24/01/2568

Seminar Note

Capacitance

กลุ่ม 15: AED

การใช้งาน: กู้ชีพผู้ป่วยที่หัวใจเต้นผิดจังหวะหรือหยุดกะทันหัน โดยตรวจจับคลื่นไฟฟ้าว่าสามารถช็อตได้หรือไม่

Shockable rhythm

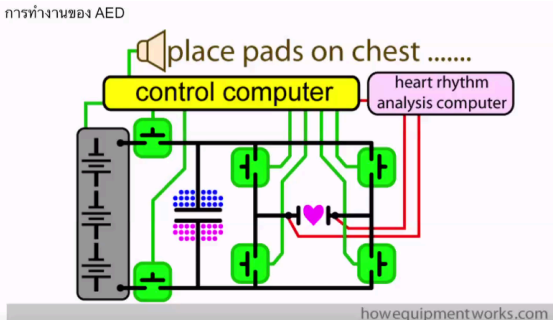
1. Ventricular fibrillation (VF)
2. Ventricular tachycardia (VT)

Unshockable rhythm

1. Asystole
2. Pulseless electrical activity (PEA)

ขั้นตอนการใช้ AED

1. เปิดเครื่อง
2. ถอดเสื้อผู้ป่วย
3. ติดแผ่น electrode บนผิวหนังที่แห้ง
4. ให้เครื่องวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจว่าช็อตได้หรือไม่
5. ก่อนเริ่มช็อต สั่งให้ทุกคนถอย
6. หลังจากช็อต เริ่ม CPR ต่อทันที



สีเขียวน่าจะเป็น switch อะไรสักอย่าง(?)

Principles

AED จะปล่อยกระแสไฟฟ้าทำให้หัวใจหยุดเต้นเป็นระยะสั้น ๆ ทำให้ reset การทำงานของ SA node ทำให้การเต้นกลับมาปกติอีกครั้ง

สมการที่เกี่ยวข้อง

1. $E = V \times Q$
2. $Q = C \times V$
3. $I = V / R$
4. $P = V \times I$
5. $E = V / d \longrightarrow$ สนามไฟฟ้าต้องมีมากเพียงพอ แต่ยังไม่ทำลายเนื้อเยื่อ

คำถาม

1. เครื่องรู้ได้ยังไงว่าเครื่องจะช็อตได้?

   Ans: เครื่องจะตรวจจับคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และจะช็อตเมื่อมีจังหวะ ventricular fibrillation, ventricular tachycardia เท่านั้น
2. AED ทำให้หัวใจหยุดเต้นได้อย่างไร?

Ans: AED จะปล่อยศักย์ไฟฟ้าที่สูงมากพอ ทำให้เซลล์กล้ามเนื้อทั้งหมดถูกกระตุ้น และเกิด refractory period พร้อมกันทั้งหมด เปิดโอกาสให้ SA node เริ่มจังหวะการเต้นใหม่

3. AED กำหนดความแรงของการช็อตได้อย่างไร?

   Ans: เครื่อง AED จะช็อตที่ความแรงประมาณ 120-200 J แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหากจังหวะการเต้นยังไม่ดีขึ้น

4. ไฟฟ้าที่สูงขึ้นเกี่ยว Refractory Period อย่างไร? Availability ของ voltage gated Na^+ channel ที่ต่างกันปล่อยศักย์ไฟฟ้าที่สูงมากพอ
5. ทำให้ต้อง Ca2+ ที่สูงขึ้นส่งผล...(?)

กลุ่ม 6: Cochlear Implantation

การใช้งาน: รักษาผู้ที่มีปัญหาการได้ยินแบบ sensorineural hearing loss (พลังงานกลไม่สามารถเปลี่ยนเป็นสัญญาณประสาท) ช่วยให้เสียงที่เข้าสู่ cochlear แปลงเป็น nerve impulse ใน CN.8 ได้ดี

สมการที่เกี่ยวข้อง

1. การจับสัญญาณเสียง $P(t) = P_0\sin(2\pi f t)$

   $$P_0 = P_{ref}10^{SPL/20}$$

2. การแปลงคลื่นเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ⟶ $V(t) = K_m \times P(t)$

   K_m = ค่าความไวของไมโครโฟน

3. การประมวลผลสัญญาณไฟฟ้า

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-i2\pi ft}\,dt$$

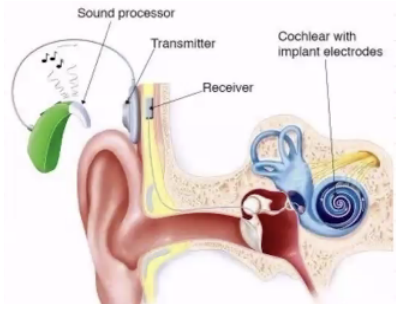
4. การเข้ารหัสสัญญาณ

$$I = K_s \cdot |X(f)|$$

สัญญาณดิจิทัล $|X(f)|$ $\xrightarrow{\times K_s}$ สัญญาณกระตุ้นไฟฟ้า (electrical current, I)

K_s = ค่าความไวของ Stimulator

5. (?)
6. การกระตุ้นเส้นประสาทด้วยสัญญาณไฟฟ้า ⟶ Ohm's law: V = IR



คำถาม

1. ขนาดและตำแหน่งของอุปกรณ์

   รูปจากสไลด์ 4 ตำแหน่ง: หลังหู

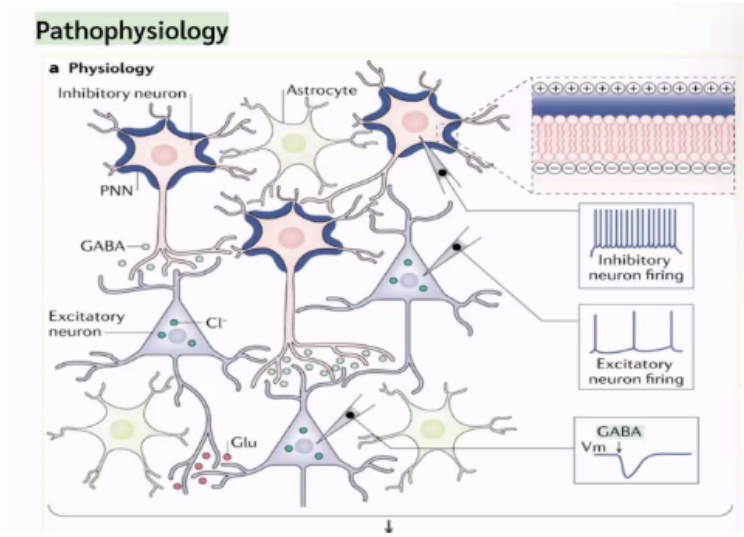
กลุ่ม 1: Epilepsy

24/01/2568

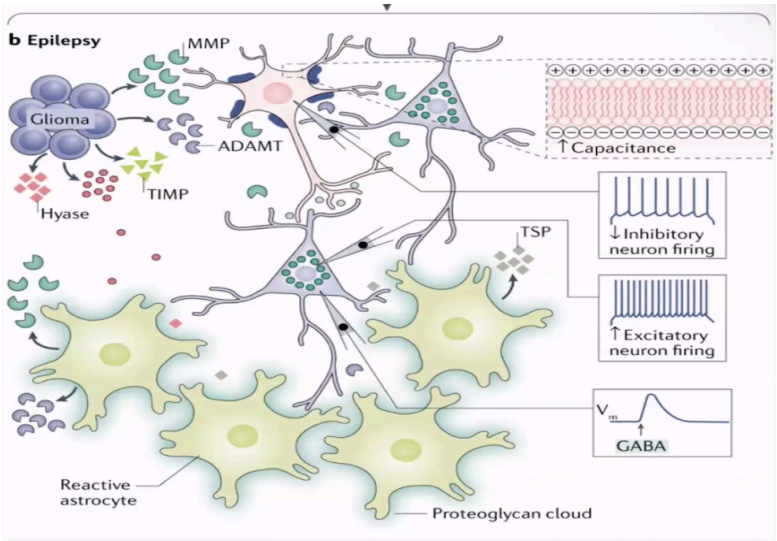
ความหมาย: โรคที่เกิดอาการชักซ้ำ ๆ โดยไม่มีปัจจัยมากระตุ้น

อาการ: ผู้ป่วยล้มพับ ชักเกร็งทั้งตัว น้ำลายฟูมปาก = Tonic-clonic seizure

กลไก: inhibitory neurons (GABA) ทำงานได้น้อยลง



Gliosis, (?)



โปรตีนที่ล้อมรอบ(PNN) น้อยลง (d1 ลดลง) รวมถึง **ε** ที่เปลี่ยนแปลงตาม Electrolyte imbalance ⟶ capacitance เพิ่มขึ้นดังสมการ C = **ε**A/D ⟶ Inhibitory neuron ทำงานได้น้อยลง ⟶ Excitatory ถูกกระตุ้นได้มากกว่าปกติ

สมการที่เกี่ยวข้อง

1. กิจกรรมทางสมอง

$$V = IR$$

2. การแพร่กระจายสัญญาณ (ทฤษฎีไดโพล)

$$\phi(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{p \cdot \hat{r}}{r^2}$$

3. การตรวจจับสัญญาณของขั้วไฟฟ้า

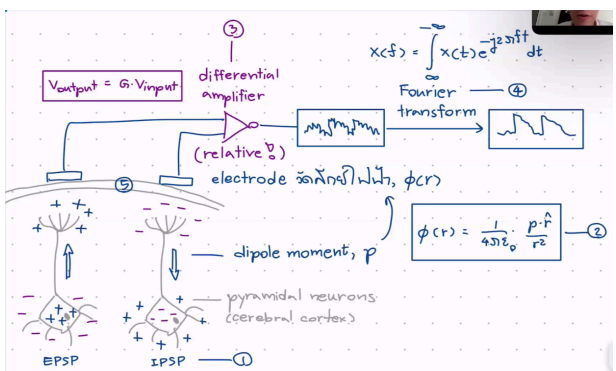
$$V_{output} = G \times V_{input}$$

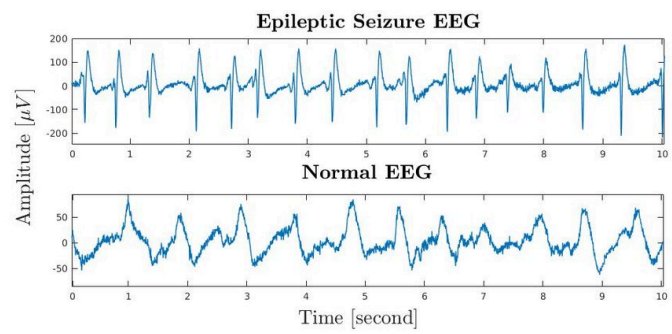
4. Fourier transform เป็นการกรองสัญญาณจากหลาย ๆ สัญญาณทับซ้อนกัน

$$X(f) = \int_{\infty}^{-\infty} x(t) e^{-j2\pi f t} dt$$

5. ความต้านทานไฟฟ้าของผิวหนัง

การวินิจฉัย: EEG (Electroencephalogram) Vที่วัดได้เป็น relative





คำถาม

1. Fourier transform ใช้ทำอะไร?

Ans: ใช้แยกสัญญาณที่ทับซ้อนกันให้เป็นสัญญาณย่อย ๆ ในรูป sine waves

กลุ่ม 7: Spinal Cord Stimulation (SCS)

การใช้งาน: ยับยั้งการเจ็บปวดเรื้อรัง แทนการใช้ยา โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าอ่อน ๆ ที่ไขสันหลัง ยับยั้งไม่ให้ pain signals เข้าสู่สมอง (modify pain signals)

โรคที่รักษาได้:

- อาการปวดหลังเรื้อรัง
- Refractory Angina Pectoris (เจ็บแน่นหน้าอกจากหัวใจขาดเลือด)
- Post spinal cord injury (อาการปวดจากไขสันหลังขาด)

ส่วนประกอบ: Implanted pulse generator, lead wire with electrodes, remote control

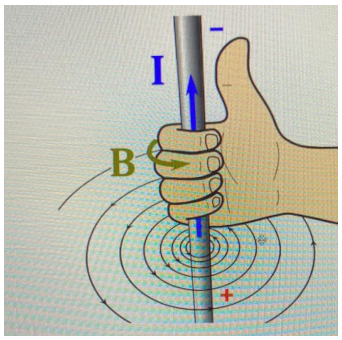
Set ระบบ : เอา lead wire เข้าไขสันหลังหลังจากทดสอบนอกร่างกายแล้ว

ประเภท:

1) แบบดั้งเดิม (conventional) ต้องผ่าตัดเปลี่ยนแบต
2) แบบชาร์จได้ (rechargable) แบตเตอรี่ชาร์จใหม่ได้
3) แบบคลื่นวิทยุ (Radiofrequency stimulator) แบตเตอรี่ชาร์จใหม่ได้ + แบตเตอรี่อยู่ภายนอกร่างกาย

Principles

1. กฎมือขวา



2. Ohm's law: V = IR
3. Faraday law (induction)

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$\mathcal{E}$: แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induced EMF) [โวลต์, V]

Φ_B: ฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux) [เวเบอร์, Wb]

t: เวลา [วินาที, s]

SCS ส่งกระแสประสาทเข้าขั้วไฟฟ้าใน epidural membrane เข้าสู่ A-beta fibers ทำให้ยับยั้ง ยับยั้งการส่ง pain signals ผ่าน A-delta และ C fibers (nociceptive fibers) ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าวนรอบเส้นประสาท ⟶ ปรับการส่งกระแสประสาท

คำถาม

1. กระแสประสาทรู้ได้อย่างไรว่ากระตุ้นตรง A-beta fibers?

   Ans: มีการ calibrate ก่อน ทำให้กระตุ้นถูกจุด

2. ทำไมต้องกระตุ้นแบบเป็นช่วง ๆ ไม่ต่อเนื่อง?

   Ans: ป้องกันไม่ให้เซลล์ประสาทเกิด refractory period มากเกินไป (สันนิษฐาน)

กลุ่ม 30: Implantable cardioverter-defibrillator (ICD)

การใช้งาน: กระตุ้นหัวใจให้มีอัตราการเต้นที่ปกติ ใช้ในผู้ป่วยที่ heart conduction system ผิดปกติ

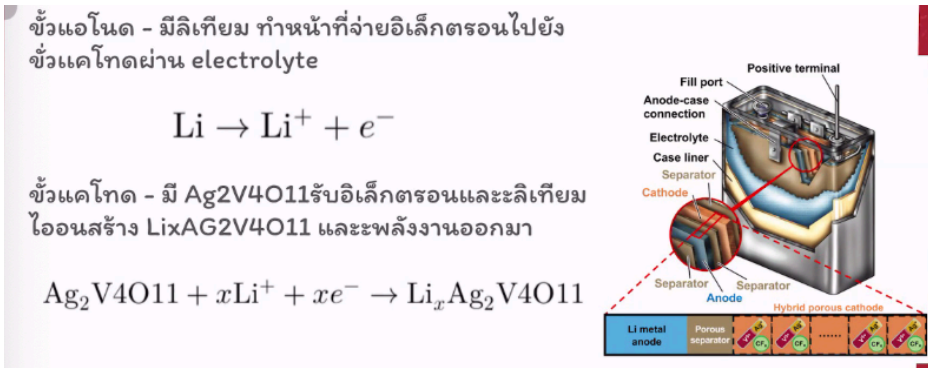
องค์ประกอบ: Pulse generators = Proximal coil + distal coil + leads

หลักการทำงาน: Rate adaptive pacing : วัดจาก metabolic activity

1. Activity sensing โดยตรวจจับความเร่งจากการเคลื่อนไหว
2. Minute ventilation ความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่อหายใจเข้าและลดลงเมื่อหายใจออก
3. Closed-loop stimulation sensing ปล่อยกระแสไฟฟ้า เพื่อวัด impedance (อาศัย Ohm's law) ของ right ventricle โดยความต้านทานเปลี่ยนตามช่วง diastole-systole
4. Faraday's cage principle: ใช้วัสดุนำไฟฟ้าสร้างเป็นกรงเพื่อป้องกันการรบกวนของสนามไฟฟ้ากับสนามแม่เหล็กจากภายนอก
5. Piezoelectric: การสร้าง electrical charge เมื่อเกิด mechanical stress ⟶ ออกแบบเป็นเกลียว (helical)

- ผู้ป่วยที่ SA node ไม่สามารถกำหนด HR ได้ ⟶ ตรวจจับ HR จากแหล่งอื่น

พลังงาน: Lithium-silver vanadium oxide battery (Li/SVO) ⟶ ตรวจสอบอายุการใช้งานจาก voltage ได้



ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม:

ICD จะมี 2 function ในตัว คือ defibrillator และ pacemaker

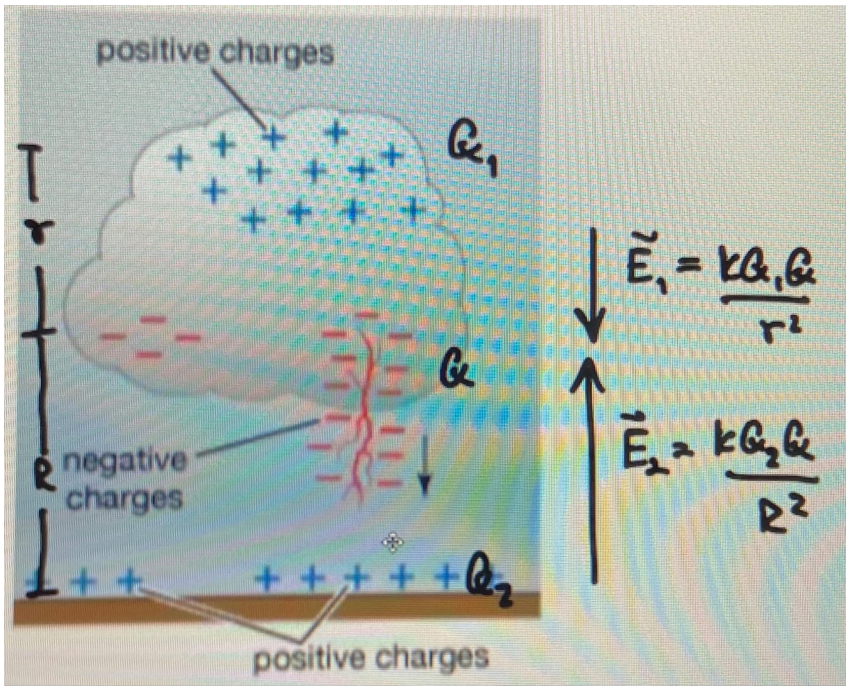
- defibrillation กระตุ้นตอนหัวใจเต้นผิดจังหวะ + pacemaker กำหนด HR ให้เหมาะสม
- rate adaptive response ใช้กระตุ้นเมื่อหัวใจเต้นผิดปกติ

กลุ่ม 22: Keraunopathy (Lightning injury)

เกิดจาก :

1. charge separation ในก้อนเมฆ บวกอยู่ด้านบน

2. เกิดสนามไฟฟ้า ระหว่างก้อนเมฆบน-เมฆล่าง และเมฆล่าง-พื้นดิน



3. เมื่อสนามไฟฟ้าแรงมากพอ จะกิดช่องให้ประจุลงดิน ที่สามารถแตกแขนงได้

การเปลี่ยนแปลงของร่างกาย

- Neurological - neuron necrosis, demyelination, autonomic dysfunction
- Skin - burn, Lichtenberg figures (รอยฟ้าผ่า)
- Muscle - rhabdomyolysis (กล้ามเนื้อสลาย ปล่อย myoglobin)
- Cardiovascular - cardiac arrest, myocardial injuries
- Respiratory - respiratory arrest, pulmonary injuries
- Renal - myoglobinuria (myoglobin, hemoglobin ในเลือดเพิ่ม จาก muscle & bone injuries ⟶ไปอยู่ในท่อไตมาก ๆ ⟶ มีความเป็นกรดมาก ⟶ ทั้งสองแตก ปล่อย heme ⟶ หลอดเลือดบีบตัว⟶ไตขาดเลือด⟶เร่งให้เกิด ROS⟶acute tubular necrosis)
- Dermatological - burns
- Psychological - PTSD, depression, anxiety

วิธีการหลีกเลี่ยงฟ้าผ่า

กรณีอยู่นอกอาคาร

- หากอยู่ในที่โล่งแจ้ง ให้เข้าไปหลบใต้อาคาร และปฏิบัติตามวิธีการหลบเลี่ยงฟ้าผ่าในอาคาร
- หากอยู่ในที่โล่งแจ้งที่ไม่มีอาคารให้หลบใกล้ ๆ ให้อยู่ห่างจากบริเวณที่สูงแล้วหลบที่บริเวณพื้นต่ำ และงดไปหลบใต้ต้นไปที่ตั้งอยู่เดี่ยว ๆ รวมถึงงดหลบใต้หินหรือผ่า โดยนั่งท่าชันเข่า ก้มศีรษะ พร้อมเอามือปิดหู
- หากอยู่ในป่าหรือบริเวณที่ต้นไม้เยอะ ให้หลบใต้ต้นไม้ที่เตี้ย
- อยู่ให้ห่างจากแหล่งน้ำ เช่น ทะเลสาบ ลำธาร
- อยู่ให้ห่างจากอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เสาไฟฟ้า กังหันลม

กรณีอยู่ในอาคาร

- หลีกเลี่ยงการสัมผัสน้ำ เช่น อาบน้ำ ล้างจาน เนื่องจากกระแสไฟฟ้าอาจเดินทางผ่านปั๊มน้ำได้ หากมีการผ่าเกิดขึ้น
- หลีกเลี่ยงการใช้ ปิดหรือถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งมีการเชื่อมต่อกระแสไฟจากตัวบ้าน เช่น โทรทัศน์ โทรศัพท์บ้านแบบมีสาย
- หลีกเลี่ยงการอยู่ใกล้ประตู หน้าต่างหรือผนังคอนกรีต เนื่องจากกระแสฟ้าจากฟ้าผ่าสามารถเดินทางผ่านเสาโลหะภายในผนังได้
- ในสัตว์เลี้ยง ให้ถอดปลอกคอโลหะออกแล้วเปลี่ยนเป็นปลอกคอผ้าหรือพลาสติกแทน
- หากต้องการออกจากอาคารควรรอ 30 นาทีหลังพายุสงบ

วิธีรักษาผู้ป่วยที่ถูกฟ้าผ่า:

- ในการบาดเจ็บจากการถูกฟ้าผ่าในกรณีรุนแรง คือถูกฟ้าผ่าที่ร่างกายโดยตรง จะต้องทำการ CPR แล้วจึงรักษาบรรเทาไปตามอาการ[16]
- หากเยื่อแก้วได้รับความเสียหายซึ่งส่งผลต่อการได้ยิน สามารถรักษาได้โดยการผ่าตัดเยื่อแก้วหูที่อาจเปิดออกเนื่องจากฟ้าผ่าได้[16]
- หากระบบหายใจบกพร่องเฉียบพลันจากการที่ลิ้นอุดกั้นทางเดินหายใจบริเวณคอหอย ให้ทำการจัดท่าทางของผู้ป่วยโดยให้กรามของผู้ป่วยยกขึ้น[16]

วิธีสังเกตฟ้าผ่า: กฎ 30/30

- 30 วินาที แรก = หากเห็นแสง ได้ยินเสียงภายในไม่เกิน 30 วิ ⟶ ฟ้าผ่าอยู่ใกล้อาจทำอันตราย
- 30 นาที = เมื่อพายุสงบแล้ว ให้รอในที่ร่ม 30 นาที ก่อนออกมา

คำถาม

1. คำแนะนำที่ว่า “ถ้าอยู่กลางแจ้งให้เอาส้นเท้าแตะกัน” กระแสไฟฟ้าจะขึ้นมาบนร่างกายน้อยลงมั้ย

   Ans: เป็น fact ที่แนะนำให้เอาส่วนล่างชิดกัน เป็นการลด V ที่เท้าสองข้าง

2. ถ้าถูกช็อตจากไฟบ้าน (220V) ศักย์ไฟฟ้าน่าจะน้อยกว่าฟ้าผ่า

   Ans: โอกาสที่จะตายเลยน้อยกว่า ขึ้นกับว่ามี resistance อะไรเพิ่มมั้ย

Dangerous symptoms

- Burns
- Cardiac arrest

กลุ่ม 17: Electrocardiogram (EKG/ECG)

กลุ่ม 19: EMG

24/01/2568

Quiz :

- ในวันนี้ได้เรียนรู้สูตรฟิสิกส์อะไรที่เกี่ยวข้องกับ capacitance
- ใช้อธิบายอะไรในทางการแพทย์ได้บ้าง

ส่งให้ KEWALEE (co-host)

- วันจันทร์ 27 มกราคม 10:30 : Topic: รายวิชา SCID 105 หัวข้อ Thermodynamics (บรรยาย)

Time: Jan 27, 2025 10:30 Bangkok

Join Zoom Meeting

https://siriraj-mahidol-ac-th.zoom.us/j/92559963527?pwd=uVBeliTkDbW9h9QkwaYTKtByn10tBt.1

Meeting ID: 925 5996 3527

Passcode: 789105

- วันพุธ, ศุกร์ : รอโหวต