

下颈椎椎弓根螺钉内固定相关参数的解剖学和影像学测量

刘景堂¹, 刘兴炎¹, 唐天驹², 葛宝丰¹

(1 兰州军区总医院骨科 730050 兰州市; 2 苏州大学附属第一医院骨科 215006 苏州市)

【摘要】目的:测量成人下颈椎椎弓根相关径线,为临床应用下颈椎椎弓根螺钉内固定提供相关解剖参数。**方法:**成人干燥尸体颈椎 C3~C7 标本 20 具,分别用手工和 CT 测量椎弓根宽度、高度,从横断面 CT 图像上测量椎弓根的内部宽度、内部高度,从纵断面 CT 图像上测量椎弓根矢状角。随机在 CT 室保存的 100 例成人患者的颈椎 CT 图像上测量椎弓根的宽度、自身长度和椎弓根通道全长、椎弓根内倾角。**结果:**下颈椎标本各节段椎弓根宽度、高度的手工测量值与 CT 测量值比较无统计学差异($P>0.05$),椎弓根宽度小于高度;C3~C6 节段 CT 测量椎弓根内部宽度平均为 2.5~2.8mm,椎弓根内部高度平均为 2.9~3.0mm,C7 椎弓根的内部宽度和高度接近,约 4.0mm;下颈椎标本 CT 测量椎弓根矢状角分别为 C3 8.6°,C4 4.6°,C5 -1.3°,C6 -4.0°,C7 -8.2°。100 例成人下颈椎 CT 图像测量椎弓根宽度最小值为 3.1mm(C3),最大值为 9.3mm(C7),其中>3.5mm 者为 92.8%;椎弓根自身长度平均为 19.1~20.5mm,椎弓根通道全长平均为 33.2~35.0mm,椎弓根内倾角平均值 C3~C5 为 43.2°~45.1°,C6 为 40.8°,C7 为 37.5°。**结论:**术前 CT 测量可为椎弓根准确置钉提供可靠的解剖参数,下颈椎椎弓根一般可接受直径 3.5mm 的螺钉固定。

【关键词】颈椎;椎弓根;解剖学测量;影像学测量

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2009.07.14

中图分类号:R687.3,R332.7 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2009)-07-0535-05

Anatomic and radiographic measurement for related parameters in term of lower cervical pedicle screw fixation/LIU Jingtang,LIU Xingyan,TANG Tiansi,et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord,2009,19(7):535~539

【Abstract】Objective:To measure the dimensions of the lower cervical pedicle so as to provide anatomic data for clinical application of cervical pedicle screw fixation.**Method:**20 human adult cadaver cervical specimens containing C3 to C7 vertebrae were measured by two methods,one was manual measuring using digital caliper and the other was computed tomography scanning.Parameters measured manually included pedicle width (PW),pedicle height (PH).These specimens were scanned by CT scanner both perpendicular and parallel to the pedicle axis.The outer and inner pedicle width and height,cephalocaudal angulation of the pedicles in the sagittal plane were measured using automatic digital CT measurements. Additionally,cervical pedicle width and length,transverse angle (TA) of 100 patients' CT scans of C3-C7 cervical segment were measured.**Result:**There was no statistic difference between the data of pedicle width and height of 20 cadaver specimens obtained from manual and CT measurements individually.At C3-C6,the average internal pedicle width (IPW) ranged from 2.5 to 2.8mm,and the average internal pedicle height(IPH) ranged from 2.9 to 3.0mm.At C7,the IPW and IPH was approximately 4.0mm.The pedicle sagittal angel (SA) was 8.6° at C3,4.6° at C4,-1.3° at C5,-4.0° at C6,and -8.2° at C7 respectively.Based on the CT measurements of 100 patients,the data of the pedicle width varied from a minimum of 3.1mm for the C3 pedicle,to a maximum of 9.3mm for the C7 pedicle,and in 92.8% cases,the pedicle width was larger than 3.5mm.Pedicle length (PL) was about 19.1-20.5mm,and total length(TL) of pedicle path was about 33.2-35.0mm.The pedicle TA was about 43.2°-45.1° at C3-C5,40.8° at C6,and 37.5° at C7 respectively.**Conclusion:**CT measurement can provide valuable data

第一作者简介:男(1969-),副主任医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(0931)8994804 E-mail:liujtang@163.com

for cervical pedicle screw placement and lower cervical pedicle can hold screw with 3.5mm diameter.

[Key words] Cervical spine; Cervical pedicle; Anatomic measurement; Radiographic measurement

[Author's address] Department of Orthopedics, Lanzhou General Hospital, PLA, Lanzhou, 730050, China

近年来关于颈椎椎弓根螺钉内固定的研究逐渐增多,在颈椎的单种内固定方法中,椎弓根螺钉内固定的生物力学稳定性最高^[1,2]。但椎弓根螺钉内固定在颈椎的应用仍然存在争议,主要原因是颈椎椎弓根解剖外径小,毗邻椎动脉、神经根、脊髓等重要结构,准确置钉的难度大。关于颈椎椎弓根螺钉内固定的相关解剖研究已有较多报道,但多局限于对颈椎标本的手工测量,缺乏对椎弓根内部结构的直观影像学测量,也缺乏大样本量人体颈椎椎弓根 CT 测量的数据报道。本研究通过对下颈椎椎弓根的解剖学和影像学测量比较,旨在为临床应用下颈椎椎弓根螺钉内固定提供相关解剖参数。

1 材料和方法

1.1 颈椎标本手工测量

成人(男女不计)颈椎干燥骨标本 20 具(由苏州大学医学院解剖教研室提供),每具 5 节(C3~C7)。用电子游标卡尺(Mitutoyo,苏州市计量所生产,精确度 0.01mm)测量以下指标:①椎弓根宽度(PW),即椎弓根最狭窄处内侧缘与外侧缘之间的距离;②椎弓根高度(PH),即椎弓根最狭窄处上下缘之间的距离。

1.2 颈椎标本 CT 图像测量

将上述 20 具颈椎标本的每个脊椎(C3~C7)按下述方法行 CT 扫描(SOMATOM Sensation 64, Siemens, Geman):

(1)过椎弓根峡部与椎弓根中轴线垂直扫描,在 CT 图像上分别测量椎弓根的外部宽度(OPW)、内部宽度(IPW)、外部高度(OPH)、内部高度(IPH)(图 1),精确度 0.1mm,比较 OPH、OPW 的测量值与手工直接测量的对应值 PH、PW 是否一致,以确定 CT 图像测量的可靠性。

(2)过椎弓根轴线行纵切面扫描,在 CT 扫描图上测量椎弓根轴线在矢状面上与椎体下终板之间的角度(SA),椎弓根轴线向前方指向上终板 SA 记为正值,指向下终板 SA 记为负值(图 2)。图像送到 Leonardo 软件上进行分析,两侧分次进行,并行相应测量。

1.3 成人颈椎 CT 图像的测量

随机抽取 100 例成人的颈椎 CT 图像(兰州军区总医院 CT 室提供,病种包括颈椎退变、软组织劳损、颈椎病,不含颈椎骨性破坏性疾病如肿瘤和重度骨质疏松患者),男 53 例,女 47 例,年龄 20~72 岁,平均 36.6 岁。利用 CT 自动测量软件(Leonardo 软件),在骨窗图像上测量下列指标(图 3):①椎弓根宽度(PW);②椎弓根骨性通道全长(TL);③椎弓根长度(PL),即椎弓根起点至椎弓根与椎体连接处高密度骨质影前缘的距离;④椎弓根的内倾角(TA),椎弓根轴线和与椎体后缘垂线之间的夹角。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 10.0 统计软件包进行分析,计算各指标的平均值、标准差;各测量方法相同节段左

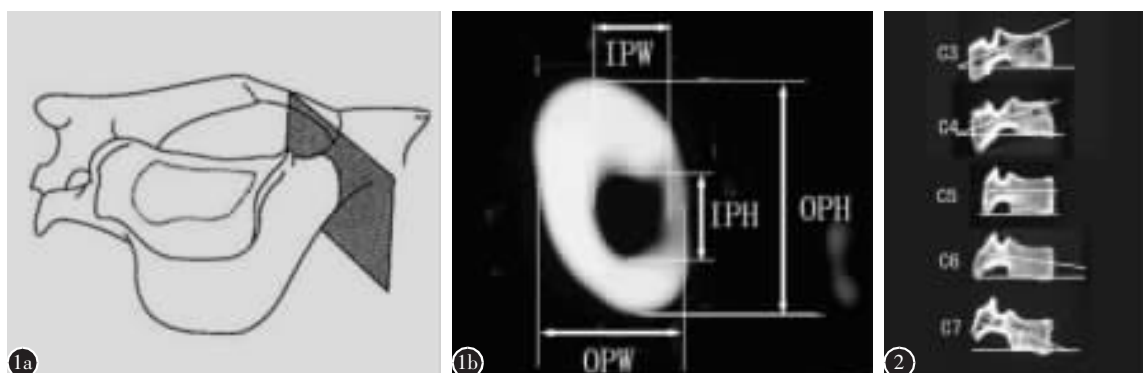


图 1 a 椎弓根断面 CT 扫描部位示意图 b 在 CT 图像上测量椎弓根的外部宽度(OPW)、内部宽度(IPW)、外部高度(OPH)、内部高度(IPH) 图 2 椎弓根矢状角测量

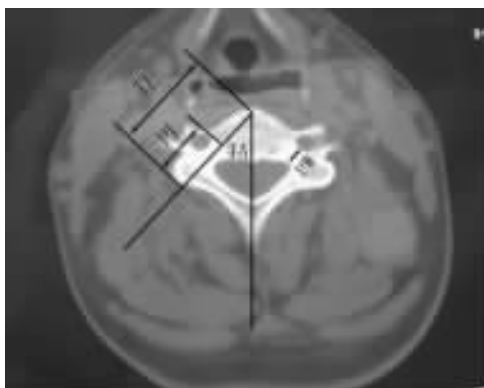


图 3 在成人颈椎 CT 图像上测量椎弓根通道全长(TL)、椎弓根长度(PL)、椎弓根宽度(PW)、椎弓根内倾角(TA)

右两侧的测量值行配对 t 检验;每一指标不同序数椎体间的测量值行单因素方差分析(One-way ANOVA),并行两两比较(SNK 法);不同方法测量的同一指标的测量值行不配对 t 检验。 $P<0.05$ 为有显著性差异。

2 结果

2.1 颈椎标本测量

颈椎标本椎弓根宽度(PW)、高度(PH)的手工和 CT 测量结果见表 1,CT 测量椎弓根的内部宽度(IPW)、内部高度(IPH)、椎弓根矢状角(SA)结果见表 2。各节段的各测量指标左右两侧的测量值无显著性差异($P>0.05$),表 1、2 中数据为左右两侧的平均值。各节段椎弓根宽度、高度的手工测量值与 CT 测量值比较无显著性差异($P>0.05$)。两种测量方法, PW: 均为 C3、C4<C5、C6<C7 ($P<0.05$), PH 各节段间无显著性差异($P>0.05$)。同一测量方法同一节段的 PW<PH($P<0.01$)。IPW: C3、C4<C5、C6<C7 ($P<0.05$), IPH: C3、C4、C5、C6 各节段间无显著性差异 ($P>0.05$), C3、C4、C5、C6<C7 ($P<0.01$)。SA: C3>C4>C5>C6>C7, 相邻节段间有显著性差异($P<0.01$)。

2.2 成人颈椎 CT 图像的测量

100 例成人颈椎 CT 骨窗图像的测量结果见表 3。男性 PW、TL、PL 的测量值略大于女性,但无

显著性差异($P>0.05$),左右两侧的测量值无显著性差异,表中数据为左右两侧的平均值。PW: C3、C4<C5、C6<C7 ($P<0.05$), 其中 PW>3.5mm 者为 92.8%(共测量 1000 个椎弓根, 其中 928 个椎弓根 PW>3.5mm); TL、PL: 各节段间无显著性差异($P>0.05$); TA 角: C3、C4、C5>C6>C7 ($P<0.05$)。

表 1 20 具下颈椎标本的解剖学与 CT 测量结果

节段	(n=20, $\bar{x}\pm s$, mm)			
	椎弓根宽度(PW)		椎弓根高度(PH)	
	手工测量	CT 测量	手工测量	CT 测量
C3	4.31±0.98	4.50±1.10 ^①	6.36±0.64	6.50±0.58 ^①
C4	4.33±1.15	4.60±0.95 ^①	6.40±0.78	6.80±0.92 ^①
C5	5.02±1.39	5.10±0.85 ^①	6.45±0.96	6.50±1.15 ^①
C6	5.31±1.24	5.50±1.11 ^①	6.51±0.92	6.60±0.88 ^①
C7	6.47±0.76	6.60±0.80 ^①	7.12±0.98	7.20±1.22 ^①

注:①与同节段手工测量比较 $P>0.05$

表 2 20 具下颈椎标本的 CT 测量结果 (n=20, $\bar{x}\pm s$)

	IPW(mm)	IPH(mm)	SA(°)
C3	2.50±0.81	2.90±0.95	8.6±1.8
C4	2.50±0.78	2.90±0.96	4.6±0.7
C5	2.70±0.82	2.90±0.85	-(1.3±0.6)
C6	2.80±1.05	3.00±1.10	-(4.0±1.1)
C7	4.00±1.18	4.10±1.13	-(8.2±1.7)

3 讨论

3.1 颈椎椎弓根标本的手工测量与 CT 测量

颈椎椎弓根内固定相关解剖学测量已有较多报道^[3-8],但多局限于对颈椎骨标本的实体测量,这种测量值与临床患者的实际解剖数据可能存在一定差距。目前颈椎椎弓根内固定一般均强调术前影像学测量,其中应用最多的是术前 CT 测量,关于 CT 测量值和真实值的关系鲜有文献报道。本研究对 20 具颈椎标本的椎弓根宽度和高度同时进行手工测量和 CT 测量,结果表明两种方法的测量值无统计学差异,说明 CT 测量的准确性高,测量值可靠,有临床实用价值。

颈椎椎弓根相关解剖测量的报道大多是测量

表 3 100 例成人下颈椎 CT 图像测量结果

(n=100, $\bar{x}\pm s$)

	C3	C4	C5	C6	C7
PW(mm)	4.9±1.2(3.1~5.9)	5.0±1.9(3.3~6.0)	5.8±1.7(3.6~6.9)	5.9±1.9(3.5~7.0)	7.1±1.8(4.5~9.3)
TL(mm)	33.2±3.1(27.0~35.6)	34.4±2.7(28.1~36.8)	33.5±3.3(29.0~36.9)	34.1±2.9(28.3~36.1)	35.0±3.1(26.3~37.1)
PL(mm)	19.8±2.1(16.2~21.3)	20.5±2.9(15.1~22.3)	20.5±2.3(16.0~22.5)	19.3±2.8(14.8~21.9)	19.1±2.7(15.5~21.6)
TA(°)	43.2±4.8(37.0~46.5)	44.5±4.6(38.2~49.3)	45.1±3.8(37.5~55.3)	40.8±4.7(35.2~53.1)	37.5±5.4(30.1~45.2)

椎弓根的外部特征,对椎弓根内部结构的研究报道较少。有作者通过颈椎斜位 X 线片测量椎弓根皮质骨厚度和松质骨内径^[7,8],但由于骨质影的重叠,不能准确反映椎弓根的内部结构。Panjabi 等^[9]将 25 具 C3~C7 颈椎的椎弓根沿轴线切成 0.7mm 的薄片,发现各节段椎弓根内外侧壁皮质骨厚度有明显差异,内侧皮质骨厚度明显大于外侧;最薄的皮质骨总位于外侧壁,这种差别以 C3 和 C4 最明显,C7 的上、下、内、外侧壁皮质骨均较薄。我们通过对颈椎标本行平行椎弓根轴线和垂直椎弓根轴线的 CT 扫描,在 CT 图像上测量椎弓根外部宽度和高度、内部宽度和高度,由于椎弓根四周骨壁形态并非完全规则,从 CT 图像上测量四周骨壁厚度可行性小,但 CT 图像可清晰显示椎弓根的内侧壁明显厚于外侧壁,术中置钉时由于椎旁肌的阻挡,使椎弓根螺钉穿破外侧壁的几率明显增高。从 CT 测量的椎弓根内部宽度和内部高度来看,椎弓根的松质骨内径较小,C3~C6 椎弓根的松质骨内径宽度平均值在 2.5~2.8mm,提示选择直径 3.5mm 的螺钉固定,螺纹可切入椎弓根皮质骨内,达到坚强固定。椎弓根纵断面 CT 扫描图像可直观反映椎弓根轴线在矢状面上向上或向下的角度(SA),C3 为 8.6°,C4 为 4.6°,C5 为 -1.3°,C6 为 -4.0°,C7 为 -8.2°。熟悉这些解剖特征,有助于提高椎弓根螺钉置入的准确性。我们的测量结果与 Karaikovic^[6]和 Reinhold 等^[10]的报道基本一致。

3.2 成人颈椎椎弓根 CT 测量

有学者^[11]进行了椎弓根钉道参数的变异性及其相关因素的研究,结果显示不同性别间的钉道长度、椎弓根宽度均有明显的统计学差异,但在进一步以协方差分析法分析各因素的交互效应时发现,在消除体重、身高两因素后,椎弓根宽度及钉道长度均与性别无关。泊松相关分析显示身高、体重均与椎弓根宽度及钉道长度呈显著正相关,而内倾角与椎弓根宽度和钉道长度无显著相关性。作者认为人体椎弓根钉道参数具有较大变异性,不同个体、不同节段水平均有显著不同,体重和身高是两个影响变异性的重要相关因素,手术医生应该坚持个体化原则以提高置钉准确率。

本研究对 100 例成人颈椎 CT 图像进行了测量,不包括骨质破坏的患者(不含肿瘤破坏和重度骨质疏松患者),没有统计相关的身高、体重因素,共测量 1000 个椎弓根,椎弓根宽度大于 3.5mm

者为 928 个(92.8%),测量的平均值 C3 最小,为 4.9mm,当然 3.5mm 的宽度是椎弓根螺钉置入的最低限度,从这一测量结果看,下颈椎椎弓根一般可以容纳直径 3.5mm 的螺钉固定。由于椎弓根坚硬的骨壁和相对较小的内部松质骨核心,螺钉螺纹一般可切入椎弓根皮质骨,起到坚强固定的作用^[12]。

人体颈椎椎弓根 CT 图像的特征之一是椎弓根部分骨质密度一般高于椎体部分,所以我们测量了密度较高的椎弓根长度和椎弓根通道的全长,结果显示椎弓根部分的长度平均值在 19~20mm,椎弓根通道全长在 33~35mm。生物力学实验结果^[12]表明,椎弓根螺钉的稳定性主要依赖于椎弓根部分骨质,椎体内松质骨起次要作用,螺钉过长时有螺钉穿出椎体损伤周围重要结构的风险,故我们认为一般螺钉长度在测量的椎弓根长度 PL 以上、不超过椎体内钉道的 1/2 长度应较为合适。结合本研究测量结果,选择长度为 20~25mm 的螺钉较为理想。

颈椎椎弓根的另一解剖特征是向内倾斜角度(TA)较大,在 C3~C5 节段,TA 值约为 45°,从 C6 到 C7 有逐渐减小的趋势,这对临床置钉增加了困难,由于置钉时椎旁肌的阻挡,往往使置钉的角度小于椎弓根轴线的内倾角度而使螺钉位置发生偏差^[10],临床应用时最好能有简便实用的角度指示仪器以帮助掌握螺钉置入时的正确角度。

4 参考文献

1. Kotani Y, Cunningham BW, Abumi K, et al. Biomechanical analysis of cervical stabilization systems: an assessment of transpedicular screw fixation in the cervical spine [J]. Spine, 1994, 19(22): 2529-2539.
2. Jones EL, Heller JG, Silcox DH, et al. Cervical pedicle screws versus lateral mass screws: anatomic feasibility and biomechanical comparison [J]. Spine, 1997, 22(9): 977-982.
3. Panjabi MM, Duranceau J, Goel V, et al. Cervical human vertebrae: quantitative three-dimensional anatomy of the middle and lower regions [J]. Spine, 1991, 16(8): 861-869.
4. Ebraheim NA, Xu R, Knight T, et al. Morphometric evaluation of lower cervical pedicle and its projection [J]. Spine, 1997, 22(1): 1-6.
5. Ludwig SC, Kramer DL, Balderston RA, et al. Placement of pedicle screws in the human cadaveric cervical spine: comparative accuracy of three techniques [J]. Spine, 2000, 25(13): 1655-1667.
6. Karaikovic EE, Daubs MD, Madsen RW, et al. Morphologic

characteristics of human cervical pedicles [J]. Spine, 1997, 22 (5):493-500.

7. 王东来,唐天驷,黄士中,等.下颈椎椎弓根内固定的解剖学研究与应用[J].中华骨科杂志,1998,18(11):659-662.
8. 付一山,陈正形,颈椎弓根置钉的影像学测量[J].中国脊柱脊髓杂志,2001,11(1):29-31.
9. Panjabi MM,Shin EK,Chen NC,et al. Internal morphology of human cervical pedicles[J].Spine,2000,25(10):1197-1205.
10. Reinhold M,Magerl F,Rieger M,et al.Cervical pedicle screw placement:feasibility and accuracy of two new insertion

techniques based on morphometric data[J].Eur Spine J 2007, 16(1):47-56.

11. 熊传芝,郝敬明,唐天驷.椎弓根钉道参数的变异性及其相关因素的研究[J].中华骨科杂志,2002,22(1):31-35.
12. 刘景堂,唐天驷,刘兴炎,等.两种长度的颈椎椎弓根螺钉与侧块螺钉拔出试验比较 [J]. 中国脊柱脊髓杂志,2005,15(3):177-179.

(收稿日期:2009-03-09 修回日期:2009-05-25)

(英文编审 蒋 欣)

(本文编辑 李伟霞)

(上接第 525 页)

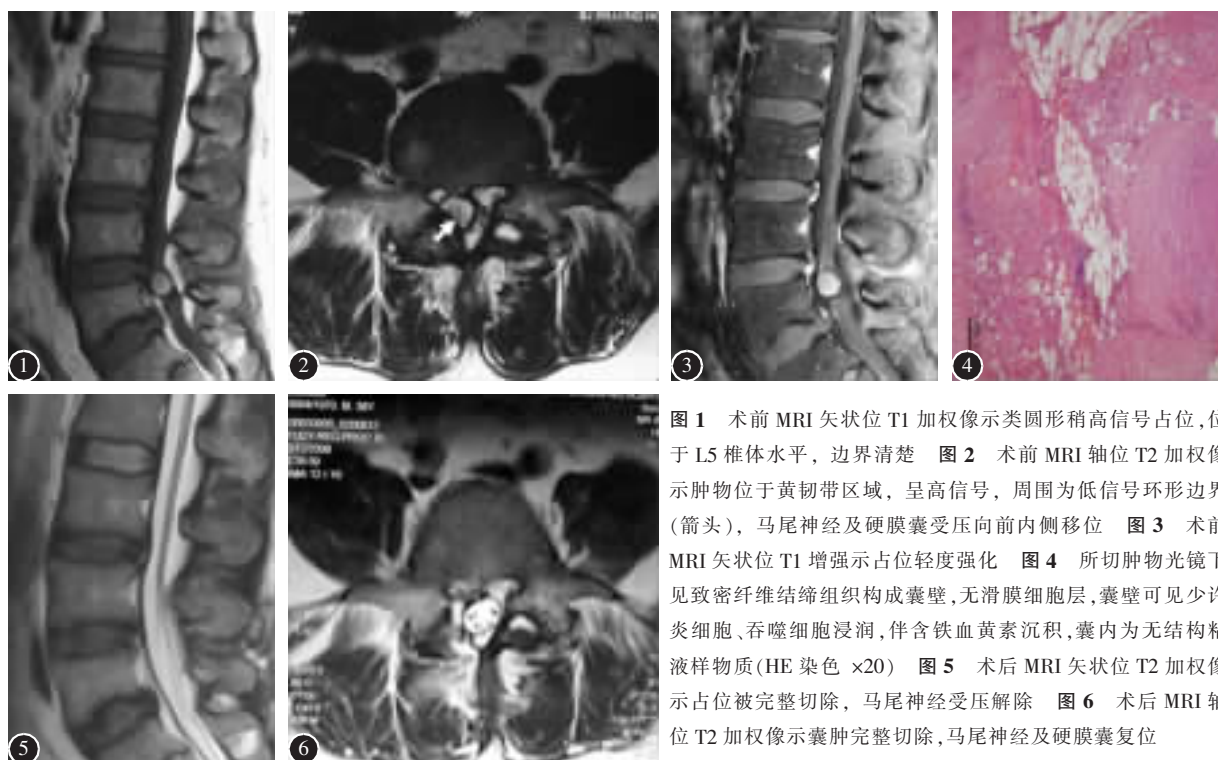


图1 术前 MRI 矢状位 T1 加权像示类圆形稍高信号占位,位于 L5 椎体水平,边界清楚 图2 术前 MRI 轴位 T2 加权像示肿物位于黄韧带区域,呈高信号,周围为低信号环形边界(箭头),马尾神经及硬膜囊受压向前内侧移位 图3 术前 MRI 矢状位 T1 增强示占位轻度强化 图4 所切肿物光镜下见致密纤维结缔组织构成囊壁,无滑膜细胞层,囊壁可见少许炎症细胞、吞噬细胞浸润,伴含铁血黄素沉积,囊内为无结构粘液样物质(HE 染色 $\times 20$) 图5 术后 MRI 矢状位 T2 加权像示占位被完整切除,马尾神经受压解除 图6 术后 MRI 轴位 T2 加权像示囊肿完整切除,马尾神经及硬膜囊复位

病理上无滑膜层;黄韧带囊肿则完全或部分位于黄韧带内面,与小关节无联系。与滑膜囊肿的鉴别有利于术中的处理,滑膜囊肿与小关节相通,需要打开小关节切除病变,而黄韧带囊肿则完全位于黄韧带内,与小关节无联系,手术切除较为容易^[4]。本例病变位于 L5 椎体水平,为最为常见的部位,但年龄较文献报道年轻;患者急性起病,腰椎 MRI T1 加权像呈稍高信号,T2 加权像呈高信号,提示黄韧带囊肿内出血可能;术中见囊肿内为黄红色粘液,术后病理检查示含铁血黄素沉积,可能与病变出血有关。

外科手术是黄韧带囊肿的最有效治疗方法,手术能够良好显露并完整地切除病变,解除病灶对硬脊膜囊及神经根的压迫,使患者的症状得以缓解,手术效果良好^[3-5]。本例患者术后症状完全消失,复查 MRI 示椎管内囊肿被完全切除,硬膜囊及马尾神经受压解除。

参考文献

1. Gazzeri R,Galarza M,Gorgoglione L,et al.Cervical cyst of the ligamentum flavum and C7-T1 subluxation:case report[J].Eur Spine J,2005,14(8):807-809.
2. Cakir E,Kuzeyli K,Usul H, et al. Ligamentum flavum cyst[J]. J Clin Neurosci,2004,11(1):67-69.
3. Gazzeri R,Canova A,Fiore C,et al. Acute hemorrhagic cyst of the ligamentum flavum [J].J Spinal Disord Tech,2007,20(7):536-538.
4. 方向前,范顺武,王进,等.黄韧带囊肿一例报告[J].中华骨科杂志,2001,21(9):576.
5. Terada H, Yokoyama Y, Kamata N, et al. Cyst of the ligamentum flavum[J].Neuroradiology,2001,43(1):49-51.

(收稿日期:2009-04-09 修回日期:2009-04-20)

(本文编辑 李伟霞)