

基于椎动脉变异判别的Ⅲ代 TARP 钢板 治疗寰枢椎脱位的个性化置钉

王建华, 夏 虹, 尹庆水, 吴增晖, 艾福志, 马向阳, 章 凯

(广州军区广州总医院 骨科医院 510010 脊柱一科)

【摘要】目的:探讨应用基于椎动脉变异判别的Ⅲ代 TARP 钢板治疗寰枢椎脱位的个性化置钉策略。**方法:**选择 2010 年 6 月~2011 年 12 月实施手术治疗的 22 例寰枢椎脱位患者, 年龄 22~58 岁, 平均 41 岁。男 9 例, 女 13 例。其中外伤性寰枢椎脱位 6 例, 游离齿状突合并的寰枢椎脱位 9 例, 合并颅底凹陷症的寰枢椎脱位 7 例。均实施经口咽入路松解、复位、内固定手术。术前对患者的寰枢椎实施层厚 1mm 的薄层 CT 扫描判定枢椎椎动脉孔类型(I 型, 松散低拐; II 型, 紧密高拐; III 型, 紧密低拐; IV 型, 松散高拐), 并行 CT 血管造影, 判断优势椎动脉及其他血管变异情况。寰椎采用前路侧块螺钉, 枢椎根据以下原则选择置钉方式: ①优势椎动脉侧采用枢椎椎体螺钉技术, 非优势侧采用逆向椎弓根螺钉技术; ②II 型枢椎椎动脉孔采用枢椎椎体螺钉技术, 其他型采用逆向椎弓根螺钉技术。测量术前、术后寰齿间隙(ADI)及垂直寰枢椎指数(CMA)判断寰枢椎复位情况, 测量脑干脊髓角评价脊髓压迫改善情况。采用 JOA 评分判断患者脊髓功能改善情况。**结果:**手术均顺利完成, 共置入枢椎逆向椎弓根螺钉 28 枚, 枢椎椎体螺钉 16 枚。平均手术时间 139±35min, 平均出血量 49±16ml。术后复查 CT 显示, 28 枚逆向枢椎椎弓根螺钉中有 1 枚外倾角偏大, 部分进入椎动脉孔, 但无临床症状; 16 枚枢椎椎体螺钉均位于椎体内。置钉总优良率 97.7%。术后 CT 测量提示, ADI 由术前 7.9±4.4mm 改善为 2.1±1.7mm, CMA 由术前 129°±13°改善为 158°±15°($P<0.05$)。术后患者肢体麻木, 肌肉无力等症状均较术前有明显改善。术前 JOA 评分 9.1±1.6 分, 术后 3 个月复查恢复至 15.8±0.9 分($P<0.05$), 末次随访时为 15.9±0.7 分。**结论:**在实施 TARPⅢ手术, 术前采用寰枢椎薄层 CT 扫描结合椎动脉 CT 造影的方法进行评估有助于精确判断椎动脉变异的类型, 根据变异类型选择个性化的置钉方法有助于降低手术风险。

【关键词】椎动脉变异; 椎动脉 CT 造影; 经口咽前路复位内固定技术; Ⅲ代 TARP 钢板; 个性化置钉

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2013.05.04

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2013)-05-0405-06

Individual screw placement of TARP III plate based on the variation of vertebral artery for atlantoaxial dislocation/WANG Jianhua, XIA Hong, YIN Qingshui, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2013, 23(5): 405-410

【Abstract】Objectives: To investigate the individual screw placement of TARP III plate based on the variation of vertebral artery for atlantoaxial dislocation. **Methods:** From June 2010 to December 2011, 22 cases with atlas-axis dislocation patients aged from 22 to 58 years (mean, 41 years) were reviewed retrospectively. The pathogenesis included traumatic C1-2 dislocation in 6 cases, C1-2 dislocation associated with ossification of dens in 9 cases, basilar invagination associated with C1-2 dislocation in 7 cases. All cases underwent transoral release, reduction and instrumentation. Thin slice CT scan(1mm) and CT angiography were carried out before surgery to determine the variation of vertebral artery foramen(type I, wide and low; type II, narrow and high; type III, narrow and low; type IV, wide and high). The lateral mass screw was used in C1 and axis screw was decided according to the type of vertebral artery variation: ①reverse pedicle screws on the dominance side and vertebral body screw on the other side; ②vertebrae screw in the type II foramen and reverse pedicle screws in other types. After operation, all patient got CT and MRI and the atlas-dens index(ADI) were measured to evaluate the reduction, cervical-medullary angles were measured to evaluate the

基金项目: 全军医学科学技术研究“十二五”计划(BWS11C065); 广东省科技计划项目(20120318084)

第一作者简介: 男(1973-), 副主任医师, 医学博士, 研究方向: 上颈椎外科

电话: (020)36653536 E-mail: jianhuawangddrr@163.com

improvement of compression to the medulla, and JOA score system was used to evaluate the function improvement. **Results:** There were 28 axis reverse pedicle screws (ARPS) and 16 axis vertebral body screws (AVBS) implanted in 22 patients, the mean operation time was 139 ± 35 min, the average blood-loss was 49 ± 16 ml. 43 screws showed good position in C1 except 1 screw violating into the vertebral artery foramen, but no clinical symptom was noted, the excellent-to-good rate was 97.7%. The CT scan showed ADI changing from 7.9 ± 4.4 mm to 2.1 ± 1.7 mm, and CMA changing from $129^\circ \pm 13^\circ$ to $158^\circ \pm 15^\circ$ after surgery. The cervical-medullary angles changed from $127^\circ \pm 11^\circ$ to $156^\circ \pm 14^\circ$ after surgery ($P < 0.05$). All patients showed neurological improvement, with the JOA scores improving from 9.1 ± 1.6 pre-operation to 15.8 ± 0.9 ($P < 0.05$) in the 3 months after operation. And at final follow-up, the JOA scores reached 15.9 ± 0.7 . **Conclusions:** Thin slice CT and CT angiography can be used to decide the variation of vertebral artery in the occipital cervical junction, which is helpful to lower the risk of screw malposition.

【Key words】 Variation of vertebral artery; CT angiography of vertebral artery; Transoral reduction and fixation; TARP III plate; Individual screw placement

【Author's address】 Orthopaedic Department of General hospital in Guangzhou military command of PLA, Guangzhou, Guangdong Province, 510010, China

经口咽前路钢板 (TARP) 经过长期的临床应用不断改进和完善, 目前已经发展到所谓第Ⅲ代 TARP 系统。Ⅱ代钢板虽然采用的是解剖型外形设计, 但螺钉是固定方向的锁定螺钉, 术中无法根据实际情况做相应调整。而Ⅲ代钢板的最大特点是钢板的螺钉采用了最新的万向锁定结构, 无论是寰椎螺钉还是枢椎螺钉, 均可根据手术需要选择最佳的置钉方向, 并可最后形成锁定固定形式。这一特点, 有助于应对寰枢变异情况下灵活选择置钉方式, 降低手术风险, 提高手术成功率。笔者就应用Ⅲ代钢板治疗寰枢椎脱位的个性化置钉方式报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

笔者在建立枢椎椎动脉孔变异分型的基础上, 选择 2010 年 6 月~2011 年 12 月实施的 22 例寰枢椎脱位患者, 实施经口咽前路个性化置钉手术。患者年龄 23~58 岁, 平均 41 岁。男 9 例, 女 13 例。其中外伤性寰枢椎脱位 6 例, 游离齿状突合并寰枢椎脱位 9 例, 合并颅底凹陷症的寰枢椎脱位 7 例。所有患者均有不同程度的肢体麻木, 四肢无力, 站立或行走不稳等脊髓压迫症状。按照日本矫形外科学会的脊髓损伤功能评分标准, 术前 JOA 评分 9.1 ± 1.6 分。

1.2 器械介绍

如图 1 所示, Ⅲ代 TARP 钢板是在Ⅱ代 (解剖定向锁定型) 钢板的基础上进一步改良设计而成, 其基本形态与Ⅱ代钢板相同, 均为解剖形设计的

蝶形钢板, 中间有滑槽, 供复位钳及临时螺钉连接和复位用。Ⅲ代钢板的典型特征是螺钉孔采用了万向锁定设计, 枢椎螺钉不仅可以向内置钉, 形成椎体螺钉的固定方式, 还可以向外下方向置钉, 形成逆向椎弓根螺钉的固定方式。

1.3 术前椎动脉检查与椎动脉孔变异判别

术前采用椎动脉 CT 造影方法判别优势椎动脉侧别, 并采用枢椎薄层 CT 扫描判断枢椎椎动脉孔的变异类型。根据笔者的一项前期研究成果, 枢椎椎动脉孔可以根据其椎动脉孔入口位置及拐点的变异情况分为 4 种变异类型^[1,2]。详见表 1 所示, 其中参数 a 是椎动脉入口距椎管的距离。参数 e 是椎动脉拐点距枢椎侧块上关节面的距离。临床应用的方法是: 对枢椎行椎弓根方向的连续薄层 CT 扫描 (层厚 1mm), 获得枢椎椎弓根的连续 CT 图谱。采用数层法确定 e 值, 测量枢椎椎动脉孔入口与椎管的最小距离确定 a 值, 从而判断枢椎椎动脉孔的变异类型。

1.4 手术方法

术前洁牙, 0.1% 洗必泰漱口 6/日, 连续 3d 后实施手术。麻醉采用经鼻插管 (右侧鼻孔置入弹簧管, 左侧鼻孔置入胃管)。患者取仰卧位, 术中维持颅骨牵引 (4~6kg)。洗必泰、碘伏清洗口腔 2 遍后消毒铺单。Codman 拉钩牵开口腔, 连接外接光纤, 开启电源, 保证咽后壁有足够的照明。手术取咽后壁正中切口, 小圆刀切开粘膜及粘膜下肌层后, 改用长柄电刀向两侧剥离颈长肌, 充分显露寰椎前结节, 寰椎前弓直至两侧的侧块, 枢椎也要求显露到侧块关节的大部。显露初步完成后, 置深部自动

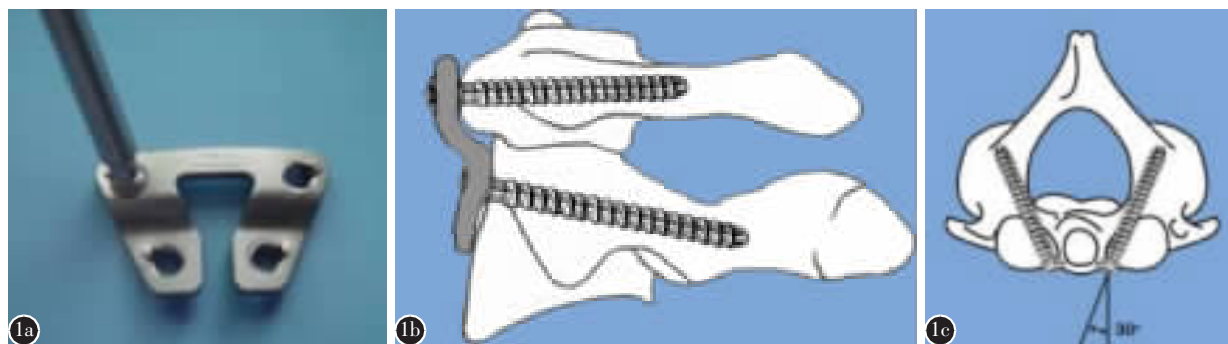


图 1 Ⅲ代 TARP 钢板的器械实物及特征示意图 a Ⅲ代 TARP 钢板实物 b、c Ⅲ代 TARP 钢板可以实施枢椎的逆向椎弓根螺钉固定

Figure 1 a Illustration of generation III TARP b, c Use of reverse transpedicle screw in the axis

表 1 枢椎椎动脉孔的变异类型

Table 1 The variation of vertebrae artery foramen in C2

分型 Classification	分型名称 Type name	分型标准 Criterion
I 型 Type I	松散低拐 Wide and low	$a > 4.5\text{mm}, e \geq 4.5\text{mm}$
II 型 Type II	紧密高拐 Narrow and high	$a \leq 4.5\text{mm}, e \geq 4.5\text{mm}$
III 型 Type III	紧密低拐 Narrow and low	$a \leq 4.5\text{mm}, e < 4.5\text{mm}$
IV 型 Type IV	松散高拐 Wide and high	$a > 4.5\text{mm}, e < 4.5\text{mm}$

注:参数 a 是椎动脉入口距椎管的距离;参数 e 是椎动脉拐点距枢椎侧块上关节面的距离。

Note: a, the distance from the entrance of the spinal canal vertebral artery; e, distance between vertebral artery inflection point and the axis side articular surface

牵开器,进行软组织的清理和初步松解。首先磨平并切除部分寰椎前结节,清理寰椎前弓与枢椎齿突间的瘢痕组织,将影响复位的增生瘢痕组织及骨性组织清除;然后用电刀顺寰枢侧块关节向两侧切开侧块关节的前关节囊,显露关节间隙。为防止椎动脉损伤,关节囊的外 1/4 予以保留。选择一枚 3mm 直径的磨头,连接高速磨钻,伸入侧块关节间隙打磨侧块关节面,将其表面的关节软骨去除。这时,寰枢椎获得进一步的松解并在颅骨牵引的作用下初步复位。试模测试侧块关节间隙大小后,在同侧髂骨另取切口,取下 2 枚相应厚度的块状三面皮质骨块,修整至合适大小后置入双侧的寰枢椎侧块间隙内。确定寰椎前方的侧块螺钉进钉点,钻孔,选择一枚合适大小的 TARP(经口咽前路复位钢板),作寰椎的固定。然后在枢椎椎体上拧入一枚临时固定螺钉,安装 TARP 复位器,稍微施加纵向复位力,并持续给予向后的复位力,将

寰椎前弓后推,使其完全复位。透视下复位满意后,根据枢椎变异情况,选择合适的置钉方式,完成枢椎固定,撤下 TARP 复位器,将取下的松质骨填充在寰椎侧块关节间隙及枢椎与寰椎前弓残断之间。再次用洗必泰冲洗切口,缝合咽后壁肌肉和粘膜,完成手术。

1.5 置钉方法选择

枢椎置钉方法的选择原则如下:①根据优势椎动脉决定置钉方法:优势椎动脉侧采用枢椎椎体螺钉技术,非优势侧采用逆向椎弓根螺钉技术;②根据枢椎椎动脉孔的变异类型确定置钉方法:椎动脉孔是紧密高拐型(II型),螺钉置钉角度向内,形成枢椎椎体螺钉固定;对于 I/III/IV 型椎椎动脉孔,则采用顺枢椎椎弓根复合体的方向反向置钉,置钉角度向外并尽可能向下,形成所谓的逆向椎弓根螺钉方式。有时因下颌骨的阻挡,其置钉的下倾角较小,从而形成逆向侧块螺钉(或称为短程的逆向椎弓根螺钉)固定方式。

1.6 影像学观察与测量

所有患者摄颈椎张口正位片和侧位片,并行 CT 扫描,冠状面和矢状面的图像重建及 MRI 检查。在术前和术后的矢状面图像上测量寰齿间隙(ADI),颈椎延髓角(CMA)。作为评价寰枢椎脱位复位和脑干压迫改善程度的评价指标。术后钉道扫描,观察有无螺钉穿入椎动脉孔及进入椎管等情况。术后随访 8~22 个月,平均 14 个月。复查 CT 观察侧块关节植骨块与侧块关节面的融合情况判断寰枢椎是否获得最后的稳定。

2 结果

手术均顺利完成,平均手术时间 $139 \pm 35\text{min}$,

平均出血量 $49 \pm 16 \text{ ml}$ 。术前 CT 扫描结果显示, 22 例患者有 4 侧枢椎属紧密高拐(Ⅱ型)型椎动脉孔(图 2)。血管造影显示, 12 例患者的左右侧椎动脉明显不对称, 其中 2 例患者单侧椎动脉缺如(图 3), 1 例患者一侧的椎动脉出枢椎椎动脉孔后未进入寰椎横突孔, 而是转至后方, 经寰椎椎板间进入椎管。手术共置入寰椎侧块螺钉 44 枚, 枢椎逆向椎弓根(或侧块)螺钉 28 枚, 枢椎椎体螺钉 16 枚。术后 CT 扫描结果显示, 28 枚逆向枢椎有 1 枚逆向枢椎椎弓根螺钉外倾角偏大, 部分进入椎动脉孔, 但无临床症状, 未作特殊处理; 16 枚枢椎椎均位于椎体内。置钉总优良率 97.7%。

术后 CT 重建图像显示, 寰枢椎较术前明显复位, ADI 由术前 $7.9 \pm 4.4 \text{ mm}$ 改善为 $2.1 \pm 1.7 \text{ mm}$, CMA 由术前 $129^\circ \pm 13^\circ$ 改善为 $158^\circ \pm 15^\circ$ ($P < 0.05$)。

术后复查显示, 植骨块镶嵌在寰枢侧块关节间隙, 术后随访 6~10 月均获骨性愈合。未出现钢板螺钉松动及植骨块滑脱, 复位丢失等情况。2 例患者术后 3 周诉咽喉部位异物感, 予以电子喉镜复查系咽部线结反应所致, 随访至术后 6 个月, 咽喉部异物感消失。本组病例未出现咽后壁感染情况。

术后患者肢体麻木, 肌肉无力等症状均较术前有明显改善。术前 JOA 评分 9.1 ± 1.6 分, 术后 3 个月复查恢复至 15.8 ± 0.9 分 ($P < 0.05$), 末次随访为 15.9 ± 0.7 分。

3 讨论

3.1 Ⅲ代 TARP 钢板的设计理念及特点

TARP 钢板的发明和应用将传统的经口咽手术进一步发展, 取得了较好的临床效果^[3,4]。第 I

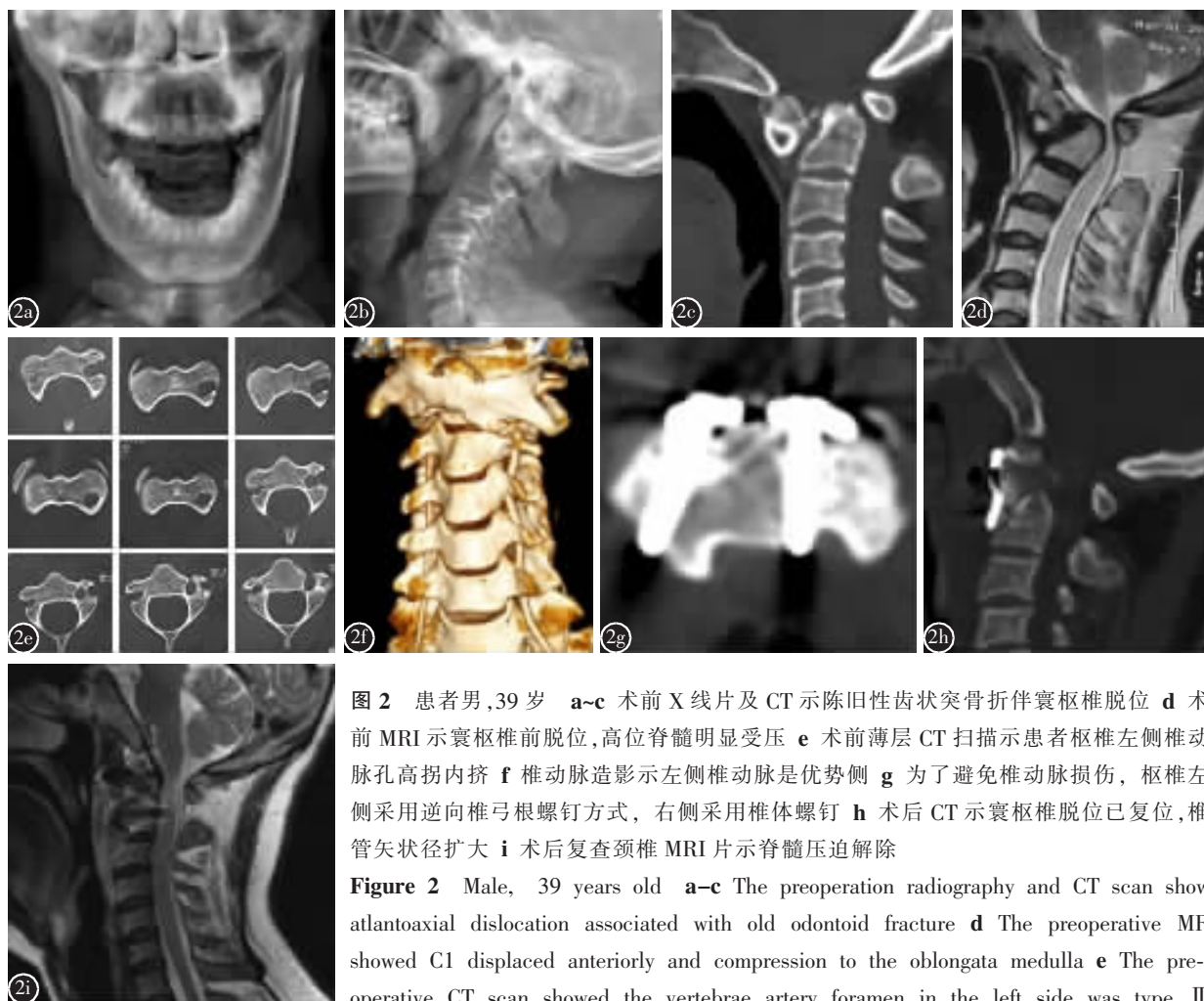


图 2 患者男, 39 岁 a~c 术前 X 线片及 CT 示陈旧性齿状突骨折伴寰枢椎脱位 d 术前 MRI 示寰枢椎前脱位, 高位脊髓明显受压 e 术前薄层 CT 扫描示患者枢椎左侧椎动脉孔高拐内挤 f 椎动脉造影示左侧椎动脉是优势侧 g 为了避免椎动脉损伤, 枢椎左侧采用逆向椎弓根螺钉方式, 右侧采用椎体螺钉 h 术后 CT 示寰枢椎脱位已复位, 椎管矢状径扩大 i 术后复查颈椎 MRI 片示脊髓压迫解除

Figure 2 Male, 39 years old a~c The preoperation radiography and CT scan show atlantoaxial dislocation associated with old odontoid fracture d The preoperative MR showed C1 displaced anteriorly and compression to the oblongata medulla e The preoperative CT scan showed the vertebrae artery foramen in the left side was type II (narrow and high) f The CTA (computer tomography angiography) showed the left vertebrae artery was dominant side g Then the reverse transpedicle screw was used in the right side and vertebrae screw was used in the left side h The postoperative CT scan showed the atlantoaxial dislocation had been reduced, the sagittal diameter of vertebrae canal was enlarged i The postoperative cervical MRI showed the compression of medulla was relieved



图 3 患者女, 28 岁 a 术前 MRI 示患者寰枢椎脱位, 颅底凹陷, 陷入枕骨大孔的枢椎齿状突自前方压迫脑干和延髓 b 术前 CT 血管造影示患者右侧为优势椎动脉, 左侧椎动脉未发育 c 右侧采用逆向侧块螺钉 (或称短程逆向椎弓根螺钉) 方式, 左侧采用枢椎椎体螺钉的固定方式 d、e

术后 X 线片示寰椎寰枢椎脱位已经复位, TARP 钢板位置良好 f 术后 CT 示枢椎齿状突被下拉复位, 枕骨大孔矢状径改善 g 术后复查 MRI 片示脑干延髓压迫解除

Figure 3 Female, 28 years old a The preoperative MRI showed basilar invagination associated with atlantoaxial dislocation, the dens could be seen invaginating into the magnum foramen and compressing the oblongata medulla from anterior side b The preoperative CTA showed dominant side of the right vertebrae artery c The reverse transpedicle screw was used in the right side and vertebrae screw was used in the left side d, e The postoperative radiography showed reduction of the atlantoaxial dislocation, the TARP was fixed in right way f The postoperative CT showed the odontoid out of magnum foramen, the sagittal diameter of magnum foramen had been enlarged g The postoperative cervical MRI showed removal of compression to oblongata medulla

代 TARP 钢板的发明和应用较好地解决了难复性寰枢椎脱位的前路松解、复位和固定的问题, 但临床随访发现, 对一些重度骨质疏松患者及较复杂的脱位患者, 可能由于枢椎椎体螺钉抗拔出能力不足, 而呈现螺钉松动现象。第 II 代钢板将其改为解剖形状的同时增加了锁定螺孔装置, 螺钉拧入后, 钉尾部的螺纹与钢板螺孔的螺纹形成锁定的刚性连接, 一定程度上增加了钢板整体的力学性能, 改善了骨质疏松患者的钢板松动问题; 但 II 代钢板的螺钉方向是固定的, 术中无法根据寰枢椎椎动脉孔变异情况灵活调整, 难以满足寰枢椎前路个性化手术的要求。第 III 代钢板则采用可调式万向锁定螺钉, 置钉时可以根据枢椎椎动脉孔的变异情况, 灵活选用置钉方式并可与钢板形成刚性的锁定结构, 较好地满足了寰枢椎前路的个性化手术要求。将螺钉顺枢椎椎弓根方向 (向外下) 的置钉方式, 可以形成逆向椎弓根螺钉固定; 将螺钉向内置钉可以形成椎体螺钉固定, 从而满足不

同情况下的置钉需求。这一设计使得 TARP 手术的灵活性得到增强, 手术个性化程度提高。一方面, 逆向枢椎椎弓根螺钉技术的应用, 有利于提高 TARP 钢板的抗拔出能力, 钢板螺钉松动的情况明显降低。另一方面, 枢椎螺钉孔的万向锁定方式的设计, 为枢椎螺钉的置钉方式提供了多种选择, 这为应对复杂病例中, 枢椎椎动脉的变异情况, 减小椎动脉损伤并发症的发生率具有重要意义。

3.2 椎动脉变异与 TARP III 手术置钉策略

在颅颈交界区手术中, 椎动脉在应得到很好的保护, 一旦损伤, 后果严重^[5-7]。研究发现, 人群中超过 50% 的患者两侧椎动脉通常不对称, 管腔大小不一, 还有一些人甚至可以出现单侧椎动脉发育不良甚至未发育。一般将椎动脉直径明显大于对侧者称为优势椎动脉, 椎动脉双侧血供不对称使得对优势椎动脉的保护显得更为重要, 尽量避免损伤, 否则将造成无法挽回的后果。所以, 术前预先判断椎动脉的优势侧在哪边, 可以有利于

针对性的设计置钉方法。

临床观察发现, 枢椎椎弓根螺钉技术最大的风险就是螺钉误穿入椎动脉孔, 损伤或闭塞椎动脉^[8]。单侧的椎动脉阻塞或许还能代偿, 双侧的椎动脉损伤将引起灾难性的后果。如何才能正确判断枢椎椎动脉孔的解剖形态, 有效规避椎动脉损伤呢? 由于枢椎椎弓根是一个复合体^[9], 它由枢椎椎弓峡部和枢椎上侧块关节的内侧份组成, 枢椎椎弓根复合体的侧块段是枢椎椎动脉孔在枢椎侧块中的镂空形成的, 所以枢椎椎动脉孔的解剖变异也将影响枢椎椎弓根螺钉置钉。与后路枢椎椎弓根螺钉的置钉技术一样, 逆向枢椎椎弓根螺钉也应避开椎动脉孔进行置钉。我们在前期的研究中发现^[1], 椎动脉进入枢椎椎动脉孔首先是垂直向上走行, 然后水平向外拐出的。其入口与椎管的距离及拐点的高低是影响枢椎椎弓根置钉区域松质骨安全区间的两个重要解剖参数。以这两个参数为指标, 可以将枢椎椎动脉孔分为 4 种变异类型。其中 II 型的枢椎椎动脉孔入口与呈现内挤, 高拐的形态, 是椎弓根螺钉置入的禁忌。

临床上如何有效判别枢椎椎动脉孔的变异类型呢? 判断枢椎椎动脉孔变异最直接的方法可以选择椎动脉 CT 造影的方法, 一方面可以判断优势椎动脉的侧别, 有无发育畸形情况。同时结合枢椎椎弓根方向的连续薄层 CT 扫描技术还可准确判别枢椎椎动脉孔的解剖类型。手术前, 我们应用高速螺旋 CT, 顺枢椎椎弓根轴线方向以 1~1.5 毫米层厚做连续扫描, 在连续切片上测量椎动脉孔入口与椎管壁的距离(参数 a), 然后根据枢椎椎动脉孔顶部出现的层数×层厚确定椎动脉拐点距枢椎上关节面得距离(参数 e), 以这 2 个参数为依据可以准确判读枢椎椎动脉孔的解剖类型。

根据以上方法, 本组病例 22 例患者中, 有 4 侧椎动脉孔术前检查为 II 型, 其余为 I、III、IV 型枢椎共 40 侧。II 型椎动脉孔侧采用枢椎椎体螺钉固定, 其他类型枢椎则可根据是否非优势椎动脉侧合理采用逆向椎弓根螺钉固定, 从而有效避免了椎动脉损伤。

对存在优势椎动脉的患者, 我们的置钉策略是: 尽可能保护优势侧椎动脉安全, 对优势侧采用枢椎椎体螺钉技术, 对非优势侧采用生物力学性能较好的逆向椎弓根螺钉技术。这种混搭式固定

可以在满足生物力学强度的同时确保手术的安全。本组 22 例患者中, 12 例存在优势椎动脉, 且 1 例患者单侧椎动脉未发育。大部分患者采用枢椎椎弓根螺钉与椎体螺钉混搭固定的技术, 共置入逆向椎弓根螺钉 28 枚, 枢椎椎体螺钉 16 枚。术后复查的 CT 结构显示, 44 枚枢椎螺钉位置可靠, 无 1 例出现螺钉穿入椎动脉孔或椎管现象。

总之, 在实施经口咽入路的 TARP III 手术治疗各类寰枢椎脱位时, 通过详细而全面的术前检查明确每例患者的椎动脉变异情况, 从而采取有针对性的个性化手术方法, 有助于降低手术风险, 确保手术的安全实施。

4 参考文献

1. 王建华, 尹庆水, 夏虹, 等. 枢椎椎动脉孔解剖分型与椎弓根置钉关系的研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(11): 677-680.
2. 王建华, 尹庆水, 夏虹, 等. CT 薄层扫描枢椎椎动脉孔术前评估方法的临床应用[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2011, 3(2): 126-129.
3. Yin QS, Ai FZ, Zhang K, et al. Transoral atlantoaxial reduction plate internal fixation for the treatment of irreducible atlantoaxial dislocation: a 2- to 4-year follow-up [J]. Orthop Surg, 2010, 2(2): 149-155.
4. 尹庆水, 艾福志, 章凯, 等. 经口咽前路寰枢椎复位钢板系统的研制与初步临床应用[J]. 中华外科杂志, 2004, 42(6): 325-329.
5. Menezes AH, Vangilder JC, Graf CJ, et al. Craniocervical abnormalities: a comprehensive surgical approach[J]. J Neurosurg, 1980, 53(4): 444-455.
6. Yamazaki M, Koda M, Aramomi M, et al. Anomalous vertebral artery at the extraosseous and intraosseous regions of the craniocervical junction: analysis by three-dimensional computed tomography angiography[J]. Spine, 2005, 30(21): 2452-2457.
7. Wright NM, Lauryssen L. Vertebral artery injury in C1-2 transarticular screw fixation: results of a survey of the AANS/CNS section on disorders of the spine and peripheral nerves[J]. J Neurosurg, 1998, 88(4): 634-640.
8. Masashi Neo, Fujibayashi S, Miyata M, et al. Vertebral artery injury during cervical spine surgery: a survey of more than 5600 operations[J]. Spine, 2008, 33(7): 779-785.
9. Naderi S, Armen C, Guvencer M, et al. An anatomical study of the C2 pedicle[J]. J Neurosurg(Spine 1), 2004, 3(3): 306-310.

(收稿日期: 2012-08-11 2012-10-09)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)