

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Article

# ระดับ Waste Anesthetic Gas ของห้องผ่าตัด รพ.นครปฐม

## Level of Waste Anesthetic Gas in Nakornpathom Hospital's Operating Room

นัตยา พละพลีวัลย์ พ.บ. วว.วิสัญญีวิทยา

กลุ่มงานวิสัญญีวิทยา

โรงพยาบาลนครปฐม

Nattaya Palapreewan M.D.

Certified Board of Anesthesiology

Division of Anesthesiology Nakornpathom Hospital

### บทคัดย่อ

เนื่องจากห้องผ่าตัดส่วนใหญ่ของโรงพยาบาลต่าง ๆ ยังไม่มีระบบกำจัดก๊าซส่วนเกิน (Scavenging system) หรือมีระบบแต่ใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นก๊าซส่วนเกินจากการดมยาสลบจะเข้าสู่บรรยากาศในห้องผ่าตัด ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานโดยตรง การศึกษานี้ได้มีการเก็บอากาศในห้องผ่าตัดเพื่อศึกษาปริมาณสารตกค้าง เช่น nitrous oxide, halogenated gas ว่ามีระดับเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดหรือไม่

จากผลการศึกษาพบว่าในขณะที่มีการดมยาสลบอยู่นั้นปริมาณ waste anesthetic gas ที่ตรวจพบมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

### ABSTRACT

Many of the operating rooms discharge excess anesthetic gases directly into room air. As a consequence, operating room personnel are exposed to low concentration of these gas. In recent times, questions have been raised about possible hazards from exposure to trace amounts of anesthetic gases and vapors. This empirical study provides evidence whether the amount of trace gases in the operating rooms exceed the National Institute for Occupational Safety and Health ( NIOSH ) standard, by sampling air in the operating area and measured the level of nitrous oxide and halogenated gas.

The result : Nitrous oxide and halogenated gas in this study are higher than the recommend values during the general anesthesia is being performed in the operating rooms.

### บทนำ

ยาดมสลบทางการแพทย์เริ่มมีใช้มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1840<sup>1</sup> ผลข้างเคียงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วยเป็นแรงผลักดัน

ที่สำคัญที่ทำให้มีการพัฒนายาใหม่ ๆ เพื่อนำมาใช้กับผู้ป่วย อยู่ตลอดเวลา ยาดมสลบที่ยังเป็นที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น nitrous oxide, halothane, enflurane, isoflurane,

sevoflurane และ desflurane ถึงแม้ว่าจะมีความปลอดภัยสูงกว่ายาในสมัยก่อน แต่จากการศึกษาในระยะต่อมภาพว่ามีผลกระทบที่รุนแรงต่อผู้ป่วยและผู้ให้บริการทางการแพทย์ในห้องผ่าตัด

การเกิด hepatitis หรือ hepatic failure ในผู้ป่วยที่ภายหลังได้รับการวางยาสลบด้วย halothane ทำให้เกิดความตื่นตัวและการแผ่รังสีผลข้างเคียงจากการใช้ยาชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะผู้ป่วยที่ต้องมารับการผ่าตัดซ้ำหลาย ๆ ครั้งในเวลาใกล้เคียงกัน อุบัติการณ์ของการเกิด jaundice ในผู้ที่ได้รับการวางยาสลบโดยใช้ halothane 2 ครั้ง ภายใน 1 เดือน มีค่าระหว่าง 1:11,000 ถึง 1:38,000<sup>2</sup> ในขณะที่เดียวกันบุคลากรที่ทำงานเป็นประจำในห้องผ่าตัดมีรายงานการเกิดอาการปวดศีรษะ อ่อนเพลีย ไม่มีแรง และมีความเสี่ยงในการเกิด spontaneous abortion สูงกว่าปกติ<sup>3,4</sup>

อันตรายที่เกิดขึ้นกับบุคลากรที่ได้รับยาดมสลบที่ตกค้างในบรรยากาศเป็นระยะเวลานาน ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น เมื่อมีรายงานถึงผลกระทบของ nitrous oxide ที่มีต่อระบบสืบพันธุ์รวมทั้งเกิดความผิดปกติของกระดูกและอวัยวะภายในของหนูทดลองเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับยาดมสลบความเข้มข้นสูง<sup>5</sup>

การศึกษาทางระบาดวิทยาส่วนมากมักเป็นแบบ Retrospective study ซึ่งมีหลายรายงานที่พบอุบัติการณ์การเกิด spontaneous abortion โรคตับ หรือโรคไตเพิ่มสูงขึ้นในบุคลากรที่สัมผัสกับยาดมสลบตกค้างในบรรยากาศห้องผ่าตัดมาเป็นระยะเวลานาน<sup>7</sup> แต่ปัจจุบันแวดลอมอื่น ๆ ที่สำคัญและอาจส่งผลกระทบต่อการศึกษา เช่น ประวัติการเจ็บป่วยในอดีต ความเครียดจากการทำงานในห้องผ่าตัดและสภาวะแวดล้อมอื่น ๆ ปัจจัยเหล่านี้กลายเป็นข้อโต้แย้งที่สำคัญในการสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้น เช่น จากการศึกษาของ Spence และคณะ<sup>8</sup> ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของบุคลากรทางการแพทย์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1977 ถึง ค.ศ. 1984 จำนวน 11,500 คน ผลการศึกษาไม่พบว่าอัตราการเกิด spontaneous abortion, congenital anomaly

หรืออุบัติการณ์การเกิดมะเร็งของบุคลากรในห้องผ่าตัดเหล่านี้มีค่าแตกต่างจากบุคลากรในแผนกอื่น ๆ

ความแตกต่างกันของผลการศึกษาที่ได้รับทำให้มีการกำหนดระดับของ waste anesthetic gas ที่ปลอดภัยต่อบุคลากรซึ่งต้องทำงานภายใต้มลภาวะในห้องผ่าตัดเป็นระยะเวลานาน โดย National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) และได้มีการกำหนดวิธีการต่างในการช่วยลด waste anesthetic gas ในห้องผ่าตัด เพื่อให้บุคลากรทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

### จุดประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาระดับ waste anesthetic gas ของห้องผ่าตัดโรงพยาบาลนครปฐมมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานของ NIOSH หรือไม่

### วิธีการศึกษา

เป็นการศึกษาแบบ Descriptive, prospective study โดยการเก็บตัวอย่างอากาศจากพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ของห้องผ่าตัดในช่วงที่ไม่มีการใช้งานและในช่วงที่กำลังวางยาสลบ แล้วนำมาตรวจดูปริมาณ (ppm.) ของ Nitrous oxide และ Halogenated gas ที่ตกค้างอยู่ในบรรยากาศ โดยใช้เครื่องตรวจวัดก๊าซและไอระเหยด้วยเทคนิค infra-red spectrophotometry จากสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4

### ผลการศึกษา

จากผลการทดสอบโดยการเก็บอากาศ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในห้องผ่าตัด เมื่อนำไปตรวจพบว่าปริมาณ nitrous oxide ในช่วงที่ไม่มีการวางยาสลบมีค่าต่ำกว่า 25 ppm. ซึ่งยังถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ แต่ขณะที่มีการวางยาสลบจะพบว่าปริมาณ nitrous oxide เพิ่มสูงขึ้นกว่าค่าที่กำหนดค่อนข้างมาก โดยตรวจพบปริมาณ nitrous oxide อยู่ในช่วง 49-170 ppm.

ผลการตรวจอากาศในห้องผ่าตัดต่าง ๆ และทางเดินในห้องผ่าตัด

จุดที่ตรวจ	N <sub>2</sub> O (ppm.)	Halogenated gas (ppm.)
ห้องผ่าตัด 1 (ขณะกำลังวางยาสลบ)	49.0	0.2
2 (ไม่ได้วางยาสลบในขณะนั้น)	6.2	0.1
3 (ไม่ได้วางยาสลบในขณะนั้น)	4.8	0.1
4 (ขณะกำลังวางยาสลบ)	170	1.1
5 (ไม่ได้วางยาสลบในขณะนั้น)	14	0.3
6 (ขณะกำลังวางยาสลบ)	49.0	1.2
พื้นที่รอเข้าผ่าตัด	9.7	0.2
ทางเดินระหว่างห้องผ่าตัด	31.0	0.2
ห้องพักฟื้น 7.2 0.1		
ห้องผ่าตัด 7 (ไม่ได้วางยาสลบในขณะนั้น)	4.5	0.9
8*	0.0	0.0
9	(ขณะกำลังวางยาสลบ)	152 1.5
ห้องพักฟื้น	0.3	0.0

\* ห้องผ่าตัด 8 ส่วนใหญ่เป็นการทำหัตถการทางจักษุวิทยาซึ่งใช้การฉีดยาชาเฉพาะที่เป็นหลัก

ppm. = parts per million

ส่วน halogenated gas ตามมาตรฐานของ NIOSH<sup>9</sup> ถ้าใช้เพียงชนิดเดียวไม่ควรเกิน 2 ppm. แต่เมื่อใช้ร่วมกับ nitrous oxide ค่า halogenated gas ที่วัดได้จากบรรยากาศไม่ควรเกิน 0.5 ppm. ผลจากการตรวจสอบอากาศในห้องผ่าตัดโรงพยาบาลนครปฐม ซึ่งมีการใช้ halothane ร่วมกับ nitrous oxide พบว่าในช่วงที่ไม่มีการวางยาสลบระดับ halogenated gas ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 0.5 ppm. แต่เมื่อมีการวางยาสลบพบว่าระดับก๊าซจะเพิ่มสูงกว่า 0.5 ppm.

### วิจารณ์

จากผลการศึกษาปริมาณก๊าซสะสมในบรรยากาศภายในห้องผ่าตัดโรงพยาบาลนครปฐม พบว่าเมื่อมีการ

วางยาสลบผู้ป่วย จะมีปริมาณ nitrous oxide และ halogenated gas เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และมีปริมาณสะสมเกินกว่าค่ามาตรฐานที่ NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) ได้แนะนำไว้เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการกำหนดความปลอดภัย และสวัสดิภาพในการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณก๊าซในขณะวางยาสลบ ได้แก่

1. การที่ห้องผ่าตัดโรงพยาบาลนครปฐมยังไม่มีระบบกำจัดก๊าซส่วนเกิน (scavenging system) ทำให้ก๊าซจากวงจรดมยาสลบถูกปล่อยออกมาสู่บรรยากาศในห้องผ่าตัดโดยตรง
2. วิธีการให้ยาระงับความรู้สึกที่เลือกให้กับผู้ป่วย

แต่ละราย พบว่าการนำสลบด้วยวิธี inhalation induction จะทำให้มี waste anesthetic gas สะสมในบรรยากาศ มากกว่าการใช้ intravenous agents เพื่อการนำสลบ

นอกจากนี้การใช้วิธีวางสลบแบบ under mask<sup>10</sup> จะมีการปล่อยก๊าซออกมาสู่บรรยากาศค่อนข้างมากถึงแม้จะครอบหน้ากักให้สนิทกับผู้ป่วยแล้วก็ตาม และการใช้ Jackson Ree's circuit หรือ Bain's circuit ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้ fresh gas flow ในปริมาณสูง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้มีการปล่อย waste anesthetic gas ออกมา มากขึ้นได้เช่นกัน

3. การรั่วซึมของก๊าซออกตามข้อต่อต่าง ๆ ในวงจรดมยาสลบ

จากการศึกษาผลกระทบของ waste anesthetic gas ที่มีต่อบุคลากรทางการแพทย์ในห้องผ่าตัดบางราย งานพบว่ามีอุบัติการณ์ของโรคตับ, โรคไต หรือ spontaneous abortion เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าจะมีข้อโต้แย้งและยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเกิดจาก Waste anesthetic gas ที่ได้รับอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาสั้นก็ตาม

ในปัจจุบันได้มีคำแนะนำถึงวิธีการต่าง ๆ เพื่อช่วยลดปริมาณก๊าซและไอละเหยของยาดมสลบในห้องผ่าตัดได้แก่

1. การจัดทำระบบกำจัดก๊าซส่วนเกินในห้องผ่าตัด (Scavenging system) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ในการเก็บก๊าซส่วนเกินจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการให้ยาระงับความรู้สึกผู้ป่วย และนำก๊าซเหล่านี้ออกไปจากบริเวณห้องผ่าตัด ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

(1) Active Systems จะใช้ vacuum system ซึ่งเป็น negative pressure ในการขับเคลื่อนก๊าซดมสลบส่วนเกินออกไปสู่บรรยากาศภายนอก ระบบนี้เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัด waste anesthetic gas ออกจากห้องผ่าตัด แต่มีราคาค่อนข้างแพง

(2) Passive Systems เป็นระบบที่ใช้ความดันที่สูงกว่าบรรยากาศภายนอกในการขับไล่ก๊าซส่วนเกิน ประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซจะน้อยกว่าแบบ Active

systems

ได้มีการศึกษาพบว่าการใช้ระบบกำจัดก๊าซส่วนเกินที่มีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณ waste anesthetic gas ได้ถึง 10 เท่า<sup>11</sup>

ในส่วนของห้องผ่าตัดโรงพยาบาลนครปฐมขณะนี้ ได้ขออนุมัติในการจัดทำระบบกำจัดก๊าซส่วนเกินแบบ active systems

2. มีกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องดมยาสลบและ Vaporizer อย่างต่อเนื่องเป็นประจำ

3. มีการตรวจสอบวงจรดมยาสลบก่อนการใช้งานทุกครั้ง

4. พยายามเลือกเทคนิคการให้ยาระงับความรู้สึกที่ก่อให้เกิดมลภาวะน้อยที่สุด เช่น การทำ Regional anesthesia การเลือกใช้ intravenous agents, การทำ Low flow anesthesia และการเลือกขนาดของ mask ให้เหมาะสมกับใบหน้าของผู้ป่วยและครอบใบหน้าให้สนิท เป็นต้น

5. จัดให้มีระบบระบายอากาศภายในห้องผ่าตัดที่มีประสิทธิภาพ

## สรุป

ถึงแม้ว่าผลกระทบที่มีต่อบุคลากรในห้องผ่าตัดจากการสัมผัส waste anesthetic gas เป็นเวลานานยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน แต่เพื่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการทำงานของบุคลากรเหล่านี้ที่ต้องทำงานเป็นเวลายาวนานหลายชั่วโมงในแต่ละวัน จึงจำเป็นต้องดำเนินการมาตรการต่าง ๆ เพื่อลดมลภาวะเหล่านี้ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 ที่ได้ดำเนินการตรวจสิ่งแวดล้อมของห้องผ่าตัด โรงพยาบาลนครปฐม และนายแพทย์คมสรวรรค์ พงษ์ภักดิ์ หัวหน้ากลุ่มงานวิสัญญีวิทยาที่ได้ให้คำแนะนำ

## เอกสารอ้างอิง

1. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK. Hazards of working in the operating room. In : Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, editors. Handbook of Clinical Anesthesia. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia : Lippincott Raven ; 1997 : 69-73.
2. Mushin WW, Rosen M, Jones EB : Posthalothane jaundice in relation to previous administration of halothane. Br Med J. 1971 ; 3 : 18-25.
3. Knill-Jones RP, Rodrigues Lv, Moir DD. Anesthetic practice and pregnancy controlled survey of women anesthetist in the United Kingdom. Lancet. 1972 ; 1 : 1326-8.
4. Rosenberg P, Kirves A. Miscarriages among operating theatre staff. Acta Anaesth Scand. 1973 ; 53 : 37-42.
5. Shepard TH, Fink BR. ed. Teratogenic Activity of Nitrous Oxide in Rats. In : Toxicity of Anesthetics. Baltimore, MD : Williams and Wilkins ; 1968 : 308-23.
6. Vieira E, Cleaton-Jones P, Austin JC. Effects of low concentrations of nitrous oxide on rat fetuses. Anesth Analg. 1980 ; 59 : 175-7.
7. Buring JE. et al. Health experiences of operating room personnel. Anesthesiology. 1985 ; 62 : 325-30.
8. Spence AA. Environmental pollution by inhalation anesthetic. Br J Anaesth. 1987 ; 59 : 96-103.
9. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) : Criteria for a Recommended Standard : Occupational Exposure to Waste Anesthetic Gases and Vapors. Department of Health, Education, and Welfare (NIOSH) Publication No. 77-140. Cincinnati, Ohio
10. Torda TA, Jones R, Englert J. A study of waste gas scavenging in operating theatre. Anaesth Intensive Care. 1978 ; 6 : 215-21.
11. Yoganathan S, Johnston IG. Determination of contamination of a chemical warfare-proof operating theatre with volatile anesthetic agents and assessment of anaesthetic gas Scavenging system. Br J Anaesth. 1991 ; 67 : 614-7.