

3D 打印技术在复杂胫骨平台骨折临床诊治中的应用

吴云峰 尹勇 黄斐 王浩 李家华 马广文 尹宗生

【摘要】 目的 观察 3D 打印技术在胫骨平台骨折临床诊治中的应用。方法 对安徽医科大学第四附属医院骨科 2013 年 6 月—2014 年 1 月收治 10 例 Schatzker V 型胫骨平台骨折患者按随机化原则分组,其中 5 例为对照组,5 例为观察组。2 组患者均采用膝关节前内外侧手术入路进行切开复位加植骨内固定术;观察组术前利用 Mimic 软件进行 3D 重建,快速成型制备出 1:1 的模型,以此对骨折进行明确诊断和分型,制定手术方案,预弯钢板,指导手术。对比 2 组患者的骨折复位效果、手术时间和术中出血量。结果 观察组术中所见与虚拟 3D 重建图像及 3D 打印模型非常相似,2 组患者均获得了良好的骨折复位。观察组手术出血量(150 ± 32.15) mL,较对照组的(200 ± 25.30) mL 少,差异有统计学意义($t=2.73, P<0.05$);观察组的平均手术时间为(105 ± 11.85) min,较对照组的(140 ± 20.25) min 少,差异有统计学意义($t=3.34, P<0.05$)。结论 3D 打印技术对于复杂胫骨平台骨折的诊断及治疗均有很强的临床指导作用。

【关键词】 胫骨骨折; 三维打印; 成像,三维; 骨折固定术,内

胫骨平台骨折在临床上是一种常见的骨折,属关节内骨折,约占全部骨折的 1%^[1],治疗不当,易造成严重的膝关节功能障碍。目前,治疗方式主要以手术切开复位加植骨内固定为主。但传统手术治疗对复杂胫骨平台骨折的可直观性较差,进而可能影响手术效果。自 2013 年 6 月起,我院开始通过 CT 3D 重建联合 3D 打印技术对复杂胫骨平台骨折患者进行术前分析及模拟设计,为手术提供了重要依据,提高了手术效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2013 年 6 月—2014 年 1 月,安徽医科大学第四附属医院骨科收治 Schatzker V 型胫骨平台骨折 10 例,男 7 例,女 3 例;年龄 19~67 岁;右侧 6 例,左侧 4 例。受伤原因:车祸伤 5 例,高处坠落伤 3 例,摔伤 2 例。其中 2 例合并其他部位骨折。患者均为闭合性损伤,并全部为择期手术,受伤到手术时间为 7~11 d,平均为 9 d。按随机化原则将患者分为 2 组,每组 5 例:对照组采用常规手术方法;观察组采用 CT 3D 重建联合 3D 打印技术辅助手术。所有患者同意并签署知情同意书。病例纳入标准:年龄 18~70 岁,男女不限;非病理性骨折;均为胫骨平台骨折 Schatzker V 型。病例排除标准:年龄 18 岁以下或 70 岁以上;同一肢体的多段骨折;合并有神经、血管损伤;有精神障碍不能配合手术者;合并有内科疾病不能耐受手术治疗者。

1.2 3D 重建、打印模型与手术方案的设计

所有患者入院后常规行膝关节 X 线及 3D 螺旋 CT 薄层扫描,并进行分型。其中观察组将 CT 联机工作站处理后的

Dicom 格式数据保存,导入 3D 重建软件 Mimics 10.01,利用分割阈值和区域增长功能,重建出双侧胫骨平台并生成 .stl 格式文件,最后将文件导入 3D 打印机(TriPrinter 150 桌面级 3D 打印机)进行打印。打印出与实体 1:1 等大的伤侧及健侧经镜像处理后的胫骨平台模型各 1 个,见图 1、2。

根据 3D 打印机打印出的骨折模型,再次对骨折进行分型,并进行手术方案的设计、模拟。根据健侧正常胫骨平台经镜像处理后打印的模型进行钢板的选择及预处理(见图 3)。

1.3 手术方法

2 组患者均采用膝关节前内外侧手术入路,进行骨折切开复位加植骨内固定术。手术器械均采用苏州欣荣公司生产的胫骨平台重建钢板。2 组患者手术均为同一组医师施行。

1.4 数据收集及疗效评价标准

收集 2 组手术的手术时间及术中出血量。术后随访 6~12 个月,采用 Rasmussen 膝关节功能评分进行疗效评定。评分标准:疼痛(6 分)、行走能力(6 分)、膝伸直缺失度(6 分)、膝关节活动度(6 分)及膝关节稳定性(6 分),总分为 30 分; ≥ 27 分为优,20~26 分为良,10~19 分为可,6~9 分为差。

1.5 统计学方法

应用 SPSS 14.0 统计软件对数据进行分析。2 组间的比较采用秩和检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

通过影像学进行的骨折分型与在 3D 打印模型上的骨折分型基本一致,均为胫骨平台 Schatzker V 型骨折,并与术中所见骨折部位基本相似。10 例患者均获得了较好的骨折复位(图 4)。对照组膝关节 Rasmussen 结果优 2 例,良 3 例,观察组优 3 例,良 2 例。观察组手术出血量(150 ± 32.15) mL,较对照组的(200 ± 25.30) mL 少,差异有统计学意义($t=2.73,$



图 1 正常胫骨平台 3D 模型 图 2 胫骨平台骨折 3D 模型 图 3 钢板预处理

$P < 0.05$); 观察组的平均手术时间为 (105 ± 11.85) min, 较对照组的 (140 ± 20.25) min 少, 差异有统计学意义 ($t = 3.34$, $P < 0.05$)。

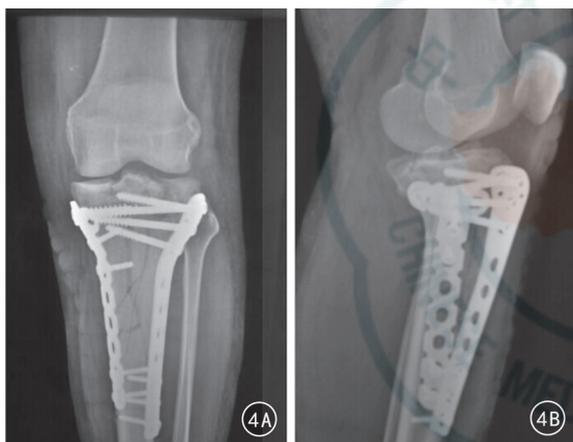


图 4 患者男, 45 岁, 胫骨平台 Schatzker V 型骨折; 术前应用 3D 重建联合 3D 打印技术, 术中切开复位加植骨内固定术, 术后 5 个月膝关节 X 线正侧位片 4A 正位 4B 侧位

3 讨论

复杂胫骨平台骨折多数为高能损伤所致, 骨折移位明显且累及关节面, 如复位不理想关节面不平整, 外固定时间过长, 术后易出现关节僵硬、创伤性关节炎及膝关节内外翻畸形等并发症^[2]。手术是主要的治疗方法。随着现代骨科的发展以及对胫骨平台骨折研究的不断深入, 治疗理念在不断更新, 治疗方法也在逐步改进和完善, 有限切开、微创技术、间接复位、外固定器的应用、生物学固定等是胫骨平台骨折治疗未来的发展方向^[3]。3D 打印技术是快速成型技术 (rapid prototyping manufacturing, RP) 的一种。RP 又称快速原型技术, 是一项 20 世纪 80 年代后期发展起来、利用加法制造技术精确地重建物体的新兴技术, 是在计算机的控制下, 根据物体的计算机辅助设计模型或 CT 等数据, 不借助其他设备, 通过材料的精确堆积, 制造原型的一种基于离散、堆积成型原理的新的数字化成型技术, 集中体现了计算机辅助设计、激光加工、数控和新材料开发等多学科、多技术的综合应用^[4]。RP 在中国骨科领域的应用经历了从无到有、从基

础研究到临床应用的过程, 目前正处在稳步发展的阶段^[5]。传统的复杂胫骨平台骨折 (Schatzker V 型) 通过 X 线、CT 扫描及 3D 重建虽然可以较好地显示骨折类型和移位程度, 但不够直观; 虽然可以制定手术方案, 但不能术前实时演练; 虽然手术效果良好, 但对手术医生的经验要求较高。复杂的胫骨平台骨折在手术中复位较为困难, 同时术中根据复位后的骨面预弯钢板耗费大量时间。而通过术前运用 3D 打印技术, 可以很好的解决以上问题, 使手术时间明显缩短, 减少术中出血量, 对手术有一定的指导意义。具体有以下优势: (1) 通过骨折模型和正常模型比较, 可以更加直观地了解骨折的移位情况及移位程度, 提高医生对复杂骨折的认识。在骨折模型上进行模拟骨折复位, 制定更加详细的手术方案, 如明确的手术入路和显露范围, 固定的部位、方式及螺钉的长短、方向, 减少医源性损伤, 从而缩短手术及麻醉时间, 减少术中出血量。(2) 可在术前对钢板进行预处理。根据模型和手术方案, 术前选择合适大小、类型的钢板, 钢板放置的位置, 并根据模型对钢板进行预弯塑形, 使之更加伏贴, 缩短手术时间。并可在术中骨折复位后, 根据钢板放置的贴合度, 判断骨折复位情况。(3) 缩短年轻医师对复杂骨折的学习曲线。年轻医师在施行复杂骨折手术时, 需要较长的学习曲线, 可视化的快速模型是年轻医师重要的学习工具, 通过它可以提高年轻医师对复杂骨折的认识, 缩短年轻医师的学习曲线。(4) 加强了医患之间的沟通。打印出来的模型, 是医生和患者之间沟通的桥梁, 它使医患之间的沟通更加方便、直观, 减少了医患矛盾的发生。

3D 打印技术作为近年来一项多学科交叉的新兴技术, 发展极为迅速, 应用范围极广, 在医学领域目前大部分用于牙科手术和颌面重建领域^[6-8]。随着对该项技术的认识, 已有骨科同行开始用于诊断治疗累及关节的复杂骨折和术前的准备、模拟操作, 以及年轻医生培养和医学生的临床教学^[9-12]。而随着金属打印机发展成熟, 个体化的关节定制、钢板制备及精确截骨模板制作等将成为可能^[13-14]。但 3D 打印技术也有一些缺点, 如从 CT 扫描到模型制作完成需要 1~2 d 时间, 不能用于急诊手术, 术前增加医师的工作量, 增加了患者的住院费用, 而且设备尤其是金属打印机昂贵, 不利于普及。但随着多学科快速发展, 3D 打印技术必将在骨科临床中体现其应用的价值。