

上胸椎前路逆向椎弓根螺钉内固定技术的可行性研究

贺聚良, 肖增明, 杨立井

(广西医科大学一附院脊柱骨病外科 530021 广西南宁)

【摘要】目的:通过放射解剖学研究及标本上的模拟手术操作来验证上胸椎(T1~T4)前路逆向椎弓根螺钉内固定技术的可行性及安全性。**方法:**在放射科 CT 数据库中选取 40 例层厚为 0.625mm 的正常上胸椎薄层 CT 扫描数据(男 20 例,女 20 例,年龄 18~68 岁,平均 39.7 岁),对数据进行 MPR 重建,在每侧椎弓根轴心上选取其横切面和矢状面进行观察和测量,测得每侧椎弓根的横径、高度、横切面进钉点距离、进钉角度、矢状面进钉点距离、进钉角度、钉道长度,对所得数据进行统计学处理。选取 10 具(男 5 例、女 5 例,年龄不详)完整的成人上胸椎防腐标本(包括 C7~T6),外观无畸形和破损,完整保留 T1~T4 两旁肋椎关节及椎旁软组织,于椎体前方逆向置入椎弓根螺钉,通过 X 线透视、CT 扫描、剖面观察、测量,参照 Rao 等的椎弓根螺钉穿破分级标准对置钉优良率进行评测。**结果:**T1~T4 椎弓根横径逐渐减小 8.14~3.47mm;椎弓根高度逐渐增大 6.89~10.29mm;横切面进钉角度逐渐减小 32.96°~11.64°;横切面进钉点距离逐渐增大 1.80~5.50mm;矢状面进钉角度逐渐增大 104.95°~115.74°;矢状面进钉点距离逐渐增大 5.95~8.76mm;钉道长度 32.95~35.96mm。T3、T4 椎弓根横径过于细小,不适合逆向椎弓根螺钉的置入,但在 T3、T4 逆向置入椎弓根-肋骨复合体螺钉是可行的。T1、T2 前路逆向椎弓根螺钉的规格为:直径 4.0mm、长度 35mm 左右,T3、T4 前路逆向椎弓根-肋骨复合体螺钉的规格为:直径 5.0mm、长度 35mm 左右。在 10 具上胸椎标本上共置钉 80 枚,根据 Rao 等的椎弓根螺钉穿破分级标准,总体优良率达 90%,其中椎弓根侧壁穿破小于 2mm 未造成脊髓压迫的共 7 枚;椎弓根内侧壁穿破距离在 2~4mm 的共有 5 枚,分别为 T1 椎体 1 枚,T3 椎体 1 枚,T4 椎体 3 枚,有不同程度脊髓压迫;椎弓根内侧壁穿破距离大于 4mm 的 2 枚,其中 T2 椎体 1 枚,T4 椎体 1 枚,脊髓受压严重;T2 椎体有 1 枚椎弓根外侧壁穿破。**结论:**T1、T2 椎体前路逆向椎弓根螺钉内固定技术和 T3、T4 椎体前路逆向椎弓根-肋骨复合体螺钉内固定技术可达到双皮质固定的目的,但其安全性及临床实用性尚需进一步探讨。

【关键词】 上胸椎;前路;逆向椎弓根螺钉;内固定

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2014.04.13

中图分类号:R322.7,R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2014)-04-0359-07

The feasibility of the anterior reverse transpedicular screw (ARTPS) fixation at upper thoracic spine/HE Juliang, XIAO Zengming, YANG Lijing//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2014, 24 (4): 359-365

【Abstract】Objectives: To verify the feasibility and safety of the anterior transpedicular screw(ATPS) fixation of the upper thoracic spine (T1-T4) through the radiological anatomy study on the cadaveric specimens. **Methods:** The upper thoracic spine thin-section CT data of 40 cases were collected from the radiology department's database(20 males and 20 females, aged from 18 to 68 years, the mean age was 39.7 years). The data of OPW(outer pedicle width), OPH(outer pedicle height), PAL(pedicle axis length), TPA(transverse section angle), SPA(sagittal section angle), DTIP(distance of transverse intersection point) and DSIP(distance of sagittal intersection point) of each pedicle were measured on the transverse and sagittal sections through the axis of each pedicle. The data were recorded and statistically analyzed. 10 upper thoracic spine(C7-T6) specimens of adults(5 males and 5 females, with unknown ages), with no damage to their appearance, the costovertebral joints and paravertebral soft tissue were completely retained. Then simulate surgical operations were done on the cadaveric specimens based on the obtained data. Screws were implanted anteriorly by free hand. After

第一作者简介:男(1980-),主治医师,医学博士,研究方向:脊柱、骨病、骨与软组织肿瘤

电话:13481097971 E-mail:juliange@126.com

通讯作者:肖增明 E-mail:zm-xiao@163.com

that, the specimens accepted X-ray fluoroscopy and CT scan. At last, the screws were removed, the specimens were sawed along the transaction and sagittal section of the screw channel. Then the success rate of the screw placement was evaluated according to Rao's worn out classification standard of pedicle screws.

Results: From T1 to T4, the OPW decreased from 8.14mm to 3.47mm; the OPH increased from 6.89mm to 10.29mm; the TPA decreased from 32.96° to 11.64°; the DTIP increased from 1.80mm to 5.50mm; the SPA increased from 104.95° to 115.74°; the DSIP increased from 5.95 to 8.76mm; the PAL changed irregularly, from 32.95 to 35.96mm. The pedicle diameters of T3 and T4 were too small to implant ATPS, but the ARTPS can be implanted successfully. The diameter of ATPS was about 4.0mm; the length of ATPS was about 35mm. The diameter of ARTPS was about 5.0mm; the length of ARTPS was about 35mm. 80 pedicle screws were implanted anteriorly, according to Rao's worn out classification standard of pedicle screws, the fine rate was 90%. The internal walls of 7 pedicles were broken by screws of less than 2mm and no compression to the spinal cord. The internal walls of 5 pedicles were broken of 2 to 4mm, 1 at T1, 1 at T3 and 3 at T4, with varying degrees of spinal cord compression. The internal walls of 2 pedicles were broken of greater than 4mm, 1 at T2 and 1 at T4, with serious spinal cord compression. The external wall of 1 pedicle was broken at T2. **Conclusions:** The ATPS techniques at T1, T2 and the ARTPS techniques at T3, T4 are feasible, but the safety and clinical practice and further research is needed.

【Key words】 Upper Thoracic vertebrae; Anterior; Reverse transpedicular screw; Internal fixation

【Author's address】 Departement of Orthopaedics, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning, 530021, China

上胸椎前路减压内固定手术一直是脊柱外科探讨的热点。目前由于缺少上胸椎前路专用的内固定器材,不少学者将颈椎前路钛板内固定系统用于上胸椎前方的重建内固定^[1-3]。虽然上胸椎前路内固定的钉板系统已经设计并在尸体标本上进行了相关生物力学方面的研究^[4],但尚未批准应用于临床。颈椎前路钉板系统和目前设计的上胸椎前路钉板系统都是利用椎体钉固定的原理,当椎体钉无法提供足够强度的内固定时,能否从前路逆向置入椎弓根螺钉来达到同样的内固定目的呢?近年来,国内外学者对下颈椎前路反向椎弓根螺钉内固定技术进行了研究并逐步开始应用于临床,取得了良好的效果^[5-7]。但针对上胸椎前路逆向椎弓根钉内固定技术的相关研究未见报道。

本实验拟从放射、解剖学方面出发,针对上胸椎前方逆向椎弓根螺钉内固定技术的安全性及可行性进行相关研究,以期为临床提供相关影像学、解剖学方面的数据参考,为内固定系统的研制提供数据参考。

1 资料与方法

1.1 实验对象

调取门诊和住院的头颈胸段 CT 检查患者的影像资料,排除上胸椎有病变者(先天畸形、创伤、感染、原发性和转移性脊柱肿瘤)后,随机选取 40 例患者(以健康体检及颈颅血管重建时扫描范

围包括上胸椎的患者为主)的 CT 扫描数据(20 男,20 女,年龄 18~68 岁,平均 39.7 岁)。

1.2 实验标本

10 具完整的成人上胸椎防腐标本(C7~T6),外观无畸形和破损,完整保留 T1~T4 两旁肋椎关节及椎旁软组织;供者年龄不详,男 5 例、女 5 例。所有标本均经体积分数为 10%的甲醛溶液处理。标本由广西医科大学解剖教研室提供。

1.3 影像学测量指标及方法

调取用 Lightspeed VCT 扫描仪以 0.625mm 层厚进行连续扫描的患者的 CT 扫描数据(包括 T1~T4)。运用 Advantage Workstation Volume-share 2 and Reformat Software 软件操作系统将所得横断面图像进行容积再现(volume rendering, VR),然后再进行 MPR 重建,在上胸正中矢状位图像上定位上胸椎椎体,然后选取各个椎体每侧椎弓根的矢状面图像,在每侧椎弓根矢状面上,沿椎弓根轴心做横断面的切面,所获得的横断面即为椎弓根轴心所在的横断面;在所获得的横断面上沿椎弓根轴心做矢状位的切面,所获得的矢状面即为椎弓根轴心所在的矢状面。在所选轴心所在的横切面和矢状切面上,参考 Heiko Koller 等^[5]颈椎前路椎弓根螺钉内固定的解剖学测量方法,测量上胸椎前路逆向椎弓根螺钉内固定技术的各项指标:椎弓根横径(outer pedicle width, OPW) 椎弓根轴心横切面上椎弓根的最小

横径;椎弓根高度(outer pedicle height, OPH)椎弓根轴心矢状切面上椎弓根的最小上下径;钉道长度(pedicle axis length, PAL)椎弓根轴心横切面上椎弓根纵轴皮质骨到皮质骨的长度;横切面角度(transverse section angle, TPA)椎弓根轴心与椎体正中矢状面之间的夹角;矢状面角度(sagittal section angle, SPA)椎弓根轴心与椎体前壁之间的夹角;横切面进钉点距离(distance of transverse intersection point, DTIP)椎弓根轴心横切面上进钉点距椎体正中矢状线的距离;矢状面进钉点距离(distance of sagittal intersection point, DSIP)(图 1~5)。每个指标分左右侧分别测量,为减少误差,每个数据测量三遍,取最后的平均值作为最终数据进行收集、记录。

1.4 标本置钉及检测方法

取成人完整上胸椎防腐标本 10 具,外观无畸形和破损,完整保留至少 C7~T6,胸椎两旁肋椎关节及椎旁软组织,男 5 例、女 5 例,将 10 具标本标号备用。对所测结果进行分析是否适合逆向置入椎弓根螺钉,如椎弓根过于细小不适合逆向置入椎弓根螺钉,则改为逆向置入椎弓根-肋骨复合体螺钉。于标本 T1~T4 的椎体前方确定进钉点位置及进钉方向,徒手用开口器在椎体前方骨皮质上开口,然后用开路器沿预先设计的进钉方向缓慢钻孔,操作过程中注意手感,如感觉开路器前方阻力很大,应及时对进钉方向进行微调,直至钻入深度达到预期目标为止,然后用探针探测顶到四

周骨壁是否完整,选取合适直径、合适长度的螺钉,沿所钻孔道置入(图 6~8)。X 线透视下观察正侧位上螺钉的位置及方向并做好记录。对置入螺钉后的标本再次进行 CT 扫描,根据 CT 扫描结果对螺钉位置及方向进行评价(图 9~12)。取出螺钉,沿钉道方向进行横断面和矢状面的解剖(图 13、14),观察钉道的位置和方向,观察钉道周壁是否完整并详细记录结果。

参照 Rao 等^[8]的椎弓根螺钉穿破分级标准评估置钉的准确性,0 级:无穿破;1 级:穿破<2mm;2 级:2mm≤穿破<4mm;3 级:穿破≥4mm。0 级为优,1 级为良,2 级为可,3 级为差。

1.5 统计学处理

运用 SPSS 17.0 软件进行数据统计分析。测量数据分为男女两组,用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。对左右侧测得的数据采用配对 T-test 进行统计学差异比较,设定当 $P < 0.05$ 时统计学差异有显著性,如无显著性统计学差异,则予以合并后进行统计学描述;如统计学差异有显著性,结果予以分别描述;男性、女性的数据运用成组 T-test 进行统计学差异比较,设定当 $P < 0.05$ 时统计学差异有显著性,根据方差齐性检验结果选取统计学结果,如无显著性统计学差异,则予以合并后进行统计学描述;如统计学差异有显著性,结果予以分别描述。

2 结果

对男性、女性所测得的左右侧数据分别进行

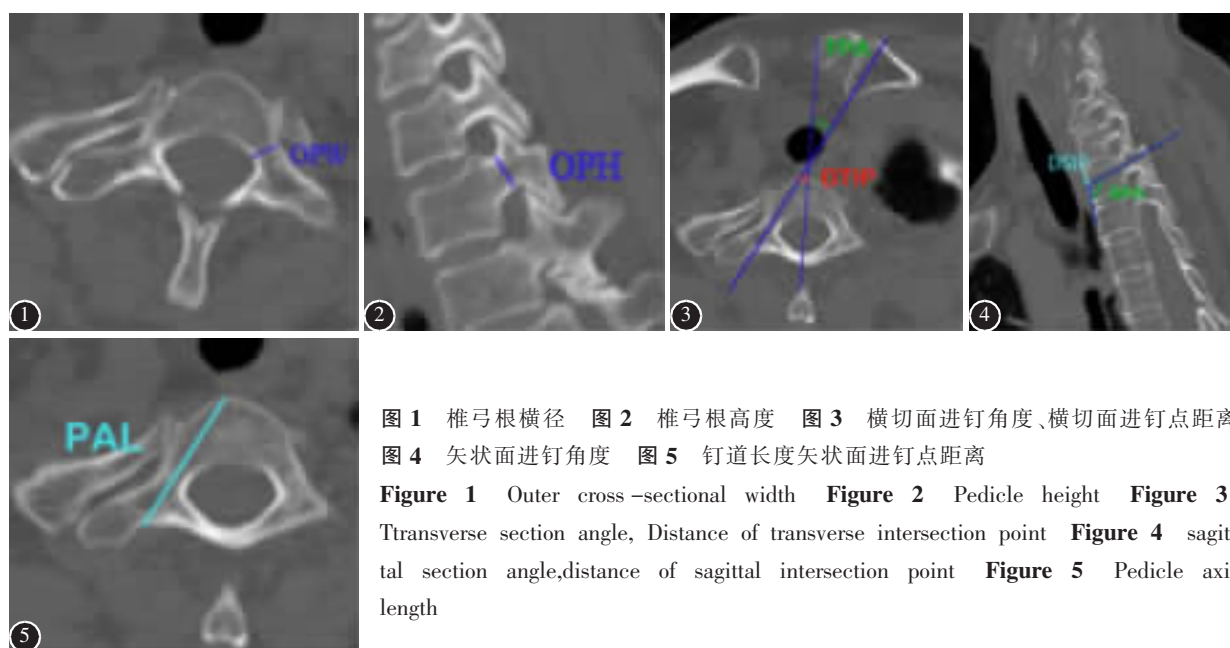


图 1 椎弓根横径 图 2 椎弓根高度 图 3 横切面进钉角度、横切面进钉点距离 图 4 矢状面进钉角度 图 5 钉道长度矢状面进钉点距离

Figure 1 Outer cross-sectional width Figure 2 Pedicle height Figure 3 Transverse section angle, Distance of transverse intersection point Figure 4 sagittal section angle, distance of sagittal intersection point Figure 5 Pedicle axis length

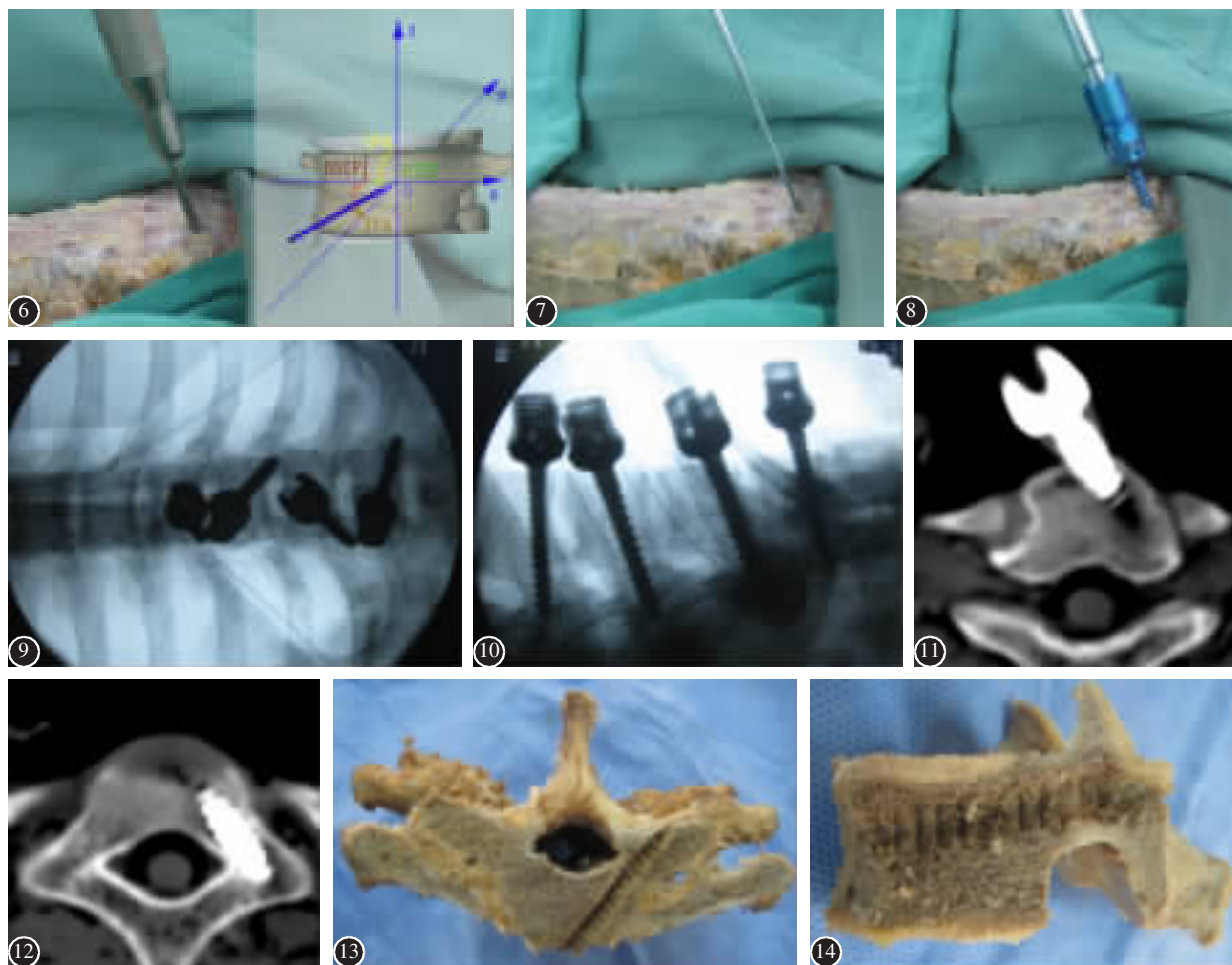


图 6 徒手钻孔 图 7 探针探测了解所钻孔道周壁骨质是否完整 图 8 沿钻孔方向置入螺钉 图 9 正位 X 线透视下了解螺钉位置 图 10 侧位 X 线透视下了解螺钉位置 图 11 CT 扫描了解螺钉位置 图 12 术后 CT 扫描了解螺钉位置 图 13 大体标本横切面上检查钉道位置 图 14 大体标本矢状面上检查钉道位置

Figure 6 Freehand drilling **Figure 7** Examining the hole wall by probing **Figure 8** Implanting the screw along the hole **Figure 9** Examining the screw position at the anteroposterior X-ray fluoroscopy **Figure 10** Examining the screw position at the lateral X-ray fluoroscopy **Figure 11** Examining the screw position by CT scan **Figure 12** Examining the screw position by CT scan **Figure 13** Examining the screw channel position at the specimen's transverses-section **Figure 14** Examining the screw channel position at the specimen's sagittal-section

配对 T-test, 结果 P 值均 >0.05 , 无显著性统计学差异, 予以双侧合并后进行统计学描述; 对合并后的男性、女性数据进行成组 T-test, 结果发现除横切面和矢状面进钉角度 (TPA 和 SPA) 比较时 $P > 0.05$, 无显著性统计学差异以外, 其他数据 (OPW、OPH、PAL、DTIP、DSIP) 比较, P 值均 <0.05 , 统计学差异有显著性, 因此对男性、女性横切面和矢状面进钉角度 (TPA 和 SPA) 的数据合并后进行统计学描述, 对其他数据 (OPW、OPH、PAL、DTIP、DSIP) 分别予以统计学描述 (表 1)。

结合本次测量结果, T3、T4 椎弓根横径过于细小, 不适合逆向椎弓根螺钉的置入, 但在 T3、T4

逆向置入椎弓根-肋骨复合体螺钉是可行的。T1、T2 前路逆向椎弓根螺钉的规格为: 直径 4.0mm、长度 35mm 左右, T3、T4 前路逆向椎弓根-肋骨复合体螺钉的规格为: 直径 5.0mm、长度 35mm 左右。

在 10 具上胸椎标本的置钉操作结果, 共置钉 80 枚, 参照 Rao 等^[8]的判断标准, 总体优良率达 90%。其中椎弓根侧壁穿破小于 2mm 未造成脊髓压迫的共 7 枚; 椎弓根内侧壁穿破距离在 2~4mm 的共有 5 枚, 分别为 T1 椎体 1 枚, T3 椎体 1 枚, T4 椎体 3 枚, 有不同程度脊髓压迫; 椎弓根侧壁穿破距离大于 4mm 的共有 3 枚, 其中 T3、T4 各

一枚为内侧壁穿破,脊髓受压,T2一枚为外侧壁穿破,未进入椎管(表2)。

3 讨论

3.1 上胸椎前方内固定的探索

上胸椎处于脊柱由颈椎前曲向胸椎后凸的过度节段,是受力相对集中的部位,根据人体脊柱的力学传导路线,上胸椎前、中柱在力学稳定性方面显得尤为重要。临床上引起上胸椎节段脊髓压迫的病变大多来自脊髓前方,脊柱破坏也是以前、中柱为多见。要解决脊髓前方的压迫、清除病灶、重建前中柱的稳定性,多数学者主张从前方行病变椎体切除、椎管扩大减压、重建及内固定^[9, 10],但目前还没有专门用于上胸椎前方内固定的器材。肖建如等^[11]通过研究指出颈椎 Orion 钢板是上胸椎前方内固定较好的内固定材料。也有学者针对上胸椎进行了系统的解剖学方面的研究^[12],设计制造出了上胸椎前路内固定钛板并且在新鲜尸体标本上进行了相关生物力学方面的研究^[13],但尚未批准应用于临床。无论是颈椎 Orion 钢板还是专门设计的上胸椎前路钛板系统,都是在上胸椎

前方置入椎体螺钉,只能固定前柱,无法提供三柱的稳定。当上胸椎椎体的骨质受到肿瘤、结核等破坏严重,或者椎体严重的骨质疏松,或者由于种种原因进行的上胸椎前方的二次内固定翻修手术时,普通椎体螺钉固定强度往往无法满足需要。此时只能借助于常规的后路椎弓根钉棒系统,但需要术中改变体位,不但增加了脊髓、神经损伤的风险,而且破坏了原本完好的后方椎旁软组织结构,增加了手术切口,给患者造成更大的创伤,增加了术后感染、胸背部疼痛等并发症发生的机会。能否在前路手术时逆向置入椎弓根螺钉呢?近些年来,国内外不少学者对下颈椎前路反向椎弓根螺钉内固定技术进行了解剖学方面的系统研究并逐步开始应用于临床^[5-7, 13],取得了不错的效果。

受此启发,我们设计了本实验,希望能够对上胸椎前方的手术、包括内固定器材的设计开发等有所帮助。

3.2 上胸椎前路逆向椎弓根螺钉固定的可行性及不足

结合本次实验的观察测量及前人的研究^[14, 15]结果,T1、T2的椎弓根完全可以容纳直径4mm的

表1 T1~T4的测量结果

Table 1 The measurement results of T1-T4

测量指标 Measurement index	T1		T2		T3		T4	
	男(mm) Male	女(mm) Female	男(mm) Male	女(mm) Female	男(mm) Male	女(mm) Female	男(mm) Male	女(mm) Female
OPW(mm)	8.14±0.74	7.04±0.62 ^①	6.20±0.93	5.25±0.66 ^①	5.03±0.91	4.12±0.55 ^①	4.39±0.74	3.47±0.45 ^①
OPH(mm)	8.38±0.61	6.89±0.70 ^①	9.33±0.86	7.87±0.81 ^①	10.15±0.71	8.53±0.84 ^①	10.29±0.72	8.98±0.94 ^①
PAL(mm)	34.96±0.82	32.88±0.92 ^①	34.97±0.85	32.68±0.92 ^①	34.94±1.04	32.95±0.75 ^①	35.96±1.19	32.52±1.29 ^①
DTIP(mm)	2.50±0.37	1.80±0.95 ^①	4.47±0.90	3.88±0.7 ^①	5.27±0.97	5.88±0.62 ^①	5.50±0.74	5.75±0.91 ^①
DSIP(mm)	6.67±0.89	5.95±0.50 ^①	7.55±0.93	6.88±0.73 ^①	7.70±1.01	7.07±0.73 ^①	8.76±0.75	7.64±0.92 ^①
TPA(°)	31.97±1.20	32.80±1.03 ^②	20.54±1.67	21.24±2.09 ^②	14.14±1.09	13.71±1.71 ^②	11.89±1.49	11.42±1.36 ^②
SPA(°)	104.47±1.01	103.28±1.35 ^②	108.11±2.50	109.03±2.00 ^②	111.80±1.53	112.93±2.03 ^②	114.91±2.02	116.43±2.14 ^②

注:①与男性比较 $P<0.05$;②与男性比较 $P>0.05$ (OPW:椎弓根横径;OPH:椎弓根高度;PAL:钉道长度;TPA:横切面角度;SPA:矢状面角度;DTIP:横切面进钉点距离;DSIP:矢状面进钉点距离)

Note: Compared with male, ① $P<0.05$, ② $P>0.05$ (OPW: outer pedicle width; OPH: outer pedicle height; PAL: pedicle axis length; TPA: transverse section angle; SPA: sagittal section angle; DTIP: distance of transverse intersection point; DSIP: distance of sagittal intersection point)

表2 徒手操作下置钉的结果

Table 2 The results of screw implantation by free hand

	0级 Grade 0	1级 Grade 1	2级 Grade 2	3级 Grade 3
T1	17	2	1	0
T2	16	2	1	1
T3	17	2	0	1
T4	15	1	3	1

椎弓根螺钉,而T3、T4椎弓根过于细小,为安全起见,不建议从前方逆向置入椎弓根螺钉,而是选择逆向通过椎体将螺钉置入到椎弓根-肋骨复合体。实验也进一步证实了这种技术的可行性。从前路逆向置入螺钉,可以直视下避开上胸椎前方的血管、神经,操作过程中只要避开内侧的椎管,就可以安全地将螺钉置入,后方是椎板及附着于椎板的肌肉组织,即使螺钉穿透骨皮质,也不会导致

重要血管、神经、脏器的损伤,因此具有一定的安全性。但本次实验在标本上置钉操作中也有螺钉穿破椎弓根压迫脊髓的情况发生,多是在前期操作不熟练时出现的,随着操作熟练程度的增加,后期螺钉穿破椎弓根的情况也逐渐减少,这也说明此项技术存在脊髓损伤的风险。

由于此项技术操作难度及风险较常规后路椎弓根螺钉技术要高,因此不宜作为常规技术应用,而是在上胸椎椎体因为肿瘤、结核、严重骨质疏松或初次手术内固定失败等情况下,常规前路椎体螺钉无法提供足够强度的内固定时才建议使用此方法。由于本研究仅进行了螺钉固定,是否再行钢板固定后会对周围血管神经造成影响尚待进一步研究;此外,标本上操作与临床中有较大差异,特别是在出血较多情况下,视野会受到影响,此时前路的血管和神经是否更容易误损也需进一步探讨。因此在进一步的实验中,我们会设计出专门的内固定系统,并在新鲜的尸体标本及动物模型上进行实验,以期能为今后的临床工作提供参考。

3.3 上胸椎前路逆向椎弓根螺钉内固定技术的优势及操作注意事项

从生物力学的角度来讲,双皮质螺钉的固定最为牢固,由于椎体前方重要血管、神经、脏器的存在,多数学者都主张后路椎弓根螺钉长度以不突破椎体前方皮质为宜^[16,17]。而本次实验所提出的从前方逆向置入椎弓根螺钉的方法,因椎弓根或椎弓根-肋骨复合体后方没有重要结构,可以通过增加螺钉长度来增加螺钉的固定强度,螺钉可以突破后方的骨皮质发挥双皮质固定的优势。

关于进钉点的确定,国内外学者在研究下颈椎前路反向椎弓根螺钉内固定技术的时候采用空间定位的方法,利用距离来确定进钉点^[5-7,13]。本次实验中横切面上的进钉点以与椎体正中矢状线的距离来确定;矢状面上的进钉点以距离上位终板的距离来确定。由于我们采用的是常规后路椎弓根螺钉,钉尾叶片较长,在置钉操作过程中由于在 T1、T2 椎体进钉点位置相对较为靠近正中矢状线,如果在同一横切面上双侧同时置钉,钉尾有可能相互影响而导致操作困难,因此在今后实际操作中或设计内固定系统时应考虑如何解决这一问题。对于进钉方向的确定同样参考国内外学者们下颈椎前路反向椎弓根螺钉内固定技术进钉方向的确定方法^[5-7,13],以椎体正中矢状面和椎体前壁

所在的冠状面为参照。本次实验所测量的角度是椎弓根轴心的角度,对于 T3、T4 椎体来说,由于置入的是逆向椎弓根-肋骨复合体螺钉,因此横切面上进钉方向可以向远离椎管的方向偏斜,主要的目的是避开内侧的椎管,进钉角度只要不小于所测得的角度即可,外侧的操作空间相对较大。根据本次实验的测量,按照螺钉不超过椎弓根直径的 80% 的标准来计算^[18],我们建议 T1、T2 椎体选择螺钉的直径为 4.0mm 螺钉;根据韦兴等^[19]的测量结果,在 T3、4 椎体,椎弓根-肋骨复合体螺钉的直径可以选择 6.5mm 甚至 6.5mm 以上的螺钉,但上胸椎椎体相对较小,且呈前窄后宽的形状,如果选择的螺钉直径过大,从前方逆向置入过程中容易导致椎体侧壁的骨折,不但增加了置钉的风险,螺钉固定的生物力学强度也势必下降,因此我们建议螺钉直径的选择以 5.0mm 左右为宜。螺钉长度的选择上,为了发挥双皮质固定的优势,根据本次测量的结果,螺钉长度应不小于 35mm。由于上胸椎椎管相对较小,脊髓避让空间有限,因此置钉操作中应该注意进钉方向尽可能远离椎管,有时候穿破椎弓根外侧壁要比穿破内侧壁安全。进钉点选择不宜过于偏向椎体侧方,因为这样容易引起椎体侧壁骨折,导致置钉失败,或者为了避免侧壁骨折而使进钉方向偏向椎管,增加脊髓损伤的风险。

综上所述,我们得出如下结论:T1、T2 椎体前路逆向椎弓根螺钉内固定技术,T3、T4 椎体前路逆向椎弓根-肋骨复合体螺钉内固定技术是可行的,但其安全性及临床实用性有待进一步研究证实;上胸椎逆向椎弓根螺钉及逆向椎弓根-肋骨复合体螺钉长度可以突破后方骨皮质达到双皮质固定的目的。本次研究只是通过放射解剖学的测量观察并利用后路椎弓根螺钉在尸体标本上进行上胸椎前路逆向椎弓根螺钉内固定技术安全性及可行性的探索,没有设计出专门的内固定器械,也没有进行相关的力学测试,我们希望通过进一步的研究来解决这些问题。

4 参考文献

1. Liu YL, Hao YJ, Li T, et al. Trans-upper-sternal approach to the cervicothoracic junction [J]. Clin Orthop Relat Res, 2009, 467: 2018-2024.
2. 张泽华, 许建中, 谭祖键, 等. 改良前方入路结核病灶清除, 同种异体骨移植, 内固定治疗颈胸段脊柱结核[J]. 中国脊柱脊

- 髓杂志, 2006, 16(1): 41-44.
3. 詹新立, 肖增明, 贺茂林, 等. 前方经胸骨或侧前方经肩胛下入路手术治疗上胸椎结核[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(11): 808-812.
 4. 罗巨利, 詹新立, 肖增明, 等. 体外生物力学评价上胸椎前路钛板内固定装置的三维运动稳定性[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(17): 3119-3123.
 5. Koller H, Hempfing A, Acosta F, et al. Cervical anterior transpedicular screw fixation. Part I: Study on morphological feasibility, indications, and technical prerequisites [J]. Eur Spine, 2008, 17(4): 523-538.
 6. Koller H, Acosta F, Tauber M, et al. Cervical anterior transpedicular screw fixation (ATPS)--Part II. Accuracy of manual insertion and pull-out strength of ATPS[J]. Eur Spine, 2008, 17(4): 539-55.
 7. 徐荣明, 赵刘军, 马维虎, 等. 下颈椎前路椎弓根螺钉内固定解剖学测量及临床应用 [J]. 中华骨科杂志, 2011, 31(12): 1337-1343.
 8. Rao G, Brodke DS, Rondina M, et al. Comparison of computerized tomography and direct visualization in thoracic pedicle screw placement[J]. Journal of Neurosurgery: Spine, 2002, 97(2): 223-226.
 9. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Plating of thoracic, thoracolumbar, and lumbar injuries with pedicle screw plates[J]. Orthop Clin North Am, 1986, 17(1): 147-159.
 10. Sjostrom L, Jacobsson O, Karlstrom G, et al. CT analysis of pedicles and screw tracts after implant removal in thoracolumbar fractures[J]. Spinal Disord, 1993, 6(3): 225-231.
 11. 肖建如, 贾连顺, 袁文. 上胸椎肿瘤的手术途径及术式探讨 [J]. 中华外科杂志, 2001, 39(5): 352-355.
 12. 贺聚良, 詹新立, 肖增明, 等. 上胸椎前路金属置入物内固定的相关解剖学径路 [J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(48): 9035-9039.
 13. 王远政, 刘洋, 邓忠良. 下颈椎前路椎弓根螺钉置入的实验研究[J]. 第三军医大学学报, 2012, 34(18): 1839-1843.
 14. 潘显明, 谭映军. 胸椎经椎弓根内固定的解剖学研究及内固定器的研制[J]. 骨与关节损伤杂志, 2000, 15(3): 202-205.
 15. 李志军, 刘万林. 椎弓根螺钉入点定位及双侧入点间距的应用测量[J]. 中国临床解剖学杂志, 2001, 19(4): 308-310.
 16. Magerl FP. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation [J]. Clin Orthop Relat Res, 1984, 189: 125-141.
 17. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating [J]. Clin Orthop Relat Res, 1986, 203: 7-17.
 18. Misenhimer GR, Peek RD, Wiltse LL, et al. Anatomic analysis of pedicle cortical and cancellous diameter as related to screw size[J]. Spine, 1989, 14(4): 367-372.
 19. 韦兴, 侯树勋, 史亚民, 等. 胸椎经“椎弓根-肋骨间”螺钉与椎弓根螺钉固定的抗拔出比较 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(8): 623-625.

(收稿日期:2013-12-20 修回日期:2014-03-24)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)

专家点评

杨惠林(苏州大学附属医院骨科 215006 苏州市)

在脊柱后路椎弓根螺钉技术广泛应用的今天,也有学者对脊柱前路逆向椎弓根螺钉技术进行了以解剖和影像学为主的研究,主要是针对腰椎、下胸椎、尤其是显露相对容易的颈椎,但临床应用极少。目前尚未见上胸椎前路逆向椎弓根螺钉技术的相关报道。该文通过影像、解剖学研究,对这一技术的安全性和可行性做了有益的探讨,但结果显示即使在无畸形和破损的尸体标本上失败率亦高达 20%,因此其安全性和实用性有待商讨。如何在有心脏、大血管、胸廓等干扰的情况下,充分显露上胸椎椎体,在螺钉置入需具有一定进钉点和进钉方向时,确保前方逆向椎弓根螺钉安全通过椎体进入相对狭窄的椎弓根,提高螺钉置入的准确率和安全性,是亟待解决的问题。与目前常用的后路椎弓根螺钉技术相比,上胸椎前路逆向椎弓根螺钉内固定技术并无优势,如果手术失败或内固定松动将可能导致灾难性后果。

姜建元(复旦大学附属华山医院骨科 200040 上海市)

该文从临床实际问题出发,富有创意的提出自前路逆向置入椎弓根螺钉以期解决上胸椎前路重建问题,其研究过程体现出良好的科研思维。但必须指出的是,上胸椎前路解剖结构复杂,其手术操作难点不仅体现在病变切除后的重建环节,更体现在重建之前的手术入路选择、病灶的逐层显露范围以及置钉过程中操作器械受局部重要脏器阻挡等术中实际操作问题中,与该研究中非完整尸体模拟螺钉置入的难度不可同日而言。另外,上胸椎病变虽然复杂多样,但并非临床常见疾病;对于该部位复杂病变手术方案的选择可联合多种手术技术、灵活组合。虽然该研究在一定程度上拓展了解决上胸椎重建问题的临床思维,但其样本量相对较小,且研究的重点不够全面,所以该技术的临床应用尚需要更加全面、系统的分析与评估。