

経皮的内視鏡による低侵襲脊椎手術

Minimally Invasive Spine Surgery by Percutaneous Endoscopy

伊藤不二夫 三浦恭志 柴山元英 中村 周 池田尚司

Fujio Ito, Yasushi Miura, Motohide Shibayama, Shu Nakamura, Shoji Ikeda

要 旨

One night surgery の経皮的内視鏡脊椎手術は、腰椎では局麻下 7 mm 切開にて、migration 1 cm 未満ヘルニア、中心性巨大ヘルニア、外側ヘルニア、椎間孔骨性狭窄、嚢胞、椎体椎間板炎などに応用されている。頸椎では全身麻酔下 4 mm 切開で、migration のないヘルニアが適応である。いずれも過剰灌流圧による脳内圧亢進症状、機械的・熱性神経損傷などに留意する。将来器具改良により、脊柱管狭窄症、脊椎分離部骨移植などの骨要因に対する手術も可能性がある。

Abstract

Percutaneous Endoscopic Lumbar Discectomy (PELD) has been applied to lumbar herniation with migration less than 1 cm, central large herniation, extra-foraminal herniation, foraminal stenosis, cyst, and spondylodiscitis etc. Cervical disc herniation without migration can also be treated using Percutaneous Endoscopic Cervical Discectomy (PECD) with a 4 mm incision under general anesthesia. PELD & PECD requires one night stay. Intracranial hyperpressure due to hypervolume of irrigation water must not be allowed to occur. Mechanical and thermal damage to the root must also be avoided. In the near future, it will become possible to deal skillfully with the problem of bony proliferation such as lumbar canal stenosis etc. with new innovative devices like a stronger Kerrison punch or a more powerful shaver.

Key words : 経皮的内視鏡 (percutaneous endoscopy), 腰・頸椎ヘルニア (lumbar & cervical disc herniation), 椎間孔形成術 (foraminotomy)

はじめに

経皮的内視鏡 (percutaneous endoscopy : PE) による低侵襲脊椎手術 (MISS) は、腰椎では 7 mm 切開、局麻下の one night surgery である。経皮的内視鏡下腰椎椎間板ヘルニア摘出術 (percutaneous endoscopic lumbar discectomy : PELD) には 3 アプローチがあり、L1/2~L4/5 (一部 L5/S1) ヘルニアは体幹外側から椎間孔経由の transforaminal (TF) 法で行われる。また高い腸骨稜の L5/S1 では MED

法類似の後方 interlaminar (IL) 法を行う。さらに椎間孔内・外ヘルニアには Wilste 法類似アプローチで後側方から extraforaminal (EF) 法を施行する^{3~5)}。

PE の応用はさらに拡大しつつある。椎間孔狭窄に対しての foraminoplasty は、上関節突起または下位椎体の上後縁を切削し椎間孔を拡大する方法である⁸⁾。この上関節突起部分切除手技は胸椎ヘルニア摘出を可能とした¹⁾。その他、嚢胞も TF または IL 法で摘出可能である¹¹⁾。椎体椎間板炎

表1 経皮的内視鏡による最小侵襲脊椎手術926例の内訳

PELD(腰椎椎間板ヘルニア)	合計	L1/2	L2/3	L3/4	L4/5	L4/S	L5/6	L5/S
Transforaminal 法(TF)	498	4	43	46	332	10	18	45
Interlaminar 法(IL)	258				2			256
Extraforaminal 法(EF)	116		7	19	36			54
同一レベル2根傷害(TF+EF)	9			2	4			3
L5根2 approach(TF+EF)	6				(6)			(6)
EF+MEL(canal stenosis)	3			1	1			1
以上腰椎ヘルニア 合計	890	4	50	68	378	10	18	362
Foraminoplasty	9				4		2	3
Cyst 摘出	5				4			1
PECD(頸椎椎間板ヘルニア)	合計	C3/4	C4/5	C5/6	C6/7			
前方アプローチ	22	2	6	7	7			

では大量灌流のもとで病巣を切除でき、かつ侵襲も少ないのでTF法は有益な手技といえる⁶⁾。さらにPECD(percutaneous endoscopic cervical discectomy)法は4mm径PEにて頸椎ヘルニアを摘出する全麻下でのone night surgeryである²⁾。

本稿では当院で行われたこれらPE法の応用・臨床上の注意点などにつき報告する。

対 象

2007年4月より2009年10月までにPEにて926例を手術した。いずれも6週以上の保存治療に難渋、または強痛で体動困難、あるいは進行性神経症状が明確であり、かつMRI、CT、動態X線撮影で確定診断がついたものを対象とした。腰椎ではTF法498例でL1/2~L5/Sまで多岐にわたる。高い腸骨稜のL5/S1では後方椎弓間よりIL法で258例を施行した。ただし低い腸骨稜のL5/S1 45例はTF法が選択された。またL4/5でもinterlaminar spaceが広い場合にはIL法を2例のみだが施行した。外側ヘルニアにはEF法が116例に施行された(表1)。

またforaminoplastyは椎間孔狭窄に対しTF法に準じたアプローチで9例に施行された。

5例の嚢胞は椎間関節・椎間板由来であったが、TF法・IL法のいずれかを応用して摘出した¹¹⁾。

頸椎椎間板ヘルニアはC3/4~C6/7までをPECD法の対象とし、全麻下で頸部前方から22例

に1泊入院で施行された²⁾。ただし椎間孔にまで及ぶ外側頸椎椎間板ヘルニアは後方からMED-foraminotomy法が選択された。

PELD 手術

1. TF法およびIL法

TF法では術前にMRIまたはCTの横断像で刺入軌跡を設計しておく⁹⁾。おおよそのTF法の刺入点基準は、日本人標準で脊柱中心よりL4/5:11cm, L3/4:10cm, L2/3:9cm, L1/2:8cm外側からであり、体型によって加減する。椎間板ヘルニア、嚢胞が対象となる。

症例は中心性の巨大ヘルニアであり、かつdown migrateも1cm以上を呈していた。まず椎幹12cm右外側からTF法で手前(右)より対側(左)へforcepsを進め硬膜の腹側でヘルニア塊を摘出する。中心性巨大ヘルニアの病巣は硬膜の腹側であり、腹側で処理するのが理にかなっている。一方down migrateした部分はL5/SよりIL法で摘出した。硬膜外腔腹側の貫通状態を上下2方向から内視鏡下に確認する(図1)。

2. 外側ヘルニア(far lateral extraforaminal herniation)

外側ヘルニアは116例(13%)にあり、諸家の報告より多いことがわかった。MRIでは水平断面像で外側まで撮影し、神経根撮像によりhump状

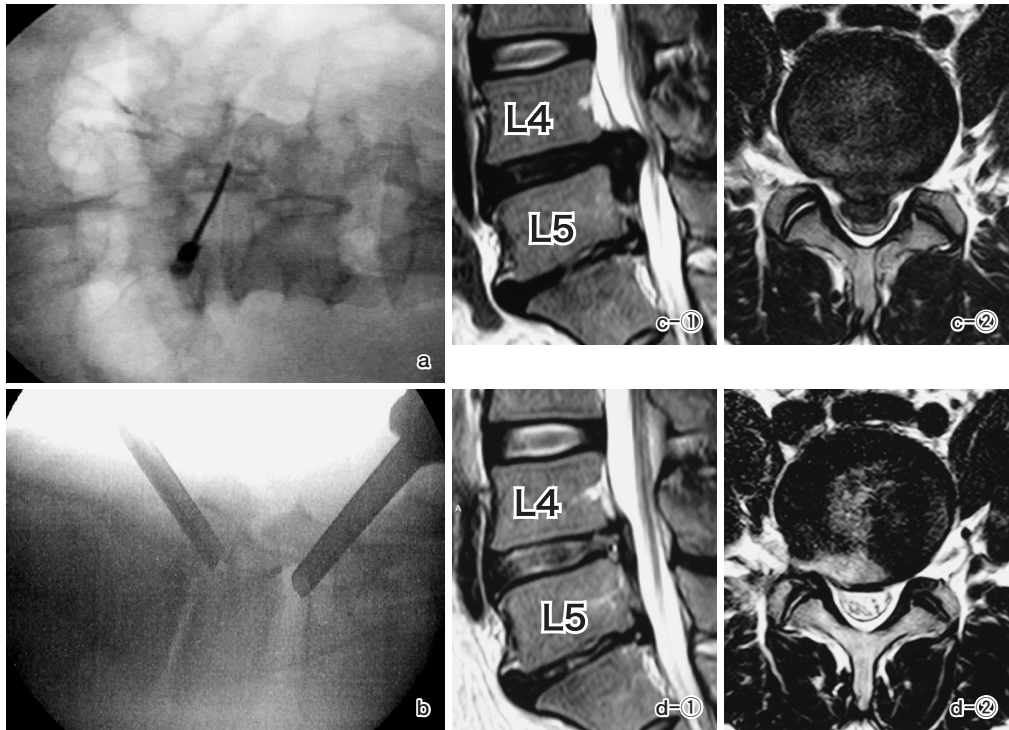


図1 右 L4/5巨大中心性下方移動ヘルニアの PELD 摘出例

- a : S1神経根の外側に針を刺入し, serial dilator に続き外套を挿入する.
- b : L4/5より TF法(椎間孔より), L5/Sより IL法(椎弓間腔より)で外套挿入.
- c : 術前 MRI. 矢状断像(c-①), 横断像(c-②).
- d : 術直後 MRI. 矢状断像(d-①), 横断像(d-②).

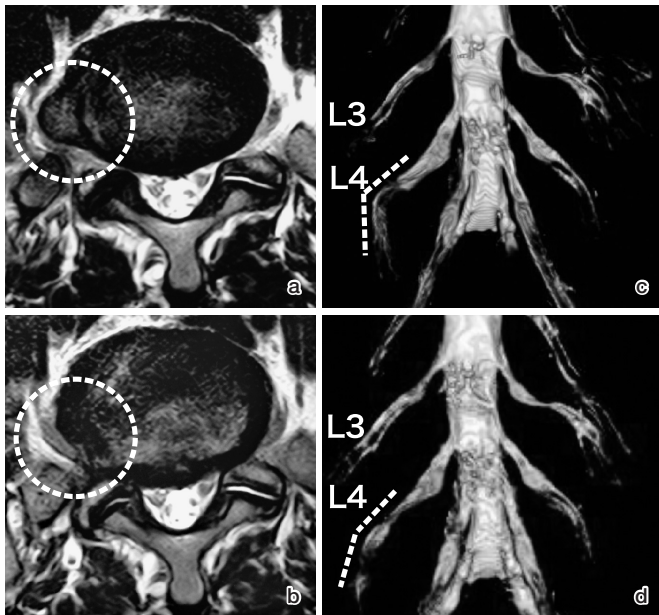


図2 右 L4/5外側ヘルニアによる右大腿前面痛 (L4神経症状)

- a : 術前右外側ヘルニアにより L4神経根が圧迫されている.
- b : PELD 法にて外側ヘルニア消失し, L4神経根がほぼ左右対称となった.
- c : 術前 L4神経根は hump 状となっている.
- d : PELD 後 L4神経根はなだらかとなっている.

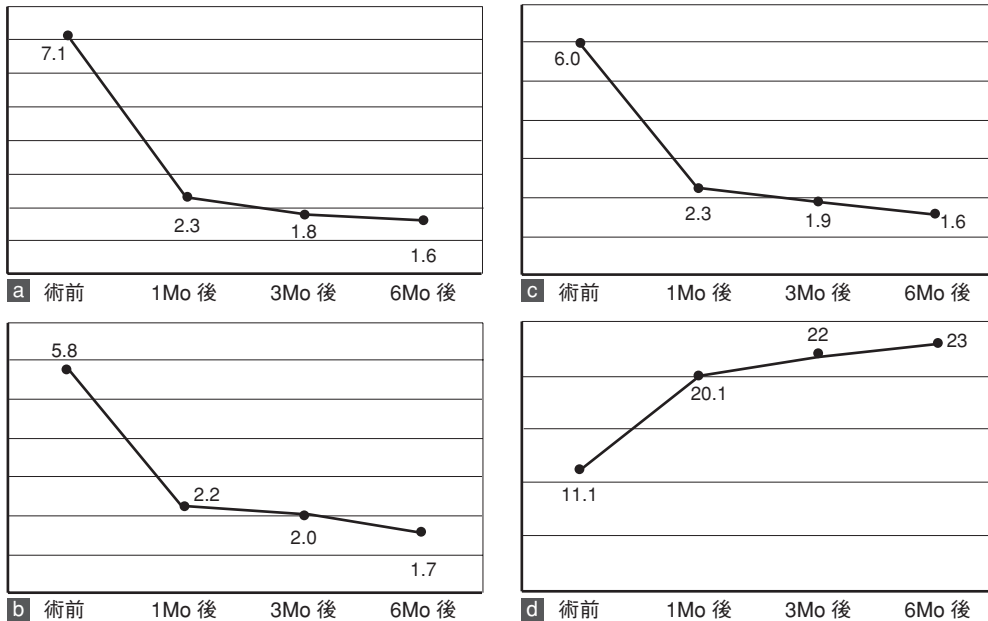


図3 PELDの術後6ヵ月間の成績

a: 下肢・殿部痛 VAS. b: 腰痛 VAS. c: 下肢しびれ VAS. d: JOA score.

表2 PELD再手術例の解析

	再手術例90例(11%) (PELD全815名)	再手術法	再手術結果	
			満足	不満足
再発	33例(4%)	PELD 24例	21例	3例
		MED 9例	5例	4例
取り残し	23例(3%)	PELD 14例	12例	2例
		MED 9例	8例	1例
強痛で中断	13例(2%)	PELD 3例	3例	
		MED 10例	10例	
術後神経癒着	10例(1%)	PELD 5例	2例	3例
		MED 5例	2例	3例
椎体不安定症	2例	TLIF 2例	2例	
外側陥凹	3例	MED 3例	2例	1例
硬膜損傷	2例	MED 1例	1例	
		Open 1例		1例
出血過多中断	2例	PELD 2例	2例	
レベル誤認	1例	PELD 1例	1例	
血圧低下	1例	PELD 1例	1例	
合計	90例(11%)	PELD 50例	42例	8例
		MED 37例	28例	9例
		Open 1例		1例
		TLIF 2例	2例	
		合計 90例	72例 (80%)	18例 (20%)

優とは最初10であった状態が0~2に軽減したものを指し、3~5は良、6~8は可、9~10は不可。満足は優・良、不満足は可・不可。

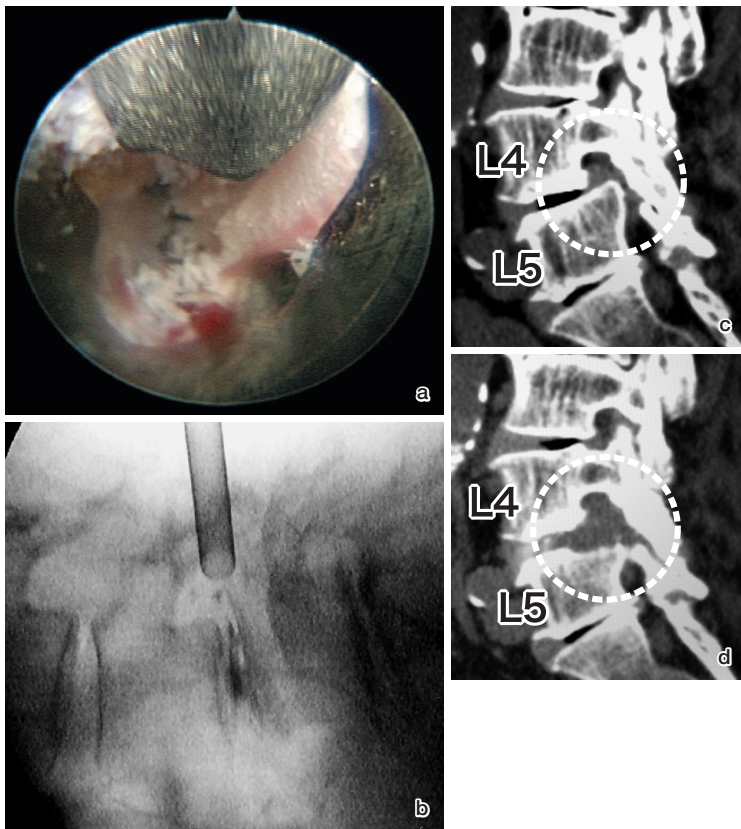


図4 左 L4/5椎間孔狭窄による左大腿前面痛(L4神経症状)：88歳，全身状態不良例
 a：L5上関節突起をトレフィンで切削中。
 b：L5椎体上後縁に外套をあてがっているところ。
 c：椎間板ヘルニアとすべり症により椎間孔内でL4神経節が圧排される。
 d：椎間孔は percutaneous endoscopic foraminoplasty により拡大された。

形成を確認することが大切である(図2)²⁾。しかし hump 状の神経根があったからといってすべて soft hernia とは限らず，骨棘形成によるものも存在し，必ず CT-3D 像で soft or hard の区別しておくことが重要である。Soft hernia であれば PE で行うが，骨棘の場合は多くは横突起間靭帯も肥厚しており，神経根との癒着合併があり，PE では成績不良例を残すこととなる。こうした場合は MED で後方要素を除圧する。

PELD の経過と再手術例の解析

PELD の術後半年間の経過を 4 種の疼痛評価スケールで評価した。①下肢・殿部痛 VAS，②腰痛 VAS，③下肢しびれ VAS，④JOA score，のそれぞれの平均値はおおむね良好な成績を収めた(図3)。

再手術は815名に対して90例(11%)になされ，

PELD 法50例，MED 法37例，Open 1 例，TLIF 2 例がなされた。再発は33例(4%)にあり，2 ヶ月以内の発生が約 8 割であり再手術の満足は26例(79%)であった。術後直ちに MRI を撮り，取り残しがあった23例(3%)には数日以内に再手術がなされ，満足例は20例(87%)であった。局麻下での疼痛が強し手術を断念した13例は L5/S1での S1 神経根内側腋窩部での巨大ヘルニアであり，serial dilator を S1 神経根の外側には挿入不可であった。そのため全麻下に PELD ならびに MED で再手術をして全例が良好であった。

術後の神経癒着と思われる10例(1%)に対して癒着剝離術としての再手術がなされたが，満足例は40%と低く，神経周囲の充血や癒着組織の摘出不十分によるものと思われた。その他術前検査で評価が不適切であった instability 2 例や lateral recess 狭窄 3 例には TLIF もしくは MED 手術がなされた。硬膜裂傷は 5 例あり，2 例は椎間板から

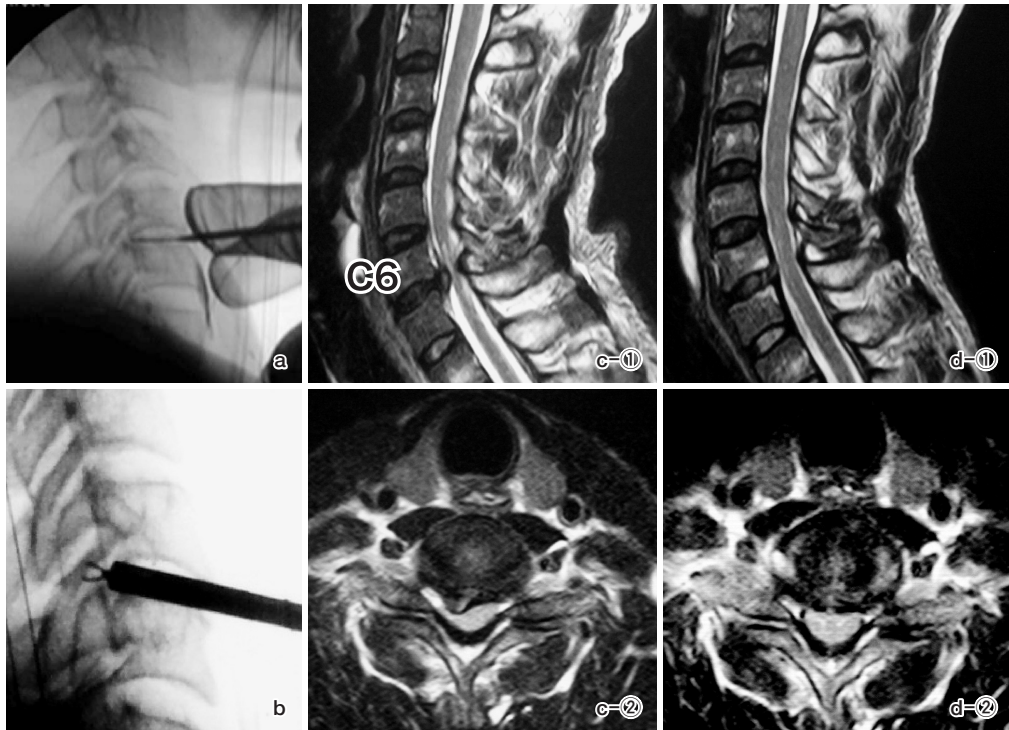


図5 経皮的内視鏡下頸椎椎間板ヘルニア摘出術(PECD)の症例

- a : 頸動脈と胸鎖乳突筋を外側によけて針を刺入.
- b : Forcepsで内視鏡下にヘルニア摘出.
- c : 術前MRI. 矢状断像(c-①). C6/7横断像(c-②).
- d : PECD直後のMRI. 矢状断像(d-①). C6/7横断像(d-②).

生食10cc注入法で椎間板・神経根間の水圧癒着剝離を行い、疼痛は減少した。1例は放置でまったく違和感なく経過した。また1例はL4神経根が嵌頓を呈し、椎弓切除して還納を試みたが不十分であり、L4の中等度麻痺が残存した。さらに1例はMEDに切り換えバイクルリメッシュで補修し結果は良であった。その他、出血過多、レベル誤認、血圧低下などで手術中止5例があったが、翌日PELDで順調に施行された。以上より90例の再手術例の結果は満足が72例(80%)であった(表2)。

PE 応用例

1. 椎間孔狭窄症に対する foraminoplasty

Exiting nerveが椎間孔の骨性狭窄で圧迫を受けることがあり、神経根造影・神経根ブロックで機

能診断を確定する。症例は88歳のL4根性疼痛が顕著な立位・歩行難渋例である。全身状態不良のため局麻下に低侵襲のforaminoplasty法を選択した⁸⁾。下位椎体上後縁・椎弓根上部を切削し、CTにて椎間孔拡大を確認し翌日独歩退院した(図4)。9例のforaminoplastyの結果は7例が満足し、2例に中等度の神経節由来と推測されるしびれが残存した。

2. 経皮的内視鏡下頸椎椎間板ヘルニア摘出術(PECD)

PECDは4mmの外套内で行われ、適応はmigrationがなく椎間孔まで広がっていないヘルニアである。骨棘自体が圧迫要因となっている場合は適応とならない。頸動脈と胸鎖乳突筋を外側に避け、示指・中指を椎体前面に密着させ食道や気管の介入を防止し18G針を椎間板に刺入する。ガイ

ドワイヤーに沿って serial dilator で拡張し、最後に 4 mm の外套管を刺入する。3 mm 径の内視鏡を挿入し、直視下に forceps で髄核を摘出する。微小出血性の後縦靭帯まで到達し、その向こうに脱出ヘルニアのないことを確認する。全麻下に行うが翌日出血などの問題がなければ退院する。カラー着用は 3 週間とする(図 5)²⁾。

22 例の初回結果は術前苦痛度を VAS 10 とすると、術後苦痛度が優(2 以下)は 12 例、良(3~5)は 7 例、不満足(6 以上)は 3 例と判定した。不満足のうち 1 例は術後 CT で骨棘が神経を圧迫していることが判明し、前方固定術を 1 ヶ月後に行い良の結果を得た。また、もう 1 例は再脱出であり、2 週後に PECD を再度行い良となった。また 1 例は脊髄症の改善がなされず不可であった。PECD は神経根症(上肢痛)もしくは硬膜刺激症状(頸肩背部痛)を適応とすべきで脊髄症は他の方法を選択した方がよいといえた。

注意点

1. 過剰灌流圧

PE は水灌流下に行うため視野がきれい、術後感染などのリスクも少ない。反面硬膜外腔内の灌流水が硬膜を圧排し続けると、くも膜下腔の脳脊髄液が上向き脳内圧亢進状態となる。頸部痛に始まり、後頭部痛、不穏、腹痛、血圧上昇、脈拍異常、過換気症状、異常体動、嘔気、全身筋攣縮などの症状を learning curve 初期に経験した。水灌流速度を低く保ち、手術は短時間内に終了し、椎間板内操作から開始し、硬膜外腔操作は最後に短時間ですませる(inside-out technique)などの技術配慮が重要である。もし全麻下で長時間灌流を行うと、症状発現に気づくことが遅れ、生命危険状態にまで発展する可能性もあり、全麻での PE は 60 分程度で終了する⁷⁾。

2. 神経・硬膜損傷

結合神経根(conjoined nerve root)や神経分枝(furcal nerve)は思わぬところに存在し、Yeung らの報告では分枝は 25% にあり、そのうちの 3/4 が術後異常知覚を呈するとした¹²⁾。分枝は transfora-

minal ligaments と走行が一致しており、見誤ることがある。筆者らは TF 法において 1 例分枝損傷を生じ、しびれがしばらく続いた経験がある。

3. 血腫

術中出血は高周波で念入りに止血することが重要である¹²⁾。硬膜外腔に最初から入り出血過多で視野が得られず手術を中断した 2 例があった。翌日に椎間板内に入る inside-out technique にて順調に完了した。また骨の部分切削をした場合は止血が困難でありドレーンを留置した数例があるが、翌日には 10~20cc 程度で全例が抜去している。術後血腫で症状が増した例や revision 例は皆無であった。

4. PELD の learning curve について

PE の learning curve は高く、まずブタの wet training や cadaver 実習に参加した後、臨床 10 例で助手として全体の流れをつかむ。次いで migration のない腰椎ヘルニアから指導医の下で開始する。30 例自験後に上下 5 mm~1 cm の migration 例にチャレンジする。60 例以上で foraminotomy を行い、80 例以上で頸椎 PECD 法を行うとよい。

PELD の今後

近い将来には器具の工夫や PE を応用して下記のような疾患にも利用できることが期待される。

1. 腰椎脊柱管狭窄症(LCS)への取り組み

最近ドイツでは LCS に対して椎弓を PE 用 shaver や Kerrison punch で拡大する技術が発達しはじめている。

2. 頸椎椎間孔内ヘルニア

頸椎椎間孔内に広がった外側ヘルニアの後方アプローチは Ruetten らがすでに PE-foraminotomy 後にヘルニア摘出を成功させている¹⁰⁾。筆者らも試みたが、shaver, Kerrison も弱いため、途中で MED に切り替えた経験がある。技術の向上や骨用の器具改良で可能な日も遠くないと思われる。

3. 分離部固定術

脊椎分離症の分離部固定が適応な例には局麻下に PE を両側分離部におおの刺入し、PE 下に tisel, trephine, shaver などで decortication 後に 5 mm trephine で採骨した海綿骨を in & on-lay する。7 mm 大の 3 ヶ所切開で手術が可能となる。今後の応用例となろう。

本臨床発表は全例にインフォームド・コンセントを得ており、論文記載・学会発表時のデータ使用についても全例に同意を得て行ったものである。

文献

- 1) Chiu JC, Clifford TJ : Posterolateral endoscopic thoracic discectomy. AAMISS Press, New York : 415-419, 2005
- 2) Chiu JC, Clifford TJ, Sison R : Anterior endoscopic cervical microdiscectomy. AAMISS Press, New York : 409-414, 2005
- 3) Ito Fujio, Miura Y, Nakamura S et al : Percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD)—transforaminal approach and indications. Asian Journal of Neurosurgery 11 : 41-46, 2008
- 4) 伊藤不二夫 : 経皮的内視鏡下腰椎椎間板ヘルニア摘出術—3つの手術法と適応. 中部整災誌51 : 1053-1061, 2008
- 5) 伊藤不二夫, 中村 周, 伊藤全哉 : 経皮的内視鏡下腰椎椎間板ヘルニア摘出術197例の臨床検討. 日本腰痛会誌15 : 180-189, 2009
- 6) Ito M, Abumi K, Kotani Y et al : Clinical outcome of posterolateral endoscopic surgery for pyogenic spondylodiscitis : results of 15 patients with serious comorbid conditions. Spine 32 : 200-206, 2007
- 7) Joh JY, Choi G, kong BJ et al : Comparative study of neck pain in relation to increase of cervical epidural pressure during percutaneous endoscopic lumbar discectomy. Spine 34 : 2033-2038, 2009
- 8) Knight MT, Vajda A, Jakab GV et al : Endoscopic laser foraminoplasty on the lumbar spine—early experience. Minim Invasive Neurosurg 41 : 5-9, 1998
- 9) Ruetten S, Komp M, Godolias G : Newly developed devices for the full-endoscopic lateral transforaminal operation of lumbar disc herniations. WSJ 1 : 157-165, 2006
- 10) 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 33 : 940-948, 2008
- 11) Savitz MH, Chiu JC, Yeung AT : synovial cysts of the lumbar facet joint. AAMISS Press, New York : 512-516, 2005
- 12) Yeung AT, Tsou PM : Posterolateral endoscopic excision for lumbar disc herniation. Surgical technique, outcome, and complications in 307 consecutive cases. Spine 27 : 722-731, 2002