

全身垂直振動引起的腰椎椎間盤突出職業疾病認定參考指引

李佳玲醫師

一、導論

脊柱(spine)有兩大功能,不但支撐起人體及保護重要的神經構造(脊髓等),在周圍的軟組織的良好配合下可以提供適當的活動性。椎間盤軟骨(intervertebral disc, IVD)位於兩個脊椎骨(vertebrae)之間,由兩部分所組成,包括外圈的纖維環(annulus fibrosus)及被包圍在中間的髓核(nucleus pulposus)。椎間盤軟骨主要的功能在於吸震,在脊柱承受軸向外力時,髓核向外壓擠纖維環的纖維,若外力達到纖維環無法承受的程度,纖維則斷裂造成髓核突出⁽¹⁾。而移位的椎間盤軟骨有不同的分類,根據軟骨移位的範圍分為膨出(bulge)及突出(herniation)兩大類,突出又根據突出的形狀再分為推出(protrusion)及擠出(extrusion),另外根據外圍的纖維環的完整與否又分為完整包覆(contained)及未完整包覆(uncontained)兩類⁽²⁾。

椎間盤突出的原因很多,職業暴露的部份目前最常被報告的包括重複負重、軀幹前彎姿勢、脊椎旋轉等,而暴露於垂直振動於近幾年被提出報告。我國之職業性腰椎椎間盤突出症認定參考指引雖已舉列出可能的危險因子包括(1)搬運重物或不正常姿勢職業。(2)需長時間坐著的職業。(3)全身垂直振動暴露的職業。但只針對抬舉重物上有較量化的客觀職業暴露量作為參考,全身垂直振動暴露,則較無客觀的評量。但這些椎間盤突出症的勞工同樣都受困於慢性下背痛,偶而還有急性發作,其所導致的醫療費用還有工作時的喪失極為可觀。

全身振動影響人體,造成危害主要決定於四個物理因素:強度、頻率、方向及暴露時間。通常由於人體站立或坐在振動源或振動物體上,站立時地面或工作

檯之震動由足部傳至全身各處；坐姿時則由臀部傳至身體各處。傳至人體之振動可能與身體不同之部位產生共振現象，此專一現象與身體不同部位之結構(密度)差異有關，如頭部對頻率(Hertz,Hz)4.5~9Hz 之共振最敏感，其他如喉部(12~18Hz)、胸腔(5~7Hz)、腹部(4.5~9Hz)及其他器官產生不同共振。全身振動對脊椎與末梢神經系統危害最鉅，其次是消化系統、生殖系統、心血管系統如末梢靜脈及前庭系統。根據過去的報告，脊椎對於頻率 4~5Hz 最敏感⁽³⁻⁶⁾。

對於腰椎椎間盤突出症有關的診斷、治療方式等相關臨床研究，已有相當的研究成果。但是，有關職業性腰椎椎間盤突出的文獻並不多，包括個人、工作因素與社會分佈情形仍值得深入研究。不僅如此，台灣的社會經濟發展背景特殊，國外資料可能無法直接類推。台灣因全身垂直振動導致的職業性腰椎椎間盤突出相關性之研究不多，但暴露於全身垂直振動的職業人口眾多，所以有必要進行本土性研究，以瞭解其工作相關因子造成全身垂直振動在腰椎椎間盤突出的重要性。同時，此傷害與其他原因所造成之腰椎椎間盤突出在客觀檢查上是否有不同發現，足以提供區別認定，亦可加以探討。所以全身垂直振動導致的職業性腰椎椎間盤突出實有獨立出來建立自成一套認定標準的必要性。因此，本計畫將透過文獻收集分析，提供臨床醫師診斷全身垂直振動導致的職業性腰椎椎間盤突出的參考。

二、具潛在性暴露之職業

在職業暴露上，於建築工程、水電工程、道路工程、農業、森林業，及一般經常性使用氣鑿或電鑿之從業人員與汽車職業駕駛等常發生全身振動之危害。職場上，容易暴露於全身垂直振動的職業有下面幾類：

- 1.卡車及同類型車輛司機。
- 2.重型推土機操作員。
- 3.起重機操作員。
- 4.壓路機操作員。
- 5.曳引機操作員。
- 6.怪手操作員。
- 7.大型搬運機操作員。
- 8.火車司機。
- 9.農場工人。
- 10.隧道挖掘機操作員。
- 11.預拌水泥機操作員。
- 12.堆高機操作員。
- 13.飛機和直昇機飛行員。
- 14.乘騎機車之送貨員或郵差
- 15.其他類似性質工作。

三、醫學評估與鑑別診斷

(一) 醫學評估

醫學評估包括病史、理學檢查、影像學檢查、神經電氣生理學檢查、實驗室檢查等，藉以協助診斷椎間盤突出或排除其他診斷。

- 1.病史主要為下背痛的各项描述，包括部位、性質、嚴重度、時間(包括開始時間、持續時間、頻率)、惡化或緩解因子、相關的症狀或徵候(例如下肢麻痛)。

- 2.理學檢查除了確認下背疼痛的範圍及壓痛點有無及位置，還要檢查下肢的感覺、運動及肌腱反射以了解是否有神經根病變，另外直腿抬舉測試(straight leg raising test, SLRT) 可協助鑑別下背及下肢的症狀是否是椎間盤突出造成的。
- 3.影像學檢查包括腰薦椎 X 光、電腦斷層掃描(CT)、脊髓攝影術(myelography) 和磁振造影 (MRI) ，可協助確認椎間盤突出程度及其位置。
- 4.神經電生理學檢查包括神經傳導檢查、肌電圖檢查等，可協助評估神經根病變，包括影響範圍、嚴重度、恢復情形等。
- 5.實驗室檢查的目的不在於椎間盤突出的直接診斷，而是以血液或尿液檢查來排除發炎性或腫瘤疾病等其他需鑑別診斷的疾病。

(二) 鑑別診斷

- 1.脊椎骨問題，如椎體骨折、脊椎滑脫 (spondylolisthesis)、脊椎退化症 (spondylosis)、脊椎狹窄 (spinal stenosis) 等。
- 2.腫瘤，如椎骨轉移 (metastasis)、骨瘤(osteoma)、軟骨瘤(chondroma)、多發性骨髓瘤 (multiple myeloma)、淋巴瘤 (lymphoma)、腦膜瘤 (meningioma)、神經纖維瘤 (neurofibroma)、星細胞瘤 (如 astrocytoma) 等。
- 3.感染症及發炎性異常，如腰薦椎部位硬腦膜上 (或下) 膿瘍(abscess)、脊椎骨髓炎(myelitis)、薦腸骨關節炎 (sacroilitis)。
- 4.風溼免疫性疾患，如僵直性脊椎炎、類風溼性關節炎等。
- 5.轉移痛，如筋肌膜疼痛症候群(myofascial pain syndrome)。

四、流行病學證據

職業上的振動暴露造成下背痛的流行病學研究較多，全身振動暴露被認為是下背痛的原因之一⁽⁶⁻¹⁰⁾，然而由於椎間盤突出症的診斷常需放射線檢查的支持才得以確定，因此不易進行大規模的流行病學研究。Kelsey⁽¹¹⁾發現卡車司機罹患椎間盤突出症的機率是常人的4倍，而須長期搭乘交通運輸工具者，若每天乘車距離平均超過32公里，則罹患椎間盤突出症的機率較非長期搭乘交通運輸工具者高出一倍⁽¹²⁾。Virtanen等人發現，即使考慮了基因的影響，全身振動仍是椎間盤疾患的危險因子，也會讓原本有椎間盤疾患基因的個案發病⁽¹³⁾。實驗室的動物實驗也證實，在屈曲的姿勢下外加低頻率的垂直振動，不但可以誘發椎間盤突出⁽¹⁴⁾，也可以使原本已存在的椎間盤突出惡化⁽¹⁵⁾，而這兩個研究也提供在流行病學之外更直接的因果關係的證據。

五、暴露證據收集之方法

暴露證據的收集應包含以下：

- 1.過去至少十五年的職業經歷。
- 2.工作時間表（work schedule），休息表（rest scheme）、加班表、與休假表。
- 3.使用的車輛或機具振動的強度與暴露時間資料。
- 4.如果可能，使用振動量測記錄器來蒐集振動暴露量。

雖然我們已知許多種類的運輸工具或工程車輛會造成全身振動的暴露，但無法找到對照各種車輛造成的振動暴露情形，因振動量不只與車輛種類有關，更和車輛的保養情形、地面狀況、操作任務及姿勢、座椅性質及駕駛艙設計等等有關^(9,16-19)。因此若要確切了解振動暴露的量則要實際的測量。

全身振動對脊椎與末梢神經系統危害最鉅，其次是消化系統、生殖系統、心血管系統如末梢靜脈及前庭系統。

它影響人體，造成危害決定的物理因素(如前述，包括強度、頻率、方向及暴露時間)。中、強度的測量包括振幅、加速度等，目前最常用的是加速度 (m/s^2)；通常單一物件的振動並不會是單一頻率，所以需要測量不同的頻率；振動方向共三個，包括兩個水平方向(前後方向的 x 軸及左右方向的 y 軸)及一個垂直方向(上下方向的 z 軸)。國際標準組織(International Standard Organization, ISO)於1974年所訂定的「全身振動暴露評估指引 ISO2631」定義了全身振動的評估方法，有 ISO2631-1(1985)⁽²¹⁾及 ISO2631-1(1997)⁽²²⁾兩個版本，另外還有 ISO2631-5 (2004)⁽²³⁾。我國勞工安全衛生設施規則對於全身振動暴露的規範即是參考 ISO2631-1 (1985)訂定出來的，第 301 條規範勞工的全身振動暴露量如下，垂直振 1/3 八音度頻帶中心頻率(單位為赫、Hz)之加速度(單位為每平方秒公尺、 m/s^2)，不得超過表一規定之容許時間；水平振動 1/3 八音度頻帶中心頻率之加速度，不得超過表二規定之容許時間⁽²⁴⁾。ISO2631-1(1997)另外提出評估頻率加權後加速度的 RMS 值 (frequency-weighted root-mean-square acceleration)、峰值因數 (crest factor)、振動暴量 (vibration dose value, VDV)、移動均方根最大值 (maximum transient vibration value, MTVV)。而 ISO2631-5 (2004)描述了振動暴露造成脊椎風險的評估，根據每天等效靜壓應力 (daily equivalent static compression dose, Sed)、駕駛起始年、暴露時間、駕駛者的脊椎年齡等可算出風險值“R”，R 小於 0.8 則為低健康風險，大於 1.2 則為高健康風險⁽¹⁹⁻²⁰⁾。

表一：垂直方向全身振動暴露最大加速度值 m/s^2

(勞工安全衛生設施規則第 301 條)

容許時間 加速度 m/s^2 1/3 八 音度頻帶 中心頻率 Hz	8 小時	4 小時	2.5 小時	1 小時	25 分	16 分	1 分
	1.0	1.26	2.12	2.80	4.72	7.10	8.50
1.25	1.12	1.90	2.52	4.24	6.30	7.50	10.00
1.6	1.00	1.70	2.24	3.80	5.60	6.70	9.00
2.0	0.90	1.50	2.00	3.40	5.00	6.00	8.00
2.5	0.80	1.34	1.80	3.00	4.48	5.28	7.10
3.15	0.710	1.20	1.60	2.64	4.00	4.70	6.30
4.0	0.630	1.06	1.42	2.36	3.60	4.24	5.60
5.0	0.630	1.06	1.42	2.36	3.60	4.24	5.60
6.3	0.630	1.06	1.42	2.36	3.60	4.24	5.60
8.0	0.630	1.06	1.42	2.36	3.60	4.24	5.60
10.0	0.80	1.34	1.80	3.00	4.48	5.30	7.10
12.5	1.00	1.70	2.24	3.80	5.60	6.70	9.00
16.0	1.26	2.12	2.80	4.72	7.10	8.50	11.20
20.0	1.60	2.64	3.60	6.00	9.00	10.60	14.20
25.0	2.00	3.40	4.48	7.50	11.20	13.40	18.00
31.5	2.50	4.24	5.60	9.50	14.20	17.00	22.4
40.0	3.20	5.30	7.10	12.00	18.00	21.2	28.0
50.0	4.00	6.70	9.00	15.00	22.4	26.4	36.0
62.0	5.00	8.50	11.20	19.00	28.0	34.0	44.8
80.0	6.30	10.60	14.20	22.16	36.0	42.4	54.0

表二：水平方向全身振動暴露最大加速度值 m/s^2

(勞工安全衛生設施規則第 301 條)

容許時間 加速度 m/s^2 $1/3$ 八 音度頻帶 中心頻率 Hz	8 小時	4 小時	2.5 小時	1 小時	25 分	16 分	1 分
	1.0	0.448	0.710	1.00	1.70	2.50	3.00
1.25	0.448	0.710	1.00	1.70	2.50	3.00	4.0
1.6	0.448	0.710	1.00	1.70	2.50	3.00	4.0
2.0	0.448	0.710	1.00	1.70	2.50	3.00	4.0
2.5	0.560	0.900	1.26	2.12	3.2	3.8	2.0
3.15	0.710	1.120	1.6	2.64	4.0	4.72	6.30
4.0	0.900	1.420	2.0	3.40	5.0	6.0	8.0
5.0	1.120	1.800	2.50	4.24	6.30	7.50	10.0
6.3	1.420	2.24	3.2	5.2	8.0	9.50	12.6
8.0	1.800	2.80	4.0	6.70	10.0	12.0	16.6
10.0	2.24	3.60	5.0	8.50	12.6	15.0	20
12.5	2.80	4.48	6.30	10.60	16.0	19.0	25.0
16.0	3.60	5.60	8.0	13.40	20	23.6	32
20.0	4.48	7.10	10.0	17.0	25.0	30	40
25.0	5.60	9.00	12.6	21.2	32	38	50
31.5	7.10	11.20	16.0	26.4	40	47.2	63.0
40.0	9.00	14.20	20.0	34.0	50	60	80
50.0	11.20	18.0	25.0	42.4	63.0	75	100
62.0	14.20	22.4	32.0	53.0	80	91.4	126
80.0	18.00	28.0	40	67.0	100	120	160

六、結論

全身垂直振動引起的腰椎椎間盤突出診斷指引建議如下：

(一)主要基準

1.疾病的證據：以下(1) (2) (3)三項均需同時存在且三者有合理的一致性，或只要有第(4)。

(1)臨床症狀：下背痛可能合併下肢痛麻。典型症狀為坐姿或身體前彎時症狀加劇，躺平、站姿或身體後仰時症狀減輕或緩和。

(2)理學檢查：需符合下列 A、B 證據其中之一

A.直腿抬舉法 (SLRT) 陽性：仰臥時抬腿小於 30-70 度時會誘發下背痛或下肢麻痛的症狀。

B.神經傳導檢查 (NCV) 或肌電圖 (EMG) 顯示腰薦神經根病變。

(3)影像學檢查：脊髓攝影 (myelography)、磁振造影 (MRI)、或電腦斷層(CT)顯示單側腰椎椎間盤突出(herniation),包括 protrusion, extrusion 與 sequestration。不能是對稱性的突出或膨大 (bulging)。從 L2-3 到 L5-S1 有單一或多個(mono- or polysegmental)椎間盤受到影響。

(4)手術記錄確定為腰椎椎間盤突出 (HIVD)。

2.暴露的證據(adequate occupational exposure)：以下(1) (2) 兩項均需同時存在：

(1) 長期 (每年至少工作 220 日、至少已工作 8 年*) 在工作中駕駛或騎乘營建、工程、大貨車、貨櫃車、農業、森林等交通工具加上路面因素，因而暴露於全身垂直振動。

(2) 每日平均暴露量達到以下任一標準

- A. 暴露於垂直振動 1/3 八音度頻帶中心頻率 (Hz) 之加速度 (m/s^2) ,
 超過表一規定之容許時間 (可特別注意頻率 4-8Hz 的暴露) 。
- B. 頻率加權後加速度的均方根值 RMS 大於 $0.9 m/s^2$ 。
- C. 日 (八小時) 振動暴露量 $VDV_{(8)}$ 大於 $17m/s^{1.75}$ 。
- D. 日 (八小時) 等靜壓應力 S_{ed} 大於 $0.8MPa$ 。

表一：垂直方向全身振動暴露最大加速度值 m / s^2

(勞工安全衛生設施規則第 301 條)

容許時間 容許時間 容許時間	容許時間						
	8 小時	4 小時	2.5 小時	1 小時	25 分	16 分	1 分
1/3 八音度頻帶 中心頻率 Hz	1/3 八音度頻帶 中心頻率 Hz						
1.0	1.26	2.12	2.80	4.72	7.10	8.50	11.20
1.25	1.12	1.90	2.52	4.24	6.30	7.50	10.00
1.6	1.00	1.70	2.24	3.80	5.60	6.70	9.00
2.0	0.90	1.50	2.00	3.40	5.00	6.00	8.00
2.5	0.80	1.34	1.80	3.00	4.48	5.28	7.10
3.15	0.710	1.20	1.60	2.64	4.00	4.70	6.30
4.0	0.630	1.06	1.42	2.36	3.60	4.24	5.60
5.0	0.630	1.06	1.42	2.36	3.60	4.24	5.60
6.3	0.630	1.06	1.42	2.36	3.60	4.24	5.60
8.0	0.630	1.06	1.42	2.36	3.60	4.24	5.60
10.0	0.80	1.34	1.80	3.00	4.48	5.30	7.10
12.5	1.00	1.70	2.24	3.80	5.60	6.70	9.00
16.0	1.26	2.12	2.80	4.72	7.10	8.50	11.20
20.0	1.60	2.64	3.60	6.00	9.00	10.60	14.20
25.0	2.00	3.40	4.48	7.50	11.20	13.40	18.00
31.5	2.50	4.24	5.60	9.50	14.20	17.00	22.4
40.0	3.20	5.30	7.10	12.00	18.00	21.2	28.0
50.0	4.00	6.70	9.00	15.00	22.4	26.4	36.0
62.0	5.00	8.50	11.20	19.00	28.0	34.0	44.8
80.0	6.30	10.60	14.20	22.16	36.0	42.4	54.0

*附註：上述暴露條件可依照個案情形加以權衡，酌情降低鑑定標準要求，即工作年限之標準可降低。例如暴露於短暫但甚高的全身垂直振動、腰部受到甚高的壓迫力(compression force)，在這些情形下，工作年限可下修到約 5 年。

3.適當的時序性：

(1)腰椎椎間盤突出的主觀症狀或客觀表現，發生在暴露之後；而嚴重程度的增加，可依”加重”原則認定為職業病。

(2)暴露結束後迄疾病發生之間所允許的最長期限：半年。

4.盡力排除其他原因，例如腰椎滑脫、腰椎脊椎狹窄、僵直性脊椎炎等疾病；或在非職業的私生活領域中導致之暴露情形。

(二) 輔助基準

1.勞工於停止工作之暴露休息或治療後，下背痛與下肢麻痛的症狀在 3 至 6 個月內明顯改善。

2.同一工作環境的其他人員，也有類似的下背痛與腰薦神經根病變，且發生率顯著高於其他不同性質工作者。

七、參考文獻

- 1.Barr KP, Harrast MA. Low back pain. In: Braddom RL, editor. Physical Medicine & Rehabilitation. 4th ed, 2011:871-73.
- 2.Fardon DF, Milette PC. Nomenclature and classification of lumbar disc pathology: recommendations of the combined task forces of the North American Spine Society, American Society of Spine Radiology, and American Society of Neuroradiology. spine 2001;26(5):E93-E113.
- 3.Dupuis H. Biodynamic behavior of the trunk and the abdomen during whole-body vibration. Acta Anaesthesiol Scand Suppl 1989;90:34-8.
- 4.Panjabi MM, Andersson GB, Jorneus L, Hult E, Mattsson L. In vivo measurements of spinal column vibrations. J Bone Joint Surg Am 1986;68(5):695-702.

5. Wilder DG, Woodworth BB, Frymoyer JW, Pope MH. Vibration and the human spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 1982;7(3):243-54.
6. Pope MH, Magnusson M, Wilder DG. Kappa Delta Award. Low back pain and whole body vibration. *Clin Orthop Relat Res* 1998(354):241-8.
7. Frymoyer JW, Pope MH, Costanza MC, Rosen JC, Goggin JE, Wilder DG. Epidemiologic studies of low-back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 1980;5(5):419-23.
8. Bovenzi M, Hulshof CT. An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain (1986-1997). *Int Arch Occup Environ Health* 1999;72(6):351-65.
9. Rozali A, Rampal KG, Shamsul Bahri MT, Sherina MS, Shamsul Azhar S, Khairuddin H, et al. Low back pain and association with whole body vibration among military armoured vehicle drivers in Malaysia. *Med J Malaysia* 2009;64(3):197-204.
10. Bovenzi M. A longitudinal study of low back pain and daily vibration exposure in professional drivers. *Ind Health* 2010;48(5):584-95.
11. Kelsey J. *Epidemiology of musculoskeletal disorders*. New York: Oxford University Press, 1982.
12. Kelsey J, Golden A. Occupational and workplace factors associated with low back pain. *Occupational Medicine : State of the Art Reviews* 1988;3:7-16.
13. Virtanen IM, Karppinen J, Taimela S, Ott J, Barral S, Kaikkonen K, et al. Occupational and genetic risk factors associated with intervertebral disc disease. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007;32(10):1129-34.
14. Gregory DE, Callaghan JP. Does vibration influence the initiation of intervertebral disc herniation? An examination of herniation occurrence using a porcine cervical disc model. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011;36(4):E225-31.
15. Yates JP, McGill SM. The effect of vibration and posture on the progression of intervertebral disc herniation. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011;36(5):386-92.
16. Pope MH, Goh KL, Magnusson ML. Spine ergonomics. *Annu Rev Biomed Eng* 2002;4:49-68.
17. Kittusamy NK, Buchholz B. Whole-body vibration and postural stress among operators of construction equipment, a literature review. *J Saf Res* 2004;35:255-61.

18. Johanning E, Landsbergis P, Fischer S, Christ E, Göres B, Luhrman R.
Whole-body vibration and ergonomic study of US railroad locomotives. *Journal of Sound and Vibration* 2006;298(3):594-600.
19. Johanning E. Vibration and shock exposure of maintenance-of-way vehicles in the railroad industry. *Appl Ergon* 2011;42(4):555-62.
20. Waters T, Rauche C, Genaidy A, Rashed T. A new framework for evaluating potential risk of back disorders due to whole body vibration and repeated mechanical shock. *Ergonomics* 2007;50(3):379-95.
21. International Standard Organization (ISO,1985), ISO 2631/1, Evaluation of human exposure to whole-body vibration - part 1: general requirements. ISO 2631/1-1985(E):1-17. Geneva: ISO.
22. International Organization for Standardization. (1997) ISO2631-1. Mechanical vibration and shock– evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 1: General requirements. Geneva: ISO.
23. International Organization for Standardization. (2004) ISO2631-5. Mechanical vibration and shock– evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 5: Method for evaluation of vibration containing multiple shocks. Geneva: ISO.
24. 行政院勞工委員會。勞工安全衛生設施規則，2010。