doi:10.11659/jjssx.02E016040

·临床研究·

青少年腰椎间盘突出症的微创手术治疗

唐群英[1],王洪伟[2],刘 军[2],项良碧[2],周 跃[3] (1.四川省渠县人民医院骨科,四川 渠县 635200;2.沈阳军区总医院骨科,辽宁 沈阳 110016;3.第三军医大学附属新桥医院骨科,重庆 400037)

[摘要] **目的** 探讨青少年腰椎间盘突出症的临床特点及治疗方式,提高骨科医生对青少年腰椎间盘突出症的认识。**方法** 回顾性分析2001年1月至2010年12月沈阳军区总医院收治的201例青少年(≤20岁)腰椎间盘突出症患者资料,观察患者的临床特点及手术治疗效果,对比分析术后1周及末次随访较术前VAS、ODI评分的差异,观察术后并发症等。**结果** 201例青少年腰椎间盘突出症的患者中187例(93.0%)患者表现为腰背痛伴或不伴放射性疼痛,20例(10.0%)患者首诊时表现为下肢痛,97例(48.3%)患者在院外首诊时被诊断为腰椎间盘突出症,70例(34.8%)患者在发病前有外伤史。最常见的节段为L_4/L_5(101例,50.2%)及L_5/S_1(70例,34.8%)。其中140例患者通过椎间盘镜治疗,25例患者通过椎间孔镜技术治疗,36例通过开放手术治疗,所有患者随访12个月以上,平均随访(22.9±11.7)个月。术后1周及末次随访较术前VAS、ODI评分均明显改善,差异具有统计学意义($P<0.05$),椎间盘镜手术、椎间孔镜手术和开放手术的并发症发生率分别为3.6%、4.0%和8.3%。**结论** 青少年腰椎间盘突出症的诊断经常被延误,加强对青少年腰椎间盘突出症的认识可帮助骨科医生进行相关病史询问,采取针对性体格检查及合适的影像学检查。微创手术是治疗青少年腰椎间盘突出症的有效方式。

[关键词] 青少年;腰椎间盘突出症;下腰痛;诊断;微创

[中图分类号] R459.9 [文献标识码] A [收稿日期] 2016-04-22

[基金项目] 机器人学国家重点实验室开放课题基金(2014-O12);美捷登青年科学家研究基金(MJR20150013);辽宁省博士科研启动基金(201601389)

[通信作者] 王洪伟,E-mail:cplawhw@163.com;周 跃,E-mail:zhouyue_xinqiao@163.com

胎儿外科手术仍然是一种“微创干预”手术,其实施与否的标准在于母儿的总体获益评估。由于孕妇处于特殊生命时期,加之“胎儿”这个特殊患者,使得该类手术的技术难度很大,患者的接受度也有很大差别,这些都从客观上制约了胎儿外科手术的开展,进而影响了胎儿手术的发展。然而随着产前诊断、超声技术的不断进步,各种微创外科技术的发展,随着人们对追求健康、尊重生命理念的不断升华,作为胎儿医学重要组成部分的胎儿外科手术必将迎来其发展的辉煌。

[参考文献]

[1] 李 欢,刘彩霞.胎儿外科手术与产时外科手术的临床应用[J].中国实用妇科与产科杂志,2013,29(8):622-627.

[2] 杨贵岚,罗 友,王 茜,等.超声心动图诊断胎儿双主动脉弓的临床价值[J].中国超声医学杂志,2016,32(8):764-766.

[3] 刘 菲.胎儿手术治疗脊髓脊膜膨出[J].中华围产医学杂志,2013(4):256.

[4] 乔 宠,张志涛,刘彩霞,等.行产时胎儿手术的母体预后分析[J].中国医科大学学报,2010,39(2):140-143.doi:10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2015.01.006.

[5] 余 莉,谢 亮,朱 琦.胎儿单纯性室间隔缺损预后的前瞻性研究[J].中华儿科杂志,2015,53(1):30-33.doi:10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2015.01.006.

[6] 王晓芳,王 健,袁广林,等.基于布拉德福定律的Web被引频次分析[J].计算机科学,2012,39(6):328-330.

[7] 尹少尉,张志涛,栗 娜.胎儿镜选择性胎盘血管交通支凝结术治疗前壁胎盘双胎输血综合征患者的临床结局及其影响因素分析[J].中华妇产科杂志,2015,50(5):329-333.doi:10.3760/cma.j.issn.0529-567x.2015.05.003.

[8] 李 欢,刘彩霞.胎儿外科手术与产时外科手术的临床应用[J].中国实用妇科与产科志,2013,29(8):622-627.

[9] 李 欢,刘彩霞.产时胎儿手术的最新进展[J].实用妇产科杂志,2016,32(6):401-404.

[10] 邓娅莉,丁依玲.产时胎儿手术的适应证及禁忌证[J].实用妇产科杂志,2016,32(6):413-415.

[11] 刘彩霞,于文倩.胎儿外科手术现状及展望[J].中国实用妇科与产科杂志,2016,32(1):38-43.

[12] 余海燕,刘兴会.产时胎儿手术的母胎结局[J].实用妇产科杂志,2016,32(6):406-408.

[13] 张 蕾,魏 瑗,龚丽君,等.双胎输血综合征胎儿镜术前宫颈长度与妊娠结局的研究[J].中国微创外科杂志,2016,16(6):485-487.doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2016.06.002.

[14] 乌剑利,邓东锐.产时胎儿手术麻醉方式的选择[J].实用妇产科杂志,2016,32(6):415-417.

[15] 王学举,魏 瑗,原鹏波,等.胎儿镜激光凝固胎盘吻合血管术治疗双胎输血综合征对孕妇血液稀释状态的影响[J].中华妇产科杂志,2016,51(1):13-17.doi:10.3760/cma.j.issn.0529-567x.2016.01.004.

[16] 洪 淳,俞 钢,王丽敏,等.胎儿先天性支气管囊肿围生期的诊断与治疗[J].中华实用儿科临床杂志,2015,30(14):1076-1079.doi:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2015.14.010.

(编辑:左艳芳)

Minimally invasive surgical treatment of adolescent lumbar disc herniation

TANG Qun-ying[1], WANG Hong-wei[2], LIU Jun[2], XIANG Liang-bi[2], ZHOU Yue[3] (1. Department of Orthopedics, Quxian People's Hospital, Quxian Sichuan 635200, China; 2. Department of Orthopedics, General Hospital of Shenyang Military Area Command, Shenyang Liaoning 110016, China; 3. Department of Orthopedics, Xinqiao Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400037, China)

Abstract: Objective To discuss the clinical characteristics and treatment methods of lumbar disc herniation in adolescent and to increase the awareness of lumbar disc herniation among orthopedists. **Methods** Retrospectively reviewed the clinical data of 201 adolescent patients (aged 20 years or less) with lumbar disc herniation who were admitted in General Hospital of Shenyang Military Area Command from January 2001 to December 2010. Analyzed the clinical characteristics and treatment methods, and compared the VAS score and ODI score before operation, one week after operation and at the last follow up. Meanwhile, the complications were observed and compared. **Results** Among the 201 patients, 187 patients (93.0%) presented with low back pain with or without radiating pain, 20 patients (10.0%) presented with leg pain for the first symptom. There were only 97 patients (48.3%) were diagnosed with lumbar disc herniation for their first diagnosis in other hospital. Totally 70 patients (34.8%) had a history of trauma before the onset. The most common segments were L_4/L_5 (101 cases, 50.2%) and L_5/S_1 (70 cases, 34.8%). There were 140 patients treated by microendoscopy discectomy (MED), 25 patients treated by percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD), and 36 patients treated by open lumbar discectomy (OLD). All the patients were followed up for more than 12 months with averagely followed up for (22.9 ± 11.7) months. There was significant improvement one week after operation and at the last follow up compared with the preoperative VAS score and ODI score, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The rate of postoperative complications was 3.6%, 4.0%, 8.3% in patients with MED, PELD and OLD respectively. **Conclusion** Diagnosis of LDH in adolescent is usually delayed. Increase the awareness of lumbar disc herniation could help orthopedists to get a exact medical history, perform a directed physical examination, and order appropriate imaging studies. Minimally invasive surgery is an effective method to treat lumbar disc herniation in adolescent.

Keywords: adolescent; lumbar disc herniation; low back pain; diagnosis; minimally invasive

腰椎间盘突出症是老年人脊柱最常见的疾病之一,其会导致腰背痛、放射性疼痛以及因神经根受压导致的神经功能缺损。青少年腰椎间盘突出症的发生率非常低,根据以往报道,20 岁以下青少年腰椎间盘突出症的发生率为 1% ~5%[1-3]。其极低的发生率以及独特的临床特点都会导致青少年腰椎间盘突出症诊断与治疗的延误。与成年腰椎间盘突出症的主要原因为慢性退变性改变不同,青少年腰椎间盘突出症与创伤或运动伤关系密切[4-6]。近年来,随着微创技术的发展,尤其是椎间孔镜技术的发展,青少年腰椎间盘突出症的治疗方案也在发生变化,青少年腰椎间盘突出症的治疗越来越倾向于微创手术治疗。本研究通过大宗病例的回顾性分析研究探讨青少年腰椎间盘突出症的独特特点,增强骨科医生对青少年腰椎间盘突出症的了解,使骨科医生在接诊患者时能够准确提取相关病史,进行直接体格检查及适当的影像学检查,以提高青少年腰椎间盘突出症的首诊准确性,使其得到早期干预;同时本研究通过分析不同手术方式的治疗结果,探讨微创手术治疗在青少年腰椎间盘突出症中的作用。

1 资料与方法

1.1 临床资料

2001 年 1 月至 2010 年 12 月医院共收治 201 例青少年(年龄不超过 20 岁)腰椎间盘突出症手术治疗患者,占所有腰椎间盘突出症患者的 2.6% (201/7 732)。其中男 158 例,女 43 例,年龄 11 ~20 岁,平均(17.8 ±2.0)岁。其中学生 110 例(54.7%),工人 45 例(22.4%),农民 28 例(13.9%),其他职业(如老师、运动员、医生、军人)18 例(9.0%)。院外首诊中只有 97 例(48.3%)青少年被诊断为腰椎间盘突出症。术前治疗包括理疗(98 例,48.8%)、口服药物治疗(58 例,28.9%)、卧床休息治疗(26 例,12.9%)和输液治疗(15 例,7.5%),其他 55 例(27.4%)未经任何治疗。按手术方式将 201 例患者分为 3 组,其中传统开放手术(open lumbar discectomy, OLD)组:男 28 例,女 8 例,年龄 11 ~20 岁,平均(17.7 ±2.3)岁。后路显微内窥镜手术(microendoscopy discectomy, MED)组:男 110 例,女 30 例,年龄 13 ~19 岁,平均(17.9 ±2.0)岁。经皮椎间孔镜手术(percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD)组:男 20 例,女 5 例,年龄 12 ~20 岁,平均(17.8 ±1.9)岁。

1.2 治疗方法

青少年腰椎间盘突出症的手术指征为:经过休息或保守治疗后不能忍受的持续性腰背痛或放射性疼痛,神经功能缺损,反复发作、影响日常生活的疼痛,影像学表现严重,有与临床相关的椎管狭窄。所有患者的椎间盘均通过有限椎板切除进行摘除。单节段椎间盘摘除术 178 例(88.5%),双节段椎间盘摘除术 23 例(11.4%)。术中我们发现,韧带下方椎间盘突出 187

例(83.5%),椎间盘脱出 12 例,纤维环完整的椎间盘突出 25 例。软性椎间盘突出 216 例(96.4%),硬性突出 9 例(4.0%)。所有患者经过手术治疗,后路显微内窥镜手术 140 例,经皮椎间孔镜手术 25 例,开放腰椎间盘摘除术 36 例。

1.3 评价指标

评价指标主要分为临床特点与影像学表现,手术治疗效果。临床特点指标主要包括:有无外伤史,腰背痛伴或不伴有放射痛,病程,首发症状,皮肤感觉、有无侧弯,生理反射、病例反射情况等。影像学表现指标包括:腰椎间盘 CT、腰椎 MRI 提示椎间盘突出节段、突出类型。手术治疗效果指标主要包括:手术时间、术中出血量、术后引流量、ICU 时间、术后住院时间、住院费用及并发症、术后 Macnab 评分、术前、术后 1 周及末次随访 VAS 评分和 JOA 评分。

1.4 统计学方法

所有数据采用 SPSS 15.0 进行处理,2 组构成比进行 χ^2 检验,计量数据采用配对 t 检验或独立样本 t 检验。$P<0.05$ 被认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 青少年腰椎间盘突出症的临床特点

201 例青少年腰椎间盘突出症患者中发病前有外伤史的有 70 例(34.8%)。187 例患者(93.0%)表现为腰背痛伴或不伴有放射痛。在腰背痛同时伴有下肢放射痛患者中,53 例(26.4%)患者以腰背痛为首发症状。病程为 7 d 至 5 年,平均(8.9±8.5)个月。术前体格检查结果显示,最常见症状或体征为:感觉迟钝(118 例,58.7%),其次为肌力减弱(115 例,57.2%)。201 例青少年腰椎间盘突出症患者均进行腰椎正侧位片、腰椎间盘 CT、腰椎 MRI 检查。影像学检查提示 178 例(88.5%)患者单节段腰椎间盘受累。所有患者中 $L_4\sim L_5$ 椎间盘 101 例(50.2%)所占比例最大(表 1)。

2.2 青少年腰椎间盘突出症的手术治疗

201 例患者分别采用 3 种手术方式进行治疗,其中 140 例(69.7%)患者通过椎间盘镜治疗,25 例(12.4%)患者通过椎间孔镜技术治疗,36 例(17.9%)通过开放手术治疗,所有手术均无严重的神经功能缺损或神经根损伤、马尾神经损伤等并发症,3 种手术治疗方式的并发症发生率分别为 3.6%、4.0% 和 8.3%,所有患者随访 1 年以上。与传统开放手术相比,微创手术(后路显微内窥镜手术和经皮椎间孔镜手术)能够明显减少术中出血量、术后伤口引流量、术后住院时间及总住院时间(表 2)。术后评估显示 194 例(96.5%)患者腰背痛或下肢痛症状得到改善。

表 1 青少年腰椎间盘突出症的临床特点

	临床表现	患者例数[例(%)]
临床症状	腰背痛	5(2.5)
	下肢放射痛	13(6.5)
	腰背痛伴下肢放射痛	182(90.5)
	腰背痛首发	53(26.4)
	下肢放射痛首发	7(3.5)
	腰背痛、下肢放射痛同时发作	122(60.7)
	感觉受损	61(30.3)
	神经源性跛行	75(37.3)
体格检查	压痛	104(51.7)
	压痛伴放射痛	60(29.9)
	感觉迟钝	118(58.7)
	肌力减弱	115(57.2)
	反应性侧弯	20(10.0)
	脊柱生理曲度变直	48(23.9)
	腱反射减弱或消失	67(33.3)
	直腿抬高试验阳性	183(91.0)
椎间盘节段	$L_4\sim L_5$	101(50.2)
	$L_5\sim S_1$	70(34.8)
	$L_3\sim L_4$	7(3.5)
	$L_4\sim L_5$, $L_5\sim S_1$	22(10.9)
	$L_3\sim L_4$, $L_4\sim L_5$	1(0.5)

根据 Macnab 评估标准,手术优良率达到 95.5%,疼痛改善 194 例,占 96.5%;感觉迟钝改善 108 例,占 91.5%。开放手术组有 3 例患者出现一过性下肢疼痛。在后路显微内窥镜手术组有 3 例患者术后出现脑脊液漏,经过补液治疗后好转,2 例患者因为血肿术后出现右下肢进行性加重的疼痛,术后给予血肿清除术,2 例患者术后 4 年再次复发。经皮椎间孔镜手术组有 1 例患者于术后 8 个月出现腰椎间盘突出症复发。所有患者至少随访 12 个月以上,平均随访(22.9±11.7)月,术后 1 周及末次随访均较术前 VAS、ODI 评分明显改善($P<0.05$)。微创手术组(后路显微内窥镜手术组和经皮椎间孔镜手术组)术后 1 周 VAS 评分明显小于开放手术组($P<0.05$),见表 3。

3 讨论

3.1 青少年腰椎间盘突出症的临床特点

腰椎间盘突出症导致腰背痛在青少年中发生率较低,不同的研究结果显示青少年腰椎间盘突出症发生率 1%~5%[1-3]。本研究结果显示,在所有腰椎间盘突出症患者中青少年腰椎间盘突出症占2.6%。青少年腰椎间盘突出症的特点是软性突出,没有严重的脊柱退变,典型的椎间盘源性腰痛,相对较短的症状持续时间,经常与腰背部外伤相关[7-8]。本研究显示,大部分摘除的椎间盘(96.4%)为软性突出,症状的平均持续时间为 8.9 个月,34.8% 的患者在症状发生前有外伤史,这些结果都与既往的文献报道相一致[3,7-8]。腰椎间盘突出症好发于成年人,对于因腰背痛就诊的青少年很少考虑本病,再加上有的患者腰腿痛症状不典

表 2 不同手术方式的临床指标

组别	*n*	手术时间 (min)	术中出血量 (mL)	术后引流量 (mL)	ICU 时间 (d)	术后住院时间 (d)	总住院时间 (d)	住院费用 (万元)	并发症 [例(%)]
MED 组	140	96.6 ±45.4	60.8 ±45.8	0	0	10.3 ±3.1	14.2 ±6.9	12.9 ±4.2	5(3.6)
PELD 组	25	92.4 ±34.6	17.9 ±14.6	0	0	4.4 ±2.6	7.8 ±3.2	10.2 ±2.8	1(4.0)
OLD 组	36	100.9 ±50.4	150.1 ±96.4	60.8 ±35.8	2.4 ±0.6	14.6 ±4.5	17.9 ±8.9	12.7 ±4.0	3(8.3)

表 3 不同手术方式的疼痛及功能学评估

临床指标	*n*	VAS 评分			JOA 评分		
		术前	术后 1 周	末次随访	术前	术后 1 周	末次随访
MED 组	140	6.1 ±1.2	1.6 ±0.7#*	0.8 ±0.5*	16.6 ±4.1	23.2 ±2.2*	26.4 ±1.4*
PELD 组	25	6.3 ±1.4	1.4 ±0.7#*	0.8 ±0.6*	16.2 ±5.6	23.5 ±2.3*	26.4 ±0.8*
OLD 组	36	6.2 ±1.4	2.5 ±1.0*	1.0 ±0.8*	17.8 ±3.5	21.5 ±1.8*	26.1 ±1.2*

#:与 OLD 组比较 $P<0.05$;*:与术前比较 $P<0.05$

型而出现误诊,若治疗方法不当,会严重影响患者的学习、生活和工作。Kuh 等[8]通过临床研究指出,几乎所有的青少年腰椎间盘突出症患者(91.4%)表现为同时出现腰背痛与下肢痛,8.6% 的患者只表现为腰背痛,而无下肢疼痛。我们的研究结果指出,182 例(90.5%)患者表现为腰背痛(伴或不伴下肢放射痛)。在 182 例腰背痛伴下肢放射痛患者中,7 例首诊表现为下肢痛,53 例首诊表现为腰背痛。所以当我们接诊青少年表现为腰背痛,尤其是腰背痛同时伴有下肢痛的患者时,我们应该注意腰椎间盘突出症的鉴别诊断。本研究有半数以上患者(51.7%)院外首诊未诊断出青少年腰椎间盘突出症,原因主要为:青少年不能准确描述自己的临床症状,接诊医生没有将腰椎间盘突出症和其他肌肉骨骼疾病如腰扭伤等进行鉴别诊断。

青少年腰椎间盘突出症的危险因素研究报道较多[9-20]。青少年腰椎间盘突出症最常见的节段为 L_4 ~ L_5,并且最常见单节段腰椎间盘突出症,这些结果与既往的文献报道一致[2-3]。腰椎间盘突出症的危险因素如家族史、腰椎受力等[9-11]。Zhang 等[9]指出家族史、腰椎受力、工作努力、时间紧迫感是腰椎间盘突出症的主要危险因素,体育运动和睡硬板床是保护性因素。坐位时间越久越会增加椎间盘突出的发生率,腰背痛发作、吸烟情况、肥胖、站立时间都不是显著的危险因素[10]。但也有文献报道,在青少年时期,男性日常吸烟、频繁参加运动及女性的肥胖与发生腰椎间盘突出症明显相关[11]。遗传因素在解释椎间盘退变差异上发挥重要作用,很多与椎间盘退变相关的基因被识别[12-13]。本研究结果指出,学生与工人比例占到 77.1%,我们推测这可能与坐位时间是腰椎间盘突出症的主要危险因素有关。既往的文献报道曾详细探讨了脊柱生理曲度与腰椎间盘突出症的关系[14-20],脊柱生理曲度在脊柱退变过程中逐渐消失,尤其是在腰椎[14-15]。脊柱生理曲度变直经常与多节段椎间盘退变和腰背部肌肉无力,进一步减弱脊柱的屈伸度和稳定度[16]。本研究中即有 48 例(23.9%)患者脊柱生理曲度变直。

青少年腰椎间盘突出症的临床表现与成年腰椎间盘突出症患者有很大差异,主要有以下几个特点:①症状与体征不一致,表现为症状较轻但体征较重。患者多诉腰痛和腿痛,但症状较轻,且常能忍受,直腿抬高试验阳性较常见,本研究中直腿抬高试验阳性率为 91.0%;②突出部位与体征不相符合,易发生误诊;③腰部畸形重,常为腰部僵硬或脊柱侧凸,活动受限等,本研究中脊柱反应性侧弯和脊柱生理曲度变直发生率分别为 10.0% 和 23.9%。这些特点可能因青少年脊柱有较大的活动度和柔韧性,较易用姿势的改变来减轻突出髓核对神经根的压迫有关。另外,因青少年椎体末端外层为骺软骨环,此期的骺软骨因椎体尚未完全融合,故受到外伤后易导致软骨板和纤维环一并突出,此时纤维环仍包绕着髓核,使神经根免受髓核的炎性刺激,故症状轻。但青少年腰椎间盘常为大块突出,对神经根的直接压迫较重,导致神经功能障碍,体征重。

3.2 青少年腰椎间盘突出症的治疗

青少年腰椎间盘突出症的治疗目的是缓解症状,早期恢复日常生活。近年来有关腰椎间盘突出症椎间盘摘除手术方式较多,尤其是微创手术治疗发展迅速[19-27]。青少年腰椎间盘疾病并没有给其整体健康带来不利影响,该结果提示青少年腰椎间盘疾病与成人存在差异,长期治疗效果的结论不能应用于青少年人群[19]。保守治疗对青少年患者来说效果较成年人差,但是保守治疗仍然是儿童腰椎间盘突出症的一线治疗策略。青少年腰椎间盘突出的发生率在逐年增加,但大多数症状较为轻微,临床症状体征与影像学的表现并不完全一致,大多数青少年椎间盘突出保守治疗具有良好的效果,需要手术治疗的仅为少数,因此对于青少年腰椎间盘突出的治疗需要慎重,很多患者虽然影像学上有腰椎间盘突出,但临床症状并不严重,此类患者并不需要手术干预。如果影像学上存在明显的

腰椎间盘突出同时患者临床症状和体征非常严重,保守治疗无效,则可考虑手术治疗。微创手术治疗是治疗青少年腰椎间盘突出症的常用方法,尤其是近来发展起来的椎间孔镜技术,该项技术能否在不破坏脊柱后方肌肉软组织复合体的同时,采用创伤最小的方式进行椎间盘突出症的治疗[24-27]。微创手术治疗青少年腰椎间盘突出症的效果较好,我们的研究结果指出,手术优良率达到97.5%。青少年尚处于发育期,保持脊柱结构的完整性,对于维持脊柱的生物力学功能非常重要。微创手术治疗的优点是能最大限度地保持脊柱的力学稳定性,但缺点是去除的髓核组织有限,不能很好地缓解神经根的压迫,所以主要适应于未破裂型的腰椎间盘突出。对于突出物较大,有神经根损害或有骺环一并突入椎管内的患者,还应采用常规手术治疗。手术方式对青少年腰椎间盘突出症患者术后的长期影响以及术后对腰椎退行性改变的相关研究有待更长期的跟踪、随访与观察,进一步深入研究将对这种疾病病情的控制及手术的开展具有更深远的意义。

[参考文献]

[1] Bradbury N, Wilson LF, Mulholland RC. Adolescent disc protrusions. A long-term follow-up of surgery compared to chymopapain[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1996, 21(3): 372-377.

[2] Lee JY, Ernestus RI, Schröder R, et al. Histological study of lumbar intervertebral disc herniation in adolescents[J]. Acta Neurochir (Wien), 2000, 142(10): 1107-1110.

[3] Kumar R, Kumar V, Das NK, et al. Adolescent lumbar disc disease: findings and outcome[J]. Childs Nerv Syst, 2007, 23(11): 1295-1299.

[4] Martínez-Lage JF, Fernández Cornejo V, López F, et al. Lumbar disc herniation in early childhood: case report and literature review[J]. Childs Nerv Syst, 2003, 19(4): 258-260.

[5] Benifla M, Melamed I, Barrelly R, et al. Unilateral partial hemilaminectomy for disc removal in a 1-year-old child[J]. J Neurosurg Pediatr, 2008, 2(2): 133-135. doi: 10.3171/PED/2008/2/8/133.

[6] Revuelta R, De Juambelz PP, Fernandez B, et al. Lumbar disc herniation in a 27-month-old child. Case report[J]. J Neurosurg, 2000, 92(1 Suppl): 98-100.

[7] Parisini P, Di Silvestre M, Greggi T, et al. Lumbar disc excision in children and adolescents[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(18): 1997-2000.

[8] Kuh SU, Kim YS, Cho YE, et al. Surgical treatments for lumbar disc disease in adolescent patients: chemonucleolysis/microsurgical discectomy/PLIF with cages[J]. Yonsei Med J, 2005, 46(1): 125-132.

[9] Zhang YG, Sun Z, Zhang Z, et al. Risk factors for lumbar intervertebral disc herniation in Chinese population: a case-control study[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(25): E918-922. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181a3c2de.

[10] Kanayama M, Togawa D, Takahashi C, et al. Cross-sectional magnetic resonance imaging study of lumbar disc degeneration in 200 healthy individuals[J]. J Neurosurg Spine, 2009, 11(4): 501-507. doi: 10.3171/2009.5.SPINE08675.

[11] Mattila VM, Saarni L, Parkkari J, et al. Early risk factors for lumbar discectomy: an 11-year follow-up of 57,408 adolescents[J]. Eur Spine J, 2008, 17(10): 1317-1323. doi: 10.1007/s00586-008-0738-2.

[12] Paassilta P, Lohiniva J, Göring HH, et al. Identification of a novel common genetic risk factor for lumbar disk disease[J]. JAMA, 2001, 285(14): 1843-1849.

[13] Karppinen J, Pääkkö E, Räinä S, et al. Magnetic resonance imaging findings in relation to the COL9A2 tryptophan allele among patients with sciatica[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2002, 27(1): 78-83.

[14] Kobayashi T, Atsuta Y, Matsuno T, et al. A longitudinal study of congruent sagittal spinal alignment in an adult cohort[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29(6): 671-676.

[15] Korovessis P, Stamatakis M, Baikousis A. Segmental roentgenographic analysis of vertebral inclination on sagittal plane in asymptomatic versus chronic low back pain patients[J]. J Spinal Disord, 1999, 12(2): 131-137.

[16] Schneider DL, von Mühlen D, Barrett-Connor E, et al. Kyphosis does not equal vertebral fractures: the Rancho Bernardo study[J]. J Rheumatol, 2004, 31(4): 747-752.

[17] Barrey C, Jund J, Noseda O, et al. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases[J]. Eur Spine J, 2007, 16(9): 1459-1467.

[18] Endo K, Suzuki H, Tanaka H, et al. Sagittal spinal alignment in patients with lumbar disc herniation[J]. Eur Spine J, 2010, 19(3): 435-438. doi: 10.1007/s00586-009-1240-1.

[19] Durham SR, Sun PP, Sutton LN. Surgically treated lumbar disc disease in the pediatric population: an outcome study[J]. J Neurosurg, 2000, 92(1 Suppl): 1-6.

[20] Parisini P, Di Silvestre M, Greggi T, et al. Lumbar disc excision in children and adolescents[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(18): 1997-2000.

[21] Cahill KS, Dunn I, Gunnarsson T, et al. Lumbar microdiscectomy in pediatric patients: a large single-institution series[J]. J Neurosurg Spine, 2010, 12(2): 165-170. doi: 10.3171/2009.9.SPINE09756.

[22] Dang L, Liu Z. A review of current treatment for lumbar disc herniation in children and adolescents[J]. Eur Spine J, 2010, 19(2): 205-214. doi: 10.1007/s00586-009-1202-7.

[23] Smorgick Y, Floman Y, Millgram MA, et al. Mid- to long-term outcome of disc excision in adolescent disc herniation[J]. Spine J, 2006, 6(4): 380-384.

[24] Yamashita K, Higashino K, Sakai T, et al. Revision percutaneous endoscopic lumbar discectomy under the local anesthesia for the recurrent lumbar herniated nucleus pulposus in a high class athlete: A case Report[J]. J Med Invest, 2016, 63(1-2): 135-139. doi: 10.2152/jmi.63.135.

[25] Li ZZ, Hou SX, Shang WL, et al. Percutaneous lumbar foraminoplasty and percutaneous endoscopic lumbar decompression for lateral recess stenosis through transforaminal approach: Technique notes and 2 years follow-up[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2016, 143: 90-94. doi: 10.1016/j.clineuro.2016.02.008.

[26] Gadjradj PS, van Tulder MW, Dirven CM, et al. Clinical outcomes after percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for lumbar disc herniation: a prospective case series[J]. Neurosurg Focus, 2016, 40(2): E3. doi: 10.3171/2015.10.FOCUS15484.

[27] Wang H, Zhou Y, Li C, et al. Risk factors for failure of single-level percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. J Neurosurg Spine, 2015, 23(3): 320-325. doi: 10.3171/2014.10.SPINE1442.

(编辑:魏 源)