

3D打印技术辅助肩胛骨改良Judet入路手术治疗肩胛骨骨折的疗效

周柏臻 李春雨 林绍仪 刘付滴 徐万宏

【摘要】 目的 探讨3D打印技术辅助肩胛骨改良Judet入路手术治疗肩胛骨骨折的疗效。**方法** 前瞻性收集2016年10月到2020年6月广州医科大学附属顺德医院骨外科收治的63例肩胛骨骨折患者,年龄17~59岁,其中男性40例,女性23例,随机分成2组,对照组(30例行)改良Judet入路手术,研究组(33例)行3D打印技术辅助下的改良Judet入路手术,比较两组围术期一般指标、术后肩关节功能恢复及并发症发生情况。**结果** 研究组手术时间 $[(96\pm 16)\text{min}]$ 、术中出血量 $[(263\pm 19)\text{mL}]$ 及术中透视次数 $[(4.2\pm 0.9)\text{次}]$ 均明显小于对照组 $[(145\pm 24)\text{min}]$ 、 $[(342\pm 35)\text{mL}]$ 、 $[(8.5\pm 2.1)\text{次}]$ ($P<0.001$);两组患者复查X线片提示骨折均愈合,两组骨折愈合时间比较差异无统计学意义 $[(7.9\pm 1.8)\text{vs}(8.6\pm 2.0)\text{个月}]$ ($P>0.05$);研究组肩关节功能优良率为81.82%,明显高于对照组(66.67%),组间比较差异有统计学意义 ($P<0.05$);两组术后并发症发生情况无明显差异 ($P>0.05$)。**结论** 3D打印技术辅助改良Judet入路手术治疗肩胛骨骨折可缩短手术时间,减少术中出血量,降低医患射线暴露风险,提升术后肩关节功能效果。

【关键词】 肩胛骨骨折; 3D打印技术; 改良Judet入路; 肩关节功能

3D printing technology assisted scapula modified Judet approach for the treatment of scapular fractures Zhou Baizhen, Li Chunyu, Lin Shaoyi, Liu Fudi, Xu Wanhong. Shunde Hospital Affiliated to Guangzhou Medical University, Guangdong 528315, China

Corresponding author: Li Chunyu, Email: zbkjbn@163.com

【Abstract】 Objective To explore the effect of 3D printing technology assisted scapular modified Judet approach for the treatment of scapular fracture. **Methods** We prospectively collected 63 patients with scapula fractures from October 2016 to June 2020 in the Department of Orthopedics, Shunde Hospital Affiliated to Guangzhou Medical University, aged 17-59 years, including 40 males and 23 females, They were randomly divided into 2 groups, the control group (30 cases) with modified Judet approach and minimally invasive surgery. Group (33 cases) underwent a modified Judet approach minimally invasive surgery assisted by 3D printing technology, and compared the two groups' perioperative general indicators, postoperative shoulder function recovery and complications. **Results** The operation time $[(96\pm 16)\text{min}]$, intraoperative blood loss $[(263\pm 19)\text{mL}]$ and intraoperative fluoroscopy times $[(4.2\pm 0.9)\text{times}]$ in the study group were significantly shorter than those in the control group $[(145\pm 24)\text{min}]$, $[(342\pm 35)\text{mL}]$, $[(8.5\pm 2.1)\text{times}]$ ($P<0.001$); The X-ray films of the two groups showed that the fractures healed, and there was no significant difference in the fracture healing time between the two groups $[(7.9\pm 1.8)\text{vs}(8.6\pm 2.0)\text{months}]$ ($P>0.05$); The excellent and good rate of shoulder joint function in the study group was 81.82%, which was significantly higher than that in the control group (66.67%), and the difference between the two groups was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** 3D printing technology assisted by modified Judet approach minimally invasive surgery for scapular fractures can shorten the operation time, reduce intraoperative blood loss, reduce the risk of doctor-patient radiation exposure, and improve postoperative shoulder joint function.

【Key words】 Scapula fracture; 3D printing technology; Modified Judet approach; Shoulder joint function

肩胛骨骨折为较少见的骨科疾病,占全身骨折的0.5%~1%,占肩部骨折的3%~5%^[1-2],多由高能量的外力冲击所致,患者常合并锁骨、肋骨、颅骨等多部位损伤。多数患者经保守治疗可获得满意的肩功能恢复效果,但对于骨折移位较大、粉碎性骨折、骨折不稳定等情况需予以积极行手术治疗。改良Judet入路手术是肩胛骨骨折常用的手术方案,其在继承了传统Judet入路手术骨折部位暴露充分的优点的同时,还能避免其切口过大、术中出血量较多的缺点,深受骨科医师青睐^[3-4]。但肩胛骨解剖结构复杂,手术难度大、术中失血量多,术中还需要根据骨折情况折弯钢板,手术耗时长,且术中需多次透视,增高医患放射线暴露风险。随着近年来3D打印技术在骨科领域的应用,增加了肩胛骨骨折手术过程的可控性,提高了手术质量。本研究以收治的63例肩胛骨骨折患者为对象,分析3D打印技术辅助肩胛骨改良Judet入路手术治疗肩胛骨骨折的疗效,现报道如下。

资料与方法

一、一般资料

选取2016年10月到2020年6月广州医科大学附属顺德医院骨科收治的63例肩胛骨骨折患者,纳入标准:X射线、CT平扫及三维重建确诊为肩胛骨

骨折;单侧肩胛骨骨折;有明确切开复位内固定手术指征;病程≤2 w;患者对治疗方案及本研究内容知情同意;排除标准:病理性骨折;合并骨结核、骨肿瘤、骨质疏松症;患神经肌肉疾病、骨代谢疾病者;术后无法完成功能康复锻炼者;精神类疾病及严重心脑血管疾病者。本研究经本院伦理委员会批准(广顺医伦理快审(2022)6号),采用随机数字表法分成研究组与对照组,两组性别、年龄、受伤原因、骨折分型等资料比较差异均无统计学意义($P>0.05$),见表1。

二、手术方法

对照组行改良Judet入路手术,术前行肩胛骨正、侧位X线摄片和CT三维重建,明确肩胛骨骨折情况。入室后行气管插管麻醉,患者取健侧俯卧位,自肩峰沿肩胛冈向内侧至肩胛骨下角做弧形切口,深筋膜表面游离皮瓣,充分显露冈下肌、小圆肌及大圆肌,钝性游离冈下肌与小圆肌间隙筋膜,显露肩胛颈、肩胛盂及肩胛骨外侧缘,需显露关节面时可平行于关节盂处切开发节囊。清除骨折断端和血肿,直视下复位骨折,临时1~2枚克氏针固定,根据骨折部位位于骨体内、外侧缘及肩胛下角使用常州市康辉医疗器械有限公司生产的2.7 mm锁定钢板或3.5系列重建钢板固定。术毕缝合,常规放置引流管24~48 h。研究组使用3D打印技术辅助改良Judet入路手术,术前采集肩胛骨64排螺旋CT薄层扫描数据,

表1 两组肩胛骨骨折患者一般临床资料比较

组别	例数	男/女(例)	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	致伤原因[例(%)]			
				交通事故伤	高空坠落伤	重物压砸伤	摔伤
研究组	33	21/12	45±8	13(39.39)	9(27.27)	7(21.21)	4(12.12)
对照组	30	19/11	45±7	12(40.00)	9(30.00)	6(20.00)	3(10.00)
χ^2/t 值		0.001	0.027			0.553	
P 值		0.980	0.492			0.341	

组别	例数	Hardegger分型 ^[5] [例(%)]				
		I型	I型合并V型	I型合并II型	III型	VIII型
研究组	33	17(51.52)	6(18.18)	4(12.12)	3(9.09)	3(9.09)
对照组	30	16(53.33)	6(20.00)	3(10.00)	2(6.67)	3(10.00)
χ^2/t 值				0.971		
P 值				0.329		

组别	例数	合并伤[例(%)]		
		肋骨骨折	锁骨骨折	颅脑损伤
研究组	33	7(21.21)	5(15.15)	3(9.09)
对照组	30	8(26.67)	5(16.67)	4(13.33)
χ^2/t 值		0.269	0.107	0.546
P 值		0.713	0.243	0.951

导入 Mimics 15.0 软件进行三维重建,经3D打印设备(Zortrax 公司,型号:M200)打印肩胛骨骨折模型及复位后模型,术前参照模型设计手术方案,包括骨折位移评估、复位顺序、个体化解剖钢板定制、预弯桥接钉棒位置及长度等,并在术前模拟手术全过程。术中麻醉、体位、入路、内固定钢板等均同对照组,在模型指导下按术前模拟的手术方案进行手术操作。两组术后常规抗生素治疗24~48 h,根据患者疼痛耐受程度尽早指导其肩关节功能锻炼。

三、观察指标

1.围术期一般指标:记录患者手术时间、术中出血量、术中透视次数,术后复查X线片检查骨折愈合情况并记录时间。

2.肩关节功能恢复情况:术后随访6个月,采用Hardegger功能评定表^[5]评估患者肩关节功能,优:肩关节活动不受限,肩周无疼痛,外展肌力V级;良:肩关节活动略受限,肩周疼痛轻微,外展肌力IV级;可:肩关节活动中度受限,肩周疼痛中度,外展肌力III级;差:肩关节活动受限严重,肩周疼痛剧烈,外展肌力II级;肩关节功能恢复优良率为优秀率与良好之和。

3.并发症:术后随访6~12个月,记录术后出现感染、静脉血栓形成、内固定松动、内固定断裂、医源性神经损伤等并发症情况。

四、统计学方法

本研究采用SPSS 22.0(IBM,美国)进行分析,手术时间、术中出血量及术中透视次数等资料呈正态性分布,以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;Hardegger功能评定、性别、致伤原因等计数资料以例数表示,采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组围术期一般指标比较

本次研究中两组患者均顺利完成手术,研究组手术时间、术中出血量及术中透视次数均明显小于对照组($P < 0.001$);两组患者复查X线片提示骨折均愈合,两组骨折愈合时间比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表2。

二、两组肩关节功能恢复情况比较

术后随访6~12个月术后随访6个月,平均随访时间6.8个月,两组均无失访病例,术后6个月Hardegger功能评定结果显示,研究组肩关节功能优良率为81.82%,明显高于对照组(66.67%),组间比

较差异有统计学意义($P < 0.05$),见表3。

三、两组术后并发症发生情况比较

两组术中未出现血管和神经损伤,术后2 d内复查CT显示骨折复位满意,未出现内固定松动。术后伤口均甲级愈合,未见肩胛、三角肌萎缩表现。典型病例见图1~8。

表2 两组肩胛骨骨折患者术后6个月Hardegger功能评定

结果比较[例(%)]						
组别	例数	优	良	可	差	优良率
研究组	33	11(33.33)	18(54.55)	3(9.09)	1(3.03)	27(81.82)
对照组	30	6(20.00)	14(46.67)	8(26.67)	2(6.67)	20(66.67)
χ^2 值						4.091
P 值						0.043

表3 两组肩胛骨骨折患者术后6个月Hardegger功能评定结

果比较[例(%)]						
组别	例数	优	良	可	差	优良率
研究组	33	11(33.33)	18(54.55)	3(9.09)	1(3.03)	27(81.82)
对照组	30	6(20.00)	14(46.67)	8(26.67)	2(6.67)	20(66.67)
χ^2 值						4.091
P 值						0.043

讨 论

一、改良Judet入路手术治疗肩胛骨的应用

肩胛骨位置和形态结构特殊,其表面附着的肌肉、筋膜及结缔组织丰富,一旦发生骨折手术复位难度大,主要存在术中暴露困难、操作繁琐耗时长、患者失血量过多等问题^[6]。同时,肩胛骨骨折合并伤发生率高,96%以上患者多合并不同程度胸部外伤、颅脑损伤和腹腔内脏损伤等,使病情更复杂性,手术难度增高^[7]。因此优化手术方案一直为临床工作的重点。临床报道显示^[8-9],选取合适的手术入路能有效降低手术难度、缩短手术时间、减少医源性损伤,并加速患者术后肩关节功能恢复。改良Judet入路手术通过钝性分离冈下肌和小圆肌而充分显露肩胛骨内侧、肩肋骨颈而进行手术过程,其切口暴露充分,能避免损伤冈下肌而维持肩袖部肌肉完整性,且手术时间短,手术安全性更高,术后康复周期短,极大的降低了手术难度^[10-12],是患者和临床医师的青睐的术式。

二、3D打印辅助改良Judet入路手术治疗肩胛骨的优势

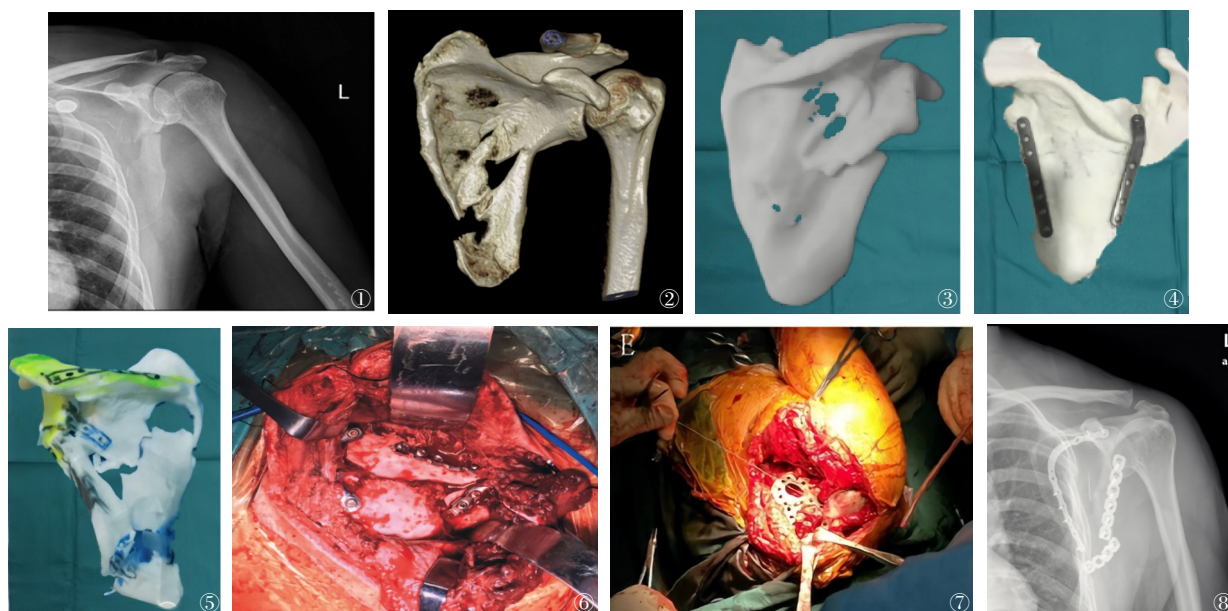


图1~8 患者男性,56岁,左肩胛骨重物压伤。图1 术前X线提示喙突骨折;图2 术前螺旋CT三维重建肩胛骨;图3 肩胛骨3D打印模型 图4 在打印模型上模拟复位定制钢板;图5 在打印模型上设计接手术方案;图6 术中安装钢板;图7 钢板安装后的术中图片;图8 患者术后骨折解剖复位X片

通常临床医师通过X线片及三维重建检查进行肩胛骨骨折术前评估,但肩胛骨解剖复杂,角度或骨折块重叠、遮挡等因素难以全面评估骨折情况,可能造成隐匿的骨折线的漏诊,其中肩胛盂骨折的X线片初次检查漏诊率和误诊率可高达43%^[13-14],使患者失去最佳手术时间。CT平扫后行三维重建虽能直观准确地体现骨折分型和骨折移位情况,提高隐匿骨折的辨识能力,但仍存在图像伪影、失真等局限,影响术者对骨折局部细节的识别^[15],同时术前无法精确判断内固定钢板长度、摆位及塑形程度,对术者经验要求较高。而3D打印技术在骨科手术中的应用进一步降低了复杂性手术的难度,通过3D打印肩胛骨骨折实物模型,可1:1立体化呈现骨折病情,有助于术者直观、精准的评估骨折细节,个性化定制手术方案^[16];同时还可供术者进行充分的术前模拟手术,预弯和安装内固定钢板,可极大的降低手术难度。本研究结果显示,与对照组比较,研究组手术时间明显缩短,术中出血量明显减少。笔者分析这得益于3D打印技术的辅助,基于肩胛骨骨折3D打印模型的术前模拟,术者可在术前确定结构解剖顺序、骨折复位顺序及螺钉的数量和置入角度,尤其术前定制个性化钢板可避免术中多次弯折钢板而消耗的时间。从而提高整个手术过程的准确性,使手术操作精细化,极大地缩短手术耗时;并避免术中过度显露组织以观察肩胛骨与钢板的适配度,减少过度剥离

骨折端骨膜和撬拨骨块,减少术中出血量。同时,本研究还发现3D打印技术辅助下的改良Judet入路手术还减少了术中透视次数,与文献报道结果一致^[17-18]。术前预制的钢板可减少临时用材选择、预弯和调整所用时间^[19],3D模型术中随时参考,可减少术中透视次数,降低患者和医务工作者射线暴露风险,提高了手术整体安全性。此外,本次研究随访中研究组肩关节功能优良率为81.82%,明显高于对照组(66.67%),组间比较差异有统计学意义($P<0.05$),提示3D打印技术有助于提高患者术后肩关节功能效果。

三、3D打印技术在肩胛骨骨折手术应用中尚存不足

3D打印技术虽能满足不同骨缺损面积患者的个性化需求,辅助术者术前手术规划,但3D打印模型制作时间较长,平均达24 h,患者术前需等待时间明显延长,可能导致患者接受程度降低;同时,3D打印模型费用比较昂贵,较常规手术约增加2 000~3 000元费用,会增加患者经济负担;此外,目前3D打印行业指南和法规尚未完善,3D打印模型精准度仍有待提高,可能对手术造成影响^[20];以上问题均使3D打印技术在骨科手术中的应用受到限制。

综上所述,3D打印技术辅助改良Judet入路手术治疗肩胛骨骨折可缩短手术时间,减少术中出血量,降低医患射线暴露风险,提升术后肩关节功能效果。但受3D打印技术在肩胛骨骨折术应用的局限,

本研究样本量较小,随访时间较短,有待后期加大样本量,延长随访时间。

参 考 文 献

- 1 Tuček M, Chochola A, Klika D, et al. Epidemiology of scapular fractures [J]. *Acta Orthop Belg*, 2017, 83(1): 8-15.
- 2 Dienstknecht T, Horst K, Pishnamaz M, et al. A meta-analysis of operative versus nonoperative treatment in 463 scapular neck fractures [J]. *Scand J Surg*, 2013, 102(2): 69-76.
- 3 米萌, 黄东宁, 杨凯星, 等. 采用改良 Judet 入路治疗肩胛盂骨折的疗效分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23(11): 991-994.
- 4 Bury J, West M, Chamorro-Moriana G, et al. Effectiveness of scapula-focused approaches in patients with rotator cuff related shoulder pain: A systematic review and meta-analysis [J]. *Man Ther*, 2016, 25(9): 35-42.
- 5 Hardegger FH, Simpon LA, Webber BG. The operative treatment of scapular fractures [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1984, 66(5): 725-731.
- 6 吴晓明, 黄建华, 王秋根, 等. 肩胛骨骨折与其合并伤关系的探讨 [J]. *中华骨科杂志*, 2009, 29(5): 413-417.
- 7 董航, 沈先月, 李昊轩, 等. 基于三维重建技术的国人肩关节孟三维形态学测量与研究 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2018, 4(2): 98-104.
- 8 Garlich JM, Samuel K, Nelson TJ, et al. Infrapinatus tenotomy improves glenoid visualization with the modified judet approach [J]. *J Orthop Trauma*, 2020, 34(3): 158-162.
- 9 Bartoni?ek J, Vladimír Fri. scapular body fractures: results of operative treatment [J]. *Int Orthop*, 2011, 35(5): 747-753.
- 10 Jones CB, Cornelius JP, Sietsema DL, et al. Modified judet approach and minifragment fixation of scapular body and glenoid neck fractures [J]. *J Orthop Trauma*, 2009, 23(8): 558-564.
- 11 Cole PA, Dugarte AJ. Posterior scapula approaches: extensile and modified judet [J]. *J Orthop Trauma*, 2018, 32 Suppl 1: S10-S11.
- 12 王明鑫, 刘德昌, 王坤, 等. 改良微创 Judet 入路环形内固定治疗复杂肩胛骨骨折 [J]. *复旦学报: 医学版*, 2017, 44(4): 507-511.
- 13 Van Parys M, Alkiar O, Naidoo N, et al. Three-dimensional evaluation of scapular morphology in primary glenohumeral arthritis, rotator cuff arthropathy, and asymptomatic shoulders [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2021, 30(8): 1803-1810.
- 14 Kejriwal R, Ahuja T, Hong T. Is radiograph glenopolar angle accurate for extraarticular scapular neck fractures? [J]. *Injury*, 2016, 47(12): 2772-2776.
- 15 王郑浩, 李开南. 基于 CT 三维重建技术绘制骨折地图的临床应用进展 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2020, 22(2): 175-179.
- 16 郭波, 柳柳, 马旭, 等. 3D 打印胶原/羟基磷灰石支架对骨髓间充质干细胞成骨分化的作用研究 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2020, 6(3): 123-127.
- 17 胡海洋, 巨积辉, 金光哲, 等. 3D 打印模型个性化治疗肩胛骨粉碎性骨折 [J]. *中华手外科杂志*, 2021, 37(06): 414-417.
- 18 Manohara R, Kumar VP. A reverse judet approach to the scapula [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138(5): 669-673.
- 19 Wang KC, Jones A, Kambhampati S, et al. CT-Based 3D printing of the glenoid prior to shoulder arthroplasty: bony morphology and model evaluation [J]. *J Digit Imaging*, 2019, 32(5): 816-826.
- 20 郭波, 柳柳, 马旭, 等. 股内侧肌下方入路并 3D 打印导板辅助全膝关节置换术的临床应用 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2018, 4(4): 214-218.

(收稿日期: 2021-04-15)

(本文编辑: 吕红芝)

周柏臻, 李春雨, 林绍仪, 等. 3D 打印技术辅助肩胛骨改良 Judet 入路手术治疗肩胛骨骨折的疗效 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2022, 8(3): 172-176.