

Evaluation of Image Quality and Lens's Radiation Dose of a Low-Dose Cranial CT Scan

Pipat Chiewvit MD*,
Jitladda Ananwattanasuk MD*, Manus Mongkolsuk MSc**,
Chulaluk Boonma BSc*, Suthisak Suthipongchai MD*

* Department of Radiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok, Thailand

** Department of Radiological Technology, Faculty of Medical Technology,
Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok, Thailand

Objective: To determine the lowest miliampere-second (mAs) of a cranial computed tomography (CT) scan that can maintain acceptable image quality on cranial CT scan which might help reducing the risk of cataract formation.

Material and Method: The present study was performed on the 148 patients in routine daily practice sent for diagnosis of intracranial conditions by a cranial CT scan. During the cranial CT scanning, each lens's radiation dose on patient's eyes was measured by a thermoluminescent dosimeter. Clinical image quality, particularly in analysis of gray and white matter differentiation, was evaluated independently using a 5 point scale by two radiologists.

Results: During standard cranial CT scan protocol with 250 miliampere-second (mAs), the total dose of left and right lens's dose were about 50.93 miligray (mGy) and 51.66 mGy, respectively. When applying low dose cranial CT scan protocols by decreasing mAs to 200, 150 and 100 mAs, the total dose of right and left lens were of 45.68 mGy and 46.04 mGy for 200 mAs, 34.65 mGy and 34.77 mGy for 150 mAs, 28.73 mGy and 29.25 mGy for 100 mAs respectively.

Conclusion: A low dose cranial CT scan at 100 miliampere-second provides not only an acceptable clinical image quality, but also decreases the lens's radiation dose by 43%.

Keywords: Cataract, Face, Head, Lens, Crystalline, Radiation dosage, Skull, Tomography, X-ray computed

J Med Assoc Thai 2009; 92 (6): 831-5

Full text. e-Journal: <http://www.mat.or.th/journal>

Computed tomography (CT) of the head provides information about head injuries, brain tumors, and other brain diseases. The main side effect of cranial CT scan is the radiation absorbed by the orbits. Previous study found that repeated cranial CT scan increased the risk of irradiation cataract, especially in infants and children⁽¹⁾. The Beaver Dam Eye Study reported that both nuclear and posterior subcapsular cataracts were associated with a history of head CT scan⁽²⁾. A threshold of 0.5-2 Gray (Gy) for detectable lens opacities and a threshold of 4-5 Gy for visual impairment with lens opacification (cataract) have been

reported⁽³⁾. Another study indicated that the radiation doses for development of cataract were 2 Gy with single dose exposure and 10-15 Gy with long-term exposure⁽⁴⁾. One possible way to reduce the radiation dose in cranial CT scan for cataract protection is to decrease the tube current milliampere-second (mAs). The goal of the present study was the determination of the lowest mAs of a cranial CT scan that can maintain acceptable image quality on cranial CT scan and thus reduce the percentage of lens's radiation dose.

Material and Method

The present study was performed by using cranial CT scan of 148 patients who were on daily routine schedule for diagnosis of intracranial conditions by a cranial CT scan. To homogenize the control of external

Correspondence to: Chiewvit P, Department of Radiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, 2 Prannok Rd, Bangkoknoi, Bangkok 10700, Thailand. Phone: 0-2419-7086, Fax: 0-2412-7785, E-mail: siscv@mahidol.ac.th

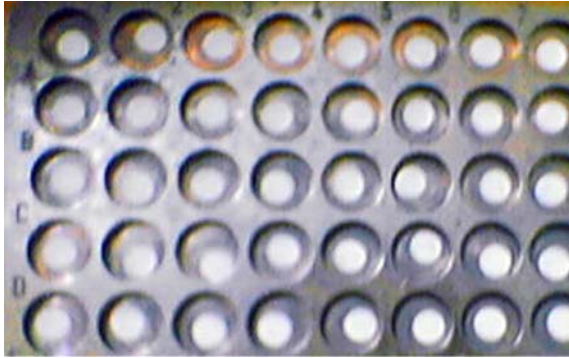


Fig. 1 TLD-100H for dose measurement on lens's eyes of patient

factors from the CT machine, a single unit of CT scan (spiral CT scan) was used with parameters as the x-ray tube, generator and gantry being the same for all patients. Only miliampere-second (mAs) was varied from group to group of patients. The patients were randomly divided into four groups (each group = 37 patients) applying one of four different mAs; 250, 200, 150 and 100 mAs to each group. During the cranial CT scanning, each lens's radiation dose to the patient's eyes was measured by a thermoluminescent dosimeter (Fig. 1). Clinical image quality, particularly in analysis of gray and white matter differentiation, was evaluated independently by two radiologists using a 5 point scale which is detailed as follows: 5 = excellent visualized image quality of the brain parenchyma attenuation and

excellent in differentiation between gray and white matter (Fig. 2), 4 = good image quality of the brain parenchyma attenuation and good in differentiation between gray and white matter (Fig. 3), 3 = adequate image quality of the brain parenchyma attenuation and moderate in differentiation between gray and white matter (Fig. 4), 2 = marginally acceptable image quality of the brain parenchyma attenuation and fair in differentiation between gray and white matter (Fig. 5) and 1 = unacceptable image quality of the brain parenchyma attenuation and poor in differentiation between gray and white matter (Fig. 6).

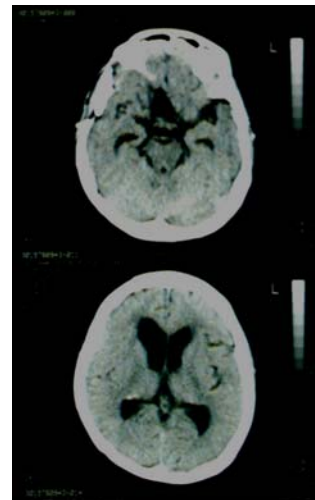


Fig. 3 Good visualized image quality (score = 4)

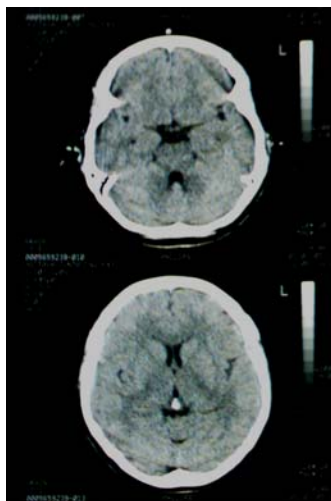


Fig. 2 Excellent visualized image quality (score = 5)

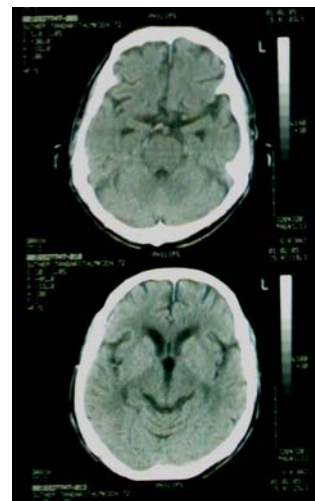


Fig. 4 Acceptable visualized image quality (Score = 3)

Results

The present study showed no significant difference in visual assessment of the clinical image quality by two radiologists. The mean value of visual assessment score between patients with standard protocol 250 miliampere-second (mAs) and 200 mAs protocol for providing good image quality (grade 4). However, the authors can further reduce the radiation dose to 150 mAs and 100 mAs where clinical image quality in differentiating between gray and white matter still remained as acceptable visualized image quality (grade 3) (Table 1). During standard cranial CT

scan protocol with 250 mAs, the total dose of left and right lens's dose were about 50.93 miligray (mGy) and 51.66 mGy, respectively. When applying low dose cranial CT scan protocols by decreasing the mAs to 200, 150 and 100 mAs, the total dose of right and left lens were 45.68 mGy and 46.04 mGy for 200 mAs, 34.65 mGy and 34.77 mGy for 150 mAs, 28.73 mGy and 29.25 mGy for 100 mAs respectively (Table 2). Therefore, with a low dose cranial CT scan at a minimum of 100 mAs, the authors can reduce the lowest radiation dose up to 43% (Fig. 7) with an acceptable image quality.

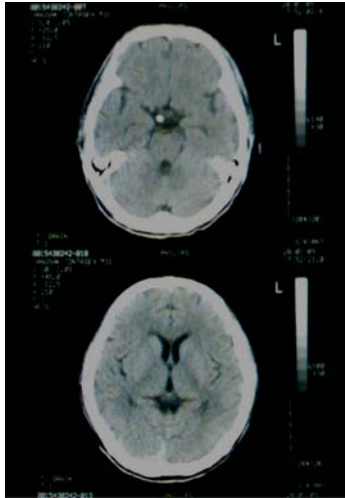


Fig. 5 Marginal visualized image quality (Score = 2)

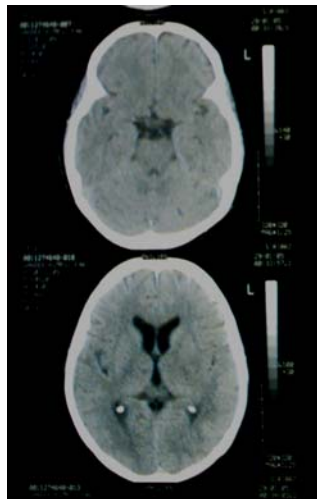


Fig. 6 Unacceptable visualized image quality (Score = 1)

Table 1. The results of image quality for various mAs setting at 250, 200, 150 and 100 mAs, respectively

Observers	250 mAs	200 mAs	150 mAs	100 mAs
1.00				
Mean	4.0	4.0	3.4	3.0
n	37	37	37	37
Std. deviation	0.6	0.7	0.9	1.0
2.00				
Mean	3.6	3.8	3.3	2.8
n	37	37	37	37
Std. deviation	0.7	0.8	0.9	1.1
Total				
Mean	3.8	3.9	3.4	2.9
n	74	74	74	74
Std. deviation	0.7	0.7	0.9	1.0

Table 2. The lens's dose of cranial CT scan on left and right side, when various mAs setting

mAs	Left side lens 's dose (mGy)		
	Base of skull (5 mm, 140 kVp)	Above base of skull (10 mm, 120 kVp)	Total dose
250	29.10 ± 4.40	23.98 ± 3.69	50.93 ± 6.37
200	24.55 ± 2.66	21.13 ± 2.61	45.68 ± 5.12
150	19.47 ± 3.27	15.18 ± 2.82	34.65 ± 5.73
100	15.95 ± 2.79	12.79 ± 2.90	28.73 ± 5.35
mAs	Right side lens 's dose (mGy)		
	Base of skull (5 mm, 140 kVp)	Above base of skull (10 mm, 120 kVp)	Total dose
250	29.08 ± 4.79	24.08 ± 3.69	51.66 ± 7.53
200	24.84 ± 2.88	21.20 ± 2.61	46.04 ± 4.83
150	19.54 ± 3.27	15.22 ± 2.82	34.77 ± 5.83
100	16.42 ± 2.97	12.82 ± 2.90	29.25 ± 5.72

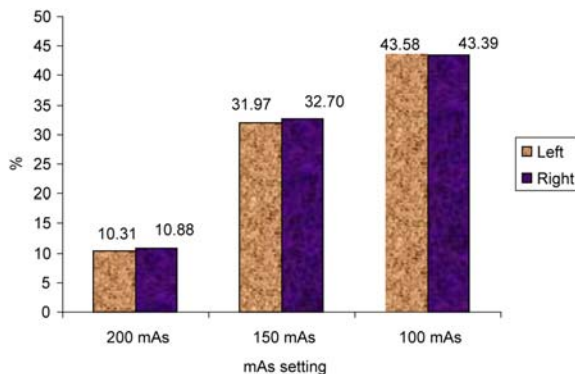


Fig. 7 The percent reduction of lens's radiation dose were increase with various mAs setting decrease

Discussion

The optimal milliampere-second (mAs) settings for cranial CT scan that can provide excellent image quality were 250 and 200 mAs, but a low dose cranial CT scan at 100 mAs provides not only an acceptable clinical image quality, but also decreases of the lens's radiation dose by 43%. The low dose technique should be considered in groups of patients with a high incidence of cataract formation such as the pediatric population and patients who may need serial follow up cranial CT scan. In Germany⁽⁵⁾, CT contributes one third to the collective radiation dose, which thirty-five percent of these examinations comprised of CT brain with a mean effective dose of 1 millisivert (mSv) to 5 mSv. In 1997, SE Kearney, et al⁽⁶⁾ reported reducing mAs in the sinus CT scans of two groups of 20 patients with normal sinuses, or minimal sinus diseases. There was no discernible difference between the two examinations in which both clearly showed the relevant anatomy. In 2001, SA Sohaib et al⁽⁷⁾ studied the effect of reducing mAs on the diagnostic quality of images and the radiation dose to the orbits in patients undergoing sinus CT. No significant difference was shown between any of the

four groups in term of image quality. Mean radiation dose to the orbits was reduced by 77%, from 13.5 mGy at 200 mAs to 3.1 mGy at 50 mAs. From the knowledge gained from these previous studies, it is judged that there was a direct association of adjusting the technique parameter such as mAs, image quality of CT scan and radiation dose. It is also important to be concerned with the diagnostic purpose of CT scan when adjusting the technique parameter (mAs setting) in order to reduce to radiation dose, without a loss of image quality.

References

1. Lund E, Halaburt H. Irradiation dose to the lens of the eye during CT of the head. *Neuroradiology* 1982; 22: 181-4.
2. Klein BE, Klein R, Linton KL, Franke T. Diagnostic x-ray exposure and lens opacities: the Beaver Dam Eye Study. *Am J Public Health* 1993; 83: 588-90.
3. Hein E, Rogalla P, Klingebiel R, Hamm B. Low-dose CT of the paranasal sinuses with eye lens protection: effect on image quality and radiation dose. *Eur Radiol* 2002; 12: 1693-6.
4. Moulin G, Chagnaud C, Waultier S, Le Brigand B, Espagnan M, Dessi P, et al. Radiation dose to the lenses in CT of the paranasal sinuses. *Neuroradiology* 1996; 38 (Suppl 1): S127-9.
5. Cohnen M, Fischer H, Hamacher J, Lins E, Kotter R, Modder U. CT of the head by use of reduced current and kilovoltage: relationship between image quality and dose reduction. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000; 21: 1654-60.
6. Kearney SE, Jones P, Meakin K, Garvey CJ. CT scanning of the paranasal sinuses-the effect of reducing mAs. *Br J Radiol* 1997; 70: 1071-4.
7. Sohaib SA, Peppercorn PD, Horrocks JA, Keene MH, Kenyon GS, Reznick RH. The effect of decreasing mAs on image quality and patient dose in sinus CT. *Br J Radiol* 2001; 74: 157-61.

การประเมินคุณภาพของภาพและขนาดรังสีที่เลนส์ตาด้วยการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดกะโหลก อาศัยคอมพิวเตอร์ขนาดรังสีต่ำ

พิพัฒน์ เขียววิทย์, จิตรลัดดา อนันต์วัฒนสุข, มานัส มงคลสุข, จุฬาลักษณ์ บุญมา, สุทธิศักดิ์ สุทธิพงษ์ชัย

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาค่ามิลลิแอมแปร์-วินาทีที่ต่ำที่สุดสำหรับการตรวจด้วยการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดกะโหลก
อาศัยคอมพิวเตอร์ซึ่งยังคงให้ภาพการตรวจที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับได้ซึ่งจะมีประโยชน์ช่วยลดความเสี่ยง
การเกิดภาวะต่อกระดูก

วัสดุและวิธีการ: การศึกษาจากผู้ป่วยจำนวนทั้งสิ้น 148 รายที่มารับการตรวจด้วยการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดกะโหลก
อาศัยคอมพิวเตอร์เพื่อการวินิจฉัยว่ามีพยาธิสภาพภายในสมองหรือไม่ ระหว่างการตรวจด้วยการถ่ายภาพรังสี
ส่วนตัดกะโหลกอาศัยคอมพิวเตอร์นั้นเลนส์ตาทั้งสองข้างของผู้ป่วยจะถูกทำการวัดโดยใช้เครื่องวัดปริมาณรังสีชนิด
thermoluminescent คุณภาพของภาพถ่ายจะถูกทำการวิเคราะห์โดยรังสีแพทย์ 2 คนเพื่อดูการคมชัดในการแยก
ความแตกต่างระหว่างเนื้อสมองส่วน gray และ white matterโดยวิธีการให้คะแนน 5 ระดับ

ผลการศึกษา: จากการศึกษพบว่า การตรวจด้วยการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดกะโหลกอาศัยคอมพิวเตอร์โดยการตั้งค่า
ที่ 250 มิลลิเกรย์ตามมาตรฐาน พบว่ามีปริมาณรังสีที่เลนส์ตาได้รับประมาณ 50.93 มิลลิเกรย์ และ 51.663 มิลลิเกรย์
ตามลำดับ เมื่อเปลี่ยนมาใช้ขนาดรังสีปริมาณต่ำที่ 200, 150 และ 100 มิลลิแอมแปร์-วินาทีพบว่าปริมาณรังสีที่
เลนส์ตาข้างขวาและข้างซ้ายลดลงเหลือ 45.68 และ 46.04 มิลลิเกรย์สำหรับการตรวจที่ 200 มิลลิแอมแปร์-วินาที
ส่วน 34.65 และ 34.77 มิลลิเกรย์สำหรับการตรวจที่ 150 มิลลิแอมแปร์-วินาที และเหลือเพียง 28.73 และ 29.25
มิลลิเกรย์ สำหรับการตรวจที่ 100 มิลลิแอมแปร์-วินาทีตามลำดับ โดยที่คุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถ
ให้การวินิจฉัยได้

สรุป: การตรวจด้วยการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดกะโหลกอาศัยคอมพิวเตอร์ขนาดรังสีต่ำโดยใช้ปริมาณรังสีที่ 100
มิลลิแอมแปร์-วินาที จะช่วยลดปริมาณรังสีที่เลนส์ตาแต่ละข้างได้รับลงถึง 43% โดยยังคงได้รับคุณภาพของภาพ
การตรวจตามปกติ
