ข.นับจำนวนของ R wave แล้วคูณด้วยสิบ ค่าที่ได้เป็นอัตราหัวใจต่อนาที

ค.ใช้หลักการจำโดยวัดระยะ R-R interval หากได้ระยะห่าง ๑ ช่องใหญ่ คือ ๓๐๐ ครั้ง/นาที ๒ ช่องใหญ่ คือ ๑๕๐ ครั้ง/นาที เป็นต้น

ง.วัดระยะ R-R interval ดูว่ามีกี่ช่องเล็ก แล้วนำไปหารตัวเลข ๑๕๐๐ เช่น วัด R-R interval เท่ากับ ๑๕ ช่องเล็ก อัตราหัวใจคือ ๑๕๐๐ ÷ ๑๕ = ๑๐๐ ครั้ง/นาที

๒. ดูจังหวะ (rhythm) ว่าสม่ำเสมอหรือไม่ โดยวัด R-R interval ว่าเท่ากันทุกช่องหรือไม่

๓. ดูลักษณะของ P wave ซึ่งปกติควรจะมาก่อน QRS complex และถ้ามีลักษณะปกติแสดงว่าจังหวะหัวใจเริ่มด้วย SA node หรือเริ่ม sinus rhythm

๔. ควรจะวัดระยะ PR interval ซึ่งปกติมีค่า ๐.๑๒ ถึง ๐.๒๐ วินาที ถ้านานกว่านี้แสดงว่ามีการขัดขวางของสื่อนำไฟฟ้าระหว่างหัวใจห้องบนและล่างเรียกว่า heart block หรือ AV block

๕. ควรจะวัดช่วงเวลา QRS complex ปกติมีค่า ๐.๑๐ วินาที หากนานกว่านี้แสดงว่ามีการขัดขวาง หรือผิดปกติของระบบสื่อนำไฟฟ้า ของกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่าง หรือการนำสัญญาณไฟฟ้าไม่ได้ใช้ระบบสื่อนำ

ระบบการติดลีดบันทึก (Lead system)

๑. Standard limb lead (Bipolar limb lead)

Lead I ใช้อิเล็กโตรด ต่อกับขั้วไฟฟ้า หรือสายลีดของเครื่อง โดยขั้วลบวางที่แขนขวา ขั้วบวกที่แขนซ้าย และเปรียบเทียบกับสายดิน (ground) ที่ขาขวา

Lead II ใช้อิเล็กโตรด ต่อกับขั้วไฟฟ้า หรือสายลีดของเครื่อง โดยขั้วลบวางที่แขนขวา ขั้วบวกวางที่ขาซ้าย เปรียบเทียบกับสายดินที่ขาขวา

Lead III ใช้อิเล็กโตรด ต่อกับขั้วไฟฟ้า หรือสายลีดของเครื่อง โดยขั้วลบวางที่แขนซ้าย ขั้วบวกวางที่ขาซ้าย เปรียบเทียบกับสายดินที่ขาขวา

๒. Unipolar limb lead (augmented leads) วางอิเล็กโตรดบนตำแหน่งแขนขวา หรือแขนซ้าย หรือขาซ้าย โดยเปรียบเทียบกับศูนย์ (Zero)

- aVR ใช้อิเล็กโตรดติดกับขั้วไฟฟ้าบวกวางที่แขนขวาเปรียบเทียบกับศูนย์
- aVL ใช้อิเล็กโตรดติดกับขั้วไฟฟ้าบวกวางที่แขนซ้ายเปรียบเทียบกับศูนย์
- aVF ใช้อิเล็กโตรดติดกับขั้วไฟฟ้าบวกวางที่ขาซ้ายเปรียบเทียบกับศูนย์

๓. Unipolar chest lead ตำแหน่งอิเล็กโตรดวางในตำแหน่งต่างๆ ดังนี้

V๑ วางตำแหน่งระหว่างกระดูกซี่โครงที่ ๔ และ ๕ ชิดกระดูกหน้าอกด้านขวา

V๒ วางตำแหน่งระหว่างกระดูกซี่โครงที่ ๔ และ ๕ ชิดกระดูกหน้าอกด้านซ้าย

V๓ วางตำแหน่งระหว่าง V๒ และ V๔

V๔ วางตำแหน่งระหว่างกระดูกซี่โครงที่ ๕ และ ๖ ตรงแนว midclavicular line

V๕ วางตำแหน่งระดับเดียวกับ V๔ แต่ตรงแนว anterior axillary line

V๖ วางตำแหน่งระดับเดียวกับ V๕ แต่ตรงแนว midaxillary line

การวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจในภาวะการเต้นผิดจังหวะ

การเต้นผิดจังหวะที่นำมาใช้ในการทางการแพทย์ และพยาบาลที่จะเสริมความรวดเร็วในการให้ความช่วยเหลือแบ่งได้ ๓ ระดับ คือ

ระดับ ๑ ไม่จำเป็นต้องช่วยเหลือรีบด่วนนัก เพราะไม่ค่อยมีผลกระทบต่อการไหลเวียนเลือด ถือเป็น minor dysrhythmia ได้แก่

- Sinus Tachycardia
- Sinus Bradycardia
- Sinus Arrhythmia
- Premature Atrial Contraction (PAC) น้อยกว่า ๖ ครั้ง/นาที
- Premature Ventricular Contraction (PVC) น้อยกว่า ๖ ครั้ง/นาที
- Premature Junctional Contraction (PJC) น้อยกว่า ๖ ครั้ง/นาที
- Wandering Pacemaker

ระดับ ๒ พวกที่ต้องการความช่วยเหลืออย่างรีบด่วน เพราะมีผลกระทบต่อการไหลเวียนเลือดทั่วร่างกาย ถือเป็น major dysrhythmia ได้แก่

- Sinus Bradycardia ต่ำกว่า ๕๐ ครั้งต่อนาที
- Premature Atrial Contraction มากกว่า ๖ ครั้งต่อนาที
- Atrial Tachycardia
- Atrial Flutter
- Atrial Fibrillation
- Premature Ventricular Contraction มากกว่า ๖ ครั้งต่อนาที
- Ventricular Tachycardia
- Premature Junctional Contraction มากกว่า ๖ ครั้งต่อนาที
- AV Nodal Rhythm
- Sinoatrial (SA) Arrest or Block
- First Degree AV Heart Block
- Second Degree AV Heart Block
- Third Degree AV Heart Block
- Bundle Branch Block

ระดับ ๓ พวกที่ต้องช่วยกู้ชีวิต (resuscitate) อย่างรีบด่วนมิฉะนั้นผู้ป่วยจะถึงแก่กรรม ถือเป็น death - producing dysrhythmia ได้แก่

- Ventricular Fibrillation
- Ventricular standstill

เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

การไหลเวียนเลือดเกิดจากการทำงานของหัวใจโดยการบีบตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ สามารถวัดและแสดงเป็นกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (electrocardiogram) มักใช้อักษรย่อ ECG หรือ EKG

ประเภทของเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

๑. Diagnostic ECG/ECG machine เป็นเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาตรฐาน ๑๒ Lead

๒. ECG monitor/Patient monitor เป็นเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจเพื่อเฝ้าแสดงการทำงานของหัวใจอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

๓. Ambulatory ECG/Holter ECG เป็นเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิดพกพาที่สามารถบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจต่อเนื่องได้เป็นเวลา ๒๔ ชั่วโมง, ๔๘ ชั่วโมง หรือ ๗๒ ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับหน่วยความจำภายในเครื่อง

๔. Stress ECG/Exercise ECG เป็นเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจในสภาวะที่หัวใจต้องทำงานมากขึ้นกว่าปกติ เช่น ขณะเดิน วิ่ง หรือขี่จักรยาน

หลักการของเครื่องดีฟิบริลเลเตอร์

เครื่อง Defibrillator ที่ใช้กับผู้ป่วยวิกฤตมีทั้งที่เป็นแบบ manual, AED และ ICD สำหรับกระแสไฟฟ้าที่ปล่อยออกมาจากเครื่อง Defibrillator มีทั้งชนิด Monophasic waveform และ Biphasic waveform ปัจจุบันไม่มีการผลิตเครื่อง monophasic ออกจำหน่ายแล้ว เครื่องดีฟิบริลเลเตอร์ ทำหน้าที่ได้หลายประการดังนี้

๑. asynchronized defibrillation

๒. synchronized cardioversion

๓. automated external defibrillator (AED)

๔. external pacemaker (transcutaneous)

ข้อห้ามการทำ Defibrillation มี ๒ ประการ

๑. ในกรณีที่หัวใจเต้นผิดจังหวะชนิด Asystole เพราะเป็นภาวะที่หัวใจหยุดกิจกรรมทางไฟฟ้าอย่างสิ้นเชิง เนื่องจากไม่มีแหล่งกำเนิดไฟฟ้า แต่ให้ระวังการเกิด Asystole ปลอม

๒. ในภาวะที่มีคลื่นไฟฟ้าหัวใจแต่ไม่มีชีพจร Pulseless electrical activity (PEA) นั่นคือ คลื่นไฟฟ้าหัวใจจะเต้นในจังหวะอะไรก็ได้ที่ไม่ใช่ VF/VT แต่กล้ามเนื้อหัวใจไม่มีแรงบีบเพียงพอที่จะส่งเลือดออกจากหัวใจได้เพียงพอที่จะทำให้คลำชีพจรได้

สรีรวิทยาของระบบหายใจ

การหายใจต้องเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาตร, การไหล, ความดัน, แรง, ความต้านทาน และงานของการหายใจ

ความดันของระบบหายใจ มี ๒ ความดัน

๑. ความดันในทรวงอก (intrathoracic pressure) หรือเรียกว่าความดันในช่องเยื่อหุ้มปอด (intrapleural pressure) มีค่าเป็นลบเสมอ

๒. ความดันในปอด (intrapulmonary pressure) หรือความดันในถุงลม (intraalveolar pressure) ค่าเป็นลบเมื่อหายใจเข้า และเป็นบวกเมื่อหายใจออก

ความต้านทานในการหายใจ แบ่งได้เป็น ๔ พวก คือ

๑. ความหยุ่นของปอด (elastic recoil of the lung)

๒. ความหยุ่นของทรวงอก (elastic recoil of the thoracic cage)

๓. แรงตึงผิว (surface force)

๔. ความต้านทานในทางเดินอากาศหายใจ (resistance to air flow)

การระบายอากาศของปอด

๑ ปริมาตรและความจุปอด

๑.๑ ปริมาตรปอด

- Tidal volume (V_T หรือ TV) เป็นปริมาตรหายใจเข้า - ออกต่อครั้ง

- Expiratory reserve volume (ERV) เป็นปริมาตรสำรองหายใจออก หมายถึงปริมาตรอากาศที่นับจากหายใจออกธรรมดาไปจนถึงหายใจออกเต็มที่ คนปกติมีค่าประมาณ ๑.๕ ลิตร หาได้จากการนำปริมาตรส่วนเหลือ (คงค้างหรือ RV) ไปลบออกจากค่าความจุส่วนเหลือใช้งานได้ (FRC)

- Inspiratory reserve volume (IRV) เป็นปริมาตรสำรองหายใจเข้า หมายถึงปริมาตรอากาศที่นับจากหายใจเข้าธรรมดาไปจนถึงหายใจเข้าเต็มที่ คนปกติมีค่าประมาณ ๒.๕ ลิตร

- Residual volume (RV) เป็นปริมาตรส่วนเหลือ หมายถึงปริมาตรอากาศที่เหลืออยู่ในปอดหลังจากการหายใจออกเต็มที่แล้ว

๑.๒ ความจุปอด

- Vital capacity (VC) หมายถึง ความจุปอดที่วัดปริมาตรอากาศหายใจออกเต็มที่หลังจากการหายใจเข้าเต็มที่ คานี้เป็นผลรวมของ TV, ERV, IRV

- Inspiratory capacity (IC) ความจุหายใจเข้า หมายถึง ความจุปอดที่วัดปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าเต็มที่หลังจากการหายใจออกธรรมดา

- Functional residual capacity (FRC) ความจุส่วนเหลือใช้งานได้

- Total lung capacity (TLC) ความจุปอดรวม

หลักการช่วยหายใจในปัจจุบัน ในการช่วยการหายใจจะต้องคำนึงถึง

๑. วิธีการที่ให้เกิดการระบายอากาศที่ปอด

๒. วิธีการสร้างปริมาตรการหายใจเข้า - ออกแต่ละครั้ง

๓. ปริมาณของการช่วยการหายใจ

Mode of mechanical ventilator คือลักษณะการช่วยหายใจที่กำหนดลักษณะการเริ่มหายใจ (trigger) ลักษณะขณะหายใจเข้า (limit) การสิ้นสุดการหายใจ (cycle) รวมถึงค่าแรงดันของทางเดินหายใจก่อนและขณะช่วยหายใจ (PEEP/CPAP) แตกต่างกัน ทำให้เกิดการช่วยหายใจแบบต่างๆ

Modes การช่วยหายใจแบบพื้นฐานมี ๔ แบบ

Full support ๑.CMV : continuous mandatory ventilation แบ่งเป็น

Volume control ventilation (VCV)

Pressure control ventilation (PCV)

Partial support ๒.SIMV (synchronized intermittent mandatory ventilation)

๓.PS (pressure support)

๔.CPAP (continuous positive airway pressure)

Noninvasive mechanical ventilation หมายถึง การช่วยหายใจโดยไม่ใช้ท่อช่วยหายใจ (endotracheal tube) หรือ ท่อเจาะคอ (tracheostomy tube) ซึ่งอาจเป็นการช่วยหายใจด้วยความดันบวก (noninvasive positive pressure ventilation, NPPV) ผ่านหน้ากาก ท่อจมูก หรืออุปกรณ์ครอบใบหน้าหรือศีรษะแทนการใช้ท่อหรือเครื่องช่วยหายใจ และการใช้เครื่องช่วยหายใจชนิดความดันลบ (noninvasive negative pressure ventilation, NNPV) ซึ่งครอบลำตัวหรือเฉพาะทรวงอกทำให้เกิดความดันลบในช่องอกทำให้อากาศไหลผ่านจมูกและปาก มายังปอดเพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซ เช่น iron lung หรือ chest cuirass

การช่วยหายใจผ่านหน้ากาก (NPPV)

ข้อดี

- ต้องการยานอนหลับและยาแก้ปวดน้อยกว่า

มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อที่โพรงไซนัสและปอดอักเสบน้อยกว่า

- สามารถพูด ทานอาหารหรือดื่มน้ำได้ขณะใช้เครื่องช่วยหายใจ

ข้อเสีย

- มีโอกาสกลืนลมเข้าไป (aerophagia) ทำให้กระเพาะอาหารโป่งได้มาก หากเป็นมากอาจรบกวนการช่วยหายใจเนื่องจากกระบังลมถูกดัน (diaphragmatic splinting)

- หากมีลมรั่วรอบๆ หน้ากากอาจมีการระคายเคืองตา

- ปริมาณ flow ของก๊าซสูงอาจทำให้เยื่อบุจมูกแห้ง

การช่วยหายใจผ่านท่อช่วยหายใจ (IPPV)

ข้อดี

สามารถดูแลดูดเสมหะได้ง่ายทางเดินหายใจเปิดโล่งตลอด

ข้อเสีย

- อาจเกิดภยันตรายที่ปอดและลมรั่วจากการใช้ความดันบวกในกรณีที่ใช้ความดันสูงๆ

อาจทำให้กล่องเสียงและทางเดินหายใจ บวม อักเสบ หรือเกิด granulation ได้

- มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อที่โพรงไซนัสและปอดอักเสบมากกว่า

ชนิดของ NPPV และการเลือกใช้

๑. เครื่องช่วยหายใจที่ใช้ในหออภิบาล (critical care noninvasive ventilator) เครื่องช่วยหายใจชนิดนี้มักมีขนาดใหญ่เคลื่อนย้ายยาก ราคาแพง สามารถปรับ mode ต่างๆได้หลากหลายปรับความเข้มข้นออกซิเจนได้ละเอียด

๒. เครื่องช่วยหายใจ portable BIPAP เครื่องช่วยหายใจชนิดนี้อาจมีขนาดเล็กกว่า สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ราคาปานกลาง สามารถช่วยหายใจได้ด้วยความดัน ๒ ระดับ ค่าความดันคงที่ ที่มีระดับต่ำเรียกว่า expiratory