

# การประเมินปริมาณรังสีจากการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองของผู้ป่วย โรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลัน

ยุทธนา เนตรวงศ์ วท.ม., ปุณทริกา บัวแสง วท.บ.

กลุ่มงานรังสีวิทยา สถาบันประสาทวิทยา แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

## Abstract: Radiation Dose Assessment from Computed Tomography and Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke Patients

Yutthana Netwong, M.Sc., Puntharika Buasang, B.Sc.

Department of Radiology, Neurological Institute of Thailand, Thungphayathai, Ratchathewi, Bangkok, Thailand 10400

(E-mail: yutthana\_net@hotmail.com)

(Received: 28 November, 2022; Revised: 3 January, 2023; Accepted: 1 May, 2023)

**Background:** Several treatments are available for acute ischemic stroke. Endovascular treatment is a commonly used method at the Neurological Institute of Thailand. Therefore, this group of patients undergoes radiation exposure from Computed Tomography or CT and Digital Subtraction Angiography or DSA procedures. **Objectives:** This study aimed to determine the radiation dose received by patients undergoing CT in combination with endovascular treatment and to assess the risk to patients. **Method:** The effective dose was calculated using conversion factors of 61 acute ischemic stroke patients treated with endovascular treatment between October 1, 2019, and October 1, 2020. The data were retrospectively collected from CT and DSA machines. **Results:** The study included patients diagnosed with acute ischemic stroke and treated with endovascular treatment, which were 28 females (45.9%) and 33 males (54.1%) aged between 40 - 89 years old, with a mean age of 64 years old. In terms of CT, the mean volumetric computed tomography index was  $40.71 \pm 13.88$  mGy and the mean dose-length product was  $1938 \pm 638$  mGycm. As for endovascular treatment, the mean air KERMA was  $242 \pm 229$  mGy with the mean dose area product of  $6192.3 \pm 4322.3$   $\mu\text{Gycm}^2$  and the mean fluoroscopy time was  $22 \pm 16$  minutes. The mean effective dose from computed tomography was  $4.45 \pm 1.92$  mSv (range 1.65-10.67 mSv), and  $2.48 \pm 1.73$  mSv was from endovascular treatment. The total effective dose for patients had a mean of  $6.94 \pm 2.69$  mSv. **Conclusion:** Acute ischemic stroke patients exposed to radiation from CT and endovascular treatment are at a very low additional risk of death from cancer. The risk is 1 in 10,000 compared to the mean effective dose of 6.94 mSv. In addition, the risk is 1 in 1,000 compared to the maximum effective dose of 13.73 mSv.

**Keywords:** Acute ischemic stroke, Effective dose, Endovascular treatment, Cancer

### บทคัดย่อ

**ภูมิหลัง:** การรักษาโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลันมีหลายวิธี หนึ่งในวิธีการรักษาที่ใช้มากในสถาบันประสาทวิทยาคือการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองโดยใช้เครื่องเอกซเรย์หลอดเลือด ผู้ป่วยกลุ่มนี้จึงได้รับรังสีจากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และเอกซเรย์หลอดเลือด **วัตถุประสงค์:** เพื่อหาค่าปริมาณรังสีของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลันที่ได้รับจากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ร่วมกับการรักษาด้วย

การใส่สายสวนหลอดเลือดสมองด้วยเครื่องเอกซเรย์หลอดเลือด และทำการประเมินความเสี่ยงจากรังสีต่อผู้ป่วย **วิธีการ:** คำนวณหาปริมาณรังสียังผลโดยใช้ค่าแก้ไขของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลันที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองจำนวน 61 คน ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2562 ถึง 1 ตุลาคม 2563 ด้วยการเก็บข้อมูลย้อนหลังจากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และเครื่องเอกซเรย์หลอดเลือด **ผล:** ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลันที่ได้รับ

การรักษาด้วยวิธีการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองเป็นเพศหญิง 28 คน (ร้อยละ 45.9) และเพศชาย 33 คน (ร้อยละ 54.1) มีอายุระหว่าง 40 - 89 ปี อายุเฉลี่ย 64 ปี การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์มีค่าดัชนีปริมาณรังสีเอกซเรย์คอมพิวเตอร์เชิงปริมาตรมีค่าเฉลี่ย  $40.71 \pm 13.88$  มิลลิเกรย์ ผลคูณปริมาณรังสีกับความยาวมีค่าเฉลี่ย  $1938 \pm 638$  มิลลิเกรย์เซนติเมตร การรักษาด้วยวิธีการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองมีปริมาณรังสีที่ผิวมีค่าเฉลี่ย  $242 \pm 229$  มิลลิเกรย์ ปริมาณรังสีผิวหนังที่มีค่าเฉลี่ย  $6192.3 \pm 4322.3$  ไมโครเกรย์ตารางเซนติเมตร เวลาของการทำฟลูออโรสโคปมีค่าเฉลี่ย  $22 \pm 16$  นาที ปริมาณรังสียังผลจากเอกซเรย์คอมพิวเตอร์มีค่าเฉลี่ย  $4.45 \pm 1.92$  มิลลิซีเวิร์ต ( $1.65 - 10.67$  มิลลิซีเวิร์ต) ปริมาณรังสียังผลจากการรักษาด้วยวิธีการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองมีค่าเฉลี่ย  $2.48 \pm 1.73$  มิลลิซีเวิร์ต ( $0.40 - 8.63$  มิลลิซีเวิร์ต) ปริมาณรังสียังผลรวมทั้งหมดที่ผู้ป่วยได้รับมีค่าเฉลี่ย  $6.94 \pm 2.69$  มิลลิซีเวิร์ต ( $2.63 - 13.73$  มิลลิซีเวิร์ต) **สรุป:** ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลันที่ได้รับรังสีจากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และการรักษาด้วยวิธีการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองจะเพิ่มความเสี่ยงที่จะเสียชีวิตจากมะเร็งอยู่ในระดับต่ำมาก มีโอกาสเกิดขึ้น 1 ใน 10,000 เมื่อเทียบจากค่าเฉลี่ยปริมาณรังสียังผลที่ 6.94 มิลลิซีเวิร์ต และความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ มีโอกาสเกิดขึ้น 1 ใน 1,000 เมื่อเทียบจากค่าสูงสุดของปริมาณรังสียังผลที่ 13.73 มิลลิซีเวิร์ต

**คำสำคัญ:** โรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลัน, ปริมาณรังสียังผล, การรักษาด้วยวิธีการใส่สายสวนหลอดเลือดสมอง, มะเร็ง

## บทนำ

โรคหลอดเลือดสมองเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับ 2 ของโลก แบ่งออกเป็นสองชนิดได้แก่ เลือดออกในสมอง (hemorrhagic stroke) พบได้ประมาณ 13% และสมองขาดเลือด (ischemic stroke) พบได้กว่า 87% ของโรคหลอดเลือดสมองทั้งหมด<sup>1</sup> โดยสมองขาดเลือดเกิดจากการตีบหรืออุดตันของหลอดเลือดจนทำให้เลือดไปเลี้ยงสมองไม่เพียงพอ ส่วนใหญ่แล้วมักเกิดร่วมกับภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง ซึ่งมีสาเหตุมาจากไขมันที่เกาะตามผนังหลอดเลือดจนทำให้หลอดเลือดตีบแข็ง การตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (computed tomography) หรือ CT เป็นวิธีการที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมองโดยอาจมีการทำเอกซเรย์หลอดเลือดสมอง (computed tomography angiography) หรือ CTA เพื่อแสดงกายวิภาคของหลอดเลือดสมองร่วมด้วย การรักษาโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันมีหลายวิธี<sup>2</sup> เช่น การให้ยาต้านเกล็ดเลือด (antiplatelet drug) การใช้ยาละลายลิ่มเลือดเพื่อกำจัดลิ่มเลือดที่อุดตันอยู่ (thrombolysis) การผ่าตัดเปิดหลอดเลือดแดงใหญ่ที่คอ (carotid endarterectomy) การรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมอง (endovascular treatment) โดยการให้ยาละลายลิ่มเลือด (rt-PA) ทางหลอดเลือดดำ (intravenous thrombolysis) หรือการผ่าตัดเพื่อกำจัด

ลิ่มเลือด (thrombectomy) ภายใต้เครื่องเอกซเรย์หลอดเลือด (digital subtraction angiography) หรือ DSA ซึ่งการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองจะทำให้ผู้ป่วยได้รับรังสีจากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และเครื่องเอกซเรย์หลอดเลือดซึ่งจะส่งผลให้ค่าปริมาณรังสียังผลสูงกว่าการตรวจทางรังสีวินิจฉัยอื่น ๆ

เนื่องจากเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างกันจะมีความไวต่อรังสีแตกต่างกัน การวัดปริมาณทางรังสีนิยมใช้ค่า ปริมาณรังสียังผล ซึ่งแสดงถึงปริมาณรังสีเฉลี่ยของทั้งร่างกาย (average the entire body) มีหน่วยเป็น millisievert (mSv) เพื่อเปรียบเทียบความไวต่อรังสีของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อต่างๆ นอกจากนี้ยังใช้เป็นค่าเปรียบเทียบกับรังสีจากแหล่งที่แตกต่างกัน ได้แก่ รังสีตามธรรมชาติ (natural background radiation) และรังสีที่ใช้ทางการแพทย์ (radiography medical procedure)

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อหาค่าปริมาณรังสียังผล (effective dose) ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลันที่ได้รับจากการตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ร่วมกับการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองจากเครื่องเอกซเรย์หลอดเลือดและทำการประเมินความเสี่ยงจากรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ

## วัตถุประสงค์และวิธีการ

การศึกษาย้อนหลัง (retrospective study) โดยการคำนวณหาปริมาณรังสียังผลรวมทั้งหมดของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลันที่ได้รับการตรวจวินิจฉัยด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง (CT brain) และเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หลอดเลือดสมองและคอ (CTA head and neck) จากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ยี่ห้อ Siemens รุ่น Somatom Definition AS 64 slices ที่ติดตั้ง ionization chamber detector สำหรับวัดค่า CT dose index (CTDI) และ dose length product (DLP) ร่วมกับการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองจากเครื่องเอกซเรย์หลอดเลือด ยี่ห้อ Siemens รุ่น Artis zee biplane ที่ติดตั้ง dose area product (DAP) meter สำหรับวัดค่า DAP และระบบ PACS ยี่ห้อ Fuji Synapse ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2562 ถึง 1 ตุลาคม 2563 ภายในกลุ่มงานรังสีวิทยา สถาบันประสาทวิทยา โดยมีผู้ป่วยผ่านเกณฑ์การคัดเข้าจำนวน 61 ราย

คำนวณปริมาณรังสียังผลที่ผู้ป่วยได้รับจากการตรวจวินิจฉัยด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หลอดเลือดสมองและคอ และการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองโดยคำนวณแยกประเภทตามการตรวจ

1. คำนวณหาค่าปริมาณรังสียังผล (E) ที่ผู้ป่วยได้รับจากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองและเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หลอดเลือดสมองและคอด้วยผลคูณของค่า dose length product (DLP) และค่า conversion factor (k) ของแต่ละอวัยวะตามค่าอ้างอิงจากสมการ<sup>3</sup>

$$E \approx k \times DLP$$

โดยค่า  $k$  คือ ค่าความไวต่อรังสีของเนื้อเยื่อแต่ละอวัยวะ ตามค่าอ้างอิง มีหน่วยเป็น mSv/mGy.cm ในการตรวจ CT brain (head) มีค่า  $k$  ของศีรษะเท่ากับ 0.0020 mSv/mGy.cm มาจากการศึกษาของ Shrimpton และคณะ<sup>4</sup> สำหรับการตรวจ CTA head and neck ค่า  $k$  ของศีรษะและคอมีค่าเท่ากับ 0.0031 mSv/mGy.cm มาจากการศึกษาของ Hart และคณะ<sup>5</sup> ส่วนค่า DLP คือ ปริมาณรังสีตลอดช่วงความยาวของการสแกน (scan length) ซึ่งใช้ประเมินผลกระทบทางชีวภาพจากการได้รับรังสี มีหน่วยเป็น มิลลิเกรย์เซนติเมตร (mGy.cm)

2. คำนวณหาค่าปริมาณรังสียังผล (E) ที่ผู้ป่วยได้รับจากการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองจากเครื่องเอกซเรย์หลอดเลือดจากผลคูณของค่า dose area product (DAP) กับ ค่า conversion factor ( $k$ ) ของแต่ละอวัยวะตามค่าอ้างอิงจากสมการ

$$E \approx k \times DAP$$

โดยค่า  $k$  ของ cerebral angiography มีค่า 0.04 mSv/Gy.cm<sup>2-6</sup> และค่า DAP คือ ปริมาณเฉลี่ยของรังสีดูดซับในอากาศคูณกับพื้นที่ของลำรังสีที่อยู่ในระนาบตั้งฉากกับแกนรังสี มีหน่วยเป็นมิลลิเกรย์-ตารางเซนติเมตร mGy.cm<sup>2</sup>

3. นำปริมาณรังสียังผลจากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองและเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หลอดเลือดสมองและคอที่ผู้ป่วยได้รับจากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ร่วมกับปริมาณรังสีจากการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองจากเครื่องเอกซเรย์หลอดเลือดเป็นปริมาณรังสีทั้งหมดที่ผู้ป่วยได้รับ

## ผล

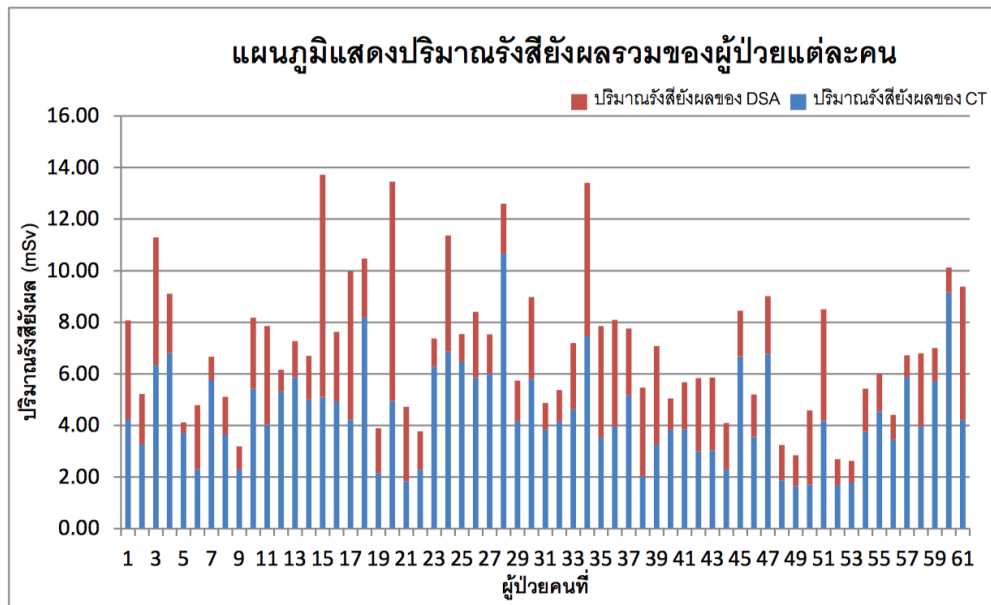
ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลันที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองเป็นเพศหญิง 28 คน (ร้อยละ 45.9) และเพศชาย 33 คน (ร้อยละ 54.1) มีอายุระหว่าง 40 - 89 ปี อายุเฉลี่ย 64 ปี มีผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจเฉพาะเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง (CT brain) จำนวน 42 คน (ร้อยละ 68.9) และอีก 19 คน (ร้อยละ 31.1) เป็นผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองร่วมกับการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หลอดเลือดสมองและคอ (CTA head and neck) รวมด้วย พบว่า CTDI<sub>vol</sub> มีค่าเฉลี่ย 40.71±13.88 mGy, DLP มีค่าเฉลี่ย 1938±638 mGy.cm การรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองพบว่า air kerma มีค่าเฉลี่ย 242±229 mGy, DAP มีค่าเฉลี่ย 6192.3±4322.3 μGy.cm<sup>2</sup> และเวลาของการทำฟลูออโรสโคปีมีค่าเฉลี่ย 22±16 นาที (ตารางที่ 1)

ปริมาณรังสียังผลรวมของการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จากผู้ป่วย 61 คน คำนวณด้วยค่า DLP และ conversion factor มีค่า 1.65 - 10.67 mSv ค่าเฉลี่ย 4.45 mSv ปริมาณรังสียังผลของการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมอง คำนวณด้วยค่า DAP และ conversion factor มีค่า 0.40 - 8.63 mSv ค่าเฉลี่ย 2.48 mSv และปริมาณรังสียังผลรวมที่ผู้ป่วยได้รับจากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองมีค่า 2.63 - 13.73 mSv ค่าเฉลี่ย 6.94 mSv

**ตารางที่ 1** ข้อมูลผู้ป่วย, ปริมาณรังสีในหนึ่งหน่วยปริมาตรของการสแกน: CTDI volume (CTDI<sub>vol</sub>), ปริมาณรังสีตลอดช่วงความยาวของการสแกน: dose length product (DLP) และ ปริมาณรังสียังผล (E) ของผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์, ปริมาณรังสีในอากาศ: air kerma, เวลาของการทำฟลูออโรสโคปี: fluoroscopic Time, ปริมาณรังสีคูณพื้นที่: dose are product (DAP) และปริมาณรังสียังผล (E) ของผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมอง

|                     | ข้อมูลผู้ป่วย |         |         | เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT) |           |       | การรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมอง (DSA) |           |                        | CT+DSA |       |
|---------------------|---------------|---------|---------|--------------------------|-----------|-------|---------------------------------------------|-----------|------------------------|--------|-------|
|                     | อายุ          | น้ำหนัก | ส่วนสูง | CTDI <sub>vol</sub>      | Total DLP | E     | Air kerma                                   | Flu. Time | DAP                    | E      | E รวม |
|                     | (ปี)          | (กก.)   | (ซ.ม.)  | (mGy)                    | (mGy.cm)  | (mSv) | (mGy)                                       | (นาที)    | (μGy.cm <sup>2</sup> ) | (mSv)  | (mSv) |
| ค่าต่ำสุด           | 40            | 40      | 148     | 19.17                    | 824       | 1.65  | 37                                          | 5         | 1011.7                 | 0.40   | 2.63  |
| ค่าเฉลี่ย           | 64            | 65.1    | 163     | 40.71                    | 1938      | 4.45  | 242                                         | 22        | 6192.3                 | 2.48   | 6.94  |
| ค่าสูงสุด           | 89            | 140     | 177     | 78.73                    | 3403      | 10.67 | 1573                                        | 64        | 21569.0                | 8.63   | 13.73 |
| ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 12.9          | 16.3    | 7.69    | 13.88                    | 638       | 1.92  | 229                                         | 16        | 4322.3                 | 1.73   | 2.69  |

CTDI<sub>vol</sub> = Volumetric computed tomography dose Index, DLP = Dose length product, DAP = Dose are product, E = ปริมาณรังสียังผล, DSA = Digital subtraction angiography



**แผนภูมิที่ 1** ปริมาณรังสียังผลรวมของผู้ป่วยแต่ละคน จำนวน 61 คน ที่ได้รับจากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT) ร่วมกับการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมอง (DSA) ในหน่วย มิลลิซีเวิร์ต (mSv)

## วิจารณ์

ในงานด้านรังสีวินิจฉัย การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และการตรวจด้วยเอกซเรย์หลอดเลือดจะให้ปริมาณรังสียังผลแก่ผู้ป่วยสูงกว่าการตรวจเอกซเรย์ทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งรังสีร่วมรักษาที่ใช้เวลาในการเอกซเรย์เป็นเวลานานหลายนาทิจนอาจถึงชั่วโมง แม้ว่าปริมาณรังสีที่ใช้ในการแพทย์กับผู้ป่วยจะไม่มีขีดจำกัด (dose limits) เพราะมีประโยชน์ต่อการวินิจฉัยและรักษาโรค แต่ก็ควรมีการใช้รังสีอย่างเหมาะสมได้ประโยชน์สูงสุด (optimization) ควรมีการเฝ้าระวังและประเมินปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ เพื่อป้องกันอันตรายจากรังสีที่จะเกิดกับผู้ป่วยได้

ค่าดัชนีปริมาณรังสีเอกซเรย์คอมพิวเตอร์เชิงปริมาตร (volumetric computed tomography dose Index;  $CTDI_{vol}$ ) คือ ปริมาณรังสีดูดกลืนในเนื้อเยื่อผู้ป่วยต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร มีหน่วยเป็นมิลลิเกรย์ (mGy) เป็นผลรวมของปริมาณรังสีดูดกลืนในแต่ละสไลซ์ภาพ หาได้จากการวัดปริมาณรังสีดูดกลืนในหุ่นจำลองตัดขวางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 ซม. สำหรับการตรวจศีรษะ และผลคูณปริมาณรังสีกับความยาวสแกน (dose length product; DLP) คือปริมาณรังสีดูดกลืนในเนื้อเยื่อผู้ป่วยตลอดช่วงความยาวการสแกน หาได้จากผลคูณระหว่าง  $CTDI_{vol}$  กับ ความยาวของการสแกน ( $DLP = CTDI_{vol} \times \text{scan length}$ ) มีหน่วยเป็น มิลลิเกรย์

เซนติเมตร (mGycm) ซึ่งถ้า  $CTDI_{vol}$  และ DLP มีค่าสูงจะส่งผลให้ปริมาณรังสียังผลในผู้ป่วยสูงขึ้นตามไปด้วย<sup>7</sup>

เปรียบเทียบค่าปริมาณรังสี  $CTDI_{vol}$  และ DLP ของการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองกับการศึกษาอื่นทั้งในและต่างประเทศ (ตารางที่ 2) ได้แก่ ค่าจาก European guidelines<sup>8</sup> ค่าปริมาณรังสีอ้างอิงมาตรฐานหรือ Diagnostic Reference Levels (DRLs) ของประเทศสหราชอาณาจักร<sup>9</sup> ประเทศสวีเดน<sup>10</sup> ประเทศไอร์แลนด์<sup>11</sup> ประเทศเนเธอร์แลนด์<sup>12</sup> และประเทศญี่ปุ่น<sup>14</sup> งานวิจัยของวัฒนาและคณะ<sup>13</sup> งานวิจัยของทินกรและธัญรัตน์<sup>15</sup> พบว่าค่าเฉลี่ยของ  $CTDI_{vol}$  และ DLP จากงานวิจัยนี้มีค่าน้อยกว่า European guidelines, ค่าปริมาณรังสีอ้างอิงมาตรฐานของประเทศสหราชอาณาจักร ประเทศสวีเดน ประเทศไอร์แลนด์ ประเทศญี่ปุ่น และงานวิจัยของทินกรและธัญรัตน์ มีเพียงค่าปริมาณรังสีอ้างอิงมาตรฐานของประเทศสวีเดน และงานวิจัยของวัฒนาและคณะที่มีค่าเฉลี่ยของ  $CTDI_{vol}$  และ DLP น้อยกว่างานวิจัยนี้ ทั้งนี้มาจากหลายปัจจัยได้แก่ ความแตกต่างของการตั้งค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการสแกน เช่น kVp, mAs, Pith, rotation time, scan time รวมถึงความยาวของการสแกน จึงส่งผลให้ปริมาณรังสีแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยของ CTDI<sub>vol</sub> และ DLP ของการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| งานวิจัย                                                     | ปี ค.ศ. | จำนวนกลุ่มตัวอย่าง<br>(คน) | ค่าเฉลี่ย                    |                |
|--------------------------------------------------------------|---------|----------------------------|------------------------------|----------------|
|                                                              |         |                            | CTDI <sub>vol</sub><br>(mGy) | DLP<br>(mGycm) |
| European guidelines <sup>8</sup>                             | 2000    | -                          | 60.00                        | 1050.00        |
| ค่าปริมาณรังสีอ้างอิงมาตรฐานประเทศสหราชอาณาจักร <sup>9</sup> | 2003    | -                          | 65.00                        | 930.00         |
| ค่าปริมาณรังสีอ้างอิงมาตรฐานประเทศสวีเดน <sup>10</sup>       | 2010    | 203                        | 65.00                        | 1000.00        |
| ค่าปริมาณรังสีอ้างอิงมาตรฐานประเทศไอร์แลนด์ <sup>11</sup>    | 2012    | 7778                       | 58.00                        | 940.00         |
| ค่าปริมาณรังสีอ้างอิงมาตรฐานประเทศเนเธอร์แลนด์ <sup>12</sup> | 2013    | 5017                       | 15.00                        | 813.70         |
| วัฒนา และคณะ <sup>13</sup>                                   | 2014    | 404                        | 39.90                        | 689.96         |
| ค่าปริมาณรังสีอ้างอิงมาตรฐานประเทศญี่ปุ่น <sup>14</sup>      | 2015    | -                          | 85.00                        | 1350.00        |
| ทินกรและธัญรัตน์ <sup>15</sup>                               | 2017    | 576                        | 77.30                        | 1198.80        |
| งานวิจัยนี้                                                  | 2019    | 61                         | 40.71                        | 961.00         |

- : ไม่มีข้อมูล

CTDI<sub>vol</sub> = volumetric computed tomography dose Index, DLP=dose length product

ค่าผลคูณปริมาณรังสีกับพื้นที่ (dose area product; DAP) เป็นการวัดผลคูณระหว่างปริมาณรังสีที่ตกในอากาศที่ออกมาจากหลอดเอกซเรย์กับพื้นที่ลำรังสีที่ตกบนเครื่องมือหน่วยเป็นเกรย์ตารางเซนติเมตร (Gy.cm<sup>2</sup>) และค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (surface air kerma) มีหน่วยเป็น มิลลิเกรย์ (mGy) หาได้จากการวัดหรือคำนวณปริมาณรังสีที่ออกมาจากหลอดเอกซเรย์ตกกระทบที่ผิวผู้ป่วย ในการตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์หลอดเลือดแม้ว่าทั้งสองค่าจะยังไม่ใช่ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจริงแต่ก็สามารถบอกถึงแนวโน้มของการได้รับรังสีของผู้ป่วยได้ ทั้งยังสามารถนำมาคำนวณหาค่าปริมาณรังสียังผลได้อีกด้วย

เปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์หลอดเลือดกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ งานวิจัยของ Hassan และคณะ<sup>16</sup>, Farah และคณะ<sup>17</sup>, Friedrich และคณะ<sup>18</sup> Bärenfänger และคณะ<sup>19</sup> และ Weyland และคณะ<sup>20</sup> พบว่าค่าเฉลี่ยของ surface air kerma และ DAP จากการวิจัยนี้มีค่าน้อยกว่าการศึกษาวิจัยอื่น ๆ เนื่องจากการใช้ low dose mode ในการตรวจหลอดเลือดสมองและงานรังสีร่วมรักษาเป็น routine protocol ของสถาบันประสาทวิทยา จึงทำให้ปริมาณรังสีที่ใช้อยู่ระดับต่ำ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยของ surface air kerma, DAP และ fluoroscopy time ของ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| งานวิจัย                          | ปี ค.ศ. | จำนวนกลุ่มตัวอย่าง<br>(คน) | ค่าเฉลี่ย                     |                              |                               |
|-----------------------------------|---------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                                   |         |                            | Surface air<br>kerma<br>(mGy) | DAP<br>(Gy.cm <sup>2</sup> ) | Fluoroscopy<br>time<br>(นาที) |
| Hassan et. al. <sup>16</sup>      | 2017    | 73                         | 807±397                       | 90.9±40.9                    | 22.7±12.5                     |
| Farah et. al. <sup>17</sup>       | 2018    | 319                        | 704 ± 589                     | 123 ± 95                     | 35 ± 27                       |
| Friedrich et. al. <sup>18</sup>   | 2018    | 126                        | -                             | 205.7                        | 34 ± 24                       |
| Bärenfänger et. al. <sup>19</sup> | 2019    | 50                         | 1000 ± 140                    | 128.1±14.5                   | 39.6 ± 4.1                    |
| Weyland et. al. <sup>20</sup>     | 2020    | 544                        | -                             | 89                           | 23                            |
| งานวิจัยนี้                       | 2019    | 61                         | 242                           | 62                           | 22                            |

- : ไม่มีข้อมูล

DAP = Dose are product

ปริมาณรังสียังผลที่ผู้ป่วยได้รับการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์รวมทั้งหมัดมีค่าเฉลี่ย 4.45 mSv โดยเป็นการตรวจเอกซเรย์สมอง (CT Brain) จะมีค่าเฉลี่ย 1.92 mSv และการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หลอดเลือดสมองและคอ (CTA head and neck) มีค่าเฉลี่ย 1.83 mSv เปรียบเทียบกับค่าจากการศึกษาวิจัยของ Jessen และคณะ ในปี ค.ศ. 2004 (ตารางที่ 4)

สำหรับปริมาณรังสียังผลของผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีการใส่สายสวนหลอดเลือดสมอง (endovascular treatment) มีค่าเฉลี่ย 2.48 mSv เปรียบเทียบกับการตรวจเอกซเรย์หลอดเลือดสมอง (cerebral angiograph) จากการศึกษารายงานของ Hart และคณะที่มีค่าเฉลี่ย 3.0 mSv ในปี 1994 (ตารางที่ 5)

เมื่อเทียบกับความเสี่ยงของการเสียชีวิตจากมะเร็งตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นได้ 25% การได้รับปริมาณรังสียังผลที่ 100 mSv จะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น 1%<sup>21</sup> และยากในการประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากการได้รับรังสีน้อยกว่า 100 mSv<sup>22</sup> การศึกษาวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงปริมาณรังสียังผลรวมทั้งหมัดของผู้ป่วยที่ได้รับการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ร่วมกับรักษาด้วยวิธีการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองมีค่าระหว่าง 2.63 ถึง 13.73 mSv ค่าเฉลี่ย 6.94 mSv ซึ่งเมื่อประเมินความเสี่ยงของอันตรายจากรังสีเอกซ์ที่ผู้ป่วยได้รับโดยเปรียบเทียบกับโอกาสที่จะเสียชีวิตจากมะเร็งพบว่า ถ้าเทียบจากค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสียังผลที่ 6.94 mSv จะมีระดับความเสี่ยง 1 ใน 10,000 คืออยู่ในระดับต่ำมาก (very low) และถ้าเทียบจากค่าสูงสุดของปริมาณรังสียังผลที่ 13.73 mSv จะมีระดับความเสี่ยง 1 ใน 1,000 คืออยู่ในระดับต่ำ (low) ดังแสดงในรูปที่ 1<sup>23</sup>

**ตารางที่ 4** Conversion factor และ ค่าเฉลี่ยของ CTDI<sub>vol</sub>, DLP และ effective dose ของการวิจัยนี้กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| งานวิจัย/<br>ปี ค.ศ.     | การตรวจ           | Conversion<br>factor<br>(mSv/mGy.cm) | ค่าเฉลี่ย                    |                 |                         |
|--------------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------|
|                          |                   |                                      | CTDI <sub>vol</sub><br>(mGy) | DLP<br>(mGy.cm) | Effective dose<br>(mSv) |
| Jessen KA et.al.<br>2000 | CT brain          | 0.0023                               | 60                           | 1000            | 2.3                     |
| งานวิจัยนี้<br>2019      | CT brain          | 0.0020                               | 41                           | 961             | 1.92                    |
|                          | CTA head and neck | 0.0031                               | 22.5                         | 589             | 1.83                    |

CTDI<sub>vol</sub> = Volumetric computed tomography dose Index, DLP=Dose length product

**ตารางที่ 5** ค่าเฉลี่ยของ fluoroscopic time, DAP และ effective dose จากการตรวจ DSA ของการวิจัยนี้กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| งานวิจัย/<br>ปี ค.ศ.  | การตรวจ                   | Conversion<br>factor<br>(mSv/Gy.cm <sup>2</sup> ) | ค่าเฉลี่ย                  |                              |                         |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|
|                       |                           |                                                   | Fluoroscopy time<br>(นาที) | DAP<br>(Gy.cm <sup>2</sup> ) | Effective dose<br>(mSv) |
| Hart D et.al.<br>1994 | Cerebral<br>angiography   | 0.04                                              | 12                         | 75                           | 3.0                     |
| งานวิจัยนี้<br>2019   | Endovascular<br>treatment | 0.04                                              | 22                         | 62                           | 2.48                    |

DAP = Dose are product



| E dose range (mSv) | Level of risk <sup>a</sup> | Proposed risk term | Examples of medical exposures                                                             |
|--------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <0.1               | 1 in 1 million             | Negligible         | Radiographs of chest, limbs, head, neck and teeth                                         |
| 0.1–1              | 1 in 100 000               | Minimal            | Radiographs of spine, abdomen and pelvis                                                  |
| 1–10               | 1 in 10 000                | Very low           | Barium meals and enemas, CT scans of head, chest and abdomen, nuclear medicine bone scans |
| 10–100             | 1 in 1000                  | Low                | Double CT scans for contrast enhancement, higher dose interventional radiology procedures |

<sup>a</sup>The excess lifetime risk of fatal cancer to a reference adult patient resulting from radiation exposures in the dose ranges could be a factor of up to 10 higher or lower than values quoted.

รูปที่ 1 Terminology that could be used to describe risks from radiation exposure<sup>23</sup>

## สรุป

การศึกษาวินิจฉัยพบว่าปริมาณรังสียังผลรวมทั้งหมดของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลันที่ได้รับการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์และรักษาด้วยวิธีการใส่สายสวนหลอดเลือดสมอง มีค่าระหว่าง 2.63 ถึง 13.73 mSv ค่าเฉลี่ย 6.94 mSv ซึ่งต่ำกว่า 100 mSv ประเมินความเสี่ยงของอันตรายจากรังสีเอกซ์ที่ได้รับตั้งแต่เริ่มต้นการวินิจฉัยด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จนเสร็จสิ้นกระบวนการรักษาด้วยการใส่สายสวนหลอดเลือดสมองพบว่า

มีความเสี่ยงต่ำที่จะเสียชีวิตจากมะเร็งอันเนื่องมาจากการตรวจวินิจฉัยและรักษาโรคหลอดเลือดสมองตีบหรืออุดตันเฉียบพลันในครั้งนี้

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสถาบันประสาทวิทยา และคณะกรรมการวิจัยและจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์สถาบันประสาทวิทยา ที่อนุมัติให้ทำการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในสถาบันประสาทวิทยาได้

## References

- Donnan GA, Fisher M, Macleod M, Davis SM. Stroke. Lancet 2008; 371(9624):1612-23.
- Worakijthamrongchai T. Endovascular Treatment in Acute Ischemic Stroke. J Thai Stroke Soc 2017; 16(3):5-13.
- Mccollough C, Cody D, Edyvean S, Geise R, Gould B, Keat N, et al. The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT. American Association of Physicists in Medicine 2008; 96:11-3.
- Shrimpton PC, Jansen JTM, Harrison JD. Updated estimates of typical effective doses for common CT examinations in the UK following the 2011 national review. Br J Radiol 2016; 89(1057):20150346.
- Hart D, Jones DG, Wall BF. Estimation of effective dose in diagnostic radiology from entrance dose and dose-area product measurement (NRPBR262). Chilton, England: National Radiological Protection Board; 1994.
- Mahesh M. Fluoroscopy: patient radiation exposure issues. Radiographics 2001; 21(4):1033-45.
- Abul-Kasim K, Gunnarsson M, Maly P, Ohlin A, Sundgren P. Radiation Dose Optimization in CT Planning of Corrective Scoliosis Surgery. A Phantom Study. Neuroradiol J 2008; 21(3):374-82.
- Jessen KA, Bongartz G, Geleijns J, Golding SJ, Panzer W, Jurik AG, et al. European guidelines on quality criteria for computed tomography, 16262EN. European Community; 2000.
- Shrimpton PC, Hillier MC, Lewis MA, Dunn M. National survey of doses from CT in the UK: 2003. Br J Radiol 2006; 79(948):968-80.
- Treier R, Aroua A, Verdun FR, Samara E, Stuessi A, Trueb PR. Patient doses in CT examinations in Switzerland: implementation of national diagnostic reference levels. Radiat Prot Dosimetry 2010; 142(2-4):244-54.
- Foley SJ, McEntee MF, Rainford LA. Establishment of CT diagnostic reference levels in Ireland. Br J Radiol 2012; 85(1018):1390-7.
- van der Molen AJ, Schilham A, Stoop P, Prokop M, Geleijns J. A national survey on radiation dose in CT in The Netherlands. Insights Imaging 2013;4(3):383-90.
- Wongsanon W, Phaorod J, Hanpanich P, Awikunprasert P. Study survey of Dose-Length Product from Computed Tomography Examination in Srinagarind Hospital, Khon Kaen University. SRIMEDJ 2020; 35(4):433-7.
- Japan Association on Radiological Protection in Medicine, Japan Association of Radiological Technologists, Japan Network for Research and Information on Medical Exposure (J-RIME), Japan Radiological Society, Japan Society of Medical Physics, Japanese Radiation Research Society, et al. Diagnostic reference levels based on latest surveys in Japan—Japan DRLs 2015—. [internet] 2016. [Cited 12 Oct 2020] Available from URL:https://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyoEng.pdf.
- Donmoon T, Chusin T. Establishment of local diagnostic reference levels for commonly performed computed tomography examinations in Thai cancer hospitals. Thai J Rad Tech 2021; 46(1):35-2.

16. Hassan AE, Amelot S. Radiation Exposure during Neurointerventional Procedures in Modern Biplane Angiographic Systems: A Single-Site Experience. *Interv Neurol* 2017; 6(3-4):105-16.
17. Farah J, Rouchaud A, Henry T, Regen C, Mihalea C, Moret J, et al. Dose reference levels and clinical determinants in stroke neuroradiology interventions. *Eur Radiol* 2019; 29(2):645-53.
18. Friedrich B, Maegerlein C, Lobsien D, Mönch S, Berndt M, Hedderich D, et al. Endovascular Stroke Treatment on Single-Plane vs. Bi-Plane Angiography Suites : Technical Considerations and Evaluation of Treatment Success. *Clin Neuroradiol* 2019; 29(2):303-9.
19. Bärenfänger F, Block A, Rohde S. Investigation of Radiation Exposure of Patients with Acute Ischemic Stroke during Mechanical Thrombectomy. *Rofo* 2019; 191(12):1099-106.
20. Weyland CS, Seker F, Potreck A, Hametner C, Ringleb PA, Möhlenbruch MA, et al. Radiation exposure per thrombectomy attempt in modern endovascular stroke treatment in the anterior circulation. *Eur Radiol* 2020;30:5039-47.
21. Verdun FR, Bochud F, Gundinchet F, Aroua A, Schnyder P, Meuli R. Quality initiatives\* radiation risk: what you should know to tell your patient. *Radiographics* 2008; 28(9):1807-16.
22. US National Academy of Sciences, National Research Council, 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.
23. Martin CJ. Effective dose: how should it be applied to medical exposures? *Br J Radiol* 2007; 80(956):639-47.