

폐암 환자 치료시 조사야내 Lung Volume과 보정계수 (Inhomogeneity correction factor) 의 적용에 관한 고찰

고려대학교 부속안암병원 방사선종양학과

정세영 · 이병구 · 김영범 · 황웅구

서 론

Lung cancer 환자 치료시 선량계산은 조직과 Lung 의 밀도에 따른 보정계수를 적용해서 하게 된다.

최초 Lung cancer 환자의 치료에서 2문 대향조사 (paralled opposing field)를 하게 되면 SCF, mediastinum을 포함한 field가 되고 선량계산점 (center)은 mediastinum이 된다. 선량계산점 (center)이 mediastinum이 되면, field내에 Lung volume이 많이 포함되더라도 correction factor를 넣고 계산할 수가 없다.

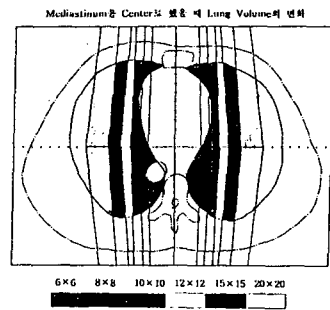
일반적으로 최초 계산은 일반 computer의 계산 program을 이용해서 하게 되고 cone down이나 change portal후 RTP computer를 이용해서 planning을 하게 된다. 이때는 Lung correction factor를 적용하게 되고, 이럴 경우 최초 치료시의 계산과 TMR, Maximum dose, MU값이 많이 달라지게 된다.

이에 본 실험에서는 center가 ① Mediastinum에 있고 Lung volume의 변화에 따른 비교와(그림 1) ② Beam center가 Lung volume내에 있으며 Lung volume 변화(그림 2)에 따른 보정계수를 넣지 않은 계산값과 보정계수를 넣고 계산한 값에 대한 TMR, D-max, MU값의 변화를 알아보고 Lung volume에 따른 보정계수의 적용을 어떻게 해야 하는지를 알아보고자 하였다.

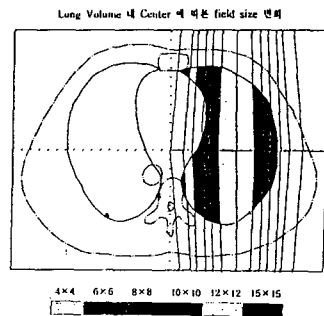
대상 및 방법

1. 대상

- ① 표준 contour를 이용해서 RTP computer (Marxplan)에 넣고 계산하였다.
- ② 표준 contour는 average thickness가 22cm 되는 환자군을 선정해서 입력하였다.



<그림 1>



<그림 2>

- ③ 6MV photon을 이용하고 dose는 180cGy 기준으로 계산하였다.

2. 방법

- ① Beam의 center가 mediastinum에 있고 Lung volume (field size) 변화에 따른 비교
 - ② Beam center가 Lung volume내에 있고 포함되는 Lung volume의 변화에 따른 비교
- ①②의 방법에서 Lung에 대한 보정계수를 적용하지 않고 계산했을 때와 보정계수를 넣고 계산했을 때의 TMR, D-max, MU값의 변화를 비교하였다.

결 과

위의 방법으로 측정해 본 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

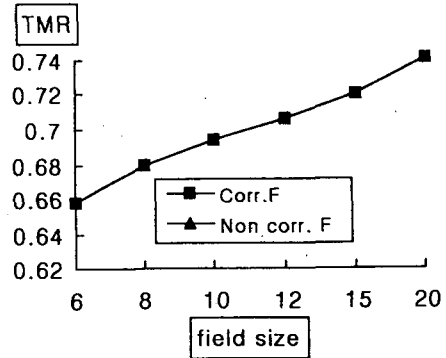
1) Mediastinum에 center가 있을 때

TMR의 변화는 보정계수를 적용했을 때나 적용하지 않았을 때 차이가 없음을 볼 수 있다.

D-max의 변화와 MU값의 차이도 없음을 볼 수 있다. 이와 같은 결과로 볼 때 center가 mediastinum에 있고 Lung volume이 전체 field의 10%~80%가 포함이 되도록 보정계수를 적용할 수가 없으므로 상대적으로 Lung에 들어가는 선량이 많아짐을 알 수 있다.

i) TMR의 변화

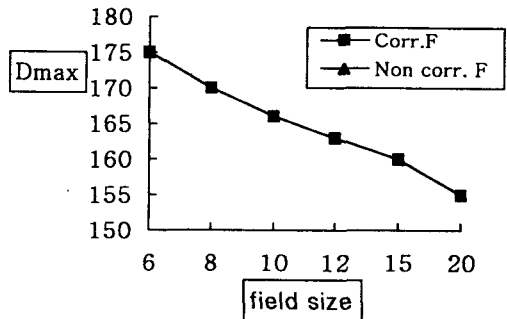
f.s	Lung volume(%)	C.f	N.C.f	Diff (%)
6×6	10.2	0.658	0.658	·
8×8	19.7	0.679	0.679	·
10×10	32.1	0.694	0.694	·
12×12	44.5	0.706	0.706	·
15×15	63.1	0.721	0.721	·
20×20	80.4	0.741	0.741	·



주) C.f : Correction factor
N.C.f : Non-Correction factor

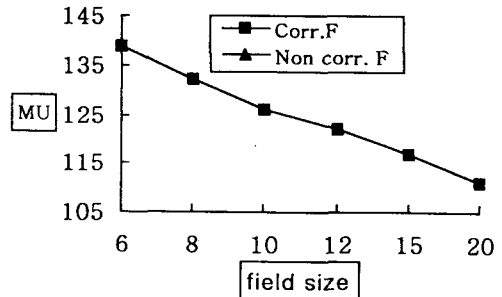
ii) D-max값의 변화

f.s	Lung volume(%)	C.f	N.C.f	Diff (%)
6×6	10.2	175	175	·
8×8	19.7	170	170	·
10×10	32.1	166	166	·
12×12	44.5	163	163	·
15×15	63.1	160	160	·
20×20	80.4	155	155	·



iii) MU값의 변화

f.s	Lung volume(%)	C.f	N.C.f	Diff (%)
6×6	10.2	139	139	·
8×8	19.7	132	132	·
10×10	32.1	126	126	·
12×12	44.5	122	122	·
15×15	63.1	117	117	·
20×20	80.4	111	111	·



·2) Lung volume내에 center가 있을 때
 TMR의 변화는 field size 4×4cm(19.2%)에서 보정계수를 적용했을 때 0.809%로 적용하지 않고 계산했을 때의 0.629%보다 18% 정도가 많아짐을 알 수 있다. 6×6cm(34.3%)에서는 16.8%, 10×10cm(53.5%)에서는 15.2%, 15×15cm(53.5%)

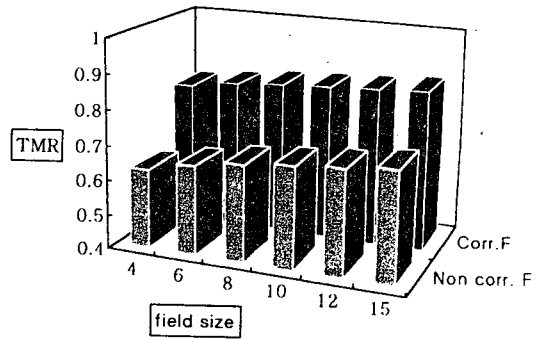
에서는 14.1%로 Lung volume이 커질수록 TMR의 차이값은 적어지는 것을 볼 수 있다.

D-max값의 변화는 4×4cm에서 보정계수를 적용했을 때 142, 적용하지 않았을 때 183으로 41 정도가 감소됨을 볼 수 있고 8×8cm에서 32, 12×12cm에서 28로 그 폭이 감소됨을 볼 수 있다.

i) TMR의 변화

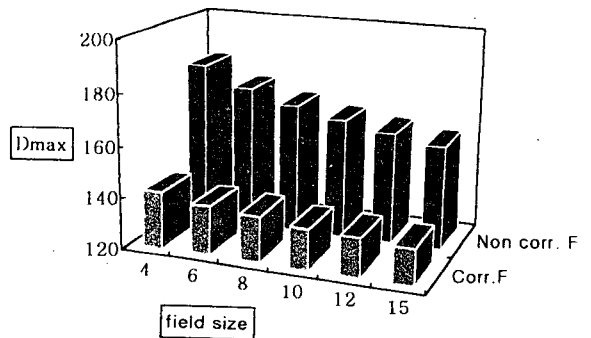
f.s	Lung volume(%)	C.f	N.C.f	Diff (%)
4×4	19.2	0.809	0.629	18.0
6×6	34.3	0.826	0.658	16.8
8×8	51.5	0.838	0.679	15.9
10×10	53.3	0.846	0.694	15.2
12×12	53.5	0.853	0.706	14.7
15×15	53.5	0.862	0.721	14.1

주) C.f : Correction factor
 N.C.f : Non-Correction factor



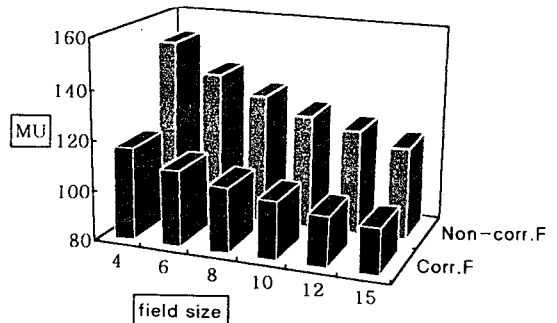
ii) D-max값의 변화

f.s	Lung volume(%)	C.f	N.C.f	Diff (%)
4×4	19.2	142	183	41
6×6	34.3	139	175	36
8×8	51.5	138	170	32
10×10	53.3	136	166	30
12×12	53.5	135	163	28
15×15	53.5	134	160	26



iii) MU값의 변화

f.s	Lung volume(%)	C.f	N.C.f	Diff (%)
4×4	19.2	117	151	34
6×6	34.3	110	139	29
8×8	51.5	106	132	26
10×10	53.3	103	126	23
12×12	53.5	100	122	22
15×15	53.5	98	117	19



MU값의 변화는 4×4cm에서 보정계수를 적용했을 때 117, 적용하지 않았을 때 151로 34가 적어짐을 알 수 있고, 8×8cm에서는 26, 10×10cm에서는 23, 15×15cm에서는 19로 적어짐을 알 수가 있다.

이상과 같이 D-max, MU값의 차이는 TMR의 변화에 기인되는 것으로 TMR의 변화가 큰 영향을 끼치는 것을 알 수 있다. field size가 커짐에 따라 TMR의 증가폭과, D-max, MU값의 감소폭이 적어지는 것을 알 수 있다.

D-max dose 및 MU값은 변화 폭이 41-26, 34-19로 적어지는 것을 알 수 있었다.

3. Lung volume내에 center를 두었을 때 Lung volume이 커짐에 따라 TMR의 변화폭은 둔화됨을 알 수 있었다. D-max, MU값의 변화도 같아짐을 볼 수 있다.

4. Mediastinum에 center를 두고 최초 계산을 했을 때 실제로 Lung volume이 많이 포함되어도(10-80%) Lung에 대한 dose 변화는 고려하지 못한다. 이와 같은 문제는 실제로 mediastinum을 기준으로

3) Lung에 대한 보정계수를 적용했을 때와 적용하지 않았을 때의 비교

i) Mediastinum에 Center가 있을 때

f.s	Lung Volume (%)	C.f	TMR	D-max	MU
6×6	10.2	C.	0.658	175	139
		N.C.	0.658	175	139
8×8	19.7	C.	0.679	170	132
		N.C.	0.679	170	132
10×10	32.1	C.	0.694	166	126
		N.C.	0.694	166	126
12×12	44.5	C.	0.706	163	122
		N.C.	0.706	163	122
15×15	63.1	C.	0.721	160	117
		N.C.	0.721	160	117
20×20	80.4	C.	0.741	155	111
		N.C.	0.741	155	111

ii) Lung volume내에 Center가 있을 때

f.s	Lung Volume (%)	C.f	TMR	D-max	MU
4×4	19.2	C.	0.809	162	117
		N.C.	0.629	183	151
6×6	34.3	C.	0.826	139	110
		N.C.	0.658	175	139
8×8	51.5	C.	0.838	138	106
		N.C.	0.679	170	132
10×10	53.3	C.	0.846	136	103
		N.C.	0.694	166	126
12×12	53.3	C.	0.853	135	100
		N.C.	0.706	163	122
15×15	53.5	C.	0.862	134	98
		N.C.	0.721	160	117

주) C.f : Correction factor
 C : Correction한 값
 N.C : Non-Correction

결론 및 고찰

1. Mediastinum에 center를 두고 보정계수를 적용했을 때나 적용하지 않았을 때나 Lung volume에 따른 TMR 및 D-max dose, MU값은 변화가 없었다.

2. Lung volume내에 center를 두고 volume의 변화에 따라 비교했을 때는 TMR의 변화 폭은 18-14%로 corr. factor를 적용했을 때 많아짐을 알 수 있고

선량을 주게 되면 Lung에는 14-18% 정도의 dose가 많아짐을 의미한다.

5. Lung volume내에 center를 두고 Planning을 하는 경우는 Corr. factor를 적용해서 하기 때문에 문제가 없지만 Mediastinum에 center를 두고 계산을 하는 initial field의 계산 때에는 Lung에 가는 선량에 유의해야 한다.

REFERENCE

1. FAIZ M. KHAN, The Physics of Radiation Therapy, 1994 ; 287:7, 298:7-299:25.
2. Geise RA, Mc Cullough EC, The use of CT Scanners in Megavoltage Photon-beam therapy planning · Radiology, 1977 ; 124:133.
3. Sontage MR, Battista JJ, Bronskill MJ, Cunningham JR, Implications of Computed tomography for inhomogeneity Corrections in photon beam dose calculations, Radiology, 1977 ; 124:143.
4. Sontag MR, Cunningham JR, The equivalent tissue-air ratio method for making absorbed dose calculations in a heterogeneous medium, Radiology, 1978 ; 129:787.
5. Gunilla C, Bentel, Radiation Therapy Planning, 1992 ; 62:63.