

论 著

Mimics软件和快速成型技术在寰枢椎椎弓根钉个体化置入的应用

四川省江油市第二人民医院骨科
(四川 江油 621701)

王才成 周 亮

【摘要】目的 利用Mimics软件和快速成型技术辅助设计寰枢椎椎弓根钉个体化置入方案,辅助行寰枢椎椎骨折、脱位后路复位内固定手术治疗。**方法** 对成人寰枢椎标本进行CT扫描收集数据,将生成数据导入Mimics软件对寰枢椎标本进行三维重建,并利用该软件相关功能在三维重建图像上寻找寰枢椎椎弓根螺钉置入最佳轴线并对相关数据进行测量;以重建三维图像为模板,以寰枢后弓及枢椎棘突为解剖标志,利用卡扣技术设计螺钉置入导向器,将重建椎体模型及3D导向器图像以STL格式导入3D打印机,制作椎体模型及导向器。将应用置钉导向器置钉患者病历资料进行数据分析,与传统椎弓根螺钉手术患者病历资料数据进行对比分析。**结果** 成功建立了与标本相似度极高的寰枢椎三维重建图像和实物模型,并成功的制作了置钉导向器,成功对50例患者在置钉导向器下进行寰枢椎椎弓根置钉,与传统椎弓根螺钉手术患者相比,研究组置钉可接受率为100%显著的高于对照组的置钉可接受率87.5%($P<0.05$)。术后患者JOA评分更高($P<0.05$)。**结论** 利用Mimics软件和快速成型技术辅助设计寰枢椎椎弓根钉个体化置入方案能偶显著的提高置钉的准确性,能提高治疗效果。

【关键词】 Mimics软件;快速成型技术;寰枢椎椎弓根钉;个体化置入方案;寰枢椎椎骨折脱位后路复位内固定

【中图分类号】 R445.3; R68

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2015.10.036

通讯作者:王才成

The Mimics Software and Rapid Prototyping Technology in the Application of Atlantoaxial Vertebral Pedicle Individualized Placement

WANG Cai-cheng, ZHOU Liang. Department of Orthopedics, The Second People's Hospital of Jiangyou City, Jiangyou 621701, Sichuan Province, China

[Abstract] **Objective** Aided design of atlas pedicle screw placement scheme using Mimics software and rapid prototyping technology, assisted reduction and internal fixation operation in the treatment of posterior dislocation of atlas axis fracture line. **Methods** CT scan was performed to collect data on adult atlantoaxial specimens, will generate the data into Mimics software for three-dimensional reconstruction of atlantoaxial specimens, and atlantoaxial pedicle screw placement for the best axis in the three-dimensional reconstruction and the related data were measured using the software function; to reconstruct 3D image as a template to the posterior arch of atlas and spinous process of anatomic landmark by the snap design guide screw, the vertebral reconstruction model and 3D guide to STL image format into 3D printer, making the vertebral model and guide. The application of pedicle screw guide medical records were analyzed and compared with the traditional pedicle screw surgery with medical records data. **Results** Successfully established with high similarity of the atlantoaxial specimens of 3D image and physical model, and successfully fabricated screw guide, successfully performed on 50 patients with atlantoaxial pedicle screw in screw guiding device, compared with traditional pedicle screw placement operation, the study group accepted rate of 100% significantly higher than the control group in the nailing acceptable rate of 87.5%, ($P<0.05$). Patients with higher JOA score ($P<0.05$). **Conclusion** Aided design of atlas pedicle screw placement scheme can even improve the accuracy of screw placement using Mimics software and rapid prototyping technology, can improve the therapeutic effect.

[Key words] Mimics Software; Rapid Prototyping; Pedicle Screw; Individual Placement Scheme; Atlas Axis Fracture Dislocation Fixation

临床上因创伤、先天发育不良及类风湿等疾病造成的寰枢椎不稳必须进行内固定治疗^[1]。临床上主要采用经后路椎弓根螺钉内固定治疗寰枢椎不稳,取得了良好的治疗效果。但是因为该部位的解剖结构复杂而且多存在局部解剖结构的变异,在椎弓根螺钉的置入过程中非常容易损伤椎动脉或脊髓^[2],导致严重并发症发生。另外,由于寰枢椎的骨道较为狭窄,如果椎弓根螺钉无法一次置入成功则没有二次置入的机会,因此,寰枢椎不稳采用椎弓根螺钉内固定术治疗需要临床经验丰富的手术主刀医生,以便提高一次准确置入椎弓根螺钉的概率。本文研究借助快速成型置钉导向器的辅助作用,对颈椎后路椎弓根螺钉固定治疗寰枢椎骨折脱位的临床效果。

1 材料与方 法

1.1 临床资料 选取在本院实施应用置钉导向器置钉患者20例作为研究组,传统椎弓根螺钉手术患者30例作为对照组。研究组20例患者,其中男13例、女7例、年龄28~59岁,平均年龄(38.6±11.9)岁,所有患者均为寰枢椎骨折脱位,术前脊髓损伤的ASIA分级:C级9例、D级11例。对照组30例患者,其中男17例、女13例、年龄26~59岁,平

均年龄(41.2±13.7)岁,所有患者均为寰枢椎骨折脱位,ASIA分级:C级16例、D级14例。两组患者的年龄、性别构成差异不具有统计学意义(P>0.05)。

1.2 手术治疗 术前采用CT、计算机三维重建和CAD技术,建立患者寰枢椎结构及椎弓根的三维模型,先在该模型上模拟椎弓根螺钉置入,选择最佳的椎弓根钉道,同时建立螺钉导向管和寰枢椎的三维互补模版,然后在快速成型仪器上制作相应的个体化模版实物。

患者取俯卧位,同时保证头部抬高15°,借助马蹄形固定支架将患者的颈椎固定。手术采用全身麻醉。麻醉后采用颈后路正中切口,逐次切开皮肤、皮下组织及颈项肌,暴露寰枢椎,去除寰枢椎表面软组织,充分暴露骨性结构。将已消毒快速成型置钉导向器与寰枢椎后方结构紧密结合,保证其与寰枢椎结构准确匹配,同时克氏针辅助固定置钉导向器。置钉导向器辅助下进行椎弓根开孔,分别建立寰枢椎的椎弓根钉道,先置入枢椎椎弓根螺钉,然后植入寰椎椎弓根螺钉,均为2枚螺钉。根据患者病灶脱位的具体情况,将预弯好的钛棒放置于椎弓根螺钉的尾部,上螺帽并拧紧,在此过程中逐渐复位寰枢椎。而后取肋骨行椎板间植骨融合。术后放置引流管引流,缝合切口。

1.3 置钉结果评价 采用改进的XU等的置钉分级标准:I级:螺钉完全在椎弓根内,II级:置入螺钉穿出椎弓根皮质<2mm,III级:置入椎弓根螺钉穿出椎弓根皮质距离为≥2mm且<4mm,IV级:置入椎弓根螺钉穿出椎弓根皮质距离≥4mm。其中I级、II级为可接受置入螺钉,III级、IV级为不可接受螺钉。

神经功能评定采用日本矫形外科协会(JOA)评分方法,JOA总分最高为29分,最低0分。分数越低表明功能障碍越明显。

神经功能恢复采用美国脊柱损伤协会(ASIA)标准进行分级判定。

1.4 统计学分析 所有统计分析在SPSS17.0统计软件中进行。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,计数资料采用百分率表示,两组患者组间计量资料比较采用两组独立样本的t检验,手术前后组内比较配对t检验,等级计数资料比较采用秩和检验;P<0.05表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者置钉效果比较 研究组20例患者共计置入40枚椎弓根螺钉,其中达到I级置钉标准的有32枚(80%)、II级置钉标准的有8枚(20%),置钉可接受率为100%,对照组30例患者共计置入60枚椎弓根螺钉,其中达到I级置钉标准的有27枚(45%)、II级置

钉标准的有25枚(41.67%)、III级的有8枚(13.33%),置钉可接受率为87.5%,研究组置钉效果显著的优于对照组(P<0.05),见表1。

2.2 两组患者手术前后的JOA评分变化 研究组和对照组术前的JOA评分比较差异不具有统计学意义(P<0.05),术后研究组的JOA评分为18.4±2.5(分)显著的高于对照组的16.3±2.1(分)且差异具有统计学意义(P<0.05),两组患者术后的JOA评分与组内术前比较均显著的提高(P<0.05),见表2。

2.3 两组患者手术前后的ASIA分级变化 术前研究组和对照组的ASIA分级主要分布在C、D级,术后两组患者的ASIA分级主要集中在D、E级,说明术后两组患者的脊髓损伤较术前有所恢复。见表3。

2.4 典型病例 某男性患者35岁,摔伤后致头颈部疼痛及活动受限后2d入院,入院时查体,患者主要表现为头颈部活动明显受限,C2棘突及椎旁压痛感明显。四肢感觉及肌力正常,双侧

表1 两组患者置钉效果比较[n(%)]

组别	置钉数	I级	II级	III级	IV级
研究组	40	32(80.00)	8(20.00)	0	0
对照组	60	27(45.00)	25(41.67)	8(13.30)	0
Z值			-2.104		
P值			0.041		

表2 两组患者手术前后的JOA评分变化($\bar{x} \pm s$)

组别	n	术前	术后	t值	P值
研究组	20	8.9±2.4	18.4±2.5	6.13	<0.001
对照组	30	9.2±2.1	16.3±2.1	10.692	<0.001
t值		0.278	1.931		
P值		0.902	0.044		

表3 两组患者手术前后的ASIA分级变化[n(%)]

组别	时间	C	D	E
研究组(n=20)	术前	8(40)	12(60)	0
	术后	0	4(20)	16(80)
对照组(n=30)	术前	16(53.33)	14(45)	0
	术后	2(6.67)	18(60)	10(33.33)

Hoffman及Babinski征均为阴性，入院时检查CT及三维重建见图1-2，诊断为枢椎齿状突Ⅲ型骨折伴脱位，寰枢椎半脱位。采用CT扫描收集数据，将生成数据导入Mimics软件对寰枢椎标本进行三维重建并测量寰枢椎椎弓根相关解剖数据制定个体化椎弓根螺钉置入方案，并于2014年5月27日在本院接受手术治疗，术后行CT复查置钉位置和效果，显示椎弓根螺钉位置置入良好(图3-4)。

3 讨 论

寰枢椎脱位患者的颈部存在不同程度的疼痛，同时伴颈部向一侧倾斜及颈椎活动受限。如存在脊髓损伤、则影响患者循环机呼吸系统，危及患者生命。临床上该类疾病的主要治疗目标是稳定寰枢椎，重建寰枢椎的正常序列解剖，同时性寰枢椎融合，重现该脊椎的稳定性^[3]，必要时可行减压治疗。

手术治疗是寰枢椎脱位的必要措施，手术治疗可分为前路和后路两类。前路手术切除寰椎前弓及齿状突，直接解除上颈髓受压，主要用于不可复性寰枢椎脱位、寰齿关节肿瘤、结核等上颈髓前方受压的患者^[4]。采用颈椎前路作为寰枢椎脱位手术治疗的手术路径，其减压手术后的螺钉内固定术和植骨手术的难度较大，而且还需要进行颈椎后路手术植骨内固定，整个手术难度大，风险高，可能并发医源性上颈髓损伤、咽后间隙感染等^[5]，一旦发生常是灾难性的。

后路技术显露较简单，便于内固定及植骨块的安置，临床上应用较多。钢丝和椎板夹技术操作简单，但存在内置物进入椎管，引起医源性上颈髓损伤的潜在风险；而且钢丝和钢板的稳定性较差，植骨融合率较低，现已被临床弃用^[6]。因为椎弓根螺钉内固定治疗的稳定性高，而且具有三维立体内固定，术后骨性

融合率高，故目前它已逐渐广泛应用寰枢椎脱位的临床治疗。由于寰枢椎解剖结构特殊，椎弓根变异性大，且与重要组织结构和器官相毗邻，常导致螺钉置入困难，严重者甚至损伤神经血管而导致严重后果，限制了其在临床的广泛应用。

目前，快速成型模型在脊柱外科中已广泛应用于术前规划、指导手术操作、定制内固定装置等方面^[7]。研究表明^[8]脊柱实物模型对于术前规划、术中提供参考十分有用。脊柱实物模型能准确显示椎体的具体情况，并能利用模型测量椎弓根参数，从而进行手术设计和选择内固定方案^[9]。不仅如此，采用计算机三维重建技术构建的脊柱实物模型可使主刀医生在手术前对病灶的具体情况与手术操作有一定的了解，可大大减少脊柱手术时间，并且大大降低手术的风向，提高手术的安全性，有利于医生术前与患者进行很好的沟通。因为寰枢椎的椎弓根变异大，故临床上采用椎弓根螺钉置入的个体化原则，根据每一个患者的具体椎弓根形态选择特殊的螺钉置入位置、方向。本研究术前借助计算机的三维成像技术确定最佳的置钉通道和螺钉导向管和寰枢椎的三维互补模版，然后辅助椎弓根螺钉置入。该措施的优点有：(1)通过计算机可精准的设计螺钉置入的角度和置入点，通过导向模板可确立最佳的螺钉置入路径，解决了传统螺钉置入手术过程中因目测判断TAS和SSA角度的误差^[11]，从而大大提高了椎弓根螺钉置入的安全性和准确性。(2)计算机可根据TSA和SSA角度构建个体化三维设计，解决了寰枢椎解剖结构差异对手术效果造成的影响。

本文研究结果发现研究组置钉可接受率为100%，显著的高于

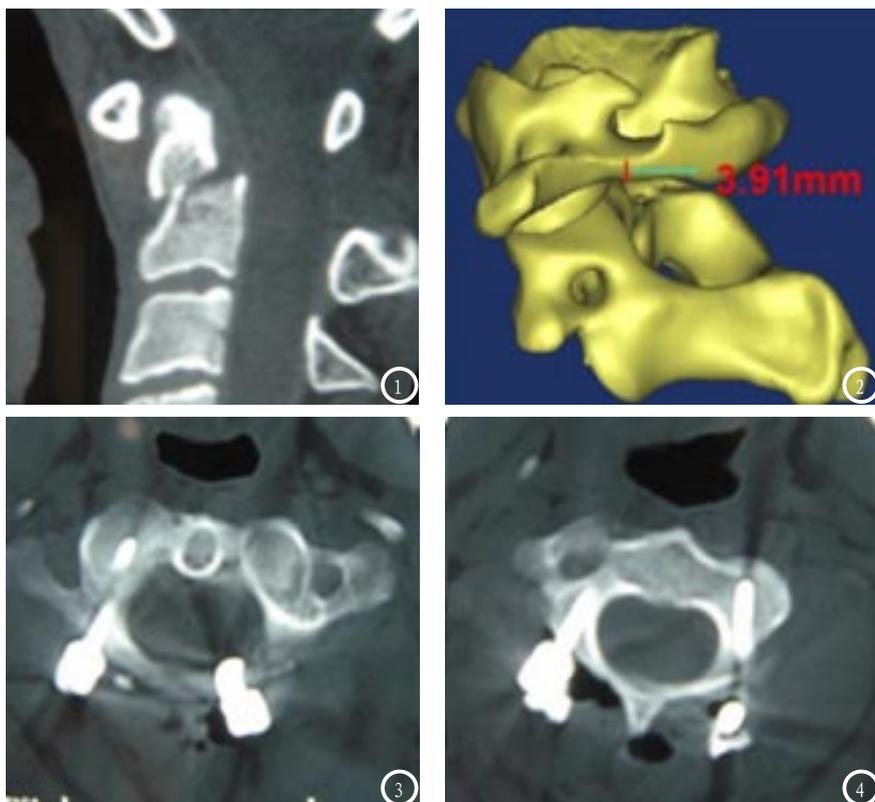


图1-2 该患者入院时的CT平扫及三维重建图。图3-4 手术后CT复查显示椎弓根螺钉位置良好。

对照组的置钉可接受率87.5%，而且研究组术后患者JOA评分更高，与先关研究结果一致^[12]，由此可见，通过计算机三维重建技术、Mimics软件和快速成型技术可以根据患者术前CT、MRI等影像学检查提取有用的参数，从而直接构建寰枢椎椎弓根模型，模拟手术，从而大大提高手术效果。

综上所述，利用Mimics软件和快速成型技术辅助设计寰枢椎椎弓根钉个体化置入方案能偶显著的提高置钉的准确性，能够提高治疗效果。

参考文献

[1] 谭明生, 移平, 杨峰, 等. 寰枢椎脱位翻修手术的临床疗效观察[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(2): 106-112.
 [2] 王建华, 尹庆水, 夏虹, 等. 伴寰枢椎脱位颅底凹陷症患者后路减压失败

的再手术治疗[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(2): 113-117.
 [3] 谭明生, 唐向盛, 王文军, 等. 寰枢椎椎弓根螺钉内固定术治疗儿童寰枢椎脱位的初步报告[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(2): 131-136.
 [4] 张宏其, 胡希恒, 刘金洋, 等. 对颅骨牵引结合后路枕颈融合术治疗枕颈部畸形所致寰枢椎脱位的疗效评价[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(6): 500-504.
 [5] Jiayong L, Jonathan T, Napolitano M, et al. Sytematic review of cervical pedicle dimensions and projection[J]. Spine, 2010, 35(24): E1373-1380.
 [6] 杨军, 倪斌, 谢宁, 等. 寰枢椎椎弓根螺钉术中复位固定融合术治疗陈旧性齿状突骨折并寰枢椎脱位[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(6): 510-515.
 [7] 李浩淼, 刘少喻, 梁春祥, 等. Mager1技术联合单侧椎板夹固定融合术治疗可复性寰枢椎脱位的疗效[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 09: 801-805.
 [8] Moorthy RK, Rajshekhar V. Changes in cervical spine curvature in pediatric patients

following occipitocervical fusion[J]. Childs Nerv Syst, 2009, 25(8): 961-967.
 [9] 张辉, 新安民, 张力, 等. 经后路内固定植骨融合治疗游离齿突小骨伴寰枢椎脱位[J]. 南方医科大学学报, 2012, 32(9): 1358-1361.
 [10] 王建华, 夏虹, 尹庆水, 等. 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[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(5): 405-410.
 [11] 魏富鑫, 刘少喻, 王乐, 等. 术前牵引后路枕颈复位固定融合治疗颅底凹陷症并可复性寰枢椎脱位[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(5): 416-420.
 [12] 王文军, 晏怡果, 王麓山, 等. 枕骨板障间螺钉固定枕颈融合术治疗伴寰枢椎枕化寰枢椎脱位的颅底凹陷症[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(7): 582-586.

(本文编辑: 汪兵)

【收稿日期】2015-09-06

(上接第 98 页)

与筋脉瘀滞型和痰瘀交阻型比较差异有统计学意义($P < 0.01$); 骨质增生以痰瘀交阻型发生率最高(85.2%), 与筋脉瘀滞型和湿注骨节型比较差异有统计学意义($P < 0.01$); 关节游离体形成以痰瘀交阻型发生率最高(37.0%), 与筋脉瘀滞型比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。提示湿注骨节型KOA的中医辨证依据可以参考MRI表现为滑膜增厚明显; 而痰瘀交阻型KOA的中医辨证依据可以参考骨质增生明显, 有关节游离体形成。但本研究例数较少, 只属于一种探讨性研究, 要想真正揭开KOA的中医辨证与MRI表现相关性, 还需加大样本量, 设计更加严谨的实验方法去进一步研究验证。

目前, 中西医结合研究主要集中在治疗方面^[11], 而诊断方面

的研究鲜见报道, 笔者希望以本次研究为契机, 将KOA中医辨证分型客观化、规范化, 使其在诊断上更具稳定性。

参考文献

[1] 单方军, 童培建, 肖鲁伟. 中医辨证治疗联合中药熏敷对膝关节骨性关节炎患者的疗效观察[J]. 中华中医药学刊, 2014, 32(11): 2723-2725.
 [2] 董玉茹, 王宏, 梁莹, 等. 3.0T磁共振不同成像技术对膝骨关节炎骨髓病变SNR和CNR对比分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, 13(6): 92-94.
 [3] 陈百成, 张静主编. 骨性关节炎[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 18-23.
 [4] 郑筱萸. 中药新药临床研究指导原则[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2002: 349-353.
 [5] 贾玉柱, 李嘉鹏, 王健, 等. 低场磁共振对膝关节骨性关节炎的中医辨证分型研究[J]. 中国中医急症, 2011, 20(2): 225-227.

[6] 侯德才. 膝关节骨性关节炎的分期治疗[J]. 中医正骨, 2014, 26(1): 3-5.
 [7] 甘伟, 马坚. 中医辨证分型及诊断对退行性膝关节炎的意义[J]. 河南中医, 2014, 34(7): 1302-1303.
 [8] 陈利军, 刘文刚, 高伟, 等. 不同中医证型的膝骨性关节炎的X线平片表现[J]. 广东医学, 2014, 35(8): 1255-1256.
 [9] Qian Y, Williams AA, Chu CR, et al. Repeatability of ultrashort echo time-based two-component T2 measurements on cartilages in human knee at 3T [J]. Magn Reson Med, 2013, 69(6): 1564-1572.
 [10] 陈家祥, 宋桂芳, 马岩. 退行性膝关节炎关节软骨损伤MRI表现[J]. 中国CT和MRI杂志, 2008, 6(2): 55-57.
 [11] 任忠陆, 付博. 关节镜微创手术结合穴位注射、中药外治治疗膝骨性关节炎疗效观察[J]. 辽宁中医药大学学报, 2014, 16(4): 183-185.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2015-09-06