

# 颈椎椎间孔狭窄因素及其动态变化情况的研究进展

梁栋<sup>1</sup> 周红海<sup>1△</sup> 苏少亭<sup>1</sup> 余进爵<sup>1</sup>

[关键词] 颈椎;椎间孔;狭窄;动态变化

[中图分类号] R681.5 [文献标志码] A [文章编号] 1005-0205(2017)07-0076-04

颈椎椎间孔是颈脊神经根出椎管和周围血管进出椎管的通道,临床上神经根型颈椎病的发生往往存在着颈椎间孔的病理性变化。另外,颈椎活动时椎间孔也会产生一定的改变,对颈神经根产生位移影响,这种影响若超出生理范围,也会刺激颈神经根继而出现临床症状。本文围绕近年来颈椎间孔狭窄的病理变化及颈椎间孔动态变化两种情况对神经根型颈椎病的影响进行文献综述。

## 1 颈椎椎间孔狭窄的病理性因素

### 1.1 颈椎间盘的退变

颈椎间盘高度随着年龄增加出现先增高再降低的趋势,在39~48岁年龄组具有最大值。这是由于在年龄较小阶段,颈椎骨骼还未完全定型,尚能生长,因此随着年龄增大,颈椎间盘高度也将由于成长而增大,在超过一定年龄后,颈椎由于长期受压,导致椎间盘内部分软组织退化,水分流失,而造成随年龄继续增长椎间盘高度出现明显降低的趋势<sup>[1]</sup>。颈椎间盘高度的降低和椎间孔面积减小有一定程度的正相关性。颈椎间盘退变如髓核突出或脱出则是导致椎间隙高度降低继而引起椎间孔狭窄的重要因素,但椎间盘高度的降低对椎间孔的宽度影响却很小。Hasegawa等<sup>[2]</sup>研究发现椎间孔高度 $\leq 15$  mm或者椎间盘高度 $\leq 4$  mm时,椎间孔的面积会明显减少。Lu等<sup>[3]</sup>研究发现椎间隙的高度减少1 mm,椎间孔面积减少20%~30%;椎间隙的高度减少2 mm,椎间孔的面积减少30%~40%;椎间隙狭窄超过3 mm,椎间孔的面积减少35%~45%,两者呈明显的正比例关系。杨睿等<sup>[4]</sup>发现颈椎

间孔的内、中、外3个位置中以中间孔最容易受椎间隙高度影响而狭窄加重,外口次之。椎间隙高度减少对椎间孔内口面积的影响是最小的。当颈椎椎间隙高度降低30%时,椎间孔中间面积首先显著变小,而当椎间高度降低40%时外口面积显著缩小,降低50%之后内口面积才显著缩小。但是在正常颈椎间孔入口关节突内侧0.6 cm的范围内最狭窄,颈神经根在内口受嵌压机率较高。其主要原因是内口的前后径较外口的前后径小,而上下径基本一致,且椎间孔内口处形成有颈神经膨大,使此处相对狭窄<sup>[5]</sup>。刘陈平等<sup>[6]</sup>通过研究263个狭窄颈椎间孔,发现存在椎间隙狭窄的有51个,但是单纯椎间隙狭窄引起的椎间孔狭窄仅3个。这说明虽然椎间盘高度降低是椎间孔狭窄的直接因素,但在临床上椎间孔狭窄导致的病症产生过程中常有颈椎其他因素共同参与。如颈椎椎间盘髓核突出或脱出,颈椎钩椎关节增生,关节突增生、错位等。

在颈椎间盘退变中,后外侧型颈椎间盘髓核突出也是导致椎间孔狭窄的另一直接因素。刘陈平等<sup>[6]</sup>研究还发现造成椎间孔区狭窄,其神经根袖受压的椎间盘突出有75个,其中后外侧型突出占84%(63个),中央型突出占16%(12个)。各年龄组中椎间盘突出均以C<sub>5</sub>~C<sub>6</sub>节段高发,椎间盘突出与椎间孔狭窄在发生节段上一致。在颈椎间盘突出导致的椎间孔狭窄中,颈神经根受压是其加重的结果。

### 1.2 关节突关节退变及移位

颈椎间孔的关节突关节的退变及移位均会导致相应的椎间孔产生不同程度的狭窄。椎间盘退变是影响关节突关节发生退变的重要原因。当椎间隙高度减低时,关节突关节承受的轴向负荷会加重,出现关节突关节增生肥大以及关节囊钙化等,这些退行性改变会凸向椎间孔并进一步导致椎间孔狭窄。颈椎的关节突关节面具有自前上向后下倾斜的解剖特点,当颈椎间盘退变,其支撑力和载荷力下降时,关节突关节会发生一定程度的松动。上位椎体的下关节突可沿着这个斜面

基金项目:广西教育厅课题(2004.20)

广西卫计委课题(ZD200857)

国家自然科学基金地区项目基金(81360552,81660800)

<sup>1</sup> 广西中医药大学(南宁,530001)

本文第一作者为广西中医药大学2016级在读研究生

<sup>△</sup>通信作者 E-mail:393978686@qq.com

向后滑动而发生移位,下位椎体的上关节突从而会凸入到椎间孔内,这就会造成颈椎间孔的前后径明显变窄,同时上下径伴随着颈椎间盘退变、高度的降低也会相应地变窄。张明才等<sup>[7]</sup>研究发现,在颈椎间孔狭窄的各种骨性因素中,关节突关节位置关系异常(即骨错缝)居于首位。他们通过对 69 例神经根型颈椎患者的 X 线片进行观察和分析,颈椎间孔狭窄因素以关节突关节位置关系异常居多,占 94.1%。而关节突关节位置关系异常以 C<sub>5~6</sub> 和 C<sub>6~7</sub> 为多发节段。在研究单侧关节突关节脱位时,Ebraheim 等<sup>[8]</sup>发现在单侧关节突脱位后,非脱位侧的颈椎间孔面积变化为(50.72±0.88)mm<sup>2</sup>~(67.82±4.77)mm<sup>2</sup>,其椎间孔高度变化为(9.02±0.03)mm~(10.52±0.50)mm。脱位侧颈椎间孔面积变化为(41.39±1.11)mm<sup>2</sup>~(113.77±5.65)mm<sup>2</sup>,高度变化为(10.43±0.50)mm~(17.04±0.96)mm。另外其还发现两侧颈神经根的外径并没有很明显的改变,所以 Ebraheim 等<sup>[8]</sup>认为单侧关节突关节脱位后引起的神经损伤的原因很有可能是颈神经根在脱位侧受到牵拉,而不是直接被脱位的下关节突挤压。因此,在临床上通常认为颈椎间盘的退变继而引起颈椎上下关节突关节的退变增生及移位,是颈神经根从后外侧壁受嵌压的主要因素。

### 1.3 钩椎关节骨质增生

颈椎的钩椎关节起到一定的稳定颈椎和承载部分脊柱轴向负荷的作用。王江渝<sup>[9]</sup>研究发现颈椎间孔的高度与钩突基底宽呈正比,与钩突基底长显著负相关。颈椎间孔的宽度与椎间隙后高呈正相关,与冠状位钩突高及钩突基底长分别呈正、负相关。当颈椎间盘退变及其高度减低时,钩椎关节应力会增加从而刺激其发生骨质增生。尤其颈椎过度活动、劳损和外伤后钩椎关节出现松动及创伤性炎症反应,局部可能出现骨膜撕裂、出血等病理过程,血肿机化、骨膜增生进一步刺激骨赘形成<sup>[10]</sup>。钩椎关节后外侧面构成颈椎间孔的前内侧壁,所以钩椎关节骨赘容易突入椎间孔内,从而压迫神经根。刘陈平等<sup>[6]</sup>研究发现在 263 个狭窄椎间孔中,钩椎关节骨质增生达到 197 个,占总数的 74.9%。喻忠等<sup>[11]</sup>通过三维 CT 扫描分析了 421 个狭窄椎间孔,发现颈椎间孔狭窄原因中钩椎关节骨质增生占 35.2%,所占比例居各类狭窄原因的首位。均认为导致颈椎间孔狭窄的原因以钩突关节骨质增生为主,而且钩椎关节骨质增生的先后部位在临床上有一定的规律性。李曙明等<sup>[12]</sup>通过观察 560 例钩椎关节增生导致颈椎间孔狭窄的患者中发现随着年龄的增长,钩椎关节的增生最先从椎体后方开始,再到侧后方增生,最后到侧方的增生,其推测在颈椎退变早期,钩椎关节前后活动较多,因此发生椎体前后位的增生较多见。

随着年龄的增长、椎间盘的退变和椎间隙高度的丢失,钩椎关节预防椎体侧方移位的作用逐步减弱,也就逐渐发生侧后方甚至侧方的增生。Tubbs 等<sup>[13]</sup>研究发现钩椎的高度和颈椎间孔大小是呈负相关关系的,而且还认为颈椎间隙退变程度和钩椎对颈椎间孔面积的影响程度并无直接联系,当颈椎侧曲时,同侧的钩椎关节还能起到协助同侧关节突关节维持同侧颈椎间孔大小的作用。

### 1.4 后纵韧带骨化

颈椎后纵韧带骨化症是颈椎后纵韧带异位骨化,从而诱发椎管内脊髓压迫和神经根功能恶化的一种疾病。目前临床上推荐 CT 三维重建作为影像学诊断颈椎后纵韧带骨化症的标准检查方法<sup>[14]</sup>。Chang 等<sup>[15]</sup>发现使用颈椎 CT 在矢状位和冠状位三维重建来诊断颈椎后纵韧带骨化症,其准确率可达 90% 以上。相关研究已经证实由于颈椎间盘退变导致的椎间隙变窄,椎间不稳,异常活动增加等,引起颈椎应力异常,后纵韧带受到反复异常刺激及自身的退变,可引起异常增生、肥厚,甚至出现软骨化、骨化,与硬膜囊粘连<sup>[16]</sup>。当颈椎后纵韧带骨化带向两侧延伸时会导致颈椎间孔狭窄。赵生忠等<sup>[17]</sup>在 23 例颈椎后纵韧带骨化患者的 CT 研究中发现有 10 例后纵韧带骨化向侧方延伸至椎间孔导致椎间孔狭窄,其中双侧和单侧椎间孔受累各占 5 例。CT 扫描发现骨化块在椎间孔内伸展的形态、大小及厚度不尽相同,其对颈神经根的影响程度也不一样。当延伸至椎间孔的后纵韧带骨化带的厚度和形态与椎管内后纵韧带骨化带的大致相同时,椎间孔狭窄程度较重;如果延伸至椎间孔的骨化带侧缘为线状时,椎间孔狭窄程度则较轻。在同一患者同一节段,由于骨化的匀称或不匀称,两侧椎间孔狭窄及骨化情况也可以对称或各异。

### 1.5 颈椎曲度的改变

颈椎曲度变直或反弓的变化与颈椎间孔大小有密切关系,是其狭窄的重要间接因素。Wei 等<sup>[18]</sup>在颈椎曲度变直的模型中,研究发现颈椎的活动度较正常范围减少 24%~33% 时,应力会增加 5%~95%,其中 C<sub>3~4</sub> 和 C<sub>4~5</sub> 的关节突关节、钩椎关节和椎间盘出现应力集中。魏威等<sup>[19]</sup>应用生物力学试验应力分析法研究发现颈椎生理曲度变直引起椎间活动度明显减少,下颈椎的小关节、钩椎关节、椎间盘应力集中,出现扭转失稳状态,导致颈椎不稳从而加速颈椎退化。当这些部位长时间应力集中会加速其退行性变,从而间接影响颈椎间孔的大小。

当颈椎曲度发生异常时,必将导致脊柱生物力学功能紊乱,从而加速颈椎各个结构的退变,导致椎间孔发生狭窄,引起脊神经根受压迫出现相应的临床症状。

因此,许多文献反复强调颈椎生理曲度的在诊断治疗颈椎病的重要性,是有解剖和生理基础的。

## 2 颈椎动态和牵压时颈椎椎间孔的变化

在临床上如果能够更好地认识颈椎动态和外力作用时颈椎间孔的变化规律,则能更好地指导临床上开展颈椎病的预防、诊治和康复锻炼工作。

脊柱运动时椎间孔大小可以发生变化,而且椎间孔和脊神经根正常可以相互运动。颈椎间孔狭窄对脊神经根压迫的过程中,不同部位的脊神经根受嵌压的机率不一样。李英平等<sup>[20]</sup>发现第4,5,6脊神经根受嵌压的机率要高于其他部位。其测量发现颈4,5,6的椎间孔前后径及上下径测值较小,颈3,7的较大。芮炳峰等<sup>[21]</sup>研究发现在颈椎间孔与其相应的脊神经根各径线比值和横截面积比值中, $C_5 \sim C_7$ 比值较高,此段较容易发生神经根嵌压。正常的颈椎间孔平均长度在0.54~0.65 cm之间,且从上到下椎间孔长度逐渐增加,使得下颈段的脊神经根受嵌压的机率相对上颈段要高<sup>[22]</sup>。Kuijper等<sup>[23]</sup>研究发现单一神经根受压的原因为椎间盘突出,多个神经根受压的常见原因为骨性椎间孔的狭窄,在有症状的神经根受压节段,椎间盘突出为最常见原因。在无症状节段中,骨性椎间孔狭窄更常见。由椎间盘突出引起的神经根受压,患者多有相应节段的神经根受压症状。

在正常颈椎结构情况下,头颈部的运动会使颈椎间孔发生轻微变化,但是不至于压迫脊神经根。芮炳峰等<sup>[21]</sup>研究表明在屈颈时上下关节突沿矢状面上下、前后移动,椎间孔前后径增大。伸颈时上下关节突聚合,椎间孔前后径、上下径均缩小。颈部旋转时,旋转侧椎间孔上下径、前后径以及截面面积均增大。相反,对侧的椎间孔的上下径、前后径以及截面面积则会缩小。Muhle等<sup>[24]</sup>通过观察正常人体颈椎在不同方向活动时颈椎间孔形态的变化,发现颈椎屈曲40°时,椎间孔横截面积会增大31%。颈椎伸展30°时,椎间孔横截面积则缩小20%。头部侧曲20°或40°时,椎间孔横截面积分别缩小15%和23%。也有研究表明<sup>[25]</sup>,当颈椎屈曲20°或30°时,其椎间孔直径分别增大10%和13%。伸展20°或30°时,其椎间孔直径分别缩小8%和10%。余情等<sup>[26]</sup>通过CT扫描发现在侧弯侧的椎间孔的截面面积可减少13.07%,而对侧孔的截面面积会相应增大19.84%。侧弯侧的椎间孔面积变化百分比和侧弯角度呈负相关,对侧的椎间孔面积变化百分比则与侧弯角度呈正相关的关系。人体直立位和卧位时测量颈椎间孔的面积也有差异,叶强等利用2D/3D图像配准方法共测得56个椎间孔卧位及直立位两位置椎间孔面积,卧位椎间孔面积为 $(50.9 \pm 14.2) \text{ mm}^2$ ,直立位椎间孔面积为 $(83.6 \pm 23.5) \text{ mm}^2$ 。

其研究测量的直立位椎间孔较卧位椎间孔面积有明显差异,考虑因卧位与直立位颈椎屈伸角度不同所致,卧位时颈椎处于中立(即 $C_2$ 椎体后缘与 $C_7$ 椎体后缘角度为零),而直立位时颈椎位于后伸状态,此时椎间盘后高增高,同时椎间孔面积亦随着增大<sup>[27]</sup>。

颈椎受到不同外力和角度牵引时,椎间孔会产生明显的变化。Takasaki等<sup>[28]</sup>研究发现颈椎纵轴牵引试验在12 kg质量牵引时除了 $C_7 \sim T_1$ 椎间孔外,其余颈椎间孔的横截面积增加约120%。另外还发现 $C_{4 \sim 5}$ 和 $C_{5 \sim 6}$ 椎间孔形状在纵轴中立位挤压试验和椎间孔侧方挤压试验中是明显不一样的,总的来看中段的颈椎间孔变化是最明显的。Liu等<sup>[29]</sup>通过分别对颈椎施加5,10,15 kg的质量牵引时发现椎间孔面积会相应增加5.81%,16.56%和18.9%。椎间孔高度则相应增高3.75%,8.67%和10.43%<sup>[29]</sup>。在颈椎动态牵引治疗方面,麻国尧等<sup>[30]</sup>研究发现当颈椎牵引的角度为前屈0°~15°时,椎间孔、椎间隙、后关节突之间的间距加大,椎间盘的拉应力适宜,压应力较小;而后伸位牵引随着角度的增大,相邻椎间孔间距变小,其中 $C_{5 \sim 6}$ 和 $C_{6 \sim 7}$ 最明显;在0°牵引时钩椎关节间距最大,随前屈、后伸角度变大间距变小。所以其建议临床对于神经根型颈椎病患者应采用不超过15°的前屈位牵引,钩椎关节增生明显者,宜采用0°的牵引,单纯椎间盘膨出的早期患者可以采用小于10°的后伸位牵引,利于椎间盘的回纳、缓解肌肉紧张和恢复异常曲度。同时,汪芳俊等<sup>[31]</sup>通过研究也建议有颈椎间孔狭窄征象时,应采用不超过20°的前屈位牵引,这样有利于最大限度地增加椎间孔距离,减轻对神经根的压迫。而且牵引角度大于20°时,钩椎关节间距变化全部为负值,说明大角度牵引使钩椎关节间距反而减小,这对颈椎病是不利的。而如果颈椎关节突增生导致椎间孔狭窄明显者,宜略前屈15°~20°牵引治疗。

## 3 小结

颈椎间孔是脊神经根出椎管的重要通道。随着神经根型颈椎病的诊治发展,颈椎间孔狭窄的临床研究也越来越受到的重视。文中颈椎的椎间盘退变、上下关节突关节退变及移位等六个因素均是导致椎间孔狭窄的重要原因。其中值得注意的是椎间盘的退变对椎间孔面积改变的影响是最大的,也是最重要和最根本的致病因素。临床上往往存在多种相互密切联系的病理因素导致颈椎间孔的狭窄,产生的症状轻重不一定和某个因素呈明显的正相关,所以在临床诊断神经根型颈椎病上,需要明确诊断导致疾病发生和最有可能影响疾病预后的最关键因素,这样才能有利于下一步治疗方案的制定。同时,颈椎动态活动和外力牵压时颈椎间孔面积的变化,对指导椎间孔狭窄的临床治疗

和康复锻炼的意义不可忽视。同时运用三维成像技术进行椎间孔的研究,确定科学合理的颈椎牵引力量和角度则更有利于疾病的治疗。

## 参考文献

- [1] 刘伟强,蒲婷,顾洪生,等.中国人颈椎间盘尺寸分析[J].清华大学学报:自然科学版,2014,54(2):172-177.
- [2] Hasegawa T,Howard AN,Haughton VM,et al. Lumbar foraminal stenosis: critical heights of the intervertebral discs and foramina[J]. J Bone Joint Surg Am,1995,77(1):32-38.
- [3] Lu J,Ebraheim NA,Huntoon M,et al. Cervical intervertebral disc space narrowing and size of intervertebral foramina[J]. Clin Orthopaed Relat Res,2000,370(3):259-264.
- [4] 杨睿,黄霖.激光扫描多平面动态测量下颈椎椎间高度退变后椎间孔的变化[J].中国临床解剖学杂志,2011,29(5):527-531.
- [5] 吴强,李康华,下颈椎关节突关节解剖及生物力学研究进展[J].中国脊柱脊髓杂志,2006,16(9):715-718.
- [6] 刘陈平,陆娜,强金伟,神经根型颈椎病患者椎间孔狭窄的特点及原因[J].山东医药,2013,53(43):41-43.
- [7] 张明才,程英武,詹红生,等.神经根型颈椎病患者椎间孔狭窄因素的影像学分析[J].北京中医药大学学报,2009,32(3):199-203.
- [8] Ebraheim NA,Liu J,Ramineni SK,et al. Morphological changes in the cervical intervertebral foramen dimensions with unilateral facet joint dislocation[J]. Injure,2009,40(11):1157-1160.
- [9] 王江渝.多排螺旋 CT 对成人下颈椎增龄变化的应用解剖学研究[D].太原:山西医科大学,2011.
- [10] Yamazaki S,Kokuhun S,Ishii Y,et al. Courses of cervical disc-herniation causing myelopathy or radiculopathy: an analysis based on computed tomographic discograms[J]. Spine,2003,28(11):1171-1175.
- [11] 喻忠,纪建松,龚建平,等.神经根型颈椎病的三维 CT 诊断[J].临床骨科杂志,2003,6(2):109-112.
- [12] 李曙明,尹战海,王莹,等.神经根型颈椎病的影像学特点和分型[J].中国矫形外科杂志,2013,21(1):7-11.
- [13] Tubbs RS,Rompala OJ,Verma K,et al. Analysis of the uncinate processes of the cervical spine: an anatomical study[J]. J Neurosurg Spine,2012,16(4):402-407.
- [14] Sartip KA,Dong T,Ndukwe M,et al. Ossification of the posterior longitudinal ligament: imaging findings in the era of cross sectional imaging[J]. J Comput Assist Tomogr,2015,39(6):835-841.
- [15] Chang H,Kong CG,Won HY,et al. Inter-and intra-observer variability of a cervical OPLL classification using reconstructed CT images[J]. Clin Orthop Surg,2010,2(1):8-12.
- [16] 鲍瑞林,刘建波.后纵韧带切除与保留在颈椎间盘突出症前路减压术中的疗效比较[J].哈尔滨医药,2013,33(2):93-94.
- [17] 赵生忠,杨辉.颈椎后纵韧带骨化所致椎间孔狭窄的 CT 分析[J].实用医技杂志,2008,15(31):4374-4375.
- [18] Wei W,Liao S,Shi S,et al. Straightened cervical lordosis causes stress concentration: a finite element model study[J]. Australas Phys Eng Sci Med,2013,36(1):27-33.
- [19] 魏威,叶杨.颈椎生理曲度变直的生物力学研究及临床意义[J].浙江中西医结合杂志,2011,21(9):610-613.
- [20] 李英平,郭瑞芳.颈椎间孔及其脊神经根相互关系的解剖学观察[J].颈腰痛杂志,2002,23(2):275-277.
- [21] 陈佩祥,芮炳峰.国人颈椎间孔及孔内颈神经根应用解剖学观测[J].第三军医大学学报,2010,32(22):2448-2450.
- [22] 芮炳峰,安淑芬,夏凤岐,等.颈神经及相关结构的应用解剖学观察[J].第三军医大学学报,2008,30(24):2296-2298.
- [23] Kuijper B,Tans JT,Bas van der Kallen BF,et al. Root compression on MRI compared with clinical findings in patients with recent onset cervical radiculopathy[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry,2011,82(5):561-563.
- [24] Muhle C,Resnick D,Ahn JM,et al. in vivo changes in the neuroforaminal size at flexion-extension and axial rotation of the cervical spine in healthy persons examined using kinematic magnetic resonance imaging[J]. Spine,2001,26(13):287-293.
- [25] Yoo JU,Zou D,Edwards WT,et al. Effect of cervical spine motion on neuroforamina dimensions of human cervical spine[J]. Spine(Phila Pa 1976),1992,17(10):1131-1136.
- [26] 余情,李泽兵.颈椎侧弯对颈椎间孔形态的影响[J].中国康复医学杂志,2004,19(4):284-287.
- [27] 叶强,李鉴轶,李鹏,等.利用 2D/3D 配准技术开展直立位颈椎椎间孔形态学测量的可行性研究[J].数字解剖,2015,33(3):288-294.
- [28] Takasaki H,Hall T,Jull G,et al. The influence of cervical traction,compression, and spurling test on cervical intervertebral foramen size[J]. Spine,2009,34(16):1658-1662.
- [29] Liu J,Ebraheim NA,Sanford CG Jr,et al. Quantitative changes in the cervical neural foramen resulting from axial traction: in vivo imaging study[J]. Spine,2008,33(4):619-623.
- [30] 麻国尧,汪芳俊,魏威,等.不同角度牵引治疗颈椎病的生物力学研究[J].中华全科医学,2015,13(8):1223-1225.
- [31] 汪芳俊,魏威,廖胜辉,等.前屈位不同角度牵引治疗颈椎病的有限元分析[J].中国骨伤,2014,27(7):592-596.

(收稿日期:2017-02-06)