

三维重建模拟复位固定应用于骨关节创伤微创手术临床研究

Clinical Study on the Application of 3D Reconstruction Simulation Reduction and Fixation in Minimally Invasive Surgery for Bone and Joint Trauma

张育顺 侯轶

Zhang Yushun Hou Yi

(吉林省白城市医院骨科 吉林白城 137000)

(Department of Orthopedics, Baicheng City Hospital, Jilin Province 137000)

摘要: 目的: 总结骨关节创伤微创手术中三维重建模拟复位固定的临床应用效果。方法: 纳入研究对象经随机数字表法分组, 共有 30 例骨关节创伤患者, 纳入时间: 2019 年 4 月至 2023 年 4 月, 对照组开展微创手术时应用常规 X 线、CT 等影像技术辅助, 观察组则通过三维重建模拟复位固定辅助手术的开展, 观察指标: 临床指标、术中接骨板一次放置成功率。结果: 观察组手术时间、住院时间更短, 术中 X 线透视次数更少, 术后 VAS 评分更低 ($P < 0.05$); 观察组术中接骨板一次放置成功率明显较对照组高 ($P < 0.05$)。结论: 在骨关节创伤微创手术中应用三维重建模拟复位固定

Objective: To summarize the clinical application effect of three-dimensional reconstruction simulation reduction and fixation in minimally invasive surgical treatment of bone and joint trauma. **Method:** The study subjects were randomly divided into 30 patients with bone and joint trauma using a random number table method. The study period was from April 2019 to April 2023. The control group underwent minimally invasive surgery with the assistance of conventional X-ray, CT, and other imaging techniques, while the observation group underwent three-dimensional reconstruction to simulate the reduction and fixation assisted surgery. The observation indicators included clinical indicators and the success rate of intraoperative plate placement at one time. **Result:** The observation group had shorter surgical and hospitalization times, fewer intraoperative X-ray fluoroscopy times, and lower postoperative VAS scores ($P < 0.05$); The success rate of intraoperative placement of bone plates in the observation group was significantly higher than that in the control group ($P < 0.05$). **Conclusion:** Application of three-dimensional reconstruction simulation reduction and fixation in minimally invasive surgical treatment of bone and joint trauma

关键词: 三维重建; 模拟; 复位固定; 骨关节创伤微创手术; VAS 评分

Keywords: 3D reconstruction; Simulation; Reset fixation; Minimally invasive surgery for bone and joint trauma; VAS rating

在数字骨科技术、微创技术日渐发展的背景下, 3D 技术目前在临床各科疾病中均得到广泛应用。然而, 3D 打印的三维成像模型一般情况下仅适用于术前直观了解患者骨折部位, 再加上 3D 打印属于高分子材料的高温熔化离散堆积, 由于我国目前广泛应用的打印机分辨率有限, 在依据骨折线游离骨块时无法达到预期, 故该技术应用于骨折复位上的研究仍有一定问题存在。由于关节周围组织结构具有特殊性, 同时对于生物学而言, 关节运动的要求较高, 再加上关节周围软组织的血运相对较差, 手术治疗极易引起不同程度的并发症, 例如瘢痕挛缩、软组织感染与切口愈合不良等^[1]。若是做好软组织血运保护工作, 尽可能制定并实施可行性高的复位固

定骨折方案, 可使手术并发症发生率显著降低, 加快关节功能恢复进程^[2]。此次研究, 本院总结骨关节创伤微创手术中三维重建模拟复位固定的临床应用效果如下。

1. 资料与方法

1.1 一般资料

30 例骨关节创伤患者分为两组, 所有患者临床资料见表 1, 比较结果显示 $P > 0.05$, 均于 2019 年 4 月至 2023 年 4 月期间纳入, 分组方式: 随机数字表法。

表 1 两组一般资料比较

组别	n	性别		年龄 (岁)		骨折部位			致伤原因		
		男	女	范围	均值	胫骨下段	胫骨平台	胫骨远端	高空坠落	交通事故	运动损伤
对照组	15	8 (53.33)	7 (46.67)	25 ~ 78	50.14 ± 12.36	5 (33.33)	7 (46.67)	3 (20.00)	4 (26.67)	4 (26.67)	7 (46.67)
观察组	15	10 (66.67)	5 (33.33)	25 ~ 78	50.37 ± 12.12	6 (40.00)	5 (33.33)	4 (26.67)	5 (33.33)	6 (40.00)	4 (26.67)
t 值	/	0.556	0.556	/	0.150	0.144	0.556	0.186	0.159	0.600	1.292
P 值	/	0.456	0.456	/	0.858	0.705	0.456	0.666	0.690	0.439	0.256

纳入标准: (1) 患者病情经 CT、X 线检查等确诊, 具备手术治疗指征; (2) 患者与家属同意加入研究。

排除标准: (1) 合并关节面骨质缺损者; (2) 合并传染性疾病、恶性肿瘤者; (3) 合并关节功能严重障碍、严重肝功能不全者; (4) 肢体先天性发育畸形者; (5) 病理性畸形者; (6) 骨骼存在病理性改变者, 包括肿瘤、囊性等。

1.2 方法

1.2.1 手术方法

均应用手法间接复位与经皮撬拨复位骨块结合的微创方法, 依据入路标准, 将软组织切开或通过小切口将局部骨质显露, 经切口潜行剥离隧道于骨膜下方, 确保长度、宽度与预制接骨板一致, 随后再经切口放置预制好的接骨板于骨膜下方, 贴覆骨质, 通过透视观察骨折复位情况, 良好即可经皮钻孔, 将螺钉拧入后固定, 在 C

型臂 X 线机透视辅助下完成手术治疗操作。对照组开展微创手术时应用常规 X 线、CT 等影像技术辅助, 即明确骨折形态固定内植物, 对接骨板与螺钉植入位置进行设计, 最后完成手术治疗操作。

观察组则通过三维重建模拟复位固定辅助手术的开展, 方法:

(1) 三维重建数据处理: 设置 CT 平扫的影像数据为层厚 0.5-0.6mm, 电压 130kV, 矩阵 512×512, 将骨折线上、下端完整骨骼 5cm 以上范围之间作为平扫范围; 处理本组患者 CT 平扫影像数据后, 通过 3D 打印图像处理软件完成三维重建操作; 对各个骨折块、骨干之间的关系进行分析, 若完全游离, 则连接与支撑两者; 尽可能将分辨率范围内游离骨块进行保留, 确保模型、病例骨折形态之间的一致性, 对骨骼模型保留长度与打印范围进行设置, 确保病例骨骼、模型规格比例为 1:1, 同时包含着相邻关节的正常骨骼; 最后, 转化处理好的数据为 3D 打印机可读取数据, 通过打印机打

印成型高分子材料。(2)模型复位固定处理:应用雕刻刀具沿骨折线将3D打印模型依据骨折形态切开,该操作实施期间避免应用线形切割刀具,例如激光刀、电锯与美工刀等,主要是这类设备切割后会对骨折块原有形态造成破坏,不利于骨块复位成型;依据骨骼解剖结构复位分离后的骨块模型,再通过液态速干胶逐一粘接固定骨块之间的间隙;依据解剖学结构将复位后的模型进行骨骼力线测量,观察是否完全恢复以及轴线是否成角等;依据AP骨折内固定原则展开分析,若情况不符则对相应骨块复位进行调整,直至达标。(3)内植物预制与手术设计:依据复位后骨骼模型对合适固定内植物进行选择,例如接骨板、加压螺钉等;以手术入路与内固定为参照,对接骨板与螺钉植入位置进行设计与比量策划,折弯预制接骨板使其长度与角度符合固定要求以及骨折固定原则,避免对周围软组织造成刺激,确保接骨板贴覆骨面;在模型上应用克氏钉将接骨板进行临时固定,对模型各骨块间固定效果检查,确保固定与生物力学、内固定原则完全符合,完成内植物预制。

1.3 观察指标

(1)临床指标:手术时间、术中X线透视次数、术后VAS评分、住院时间,VAS评分标准:0分为无痛,3分以下为轻微疼痛,4-6分为中度疼痛,7-10分为重度疼痛。

(2)术中接骨板一次放置成功率。

1.4 统计学方法

处理工具为SPSS 22.0统计软件。计量数据($\bar{x} \pm s$)比较行t检验,计数数据(%)比较行 χ^2 检验。比较差异有统计学意义以 $P < 0.05$ 表示。

2.结果

2.1 两组临床指标比较

观察组手术时间、住院时间更短,术中X线透视次数更少,术后VAS评分更低($P < 0.05$),见表2。

表2 两组临床指标对比($\bar{x} \pm s$)

组别	n	手术时间 (min)	术中X线透视次数 (次)	术后VAS评分 (分)	住院时间 (d)
对照组	15	104.94 ± 25.38	20.81 ± 5.68	2.97 ± 0.12	14.25 ± 2.60
观察组	15	85.43 ± 11.03	12.42 ± 2.15	2.03 ± 0.08	8.42 ± 2.35
t值	/	15.725	9.352	3.552	5.362
P值	/	0.001	0.001	0.001	0.001

2.2 两组术中接骨板一次放置成功率比较

观察组术中接骨板一次放置成功率明显较对照组高($P < 0.05$),见表3。

表3 对比两组术中接骨板一次放置成功率比较(n/%)

组别	n	术中接骨板一次放置成功率
对照组	15	11 (73.33)
观察组	15	15 (100.00)
χ^2 值	/	4.615
P值	/	0.032

3.讨论

因人体下肢踝与膝关节的位置特殊,在低能量或高能量作用下极易发生损伤,再加上关节承受的体重压力、应力较大,力量传导集中于韧带附着点,故关节部位极易发生压缩骨折^[1]。既往在关节骨折患者的诊断中,临床医护人员通常应用正侧位X线片加斜位进行观察,了解与掌握患者骨折情况^[2]。近些年,CT扫描技术发展日渐成熟,显著改进了骨折患者的诊断与治疗。相关研究表明,应用CT扫描可以进一步明确患者骨折分型,优化患者的临床治疗

方案^[3]。骨科领域学者现已加大了3D打印技术的应用力度,在有机结合数学医学、工程技术的情况下,不仅有助于对患者骨折线形态与骨骼粉碎程度,而且有助于制定科学可行的手术治疗方案^[4]。

常规实施切开复位内固定术治疗过程中,因为缺乏对患者骨质血运的观察,易增加对软组织造成的创伤,再加上术中广泛剥离组织,不利于患者术后恢复,甚至影响早期功能锻炼的开展,增添并发症的发生风险。单一通过观察3D打印模型的形态,在开展实际手术治疗的过程中,通过间接复位取得的效果并不理想,或是内固定放置于理想状态的难度大,术中选择接骨板与塑形也会使手术时间延长,增加手术治疗的风险。近几年,骨科领域学者逐渐将骨骼生物力学、减少手术创伤作为治疗重点,同时为患者提供最佳生物与物理环境,一方面可减轻对软组织造成的干扰,另一方面也能够加快功能恢复进程。在关节解剖结构、周围软组织应力作用方面上分析,基于骨折不同手法间接复位,再与经皮撬拨复位骨块复位,在复位关节外骨折时能够保证良好的轴线对线^[5]。本研究结果显示,观察组手术时间、住院时间更短,术中X线透视次数更少,术后VAS评分更低($P < 0.05$);观察组术中接骨板一次放置成功率明显较对照组高($P < 0.05$)。具体而言,在骨关节创伤患者微创手术治疗的开展过程中应用三维重建模拟复位固定处理具有如下几点优势;(1)术前三维重建与3D打印1:1比例的骨折模型有助于对各骨折块之间的关系、骨缺陷情况进行了解,观察骨折形态。(2)术前模拟操作可对手术难度、关键术区进行评估,提前了解术中发生的不良情况,尽快制定并实施预防方案。(3)术前对等比例高的骨折实物平台进行模拟操作,有助于充分掌握手术治疗的思维,相互交流手术治疗的体会、经验。(4)在讲解手术过程时应用实物模型进行,可提高患者对手术治疗的认知程度,以便医患双方针对手术治疗展开沟通。(6)有效优化了手术治疗效果,提高手术治疗效率,减少术中不必要的步骤,减少术中X线透视次数,减轻软组织受到创伤,避免关节功能受限^[6]。

综上,骨关节创伤微创手术中三维重建模拟复位固定,可使软组织创伤显著减轻,从而缩短手术治疗时间,促进关节功能的恢复。

参考文献:

[1] 张庆, 聂明军, 赵建忠, 等. 关节微创技术在膝关节骨创伤中的治疗效果[J]. 中国伤残医学, 2022, 30(13):1-5.
 [2] 安晓龙, 付军, 蔺广生. 三维重建模拟复位固定应用于骨关节创伤微创手术临床研究[J]. 陕西医学杂志, 2019, 48(11):1515-1518.
 [3] 吴东, 牛忠锋, 陈晓冬. CT三维重建在踝关节骨折诊断中的应用研究[J]. 浙江创伤外科, 2022, 27(002):393-395.
 [4] 胡远明. 关节镜结合微创技术在膝关节骨创伤复位内固定临床治疗中的应用效果评价[J]. 中国伤残医学, 2016, 24(19):21-23.
 [5] 刘吉斌, 王铁男. 3D打印技术配合预制接骨板在骨关节创伤微创治疗中的应用效果评价[J]. 中国伤残医学, 2021, 029(024):41-43.
 [6] 袁志根, 付三清, 蒋国安, 等. 3D打印技术在骨盆骨折前路微创手术中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(02):117-119.
 [7] 谢强. CT三维重建对小儿肱骨髁上粉碎性骨折及在切开复位克氏钉内固定术中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(09):173-175.
 [8] 龚立, 孔令超, 王延鹤, 等. CT扫描三维重建联合3D打印辅助内固定治疗原发股骨髁部骨折的疗效[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(08):687-692.