ฉบับสมบูรณ์
(ตามมติ ครั้งที่ 1 /2568 เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2568
ลงชื่อประธาน/กรรมการฯ
.....
(รศ.ดร.นัทรอรินทร วรรธนา

ต้นฉบับ

คู่มือปฏิบัติงาน

เรื่อง คู่มือการปฏิบัติงานการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจ และปอด (medos) รุ่น xenios

โดยวิธีปกติ

ของ
นางสาวกนกอัญช์ เพิ่มสุวรรณ
ตำแหน่งนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก ระดับปฏิบัติการ
(ตำแหน่งเลขที่ พวช. 10876)
สำนักงานผู้อำนวยการ โรงพยาบาลวชิรพยาบาล
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล
มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก ระดับชำนาญการ
(ตำแหน่งเลขที่ พวช. 10876)
สำนักงานผู้อำนวยการ โรงพยาบาลวชิรพยาบาล
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล
มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

คู่มือปฏิบัติงาน

เรื่อง คู่มือการปฏิบัติงานการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจ และปอด (medos) รุ่น xenios

โดยวิธีปกติ

ของ

นางสาวกนกอัญช์ เพิ่มสุวรรณ
ตำแหน่งนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก ระดับปฏิบัติการ
(ตำแหน่งเลขที่ พวช. 10876)
สำนักงานผู้อำนวยการ โรงพยาบาลวชิรพยาบาล
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล
มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก ระดับชำนาญการ
(ตำแหน่งเลขที่ พวช. 10876)
สำนักงานผู้อำนวยการ โรงพยาบาลวชิรพยาบาล
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล
มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงานการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติงานสำหรับนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด ภายในห้องผ่าตัดหัวใจ ให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพตามมาตรฐาน และรวดเร็วโดยเฉพาะในภาวะฉุกเฉิน เพื่อช่วยให้ศัลยแพทย์ในการรักษาผู้ป่วยด้วยเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอดได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

ผู้เขียนได้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios เล่มนี้ขึ้น โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก บุคลากรภายในห้องผ่าตัดหัวใจของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ตลอดจนผู้มาศึกษาดูงาน จะได้รับความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ เพื่อช่วยในการพยุงการทำงานของหัวใจและปอด ทั้งในภาวะเฉียบพลันและไม่เฉียบพลัน สามารถนำความรู้ไปใช้เป็นแนวทางเดียวกันในการปฏิบัติงาน เพื่อช่วยเหลือศัลยแพทย์ในการรักษาผู้ป่วยด้วยเครื่องพยุงหัวใจและปอดได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

นางสาวกนกอัญช์ เพิ่มสุวรรณ
นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก
ธันวาคม 2567

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญแผนภูมิ	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ประวัติความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของคู่มือการปฏิบัติงาน	3
1.5 คำจำกัดความเบื้องต้น	3
บทที่ 2 ภาระหน้าที่ความรับผิดชอบ	
2.1 โครงสร้างคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล	6
2.2 โครงสร้างห้องผ่าตัดศัลยกรรมทรวงอกและหัวใจ	7
2.3 บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งและลักษณะงานที่ปฏิบัติ	8
บทที่ 3 เทคนิคหรือแนวทางการปฏิบัติงาน	
3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน	10
3.2 ขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงาน	
3.2.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงานการเตรียมผู้ป่วยสำหรับทำหัตถการใส่เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios	10
3.2.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานการใส่เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios	10
3.2.3 ขั้นตอนการเตรียม set ECMO for adult	15
3.2.4 ขั้นตอนการเตรียมสาย Pressure Transducer	16
3.2.5 ขั้นตอนการ Off เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios	18
บทที่ 4 ปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข	
4.1 ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน	19
4.2 แนวทางแก้ไขและพัฒนา	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 ข้อเสนอแนะ	
5.1 ข้อเสนอแนะ	20
บรรณานุกรม	21
ภาคผนวก	22
ก ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) และชนิดของ ECMO	23
ข วงจรและส่วนประกอบของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO)	26
ค ภาวะแทรกซ้อนจากการใช้เครื่อง ECMO	33
ง เอกสารที่เกี่ยวข้อง	42
1. ใบตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios	43
2. วิดีโอขั้นตอนการเตรียมเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios	44
ประวัติผู้เขียน	45

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1 โครงสร้างคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล	6
แผนภูมิที่ 2 โครงสร้างห้องผ่าตัดศัลยกรรมทรวงอกและหัวใจ	7

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 3.1 เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios 11

ภาพที่ 3.2 วิธีการเปิด - ปิด เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios 11

ภาพที่ 3.3 หน้าจอแสดงหัวข้อที่ต้องการใช้งานของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios 12

ภาพที่ 3.4 หน้าจอแสดงการต่อเข้ากับ Connector 12

ภาพที่ 3.5 หน้าจอแสดงการต่อ Pressure Transducer 13

ภาพที่ 3.6 Start Priming Mode 14

ภาพที่ 3.7 Priming Mode Active 14

ภาพที่ 3.8 หน้าจอแสดงการ Calibration Flow Sensor 15

ภาพที่ 3.9 การ Set Zero Pressure 15

ภาพที่ 3.10 ชุดสายยางและปอดเทียมของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios 15

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญ

โรคหัวใจและหลอดเลือดเป็นสาเหตุการเสียชีวิตที่สำคัญของผู้ป่วยวัยผู้ใหญ่ การผ่าตัดเป็นวิธีการหนึ่งที่สำคัญในการรักษาโรคหัวใจและหลอดเลือด หลังผ่าตัดผู้ป่วยบางรายที่มีพยาธิสภาพที่รุนแรงอาจมีภาวะแทรกซ้อนเกิดขึ้น โดยพบว่าผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจวัยผู้ใหญ่ร้อยละ 0.2 - 6.0 มีภาวะช็อกจากหัวใจ โดยภาวะช็อกจากหัวใจหากเกิดขึ้นขณะอยู่ในห้องผ่าตัดจะทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถหย่าจากเครื่องหัวใจและปอดเทียม และหากเกิดในระยะแรกหลังผ่าตัดจะทำให้ผู้ป่วยต้องใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (Extracorporeal Membrane Oxygenation; ECMO) ทำหน้าที่แทนหัวใจและปอดได้พักและคืนสภาพกลับมาทำงานได้อีก แม้ว่าการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด จะเกิดประโยชน์กับผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจที่มีภาวะแทรกซ้อนดังกล่าว แต่การรักษาด้วยวิธีนี้ก็อาจเกิดปัญหาแทรกซ้อนที่อันตรายถึงชีวิตได้ เช่น ภาวะสูญเสียเลือด ภาวะแทรกซ้อนทางสมอง ภาวะติดเชื้อ อวัยวะส่วนปลายขาดเลือด และภาวะไตวายเฉียบพลัน เป็นต้น

ในปัจจุบัน ECMO ได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนหลักของระบบ ECLS หรือ Extracorporeal Life Support อย่างแพร่หลายมากขึ้น ทั้งในกลุ่มผู้ป่วยที่มีระบบหายใจล้มเหลวเฉียบพลัน เช่น กลุ่มอาการหายใจลำบากอย่างเฉียบพลัน (Acute Respiratory Distress Syndrome; ARDS) หรือระบบหัวใจล้มเหลวเฉียบพลัน เช่น ผู้ป่วยกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน และภาวะช็อกจากหัวใจ และการช่วยฟื้นคืนชีพในผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจหยุดเต้น (ECPR) เป็นต้น

จากสถิติผู้ป่วยที่ต้องใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ในโรงพยาบาลวชิรพยาบาล คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2563-2567 ทั้งหมด 17 ราย แบ่งเป็นผู้ป่วยที่ต้องการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) แบบฉุกเฉิน (Emergency) ทั้งหมด 11 ราย ดังนั้นบุคลากรทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้องภายในห้องผ่าตัดหัวใจต้องมีความรู้ความเข้าใจในการทำหัตถการ การใช้เครื่องมือทางการแพทย์ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและมีประสิทธิภาพทั้งในภาวะปกติและภาวะฉุกเฉินโดยเฉพาะนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกต้องมีความรู้ในเรื่องของพยาธิสภาพของโรค ขั้นตอนการทำหัตถการ การจัดเตรียมอุปกรณ์ การใช้เครื่องมือทางการแพทย์ตามมาตรฐานวิชาชีพได้อย่างถูกต้องมีประสิทธิภาพ ผู้เขียนจึงได้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญเพื่อใช้ในการพยุงการทำงานของหัวใจและปอด ผู้จัดทำจึงได้จัดทำเป็น

คู่มืออธิบายภาษาไทยให้ง่ายต่อการปฏิบัติงานจริง เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานสำหรับนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก รวมทั้งบุคลากรที่เกี่ยวข้องภายในห้องผ่าตัดหัวใจ รวมทั้งนักศึกษาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกที่มาฝึกงานและดูงานภายในห้องผ่าตัดหัวใจอย่างต่อเนื่อง ได้ใช้เป็นคู่มือแนวทางในการช่วยศัลยแพทย์ทำการใส่เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอดได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพทั้งในภาวะปกติและภาวะฉุกเฉิน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ป่วย ผู้ปฏิบัติงาน และองค์กรต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อให้นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก ทราบวิธีการตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios ก่อนทำหัตถการได้อย่างถูกต้อง

1.2.2 เพื่อใช้เป็นคู่มือการปฏิบัติงานสำหรับนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก นักศึกษาฝึกงานสาขาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก รวมทั้งบุคลากรภายในห้องผ่าตัดหัวใจที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานการใช้เครื่องมือในห้องผ่าตัดหัวใจ สามารถใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

1.2.3 เพื่อใช้เป็นคู่มือการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นในการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios สำหรับพยาบาลวิชาชีพในหอผู้ป่วยวิกฤติ (ICU)

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก สามารถเตรียมเครื่องมือ รวมทั้งควบคุมเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาของศัลยแพทย์ และช่วยลดอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยลงได้

1.3.2 ใช้ประกอบการนิเทศ นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกที่เข้ามาปฏิบัติงานใหม่และนักศึกษาฝึกงานสาขาเทคโนยีหัวใจและทรวงอก ภายในห้องผ่าตัดหัวใจ คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

1.3.3 พยาบาลวิชาชีพในหอผู้ป่วยวิกฤติ (ICU) สามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นในการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

1.4 ขอบเขตของคู่มือการปฏิบัติงาน

คู่มือการปฏิบัติงานการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios ใช้เป็นคู่มือการประกอบการปฏิบัติงานของนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกที่ปฏิบัติงานในห้องผ่าตัดหัวใจ คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ประกอบด้วยเนื้อหาการเตรียมเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios สำหรับผู้ป่วยที่จำเป็นต้องใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO)

1.5 คำจำกัดความเบื้องต้น

1.5.1 ECMO มาจากคำว่า Extracorporeal Membrane Oxygenation เป็นอุปกรณ์สำหรับช่วยพยุงการทำงานของหัวใจและปอดชั่วคราวโดยทำหน้าที่ทดแทนหัวใจในการสูบฉีดเลือดเพื่อควบคุมการไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยที่มีภาวะปอดและหัวใจล้มเหลวเฉียบพัน และทำหน้าที่แทนปอดในการแลกเปลี่ยนก๊าซ เพื่อรอการฟื้นฟูสภาพหัวใจและปอด หรือรอการเปลี่ยนถ่ายอวัยวะ

1.5.2 Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation (VA-ECMO) เป็นการช่วยพยุงการทำงานของทั้งหัวใจและปอด โดยตัวเครื่องจะรับเลือดที่ไหลออกจากหัวใจห้องบนขวาผ่านไปยังตัว Pump ซึ่งทำหน้าที่เสมือนเป็นหัวใจห้องล่างขวา ส่งเลือดไปยัง Membrane Oxygenator ซึ่งทำหน้าที่เสมือนปอด ทำให้ได้เลือดที่มีออกซิเจนในเลือดสูงและคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำส่งกลับไปยังตัวผู้ป่วยผ่านสายสวนหลอดเลือดที่อยู่ในหลอดเลือดแดงเออร์ตาหรือหัวใจห้องบนซ้าย ผู้ป่วยที่ใช้ VA-ECMO ส่วนใหญ่คือผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจล้มเหลวเป็นหลัก ได้แก่ โรคหัวใจพิการแต่กำเนิด ภาวะหัวใจหยุดเต้น ภาวะหัวใจวาย โรคกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ ผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ ภาวะช็อกจากการติดเชื้อ และใช้ในผู้ป่วยที่มีทั้งระบบหายใจและหัวใจล้มเหลว

1.5.3 Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation (VV-ECMO) เป็นการช่วยพยุงการทำงานของปอด ซึ่งใช้ในภาวะระบบหายใจล้มเหลวเป็นหลัก กล่าวคือ ตัวเครื่องจะรับเลือดดำจากร่างกายผ่านเส้นเลือดดำใหญ่ หลังจากนั้นส่งเลือดไปยัง Pump และ Membrane Oxygenator ซึ่งทำหน้าที่เสมือนปอด ทำให้ได้เลือดที่มีออกซิเจนสูงและคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำส่งกลับไปยังผู้ป่วยผ่านสายสวนหลอดเลือดที่อยู่ในเส้นเลือดดำใหญ่หรือหัวใจห้องบนขวา ซึ่งการพยุงปอดด้วยวิธีนี้หัวใจของผู้ป่วยเองจะทำหน้าที่ตามปกติคือ สูบฉีดเลือดผ่านหัวใจห้องล่างขวาไปยังปอดและจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปเลี้ยงร่างกาย ซึ่งปริมาณเลือดที่ไหลผ่านเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอดในการช่วยเหลือแบบนี้จะไม่มากเท่ากับการช่วยเหลือแบบ VA-ECMO ทำให้ Oxygen

Saturation (SpO_2) ของผู้ป่วยจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 80-85 ในขณะที่ผู้ป่วยที่ใช้ VA-ECMO จะมีระดับ SpO_2 ร้อยละ 100

1.5.4 ปั๊ม (Pump) เป็นส่วนที่ใช้ดึงเลือดออกจากระบบไหลเวียนโลหิตของผู้ป่วยจากหลอดเลือดดำและสูบฉีดเลือดจากระบบเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอดเทียมกลับสู่ระบบไหลเวียนโลหิตของผู้ป่วย

1.5.5 ปอดเทียม (Membrane Oxygenator) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอดเทียม ทำหน้าที่เสมือนถุงลมในปอดของผู้ป่วยในการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในเครื่องมีแผ่นเยื่อ (Membrane) ที่มาจากวัสดุต่างๆ เช่น Polymethylpentene (PMP) หรือ Silicone Caoutchouc ซึ่งมีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนก๊าซและป้องกันการรั่วของพลาสม่า โดยในช่องที่ใช้แลกเปลี่ยนก๊าซจะมีการเชื่อมต่อกับ Gas Blender เพื่อใช้กำหนดปริมาณ O_2 ที่เติมเข้าไปและปริมาณ CO_2 ที่ต้องการกำจัดออก

1.5.6 สายสวนหลอดเลือด และท่อนำเลือด (Cannula and tubing) สายสวนหลอดเลือดในเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอดเทียม ทำหน้าที่นำเลือดออกจากตัวผู้ป่วย เพื่อเชื่อมต่อระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบ และนำเลือดกลับเข้าสู่ตัวผู้ป่วย โดยตัวสายสวนหลอดเลือดทำจากวัสดุพีวีซี ซึ่งมีการเคลือบสารชีวภาพ (Biocoating) เพื่อป้องกันเลือดแข็งตัว ส่วนขนาดสายสวนหลอดเลือดเป็นตัวกำหนดปริมาณเลือดที่จะนำออกจากตัวผู้ป่วย

1.5.7 Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) เป็นภาวะวิกฤติทางระบบการหายใจเกิดจากมีการอักเสบและทำลายเนื้อปอดทั้งสองข้างอย่างเฉียบพลัน ทำให้เกิดความผิดปกติของการซึมผ่านของหลอดเลือดปอด (Pulmonary Vascular Permeability) มีอาการ และอาการแสดงของภาวะปอดบวม ทำให้สูญเสียเนื้อปอดในส่วนที่เป็นลม มี Shunt และ Dead Space เพิ่มขึ้น ความยืดหยุ่นของปอดลดลงโดยอาการทางคลินิกที่สำคัญ คือ เหนื่อยหอบ หายใจเร็ว ตรวจพบภาวะพร่องออกซิเจนในเลือด และภาพถ่ายรังสีทรวงอกพบฝ้าขาวที่ปอดทั้งสองข้าง

บทที่ 2
โครงสร้างและหน้าที่ความรับผิดชอบ

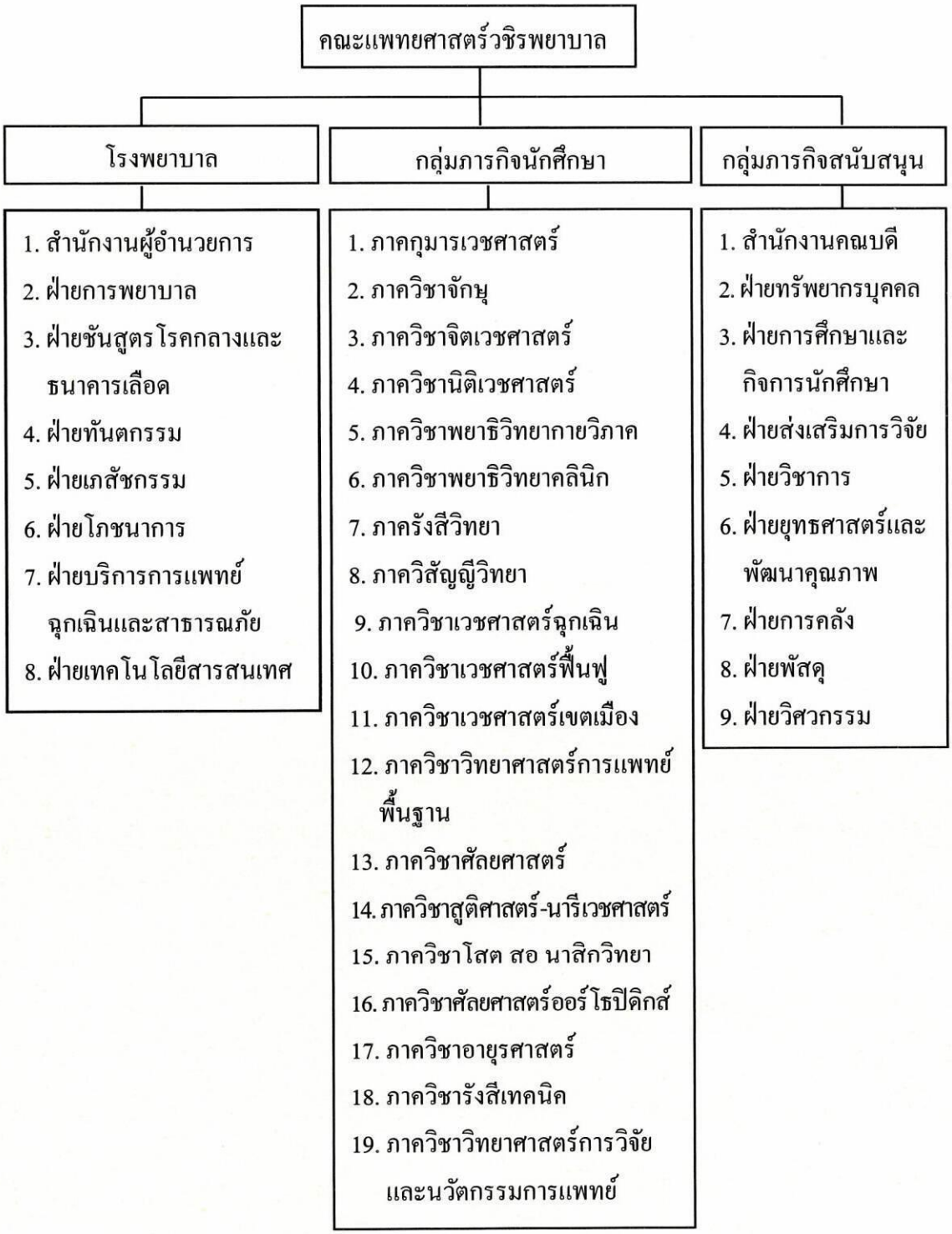
2.1 โครงสร้างคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล

คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราชเป็นสถาบันระดับอุดมศึกษาที่เป็นหน่วยงานของรัฐในการกำกับของกรุงเทพมหานคร มีฐานะเป็นนิติบุคคล และเป็นอุดมสถาบันศึกษาท้องถิ่นแห่งแรกของประเทศไทย ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2556

คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มีภาระหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการบริหารทางด้านการศึกษา การควบคุมการสอน และการจัดการศึกษาเพื่อผลิตบัณฑิตและบุคลากรทางการแพทย์ทุกระดับ ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางหลายสาขา พัฒนาหลักสูตรและปรับปรุงการศึกษาทางการแพทย์ให้ได้มาตรฐานสากล ส่งเสริม สนับสนุน ค้นคว้า วิจัยทางการแพทย์ การให้บริการทางการแพทย์ที่มีคุณภาพแก่ประชาชน ด้วยการบำบัด การส่งเสริมสุขภาพอนามัยและการป้องกันโรค และการให้บริการทางด้านวิชาการแก่สังคมตลอดจนการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม จารีตประเพณี ภูมิปัญญาท้องถิ่น สิ่งแวดล้อม กีฬา ค่านิยมอันดีงามของไทยและวัฒนธรรมองค์กร รวมทั้งภาระหน้าที่ตามที่สภามหาวิทยาลัยหรืออธิการบดีมอบหมาย

โครงสร้างองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาลแบ่งการบริหารออกเป็น 3 หน่วย คือ ส่วนโรงพยาบาลวชิรพยาบาล กลุ่มภารกิจการศึกษา และกลุ่มภารกิจสนับสนุน ซึ่งส่วนโรงพยาบาลประกอบด้วย 1 สำนักงาน และ 7 ฝ่าย กลุ่มภารกิจการศึกษาประกอบด้วย 19 ภาควิชา และกลุ่มภารกิจสนับสนุนประกอบด้วย 1 สำนักงาน และ 8 ฝ่าย โดยสำนักงานผู้อำนวยการอยู่ในส่วนของโรงพยาบาลวชิรพยาบาล ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1

โครงสร้างองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล

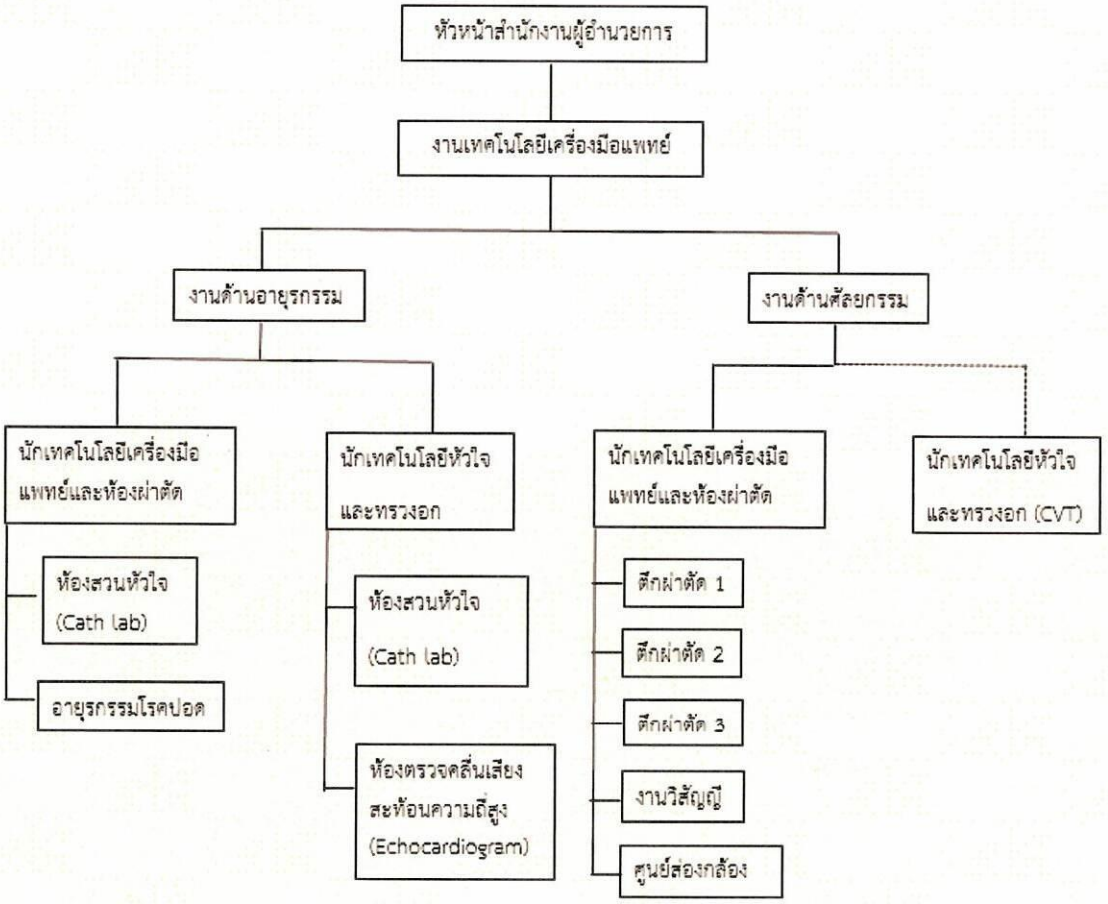


แผนภูมิที่ 1 โครงสร้างองค์กรของคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช
(ที่มา: คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช,2566)

2.2 โครงสร้างหน่วยงาน

โครงสร้างห้องผ่าตัดศัลยกรรมทรวงอกและหัวใจ เป็นหน่วยงานหนึ่งของห้องผ่าตัดศัลยกรรม โรงพยาบาลวชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ให้บริการผู้ป่วยผ่าตัดศัลยกรรมทรวงอกและหัวใจ ทั้งในและนอกเวลาราชการ โดยมีทีมสำหรับปฏิบัติงาน เพื่อรองรับการบริการ มีห้องผ่าตัดหัวใจและปอดจำนวน 1 ห้อง โดยมีนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกอยู่ภายใต้การบริหารงานของหัวหน้างานเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 2

โครงสร้างห้องผ่าตัดศัลยกรรมทรวงอกและหัวใจ



แผนภูมิที่ 2 โครงสร้างห้องผ่าตัดศัลยกรรมทรวงอกและหัวใจ
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช
(ที่มา: ห้องผ่าตัดศัลยกรรมทรวงอกและหัวใจคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช, 2567)

2.3 บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งและลักษณะงานที่ปฏิบัติ

ผู้จัดทำปัจจุบันดำรงตำแหน่งนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกปฏิบัติการ (ตำแหน่งเลขที่ พวช.10876) งานเทคโนโลยีเครื่องมือแพทย์ สำนักงานผู้อำนวยการโรงพยาบาลวชิรพยาบาล คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช หน้าที่รับผิดชอบหลักปฏิบัติหน้าที่นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก ปฏิบัติการประจำห้องผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก ให้บริการผู้ป่วยกลุ่มโรคหัวใจและทรวงอกที่ต้องเข้ารับการผ่าตัดศัลยกรรมทรวงอก ปฏิบัติงานในเวลาราชการ วันจันทร์ถึงศุกร์ 8.00-16.00 น. ร่วมกับอยู่เวร (On call) ปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ และหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการผ่าตัดหัวใจนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกต้องเตรียมพร้อมสำหรับการกลับมาผ่าตัดซ้ำของผู้ป่วยใน 24 ชั่วโมงแรกหลังการผ่าตัด ภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบโดยหัวหน้านักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก

2.3.1 ด้านการปฏิบัติการ

2.3.1.1 ตรวจประเมินระบบหัวใจ ปอด และหลอดเลือดที่มีและไม่มีการสอดใส่วัตถุใด ๆ เข้าไปในร่างกาย และงานที่เกี่ยวข้องกับการผ่าตัด ผู้ป่วยหนักและผู้ป่วยฉุกเฉิน โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการประกอบโรคศิลปะทางเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกภายใต้คำสั่งและ/หรือการดูแลของ ผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรม ควบคุมการปฏิบัติงานและบริการให้มีคุณภาพตามมาตรฐานวิชาชีพเทคโนโลยี หัวใจและทรวงอก เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยหรือรักษาที่ถูกต้องแม่นยำ และทันเวลา

2.3.1.2 รวบรวมข้อมูลทางวิชาการเบื้องต้นทางด้านเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน เพื่อประกอบการวางแผนการจัดทำรายงานทางวิชาการ เพื่อพัฒนางานด้านเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก

2.3.1.3 ติดตาม ประเมินผล สรุปผลการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย ด้านเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของแผนงานโครงการที่รับผิดชอบ

2.3.1.4 ศึกษา วิเคราะห์ วิจัย สำรวจข้อมูลทางวิชาการเบื้องต้นที่ไม่ซับซ้อน เพื่อใช้เป็นข้อมูล ในการวางแผนพัฒนางานทางด้านเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกและสาธารณสุข

2.3.2 ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมกับดำเนินการวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือโครงการเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

2.3.3 ด้านการประสานงาน

2.3.3.1 ประสานการทำงานร่วมกันทั้งภายในและภายนอกทีมงานหรือหน่วยงานเพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนด

2.3.3.2 ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลข้อเท็จจริงแก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

2.3.4 ด้านการบริการ

2.3.4.1 เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับงานการตรวจทางเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกให้แก่ผู้ใช้บริการ ผู้ป่วย ญาติ และประชาชนทั่วไป เพื่อให้มีความเข้าใจในการตรวจทางเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก

2.3.4.2 สนับสนุนการถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกให้แก่บุคคลภายในและภายนอกหน่วยงาน เพื่อให้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะที่จำเป็นในการปฏิบัติงานทางเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก และแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.4.3 ให้บริการข้อมูลแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องที่เกี่ยวกับงานในความรับผิดชอบเพื่อให้ได้ทราบข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์สอดคล้องและสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน

2.3.5 ด้านวิชาการ

2.3.5.1 ฟื้นฟูวิชาการอย่างสม่ำเสมอโดยเข้าร่วมประชุม อบรมวิชาการของหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกโรงพยาบาล และนำความรู้ที่ได้รับมาถ่ายทอดแก่สมาชิกและพัฒนางานด้านการบริการในหน่วยงาน เช่น การประชุมพัฒนาคุณภาพของหน่วยศัลยศาสตร์ทรวงอกและหัวใจ (QIT CVT) ในหน่วยงาน 1 ครั้งต่อเดือน ภายนอกหน่วยงานมีการอบรมและเข้าร่วมประชุมสามัญประจำปีของนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก 1 ครั้งต่อปี โดยอบรมจากผู้เชี่ยวชาญนอกหน่วยงานเกี่ยวกับการปฏิบัติงานทางด้านเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก

2.3.5.2 เป็นอาจารย์พิเศษประจำแหล่งฝึกสำหรับนักศึกษาฝึกงาน และดูงานในสาขาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก ทำแผนการสอนตามที่สถาบันของนักศึกษาได้ส่งรายละเอียดหัวข้อการฝึกปฏิบัติงานมายังแหล่งฝึกปฏิบัติงานในส่วนของห้องผ่าตัดทั้งในระดับชั้นปีที่ 3 และ 4

2.3.5.3 สอน สาธิต นิเทศ ฝึกทักษะ การใช้เครื่องมือแพทย์ต่างๆ แก่นักศึกษาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก รวมถึงสหวิชาชีพอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่เข้ามาดูงานหรือฝึกงานภายในห้องผ่าตัดหัวใจและทรวงอก

บทที่ 3
เทคนิคหรือแนวทางการปฏิบัติงาน

3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานของนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกในการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios เพื่อให้มีประสิทธิภาพ ความรวดเร็ว และปลอดภัย ขณะทำหัตถการตามมาตรฐานวิชาชีพโดยมีหลักเกณฑ์และหลักการปฏิบัติงานดังนี้

3.2 ขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงาน

3.2.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงานการเตรียมผู้ป่วยสำหรับทำหัตถการใส่เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

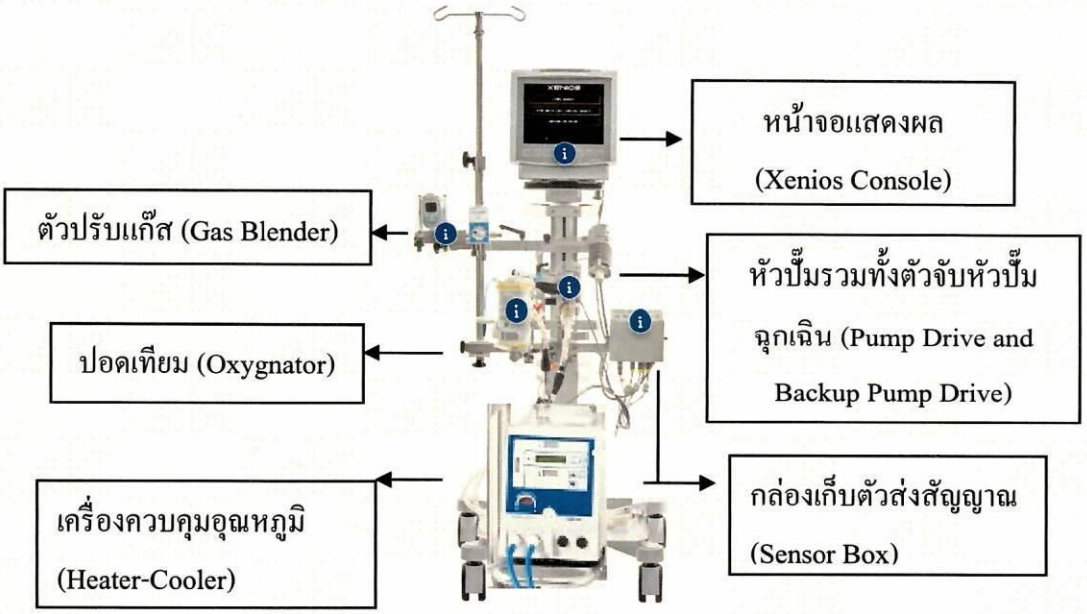
3.2.1.1 ศัลยแพทย์ทำการประเมินผู้ป่วยในรายที่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ร่วมกับทีมสหวิชาชีพ ได้แก่ พยาบาลวิชาชีพ และนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก

3.2.1.2 พยาบาลวิชาชีพเตรียมความพร้อมผู้ป่วย ปูผ้า รวมทั้งเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมสำหรับศัลยแพทย์ในการทำหัตถการแบบ Sterile technique

3.2.1.3 นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกเตรียมอุปกรณ์รวมทั้งเตรียมเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO)

3.2.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานการใส่เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

3.2.2.1 เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจ ประกอบด้วย หน้าจอแสดงผล (Xenios Console) ตัวปรับแก๊ส (Gas Blender) ปอดเทียม (Oxygnator) หัวปั๊มรวมทั้งตัวจับหัวปั๊มฉุกเฉิน (Pump Drive and Backup Pump Drive) กล่องเก็บตัวส่งสัญญาณ (Sensor Box) และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Heater-Cooler) ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios
ที่มา : นางสาวกนกอัญช์ เพิ่มสุวรรณ

3.2.2.2 ขั้นตอนการเปิด-ปิด เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios ดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2 วิธีการเปิด-ปิด เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios
ที่มา : นางสาวกนกอัญช์ เพิ่มสุวรรณ

วิธีการเปิดเครื่อง

กดปุ่มสีเขียวทางด้านซ้ายมือ ค้างไว้ 2 วินาที จนกว่าหน้าจอแสดงผลสว่างขึ้น เพื่อเปิดเครื่องเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

วิธีการปิดเครื่อง

กดปุ่มสีเขียวทางด้านซ้ายมือ ค้างไว้ 2 วินาที จนกว่าหน้าจอแสดงผลดับลง เพื่อปิดเครื่องเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

เมื่อเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios เปิดขึ้นเรียบร้อยแล้ว นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกต้องตรวจเช็คความพร้อมใช้ของเครื่องก่อนใช้งานทุกครั้ง โดยมีการใช้ใบตรวจสอบเครื่องมือ เพื่อใช้ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือก่อนใช้งานจริง

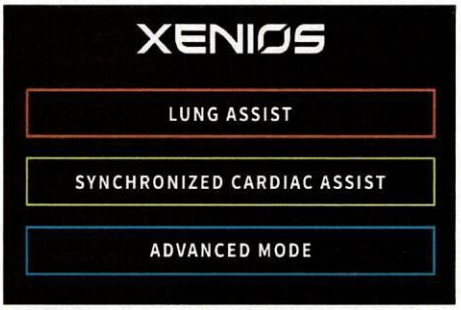
3.2.2.3 เลือกหัวข้อที่ต้องการใช้งาน โดยจะมีให้เลือกทั้งหมด 3 หัวข้อ

3.2.2.3.1 LUNG ASSIST (สำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านปอด)

3.2.2.3.2 ADVANCED MODE (สำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาทั้งหัวใจและปอด)

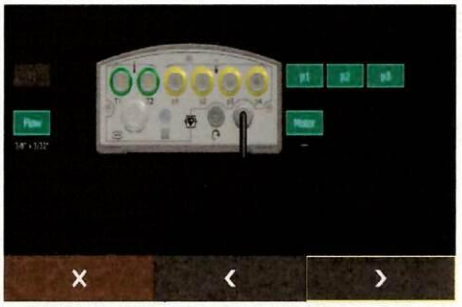
3.2.2.3.3 SYNCHRONIZED CARDIAC ASSIST (ในหัวข้อนี้จะต้องใช้ Sensor Box ที่สามารถต่อเข้ากับ EKG ได้) ดังภาพที่ 3.3

* หมายเหตุ หลังจากเลือกโหมดแล้วไม่สามารถเปลี่ยนโหมดได้



ภาพที่ 3.3 หน้าจอแสดงหัวข้อที่ต้องการใช้งานของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

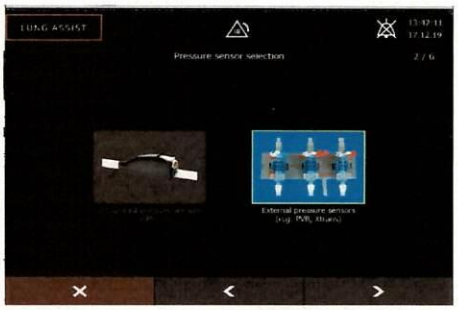
3.2.2.4 หน้าจอจะแสดงการต่อเข้ากับ Connectors ต่าง ๆ (Pressure Sensors, Flow Sensor และ Pump Drive Unit) ซึ่งถ้าหากว่าผู้ใช้งานได้ทำการต่อเข้ากับ Sensor Box เรียบร้อยแล้วจะแสดงเป็นสีเขียว ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 หน้าจอแสดงการต่อเข้ากับ Connector

เมื่อต่อเรียบร้อยแล้วให้ยืนยันโดย กดNEXT › เลือกคำว่า Pressure

3.2.2.5 Sensor ที่ใช้โดยให้กดที่ "External Pressure Sensor" และกดที่ NEXT › ถ้ายังไม่ได้ต่อ Cable Sensor เข้ากับ Pressure transducer ให้กด NEXT › เพื่อข้ามหน้าจอนี้ไปก่อน ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 หน้าจอแสดงการต่อ Pressure Transducer

3.2.2.6 เสียบ Spike ของถุง Filling bag ไปที่สารละลาย (NSS, Acetar) เติมสารละลายลงใน Filling Bag ประมาณ 1,500 – 1,700 ml โดยให้สารละลายอยู่สูงกว่าถุง filling bag

3.2.2.7 แขวนถุง Filling Bag ที่เสาน้ำเกลือ โดยให้ถุง Filling Bag อยู่สูงกว่า Table Set / Pump Head / Membrane Lung ประมาณ 50 เซนติเมตร

3.2.2.8 เปิด Robert Clamp ที่อยู่ใกล้กับถุง Filling Bag เพื่อให้สารละลายไหลลงไปใน Circuit ของ ECMO ซึ่งขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 30 วินาที

เมื่อสารละลายไหลเข้าไปที่ Pump Head แล้วให้ทำการเคาะเบา ๆ เพื่อไล่ฟองอากาศ (Air) ที่อยู่ใน Pump Head ออก

3.2.2.9 ใส่ Pump Head เข้าไปที่ Pump Drive Unit โดยกดตัว Lock ที่อยู่ด้านข้าง Pump Drive ทั้ง 2 ข้าง

3.2.2.9.1 ใส่ Pump Head ให้ตรงกับตำแหน่งของ Pump Drive Unit

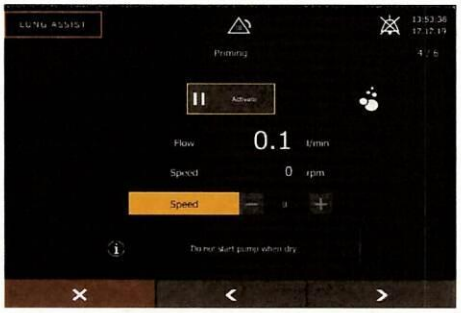
3.2.2.9.2 ใส่ Pump Head ให้ทางออกของเลือดอยู่ด้านบนที่ตำแหน่ง 12 นาฬิกา เพื่อให้ฟองอากาศ (Air) ลอยขึ้นด้านบน

3.2.2.10 ต่อสาย Recirculation Line ระหว่าง Filling Bag และ Venous Ventilation Port (ตรงตำแหน่ง P2 / Blue Three-Way Stopcock) ของ Membrane Lung

หมายเหตุ เปิดทางออกของ Three-Way ทั้ง 2 ด้าน

3.2.2.11 Priming circuit โดยให้กด Actively ที่ "Priming Mode" และ หมุนปุ่มปรับไปที่ 3,000 รอบ ดังภาพที่ 3.6

Start Priming mode ที่ Console โดยให้กดที่



ภาพที่ 3.6 Start Priming Mode

ภาพที่ 3.7 Priming Mode Active

3.2.2.12 นำปอดเทียมออกจากแท่นยึดเกาะปอดเทียม (Holder) และทำการหมุน 180 องศา เพื่อทำการ ไล่ฟองอากาศ (Air) ออกจากวงจรให้สมบูรณ์

3.2.2.13 ใส่ปอดเทียมเข้ากลับไปที่แท่นยึดเกาะปอดเทียม (Holder)

3.2.2.14 หยุดหัวปั๊มโดยกดที่ บนหน้าจอแสดงผลพร้อมทั้งตรวจสอบว่ามีฟองอากาศ (Air) อยู่ในหัวปั๊มอีกหรือไม่

หมายเหตุ ถ้ายังมีฟองอากาศ (Air) ที่หัวปั๊มให้ถอดออกมาอีกครั้งโดยเคาะให้ฟองอากาศ (Air) ลอยขึ้นด้านบนและเมื่อเคาะเสร็จแล้วให้นำหัวปั๊มกลับไปที่ Pump Drive โดยให้ทางออกของเลือดอยู่ด้านบนและ Start Pump อีกครั้งโดยกด และหมุนหัวปั๊มไปที่ 3,000 รอบ ดังภาพที่ 3.6

3.2.2.15 ปิด Three-Way Stopclock และ Remove Ventilation filter ออกจาก Blue Three-Way Stopclock ของปอดเทียม และปิดจุก Three-Way Stopclock ด้วยจุก Sterile

3.2.2.16 ปิด Three-Way Stopclock และ Remove ventilation filter ออกจาก Red Three-Way Stopclock ของปอดเทียม และปิดจุก Three-Way Stopclock ด้วยจุก Sterile

3.2.2.17. เมื่อไม่มีฟองอากาศในวงจรของ ECMO ให้หยุด Priming Mode โดยกด ดังภาพที่ 3.7

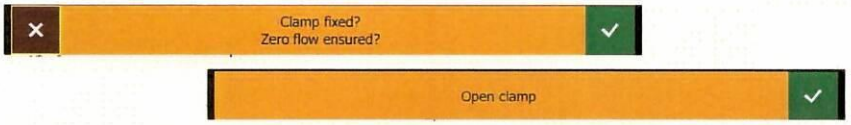
3.2.2.18 กดหน้าจอถัดไป โดยกด NEXT

3.2.2.19 ปิด Robert Clamp ที่ใกล้ถุง Filling Bag ที่สายสีน้ำเงิน

3.2.2.20 Calibration Flow Sensor โดยการกดที่ ดังภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8 หน้าจอ Calibration Flow Sensor

3.2.2.21 Confirmation Box แสดงการ Calibration เสร็จเรียบร้อย



ภาพที่ 3.9 Confirmation Box เพื่อทำการ Calibration

ปฏิบัติตามวิธีบนหน้าจอแสดงผล และกด “OK” ✓ เพื่อเป็นการยืนยัน และทำการ Clamp สาย

3.2.2.22 กด NEXT Screen โดยกด NEXT

3.2.2.23 กดที่โหมด Function “Zero flow at air bubbles” สามารถ Activated โดยกด “OK” และกดหน้าจอถัดไป โดยกด NEXT

3.2.3 ขั้นตอนการเตรียม set ECMO for adult

3.2.3.1 เปิด Sterile Packaging ของ Support Set ที่ต้องการใช้งาน

1. ปอดเทียม / Extracorporeal membrane oxygenator (Hilite 7000 LT)
2. หัวปั๊ม / Pump head
3. Priming bag
4. Tubing
5. Recirculation tube
6. Clamp
7. Three way spare part
8. Cable tie
9. Pressure sensor
10. Syringe
11. Caps
12. Gas tubing

ภาพที่ 3.10 ชุดสายยางและปอดเทียมของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

3.2.3.2 นำสาย Gas และ อุปกรณ์ที่อยู่ใน Packaging Sterile ออกจากกล่อง

3.2.3.3 ตรวจสอบข้อต่อ และใส่ Three-Way ตามตำแหน่งต่าง ๆ ให้แน่นเพื่อป้องกันการหลุดของข้อต่อ

3.2.3.4 ใส่ตัว Membrane lung ในแกนของตัวจับปอดเทียม

3.2.3.5 แขวน Table Set ที่อยู่ในส่วนของ Sterile ให้อยู่สูงกว่าระดับของ Membrane Lung

3.2.3.6 แขวน Priming Bag ที่เสาน้ำเกลือ พร้อมเสียบถุง NSS 1,000 ml.+ 5,000 U of Heparin เข้ากับ Quick Prime ที่ถุง Filling Bag

3.2.3.7 ปิด Robert Clamps ที่สายสีน้ำเงิน บริเวณใกล้กับถุง Priming Bag

3.2.3.8 ระหว่างที่รอให้ NSS ไหลลงไปที่ถุง Priming ให้ทำการทดสอบ Membrane Lung

3.2.3.8.1 โดยการนำสายน้ำจาก Heater-Cooler มาต่อเข้ากับ Heat Exchanger ของ Membrane Lung และปรับอุณหภูมิของน้ำให้อยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส

3.2.3.8.2 เปิดเครื่อง Heater-Cooler แล้ววนน้ำให้ผ่าน Membrane Lung ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาทีแล้วให้ดูบริเวณตัว Membrane Lung ว่ามีการรั่วไหลของน้ำออกมาหรือไม่

3.2.3.8.3 ถ้าพบว่ามีน้ำไหลออกมาให้ทำการเปลี่ยน Set ใหม่ทันทีและเก็บกล่องไว้เพื่อทำการส่งกลับคืนบริษัท

3.2.3.9 Remove Yellow Cap ออกจาก Gas Outlet ของ Membrane Lung

3.2.3.10 ใส่ Flow Sensor เข้าไปที่สายยางโดยใส่ให้ทิศทางการไหลไปตามตำแหน่งของการไหล

หมายเหตุ โดยตำแหน่งของการใส่ Flow Sensor อยู่หลังจากตำแหน่งของ P3 และหัวลูกศรของ Flow Sensor ชี้ไปที่ทิศทางการไหลที่จะเข้าตัวผู้ป่วย

3.2.4 ขั้นตอนการเตรียมสาย Pressure Transducer

3.2.4.1 แขวนขวดน้ำเกลือที่ผสม Heparin ใน Pressure Bag

3.2.4.2 เปิด Three-Way ของ Transducer โดยหมุนไปฝั่งขวา (ตรงกลาง)

3.2.4.3 เพิ่มแรงดันที่ Pressure Bag ประมาณ 300 mmHg โดยการหมุน Three-Way ที่ Pressure Bag ไปฝั่งขวา

3.2.4.4 บีบกระเปาะจนถึงแรงดันที่ต้องการแล้วให้หมุน Three-Way ขึ้นด้านบนฝั่งที่ติดกับ Pressure Bag เพื่อล็อคไว้

3.2.4.5 ต่อ Transducer เข้ากับ Holder โดยให้หันด้านสายที่จะต่อเข้า ECMO Circuit ขึ้นด้านบน

หมายเหตุ P1: ปลายสาย Transducer จะไม่มีสี ใช้ต่อเข้ากับ Two-Way ก่อนเข้า Pump Head

P2: ปลายสาย Transducer จะมีสีน้ำเงิน ใช้ต่อเข้ากับ Blue Three-Way ที่บริเวณ ด้านบนของ Membrane Lung

P3: ปลายสาย Transducer จะมีสีแดง ใช้ต่อเข้ากับ Red Three-Way หลังจากออก Membrane Lung

3.2.4.6 ดึงที่ Valve Flush ของแต่ละ Transducer เพื่อไล่ Air ใน Circuit ทิ้ง

3.2.4.7 ต่อ Transducer เข้ากับ ECMO Circuit ตามตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยสังเกตุจาก Color code ของปลาย Transducer จะตรงกับสีของ Three-Way / Two-Way ใน Circuit

3.2.4.8 โดยขณะที่ต่อให้เปิด Three-Way / Two-Way ของส่วน Circuit เพื่อไล่น้ำออกมาบางส่วนเช่นกัน เพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศ

3.2.4.9 ต่อสาย Pressure Cable เข้ากับ Sensor Box ตามตำแหน่ง P1, P2, P3 ให้ถูกต้อง

3.2.4.10 หมุน Three-Way ของ Transducer ขึ้นด้านบน (ฝั่งที่จะต่อเข้ากับผู้ป่วย) แล้วดึงก้านสีแดงออกจาก Three-Way

3.2.4.11 กด Set Zero Presure บนหน้าจอ ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.11 ภาพแสดงการ Set Zero Pressure

3.2.4.12 ปิดก้านสีแดงเข้าตำแหน่งเดิมพร้อมทั้งหมุน Three-Way ของ Transducer กลับมาด้านขวาเพื่อเปิดให้สารละลายไหล

3.2.5 ขั้นตอนการ Off เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

3.2.5.1 เมื่อผู้ป่วยอาการดีขึ้นหรือแพทย์เจ้าของไข้ต้องการ Off เครื่อง ให้ทำการแจ้งแพทย์ที่จะทำการถอดสาย โดยมีผล Arterial Biood Gas อยู่ในเกณฑ์ปกติ แสดงค่า $PaO_2 > 70$ mmHg และค่า pH อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยไม่แสดงอาการหอบเหนื่อย

3.2.5.2 ให้พยาบาลเตรียมเลือด (LPRC) ในกรณีที่คาดว่าจะเสียเลือดมาก

3.2.5.3 หยุด Heparin อย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนถอดสาย

3.2.5.4 แพทย์เย็บปิดและกดบริเวณที่สาย โดยนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกทำการ Clamp หรือหนีบสายออกจากตัวผู้ป่วย เพื่อไม่ให้เลือดออกมาที่เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

3.2.5.5 ทำการปิดเครื่องและทำความสะอาดให้พร้อมใช้งานในครั้งต่อไป

บทที่ 4
ปัญหา อุปสรรคและแนวทางแก้ไข

4.1 ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน

จากการนำคู่มือการปฏิบัติงานการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios มาใช้กับการปฏิบัติงานให้กับนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก และสอนนิเทศงานให้กับนักศึกษาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกภายในห้องผ่าตัดหัวใจ ธันวาคม พ.ศ. 2567 - มกราคม พ.ศ. 2568 พบปัญหาอุปสรรค ดังนี้

4.1.1 นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกที่มีประสบการณ์น้อยกว่า 1 ปี รวมทั้งนักศึกษาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก ยังไม่สามารถปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนในการเตรียมเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios สำหรับการทำหัตถการการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอดจากการใช้คู่มือได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

4.1.2 นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกที่มีประสบการณ์น้อยกว่า 1 ปี รวมทั้งนักศึกษาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก ยังขาดทักษะความรู้ ความเข้าใจรวมถึงความรวดเร็วในกรณีที่ต้องช่วยศัลยแพทย์ทำหัตถการเร่งด่วน ในการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

4.2 แนวทางการแก้ไขและพัฒนา

4.2.1 จัดให้ความรู้ด้านทฤษฎี และสาธิตขั้นตอนการเตรียมเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios การตรวจสอบเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอดก่อนการทำหัตถการประจำสัปดาห์ ปรับปรุงคู่มือให้มีลำดับขั้นตอนการใช้งานที่จัดเจนและง่ายต่อการนำไปใช้งานมากขึ้น

4.2.2 จัดให้มีนักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกพี่เลี้ยงเพื่อช่วยเหลือและสอนการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios ในผู้ป่วยแต่ละราย

บทที่ 5
ข้อเสนอแนะ

5.1 ข้อเสนอแนะ

5.1.1 ปรับปรุงคู่มือการปฏิบัติงานการใช้เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios ให้อยู่ในรูปแบบของ QR code เพื่อให้ง่ายแก่การเข้าใจของผู้ศึกษาข้อมูล

บรรณานุกรม

รศ.นพ.ปรัญญา สากิยลักษณ์. (2562). ตำราเครื่องช่วยพยุงการทำงานของปอดและหัวใจในผู้ใหญ่. กทม: โรงพิมพ์พริ้นท์เอเบิ้ล.

Bangkok Dusit Medical Services. (n.d.). ECMO เทคโนโลยีเครื่องปอดและหัวใจเทียมช่วยชีวิต / Bangkok Heart Hospital. Bangkok Heart Hospital. https://www.bangkokhearthospital.com /content/ecmo-extracorporeal-membrane-oxygenation

Bottrel S, Bennett M, Augustin S, Thuys C, Schultz B, Horton A, et al. A comparison study of haemolysis production in three contemporary centrifugal pumps. Perfusion.2014;29(5);411-6.

Gajkowski, E. F., Herrera, G., Hatton, L., Antonini, M. V., Vercaemst, L., & Cooley, E. (2022). ELSO Guidelines for adult and Pediatric Extracorporeal Membrane Oxygenation Circuits. ASAIO Journal, 68(2), 133–152. https://doi.org/10.1097/mat.0000000000001630

Tonna, J. E., Abrams, D., Brodie, D., Greenwood, J. C., Mateo-Sidron, J. a. R., Usman, A.,& Fan, E. (2021). Management of Adult Patients Supported with Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation (VV ECMO): Guideline from the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO). ASAIO Journal, 67(6), 601–610. https://doi.org/10.1097/mat.0000000000001432

Vyas, A., & Bishop, M. A. (2023, June 21). Extracorporeal membrane oxygenation in adults. StatPearls - NCBI Bookshelf. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK576426/

Xenios AG. (2024, March 1). *ECMO with Xenios console.* https://www.xenios-ag.com/therapeutic-application/ecls/ecmo/

ภาคผนวก

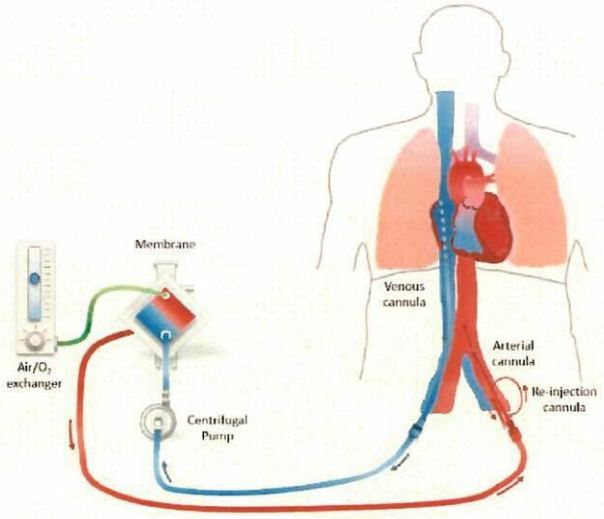
ภาคผนวก ก
ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) และชนิดของ ECMO

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO)

เครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด หรือเครื่อง ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygen ; ECMO) ทำงานโดยนำเลือดจากระบบเลือดดำของผู้ป่วยมาผ่านปอดเทียม (Membrane xygentor) เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนและลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนจะนำกลับเข้าสู่ร่างกายผู้ป่วย ดังแสดงในภาพที่ ก-1 ดังนั้นเครื่อง ECMO จึงสามารถทำงานแทนปอดของผู้ป่วยได้ในกรณีที่ปอดของผู้ป่วยไม่สามารถแลกเปลี่ยนแก๊สได้ตามปกติ

นอกจากนี้การที่เครื่อง ECMO ทำงานเหมือนเครื่องปอดและหัวใจเทียม (Heart Lung Machine) จึงสามารถทำงานแทนระบบหัวใจและการไหลเวียนเลือดของผู้ป่วยในกรณีที่มีภาวะหัวใจล้มเหลวได้ด้วยเช่นกัน

การใส่และการดูแลเครื่อง ECMO ในผู้ป่วยแต่ละกรณีนั้นมีความแตกต่างกัน บุคลากรทางการแพทย์ที่ดูแลผู้ป่วยจึงต้องเข้าใจในหลักการทำงานของเครื่อง ECMO และผลต่อสรีรวิทยาของผู้ป่วยที่ใส่เครื่อง ECMO



ภาพที่ ก-1 แสดงรูปภาพแสดงการทำงานของ ECMO

ที่มา https://www.blockdit.com/posts/639acbdd6ef669bb244bdc70 สืบค้นวันที่ 04/12/67

ชนิดของ ECMO

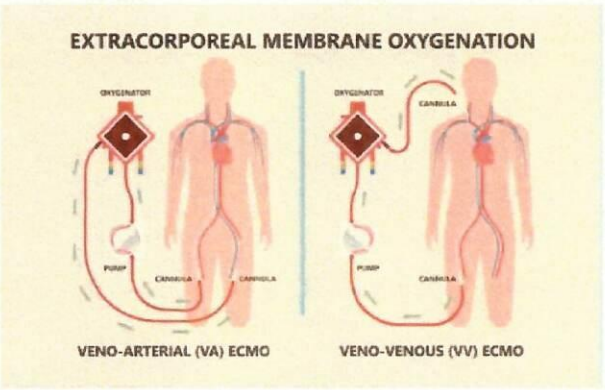
การเรียกชนิดของเครื่อง ECMO นั้นจะขึ้นกับว่าเลือดนั้นดูดมาจากระบบเลือดไหนเป็นชื่อแรก และเลือดที่ออกจาก Membrane Oxygenator นั้นกลับเข้าสู่ร่างกายของผู้ป่วยทางระบบเลือดไหนเป็นชื่อถัดไป ดังนั้น ECMO แบ่งได้เป็น

1. Veno-Arterial ECMO (VA Ecmo) คือ การดูดเลือดจาก Venous System ผ่าน Oxygenator แล้วนำเลือดกลับเข้าสู่ระบบ Arterial System ดังภาพที่แสดง ก-2

2. Veno-Venous ECMO (VV Ecmo) คือ การดูดเลือดจาก Venous System ผ่าน Oxygenator แล้วนำเลือดกลับเข้าสู่ระบบ Venous System ดังภาพที่แสดง ก-2

3. Veno-Venous-Arterial ECMO (VVA) คือ การดูดเลือดจาก Venous System ผ่าน Oxygenator แล้วนำเลือดกลับทั้งสองระบบคือ Venous และ Arterial System โดยสายยางที่ออกจาก Oxygenator จะแยกออกเป็น 2 สาย

4. Extra-Corporeal Carbon Dioxide Removal ($ECCO_2R$) เป็นการนำเลือดผ่าน Membrane Oxygenator แต่ด้วย Flow ที่ต่ำเพื่อดึง Carbon Dioxide ออกจากเลือดได้ด้วย Flow ที่ต่ำจึงไม่สามารถที่จะเพิ่ม Oxygen ในเลือดได้ โดยแบ่งเป็นระบบที่ใช้ปั๊มซึ่งจะเหมือนกับ VV Ecmo และระบบที่ไม่ใช้ปั๊ม (Pumpless) แต่จะใช้แรงดันของเลือดจากระบบ Arterial ขับเคลื่อนเลือดผ่าน Membrane ดังนั้นเลือดจะไหลจาก Arterial System ผ่าน Membrane Oxygenator เข้าสู่ Venous System เรียกว่า Arteriovenous Carbon Dioxide Removal ($AVCO_2R$)



ภาพที่ ก-2 แสดงรูปภาพแสดง Veno-arterial Ecmo (VA Ecmo) และ Veno-venous Ecmo (VV Ecmo) ที่มา https://www.medicoverhospitals.in/articles/ecmo สืบค้นวันที่ 04/12/67

ภาคผนวก ข

วงจรและส่วนประกอบของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO)

การใช้ ECMO สำหรับผู้ป่วยที่หัวใจและปอดล้มเหลวมีการพัฒนามาเป็นเวลานานทำให้การใส่ ECMO นั้นสามารถใส่ได้นานขึ้น ง่ายขึ้น และส่งผลให้อัตราการเสียชีวิตในผู้ป่วยที่ใส่ ECMO ลดลง ส่วนประกอบสำคัญของ ECMO มีดังต่อไปนี้

1. ปั๊มเลือด (Blood Pump)
2. Membrane Oxygenator
3. Heater Cooler Unit
4. Gas Blender
5. Controller และ Monitor

ปั๊มเลือด (Blood Pump)

ปั๊มที่ใช้ใน ECMO จะต่างกับปั๊มที่ใช้ในการให้สารละลายเข้าทางเส้นเลือดดำ เนื่องจากปั๊มจะต้องสามารถให้ Flow ได้เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ECMO ในระยะแรกใช้ปั๊มชนิดเดียวกับที่ใช้ในเครื่องหัวใจและปอดเทียมคือ ปั๊มแบบลูกกลิ้ง (Roller Pump) แต่ในปัจจุบันจะใช้ปั๊มแบบหมุนเหวี่ยง (Centrifugal Pump) เนื่องจากสามารถใช้ได้นานกว่า ขนาดเล็กกว่า และปลอดภัยกว่า

Centrifugal Pump มีหลักการทำงานโดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force) ของใบพัดปั๊ม (Impeller) และเป็นผลให้มีการไหลของเลือดหรือสารน้ำจากศูนย์กลางของใบพัดออกไปสู่แนวเส้นรอบวงทุกทิศทาง (Radial flow) ใบพัดจะอยู่ในเรือนปั๊ม (Casing) เพื่อทำหน้าที่รวบรวมและผลักดันเลือดไปสู่ทางจ่าย (Discharge opening) เพื่อต่อเข้ากับสายยาง Centrifugal Pump จะมีมอเตอร์ขนาดเล็ก และมีความคงทนกว่า Roller pump โดยเฉพาะ Centrifugal Pump รุ่นหลังสามารถใช้ได้เป็นเวลานานหลายสัปดาห์

ด้านที่เลือดไหลเข้าของ Centrifugal Pump จะอยู่ตรงกลางของเรือนปั๊ม เมื่อใบพัดปั๊มหมุนจะทำให้เกิดแรงดูด (Negative Pressure) เหมือนลักษณะของพายุโทนาโด ในกรณีที่สายยางหรือสาย Cannula มีการอุดตันจะยังมีแรงเหวี่ยงให้เลือดหรือสารน้ำเหวี่ยงออกรอบ ๆ ทำให้เกิด Negative Pressure มากขึ้นเรื่อย ๆ ในตัวปั๊ม ส่งผลให้เกิดโพรงอากาศในของเหลว เรียกว่า cavitaton ซึ่งจะมีลักษณะของฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมากเกิดขึ้นในบริเวณสารน้ำที่มีความดันต่ำกว่า -200 มม.ปรอท ทำให้เกิด Air Emboli ในผู้ป่วยได้ นอกจากนี้ยังทำให้เกิด Hemolysis ได้ อย่างไรก็ตามปัจจุบันการใช้ Collapsible Bladder ในเครื่อง ECMO ที่ใช้ Centrifugal Pump นั้นไม่เป็นที่นิยมเพราะเป็นการเพิ่มส่วนประกอบในสายทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิด Thrombus หรือ Hemolysis การป้องกันจึงทำได้โดยไม่ให้รอบของ Centrifugal pump สูงเกินไป และลดรอบลงเมื่อมีการกระตุกของสายยาง

ด้านที่เลือดไหลออกจากเรือนปั๊มจะทำมุมตั้งฉากกับท่อนำเลือดเข้า ปริมาณเลือดที่ออกนั้นจะขึ้นกับความเร็วของรอบ Preload และ Afterload ดังนั้นการมีแรงต้านทานสูงที่ปลายทางออกจะไม่ทำให้ความดันในระบบสูงขึ้นมากเมื่อเทียบกับ Roller Pump จึงไม่เสี่ยงต่อ Circuit Blow Out นอกจากนั้นแล้ว Centrifugal Pump จะไม่สามารถดัน Air Emboli ขนาดใหญ่ได้ เนื่องจากเมื่อมีอากาศเข้ามาในหัวปั๊มแล้วจะทำให้หัวปั๊มสูญเสีย Negative Pressure ไป จึงทำให้ Centrifugal Pump มีความปลอดภัยกว่า Roller Pump ในการใช้ประกอบเป็นเครื่อง ECMO

ปอดเทียม (Oxygenator)

ปอดเทียม (Oxygenator) ตั้งแต่มีการพัฒนาและใช้กับผู้ป่วยมาจนถึงปัจจุบันมี 3 ชนิด คือ

1. Film-type Oxygenator เป็น Oxygenator รุ่นแรกโดยที่ใช้กันโดยการทำให้เลือดบางเหมือนฟิล์มและให้มีการแลกเปลี่ยนแก๊สที่พื้นผิวของเลือด เนื่องจากต้องใช้ปริมาณพื้นผิวจำนวนมากเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊สจึงต้องมีการใช้ปริมาณ Priming Volume มาก

2. Bubble Oxygenator เป็นการใส่ฟองแก๊สเล็ก ๆ เข้าไปในเลือด การแลกเปลี่ยนแก๊สจะทำได้ดีเพราะมีพื้นผิวแลกเปลี่ยนแก๊สจำนวนมากเป็น Oxygenator ที่ใช้กันแพร่หลายในอดีตสำหรับการผ่าตัดหัวใจ แต่การสัมผัสกันโดยตรงของแก๊สและเลือดทำให้เกิดการทำลายของเม็ดเลือด เกล็ดเลือด หลังจากที่เลือดได้รับการฟอก ฟองอากาศจะลอยขึ้นสูง และถูกแยกออกโดยการใช้สารที่ทำให้โฟมลดลง (Defoaming agent) และเครื่องดักฟองอากาศ Bubble Oxygenator จำเป็นที่จะต้องมีเลือดอยู่ใน Reservoir ตลอดเวลาในปริมาณที่เพียงพอ

3. Membrane Oxygenator เป็น Oxygenator รุ่นที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เป็น Oxygenator ที่ได้รับการพัฒนามานานเพื่อแก้ปัญหาของการสัมผัสระหว่างเลือดกับแก๊ส แต่ในอดีตยังไม่มีวัสดุที่มีคุณสมบัติสามารถแลกเปลี่ยน Oxygen กับ Carbon Dioxide ได้ดี ปัจจุบันมีสองชนิด คือ Microporous Membrane และ True Membrane

3.1 Microporous Membrane เป็น Hollow Polypropylene Fiber ที่มีรูเล็ก ๆ ขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน เมื่อเริ่มใช้เลือดและแก๊สจะสัมผัสกันชั่วคราวจนมีโปรตีนมาเคลือบรูเล็ก ๆ และทำหน้าที่กั้นไม่ให้เลือดกับแก๊สสัมผัสกันแต่ Oxygen และ Carbon Dioxide สามารถเคลื่อนที่ผ่านได้ แต่เมื่อใช้ไปนานเกิน 8 ชั่วโมง ประสิทธิภาพของโปรตีนที่เคลือบรูเล็ก ๆ จะเปลี่ยนไปทำให้เกิดการรั่วของซีรั่มได้ (Plasma Leak) ดังนั้น Membrane นี้จึงเหมาะสมสำหรับการใช้เครื่องหัวใจและปอดเทียมขณะทำการผ่าตัดหัวใจ (Heart Lung Machine) เนื่องจากมีราคาไม่แพงและประสิทธิภาพดีในเวลาอันสั้น ในอดีตก่อนจะมี True Membrane ที่ดีก็จะใช้ Microporous Membrane ใน ECMO แต่ปัจจุบันจะใช้เป็น True Membrane

3.2 True Membrane เป็น Membrane ที่แยกเลือดกับแก๊สทั้งหมด ในอดีต Membrane นั้นสร้างจากแผ่น Silicone โดยแผ่น Membrane จะม้วนเป็นชั้น ๆ Silicone Membrane ใช้แรงดันขนาดสูงและเกิด Hemolysis จึงเลิกผลิตไปปัจจุบัน True Membrane ที่ใช้อยู่จึงเป็น polymethylpentene (PMP) ซึ่งเป็น Hollow Fiber เช่นเดียวกับ Microporous Membrane แต่ไม่มีรูเล็ก ๆ จึงไม่มี Plasma Leak เมื่อใช้งานเป็นเวลานาน PMP ในทุก Oxygenator นั้นผลิตจากโรงงานเดียวกันคือ Membrana Gmbh ซึ่งปัจจุบันคือ 3M และ Membrane มีชื่อทางการค้าคือ OXYPLUS แม้ว่า PMP Membrane Oxygenator จะมีราคาสูงกว่า Microporous Membrane Oxygenator แต่ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับ ECMO

ภาพที่ ข-1 แสดงรูปภาพปอดเทียม (Oxygenator)

ที่มา https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-professions/membrane-oxygenator สืบค้นวันที่ 04/12/67

Heater Cooler Unit

ในขณะที่มีการใช้เครื่อง ECMO นั้น เลือดผู้ป่วยจะไหลผ่านสายยางเข้ามาในปั๊มและ Oxygenator แล้วจึงไหลกลับสู่ผู้ป่วยผ่านสายยางนั้นอีกเส้น ทำให้อุณหภูมิของเลือดต่ำลงจากการเสียความร้อนระหว่างที่เลือดอยู่ในสายยางและจากการที่มีแก๊สวิ่งผ่าน Membrane Oxygenator ทำให้ความร้อนเสียไป การใช้แก๊สที่มีอุณหภูมิอุ่นสามารถช่วยเพิ่มอุณหภูมิได้แต่ไม่เพียงพอจึงจำเป็นต้องมี Heat Exchanger หรือเครื่องทำความร้อนในชุดเครื่อง ECMO เพื่อปรับอุณหภูมิของเลือดให้เหมาะสม ในกรณีที่จะต้องลดอุณหภูมิผู้ป่วย เช่น หลังการทำ ECPR ก็จะใช้การลดอุณหภูมิที่ Heat Exchanger เช่นกัน

การทำงานของ Heat Exchanger ประกอบด้วย Heater Cooler Unit หรือเครื่องปรับอุณหภูมิของน้ำตามที่กำหนดแล้ววิ่งผ่าน Heat Exchanger วิ่งเป็น Coil หรือ Fiber อยู่ภายใน Oxygenator

เพื่อให้ความร้อนแก่เลือด ในรายละเอียดของ Oxygenator แต่ละยี่ห้อจะระบุพื้นที่ให้ความร้อน โดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำใน Heater Cooler Unit มักจะไม่เกิน 38.5 C^{o}

น้ำอุ่นใน Coil หรือ Fiber ของ Heat Exchanger ใน Oxygenator จะไม่สัมผัสกับเลือด ดังนั้นถ้ามีเลือดปนอยู่ในน้ำอุ่นที่ไหลวนอยู่แสดงว่ามีรอยแตกของ Coil หรือ Fiber ซึ่งจะทำให้เกิด Contamination ได้จึงควรจะเปลี่ยน Membrane นอกจากนี้แล้ว Heat Exchanger ควรได้รับการดูแลทำความสะอาดด้วยน้ำยา Antiseptic อย่างสม่ำเสมอ

ปัจจุบัน Heater Cooler Unit ที่ใช้ในเครื่อง ECMO ทุกยี่ห้อผลิตจากบริษัทเดียวกัน คือ บริษัท HICO และเป็นชนิดเดียวที่ใช้กับ Water Pad ในการปรับอุณหภูมิผู้ป่วย จึงมีวิธีใช้งานเหมือนกัน โดยที่จะต้องเติมน้ำเข้าไปในเครื่อง ปรับอุณหภูมิที่ต้องการและต่อสายเพื่อนำน้ำที่ปรับอุณหภูมิจากเครื่องผ่านสายยางเข้าสู่ Oxygenator

ภาพที่ ข-2 แสดงรูปภาพ Heater Cooler Unit

ที่มา https://www.hico.de/en/hico-variotherm-550.html สืบค้นวันที่ 04/12/67

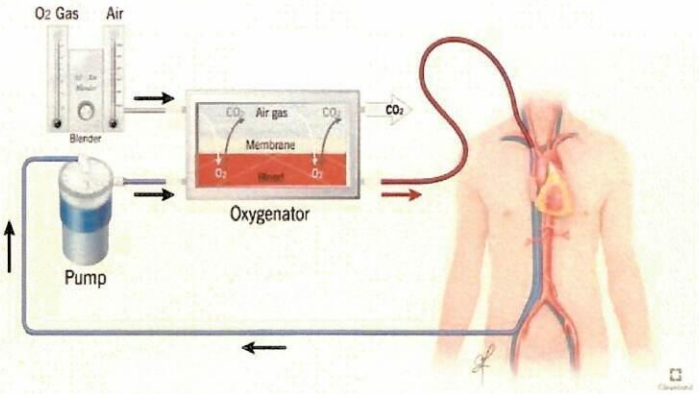
Gas Blender

Oxygenator จะประกอบด้วย PMP Membrane ที่เป็น Hollow Fiber ที่มีเลือดและแก๊สวิ่งอยู่คนละด้าน ซึ่งจะเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สผ่าน Membrane คือการดึงเอา CO_2 ออกจากเลือด และเพิ่ม O_2 เข้าไปในเลือด (ดังแสดงในภาพที่ ข-3) การควบคุมปริมาณของ CO_2 และ O_2 จะทำโดยปรับ Gas Blender ซึ่งจะทำหน้าที่ผสมอากาศ (Air) กับ Oxygen ก่อนส่งเข้าไปใน Oxygenator การปรับปริมาณ Oxygen จะทำได้โดยการปรับ FiO_2 ส่วนการปรับ CO_2 จะต้องปรับ Flow ของแก๊ส (Sweep Gas) การเพิ่ม Sweep Gas Flow จะทำให้มีการดึง CO_2 ออกจากเลือดมากขึ้น การลด Sweep Gas Flow จะทำให้

การดึง CO_2 จากเลือดลดลง ในกรณีที่ต้องการให้ CO_2 สูงขึ้นแต่ไม่สามารถลด Sweep Gas ได้ จะใช้การผสมของ CO_2 เข้าไปในแก๊สผ่าน Gas Blender การปรับ Sweep Gas Flow จะไม่มีผลต่อระดับ Oxygen แต่อย่างใด

ภาพที่ ข-3 แสดงรูปภาพ Gas blender

ที่มา https://www.medicalexpo.com/prod/sechrist-industries/product77204537089.html สืบค้นวันที่ 04/12/67



ภาพที่ ข-4 แสดงรูปภาพการทำงานของปอดเทียมใน Circuit ECMO

ที่มา https://consultqd.clevelandclinic.org/venovenous-extracorporeal-membrane-oxygenation-for-lung-failure สืบค้นวันที่ 04/12/67

Monitoring ECMO Circuit

การติดตั้ง Monitor ใน ECMO circuit สามารถทำได้ในหลายตำแหน่งเพื่อที่จะได้นำข้อมูลมาช่วยในการปรับ ECMO Setting หรือการมีระบบการร้องเตือน (Alarming) ในกรณีที่มีสิ่งผิดปกติ Monitor ใน ECMO Circuit มีดังต่อไปนี้

1. Flow Meter

Flow Meter ที่ใช้ในเครื่อง ECMO เป็น Ultrasonic Flow Detector ซึ่งมีพื้นที่เป็นแบบแยกและแบบที่อยู่ในตัวปั๊ม ได้แก่ ECMO ของ Rotaflow ส่วน Flow Monitor จะอยู่จอแสดงผลและเครื่องควบคุม Centrifugal Pump มักจะแสดงผลติดกับการแสดงผลของรอบของ Centrifugal Pump

2. Oxygen Saturation

การวัดระดับของ Oxygen Saturation ใน ECMO Circuit สามารถวัดได้หลายวิธี การส่งเลือดไปตรวจโดยตรงนั้นจะไม่สามารถทำได้บ่อยโดยเฉพาะในเด็กเล็กและเด็กแรกเกิด รวมทั้งไม่สามารถบอก Oxygen Saturation แบบต่อเนื่อง (Real Time) ได้ Noninvasive Oxygen Monitoring ที่ใช้ในเครื่อง ECMO นั้นจะมีทั้งแบบที่ใช้การใส่ Optical Probe เข้าไปใน Connector แบบพิเศษหรือการใช้ Sensor ติดบนสายยางในผู้ป่วยที่ใส่ VA ECMO จะวัด Oxygen Saturationของ Venous Drainage ซึ่งเทียบได้กับค่า Mixed Venous Saturation เพื่อประเมินว่าผู้ป่วยได้รับการช่วยเหลือจากเครื่อง ECMO เพียงพอหรือไม่ Monitor บางชนิดสามารถที่จะวัดค่า Hemoglobin ,Hematocrit และอุณหภูมิไปพร้อมกันได้ ส่วนการวัด Oxygen Saturation ของ Venous Drainage ใน VV ECMO นั้นจะไม่ได้ค่า Mix Venous ที่แท้จริงเนื่องจากจะมีเลือดแดงส่วนหนึ่งจาก Arterial Cannula ไหลเข้ามาปน (Recirculation) ส่วนการ Monitor Post Membrane Oxygen Saturation นั้นไม่ไวพอที่จะบอกถึงการเสื่อมสภาพของ Oxygenator ได้เนื่องจากสิ่งที่จะได้เห็นได้ก่อน คือ การลดลงของ PaO_2 และการเพิ่มขึ้นของ Pressure Gradient

3. Circuit Pressure

การวัดความดันในระบบปกติจะวัด Pre-Oxygenator Pressure และ Post-Oxygenator Pressure เพื่อดู Pressure Gradient หรือวัดที่สาย Venous Drainage เพื่อดู Negative Pressure กรณีที่ Pressure Gradient ของ Oxygenator สูงขึ้นแสดงว่าอาจจะมีลิ่มเลือดหรือ Fibrin ใน Oxygenator ส่วนในกรณีที่ Venous Drainage มี Negative Pressure มากเกินไปแสดงว่าปั๊มไม่สามารถดึงเลือดได้ดี สาเหตุอาจเกิดจาก Hypovolemia ผู้ป่วยเปลี่ยนท่าหรือเพิ่มความดันในช่องอกจากการเบ่งหรือไอ และสาย Cannula หรือสายยางมีการหักงอ เนื่องจากหัวปั๊มยังหมุนอย่างต่อเนื่อง จะทำให้เกิด Negative Pressure อย่างมากในหัวปั๊มจนทำให้เกิด Cavitation ซึ่งเป็นภาวะที่แก๊สถูกดึงออกจากสารน้ำจนกลายเป็นฟองอากาศและทำให้เม็ดเลือดแดงแตก (Hemolysis) Cavitation เกิดได้ถ้า Negative Pressure ติดลบมากกว่า -600 มม.ปรอท และเม็ดเลือดแดงเกิด Hemolysis ได้เมื่ออยู่ในภาวะ Negative Pressure ร่วมกับ Cavitation การ Monitor Venous Drainage Pressure พร้อมกับการมีระบบสัญญาณเตือน (Alarm) จะช่วยลดโอกาสที่จะเกิด Cavitation ได้

ภาคผนวก ค

ภาวะแทรกซ้อนจากการใช้เครื่อง ECMO

การใส่เครื่อง ECMO ในผู้ป่วยนั้น มีโอกาสที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนได้หลายอย่าง เนื่องจากการใส่เครื่อง ECMO เป็นหัตถการที่มีความเสี่ยง ผู้ป่วยเองก็อยู่ในสภาวะวิกฤติ เครื่อง ECMO นั้นมีส่วนประกอบหลายส่วนที่อาจจะเกิดปัญหานำมาสู่ภาวะแทรกซ้อน ซึ่งภาวะแทรกซ้อนนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งขณะใส่เครื่อง ECMO ระหว่างการดูแลผู้ป่วยไปจนถึงหลังการถอดเครื่อง ECMO ดังนั้นการรู้วิธีป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนหรือการที่สามารถวินิจฉัยภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ได้ทันทีที่เริ่มเกิดรวมทั้งการแก้ไขจึงมีความสำคัญในการดูแลผู้ป่วยที่ใส่เครื่อง ECMO

ภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยที่สุดจาก ELSO Registry Report International Summary คือ เลือดออก (Bleeding) ไตวาย (Renal Failure) ติดเชื้อ (Infection) และปอดเทียมมีปัญหา (Oxygenator Failure)

ภาวะแทรกซ้อนจากการใส่เครื่อง ECMO นั้นเกิดขึ้นได้จากสองสาเหตุหลัก คือ ผู้ป่วยหรืออุปกรณ์

ภาวะแทรกซ้อนที่สาเหตุเกิดจากตัวผู้ป่วย

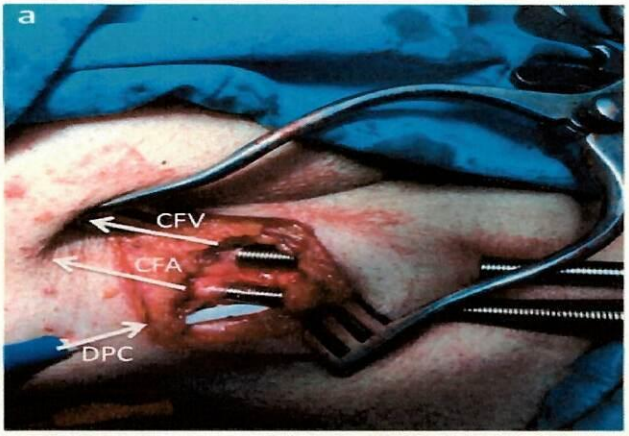
1. ภาวะเลือดออก

เป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยเนื่องจากมีการใส่สาย Cannula ขนาดใหญ่เข้าเส้นเลือด มีการให้สารป้องกันเลือดแข็งตัว มีการใช้เกล็ดเลือดและสารที่ช่วยการแข็งตัวของเลือดเกิดขึ้นใน ECMO Circuit รวมไปถึงผู้ป่วยที่อยู่ในภาวะวิกฤติจะมีโอกาสเสียเลือดเองได้ เช่น ในกระเพาะอาหาร เป็นต้น รายงานภาวะเลือดออกในผู้ป่วยที่ใส่เครื่อง ECMO นั้นเกิดขึ้น 12-70 % ขึ้นกับว่าจะใช้เกณฑ์อะไรในการวินิจฉัย เมื่อผู้ป่วยมีภาวะเลือดออก การรักษาที่สำคัญ คือ การปรับระดับยากันเลือดแข็งตัวและแก้ไขภาวะผิดปกติอื่น ๆ ที่ทำให้เลือดออกง่าย เช่น เกล็ดเลือดต่ำ Fibrinogen ต่ำ เป็นต้น การแก้ไขรวมไปถึงการหยุด Heparin นั้นต้องทำอย่างระมัดระวังเพราะอาจจะเกิดลิ่มเลือดขึ้นได้ใน Circuit ดังนั้นการเปลี่ยนไปใช้ Heparin Coated Circuit จะช่วยลดโอกาสเกิดลิ่มเลือดใน Circuit ภาวะเลือดออกนั้นเกิดได้หลายตำแหน่งและหลายแบบ ดังนี้

1.1 เลือดออกบริเวณที่ใส่สาย Cannula

จากการรายงานของ ELSO Registry Report International Summary พบว่าภาวะเลือดออกที่พบบ่อยที่สุด คือ บริเวณที่ใส่สาย Cannula หรือบริเวณแผลผ่าตัด ในกรณีที่เลือดออกบริเวณสาย Cannula ที่เกิดจากการใส่สายด้วยวิธีผ่านสายสวน ถ้าปริมาณเลือดออกไม่มาก การกดบริเวณปากแผล หรือการเย็บปิดปากแผลให้กระชับขึ้นจะสามารถหยุดเลือดออกได้ ยกเว้นในกรณีที่ผู้ป่วยมีภาวะผิดปกติของการแข็งตัวของเลือดรุนแรงที่อาจจะต้องพิจารณาหยุด Heparin และให้

เกล็ดเลือดหรือ Fresh Frozen Plasma ในกรณีเป็นแผลผ่าตัดอาจจะต้องเปิดแผลเพื่อเย็บเส้นเลือดหรือจุดที่เลือดออก ภาวะเลือดออกบริเวณที่ใส่สาย Cannula จะพบมากกว่าใน VA ECMO และจะพบมากกว่าในแผลที่เกิดจากการใส่สายแบบเปิดโดยเฉพาะเมื่อนำสายออกผ่านปากแผลโดยตรง ดังนั้นกรณีที่ไม่สามารถใส่โดยวิธีผ่านสายสวนผ่านผิวหนังได้จึงควรใส่โดยวิธี Semi Open คือการผ่าตัดเพื่อหาเส้นเลือดแต่ยังแทงสายสวนผ่านผิวหนัง ในกรณีที่มีเลือดออกมาโดยเฉพาะใน VA ECMO สิ่งที่ต้องระวังคือ สาย Cannula ถอยออกมาจากตำแหน่งเดิม ในกรณีนี้ต้องระวังสายหลุดออกมาขณะที่พยายามแก้ไขโดยเฉพาะในแผลผ่าตัด บางครั้งการดันสาย Arterial Cannula เข้าไปและเย็บยึดตำแหน่งสายใหม่ก็สามารถแก้ไขภาวะเลือดออกจากสาย Cannula ไหลออกมาได้ แต่ควรทำด้วยวิธี Sterile Technique



ภาพที่ ค-1 ภาพแสดงเลือดออกจากแผลที่ใส่สาย ECMO โดยวิธีแบบเปิด

ที่มา https://www.researchgate.net/figure/Open-technique-for-VA-ECMO-CFA-common-femoral-artery-CFV-common-femoral-vein-DPC_fig3_383447037 สืบค้นวันที่ 05/12/67

1.2 เลือดออกในสมอง

เลือดออกในสมองเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยในผู้ป่วยใส่เครื่อง ECMO สามารถพบได้ถึง 8% ใน ELSO (The Extracorporeal Life Support Organization) Registry Report International Summary แต่ในการศึกษาอื่นพบได้ถึง 20% และพยาธิสภาพที่พบบ่อยคือ Intracerebral Haemorrhage ซึ่งพบได้ถึง 76% ในกรณีที่ทำ Computer Tomography เพื่อวินิจฉัยภาวะเลือดออกในสมองที่ไม่มีอาการอาจพบได้ถึง 43% ผู้ป่วยใส่เครื่อง ECMO ที่มีเลือดออกในสมองจะมีโอกาสเสียชีวิตสูงถึง 70%

ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดภาวะเลือดออกในสมองเพิ่มขึ้นได้แก่ การได้รับสารละลายลิ่มเลือด (Antithrombotic) ก่อนใส่เครื่อง ECMO เกล็ดเลือดต่ำ ภาวะเลือดออกเองที่อวัยวะอื่น ภาวะ Septic Shock และผู้ป่วยที่ต้องล้างไต

การรักษาผู้ป่วยที่มีภาวะเลือดออกในสมองนั้นขึ้นกับหลายปัจจัย ในกรณีที่เป็นไม่มากควรจะแก้ไขภาวะเกล็ดเลือดต่ำ และควรหยุด Heparin ชั่วคราวในรายที่เลือดออกมากอาจจะต้องผ่าตัดเพื่อระบายเลือดออกและแก้ไขภาวะสมองบวม อย่างไรก็ตามผู้ป่วยที่มีเลือดออกในสมองที่ต้องรับการผ่าตัดจะมีอัตราการเสียชีวิตที่สูง ในผู้ป่วยที่เลือดออกมากและความเสียหายของสมองเยอะ การหยุดการรักษา (Withdraw ECMO) เป็นอีกหนทางหนึ่งในกรณีที่ผู้ป่วยเริ่มมีการฟื้นตัวของหัวใจหรือปอด การพิจารณาถอดเครื่อง ECMO ออก เพื่อแก้ไขการแข็งตัวของเลือดอย่างเต็มที่ก็เป็นวิธีการรักษาอีกวิธีหนึ่ง

1.3 เลือดออกทางเดินอาหาร

เป็นภาวะที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยวิกฤติ ดังนั้นในผู้ป่วยที่ใส่เครื่อง ECMO จึงมีโอกาสพบได้บ่อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื่องจากผู้ป่วยที่ใส่เครื่อง ECMO จะได้รับยาป้องกันเลือดแข็งตัวและมีโอกาสที่จะเกิดภาวะเกล็ดเลือดต่ำได้ รายงานของ ELSO Registry Report International Summary พบภาวะเลือดออกในทางเดินอาหารถึง 5.9% Mazzeffi และคณะศึกษาผู้ป่วย 132 คน พบภาวะเลือดออกในทางเดินอาหาร 13.6% ส่วนใหญ่เป็น Stress Gastritis และส่วนใหญ่สามารถรักษาได้ด้วยการให้ Proton Pump Inhibitor และให้เลือดโดยไม่ต้องหยุด Heparin ผู้ป่วยใส่เครื่อง ECMO ที่มีภาวะเลือดออกในทางเดินอาหารจะมีอัตราการเสียชีวิตสูงขึ้น

1.4 เลือดออกเองที่บริเวณอื่น ๆ

ภาวะเลือดออกยังเกิดขึ้นได้ที่อื่น ๆ เช่น ในหลอดลม ในช่องปาก retroperitoneum บริเวณแผลผ่าตัด ภาวะเลือดออกเหล่านี้มักจะเกิดขึ้นเมื่อผู้ป่วยมีภาวะผิดปกติของการแข็งตัวของเลือดรุนแรง ดังนั้นในผู้ป่วยที่มีค่า Hematocrit ต่ำลงมากจะต้องตรวจหาว่าผู้ป่วยที่มีเลือดออกในร่างกายหรือไม่ การรักษาจึงต้องแก้ไขภาวะเหล่านั้น รวมทั้งหยุดการให้ Heparin ชั่วคราวขึ้นกับว่าเป็นมากแค่ไหน ในผู้ป่วยที่มีเลือดออกจากอุบัติเหตุนั้นอาจจะต้องงดการให้ Heparin ตลอดการใส่เครื่อง ECMO

2. ภาวะเม็ดเลือดแดงแตก

เป็นภาวะที่พบได้บ่อย รายงานของ ELSO Registry Report International Summary พบ Hemolysis สูงถึง 14% โดยใช้เกณฑ์ Plasma Free Hemoglobin มากกว่า 50 mg/dl การศึกษาโดย Omar และคณะพบว่า Plasma Free Hemoglobin มากกว่า 50 mg/dl ใน 24 ชั่วโมงแรกในผู้ป่วยที่ใส่เครื่อง ECMO ที่เป็นปัจจัยที่ทำให้อัตราการเสียชีวิตเพิ่มขึ้น

Hemolysis ในผู้ป่วยที่ใส่เครื่อง ECMO มักเกิดจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่อง ECMO แต่ในบางครั้งก็เกิดจากโรคของตัวผู้ป่วยเอง ซึ่ง Hemolysis ที่เกิดในเส้นเลือดจะทำให้ Plasma Free Hemoglobin, Lactate Dehydrogenase (LDH), Unconjugated Bilirubin สูงขึ้นและ Haptoglobin ลง ลงแต่ Plasma Free Hemoglobin จะ Sensitive ที่สุด

ภาวะ Hemolysis สามารถนำไปสู่ไตวายและ Multiorgan Failure ได้ ดังนั้นเมื่อ Plasma Hemoglobin สูงขึ้นจึงต้องตรวจดูอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่อง ECMO ว่าผิดปกติหรือไม่

Hemolysis มักจะเกิดจากการที่เม็ดเลือดเสียดสีกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ สาย Cannula, Membrane Oxygenator และหัวปั๊ม ปั๊มแรงเหวี่ยง (Centrifugal Pump) เมื่อสาย Cannula มีการหักงอ เนื่องจากปั๊มยังคงหมุนอยู่จะทำให้เกิดแรงดันเป็นลบในสาย (Negative Pressure) แรงดันลบในสาย ที่สูงมากทำให้เกิดภาวะ Cavitation ซึ่งจะทำให้เกิดฟองอากาศเล็ก ๆ ในสายและเกิด Hemolysis ดังนั้น เมื่อมีปัญหาที่ทำให้สายกระตุกจากการที่เลือดไม่สามารถดูดเข้าในสายได้นั้น ควรจะลดรอบของปั๊ม ECMO ก่อนและรีบแก้ไขสามเหตุที่ทำให้เลือดไม่สามารถดุดเข้ามาในปั๊มได้

3. ภาวะผิดปกติของการแข็งตัวของเลือด

ผู้ป่วยที่ใส่เครื่อง ECMO มักจะมีภาวะการแข็งตัวของเลือดผิดปกติจากการที่เลือด เกล็ดเลือด และโปรตีนในเลือดผู้ป่วยเจือจางลงจากการผสมกับสารน้ำ Crystalloid ที่อยู่ใน circuit ECMO

ภาวะซีด (Anemia) มักจะเกิดขึ้นโดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีร่างกายขนาดเล็ก ซึ่งจำเป็นที่ จะต้องให้เลือดเพื่อแก้ไขภาวะซีดเพื่อช่วยให้ Oxygen Delivery ดีขึ้น

ภาวะเกล็ดเลือดต่ำ (Thrombocytopenia) เป็นอีกภาวะที่พบบ่อย เกิดได้จากโรคของ ผู้ป่วยเอง จากยาที่ให้และจากการที่เลือดสัมผัสกับ ECMO Circuit การที่เลือดสัมผัสกับ Circuit ECMO ทำให้มีการเกาะตัวของโปรตีนและ Fibrinogen ทำให้มีการเกาะตัวของเกล็ดเลือดและเกิดเป็นลิ่มเลือด การป้องกันไม่ให้มีบริเวณที่มี Turbulent Flow รวมทั้งการใช้ Circuit ที่มีสารกันเลือดแข็งตัวเคลือบ จะช่วยลดโอกาสที่ลิ่มเลือดจะเกิดขึ้น

ภาวะเกล็ดเลือดต่ำยังเกิดได้จาก Heparin Induce Thrombotic Thrombocytopenia (HITT) แม้จะเกิดไม่บ่อยแต่ถ้าเกิดขึ้นจะทำให้เกล็ดเลือดของผู้ป่วยต่ำและมีลิ่มเลือดสีขาว (White Arterial Thrombi) ที่เกิดจากการที่เกล็ดเลือดจับตัวกัน มักจะเกิดในวันที่ 5-14 หลังจากผู้ป่วยได้ Heparin ผู้ป่วยที่สงสัยว่าจะมี HITT ควรจะต้องส่งเลือดเพื่อตรวจ Assay ถ้าผู้ป่วย HITT จะต้องหยุด Heparin และใช้ยากันเลือดแข็งตัวตัวอื่นแทน

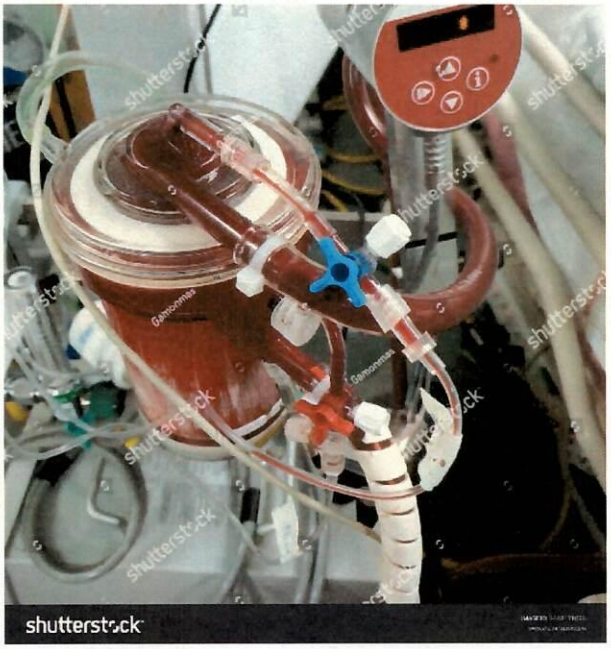
แม้ว่าผู้ป่วยก่อนใส่เครื่อง ECMO บางรายจะมีภาวะผิดปกติของการแข็งตัวของเลือดอยู่ ก่อนแล้ว แต่จากการศึกษาโดย Anton-Martin และคณะพบว่าภาวะนี้ไม่ได้ทำให้ภาวะเลือดออกหลัง

ใส่เครื่อง ECMO เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผู้ป่วยที่มีภาวะผิดปกติของการแข็งตัวของเลือดก่อนใส่เครื่อง ECMO หลังจากใส่แล้วจะต้องระวังการให้ Heparin อาจจะต้องรอแก้ไขค่าต่าง ๆ ให้ขึ้นก่อน

4. ภาวะการเกิดลิ่มเลือดในผู้ป่วยใส่เครื่อง ECMO

ผู้ป่วยที่ใส่เครื่อง ECMO จะมีโอกาสเกิดลิ่มเลือดขึ้นใน ECMO Circuit ได้เนื่องจากเลือดผู้ป่วยสัมผัสกับวัสดุแปลกปลอม นอกจากนั้นแล้วผู้ป่วยภาวะวิกฤตนอนติดเตียงก็อาจจะมีภาวะ Hypercoagulable Stage ได้ รายงานของ ELSO Registry Report International Summary พบลิ่มเลือดใน Circuit สูงถึง 10.2% ในผู้ใหญ่และ 16.7%ในเด็กแรกเกิด

เมื่อเกิดลิ่มเลือดใน ECMO Circuit แล้วภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นตามมาขึ้นกับปริมาณและตำแหน่งของลิ่มเลือด ตำแหน่งที่พบลิ่มเลือดบ่อยที่สุด คือ ในปอดเทียม Donia C และคณะศึกษาปอดเทียมของผู้ป่วยที่ใส่เครื่อง ECMO ด้วย Multidetector Computed Tomography พบลิ่มเลือดในปอดเทียมทุกอันและจะพบแต่ด้าน Venous เท่านั้น ปอดเทียมที่มีลิ่มเลือดจะทำให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง และมีแรงต้านทานเพิ่มขึ้น ดังนั้นการที่ความแตกต่างของความดันในสาย Cannula ก่อนที่เลือดเข้าปอดเทียม (Pre-Membrane Pressure) กับความดันในสาย Cannula หลังจากที่เลือดออกจากปอดเทียม (Post-Membrane Pressure) สูงขึ้น หรือการที่ระดับ Oxygen ของเลือดในสาย Cannula ที่ออกจากปอดเทียมลดลง บ่งชี้ว่าปอดเทียมเริ่มเสื่อมสภาพซึ่งมักจะเกิดจากการที่มีลิ่มเลือดในปอดเทียม การตรวจพบ d-dimer สูงขึ้นผิดปกติก็บ่งชี้ว่ามีลิ่มเลือดเกิดขึ้นใน ECMO Circuit ลิ่มเลือดจะเกิดขึ้นได้บ่อยบริเวณที่มี Turbulence flow ได้แก่ บริเวณข้อต่อ บริเวณที่สายแยกออกเป็นสองสาย รวมทั้งบริเวณที่ต่อ Three Way ดังนั้นการต่อ circuit ECMO นั้นควรจะต่อให้มีข้อต่อและ Three Way น้อยที่สุด



ภาพที่ ค-2 ภาพแสดงลิ่มเลือดใน Oxygenator

ที่มา https://www.shutterstock.com/image-photo/ecmo-oxygenator-clot-heart-lung-machine-1448171096 สืบค้นวันที่ 05/12/67

การเกิดลิ่มเลือดในหัวปั๊มแม้ว่าจะเกิดไม่บ่อยแต่อาจทำให้ปั๊มหยุดทำงานได้

อาการของลิ่มเลือดในหัวปั๊ม คือ การมีเสียงดังในหัวปั๊ม มี Hemolysis และ Hemoglobinuria ปั๊มที่ทำงานอยู่จะไม่สามารถมองเห็นลิ่มเลือดได้จึงต้องระวังและการทำการเปลี่ยน ECMO Circuit ทันทีที่สงสัยเพื่อป้องกันการหยุดทำงานของหัวปั๊ม

5. ภาวะเส้นเลือดบาดเจ็บ (Vascular Injury)

การใส่สาย ECMO นั้นจำเป็นต้องใส่สายเพื่อนำเลือดออกจากเส้นเลือดและนำกลับเข้าเส้นเลือดหลังจากได้รับการแลกเปลี่ยนแก๊ส การทำหัตถการใด ๆ กับเส้นเลือดย่อมมีความเสี่ยงที่เส้นเลือดจะเกิดการบาดเจ็บ การบาดเจ็บนั้นมีได้ตั้งแต่เส้นเลือดฉีกขาดรอบ ๆ บริเวณที่ใส่สายเส้นเลือดมีการฉีกเซาะของผนัง (Dissection) เส้นเลือดมีการฉีกขาดด้านในหรือทะลุผนังด้านหลัง อาการที่พบบ่อยได้แก่

5.1 การเสียปริมาณสารน้ำหรือเลือดทำให้ไม่สามารถรักษา flow ของเครื่อง ECMO ได้

5.2 มีอาการบวมมากขึ้นบริเวณที่ใส่สาย Cannula ในกรณีที่เลือดออกมารอบ ๆ สาย Cannula

5.3 ท้องผู้ป่วยอืดมากขึ้น ในกรณีที่สายทะลุออกมานอกเส้นเลือดในท้อง

5.4 มีจ้ำเลือดบริเวณเอวจากเลือดที่อยู่ใน Retroperitoneal เซาะมา

5.5 ไม่สามารถเพิ่ม Flow ของเครื่อง ECMO ตั้งแต่แรก เนื่องจากสายไม่ได้อยู่ในเส้นเลือด

การแก้ไขภาวะเส้นเลือดบาดเจ็บนั้นขึ้นกับบริเวณและความรุนแรง ในกรณีที่เป็นแค่รอบ ๆ ทางสายเข้าก็แค่เย็บรอบบริเวณนั้น ถ้ายังไม่สามารถหยุดเลือดไหลได้อาจจะต้องเย็บหรือผูกรอบเส้นเลือดบริเวณเหนือต่อทางเข้าของ Cannula ในกรณีที่เส้นเลือดฉีกขาดสูงกว่านั้นอาจจะต้องผ่าตัดแก้ไขซึ่งขึ้นกับบริเวณที่ฉีกอาจจะทำแค่เปิดแผลให้ใหญ่ขึ้น เปิด Retroperitoneal หรือเปิดช่องท้อง ดังนั้นการผ่าตัดแก้ไขต้องมีอุปกรณ์พร้อม เพราะในบางครั้งจำเป็นต้องทำนอกห้องผ่าตัดเพราะผู้ป่วยไม่ Stable พอ

ในกรณีที่ไม่มีปัญหาหลังการใส่สาย Cannula หลังจากถอดสายออกก็ยังมีโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนได้ เช่น Pseudoaneurysm ,Arteriole-Venous Fistula ,เส้นเลือดตีบหรือเกิดเป็นลิ่มเลือดขึ้นบริเวณนั้นได้ หลังการถอดสายและซ่อมแซมเส้นเลือดจึงต้องตรวจดูชีพจรของเท้า และเฝ้าระวังดูขาผู้ป่วยเสมอ

6. ภาวะขาดเลือดของขา (Leg lschemia)

ภาวะขาดเลือดของขาเกิดขึ้นในกรณีที่ใส่สาย Cannula ใน Femoral Artery เนื่องจาก Cannula มีขนาดใหญ่ ทำให้ไม่มีเลือดไปเลี้ยงขาส่วนที่ถัดจากสาย Cannula นอกจากเลือดที่ผ่าน Collateral Circulation จาก ECLS Registry ของ ELSO พบว่าอัตราการเกิดภาวะขาดเลือดของขาในผู้ป่วยที่ใส่ VA ECMO อยู่ที่ 3.6-4.1% แต่ที่ต้องตัดขาอยู่ที่ 0.2-0.4%

การใส่สาย Distal Perfusion เพื่อให้มีเลือดไปเลี้ยงขาข้างที่ใส่สาย Cannula จะช่วยลดภาวะขาดเลือดของขา ในการใส่สาย Cannula ที่ขาจะใส่สาย distal perfusion ก่อนแล้วจึงค่อยใส่สาย Arterial Cannula เพราะการใส่สาย Arterial Cannula จะทำให้คลำชีพจรไม่ได้ รวมทั้งการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound) เพื่อหาเส้นเลือดก็ทำได้ยากกว่า นอกจากในกรณีฉุกเฉิน เช่น ใน ECPR ที่จะต้องรีบใส่สาย Arterial Cannula และ Venous Cannula อย่างรวดเร็วเพื่อเริ่ม ECMO ในกรณีนี้จะใส่สาย Cannula ก่อน ในกรณีของ ECPR ควรเลือกขนาดของสาย Cannula ให้เล็กกว่าปกติ (15-17 Fr.) หลังจากที่เริ่ม ECMO แล้วจึงค่อยใส่สาย Distal Perfusion โดยใช้คลื่นเสียงสะท้อนความถี่สูงช่วยหาตำแหน่งเส้นเลือด

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใส่สาย Cannula ด้วยวิธีผ่าตัดแบบเปิดกับวิธีใส่ผ่านสายสวนผ่านผิวหนังพบว่าอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนของขา ทั้งภาวะขาดเลือดและผู้ป่วยที่โดนตัดขานั้นไม่ต่างกัน แต่ในกลุ่มผู้ป่วยที่ผ่าตัดมีการติดเชื้อของแผลสูงกว่า

เมื่อเกิดภาวะขาดเลือดของขาซึ่งสามารถวินิจฉัยได้จากการตรวจร่างกายจะพบว่า ขาซีด เย็น ปวด ขยับไม่ได้ และไม่มีชีพจร ซึ่งถ้า VA ECMO ที่ใส่นั้นทำงานเกือบทั้งหมดหรือทั้งหมดแทนหัวใจ ผู้ป่วยจะไม่มีชีพจร จึงไม่สามารถคลำชีพจรได้ แต่สามารถใช้คลื่นเสียงสะท้อนความถี่สูงบอกได้ว่ายังมีเลือดมาตามเส้นเลือดนั้น ๆ หรือไม่

การรักษาภาวะขาดเลือดของขานั้นเริ่มจากการใส่สาย Distal Perfusion ในกรณีที่ยังไม่ได้ใส่ ขาที่ขาดเลือดเป็นเวลานาน เมื่อใส่สาย Distal Perfusion มีโอกาสที่จะเกิดภาวะความดันในช่องกล้ามเนื้อสูง (Compartment syndrome) จึงต้องเฝ้าระวัง และอาจจะต้องทำ Faciotomy ในกรณีที่ภาวะความดันในช่องกล้ามเนื้อสูงขึ้น

ในกรณีที่ใส่สาย Distal Perfusion แล้วแต่ยังมีภาวะขาดเลือดอาจจะเกิดจากเส้นเลือดหดตัว (Spasm) หรือมีลิ่มเลือดมาอุดตัน จึงจำเป็นที่จะต้องทำการวินิจฉัยและรักษาโดยการฉีดสี (Angiogram) และทำการรักษาต่อไป

บางครั้งภาวะขาดเลือดจนเกิดกล้ามเนื้อตายอาจจะต้องผ่าตัดกล้ามเนื้อตายที่ออกหรือตัดขาที่ตายออก หรือตัดขาที่ตายออก รายงาน ELSO Registry Report International Summary พบผู้ป่วยที่ถูกตัดขา 0.5%

7. ภาวะอากาศเข้าในสาย Cannula หรือเข้าร่างกายผู้ป่วย (Air Emboli)

เนื่องจากเครื่อง ECMO ประกอบด้วยปั๊มที่สามารถสร้างแรงดูดเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่ผู้ป่วยได้ปริมาณมาก จึงมีโอกาสที่อากาศจะเข้ามาใน ECMO Circuit ทางสาย Venous Cannula ได้ไม่ว่าจะทางรอยต่อที่หลุดออกจากกัน ทาง Three Way ที่อยู่ด้าน Venous cannula ทางสาย Cannula ในร่างกายผู้ป่วยถูกดึงออกมาจนรูด้านข้างของสายสัมผัสกับอากาศ หรือจากสาย Central Line ที่ปลายสายอยู่ใกล้กับปลายสาย Venous Cannula ดังนั้นการป้องกัน Air emboli ทำได้โดยต่อสายกับข้อต่อให้แน่นหนายึดสายกับผู้ป่วยให้แน่นหนา ไม่ควรต่อสายใด ๆ หรือดูดเลือดจากด้าน Venous Cannula และระวังไม่ให้สาย Central Line อยู่ใกล้กับ Venous Cannula รวมทั้งควรระวังเวลาดูดเลือดหรือต่อสายกับ Central Line ไม่ควรเปิดสาย central กับอากาศในห้อง

อากาศยังสามารถเข้า ECMO Circuit ได้ทางปอดเทียมในกรณีที่ความดันในปอดเทียมด้าน Gas ผ่านสูงกว่าด้านที่เลือดผ่านซึ่งจะเกิดขึ้นได้ในกรณีที่รูระบาย Gas ออกจากปอดเทียมอุดตัน หรือปอดเทียมมีรอยแตก ตำแหน่งของปอดเทียมนั้นควรอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าผู้ป่วย เพื่อป้องกันอากาศเข้าในกรณีที่ปั๊มหยุดทำงาน

ในกรณีที่เกิด air emboli นั้นถ้าเกิดขึ้นด้าน Venous Cannula

ภาคผนวก ง

1. ใบตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios
2. วิดีโอขั้นตอนการเตรียมเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

ใบตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

ตารางตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด

ก่อนการทำหัตถการประจำสัปดาห์ (Weekly Checklist) เดือน..... พ.ศ.....

วันที่	เปิด/ปิดเครื่อง	ปลั๊กไฟ AC/สายไฟ AC	Battery (ถอดปลั๊กแล้วเครื่องไม่ดับ 15 นาที)	หน้าจอแสดงผล/touch screen ทำงานปกติ	ทำความสะอาดเครื่อง	ผู้ตรวจเช็ค

วิดีโอขั้นตอนการเตรียมเครื่องพยุงการทำงานของหัวใจและปอด (ECMO) ยี่ห้อ Medos รุ่น Xenios

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวกนกอัญช์ เพิ่มสุวรรณ
วัน/เดือน/ปี/เกิด	26 สิงหาคม 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 168/39 หมู่บ้านเซนโทร สะพานมหาเจษฎาบดินทร์ 2 ตำบลไทรม้า อำเภอ เมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี รหัสไปรษณีย์ 11000 เบอร์โทรศัพท์ 0814559641
สถานที่ทำงาน	ห้องผ่าตัดทรวงอกและหัวใจ สังกัดสำนักงานผู้อำนวยการโรงพยาบาลวชิรพยาบาล คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช เลขที่ 681 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10300 เบอร์โทรที่ทำงาน 02-2445151 , 02-2445172
	E-mail kanokun@nmu.ac.th
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกปฏิบัติการ
คุณวุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก)
ประสบการณ์ในการทำงาน	- พ.ศ.2559-2560 นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอก (ห้วงเวลา) ประจำห้องผ่าตัดหัวใจและทรวงอก - พ.ศ. 2560-ปัจจุบัน นักเทคโนโลยีหัวใจและทรวงอกปฏิบัติการ (พนักงานมหาวิทยาลัย) ประจำห้องผ่าตัดหัวใจและทรวงอก ตึกผ่าตัด 3