บทที่ 9
อุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้า

วัตถุประสงค์

ในบทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษา

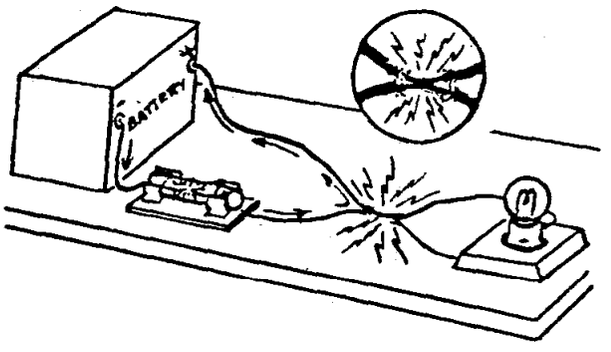
1. เข้าใจความหมายของการใช้ไฟเกินกำลัง วงจรลัด และฟิวส์
2. เข้าใจหลักการของสายล่อฟ้า และรู้จักอุปกรณ์ป้องกันการเกิดฟ้าผ่า
3. รู้จักการป้องกันอุบัติเหตุทางไฟฟ้า
4. รู้จักวิธีปฐมพยาบาลเมื่อได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า ตลอดจนสามารถช่วยผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้าได้

9.1 การใช้ไฟเกินกำลัง วงจรลัด และฟิวส์

การใช้ไฟเกินกำลัง หรือโอเวอร์โหลด (overload) นั้น หมายถึงการใช้ไฟฟ้าเกินขนาด ซึ่งจะมีอาการดังนี้ เมื่อเสียบสวิตช์ที่อุปกรณ์ไฟฟ้าอันใดอันหนึ่งแล้วทำให้ไฟฟ้าดวงอื่น ๆ กะพริบหรือแสงหรี่ลงหรือไฟฟ้าเกิดดับทันที แสดงว่าเกิดการโอเวอร์โหลดขึ้นหรือการใช้ไฟฟ้าเกินขนาดแล้ว

วงจรลัด (short circuit) เป็นสภาพของวงจรที่มีกระแสไหลมากเกินปกติ วงจรลัดเกิดขึ้นได้จากสายตัวนำ 2 เส้นมาแตะกัน จึงเกิดกระแสไฟฟ้าไหลอย่างมากมาย กระแสจำนวนนี้ไม่ผ่านโหลดเลยหรือผ่านก็เพียงเล็กน้อย ผลที่ได้รับเมื่อเกิดวงจรลัด คือ ฟิวส์ขาดอย่างรุนแรง สายไฟฟ้าละลาย ไฟลุกไหม้ ดังรูปที่ 9.1

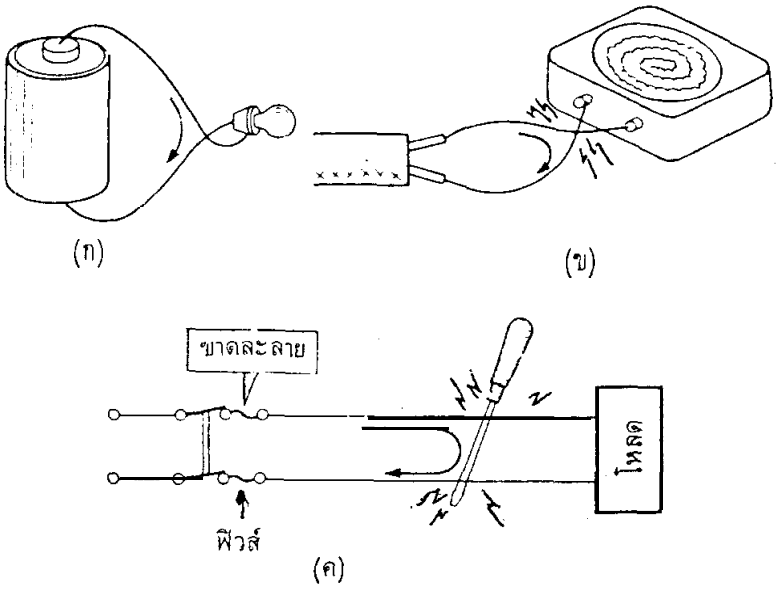
อาจจะกล่าวได้อีกว่า วงจรลัดเป็นทางเดินที่เกิดอุบัติเหตุเนื่องจากใช้กระแสจำนวนผิดปกติผ่านความต้านทานต่ำ วงจรลัดจะเกิดขึ้นเมื่อความต้านทานของวงจร หรือตัวต้านทาน (resistor) ของวงจรมีค่าตกจนเกือบเป็นศูนย์โอห์ม การช้อตมักจะเกิดขึ้นบ่อยเป็นผลจากการใช้ลวดผิดขนาด หรือฉนวนฉีกขาด



รูปที่ 9.1 แสดงเมื่อเกิดวงจรลัด

เพื่อให้เข้าใจยิ่งขึ้นจะได้แสดงตัวอย่างไฟช้อต ดังรูปที่ 9.2 (ก) และ (ข) ถ้าหากได้เกิดความผิดพลาดดังรูปทั้งสอง เช่น เมื่อใส่แรงดันไฟฟ้า 100 โวลต์ สายไฟเปลือยแตะสัมผัสกัน หรือสายไฟที่ต่อปลายขั้วทั้งสองของแบตเตอรีเกิดต่อถึงกันส่วนของสายไฟฟ้าที่แตะสัมผัสกันนั้นจะร้อนละลาย ทั้งนี้เพราะเมื่อใส่แรงดัน 100 โวลต์ แก่สายไฟฟ้าซึ่งมีความต้านทานต่ำ กระแสที่ไหลผ่านได้จะมีค่าสูงมาก เช่น ถ้าสายไฟนั้นมีความต้านทาน 1 โอห์ม จะมีกระแสไหลถึง 100 แอมแปร์ ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า ไฟช้อต หรือ การลัดวงจร กระแสที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า กระแสลัดวงจร ฉะนั้นเมื่อมีการลัดวงจรทางไฟฟ้าหรือการเดินสายไฟจะเกิดกระแสลัดวงจรที่มีค่าสูงกว่าปกติ หลายสิบหรือหลายร้อยเท่า ซึ่งเกินขนาดของกระแสที่ยอมให้ใช้ได้ จึงเป็นเหตุให้เปลือกหุ้มสายไฟไหม้ สายไฟนั้นไหม้ขาด เครื่องไฟฟ้านั้นไหม้เสียหายและเป็นอันตรายได้

ฟิวส์ (Fuses) กระแสเกินในวงจรไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการลัดวงจรหรือโหลดเกินกำลัง หากปราศจากเครื่องมือที่จะตัดกระแสไฟออกไปแล้ว จะทำให้อุปกรณ์ที่รับกระแสเกินนั้นเสียหายได้ เนื่องจากกระแสเกินทำให้เกิดความร้อนในสายไฟ อาจทำให้คุณสมบัติของฉนวนเสียไปและเกิดไฟลุกไหม้ได้ เครื่องมือที่ง่ายที่สุดที่จะตัดกระแสไฟคือ ฟิวส์ ซึ่งจะทำหน้าที่ตัดกระแสไฟเกินโดยละลาย (Blows) หรือฟิวส์ขาด ทำให้วงจรเปิด



รูปที่ 9.2 ไฟซ้อตและฟิวส์

ฟิวส์เป็นสิ่งที่ทำขึ้นเพื่อป้องกันอันตรายและความเสียหายที่จะเกิดขึ้นแก่วงจรไฟฟ้าโดยตรง หรือใช้เป็นวัตถุป้องกันกระแสไฟสูงซึ่งอาจเกิดอันตรายขึ้น โดยสื่อกระแสไฟแรงสูงเกินอัตราที่ผ่านฟิวส์นี้ กระแสไฟสูงจะละลายหลอมฟิวส์ให้ขาดจากกันทันที เป็นการตัดวงจรของกระแสไฟสูงที่เกิดขึ้น มิให้ทำอันตรายแก่สายไฟหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า

เนื่องด้วยฟิวส์เป็นตัวป้องกันหรือขัดขวางกระแสไฟสูงเกินอัตราดังกล่าว จึงต้องเป็นโลหะหรือวัสดุที่เป็นจุดอ่อนหลอมตัวได้ หรือละลายได้ง่ายที่สุดในวงจร ฟิวส์เป็นวัตถุที่จะต้องออกแบบด้วยความระมัดระวังและทำเป็นพิเศษ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานไฟฟ้า เคยมีบางคนที่เข้าใจผิดนำเอาลวดทองแดงไปต่อแทนฟิวส์ และทำให้วงจรกระแสไฟเดินผ่านมีไฟใช้การได้ ก็เลยคิดว่าน่าจะเอาลวดทองแดงนี้ใช้แทนฟิวส์ตะกั่วจะดีกว่า เพราะไม่ขาดหรือละลายง่ายเหมือนลวดตะกั่ว ซึ่งนับว่าเป็นความคิดที่ผิดอย่างหนัก ถ้าปรากฏว่ากระแสไฟสูงเกิดขึ้นเมื่อไรย่อมจะเกิดความเสียหายได้ทันที

ฟิวส์เป็นลวดตัวนำไฟฟ้าที่มีจุดหลอดละลายต่ำต่ออนุกรมอยู่กับวงจรไฟฟ้า (ดังรูปที่ 9.1 หรือ 9.2) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลสูงเกิน พิกัดกระแสของฟิวส์ เช่น กรณีเกิดวงจรลัดจะทำให้มีกระแสไหลผ่านฟิวส์มาก ฟิวส์จะร้อนจัดจนหลอมละลาย และขาดในที่สุด ฉะนั้น

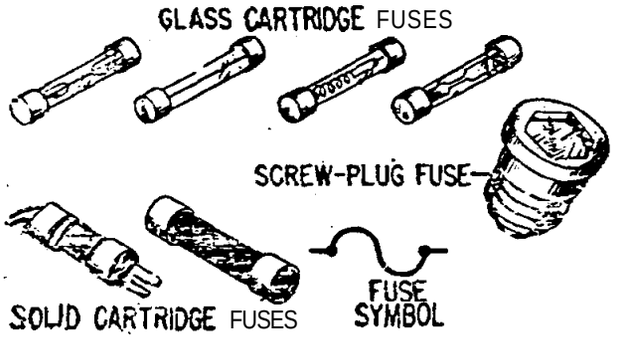
ฟิวส์จึงมีประโยชน์ในการป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ การต่อไฟฟ้าไปใช้งาน ควรจัดให้ผ่านฟิวส์ไว้ด้วยเสมอ

เพื่อจะทำหน้าที่ป้องกันกระแสเกิน ฟิวส์จะต้อง

1. ทำหน้าที่เมื่อกระแสเกินเกิดขึ้นเท่านั้น
2. ตัดกระแสไฟได้เร็วก่อนที่อุปกรณ์จะเสียหาย
3. ไม่ขัดขวางกระทบกระเทือนวงจรอื่น

ฟิวส์ที่ใช้ในงานไฟฟ้ามี 3 ชนิด คือ

1. ฟิวส์คาร์ทริดจ์ (Cartridge fuse)
2. ฟิวส์ถ้วย (Plug fuse)
3. ฟิวส์เส้นลวด



รูปที่ 9.3 แสดงฟิวส์แบบต่าง ๆ

9.2 สายล่อฟ้า อาเรสเตอร์ และระบบป้องกันทางไฟฟ้าต่าง ๆ

สายล่อฟ้า ตามนิยามของประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า ได้กล่าวถึง สายล่อฟ้า ซึ่งหมายความว่า อุปกรณ์ที่ติดตั้งขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันอันตราย ที่อาจเกิดขึ้นจากฟ้าผ่า สายล่อฟ้าประกอบด้วย หลักล่อฟ้า สายนำประจุ ตัวจับยึดสายนำประจุ และหลักดิน

แฟรงคลินเริ่มการศึกษาหาความจริงเกี่ยวกับไฟฟ้าในอากาศทันทีโดยวิธีชักว่าวจริง ๆ ชักเอาตอนที่ฝนกำลังตกหนักเสียด้วย เรียกว่าเป็นการเสี่ยงอันตรายอย่างมาก

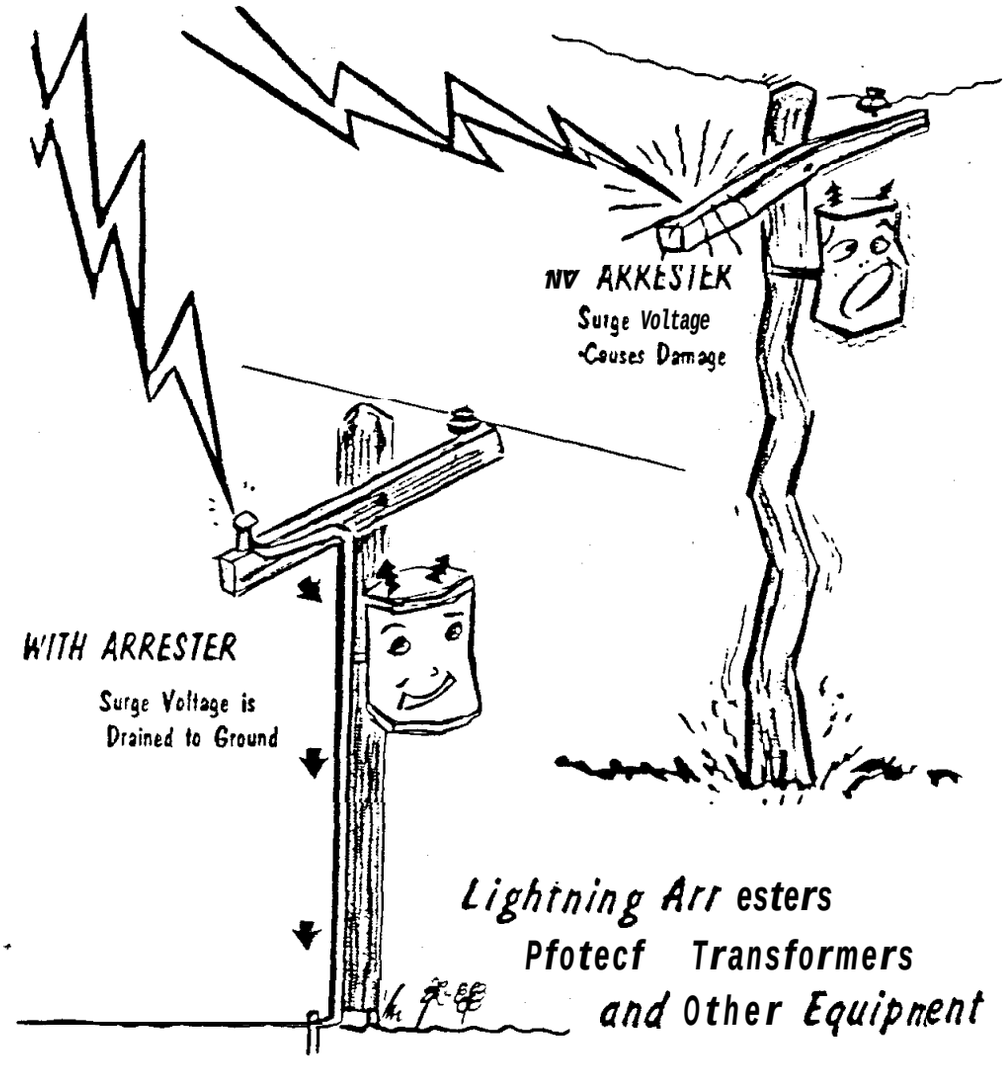
ว่าวของแฟรงคลินนั้นใช้ผ้าแพรปิดลงบนโครงเหล็กและมีเหล็กปลายแหลมติดอยู่ที่หัวว่าว มีปลายสายผูกลูกกุญแจทองเหลืองติดไว้ ใช้ริบบิ้นต่อกับสายป่านอีกทอดหนึ่ง เพื่อใช้เป็นที่สำหรับมือจับสายว่าวไว้ได้โดยปลอดภัย โดยมีลูกชายเป็นผู้ร่วมการทดลองครั้งนี้ด้วย

เมื่อฝนเริ่มตั้งเค้าทำท่าว่าจะตก แฟรงคลินให้ลูกชายเป็นผู้ส่งว่าวแล้วชักขึ้นสู่ท้องฟ้าทันที ว่าวลอยเคว้งคว้างอยู่ในอากาศได้ไม่นานฝนก็ตกลงมาอย่างหนัก เมื่อฝนตกสายป่านก็เปียกกลายเป็นตัวนำไฟฟ้าขึ้น ไฟฟ้าก็เดินจากตัวว่าวลงมาสู่ลูกกุญแจทองเหลืองโดยสายป่านนั่นเอง แต่แฟรงคลินได้ทำฉนวนกั้นไฟฟ้าไว้ก่อนแล้ว โดยการต่อสายริบบิ้นกับสายป่าน ดังนั้นไฟฟ้าในอากาศจึงไม่สามารถทำอันตรายอย่างใดแก่เขาได้

แฟรงคลินดำเนินการทดลองขั้นต่อไปอีกโดยเอาเศษหญ้าจ่อเข้าไปชิดลูกกุญแจก็เกิดประกายไฟจากลูกกุญแจวิ่งมาสู่มือของเขา และเมื่อเอาลูกกุญแจหย่อนลงเกือบถึงดินก็เกิดไฟฟ้าระหว่างพื้นดินกับลูกกุญแจอีก เมื่อเป็นเช่นนี้เขาจึงลงความเห็นว่าไฟฟ้าในอากาศนั่นเองเป็นตัวทำให้เกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า ซึ่งมีวิธีป้องกันอันตรายที่เกิดจากฟ้าผ่าได้ ก็โดยการระบายประจุไฟฟ้าที่สะสมอยู่ในก้อนเมฆ บนอากาศให้ลดน้อยลง

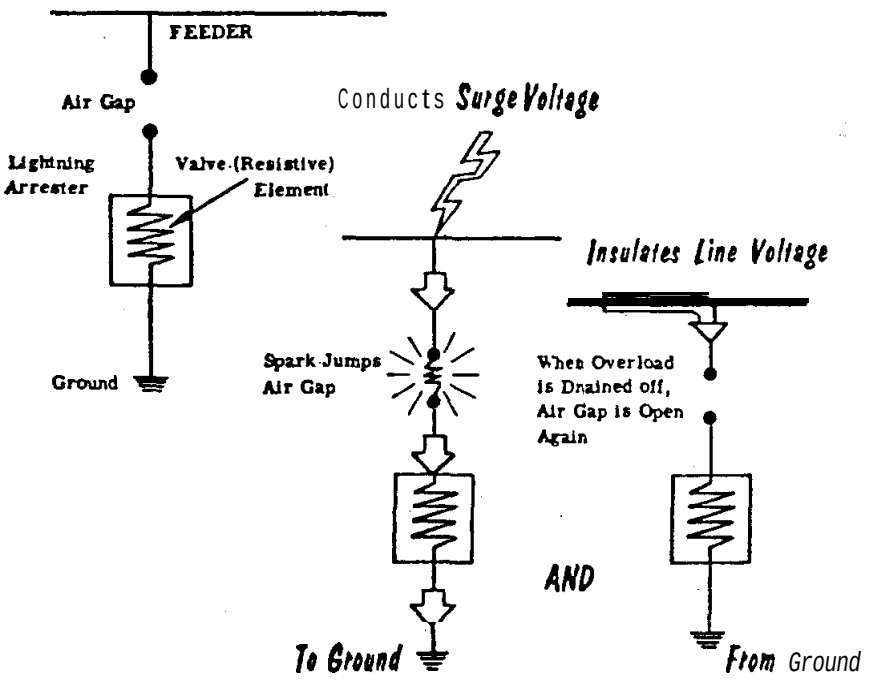
การระบายประจุไฟฟ้านั้นทำได้ง่าย ๆ ด้วยกรรมวิธีธรรมดา เพียงแต่ใช้โลหะปลายแหลมและสายลวดที่เป็นสื่อไฟฟ้า ติดตั้งไว้ในที่สูง ๆ ต่อลวดนั้นมายังพื้นดินและเอาส่วนปลายของลวดผูกติดกับแผ่นโลหะขนาดใหญ่แล้วฝังดินเอาไว้ให้ลึกพอสมควร สิ่งที่เบนจามิน แฟรงคลินแนะนำให้ทำขึ้นเพื่อป้องกันฟ้าผ่านั้น ก็คือ "สายล่อฟ้า" นั่นเอง

ส่วน**อาเรสเตอร์ (arrester)** ซึ่งได้แก่ ล่อฟ้า (Lightning arrester) เป็นอุปกรณ์ป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ รวมทั้งชีวิตด้วย เนื่องจากแรงดันเกินพิกัด ขนาดของแรงดันที่เกินพิกัดนี้อาจจะเกิดขึ้นได้เนื่องจากฟ้าผ่าหรือสาเหตุอื่นในวงจรไฟฟ้า ล่อฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่เตรียมไว้เพื่อให้แรงดันเกินพิกัดวิ่งลงสู่ดินก่อนที่จะไปทำลายหม้อแปลงไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่น ๆ และชีวิต



รูปที่ 9.4 เปรียบเทียบเสาไฟฟ้าที่มีล่อฟ้ากับไม่มีล่อฟ้า เมื่อเกิดฟ้าผ่า

ล่อฟ้าโดยทั่วไปประกอบด้วย ช่องว่างหรือช่องอากาศ (airgap) และต่ออันดับด้วยความต้านทาน แรงดันที่เกินพิกัดจะสปาร์คและกระโดดข้ามช่องอากาศผ่านไปยังความต้านทาน ซึ่งอาจทำด้วยซิลิกอนคาร์ไบด์แล้วลงสู่ดิน ความต้านทานที่ต่ออันดับกับช่องอากาศนี้จะมีค่าต่ำเมื่อมีแรงดันเกินพิกัดมาปรากฏ แต่ในสภาพปกติจะมีค่าสูง ล่อฟ้ามีหลายชนิด แต่มีหลักการทำงานเหมือนกันดังรูปที่ 9.5



ก. ล่อฟ้าก่อนทำงาน ข. ล่อฟ้ากำลังทำงาน ค. ล่อฟ้าภายหลังการทำงาน

รูปที่ 9.5 วงจรของล่อฟ้า

ระบบป้องกันทางไฟฟ้าต่าง ๆ การป้องกันอุบัติเหตุทางด้านไฟฟ้าอาจแบ่งออกเป็น 3 ตอนด้วยกัน คือ การติดตั้ง (Installation) การใช้ (Operation) และการบำรุงรักษา (Maintenance) ซึ่งแต่ละตอนมีหลักการและวิธีการแตกต่างกันออกไป ดังนี้

1. การติดตั้ง (Installation)

1.1 หม้อแปลงไฟฟ้า (transformer) มอเตอร์ (motor) หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ติดตั้ง จะต้องป้องกันไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ใช้แตะต้องส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าเดินอยู่ได้

1.2 การเดินสายไฟจะต้องเดินตาม code ที่กำหนดไว้ การใช้ชนิดของสายขึ้นอยู่กับสภาพสิ่งแวดล้อมในอาคารหรือในโรงงาน เช่น มีไอกรด ไอด่าง หรือความชื้น ส่วนใหญ่นิยมเดินสายในท่อ (conduit) บางกรณีอาจมีการเดินสายตามพื้น เช่น Cable อาจเดินใน Trench หรือสอดผ่านท่อที่ฝังไว้

1.3 การติดตั้งมอเตอร์ จะต้องไม่ติดตั้งเกะกะทางผ่านมอเตอร์ ใช้แบบและขนาดของมอเตอร์ให้ถูกต้องกับสภาพการใช้งาน การ overload มอเตอร์เป็นเวลานาน ๆ ใช้มอเตอร์ไม่ถูกแบบ ในบรรยากาศมีไอน้ำมัน ฝุ่นละออง ฯลฯ หรือ สายมอเตอร์ชำรุด มักจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุอยู่เสมอ

1.4 ฟิวส์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ (fuses and Circuit Breakers) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกัน over current สำหรับฟิวส์มีหลายแบบซึ่งได้กล่าวถึงแล้ว หลักสำคัญในการเปลี่ยนฟิวส์ ก็คือ จะต้องตัดวงจรด้านที่มีไฟออกเสียก่อน และตรวจสาเหตุที่ทำให้ฟิวส์ขาดว่าเกิดจาก short circuit หรือ overload ฟิวส์ที่เปลี่ยนจะต้องใช้ขนาดเดิม และอย่าเปลี่ยนฟิวส์ขณะมี load

1.5 อุปกรณ์ควบคุม (control equipment) เช่น สวิตช์บอร์ด จะต้องติดตั้งให้สะดวกต่อการปฏิบัติงาน มีแผ่นยางปูไว้เพื่อป้องกันการถูกไฟดูดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในสวิตช์บอร์ด ด้านหน้าและด้านหลังของสวิตช์บอร์ดควรมีไฟส่องสว่าง และมีไฟฉายเตรียมไว้ในกรณีฉุกเฉิน การต่อสายติดตั้งอุปกรณ์ภายในสวิตช์บอร์ด จะต้องจัดให้เป็นระเบียบ กำหนดเลขหมายและมีแผ่นวงจรประจำไว้เพื่อการตรวจสอบ

1.6 การต่อสายลงดิน (Grounding) การต่อ Ground Rod จะต้องต่อตาม Code และจะต้องต่อให้ใกล้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สุดและสั้นที่สุด อาจใช้ท่อประปา โครงเหล็กหรือโครงสร้างอย่างอื่นที่มีความต้านทานต่ำ ถ้าเป็นไฟตรง ต้องต่อขั้วลบกับท่อเพื่อป้องกันการผุกร่อนอันเนื่องจาก Electrolysis การปัก ground rod ขึ้นอยู่กับลักษณะของดินที่ปัก จะต้องคำนึงถึงความชุ่มชื้นของดิน หรือระดับน้ำใต้ดิน ถ้าดินแห้งมาก เช่น ในฤดูร้อน ควรใช้เกลือหว่านไปรอบ ๆ บริเวณ ทางที่ดีควรมีพืชปกคลุมบริเวณที่ปัก ground rod เพื่อรักษาความชุ่มชื้นเอาไว้ เต้าเสียบต่าง ๆ ที่ใช้ในบ้านหรือในโรงงานควรใช้แบบ 3 ขั้ว โดยขั้วหนึ่งเป็นขั้วดินต่อกับเปลือกนอกของอุปกรณ์

2. **การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (Operator)** จะต้องตรวจสอบก่อนปฏิบัติงานเสมอ เช่น การใช้ไฟฟ้าศักย์ต่ำภายในบ้าน ควรปฏิบัติดังนี้

2.1 การเดินสายไฟภายในบ้าน จะต้องเดินให้ถูกต้องตามหลักวิชา ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีมาตรฐานเชื่อถือได้ ทางที่ดีควรใช้ช่างไฟฟ้าเป็นผู้เดินสายให้

2.2 อย่าใช้ฟิวส์ใหญ่เกินกำลังสาย และอย่าใช้ลวดทองแดงใส่แทนฟิวส์ ถ้าไม่เข้าใจเรื่องไฟดีอย่าต่อไฟเอง

2.3 สายไฟฟ้าในบ้านเมื่อใช้นาน ๆ ปี ควรมีการทดสอบความต้านทานฉนวนไฟฟ้าของสาย

2.4 อุปกรณ์ไฟฟ้ารวมทั้งสายปลั๊ก จะต้องตรวจดูว่ามีไฟรั่วหรือไม่ สายชำรุดหรือไม่

2.5 สายปลั๊กของอุปกรณ์ไฟฟ้า จะต้องดูว่ามีหัวเสียบเรียบร้อยอย่าใช้สายล้วน ๆ แหย่เข้าไปในรูเต้าเสียบ

2.6 ควรใช้หัวเสียบและเต้าเสียบ ชนิด 3 ขั้ว โดยขั้วหนึ่งเป็นขั้วดินต่อกับสายซึ่งต่อกับเปลือกนอกของอุปกรณ์ไฟฟ้า หัวเสียบและเต้าเสียบไฟฟ้าถ้าชำรุดต้องรีบเปลี่ยนทันที และอย่าใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกินกำลังสายของเต้าเสียบ

2.7 การต่อสายหรือซ่อมสาย การเปลี่ยนฟิวส์ จะต้องปลดสวิตช์ตัดตอนออกก่อนเสมอ

2.8 ถ้าไม่มีหัวเสียบและเต้าเสียบชนิด 3 ขั้วใช้ การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ผู้ใช้ต้องพยายามยืนบนฉนวนไฟฟ้า เช่น แผ่นยาง พื้นไม้แห้ง อย่ายืนด้วยเท้าเปล่าบนพื้นปูนหรือพื้นที่ชื้นแฉะ

2.9 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ตากแดดตากฝนอยู่เสมอ เช่น สวิตช์กระดิ่งไฟฟ้า หลอดไฟแสงสว่างบริเวณบ้าน จะต้องใช้แบบหรือมีที่ป้องกันน้ำฝนรั่วเข้าไปถึงขั้วได้

2.10 อย่าใช้ไฟฟ้าจับปลา

3. **การบำรุงรักษา (Maintenance)** ผู้ปฏิบัติงานต้องเป็นช่างชำนาญงานเข้าใจด้านไฟฟ้าดีพอ และใช้อะไหล่ที่เชื่อถือได้ การทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ใช้เครื่องมือ ห้ามใช้มือแตะ ในเวลาปฏิบัติงานถ้าจำเป็นควรใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย เช่น ถุงมือยาง หมวกนิรภัย แว่นตากันกระแทก เข็มขัดนิรภัย ฯลฯ ก่อนเข้าปฏิบัติงานจะต้องป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ที่จะซ่อม ทำงานหรือมีไฟโดยปลด breaker ฟิวส์ หรือล็อกห้ามด้วยกุญแจ และมีป้ายห้าม (Tag) แขวนไว้

9.3 ความต้านทานของร่างกายมนุษย์ต่อกระแสไฟฟ้า

ความต้านทาน (Impedance) เมื่อร่างกายคนต่อเป็นส่วนหนึ่งของวงจรไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านร่างกายซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้านทานรวมซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่ง ความต้านทานรวมนี้ก็คือ ความต้านทานของโลหะตัวนำไฟฟ้าในวงจร ความต้านทานของร่างกาย และรวมทั้งความต้านทานของดินในกรณีที่กระแสไฟฟ้า

ไหลผ่านร่างกายลงสู่ดิน ฯลฯ ความต้านทานของร่างกายส่วนใหญ่พบว่าขึ้นอยู่กับผิวหนังของร่างกาย ผิวหนังซึ่งด้านและหนา หรือแห้ง จะมีความต้านทานสูงพอสมควร แต่ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีผลเกี่ยวข้องกับความต้านทานนี้ ซึ่งได้แก่ความชื้น ความอิ่มตัวของสารที่เป็นสื่อไฟฟ้าภายในเนื้อหนังของคน ความต้านทานของร่างกายจะลดลงอย่างมากมายเมื่อผิวหนังเปียกชื้น ดังตารางที่แสดงไว้ในตารางที่ 9.1 กระแสไฟแรงดันต่ำที่ไหลผ่านร่างกายที่ก่อให้เกิดกล้ามเนื้อหดตัวมีค่าเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลโดยเฉลี่ย ผู้ชายมีค่า 16 มิลลิแอมแปร์ ผู้หญิง 10.5 มิลลิแอมแปร์ กระแสไฟที่สูงกว่านี้ ถ้าปล่อยไว้นาน 2-3 นาที จะทำให้เหงื่อออก พอง และเกิดรอยปริแตกบริเวณผิวหนังในตอนแรก ๆ และจะลดค่าความต้านทานของผิวหนังที่จุดนั้นลงไปเรื่อย ๆ ในที่สุดกระแสไฟก็จะไหลผ่านเลือดและเซลล์ของร่างกาย

หมายเหตุ 1 แอมแปร์ = 1,000 มิลลิแอมแปร์
1 มิลลิแอมแปร์ = 1,000 ไมโครแอมแปร์

ร่างกายของคนเราเป็นความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงค่าได้ตามสภาวะแวดล้อม และมีค่าต่างกันทุกคน จากการทดลองปรากฏว่า ความต้านทานต่ำสุดของร่างกายต่อกระแสไฟฟ้าระหว่างมือและเท้ามีค่าประมาณ 400-500 โอห์ม ค่าความต้านทานที่ผิวหนังหรือจุดสัมผัสเป็นตัวการสำคัญที่จำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้าซึ่งมีค่าแตกต่างกันไป แล้วแต่ว่าจะผ่านอวัยวะส่วนใด และแตกต่างกันออกไประหว่างบุคคลแต่ละคน

ตารางที่ 9.1 ค่าความต้านทานของร่างกายมนุษย์ต่อกระแสไฟฟ้า

ส่วนของร่างกาย	ความต้านทาน (โอห์มต่อตารางเซนติเมตร)
ผิวหนังแห้ง	100,000 ถึง 600,000
ผิวหนังเปียกชื้น	1,000
ภายในร่างกายจาก	400 ถึง 600
มือถึงเท้า	
หูซ้ายถึงหูขวา	ประมาณ 100

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า โดยธรรมชาติแล้วกระแสไฟฟ้าจะเลือกไหลไปตามเส้นทางที่สะดวกที่สุด เมื่อความต้านทานของผิวหนังลดลง กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านร่างกายได้ง่ายและมากขึ้น ดังนั้น ผู้ที่มีผิวหนังตรงจุดสัมผัสเปียกชื้นด้วยเหงื่อหรือน้ำกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านร่างกายของผู้นั้นได้มากกว่าผู้ที่มีผิวหนังตรงจุดสัมผัสแห้ง และอันตรายที่จะได้รับก็จะมากขึ้นด้วย

ผู้ถูกกระแสไฟฟ้าส่วนมากไม่สามารถจะบังคับตัวเองให้หลุดพ้นออกจากไฟฟ้า ถ้าบังเอิญไม่มีผู้ช่วยเหลือ จะถูกกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายตลอดเวลา

ความต้านทานของแต่ละคนที่ทนต่อกระแสไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนแปลงภายใน 1 นาที หรือมากกว่านั้นได้ ความต้านทานสามารถเปลี่ยนแปลงได้จากองค์ประกอบต่อไปนี้ คือ คุณสมบัติทางกายภาพของแต่ละคน สภาวะทางอารมณ์ของบุคคลและความชื้นบนผิวหนังของบุคคล

9.4 กฎการระวังภัยจากไฟฟ้า

การทำงานเกี่ยวกับเครื่องไฟฟ้าหรือการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า หากพลาดพลั้งก็ย่อมจะถึงชีวิตได้ทันที ฉะนั้นจึงต้องมีความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ จึงขอแนะนำดังต่อไปนี้

1. ก่อนที่จะนำไฟฟ้าไปใช้ภายในอาคารใด ๆ จงติดตั้งฟิวส์ตัดตอนที่การไฟฟ้ากำหนดให้ใช้ หรือใช้สวิตช์ตัดตอน และฟิวส์ที่มีขนาดพอเหมาะไว้ที่ต้นทาง ฟิวส์จะต้องติดไว้หลังสวิตช์ตัดตอน

2. ควรใช้สายที่มีเปลือกหุ้ม เช่น สาย P.V.C.(สายพลาสติก) หุ้ม ฯลฯ สายนั้นต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อยและถูกต้องตามขนาด

3. ในการเดินสายไฟ อย่าใช้ตะปูตอกทับกดสาย เพราะจะทำให้เปลือกหุ้มชำรุด ซึ่งจะทำให้ไฟฟ้าวิ่งมาที่ตะปู ทำให้เกิดอันตรายเมื่อจับตะปู

4. ทุกครั้งที่ทำการตัดไฟหรือทำการเดินสายไฟต้องยกสวิตช์ตัดตอน อย่าแตะต้องสายเปลือยในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ มิฉะนั้นแล้วท่านจะไม่มีโอกาสสัมผัสหรือแตะต้องมันอีก

5. รอยต่อทุก ๆ แห่งต้องใช้ผ้าพันสาย พันหุ้มลวดให้มิดชิดและแน่นพอ จนไม่หลุดทั้งนี้เพื่อไม่ให้ลวดที่มีไฟฟ้าอยู่โผล่ออกมาจะเป็นอันตรายต่อผู้ที่ไปสัมผัส ถ้ารอยต่ออยู่กลางแจ้งให้อยู่สูงกว่ามือเอื้อมถึง เพราะเมื่อถูกฝนไฟฟ้าอาจไหลลงมาได้

6. สวิตช์ ขั้วหลอด และเต้าเสียบ ควรใช้ชนิดที่มีฉนวนหุ้มมิดชิด

7. หลอดและเครื่องใช้เกี่ยวกับไฟฟ้าที่จะให้ความร้อนนั้น อย่าให้ติดกับผิวหรือเชื้อเพลิงอื่นที่จะเกิดการลุกไหม้ได้ง่าย

8. มอเตอร์และเครื่องใช้อื่น ๆ ที่มีโลหะครอบภายนอก เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า ฯลฯ ควรต่อสายจากโลหะครอบลงดินเสีย ขณะใช้งานเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นเพราะไฟฟ้ารั่วออกมายังโลหะนั้น ๆ ในกรณีที่เกิดการชำรุดภายใน

9. เครื่องใช้หรือสายไฟฟ้าชำรุดต้องรีบจัดการซ่อมแซมโดยเร็ว และอย่าแตะต้องส่วนที่ชำรุด หากมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนสายเสียบของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นใหม่โดยใช้ขนาดความโตเท่าเดิม ถ้าไม่มีเกจวัดว่าสายนั้น ๆ โตเท่าใด ก็ให้นำสายเสียบอันเก่านั้นไปที่ร้านจำหน่ายอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อจะได้เลือกขนาดถูกต้องเท่าของเดิม ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายอันเกิดจากไฟไหม้เมื่อใช้อุปกรณ์ไฟฟ้านั่นเอง

10. ขณะที่มือหรือเท้าเปียกเหงื่อหรือน้ำ อย่าจับต้องเครื่องมือที่เป็นโลหะ อย่าปล่อยให้พื้นที่บริเวณเครื่องใช้ชื้นแฉะ ควรสวมรองเท้ายางเมื่อจะแก้ไฟฟ้า

11. ปลั๊กชนิดที่แยกได้หลายทางไม่ควรต่อไฟแยกออกไปจนเกินควร เพราะถ้าสายหลักสายแรกเล็ก เมื่อรับจำนวนไฟฟ้าให้เดินไปทำงานมากเกินกำลัง จะทำให้ร้อนจัดและอาจเกิดไฟไหม้ได้

12. ขณะอบผมด้วยเครื่องอบไฟฟ้า เท้าไม่ควรแช่ในน้ำ

13. อย่าเสียบปลั๊กอุปกรณ์ทิ้งไว้ ความร้อนจากไฟฟ้าอาจทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้

14. อย่าใช้ลวดตากผ้าพาดกับสายไฟฟ้า หรือตากผ้าบนสายไฟฟ้า เพราะน้ำหนักของผ้าจะทำให้ลวดกดฉนวนชำรุด ไฟฟ้าก็จะรั่วไหลเข้าไปในลวดราวตากผ้า เป็นอันตรายได้

15. ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับไฟฟ้า บริเวณพื้นดินควรสวมรองเท้าบู๊ทพื้นยางและสวมถุงมือยางบาง ๆ เพื่อป้องกันไฟรั่ว

9.5 การปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า

ผู้เคราะห์ร้ายที่หลุดพ้นจากกระแสไฟฟ้าได้เอง โดยมากจะได้รับอันตรายแต่น้อย อาจรู้สึกชาตามแนวที่กระแสไหลผ่านร่างกายกล้ามเนื้อจะขัดยอก หรือเจ็บเนื่องจากการกระตุกอย่างรุนแรงหรืออาจมีรอยฟกช้ำเนื่องจากการกระทบวัตถุแข็งข้างกาย ความตกใจทำให้หัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ อาการเหล่านี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแส ถ้าคนเจ็บยังมีสติดีอยู่ ก็ควรทำการปฐมพยาบาลด้วยการนวดกล้ามเนื้อ ทายาแก้ฟกช้ำและให้ดื่มน้ำอุ่นหรือยาหอม อาจให้ยาดมด้วยก็ได้

ในกรณีที่คนเจ็บหมดสติ ผู้ประสบเหตุควรแก้ไขให้ฟื้นด้วยการใช้ยาดม ใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดตามใบหน้าและลำตัว นวดตามแขนและขาจนกว่าจะฟื้น แล้วทำการปฐมพยาบาลตามกรณีข้างต้น หากคนเจ็บมีอาการเจ็บปวดหรือช็อค ให้รีบนำส่งแพทย์โดยเร็ว

สำหรับผู้เคราะห์ร้ายที่กล้ามเนื้อหดตัวอย่างรุนแรงจนหัวใจหยุดเต้น และหยุดหายใจ หรือหายใจได้ไม่เต็มที่ ผู้ประสบเหตุจะต้องรีบทำการปฐมพยาบาลเพื่อช่วยชีวิตด้วยการผายปอดและนวดหัวใจ จากนั้นจึงรีบนำคนเจ็บส่งแพทย์โดยผู้ช่วยเหลือติดตามไปด้วย

9.5.1 การให้ลมหายใจทางปาก (เป่าปาก)

การให้ลมหายใจทางปากเป็นวิธีการผายปอดที่ได้ผลดีวิธีหนึ่ง วิธีการนี้อาจนำมาใช้กับผู้ที่หยุดหายใจเพราะจมน้ำ อยู่ในที่อับอากาศสำลักควันหรือสูดก๊าซพิษจนหมดสติได้อีกด้วย การให้ลมหายใจทางปากมีวิธีการ ดังนี้

1. วางคนเจ็บนอนหงายราบให้ศีรษะแหงนต่ำ และลำคอยืด

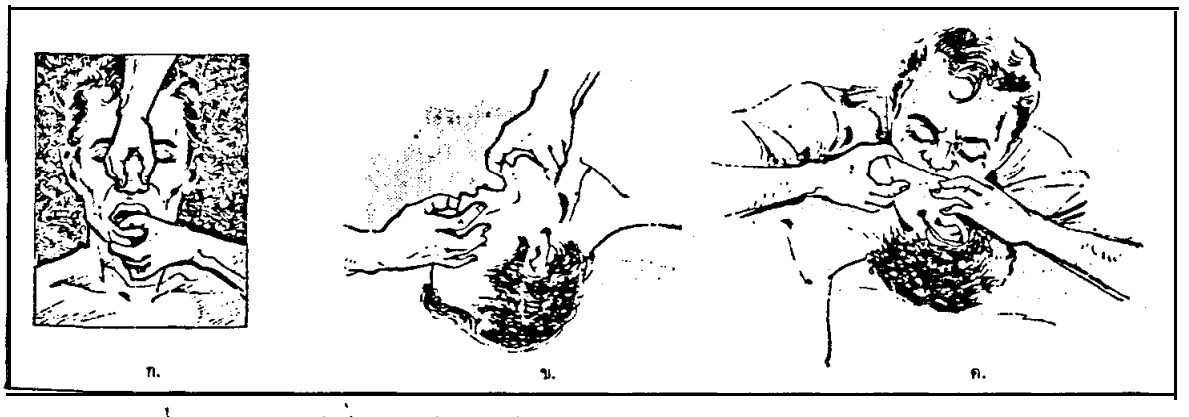
2. สอดนิ้วหัวแม่มือเข้าไปในปาก จับขากรรไกรล่างยกขึ้นจนปากอ้า

3. ล้วงเอาสิ่งอื่นใดที่อาจติดค้างอยู่ในปากและลำคอออกให้หมดเพื่อไม่ให้ขวางทางลมแล้วบีบจมูกคนเจ็บให้สนิท

4. ทาบปากปิดปากคนเจ็บให้แน่นสนิท แล้วเป่าลมเข้าไปเป็นจังหวะ ๆ ประมาณ 12-15 ครั้งต่อนาที

5. ถ้าไม่สามารถอ้าปากของคนเจ็บได้ ใช้มือปิดปากคนเจ็บให้สนิทแล้วเป่าลมเข้าทางจมูกแทน

6. ขณะนำส่งโรงพยาบาลให้ทำการเป่าปากไปด้วยจนกว่าคนเจ็บจะฟื้นขึ้นมาหรือได้รับความช่วยเหลือจากแพทย์แล้ว



รูปที่ 9.6 แสดงวิธีให้ลมหายใจทางปาก

9.5.2 การนวดหัวใจ ให้ปฏิบัติดังนี้

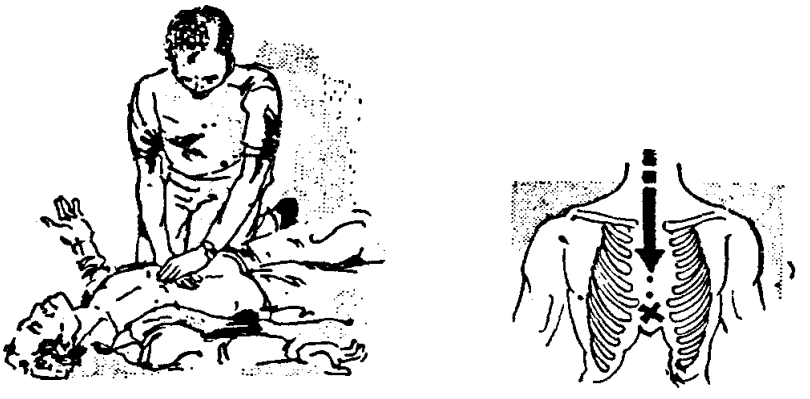
1. วางคนเจ็บนอนหงายราบ ให้ศีรษะแหงนและลำคอยืด

2. ล้วงเอาสิ่งต่าง ๆ ที่อาจติดค้างอยู่ในปากและลำคอออกให้หมดเพื่อมิให้ขวางทางลม

3. นั่งคุกเข่าลงระหว่างแขนซ้ายกับลำตัวของคนเจ็บ วางส้นมือซ้อนทับกันบนทรวงอกบริเวณหัวใจ เหยียดแขนตรงแล้วกดส้นมือลงด้วยน้ำหนักตัวประมาณหนึ่งนิ้วหรือหนึ่งนิ้วครึ่ง ทำเป็นจังหวะประมาณ 60 ครั้งต่อนาที

4. ขณะนำส่งโรงพยาบาลให้นวดต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าหัวใจจะกลับเต้นขึ้นมาอีก หรือคนเจ็บได้รับความช่วยเหลือจากแพทย์แล้ว

การปฐมพยาบาลทั้ง 2 วิธี ควรทำร่วมกันแม้ขณะนำส่งโรงพยาบาลและคนเจ็บฟื้นขึ้น เพราะได้รับการปฐมพยาบาลดังกล่าวนี้ จะต้องให้นอนนิ่ง ๆ อย่าเพิ่งลุกนั่ง ยืนหรือเดิน และอย่าเพิ่งให้ดื่มเครื่องดื่มที่มีอัลกอฮอล์ผสมเป็นอันขาด จนกว่าจะได้รับอนุญาตจากแพทย์ผู้ทำการตรวจรักษาแล้ว



รูปที่ 9.7 แสดงวิธีนวดหัวใจจากภายนอก

แม้ว่าเราจะมีวิธีปฐมพยาบาลเพื่อช่วยชีวิตผู้เคราะห์ร้าย แต่ถ้าคนเจ็บได้รับอันตรายอย่างรุนแรงจนถึงขั้นเกิดการรวมตัวของ myoglobin ทำให้กล้ามเนื้อไม่ทำงานหรือมีการเปลี่ยนแปลงในเซลล์สมองแล้ว โอกาสรอดชีวิตเป็นปกติก็น้อยลงทุกที ยิ่งถ้าถูกกระแสไฟฟ้าแรงสูง เช่นสายส่งที่พาดตามเสาไฟฟ้าข้างถนน ซึ่งมีแรงดันขนาด 12 kV หรือ 69 kV ด้วยแล้วโอกาสตายทันทีมีมากกว่า อุบัติเหตุเช่นนี้มักเกิดขึ้นกับกรรมกรก่อสร้าง ที่ทำงานใกล้กับสายไฟแรงสูง เหล็กเส้น และวัสดุก่อสร้างยาว ๆ อาจพาดไปถูกสายไฟ ทำให้มีผู้เสียชีวิตอยู่เนือง ๆ นอกจากนี้ยังมีอุบัติเหตุทางไฟฟ้าเกิดขึ้นเสมอ ได้แก่ การใช้สว่านไฟฟ้าโดยไม่ต่อสายดิน การปีดเปิดสวิตช์ในบริเวณเปียกชื้น สายไฟและอุปกรณ์ไฟฟ้าหมดอายุการใช้งาน และการใช้ไฟฟ้าจับปลา เป็นต้น แม้แต่ในเครื่องรับโทรทัศน์ซึ่งใช้ไฟ 220 โวลต์ก็ยังมีไฟแรงสูง เพื่อให้มีแรงดันเพียงพอที่จะกราดอิเลกตรอนไปตกบนจอภาพ ดังนั้นการทำงานใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ขอให้ทำด้วยความระมัดระวังรอบคอบ เพราะความประมาทเลินเล่อเพียงชั่วขณะ อาจเป็นเหตุให้ได้รับอันตรายหรืออาจเสียชีวิตได้

สรุป

ในเวลากลางคืนเป็นช่วงเวลาที่เราต้องใช้ไฟฟ้ากันมาก เมื่อมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าหลาย ๆ อย่างก็อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไฟฟ้าดับได้ ซึ่งเนื่องมาจากการใช้ไฟเกินกำลังนั่นเอง เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลมากเกินปกติในวงจรผ่านความต้านทานต่ำก็จะเกิดวงจรลัดขึ้น ทำให้เกิดการช้อต ผลมาจากการใช้ลวดผิดขนาด หรือฉนวนฉีกขาด ทำให้เกิดอัคคีภัยที่เราได้เห็นกันอยู่เป็นประจำ สิ่งที่จะป้องกันการเกิดวงจรลัดหรือการใช้ไฟเกินกำลัง ก็คือ ฟิวส์ ฟิวส์มีหลายชนิดตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งจะนำมาต่อเป็นอนุกรมกับวงจรไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ป้องกันอันตรายอันเกิดจากฟ้าผ่าก็คือ สายล่อฟ้า ส่วนล่อฟ้านั้นจะเป็นอุปกรณ์ป้องกัน หม้อแปลงไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ตลอดจนชีวิตมนุษย์และสัตว์ นอกจากนี้ยังต้องมีการป้องกันอุบัติเหตุจากไฟฟ้า เมื่อได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้าจะต้องรู้จักวิธีปฐมพยาบาล และรู้ว่าส่วนไหนของร่างกายจะมีความต้านทานต่อกระแสไฟฟ้ามากน้อยเพียงใดด้วย

แบบฝึกหัดบทที่ 9

1. ที่เรียกว่า วงจรลัด เกิดจากอะไร

   1. กระแสไหลน้อยกว่าปกติ 2. กระแสไหลตามปกติ 3. กระแสไหลมากกว่าปกติ
   4. ไม่มีกระแสไหล

2. ในการต่อฟิวส์กับวงจรไฟฟ้า จะต่อแบบใด

   1. อนุกรม 2. ขนาน

3. อุปกรณ์ที่ติดตั้งขึ้นเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากฟ้าผ่า เรียกว่าอะไร

   1. หลักล่อฟ้า 2. สายล่อฟ้า 3. หลักดิน 4. ล่อฟ้า

4. ลวดทองแดงใช้แทนฟิวส์ได้ ข้อนี้ถูกหรือผิด

   1. ถูก 2. ผิด

5. เมื่อความต้านทานของผิวหนังลดลง กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านร่างกายได้....และ.....

   1. ยาก, มากขึ้น 2. ยาก, น้อยลง
   3. ง่าย, มากขึ้น 4. ง่าย, น้อยลง

6. ความต้านทานของร่างกายจะเพิ่มขึ้นมากมายเมื่อผิวหนังเปียกชื้น ข้อนี้ถูกหรือไม่

   1. ถูก 2. ไม่ถูก