

· 基础研究 ·

单孔分体内镜颈椎钩状突部分切除三维影像解剖测量[△]

刘昌震^a, 王红艳^b, 刘鑫^a, 孙宁^a, 李岳飞^a, 孙兆忠^{a*}

(滨州医学院附属医院 a: 脊柱外科; b: 疼痛科, 山东滨州 256600)

摘要: [目的] 三维重建观测骨骺环和颈神经、钩状突毗邻关系, 指导单孔分体内镜切除部分钩状突对颈神经减压。[方法] 建立33例神经根型颈椎病三维模型, 测量C_{3/4}~C₇/T₁骨骺环后缘最低点分别至钩状突尖部所在矢状面颈神经前缘前后距离 (anterior and posterior distance of anterior margin of cervical nerve, APDACN) 及下缘垂直距离 (vertical distance of inferior margin of cervical nerve, VDIMCN)、硬脊膜外侧缘左右距离 (left and right distance of lateral border of dure mater, LRDLDLDM)、颈神经起点上缘垂直距离 (vertical distance of superior margin of cervical nerve start point, VDSCNP)、颈神经起点下缘垂直距离 (vertical distance of inferior margin of cervical nerve start point, VDICNP)、椎弓根峡部外侧缘前后距离 (anterior and posterior distance of lateral border of isthmus of pedicle, APDLIP)、颈神经外展角 (abductor angle of cervical nerve, AACN) 及前倾角 (anterior inclination angle of cervical nerve, AICN)。[结果] 随节段降低, 矢状面 APDACN 无显著变化 ($P>0.05$); VDIMCN、VDSCNP、VDICNP、AACN 和 AICN 显著增加 ($P<0.05$), LRDLDLDM 和 APDLIP 显著减少 ($P<0.05$)。相应节段 APDACN、VDIMCN、LRDLDLDM、VDSCNP、VDICNP、APDLIP、AACN 和 AICN 男女之间的差异均无统计学意义 ($P>0.05$); 相应节段左右侧之间上述指标的差异亦均无统计学意义 ($P>0.05$)。主要节段参数 (C_{5/6}) APDACN、VDIMCN、LRDLDLDM、VDSCNP、VDICNP、APDLIP、AACN、AICN 与年龄及 BMI 均无显著相关性 ($P>0.05$)。[结论] 随颈椎节段下降, 骨骺环后缘最低点为标志的 VDIMCN、VDSCNP、VDICNP、AACN 和 AICN 增大, 而 LRDLDLDM 和 APDLIP 减少, 相同节段上述指标男性与女性之间, 左与右侧间的差异均不明显。

关键词: 神经根型颈椎病, 单孔分体内镜, 钩状突, 颈神经, 三维影像

中图分类号: R687 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2023) 13-1214-06

Three-dimensional anatomical measurement of cervical uncinata process for one-hole split endoscopic partial uncinectomy
// LIU Chang-zhen^a, WANG Hong-yan^b, LIU Xin^a, SUN Ning^a, LI Yue-fei^a, SUN Zhao-zhong^a. Department of Spinal Surgery, Affiliated Hospital, Binzhou Medical University, Binzhou 256600, China

Abstract: [Objective] To observe the relationship among epiphysis ring, cervical nerve and uncinata process to guide the decompression of cervical nerve by one-hole split endoscope. [Methods] Three dimensional models were established based on CT data of 33 patients with cervical spondylotic radiculopathy, the anteroposterior distance of anterior margin of cervical nerve (APDACN), vertical distance of inferior margin of cervical nerve (VDIMCN), left and right distance of lateral border of dure mater (LRDLDLDM), vertical distance of superior margin of cervical nerve start point (VDSCNP), vertical distance of inferior margin of cervical nerve start point, (VDICNP), anterior and posterior distance of lateral border of isthmus of pedicle (APDLIP), abductor angle of cervical nerve (AACN) and anterior inclination angle of cervical nerve (AICN) were measured and compared between genders and sides. [Results] As cervical segment declining, the APDACN remained unchanged significantly ($P>0.05$), while the VDIMCN, VDSCNP, VDICNP, AACN and AICN significantly increased ($P<0.05$), the LRDLDLDM and APDLIP significantly decreased ($P<0.05$). There was no significant difference between male and female in APDACN, VDIMCN, LRDLDLDM, VDSCNP, VDICNP, APDLIP, AACN and AICN ($P>0.05$), additionally, there was no statistical significance in the above indexes between the left and right sides at any corresponding segments ($P>0.05$). The APDACN, VDIMCN, LRDLDLDM, VDSCNP, VDICNP, APDLIP, AACN and AICN in the main segment (C_{5/6}) were not significantly correlated with age and BMI ($P>0.05$). [Conclusion] With the descending of cervical segment, VDIMCN, VDSCNP, VDICNP, AACN and AICN marked by the lowest point of the epiphyseal ring posterior margin increased gradually, while LRDLDLDM and APDLIP decreased. There was no significant difference in the above indexes between male and fe-

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.13.12

[△]基金项目:国家重点研发计划资助项目(编号:2017YFC0114002);山东省自然科学基金资助项目(编号:2R2017LH021);滨州医学院“临床+X”项目(编号:BY2021LCX17);滨州医学院科技计划项目(编号:BY2018KJ03)

作者简介:刘昌震, 硕士在读, 研究方向:微创脊柱外科, (电话)15689082544, (电子信箱)lcz1002477532@126.com

* 通信作者:孙兆忠, (电话)15605439560, (电子信箱)szjz@126.com

male at the same segment, and between left and right.

Key words: cervical spondylotic radiculopathy (CSR), one-hole split endoscopy (OSE), uncinata process, cervical nerve, three-dimensional image

神经根型颈椎病 (cervical spondylotic radiculopathy, CSR) 是椎间孔狭窄累及颈神经出现相应的临床表现。颈神经前缘受压的主要因素是椎间盘突出、椎体后缘骨赘、退变增生的钩状突偏向后外侧挤压椎间孔;而上关节突增生、黄韧带肥厚常致颈神经后缘受压^[1-5]。当保守治疗无效或出现颈神经严重压迫症状时,应及时手术^[6]。颈椎前路椎间盘切除减压融合术 (anterior cervical discectomy and fusion, ACDF) 是治疗颈椎退行性疾病的常用术式^[7-9],有附加钩状突切除和不切除两种观点,前者认为切除钩状突以去除骨赘,神经功能恢复更好,最终效果更好^[10];后者担忧去除钩状突过少,对颈神经、颈髓减压不够充分,去除过多增加颈神经、椎动脉损伤风险,可通过椎间隙撑开、融合后骨赘吸收缓解症状^[11-15]。单孔分体内镜 (one-hole split endoscope, OSE) 则是内镜和器械在一个孔内分离,自由操作,提高了辨识组织结构能力,使视野更清晰,操作更精细,弥补了传统 ACDF 术中肉眼难以细致观察钩状突、颈神经等重要结构的不足。目前,已有学者报道了显微镜辅助切除钩状突的优势^[16],但尚无内镜辅助 ACDF 附加切除部分钩状突并详细描述该技术安全参数的文献。本研究通过数字化软件、三维重建^[17]和 OSE 结合,能更直观地观测 OSE 镜下颈椎骨骺环后环、钩状突和神经的毗邻关系,确定对颈神经完全减压的安全有效区域,明确切除钩状突的安全有效范围,降低手术并发症,为手术提供理论依据,使手术更加精准、安全。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选择滨州医学院附属医院 2020 年 8 月—2022 年 1 月收治的 33 例 CSR 患者为研究对象,其中男 15 例,女 18 例;年龄 45~69 岁,平均 (54.0±7.3) 岁。纳入标准:(1) 诊断明确的 CSR:有颈肩部伴单侧上肢麻木;上肢感觉异常等神经压迫症状;(2) 影像学表现为椎间孔前内侧骨性结构或/和椎间盘压迫颈神经,且与症状、体征相符;(3) 正规保守治疗 6 个月以上无效;(4) 同意行颈椎脊髓造影。排除标准:(1) 先天或后天颈椎畸形;(2) 既往有颈椎手术

史;(3) 存在心、肺功能及颈椎肿瘤等手术禁忌证;(4) 颈神经发育异常、颈椎骨折等解剖学改变。本研究经滨州医学院附属医院伦理委员会审批,所有患者均签署知情同意书。

1.2 影像检查方法

患者取侧卧位行蛛网膜下腔穿刺,自然流出约 10 ml 脑脊液后注射等量碘海醇,平卧 1.5 h 后,在美国 GE64 排螺旋 CT 行颈椎 CT 扫描,扫描时患者平卧,脊柱保持中立位,颈后部垫高,与手术体位相同,薄层扫描 0.625 mm,扫描后数据资料以 Dicom 格式保存。数据导入 Mimics21.0 软件,重建颈椎三维模型。在三维模型上确定骨性标志点:骨骺环后缘最低点 (lowest point of posterior edge of epiphyseal ring, LPER),见图 1a, 1b。

1.3 测量指标

C_{3/4}~C₇T₁, 矢状面:LPER 分别至钩状突尖部所在矢状面颈神经前缘前后距离 (anterioposterior distance of anterior margin of cervical nerve, APDACN) 及下缘垂直距离 (vertical distance of inferior margin of cervical nerve, VDIMCN)、颈神经起点上缘垂直距离 (vertical distance of superior margin of cervical nerve start point, VDSCNP)、颈神经起点下缘垂直距离 (vertical distance of inferior margin of cervical nerve start point, VDICNP);横断面,LPER 分别至硬脊膜外侧缘左右距离 (left and right distance of lateral border of dure mater, LRDLDLDM)、椎弓根峡部外侧缘前后距离 (anterior and posterior distance of lateral border of isthmus of pedicle, APDLIP)、颈神经外展角 (abductor angle of cervical nerve, AACN),见图 1c~1h。经 3 位脊柱外科医师收集测量后,取平均值。比较各节段与两性、两侧间的差异性;比较 C_{5/6} 参数与年龄、身体质量指数 (body mass index, BMI) 间的相关性。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;节段间比较采用单因素方差分析,两两比较采用 LSD 法。年龄、BMI 与测量指标行 Pearson 相关分析。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

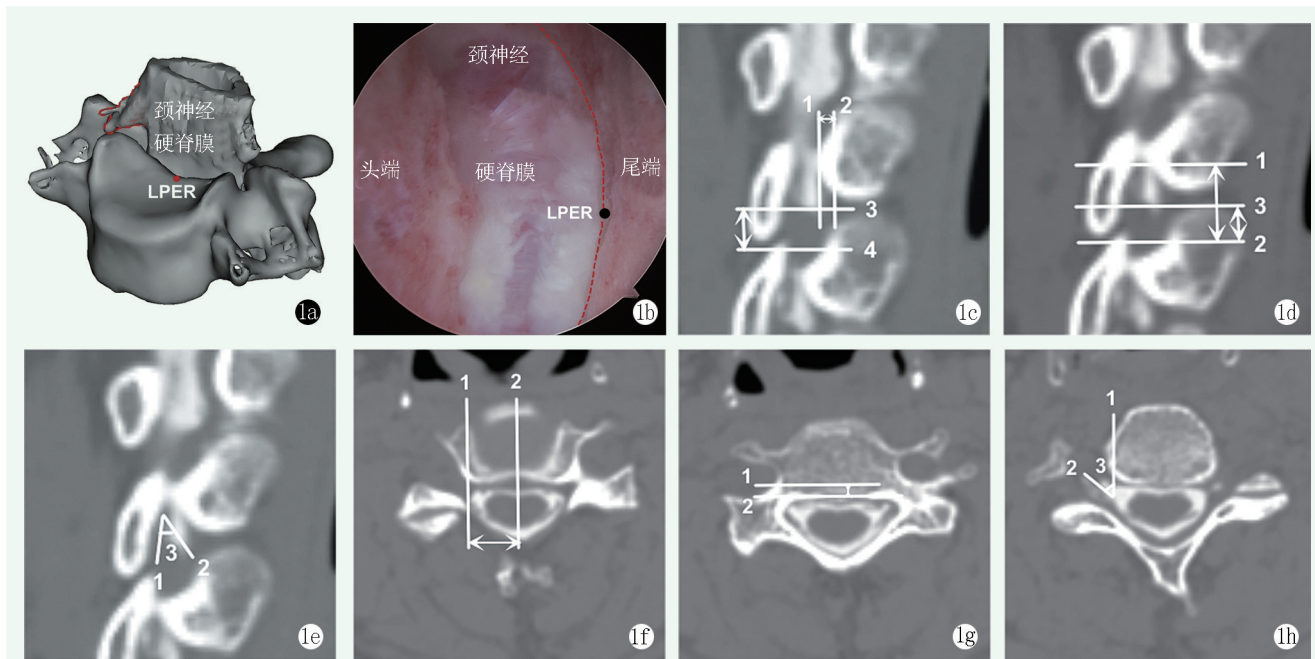


图 1 影像测量骨性标志点与颈神经 1a: 三维模型观察 LPER 与颈神经、硬脊膜位置关系 1b: OSE 镜下 LPER 与颈神经、硬脊膜 1c: 白色实线 1 为钩状突尖部所在矢状面的颈神经前缘所在冠状面, 2 为 LPER 所在冠状面, 短白色双箭头代表 APDACN, 3 为钩状突尖部所在矢状面的颈神经下缘所在横断面, 4 为 LPER 所在横断面, 长白色双箭头代表 VDIMCN 1d: 白色实线 1 为颈神经起点上缘所在横断面, 2 为 LPER 所在横断面, 3 为颈神经起点下缘所在横断面, 长白色双箭头代表 VDSCNP, 短白色双箭头代表 VDICNP 1e: 白色实线 1 为颈神经起点所在冠状面, 2 为颈神经起点所在矢状面颈神经的投影, 3 为 AICN 1f: 白色实线 1 为硬脊膜外侧缘所在矢状面, 2 为 LPER 所在矢状面, 白色双箭头代表 LRDLDM 1g: 白色实线 1 为椎弓根峡部外侧缘所在冠状面, 2 为 LPER 所在冠状面, 白色双箭头代表 APDLIP 1h: 白色实线 1 为颈神经起点所在矢状面, 2 为颈神经起点所在横断面颈神经的投影, 3 为 AACN

2 结果

2.1 参数测量结果与比较

C_{3/4}、C_{4/5}、C_{5/6}、C_{6/7}、C₇T₁ 各节段影像测量结果, 以及男性及女性、左侧及右侧相比见表 1 及表 2。随节段降低, 矢状面 APDACN 无显著变化 ($P>0.05$); VDIMCN、VDSCNP、VDICNP、AACN 和 AICN 显著增加 ($P<0.05$), LRDLDM 和 APDLIP 显著减少 ($P<0.05$)。相应节段 APDACN、VDIMCN、LRDLDM、VDSCNP、VDICNP、APDLIP、AACN 和 AICN 男女之间的差异均无统计学意义 ($P>0.05$); 相应节段左右侧之间上述指标的差异亦均无统计学意义 ($P>0.05$)。

2.2 相关性分析

主要节段参数 (C_{5/6}) APDACN、VDIMCN、LRDLDM、VDSCNP、VDICNP、APDLIP、AACN、AICN 与年龄及 BMI 均无显著相关性 ($P>0.05$), 见表 3。

3 讨论

颈神经管分 3 个区: 内侧区 (椎弓根)、中间区 (椎动脉) 和外侧区 (横突嵴)^[18], 内侧区 (椎弓根) 即椎间孔区, 形似漏斗, 颈神经前缘多在该处受压^[19, 20]。文献报道了 ACDF 附加钩状突切除和不切除的临床疗效^[21-23], 但无充分的解剖学、三维影像学依据综合评估切除钩状突的安全范围。

本研究以 OSE 镜下 LPER 为标志, 确定了精准切除部分钩状突对椎间孔减压的安全范围。结果显示, 同一节段男女之间、左右侧之间差异均无统计学意义, C_{3/4}~C₇T₁, LPER 至钩状突尖部所在矢状面 APDACN 恒定, 但各节段的冠状面上, 观察到 LPER 投影于颈神经前缘之前或之后, 因此, 对颈神经前缘减压需自 LPER 向前或向后 ($1.4\pm 0.6\sim 1.5\pm 1.0$) mm 探查颈神经、切除钩状突后部及其椎体后方骨赘。文献报道椎弓根区是颈神经受压的主要区域^[18, 19], 椎弓根峡部 (椎弓根最细处) 外侧缘是颈神经出椎弓根区 (椎间孔区) 的界限, 可以此为标志判断是否对椎弓根区完全减压。C_{3/4}~C_{5/6} 的冠状面上, LPER 均投影于椎弓根峡部外侧缘之后, 只需自 LPER 恒定向前 ($2.2\pm 0.8\sim 2.5\pm 1.1$) mm 磨除部分钩状突及其骨赘即达椎弓根峡部外侧缘; C_{6/7}~C₇T₁, LPER 恒定向前或后

(0.9±0.5~1.2±0.9) mm 探查颈神经,再向外磨透钩状突足以减压至颈神经出椎弓根区。对 CSR 行 ACDF 联合钩状突切除的范围至今没有共识^[18, 23]。Raveendranath 等^[24]报道,钩状突前后长度为 10~12 mm,结合此次观测结果,仅去除钩状突 1/6~1/5 的后部及其骨赘,就能对颈神经前缘完全减压至椎弓根峡部外侧缘。椎间孔内的颈神经在硬脊膜腹侧面之前并以外展、前倾方向走行在颈神经管内,该研究发现,随节段降低, AACN、AICN 呈增加趋势,这提醒术者在椎间孔内减压时,超过硬脊膜腹侧面向前、向外的器械操作有损伤颈神经的风险。

表 1 33 例患者两性之间各节段影像测量结果 (mm, $\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	节段	男性 (n=15)	女性 (n=18)	P 值
APDACN	C _{3/4}	1.4±0.6	1.5±0.7	0.421
	C _{4/5}	1.5±1.0	1.4±0.9	0.755
	C _{5/6}	1.6±0.8	1.5±0.7	0.867
	C _{6/7}	1.5±0.9	1.3±0.6	0.584
	C ₇ T ₁	1.4±0.8	1.4±0.7	0.964
	P 值	0.900	0.809	
VDIMCN	C _{3/4}	2.7±1.1	3.2±1.4	0.097
	C _{4/5}	3.1±1.2	3.4±1.5	0.343
	C _{5/6}	3.1±1.5	3.5±1.3	0.367
	C _{6/7}	3.7±1.8	3.7±1.6	0.989
	C ₇ T ₁	4.7±2.1	4.8±2.3	0.842
	P 值	<0.001	<0.001	
LRDLDM	C _{3/4}	9.8±0.9	9.6±0.8	0.253
	C _{4/5}	9.6±0.7	9.5±0.8	0.567
	C _{5/6}	9.6±0.7	9.4±0.8	0.338
	C _{6/7}	9.2±0.8	9.0±0.8	0.221
	C ₇ T ₁	8.3±0.8	8.2±0.9	0.545
	P 值	<0.001	<0.001	
VDSCNP	C _{3/4}	8.8±2.0	8.9±2.8	0.851
	C _{4/5}	10.0±2.1	10.1±2.7	0.842
	C _{5/6}	10.4±2.5	10.8±2.8	0.556
	C _{6/7}	11.4±2.4	10.7±2.9	0.317
	C ₇ T ₁	11.2±2.7	11.1±3.6	0.979
	P 值	<0.001	0.013	
VDICNP	C _{3/4}	2.9±1.1	3.4±1.4	0.163
	C _{4/5}	3.6±1.3	3.8±1.5	0.576
	C _{5/6}	3.4±1.7	3.9±1.8	0.244
	C _{6/7}	4.0±2.1	4.1±2.1	0.823
	C ₇ T ₁	5.3±2.3	5.2±2.4	0.849
	P 值	<0.001	<0.001	

续表 1 33 例患者两性之间各节段影像测量结果 (mm, $\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	节段	男性 (n=15)	女性 (n=18)	P 值
APDLIP	C _{3/4}	2.2±0.8	2.2±1.0	0.992
	C _{4/5}	2.4±0.8	2.3±1.1	0.534
	C _{5/6}	2.5±1.0	2.0±1.0	0.081
	C _{6/7}	1.3±1.0	0.9±0.6	0.093
	C ₇ T ₁	1.0±0.5	0.9±0.4	0.384
	P 值	<0.001	<0.001	
AACN	C _{3/4}	48.5±3.1	48.7±2.6	0.783
	C _{4/5}	52.7±3.2	52.6±3.2	0.955
	C _{5/6}	55.2±2.6	54.8±3.5	0.601
	C _{6/7}	57.9±3.4	58.2±3.7	0.727
	C ₇ T ₁	67.5±4.7	68.0±4.4	0.659
	P 值	<0.001	<0.001	
AICN	C _{3/4}	44.2±3.6	44.4±3.7	0.748
	C _{4/5}	46.9±3.5	47.1±4.4	0.866
	C _{5/6}	49.2±4.2	49.1±4.6	0.882
	C _{6/7}	51.5±4.2	51.7±4.6	0.856
	C ₇ T ₁	54.3±6.1	54.6±5.1	0.849
	P 值	<0.001	<0.001	

表 2 33 例患者左右两侧节段间影像测量结果 (mm, $\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	节段	左侧	右侧	P 值
APDACN	C _{3/4}	1.4±0.6	1.5±0.7	0.427
	C _{4/5}	1.5±1.0	1.5±0.9	0.836
	C _{5/6}	1.5±0.8	1.5±0.8	0.991
	C _{6/7}	1.5±0.9	1.3±0.6	0.442
	C ₇ T ₁	1.4±0.8	1.4±0.8	0.935
	P 值	0.933	0.732	
VDIMCN	C _{3/4}	2.7±1.1	3.3±1.4	0.056
	C _{4/5}	3.0±1.2	3.5±1.5	0.119
	C _{5/6}	3.1±1.5	3.5±1.3	0.264
	C _{6/7}	3.6±1.7	3.8±1.6	0.787
	C ₇ T ₁	4.6±2.0	4.9±2.4	0.568
	P 值	<0.001	<0.001	
LRDLDM	C _{3/4}	9.8±0.9	9.5±0.7	0.154
	C _{4/5}	9.6±0.7	9.5±0.8	0.551
	C _{5/6}	9.6±0.8	9.4±0.8	0.258
	C _{6/7}	9.2±0.8	9.0±0.8	0.187
	C ₇ T ₁	8.4±0.8	8.1±0.8	0.172
	P 值	<0.001	<0.001	
VDSCNP	C _{3/4}	8.5±2.2	9.1±2.7	0.382
	C _{4/5}	9.8±2.2	10.4±2.7	0.357
	C _{5/6}	10.3±2.5	11.0±2.7	0.243

续表 2 33 例患者左右两侧节段间影像测量结果 (mm, $\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	节段	左侧	右侧	P 值
	C _{6/7}	11.0±2.7	11.1±2.7	0.935
	C _{7/T1}	10.8±3.2	11.5±3.3	0.403
	P 值	<0.001	<0.007	
VDICNP	C _{3/4}	2.9±1.1	3.4±1.4	0.109
	C _{4/5}	3.5±1.3	3.9±1.5	0.217
	C _{5/6}	3.3±1.7	3.9±1.8	0.173
	C _{6/7}	4.0±2.1	4.2±2.1	0.630
	C _{7/T1}	5.2±2.2	5.2±2.5	0.938
P 值	<0.001	0.003		
APDLIP	C _{3/4}	2.2±0.8	2.1±1.0	0.776
	C _{4/5}	2.4±0.8	2.2±1.1	0.414
	C _{5/6}	2.5±1.1	2.0±0.9	0.061
	C _{6/7}	1.2±0.9	0.9±0.6	0.135
	C _{7/T1}	0.9±0.5	0.9±0.4	0.427
P 值	<0.001	<0.001		
AACN	C _{3/4}	48.4±2.9	48.8±2.7	0.595
	C _{4/5}	52.5±3.2	52.8±3.2	0.627
	C _{5/6}	54.8±3.2	55.1±3.0	0.726
	C _{6/7}	58.0±3.2	58.1±3.9	0.950
	C _{7/T1}	67.8±4.9	67.6±4.1	0.865
P 值	<0.001	<0.001		
AICN	C _{3/4}	44.2±3.6	44.4±3.7	0.815
	C _{4/5}	46.8±3.5	47.3±4.5	0.600
	C _{5/6}	49.3±4.3	49.0±3.8	0.725
	C _{6/7}	51.7±4.4	51.5±4.4	0.833
	C _{7/T1}	54.4±6.4	54.5±4.7	0.948
P 值	<0.001	<0.001		

表 3 主要节段参数 (C_{5/6}) 与患者一般资料的相关分析

指标		r 值	P 值
APDACN	年龄	0.218	0.222
	BMI	0.015	0.933
VDIMCN	年龄	0.181	0.314
	BMI	-0.324	0.066
LRDLDM	年龄	-0.143	0.429
	BMI	0.006	0.975
VDSCNP	年龄	0.036	0.842
	BMI	0.030	0.868
VDICNP	年龄	0.115	0.524
	BMI	-0.010	0.958
APDLIP	年龄	-0.262	0.141
	BMI	0.051	0.777
AACN	年龄	-0.174	0.332
	BMI	0.259	0.146
AICN	年龄	-0.128	0.477
	BMI	-0.090	0.619

本研究阐明了颈神经起始处至椎弓根区出口处颈神经的减压范围。对椎间孔区颈神经彻底减压后, 需要沿颈神经走向向内上达颈神经起点, 对受压的其余颈神经段减压。C_{3/4}~C_{7/T1}, 随节段降低, LPER 至 LRDLDM 逐渐减小, C_{3/4}~C_{5/6}, LPER 恒定向外 (9.4±0.8~9.5±0.8) mm; C_{6/7}、C_{7/T1} 分别向外 (9.0±0.8) mm、(8.1±0.8) mm, OSE 对硬脊膜腹侧减压, 要自 LPER 向外磨削至硬脊膜外侧缘。磨除钩状突后部及其增生骨赘后, 在硬脊膜外侧缘之外, 可见一簇坚韧的韧带在前外侧覆盖于颈神经表面, 小心咬除并显露颈神经, 沿其走行继续向上内减压。VDICNP 观测结果显示, C_{3/4}~C_{7/T1}, 随节段降低距离增加, 绝大多数位于 LPER 之上, 因此, LPER 向上减压范围由 (3.4±1.4) mm 增加至 (5.2±2.5) mm, 可显露钩状突尖部所在矢状面的颈神经下缘与颈神经起点下缘。再沿硬脊膜外侧缘 (或颈神经起点) 向外, 稍向上磨除构成钩椎关节的上位椎体部分后外侧壁增生骨赘达颈神经起点上缘。研究表明, C_{3/4}, LPER 向上 (9.1±2.7) mm; C_{4/5}~C_{7/T1}, LPER 恒定向上 (10.4±2.7~11.5±3.3) mm 即可达颈神经起点上缘, 完成对颈神经起始处减压。

参考文献

- [1] Kato S, Ganau M, Fehlings MG, et al. Surgical decision-making in degenerative cervical myelopathy - Anterior versus posterior approach [J]. J Clin Neurosci, 2018, 58: 7-12.
- [2] Grasso G, Torregrossa F, Karamian BA, et al. Anterior cervical discectomy and fusion is more effective than cervical arthroplasty in relieving atypical symptoms in patients with cervical spondylosis [J]. Br J Neurosurg, 2022, 36 (6) : 777-785.
- [3] Theodore N. Degenerative cervical spondylosis [J]. N Engl J Med, 2020, 383 (2) : 159-168.
- [4] Kane SF, Abadie KV, Willson A. Degenerative cervical myelopathy: recognition and management [J]. Am Fam Physician, 2020, 102 (12) : 740-750.
- [5] Alluri RK, Vaishnav AS, Fourman MS, et al. Anterior cervical discectomy and fusion versus cervical disc replacement in patients with significant cervical spondylosis [J]. Clin Spine Surg, 2022, 35 (2) : E327-E332.
- [6] Alomar SA, Maghrabi Y, Baesa SS, et al. Outcome of anterior and posterior endoscopic procedures for cervical radiculopathy due to degenerative disk disease: a systematic review and Meta-analysis [J]. Global Spine J, 2022, 12 (7) : 1546-1560.
- [7] Xia C, Shi F, Chen C, et al. Clinical efficacy and safety of anterior cervical decompression versus segmental fusion and posterior expansive canal plasty in the treatment of multilevel cervical spondylosis [J]. J Health Eng, 2022, 2022 : 7696209.

- [8] 黄家虎, 徐银之, 张帅, 等. 颈椎间盘切除结合“L”形开槽治疗椎间盘游离 1 例报告 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (12): 1150-1152.
- [9] 陈浩, 刘浩, 洪瑛, 等. 颈椎前路椎间盘切除融合术中颈椎曲度调节 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (9): 850-853.
- [10] Stupar M, Mauron D, Peterson CK. Inter-examiner reliability of the diagnosis of cervical pillar hyperplasia (CPH) and the correlation between CPH and spinal degenerative joint disease (DJD) [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2003, 4: 28.
- [11] Ma Y, Xin Z, Kong W, et al. Transcorporeal decompression using a fully-endoscopic anterior cervical approach to treat cervical spondylotic myelopathy: surgical design and clinical application [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23 (1): 1031.
- [12] Du Q, Zhang MB, Kong WJ, et al. A novel technique of endoscopic anterior transcorporeal approach with channel repair for adjacent segment disease after anterior cervical discectomy and fusion [J]. World Neurosurg, 2021, 154: 109-116.
- [13] Yadav YR, Ratre S, Parihar V, et al. Endoscopic partial corpectomy using anterior decompression for cervical myelopathy [J]. Neurol India, 2018, 66 (2): 444-451.
- [14] Ramírez León JF, Rugeles Ortíz JG, Martínez CR, et al. Surgical treatment of cervical radiculopathy using an anterior cervical endoscopic decompression [J]. J Spine Surg, 2020, 6 (Suppl 1): S179-S185.
- [15] Chen X, Gao JA, Du Q, et al. Percutaneous full-endoscopic anterior transcorporeal cervical discectomy for the treatment of cervical disc herniation: surgical design and results [J]. Pain Physician, 2021, 24 (6): E811-E819.
- [16] Clifton W, Valero-Moreno F, Vlasak A, et al. Microanatomical considerations for safe unciniate removal during anterior cervical discectomy and fusion: 10-year experience [J]. Clin Anat, 2020, 33 (6): 920-926.
- [17] 毕经纬, 任佳彬, 刘鑫, 等. 单侧双通道内镜的上段腰椎影像解剖测量 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (14): 1293-1298.
- [18] 刘鑫, 孙兆忠, 王红艳, 等. 颈椎后路经皮内镜椎间孔减压解剖学与 3D-CT 分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25 (21): 1988-1992.
- [19] 刘鑫, 孙兆忠, 程艳, 等. 颈椎后路经皮内镜开窗安全性 3D-CT 分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26 (3): 247-251.
- [20] Sioutas G, Kapetanakis S. Clinical anatomy and clinical significance of the cervical intervertebral foramen: a review [J]. Folia Morphol (Warsz), 2016, 75 (2): 143-148.
- [21] Yin M, Ding X, Zhu Y, et al. Safety and efficacy of anterior cervical discectomy and fusion with unciniate process resection: a systematic review and Meta-analysis [J]. Global Spine J, 2022, 12 (8): 1956-1967.
- [22] Mella P, Suk KS, Kim HS, et al. ACDF with total en bloc resection of unciniate in foraminal stenosis of the cervical spine: comparison with conventional ACDF [J]. Clin Spine Surg, 2021, 34 (4): E237-E242.
- [23] Sun B, Xu C, Zhang Y, et al. Intervertebral foramen width is an important factor in deciding additional unciniate process resection in ACDF—a retrospective study [J]. Front Surg, 2021, 8: 626344.
- [24] Raveendranath V, Kavitha T, Umamageswari A. Morphometry of the unciniate process, vertebral body, and lamina of the C₃₋₇ vertebrae relevant to cervical spine surgery [J]. Neurospine, 2019, 16 (4): 748-755.

(收稿:2022-12-23 修回:2023-03-28)

(同行评议专家: 柳超 刘维克 孙磊)

(本文编辑: 宁桦)