기하기 위하여 연장 테이블 frame에 고정나사를 장착하여 움직임을 방지하였다.

테이블의 제원에 있어서 기존 테이블의 길이는 215.2cm 이고, 폭의 넓이는 50.8 cm 이다. 그리고 연

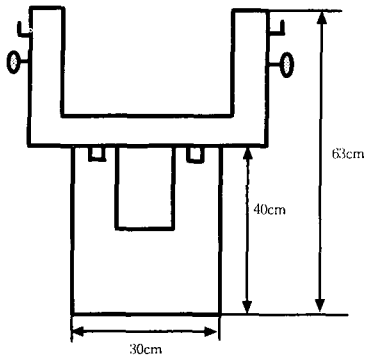


그림 1-1. 연장 테이블의 단면도

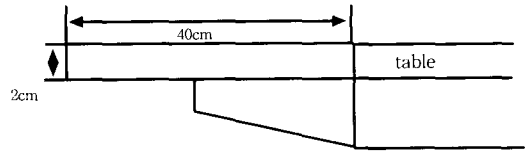


그림 1-2. 연장 테이블의 측면도

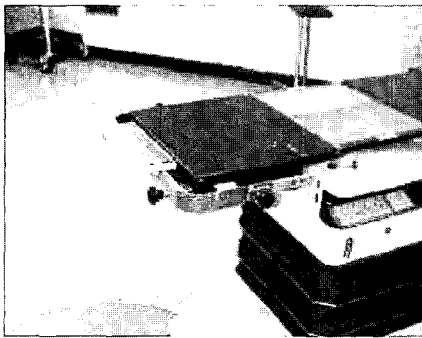


그림 1-3. 연장 테이블을 장착한 테이블

장 테이블의 길이는 40cm이며, 폭은 30cm로 기존의 테이블보다 약 20cm가 좁게 제작하였다. 기존 테이블에 연장 테이블을 장착한 총 길이는 278.2cm이다.(그림 1-1, 1-2, 1-3)

2) 유용성 평가

연장 테이블의 유용성평가는 rando phantom을 기존 테이블과 연장 테이블 위에 각각 올려놓고 couch 각 0°을 기준으로 하여 시계방향으로 90°까지 15° 간격(15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°)으로 놓았을 때, gantry 회전각을 측정하였다(그림 2-1). 기존 테이블에서는 RPO나 LPO에서 입사시 금속구조물을 피하기 위해 table top으로부터 30cm 정도 밑에 위치한 그물 망 위에 set-up을 하였다(그림 2-2). gantry의 회전각은 0° ~ 180°와 360° ~ 180° 사이의 각을 기본으로 하여

회전각이 시계방향(0° ~ 180°)은 + 값으로, 반 시계방향(360° ~ 180°)은 - 값으로 정하였다. Gantry 회전각 측정은 accessory mount 와 under wedge (compensator) mount를 장착한 상태에서 측정을 하였고, 그 거리는 target으로부터 accessory mount 까지의 거리는 66.6cm이며, compensator mount 까지의 거리는 70.8cm 였다.

3) 재현성 평가

연장 테이블의 재현성 평가는 기존에 사용한 wood board 와 연장 테이블을 임상에 적용하기 위하여, 치료환자 3명을 기준으로 anterior, lateral center에서 오차율을 비교 평가하였다. 평가방법은 3명의 치료환자를 10일 동안 daily set-up 오차 data를 수집하여 평가하였다.

4) 테이블 안전성

기존의 wood board을 연장 테이블로 임상에서 적용 시 오랜 사용으로 인한 나무의 재질상 휘어짐과 환자의 무게로 인한 압박에 의해 휘어지는 특성을 보였다. 또한 wood board 자체는 couch와 독립적으로 분리되어 couch 회전 시 환자의 움직임이 있을 가능성과 환자의 움직임으로 인한 낙상의 위험성이 존재하였다. 이에 따라 임상에 적용 시 환자의 불안감이 가중되어 wood board의 안전성 문제가 제기 되었다.

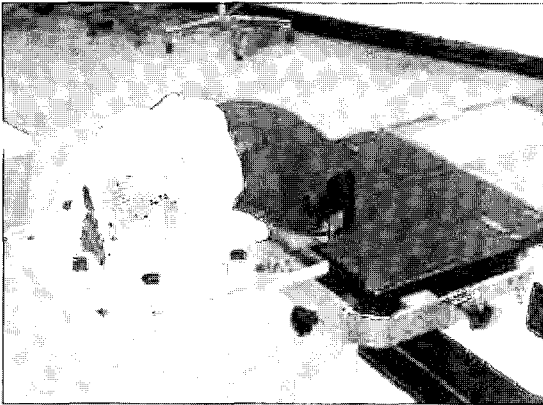


그림 2-1. 연장 테이블을 장착한 상태의 gantry와couch 회전각 측정

이에 반해 extension table 은 couch와 함께 연결 조립되는 조립식 테이블로써 couch와 일체가 되는 형태로 움직임을 방지하였고, 나무의 휘어지는 특성을 제거하여 wood board 와 안전성을 비교하였다.

III. 결 과

연장 테이블은 conformal therapy의 non-coplanar beam을 치료에 이용 할 수 있는 임의의 각을 증가시킬 수 있었다. 연장 테이블을 기존의 테이블에 장착함으로써 gantry와 couch간의 제한 각을 줄일 수 있었다(표1, 표2). 표1은 연장 테이블을 장착한 상태에서 gantry와 couch간의 회전각을 측정한 결과로서 couch angle을 15° 간격으로 놓았을 때 gantry angle을 10° 간격으로 회전하여 측정하였다. 각각의 couch angle에 대한 gantry 회전각을 반 시계방향(180° ~ 360°)은 -로, 시계방향(0° ~ 180°)은 +로 표기하였으며, 제한 각을 제외한 총 gantry 회전각을 괄호 안의 수치로 표기하였다. 연장 테이블을 장착한 상태에서는 각각의 gantry 회전각에 대한 couch angle 45° ~ 60° (315° ~ 300°)사이에서 많은 제한 각을 나타내었다. 표2는 기존 테이블에서 couch에 대한 gantry 회전각을 측정한 값을 나타내었다. 표2에서 보는 것처럼 gantry 회전각에 대한 couch angle 45° ~ 70° (

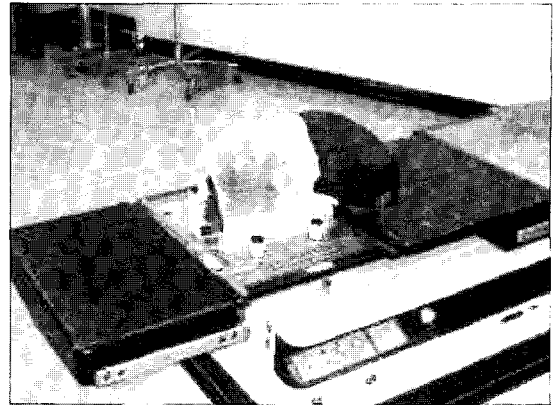


그림 2-2. 기존 테이블에서의 gantry와couch의 회전각 측정그림

315° ~ 290°)사이에서 많은 제한 각을 나타내고 있다. 표1과 2를 비교한 결과 기존 테이블이 연장 테이블에 비하여 대부분의 회전각에서 많은 제한 각을 나타내었다.

연장 테이블의 재현성 평가에서는 non-coplanar beam을 이용하여 치료할 때 기존에 사용한 wood board와 자체 제작한 연장 테이블과의 isocenter에서 오차율을 비교한 결과 큰 차이는 없었다. Anterior 방향에서는 wood board에 비해서 연장 테이블의 오차율이 거의 없었으며, both lateral 에서도 거의 같은 값을 얻었다. 그 오차율은 wood board 사용 시 anterior 방향에서 최대 3m의 오차값을 나타냈으나, 자체 제작한 연장 테이블에서는 최대 1m이내의 오차 값을 나타내었다.

연장 테이블의 안전성 평가는 wood board 사용 시 나무재질의 특성상 휘어짐과 고정장치의 부재로 인한 낙상의 위험성이 있었다. 이에 반해 자체 제작한 연장 테이블은 강철 frame을 이용하여 재구성을 높여 휘어짐을 방지하였고, 고정 틀과 고정 나사를 장착함으로써 안전성을 증가시켜 치료 환자의 심리적 불안감을 해소하며 안정된 상태에서 치료에 적용할 수 있었다.

표1. 연장 테이블을 장착한 상태의 gantry rotation

gantry angle couch angle	360° ~ 180°	0° ~ 180°	- / +
15°	limitation angle 270° ~ 180°	not limitation	-80 / +180(260)
30°	limitation angle 280° ~ 180°	not limitation	-70 / +180(250)
45°	limitation angle 300° ~ 180°	limitation angle 120° ~ 130°	-60 / +160(220)
60°	limitation angle 300° ~ 180°	limitation angle 110° ~ 130	-60 / +150(210)
75°	limitation angle 300° ~ 180°	not limitation	-60 / +180(240)
90°	limitation angle 300° ~ 180°	not limitation	-60 / +180(240)

표 2. 기존 테이블의 gantry rotation

gantry angle couch angle	360° ~ 180°	0° ~ 180°	- / +
15°	limitation angle 260° ~ 180°	limitation angle 90° ~ 180°	-100 / +8(180)
30°	limitation angle 290° ~ 180°	limitation angle 80° ~ 180°	-70 / +70(140)
45°	limitation angle 300° ~ 180°	limitation angle 70° ~ 180°	-60 / +60(120)
60°	limitation angle 300° ~ 180°	limitation angle 70° ~ 180°	-60 / +60(120)
75°	limitation angle 300° ~ 180°	limitation angle 70° ~ 180°	-60 / +60(120)
90°	limitation angle 300° ~ 180°	limitation angle 80° ~ 180°	-60 / +70(130)

IV. 고 찰

최근 방사선 치료는 치료 기술의 향상과 치료 장비의 발달로 현저히 변화하고 있다. 그 변화 중 IMRT(Intensity Modulation Radiation Therapy) 와

Conformal Radiotherapy 는 두드러진 최신의 치료기법으로 자리잡고 있다. 이러한 고도의 치료기술들은 첨단 치료장비와 컴퓨터를 이용해 가능하지만, 아직은 이러한 치료기술을 뒷받침 할 수 있는 부속물은 아직 미약한 단계에 있다. 그 중 두경부 종양 환자에 있어서 치료부위 주변의 결정장기 나 정상조

직의 선량은 최소화시키면서 종양부위에는 최대의 선량을 입사시켜 최대효과를 기대하기 위한 conformal therapy의 non-coplanar beam을 이용한 치료방법에 연장 테이블의 이용이 요구되었다(그림3-1, 3-2, 3-3). 이때 기존 테이블은 non-coplanar beam을 이용하기에는 gantry 회전각이 테이블에 의해 많은 입사방향에서 제한이 되었고, 테이블 측면의 강철 frame에 의해 사방향에서 beam의 입사에 방해가 되었다. 그래서 여러 입사의 각에서 gantry회전이 가능하도록 연장 테이블을 자체 제작하게 되었고, table측면의 강철 frame에 대한 사방향에서 beam의 감쇄 현상은 아크릴 판을 이용하여 beam 감쇄 현상을 줄였고, 치료시 입사되는 아크릴 판 두께에 대한 beam output측정으로 선량을 보정하여 입상에 적용하고 있다. 그 결과 표에서 처럼 gantry와 couch간의 제한 각을 줄여 치료의 유용성을 높이고, 환자 치료 위치의 재현성과 안전성을 좋게 하여 치료의 질을 한 차원 높일 수 있었다.

지금까지 기존의 치료에 사용된 테이블들은 구조상 사방향 치료를 위해서 테이블의 끝 부분에서 약 30cm정도 떨어진 부분에 사방향 입사를 할 수 있도록 제작이 되어 있거나 또는 연장 테이블 자체가 기존의 테이블과 폭이 같게 제작되어 있어 non-coplanar beam을 이용한 치료에서는 제한 각이 많이 나타나 비실용적이었다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 외국의 philips社는 자체적으로 radiosurgery에 필요한 연장 테이블과 SL 75-5 라는 non-coplanar beam을 이용하기 위한 table을 자체 생산하여 보다 정확하고 안전한 치료를 환자에게 제공하고자 노력하였다. 이에 비해 국내에서는 이와 같은 연장 테이블을 제작하는 회사가 없으며, 필요시 주문 제작하여 이용하고, 대부분 치료 장비 회사의 제품을 그대로 사용하고 있다. 고가의 치료 장비를 이용해야 하는 경제적인 어려움과 기술력 부족으로 많은 어려움을 겪고 있는 것이 현실이다.

이러한 현실들을 극복하기 위해서는 입상에서 보다 수준 높은 치료의 질을 환자에게 제공할 수 있도

록 각자 연구하고 노력해야 할 것이다.

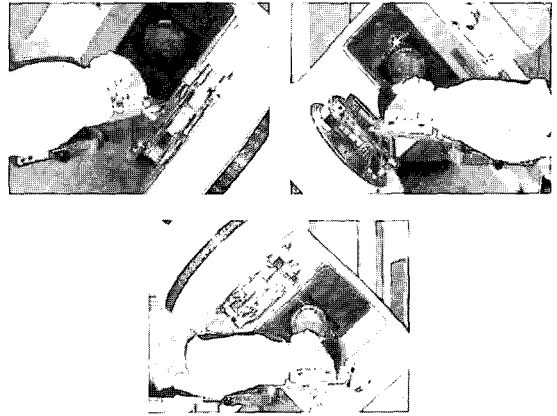


그림 3. 입상에 적용하는 non-coplanar beam의 유형

V. 결 론

두경부 종양의 conformal therapy중 non-coplanar beam을 이용하여 치료할 때 여러 가지 문제점을 극복하기 위하여 자체 제작한 연장 테이블을 기존의 테이블에 장착하여 입상에 적용하였다. 그 결과 gantry 와 couch간의 회전각을 증가시켰으며,

posterior oblique방향에서의 강철 frame에 의한 beam의 감쇄현상을 줄였고, 환자의 치료위치 재현성과 안전성을 높였다.

따라서, 본원에서 제작한 연장 테이블의 사용은 기존의 wood board사용시 보다 non-coplanar beam사용에 더 좋은 효과를 보였으며, 입상에 적용하는데 커다란 유용성을 나타내었다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Joseph fordor : Modification of a linear accelerator table top for non-coplanar conformal brain radiotherapy. Medical dosimetry, vol.23, No.1,pp.27-29, 1998