

3D 打印技术在复杂胫骨平台骨折手术中的临床应用效果观察

刘 超, 徐亚非, 唐理英, 刘运辉, 谢诗涓, 梁国光, 朱欣阳, 熊敏剑

作者单位: 528244 广东, 佛山市南海区第三人民医院创伤骨科

作者简介: 刘 超(1987-), 男, 医学硕士, 住院医师, 研究方向: 创伤骨科疾病的诊治。E-mail: liuchaoguke@qq.com

通讯作者: 徐亚非(1967-), 男, 大学本科, 学士学位, 主任医师, 研究方向: 创伤骨科疾病的诊治。E-mail: xyf536@163.com

[摘要] 目的 探讨 3D 打印技术在复杂胫骨平台骨折手术中的临床应用价值。方法 对该科 2 例 Schatzker VI 型的复杂胫骨平台骨折患者术前进行螺旋 CT 扫描, 数据采用 Mimics 软件作三维重建处理。应用 3D 打印技术打印病例的胫骨平台骨折模型, 根据模型选择合适的复位方法及内固定物, 于内固定前模拟手术过程。从手术入路、钢板种类、放置位置、长度、螺钉数量及长度方面与模拟手术进行对比, 同时对实际手术时间进行记录。结果 2 例完全采用了计划固定方法, 术中选取的固定钢板、螺钉数与螺钉长度均与模拟手术高度吻合。术后复查 X 线显示骨折复位满意, 关节面达到解剖复位, 内固定物位置良好, 没有螺钉穿入关节腔。结论 3D 打印技术应用于复杂胫骨平台骨折的治疗, 可多角度、多方向显示胫骨平台骨折部位的形态学外观特点; 能在术前明确钢板植入位置、螺钉方向和长度并完成钢板预塑形, 有助于术者对复杂胫骨平台骨折的理解和术前计划的制定, 有效缩短手术时间, 提高手术效率。

[关键词] 胫骨平台骨折; 膝关节; 3D 打印技术; 内固定; 手术治疗

[中图分类号] R 68 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2016)05-0400-04

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2016.05.10

The clinical application of three-dimensional printing technique in complex tibial plateau fracture surgery

LIU Chao, XU Ya-fei, TANG Li-ying, et al. Department of Orthopaedics, the Third People's Hospital of Nanhai District of Foshan City, Guangdong 528244, China

[Abstract] **Objective** To evaluate the application value of three-dimensional(3D) printing technique in the surgical treatment of complex tibial plateau fracture. **Methods** Two cases with complex tibial plateau fractures of type Schatzker VI were enrolled in this study. On preoperative spiral CT scanning, the data of lamellar CT scanning were imported into Mimics 14.0 software for 3D anatomical modeling, and then internal fixations were simulated based on all the printer models. The simulated operation was compared with the real operation in the surgical approach, the type of steel plate, the placement of steel plate, the length and number of screw. **Results** Two cases fully adopted the planned fixed methods. The number of fixed steel plate, the number and length of screw in the real operation were accordance with those in the simulated operation. X-ray showed that the fractures were reached anatomical reattachment with internal fixation in the good position and fractures were reset satisfactorily. **Conclusion** 3D printing technology can help understanding complex fractures of tibial plateau and developing the preoperative planning, shortening the operation time and improving the operation efficiency in the treatment of complex tibial plateau fractures.

[Key words] Tibial plateau fractures; Knee joint; 3D printing technique; Internal fixation; Surgical treatment

膝关节是人体重要的活动和负重关节。胫骨平台骨折临床常见, 由交通事故、高处跌落等高能量外伤导致, 难以处理。尤其是 Schatzker VI 型骨折, 常涉及负重关节面, 造成周围软组织损伤与胫骨平台塌

陷等^[1], 处理不当可能造成关节畸形、力线或稳定性异常, 以及关节面不平和平和关节不稳, 导致膝关节活动度丢失, 活动时疼痛等并发症。手术固定须达到解剖复位固定, 制定合理优化的手术策略是保证胫

胫骨平台骨折手术成功的重要环节。以往的术前资料多来源二维图像,缺乏三维立体结构显示及精准的骨折结构数据,无法进一步与手术器械精确拟合。近年来随着3D打印技术的成熟,价格的下降,在医学领域开始广泛应用,精确化、个性化的术前设计成为可能。尤其是随着3D打印技术率先在整形外科的应用也给骨科医师带来启发。3D能制作出骨折的原始立体模型,能够为术者提供更为清晰、准确的影像学信息,为患者提供更加直观、易懂的实物模型,具有明显优势。本研究着重探讨3D打印技术在胫骨平台骨折术前设计和实施过程中应用的可行性,为胫骨平台骨折个性化治疗提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 从我科在2015-03~2015-04收治的胫骨平台骨折患者中选取2例Schatzker VI型的复杂骨折病例,采集病例的薄层CT扫描数据,2例均为男性,年龄分别为34岁、46岁;受伤原因均为交通事故;受伤后小腿肿胀明显,但未发生筋膜室综合征,分别于伤后12 d、15 d患肢消肿后进行内固定手术。

1.2 实验方法

1.2.1 3D打印骨折模型 采集患者膝关节骨折薄层CT扫描数据,以DICOM格式导入Mimics 14.0软件进行三维重建,获得骨折三维模型。将DICOM格式扫描数据转化为STL格式文件。以STL格式导入3D打印软件MarkerBot中,调整打印方位并打印出1:1实物模型。

1.2.2 模拟手术 将打印的骨折模型按照模拟术中复位情况顺序复位后用胶水粘合。根据复位骨折模型进行钢板预弯塑形,根据骨折AO治疗原则,按1:1比例在复位骨折模型上画线。确定预设钢板位置及每个钉孔的位置,将预弯的内外侧胫骨近段解剖钢板贴合到复位骨折模型上,调整后确定钢板的唯一位置,参考虚拟设计螺钉方向进行模拟螺钉植入。记录钢板植入位置、螺钉数目、位置、方向及植入长度。

1.2.3 手术操作 患者取仰卧位,大腿根部捆绑止

血带,常规消毒铺巾,Schatzker VI型胫骨平台骨折由于平台内外侧均存在塌陷骨折,选用膝关节内、外侧联合入路,充分暴露骨折及胫骨平台关节面,先撬起塌陷的胫骨平台关节面,自体髂骨骨松质填充平台下骨缺损,恢复关节面的平整,再逐一复位关节外粉碎骨折,克氏针临时固定骨折。根据术前确定的位置置入预塑形钢板,临时固定钢板后C型臂X线机透视确认钢板长度及位置满意后,依据术前设计的螺钉长度及方向进行螺钉固定。由于骨折均涉及关节面,则力求关节面达到解剖复位。术毕置引流管,关闭切口。

1.2.4 术后处理 术后常规使用抗生素48 h预防伤口感染,分别于手术后24 h、36 h拔除引流管,拔除引流管后每日行股四头肌收缩锻炼,术后7 d开始行膝关节的间断主动屈伸锻炼,3个月后进行完全或部分负重锻炼。

2 结果

2.1 胫骨平台骨折3D实物模型打印 基于患者CT扫描数据,利用3D打印技术打印出的1:1实物模型立体感强,可多角度、多方向显示胫骨平台骨折部位的形态学外观特点,提前复位确定钢板螺钉数据。

2.2 手术效果 手术过程顺利,钢板、螺钉植入方向及长度均与术前设计高度吻合。手术时间分别为86 min、79 min,术中透视每例2次;大腿根部捆绑止血带,术中出血量不大,术后拔除引流管的时间分别为24 h、36 h;术后引流量分别为260 ml、370 ml。术后复查X线片显示胫骨平台骨折复位固定满意,钢板及螺钉在位良好。术后3个月负重行走,术后6个月膝关节恢复均为优。

2.3 典型病例介绍 男性,46岁,因交通事故致右小腿肿痛,活动受限3.5 h入我科,诊断:(1)右胫骨平台骨折(Schatzker VI型);(2)右腓骨头小撕脱骨折。入院后行石膏托外固定,脱水消肿处理,预防筋膜室综合征发生,行膝关节CT扫描,导入Mimics 14.0软件进行三维重建,用塑料粉打印骨折三维模型。伤后12 d行内固定手术治疗。见图1~4。



图1 术前X光平片

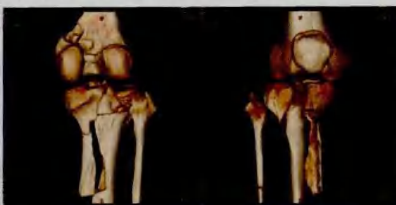


图2 CT扫描三维重建效果图



图3 3D打印的模型



图4 术后复查X光平片

3 讨论

随着交通运输及建筑行业的发展,胫骨平台骨折的发病率逐年上升,复杂移位骨折病例多见。对于关节内骨折,如何获得精确复位以及解剖结构的良好恢复是关系到患者术后患肢功能恢复的关键因素。

3.1 复杂胫骨平台骨折治疗的难点 X线检查作为骨折诊断的重要组成部分,在传统的诊疗过程中可以提供最为基本的诊断。由于胫骨平台骨折自身解剖结构的特殊性,胫骨关节面骨折的大部分结构会被骨质投影所遮挡。Schatzker VI型骨折平台劈裂塌陷并且延及干骺端,单切口内固定修复该骨折,全面暴露骨折难免剥离大量的软组织,膝关节周围软组织血运受到严重的破坏,固定后患者并发症发生率较高,尤其是固定后感染、皮肤坏死较为常见。选择膝关节内外侧双切口入路手术能减少对膝关节周围软组织的损伤,充分暴露胫骨平台骨折,明显降低固定后并发症的发生率^[2]。X线检查很难清晰反映出移位细节,容易造成临床医师低估骨折严重程度,给临床分型的准确判断带来困难。CT可以显示骨折线的走向及骨碎片的具体位置,能够任意角度、多方位的重建,能很好地显示骨折细节,其不足之处体现在:X线片对于复杂类型的胫骨平台骨折无法做出具体的诊断;即使采用CT三维重建成像也是将图像打印在二维胶片上去观测。医师需要根据二维图像结合自身的解剖学知识,凭借自身的空间立体构象能力在大脑中还原真实骨折情况。由于胫骨平台为立体结构,解剖形态较为复杂,在平面图像上很难重现骨折原貌,导致医师对骨折的诊断、分型、空间形态认识不足。通过若干截面的立体结构的图像,无法以任意角度、任意方向动态观察骨折情况。这对骨科医师在解剖学知识、手术路径的熟悉程度、空间构象能力、实际手术经验等多方面有较高的要求,对于缺乏各方面经验的年轻骨科医师来说这些工作难度较大^[3]。一些复杂骨伤的诊断及治疗难度比较高,对手术入路、骨折复位、内置物的选择,主观性较大,手术风险相对较高,遇到较为复杂的骨折时,可能出现术前准备不足,术中细节把握不够,手术时间长,操作损伤大,术后手术效果不理想。传统手术设计的效果依赖于术者的经验,设计过程无法准确共享。因此临床上需要诊断明确、通用性高、重复性好、可共享设计过程的数字化设计,以满足不同患者、不同术式的不同需求。

3.2 3D打印技术的优势 数字技术的发展为胫骨平台骨折患者个性化、精确化手术的目标提供了技

术条件。3D打印是一种以数字模型文件为基础,通过计算机绘图后运用粉末状金属或塑料等粘合材料通过逐层堆叠累积的方式制造三维实体的先进技术。利用3D打印技术将骨折部位的三维模型打印出来,可以使术者在术前对骨折有详细和全面的了解,在头脑中建立起一个立体的三维结构,并做出准确的诊断和分型,在模型上模拟手术操作骨折内固定具有个体化应用特点。通过3D扫描技术,制作打印成1:1的模型,立体呈现骨折的原始结构,可以帮助术者清晰了解患者胫骨平台的解剖结构、骨折情况和损伤程度,全面掌握骨折复位前后情况,从而制定更为客观精确的术前方案。传统手术中钢板塑形时需要借助铝板贴合骨面折出预弯雏形,然后依照铝板模型进行钢板塑形,术中耗费大量时间,增加止血带捆绑时间及伤口感染的风险。术中临时钢板塑形精确度低,位置也存在不确定性。利用3D打印骨折模型于术前经过反复多次的模拟手术,尝试不同的手术方法,调整手术策略,制定出最适宜的个性化手术方案^[4~6]。精确预弯钢板具有位置唯一、精度高的优势,在缩短手术时间的同时也提高了内固定效果的确切性。可于术前明确螺钉方向和长度,节省术中测量时间,提高手术的安全性,避免C型臂X线机反复检查的繁琐步骤,减少患者、术者X线照射量。国内外相关研究亦表明,3D打印骨折模型对于选择适宜规格的内固定材料、制定个性化手术方案、快速提高临床医师水平、缩短学习曲线、提高治疗效果具有积极意义。研究还表明,3D打印技术的应用不仅减轻了术中骨折范围的剥离程度,还可缩短手术时间,减少术后感染,利于骨折早期愈合。3D打印技术已在骨科医疗领域提供越来越多的帮助。目前3D打印机制造的钛合金骨骼植入物定制的个性化关节模型已经有了一些人体试验^[7,8]。通过3D打印骨折模型能加深患者及家属对病情和治疗方案的理解,使沟通更容易。患者还可通过术前、术后的病灶模型比较,可直观判断治疗效果,取得患者理解,缓解了医患关系^[9,10]。近几年来国内陆续将此技术应用于骨折的诊断及治疗中,特别是针对复杂性骨折如髌臼骨折、骨盆粉碎性骨折等。

3.3 我们的体会 本研究采用3D打印技术对2例复杂胫骨平台骨折患者进行术前设计和手术模拟,结果提示,基于3D打印技术的实物模型能清晰显示骨折块位置和尺寸,精确模拟螺钉、钢板的置入过程,术前能确定钢板数量、位置、长度及螺钉数量、长度及角度等参数,为手术策略的制定提前确定手

术数据。术后复查骨折复位及内固定结果与术前模拟手术一致性较好,虚拟手术设计与真实手术基本相符。手术时间明显缩短,2 例手术时间分别为 86 min、79 min,在止血带 1 次充气止血的时间内完成手术,减少了患肢缺血的时间,降低组织坏死、伤口感染的风险。术中遵循损伤控制原理,即待肿胀消退后(伤后 12 d、15 d)行手术治疗,这在一定程度上也为 3D 模型的制备提供了充足的时间。本组样本量偏小,后期将加大样本量,开展随机对照试验研究,以增强结论的可靠性。本试验随访时间较短,今后将继续跟踪随访术后患肢功能恢复情况。

总之,本研究采用的 3D 打印技术能够满足复杂胫骨平台骨折治疗的精确化、个性化需求,可用于复杂胫骨平台骨折手术模拟及手术方案设计。我们相信,随着影像学、数字医学和新材料技术的发展,3D 打印技术的临床应用前景必定更加广阔。

参考文献

- 1 付德生,王峰,余凌,等. 双钢板固定治疗胫骨平台双髁骨折临床疗效分析[J]. 创伤外科杂志, 2014, 16(4): 360-361.
- 2 刘建鹏,范红旗,刘海金,等. 肱骨干并发肱骨髁上髁间粉碎骨

- 折 12 例治疗体会[J]. 河北医科大学学报, 2014, 35(8): 937-939.
- 3 Hurson C, Tansey A, O'Donnchadha B, et al. Rapid prototyping in the assessment, classification and preoperative planning of acetabular fractures[J]. Injury, 2007, 38(10): 1158-1162.
- 4 Bagaria V, Deshpande S, Rasalkar DD, et al. Use of rapid prototyping and three-dimensional reconstruction modeling in the management of complex fractures[J]. Eur J Radiol, 2011, 80(3): 814-820.
- 5 Guarino J, Tennyson S, McCain G, et al. Rapid prototyping technology for surgeries of the pediatric spine and pelvis: benefits analysis[J]. J Pediatr Orthop, 2007, 27(8): 955-960.
- 6 Starosolski ZA, Kan JH, Rosenfeld SD, et al. Application of 3D printing (rapid prototyping) for creating physical models of pediatric orthopedic disorders[J]. Pediatr Radiol, 2014, 44(2): 216-221.
- 7 周伟力,雷青,张先家,等. 3D 打印技术在髋臼骨折手术中的临床应用[J]. 医学临床研究, 2014, 31(6): 1097-1100, 1103.
- 8 潘慧. 3D 打印技术助力临床治疗“私人定制”——广东成功实施世界首例“髋臼骨折 3D 打印腹腔镜辅助下内固定术”[J]. 广东科技, 2014, (15): 24-25.
- 9 马立敏,张余,周焯,等. 3D 打印技术在股骨远端骨肿瘤的应用[J]. 中国数字医学, 2013, 8(8): 70-72.
- 10 张大伟,田越,李杰,等. 快速成型机在骨盆骨折治疗中的应用[J]. 生物医学工程与临床, 2012, 16(6): 570-573.

[收稿日期 2015-11-09][本文编辑 杨光和]

博硕论坛·论著

双球囊导管联合人工破膜和缩宫素在足月妊娠引产中的应用效果观察

王艳丽

作者单位: 450004 河南,郑州市第一人民医院妇产科

作者简介: 王艳丽(1980-),女,医学硕士,主治医师,研究方向:围产医学。E-mail: wangyl1115@163.com

[摘要] **目的** 研究分析应用双球囊导管联合人工破膜和缩宫素在足月妊娠引产中的效果。**方法** 回顾性分析在该院实行计划分娩的 90 例足月妊娠、具有引产指征、宫颈 Bishop 评分 ≤ 5 分的初产妇,随机分为两组,两组均行双球囊导管促进宫颈成熟,观察组取出球囊后经人工破膜,并给予缩宫素静滴引产,对照组取出球囊后等待自然临产,比较两组孕(产)妇的引产效果和母婴结局。**结果** 观察组和对照组用球囊 12 h 后的宫颈 Bishop 评分[(6.9 $\pm$ 0.9)分、(6.8 $\pm$ 0.7)分]均较用球囊前[(3.3 $\pm$ 1.0)分、(3.0 $\pm$ 1.1)分]升高($P < 0.01$)。观察组的引产成功率(91.1%)高于对照组(71.1%)($P < 0.05$),总产程时间[(7.5 $\pm$ 3.0)h]短于对照组[(15.3 $\pm$ 6.5)h]($P < 0.01$)。观察组的阴道分娩率(86.7%)显著高于对照组(40.8%)($P < 0.05$),两组的产后 2 h 出血量、产时发热、软产道损伤及新生儿窒息情况比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 应用双球囊导管联合人工破膜和缩宫素能够有效地促进宫颈成熟,缩短产程,促进阴道分娩,值得临床应用。

[关键词] 双球囊导管; 人工破膜; 缩宫素; 引产

[中图分类号] R 714 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2016)05-0403-04

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2016.05.11