

# 震波治療

怡和醫院 骨科 王崇文醫師

震波 (Shock Wave) 自 1980 年開始，被用於醫療用途。最先是在泌尿科，用它來把尿路系統內的結石震碎，細碎的小結石塊，便可自行由小便排出體外。於是震波碎石取代了手術治療。

自 1990 年開始，震波被發現對於慢性頑固性的骨腱交界處疾患有效。發展至今，已有骨科、運動醫學、復健科及治療一些傷後後遺症專用的震波治療儀——輻震波儀。它的『震波源』、『震波能量』、『震波傳導方向』、『震波穿透能力』、『對人體組織的效果』都與泌尿科使用的的震波治療儀有很大的差別。這種專用於骨科、運動醫學、復健科的軟組織震波治療儀，將於文末加以說明。在這裡，我們就由「什麼是震波」談起。

## 什麼是震波：

任何原因能產生類似爆炸效果的突發性膨脹，則該膨脹對其周圍的介質形成大的壓力。這壓力經由介質向外散播，這向外的波，就是震波。目前形成震波的方法，約分為下列四種：

### 1. Electro-hydraulic shock wave

在液體中產生電脈衝時，所伴隨而生的強大衝擊波。它是藉由液體傳遞震波。目前已有病患不必躺在水中的機型了，它就是中英醫院目前用來治療泌尿系統結石所用的震波碎石儀。

### 2. Electro-magnetic shock wave

顧名思義，它是因電流產生磁場，再因電磁場的變動而產生的震波。

### 3. Piezo-electric shock wave

壓電物質在一壓一放之下，有電的產生，而有電流，自然就伴有震波。唯能階低。

### 4. Sound burst shock wave

由音爆而生的震波。

能量流密度(EFD: Energy Flux Density): 通過單位面積內能量的總和，稱之。這好比用同樣的力去切割，但是使用一鈍刀及另一利刀。用鈍刀不易或不能切割的東西，改用一利刀施以同樣的力，卻是比較容易的就完成了切割。這就是因為「能量流密度」的不同。

目前震波治療儀使用的能量流密度大分為兩種：高及低能量流密度。

高能量流密度：是具有比較大的破壞力，其能量流密度(EFD)是介於  $9.4 \sim 142 \text{ mJ/mm}^2$  之間。這種高能量流密度的震波儀，是被泌尿科用來做碎石術使用；如圖一的碎石震波儀；或是於骨科治療骨骼不癒合及缺血性壞死時，所使用的骨震波儀，如圖二。這兩種儀器所使用的能量流密度都是屬於比較高的。因碎石震波儀配備有目標點動態定位系統，所以機檯大，也重。



圖一：體外震波碎石儀(ESWL)  
壓力範圍是 425 至 910 bar<sup>[1]</sup>  
(使用 16~22.5kV)。這是中英醫院用來治療泌尿系統結石所用的震波碎石儀。不必躺在水中。

低能量流密度：低能量流密度(EFD)是指  $0.17 \text{ mJ/mm}^2$  左右的能量流密度。這個低能量流密度的震波，就是被骨科、運動醫學、復健科等用來治療『慢性頑固性的骨腱交界處疾患』的軟組織震波治療儀，如圖三。主要也是因為這些慢性頑固性的問題，大都是在表淺的部位。<sup>[2]</sup>



圖二：體外骨震波治療儀  
它提供的壓力範圍是 9~39 bar，能量流密度是  $9.4 \sim 142 \text{ mJ/mm}^2$ ，(使用 10~24kV)。用於治療骨骼不癒合及缺血性壞死等病症。



圖三：軟組織震波治療儀  
 它提供的壓力範圍是 12 bar，  
 能量流密度是  $0.17 \text{ mJ/mm}^2$ 。這  
 是中英醫療用於治療慢性頑固  
 性的骨腱交界處疾患所使用的  
 震波儀。

### 震波傳導方式：

#### 1. 聚焦模式(Focused mode)

這是以橢圓形凹透鏡理論來設計的。自一焦點射至鏡面的波，經反射後，會聚焦於橢圓形的另一焦點上。也就是說在『對側焦點』處，有和『己側焦點』有相同的能量及能量流密度。

聚焦模式的優點是：有比較深的穿透力，在目標焦點上有高的能量流密度。唯用於碎石治療，是必須配以精準的目標點定位系統。

如果高能量流密度的震波以幅射模式(radial mode)傳導方式傳入身體，則因沒有聚焦的現象，在焦點上(結石處)沒有足夠的破壞能量，就無法震碎結石。

#### 2. 幅射模式(radial mode)

所謂幅射就是能量自『源點』向四面八方發散出去。其目標點的能量是與源點間距離的平方成反比。也就是『距離越遠，能量越小』。唯因軟組織震波治療儀的震波源(applicator)設計，使能量以錐形向一定的方向射出；而不是和燈光一樣的四面八方。

#### 3. 平面模式(planar mode)

因震波源(applicator)的設計，使只有平行於狹窄出口的能量，才會通過射口散出。因此能量被限制在一定的平面方向者為平面傳導模式。

### 震波穿透力：

震波穿透身體組織的深度，是受其『初能量及傳導方式』的影響。

把高能量震波以聚焦模式(Focused mode)傳導方式傳入身體，則因有聚焦的現象，在焦點上(也就是結石處)有高的能量。所以就具有大的破壞力，就可以把結石破壞；也能在不癒合的骨骼上誘導產生『骨組織新生』的現象。(圖一 & 二)。

軟組織震波治療儀(圖三)的低能量震波，它的穿透力雖然只是 3.5 公分，但已達足夠的深度，能達到治療的目的。把低能量密度的震波以聚焦模式企圖加強能量，是沒有意義的，因為我們想達到的目標深度，只是在淺層。

但是我們不要忽略了幅射模式的優點，那就是稍加瞄準，就一定會命中目標。同時目標周圍一定範圍內，也都受到具有相同能量波的影響，並產生效果<sup>[3]</sup>。

使用低能量的震波來治療『慢性頑固性的骨髓交界處疾患<sup>[2]</sup>』時，震波是用幅射模式(radial mode)方式傳入身體。之所以採用低能量及幅射模式做治療，是因為：

1. 『骨髓交界處疾患』不是身體組織的一個點(極小範圍)的問題，而是在疾患周圍一定範圍內，都有相似的病理性變化，只是程度不同而已。所以「比較大」一些範圍的震波治療，當然是要採用幅射模式。
2. 『骨髓交界處疾患』大都是表淺軟組織<sup>[4]</sup>的問題，不需使用高能量密度及高穿透力的聚焦模式，以低能量並以幅射模式透入震波做治療就足以達成目的了。

### 震波對人體組織的效果：

震波對組織的效果是：

1. 因震波能量所產生的震盪，使一定範圍內的組織，造成許多因震盪破壞而產生的顯微尺度上的傷害變化。
2. 因微小的傷害變化而產生局部微小的集急性炎症反應，會有微細血管的新生，使局部血流增加，
3. 局部血流增加使局部養份供應良好，同時壞死的組織廢物也很容易的被迴流的血液帶走；造成有利細胞生長繁衍的優良環境，
4. 在前述有利於組織修復的環境下，組織自行汰舊換新，修補或修復具有異常的組織。
5. 因重複的震波治療(每週一次)，一再創造組織自行修復環境 → 故有病

變、有傷害或有退化性變化的組織，在一段時間以後就能夠復原。至於確定復原時間的長短，當然就與病害的久暫、所在身體的部位、其嚴重程度有關連。

6. 要有一個認知與瞭解：以震波做治療，與其劑量相關(造成環境)；且是有壘積(漸進的修復)的效果。

### 軟組織震波治療儀【如圖三】產品規格：

A. 本產品為 Medispec 公司出品的 Radiospec 【軟組織震波治療儀】，由廣碩公司經銷。產品規格為：

1. 電流：110 ~ 220V AC 、 50 ~ 60 Hz 、
2. 震波頻率：每秒 2、5、10、16 次 及 Burst 型式。  
(Burst 是 8 Impulse/0.5 Second).
3. 能量輸出：60、90、120 & 180 mJ/impulse。
4. 單擊最大能量：0.17 mJ/mm<sup>2</sup> (= 0.17 Mpa·mm)
5. 有三種震波頭，其直徑分別為：6mm、15mm & 25mm。  
分別使用於身體的不同部位。
6. 能量深度：可達皮下 3.5 公分處。

註 1：1bar(巴)=100,000 Pa。 101325 Pa =1Atm。 1bar(巴)≐1Atm。

註 2：『慢性頑固性的骨腱交界處疾患』包括：肩頸部肌腱/肌膜病變、網球肘、高爾夫球肘、媽媽手、扳機指、髖部滑囊炎、膝蓋肌腱炎、奧斯氏膝部症、跟腱炎、足底筋膜炎、慢性下背部韌帶/肌膜炎等等。這些病變組織所在的地方，都只是在皮下表淺的地方。

註 3：所有的『慢性頑固性的骨腱交界處疾患』雖然病症的名稱是「肌腱或肌膜炎」，但並不是『只』有「肌腱」或「肌膜」有病理的改變，它週圍的組織也有相同或相似的病理變化。所以稍大一些範圍的治療，也就是以「輻射方式」導入震波，可以把病變範圍全部涵蓋。

註 4：軟組織是包括除了骨骼以外的身體組織，如皮下脂肪、肌肉、肌膜、肌腱、韌帶、神經、血管等『軟』性的身體組織。