

临床论著

数字骨科技术在儿童上颈椎手术中的应用

王建华, 夏虹, 吴增晖, 马向阳, 艾福志, 章凯, 尹庆水

(广州军区广州总医院骨科 510010 广州市)

【摘要】目的:探讨数字骨科技术在儿童上颈椎手术中的应用价值。**方法:**我院 2009 年 3 月~2011 年 3 月共收治 7 例上颈椎疾患患儿。其中,先天性游离齿状突伴寰枢椎脱位 4 例,枢椎肿瘤伴寰枢椎脱位 1 例,顽固性寰枢椎旋转脱位 1 例,颅底凹陷症合并寰枢椎脱位 1 例。术前均行薄层 CT 扫描,将数据输入 Mimic, Simpleware 软件后,建立三维仿真模型,用于手术模拟和术中辅助,并根据需要设计寰枢椎椎弓根导航模板。在数字骨科技术支持下共实施后路手术 4 例,前路手术 2 例,前后联合手术 1 例。术后 CT 钉道扫描观察寰枢椎螺钉的置入情况,并采用日本矫形外科协会 JOA 评分系统对脊髓功能进行术前、术后评分。**结果:**7 例患者,均顺利实施手术,手术时间 3~6h,平均 3.5 ± 0.6 h;手术出血 300~400ml。实施后路寰枢椎椎弓根钉棒固定 5 例,实施前路 TARP 手术 2 例。共置入后路寰枢椎椎弓根螺钉 10 枚,枢椎椎弓根螺钉 10 枚,寰椎前路侧块螺钉 2 枚,枕骨髁前路螺钉 2 枚,枢椎逆行椎弓根螺钉 2 枚,枢椎椎体钉 2 枚。术后 CT 扫描显示,所有螺钉位置良好,未出现螺钉偏入椎管或椎动脉孔的现象。术后患者肢体麻木症状减轻或消失,四肢肌力明显改善,JOA 评分由术前的 8.6 ± 1.5 分,提高到 15 ± 1.8 分($P<0.05$)。**结论:**采用数字骨科技术辅助手术,可以有效提高儿童上颈椎手术的成功率,降低手术风险。

【关键词】上颈椎;儿童;数字骨科

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.06.08

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2012)-06-0516-05

Application of digital orthopaedic technique in pediatric upper cervical operation/WANG Jianhua, XIA Hong, WU Zenghui, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22(6): 516-520

【Abstract】 Objectives: To investigate the application digital orthopaedic technique in pediatric upper cervical operation. **Methods:** From March 2009 to March 2011, 7 children suffering from upper cervical disorders underwent posterior instrumentation or transoral anterior reduce plate (TARP) fixation. Among them, there were C1-2 dislocation combined with congenital odontoid malformation in 4 cases, C1-2 tumor complicated with C1-2 dislocation in 1 case, solid C1-2 rotational dislocation in 1 case and basilar invagination complicated with C1-2 dislocation in 1 case. All patients underwent thin slice CT scan before operation, then the DICOM data were put into Mimic and Simpleware software, and after that the three dimensional model of upper cervical as well as individual navigation template were produced, which were used for imitating operation and screw implantation. Anterior approach was performed in 4 cases, posterior approach in 2 cases, and combined anterior and posterior approach in 1 case. After operation, CT -scan was used to evaluate the screw path, and the neurofunction was evaluated by JOA score. **Results:** All 7 patients got a successful operation. The mean operation time was 3-6 hours (average, 3.5 ± 0.6 hours). The blood loss was 300-400ml. Posterior instrumentation was performed in 5 cases and TARP in 2 cases, which included 10 atlas pedicle screws, 10 axis pedicle screws, 2 anterior atlas mass screws, 2 occipital condyle screws, 2 anterior axis retro-pedicle screws, and 2 axis vertebral body screws. Postoperative CT scan showed good position of all screws, without penetration into vertebral canal or vertebral artery groove. All 7 patients had limb numbness and weakness improved significantly, with the JOA score increasing from 8.6 ± 1.5 to 15 ± 1.8 ($P<0.05$). **Conclusions:** Digital orthopaedic technique can ensure the safety and lower surgical risk, which is applicable to pediatric upper

基金项目:上颈椎创伤的临床救治技术研究(2010gxjs032)

第一作者简介:男(1973-),副主任医师,博士,研究方向:脊柱外科基础与临床

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

cervical surgery.

【Key words】 Upper cervical; Children; Digital orthopaedic tech

【Author's address】 General Hospital of PLA in Guangzhou, Guangdong Province, 510010, China

临床上,发生于儿童的上颈椎创伤、肿瘤及先天发育畸形等病变比较少见,有时因合并寰枢椎脱位、脊髓受压等情况,经保守治疗无效者需要考虑手术治疗。由于患儿的椎弓根和侧块等解剖结构尚未完全发育,比较细小,采用寰枢椎椎弓根内固定以及经口咽前路手术均存在较大的难度和风险。2009 年 3 月~2011 年 3 月,我们采用数字骨科技术辅助,为 7 例 7 岁以下的儿童实施了上颈椎手术,获得了较好效果,报道如下。

1 临床资料

本组男 5 例,女 2 例,年龄 1 岁 11 个月~7 岁,平均 5.5 岁。其中先天性游离齿状突伴寰枢椎脱位 4 例,枢椎肿瘤伴寰枢椎脱位 1 例,顽固性寰枢椎旋转脱位 1 例,颅底凹陷症合并寰枕脱位 1 例。就诊前大多有外伤史,其中意外摔伤 5 例,扭伤 2 例,7 例患者术前均有不同程度的脊髓压迫症状。肢体麻木 7 例,走路不稳 4 例,单侧上肢无力 2 例,双下肢肌力差,无法站立 1 例,术前 JOA 评分 8.6 ± 1.5 分。所有患儿术前接受薄层 CT 扫描,将数据输入 Mimic,Simpleware 软件后,建立三维仿真模型,用于手术模拟和术中辅助,其中 5 例后路手术的患者术前设计寰枢椎椎弓根导航模板用于手术辅助。共实施后路手术 4 例,前路手术 2 例,前后联合手术 1 例。

2 方法

患儿入院后,均行包括颅底的寰枢椎薄层(层厚 1mm)连续 CT 扫描,将获得的原始 Dicom 格式图像数据转入 Mimics 软件,进行三维图像建模,然后转 Simpleware 软件行寰枢椎结构分析,设计虚拟钉道,并测量虚拟的钉道长度,供手术时参考。提取寰椎后弓及枢椎椎板后部(包括小关节)的形态,应用逆向工程技术,设计与寰椎后弓及枢椎后方结构相匹配的椎弓根导航模板,同时利用国产的激光快速成型打印机,将寰枢椎模型和导航模板打印出来,供术前手术模拟及术中手术比照和参考。

对 3 例游离齿状突合并寰枢椎前脱位的患儿

(分别为 5 岁、6 岁 10 个月及 7 岁)实施颈椎后路椎弓根钉棒固定与植骨融合术;对 1 例 7 岁寰枢椎旋转脱位的儿童实施了颈椎后路复位椎弓根钉棒固定。对 1 例寰枢椎脱位,合并寰椎后弓发育畸形的 5 岁患儿实施经口咽寰枢椎复位,TARP 钢板内固定手术;对 1 例 5 岁 11 个月的寰枕脱位、颅底凹陷症的女孩实施了经口咽前路松解,复位,TARP 钢板内固定术;对 1 例 1 岁 11 个月枢椎齿状突肿瘤合并寰枢椎不稳患者实施了后路的寰枢椎椎弓根螺钉固定及经口咽前路病灶清除术。后路手术的 5 例患者均采用自体髂骨结合异体骨混合植骨,前路经口手术的 2 患者,采用自体髂骨植骨。

对患者脊髓功能采用日本矫形外科学会的 JOA 评分系统进行评价,比较术后、术前脊髓功能改善情况及改善率。

所有病例随访 12~18 个月,术后 6、12、18 个月分别行 CT 复查,观察植骨融合情况。采用 CT 三维重建技术观察植骨融合情况,寰枢椎侧块关节间隙消失或由骨桥形成作为前路融合判断标准,寰枢椎椎板间有骨桥形成作为后路手术融合判断标准。

3 结果

7 例患儿均顺利实施手术,手术时间 3~6h,平均 3.5 ± 0.6 h;手术出血 300~400ml。实施后路寰枢椎椎弓根钉棒固定 5 例(图 1),实施经口咽前路 TARP 钢板固定手术 2 例(图 2),经口咽前路病灶清除 1 例。共置入后路寰枢椎椎弓根螺 10 枚,枢椎椎弓根螺钉 10 枚,寰椎前路侧块螺钉 2 枚,枕骨髁前路螺钉 2 枚,枢椎逆行椎弓根螺钉 2 枚,枢椎椎体钉 2 枚。术后 CT 扫描显示,所有螺钉位置良好,未出现螺钉偏入椎管或椎动脉孔的现象。术后患者肢体麻木症状减轻或消失,四肢肌力明显改善,JOA 评分由术前的 8.6 ± 1.5 分提高到 15 ± 1.8 分($P < 0.05$)。手术切口均 I 期愈合,未出现切口感染。术后随访 12~18 个月,6 例获骨性融合,1 例患者失访。

4 讨论

4.1 数字骨科技术对儿童上颈椎后路手术的辅助意义

一般认为,大多数儿童寰枢椎脱位是急性自发性脱位,经过适当的枕颌带牵引或颅骨牵引,均可获得复位,再辅以颈围固定 3~4 周多可获得满意疗效。而对于枢椎齿状突发育不良或者病变破坏导致的寰枢椎失稳,保守治疗往往不能获得满意疗效,特别是对于合并脊髓受压者,大多需要手术治疗。本组病例 4 例为游离齿状突合并的寰枢椎脱位,其余 3 例分别是顽固性寰枢椎旋转脱位,颅底凹陷症及枢椎齿状突病变合并寰枢椎不稳的患者;且均合并有脊髓受压表现,故选择手术治疗。传统的后路手术技术有椎板下钢丝固定、椎板夹固定、经寰枢椎关节螺钉固定技术等多种^[1,2]。钢丝固定技术无论是 Garli 法还是 Brook 法,其生物力学性能均存在明显不足,椎板夹技术也因固定后抗旋转性能不足而日趋淘汰。Magerl 螺钉技术固定相对比较可靠,但手术必须在寰枢椎完全复位的状态下进行,从而限制了其应用价值。近年来,寰枢椎椎弓根螺钉技术发展日益成熟,并逐渐成为上颈椎后路固定技术的首选和金标准^[3-5]。和胸腰椎的椎弓根相比,寰枢椎的椎弓根结构较细,另外在椎板表面也缺乏恒定的进钉标志点,所以置钉难度及风险要高于胸腰椎。另外,寰枢椎由于椎动脉孔等结构变异的存在,更是增加了手术的

难度和风险^[6,7]。对生长发育尚未成熟的儿童,寰枢椎不仅存在以上变异的可能,且椎弓根结构更加细小,置钉的风险和难度高于成人。我们认为,数字骨科技术的应用为低龄儿童实施上颈椎手术创造了有利条件。一方面,在术前,通过数字骨科的建模技术,我们可以获得患者寰枢椎的三维立体图形,并打印出等比例的实体模型供手术设计和模拟。采用逆向工程技术可以设计一个为椎弓根钉道指引方向的个性化导航模版,从而大大提高置钉准确率,降低手术风险。本组病例我们共实施了寰枢椎后路手术 5 例,均设计了寰枢椎椎弓根置钉的导航模板,导航模板有利于把握椎弓根螺钉合理的进钉方向,减小偏移率,同时结合术中透视的实时监测,提高了置入椎弓根螺钉的准确度。在实施数字骨科技术时,为了提高模版的匹配精度,我们要求 CT 扫描的厚度尽量控制在 1mm 左右,激光快速成型机的打印精度也应该小于 1mm。这样获得的数字模型和导航模版也具有较高的平滑性和精确度,以便和术中的解剖部位获得精准匹配。术中显露时,尽量将骨面的软组织清理干净,以获得一个精密的模板贴合面,提高置钉导航精确度。术中 C 型臂 X 线机透视的灵活应用,也有利于置钉方向的把握。

4.2 数字骨科技术对儿童经口咽前路手术的应用价值

经口咽前路手术因手术解剖部位深在,显露



图 1 患者,男,1 岁 11 个月,因“头部歪斜 1 个月,行走不稳 1 周”入院 a 颈椎 CT 示齿状突破坏 b 术前根据数字骨科技术制作等比例实物模型和手术进钉导向模板 c 术中应用导向模板辅助椎弓根螺钉置入 d 术中透视显示,寰枢椎椎弓根螺钉位置正确(d)

Figure 1 male, 1 years and 11 month old, complain of "torticollis for 1 months, and imambulance for 1 week" a The CT show destruction of dens b A 1:1 fast made prototype model and pedicle screw navigation template were produced before operation c During operation, the pedicle screw were implanted with the navigation of template d The fluoroscopy show the right direction for pedicle screws

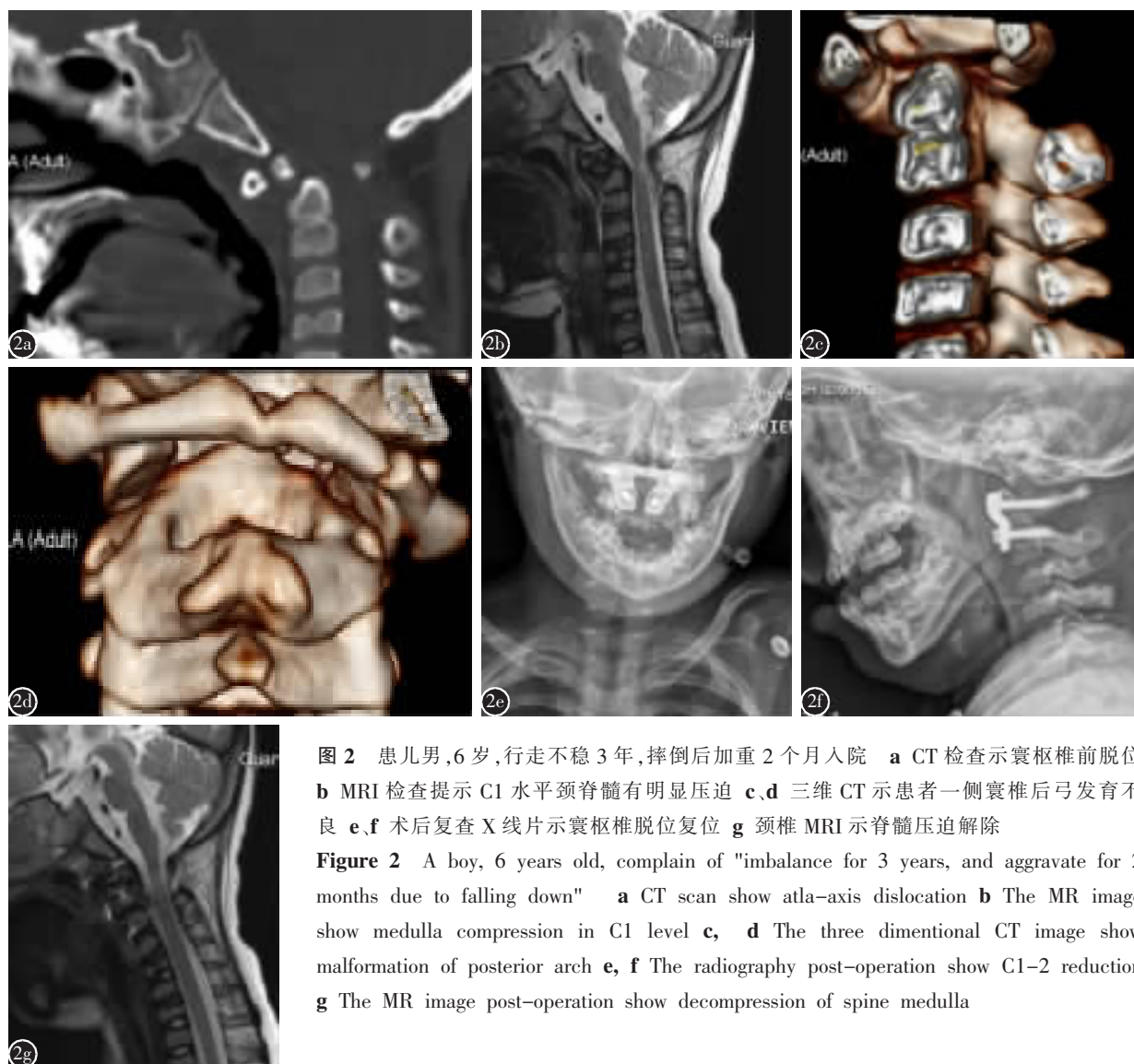


图 2 患儿男, 6 岁, 行走不稳 3 年, 摔倒后加重 2 个月入院 a CT 检查示寰枢椎前脱位 b MRI 检查提示 C1 水平颈脊髓有明显压迫 c、d 三维 CT 示患者一侧寰椎后弓发育不良 e、f 术后复查 X 线片示寰枢椎脱位复位 g 颈椎 MRI 示脊髓压迫解除

Figure 2 A boy, 6 years old, complain of "imbalance for 3 years, and aggravate for 2 months due to falling down" a CT scan show atla-axis dislocation b The MR image show medulla compression in C1 level c, d The three dimensional CT image show malformation of posterior arch e, f The radiography post-operation show C1-2 reduction g The MR image post-operation show decompression of spine medulla

的视野和空间比较有限,且存在一定的感染风险,一直以来被认为是有一定难度的复杂手术。对儿童而言,口腔更小,操作难度较成人大,故经口咽实施儿童上颈椎的手术未见报道。数字骨科技术在经口咽前路手术辅助应用时,可以进行 TARP 钢板的预选择,术前手术模拟,钉道的设计与模拟的操作,有利于降低手术风险,提高成功率^[8]。它也为实施儿童经口咽手术也带来了方便。本组 3 例患者,1 例因枢椎齿状突肿瘤,实施了经口咽入路的病灶切除术;其余 2 例分别是寰枢椎脱位和合并寰枕关节脱位的小儿颅底凹陷症患者,均实施了经口咽入路的前路松解、复位和 TARP 钢板内固定手术。在手术前,我们在打印的快速成型骨骼模型上,进行了前路置钉的手术模拟,固定,做到心中有数;术中,根据透视的情况及手术野显露

的解剖结构,反复比对三维模型,成功完成了手术。我们的手术体会是,虽然儿童口腔较小,但只要熟练掌握了经口咽操作技术,且对患儿的寰枢椎等上颈椎结构有充分的三维形态认识,结合等比例的三维数字骨科模型,清晰判断寰枢椎的解剖关系,并根据术前模拟情况,合理选择置钉点和置钉方向,手术并非和想象中那样难以实施。本组 3 例手术由于准备充分,均顺利完成,术后,患者均获得理想复位和脊髓减压,未出现口咽部位感染等并发症。我们的经验是:术前进行严格的口腔准备,术中轻柔准确的操作,减小手术暴露时间,术后有效的口腔护理和清洁漱口可以有效控制感染的发生率。

将数字骨科技术作为儿童上颈椎手术的辅助措施进行应用,是一项有益的尝试。儿童由于骨骼

发育尚不完善,骨膜通常较成人厚,骨骼结构更精细。所以,在进行数字化导航模板设计及三维模型的输出时,应该充分提高模型输出精度,采用层厚 1mm 左右的扫描及重建厚度,有助于提高模板与骨面的匹配精度,提高手术准确性。当然,手术医生也必须具备丰富的手术经验,并结合术中 CT 透视等提供的有效信息进行综合判断,以最大程度的提高手术成功率,而不是单纯的依赖导航模板实施手术。总之,对于低龄儿童实施颈椎和上颈椎手术时,可以充分发挥数字骨科的技术优势,有效降低手术风险,提高手术成功率。

5 参考文献

1. Bin Ni, Zhuangchen Zhu, Fengjin Zhou, et al. Bilateral C1 laminar hooks combined with C2 pedicle screws fixation for treatment of C1-C2 instability not suitable for placement of transarticular screws[J]. Eur Spine J, 2010, 19(8): 1378-1382.
2. Sapkas G, Papadakis SA, Segkos D, et al. Posterior instrumentation for occipitocervical fusion [J]. Open Orthop J, 2011, 5: 209-218.
3. Mandel IM, Kambach BJ, Petersilge CA, et al. Morphologic consideration of C2 isthmus dimensions for the placement of transarticular screws[J]. Spine, 2000, 25(12): 1542-1547.
4. De lure F, Donthineni R, Boriani S. Outcomes of C1 and C2 posterior screw fixation for upper cervical spine fusion [J]. Eur Spine J, 2009, 18(Suppl 1): 2-6.
5. Stulik J, Vyskocil T, Sebesta P, et al. Atlantoaxial fixation using the polyaxial screw-rod system[J]. Eur Spine J, 2007, 16(4): 479-484.
6. Ebraheim N, Rollins JR, Xu R, et al. An anatomic consideration of C2 pedicle screw placement[J]. Spine, 1996, 21(19): 691-695.
7. 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(9): 677-680.
8. 王建华, 尹庆水, 夏虹, 等. 计算机辅助设计-快速成型技术在经口减压内固定手术中的应用 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2011, 13(8): 730-734.

(收稿日期:2011-08-30 修回日期:2012-01-13)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)

消息

第二届全国脊柱结核诊疗新技术研讨班通知

脊柱结核是脊柱外科领域的常见病和多发病。由于结核杆菌自身的固有特点,脊柱结核较易复发,尤其是随着当前耐药结核杆菌病例的不断增多,使得一些脊柱结核的治疗更加棘手。近年来,脊柱结核的临床治疗技术、理念取得了很大进步,但国内各级医院水平参差不齐,有些治疗方法尚存争议,脊柱结核整体治疗水平尚不甚满意。为促进脊柱结核外科整体治疗水平、共同进步,在成功举办首次会议的基础上,拟定于 2012 年 7 月 13~15 日,举办“第二届全国脊柱结核诊疗新技术研讨班”。将邀请国内脊柱结核外科治疗领域的多位著名专家,介绍脊柱结核外科诊疗最新进展、新技术、新理念,并就脊柱结核的诊断、手术指征的把握、手术策略的制定、术中陷阱的防范及手术并发症的防治等方面展开深入的讨论。

主办单位:中国骨科医师协会脊柱外科工作委员会,湖南省医学会,中南大学湘雅医院。

承办单位:中南大学湘雅医院脊柱外科。

会议征文:脊柱结核外科临床新理论、新经验、新技术及基础研究新进展;稿件通过 E-mail 发至 zhq9996@163.com。截稿日期:2012 年 6 月 30 日。

通讯地址:湖南省长沙市湘雅路 87 号中南大学湘雅医院脊柱外科,邮编:410008。

联系人:郭超峰(13873167839),唐明星(15874085404)。

会议安排:2012 年 7 月 13~15 日,地点:留芳宾馆(长沙市开福区芙蓉中路留芳岭 14 号);注册费:600 元/人,食宿统一安排,费用自理。2012 年 7 月 13 日 11:00~21:00 在留芳宾馆一楼报到。参会代表将授予继续教育学分证书。

详情请登录湘雅脊柱外科中心网:<http://www.xyspine.net>。

期待您的积极参与、交流,以便共同进步,造福患者。