

전뇌 방사선 치료 시 갑상선 차폐체의 주변선량 차폐효과에 대한 유용성 평가

전북대학교병원 방사선종양학과 / 전북대학교 의학전문대학원 방사선종양학 교실

양명식 · 차석용 · 박주경 · 이승훈 · 김양수 · 이선영

목 적 : 전뇌 방사선 치료 시 산란선으로 인하여 영향을 받는 갑상선의 피폭선량을 감소시키기 위해 차폐체를 사용하여 갑상선의 차폐 효과를 평가하고자 한다.

대상 및 방법 : 갑상선의 피폭선량을 측정하기 위해 선형가속기(Clinac iX, VARIAN, USA)를 이용하여 6 MV X선, 300 cGy를 인체모형팬텀에 대해 2분 조사하였다. 갑상선의 입사표면선량을 측정하기 위해 인체모형팬텀의 10번째 슬라이스 표면에 유리선량계 다섯 개를 1.5 cm 간격으로 위치시킨 후 차폐체 미사용, bismuth 차폐체 사용, 0.5 mmPb 차폐체 사용, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체를 사용하여 각각 5회씩 측정하여 평균값을 산출하였다. 또한, 같은 위치에서 갑상선 심부선량을 측정하기 위해서 인체모형팬텀의 10번째 슬라이스 2.5 cm 깊이에서 유리선량계 다섯 개를 1.5 cm 간격으로 위치시킨 후 차폐체 미사용, bismuth 차폐체 사용, 0.5 mmPb 차폐체 사용, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체를 사용하여 각각 5회씩 측정하여 평균값을 산출하였다.

결 과 : 갑상선의 입사표면선량은 차폐체 미사용 시 44.89 mGy로 측정되었고, bismuth 차폐체는 36.03 mGy, 0.5 mmPb 차폐체는 31.03 mGy, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체는 23.21 mGy로 측정되었다. 또한, 갑상선의 심부선량은 차폐체 미사용 시 36.10 mGy로 측정되었고, bismuth 차폐체는 34.52 mGy, 0.5 mmPb 차폐체는 32.28 mGy, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체는 25.50 mGy로 측정되었다.

결 론 : 전뇌 방사선 치료 시 방사선 조사면 밖의 영역에서 발생하는 이차 산란 및 누출 선량에 의해 영향을 받는 갑상선에 대하여 차폐체를 사용했을 때 갑상선 심부는 약 11~30%, 갑상선 표면은 약 20~48% 정도의 피폭선량 감소 효과가 나타났다. 따라서 전뇌 방사선 치료 시 갑상선 차폐체를 사용함으로써 갑상선을 효과적으로 보호하며 치료를 시행할 수 있을 것으로 사료된다.

핵심용어 : 전뇌 방사선치료, 갑상선 차폐체, 피폭선량

서 론

뇌 전이(brain metastasis)란 뇌 바깥에서 생긴 암세포로부터 뇌종양(brain cancer)이 발생한 것으로 흔한 암의 부작용(side effect) 중 하나이다.¹⁾ 또한 인간의 평균수명이 연장되고 원발병소(primary lesion)의 암에 대한 치료방법이 진보됨에 따라서 암 환자의 생존기간이 연장되어 전이성 뇌종양을 다루게 되는 빈도와 발생률이 점차 증가하고 있다.²⁾ 뇌종양의 외부조사 방사선치료는 종양을 제어할 정도의 충분한 방사선량을 조사하면서, 주변 정상조직에는 최소한의 방사선이 조사되게 하는 것을 궁극적인 목적으로 한다.

치료조사량이 증가하면서 의도하지 않게 조사면에 인접

한 정상장기에 한계선량 이상으로 산란선이 조사되어 주요 장기에 부정적인 영향을 발생시킬 수도 있다. 이러한 산란선은 환자 자체에서의 산란, 치료실 벽, 천장, 바닥 등에 의한 산란, 치료 장치에서의 누설선량, 치료 시 사용되는 collimator, 차폐 블록, wedge filter 등에 의해 발생한다고 알려져 있다.^{3,4)}

치료 부위 주변에 흡수되는 방사선량 즉, 주변선량은 조사면 내에 흡수되는 선량에 비해 적은 양이나 각종 악성종양의 치료성적이 향상됨에 따라 부작용 또는 후유증이 점점 더 큰 문제가 되고 있으며, 이로 인해 방사선 감수성이 예민한 인접장기에 영향을 끼친다. 주변선량으로 인한 부작용 및 후유증의 유발로 백내장, 생식기 장애, 백혈병, 유방암, 갑상선암, 폐암 등 방사선에 의한 만성적 장애 등을 일으킬 수 있다.⁵⁾ 특히 갑상선은 다른 부위보다 방사선에 민감한 장기로서 외부조사 방사선 치료 후 전리 방사선이 2차 갑상선암과 갑상선기형을 유발하는 것으로 알려져 있다.⁶⁾ 갑상

본 논문은 2014년 9월 30일 접수하여 2014년 12월 2일 채택되었음.

책임저자 : 차석용, 전북대학교병원 방사선종양학과

전북 전주시 덕진구 건지로 20, 561-712

Tel : 063) 250-2017

E-mail : chasy@cuh.co.kr

선에 대한 별도의 연간 허용 유효선량 기준은 없으나, 갑상선은 확률적 영향에 의해 손상 받는 장기이므로⁷⁾ 방사선 치료 시 주변선량에 의해 갑상선에 피폭되는 방사선량에 대해 주의를 기울여야 하며 막연한 추측보다는 정량적인 체계적 수치가 필요하다. 본 연구에서는 전뇌 방사선 치료 시 산란선으로 인하여 영향을 받는 갑상선의 피폭선량을 감소시키기 위해 차폐체를 사용하여 갑상선의 차폐 효과를 평가하고자 한다.

대상 및 방법

1. 사용 장비 및 재료

측정에 사용된 장비는 선형가속기(Clinac iX, VARIAN, USA)이며 측정에너지는 6 MV X선을 사용하였다. 방사선량 측정용 팬텀은 인체모형팬텀(Anderson Rando Phantom, USA)으로 갑상선의 위치에서의 입사표면선량과 심부선량의 변화를 측정하기 위하여 사용된 차폐체는 0.5 mmPb thyroid protector(JUNGWON PRECISION IND., LTD),

와 bismuth thyroid shield(F&L Medical Products co.)이고, 선 당량 0.06 mmPb를 가진다. 또한, 본원에서 1.0 mmPb를 이용해 자체 제작한 갑상선 차폐체를 사용하였다. 선량 측정에 유리선량계(photoluminescence glass dosimeter, PLD, GD-352M, AGC techno co., LTD)와 FGD-1000(AGC techno co., LTD)판독기를 사용하였다.

2. 선량 측정방법

1) 갑상선의 입사표면선량 측정

팬텀을 supine position/head first로 놓고, 전뇌 방사선 치료 자세로 위치시킨 상태에서 인체모형팬텀의 갑상선 위치인 10번째 슬라이스 표면 midline을 중심으로 일정 간격으로 유리선량계 다섯 개를 1.5 cm 간격으로 위치시켰다. [그림 1, 2] 전뇌 방사선 치료 시 사용되는 방사선량은 6 MV, 300 cGy를 사용하였으며, Gantry 90도와 270도 방향에서 좌우 이분 대향조사법을 이용하였다. 입사표면선량 측정은 갑상선 차폐체 미사용 시, bismuth 차폐체 사용 시, 0.5 mmPb 차폐체 사용 시, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체를 사용하여 각각 5회씩 측정하여 평균값을 산출하였다.

Table 1. Phantom entrance surface dose measurements for unshielding and shielding using bismuth, 0.5 mmPb and 1.0 mmPb

measurement site	unshielding (mGy)	bismuth shielding(mGy)	0.5 mmPb shielding(mGy)	1.0 mmPb shielding(mGy)
S1	44.91	38.22	30.63	22.08
S2	43.29	36.41	31.98	25.12
S3	52.33	34.78	31.71	21.93
S4	41.56	34.20	30.42	22.14
S5	42.37	36.54	30.40	24.07
average	44.89	36.03	31.03	23.21

Table 2. Phantom depth 2.5 cm absorbed dose measurements for unshielding and shielding using bismuth, 0.5 mmPb and 1.0 mmPb

measurement site	unshielding (mGy)	bismuth shielding(mGy)	0.5 mmPb shielding(mGy)	1.0 mmPb shielding(mGy)
D1	36.16	34.37	32.15	24.71
D2	35.96	34.77	31.93	25.40
D3	37.18	35.69	33.01	26.24
D4	36.26	34.57	32.12	25.79
D5	34.96	33.21	32.18	25.37
average	36.10	34.52	32.28	25.50



Fig 1. Phantom irradiation setup.

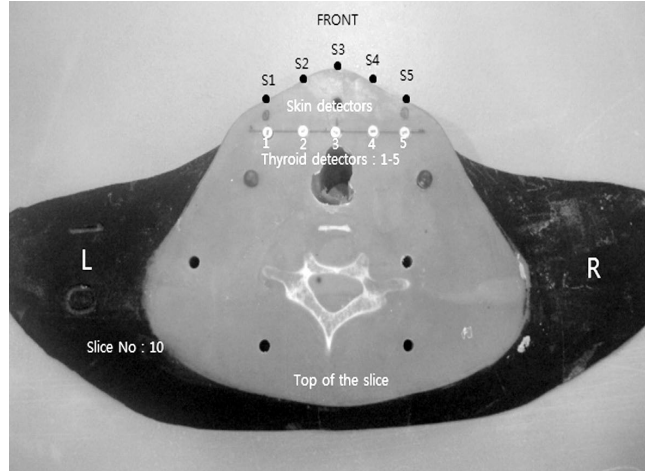


Fig 2. Placement of the PLDs in the phantom's thyroid.

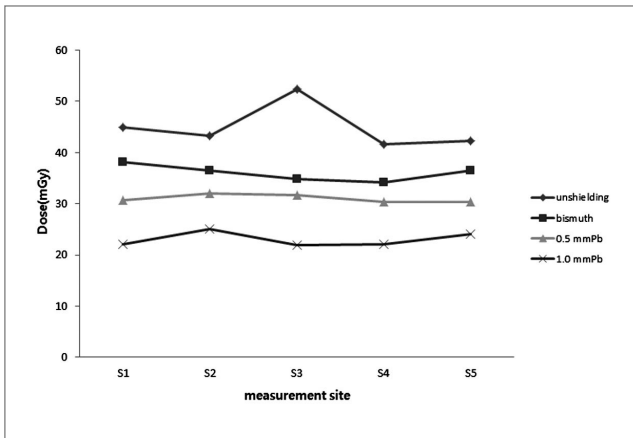


Fig 3. Dose distribution of entrance surface dose for measured sites.

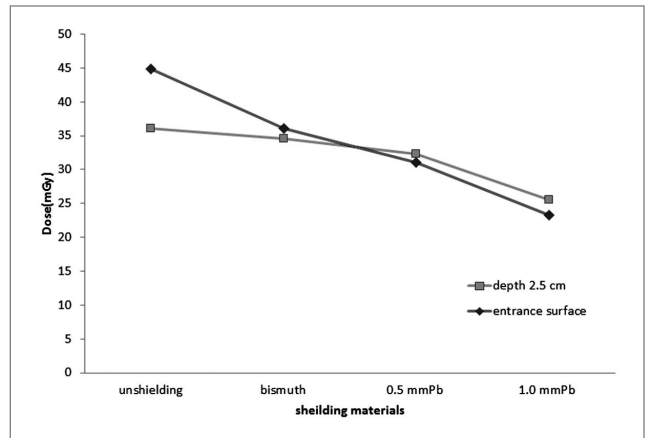


Fig 5. Comparison of entrance surface dose and depth 2.5 cm absorbed dose of thyroid from phantom.

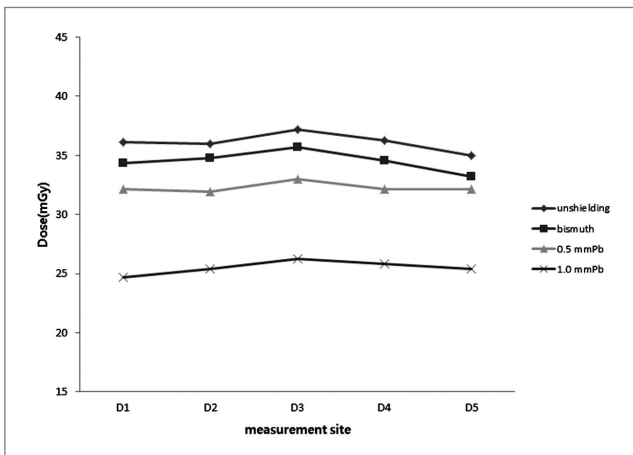


Fig 4. Dose distribution of depth 2.5 cm absorbed dose for measured sites.

2) 갑상선의 2.5 cm 깊이의 심부선량 측정

갑상선의 2.5 cm 깊이의 심부선량 측정하기 위해 인체모형팬텀의 10번째 슬라이스 표면 2.5 cm 깊이에 4 mm 구멍을 뚫어 유리선량계 다섯 개를 1.5 cm 간격으로 위치시켰다. [그림 2] 입사표면선량 측정 조건과 동일하게 측정되었으며, 심부선량 측정은 갑상선 차폐체 미사용 시, bismuth 차폐체 사용 시, 0.5 mmPb 차폐체 사용 시, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체를 사용하여 각각 5회씩 측정하여 평균값을 산출하였다.

결 과

1. 갑상선의 입사표면선량 측정 결과

인체모형팬텀의 10번째 슬라이스에서의 입사표면선량은 갑상선 차폐체 미사용 시 평균 44.89 mGy로 측정되었다. 갑상선 차폐체 사용 시 bismuth 차폐체는 평균 36.03 mGy, 0.5 mmPb 차폐체는 평균 31.03 mGy, 자체 제작한 차폐체 1.0 mmPb는 평균 23.21 mGy로 측정되었다[표 1].

입사표면선량의 측정위치에 따른 선량 분포는 차폐체 미사용 시 S3 지점에서 높게 측정되었고, bismuth 차폐체 사용 시 S1, 0.5 mmPb 차폐체 사용 시 S2, 자체 제작한 차폐체 1.0 mmPb 사용 시 S2 지점에서 높게 측정되었다. [그림 3]

2. 갑상선의 2.5 cm 깊이의 심부선량 측정 결과

인체모형팬텀 10번째 슬라이스의 2.5 cm에서의 심부선량은 갑상선 차폐체 미사용 시 평균 36.10 mGy로 측정되었다. 갑상선 차폐체 사용 시 bismuth 차폐체는 평균 34.52 mGy, 0.5 mmPb 차폐체는 평균 32.28 mGy, 자체 제작한 차폐체 1.0 mmPb는 평균 25.50 mGy로 측정되었다[표 2].

심부선량의 측정위치에 따른 선량 분포는 가운데에 위치한 D3 지점에서 모두 높게 측정되었다. [그림 4]

3. 갑상선의 입사표면선량 측정 시 차폐체 종류에 따른 감소율

갑상선의 입사표면선량 측정에서 갑상선 차폐체 미사용 시 평균 44.89 mGy로 측정되었고, 갑상선 차폐체 사용 시 bismuth 차폐체는 평균 36.03 mGy로 8.86 mGy가 감소하였고, 0.5 mmPb 차폐체는 평균 31.03 mGy로 13.87 mGy가 감소하였으며, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체는 평균 23.21 mGy로 21.68 mGy가 감소하였다. 즉 갑상선 차폐체를 사용하지 않았을 경우와 갑상선 차폐체를 사용했을 경우의 감소율은 각각 bismuth 차폐체는 약 19.7%, 0.5 mmPb 차폐체는 약 30.9%, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체는 약 48.3% 감소하였다[표 3].

4. 갑상선의 2.5 cm 깊이의 심부선량 측정 시 차폐체 종류에 따른 감소율

갑상선의 2.5 cm 깊이의 심부선량 측정에서 갑상선 차폐체 미사용 시 평균 44.89 mGy로 측정되었고, 갑상선 차폐체 사용 시 bismuth 차폐체는 평균 34.52 mGy로 1.58 mGy

가 감소하였고, 0.5 mmPb 차폐체는 평균 32.28 mGy로 3.82 mGy가 감소하였으며, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체는 평균 25.50 mGy으로, 10.6 mGy가 감소하였다. 즉 갑상선 차폐체를 사용하지 않았을 경우와 갑상선 차폐체를 사용했을 경우의 감소율은 각각 bismuth 차폐체는 약 4.4%, 0.5 mmPb 차폐체는 약 10.6%, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체는 약 29.4% 감소하였다[표 4].

5. 갑상선의 입사표면선량과 심부선량의 갑상선 선량 비교

갑상선의 입사표면선량은 갑상선 차폐체 미사용 시 평균 44.89 mGy로 측정되었다. 갑상선 차폐체 사용 시 bismuth 차폐체는 평균 36.03 mGy, 0.5 mmPb 차폐체는 평균 31.03 mGy, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체는 평균 23.21 mGy로 측정되었다.

갑상선의 심부선량은 갑상선 차폐체 미사용 시 평균 36.10 mGy로 측정되었다. 갑상선 차폐체 사용 시 bismuth 차폐체는 평균 34.52 mGy, 0.5 mmPb 차폐체는 평균 32.28 mGy, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체는 평균 25.50 mGy로 측정되었다[표 5]. [그림 5]

고 찰

방사선 치료 시 조사면 이외에 흡수되는 방사선량 즉, 주변선량은 조사면 내에 흡수되는 선량에 비해 적은 양이나 각종 악성종양의 치료성적이 향상됨에 따라 주변선량에 의한 부작용 또는 후유증이 점점 더 큰 문제가 되고 있다.⁹⁾

Joerg Lehmann 등⁸⁾은 조사면적의 외부에도 산란선에 의한 주변선량의 축적현상이 있음을 보고하고 있다. 특히 갑상선은 다른 부위보다 방사선에 민감한 장기로서 Schneider AB 등⁹⁾은 갑상선암의 잠재적 위험성은 방사선과 관련성이 있다고 이야기하고 있다. 방사선 조사 후 생기는 갑상선암의 발생에 있어 방사선의 작용기전은 확실하게 밝혀지지 않았으나 두 가지의 병인론으로 설명한다. Zaina Adnan 등¹⁰⁾은 쥐를 이용한 실험에서 방사선 조사를 받은 쥐의 갑상선이 유전자 변형을 일으키고 이 결과 세포의 탈분화 및 종양의 성장양식(cellular dedifferentiation and neoplastic growth pattern)을 보이는 것을 확인하였다. 이것은 방사선이 직접 갑상선 세포에 작용하여 암을 유발함을 의미한다. 또 다른 가설은 방사선 조사를 받은 갑상선은 갑상선 자극 호르몬(thyroid stimulating hormone, 이하 TSH)증가를 동반한 기능저하 소견을 보이는 경우가 많은데, 이러한 TSH의 지속적인 자극이 암의 유발요인이 될 수

Table 3. Reduction ratio for shielding and unshielding to kind of shielding materials in phantom entrance surface dose

	unshielding (mGy)	shielding materials		
		bismuth (mGy)	0.5 mmPb (mGy)	1.0 mmPb (mGy)
measured dose	44.89	36.03	31.02	23.21
reduced dose		-8.86	-13.87	-21.68
reduction ratio(%)		19.7%	30.9%	48.3%

Table 4. Reduction ratio for shielding and unshielding to kind of shielding materials in phantom depth 2.5cm absorbed dose

	unshielding (mGy)	shielding materials		
		bismuth (mGy)	0.5 mmPb (mGy)	1.0 mmPb (mGy)
measured dose	36.10	34.52	32.28	25.50
reduced dose		-1.58	-3.82	-10.6
reduction ratio(%)		4.4%	10.6%	29.4%

Table 5. Comparison of entrance surface dose and depth 2.5 cm absorbed dose of thyroid from phantom

measured site	unshielding (mGy)	shielding materials		
		bismuth (mGy)	0.5 mmPb (mGy)	1.0 mmPb (mGy)
entrance surface	44.89	36.03	31.02	23.21
depth 2.5 cm	36.1	34.52	32.28	25.50

있다는 가설로 Kennedy¹¹⁾는 쥐 실험을 통하여 이를 주장하였다.

경부 방사선 치료 후 갑상선암의 발생에 있어 Gerry H 등¹²⁾은 방사선 치료를 받은 경우가 받지 않은 대조군에 비하여 15.6배 높다고 하였으며(1.7% vs 0.07%), 전뇌 방사선 치료 후 갑상선의 2차 발암 위험이 여성이 남성보다 5.5배 증가한다고 하였다.¹³⁾ Bonato 등¹⁴⁾의 연구에 따르면 59명 중 32명의 어린이 암 생존자들이 두경부와 전신조사(total body irradiation) 치료를 받고 난 후 생화학적인 갑상선 기능저하증이 나타났다. 또한, 유방암 방사선 치료를 받은 생존자들의 갑상선의 기능 screening 검사에서 갑상선 기능이 비정상적으로 나타났고¹⁵⁾, 수술 및 방사선 치료 후 갑상선 기능 저하증의 빈도는 45%~62%로 보고되었다.^{16,17)} Shore RE¹⁸⁾의 연구에서 갑상선에 전달되는 선량에 대해 갑상선에 최소 100 mGy의 선량을 받는 경우 2차적인 악성종양을 유발할 수 있다고 하였다.

방사선 치료 시 목적 부위 외에 받게 되는 불필요한 선량을 줄여주는 것은 환자에게 중요한 부분이다. 방사선 치료 시 수반되는 주변선량의 피폭을 감소시킬 수 있는 적절한 차폐체의 활용이 필요하다. 이에 따라 갑상선에 주어지는 산란선의 차폐 효과에 대한 실험을 진행하였고, 그 결과 입사표면선량 측정 시 갑상선 차폐체를 사용했을 경우 선량 감소율은 각각 bismuth 차폐체는 19.7%, 0.5 mmPb 차폐체는 30.9%, 자체 제작한 1.0 mmPb 차폐체는 48.3%의 선량 감소 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한, 2.5 cm의 깊이에서 선량을 측정한 결과 갑상선 차폐체를 사용했을 경우 선량 감소율은 각각 bismuth 차폐체는 4.4%, 0.5 mmPb 차폐체는 10.6%, 자체 제작한 1.0 mm Pb 차폐체는 29.4%였다. 차폐체를 사용함으로써 갑상선에 피폭되는 산란선량은 감소하였으며, 갑상선 심부보다 표면에서의 피폭선량 감소율이 크게 나타났다. 이는 갑상선 피폭선량에 영향을 미치는 피사체 내부의 산란선, 조사부위 조직에서의 산란선보다 갠

트리 상부에서 발생한 누설방사선이 갑상선 표면에 크게 영향을 미친 것으로 사료된다.

본 연구에서는 선량 측정 시 유리선량계를 이용하였는데, 기존 다른 선량계에 비해 선량 범위가 10 uGy ~ 500 Gy로 넓고, 안정성이 높아 감쇄(fading) 현상이 거의 없으며 소자 간의 균일성이 뛰어나고, 독해한 데이터의 소실이 없으며,¹⁹⁾ TLD와 PLD를 비교한 재현성 실험에서 TLD는 ±2%지만 PLD는 모든 소자에서 TLD보다 낮은 ±1% 이내의 값을 나타냈다.²⁰⁾ 이는 PLD가 TLD보다 통계적으로 더 우수하다는 점과 기존 연구에 사용된 TLD에 비해 많은 장점을 가지고 있어 본 실험에서 유리선량계를 사용하였다. 또한, 인체 유사팬텀 내부에 선량계를 갑상선 위치에 삽입함으로써 보다 실제 치료와 유사한 상황에서의 선량 측정연구를 할 수 있었다.

본 연구에서 갑상선 차폐에 사용되는 기존의 상용화된 갑상선 차폐체는 쉽게 구부러지고 착용하기에 용이하여야 하므로 높은 당량의 납을 사용할 수 없어 차폐효율이 다소 낮다는 단점과 환자 치료 기기의 종류 및 치료 방법에 따라서 선량 측정치가 변동사항이 있다는 제한점을 가지고 있다. 하지만 방사선 치료 시 목적 부위와 인접한 갑상선에서 2차 발암의 발생위험도가 증가한다는 사실은 변함이 없다.

전뇌 방사선 치료 시 주변선량과 산란선량에 의해 갑상선에 전해지게 되는 선량이 미미하다라도 2차적으로 수반될 수 있는 발암의 가능성과 기능 저하, 부작용 등이 일어날 확률이 높아진다. 따라서 갑상선 차폐체를 이용하여 주변선량을 최소화하는 것이 고려되어야 한다.

결 론

본 연구는 전뇌 방사선 치료 시 방사선 조사면 밖의 영역에서 발생하는 2차 산란 및 누출 선량에 의해 영향을 받는 갑상선에 대하여 상용화된 납 갑상선 차폐체와 bismuth 갑상선 차폐체를 이용하여 선량 감소 효과를 검토해본 결과 갑상선 심부는 약 11~30%, 갑상선 표면은 약 20~48% 정도의 피폭선량 감소 효과가 나타났다. 갑상선은 방사선 감수성이 예민한 인접 장기로 갑상선에 피폭되는 방사선량에 주의를 기울여야 한다.

본 연구에서 사용된 갑상선 차폐체를 활용하여 목적 치료 부위 외에 불필요한 산란선량과 주변선량을 줄여준다면 확률적 영향에 의한 2차 갑상선암의 발생 위험과 갑상선 기능 저하, 만성 장애, 부작용 등을 상당히 줄여주고 예방할 수 있을 것이라 생각된다. 따라서 전뇌 방사선 치료 시 갑상선 차폐체를 사용함으로써 갑상선을 효과적으로 보호하며 치

료를 시행할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Roberge D, Parker W, Niazi TM, Oliveres M: Treating the contents and not the container: dosimetric study of hairsparing whole brain intensity modulated radiation therapy. *Technology in Cancer Research and Treatment* 2005;4:567-570
2. Orton N, Jaradat H, Welsh JS, Tome W: Whole scalp irradiation using helical tomotherapy. *Medical Dosimetry* 2005;30:162-168
3. Sasa M, Mutic, Jacqueline Esthappan and Eric E. Klein: Peripheral dose distributions for a linear accelerator equipped with a secondary multileaf collimator and universal wedge. *Journal of Applied Clinical Medical Physics* 2002;3:302-309
4. Marilyn Stovall, Sarah S. Donaldson, Rita E. Weathers, et al.: Genetic effects of radiotherapy for childhood cancer: Gonadal dose reconstruction. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics* 2004;60:542-552
5. 이상석, 박영선, 김홍태, 고성진: 방사선 생물학. 2nd ed. 서울:정문각, 2005;211-217
6. Pubino, C., Cailleux, A. F., De Vathaire, F. and Schlumberger, M.: Thyroid cancer after radiation exposure. *Eur. J. Cancer* 38, 2002;38:645-647
7. Niklason LT, Marx MV, Chan HP: Interventional radiologists: occupational radiation doses and risks. *Radiology* 1993;187:729-733
8. Joerg Lehmann, Robin L. Stern, Thomas P. Daly, et al.: Dosimetry for quantitative analysis of the effects of low-dose ionizing radiation in radiation therapy patients. *Radiation Research* 2006;165(2):240-247
9. A B Schneider, E Ron, J Lubin, M Stovall, and T C Gierlowski: Dose-response relationships for radiation-induced thyroid cancer and thyroid nodules: evidence for the prolonged effects of radiation on the thyroid. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 1993;77(2):362-369
10. Zaina Adnan, Eldad Arad, James Dana, Yaakov Shendler, and Elzbieta Baron: Simultaneous occurrence of medullary and papillary thyroid

- microcarcinomas: a case series and review of the literature *Journal of Medical case reports* 2013;7:26
11. Kennedy, Ann R.: Factors that modify radiation induced carcinogenesis. *Health Physics* 2009;97:433-445
 12. Gerry H. Tan, Hossein Gharib.: Thyroid Incidentalomas: Management approaches to nonpalpable nodules discovered incidentally on thyroid imaging *Annals of internal medicine* 1997;126(3):226-231
 13. Kalliopi M, Kourinou, Michalis Mazonakis, Efrosini Lyrarakis, John Stratakis, John Damilakis.: Scattered dose to radiosensitive organs and associated risk for cancer development from head and neck radiotherapy in pediatric patients. *Physica Medica European Journal of Medical Physics* 2013;29:650-655
 14. Bonato C, Severino RF, Elnecave RH: Reduced thyroid volume and hypothyroidism in survivors of childhood cancer treated with radiotherapy. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism* 2008;21:943-949
 15. S Johansen, KV Reinertsen, K Knutstad, DR Olsenand SD Fossa.: Dose distribution in the thyroid gland following radiation therapy of breast cancer-a retrospective study. *Radiation Oncology* 2011;6:68
 16. Posner MR, Ervin TJ, Miller D, Fabian RL, Norris CM Jr, Weichselbaum RR, Rose C.: Incidence of hypothyroidism following multimodality treatment for advanced squamous cell cancer of the head and neck. *Laryngoscope* 1984;94(4):451-454
 17. B. Emami, J. Lyman, Brown A, et al.: Tolerance of normal tissue to therapeutic irradiation. *International journal of radiation oncology, biology, physics* 1991;21:109-122
 18. Shore RE.: Issues and epidemiological evidence regarding radiation-induced thyroid cancer. *Radiation Research* 1992;131:98-111
 19. 김창규.: 자체제작 Pb 밴딩을 이용한 피폭선량 감소, *The Journal of Digital Policy & Management* 2013;11(6):269-273
 20. 최재호, 강구준, 장서구.: DAP(Dose Area Product)를 이용한 TLD와 PLD의 선량 측정 비교. *한국콘텐츠학회 논문지* 2012;12:244-250

Abstract

Evaluation of usability of the shielding effect for thyroid shield for peripheral dose during whole brain radiation therapy

Department of Radiation Oncology, Chonbuk National University Hospital
Department of Radiation Oncology, Chonbuk National University Medical School, Jeonju, Korea

Myung Sic Yang · Ju Kyeong Park · Seung Hun Lee · Yang Su Kim · Sun Young Lee · Seok Yong Cha

Purpose : To reduce the radiation dose to the thyroid that is affected to scattered radiation, the shield was used. And we evaluated the shielding effect for the thyroid during whole brain radiation therapy.

Materials and Methods : To measure the dose of the thyroid, 300cGy were delivered to the phantom using a linear accelerator(Clinac iX VARIAN, USA,)in the way of the 6MV X-ray in bilateral.

To measure the entrance surface dose of the thyroid, five glass dosimeters were placed in the 10th slice' s surface of the phantom with a 1.5 cm interval. The average values were calculated by measured values in five times each, using bismuth shield, 0.5 mmPb shield, self-made 1.0 mmPb shield and unshield. In the same location, to measure the depth dose of the thyroid, five glass dosimeters were placed in the 10th slice by 2.5 cm depth of the phantom with a 1.5 cm interval. The average values were calculated by measured values in five times each, using bismuth shield, 0.5 mmPb shield, self-made 1.0 mmPb shield and unshield.

Results : Entrance surface dose of the thyroid were respectively 44.89 mGy at the unshield, 36.03 mGy at the bismuth shield, 31.03 mGy at the 0.5 mmPb shield and 23.21 mGy at a self-made 1.0 mmPb shield. In addition, the depth dose of the thyroid were respectively 36.10 mGy at the unshield, 34.52 mGy at the bismuth shield, 32.28 mGy at the 0.5 mmPb shield and 25.50 mGy at a self-made 1.0 mmPb shield.

Conclusion : The thyroid was affected by the secondary scattering dose and leakage dose outside of the radiation field during whole brain radiation therapy. When using a shield in the thyroid, the depth dose of thyroid showed 11~30% reduction effect and the surface dose of thyroid showed 20~48% reduction effect.

Therefore, by using the thyroid shield, it is considered to effectively protect the thyroid and can perform the treatment.

Keyword : Whole brain radiation therapy, Thyroid shield, Exposed dose