

KKU jet ventilator and coaxial circle circuit

สรราชย์ ชีรพงศ์ภักดี*

วัฒนา ตันทนะเทวินทร์*

ชาญณรงค์ เสงี่ยมพรพาณิชย์**

วารุณี ภูมิสัมบรรณ**

* ภาควิชาวิสัญญีวิทยา คณะแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

** ฝ่ายวิสัญญี โรงพยาบาลชลบุรี อ.เมือง จ.ชลบุรี 20000

KKU jet ventilator and coaxial circle circuit

S. Theerapongpakdee, M.D. *, W. Tantanatewin, B.Sc. (Nursing)*,

C. Sangiumpornpanich, M.D. **, W. Poomisambun, M.D. **

* Department of Anesthesiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

** Department of Anesthesiology, Cholburi Hospital, Cholburi 20000, Thailand.

The clinical study of newly developed coaxial circle circuit and local-made electronic jet ventilator was done in 20 ASA class I-II patients at Srinagarind Hospital. Oxygen jet was introduced into the coaxial circle circuit via the Hi-Lo Jet endotracheal tube, accompanied by nitrous oxide at 3 lpm from the anaesthetic machine with the expiratory valve open free. The patients were kept in anesthetized state by ketamine infusion after standard induction, and paralyzed by pancuronium. Arterial blood gases from radial artery were studied after 20-30 minutes of anaesthesia. The result was proved to be within the normal clinical range. The system may be advantageous for the peripheral anesthetic service with this appropriate technology at low cost.

Keyword : Circuit, coaxial circle Ventilator, KKKU jet.

คำนำ

ปัจจุบันวงจรวางยาสลบที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่ วงจรวางยาสลบชนิด classical circle circuit ที่ใช้สารดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และใช้ยาหย่อนกล้ามเนื้อ การควบคุมการหายใจ ทำโดยใช้มือบีบลungลมยางหรือใช้เครื่องช่วยหายใจที่ซื้อจากต่างประเทศในราคาแพงซึ่งมักจะเป็นแบบใช้

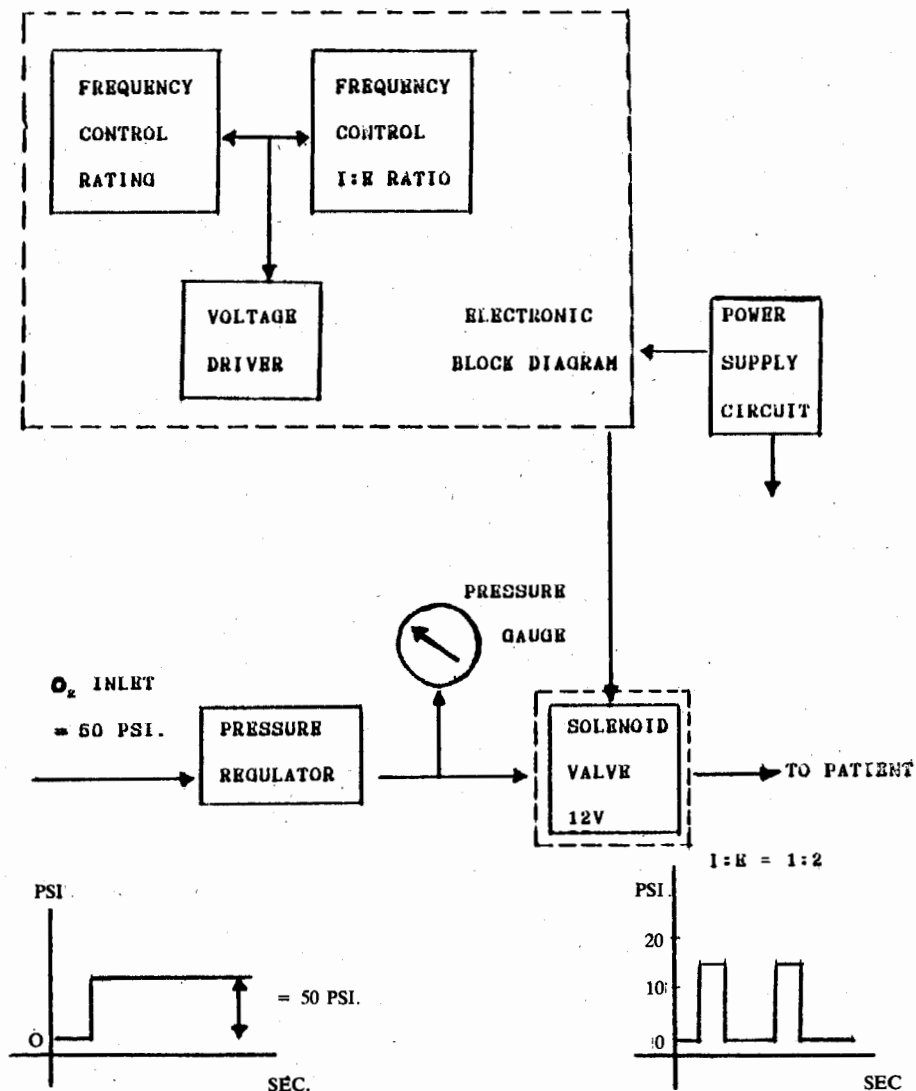
กลไกแรงลม (pneumatic-driven) วงจรอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและมีความคล่องตัวสูงได้แก่ Bain, Lack circuit ซึ่งเป็นวงจรในกลุ่ม coaxial Mapleson circuit ในปี ค.ศ.1984 Hopkinson & Harrison (1) ได้รายงานการใช้วงจร Lack ร่วมกับ jet injector ต่อมา สรราชย์ และคณะ (2) ได้รายงานการใช้วงจร coaxial Ma-

pleson A ร่วมกับ manual jet injector โดยใช้ oxygen jet และ nitrous oxide เป็นก๊าซเสริม (entrained gas) พบว่า ใช้ได้ผลดี การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้เครื่องช่วยหายใจ ชนิด KJU jet ventilator ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้ ไฟฟ้าเป็น power กับวงจร coaxial circle circuit ที่ น.พ.สรราช และคณะ ได้ประดิษฐ์ขึ้นโดย ศึกษาการใช้งานทางคลินิกของวงจรและเครื่อง

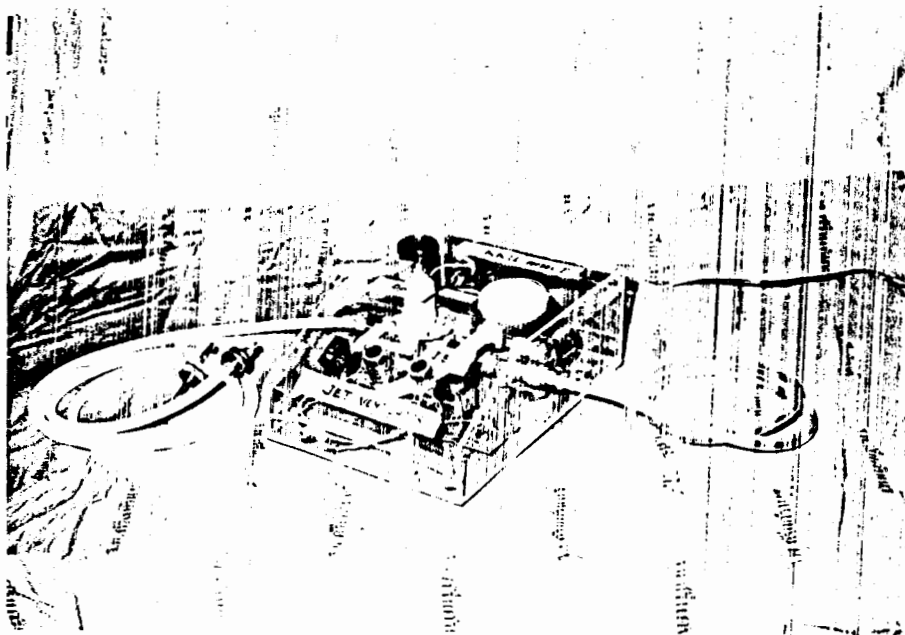
jet ventilator ดังกล่าวจากผลก๊าซในเลือดแดง ของผู้ป่วย

วัสดุ ประกอบด้วย

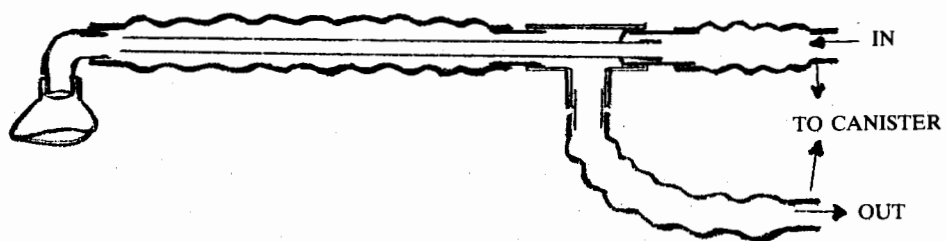
1. KJU jet ventilator ที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง (ดังรูปที่ 1 และ 2)
2. Coaxial circle circuit ที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง (ดังรูปที่ 3)
3. Blood gas analyser (ABL4-Radiometer)



รูปที่ 1 Block diagram of KJU jet ventilator



รูปที่ 2 KKU jet ventilator ที่ประดิษฐ์

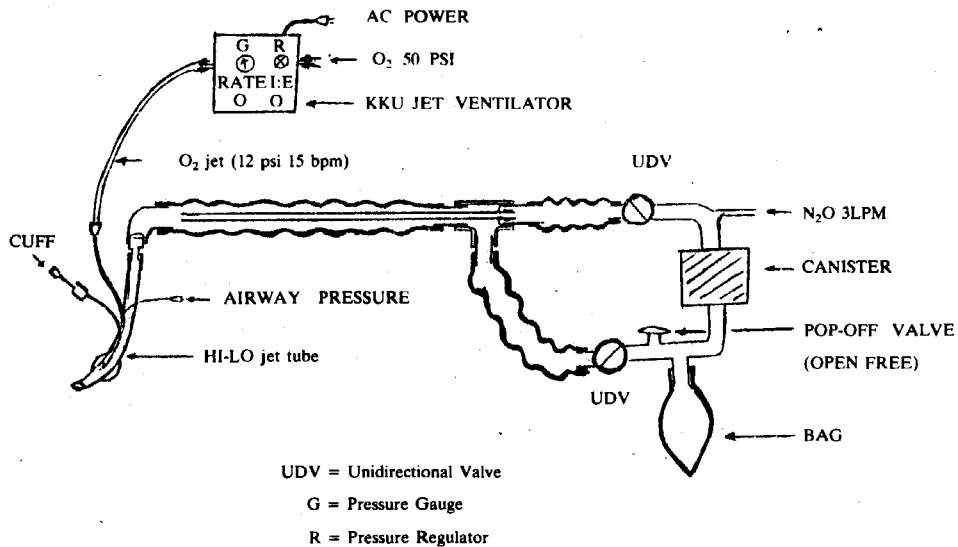


รูปที่ 3 Coaxial circle circuit ที่ประดิษฐ์

วิธีการ

coaxial circle circuit ควบกับ KKV jet ventilator

I. การเตรียมระบบที่ใช้วางยาสลบ คือ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ระบบการวางยาสลบที่ทำการศึกษา

II. วิธีการวางยาสลบ

- เมื่อผู้ป่วยมาถึงห้องผ่าตัดให้ยา pre-medication ด้วย atropine ในขนาด 0.01 มก./กก. diazepam 0.2 มก./กก. morphine 0.1 มก./กก. เข้าเส้นเลือดดำ
- ต่อจากนั้นให้ยานำสลบด้วย sodium thiopentone 3-5 มก./กก. เข้าเส้นเลือดดำ
- ให้ยาห่อนกกล้ามเนื้อเพื่อช่วยในการใส่ท่อหลอดลมชนิด Hi-Lo Jet tube ด้วย succinylcholine 1.5 มก./กก. เข้าเส้นเลือดดำ
- รักษาระดับความลึกของการสลบโดยใช้ก๊าซไนตรัสออกไซด์ 3 ลิตร/นาทิจากเครื่องวางยาสลบผสมกับออกซิเจนจาก jet ventilator และใช้ยา ketamine ในขนาดเริ่มต้น 0.5 มก./กก. เข้าเส้นเลือดดำและให้ต่อเนื่องในขนาด 0.5-1 มก./นาทิจนผู้ป่วยไม่ตอบสนองต่อการผ่าตัด
- ระหว่างกระบวนการควบคุมการหายใจของผู้ป่วยด้วย KKV jet ventilator expiratory valve หรือ Pop-Off valve ต้องเปิดเต็มที่
- ปรับอัตราการหายใจของ KKV jet ventilator เป็น 15 ครั้ง/นาที ตั้งความดันของเครื่องไว้ที่ 12 ปอนด์/ตร.นิ้ว ดังตารางที่ 3
- เมื่อสิ้นสุดการผ่าตัดแก้ฤทธิ์ยาห่อนกกล้ามเนื้อด้วย atropine 0.02 มก./กก. และ prostigmine 0.05 มก./กก. หลังจากผู้ป่วยรู้สึกตัวหายใจได้ดีแล้วจึงถอดท่อหลอดลมออกและส่งผู้ป่วยไปยังห้องพักฟื้น เฝ้าดูแลผู้ป่วยจนปกติจึงส่งกลับตักผู้ป่วย

III. การเจาะเลือดแดงเพื่อวิเคราะห์ค่าก๊าซ

เจาะเลือดแดงจากหลอดเลือดแดง radial หลังจากวางขาสลบผู้ป่วยไปแล้ว 30 นาที แล้วนำส่งวิเคราะห์ผลก๊าซในเลือดแดงทันทีด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ ABL 4 (Radiometer-Denmark)

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยจำนวน 20 รายเป็น ชาย:หญิง = 7:13 มีค่าเฉลี่ย $\pm$ S.D. ของอายุ = 39.6 ± 12.1

ปี น้ำหนัก = 53.6 ± 8.8 กก. ค่าฮีโมโกลบิน = 11.4 ± 2.2 ก./ดล., ระยะเวลาของการวางขาสลบ = 135.7 ± 64.11 นาที ดังตารางที่ 1 ผลก๊าซในเลือดแดงเฉลี่ย $\pm$ S.D. เป็นดังนี้ pH = 7.423 ± 0.062 pCO₂ = 35.4 ± 5.7 มม.ปรอท pO₂ = 238.5 ± 94.1 มม.ปรอท HCO₃ = 23.0 ± 3.2 มิลลิโมล/ลิตร O₂ saturation = 99.6 ± 0.5 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 Age, body weight and hemoglobin

	Mean	S.D.	Range
age (yr.)	39.6	12.1	17-61
weight (kg.)	53.6	8.8	40-74
hemoglobin (g/dl)	11.4	2.2	7.4-15.5
duration of anesthesia (min)	135.7	64.1	55-255

n = 20, M : F = 7:13

ตารางที่ 2 Arterial blood gas ของระบบที่ศึกษา

No.	pH	pCO ₂	pO ₂	HCO ₂	O ₂ Sat.
1	7.511	26.6	170.1	21.5	99.8
2	7.441	33.5	147.3	22.9	99.2
3	7.403	38.7	286.4	24.2	99.8
4	7.486	36.1	399.4	27.5	99.9
5	7.433	46.4	284.7	30.7	99.8
6	7.476	33.5	145.6	24.6	99.2
7	7.359	38.5	221.1	22.0	99.6
8	7.411	31.4	147.5	19.7	99.1
9	7.278	44.1	136.3	20.1	98.4
10	7.465	32.4	338.0	23.2	99.9
11	7.418	29.3	252.2	19.0	99.7
12	7.458	26.8	259.8	18.9	99.8
13	7.492	29.1	128.4	22.7	99.1
14	7.358	39.8	105.1	22.3	97.8
15	7.374	39.1	234.7	22.8	99.5
16	7.353	45.0	183.2	24.9	99.4
17	7.357	36.7	251.0	20.2	99.7
18	7.450	31.3	246.1	21.6	99.7
19	7.417	34.1	296.3	22.0	99.8
20	7.517	36.0	467.8	29.6	99.9
Mean	7.423	35.4	238.5	23.0	99.6
S.D.	0.062	5.7	94.1	3.2	0.5

M : F = 7:13

ตารางที่ 3 Parameter of KCU jet ventilator

Parameter	Unit
Driving pressure	12 psi
Rate	15 /min

วิจารณ์

ในปี ค.ศ.1984 Hopkinson & Harrison(1) ได้รายงานการใช้วงจร Lack กับเครื่อง injector ควบคุมการหายใจในผู้ป่วยที่มารับการวางยาสลบ ต่อมาสรรัช และคณะ (2,3) ได้ประดิษฐ์ jet injector ที่ควบคุมด้วยมือ และต่อมาได้รายงาน การใช้วงจร coaxial Mapleson A กับ manual oxygen jet ventilator โดยใช้ nitrous oxide เป็น entrained gas พบว่าผลก๊าซในเลือดแดงอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่เนื่องจากการใช้วิธีดังกล่าวในการผ่าตัดที่ใช้เวลานาน เป็นวิธีการที่ไม่ค่อยสะดวกนัก สรรัชและคณะ ได้พัฒนาเครื่องช่วยหายใจ jet ventilator ชนิดที่ใช้ไฟฟ้า AC/DC ขึ้นมาเป็นผลสำเร็จ นอกจากนั้นยังได้พัฒนาวงจรวางยาสลบชนิด coaxial circle circuit ชนิดง่าย ๆ และประหยัดเป็นผลสำเร็จ (4) จึงได้ทำการศึกษางานของวงจรวางยาสลบและเครื่องช่วยหายใจดังกล่าว ดังผลที่ปรากฏในตารางที่ 2

จะเห็นได้ว่า ผลก๊าซในเลือดแดงอยู่ในเกณฑ์ปกติโดย pCO_2 ซึ่งเป็น parameter ของ ventilation มีค่าเท่ากับ 35.4 ± 5.7 มม.ปรอท แสดงว่ามี ventilation เพียงพอ pO_2 ซึ่งเป็น parameter ของ oxygenation มีค่าเท่ากับ 238.5

± 94.1 มม.ปรอท แสดงว่า oxygen jet ventilation ที่ใช้ในระบบนี้สามารถให้ oxygen แก่เลือดได้อย่างเพียงพอและปลอดภัย pH มีค่าเท่ากับ 7.423 ± 0.062 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติ แสดงว่าผู้ป่วยมีดุลย์กรด-ด่างของร่างกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ จากการศึกษาพบว่า ค่า peak airway pressure ของระบบที่ศึกษามีค่าเท่ากับ 6.5 ซม. น้ำ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติเช่นกัน ข้อดีของระบบนี้พบว่าถึงแม้จะเกิดการหลุดของข้อต่อระหว่าง circuit กับข้อต่อท่อใส่หลอดลมผู้ป่วยก็ยังได้รับ ventilation จาก O_2 jet อยู่ ข้อเสียของระบบนี้อาจจะเกิด pneumothorax ได้ ถัดลิ้มเปิด pop-off valve ให้เต็มที่ อีกประการหนึ่งระบบที่ทำ การศึกษานี้ต้องใช้ Hi-Lo jet tube ซึ่งเป็น tube พิเศษ แต่เราก็สามารถดัดแปลง adaptor ใช้กับ tube ปกติได้

จากการศึกษานี้พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมา นี้สามารถใช้งานทางคลินิกได้เป็นอย่างดี สามารถช่วยประหยัดเงินตราต่างประเทศได้มาก โดยเฉพาะการปฏิบัติงานในโรงพยาบาลต่างจังหวัด ซึ่งขาดแคลนงบประมาณที่จะจัดหาเครื่องช่วยหายใจของต่างประเทศที่มีราคาแพง เครื่องมือนี้จะช่วยให้วิสัญญีแพทย์ และพยาบาลสามารถละมือจากการบีบถุงลมยางดำ ไปปฏิบัติงานอย่าง

อื่นได้ในขณะวางยาสลบ โดยเฉพาะในการผ่าตัด ที่มีระยะเวลานานหรือวิกฤต จะอำนวยความสะดวกให้มาก นอกจากนี้เรายังสามารถนำระบบดังกล่าวมาใช้ชนอกห้องผ่าตัด เช่น ห้องฉุกเฉิน หรือการส่งต่อผู้ป่วยที่ต้องใช้เครื่องช่วยหายใจอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้รายงานขอขอบคุณ นายวัฒนชัย จิตนิยมนายช่างอิเล็กทรอนิกส์แห่งหน่วยเครื่องช่วยหายใจ ภาควิชาวิสัญญีวิทยา คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความร่วมมือในการประดิษฐ์เครื่อง KKKU jet ventilator จนเป็นผลสำเร็จ

สรุป

รายงานนี้ได้เสนอเทคโนโลยีฟุ้งตนเองในเรื่องวงจรวางยาสลบแบบใหม่ และเครื่อง

ช่วยหายใจชนิด jet ที่ทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ สามารถใช้ช่วยควบคุมการหายใจในระหว่างการวางยาสลบผู้ป่วยได้เป็นอย่างดี ดังผลศึกษาในเลือดแดงของผู้ป่วยที่ทำการศึกษาเบื้องต้นจำนวน 20 ราย ซึ่งพบว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ

เอกสารอ้างอิง

1. Hopkinson ND, Harrison MJ. Controlled ventilation using the Lack circuit with an injector device. *Acta Anaesthesiol Scand* 1984; 28:405-407.
2. สรรชัย ชีรพงศ์ภักดี. การประดิษฐ์เครื่อง Jet injector ในวิสัญญีวิทยา. *วิสัญญีสาร* 2529; 13:19-25.
3. สรรชัย ชีรพงศ์ภักดี. เทพกร สาธิตการมณี. The Coaxial A breathing circuit and jet injector. *วิสัญญีสาร* 2530; 14:77-79.
4. สรรชัย ชีรพงศ์ภักดี, วราภรณ์ เชื้ออินทร์, กฤษณา สำเร็จ. KKKU -Coaxial circle circuit. *ศรินครินทร์เวชสาร* 2531; 3(3):157-163.