

# 基于腰椎间盘突出不同类型及节段探讨 经皮椎间孔镜的术前规划

陈树东<sup>1△</sup> 李永津<sup>1</sup> 苏国义<sup>1</sup> 陈博来<sup>1</sup>

[中图分类号] R684.3 [文献标志码] A [文章编号] 1005-0205(2023)01-0084-05

经皮椎间孔镜椎间盘切除术(Percutaneous Transforaminal Endoscopic Discectomy, PTED)是治疗腰椎间盘突出症(Lumbar Disc Herniation, LDH),解除神经根压迫,从而缓解疼痛、麻木的一种有效术式。如今,经皮椎间孔镜椎间盘切除术已从既往经Kambin's三角进入椎间盘发展到经椎间孔直接进入椎管行椎间盘切除和神经根减压,适应证也扩大至各种类型的腰椎间盘突出症。由于其陡峭学习曲线的存在,随着该技术在临床上广泛运用,相关并发症也越来越多,包括了硬膜撕裂、血肿和内脏损伤等<sup>[1]</sup>;其中,有大部分与腰椎间盘突出的类型、责任节段以及穿刺点距离、穿刺角度的设计有密切关系。因此,做好术前规划,顺利置入工作通道,可以提高该技术的安全性和有效性,从而提高临床疗效并减少手术并发症。笔者团队在临床实践中发现,影响术前规划方案最重要的是腰椎间盘突出症突出的类型和节段两个因素,通过优先考虑突出类型、其次考虑突出节段的方式,来设计穿刺点距离、穿刺角度以及是否需要行关节突成型,可使工作通道顺利通过狭小的椎间孔进入椎管,以利于顺利完成手术,现总结如下。

## 1 腰椎间盘突出症的类型

同一节段而不同类型的突出可直接影响穿刺点、穿刺角度的设计,笔者认为腰椎间盘突出症的类型是关乎经皮椎间孔镜椎间盘切除术术前规划的首要因素。腰椎间盘突出有不同的类型<sup>[2-3]</sup>,突出位置不同,其与本节段的走行神经根或出行神经根、下位椎体上关节突的位置也不相同,这直接影响到经皮椎间孔镜椎间盘切除术的穿刺方向及置管途径。在YESS和TESSYS的穿刺技术背景下,得益于关节突成型技术(Foraminoplasty, FP)<sup>[4]</sup>,孔区的扩大为工作通道的置入提供了良好的减压空间,各种腰椎间盘突出症的类型均可顺利完成,但在术前需要做好详细的规划。

### 1.1 中央区突出

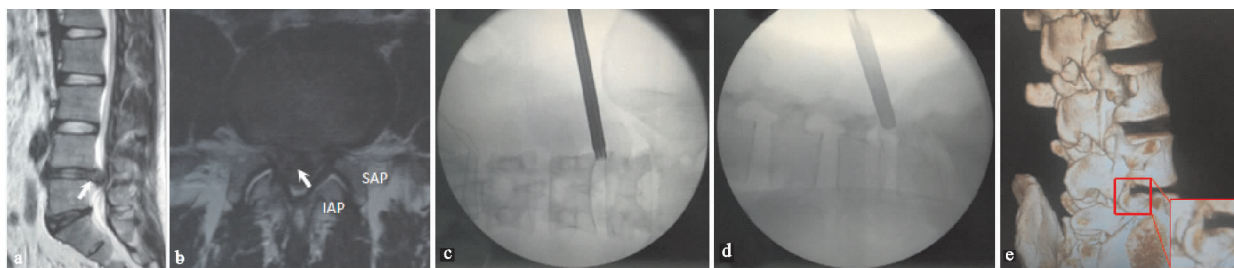
中央型突出采用TESSYS穿刺技术,既可减少手

术难度及并发症,又可减轻关节突成形处理对关节突的破坏程度,且便于摘除突出的椎间盘。中央型腰椎间盘突出症具有下肢神经症状的患者往往突出相对较大<sup>[5-6]</sup>,由于其位于椎管前方中央处,既往多采用半/全椎板切除来摘除突出间盘或腰椎椎体间融合术来解除压迫,其手术创伤大、融合指征也多有争议。经皮椎间孔镜椎间盘切除术治疗中央型腰椎间盘突出症安全有效,做好术前规划可降低操作难度、减少神经损伤和髓核遗留等问题<sup>[7-8]</sup>。

笔者认为中央型腰椎间盘突出症由于上关节突的天然阻挡(见图1a-b),要行走神经根松解,需要做充分的关节突成形处理。中央型腰椎间盘突出症在穿刺及置入工作套管过程中,相对于其他类型的突出,椎管内压力大、神经向后或向外推挤明显,出现神经刺激症状及神经损伤的风险较高。因此,采用偏上、偏后将导杆及环锯置于上关节外侧骨面可避免直接或间接与神经根接触,这种置管方式能够减少神经刺激症状及损伤的风险,也不会破坏关节突的稳定性(见图1c-e)。若患者在置入工作通道或环锯工作时出现下肢神经刺激症状,可将通道远离椎管空间以减少神经压力,置在下位椎弓根外上角的安全处或上关节突稍偏腹侧;之后,清除软组织等,显露解剖结构,辨识椎弓根上缘、椎间盘及上关节突,可视环锯切除部分上关节突腹侧。张健等<sup>[9]</sup>通过改良加大穿刺角度及导棒移动来减轻神经刺激症状。徐峰等<sup>[10]</sup>强调进针点靠外做靶点穿刺以行双侧减压,在置入工作管道及使用环锯时,要时刻关注患者的下肢神经症状。中央型巨大突出的置管要尽量远离神经根,向背侧要空间,偏背侧的置管方式是较好的选择。上关节突腹侧的部分切除,增加了神经根后方的缓冲空间,椎管压力部分释放后,可由外至内切开纤维环,进一步释放神经根腹侧压力;若突出间盘突破后纵韧带,建议切断韧带松解,一般采取分块切除的办法来摘除突出的椎间盘。对于部分患者,在松解充分、抽取椎间盘无下肢神经痛的情况下,当钳住椎间盘时,可将工作通道、镜头一并拔出以取出整大块突出。最后,水压查看神经根搏动情况,探查对侧硬膜囊腹侧,避免椎间盘遗留。

<sup>1</sup> 广东省中医院骨一科(广州, 510120)

<sup>△</sup> 通信作者 E-mail: chenshudong\_med@163.com



(a)(b)  $L_{4/5}$  节段中央型突出的矢状位和横断位; (c)(d) 环锯放置X线透视图; (e) 术后腰椎CT三维重建图, 红色方框示切除上关节突骨质范围;  $\blacktriangledown$  指突出椎间盘, IAP指下关节突, SAP指上关节突

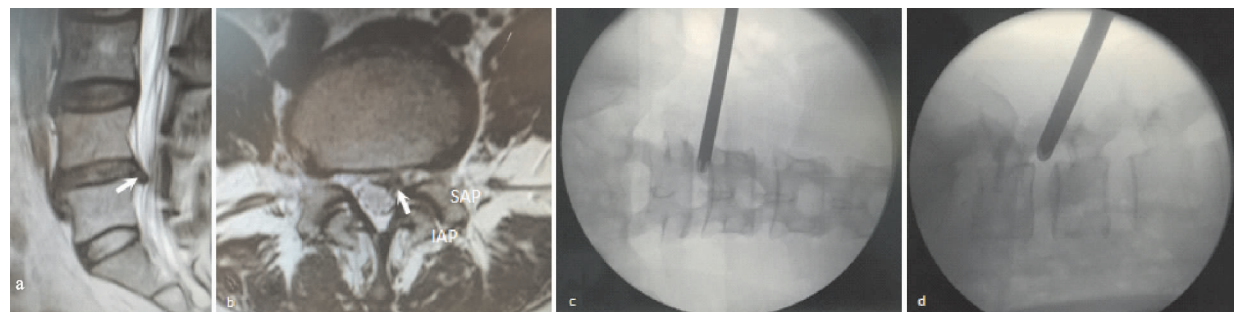
图 1 MRI 示  $L_{4/5}$  节段中央型椎间盘突出及环锯放置图

## 1.2 后外侧区突出

侧隐窝区的突出在术前规划时,可将穿刺针置于椎体后上角或椎弓根上缘区域,盲视或可视环锯切除部分上关节突腹侧,一般可较容易完成手术。侧隐窝区的突出一般有部分上关节突腹侧、下位椎体后上角的阻挡,行关节突成形可给工作通道提供充足空间,以利于摘除突出的椎间盘。

后外侧区突出是最常见的腰椎间盘突出症类型,其突出区域在于侧隐窝及椎弓根区(见图 2a-b)。基

于行走根的解剖位置,单纯的椎弓根区一般不引起症状;但在侧隐窝区,即使大米粒状的突出,都可以引起相对剧烈的下肢放射痛。常规的 TESSYS 穿刺技术可置入工作通道(见图 2a-b),手术的难点在于寻找神经根腹侧突出的椎间盘。由于腰椎椎体多呈中间低两边高的肾型,侧隐窝区的突出建议在寻找突出椎间盘时,先用工作通道舌面切除小部分凸起的椎体后上角,以充分显露椎弓根内侧区域,在摘除突出间盘后,即可清晰看到神经根腹侧及搏动情况,减少残留可能。



(a)(b)  $L_{4/5}$  节段后外侧区突出的矢状位和横断位; (c)(d) 工作通道放置X线透视图;  $\blacktriangledown$  指突出椎间盘, IAP指下关节突, SAP指上关节突

图 2 MRI 示  $L_{4/5}$  节段后外侧椎间盘突出及置管图

## 1.3 极外侧区突出

极外侧型腰椎间盘突出症位于椎间孔外,经皮椎间孔镜椎间盘切除术针对此类突出一般不需要行关节突成形;其进针点往往需要更靠近中线(正中旁开 5~6 cm),通过靶点穿刺直接到达突出位置,或通过 YESS 穿刺技术,“由内到外”,从椎间隙水平向外侧寻找上位根及突出椎间盘,也可通过椎间盘染色的方法来辅助。

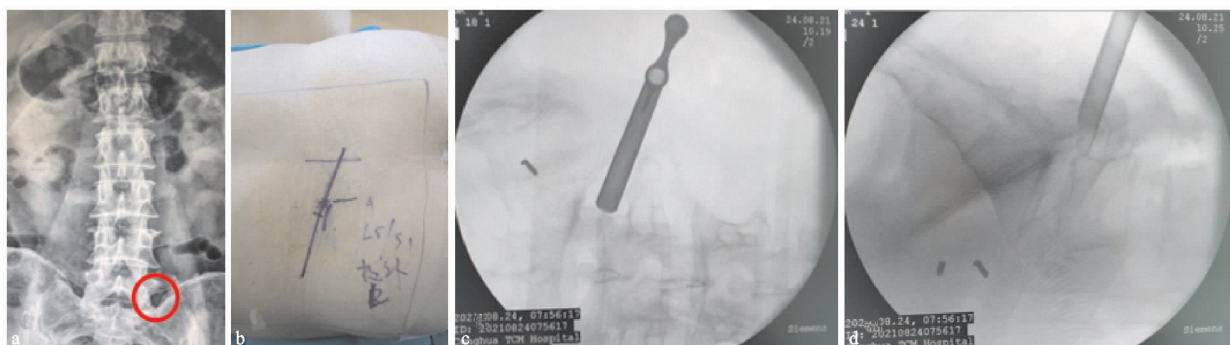
极外侧型腰椎间盘突出症的椎间盘位于椎间孔外,压迫出口根,靠近背根神经节,疼痛较为剧烈,由 Abdullah 等<sup>[11]</sup>首次报道。既往多采用经关节突外侧入路、经横突间入路、腰椎融合术来治疗患者<sup>[12]</sup>,而经皮椎间孔镜椎间盘切除术的广泛开展将极外侧型腰椎间盘突出症的治疗简单化<sup>[13]</sup>。一般除了  $L_5S_1$  节段外,经典的 YESS 穿刺技术是首选方案,而对于突出位于神经根前方或内侧方向的,可综合测量 CT、MR 与突出物位置的距离、角度,进行靶点穿刺。在  $L_5S_1$  节段,术前要考虑患者腰骶角、横突、髂骨、椎间盘突出的位置等情况<sup>[14]</sup>,如  $L_5$  横突粗大造成  $L_5S_1$  横突间距狭

窄的,建议行关节突成形或用镜下磨钻来扩大空间,以利于工作通道置入(见图 3)。由于工作区域在椎管外,只要辨识到  $L_5$  神经根及突出椎间盘,便可直接观察及摘除减压。由于突出物靠近出行根敏感的神经节,且存在 Kambin's 三角变小或椎间孔狭窄的情况,在穿刺置管过程中,如诱发了患者定位明确的剧烈根性痛,要尽快调整穿刺或置管方向,部分无法通过 Kambin's 三角或椎间孔的,可将工作通道置于上关节突外侧,直视下辨清解剖结构,逐步操作摘除椎间盘。

## 1.4 游离型突出

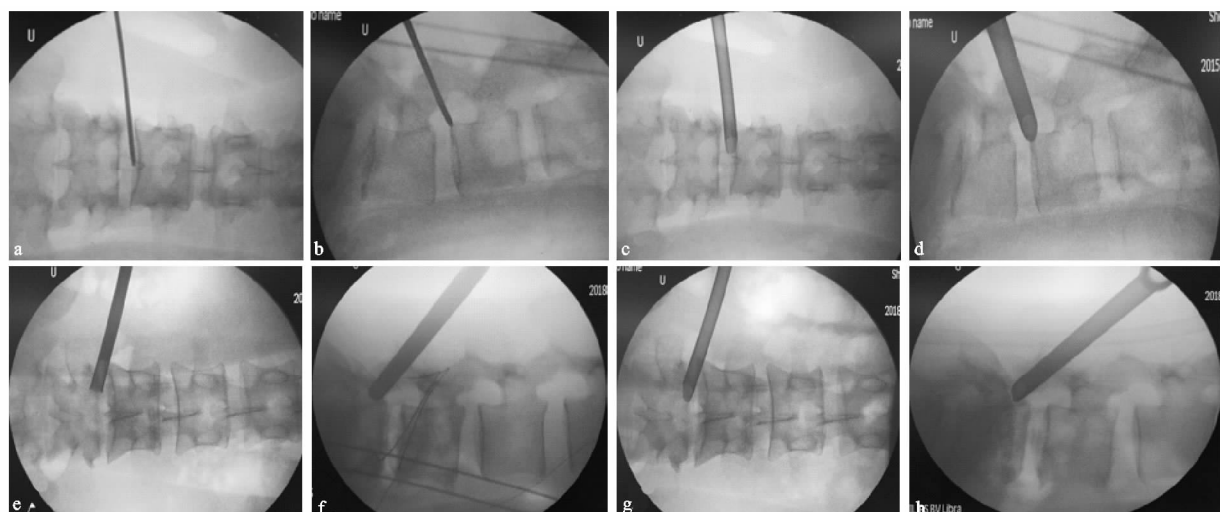
向上游离的腰椎间盘突出症由于没有上关节突的阻挡,一般通过水平穿刺或向上稍倾斜角度的穿刺,不需要行关节突成形,利用工作套管的活动度及带角度的髓核钳,可相对容易摘除椎间盘(见图 4a-d);而对于向下游离的腰椎间盘突出症,要根据游离物的大小及方向,来行适当的关节突成形以扩大偏下方的椎间孔区,以顺利摘除椎间盘,减少残留可能(见图 4e-h)。

游离型腰椎间盘突出症为椎间盘向上或向下脱垂, Fardon 和 Lee 等<sup>[15-16]</sup>有详细的分型。在向下游离



(a) 腰椎正位X线片示左侧横突粗大; (b) 穿刺点距离及穿刺方向规划图; (c)(d) 工作通道放置X光透视图; ○指狭小的工作通道空间

图3 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 节段左侧极外侧突出穿刺点及置管图



(a)-(d) L<sub>4/5</sub>节段向上游离型突出穿刺置管透视图, 其中(a-b)为一级导杆定位图, (c)(d) 工作通道放置图; (e-h) L<sub>4/5</sub>节段向下游离型突出穿刺置管透视图, 其中(e-f)为保护套管下环锯行FP图; (g)(h) 工作通道放置图

图4 L<sub>4/5</sub>节段游离型突出穿刺置管图

的突出中,有一个“隐蔽区”<sup>[17]</sup>,该位置的突出可同时压迫到出行根和走行根。采用经皮椎间孔镜椎间盘切除术摘除游离型突出,一般有上关节突、椎弓根和椎板等骨性结构的阻挡;如椎间盘为分散的块状、工作空间显露不足时,极易残留。因此,术前掌握椎间盘突出的具体位置、大小形态及其与神经根毗邻关系和经皮椎间孔镜椎间盘切除术的设计策略密切相关<sup>[18]</sup>。

对于向下游离的腰椎间盘突出症,要相对靠尾端行关节突成形,经椎弓根上缘入路<sup>[19]</sup>、靶向穿刺<sup>[20]</sup>,利用弹簧钳等工具来摘除椎间盘。以上入路适用于低位游离的或带有蒂部的椎间盘突出,但对于高位游离且分块的类型或者“隐蔽区”突出,则较难摘除干净;此时可通过关节突成形切除部分椎弓根上缘<sup>[21-22]</sup>,向下扩大空间来摘除椎间盘。既往也有研究采用对侧关节突成形技术对患者椎间盘行定点清除术,对侧入路因其向下角度较大,“隐蔽区”同样适用,但此类手术方式有神经损伤的风险<sup>[23-24]</sup>。目前,由于后路内镜技术的发展,对于高位游离或“隐蔽区”的腰椎间盘突出,采用经椎板间入路或双通道技术均可,大大降低了手术难度。

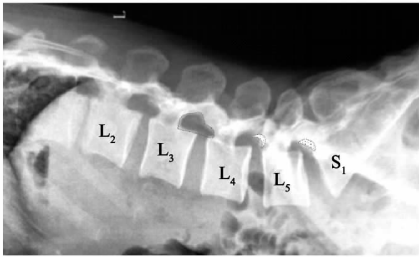
## 2 腰椎间盘突出节段的

腰椎间盘突出类型相同,但节段不同,则手术入路不相同,这主要与椎间孔的大小和神经根的走行方向有关。因此,在优先考虑腰椎间盘突出类型之后,腰椎间盘突出节段是关乎经皮椎间孔镜椎间盘切除术术前规划的第二要素。

腰椎椎间孔形态与 Kambin's 三角空间密切相关,而 Kambin's 三角空间大,工作通道置管时则相对容易,安全系数高,反之则易损伤出口神经根。腰椎椎间孔呈上宽下窄的耳朵状,一般情况下孔的高度在腰椎各节段中相差不大,约 20 mm<sup>[25]</sup>;L<sub>2/3</sub> 椎间孔的上下径最大,越往下越小(见图 5)。而孔的宽度或者厚度,一般由 L<sub>1/2</sub> 至 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 递增,在 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 中可达约 19.8 mm<sup>[25]</sup>,这与腰关节突关节面由矢状位向冠状位变化有关。有研究指出,冠状面上神经根分出硬脊膜时的倾斜角度,由 T<sub>11</sub> 根至 L<sub>5</sub> 根位置逐渐变小,到 L<sub>5</sub> 时约 25°<sup>[26]</sup>,腰椎节段神经根出行角度的变化意味着 Kambin's 三角空间的多样性。杨晋才等<sup>[27]</sup>指出,出口神经根与上关节突之间存在呈梯形的“骨-神经间隙”,适当行关节突成形可避免损伤出口神经根。笔者认为不同节段的腰椎间盘突出



出,由于腰椎椎间孔形态的不同,穿刺方向及是否行关节突成形应有区别。



L<sub>3/4</sub>以上节段椎间孔相对宽大,如图中虚线“耳朵状”;L<sub>4/5</sub>及L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>节段椎间孔相对狭小,“半月形”轮廓为切除上关节突范围示意图

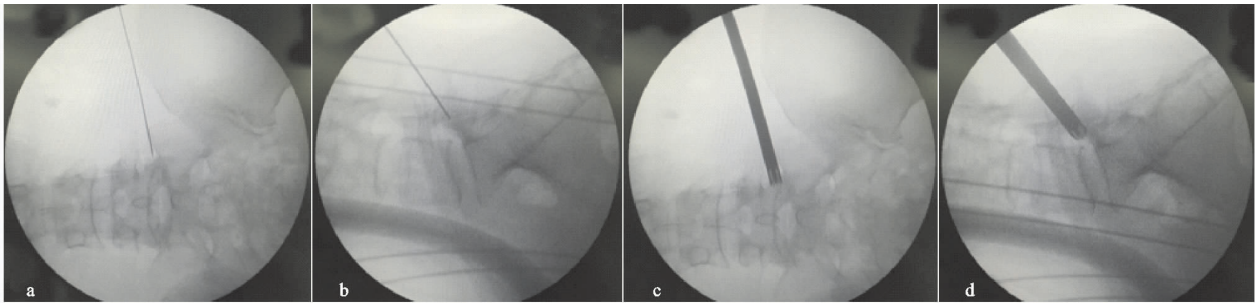
图 5 34 岁男性腰椎侧位 X 线片

2.1 L<sub>1</sub>~<sub>4</sub> 节段

在 L<sub>3/4</sub> 以上的上腰椎及胸腰段,由于椎间孔形态、神经根出行倾斜角度使三维的 Kambin's 三角空间变大,一般腰椎间盘突出症的患者可不行关节突成形,常规的 TESSYS 穿刺技术(中线旁开约 8~10 cm)即可顺利置入工作通道。由于上腰椎椎管前后径相对较宽,硬膜囊膨大靠外侧,且囊内神经根多,而椎间孔上部 50% 以上空间被神经根占据<sup>[28]</sup>,因此,上腰椎虽少行关节突成形,但在置管时注意切勿损伤神经根及硬膜囊。

2.2 L<sub>4</sub>-S<sub>1</sub> 节段

L<sub>4/5</sub>、L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 节段突出作为最常见的腰椎间盘突出类型,其经皮椎间孔镜椎间盘切除术的开展,为保护套下环锯、可视环锯、骨钻、镜下磨钻等多样的成形技术创新提供了实践条件。在 L<sub>4/5</sub> 和 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 节段,通常由于上关节突的阻挡,且 Kambin's 三角相对狭窄,一般在中线旁开 12~14 cm 选择穿刺点,大部分腰椎间盘突出症患者需行关节突成形(见图 4);在 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 节段,由于椎间孔高度最小,冠状位的关节突常有高髂棘、大横突等解剖特异性存在,行经皮椎间孔镜椎间盘切除术较其他节段难度相对较大<sup>[29]</sup>。在 L<sub>4/5</sub> 节段,可利用腰桥扩大椎间孔,同时使该椎间隙方向与地面垂直,采用 TESSYS 穿刺技术适当行关节突成形则较易完成管道置入。在 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 节段,穿刺点选择和角度要综合此节段的骨性解剖结构,勿太靠内侧及大角度穿刺,而后行关节突成形切除 S<sub>1</sub> 部分上关节突骨质以扩大椎间孔并顺利置入工作通道(见图 6)。由于 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 椎板间隙相对较宽,如非极外侧型腰椎间盘突出,目前多选用椎板间入路来摘除突出的椎间盘,以降低技术难度<sup>[30]</sup>。



(a)(d) L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>穿刺置管透视图,其中(a-b)为穿刺导针定位图,(c)(d)保护套管下环锯行FP图;图中可见L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>节段椎间孔相对狭小,且有高髂棘、大横突存在

图 6 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 节段椎间盘突出穿刺置管图

3 结语

充分的术前规划可以减少穿刺、成形等引起的医源性损伤,提高经皮椎间孔镜椎间盘切除术的安全性和有效性。基于 Kambin's 三角<sup>[31]</sup>,采用何种关节突成形技术<sup>[32]</sup>,如何安全置入工作通道且利于摘除突出的椎间盘是术前规划的重点<sup>[33]</sup>。总之,在临床实践中,术前综合分析腰椎间盘突出症突出的类型及其所在的节段,判断手术难易度,流程化选择手术规划方案(见图 7),选择穿刺技术及判断是否需要行关节突成形,可明显缩短经皮椎间孔镜椎间盘切除术的操作时间,提高手术的安全性及有效性。

参考文献

[1] YIN J,JIANG Y,NONG L. Transforaminal approach versus interlaminar approach: a meta-analysis of operative complication of percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. Medicine (Baltimore),2020,99(25):e20709.

[2] WILTSE L L,BERGER P E,MCCULLOCH J A. A system for reporting the size and location of lesions in the spine[J]. Spine (Phila Pa 1976),1997,22(13):1534-1537.

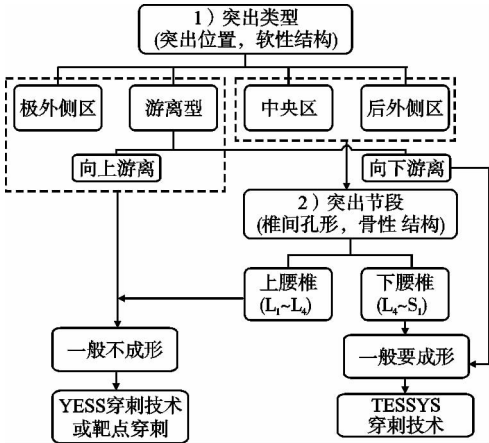


图 7 经皮椎间孔镜椎间盘切除术治疗不同类型及节段腰椎间盘突出症的术前规划流程图

[3] 胡有谷,吕成昱,陈伯华. 腰椎间盘突出症的区域定位[J]. 中华骨科杂志,1998,18(1):14-16.

[4] SCHUBERT M,HOOGLAND T. Endoscopic transforaminal nucleotomy with foraminoplasty for lumbar disk herniation[J]. Oper Orthop Traumatol,2005,17(6):641-661.

- [5] AKHADDAR A, BELFQUIH H, SALAMI M, et al. Surgical management of giant lumbar disc herniation: a analysis of 154 patients over a decade[J]. *Neurochirurgie*, 2014, 60(5): 244-248.
- [6] CHOI K C, KIM J S, PARK C K. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy as an alternative to open lumbar microdiscectomy for large lumbar disc herniation[J]. *Pain physician*, 2016, 19(2): E291-E300.
- [7] LEE S H, CHOI K C, BAEK O K, et al. Percutaneous endoscopic intra-annular subligamentous herniotomy for large central disc herniation: a technical case report[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014, 39(7): E473-E479.
- [8] KONDO M, OSHIMA Y, INOUE H, et al. Significance and pitfalls of percutaneous endoscopic lumbar discectomy for large central lumbar disc herniation[J]. *J Spine Surg*, 2018, 4(1): 79-85.
- [9] 张健, 张为, 王亚朋, 等. 腰椎经皮内镜治疗中央型椎间盘突出症的疗效分析[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(16): 988-995.
- [10] 徐峰, 伍搏宇. 椎间孔镜术治疗巨大中央型腰椎间盘突出症[J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28(19): 1734-1737.
- [11] ABDULLAH A F, DITTO E W, BYRD E B, et al. Extreme-lateral lumbar disc herniations. Clinical syndrome and special problems of diagnosis[J]. *J Neurosurg*, 1974, 41(2): 229-234.
- [12] GIOIA G, MANDELLI D, CAPACCIONI B, et al. Surgical treatment of far lateral lumbar disc herniation. Identification of compressed root and discectomy by lateral approach[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1999, 24(18): 1952-1957.
- [13] 王建, 周跃, 张正丰, 等. 经皮内镜镜下腰椎间盘切除术治疗极外侧型腰椎间盘突出症[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2008, 18(7): 494-497.
- [14] 张同会, 李涛, 席金涛, 等. 经皮内镜治疗 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 极外侧椎间盘突出症的临床体会[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2022, 30(5): 46-50.
- [15] FARDON D F, MILETTE P C. 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[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26(5): E93-E113.
- [16] LEE S, KIM S K, LEE S H, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for migrated disc herniation: classification of disc migration and surgical approaches[J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(3): 431-437.
- [17] MACNAB I. Negative disc exploration. An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1971, 53(5): 891-903.
- [18] 陈树东, 李永津, 杜炎鑫, 等. 经皮内镜镜下腰椎间盘切除术治疗游离型腰椎间盘突出症的进展[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2017, 27(11): 1045-1048.
- [19] KIM H S, JU C I, KIM S W, et al. Endoscopic transforaminal suprapedicular approach in high grade inferior migrated lumbar disc herniation[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2009, 45(2): 67-73.
- [20] AHNA Y, JANG I T, KIMAA W K. Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy for veryhigh-grade migrated disc herniation[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2016, 147: 11-17.
- [21] CHOI G, LEE S H, LOKHANDE P, et al. Percutaneous endoscopic approach for highly migrated intracanal disc herniations by foraminoplasty technique using rigid working channel endoscope[J]. *Spine*, 2008, 33(15): 508-515.
- [22] WANG D, PAN H, HU Q, et al. Percutaneous endoscopic transpedicle approach for herniated nucleus pulposus in the lumbar hidden zone[J]. *Asian J Endosc Surg*, 2017, 10(1): 87-91.
- [23] KIM J S, CHOI G, LEE S H. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy via contralateral approach: a technical case report[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(17): E1173-E1178.
- [24] YEOM K S, CHOI Y S. Full endoscopic contralateral transforaminal discectomy for distally migrated lumbar disc herniation[J]. *J Orthop Sci*, 2011, 16(3): 263-269.
- [25] ARSLAN M, CMERT A, AAR H B, et al. Nerve root to lumbar disc relationships at the intervertebral foramen from a surgical viewpoint: An anatomical study[J]. *Clin Anat*, 2012, 25(2): 218-223.
- [26] WU Y S, LIN Y, ZHANG X L, et al. The projection of nerve roots on the posterior aspect of spine from T11 to L5: a cadaver and radiological study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2012, 37(20): E1232-E1237.
- [27] 杨晋才, 张黎明, 尹鹏, 等. 腰椎出口神经根与上关节突毗邻关系的 CT 观察[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2018, 28(10): 888-894.
- [28] HASEGAWA T, AN H S, HAUGHTON V M, et al. Lumbar foraminal stenosis: critical heights of the intervertebral discs and foramina. A cryomicrotome study in cadavera[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1995, 77(1): 32-38.
- [29] 周跃, 李长青, 王建, 等. 经皮椎间孔成形术治疗 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 神经根管狭窄症[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2009, 19(5): 345-349.
- [30] 聂鸿飞, 曾建成, 宋跃明, 等. 经皮椎板间入路与经皮椎间孔入路内镜镜下椎间盘切除术治疗 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 椎间盘突出症的短期疗效比较[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(3): 225-232.
- [31] OZER A F, SUZER T, CAN H, et al. Anatomic assessment of variations in kamin's triangle: a surgical and cadaver study[J]. *World Neurosurg*, 2017, 100: 498-503.
- [32] 徐彬, 吴恒, 吴钊, 等. 经皮内镜下腰椎间盘切除术中环锯与环钻在椎间孔成形中应用的对比研究[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2020, 28(11): 65-68.
- [33] 鲁尧, 吴钊钿, 李振宇, 等. 经皮侧路椎间孔镜治疗极外侧型腰椎间盘突出症 35 例[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2020, 28(1): 75-77.