

KKU Coaxial Circle Circuit

สรราชย์ ชีรพงษ์ภักดิ์
วารกรณ์ เชื้ออินทร์
กฤษณา ดำเรือง

ภาควิชาวิสัญญีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

KKU Coaxial Circle Circuit

S. Theerapongpakdee M.D., W. Chuai-In M.D. and K. Sumreth B.N.

Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

The KKU coaxial circle circuit is simply constructed from available materials in the operating theatre. Analysis of arterial blood gases are compared between this and the conventional circle circuit in 40 patients undergoing surgery at Srinagarind Hospital. Statistically, there is a significant difference in pH, but not in pCO_2 and pO_2 . However, all values studied are within normal range. The advantages of the KKU coaxial circle over the conventional circle circuit include light weight, small size, greater humidity and flexibility, low price and being the appropriate technology for the developing countries.

ในวงการวางยาสลบ โดยเฉพาะการผ่าตัด บริเวณลำคอ ศีรษะ ตา หู คอ จมูก และการผ่าตัดในผู้ป่วยเด็ก วงจรวางยาสลบซึ่งเบา ง่าย และตัดแปลงได้ง่ายตามสถานการณ์ ใช้ได้หลายวัตถุประสงค์ จึงเป็นที่ต้องการอย่างยิ่ง วงจรดังกล่าวเริ่มมีในปี ค.ศ.1976⁽¹⁾ แต่มาแพร่หลายในญี่ปุ่นตั้งแต่ปี ค.ศ.1978^(2,3) ในชื่อของวงจร Mera F โดยมีลักษณะวงจรเป็นท่อซ้อนท่อ ใช้งานได้ทั้งชนิดใช้สารดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และแบบที่ไม่ใช้สารดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์

ก็ได้ วงจรดังกล่าวทำขึ้นจากท่อพลาสติกพีวีซีใส มีน้ำหนักเบา ง่าย และใช้ได้หลายประโยชน์ เนื่องจากวงจรดังกล่าวต้องสั่งมาจากประเทศญี่ปุ่น มีราคาแพง ผู้ศึกษาและคณะจึงได้คิดดัดแปลง วงจรดังกล่าวโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ภายในประเทศ แบบง่าย ๆ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อวงจร และทำการศึกษาการใช้งานทางคลินิกของวงจรดังกล่าวโดยเปรียบเทียบกับวงจร circle circuit แบบเดิม

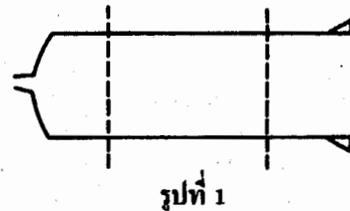
วัสดุที่ใช้ในการศึกษา

การสร้างวงจรให้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

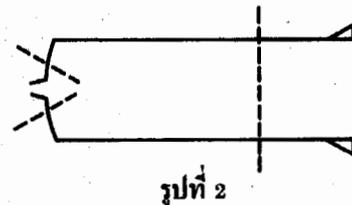
- | | | |
|---|---|--------|
| 1. corrugated tube ชนิดพลาสติกยาว 100-110 ซม. | 1 | ท่อ |
| 2. corrugated tube ชนิดพลาสติกยาว 15-30 ซม. | 2 | ท่อ |
| 3. สายยางพลาสติกขนาด I.D. 10 มม. ยาว 120 ซม. | 1 | เส้น |
| 4. ท่อพีวีซี 3 ทาง I.D. 22 มม. | 1 | ชั้น |
| 5. ครอบอกฉีดยาพลาสติกขนาด 20 มล. | 2 | ครอบอก |
| 6. ข้อต่อมูมจากขนาด O.D./I.D. = 22/15 มม. | 1 | ชั้น |
| 7. ใบเลื่อยตัดเหล็ก | 1 | อัน |
| 8. ใบมีดผ่าตัดเบอร์ 11 | 1 | อัน |

วิธีการสร้าง

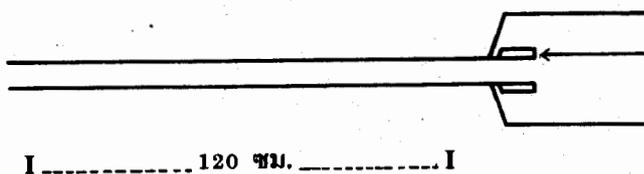
- ตัดครอบอกฉีดยาอันแรกให้เป็นท่อนยาวประมาณ 5 ซม. ดังรูปที่ 1
- ตัดครอบอกฉีดยาอันที่สองเฉพาะด้านท้ายครอบอก ให้ส่วนที่ต้องการยาวประมาณ 5 ซม. ดังรูปที่ 2 เสร็จแล้วควั่นหัวครอบอกให้ขนาดกระชับพอดีกับสายยางพลาสติก
- ประกอบสายในของวงจร ดังรูปที่ 3



รูปที่ 1



รูปที่ 2

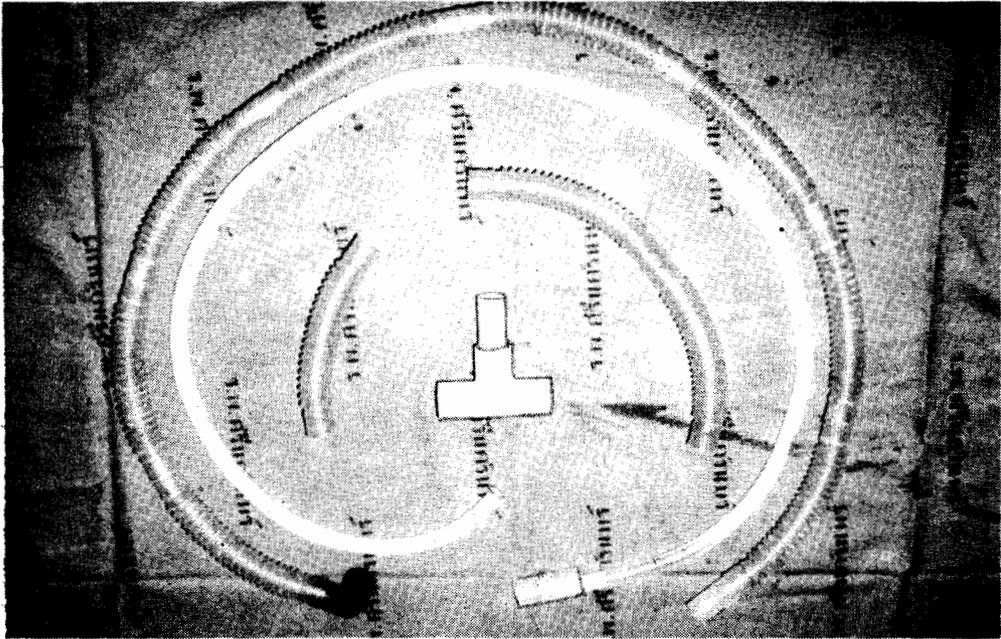


I 120 ซม. I

รูปที่ 3

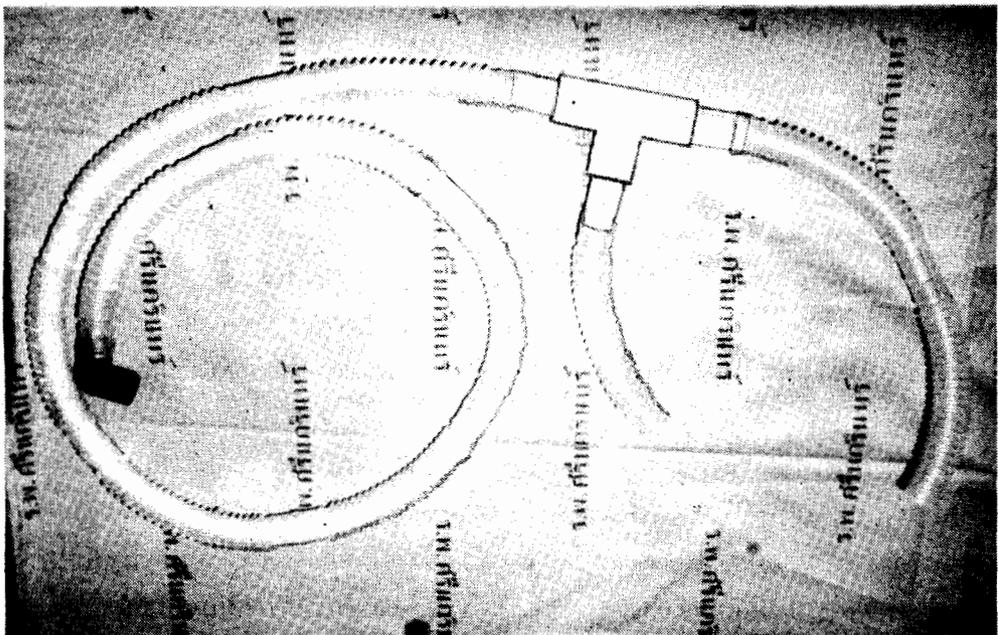
ตัวถ่วง (ป้องกันสายหลุด) ทำจาก
ครอบอกฉีดยาขนาด 2-3 มม.

4. วงจรก่อนประกอบใช้งาน ดังรูปที่ 4



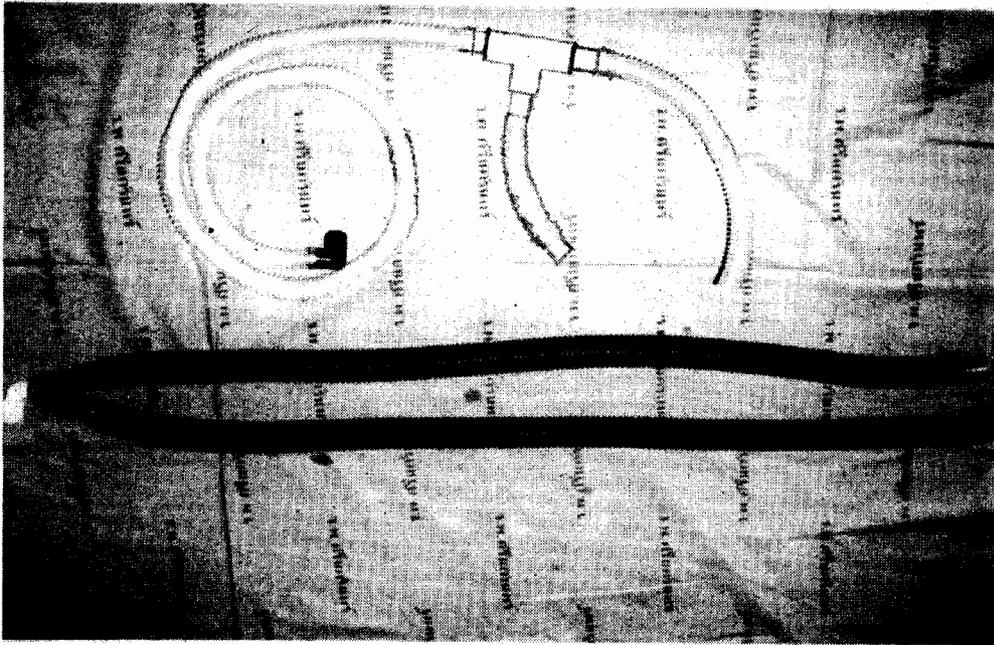
รูปที่ 4 แสดงส่วนประกอบของวงจร

5. วงจรเมื่อประกอบเสร็จ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 วงจรเมื่อประกอบสำเร็จ

6. วงจร KKU-coaxial circle circuit เปรียบเทียบกับวงจร conventional circle circuit



รูปที่ 6 เปรียบเทียบวงจรทั้ง 2 ชนิด

การศึกษาทางคลินิก

ผู้ศึกษาและคณะ ได้ทำการศึกษาวงจรที่ดัดแปลง โดยเปรียบเทียบกับวงจร circle circuit ที่ใช้กันทั่วไป โดยแบ่งกลุ่มผู้ป่วยที่ทำการศึกษากันเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 20 ราย เป็นผู้ป่วยที่มารับการผ่าตัดที่โรงพยาบาลศรินครินทร์ จัดอยู่ใน ASA class I-II ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ผู้ป่วยทั้งสองกลุ่มยินยอมให้ทำการศึกษาร่วม monitor ด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตชนิด Dinamap และตรวจคลื่นหัวใจทุกราย ผู้ป่วยได้รับการวางยาสลบแบบมาตรฐานคือ premedication ด้วย atropine 0.1 มก./กก. diazepam หรือ midazolam 0.2 มก./กก. และ morphine 0.1-0.2 มก./กก. ฉีดเข้าหลอดเลือดดำ ให้ผู้ป่วยสูดดมออกซิเจน 100% 2-3 นาที ด้วยวงจรที่ทำการ

ศึกษาในแต่ละกลุ่ม แล้วจึงทำให้หลับด้วย sodium thiopentone 3-5 มก./กก. แล้วใส่ท่อช่วยหายใจ หลังจากนั้นให้ succinylcholine 1-2 มก./กก. เข้าหลอดเลือดดำ ใช้ยาหย่อนกล้ามเนื้อ pancuronium ในขนาด 0.1 มก./กก. เปิดก๊าซในขนาด 6 ลิตร/นาที โดยให้ออกซิเจน 2 ลิตร/นาที และไนตรัสออกไซด์ 4 ลิตร/นาที ตลอดการวางยาสลบให้ halothane เสริมเมื่อผู้ป่วยตื่น ควบคุมการหายใจด้วยเครื่องช่วยหายใจในขนาด 10 มล./กก. × 12 ครั้ง/นาที หลังจากควบคุมการหายใจ 20-30 นาทีทำการเจาะเลือดแดงจากหลอดเลือดแดงเรเดียลโดยใช้เข็มเบอร์ 28G วิเคราะห์ก๊าซทันทีหลังเจาะด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซในเลือด Radiometer ABL4 (Denmark) นำผลมาศึกษาเปรียบเทียบกัน หลังจากเสร็จการผ่าตัด ปิดก๊าซวางยาสลบให้

ออกซิเจน 100% และแก้ฤทธิ์ยาหย่อนกล้ามเนื้อด้วย atropine 0.02 มก./กก. และ prostigmine 0.05 มก./กก. ดูแลผู้ป่วยในห้องพักฟื้นจนปลอดภัยจึงส่งกลับตักผู้ป่วย

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยทั้งสองกลุ่ม มีอายุ น้ำหนักตัวและความเข้มข้นของฮีโมโกลบินเฉลี่ย \pm SD ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอายุ น้ำหนักและฮีโมโกลบินของผู้ป่วยทั้งสองกลุ่ม

| parameter | circle circuit | KKU circuit |
|---------------------|-----------------|----------------|
| Age (ปี) | 39.4 \pm 15.4 | 30 \pm 13.8 |
| Weight (กก.) | 53.9 \pm 8.6 | 51.1 \pm 8.9 |
| Hemoglobin (ก./ดล.) | 12.8 \pm 2.4 | 10.5 \pm 1.6 |

n = 20 in each group

จากการศึกษาผลก๊าซในเลือดแดงได้ผลดังนี้ กลุ่มที่ใช้งานชนิด circle circuit แบบดั้งเดิมได้ผลเฉลี่ย \pm SD ของก๊าซในเลือดแดงดังนี้ pH 7.463 \pm 0.062, PCO₂ 34.9 \pm 3.9, PO₂ 177.6 \pm 40.2 มม.ปรอท ส่วนกลุ่มที่ใช้งาน KKU coaxial circuit ได้ค่าเฉลี่ย \pm SD ของก๊าซในเลือดแดงดังนี้ pH 7.415 \pm 0.035, PCO₂ 35.2 \pm 4.1, PO₂ 184.9 \pm 38.9 มม.ปรอท ดังตารางที่ 2

จากการเปรียบเทียบผลทางสถิติโดยวิธี pair-T test พบว่าค่า pH ของทั้งสองกลุ่มนี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่า PCO₂ และ PO₂ ของทั้งสองกลุ่มที่ศึกษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญแต่อย่างใด

วิจารณ์

จงรวางยาสลบชนิด circle circuit พร้อมสารดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์แบบดั้งเดิม ประกอบด้วยท่อวงข้างสองเส้นมารวมกันที่ข้อต่อรูปตัววาย เป็นวงจรที่นิยมใช้กันทั่วไปในการวางยาสลบ แต่เมื่อนำมาใช้ในการผ่าตัดบริเวณศีรษะตา หู และจมูก จะเกะกะและหนัก ทำให้เกิดการหลุดของข้อต่อหรือท่อช่วยหายใจได้ ดังนั้นในการวางยาสลบดังกล่าววงจรที่เบาและไม่เกะกะกินที่ จึงเป็นที่ต้องการอย่างยิ่ง Ramanathan และคณะ⁽¹⁾ ในปี ค.ศ.1976 ได้รายงานการสร้างวงจร circle circuit ชนิด coaxial เป็นท่อวงข้างพลาสติกชนิดพีวีซี ยาว 90 ซม. และท่อในมีเส้นผ่าศูนย์กลาง

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย \pm SD ของผลก๊าซในเลือดแดงที่ศึกษา

| blood gas | circle circuit n = 20 | KKU circuit n = 20 |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| pH | 7.463 \pm 0.062* | 7.415 \pm 0.035* |
| PCO ₂ (มม.ปรอท) | 34.9 \pm 3.9 | 35.2 \pm 4.1 |
| PO ₂ (มม.ปรอท) | 177.6 \pm 40.2 | 184.9 \pm 38.9 |

* = significant statistical difference (p < 0.01)

กลาง 2.0 ซม. ส่วนท่อนอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.8 ซม. Fukunaga ในปี ค.ศ.1978⁽²⁾ ได้รายงานการสร้างวงจร circle ในลักษณะ coaxial ที่เรียกว่า วงจร Mera F โดยมีความยาว 90 ซม. แต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า กล่าวคือ ท่อในซึ่งเป็น inspiratory limb มีขนาด 1 ซม. ส่วนท่อนอกซึ่งเป็น expiratory limb มีขนาด 2.2 ซม. และ Yamamura⁽⁴⁾ ได้รายงานการใช่วงจรนี้ในการประชุม 3rd Asean Congress of Anesthesiologist ที่กรุงเทพฯ ในปี ค.ศ.1983 โดยพบว่า เป็นวงจรที่ใช้ได้อย่าง อเนกประสงค์ Shandro⁽⁵⁾ ก็ได้รายงานการสร้างวงจร coaxial circle คล้าย ๆ กัน จากแนวทางดังกล่าวคณะผู้ศึกษาจึงได้ดัดแปลงวงจร coaxial circle โดยทำให้มีความยาว 100-120 ซม. ท่อในมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 ซม. ท่อนอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.2 ซม. พบว่าทำให้มีความคล่องตัวมากขึ้น น้ำหนักเบา ไม่เกะกะ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อวงจรสำเร็จรูปได้มาก การศึกษาเปรียบเทียบทางคลินิกในผู้ป่วย 40 ราย กลุ่มละ 20 ราย ก็พบว่าวงจรชนิด coaxial circle ที่สร้างขึ้นมีผลก๊าซในเลือดแดงไม่แตกต่างไป

จากวงจร circle แบบดั้งเดิม ยกเว้นค่า pH ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติที่ยอมรับได้ทางคลินิก วงจร coaxial circle ยังมีข้อดีที่ช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนและความชื้นของก๊าซในวงจรได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ปริมาณก๊าซที่ต่ำกว่า 2.5 ลิตร/นาที่^(3,6) นอกจากนี้ Byrick และคณะ⁽⁷⁾ ยังได้ศึกษาเปรียบเทียบวงจร coaxial circle (Mera F) กับวงจร Bain พบว่าถ้าใช้แบบควบคุมการหายใจ จะได้ผลคล้ายคลึงกันในเรื่อง PCO₂ แต่ถ้าใช้แบบหายใจเอง วงจร coaxial circle จะมีค่า PCO₂ ในเลือดแดงต่ำกว่าวงจร Bain เมื่อใช้ก๊าซในขนาด 100 มล./กก./นาที่ เท่ากัน วงจรชนิด coaxial circle จึงมีคุณลักษณะคล้ายวงจร circle ผสมกับวงจร Bain สำหรับข้อเสียของวงจรชนิด coaxial circle ถ้าวางยาวเกิน 150 ซม. มักเกิด PEEP แต่ไม่มากนัก ดังแสดงในตารางที่ 3 ในแง่การใช้งานสำหรับประสบการณ์ที่คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่าวงจรใหม่เป็นที่นิยมอย่างรวดเร็ว และมีข้อดีดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

ตารางที่ 3 pressure ในวงจรที่ศึกษา

| วงจร | ความยาว (ซม.) | pressure (ซม.น้ำ) |
|----------------|---------------|-------------------|
| circle circuit | 100 | + 16 |
| Mera F circuit | 90 | + 15 |
| KKU circuit | 90 | + 15 |
| KKU circuit | 110 | + 16 |
| KKU circuit | 150 | + 17 |

* at FGF 90 lpm., syringe valve area = 0.4 cm.²

สรุป

ได้รายงานการสร้างวงจร KKU circle แบบประหยัด และผลการเปรียบเทียบการใช้งานของวงจรมีกับวงจร circle แบบดั้งเดิม พบว่าผลก๊าซในเลือดแดงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ค่า pH วงจรมีข้อดีในแง่ น้ำหนักเบา ไม่เกะกะ เก็บความร้อนและความชื้นของไอน้ำในวงจรได้ดี ส่วนข้อเสียอาจเกิด PEEP ถ้าวางจรยาวเกินไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณวิสัญญีแพทย์ วิสัญญีพยาบาล และเจ้าหน้าที่ประจำห้องวิเคราะห์ก๊าซในเลือด โรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหา-

วิทยาลัยขอนแก่น ที่อำนวยความสะดวกในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Ramanathan S, Chalon J, Turndorf H. A compact, well-humidified breathing circuit for the circle system. *Anesthesiology* 1976; 44:238-42.
2. Fukunaga AF. A compact multipurpose breathing circuit: an application to the anesthetic circle system. *Jap J Anesth* 1978; 27:113-8.
3. Chalon J, et al. Humidification of the circle absorber system. *Anesthesiology* 1978; 48:142-6.
4. Yamamura H. Multipurpose Fukunaga's breathing circuit. In: *Abstracts of Third Asean Congress of Anesthesiologist*. Bangkok: Bangkok Medical Publisher, 1983: 57-8.
5. Shandro J. A coaxial circle circuit: comparison with conventional circle and Bain circuit. *Can Anaesth Soc J* 1982; 29:121-5.
6. Chalon J, et al. Humidity output of the circle absorber system. *Anesthesiology* 1973; 38:458-65.
7. Byrick RJ, Janssen E, Yamashita M. Rebreathing and co-axial circuits: a comparison of the Bain and Mera F. *Can Anaesth Soc J* 1981; 28:321-8.