pISSN : 1976-0620, eISSN : 2384-0633
https://doi.org/10.7742/jksr.2018.12.1.47 "J. Korean Soc. Radiol., Vol. 12, No. 1, February 2018"

Comparison of Lens Dose in accordance with Bismuth shielding and Patient position in Brain perfusion CT

Eun Bo Gang

Department of Radiological Science, Dong-Eui Institute of Technology

Received: January 11, 2018. Revised: February 20, 2018. Accepted: February 28, 2018

ABSTRACT

Brain perfusion CT scanning is often employed usefully in clinical conditions as it accurately and promptly provides information about the perfusion state of patients having acute ischemic stroke with a lot of time constraints and allows them to receive proper treatment. Despite those strengths of it, it also has a serious weakness that Lens may be exposed to a lot of dose of radiation in it. In this study, as a way to reduce the dose of radiation to Lens in brain perfusion CT scanning, this researcher conducted an experiment with Bismuth shielding and change of patients' position.

TLD (TLD-100) was placed on both lens using the phantom (PBU-50), and then, in total 4 positions, parallel to IOML, parallel to IOML (Bismuth shielding), parallel to SOML, and parallel to SOML (Bismuth shielding), brain perfusion scanning was done 5 times for each position, and dose to Lens were measured. Also, to examine how the picture quality changed in different positions, 4 areas of interest were designated in 4 spots, and then, CT number and noise changes were measured and compared.

According to the results of conducting one-way ANOVA on the doses measured, as the significance probability was found to be 0.000, so there was difference found in the doses of radiation to crystalline lenses. According to the results of Duncan's post-hoc test, with the scanning of being parallel to IOML as the reference, the reduction of 89.16% and 89.66% was observed in the scanning of being parallel to SOML and that of being parallel to SOML (Bismuth shielding) respectively, so the doses to Lens reduced significantly. Next, in the scanning of being parallel to IOML (Bismuth shielding), the reduction of 37.12% was found.

According to the results, reduction in the doses of radiation was found the most significantly both in the scanning of being parallel to SOML and that of being parallel to SOML (Bismuth shielding). With the limit of the equivalent dose to Lens as the reference, this researcher conducted comparison with the dose to occupational exposure and dose to Public exposure in the scanning of being parallel to IOML and found 39.47% and 394.73% respectively; however in the scanning of being parallel to SOML (Bismuth shielding), considerable reduction was found as 4.08% and 40.8% respectively. According to the results of evaluation on picture quality, every image was found to meet the evaluative standards of phantom scanning in terms of the measurement of CT numbers and noise. In conclusion, it would be the most useful way to reduce the dose of radiation to Lens to use shields in brain perfusion CT scanning and adjust patients' position so that their lens will not be in the field of radiation.

Keywords: Brain Perfusion CT, IOML, SOML, CT Number, Noise

Ⅰ. INTRODUCTION

전산화단층촬영(Computed Tomography, CT)은 1977년 처음 우리나라에 도입된 후[1] 영상의학 분야에서 중요한 검사법으로 CT의 비중이 크게 증가하고 있다. 이와 함께 환자가 받는 방사선량도 점점 증가하므로 환자의 진단에 따른 이익과 방사선

* Corresponding Author: Eun Bo Gang E-mail: kebwind@hanmail.net Tel: +82-51-860-3534
Address: Department of Radiological Science, Dong-eui Institute of Technology, 54, Yangji-ro, Busanjin-gu, Busan, Korea

피폭의 위험성 사이에서 적절한 균형이 필요하다.

UN방사선영향과학위원회(UNSCEAR)는 2000년도에 전체 영상의학과 검사에서 CT검사의 비율은 6%정도이지만 환자가 받는 방사선량은 41%에 해당한다고 발표하였다.

방사선검사 및 피폭선량의 증가추세를 보면 우리나라 국민의 연간 방사선검사 건수는 2007년 1억 6천만건에서 2011년 2억2천만건으로 5년간 35%증가하였으며, 국민일인당 연간 진단용 방사선 피폭선량은 2007년 0.93 mSv에서 2011년 1.4 mSv로 5년간 51%증가하였다. 그런데 2011년 국민 일인당 연간 피폭선량 1.4 mSv에 대한 검사종류별 피폭선량의 분포를 살펴보면 CT촬영이 0.79 mSv로 전체 피폭선량의 56%를 차지하는 것으로 나타났다. 이는 2011년 총 검사건수의 2.2%를 차지하는 CT가 국민 일인당 연간 피폭선량의 56.4%를 차지하는 수치다.[2]

국민건강보험공단의 건강보험 빅데이터를 활용한 2011년에서 2015년까지의 건강보험 적용대상자 '뇌졸중' 질환의 진료현황 보도 자료에서 최근 5년간 '뇌졸중' 진료인원은 3.2%, 진료비는 26.6% 증가했다고 하였으며, 뇌경색 환자가 뇌출혈 환자보다 5.1배 많았다고 하였다.[3] 최근 뇌경색 환자의 치료 결정과 예후의 판정을 위해 중요한 역할을 하는 Brain Perfusion CT의 사용이 증가하고 있다. 그러나 Brain CT의 경우 0.5~0.7 Gy 정도의 피폭선량이 요구되나 Perfusion CT는 4배 정도 높은 선량이 요구된다.[4] Brain CT에서 나타날 수 있는 결정적 영향에 의한 신체적 영향은 수정체의 백내장과 탈모가 있으며 2 Gy이상이라는 보고가 있다.[5] 또한 Imanishi 등의 연구에서 MDCT와 혈관조영술의 동시 시행 환자 3명에서 띠 모양의 탈모가 발생한 사례가 있다고 하였다.[6]

Brain Perfusion CT는 시간적 제약을 많이 받는 허혈성 급성뇌경색 환자의 관류 상태에 대한 정보를 정확하고 신속하게 제공함으로써 적절한 치료를 하는데 유용한 촬영기법이며 현재 임상에서 많이 촬영되고 있다[1]. 그러나 이런 장점에도 불구하고 수정체의 피폭선량이 아주 많다는 단점이 있다.[7] 본 연구에서는 Brain Perfusion CT 검사 시 수정체 피폭선량을 최대한 감소시키기 위한 방법으로 Bismuth 차폐체와 position의 변화를 통하여 수정체 피폭선량의 최소화 방안을 알아보기 위한 목적으로 본 실험을 진행하였다.

Ⅱ. MATERIAL AND METHODS

1. 측정 장비

팬텀은 Whole-body phantom PBU-50을 사용하였으며, CT장비는 Brillance CT 64-channel scanner(Philips, Netherlands)를 사용하였다. 선량측정에는 TLD-100(3.175×3.175×0.625 mm)을 사용하였다. TLD-100은 LiF를 모체로 하는 TLD 열형광물질 중의 하나이며, 생체등가물질로 구성되어 있고 화학적으로 안정되어 있어 다른 생체등가 물질에 비해서 잠상퇴행이 적다. ^{6}Li의 함량비가 천연 Li와 같은 7.5%인 것을 TLD-100이라 하며, 이는 방사선에 대한 감도는 조금 낮지만 조직등가이고 잠상퇴행이 매우 적어 표준 TLD로 가장 오래 사용되고 있다.[8]

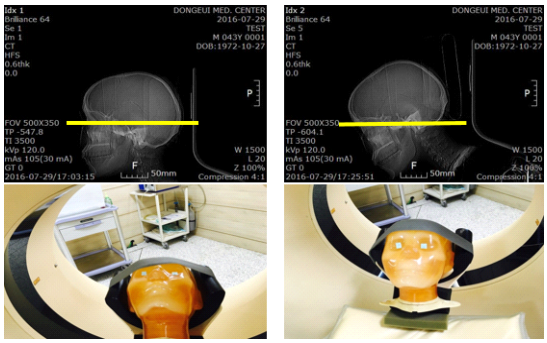
2. 측정 방법

Brain Perfusion CT의 조건은 Brillance CT 64-channel scanner를 이용하여 Table 1의 촬영조건으로 scan 하였다.

Table 1. Reference scanning protocol parameters

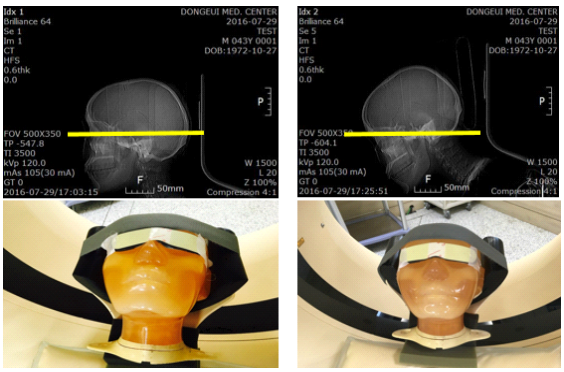
protocol parameters		protocol parameters	
voltage	80 kv	table increment	40 mm
mAs	150 mAs	scan length	80 mm
algorithm	standard	scan time	0.42 sec
matrix	512×512	CTDIvol	5.8 mGy

수정체의 선량을 측정하기 위하여 unshielded 조건에서 Fig. 1과 같이 IOML에 평행하게 scan하고, SOML에 평행하게 scan을 하여 수정체의 선량을 측정하였다.



(a) Parallel scan to IOML (b) Parallel scan to SOML
Fig. 1. Scan according to position change.(unshielded)

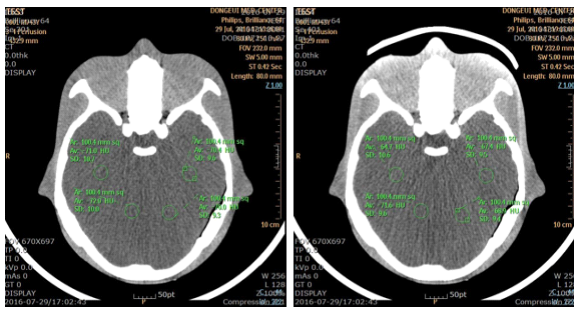
또한 Bismuth 차폐체로 차폐한 상태에서 Fig. 2와 같이 IOML에 평행하게 scan하고, SOML에 평행하게 scan하여 수정체의 피폭선량을 측정하였다.



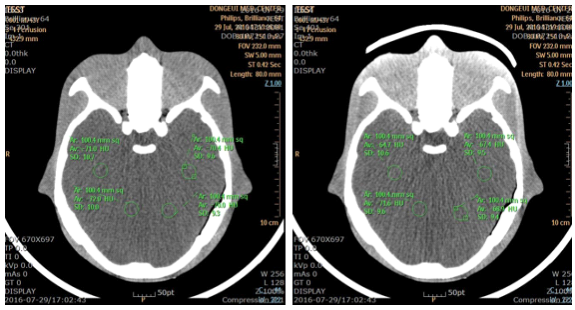
(a)Parallel scan to IOML (b)Parallel scan to SOML
Fig. 2. Scan according to position change.(shield)

2. 영상 평가 방법

Brain Perfusion CT에서 차폐의 유무에 따라서 영상에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해서 뇌실질 부위에 4군데 ROI를 정하여 영상의 CT Number와 Noise를 Fig. 3과 같이 측정하였다.



Unshield Bismuth shield
(a) Parallel scan to IOML



Unshield Bismuth shield
(b) Parallel scan to SOML
Fig. 3. CT number and noise measurement

Ⅲ. RESULT

1. 수정체 선량

수정체의 피폭선량을 측정하기 위해 각각의 조건에서 오른쪽과 왼쪽의 수정체에서 각 5회 측정을 하여 Table 2와 같이 표시하였다.

Table 2. Lens dose according to position change
(Unit: mGy)

		Rt	Lt	Mean±SD
Parallel scan to IOML	1	55.62	58.23	59.21±2.82
	2	59.76	60.87	
	3	61.53	61.26	
	4	63.38	56.21	
	5	60.23	55.01	
Parallel scan to IOML(Bismuth shield)	1	34.46	40.44	37.23±3.06
	2	33.93	36.79	
	3	35.77	36.78	
	4	42.46	35.70	
	5	41.29	34.65	
Parallel scan to SOML	1	5.62	6.88	6.42±0.67
	2	5.64	6.75	
	3	5.75	6.90	
	4	5.98	7.26	
	5	6.13	7.30	
Parallel scan to SOML(Bismuth shield)	1	6.43	5.43	6.12±0.35
	2	6.09	6.12	
	3	6.41	5.70	
	4	6.36	5.90	
	5	6.48	6.26	

수정체의 피폭선량에 대한 평균과 평균값의 차

이 검증은 통계프로그램 SPSS 버전 18을 사용하여 일원배치 분산분석을 하였고, 사후분석은 Duncan 분석을 하였다. Table 3에서 일원배치 분산분석 결과 유의확률 0.00으로 position에 따라 수정체의 피폭선량에 차이가 있다고 나타났으며, Duncan 사후검정 결과에서 IOML 평행한 scan을 기준으로 SOML에 평행 scan과 SOML에 평행 scan(Bismuth 차폐)에서 각각 89.16%, 89.66%로 수정체 선량이 많이 감소하였으며, IOML에 평행 scan(Bismuth 차폐)에서 37.17%순으로 감소하여 나타났다.

Table 3. One-way analysis of variance (Unit: mGy)

Position	Mean	SD	F	P	Duncan	Dose reduction rate(%)
Parallel scan to IOML	59.21	2.82	1492.80	0.00	a	0.00
Parallel scan to IOML(Bismuth shield)	37.23	3.06			b	37.12
Parallel scan to SOML	6.42	0.67			c	89.16
Parallel scan to SOML(Bismuth shield)	6.12	0.35			c	89.66

(CTDIvol: 5.80 mGy LP: 696 mGy*cm)

2. Position에 따른 영상 평가

Brain Perfusion CT에서 차폐의 유무에 따라서 영상에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해서 뇌실질 부위에 4군데 ROI를 정하여 영상의 CT Number와 Noise의 변화를 각각 비교하였다. Table 4에서 CT Number는 IOML 평행한 scan에서 −70.85±0.87 HU, IOML에 평행한 scan(Bismuth 차폐)에서 −68.15±2.88 HU, SOML 평행한 scan에서 −72.30±1.94 HU, SOML에 평행한 scan(Bismuth 차폐)에서 −71.40±1.23 HU로 측정되었다. Table 5에서 Noise는 IOML 평행한 scan에서 9.90±0.61, IOML에 평행한 scan(Bismuth 차폐)에서 9.78±0.56, SOML 평행한 scan에서 7.35±0.65, SOML에 평행 scan(Bismuth 차폐)에서 7.45±0.61로 측정되었다.

Table 4. CT number measurement of ROI

Position	CT Number of ROI(HU)				Mean±SD(HU)
	1	2	3	4	
Parallel scan to IOML	-71.0	-72.0	-70.0	-70.0	-70.85±0.87
Parallel scan to IOML(Bismuth shield)	-64.7	-71.6	-67.4	-68.9	-68.15±2.88
Parallel scan to SOML	-75.0	-70.5	-72.3	-71.4	-72.30±1.94
Parallel scan to SOML(Bismuth shield)	-73.1	-70.6	-71.5	-70.4	-71.40±1.23

Table 5. Noise measurement of ROI

Position	Noise of ROI				Mean±SD
	1	2	3	4	
Parallel scan to IOML	10.7	10.0	9.6	9.3	9.90±0.61
Parallel scan to IOML(Bismuth shield)	10.6	9.6	9.5	9.4	9.78±0.56
Parallel scan to SOML	6.4	7.5	7.7	7.8	7.35±0.65
Parallel scan to SOML(Bismuth shield)	6.6	7.4	7.9	7.9	7.45±0.61

Ⅳ. DISCUSSION

현재 의료영상 진단 분야에서는 피폭의 위험성에도 불구하고 CT촬영의 중요성은 점차 증가하고 있다. 의료피폭에 있어 환자 개인이 받는 이득이 손해보다 많으므로 진료행위에 대한 선량한도를 정하지 않고 있으나,[9] 의학검사의 정당화와 의료피폭에서의 방어의 최적화를 위해 환자선량 권고량을 기준으로 하여 피폭선량 저감을 위해 항상 노력해야 한다. 현재 100 mSv 이하의 방사선을 저선량 방사선이라 하며,[10] 현재까지 역학연구에서 100 mSv이하의 피폭선량에서 직접적으로 암 발생의 증가요인을 증명하지는 못하고 있다. 그러나 저선량

의 방사선에 대한 생물학적 영향과의 관계를 나타낸 미국 국립아카데미의 health risks from exposure to low levels of ionizing radiation, BEIR VII 보고서[10]에 의하면 암발생의 위험이 저선량에서 문턱값 없는 선형비례이론(linear-no threshold model)을 지지하고 있으며, 이는 최소선량에서도 추가위험을 일으킬 수 있는 잠재성의 증가를 의미한다.[10] 본 연구에서 Brain perfusion CT 1회의 측정 선량을 수정체의 등가선량한도와 비교해 본 결과는 다음과 같다. ICRP Pub. 103권고에서 눈, 수정체의 등가선량한도는 각각 직무피폭 150 mSv, 일반인 피폭 15 mSv이이다[9]. X-선의 방사선 가중치를 1로하고 Brain perfusion CT에서 측정한 등가선량과 비교하면 수정체의 최대 피폭선량은 bismuth를 차폐하지 않고 IOML에 평행하게 scan한 수정체 선량이 59.21 mSv로 직무피폭의 39.47%, 공중의 394.73%로 측정되었다. 수정체의 최소피폭은 bismuth를 차폐한 SOML 평행 scan에서 6.12 mGy로 직무피폭의 4.08%, 일반인피폭의 40.8%로 측정되었다.

Ⅴ. CONCLUSION

Brain perfusion CT 검사에서 position의 변화와 Bismuth 차폐를 이용한 수정체의 피폭선량을 비교하면 SOML에 평행한 scan과 Bismuth를 차폐하고 SOML에 평행한 scan에서 동일하게 감쇠효과가 가장 크게 나타났다. 수정체의 등가선량 선량한도와 비교하여 IOML에 평행한 scan에서 종사자와 공중의 선량을 기준으로 비교하면 각각 39.47%, 394.73%로 나타났으나, Bismuth를 차폐하여 SOML에 평행한 scan에서는 각각 4.08%, 40.8%로 현저하게 줄어 들었다. 화질평가에서 모든 영상의 CT Number와 Noise측정에서 팬텀 영상검사 평가기준에 적합하게 나타났다. Brain Perfusion CT 촬영 시 차폐체를 사용하고 수정체가 조사야에 들어오지 않도록 환자의 position을 조절하는 것이 수정체 피폭을 줄이는 가장 유용한 방법이라 사료된다.

Acknowledgement

본 연구는 동의과학대학교 교내연구비의 지원에 의해 수행되었다.

Reference

[1] The Korea Society of Medical Imaging Technology, *Textbook of Computed Tomography*, Chung-Ku Publishing co., pp. 19-39, pp. 496-500, 2009.

[2] http://www.mfds.go.kr

[3] http://www.nhis.or.kr

[4] M. S. Ju, “Reduction in Radiation Dose With Reconstruction System in the Brain Perfusion CT,” Department of Medical Engineering Graduate School of Soonchunhyang University Asan, Korea, 2014

[5] ICRP Publication 26. Radiation protection Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Oxford: Pergamon Press, 1977, cited from reference7

[6] Y. Imanishi, A. Fukui, H. Niimi, etal., “Radiation-induced temporary hair loss as a radiation damage only occurring in patients who had the combination of MDCT and DSA,” Eur .Radiol. 15, pp 41-46, 2005.

[7] I. C. Hwang, W. J. Shin, E. B. Gang,"A Comparative Study on the Lens Dose According to the Change of Shielding Material Used in Brain Computed Tomography," Journal of the Korean society of Radiology, Vol. 9, No. 1, pp.31-37, 2015.

[8] S. H. Doh, W. G. Lee, M. J. Yoo, H. D. Kang, D. S. Kim, "Thermal Annealing and Fading Characteristics of LiF:Mg,Cu,P TLD" Journal of the Korean sensors society, Vol. 7 No. 5, pp.313-318. 1998.

[9] ICRP: 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103, Annals of the ICRP Vol. 137, No. 2-4, Pergamon Press, Oxford, 2007.

[10] National Research Council (US); Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: BEIR VII phase 2. Washington DC: National Academies Press; 2006.

Brain Perfusion CT에서 Bismuth 차폐와 환자의 자세 변화에 따른 수정체 선량 비교 연구

강은보

동의과학대학교 방사선과

요 약

Brain Perfusion CT는 시간적 제약을 많이 받는 허혈성 급성뇌경색 환자의 관류 상태에 대한 정보를 정확하고 신속하게 제공함으로써 적절한 치료를 하는데 유용한 촬영 기법으로 임상에서 많이 촬영되고 있다. 그러나 이런 장점에도 불구하고 수정체의 피폭선량이 아주 많다는 단점이 있다. 본 연구에서는 Brain Perfusion CT 검사 시 수정체 피폭선량을 최대한 감소시키기 위한 방법으로 Bismuth 차폐체와 Position의 변화를 통하여 수정체 피폭선량의 최소화 방안을 알아보기 위한 목적으로 본 실험을 진행하였다.

팬텀(PBU-50)을 사용하여 양쪽 수정체에 TLD(TLD-100)를 올려두고 IOML에 평행, IOML에 평행(Bismuth 차폐), SOML에 평행, SOML에 평행(Bismuth 차폐)의 총 4가지 Position으로 각각 5회씩 Brain Perfusion scan을 실시하여 수정체의 선량을 측정하였다. 그리고 각각의 Position에 따른 화질 변화를 측정하기 위해 4군데에 관심영역을 정하여 CT Number와 Noise의 변화를 측정하여 비교하였다.

측정된 선량을 일원배치 분산분석한 결과 유의확률 0.000으로 Position에 따라 수정체의 피폭선량에 차이가 있다고 나타났으며, Duncan 사후검정결과에서 IOML에 평행 scan을 기준으로 SOML에 평행 scan과 SOML에 평행 scan(Bismuth 차폐)에서 각각 89.16%, 89.66%로 수정체 선량이 많이 감소하였으며, IOML에 평행 scan(Bismuth 차폐) 에서 37.12%순으로 감소하여 나타났다.

연구 결과 피폭선량은 SOML에 평행한 scan과 Bismuth를 차폐하여 SOML에 평행한 scan이 동일하게 감쇠효과가 가장 크게 나타났다. 수정체의 등가선량 선량한도와 비교하여 IOML에 평행한 scan에서 종사자와 공중의 선량을 기준으로 비교하면 각각 39.47%, 394.73%로 나타났으나, Bismuth를 차폐하여 SOML에 평행한 scan에서 각각 4.08%, 40.8%로 현저하게 줄어 들었다. 화질평가에서 모든 영상의 CT Number와 Noise측정에서 팬텀 영상검사 평가기준에 적합하게 나타났다. Brain Perfusion CT 촬영 시 차폐체를 사용하고 수정체가 조사야에 들어오지 않도록 환자의 position을 조절하는 것이 수정체 피폭을 줄이는 가장 유용한 방법이라 사료된다.

중심단어: 뇌 관류 전산화단층촬영, 눈확아래귀구멍선, 눈썹활귀구멍선, CT Number, 잡음