

金牌推手

醫學專欄



Sports Medicine

生物力學應用 於下背痛以及 脊椎退化性疾病

壹. 腰椎的運動單元

根據統計指出，有百分之八十的人一生都有受過下背痛的影響，多數在經過休息、止痛藥使用、復健都能得到很好的緩解，僅有少數最終會進入到手術治療。在了解下背痛的成因之前，必須先瞭解腰椎的運動單元 (motion segment)：是脊椎的最小功能單位(function unit,圖一)，一個運動單元包含了相鄰兩節的脊椎骨以及之間的軟組織，分為前側部分(anterior portion)、後側部分(posterior portion)、和脊椎韌帶(ligament of spine) (圖二)。椎體是承受壓力附載的主要結構，因此越靠近尾端，腰椎部分承受負載會比較大。椎間盤因缺乏血液供應，因此營養的傳遞主要靠擴散作用，而當擴散作用機轉被破壞就會造成椎間盤早期的退化。除此之外持續的負載會影響到椎間盤的擴散作用，因而脊椎單元結構需要更長的時間去恢復到達未負重的狀態。

李宜軒

高雄榮民總醫院骨科部主治醫師

Biomechanics

脊椎小關節不只引導脊椎活動的方向，同時也有承重的能力，因此當椎間盤髓核退化時，承重的負荷便會改變到脊椎小關節，當到達無法負荷時，承受負重的力量就會轉移到椎間盤纖維環(annulus)和前後縱韌帶以及黃韌帶，若脊椎不穩定，則黃韌帶就容易增生。而椎弓與關節在抵抗剪力部分也有很大的角色，因此當椎弓解離或脊椎滑脫的病人在前傾時就會造成椎體前移。

貳. 豎脊肌的屈曲-放鬆狀態

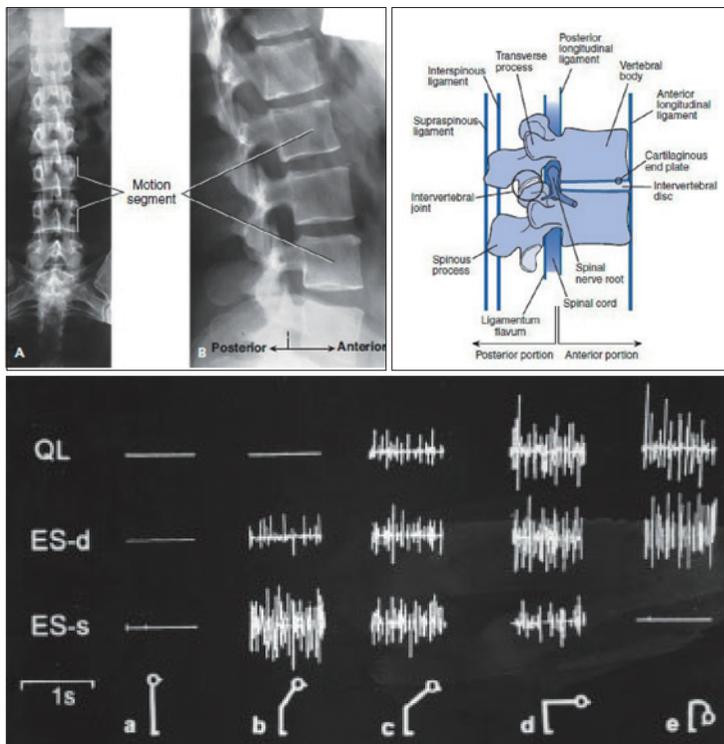
在1996年，Anderson的研究團隊在超音波以及核磁共振導引下，將電極插入腰方肌和淺層、深層豎脊肌群內並記錄其五個不同姿勢的肌電圖(圖三)，結果顯示在極度屈曲時(圖三e)，淺層豎脊肌反而不活化並放鬆，此時負載會分擔在後方其他肌群以及韌帶、椎間盤，因此腰方肌、深層豎脊肌則呈活化狀態。

在這個機轉下，長時間的脊椎深度屈曲會導致背部肌肉疲乏，肌肉疲乏導致脊椎功能節段

的活動度增加，背肌保護脊椎的能力下降最終導致脊椎不穩定退化而疼痛。

參. 骨盆及髖關節運動

除了運動單元內的相對活動外，骨盆運動的參與也是必要的。骨盆運動的範圍可以增加功能性腰椎活動的範圍，因此骨盆運動和腰椎活動的關係必須一起進行分析。由脊椎傳遞到骨盆的負載主要透過薦髂關節(sacroiliac joint)，位於薦髂關節上的肌腱韌帶具有穩定關節的作用，協助減輕骨盆上的應力。軀幹在完全屈曲到直立的過程中，藉由骨盆後傾來帶動脊椎伸直，接著脊椎旁肌肉(paraspinal muscle)隨著動作逐漸增加活化程度，直到達到整個脊椎伸直的目的。若骨盆旁肌肉抑或髖關節肌群緊繃則會限制骨盆的活動，在此狀況下腰椎的活動度勢必得增加，進而增加受傷的機率以及退化和疼痛的程度。綜觀以上所述，學習如何使用髖部屈曲，代償腰椎深部屈曲來達到額外的活動度可以減少慢性下背痛以及退化性腰椎病變的進展。



圖一 | 圖二
圖三 腰椎彎曲各角度的肌電圖變化
QL:腰方肌;ES-d:深層豎脊肌;ES-s:淺層豎脊肌
參考資料：Andersson, E.A., Oddsson, L.I.E., Grundstrom, H., et al. (1996). EMG activities of the quadratus lumborum and erector spinae muscles during flexion-relaxation and other motor tasks. *Clini Biomech*, 11, 392 - 400.

肆. 不同坐姿下的椎間盤壓力

如圖四，在坐姿下，不同的背靠程度對於腰椎第三節椎間盤內壓力也有影響，如(圖四A)，在靠背呈90度時且沒有腰部支撐，椎間盤內壓力最大，最易引起退化以及下背痛的問題。而如果有腰靠支撐(圖四B)或逐漸往後傾斜(圖四C)則椎間盤壓力便逐漸減低，但若在往後傾斜的狀況下腰部支撐物被移至胸椎部(圖四E)，則因為上半身被往前推導致腰椎向後凸，那麼就反而會增加腰椎間盤的壓力而造成疼痛或退化。

伍. 不同躺姿下的椎間盤壓力

仰臥時因為沒有身體重量的負載，因此腰椎間盤負載減小，然而如圖五A，若仰臥時雙膝伸直，髂腰肌產生拉力，則會增加椎間盤壓力。而若讓兩側髖關節以及膝關節屈曲並給予支撐時(如圖五B)，則髂腰肌放鬆，椎間盤壓力下降。

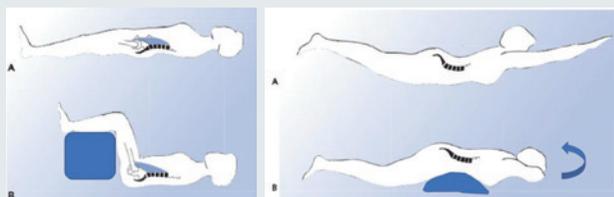
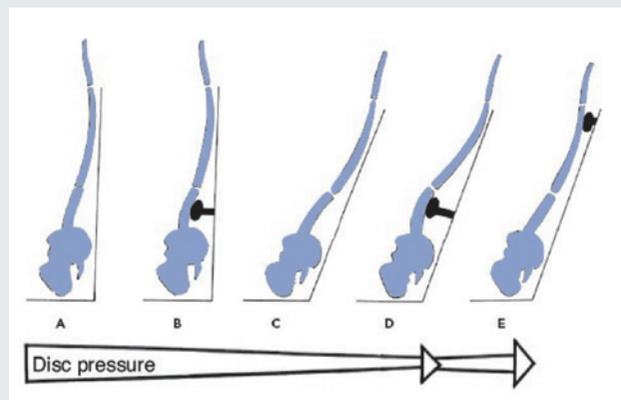
陸. 核心肌群訓練

進行豎脊肌(erector spinae)和腹肌(abdominal muscles)的肌力強化訓練已被證實可以預防腰椎退化性疾病或緩解慢性下背痛。然而在訓練時，脊椎承受的負載是很高的。因此在訓練核心肌群時，仍需要在降低脊椎負載下

訓練，以達到不同個體需要的肌力訓練目標。執行豎脊肌肌群訓練時如圖六A.在俯臥時向上弓起後背時，豎脊肌收縮並活化，然而在此動作下，腰椎椎間盤內壓也增加，腰椎不穩定機會高。若如圖六B.在腹部下墊個枕頭可減少背部弓起的幅度，腰椎排列較為整齊可以增加椎間盤抗壓力，在此狀況下行等長肌肉收縮訓練(isometric exercise)更為妥當。

在文獻中也已證實強而有力的腹部屈肌可以產生穩定的腹內壓，進而維持脊椎的穩定，而在訓練腹部屈肌時，仰臥起坐(sit-ups)是最常見的訓練方式，然而在做仰臥起坐時，無論伸直或彎曲膝關節都會使腰肌以及腹肌產生收縮進而增加脊椎的負載。因此在做仰臥起坐時可以如圖七行正向捲曲動作(Curl-ups)，此方式將頭部和肩膀抬起，使其肩胛骨剛好離開地面為止，該動作可以減少腰椎動作，進而將訓練時腰椎的負載降到最低。

除此之外如圖八所示，等長收縮的反向捲曲動作(reverse curl-ups)，也就是將雙膝帶至胸前，至臀部離開地面即可的動作。此動作可以有效訓練腹部核心肌群，且不會造成過度的椎間盤壓力，也不失是個有效且安全的訓練方式。



圖四
不同坐姿時椎間盤壓力變化
資料來源：Andersson, G.B.J., Örtengren, R., Nachemson, A., et al. (1974). Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting. 1. Studies on an experimental chair. Scand J Rehabil Med, 6, 104.

圖五
不同躺姿時椎間盤壓力變化

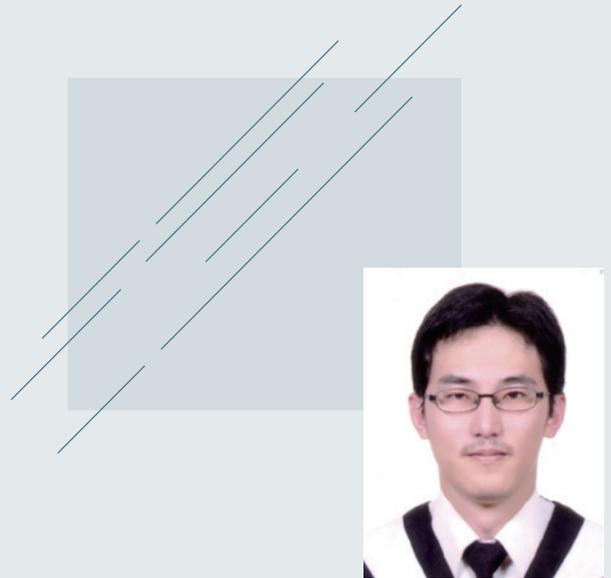
圖六
豎脊肌訓練姿勢

結論

下背痛多數成因與機械性有關。因此下背痛的預防著重在兩個面向：一是減少脊椎節段的活動，用髖部屈曲取代腰椎的屈曲達到日常生活的使用，減少脊椎負載，達到延緩退化和減輕慢性下背痛的目的。二是加強脊椎核心肌群的訓練，以達到保護脊椎功能節段的效果。在訓練核心肌群的前提下如何減少訓練時腰椎的負載也等同重要，避免因訓練而造成額外的傷害。

References

1. Margareta Nordin/ Victor H. Frankel Basic biomechanics of the Musculoskeletal System, 4th edition.
2. McGill, S.M., Karpowicz, A., Fenwick, C.M., et al. (2009). Exercises for the torso performed in a standing posture: Spine and hip motion and motor patterns and spine load. *J Strength Cond Res*, 23, 455–464.
3. Pauly, J.E. (1966). An electromyographic analysis of certain movements and exercises. I. Some deep muscles of the back. *Anat Rec*, 155, 223–234.
4. Urquhart, D.M., Hodges, P.W., Allen, T.J., et al. (2005). Abdominal muscle recruitment during a range of voluntary exercises. *Man Ther*, 10, 144–153.
5. Axler, C.T., McGill, S.M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: Searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc*, 29, 804–811.
6. Nachemson, A. (1975). Towards a better understanding of low-back pain: A review of the mechanics of the lumbar disc. *Rheumatol Rehabil*, 14, 129–143.

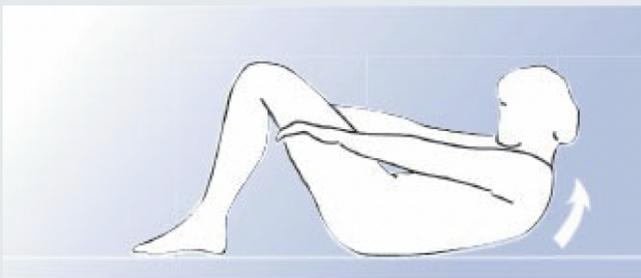


作者

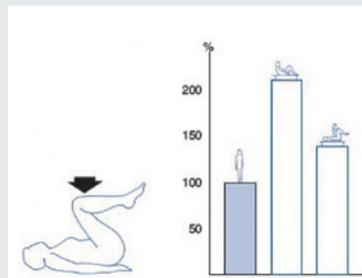
李宜軒醫師

高雄榮民總醫院骨科部主治醫師
 衛福部立恆春旅遊醫院骨科支援主治醫師
 高雄榮民總醫院骨科部總醫師
 高雄榮民總醫院骨科部住院醫師

邀稿 | 陳堃生、許建仁



圖七
正向捲曲(Curl-ups)



圖八 資料來源：Nachemson, A. (1975). Towards a better understanding of back pain: A review of the mechanics of the lumbar disc. *Rheumatol Rehabil*, 14, 129.