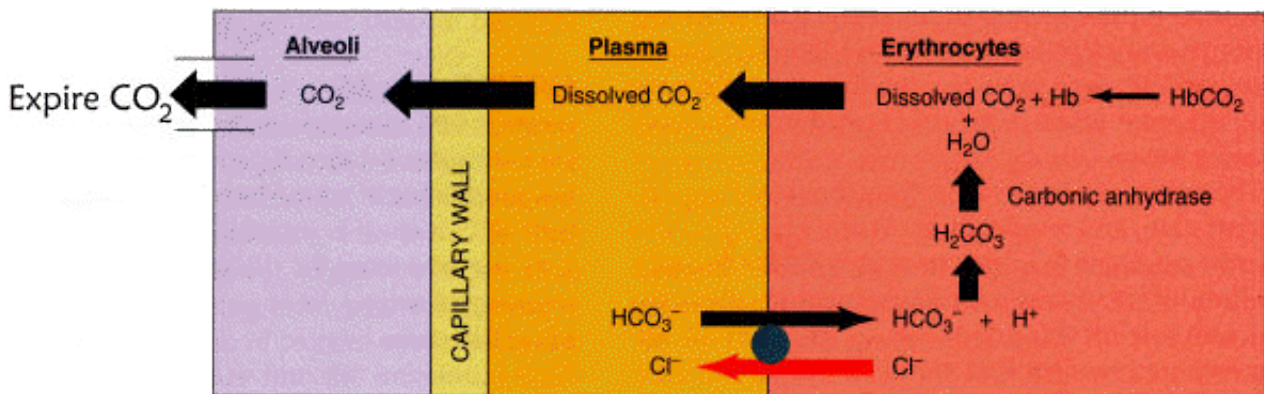


CAPNOGRAPH

Carbon dioxide

Carbon dioxide ในร่างกายมนุษย์เกิดจากการหายใจระดับเซลล์ของมนุษย์ แล้วไหลเวียนมากับเลือดไปสู่ปอด ผ่านเม็ดเลือดแดงและพลาสมา แลกเปลี่ยนกับ oxygen ที่ถูกลมปอด แล้วออกมาทางการหายใจออก ดังรูปที่

1



รูปที่ 1 แสดงการขับ carbon dioxide ออกสู่ลมปอด

เราสามารถวัดค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ทั้งในลมหายใจและในเลือด โดยค่าที่วัดได้จากลมหายใจ แสดงถึง หากร่างกายทำงานได้ปกติระบบไหลเวียนโลหิตทำงานปกติดี หัวใจเต้นปกติ ก็จะสามารถวัดค่าคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจได้ปกติ ในทางกลับกัน หากหัวใจทำงานไม่ดี หรือ ไม่เต้น ก็จะไม่เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซ ทำให้ค่าคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจลดต่ำลง

Capnography

เป็นการวัดค่าคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจ จะวัดได้จากการทำงานของปอดเท่านั้น โดยทั่วไปจะวัดผ่านทางท่อช่วยหายใจ(endotracheal tube)

วิธีการวัดค่าคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้หลักการทางเคมีได้แก่ calorimetric device ซึ่งเป็นการใช้กระดาษกรองสามารถเปลี่ยนสีตามปริมาณ CO2 ค่าต่าง แต่ไม่สามารถ บอกค่าเป็นตัวเลข หรือ กราฟได้

ปัจจุบัน เราใช้หลักการนำผ่านของแสง infra-rate spectrometry แบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ

1. Main stream คือการวัดขณะที่มี ก๊าซ ผ่านทันที จะเป็นค่า real time และไม่มีการสูญเสียอากาศในทางเดินหายใจ
2. Side stream คือการดูดเก็บอากาศ มาวิเคราะห์ในตัวเครื่อง แล้วค่อยวัด จะใช้เวลานานกว่า 2-3 วินาที แต่จะสามารถวิเคราะห์ก๊าซอื่นๆด้วยได้

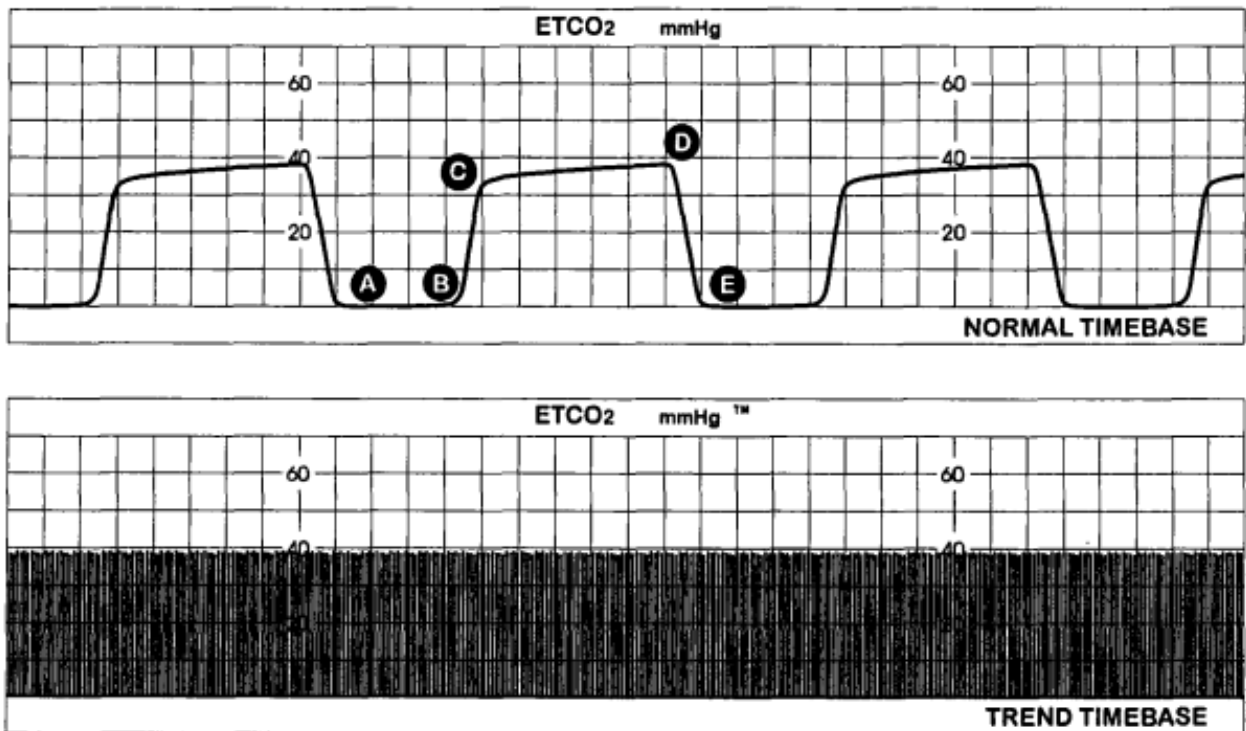
โดยมีค่าที่วัดได้ ดังนี้

1. End-tidal carbon dioxide (PETCO₂) คือ ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจที่ขณะหายใจ ออกสุด ซึ่งค่ามาตรฐาน ในคนทั่วไปมักจะอยู่ที่ PETCO₂ 35-40 mmHg
2. Capnography คือ กราฟแสดงความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลาต่างๆ



- (1) Screen หน้าจอ : แสดง waves, menu, alarm and all measuring parameters.
- (2) S: Multifunction button:
- (3) +/- Multifunction button
- (4) : multifunction button
- (5): Multifunction button
- (6) สีของไฟ : สีฟ้า บ่งชี้ว่า adaptor ยังเชื่อมต่ออยู่ และสีเขียว บ่งชี้ว่า เครื่องกำลังเริ่มทำงาน
- (7) ที่ใส่แบตเตอรี่
- (8) DC5V Mini USB Charging interface. คำแนะนำ: ควรใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่มีมาตรฐาน safety standard
- (9) ช่องสำหรับ ร้อยเชือกแขวน
- (10) Airway adaptor

วิธีการอ่านค่า Capnograph และ Capnogram



- Respiratory baseline (A-B) แสดงถึง free CO₂ จาก dead space ที่ไม่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ ค่าควรจะเป็นศูนย์
- Expiratory Upstroke (B-C) แสดงถึง exhale CO₂ จาก dead space และ alveolar gas จาก acini บางส่วนที่มี transit time น้อย
- Expiratory Plateau (C-D) แสดงถึง exhale CO₂ จาก alveolar เป็นส่วนใหญ่
- End-tidal CO₂ (D) แสดงถึงค่า CO₂ ในช่วงหายใจออกสุด
- Inspiratory Downstroke (D-E) แสดงถึงการหายใจเอา Free CO₂
- Trend หากปรับ waveforms แคบลงจะสามารถดู capnography tracing ให้ชัดเจนจะทำให้ trend ของค่า plateau value ได้



ประโยชน์ของ Capnography

ขณะกดหน้าอก ผู้ป่วยที่หัวใจหยุดเต้นคาร์บอนไดออกไซด์ในลมหายใจออกจะแสดงถึง Cardiac Output ที่ดีได้ด้วย โดย End-tidal CO₂ (PETCO₂) ควรจะมากกว่าหรือ เท่ากับ 10 mmHg บ่งบอกถึงประสิทธิภาพการกดหน้าอกที่ดี ทำให้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ปอด หากขณะที่กดหน้าอก ปุ่มหัวใจ มีค่า PETCO₂ มากกว่า 40 mmHg อาจแสดงได้ถึง ROSC (Return Of Spontaneous Circulation) ได้

นอกจากนี้ยังใช้ capnography ในการบอกถึงการใส่ท่อช่วยหายใจเข้าสู่หลอดลมได้ด้วย โดยหากพบว่ามีค่าคาร์บอนไดออกไซด์จากท่อช่วยหายใจเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอแสดงถึงท่อช่วยหายใจอยู่ในหลอดลมแล้ว sensitivity และ specificity มากกว่า 95% แต่ในบางครั้งอาจมีคาร์บอนไดออกไซด์ในกระเพาะคั่งอยู่ เมื่อใส่ท่อช่วยหายใจเข้าหลอดอาหารจะอ่านค่า PETCO₂ ได้ แต่จะค่อยๆลดลงทุกครั้งที่มีการช่วยหายใจจนหายไป

เราใช้ประโยชน์เพื่อความปลอดภัยระหว่างการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยด้วยการ monitor ค่า End-tidal CO₂ (PETCO₂) เพราะขณะที่เคลื่อนย้ายผู้ป่วย ทำได้โดยยากลำบาก และมีการเปลี่ยนแปลงสถานะของผู้ป่วยตลอดเวลา เมื่อผู้ป่วยมีอาการแย่งลง ทั้งรับบริการไหลเวียนเลือด และระบบหายใจ ตัวเครื่อง จะสามารถเตือนได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะ ระบบการหายใจและท่อช่วยหายใจ เช่น ท่อช่วยหายใจหลุด

ปัจจุบัน เรายังใช้ประโยชน์จาก carbon dioxide โดยการพยากรณ์ ของการ Resuscitation ด้วยโดย Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) แปรตาม perfusion pressure ของหลอดเลือดโคโรนารีขณะ CPR ค่า End-tidal CO₂ สามารถบอกได้ถึง coronary perfusion pressure โดย เมื่อแก้ไขสาเหตุ reversible cause ทั้งหมดแล้ว กดหน้าอกอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 20 นาที แล้ว End-tidal CO₂ ที่วัด น้อยกว่า 10 mmHg เป็นเวลา 20 นาที เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ ยุติการช่วยชีวิต (Resuscitation)

"ทุกลมหายใจ คือ ชีวิต"

JIA