



## 物理治療儀器於復健上之應用

施至遠<sup>1</sup> 陳文翔<sup>2</sup> 邱泰源<sup>3</sup>

### 一、前言

凡使用電、熱、聲、冷、水、力、光等物理因子 (physical agents) 來預防、鑑別、評估、治療病患的醫療專業稱之為『物理醫學』。而以上述物理因子為原理製作出來的儀器稱之為 physical modalities。儀器治療 (physical modality therapy)，係指使用能發出物理因子 (physical agents) 之物理治療儀器來減輕疼痛、促進組織癒合、增進運動功能的治療方式。以下將依物理因子的分類介紹常見的治療儀器。

### 二、電療

電療於臨床上最重要的用途是止痛，另一重要用途為預防肌肉萎縮。可分為兩大類：一是低頻波（一般稱為經皮神經電刺激），另一為中頻波（一般稱為中頻干擾波）。低頻波指的是頻率在 1000Hz 以下的電波，一般多採用 0 ~

100 Hz；中頻波的頻率是 1 K ~ 1000 KHz 之間，但頻率超過 10 KHz 以上的電波會產生熱，所以臨床上中頻波頻率均在 1 KHz ~ 10 KHz 之間。

常用的電療儀器包括 TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation，經皮神經電刺激，亦稱低周波)、IFC (Interferential current therapy，干擾波)、ES (Electrical Stimulation，電刺激)、FES (Functional Electrical Stimulation，功能性電刺激) 等。一般因疲勞產生的腰酸背痛及淺層肌肉扭傷等均可使用低頻電刺激，而關節疼痛及深層肌肉扭傷疼痛則藉由中頻向量干擾波效果較佳，因中頻波能更深入人體組織。

電刺激的禁忌症為：身上有植入的電子裝置(如：心臟節律器)、開放性傷口、金屬植入部位，都不適用。干擾波產生之肌肉收縮，可能會使尚未癒合的骨折、新接合的神經或肌肉有斷裂的危險，亦須注意。

#### 1. 經皮神經電刺激 (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation)

經皮神經電刺激儀器體積小、價格

1 臺大醫院家庭醫學部 住院醫師

2 臺大醫院復健部 主治醫師

3 臺大醫院家庭醫學部 主任

關鍵字：Physical modalities, rehabilitation



低，且使用安全性高，故常作為居家疼痛控制之用。經皮神經電刺激止痛的基本原理是「閘門控制理論」(gate control theory)，在脊髓灰質背角(dorsal root)的膠質層(substantia gelatinosa)有中間神經元(interneurons)，可同時接受痛覺受器與感覺神經的訊號。當經皮電刺激產生感覺訊號傳入時，會刺激此神經元抑制痛覺受器的訊息繼續向腦部傳遞，達到止痛的效果。因效果通常無法持久，故比較適合用於處理急性疼痛。

而經皮神經電刺激另一個止痛的理論是腦內嗎啡(endorphins)的產生，利用電刺激產生與嗎啡類似的腦內嗎啡達到緩解疼痛的目的，此原理止痛的效果比較慢，但可維持較久。

如何用一台經皮神經電刺激器產生兩種截然不同的止痛方式呢？主要差別在電流頻率的選擇，如果選擇低頻率(<10 Hz)，止痛機轉偏向於腦內嗎啡原理；如果刺激頻率較高(>100Hz)，則以門閥控制原理為主。另外有的儀器可以提供複合式電刺激法，即交替式輸出不同頻率之電刺激。

## 2. 干擾波 (Interferential Current Therapy)

干擾波，是一種可以用來止痛，產生肌肉收縮，及產生按摩效果的電刺激方式。其電流範圍為1kHz到10kHz之間。人體組織對此頻率範圍的電刺激的阻抗，較低頻電刺激小，因此電流較具穿透力，可

治療深層的組織。

干擾波又稱為向量干擾波，為利用兩組不同頻率的中頻正弦波刺激電極，其頻率相差為0~100 Hz之間，通常一組固定於4000Hz，及另一組為可調式4001 Hz至4100 Hz。當兩波相位相同時，產生建設性干擾，當相位相差180度時，產生破壞性干擾，合成一個0~100 Hz的低頻波。臨床治療時，兩組電極通常垂直交叉擺放。

干擾波有許多不同的療效。頻率介於0到5Hz，且電流強度夠強時，可使肌肉收縮，進而促進腦內嗎啡的產生而止痛。頻率介於30到50Hz，可讓肌肉產生強直收縮，在肌肉一收一放間，可產生類似按摩的效果，促進血液循環。合成波頻率高於50Hz時，可以干擾痛覺神經的傳導而止痛。

採用干擾波的原因是穿透皮膚較容易，對皮膚的刺激也小，電流強度可以調得較大。臨床研究顯示，對於下背痛、退化性關節炎、類風濕性關節炎、韌帶扭傷、肌腱炎(如網球肘)、肌肉及肌膜疼痛症候群等均有顯著的成效。很多慢性關節炎病人因為長期藥物治療而導致胃及十二指腸潰瘍，可以考慮合併治療，以減少藥物的使用。

## 3. 電刺激 (Electrical Stimulation)、功能性電刺激 (Functional Electrical Stimulation)

電刺激的重要用途之一為預防肌肉



萎縮，如：在顏面神經受損的狀況下，去神經的肌肉在恢復的過程中，可以用電刺激 (ES) 的方式減緩肌肉萎縮，減輕肌肉痙攣和增進血液循環，以避免肌肉與週邊組織沾黏。

若目的不只是讓肌肉收縮，而是更進一步希望讓肢體能達到某種功能，這時就要使用功能性電刺激 (FES)，如：讓頸椎受傷四肢癱瘓的病人，利用埋放電極的方式，在電腦控制電刺激下，完成抓握杯子的動作。

### 三、熱療 (Heat Modalities)

熱療的功效為：減輕疼痛、促進血液循環、降低肌肉張力。依其熱效應可達到身體之深度分為淺層熱療 (Superficial heat modalities) 及深層熱療 (Deep heat modalities)。

熱療的禁忌症及注意事項為：急性發炎、感覺受損、癌症、認知功能退化、循環障礙、水腫、出血傾向和結痂組織等。

#### 1. 淺層熱療 (Superficial heat modalities)

淺層熱療為使用可提昇表皮以及皮下組織約一公分深度之溫度的熱因子。當淺層熱的溫度到達 $45^{\circ}\text{C}$ 時，為病患忍耐臨界點，因為超過 $45^{\circ}\text{C}$ 以上會刺激到表皮的末梢神經而產生燒灼痛的感覺。淺層熱療包括乾熱療 (Dry heat) 及溼熱療 (Moist heat)。如果熱能的來源是太陽光、紅外

線、或是僅帶有少量水氣的裝置 (如：電熱板、乾熱的氣體) 稱為乾熱療。如果熱能的來源為水、液體、潮濕的氣體或是含濕氣的裝置 (如：熱敷包、溫水療) 稱為溼熱療。

##### (1) 熱敷 (Hot packs)

熱敷是常見的一種熱療方式，最大的好處就是便宜方便，因而在臨床上大量使用。在家中可以用水煮、化學生熱、微波爐等方式加熱。將熱敷包外覆毛巾，敷在患部 20 到 30 分鐘即可，超過 30 分鐘後效果差不多。熱水袋是種便宜簡單的熱敷方法，只要將熱水注入熱水袋內封緊，外包乾或微濕毛巾即可。使用熱敷最主要是避免燙傷，不是愈熱愈好，也不是愈久愈好，就算溫度不高時間夠長也會造成燙傷。

熱敷的缺點就是對於身上凹凸不平的地方效果不佳。使用時不可躺在熱敷袋上，避免因壓力使熱水流出，造成燙傷；其次，因壓力之故，也會使得加熱集中於骨突處；且局部微血管壓力增加，循環受影響，不易將熱量帶出。

##### (2) 石蠟浴 (Paraffin baths)

蠟療屬於淺層熱療，其熱能的傳遞方式與熱敷包一樣屬於傳導的方式 (conductive)。石蠟浴的原料是將石蠟與礦物油以 7:1 的比例混合，使石蠟的熔點由 $54^{\circ}\text{C}$ 下降到 $45\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，雖然比一般熱療的溫度為高，但石蠟會在皮膚表面形成一個隔



熱層，所以是可以應用在臨床治療上的。

操作方式有兩種，較常使用的為反覆浸泡法，即將欲治療部位反覆浸入石蠟浴中，移出浴槽時停留一段時間，讓石蠟於皮膚表面形成隔熱層後再浸入，反覆進行約十次後，將治療部位以塑膠布覆蓋20分鐘，最後將覆蓋於皮膚上的石蠟剝除，放回浴槽中，可重複使用。另一為持續浸泡法，為反覆浸泡6至10次後，將欲治療的部位持續浸泡於石蠟浴中約20到30分鐘，此法可提供更強的加熱效果。

由於其液體的型態，最大的好處就是可以使用在凹凸不平的部位，大部份用在肢體末端，常被用來治療肢體攣縮。為避免燙傷，使用時必須將溫度計置於蠟療槽中。若足部循環不佳，可事先於皮膚表面敷上一層石蠟，再進行治療。

### (3) 微粒熱療 (Fluidotherapy)

微粒熱療是一種淺層的乾熱，其熱的傳導方式為對流的方式 (convective)，病人將需要治療的部位放入熱療機器的箱子內，箱子之中放有磨細的玉米穗或木屑粉末，機器加熱空氣，熱空氣再帶動粉末在箱子內流動循環，達到乾熱療的目的。優點是，它不會限制關節活動，所以在治療過程中可進行一些主動運動，或是治療師可以同時將手置於機器中，幫病患進行被動運動。同時它對於末端肢體也可達到均勻的加熱。如果病人有開放性傷口，可以在使用之前用塑膠套包裹起來再進行治療，以避免治療時纖維粒

子進入傷口造成感染。

### (4) 紅外線 (Infrared radiation)

紅外線屬於淺層的乾熱。臨床上常使用在讓肌肉放鬆或達到鎮靜止痛的效果。紅外線的波長介於770nm到1mm之間，可分為近紅外線 near infrared (800-1,500 nanometer)及遠紅外線 far infrared (1,500-150,000 nanometer)。醫療上使用的紅外線燈泡為近紅外線，能量大部分集中於1000nm這個波長附近。紅外線能透入皮下1-3mm，皮膚所接受的能量取決於紅外線燈照射的角度以及與皮膚的距離，垂直照射或距離越近皮膚接受的能量越高，照射角度越斜或距離越遠皮膚接受的能量越低。優點是可以同時治療大片的體表面積，但是有開放性傷口的皮膚可能會過度乾燥，影響傷口癒合。

## 2. 深層熱療 (Deep heat modalities)

深層熱療又稱為透熱療 (diathermy)，深層熱療是指可以提昇皮下組織三公分以上深度的溫度。利用熱能之外的能量，穿過皮膚，在深層的組織吸收，使其溫度升高 (如：電磁波、聲波)，其治療儀器包括，超音波、短波及微波等。

### (1) 超音波熱療 (Ultrasound Diathermy, USD)

超音波為超過人類聽覺上限 (17000~20000 Hz)的聲波，醫療用超音波的頻率大多介於0.8到3 MHz 之間。超音波熱療儀與醫療檢查所用的超音波，差別





在於頻率不同，前者做熱療用，後者做診斷、評估用。超音波具有熱效應 (Thermal effect) 與非熱效應 (Non-thermal effect)。

熱效應為超音波進入人體組織時，轉變成熱能，產生促進血液循環、增加軟組織延展度、減輕疼痛和肌肉痙攣等作用。是所有熱療中透熱深度最深的。不同的組織結構，所吸收的超音波能量也有所不同，舉凡肌腱、韌帶、骨膜、筋膜等組織都對超音波有特別的吸收力。上述的組織常在運動時發生被拉扯的傷害。所以，當這些組織發生運動傷害的時候就非常適用超音波治療。

非熱效應主要為機械性的震波作用，包括空泡作用(cavitation)，聲流動(acoustic streaming)，與微流動(microstreaming)，超音波已被證實可以使得纖維母細胞(fibroblast)增加膠原蛋白的製造，還有增加細胞膜通透性、促進蛋白質生成、以及增加生長因子(growth factor)等效果。

超音波治療在急性感染、骨骼生長板、頭顱部位、感覺功能缺損部位、骨頭凸出的體表部位、周邊神經部位要小心使用。

超音波治療的禁忌症為：懷孕的子宮部位、眼睛區域、生殖器官、癌症部位、未成熟的骨骼、中樞神經，如：已經椎板切除術後的脊椎、血管異常部位，如：深部靜脈栓塞、心臟、心臟節律器等。

## (2) 短波治療 (Shortwave diathermy, SWD)

臨床上短波用來止痛與消腫、促進組織癒合與神經生長，以及軟化攣縮的組織。醫療上使用的短波頻率被美國聯邦通訊管理委員會(Federal Communications Commission, FCC)限定在13.56 MHz、27.12MHz和40.68MHz等三個頻帶，市面上較為普遍的短波治療儀器大部分使用27.12MHz這個頻率，因其製作的成本最為低廉而技術也較為容易。短波比紅外線的波長較長，頻率較低，可以穿透至更深層的組織。所以它作用最強的地方不是皮膚或皮下組織，而是肌肉及相關的結締組織。

短波治療的禁忌症為：金屬部位（如：珠寶、節律器、子宮內避孕器、外科植入物）、隱形眼鏡(可能會局部溫度升高)、懷孕或是月經來潮時的子宮、未成熟的骨骼。

## 三、冷療 (Cold Modalities, Cryotherapy)

冷療 (Cryotherapy) 在物理治療上，主要有以下五項生理作用 (前兩項最為重要)。

- 1)局部血管收縮：可減少急性發炎的腫脹，使水腫和出血的問題也因此得到改善。
- 2)局部麻醉、止痛：組織溫度降低會使得神經傳導速率下降，也會使得痛覺閥值



升高。

3)強化膠原纖維。

4)放鬆肌肉：隨著溫度的降低，維持肌肉收縮的力量會大幅減少。急性傷害時可用冰塊按摩或直接冰敷的方法來放鬆肌肉。

5)消炎：可以使發炎反應緩解，但同時也會減慢組織癒合的速率。

與熱療不同的是，冷療適用於急性關節炎或骨關節急性外傷。有些病人在運動治療後會有疼痛、腫脹的現象，也可以用冷療來消除。一般冷療的治療時間為五至二十分鐘。高血壓的病人在冷療時血壓可能會升高，必須在冷療期間監測血壓。

冷療的禁忌症如下：對冷過敏或不能忍受者、自體免疫疾病患者（如：類風濕性關節炎、紅斑性狼瘡）、神經再生之部位、周邊血管疾病患者（如：糖尿病患者或周邊血管有阻塞者）。

臨床上可用以下幾種方式降低組織溫度：

### 1. 冰塊按摩法 (Ice Massage)

用冰塊按摩患處，使皮膚麻木，進行深層按摩時病患便不會感到不適。治療時間隨部位不同，一般約3至10分鐘。為了方便起見，使用前可先把冰塊作成杯狀或圓柱形，以便於局部按摩。

### 2. 冷敷法 (Cold Packs)

可分為三種，常用的是家庭用的冰

敷袋，只要把冰水放入橡皮袋或塑膠袋即可。亦可使用含有矽膠的冰敷袋，使用前先放入冰箱上層，使用時再取出即可。必要時可將冰敷袋充氣後壓迫患處，以止血消腫。此外，還有即冷式的化學冰敷袋，使用時將袋子一壓，其內容物會產生化學作用而迅即變冷。

### 3. 噴霧法 (Cold Spray)

噴霧法即為將易揮發的物質噴灑於皮膚上，使溫度降低，提供快速止痛的效果，常用來治療肌肉疼痛或急性運動傷害。也可用於進行在關節穿刺前，減輕病人的痛苦。

### 四、水療 (Hydrotherapy)

水療主要是使用水本身的水溫及震波等物理特性，將能量傳導至組織中，達到對流加熱、降溫、按摩和清創的效果。以治療關節炎，各種骨骼肌肉疾病和皮膚的傷口。溫泉療法、泥漿療法亦為水療的一種。

此外，水還具有浮力、壓力、一致性及黏滯性。藉著浮力，可輔助肢體在水中運動，同時減輕關節肌肉之壓力，並可做肌力訓練。肢體浸入水中愈深，則壓力愈大。水分子之一致性，造成水黏滯性增加，而較大範圍肢體在水中之運動，相對的阻力就會增加，使患者同時做各種運動而不致傷害關節。當肢體進入水中之範圍區域愈大，則水溫造成之熱療或冷療效果愈顯著。



水療之適應症包括關節炎、人工關節術後、骨折或肌腱韌帶受傷或術後、腦性麻痺或神經肌肉病變等。水療的禁忌症包括有：大小便失禁、上呼吸道感染、發燒、嚴重智能不足、心肺功能病變，血液循環受損或感覺喪失之肢體，有出血傾向之患者等等。

### 1. 渦流浴和哈伯氏水療桶(Whirlpool baths and Hubbard tanks)

渦流浴有各種大小，小的甚至可隨身攜帶，通常用來治療單一肢體，因其較不影響中心體溫，所以可以使用較高的溫度。哈伯氏水療桶為可以全身浸泡的大型水槽。兩者皆可控制水溫、加熱，藉由通氣(aeration)產生水流攪動(agitation)，提供清創的效果，故特別適合用來處理燒燙傷。也可用來治療類風濕性關節炎、緊張性肌肉疼痛、肌肉痙攣和護木移除後之關節僵硬。

水溫的選擇通常依浸泡部位的大小、治療目標和病患身體情況來決定。在局部肢體浸泡時，大多使用33~36℃，最高可至43~46℃。因為全身浸泡20分鐘會上升中心體溫0.3℃，故哈伯氏水療桶的溫度上限為39℃。

治療燒燙傷時會特別採用“無菌”的浴槽，雖然尚無法達到真正無菌的情況，但已可讓大部分傷口不受外來的感染。若傷口的面積很大，可在水中加入NaCl，以增加舒適度並避免電解質不平衡的發生。

### 2. 對比浴 (Contrast Baths)

將欲治療的肢體交替浸泡於溫水槽(38~40℃)與冷水槽中(13~16℃)，達到促進血液循環，減低神經敏感度的作用。一般先浸泡於溫水中10分鐘，之後則冷水1~4分鐘，溫水4~6分鐘交替浸泡，若欲改善肢體水腫，最後應浸泡冷水槽。臨床上常用來治療風濕性關節炎與複雜性局部疼痛症候群(Complex regional pain syndrome)。

## 五、光療 (Phototherapy)

光療係指使用發出光能之物理治療儀器來達到減輕疼痛、促進組織癒合的治療方式。然而發展用於醫療的光能儀器並不多，常見的是早期的紫外線，以及近年來發展的雷射或混合光。這些儀器所產生的光子能量不同，因此其產生的生理反應及療效也不一樣。譬如紫外線主要是殺菌及促進肉芽的生長；而雷射或混合光則可促進DNA合成及降低疼痛。

### 1. 紫外線 (Ultraviolet light, UV)

紫外線是陽光(輻射能)的一個組成部分，其波長在180至400 nm之間，紫外線又分成三種：UVA、UVB、UVC。UVA具有非離子化的特性且具有曬黑皮膚的效果。UVB也是具有非離子化的特性，並且會讓皮膚發紅、發熱、起水泡，更有致癌效應。UVC具有離子化的特性，並且有殺菌、殺病毒的效果。



最常被運用於傷口治療的是UVC，因為其殺菌的特性常運用於臨床，不得不提的是紫外線另外可以造成傷口的無菌性發炎狀態，具有促進傷口組織癒合的效果。目前實驗室研究已經證明了紫外線殺菌與促進傷口組織癒合的效用，尚無相對應的臨床研究能夠證實紫外線運用在傷口治療的效果。在現今抗藥菌種大量增加的情況下，研究不同於抗生素治療的其他療法，如紫外線治療，仍有重要的意義。

紫外線治療的禁忌症為糖尿病、肺結核、甲狀腺機能亢進、紅斑性狼瘡、心臟病、腎臟病、肝臟病、癌症等。

## 2. 低能量雷射治療 (Low-level laser therapy, LLLT)

雷射是英文laser之音譯，全文為Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation，意為受激之分子或原子釋出能量而產生的光束。雷射光的發射是藉由電源產生的電子，撞擊媒介的物質(如氦氖混合氣或半導體)，而使之從不穩定的高能狀態，回到穩定的低能狀態時，將光的強度放大而所放出來的光，即為雷射光。

一般醫用雷射，主要分為兩大類。第一類是大家比較熟悉的高能量雷射(High power laser)，其能量通常介於10~100+ W，外科醫師利用其高熱能以達到凝固止血及切割組織的作用。而物理治療常用的雷射為低能量雷射(Low power

laser, cold laser or LLLT)，一般輸出能量小於90 mW。當這類雷射照射人體後，經由其電磁效應或光化學作用，會影響體內種種生理及代謝反應。

在臨床上，低能量雷射常用在下列二種情形：1).加速傷口癒合：低能量雷射治療會促進膠原蛋白的合成，故傷口癒合速度加快。臨床上常用於壓瘡、糖尿病患之傷口、周邊血管病變之傷口、燒傷等。2).減輕疼痛：藉由不明機轉，低能量雷射會減輕疼痛。臨床上常用於急性或慢性的扭傷、拉傷、肌腱炎患者、風濕性疾病或是急、慢性筋膜疼痛者。

在治療的副作用及應注意之處，少數病人會覺得治療部位有針刺感，其他還包括噁心、頭暈、局部紅斑或皮膚色素增加等。由於雷射對眼睛有害，因此不可直接照射眼睛，治療時也要帶上墨鏡以保護眼睛。

## 六、物理治療儀器的選擇

開立處方時應注意下列重點：診斷和適應症、使用之儀器、治療部位、強度、治療時間及頻率。

急性傷害一般選用冷療。當治療部位面積較大時，不適合使用超音波及冰塊按摩，可選用熱敷、冰敷、水療或短波。當治療部位表面不規則時，使用熱敷法僅僅加熱到局部突出處，此時選用紅外線較能均勻加熱。部位較深者可選用透熱療。治療強度則依各儀器本身之限制以及





病患感受而定。治療時間大部分為20~30分鐘，但超音波除外，每部位使用5~10分鐘。治療頻率依病情輕重臨床決定。

物理治療儀器的選擇需考慮下列要點。欲治療的組織、深度和強度，病患的體型(皮下組織厚度)、合併症、年齡、性別及特殊考量(金屬植入物、節律器)。

## 七、結語

雖然現今有許多的物理治療儀器可於臨床上使用，但是治療儀器畢竟只是物理治療的一項工具，重點還是要先確定病因，了解發病機制，再選擇治療方式。接著必須依據病人需求及臨床經驗訂定治療的目標和計畫，與不同專業人員組成的治療團隊密切合作，同時搭配藥物及運動治

療，加以融合運用，才能給予病患最好的照顧。

## 參考資料

1. Basford JR: Therapeutic physical agents. DeLisa JA eds. *Physical medicine and rehabilitation: principles and practice*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005: 251-70.
2. Weber DC, Hoppe KM: Physical agent modalities. Braddom RL eds. *Physical medicine and rehabilitation*. 3rd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007: 459-77.
3. Mysiw WJ, Jackson RD: Electrical stimulation. Braddom RL eds. *Physical medicine and rehabilitation*. 3rd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007: 479-506.
4. Hecox B, Weisberg J, Sanko J et al: *Integrating physical agents in rehabilitation*. 2nd ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson/Prentice Hall, 2006 : 153-249.