

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2021.10.027

网络首发 https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20210421.1743.012.html(2021-04-22)

腰椎间盘直径及椎间孔直径与神经根压迫间的解剖关系*

谈俊^{1,2},李炜²,代震宇³,晏怡^{1△},夏永智¹

(1.重庆医科大学附属第一医院神经外科 400016;2.重庆市中医院疼痛科 400021;

3.重庆市中医院骨伤科 400021)

[摘要] **目的** 通过磁共振成像(MRI)技术测量成人椎间盘、椎间孔和神经根的相关解剖参数,探讨腰椎间盘垂直直径(DVD)、椎间孔垂直直径(FVD)、椎间孔前后径(FTD)与腰椎神经根受压间的关系。**方法** 系统随机抽样 2019—2020 年因腰腿痛而接受 MRI 检查的患者 92 例,使用矢状面 MRI 图像测量研究参数: DVD、FVD、FTD、神经根直径(NRD),分析测量参数之间的关系。**结果** FVD 是 FTD 的两倍左右,各节段 DVD 完全损失后的 FVD 均大于 NRD。除左侧 L₂₋₃ 和 L₅~S₁、右侧 L₃₋₄ 和 L₄₋₅ 外,其余腰椎节段 DVD 和 FVD 之间存在明显相关性,左侧 L₁₋₂、L₃₋₄、L₄₋₅ 和右侧 L₁₋₂、L₂₋₃、L₅~S₁ 处 DVD 和 FVD 的变化具有明显的相关性(左侧:L₁₋₂ $r=0.63, P<0.01, L_{3-4} r=0.60, P<0.05, L_{4-5} r=0.63, P<0.05$; 右侧:L₁₋₂ $r=0.68, P<0.01, L_{2-3} r=0.58, P<0.01, L_{5} \sim S_{1} r=0.82, P<0.01$)。所有腰椎节段, DVD 和 FTD 之间的相关性不明显。**结论** FVD 减小并未造成神经根的压迫, FTD 减少更有可能引起椎间孔处神经根的压迫,故改善 FTD 的狭窄程度,对于减轻出孔神经根的压迫更具有解剖学意义。

[关键词] 腰椎间盘;椎间孔;神经根压迫;解剖关系**[中图分类号]** R651.2**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2021)10-1737-04

Anatomical relationship between lumbar disc diameter and intervertebral foraminal diameter with nerve root compression*

TAN Jun^{1,2}, LI Wei², DAI Zhenyu³, YAN Yi^{1△}, XIA Yongzhi¹

(1. Department of Neurosurgery, First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China; 2. Department of Pain, Chongqing Municipal Hospital of Traditional Chinese Medicine, Chongqing 400021, China; 3. Department of Orthopedics, Chongqing Municipal Hospital of Traditional Chinese Medicine, Chongqing 400021, China)

[Abstract] **Objective** To study the relationship between vertical diameter of lumbar disc (DVD), vertical diameter of foramina (FVD) and anterior and posterior diameter of foramina (FTD) with compression of lumbar vertebral nerve root by measuring the related anatomical parameters of adult intervertebral disc, intervertebral foramen and nerve root via the magnetic resonance imaging (MRI) technique. **Methods** A total of 92 patients receiving MRI examination due to waist and leg pain were randomly selected by using the systematic random sampling. The sagittal plane MRI images were used to measure the study parameters: DVD, FVD, FTD, diameter of nerve root (NRD), and the relationship among the measurement parameters was analyzed. **Results** FVD was about twice that of FTD, and the FVD after the complete loss of all segments of DVD was greater than that of NRD. There were significant correlations between DVD and FVD in all lumbar vertebral segments except L₂₋₃ and L₅—S₁ on the left side and L₃₋₄ and L₄₋₅ on the right side. The changes of DVD and FVD on the left side L₁₋₂, L₃₋₄, L₄₋₅ and the right side L₁₋₂, L₂₋₃, L₅—S₁ had significant correlation (left side: L₁₋₂ $r=0.63, P<0.01, L_{3-4} r=0.60, P<0.05, L_{4-5} r=0.63, P<0.05$; right side: L₁₋₂ $r=0.68, P<0.01, L_{2-3} r=0.58, P<0.01, L_{5} \sim S_{1} r=0.82, P<0.01$). There was no significant correlation between DVD and FTD at all lumbar segments. **Conclusion** FVD decrease can not cause the nerve root compression, FTD decrease is more likely to cause the compression of the nerve root at the intervertebral foramina. Therefore,

* 基金项目:重庆市中青年医学高端后备人才项目(2017HBR012)。 作者简介:谈俊(1979—) 副主任医师,在读硕士研究生,主要从事神经脊柱微创方面的研究。 △ 通信作者, E-mail: yanyi2005@vip.sina.com。

improving the stenosis degree of FTD has more anatomical significance for alleviating the compression of the nerve root at the foramina.

[Key words] lumbar intervertebral disc; intervertebral foramen; nerve root compression; anatomic relationship

人体脊柱有 23 个椎间盘,约占脊柱全长的 25%。随着年龄的增长,椎间盘有自然退行性变和垂直直径减少的趋势,椎间盘垂直直径(DVD)减小对于椎间孔直径和穿过其中的神经面积有直接的解剖影响^[1]。椎间孔前缘是由椎体和椎间盘的后壁组成,后缘是由关节突关节的侧方结构和黄韧带组成^[2],其上下缘是由相应节段椎体的椎弓根组成。本研究拟通过磁共振成像(MRI)技术测量成人椎间盘、椎间孔和神经根的相关解剖参数,探讨腰椎 DVD、椎间孔垂直直径(FVD)、椎间孔前后径(FTD)与腰椎神经根受压之间的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

资料来自重庆医科大学附属第一医院放射科和重庆市中医院放射科(PAC 系统)的腰椎骶椎 MRI 的分析数据。系统随机抽样 2019 年至 2020 年因腰腿痛而接受 MRI 检查的患者 92 例,其中男 50 例,女 42 例;年龄 18~74 岁,平均(46.0±3.2)岁。共获得 92 张 MRI 图像,920 张椎间孔测量,每个椎间孔测量 7 个不同参数。排除有先天性脊柱畸形、腰骶移行椎、原发肿瘤、转移、创伤损伤和感染的患者。对可疑病例(先天性异常、椎体滑脱等)拍摄前后位片和侧位片。所有异常病例均被排除在本研究之外。

1.2 方法

研究参数的测量采用基于轴位的矢状 MRI (T1) 图像进行。参数:(1)测量 DVD;(2)测量双侧 FVD;(3)测量双侧 FTD,测量椎间盘上缘至下关节突下缘距离;(4)双侧神经根直径(NRD),在椎间孔侧孔锁眼处测量(见图 1)。通过减去 FVD 和 NRD 计算神经根剩余面积(ESN)。

1.3 统计学处理

数据采用 SPSS25.0 统计软件进行分析。计量资

料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,多组间比较采用 *t* 检验,各组间两两比较使用 LSD 法,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

FVD 是 FTD 的两倍左右,92 例患者 MRI 测量 DVD、NRD、FVD 和 FTD 平均值,见表 1。在所有腰椎节段,DVD 和 FTD 间的相关性不明显;左侧 $L_{1\sim 2}$ 、 $L_{3\sim 4}$ 、 $L_{4\sim 5}$ 和右侧 $L_{1\sim 2}$ 、 $L_{2\sim 3}$ 、 $L_{5\sim S_1}$ 处 DVD 和 FVD 的变化具有明显的相关性(左侧: $L_{1\sim 2} r = 0.63$ 、 $P < 0.01$, $L_{3\sim 4} r = 0.60$ 、 $P < 0.05$, $L_{4\sim 5} r = 0.63$ 、 $P < 0.05$;右侧: $L_{1\sim 2} r = 0.68$ 、 $P < 0.01$, $L_{2\sim 3} r = 0.58$ 、 $P < 0.01$, $L_{5\sim S_1} r = 0.82$ 、 $P < 0.01$),见表 2。FVD 依赖于 DVD 的变化,DVD 完全损失后的 FVD 均大于 NRD,利用线性回归分析,DVD 减少 25%、50%、75%和 100%(完全)的 FVD 减少量的测量结果,见表 3。FVD 从近端到远端呈下降趋势,平均 FVD、FTD 在 $L_{4\sim 5}$ 分别为(16.8±0.4)、(7.2±0.2)mm,在 $L_{5\sim S_1}$ 分别为(15.2±0.2)、(7.3±0.2)mm。FVD 均值在 $L_{2\sim 3}$ [(18.6±0.3)mm]最高,FTD 均值在 $L_{1\sim 2}$ 水平最宽[(8.2±0.2)mm],见图 2。各节段 FVD 随着 DVD 的减少呈下降趋势,见图 3。

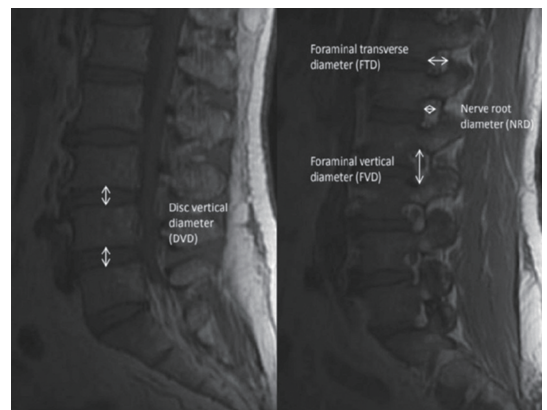


图 1 测量 DVD、FTD、FVD 和 NRD 的方法

表 1 92 例患者 MRI 测量 DVD、NRD、FVD 和 FTD 平均值($\bar{x} \pm s$, mm)

节段	DVD	NRD		FVD		FTD	
		右侧	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧
$L_{1\sim 2}$	6.4±0.5	3.4±0.3	3.4±0.3	17.2±0.5	17.4±0.4	8.3±0.2	8.0±0.2
$L_{2\sim 3}$	7.3±0.3	3.6±0.3	3.5±0.2	18.6±0.3	18.6±0.3	7.9±0.1	7.5±0.3
$L_{3\sim 4}$	8.0±0.2	3.6±0.4	3.8±0.3	17.9±0.4	18.0±0.4	7.7±0.2	7.7±0.2
$L_{4\sim 5}$	8.3±0.4	3.6±0.4	3.6±0.2	16.8±0.5	16.7±0.3	7.2±0.2	7.3±0.1
$L_{5\sim S_1}$	8.0±0.3	3.6±0.3	3.8±0.3	15.4±0.3	14.9±0.2	7.2±0.2	7.4±0.2

表 2 DVD 与 FVD 和 FTD 的相关性分析

节段	FVD 右侧		FVD 左侧		FTD 右侧		FTD 左侧	
	r	P	r	P	r	P	r	P
L _{1~2}	0.68	<0.01	0.63	<0.01	0.05	0.32	0.04	0.38
L _{2~3}	0.58	<0.01	0.37	0.14	0.03	0.38	0.15	0.10
L _{3~4}	0.33	0.12	0.60	0.02	0.06	0.32	0.06	0.32
L _{4~5}	0.34	0.12	0.63	0.02	0.15	0.10	0.04	0.36
L _{5~S₁}	0.82	<0.01	0.05	0.32	0.10	0.06	0.22	0.09

表 3 腰椎 DVD 损失预测节段 FVD($\bar{x} \pm s, n=92, \text{mm}$)

预测节段 FVD	DVD 损失(%)				
	0	25	50	75	100
L _{1~2}	16.8±0.2	15.5±0.2	14.1±0.3	12.8±0.4	11.5±0.1
L _{2~3}	18.6±0.2	17.1±0.3	15.9±0.2	14.8±0.2	13.7±0.2
L _{3~4}	17.8±0.1	16.8±0.3	16.1±0.3	15.5±0.2	14.8±0.1
L _{4~5}	16.7±0.2	15.6±0.1	15.0±0.4	14.3±0.3	13.6±0.1
L _{5~S₁}	15.3±0.5	13.5±0.1	11.7±0.5	10.0±0.4	8.3±0.1

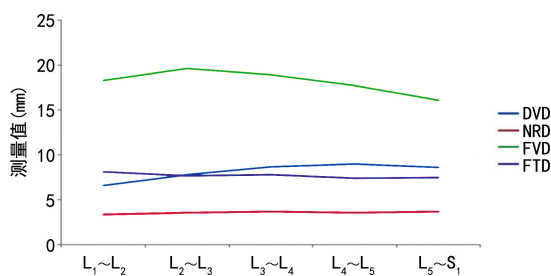


图 2 腰椎 DVD、NRD、FVD 和 FTD 的测量

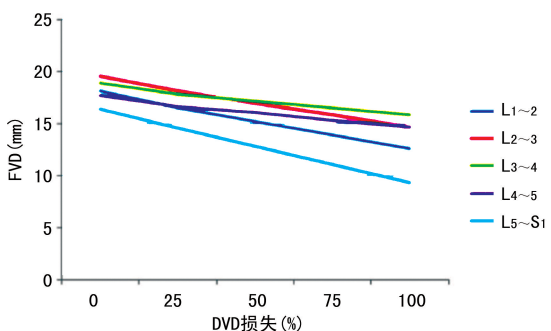


图 3 FVD 与每个腰椎节段 DVD 损失的测量

3 讨 论

我国人口老龄化程度日益严重,尤其对于 70 岁以上的高龄患者,因腰椎退变导致椎体轻度滑脱伴有椎间孔狭窄症的患病率越来越高,引起了人们越来越多的关注。有研究表明,椎间盘高度和腰椎指数的改变为退变性滑椎的两个相关因素^[3]。这也为腰椎退变的进展提供了有力证据(腰椎指数=后椎体高度/前椎体高度)。椎间孔型腰椎椎管狭窄症可累及椎间孔发出的神经根和神经节,引起神经根放射痛。椎间孔位于椎间盘的后外侧,是脊髓神经根从脊髓管离开脊髓后的出口路径。椎间孔内存在脊神经、神经根动

脉和静脉、窦椎神经和淋巴管。与身体其他孔不同,椎间孔是由两个可活动的关节构成,即腹侧的椎间关节和背侧的关节突关节。这些关节的邻近性增加了椎间孔因结构变化而狭窄的易感性。而 FVD 取决于相应的 DVD。随着年龄的增长,就会有椎间盘退化和 DVD 损失的天然趋势。通过数据的测量,本研究发现自 L_{1~2} 至 L_{4~5} 的 DVD 呈逐渐增加趋势^[4],L_{4~5} DVD 为最大,而对于 L_{5~S₁} 的测量结果与其他研究显示的 L_{5~S₁} 的 DVD 测量模式非常相似^[5-6]。根据测量结果 L_{2~3} 水平平均 FVD 最高,L_{1~2} 水平平均 FTD 最宽。这也意味着下腰椎的平均 NRD 也比上层的要大,NRD 与 FVD 之间的差异表明,神经根从椎间孔出口时发生压迫的风险相对较高。这些发现进一步解释了腰椎下段椎管狭窄的发生率高于上段的原因。在本研究中,所有腰椎节段左右 NRD、FVD 和 FTD 的测量结果均无明显差异。本研究结果显示,除左侧 L_{2~3}、L_{5~S₁} 节段和右侧 L_{3~4}、L_{4~5} 节段外,所有腰椎节段 DVD 和 FVD 之间呈正相关(P<0.05),但是椎间盘高度的丢失程度并不影响 FTD 的大小。即使椎间盘高度完全丧失,FVD 仍大于 NRD。结合 NRD 的测量,证明在有腰腿疼痛的患者中,FVD 的减小,并不能造成神经根的压迫,因为神经根还有足够的空间通过椎间孔。通过对 FVD 的测量,本研究发现,FVD 是 FTD 的两倍左右。有研究对尸体颈椎进行了类似的形态计量法研究,发现 DVD 与 FVD 之间不存在正相关^[7-8]。然而,FVD 与 FTD 之间存在正相关。这表明解剖学上颈椎和腰椎的区别。颈椎椎弓根比腰椎椎弓根更斜、更长。随着椎间盘退变导致的椎间盘高度丢失,颈椎在尾椎上方的移

位可能发生,在本研究中未观察到腰椎移位。在临床上,这些发现提示椎间盘脱出对神经根的冲击更可能继发于 FTD 的减少,而不是 FVD 的减少。对于一些年轻患者,仅有微小的腰椎退行性改变,单纯椎间盘切除术或椎板切开术是可行的^[9-10],因为这将改善 FTD。一些患者可能有化学神经根病压迫神经的症状,但无压迫的放射学证据^[11-13]。因此,这些患者前后径正常,不能从减压手术中获益。椎间融合术[如腰椎后路椎间融合术(PLIF)]中植骨,以及椎弓根螺钉的植入会通过增加 FVD 对神经根进行减压^[14-15],这一观点可能需要重新考虑。本研究结果发现,椎间盘高度的降低并不会导致神经根受压,因为神经根可以穿过的椎间孔面积足够大。然而,这种手术可以明显改善 FVD,减少关节突关节的负重。在这种情况下,通过增加垂直直径来实现神经根减压是可行的。但是,PLIF 不能改善 FTD,因本研究结果显示 DVD 和 FTD 之间无明显相关性。由于 FTD 减少造成的神经根挤压必须通过恢复正常的前后径来处理,例如通过去除骨赘或消除肥厚性方面。所以,经椎间孔腰椎椎体间融合术(TLIF)更有利于横向减压^[16]。

参考文献

[1] 吴钊钿,张劲新,鲁尧,等. 经椎间孔入路经皮内窥镜下减压术治疗单节段腰椎椎管狭窄症的疗效及其影响因素[J]. 脊柱外科杂志,2020,18(4):265-277.

[2] 李长青,周跃,王建,等. 经皮内窥镜下手术治疗腰椎间盘突出症的并发症及其防治策略[J]. 中国脊柱脊髓杂志,2012,22(11):969-974.

[3] CHEN I R, WEI T S. Disc height an lumbar index as independent predictors of degenerative ondylosthesis in middle-aged women with low back pain[J]. Spine (Phila Pa 1976),2009,34(13):1402-1409.

[4] SOHN H M, YOU J W, LEE J Y. The relationship between disc degeneration and morphologic changes in the intervertebral foramen of the cervical spine: a cadaveric MRI and CT study [J]. J Korean Med Sci,2004,19(1):101-106.

[5] 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.

[6] YUSOF M I, MING L K, ABDULLAH M S, et al. Computerized tomographic measurement of the cervical pedicles diameter in a Malaysian population and the feasibility for transpedicular fixation [J]. Spine (Phila Pa 1976),2006,31(8):e221-224.

[7] GILCHRIST R V, SLIPMAN C W, BHAGIA S M. Anatomy of the intervertebral foramen [J]. Pain Physician,2002,5(4):372-378.

[8] SOHN H M, YOU J W, LEE J Y. The relationship between disc degeneration and morphologic changes in the intervertebral foramen of the cervical spine: a cadaveric MRI and CT study [J]. J Korean Med Sci,2004,19(1):101-106.

[9] 侯树勋,李明全,白巍,等. 腰椎髓核摘除术远期疗效评价[J]. 中华骨科杂志,2003,23(9):513-516.

[10] 梁庆晨,孙凤龙,刘祖耀,等. 脊柱内镜下椎板减压联合椎间盘摘除术治疗腰椎间盘突出症伴椎管狭窄症的临床疗效[J]. 北京医学,2020,42(1):72-73,76.

[11] LIAU K M, YUSOF M I, ABDULLAH M S, et al. Computed tomographic morphometry of thoracic pedicles: safety margin of transpedicular screw fixation in malaysian malay population [J]. Spine (Phila Pa 1976),2006,31(16):e545-550.

[12] 张树芳,鲁凯伍,江建明. 经皮内窥镜下腰椎间盘突出切除术治疗腰椎间盘突出症的并发症[J]. 中国脊柱脊髓杂志,2012,22(4):297-301.

[13] 温冰涛,张西峰,王岩,等. 经皮内窥镜治疗腰椎间盘突出症的并发症及其处理[J]. 中华外科杂志,2011,49(12):1091-1095.

[14] 魏鑫鹏,崔传广,颜廷卫,等. 椎板间入路与椎间孔入路内窥镜椎间盘切除术治疗 L₅~S₁ 椎间盘突出症的比较[J]. 中国矫形外科杂志,2018,26(13):1177-1182.

[15] 田大胜,刘建军,朱斌,等. 单边双通道内镜技术治疗腰椎间盘突出症和腰椎椎管狭窄症[J]. 中华骨科杂志,2020,40(17):1155-1164.

[16] 蒲俊刚,王腾羽,王钟,等. Wiltse 入路结合改良 TLIF 治疗中重度腰椎滑脱症的临床疗效[J]. 局部手术学杂志,2020,29(8):630-635.