

# 單側注入骨水泥對椎骨區域剛性之影響

廖正富<sup>1</sup> 蔣竣凱<sup>1</sup> 歐任凱<sup>1</sup> 楊中宜<sup>2</sup> 王兆麟<sup>1</sup>

台灣大學醫工所<sup>1</sup> 台大醫院影像醫學部<sup>2</sup>

## 摘要

本實驗的目的在於探討從單側椎弓根注射骨水泥於骨折椎骨後，椎骨各區域的剛性分佈情形。從五副人體取出 24 節椎骨，取 20 個椎骨做為實驗組，使椎體受壓力破壞產生壓迫性骨折後，從左邊椎弓根注入骨水泥，並進行電腦斷層掃描後，將椎骨的斷層掃描影像重建成 3D 模型。之後對椎骨的前、中、後、左、右共五個區域進行壓痕測試，並將結果與測試區域下的骨水泥分佈情形做一對照。結果顯示，椎骨經骨水泥補強之後，其左、中、後三區域皆顯著性地高於前、右區域。從骨水泥分佈的形態來做觀察，骨水泥全填滿的區域，其剛性顯著高於未填滿與無骨水泥分布的區域。本研究發現椎骨經由單側椎弓根施打骨水泥後，椎骨各區域的剛性並不一致，在椎骨長期受力之下，可能會產生不對稱變形。

關鍵字：經皮椎骨整形手術、壓迫性骨折、骨水泥注射

## 一、緒論

經皮椎骨整形手術(percutaneous vertebroplasty)是將骨水泥注射入脊椎骨的微創手術，可將骨折後的椎骨復位並重建椎骨的剛性，常用於治療脊椎骨的壓迫性骨折，有立即減緩患者疼痛的效果。由於椎骨的複雜結構以及骨水泥隨時間硬化的影響，骨水泥往往無法均勻地填滿整個椎體，故有學者建議，在骨水泥不溢流出椎骨的前提下，骨水泥應分別從左、右兩側的椎弓根(bipedicle)注射入椎骨，才能使骨水泥分布至椎骨各處。但研究顯示，僅由單側椎弓根(unipedicle)施打骨水泥的椎骨，與由雙側椎弓根施打骨水泥的椎骨，在剛性的恢復上並沒有顯著地差別(Tohmeh et al., 1999)，因此亦有學者建議從單側椎弓根施打骨水泥已足夠重建椎骨剛性，不需要再從對側注射一次骨水泥，以免增加手術時間以及對病人的侵入性。

雖然研究顯示骨水泥填滿椎體的均勻度對椎體整體剛性的重建沒有顯著性地影響，但分部不均勻的骨水泥應會造成椎體局部剛性有所差異，此差異有可能在椎骨長期受力之後，造成椎骨偏斜變形。然而目前對於注射完骨水泥的椎骨，其局部剛性的變化所知不多，因此本實驗的目的在於探討從單側椎弓根注射骨水泥於骨折椎骨後，椎骨各區域的剛性分佈情形。

## 二、研究方法

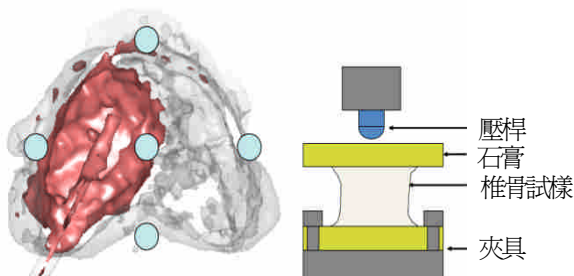
從五副人體脊椎(平均年齡 68 歲)取出 24 節椎骨，

在實驗前接受電腦斷層掃描以及骨密度量測，去除軟組織以及後棘突，使用生理食鹽水保持溼度，並且保存在於-20°C 的冷凍庫中，直到實驗進行前，再置於常溫中退冰六小時。取 20 個椎骨做為實驗組，以實驗室自製設備來施加力量於椎骨，使椎體因壓力破壞，產生壓迫性骨折。用來施壓的金屬板具有 5 度角的斜面，可造成椎骨前端(anterior)產生楔形骨折，藉此模擬彎曲壓迫性骨折。在試樣產生壓迫性骨折後，使用鑽頭從試樣左邊椎弓根部位製造出一注射管道，接下來再沿此路徑注入骨水泥來增強椎體剛性。骨水泥的注射採用一套自製的自動推進注射系統，以等速 1.62 毫升/分鐘來推進，每個試樣分別施打 3 毫升之骨水泥。在打入骨水泥後，將各試樣分別進行電腦斷層掃描。斷層掃描機台的解析度為 0.625 毫米，掃描範圍為 96 毫米。使用實驗室自行研發的影像處理軟體，將椎骨的斷層掃描影像重建成 3D 模型。另取四節正常無破壞的椎骨作為對照組，不施打骨水泥。

在實驗組完成電腦斷層掃描後，即進行椎骨前、中、後、左、右等五個區域的壓痕測試(圖一)。實驗前先將各椎骨的上、下端以包覆石膏，避免試樣在受壓時應力集中於壓桿處。待石膏硬化後，使用自製的材料測試機，進行椎骨剛性之量測。材料測試機主要構件馬達、夾具與壓桿(直徑 3 毫米)，可提供的最大負載為 400 牛頓、解析度為 0.5 牛頓。測試時，先施予試樣 20 牛頓之預負載，再以 1 毫米/分鐘之速度將負載加至 200 牛頓。過程中，使用解

析度 1 微米之位移計量測壓桿的位移變化。椎骨的剛性(stiffness)算法為：壓桿所施力量/壓桿軸向位移。接著，將進行壓痕測試的五個區域對應於椎骨的立體模型，觀察壓桿下方椎骨中的骨水泥分佈情形(圖一)，依形態分為三類：全填滿、未填滿及無骨水泥。若壓桿下方之骨水泥從上終椎板分佈至下終椎板，歸類為全填滿；若骨水泥只分佈於一端椎終板或中間區域，則屬於未填滿；骨水泥稀少或完全沒有，則歸類為無骨水泥。

以重複量數比較無破壞椎骨與經骨水泥增強後之椎骨，各區域的剛性差異；以單變數分析法比較骨水泥的填滿情形對椎骨剛性的影響，以  $p < 0.05$  為顯著水準。



圖一 左圖是椎骨電腦斷層影像經軟體重建為 3D 立體模型後，骨水泥填滿椎骨左邊區域的情形。藍色點分別代表前、右、後、左、中等五個壓痕測試點。右圖顯示壓痕測試的實驗架設示意圖。

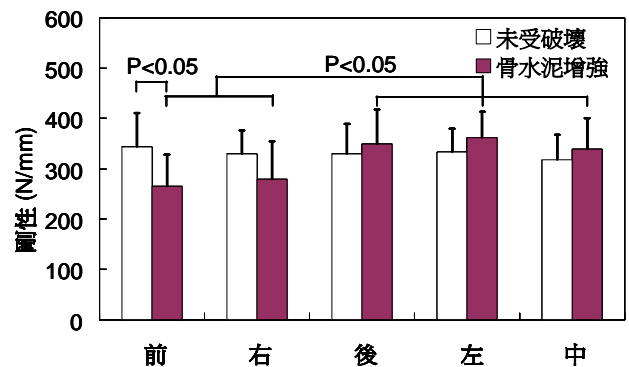
### 三、結果與討論

未受破壞的椎骨中，各區域的剛性並無顯著差異。在受破壞並使用骨水泥增強的椎骨中，局部剛性呈現不均，其中後、左、中三區域皆顯著性地高於前、右區域 ( $P < 0.05$ )，但後、左、中三區彼此間並無顯著差異。補強後椎骨的前區域，其剛性顯著地低於未受破壞之椎骨(圖二)。從骨水泥分佈的形態來做觀察，全填滿的樣本數為 7，局部填滿的樣本數為 53，無骨水泥之樣本數為 38。全填滿組的剛性顯著高於未填滿與無骨水泥的組別(圖三)。

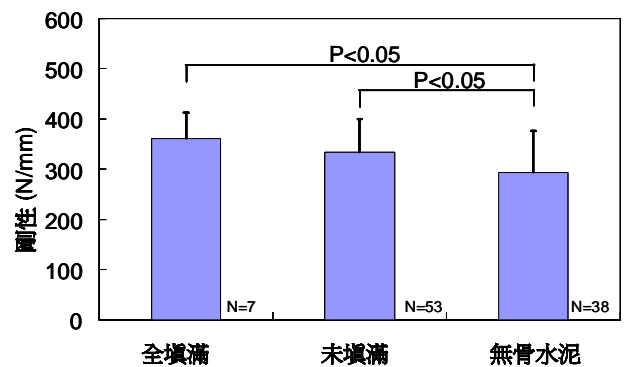
### 四、結論與建議

本研究發現椎骨經由單側椎弓根部施打骨水泥後，椎骨內部的骨水泥分布並不均勻，離骨水泥注射處越近的區域，骨水泥越飽滿，剛性也越高。椎體剛

性的不均勻，可能會使椎骨在長期受力後產生不對稱變形，產生過多的彎矩負載(bending moment)，進而造成鄰近節椎骨的破壞。



圖二 單邊施打骨水泥與未受破壞椎骨之剛性比較。



圖三 骨水泥分佈形態對剛性之影響。

### 五、參考文獻

Tohneh, A.G., Mathis J.M., et al. (1999). "Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fractures." *Spine* 24(17):1772-6

### 六、致謝

本研究感謝國家衛生研究院(NHRI-EX97-9733EI)與國科會(NSC 97-2628-E-002-224-MY2)之研究經費支持)。