

脊椎內視鏡手術— 發展現況及未來展望

臺北醫學大學附設醫院 骨科部脊椎骨科 吳孟晃 李境祐 黃聰仁

介紹

脊椎內視鏡手術已成為一種實用的微創技術，可用於椎間盤突出或脊椎狹窄患者減壓與脊椎感染引流，近年更進一步用於短節脊椎不穩定的脊椎融合。這篇文章將介紹脊椎外科手術中內視鏡當前應用的技術，並討論這種微創技術的益處、局限性以及未來的發展前景。

Dr. Parviz Kambin在1988年講述了第一個運用在椎間盤突出的脊椎內視鏡手術，但由於技術和器械發展尚未成熟，脊椎內視鏡在當時未被廣泛使用¹。日後隨著醫療技術的發展，脊椎手術由開放手術漸漸轉變為微創手術，其歷程與腹腔鏡及關節鏡極其相似，皆因患者對於微創手術的需求提升，以及術後恢復期短的優勢，加速推進了微創手術的發展^{2,3}。再加上Dr. Kambin對Kambin三角形脊椎手術安全工作區的描述，更加確立了內視鏡和其他微創脊椎外科手術技術的可行性；於是在接下來的幾十年中，相關技術快速蓬勃的發展。時至今日，不只經椎間孔鏡檢查、椎間盤內檢查、頸胸腰椎均能夠以脊椎內視鏡進行手術；外科適應症也從簡單的椎間盤突出到脊椎融合、腫瘤和感染⁴。而今內視鏡脊椎減壓手術，除了能夠根據技術分類：經皮內視鏡（全內視鏡）、顯微內視鏡和雙通道內視鏡；也能夠根據入路分類：胸腰椎經椎間孔入路、胸腰椎椎板間入路、頸椎前入路、頸椎後入路和尾椎入路。隨著脊椎內視鏡技術的純熟加上需求的提升，使脊椎內視鏡手術的發展受到更多脊椎學會的重視，因此台灣脊椎微創內視鏡醫學會在2018

年9月8日創立後迅速蓬勃發展，目前會員人數已達218名，同時在國際上有脊椎微創內視鏡領導地位(<http://www.tsess.com.tw/page/about/index.aspx?kind=1032>)。另外，由於光學、儀器和手術技術方面的發展，提高了安全性並降低技術複雜性，也有愈來愈多高品質的臨床研究，包括隨機分派臨床試驗和meta-analysis，使內視鏡脊椎外科手術有希望成為脊椎外科手術的標準術式之一。

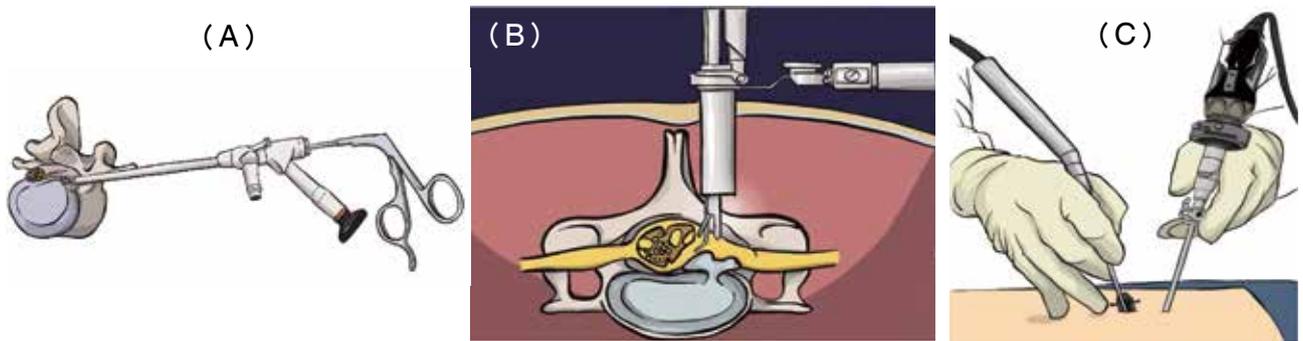
脊椎內視鏡手術-只是另一種脊椎微創手術？

脊椎內視鏡手術與其他脊椎微創手術與開放手術相比，除了減少了骨和軟組織破壞，也改善傷口外觀，還能降低失血量，更減少術後疼痛，並使患者能及早期恢復活動與工作⁵；長期來說，因其亦可以最大程度地保留自然解剖結構，故有效地降低減壓節段的不穩定性和相鄰節段退化的風險。

而相比傳統微創脊椎手術，脊椎內視鏡可以非常清楚地看見手術區域，進一步減輕對自然解剖結構的醫源性損害。

經皮內視鏡（全內鏡）系統

脊椎內視鏡手術中最常用的系統是由Anthony Yeung所開發的單孔內視鏡⁶：以生理食鹽水為介質的單通道內視鏡。這種技術是在80年代中期開發的，並已成為標準脊椎內視鏡手術（圖一A）。因傷口小可進行局部麻醉下手術，早期因採取間接減壓，不容易做到完整減壓，在後續工具及技術開發完整後，可直視下進行完整減壓後才得到廣泛應用。



圖一 脊椎內視鏡手術的內視鏡系統類別。(A) 單孔內視鏡系統。單個工作通道中包含光學設備和工作通道；(B) 顯微內視鏡系統，該光學裝置連接到管狀撐開器上；(C) 內視鏡和工作通道分開的雙通道內視鏡系統。

顯微內視鏡系統

第二種最常用的內視鏡設備是顯微內視鏡系統，是由Kevin Foley所開發。這一類是使用連到管狀組織撐開器的顯微內視鏡。與其他內視鏡系統不同，該系統不需生理食鹽水作為介質，手術方式跟傳統手術較為相近，因此相較其他內視鏡手術來說學習曲線較短（圖一B）。

雙通道內視鏡系統

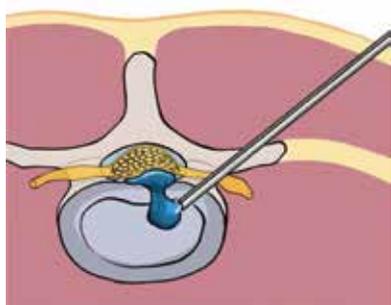
雙通道脊椎內視鏡手術使用兩個不同通道來放置內視鏡系統與工作通道⁷。該概念類似於關節鏡手術，其中需要兩個通道：內視鏡通道和器械通道。內視鏡通道使用關節鏡提供手術視野，而器械通道用於手術器械進入，手術方式類似顯微內視鏡系統但需要使用生理食鹽水作為介質，器械使用彈性度大（圖一C），學習曲線較單孔內視鏡稍短，大多需全身麻醉下手術，但因不須太多特殊器械，普及性較易而具有其優勢，目前許多術式因發展成熟及證據累積速度快而蓬勃發展中。

代表性的內鏡減壓技術

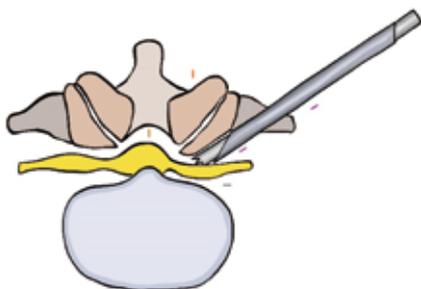
迄今為止已經發展了多種內視鏡減壓技術。以下方法是整個內視鏡脊椎外科手術歷史中最常研究和實際應用的方法：經皮內鏡腰椎間盤切除術(percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD)、經皮內鏡減壓(percutaneous endoscopic decompression, PED)治療腰椎狹窄和經皮內視鏡頸椎間盤摘除術(percutaneous endoscopic cervical discectomy, PECD)。

經椎間孔內視鏡(Transforaminal Endoscopic Lumbar Discectomy)

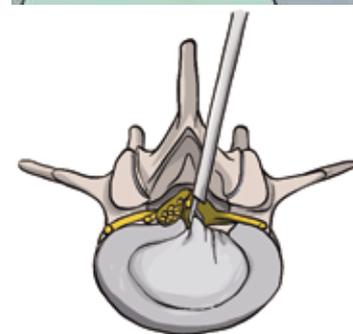
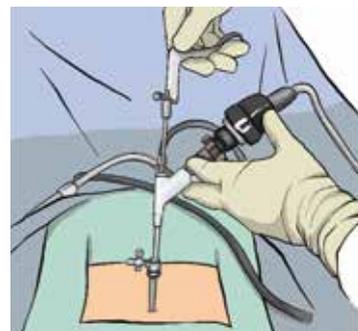
經椎間孔TELD是代表性的內視鏡脊椎外科手術，具有悠久的歷史和全面的應用（圖二）。該技術的最初適應症僅用於腰椎椎間盤突出。隨著內視鏡技術的發展，其實際應用範圍已經擴大，包括遷移的、復發性的、椎間孔的甚至部分鈣化的椎間盤突出症。這項技術已經被許多隨機試驗，Meta-analysis和systemic review證明有極佳的手術效果⁸。該技術的基本概念是通過椎間孔或Kambin安全工作區進行



圖二 早期提出之經椎間孔內視鏡椎間盤減壓



圖三 經椎間孔內視鏡椎孔擴張術



圖四 椎板間椎間盤摘除術

椎間盤病變治療，同時保留正常組織。

手術通常在局部麻醉或清醒鎮靜下進行。後外側經椎間孔腰椎入路在X光檢查下進行。進針穿過椎間孔插入椎間盤，避免神經根損傷，全身麻醉則需要選擇安全入點避免出走神經根損傷。將針依次由導絲，擴張器和最後的工作套管更換。然後放入脊椎內視鏡，進行選擇性椎間盤切除術和硬膜外減壓。

經椎間孔治療腰椎側隱窩/椎間孔狹窄 (Transforaminal Endoscopic Lumbar Lateral Recess/Foraminal Decompression)

腰椎側隱窩狹窄和椎間孔狹窄最常見的病理是上關節突(Superior Articular Process, SAP)增生壓迫造成橫行神經根在外側隱窩狹窄中被擠壓，而出走神經根在椎間孔狹窄中被壓迫。椎間孔內視鏡手術可通過切除肥厚的上關節突來進行側隱窩/椎間孔狹窄治療。

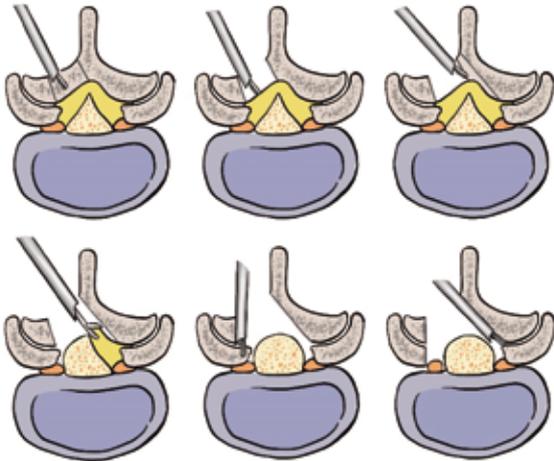
這方式與Anthony Yeung最初的方法直接進入椎間盤的方式不太一樣，Hoogland描述的方法中將工作套管的安全區定義為上關節突和椎弓根基底部連接處進行椎孔擴張術(圖三)

⁹。SAP的尖端通常可以使用骨環鋸或內視鏡磨鑽去除。充分去除骨狹窄後，隨後去

除黃韌帶。對於外側隱窩狹窄、尾側椎孔和橫走神經根需減壓，而對於椎間孔狹窄、頭側椎孔及出走神經根需減壓。額外的椎弓根切除術可以增強減壓效果，但技術難度更高，因此，該技術被認為比標準內視鏡下椎間盤切除術更具挑戰性。同時筆者也將此技術運用在移除骨水泥滲漏及遷移性椎間盤，達到更廣泛的手術適應症^{10,11}。

椎板間椎間盤摘除術IELD (Interlaminar Endoscopic Lumbar Discectomy)

IELD的開發剛開始是為了在L5-S1進行椎間盤突出治療(圖四)¹²。主要是因為在具有較高髂骨脊的病患經椎間孔入路很難執行。為了克服這個問題，Sebastian Ruetten與Martin Komp發現L5-S1水平的椎板間通常足夠通過



圖五 椎間板間雙側減壓。

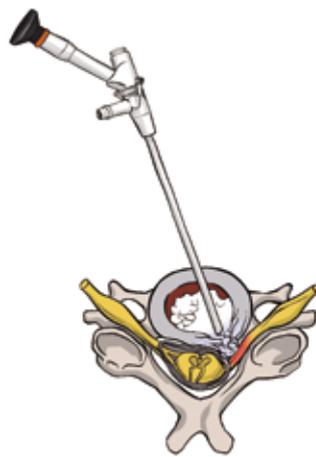
內視鏡和工作套管，同時保留椎旁肌和椎板。與經椎間孔入路相比，脊椎醫師可能更熟悉椎板間入路，可以稍微減少學習曲線，但因治療自由度較高，在手術中需要小心手術節段是否正確以避免錯誤節段。

椎板間減壓治療腰椎中/外側隱窩狹窄PSLD (Percutaneous Stenoscopic Lumbar Decompression)

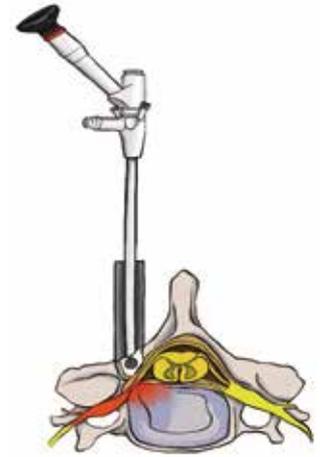
隨著工作通道內視鏡和相關器械的尺寸變大，針對腰椎中央或外側隱窩狹窄也可進行PSLD內視鏡減壓，目前的Meta-analysis研究也指出內視鏡執行脊椎狹窄減壓具有較高安全性，較少的術後背痛，較少的併發症¹³（圖五）。筆者在與嘉義基督教醫院骨科黃儀鴻理事長合作研究中也發現這樣技術用於穩定型脊椎滑脫及脊椎側彎具有一樣好的療效¹⁴。

前入路頸椎內視鏡PECD (Percutaneous Endoscopic Cervical Disectomy)

PECD的主要疾病是頸椎間盤突出症，



圖六 前入路頸椎椎間盤減壓手術



圖七 後入路頸椎椎孔成形術及椎間盤切除術

伴或不伴有椎間孔狹窄。以下兩種方法可用於頸椎間盤突出症：前入路AECD (Anterior Endoscopic Cervical Disectomy)和後入路PECF/PECD (Posterior Endoscopic Cervical Foraminoplasty/Disectomy)。可以根據椎間盤病理區域確定手術路徑，前入路對於椎間盤突出位於脊髓外側邊緣內側的頸椎間盤突出有效。椎間盤突出症大多區域都可以用前AECD進行治療，包括中央，中央和旁孔椎間盤突出症。它還具有微創經皮方法的典型優勢。最小的皮膚切口和肌肉收縮可降低血腫、感染、聲帶麻痺和重大結構（例如頸動脈，氣管和食道）受傷的風險。該過程可以在局部麻醉下進行（圖六）。因此對老年人或狀況較差的患者有用。然而，這種技術有一些局限性。首先，前經皮入路可能會破壞髓核，可能導致術後椎間盤間隙變窄或不穩定。其次，在椎間盤狹窄或嚴重鈣化的情況下，不適合採用這種方法。



圖八 腰椎內視鏡椎間融合手術

前入路PECD的成功率為51%到95%，後續有Kang-Taek Lim發展為內視鏡融合及人工椎間盤放置，目前仍持續發展中。

後路經皮內視鏡頸椎椎孔成形術和椎間盤切除術PECD (Posterior Endoscopic Cervical Foraminoplasty and Disectomy)

該手術的主要目標是椎間孔鏡椎間盤突出或椎間孔狹窄¹⁵。主要病變位於脊髓外側邊緣的外側。PECF/PECD的主要適應症如下：

(一) 椎間孔頸椎間盤突出症；(二) 單側頸椎孔狹窄合併頑固性頸神經根病。根據Ruetten的隨機試驗，在適當選擇情況下，後入路PECD可以替代傳統的開放性手術¹⁶ (圖七)。

腰頸椎內視鏡融合手術

內視鏡進展在減壓手術上已經得到明顯幫助，而融合手術部分也在2015年開始被報導，腰椎融合手術可使用局麻或全麻進行經椎孔或經關節突入路融合^{17, 18}。目前國內也有使用單通道及雙通道進行融合手術，根據目前研究證據顯示具有較少疼痛，較快恢復，以及較少併發症之優點。目前國內外學會也都以此項技術作為重點發展之方向，作者也成功將此技術導

入北醫附醫，幫助眾多患者 (圖八)。

內視鏡脊椎減壓手術的利弊

脊椎內視鏡手術的主要目的是減少醫源性組織損傷並維持適當的節段穩定性和活動性。與傳統的開放手術相比，脊椎內視鏡手術具有以下三種優勢。第一，脊椎內視鏡手術明顯減少組織損傷，較小皮膚切口，不需進行廣泛椎板/小關節切除術或硬膜囊牽扯，可減少失血量及後續沾黏問題。第二，因創傷小及安全性高，讓門診手術或當日手術可行，主要是可以運用局部麻醉與清醒鎮靜相結合，減少了手術時間，縮短了住院時間。最後，手術後恢復可以有較少術後用藥，更少傷口併發症，更快恢復正常工作。因此，對於無法在全身麻醉下進行大範圍開放手術的高齡患者或高危患者，脊椎內視鏡手術是一種可考慮的選擇。然而，脊椎內視鏡手術也存在些限制。首先，可能會發生某些內視鏡手術特有併發症，雖然硬膜外血腫、背側硬腦膜撕裂和手術部位感染的發生率可能相對較低。然而，脊椎內視鏡手術的獨特不良事件，如腹側硬腦膜撕裂、出走神經根損傷、後腹腔積水，增加輻射暴露、痙攣、腦壓增加等少見併發症，都需要小心預防及處理。第三、脊椎內視鏡手術學習曲線較長，醫生熟練程度會影響手術效果及併發症¹⁹。大多數醫生在住院醫師期間沒有機會學習脊椎內視鏡手術，在獨立執行此技術之前，需要對內視鏡技術和解剖學知識進行多次專業培訓後才可執行。最後，有些適應症依舊還不太適合執行脊椎內視鏡手術，包含單純背痛、鈣化椎間

盤、嚴重狹窄、馬尾症候群、無痛性肌無力或嚴重纖維化組織粘連。因此，適當的患者選擇是成功的關鍵。大多數患者不希望進行廣泛開放手術或全身麻醉。因此，他們希望在“局部麻醉”下進行經皮或微創“內視鏡手術”。鑑於患者的需求，醫生可能會在適應症之外進行脊椎內視鏡手術導致不完全減壓或併發症。因此，醫師應嚴格挑選患者選擇脊椎內視鏡手術技術來避免併發症及治療效果不佳，並且要做好醫病共同決策來幫助做最好的決定²⁰。

未來展望

脊椎內視鏡手術的發展已經逐漸到了成熟階段，不僅在技術及器械上，各種研究證據證明其安全及有效性，同時逐漸拓展到各種脊椎手術中，讓這項工具逐漸進入主流脊椎手術行列。雖然臺灣目前發展情況優於國際各國，但其學習曲線將是主要推動的關鍵，未來勢必需要投入更多的教育推廣來讓這項技術更能造福民眾，讓台灣脊椎醫療持續在國際具有領先地位。

致謝

本文感謝王森德醫師、黃儀鴻理事長及陳建民理事長鼓勵才得以完成，感謝郭芷吟小姐及吳品諭小姐協助進行校閱，感謝Spinendos公司及鍾妮楨小姐提供圖片繪製協助。

參考文獻

1. Kambin P: Arthroscopic microdiscectomy. Mt Sinai J Med 1991; 58(2): 159-64.
2. Lee CY, Huang TJ, Li YY, et al: Comparison of minimal access and traditional anterior spinal surgery in managing infectious spondylitis: a minimum 2-year follow-up. Spine J 2014; 14(7): 1099-105.
3. Lee CY, Wu MH, Li YY, et al: Video-assisted thoracoscopic surgery and minimal access spinal surgery compared in anterior thoracic or thoracolumbar junctional spinal reconstruction: a case-control study and review of the literature. Biomed Res Int 2016; 2016: 6808507.
4. Chung AS, Kimball J, Min E, et al: Endoscopic spine surgery-increasing usage and prominence in mainstream spine surgery and spine societies. J Spine Surg 2020; 6(Suppl 1): S14-8.
5. Gibson JNA, Subramanian AS, Scott CEH: A randomised controlled trial of transforaminal endoscopic discectomy vs microdiscectomy. Eur Spine J 2017; 26(3): 847-56.
6. Yeung A, Roberts A, Zhu L, et al: Treatment of soft tissue and bony spinal stenosis by a visualized endoscopic transforaminal technique under local anesthesia. Neurospine 2019; 16(1): 52-62.
7. Kim JE, Choi DJ, Park EJJ, et al: Biportal Endoscopic Spinal Surgery for Lumbar Spinal Stenosis. Asian Spine J 2019; 13(2): 334-42.
8. Zhang B, Liu S, Liu J, et al: Transforaminal endoscopic discectomy versus conventional microdiscectomy for lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis. J Orthop Surg Res 2018; 13(1): 169.

9. Schubert M, Hoogland T: Endoscopic transforaminal nucleotomy with foraminoplasty for lumbar disk herniation. *Oper Orthop Traumatol* 2005; 17(6): 641-61.
10. Wu C, Lee CY, Huang TJ, et al: Full-endoscopic lumbar foraminoplasty for symptomatic cement leakage with exiting nerve root impingement. *World Neurosurg* 2019; 132: 253-57.
11. Wu C, Lee CY, Chen SC, et al: Functional outcomes of full-endoscopic spine surgery for high-grade migrated lumbar disc herniation: a prospective registry-based cohort study with more than 5 years of follow-up. *BMC Musculoskelet Disord* 2021; 22(1): 58.
12. Ruetten S, Komp M, Merk H, et al: Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: a prospective, randomized, controlled study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33(9): 931-39.
13. Komp M, Hahn P, Oezdemir S, et al: Bilateral spinal decompression of lumbar central stenosis with the full-endoscopic interlaminar versus microsurgical laminotomy technique: a prospective, randomized, controlled study. *Pain Physician* 2015; 18(1): 61-70.
14. Wu MH, Wu PC, Lee CY, et al: Outcome analysis of lumbar endoscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression in patients with degenerative lumbar central canal stenosis. *Spine J* 2021; 21(1): 122-33.
15. Wu PF, Li YW, Wang B, et al: Posterior Cervical Foraminotomy Via full-endoscopic versus microendoscopic approach for radiculopathy: a systematic review and meta-analysis. *Pain Physician* 2019; 22(1): 41-52.
16. Ruetten S, Komp M, Merk H, et al: Full-endoscopic cervical posterior foraminotomy for the operation of lateral disc herniations using 5.9-mm endoscopes: a prospective, randomized, controlled study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008; 33(9): 940-8.
17. Wang MY, Grossman J: Endoscopic minimally invasive transforaminal interbody fusion without general anesthesia: initial clinical experience with 1-year follow-up. *Neurosurg Focus* 2016; 40(2): E13.
18. Youn MS, Shin JK, Goh TS, et al: Full endoscopic lumbar interbody fusion (FELIF): technical note. *Eur Spine J* 2018; 27(8): 1949-55.
19. Morgenstern R, Morgenstern C, Yeung AT: The learning curve in foraminal endoscopic discectomy: experience needed to achieve a 90% success rate. *SAS J* 2007; 1(3): 100-7.
20. Chen CH, Kang YN, Chiu PY, et al: Effectiveness of shared decision-making intervention in patients with lumbar degenerative diseases: A randomized controlled trial. *Patient Educ Couns* 2021; S0738-3991(21)00172-5. 