



主題三：

電流對人體生理之影響與 感電急救

主講者：張敏德
95年1月18日





何謂感電

- 電流通過人體所受到的一種衝擊現象謂之感電。
- 一般感電災害為人體的某一部位碰到電源，使之形成一電氣回路而引起，又稱為電擊。

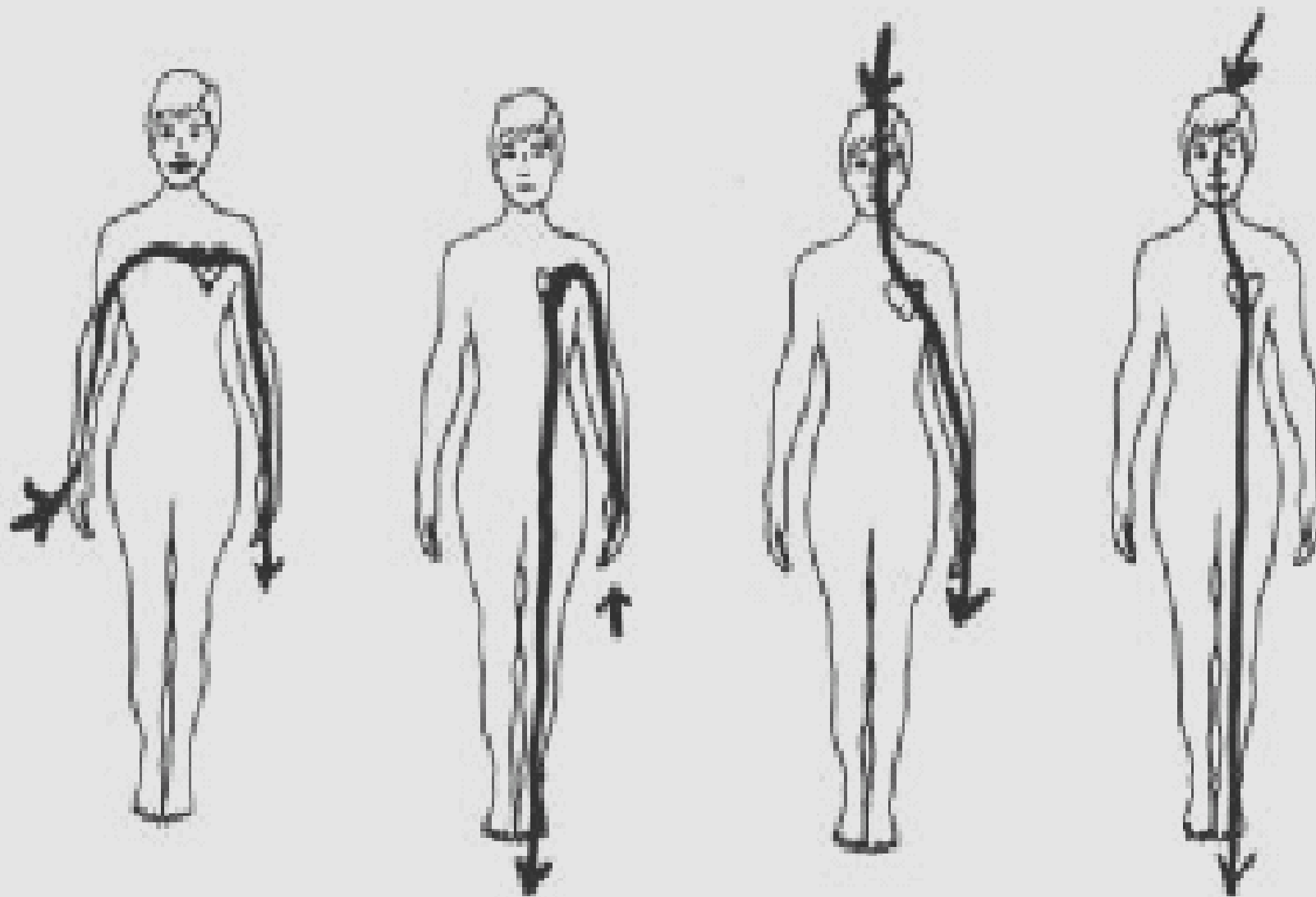


電流對人體的影響

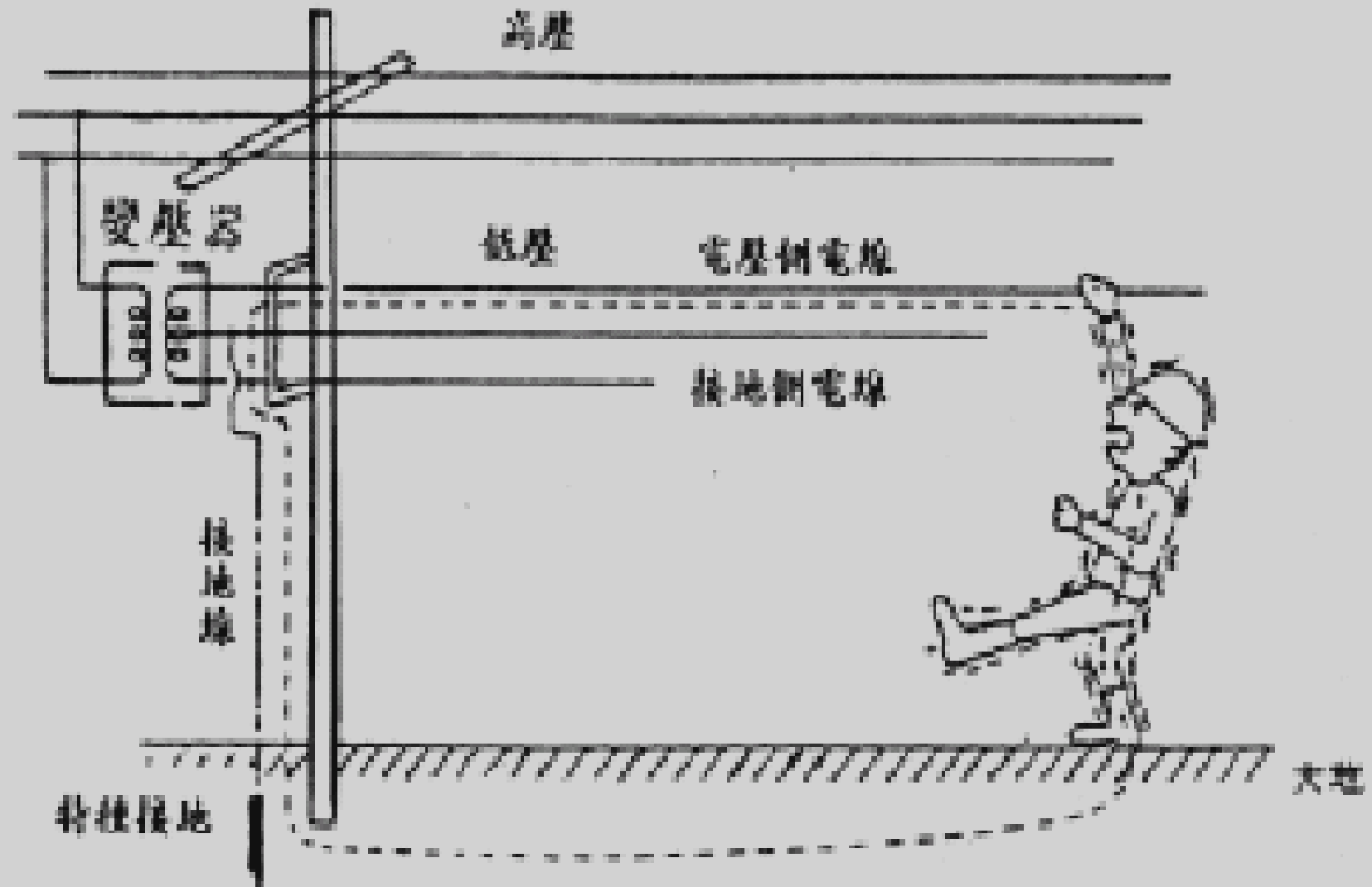
- 直流或交流電流通過人體，除了電流的大小外，通過人體的部位、觸電時間長短及個人體質都有影響。
- 一般而言，**100mA** 的交流電流通過人體心臟，即可能造成心室細動而引起心臟衰竭而死亡。



電流通過人體的路徑



電流通過人體的路徑(例)





通過人體電流 (I) 的大小？

歐姆定律(*Ohm's Law*)

$$I = V / R$$





感知電流

- 電流流經人體直接感覺到的最小電流，稱為感知電流。
- 人體反應有一點如針刺痛的感覺，對人尚無形成危害。





可脫逃電流

- 肌肉可自由活動，但人體反應會有痛苦的感覺，然不需藉外力而能自行脫逃。



無法脫逃電流

- 人體反應有相當程度的痛苦感覺，會使人體肌肉發生痙攣現象，肌肉無法自由活動，亦即無法靠自力而脫逃。





休克電流、心臟麻痺電流

- 休克電流：會導致人體之肌肉僵硬，呼吸困難。
- 心臟麻痺電流：心臟失去血液的循環機能而引起心室痙攣，有心室細動的可能，呼吸停止。



不同電流值對人體之影響

電流值(mA)						生理影響
直流		60HZ交流		10000HZ交流		
男	女	男	女	男	女	
5.2	3.5	1.1	0.7	12	8	最小感知電流，有刺痛的感覺
62	41	9	6	55	37	有痛苦的震驚，肌肉可自由活動
74	50	16	10.5	75	50	有痛苦的震驚，可脫離的界線
90	60	23	15	94	63	痛苦的激烈震驚，肌肉僵硬，呼吸困難
500	500	100	100	500	500	有心室細動的可能(電擊時間3.0秒)

感電程度對身體之危害

感電程度	對身體之危害程度
電流為 0.5 mA	有觸電反應
6 mA 電流通過手及臂	手會合攏抓住接觸之電氣本體
連續電流通過心胸	造成窒息
連續電流經過呼吸中心	呼吸停止
通過胸部之電流干擾到正常心肌功能控制	非協調性心室纖維收縮
1A 之高電流經過凶穴	心臟停止
附近設備之電弧熱損壞導體接觸皮膚	電灼傷

電流大小對身體之危害

電流值	對身體之危害程度
0.2 mA以下	無感覺
0.2-0.6 mA	開始有電震感覺
2-10 mA	手會合攏抓住接觸之電氣本體
15 mA	肌肉麻痺
20 mA	窒息
20-40 mA	呼吸失效
40-90 mA	心室纖維震顫
100-200 mA	死亡
210 mA	心臟靜止
220 mA	灼傷

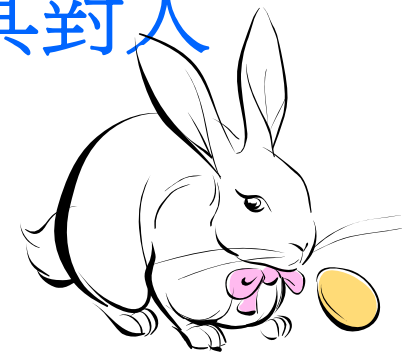
人體電阻

- 人體的電阻主要由人體的體內電阻、皮膚電阻與皮膚電容所組成。
- 體內電阻之數值取決於電流的通路。
- 人體的皮膚電阻隨著皮膚的乾燥、潮濕之不同條件有極大的差距。

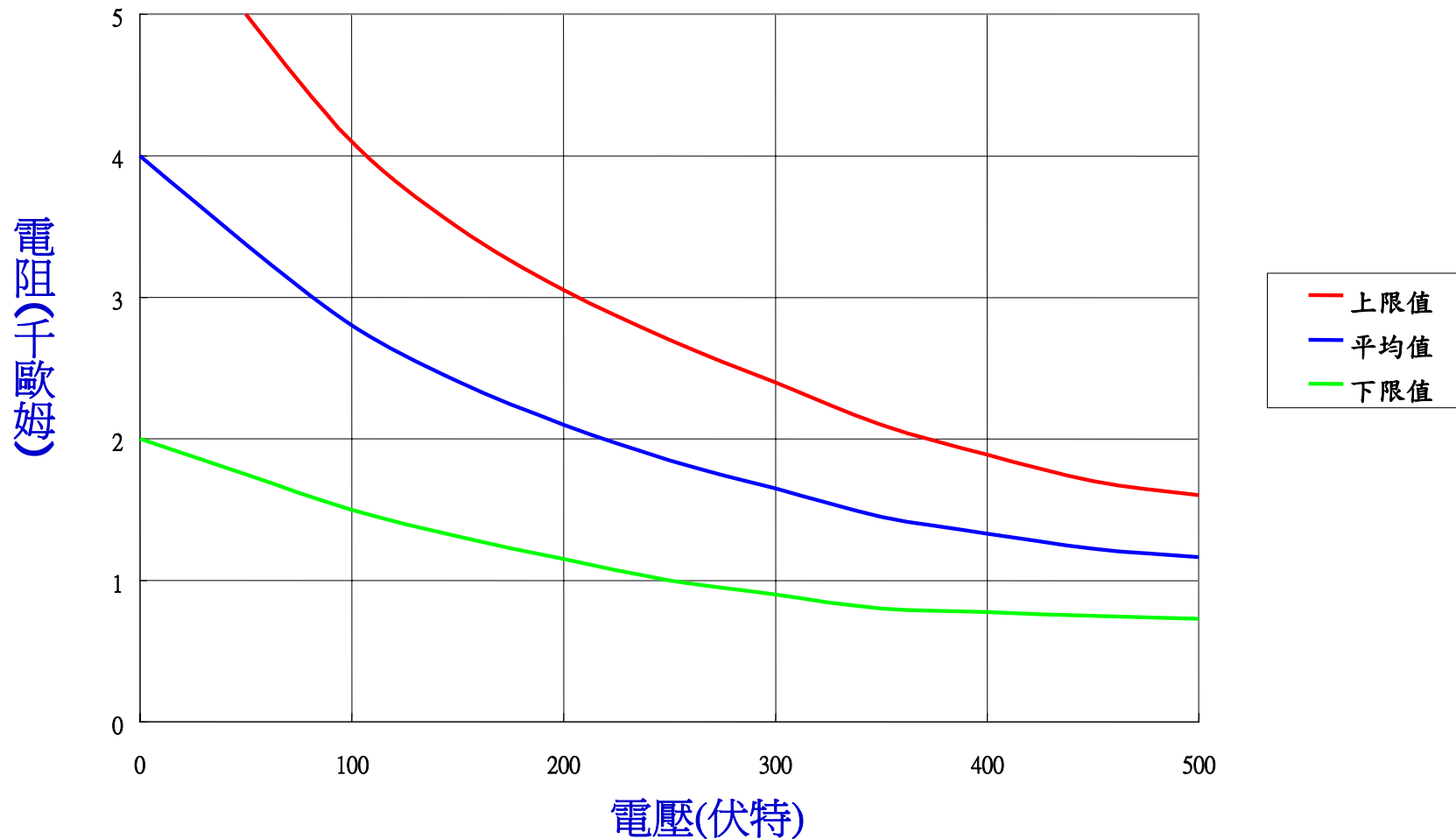


人體電阻(續)

- 人體電阻與接觸的電壓有極大之關係，人體的電阻會隨著電壓的增高而降低。
- 交流電對人體的危險性約為直流電的三倍，平時工作場所周遭的60Hz電源，人體反應最為敏感，其對人的危險性也最高。



人體電阻與接觸電壓關係曲線





人體電阻(續)

- 人體之電阻抗，主要是電阻。
- 任何兩肢體之間之最低電阻約為500歐姆。
- 跨過胸部之最低電阻約為50-100歐姆。人體平均電阻率約為1歐姆-公尺。



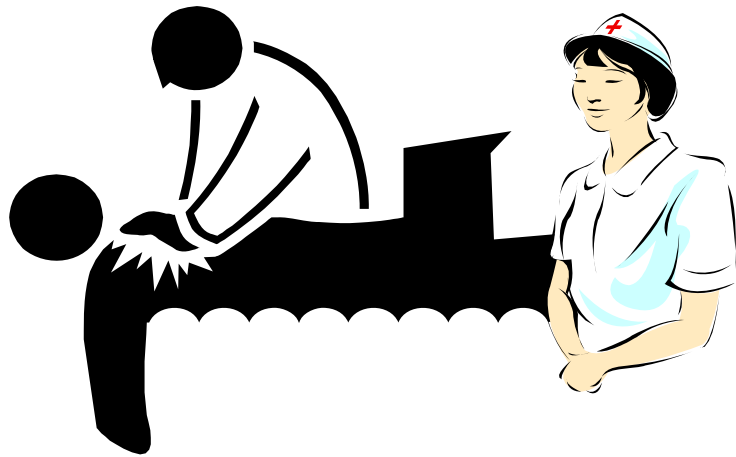
通過人體電流與通電時間

- 感電時人體通過之電流，為人體所承受的電源電壓除以包圍人體形成一迴路的總電阻。
- 總電阻：人體的電阻、構成迴路人體上的物件電阻及使用的工具電阻等。



電流與通電時間

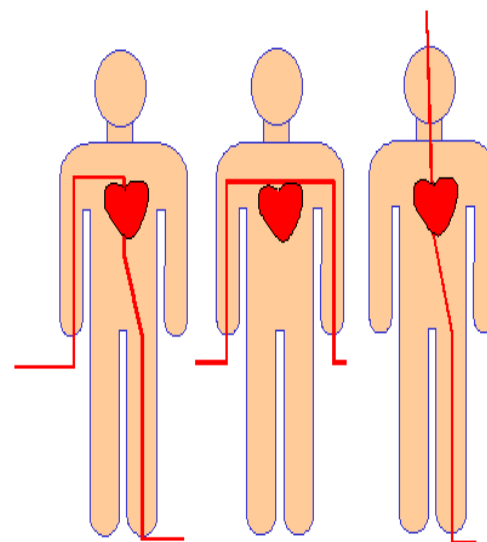
心室細動電流通過人體的時間實用上的容許界限值為：



$$I^* T = 30 \text{mA} \cdot \text{S}$$

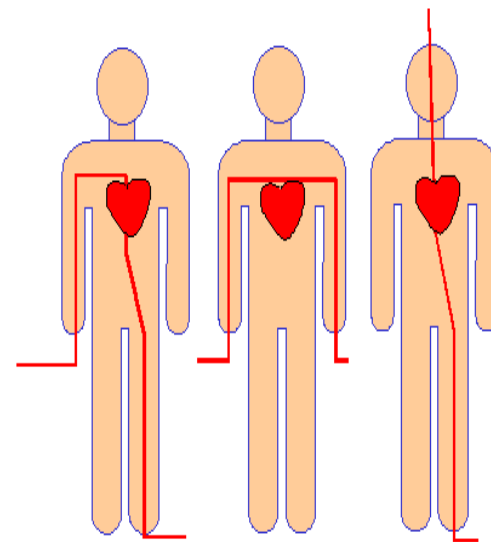
電流通過人體各部位之影響

- 從頭部流進由手部流出或從右手流進由左手流出，心、肺的影響較小。
- 從頭部流進由腳部流出或從手部流進從腳部流出，對人體的心、肺有致命的危險。



電流通過人體各部位之影響(續)

- 一般作業自手部流進從腳部流出的情形最多，造成死亡的機率也最大。



流經人體各路徑電阻值

電 流 途 徑	電阻值 (歐姆)	通過100毫安培所需 電壓 (伏特)
由手至手，極乾燥，無壓力	500,000	50,000
由手至手，乾燥，無壓力	125,000	12,500
由手至手，乾燥，有壓力	40,000	4,000
由手至手，濕	20,000	2,000
由手至手，極濕	1,000	100
由手至腳，電阻極低	500	50
由手至耳，電阻極低	100	10

身體各部位電阻值

身體部位	電阻值（歐姆）	備 註
手掌表皮	10000~50000	汗濕時減為1/2， 水濕時為1/25以下
手臂外側表面	2000~5000	
人體內部	100~200	依血液、神經、肌肉、骨頭之順序，電阻逐漸增大，以平均值表示



感電電流引起人體的傷害

- 電流通過人體產生 I^2Rt 的焦耳能量，引起人體組織損傷，嚴重局部壞死或全身傷害。
- 感電易因電流通過人體心臟而引起心室細動造成死亡。
- 腦部呼吸中樞因通過電流會造成呼吸停止。



感電電流引起人體的傷害(續)

- 感電電傷除一般燒傷症狀外，會因個人身體承受電流之不同，進出部位、人體電阻、電壓高低不同之因素，會有不同之急慢性病發症。
- 人體深部組織因栓塞出血壞死，致必須截肢。



過大感電電流對人的反應

- 胸部肌肉收縮妨礙呼吸，導致窒息而死亡。
- 神經中樞麻痺，導致呼吸停止。
- 引起心室細動妨礙人的正常心跳，導致血液循環停止而死亡。
- 感受大量電流使心臟肌肉收縮，導致心臟停止跳動而死亡。



過大感電電流對人的反應

- 電流流經人體產生的熱能，使器官組織、神經中樞及筋肉出血或破壞。
- 碰觸高壓電造成電燒傷，引起生理失調與肌肉組織壞死。
- 感電使筋肉收縮失去平衡，導致人從高處墜落造成二次傷害。



安全電壓

根據日本電氣協會的研究，人體大部分在水中時，2.5V就有危險，如沐浴或游泳在鹽水中1V/m或自來水4V/m的電壓就有危險，若人體顯著有潮濕的狀態或人體一部份接觸金屬物時，超過25V就有危險。



各國採用的安全電壓

國名	安全電壓 (V)
捷克	20
德國	24
英國	24
奧地利	65(0.5秒) 、 110~130(0.2秒)
比利時	35
瑞士	36
荷蘭	50
法國	24 (AC) 、 50(DC)

列舉感電災害發生原因

- 人體直接碰觸到帶電體
- 電氣設備、設施之絕緣不良引起漏電
- 人爲疏失





電氣設備設施絕緣不良引起漏電案例

- 電纜線絕緣被覆破皮，造成一人感電死亡災害。
- 潮溼地板上發生感電意外事故，造成一死一傷。
- 施工中發生電鑽漏電，致使工人感電死亡。
- 檢視沉水泵進水口發生感電災害。

感電災害案例 (一)

- 電纜線絕緣被覆破皮，造成一人感電死亡災害。



不正確

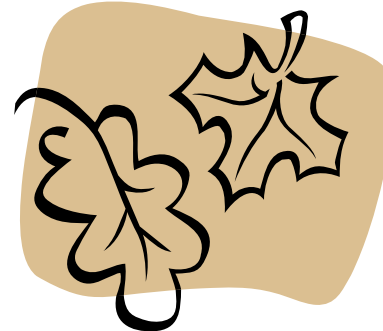


正確



災害原因分析及防止對策

- 配電箱內未裝設漏電斷路器，僅設置無熔線開關。
- 有關工地臨時用電設備，為防止因漏電而發生感電危害，應於各該分路設置高感度感電防止用漏電斷路器。



感電災害案例 (二)

- 潮溼地板上發生感電意外事故，造成一死一傷。



<http://nerc2.ckjhs.tyc.edu.tw>

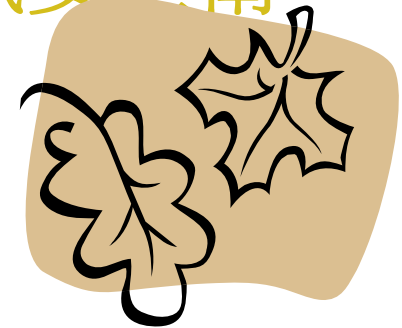


<http://service.gamania.com/>



災害原因分析及防止對策

- 地板插座受潮漏電未裝設漏電斷路器作漏電保護。
- 企圖解救感電員工，因未以乾燥木棒將帶電體移開，以致也遭受電擊。
- 地板插座避免沾到水分，應使用彈插座，員工應實施工作場所電氣安全衛生教育與訓練。



感電災害案例 (三)

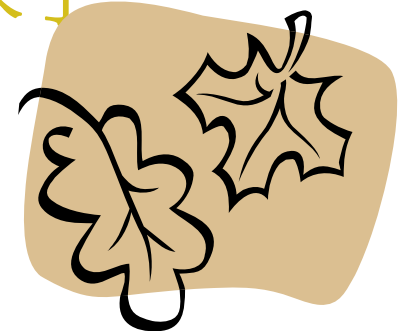
- 施工中發生電鑽漏電而致工人感電死亡。





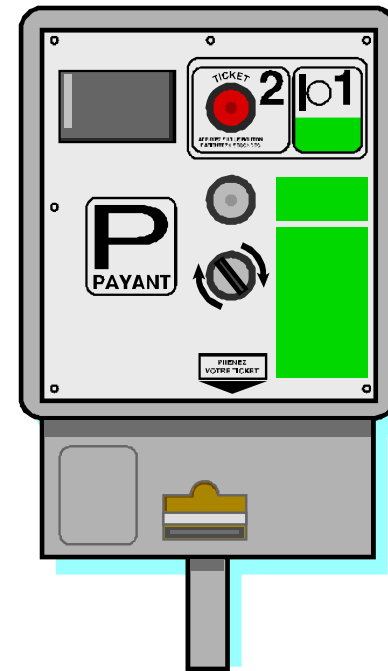
災害原因分析及防止對策

- 電鑽內部絕緣劣化，導致帶電導體裸露碰觸到電鑽外殼。
- 使用二線式延長線，電鑽外殼無法確實接地，造成感電事故發生。
- 定期檢查與保養電動工具，施工前確實做好接地工作並配戴絕緣手套、絕緣鞋等。



感電災害案例 (四)

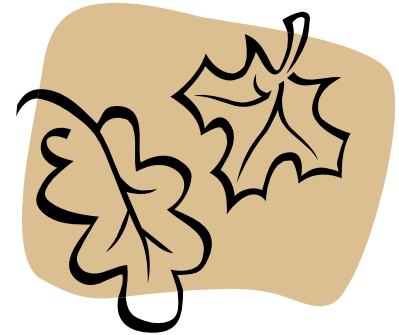
- 檢視沉水泵進水口發生感電災害。





災害原因分析及防止對策

- 沈水泵馬達等低壓電動機外殼應確實作好接地。
- 電氣設備定期保養。
- 應於該電路設置感電防止用漏電斷路器。





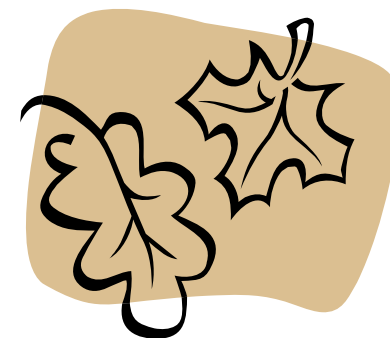
何謂急救？

- 所謂急救是指在醫生治療前對意外事故或傷患所作的緊急處理。



感電急救處理

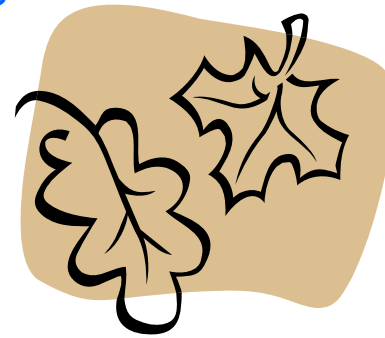
- 感電灼傷為電流的強度通過人體組織所發生之電阻而造成傷害，其嚴重性是依電流通過人體組織的時間和途徑而定。
- 若心肌受損，則發生心跳停止，腦中樞神經受傷，呈意識喪失而昏迷。





急救處理原則 (步驟一)

- 首先把電源切斷或用絕緣棒、絕緣鉤(可用乾木材、竹棒)將附著的電線移開。在未將電源切斷前，決不可赤手拉傷者。





急救處理原則 (步驟二)

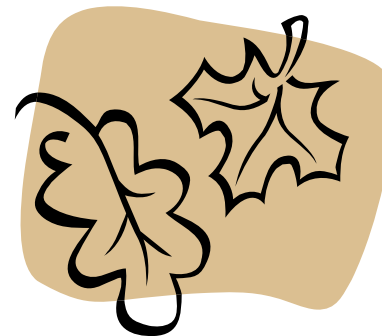
- 傷害發生呼吸或心跳停止時，應即刻施行心肺甦醒術，同時盡快護送醫院處理。





急救處理原則 (步驟三)

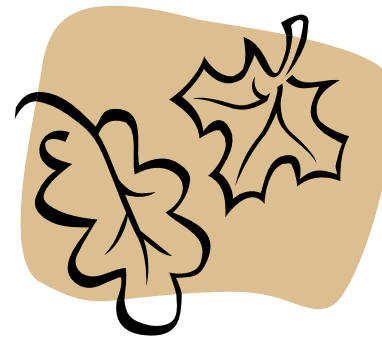
- 解開傷者衣服及除去一切束帶，以乾毛巾或毛刷摩擦全身皮膚，使毛細管恢復功能。





急救處理原則 (步驟四)

- 移傷者於陰涼處，如傷者未失知覺，可給少量茶、咖啡等興奮劑。





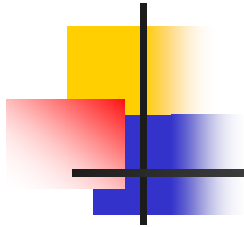
觸電是否會導致嚴重後果？

- 須視通過人體**電流**、通過人體**部位**、感電**時間**而定。只要人體潮溼，電阻降低時，數十伏特之交流電仍可致人於死。



電流

- 交流電通過人體心臟電流達到 100mA 即可能致死，100mA電流大約為100W鎢絲電燈所需電流之十分之一。
- 肌肉則在通過 25mA 電流時即有可能抓住電源無法放開。



- 只要很小的電流量即可使人員發生危險，而通過人體之電流量須視人體電阻而定。
- 皮膚潮溼時，一般 110V 家庭用電絕對有致人於死之能力。



部位

- 一般而言，電流通過人體心臟或頭部時比較危險，如僅通過一隻手或一隻腳則可能造成手或腳的嚴重燒傷。



時間

- 感電時間愈久，致死機會愈大，所以人員感電時應該立即以絕緣物體將電源與人體分離。



電源管理

- 電氣設備有使人感電的危險，故電源插座應離開水源。
- 實驗室中插座面應該為直立而非水平，因水平式的插座容易有溶劑或水分進入而發生火花或感電。



電源管理

- 實驗室電源開關箱內之開關配置圖應有備份留存於實驗室外，以便緊急時可迅速關閉電源。
- 開關箱內各路開關亦應加以標明