เอกสารประกอบการสอน

รายวิชา นิติเวชศาสตร์ (นว 521)

เรื่อง การตายจากไฟดูดและฟ้าผ่า

โดย

แพทย์หญิงศิรินทร์ บุษยามานนท์

ภาควิชานิติเวชวิทยา

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

หัวข้อการสอนเรื่อง การตายจากไฟดูดและฟ้าผ่า

ในแต่ละปีประเทศไทยมีผู้เสียชีวิตด้วยไฟดูด และพบมากขึ้นในช่วงที่เกิดน้ำท่วม โดยปกติแล้วไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านนั้นมีความต่างศักย์ต่ำ 220 โวลต์กระแสสลับ ต้องมีการสัมผัสโดยตรงจึงจะเกิดไฟฟ้าดูดได้ ในขณะที่ไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์สูง ไม่จำเป็นต้องสัมผัสโดยตรง ไฟฟ้าสามารถลัด arching เข้าสู่ร่างกายได้ในระยะใกล้ กระแสไฟคือการไหลของอิเล็กตรอนผ่านตัวนำกระแสไฟฟ้า โดยทั่วไปการเสียชีวิตมักเกิดขึ้นช่วงความต่างศักย์ระหว่าง 110 โวลต์ถึง 380 โวลต์ การถูกไฟฟ้าดูดพบได้น้อยเมื่อความต่างศักย์ต่ำกว่า 80 โวลต์ มีรายงานการเสียชีวิตที่ความต่างศักย์ต่ำมาก 24 โวลต์กรณีที่สัมผัสเป็นเวลานานหลายชั่วโมง

จาก Ohm's law A=V/R นั้น จะเห็นว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่มีผลต่อร่างกายมนุษย์ (A) นั้นขึ้นอยู่กับความต่างศักย์ ซึ่งหากความต่างศักย์ยิ่งสูง ปริมาณกระแสไฟที่ผ่านเข้าสู่ร่างกายยิ่งพบได้มาก ในขณะที่แปรผกผันกับความต้านทานของผิวหนังบริเวณที่สัมผัส ซึ่งหากความต้านทานที่ผิวหนังสูง กระแสไฟที่ผ่านจะผ่านได้ลดลง ผิวหนังที่แห้งและหนาจะมีความต้านทานสูงกว่าผิวหนังที่บางและแห้ง ความต้านทานของร่างกายมนุษย์นั้นประมาณ 10,000-50,000โอห์ม กรณีผิวหนังที่หยาบกร้านอาจมีความต้านทานถึง 100,000 โอห์ม ผิวหนังที่เปียกชื้นอาจมีความต้านทานเพียง 1,000 โอห์ม นอกจากความต้านทานที่ผิวหนังยังรวมถึงความต้านทานของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดนั้น ๆ ด้วย

ปัจจัยที่ทำให้เสียชีวิตนั้นสัมพันธ์กับปริมาณกระแสไฟ ความต่างศักย์ ความต้านทาน และเวลาที่สัมผัสกับกระแสไฟ หากเวลาที่สัมผัสยาวนานสามารถก่อให้เกิดอันตรายได้มากกว่าเวลาที่สัมผัสสั้น ๆ การที่อิเล็กตรอนวิ่งผ่านอวัยวะสำคัญอาจทำให้เสียชีวิตได้ กระแสไฟฟ้าจะวิ่งผ่านจุดหนึ่งที่เรียกว่าทางเข้า โดยปกติคือมือ หรือส่วนที่

สัมผัสกับอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น และออกจากร่างกายบริเวณทางออกของกระแสไฟ โดยมักจะเป็นส่วนที่สัมผัสกับพื้นหรือส่วน neutral conductor ส่วนที่ต่อกับสายดินนั่นเอง ทิศทางที่กระแสไฟวิ่งนั้นไม่แน่นอน แต่มักจะเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างทางเข้ากับทางออกของกระแสไฟ

ชนิดของกระแสไฟ กรณีไฟฟ้ากระแสสลับ (alternating current) 50-80 mA สามารถทำให้เสียชีวิต

ได้เพียงไม่กี่วินาที ในขณะที่ไฟฟ้ากระแสตรง (direct current) 250 mA ผู้ได้รับบาดเจ็บมักไม่เสียชีวิต ทั้งนี้กระแสไฟฟ้าสลับนั้นเป็นสาเหตุทำให้เสียชีวิตได้สี่ถึงหกเท่าเมื่อเทียบกับไฟฟ้ากระแสตรง

<u>ปริมาณกระแสไฟที่มีผลต่อร่างกาย</u>

กระแสไฟสามารถทำอันตรายต่อร่างกายได้หลายทาง ไม่ว่าจะเป็นการสัมผัสโดยตรง หรือการลัดเข้าหาร่างกายผู้ที่อยู่ใกล้ นอกจากนี้ยังสามารถเกิด flash burns ได้จากความร้อนที่เกิดขึ้นกับผิวหนัง หรือ flame burn จากความร้อนที่จุดโดนเสื้อผ้าหรือวัตถุอื่นให้เผาไหม้บริเวณผิวหนังตำแหน่งนั้น ๆ การสัมผัสกับกระแสไฟก็อาจทำให้อวัยวะภายในและภายนอกของร่างกายไหม้ได้เช่นเดียวกัน ในขณะที่การถูกไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์สูงมักจะทำให้เกิดการไหม้ได้ทั้งบริเวณทางเข้าและทางออกของกระแสไฟ ในบางกรณีกระแสไฟที่มีความต่างศักย์สูงอาจพบบาดแผลภายนอกเพียงเล็กน้อยแต่พบการไหม้ในชั้นลึกลงไปอย่างรุนแรงได้ นอกจากนี้อาจทำให้เกิดการ clot ของหลอดเลือด

จากชั้น intima และชั้น media ของหลอดเลือดถูกทำลาย เส้นประสาทตำแหน่งที่สัมผัสกระแสไฟอาจถูกทำลาย การหดเกร็งของกล้ามเนื้ออาจทำให้เกิดการหักของกระดูกบริเวณนั้นได้เช่นกัน นอกจากนี้การบาดเจ็บหรือการเสียชีวิตอาจเกิดจากการตกจากที่สูง ส่วน flash burn และ flame burn เป็นการบาดเจ็บที่เกิดจากความร้อนซึ่งเกิดเนื่องจากกระแสไฟไม่ได้ไหลผ่านเข้าสู่ร่างกายและการบาดเจ็บมักเป็นเฉพาะบริเวณส่วนของผิวหนัง

กระแสไฟที่มีความต่างศักย์สูง (มากกว่า 600 โวลต์ ไฟฟ้ากระแสสลับ) อาจทำให้ผิวหนังฉีกขาดได้ กรณีผิวหนังมีแรงต้านทานน้อยกระแสไฟสามารถวิ่งผ่านและทำอันตรายต่ออวัยวะภายในได้มากกว่า

Table 1. *Estimated Effects of 60 Hz AC Currents*

1 mA	Barely perceptible
16 mA	Maximum current an average man can grasp and "let go"
20 mA	Paralysis of respiratory muscles
100 mA	Ventricular fibrillation threshold
2 Amps	Cardiac standstill and internal organ damage
15/20 Amps	Common fuse or breaker opens circuit*

*Contact with 20 milliamps of current can be fatal. As a frame of reference, a common household circuit breaker may be rated at 15, 20, or 30 amps.

รูปที่ 1แสดงปริมาณกระแสไฟที่มีผลต่อร่างกายมนุษย์ จากไฟฟ้ากระแสสลับ 60HZ ที่วิ่งผ่านทรวงอก รูปจาก The National Institute for Occupational Safety and Health. Worker deaths by electrocution. NIOSH Publication No. 98-131. 2009

ปริมาณกระแสไฟฟ้าปริมาณน้อยเช่น 1mA ทำให้เกิดอาการเจ็บ ๆ คัน ๆ ได้แต่ไม่อันตราย เมื่อกระแสไฟปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการกระตุกของกล้ามเนื้อได้

ในขณะที่ช่วง 25-50mA ในบางตำรา15-40mA ทำให้เกิดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อในลักษณะที่ไม่คลายตัวเรียกว่า hold on effect ซึ่งทำให้ไม่สามารถปล่อยหรือสะบัดออกจากแหล่งกำเนิดกระแสไฟ ทำให้ระยะเวลาที่ได้รับกระแสไฟเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดการบาดเจ็บที่เพิ่มขึ้นได้ ในกรณีที่ผ่านกล้ามเนื้อทรวงอก กระบังลมนั้นก็ทำให้ไม่สามารถหายใจและเสียชีวิตได้ ปริมาณที่มากกว่า 40mAมักทำให้หมดสติ ช่วง 50 หรือ 75-100mA ทำให้เกิดหัวใจเต้นผิดจังหวะ ventricular fibrillation และหากมากกว่า 2A ทำให้เกิด ventricular arrest ได้

ปริมาณกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกาย	ระดับอันตราย	ผลต่อร่างกาย
น้อยกว่า 1 mA	ปลอดภัย	ไม่รู้สึก
1 mA-8 mA	ปลอดภัย	พอรู้สึกบ้าง
8 mA- 15 mA	อันตราย	รู้สึก กล้ามเนื้อกระตุก
15 mA-25 mA	อันตราย	เจ็บปวด กล้ามเนื้อเกร็ง
25 mA-50 mA	อันตรายมาก	เจ็บปวด กล้ามเนื้อเกร็ง กระตุกรุนแรง ไม่สามารถปล่อยให้หลุดได้
50 mA-100 mA	อันตรายมาก	หัวใจเต้นผิดปกติ อาจเสียชีวิต ถ้าช่วยเหลือไม่ทัน
100 mA-200 mA	อันตรายมากที่สุด	ช็อคหรืออาจหยุดหายใจ
200 mA ขึ้นไป	อันตรายมากที่สุด	หยุดหายใจ เนื้อหนังไหม้

หมายเหตุ กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ (Ampere; A) และ 1 A เท่ากับ 1000 มิลลิแอมแปร์ (mA)

รูปที่ 2แสดงระดับอันตรายที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้า รูปจาก ผศ.ชูศักดิ์ พฤษพิทักษ์. (2018). ระบบไฟฟ้าปลอดภัยลดอันตรายจากกระแสไฟฟ้า. [online] Available at: http://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/p96-101.pdf.

กรณีกระแสไฟไหลผ่านมือทั้งสองข้าง กรณีนี้กระแสไฟจะผ่านจากมือข้างหนึ่งผ่านไปยังหัวใจก่อนผ่านไปยังมืออีกข้างหนึ่ง หรือกรณีกระแสไฟฟ้าผ่านร่างกายผ่านลงดินโดยไหลผ่านมือข้างหนึ่ง ผ่านหัวใจ ผ่านไปที่เท้าและครบวงจรที่พื้นดิน ทั้งสองกรณีนั้นมีความรุนแรงเช่นเดียวกัน

<u>บาดแผลที่เกิดจากไฟดูด (Electrical marks)</u>

บาดแผลที่เกิดจากไฟดูดนั้นเรียกว่า electrical burns หรือ electrical marks หรือ joule burns เป็นตำแหน่งทางเข้าของกระแสไฟ บาดแผลที่เกิดจากไฟดูดนั้นเกิดจากความร้อนบริเวณผิวหนัง จากสูตร GC=C2R/4.187 นั้น GC คือความร้อนมีหน่วยเป็นกรัมแคลอรี่ต่อวินาที C คือกระแสไฟหน่วยเป็นแอมแปร์ และ R คือแรงต้านทานมีหน่วยเป็นโอห์ม จะเห็นว่าแรงต้านทานบริเวณผิวหนังจะแปรผันโดยตรงกับความร้อน นั่นหมายความว่าผิวหนังที่แห้งและหนาจะก่อให้เกิดความร้อนตำแหน่งที่สัมผัสได้มากกว่าตำแหน่งที่ผิวหนังบางและเปียกชื้น ดังนั้นในบางกรณีเช่นไฟดูดในอ่างน้ำ ซึ่งผิวหนังเปียกและกระแสไฟสามารถผ่านเข้าไปในร่างกายได้ในบริเวณกว้าง ความต้านจึงทานต่ำมาก อาจไม่พบบาดแผลที่เกิดจากไฟดูดเลยก็ได้ นอกจากนี้บาดแผลอาจเกิดในตำแหน่งที่เห็นได้ไม่ชัดเช่น อวัยวะเพศ ทวารหนัก จากอุปกรณ์ที่ใช้ หรือในช่องปาก ลิ้น ริมฝีปากในเด็กเล็ก ความร้อนเพียง 50 องศาเซลเซียสสามารถทำให้เกิดบาดแผลบริเวณผิวหนังภายในไม่เกิน 25 วินาที

การตรวจบาดแผลที่เกิดจากไฟดูดนั้นมีได้ตั้งแต่ ไม่พบบาดแผล พบบาดแผลเป็นลักษณะถุงน้ำ

พบบาดแผลที่มีลักษณะการสร้างเป็นจุด keratin nodule หรือแม้แต่บาดแผลที่มีลักษณะที่เกิดภายหลังการเสียชีวิต โดยต้องดูลักษณะปฏิกิริยาแสดงการมีชีวิตของบาดแผลนั้น ๆ จากเนื้อหาเรื่องการตายจากบาดแผล

ลักษณะที่ช่วยในการบอกว่าเป็นบาดแผลที่เกิดจากไฟดูด คือบาดแผลที่มีลักษณะเป็น three zone

โดยโซนในสุด อาจพบเป็นผิวหนัง ไหม้เกรียม เนื้อตาย หรือส่วนของถุงน้ำที่เกิดจากความร้อนและมีการยุบตัวลง โดยที่โซนต่อมาของบาดแผลเกิดจากการที่หลอดเลือดหดตัวมีลักษณะเป็นสีขาวล้อมรอบ (arteriolar spasm and coagulative necrosis) และโซนที่อยู่ด้านนอกสุดพบลักษณะบวมแดงจากการอักเสบ (hyperemia)

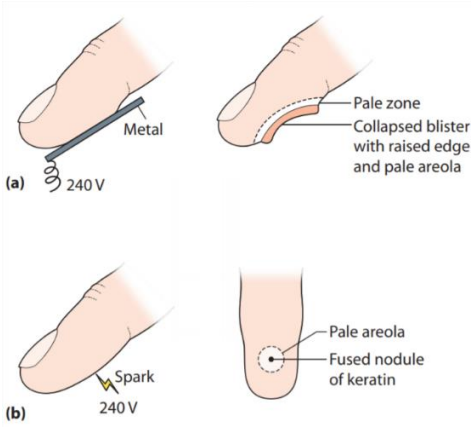


Figure 12.2 (a) Firm contact electric mark, and (b) spark burn across air gap.

รูปที่ 3 แสดงลักษณะบาดแผลที่เกิดจากไฟดูด รูปจาก Saukko PJ, Knight B. The pathology of wounds. Knight's Forensic Pathology. CRC Press. 2016

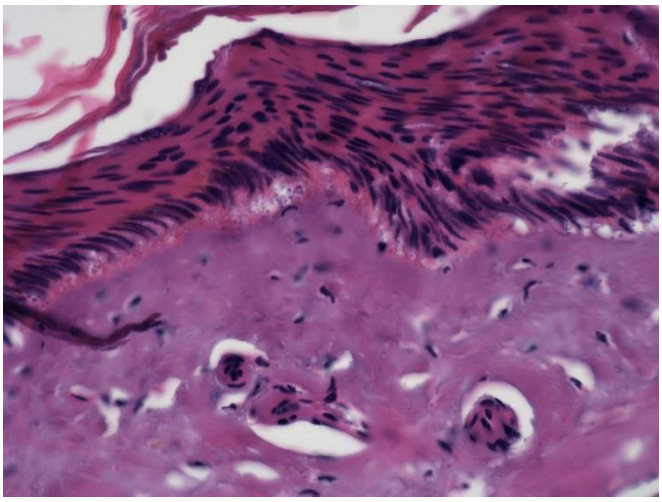
บาดแผลที่มีลักษณะเฉพาะ ลักษณะรูปร่างของบาดแผลขึ้นกับวัตถุและพื้นผิวที่สัมผัสซึ่งในบางกรณีสามารถบอกลักษณะของวัตถุได้ชัดเจน อาจช่วยในกรณีการถูกทารุณกรรมหรือฆาตกรรม

บาดแผลที่เกิดจากกระแสไฟความต่างศักย์สูงอาจพบลักษณะ severe burn ระดับสามหรือสี่ ผิวหนังไหม้แข็งได้ หรืออาจพบลักษณะ crocodile skin lesion เป็นลักษณะผิวหนังคล้ายจระเข้ เกิดจาก high voltage burn จากการลัดของกระแสไฟ (arcing) เข้าหาร่างกาย เกิดเป็น flash burns ต่อผิวหนังมีลักษณะไหม้เป็นจุด ๆ กลม ๆ กระจาย โดยความร้อนที่เกิดขึ้นอาจสูงถึง 35,000 ฟาเรนไฮต์ ตัวอย่างกรณีศึกษารายงานโดย Acharya J และคณะกล่าวว่าร่างกายมนุษย์มีความต้านทานแตกต่างกันตั้งแต่ 500 (ในเลือด) ถึง100,000 โอห์ม ผิวหนังถึงแม้จะมีความต้านทานแต่เมื่อถูกกระแสไฟความต่างศักย์สูงดูดก็ต้านทานได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น กลไกการเสียชีวิตจากกระแสไฟความต่างศักย์สูงมักเกิดจาก ventricular arrest มากกว่า ventricular fibrillation การที่จะพบกระแสไฟลัดเข้าหาร่างกายมักพบเมื่อความต่างศักย์สูงกว่า 300 โวลต์ ซึ่งการลัดเข้าหาร่างกายดังกล่าวอาจมีแรงดันให้ร่างกายกระเด็นออกและทำให้เสียชีวิตได้จากแรงกระแทกด้วย การกระโดดเข้าหาร่างกายของกระแสไฟโดยไม่ต้องสัมผัสนั้น อาจได้ถึง 35 เซนติเมตร ในกระแสไฟความต่างศักย์ 100,000 โวลต์ และ 2-3 มิลลิเมตร ในกระแสไฟ 1,000 โวลต์ ซึ่งในรายนี้พบทั้งกะโหลกศีรษะแตก อวัยวะภายในได้รับบาดเจ็บ ร่วมกับการเผาไหม้ของผิวหนังจากไฟดูด

รูปที่ 4 รูปแสดงลักษณะ crocodile skin appearance จากกรณีศึกษา J, A., R, S., P, S. and YP, R. (2016). Dual Fall, One before and other after A High Voltage Electric Injury-Case Report. Journal of Forensic Science & Criminology, 4(3).

เมื่อสงสัยว่าบาดแผลนั้นเป็นบาดแผลที่เกิดจากไฟดูดหรือไม่ กรณีผู้เสียชีวิต ให้ตัดเอาบาดแผล

ดังกล่าวไปตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะพบลักษณะนิวเคลียสที่ยืดยาวออกไปเรียก nuclei palisade หรือ streaming of the nuclei อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ M tsokos และคณะ พบว่าลักษณะ pyknosi และ การยืดยาวของนิวเคลียสอาจพบได้จากการ burn และ hypothermia



รูปที่ 5ลักษณะการยืดยาวออกของนิวเคลียสบริเวณผิวหนัง ภาพโดย Elizabeth Satter, MD. จาก Emedicine.medscape.com. (2018). Electrical Injuries in Emergency Medicine: Background, Pathophysiology, Epidemiology. [online] Available at: https://emedicine.medscape.com/article/770179-overview.

กระแสไฟผ่านจากโลหะที่เป็นตัวนำกระแสไฟเข้าสู่ร่างกาย เกิด electrolysis ตัวไอออนของโลหะหนักอาจฝังบริเวณผิวหนังหรือลึกลงไปในชั้นเนื้อเยื่ออ่อนได้ สามารถพบได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ตัว metallic ions และ tissue anions รวมตัวกันเป็น metallic salt อาจไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าแต่สามารถตรวจหาได้ด้วยวิธีทางเคมี การตัดชิ้นเนื้อมาตรวจ หากยังมีชีวิตอาจตรวจพบได้หลายสัปดาห์ ลวดตัวนำทองเหลืองและทองแดงสามารถพบเป็นสี bright green ได้ กรณีไฟฟ้าลัดจากกระแสความต่างศักย์สูงมาสู่ร่างกายอาจนำส่วนของโลหะที่ถูกความร้อนลอยมาติดฝังบริเวณผิวหนังได้โดยอาจพบสีน้ำตาลหรือเทาตำแหน่งที่ผิวหนังไหม้ การใช้ electron microscope ช่วยให้มองเห็นก้อนโลหะที่ละลายติดอยู่บริเวณผิวหนังที่เกิดไฟดูด มีการนำ atomic absorption spectroscopy มาใช้ตรวจหาโลหะหลายชนิดบริเวณบาดแผลที่เกิดจากไฟฟ้าความต่างศักย์ต่ำ

Pierucci และ Danesino ใช้ 0.2% ของสารละลาย 8-Hydroxyquinolineใน ethanol ฉีดพ่นบริเวณบาดแผลหรือเสื้อผ้า ตำแหน่งที่สงสัยและสังเกตการเปลี่ยนแปลงภายใต้แสง shortwave ultraviolet โดยใช้ fluorescent เทคนิค

<u>กลไกและสาเหตุการตายจากไฟฟ้าดูด</u>

กลไกที่พบได้บ่อยที่สุดคือ cardiac arrythmia (ventricular fibrillation) ในกรณีกระแสไฟฟ้าตามบ้านที่มีความต่างศักย์ต่ำ สัมพันธ์กับการที่กระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านหัวใจ โดยมีผลต่อ myocytes, nodal tissue และ conductive tracts เมื่อนำกล้ามเนื้อหัวใจไปตรวจทางพยาธิวิทยา อาจพบลักษณะกล้ามเนื้อหัวใจตายเป็นหย่อม ๆ กระจายและพบเลือดออกใต้เยื่อหุ้มหัวใจ (sub-endocardial hemorrhage) และ contraction bands ของกล้ามเนื้อหัวใจได้ อย่างไรก็ตามลักษณะดังกล่าวเป็น non-specific finding สาเหตุการตายอื่น ๆ อาจเกิดจาก สมองหรืออวัยวะสำคัญถูกทำลายจากความร้อนที่เกิดขึ้นจากไฟดูด หรือกรณีกลไกกล้ามเนื้อบริเวณหน้าอกและกระบังลมหดเกร็งไม่คลายตัวจากไฟดูด ซึ่งมักพบใน high voltage death นอกจากนี้การได้รับอันตรายจากการตกจากที่สูง หรือจมน้ำ หรือเกิดจาก blunt trauma หลังจากถูกไฟดูดก็เป็นเหตุที่ทำให้เสียชีวิตได้เช่นกัน การตรวจสมองทางพยาธิวิทยาอาจพบลักษณะสมองบวม จุดเลือดออก demyelination และ cellular vacuolization ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่เฉพาะเจาะจง

พฤติการณ์การตาย

พบได้บ่อยคือเกิดจากอุบัติเหตุ สำหรับการฆ่าตัวตายด้วยวิธีนี้พบได้น้อยมาก และการฆาตกรรมด้วย

วิธีนี้ก็พบได้น้อยมากเช่นกัน แต่ก็พบมีรายงานกรณีดังกล่าวได้อยู่บ้าง

ฟ้าผ่า

กรณีฟ้าผ่านั้นเกิดจากการชาร์จประจุภายใต้ก้อนเมฆและส่งกระแสไฟลงสู่พื้น ประจุที่เกิดขึ้นเป็นประจุลบโดย 5% พบเป็นประจุบวก ฟ้าผ่านั้นมีความต่างศักย์สูง 10-100ล้านโวลต์ โดยกระแสไฟที่ออกมาประมาณ 10,000-110,000A โดยปริมาณกระแสไฟที่ออกมานั้นจะสูงมาก อุณหภูมิอาจสูงถึง 30,000 องศาเซลเซียส แต่เมื่อผ่าลงมาแล้ววิ่งผ่านฉนวนในอากาศก็จะเกิดการ breaks down ซึ่งทำให้การผ่านั้นปริมาณกระแสไฟลดลง และอาจทำให้ไม่ถึงกับเสียชีวิตหรือบาดเจ็บได้ ทั้งนี้ระยะเวลาในการผ่านั้นไม่เกิน 0.001 วินาที นอกจากนี้โดยทั่วไปฟ้าผ่ามักจะเกิด flashes รอบ ๆ พื้นผิวของร่างกายทำให้เกิดอันตรายได้น้อยมาก ผิวหนังที่เปียกและลักษณะโดยธรรมชาติ electrical pulse ที่สั้นของฟ้าผ่าทำให้กระแสไฟมักเคลื่อนที่ผ่านบริเวณส่วนผิวของร่างกาย การเสียชีวิตโดยฟ้าผ่านั้นพบได้น้อย แต่หากกระแสไฟวิ่งผ่านเข้าสู่ร่างกายโดยตรง หรือเกิด blunt mechanical force หรือ blast effect ก็ทำให้เกิดเยื่อแก้วหูฉีกขาด การบาดเจ็บของอวัยวะภายใน ทำให้เสียชีวิตได้ แสงที่มีความเข้มสูงก็ทำให้เกิดต้อกระจกได้ ฟ้าผ่านั้นสามารถทำอันตรายได้จากการถูกผ่าโดยตรง (direct strike) การสะท้อนจากวัตถุไปยังคนที่อยู่ใกล้ (side-flash strike, พบแรงระเบิดเสื้อผ้า รองเท้า ฉีกขาด ผิวหนังมีรอยไหม้จากซิป วัตถุโลหะที่ติดกับผิวหนัง พบทางเข้าและทางออก เยื่อแก้วหูทะลุ และอาจเสียชีวิตได้จากความร้อนทำลายอวัยวะ หรือ หัวใจหยุดเต้น) การผ่านวัตถุนำกระแสมายังบุคคลเป็นต้น

Fern liked lesion หรือ arborescent หรือ Lichtenberg figures มีลักษณะเป็นรอยแดงบริเวณผิวหนังรูปร่างคล้ายใบเฟิร์น พบได้ภายใน 1 ชั่วโมงหลังได้รับบาดเจ็บและหายไปภายใน 24 ชั่วโมง ยังไม่ทราบกลไกการเกิดที่แน่นอน มีการสันนิษฐานว่าเกิดจากประจุบวกของผิวหนังหลังจากที่ร่างกายถูกกระแทกด้วยประจุลบจากฟ้าผ่า หรือเกิดจากฟ้าผ่าที่เป็นประจุบวก หรือเกิดจาก interstitial fluid boiling ลักษณะดังกล่าวอาจพบได้ใน high voltage electrocution ได้เช่นกัน

รูปที่ 6แสดง fern liked lesion ของนาย Winston Kempหลังจากที่เขาถูกฟ้าผ่า ภาพจาก NBC News. (2018). [online] Available at: https://www.nbcnews.com/healthmain/heres-what-lightning-strike-can-do-your-skin-325006.

เมื่อนำผิวหนังตำแหน่ง fern-liked lesion มาตรวจทางพยาธิวิทยา ไม่พบลักษณะจำเพาะ พบเพียงลักษณะหลอดเลือดขยายตัวบริเวณผิวหนังเท่านั้น

หนังสืออ้างอิง

1. The National Institute for Occupational Safety and Health. Worker deaths by electrocution. NIOSH Publication No. 98-131. 2009 Available at: http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-131/overview.html
2. ชูศักดิ์ พฤษพิทักษ์ (2018). ระบบไฟฟ้าปลอดภัยลดอันตรายจากกระแสไฟฟ้า. [online] Available at: http://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/p96-101.pdf.
3. Fish RM, Geddes LA. Conduction of electrical current to and through the human body: a review. Eplasty. 2009;9:e44
4. Saukko PJ, Knight B. The pathology of wounds. Knight's Forensic Pathology. CRC Press. 2016; 4: 325-338
5. J, A., R, S., P, S. and YP, R. (2016). Dual Fall, One before and other after A High Voltage Electric Injury-Case Report. Journal of Forensic Science & Criminology, 4(3).
6. Tracy A Cushing.Emedicine.medscape.com. (2018). Electrical Injuries in Emergency Medicine: Background, Pathophysiology, Epidemiology. [online] Available at: https://emedicine.medscape.com/article/770179-overview.
7. Di Maio, V. and Di Maio, D. Forensic pathology. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press.2006:423-432.

หัวข้อการสอนเรื่องการตายจากไฟดูดและฟ้าผ่า

แผนการสอน

หัวข้อ การตายจากไฟดูดและฟ้าผ่า

รายวิชา นิติเวชศาสตร์ (นว 521)

ผู้สอน แพทย์หญิงศิรินทร์ บุษยามานนท์

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นิสิตสามารถ

1. มีความรู้ถึงสาเหตุและพฤติการณ์การตายจากไฟฟ้าดูดและฟ้าผ่าได้
2. สามารถวินิจฉัยบาดแผล องค์ประกอบ ปริมาณกระแสไฟฟ้าร่วมกับอาการต่าง ๆ ที่เกิดจากการถูกไฟฟ้าดูดได้
3. มีความรู้ในการตรวจศพและบาดแผลที่มีลักษณะเฉพาะของการเกิดฟ้าผ่าได้

เนื้อหาหัวข้อ

1. กระแสไฟที่มีผลกับร่างกายมนุษย์
2. ลักษณะบาดแผลที่เกิดจากไฟดูด
3. กลไกการเกิดบาดแผลจากฟ้าผ่า
4. ลักษณะบาดแผลที่เกิดจากฟ้าผ่า
5. สาเหตุและพฤติการณ์การตายจากไฟดูดและฟ้าผ่า

สื่อการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. Power point ทั้งภาพนิ่งและ animation
3. Application มือถือ สร้างโดย แพทย์หญิงศิรินทร์ บุษยามานนท์

แผนการสอน ระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น

1. บอกวัตถุประสงค์และบอกเนื้อหา 5 นาที
2. สอนบรรยายเนื้อหาหัวข้อต่าง ๆ 35 นาที
3. ซักถามนิสิต 10 นาที

4. นิสิตซักถาม 10 นาที

สอนนิสิตแพทย์ปีการศึกษาละ 5 กลุ่ม กลุ่มละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 5 ชั่วโมงต่อปี

การประเมินผล

1. อาจารย์ซักถามในห้องเรียน
2. ข้อสอบ Multiple choice 5 ตัวเลือก
3. ข้อสอบเขียน Short answer

หนังสืออ้างอิง

1. The National Institute for Occupational Safety and Health. Worker deaths by electrocution. NIOSH Publication No. 98-131. 2009 Available at: http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-131/overview.html
2. ชูศักดิ์ พฤษพิทักษ์ (2018). ระบบไฟฟ้าปลอดภัยลดอันตรายจากกระแสไฟฟ้า. [online] Available at: http://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/p96-101.pdf.
3. Fish RM, Geddes LA. Conduction of electrical current to and through the human body: a review. Eplasty. 2009;9:e44
4. Saukko PJ, Knight B. The pathology of wounds. Knight's Forensic Pathology. CRC Press. 2016; 4: 325-338

5. J, A., R, S., P, S. and YP, R. (2016). Dual Fall, One before and other after A High Voltage Electric Injury-Case Report. Journal of Forensic Science & Criminology, 4(3).
6. Tracy A Cushing.Emedicine.medscape.com. (2018). Electrical Injuries in Emergency Medicine: Background, Pathophysiology, Epidemiology. [online] Available at: https://emedicine.medscape.com/article/770179-overview.
7. Di Maio, V. and Di Maio, D. Forensic pathology. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press.2006:423-432.