

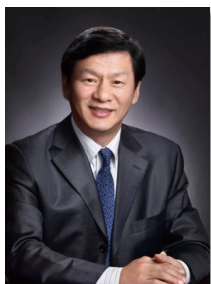
再议腰椎管狭窄症

王玉¹, 孔清泉^{1,2}, 陈仲强³

1. 四川大学华西医院骨科(成都 610041)
2. 四川大学华西医院·西藏成办分院骨科(成都 610041)
3. 北京大学第三医院骨科(北京 100191)



孔清泉：教授，主任医师，博士生导师，四川大学华西医院·西藏成办分院院长，四川大学华西医院脊柱外科医疗组长。现任四川省卫生厅学术技术带头人，中国医师协会内镜医师分会委员，中国医师协会内镜医师分会第一届脊柱内镜专业委员会委员，中国医师协会胸腰椎专业委员会委员，中国医师协会骨科医师分会显微脊柱学组委员；中国医药教育协会腰椎学组委员，国际矫形与创伤外科学会（SICOT）中国分部脊柱微创专业委员会委员，中国康复医学会脊柱脊髓损伤专业委员会微创脊柱外科学组委员，中国医促会脊柱微创专业委员会委员，中国中西医结合学会骨科微创专业委员会脊柱内镜学组委员；四川省医学会骨科分会脊柱学组委员，四川省医学会骨科分会脊柱微创学组委员，中国海峡两岸医药卫生交流协会骨科学会脊柱专业委员会委员，国家自然科学基金评审专家。



陈仲强：教授，主任医师，博士生导师，北京大学国际医院院长，兼骨科部主任及脊柱外科主任。曾任北京大学第三医院院长，北京大学首钢医院院长。国务院学位委员会学科评议组成员，卫生部有突出贡献专家，荣获中国医院院长医院管理突出贡献奖，享受国务院颁发的政府特殊津贴。任中华医学会骨科分会副主任委员，中华医学会北京分会骨科专业委员会主任委员；国际矫形与创伤外科学会（SICOT）中国部脊柱外科学会副主任委员；中国海峡两岸医药卫生交流协会副会长，原 AO 国际内固定学会全球理事，中国医院管理协会常务理事，中国医院协会医院经济管理专业委员会副主任委员。任《中国医院院长》理事会副理事长，《中华外科杂志》副主编，《中华骨科杂志》副主编和《脊柱外科杂志》副主编。

【摘要】 虽然人们对腰椎管狭窄症的认识和理解不断完善、合理，但对“腰椎中央管”和“腰椎侧方椎管”的概念仍然存在众多争议，目前仍无统一标准。该文对“中央管狭窄”和“腰椎管狭窄症”两个概念进行重新定义和区分，并且认为某些双侧侧隐窝狭窄导致的中央管狭窄症完全可以通过双侧椎间孔入路经皮内镜技术解决。同时，腰椎“侧隐窝”的概念模糊不清，现重新将其定义为“腰椎侧方椎管”，并提出“华西分型”指导手术决策，已得到了业界广泛认可和应用。

【关键词】 腰椎中央管狭窄；腰椎侧方椎管狭窄；脊柱经皮内镜技术

Reconsideration of lumbar spinal stenosis

WANG Yu¹, KONG Qingquan^{1,2}, CHEN Zhongqiang³

1. Department of Orthopedics, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu Sichuan, 610041, P.R.China
2. Department of Orthopedics, Hospital of Chengdu Office of People's Government of Tibetan Autonomous Region, Chengdu Sichuan, 610041, P.R.China
3. Department of Orthopedics, Peking University Third Hospital, Beijing, 100191, P.R.China

Corresponding authors: KONG Qingquan, Email: kqspine@126.com; CHEN Zhongqiang, Email: puh3_czq@bjmu.edu.cn

【Abstract】 People's understanding of lumbar spinal stenosis has become more and more comprehensive and reasonable, however, there are still many controversies about the concepts of "central lumbar canal" and "lateral

DOI: 10.7507/1002-1892.201904027

基金项目：四川省科技厅支撑计划资助项目（2016FZ0097）

通信作者：孔清泉，Email: kqspine@126.com；陈仲强，Email: puh3_czq@bjmu.edu.cn

lumbar spinal canal”, and there is no unified standard at present. In this paper, we redefine and differentiate the two concepts. We believe that some kinds of central canal stenosis caused by bilateral recess stenosis can be completely solved by bilateral percutaneous endoscopic transforaminal discectomy. At the same time, the concept of “lumbar lateral recess” is ambiguous. We redefine it as “lateral lumbar spinal canal” and propose “West China Hospital classification” to guide surgical decision-making, which has been widely recognized and applied.

【Key words】 Lumbar central canal stenosis; lumbar lateral spinal stenosis; percutaneous endoscopic lumbar discectomy

Foundation item: Supporting Project of Sichuan Science and Technology Department (2016FZ0097)

1 概述

腰椎管狭窄症为 60 岁以上患者最常见的脊柱退行性疾患之一^[1]。1954 年 Verbiest^[2]系统地提出“腰椎管狭窄症”的概念,并认为间歇性跛行是其典型症状。随着半个多世纪的发展和人们对腰椎管狭窄症认识的不断深入,腰椎管狭窄症的概念已越来越完善合理。近年来,国内外腰椎学术会议针对腰椎管狭窄症的诊断、治疗等进行了一系列探讨,并且形成了一些初步的临床指导意见,但仍有许多概念需要继续探讨、统一,并在长期临床工作中得到验证。

我们应当明确“腰椎管狭窄”与“腰椎管狭窄症”的区别。复习文献我们发现,国际上对以上两个概念并无明确区分,“lumbar spinal stenosis”即是腰椎管狭窄的总称;2011 年北美脊柱学会(NASS)公布第 2 版退变性椎管狭窄诊治指南,将其定义为椎管内神经、血管有效占用空间的减少^[3]。此概念淡化了患者临床症状在腰椎管狭窄的定义、诊断、治疗中所起的决定性作用。国内的定义则相对较为规范和严谨,2014 年中国腰椎管狭窄症手术治疗规范中国专家共识组发布“腰椎管狭窄症”的治疗规范^[4],规范中提出:腰椎管狭窄症是由于先天或后天因素所致的腰椎管或椎间孔狭窄,进而引起腰椎神经组织受压、血液循环障碍,出现以臀部或下肢疼痛、神经源性跛行、伴或不伴腰痛症状的一组综合征。临床中很多患者 CT 证实双侧骨性侧隐窝狭窄但无症状,或 CT 显示双侧侧隐窝狭窄但只有单侧症状,过去缺乏满意解释,随着 CT 脊髓造影的出现和人们对椎管解剖的深入认识,我们认为这可能是由于腰椎椎管中神经根逃逸现象^[5]造成的。因此,并不是所有的腰椎管狭窄都产生症状,而只有存在症状的腰椎管狭窄患者才需要接受手术治疗。正确区分“症”的概念,在腰椎管狭窄的诊断、治疗中有极其重要的意义。

普遍认为,按照解剖位置不同,腰椎管狭窄分

为中央型、侧隐窝型和椎间孔型^[6]。此分型也已在临床中广为应用,但深究每一类型的定义和特点,我们不难发现,除了椎间孔型狭窄,中央型、侧隐窝型狭窄的概念都不严谨。另外,中央管和侧隐窝解剖范围比较宽泛,不适于指导制定脊柱微创治疗方案。下文将对目前文献提到的中央管和侧隐窝的解剖,以及相对应的中央管型和侧隐窝型狭窄概念作进一步阐述和分析,并推荐更为合理和精准的分型。

2 腰椎中央管狭窄的再认识

目前认为中央管狭窄是指由椎间盘突出、关节突或黄韧带增生肥厚所导致的椎管中央区域的狭窄,但国内外对中央管的边界并无明确、统一的严格规定^[7]。尤其是中央管狭窄诊断层面存在争议,有学者认为中央管狭窄主要发生在椎间盘水平,但腰椎退变主要发生在盘黄间隙及骨性侧隐窝区,因此诊断平面不应仅限于盘黄间隙水平。Yuan 等^[8]定义中央管狭窄为各种原因导致的中央椎管和硬膜囊形态改变,轴位影像提示脑脊液消失。Schroeder 等^[6]将硬膜囊边缘作为腰椎中央管和侧隐窝区的分界线。Verbiest^[9]认为中央型椎管狭窄即椎管中央矢状径狭窄,矢状径 $<10\text{ mm}$ 即为绝对狭窄, $10\sim 13\text{ mm}$ 为相对狭窄。Ullrich 等^[10]通过 CT 平扫测量椎管横截面积,认为 $<1.45\text{ cm}^2$ 即可诊断中央椎管狭窄。Sirvanci 等^[11]测量 MRI 硬膜囊横断面面积,并将其分为正常($>100\text{ mm}^2$)、轻度狭窄($76\sim 100\text{ mm}^2$)和重度狭窄($<75\text{ mm}^2$)。在国际上对中央管狭窄的争议主要集中在影像学诊断标准上,缺乏对中央管狭窄本质的探索。实际上我们知道,中央管狭窄患者的临床症状与影像学狭窄程度常不成正比。这是由于腰椎管内容物主要为硬膜囊和由硬膜囊发出的神经根,位于硬膜囊内的神经纤维由于无束缚,可活动范围较大,神经纤维的逃逸作用导致卡压现象较少;而位于硬膜囊两边的神经纤维及已经分出的神经根,由于 Hoffmann 韧

带的束缚,可移动范围小,常出现卡压现象。因此,与“腰椎管狭窄”一样,“中央管狭窄”亦应当是一个影像学或解剖学概念,而“中央管狭窄症”为一临床概念。到底如何理解“症”的含义,还需要我们进一步讨论明确。

“中央管狭窄症”的概念在国内更加受到关注,但无论国内外,中央管的范围及“中央管狭窄症”的定义仍缺乏统一认识^[12-13]。我们认为,“中央管狭窄症”是由于椎管中央区(硬膜囊对应区域)狭窄压迫硬膜囊内神经结构,从而导致 1 根或 1 根以上马尾神经损害而出现的临床症状(马尾综合征)。“中央管狭窄症”的概念应当包括两个方面:第一方面,患者出现括约肌障碍(二便功能障碍)或性功能障碍,是由于双侧 S₂、S₃ 神经根中至少 1 根受压的结果(并非压迫 S₂、S₃ 神经根一定出现括约肌或性功能障碍),而 S₂、S₃ 神经根在腰椎管内仅存在于硬膜囊中(中央区),因此 S₂、S₃ 受压时必然可以诊断为“中央管狭窄症”。另一方面, S₁ 以上神经根受压时,则需要根据不同受压位置给出不同定义。以 L_{4,5} 单节段狭窄为例,我们发现 L_{4,5} 节段狭窄既可以出现 L₅ 症状,也可以出现 S₁ 症状(图 1^[14])。但 L₅ 症状的产生是由于 L₅ 神经根于 L_{4,5} 侧隐窝区域受压所致;而 S₁ 神经根在 L_{4,5} 节段紧贴硬膜囊内侧壁走行,此时 S₁ 神经根还位于硬膜囊内, S₁ 神经根症状虽然是由 L_{4,5} 侧隐窝区压迫所致,但仍然应当诊断为“中央管狭窄症”,患者可表现为同侧多根神经根(L₅、S₁)受压表现(图 2),即“中央管狭窄症”并不完全由中央管狭窄引起,也可以由侧隐窝狭窄引起,中央管狭窄、侧隐窝狭

窄和“中央管狭窄症”、“侧隐窝狭窄症”是相互独立且部分交叉的概念。因此我们认为,应该重新严格定义“中央管狭窄症”的概念:压迫发生在硬膜囊对应区域,从而产生的相应硬膜囊内的神经根压迫症状(单根或多根神经根症状或马尾综合征)。但是,准确区分神经根压迫部位是位于侧隐窝区还是中央区,对手术治疗方案的选择具有重要的意义。

基于以上分析,我们重新审视了目前腰椎管狭窄症内镜治疗的入路选择原则。随着脊柱内镜技术的飞速发展,脊柱内镜手术的适应证已从由单纯椎间盘突出、膨出,发展到目前复杂的椎间盘突出及各种类型的椎管狭窄、滑脱等^[15-17]。之前普遍认为脊柱内镜手术治疗“中央管狭窄症”非常困难,尤其是黄韧带和小关节突增生所致的中央管狭窄。后来, Komp 等^[18-19]采用椎板间入路治疗腰椎中央管狭窄取得较满意疗效; Lee 等^[20]也采用单侧单通道椎板间入路行椎板减压治疗中央管狭窄患者,取得良好临床疗效。越来越多学者采用椎板间入路治疗中央管狭窄患者,扩大了经皮内镜治疗椎管狭窄的适应证。目前普遍认为,椎间孔入路可以处理除中央区以外的狭窄类型,而椎板间入路适用于除椎间孔狭窄以外的其他类型^[19-22]。随着脊柱内镜技术的提高和广泛应用,目前已可通过单侧椎间孔入路进行腹侧减压,治疗部分类型的中央管狭窄症患者。我们认为对于中央管狭窄症患者,背侧减压更为重要。基于对“中央管狭窄症”概念的充分理解和认识,我们首次尝试应用双侧入路椎间孔镜技术,实现背侧和腹侧的减压,治疗由侧隐窝狭窄

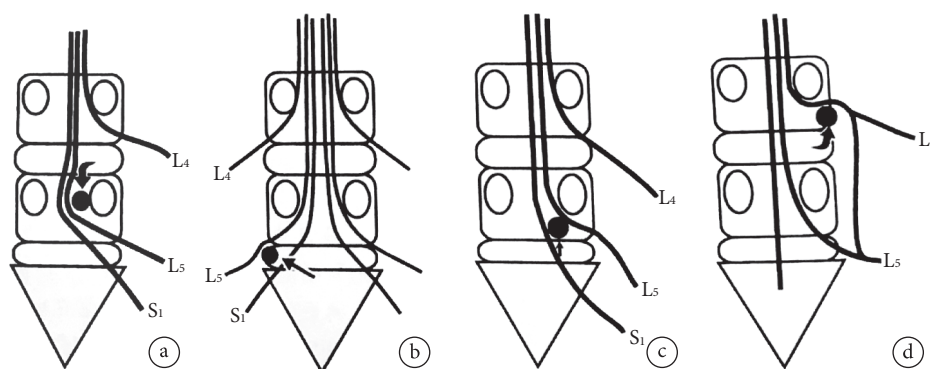


图 1 单节段椎间盘突出 (L_{4,5} 或 L₅、S₁) 压迫同侧双根示意图 a. L_{4,5} 椎间盘突出向内侧移位(同时有向下移位)压迫 L₅ 和 S₁ 神经根; b. L₅、S₁ 椎间盘突出向外侧移位压迫 L₅ 和 S₁ 神经根; c. L₅、S₁ 椎间盘突出向头侧和内侧移位压迫 L₅ 和 S₁ 神经根; d. 椎间孔内 L_{4,5} 椎间盘突出导致 L₄ 和 L₅ 神经根受压表现

Fig.1 Schematic diagram of single-level disc herniation (L_{4,5} or L₅, S₁) compress double nerve roots a. Both L₅ and S₁ nerve roots were compressed by medial and downward displacement of L_{4,5} disc herniation; b. Both L₅ and S₁ nerve roots were compressed by lateral displacement of L₅, S₁ disc herniation; c. Both L₅ and S₁ nerve roots were compressed by medial and upward displacement of L₅, S₁ disc herniation; d. Both L₄ and L₅ nerve roots were compressed by intraforaminal L_{4,5} disc herniation

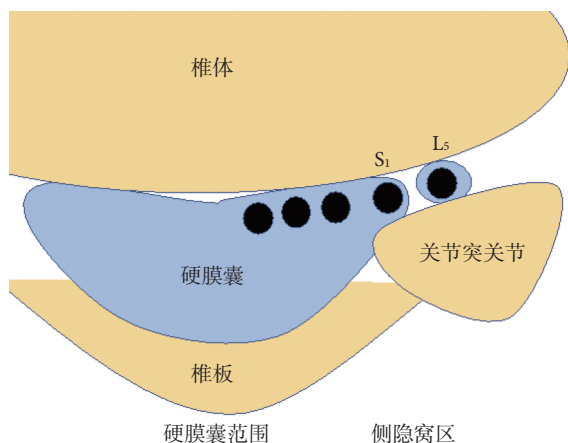


图2 L_{4,5}侧隐窝狭窄致S₁神经根受压示意图

Fig.2 Schematic diagram of S₁ nerve root compressed by L_{4,5} lateral recess stenosis

导致的“中央管狭窄症”患者。2016年2月—2018年4月，四川大学华西医院孔清泉教授团队采用椎间孔入路椎间孔镜手术治疗53例伴有同侧多根症状的单节段腰椎“中央管狭窄症”患者，所有患者术前证实压迫来源于侧隐窝狭窄，平均随访13.6个月；所有患者手术时间(116.4±36.8)min，住院时间(6.3±0.7)d，总体满意率97.9%。

总之，我们应重新理解和认识到腰椎“中央管狭窄”为一解剖概念，“中央管狭窄症”为一临床概念。我们应重新定义“中央管狭窄症”的概念：只有压迫硬膜囊区域并且产生相应的神经根症状才叫做“中央管狭窄症”。部分由于侧隐窝狭窄导致的“中央管狭窄症”也完全可以通过椎间孔入路脊柱内镜治疗，并且相对于椎板间入路有着诸多优势。但经皮内镜治疗此类中央型腰椎管狭窄应当严格把握适应证，严重的“中央管狭窄症”尤其是合并二便或性功能障碍的患者，选择内镜治疗时应慎重，切不可为了微创而微创，为了达到更充分的减压效果，必要时不得不开放传统手术。

3 腰椎侧方椎管狭窄的再认识

目前按照解剖狭窄部位的不同可分为中央型及侧方型腰椎管狭窄症，后者又可进一步分为侧隐窝狭窄症、椎间孔狭窄症及孔外狭窄症。但是，侧隐窝的概念始终没有一个准确、统一、公认的定义，尤其是侧隐窝的具体边界、毗邻都存在许多争议，充分理解侧隐窝的概念及科学的分型是临床诊断及治疗的基础。

国内外研究者对腰椎管侧隐窝概念的认识经

历了漫长的过程，对其也有诸多不同表述，如神经根管(radicular canal)、腰神经根沟(lumbar radicular groove)、侧方沟(lateral gutter)、侧方椎管(lateral lumbar spinal canal)等^[23-25]；此区域的狭窄也被不同命名，如关节突下狭窄(subarticular stenosis)、椎弓根下狭窄(subpedicular stenosis)、上关节突综合征(superior facet syndrome)、侧隐窝综合征(lateral recess syndrome)等^[26-29]，但始终没有一个公认的命名。具有里程碑意义的两个概念，一个是“神经根管”^[23-25]，其定义为由神经根从硬膜囊分出开始，到离开椎管所经过的通道。神经根管的边界和范围高度根据神经根的走行而决定，而不同节段的神经根从硬膜囊分出的位置、行走的方向各不相同，即便是相同节段也会因人而异。因此，此概念并不利于精确描述神经根致压位置，甚至会带来混淆。第二个概念就是“侧隐窝”，Epstein等^[26]最先提出的侧隐窝概念定义为关节突下内半侧覆盖的区域(即狭义的骨性侧隐窝)；Vital等^[23]的理解与Epstein等相似，为狭义的骨性侧隐窝，等同于广义的骨性侧隐窝上半部，此区域为上关节突根部与椎体后缘围成的骨性范围。Cric等^[27]认为侧隐窝应为上关节突前方对应的区域[包括狭义的骨性侧隐窝(或广义骨性侧隐窝上半部)及关节突前方的部分盘黄间隙]。Spivak^[30]认为的侧隐窝为硬膜囊外侧到椎弓根内侧的全部区域，此区域便是广义的骨性侧隐窝概念。虽然侧隐窝的概念相对于神经根管有了明确的边界和毗邻，但不同人对侧隐窝的理解仍然不同。直至1988年，Lee等^[28]将上述混乱的概念名词统一，提出侧方腰椎管区域(lateral lumbar spinal canal, LLSC)的概念，并根据该区域常见狭窄部位病理解剖的不同进一步分为入口区、中间区、出口区。Lee等的分型目前为大部分学者接受并在临床中应用，但我们认为该分型依然存在很多表述不明确之处，例如入口区、中间区交界不清，各部分未明确解剖边界和毗邻等，同时，LLSC的范围依赖于神经根走行，因此其本质还是“神经根管”^[31]。

经过了几十年对侧隐窝的不断深入认识和新概念的不断提出，各种分型层出不穷，但是仍然没有一种侧隐窝区分型可以给各个区域一个明确定义和分界，更无法指导临床治疗。2018年，我们在大量临床研究和解剖数据分析的基础上，沿用“LLSC”的概念并重新明确定义，提出“腰椎侧方椎管”的华西分型指导手术决策^[17]，得到了业界认可。我们认为“腰椎侧方椎管”是位于腰椎管

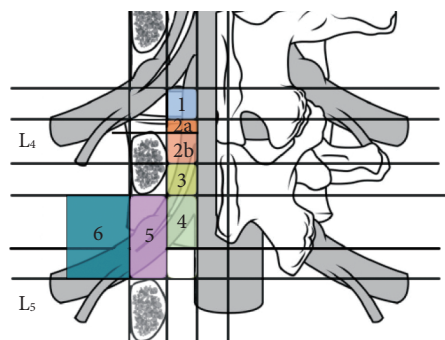


图3 腰椎侧方椎管华西分型示意图 (L₅ 神经根的左侧 LLSC 分区)

Fig.3 West China Hospital classification of lumbar lateral spinal canal (LLSC region of left L₅ nerve root)

侧方的狭长区域,包括了腰椎神经根走行的全部区域。腰椎侧方椎管根据解剖和病理特点应当分为6个区域:盘黄间隙(1区)、骨性侧隐窝上部(2a区+2b区)、骨性侧隐窝下部(3区)、椎间孔内侧区(4区)、椎间孔区(5区)、椎间孔外区(6区),见图3^[17]。我们对每个区域的骨性标志、起始点、毗邻都作了明确界定。1、2、5区为腰椎应力集中的区域,因此也是退变最常发生的区域,我们发现,81.5%的LLSC狭窄患者发生在1区和/或2区。而3、4区为骨性环结构,无应力集中,因此很少发生退变性狭窄,主要致压原因为游离椎间盘突出、骶环离断、后纵韧带骨化及峡部裂性腰椎滑脱等。6区为椎间孔外侧区域,是极外侧椎间盘突出最常发生的致压区域。椎间盘纤维环附着点位于下位椎体上缘3 mm范围内,因此我们将此部分命名为2a区(纤维环附着处),2区剩余部分为2b区。2a区由于纤维环附着点的存在,成为神经根受压最常见的部位,同时也是内镜手术术中重点探查和减压的区域。

我们定义的腰椎侧方椎管首先是一个稳定的区域,它不随神经根走行的变异而改变,并且有明确的骨性标志,可以在术前影像学辅助下和在术中定位诊断。其次,腰椎侧方椎管的华西分型是一个符合脊柱运动功能特点的分型方法,更重要的意义在于指导手术方案制定。基于此分型指导治疗方案选择:2、3、4区为骨性结构包围成的区域,空间大小极少会随体位变化而改变,因此,发生于此区域的神经根压迫必须保证术前精确定位和术中充分减压;而某些位于1、5区的狭窄患者,由于致压因素常为椎间盘、黄韧带等软性结构,部分患者可行间接减压治疗,如斜外侧腰椎椎间融合术。经皮内镜入路选择时,术前明确压迫定位也有着极

高的指导意义:3、4区由骨性环构成,由于椎弓根遮挡,椎板间入路更加便捷;相反,累及1、5、6区的狭窄优先选择椎间孔入路。另一方面,此分区对术中减压要求也有重要指导意义,例如1区狭窄主要为软性压迫,腹侧减压格外重要;2区狭窄尤其是2a区狭窄,主要为背侧骨性压迫,背侧关节突和腹侧纤维环附着处彻底、充分的减压是保证手术疗效的关键因素,2a区的提出提醒我们应对纤维环附着点减压额外重视。因此,我们只需要在术前明确LLSC狭窄的致压部位,在分型的指导下选择最优手术方案、关节突成型区域和术中减压重点,从而保证术后疗效。

4 总结与展望

任何新兴微创技术的出现和发展都离不开人们对脊柱结构、生物力学特点、发病机制的深入理解和思考,人们对腰椎管狭窄症经过半个多世纪的不断认识、发现和发展,已经取得了长足的进步。但是,人们对椎管内区域和中央管、侧隐窝的认识仍然存在许多不足和可探讨之处。以上是我们对以上问题的一些新的认识和浅见,有待广大脊柱医师共同努力验证和探讨,以创造腰椎管狭窄症微创治疗更好的明天!

本期将从腰椎管狭窄症的基本概念入手,对腰椎管狭窄症的发病机制、诊断、分类及治疗相关问题和争议进行探讨,主要包括脊柱微创技术(如通道辅助的微创经椎间孔入路椎间融合术、脊柱经皮内镜技术)在各种类型腰椎管狭窄症患者中的应用;另外,还对目前腰椎管狭窄症中其他热门话题(如手术融合指征、神经根沉降征的意义、术前邻近节段退变对手术疗效的影响等)进行总结归纳和展望,以期在广大同道中引发进一步探讨,力争对“腰椎管狭窄症”的认识达到新的高度。

作者贡献:王玉负责本文数据收集、整理、统计分析、绘图、文章撰写等;孔清泉负责科研设计、观念的提出、既往研究成果的搜集与汇总;陈仲强负责文章的整体设计与把握、新概念的提出与思考。

利益冲突:所有作者声明,在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

参考文献

- Katz JN, Harris MB. Clinical practice. Lumbar spinal stenosis. *N Engl J Med*, 2008, 358(8): 818-825.

- 2 Verbiest H. A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. *J Bone Joint Surg (Br)*, 1954, 36-B(2): 230-237.
- 3 北美脊柱学会(NASS). 退变性椎管狭窄诊治指南. 2版. 2011. <https://www.spine.org/Pages/ResearchClinicalCare/QualityImprovement/ClinicalGuidelines.aspx>
- 4 腰椎管狭窄症手术治疗规范中国专家共识组. 腰椎管狭窄症手术治疗规范中国专家共识 (2014年). *中华医学杂志*, 2014, 94(35): 2724-2725.
- 5 侯树勋, 吴闻文, 商卫林, 等. 腰椎管侧隐窝狭窄症的再认识. *中华骨科杂志*, 1997, (12): 7-9.
- 6 Schroeder GD, Kurd MF, Vaccaro AR. Lumbar spinal stenosis: how is it classified? *J Am Acad Orthop Surg*, 2016, 24(12): 843-852.
- 7 Weber C, Rao V, Gulati S, *et al.* Inter- and intraobserver agreement of morphological grading for central lumbar spinal stenosis on magnetic resonance imaging. *Global Spine J*, 2015, 5(5): 406-410.
- 8 Yuan S, Zou Y, Li Y, *et al.* A clinically relevant MRI grading system for lumbar central canal stenosis. *Clin Imaging*, 2016, 40(6): 1140-1145.
- 9 Verbiest H. Stenosis of the lumbar vertebral canal and sciatica. *Neurosurg Rev*, 1980, 3(1): 75-89.
- 10 Ullrich CG, Binet EF, Sanecki MG, *et al.* Quantitative assessment of the lumbar spinal canal by computed tomography. *Radiology*, 1980, 134(1): 137-143.
- 11 Sirvanci M, Bhatia M, Ganiyusufoglu KA, *et al.* Degenerative lumbar spinal stenosis: correlation with Oswestry Disability Index and MR imaging. *Eur Spine J*, 2008, 17(5): 679-685.
- 12 Azimi P, Mohammadi HR, Benzel EC, *et al.* Lumbar spinal canal stenosis classification criteria: a new tool. *Asian Spine J*, 2015, 9(3): 399-406.
- 13 Laudato PA, Kulik G, Schizas C. Relationship between sedimentation sign and morphological grade in symptomatic lumbar spinal stenosis. *Eur Spine J*, 2015, 24(10): 2264-2268.
- 14 McCulloch JA. 脊柱外科微创手术精要. 邹海波, 译. 北京: 世界图书出版公司, 2014: 231-232.
- 15 Wang Y, Yan Y, Yang J, *et al.* Outcomes of percutaneous endoscopic trans-articular discectomy for huge central or paracentral lumbar disc herniation. *Int Orthop*, 2019, 43(4): 939-945.
- 16 王玉, 孔清泉, 宋跃明. 精准椎间孔成形减压术治疗腰椎侧隐窝狭窄症的近期疗效分析. *中国修复重建外科杂志*, 2017, 31(11): 1334-1340.
- 17 Wang Y, Dou Q, Yang J, *et al.* Percutaneous endoscopic lumbar decompression for lumbar lateral spinal canal stenosis: classification of lateral region of lumbar spinal canal and surgical approaches. *World Neurosurg*, 2018, 119: e276-e283.
- 18 Komp M, Hahn P, Merk H, *et al.* Bilateral operation of lumbar degenerative central spinal stenosis in full-endoscopic interlaminar technique with unilateral approach: prospective 2-year results of 74 patients. *J Spinal Disord Tech*, 2011, 24(5): 281-287.
- 19 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.
- 20 Lee CW, Yoon KJ, Jun JH. Percutaneous endoscopic laminotomy with flavectomy by uniportal, unilateral approach for the lumbar canal or lateral recess stenosis. *World Neurosurg*, 2018, 113: e129-e137.
- 21 Ahn Y. Percutaneous endoscopic decompression for lumbar spinal stenosis. *Expert Rev Med Devices*, 2014, 11(6): 605-616.
- 22 Shin SH, Bae JS, Lee SH, *et al.* Transforaminal endoscopic decompression for lumbar spinal stenosis: a novel surgical technique and clinical outcomes. *World Neurosurg*, 2018, 114: e873-e882.
- 23 Vital JM, Lavignolle B, Grenier N, *et al.* Anatomy of the lumbar radicular canal. *Anat Clin*, 1983, 5(3): 141-151.
- 24 Lassale B, Morvan G, Gottin M. Anatomy and radiological anatomy of the lumbar radicular canals. *Anat Clin*, 1984, 6(3): 195-201.
- 25 Crock HV. Normal and pathological anatomy of the lumbar spinal nerve root canals. *J Bone Joint Surg (Br)*, 1981, 63B(4): 487-490.
- 26 Epstein JA, Epstein BS, Rosenthal AD, *et al.* Sciatica caused by nerve root entrapment in the lateral recess: the superior facet syndrome. *J Neurosurg*, 1972, 36(5): 584-589.
- 27 Ciric I, Mikhael MA, Tarkington JA, *et al.* The lateral recess syndrome. A variant of spinal stenosis. *J Neurosurg*, 1980, 53(4): 433-443.
- 28 Lee CK, Rauschnig W, Glenn W. Lateral lumbar spinal canal stenosis: classification, pathologic anatomy and surgical decompression. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1988, 13(3): 313-320.
- 29 Schlesinger PT. Incarceration of the first sacral nerve in a lateral bony recess of the spinal canal as a cause of sciatica. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1955, 37-A(1): 115-124.
- 30 Spivak JM. Degenerative lumbar spinal stenosis. *J Bone Joint Surg (Am)*, 1998, 80(7): 1053-1066.
- 31 Wang Y, Kong Q. To the editor. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017, 42(20): E1212-E1213.

收稿日期: 2019-04-07 修回日期: 2019-05-24
 本文编辑: 王雁