

数字化导航模板在颈椎椎弓根螺钉置入中的应用

谭海涛, 谢兆林, 江建中, 甘锋平, 陈国平, 罗翔, 李颖

(广西贵港市人民医院骨科 537100)

【摘要】目的:评价个体化导航模板辅助颈椎椎弓根螺钉置入的准确性和安全性。**方法:**2010 年 8 月~2013 年 8 月,对 25 例需要行颈椎椎弓根螺钉内固定的患者术前行 64 排螺旋 CT 连续扫描,计算机重建颈椎三维模型、设计颈椎椎弓根的最佳进钉通道,获取每个颈椎椎板的解剖形态,设计与颈椎椎板吻合的反向模板,并模拟螺钉的最佳进钉通道,形成单侧定位导向孔的导航模板。利用 3D 打印技术打印颈椎模型和导航模块,通过术前模拟置钉测量出每个椎弓根的螺钉通道长度及椎弓根宽度,术中采用导航模板辅助置入椎弓根螺钉,术后行 CT 扫描评价螺钉位置,记录有无与螺钉置入相关的并发症。**结果:**利用导航模板辅助置入颈椎椎弓根螺钉共 164 枚,其中 152 枚完全在椎弓根内,4 枚螺钉穿破椎弓根内侧皮质,8 枚螺钉穿破椎弓根外侧皮质,无椎弓根上方、下方穿破的螺钉,未发现与置钉相关的椎动脉、神经根和颈髓等损伤的症状。**结论:**个体化导航模板辅助颈椎椎弓根螺钉置入可以提高置钉的准确率,增加颈椎手术的安全性。

【关键词】椎弓根螺钉;颈椎;个体化导航模板;计算机辅助设计;快速成型

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2015.06.04

中图分类号:R687.3,R615 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2015)-06-0497-06

Application of digital navigation template for cervical pedicle screw placement/TAN Haitao, XIE Zhaolin, JIANG Jianzhong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(6): 497-502

【Abstract】 Objectives: To evaluate the accuracy and safety of the application of individualized navigation template for cervical pedicle screw placement. **Methods:** From August 2010 to August 2013, twenty-five patients required cervical pedicle screw fixation were studied. Preoperative 64-slice spiral CT scan was applied. by computer, three-dimensional cervical spine models were reconstructed, the optimal trajectory of cervical pedicle screws were designed, and the morphological feature of the posterior cervical spine elements were extracted. The reverse template was designed according to morphological feature. Then, the optimal trajectory and the template were fused into unilateral navigation template. The cervical spine model and the navigation template were created by rapid prototyping and 3D print technique. The length of each pedicle screw channel and the width of pedicle were measured. Cervical pedicle screws were inserted with the assistance of navigation templates. Postoperative CT scan was used to evaluate the screw position. The complications associated with screw placement were recorded. **Results:** Total 164 screws were inserted with the assistance of individual navigation templates. 152 screws were placed entirely within the pedicle, 4 screws perforated the medial cortex of pedicle, and 8 screws perforated the lateral cortex of pedicle. No screw perforated through the superior and inferior wall of the pedicle. No pedicle screws had placement-related complications, such as the injury of vertebral arteries, nerve roots and spinal cord occurred. **Conclusions:** The individualized navigation template-assisted internal fixation is a feasible and safe method for cervical pedicle screw placement.

【Key words】 Pedicle screw; Cervical vertebra; Individual navigation templates; Computer-aided design; Rapid prototyping

【Author's address】 Department of Orthopedics, Guigang City People's Hospital, Guigang, 537100, China

经椎弓根螺钉内固定虽然具有明显的生物力

学优势,但是颈椎椎弓根细小,解剖变异大,邻近结构复杂,毗邻脊髓和椎动脉等重要组织,现有的操作方法椎弓根螺钉穿透率高,周围血管、神经损伤的风险大,致残率较高^[1]。为了增加颈椎椎弓根

第一作者简介:男(1969-),主任医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(0775)4200187 E-mail:tanhaitao99@hotmail.com

螺钉置入的准确性,我们通过医学数字化技术,利用计算机辅助设计及快速成型技术,制作了一种专门应用于辅助颈椎椎弓根螺钉置入的个体化导航模板,为手术操作提供安全保证。2010 年 8 月~2013 年 8 月,我们将数字化导航模板应用于颈椎椎弓根螺钉置入治疗颈椎损伤疾病,获得了较好的临床效果,总结如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2010 年 8 月~2013 年 8 月,对 25 例需要进行颈椎椎弓根螺钉内固定手术的患者采用个体化导航模板辅助置钉。25 例患者中男 16 例,女 9 例,年龄 19~65 岁。寰枢椎脱位 3 例,寰椎骨折 2 例,C3~C6 无骨折脱位型脊髓损伤 20 例。内固定范围:C1~C2 5 例,C3~C5 8 例,C3~C6 12 例。

1.2 个体化导航模板的设计和制作

对 25 例患者术前行 64 排螺旋 CT 连续扫描,CT 扫描时均取仰卧位,从 C1~C7 扫描,扫描条件:电压 120kV,电流 150mA,层厚 0.5mm,螺距 0.5mm,512×512 矩阵,将 CT 连续断层图像数据以 DICOM 格式保存后,导入三维重建软件 MMICS 10.01 software (Materialise company, Belgium) 进行颈椎三维模型重建,以 STL 格式导出模型。在 UG Imageware 12.0 (EDS USA) 平台打开三维重建模型,定位三维参考平面,设计颈椎椎弓根的最佳进钉通道,提取每个颈椎椎板后部、棘突根部背侧的解剖形态,在软件中设计与上述解剖形态一致的反向模板,将螺钉的最佳进钉通道和模板拟为一体,形成单侧定位导向孔的导航模板,导向孔高度为 1.2~1.5cm,通过快速成型技术,利用 3D 打印机打印出颈椎模型和导航模块。确定螺钉最佳进钉通道后,利用 Magics 9.55 软件测量工具测量出每个椎弓根的螺钉通道长度及椎弓根宽度。

1.3 个体化导航模板的术中应用

术前将颈椎模型、导航模板通过低温等离子消毒备用,常规后路手术切口,清除所要固定的颈椎棘突、椎板和关节突背侧的软组织,充分显露背侧的骨性结构,将导航模板贴附于相应颈椎的棘突、椎板和关节突,观察其贴附吻合程度,检查吻合良好后,由助手固定并维持其在椎板上相应位置,术者应用钻头直径 2.0mm 的电钻,顺着导向

孔方向打孔,探针确认孔道四壁为光滑连续的骨质后,结合术前测量每个椎弓根的螺钉通道长度及椎弓根宽度选择螺钉,攻丝、拧入螺钉。C 型臂 X 线机侧位透视后,检查置钉位置良好,安装钉棒固定和植骨。

1.4 评估方法

术后常规拍摄颈椎正侧位 X 线片和 CT 检查评估颈椎椎弓根螺钉位置。根据颈椎椎弓根螺钉的位置,分为 4 级:Ⅰ级,椎弓根螺钉未突破椎弓根皮质;Ⅱ级,椎弓根螺钉突破椎弓根皮质小于 1mm;Ⅲ级,椎弓根螺钉突破椎弓根皮质 1~2mm;Ⅳ级,椎弓根螺钉突破椎弓根皮质大于 2mm。

2 结果

共置入 164 枚螺钉,置入螺钉长度为 20~32mm,直径为 3.5mm。术后 CT 检查显示 152 枚螺钉位置为Ⅰ级(92.6%),4 枚螺钉穿破椎弓根内侧皮质(Ⅱ级),8 枚螺钉穿破椎弓根外侧皮质(Ⅲ级),无椎弓根上方、下方穿破的螺钉(图 1、2)。所有病例均得到 12~36 个月随访,未发现有与置钉相关的椎动脉、神经根和颈髓等损伤的症状,未发现螺钉松动、断钉现象。

3 讨论

自 1994 年椎弓根螺钉应用于颈椎以来,许多研究表明椎弓根螺钉固定技术比其他技术具有更大优越性^[2-5]:抗拔出力强,螺钉稳定性好。刘景堂等^[6]选择 5 具 C3~C5 共 15 节新鲜颈椎标本进行椎弓根螺钉和侧块螺钉拔出试验,比较螺钉的最大轴向拔出力,结果椎弓根长螺钉的最大拔出力为 650N,侧块螺钉的最大拔出力为 360N,说明椎弓根螺钉的抗拔出明显优于侧块螺钉。目前已有较多的颈椎椎弓根螺钉置入技术应用于临床或基础研究,主要包括:椎板部分切除置钉法、Abumi 法、管道疏通法等传统的置钉技术,以及 C 型臂 X 线机透视二维导航^[7]、CT 三维导航^[8]、Iso-C 型臂三维导航等^[9]计算机辅助导航技术。传统置钉方法的共同特点是进钉点、进钉方向主要是通过术者的经验来判断,主要依靠术者的手感和探针对置钉通道的探查来保证椎弓根置钉的准确置入,对术者的经验要求高,有一定的盲目性,容易造成椎弓根螺钉的穿透。采用多种计算机辅助导航置钉方法可不同程度提高置钉的准确性和安全

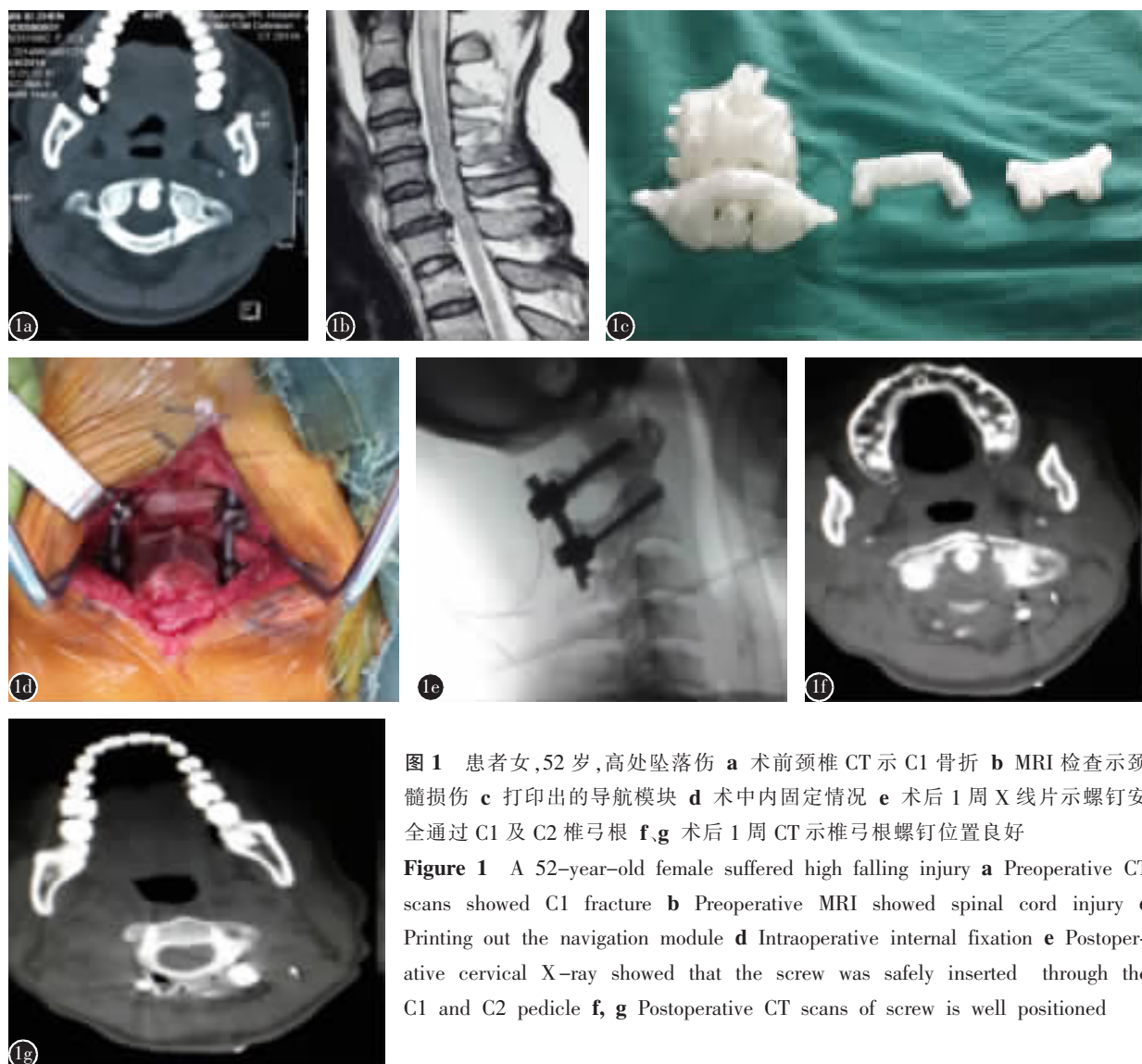


图 1 患者女, 52 岁, 高处坠落伤 a 术前颈椎 CT 示 C1 骨折 b MRI 检查示颈髓损伤 c 打印出的导航模块 d 术中内固定情况 e 术后 1 周 X 线片示螺钉安全通过 C1 及 C2 椎弓根 f, g 术后 1 周 CT 示椎弓根螺钉位置良好

Figure 1 A 52-year-old female suffered high falling injury a Preoperative CT scans showed C1 fracture b Preoperative MRI showed spinal cord injury c Printing out the navigation module d Intraoperative internal fixation e Postoperative cervical X-ray showed that the screw was safely inserted through the C1 and C2 pedicle f, g Postoperative CT scans of screw is well positioned

性,降低脊髓、血管损伤的风险^[9],具有传统置钉无法比拟的优势,但都存在导航系统仪器设备昂贵,操作复杂,学习周期长,以及受患者术中体位改变影响等不足。

计算机辅助设计-快速成型技术(简称 CAD-RP 技术)是现代数字骨科技术的一种,其原理是通过 CT 扫描组织器官的结构,获得三维数据,输入计算机后,通过 Mimics 等医学图像软件,在计算机上设计手术方案,利用计算机辅助技术,研制出个体化数字手术导向模板,通过 3D 打印机,打印出与真实结构一模一样的实体模型,通过实体的手术模拟和术中参考。在国外,CAD-RP 技术首先被应用于脊椎骨成型,用于术前模拟椎弓根的定位。随之被应用于骨盆及其肿瘤切除后假体的制作。国内刘建等^[11]采用 CAD-RP 技术获得与骨

折真实相同的骨盆模型,有助于了解伤情,并可对钢板预先塑形,有利于减少手术创伤。毛克亚等^[12]成功将数字化人体骨骼重建和快速骨盆成型技术应用于骨盆软组织肉瘤、骶骨神经鞘瘤、创伤性髋关节融合、发育性髋关节脱位伴骨盆髋臼发育不良的治疗。目前 CAD-RP 技术主要应用于复杂脊柱矫形手术、复杂颅颈畸形手术、上颈椎椎弓根螺钉辅助置钉及上颈椎 TARP 手术等^[13]。CAD-RP 技术的发展为一些复杂的脊柱外科手术提供了很大帮助,大大降低了手术风险,提高了手术成功率。

与传统置钉方法相比,个性化的数字导航模板辅助颈椎椎弓根螺钉置入具有以下优点:①置钉准确率、螺钉可接受率、手术安全性高。准确的置钉主要依靠对每一个椎弓根的准确定位、定向及置入螺钉直径、长度的恰当选择。我们先在 3D



图2 患者男,50岁,摩托车车祸伤 a 术前CT扫描显示无颈椎骨折 b 术前MRI示长节段颈髓损伤 c 椎弓根钉道设计 d 3D打印出的导航模块 e、f 术后X线片示螺钉安全通过C3~C6椎弓根

Figure 2 A 50-year-old male suffered motorcycle accident a Preoperative CT scan showed no cervical spine fracture b Preoperative MRI showed long segmental cervical spinal injury c Pedicle screw channel designing d Print out the navigation module e, f Postoperative X-ray showed that the screw was safely inserted through the C3-C6 pedicle

打印出来的模型上进行手术模拟操作,确认方案可行后,再将导航模板消毒、灭菌,应用于患者的实际操作。本研究通过导航模板辅助置入的164枚颈椎椎弓根螺钉中,完全在椎弓根内的螺钉比例为92.6%,仅有12枚螺钉穿透椎弓根壁,其中4枚螺钉穿破椎弓根内侧皮质(Ⅱ级),8枚螺钉穿破椎弓根外侧皮质(Ⅲ级)。尹华等^[14]选择60例需行后路经椎弓根螺钉内固定治疗的下颈椎疾患病例,随机分成3组,各置入椎弓根螺钉80枚,分别采用椎板部分切除置钉法、Abumi法及管道疏通法,结果椎板部分切除组中螺钉完全在椎弓根内者54枚(67.5%),Abumi组中螺钉完全在椎弓根内者56枚(70%),管道疏通组中螺钉完全在椎弓根内者72枚(90%),通过与上述传统置钉方法的对比,更显出个性化导航模板辅助置钉方法的优越性。②导航模板为单椎体单侧定位导向孔设计,模板设计时均未超过单个椎体所在区间,不会因为手术中体位的改变及相邻椎体之间的相对移动导致定位失败,手术中可以任意改变患者的体位,避免导航模板在患者体位改变时影响到其准确性。单椎体单侧定向孔的设计包括关节突、椎板及部分棘突,与颈椎骨质接触有一定的有效匹配面积,进钉准确率更高,同时导航模板的应用会更加灵活,不会因为某些椎板的不平整(如骨质增

生、骨赘形成等)而出现模板贴附不紧现象。③导航模板体积小,消毒方法简单,只需低温等离子消毒即可,使用方便,术中只需要紧密贴合于相应解剖结构上,即可完成对手术区的准确定位和定向,对内固定操作有一定经验的医生很容易完成整个手术操作。④与计算机导航技术不一样,制作好的导航模块无需注册,避免因人工注册产生精度变化,置钉完成后仅需侧位透视1次(由于头架遮挡,无法正位透视),大大减少了医护人员和患者术中在X线的暴露时间。⑤对一些特殊病例,如骨性结构变异、畸形的患者,解剖标志定位困难的患者,导航模板更有其应用价值。⑥3D打印机的打印材料为PLA(全生物降解塑料原料),材料成本低,不会过多增加患者的医疗费用。当然,其也存在一些不足:①导航模板术前设计较复杂,需要熟练掌握相关计算机软件同时具有脊柱外科专业知识的人员才能完成;②导航模板的设计和制作时间较长,一般要1~2d才能完成,不利于需要急诊手术的患者;③导航模板体积小,与颈椎椎板接触面积较少,如果模板和颈椎骨性结构不够贴紧时,钻孔时容易出现钉道偏差。

颈椎椎弓根周围毗邻重要神经血管,如椎弓根钉道偏内,容易损伤颈髓,钉道偏外,容易损伤椎动脉,如钉道偏上,则容易损伤紧贴椎弓根上壁

向外行走的颈神经根。本研究中有 4 枚螺钉穿破椎弓根内侧皮质(Ⅱ级),但是未出现颈髓损伤的临床表现。分析原因,考虑椎弓根内壁皮质较厚,穿破概率小,即使内壁被穿破,由于硬膜囊与椎弓根内壁存在潜在间隙,还有脑脊液作缓冲,并且颈髓组织本身的逃逸功能,使得颈髓直接受损的机会很少;即使颈髓和螺钉有轻微接触,固定后受压的硬膜囊和颈髓处于一种静止状态,不会因为移动而发生水肿改变出现临床症状。Abumi 等^[15]观察 669 枚置入的颈椎椎弓根螺钉,仅 21 枚穿破椎弓根内壁,远低于外壁穿破,未见脊髓损伤表现。

颈椎椎弓根螺钉置入的另外一个重要并发症是椎动脉损伤。本研究中有 8 枚螺钉穿破椎弓根外侧皮质,4 枚螺钉穿破椎弓根内侧皮质,表明外侧壁较内壁易穿破。分析原因主要有以下两点:①解剖数据显示外侧壁骨质较其他侧皮质尤其是内侧皮质薄^[16],同时椎弓根外侧壁有滋养血管孔,使得外侧壁容易穿破;②颈椎椎弓根螺钉固定时,由于受到两侧项部肌群的限制和模块高度的影响,内倾角不容易达到理想的角度。因此,手术切口显露要充分,制作导航模块导向孔高度要合适,我们认为一般导向孔高度在 1.2~1.5cm 比较合适,过低会降低钉道的准确性,过高会影响到手术操作,内倾角难以达到理想的角度。然而,即使螺钉轻微偏外,患者出现的临床症状并不多,本组也未发现椎动脉损伤。这除了椎动脉为圆柱状,容易从螺钉侧方滑过外,侯黎升等^[17]认为这跟横突孔四界的空间结构相关:椎动脉并未占据整个横突孔空间,螺钉轻微偏外并非说明椎动脉一定受压,在椎弓根螺钉主要通过的主三边界区域,横突孔没有外界,椎动脉受压后可以向外侧移动;四边界区域位于椎弓根钉道下方,仅占整个椎弓根高度的 1/4 左右,椎动脉在此平面很少受到压迫;椎动脉周围为静脉窦样结构包绕,也对缓冲椎动脉损伤起到作用^[18]。

导航模板和颈椎相应骨性结构是否贴附吻合,是手术准确定位、置钉成败的关键,故在手术当中,必须将相应的颈椎棘突、椎板、侧块背侧的软组织剔除干净,使得模板能够紧密贴附于骨性结构。模块导向孔直径一般为 2.0mm,与钻头相匹配,为了减少孔道的阻力,术中放置石蜡油润滑,有利于钻头顺利通过。由于应用手动钻头,容易产生晃动,导致模板移动,因此建议应用电钻,但是

钻头最好标示刻度或做好标记,以免过度钻入,损伤颈椎前方的食道和气管。另外,导航模板在制作过程中有两个环节可能会影响其准确性,包括颈椎三维模型重建时可能产生的误差(主要是 CT 扫描所采用的层厚、螺距,所选用的骨组织灰阶值,CT 连续断层图像数据 DICOM 格式向 STL 格式的转化等因素的影响造成)和快速成型机本身的成型精度所产生的误差。有研究表明,快速成型模型和实物之间的误差范围在 0~1mm^[19]。由于上述误差的存在,模块对椎弓根的定位定向难免会出现轻微的偏差。在手术前术者必须在模型上进行模拟操作,确定钉道没有偏离椎弓根后,方可应用于临床,并且在术中应用探针对置钉通道四壁及底部进行探查,置钉完成后常规透视以验证螺钉的位置是否正确,确保手术安全。

总之,利用数字化技术重建的导航模板为颈椎椎弓根螺钉置入的定位、定向提供了一种新的方法,通过个体化导航模板的设计,可大大减少血管、神经和颈髓损伤的风险,同时,操作简便,手术时间短,可避免过多的 X 线辐射,具有较好的临床应用价值。

4 参考文献

1. 刘亚军, 田伟, 刘波, 等. CT 三维导航系统辅助颈椎椎弓根螺钉内固定技术的临床应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2005, 7(7): 630-633.
2. 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.
3. Kowalski JM, Lucwig SC, Hutton WC, et al. Cervical spine pedicle screws: a biomechanical comparison of two insertion techniques[J]. Spine, 2000, 25(22): 2865-2867.
4. 谢宁, 贾连顺, 李家顺, 等. 下颈椎后路内固定器对失稳颈椎固定作用的生物力学评价[J]. 中华实验外科杂志, 2003, 20(6): 489-490.
5. Barnes AH, Eguizabal JA, Acosta FL Jr, et al. Biomechanical pullout strength and stability of the cervical artificial pedicle screw[J]. Spine, 2009, 34(1): E16-20.
6. 刘景堂, 唐天骝, 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.
7. Rampersaud YR, Pik JH, Salonen D, et al. Clinical accuracy of fluoroscopic computer-assisted pedicle screw fixation: a CT analysis[J]. Spine, 2005, 30(3): E183-190.
8. Amiot P, Lang K, Putzier M, et al. Comparative results between conventional and computer-assisted pedicle screw

- installation in the thoracic, lumbar, and sacral spine[J]. Spine, 2000, 25(5): 606-614.
9. Rajasekaran S, Vidyadhara S, Ramesh P, et al. Randomized clinical study to compare the accuracy of navigated and non-navigated thoracic pedicle screws in deformity correction surgeries[J]. Spine, 2007, 32(2): E56-64.
10. 张洪磊, 周东生, 王大伟. 导航辅助置入下颈椎椎弓根螺钉的误差分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 17(4): 260-262.
11. 刘建, 孟国林, 胡蕴玉. 快速成形技术在复杂骨盆骨折诊断治疗中的初步应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2007, 9(10): 915-919.
12. 毛克亚, 陈继营, 郝立波, 等. 数字化人体骨骼的初步临床应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2005, 13(1): 67-68.
13. 尹庆水, 夏虹, 吴增晖. 经口寰枢椎复位内固定手术[M]. 北京: 人民军医出版社, 2010. 116-123.
14. 尹华, 赵银必. 三种置钉方法在下颈椎经椎弓根螺钉置入过程中的比较[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(22): 4040-4044.
15. Abumi K, Shono Y, Ito M, et al. Complications of pedicle screw fixation in reconstructive surgery of the cervical spine [J]. Spine, 2000, 25(8): 962-969.
16. 解京明, 张漾杰, 鲁宁, 等. 下颈椎经椎弓根螺钉内固定相关解剖学观察[J]. 脊柱外科杂志, 2006, 4(6): 354-358.
17. 侯黎升, 阮狄克, 何勃, 等. 下颈椎椎弓根置钉偏差的 CT 多平面及三维重建研究[J]. 解剖与临床, 2008, 13(1): 3-7.
18. Palombi O, Fuentes S, Cchaffanjon P, et al. Cervical venous organization in the transverse foramen[J]. Surg Radiol Anat, 2006, 28(1): 66-70.
19. Van Dijk M, Smit TH, Jiya TU, et al. Polyurethane real-size models used in planning complex spinal surgery [J]. Spine, 2001, 26(17): 1920-1926.
- (收稿日期: 2015-03-30 末次修回日期: 2015-05-20)
(英文编审 郑国权/贾丹彤)
(本文编辑 卢庆霞)

消息

欢迎订阅 2016 年《中国脊柱脊髓杂志》

《中国脊柱脊髓杂志》是由国家卫生和计划生育委员会主管, 中国康复医学会与中日友好医院主办, 目前国内唯一以脊柱脊髓为内容的国家级医学核心期刊。及时反映国内外脊柱脊髓领域的科研动态、发展方向、技术水平, 为临床医疗、康复及基础研究工作者提供学术交流场所。读者对象为从事脊柱外科、骨科、神经科、康复科、肿瘤科、泌尿科、放射科、基础研究及生物医学工程等及相关学科的专业人员。

本刊为中国科技信息中心“中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)”, 中科院中国科学计量评价研究中心“中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊”, 入选北京大学“中文核心期刊要目总览”, 已分别入编 Chinainfo(中国信息)网络资源系统(万方数据)及以中国学术期刊光盘版为基础的中国期刊网(中国知网), 影响因子名列前茅。

2016 年本刊仍为月刊, 大 16 开, 正文 96 页, 每月 25 日出版。全册铜版纸彩色印刷。每册定价 20 元, 全年 240 元。全国各地邮局均可订阅, 邮发代号 82-457。国外读者订阅请与中国国际图书贸易总公司中文报刊科联系(100044, 北京市车公庄西路 35 号), 代号: BM6688。

本刊经理部可随时为国内外读者代办邮购(免邮寄费)。地址: 北京市朝阳区樱花园东街中日友好医院内, 邮编: 100029。经理部电话: (010)84205510。

编辑部电话: (010)64284923, 84205233; E-mail: cspine@263.net.cn; http: www.cspine.org.cn。

可为相关厂家、商家提供广告园地。广告经营许可证: 京朝工商广字 0148 号。