

삼각함수 원리를 이용한 접선조사

가톨릭대학교 의정부성모병원 치료방사선과

김 평 교 . 이 대 광 . 허 윤

I. 서론

방사선 치료시 Breast, Rib, Chest Wall쪽의 흉벽부와 돌출된 종양인 경우 심부의 정상조직에 대한 방사선 장애를 줄이기 위해 Tangential Irradiation을 많이 한다.

Tangential로 Beam이 조사 될때 Beam의 중심 축이 입사되는 점을 입사점(Medial entrance point)이라고 하고 Beam의 중심 축이 나가는 점을 출사점(Lateral entrance point)이라고 할 때 입사점과 출사점을 잇는 중심 축은 입사 점에서의 수직선과의 각이 생기는데 이 값은 Gantry angle이 된다. 그리고 입사점과 출사점간의 거리는 선량계산시 필요한 치료거리(Depth)가 된다. 또 depth에 대한 isocenter를 구하고 Table 이동을 하여야 한다.

위와 같은 값을 구하기 위해 기존에는 Contour를 떼 체형단면도를 그려 수작업을 하였다. 이 방법은 시행시간이 길어 Position유지가 힘든 환자에게는 무리가 되는 방법이기때문에 오차가 비교적 크게 발생하여 각 병원마다 오차를 줄일수 있는 개선책을 많이 연구하고 개발한 것으로 알고 있다. 본원도 Contour를 뜯 떼 체형단면도에서 직각삼각형이 그려지는 것에 착안을 하여 빠른시간내에 정확한 모의치료가 이루어지도록 개선책을 연구하여 모의치료에 적용해 보았다.

II. 본론

1. 개선책

그림1과 같이 출사점과 입사점을 서로 잇고 각각 두점에서 수직,수평으로 선을 그리면 서로 수직교차 하면서 직각삼각형이 그려진다. 여기서 수학공식을 이용하여 모의치료시 필요한 값을 구해 보았다기존의 방법은 납출등으로 환자의 신체를 떼 체형단면도를 그려 자나 각도기 캘리퍼등으로 계측을 하다보니 수작업이 많이 이루어졌다. 수작업이 많아짐에 따라 오차가 날 확률이 커졌고 시행시간이 길어지며 환자의 Body contact를 회피할 방법이 없었다.

그림1과 같이 입사점과 출사점에 선을 그리고 각각 입사점과 출사점에서 수직으로 수평으로 선을 그리면 서로 수직교차하는 직각삼각형이 그려진다.

여기서 삼각함수의 공식을 이용하여 모의치료시 필요한 값을 구한다.

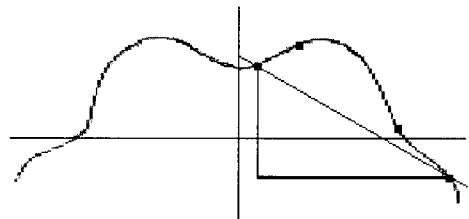


그림 1. Contour 체형단면도

2. Using Formulas

그림의 직각삼각형에서 긴 변을 c라고 하며 각과 마주보는 변을 a 그리고 밑변을 b라고 할때

- ① 피타고라스 정리 $C^2 = a^2 + b^2$
- ② 삼각비 $\sin \theta = \frac{a}{c}, \cos \theta = \frac{b}{c}, \tan \theta = \frac{a}{b}$
- ③ 닳은꼴 $c \rightarrow \frac{c}{2}, a \rightarrow \frac{a}{2}, b \rightarrow \frac{b}{2}$

가 성립된다.

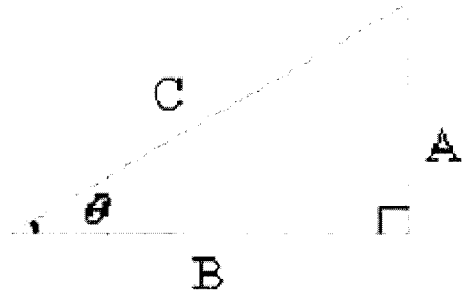


그림 2. 직각삼각형

3. Application

치료받을 부위의 출사점과 입사점이 결정되어지게 되면 Ceiling laser pointer나 lateral laser pointer로 출사점과 입사점을 그림 3과같이 맞춘다.

Gantry를 0도로 돌려 ODI로 거리를 읽는다. 그러면 그림2의 a를 쉽게 구할 수 있다.

역시 Gantry를 출사점이 있는 쪽으로 90도로 돌려 ODI로 거리를 읽는다. 그러면 b를 쉽게 구할 수 있다.

환자의 position상 lateral entrance point쪽의 ODI를 못 읽을 경우가 있다. 이 문제는 simulator table이 digital display가 된다면 Ceiling laser pointer를 medial entrance point의 상태의 digital display값과 table을 이동시켜 lateral entrance point 위치에서의 digital display값의 차이를 가지고 b의 값을 구할 수 있다.

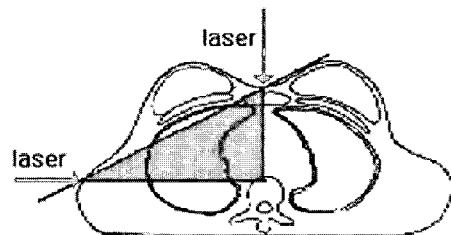


그림 3. AApplication

4. Treatment distance

치료거리는 입사점과 출사점의 거리이다.

그림과 같이 c의 거리이므로 피타고라스 정리 (pythagoras th.)에 의해서 c의 거리를 구한다.

$$C^2 = a^2 + b^2 \quad c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

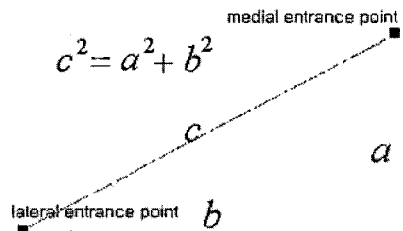


그림 4. Treatment distance

5. Gantry Angle

그림의 가 옆각에 의해서 gantry angle에 해당되는 값이 되므로 를 구하면 된다.

$$\sin \theta = \frac{a}{c}, \cos \theta = \frac{b}{c}, \tan \theta = \frac{a}{b}$$

본원에서는 공식중 sine 을 이용하여 값을 구하였다.

값을 구하여 삼각함수표와 비교하여 각(Angle)을 구한다.

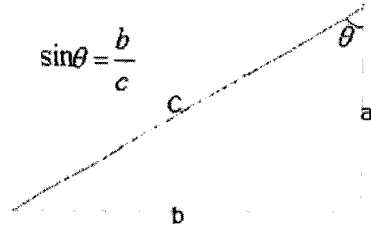


그림 5. Gantry angle

6. Table Moving (Isocenter point)

그림6과 같이 Isocenter point에 해당되는 c/2 의 위치로 table을 이동시킨다.

이는 닦은꼴의 원리를 이용하여 a/2 만큼 table을 옆으로 이동시키고 b/2 만큼 table을 내리면 Isocenter point로 이동하게 된다

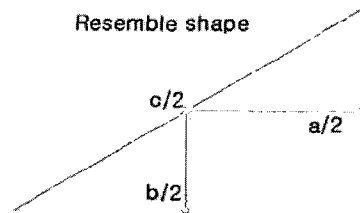


그림 6

7. computerize

앞서 언급한 계산식들을 일일이 계산하여야 하는 번거로움이 있어 Q-Breast라는 계산프로그램을 Visual Basic으로 자체 개발하였다. dB는 MDB (엑세스 관계형 데이터 베이스)로 구축을 하였다.

추가로 supraclavicular field치료시의 field separation을 위해 $\tan \theta = \frac{y_{\text{field}}/2}{\text{SAD}}$ 의 공식을 이용하여 Table Isocenter angle을 구할 수 있도록 되어있다.

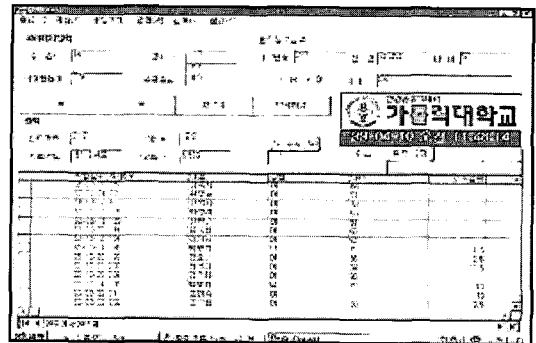


그림 7

III 결과

98년 동안에 Breast환자 및 chest wall환자에게 시행되었던 Simulation Film으로 결과를 작성하였으며 무작위로 10case를 선택하였다

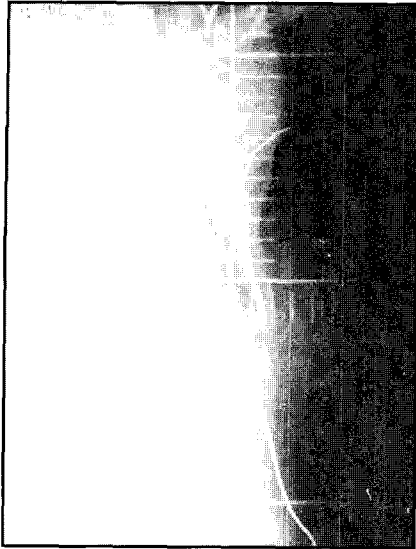


그림 8

중심축상의 출사점과 입사점의 차이를 필름 상에서 재 값이 표1의 Film상의 오차값이고 Isocenter오차는 Film상의 오차값을 확대율(FFD140이고 SAD100임으로 확대율은 1.4)로 나눈 값으로 산출했다

front Beam에 평균오차 1.32mm, Back Beam의 평균오차 1.46mm로 2mm이내의 오차를 보였으며 비교적 만족할만한 결과치를 얻을 수 있었다.

총 모의치료 시행소요 시간도 10~15분 가량 소요되었으며 기존의 방법보다 많은 시간을 단축시킬 수 있었다.

Ⅳ. 고찰

기존의 Contour를 뜨는 방법보다 빠른 시간 내에 정확한 모의 치료를 할수 있으므로 Position 유지가 힘든 환자에게 용이하게 모의치료를 할수 있었다.

이외에도 추가되는 검사 등의 경제적 부담이 적고 환자의 몸에 납줄을 대고 체형을 뜨는 작업이 없으므로 환자들의 심리적,육체적인 부담도 많이 경감시

단위 mm

(FDD 140, 확대율 1.4)

case	Film상의 오차		Isocenter오차	
	front	back	front	back
1	1	0	0.71	0.00
2	2	2	1.43	1.43
3	1.5	2	1.07	1.43
4	2	0.5	1.43	0.36
5	3	4	2.14	2.86
6	1.5	2	1.07	1.43
7	3	3	2.14	2.14
8	2	2	1.43	1.43
9	2	3	1.43	2.14
10	0.5	2	0.36	1.43
평균	1.85	2.05	1.321	1.464
표준편차	0.784	1.165	0.560	0.832

표 1. Film과 Isocenter에서의 오차

켰으며 일반 모의치료기법으로서 정확하고 신속한 모의치료를 기대할 수 있는 장점들이 있어 임상에서의 권장할 만한 방법이라고 사료된다.

Reference

1. Treatment planing in Radiation Oncology, Faiz. M. khan , Roger A. potish (459-490)
2. The Physics of Radiation Therapy, Faiz. M. khan ,PH.D (332-343)
3. 방사선치료, 김영일, 신광출판사 (234)
4. 해법수학(일반수학), 최용준, 천재교육사 (541)
5. Radiotherapy:Principles to practice, Sue E.graffiths, Chris A.short, Christien S.jackson, Dan Ash (175-187)
6. Treatment planing & Dose calculation in Radiation Oncology, Gunilla C.bentel, Charles E.nelson, PH.D , K.thomas noell,M.D (226-241)