

改良 Stoppa 联合 Kocher-Langenbeck 入路辅助 3D 打印技术治疗复杂髌臼骨折

徐琳, 卫永鲲, 欧阳振, 尹伟

(西安交通大学医学院附属 3201 医院, 陕西 汉中 723000)

【摘要】 目的:探讨通过改良 Stoppa 联合 Kocher-Langenbeck (K-L)入路辅助 3D 打印技术治疗复杂髌臼骨折的临床疗效。方法:对 2013 年 4 月至 2019 年 7 月收治的 70 例复杂髌臼骨折患者手术方式进行回顾性分析。其中 25 例采用 3D 打印技术辅助手术(3D 打印组),45 例采用常规手术方式(常规手术组)。分别记录两组患者的手术时间、术中出血量、术中透视次数以及并发症、髌关节功能恢复情况等指标。结果:两组患者的手术时间、术中出血量、术中透视次数等各项指标比较,差异均有统计学意义($P<0.01$)。患者均获随访,时间(15.8 ± 3.5)个月,患者均获骨性愈合。两组术后 Matta 复位评价结果比较差异无统计学意义($P>0.05$);两组术后 6 个月 Harris 评分比较差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:采用 3D 打印技术辅助,利用改良 Stoppa 联合 K-L 入路治疗复杂髌臼骨折,可以帮助临床医生术前制定合理手术方案,避免术中不必要的操作及创伤,缩短手术时间,减少术中出血量,提高围术期的安全性且更便于术中骨折精准复位,有利于患者恢复。

【关键词】 髌臼; 骨折; 打印,三维; 骨折固定术,内

中图分类号:R683.3

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2022.11.002

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Treatment of complex acetabular fractures with improved Stoppa combined with Kocher-Langenbeck approach assisted by 3D printing technology XU Lin, WEI Yong-kun, OUYANG Zhen, and YIN Wei. Department of Joint and Trauma Surgery, 3201 Hospital of Xi'an Jiaotong University Health Science Center, Hanzhong 723000, Shaanxi, China

ABSTRACT **Objective:** To explore the clinical effect of the modified Stoppa combined with Kocher-Langenbeck (K-L) approach and 3D printing technology in the treatment of complex acetabular fractures. **Methods:** The surgical methods of 70 patients with complex acetabular fractures admitted from April 2013 to July 2019 were retrospectively analyzed. Among them, 25 cases were operated with 3D printing technology (3D printing group) and 45 cases were operated with conventional operation (conventional operation group). The operation time, intraoperative blood loss, intraoperative fluoroscopy times, complications and functional recovery of the hip joint of two groups were recorded. **Results:** There were statistically significant differences between two groups in terms of operation time, intraoperative bleeding volume and intraoperative fluoroscopy times ($P<0.01$). All patients were followed up for (15.8 ± 3.5) months, and all patients achieved bony healing. There was no significant difference in the results of Matta reduction between two groups ($P>0.05$). There was no significant difference in Harris score at 6 months after operation between two groups ($P>0.05$). **Conclusion:** With the aid of 3D printing technology, the improved Stoppa combined with K-L approach is used to treat complex acetabular fractures. It has certain advantages in helping clinicians to formulate a reasonable operation plan before operation, avoid unnecessary operation and trauma during operation, shorten the operation time and reduce the amount of bleeding during operation. It can improve the safety during the perioperative period, facilitate the accurate reduction of fractures during operation and facilitate the recovery of patients.

KEYWORDS Acetabulum; Fractures; Printing, Three-Dimensional; Fracture fixation, internal

随着医疗技术的发展以及对更高生活质量的要求,目前对于移位明显的髌臼骨折,大多采用手术切开复位内固定恢复髌臼结构的正常解剖,以减少术后出现创伤性关节炎、关节僵硬等并发症,最大程度满足患者生活质量要求^[1-2]。目前针对髌臼骨折的手

术治疗存在多种手术入路:前入路包括 Stoppa 入路、髌腹股沟入路,后手术入路则主要为 Kocher-Langenbeck (K-L)入路。复杂髌臼骨折通常手术创伤大、复位难度大,髌臼周围血管神经丰富,因此对于恢复正常的髌臼结构,术前充分分析患者病情及骨折移位情况以及与周围组织的解剖毗邻关系,显得格外重要。术前应用 3D 打印技术辅助,已经被证实很多脊柱、关节置换、复杂骨折手术中有良好的效

通讯作者:徐琳 E-mail:hzxulin000@163.com

Corresponding author: XU Lin E-mail:hzxulin000@163.com

果。本研究采用 3D 打印技术辅助结合改良 Stoppa 联合 K-L 入路治疗复杂髌臼骨折,为复杂性髌臼骨折治疗探求一个更好的选择。

1 资料与方法

1.1 一般资料与分组

2013 年 4 月至 2019 年 7 月收治复杂髌臼骨折患者 70 例,术前向患者及其家属详细介绍病情及手术方式,以及采用术前 3D 打印模型规划手术方式的优缺点,根据患者是否采用 3D 打印将患者分为两组,25 例采用术前 3D 打印辅助(3D 打印组),45 例未采用 3D 打印(常规手术组)。3D 打印组 25 例,其中男 15 例,女 10 例;年龄 22~66(45.20±8.45)岁;Letournel 分型^[3],双柱骨折 20 例,横行伴后壁骨折 3 例,“T”形骨折 2 例;车祸伤 12 例,高处坠落伤 13 例;合并髌关节脱位 2 例,颅脑损伤 4 例,合并肺挫裂伤及肋骨骨折 16 例,合并其他部位骨折 22 例。常规手术组 45 例,其中男 27 例,女 18 例;年龄 21~67(44.10±6.51)岁;Letournel 分型,双柱骨折 29 例,横行伴后壁骨折 10 例,“T”形骨折 6 例;车祸伤 21 例,高处坠落伤 24 例;合并髌关节脱位 6 例,颅脑损伤 3 例,合并肺挫裂伤及肋骨骨折 30 例,合并其他部位骨折 30 例。两组患者一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。两组患者入院后均监测生命体征,积极对症治。术前摄骨盆正位 X 线片及行骨盆 CT 三维重建检查。

1.2 治疗方法

1.2.1 手术方法 3D 打印组:采用 3D 打印技术构建 1:1 骨折三维模型,且模型消毒,方便术中使用。通过三维模型,术前制订合适的手术计划,科室讨论并进行模拟手术,对骨折模型进行虚拟复位,确定内固定方式、预弯钢板、螺钉的植入方向等。术前预弯钢板并消毒,便于术中使用。常规手术组:常规术前病例讨论,制订手术计划。

两组均术前 30 min 使用抗生素预防感染,术前备血。手术过程:麻醉成功后,两组患者均采用漂浮体位及改良 Stoppa 联合 K-L 入路。改良 Stoppa 入路作为前入路,耻骨联合上方 2 cm 处做横行切口,逐

层切开,沿白线纵行切开腹直肌,纵行劈开腹白线并向两侧牵开,把腹膜向上推开,暴露腹壁肌。向前向外牵开腹直肌、髂腰肌股神经、髂血管束等组织,仔细分离软组织,尽量减少骨膜的剥离,显露骨盆。直视下复位骨折断端,并选取合适长度重建钢板塑形固定骨折断端(3D 打印组可直接使用术前预弯并消毒钢板),伤口留置引流管,逐层缝合伤口。后侧选取 K-L 入路,显露髌臼后柱,检查后柱关节面及四方区。术中注意清理髌臼内碎骨块,避免残留影响髌关节活动,同样直视下复位骨折断端,塑形并植入钢板,螺钉固定(3D 打印组可直接使用术前预弯并消毒钢板),C 形臂 X 线透视确认骨折复位是否满意以及螺钉固定位置是否可靠、牢固,冲洗并放置引流管,逐层闭合。

1.2.2 术后处理 两组均放置引流管引流,引流液<50 ml 时拔出。使用二代头孢抗生素(头孢呋辛钠)预防感染至术后 72 h,术后 24 h 给予低分子肝素抗凝预防深静脉血栓形成。出院给予利伐沙班(每日 10 mg)抗凝至术后 1 个月左右,术后 24 h 开始下肢功能锻炼,术后 1、2、3 个月门诊复查骨折愈合情况并根据骨折愈合情况开始患肢逐渐负重活动。电话随访患者功能恢复情况。

1.3 观察项目与方法

观察比较两组患者手术时间、术中出血量、术中暴露时间等手术中临床指标,术后复查 X 线。按 Matta^[4]影像学复位标准评价骨折复位情况:解剖复位(优),移位 0~1 mm;复位欠佳(良),位移 1~3 mm;复位不满意(差),位移>3 mm。术后 6 个月按 Harris^[5]标准从疼痛、功能、畸形、活动度等方面进行髌关节功能评分,优 90~100 分,良 80~89 分,一般 70~79 分,差<70 分。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 19.0 软件进行统计分析。患者年龄、手术时间、术中出血量、术中透视次数等定量资料符合正态分布,且方差齐性,以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用两独立样本 t 检验比较。定性资料比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

表 1 两组复杂髌臼骨折患者术前一般资料比较

Tab.1 Comparison of preoperative general data of patients with complex acetabular fractures between two groups

组别	例数	性别(例)		年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	Letournel 骨折分型(例)			合并伤(例)			
		男	女		双柱骨折	横行伴后壁骨折	“T”形骨折	髌关节脱位	颅脑损伤	胸部损伤	其他部位骨折
3D 打印组	25	15	10	45.20±8.45	20	3	2	2	4	16	22
常规手术组	45	27	18	44.10±6.51	29	10	6	6	3	30	30
检验值		$\chi^2=0.00$		$t=5.247$	$\chi^2=1.86$			$\chi^2=2.21$			
P 值		0.598		0.981	0.395			0.530			

2 结果

所有患者手术顺利完成,两组手术时间、术中出血量、术中透视次数比较见表 2,两组比较差异均有统计学意义($P<0.05$),3D 打印组在手术时间、术中出血量及术中透视次数上有明显优势。两组患者均获得随访,时间(15.8±3.5)个月,所有患者骨性愈合,无骨折不愈合发生。两组患者 Matta 复位结果:3D 打印组,解剖复位 18 例,复位欠佳 5 例,复位不满意 2 例;常规手术组,解剖复位 26 例,复位欠佳 15 例,复位不满意 4 例;两组比较差异无统计学意义($\chi^2=0.76, P>0.05$)。两组患者术后 6 个月 Harris 评分结果见表 3,两组比较差异无统计学意义($P>0.05$),两组在患肢功能恢复上无明显差异。3D 打印组优 18 例,良 3 例,一般 3 例,差 1 例;常规手术组:优 25 例,良 13 例,一般 4 例,差 3 例。所有病例未出现血管损伤、内固定失效、骨折不愈合等并发症,典型病例见图 1。

3 讨论

3.1 3D 打印技术在复杂髋臼骨折治疗方面的优势

传统的手术方法存在手术时间长、术中出血多、骨折复位困难、透视次数多、术后并发症发生率较高等诸多弊端。近些年来,缘于数字骨科的发展,3D 打印技术逐渐发展成为一项较为成熟的骨科手术辅助

表 2 两组复杂髋臼骨折患者手术相关指标比较($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of surgical related indexes between two groups of patients with complex acetabular fractures($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	手术时间 (min)	术中出血量 (ml)	术中透视次数 (次)
3D 打印组	25	170±40	600±120	5.0±1.6
常规手术组	45	230±45	910±150	9.0±2.1
<i>t</i> 值		2.72	3.65	5.62
<i>P</i> 值		<0.01	<0.01	<0.01

手段,其通过 CT 扫描后制作出 1:1 的实物模型,可以将骨折的类型、骨折块的移位情况以及骨折周围的解剖关系更加直观、精确地呈现在骨科医师面前,让医生在术前能对骨折的类型以及诸多移位情况有一个更加充分的认识,方便术前规划更加合理及精准的手术方案,尽最大可能恢复正常髋臼形态,减少术后相关并发症的发生率。再者,通过对 3D 打印实物的应用,甚至可以在术前对重建钢板进行塑形、预弯,节省术中伤口暴露的时间,减少术后伤口感染的发生率以及术中创面渗血,节省医疗资源,为患者节约成本。对于复杂髋臼骨折,尤其是移位较明显的骨折,因髋臼周围解剖结构复杂,大多数骨折位置较深、术中暴露困难,以及术中 C 形臂透视周围结构遮

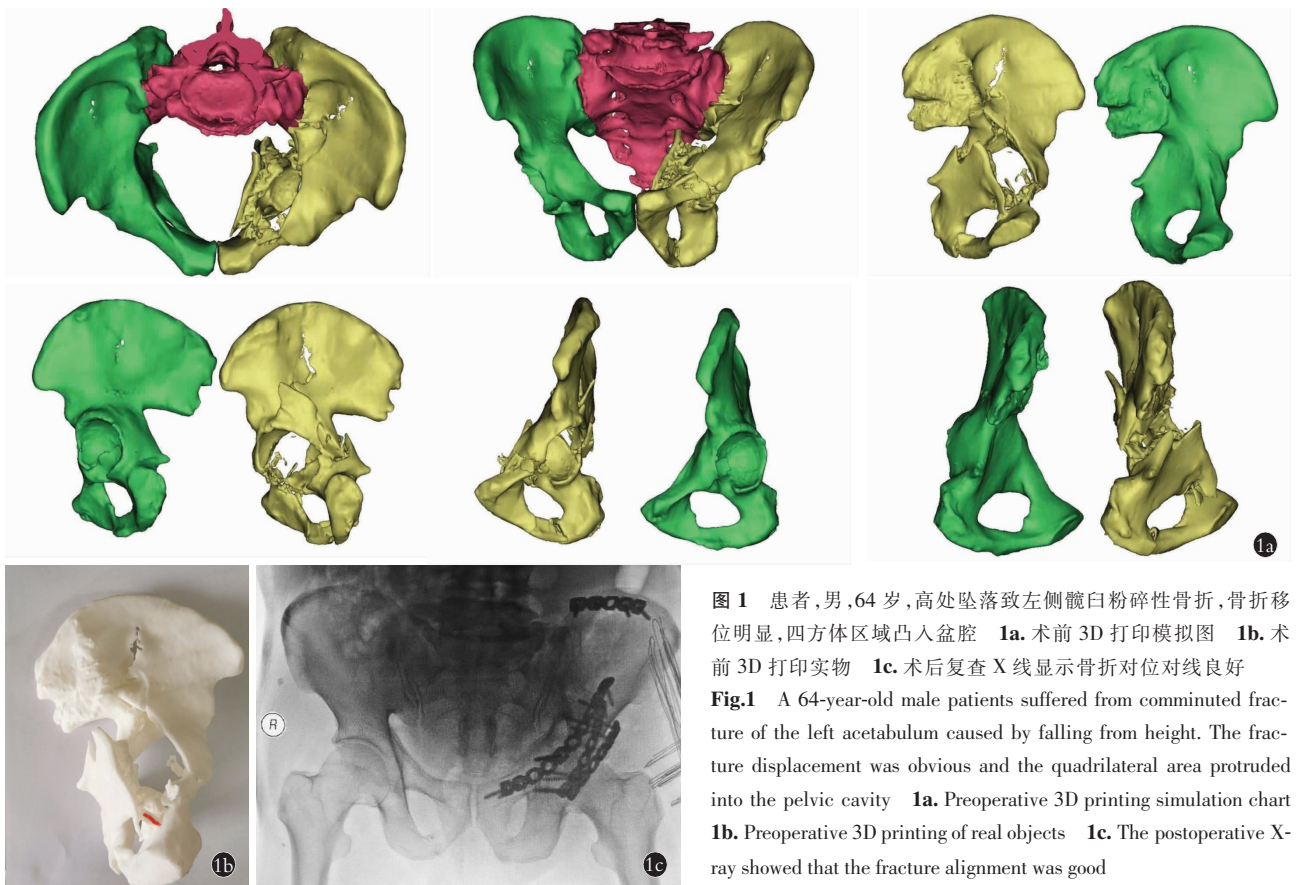


图 1 患者,男,64 岁,高处坠落致左侧髋臼粉碎性骨折,骨折移位明显,四方体区域凸入盆腔 1a. 术前 3D 打印模拟图 1b. 术前 3D 打印实物 1c. 术后复查 X 线显示骨折对位对线良好

Fig.1 A 64-year-old male patients suffered from comminuted fracture of the left acetabulum caused by falling from height. The fracture displacement was obvious and the quadrilateral area protruded into the pelvic cavity 1a. Preoperative 3D printing simulation chart 1b. Preoperative 3D printing of real objects 1c. The postoperative X-ray showed that the fracture alignment was good

表 3 两组复杂髌臼骨折患者术后 6 个月 Harris 评分比较($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.3 Comparison of Harris scores between two groups of patients with complex acetabular fractures at 6 months after operation($\bar{x}\pm s$, score)

组别	例数	疼痛	功能	畸形	活动度	总分
3D 打印组	25	40.00±4.83	39.92±6.25	4.00±0.00	3.64±0.49	87.56±10.09
常规手术组	45	40.22±4.09	37.91±6.26	3.98±0.15	3.53±0.50	86.33±9.48
<i>t</i> 值		0.204	1.29	0.74	0.86	0.81
<i>P</i> 值		0.839	0.20	0.46	0.39	0.42

挡等因素,要做到骨折断端精准复位难度较大。通过术前进行 3D 打印,建立一个直观、立体的骨折模型,将会对骨折的类型、移位情况及与周围组织、结构间的毗邻关系有一个更加充分、全面的认识及更加完善的手术规划,将降低术中暴露及复位的难度,也将在术中避免过多的损伤、剥离周围软组织,方便术中复位更加精准,操作起来更加得心应手,避免不必要的重复动作。也有大量研究表明髌臼骨折的术后关节功能恢复情况与骨折复位质量呈正相关^[6-9],患者术后良好的恢复效果将直接取决于患者术中骨折的复位、关节面的恢复情况。

应用 3D 打印技术,在术前即对患者骨折情况有一个充分、客观、立体、全面的观察,不仅使手术方案更加完善、精准,节约手术时间,减少术中不必要的剥离,对软组织保护,而且术前通过 3D 打印技术模拟手术方案,可以增加术中置钉的安全性,避免螺钉进入髌关节腔或者损伤周围的血管、神经。其次,3D 打印技术的应用,可以通过软件或实物模拟手术,加快骨科青年医师的成长,术前即可以通过 3D 打印选择合适的手术切口,避免一些严重事故发生^[10-13]。总之,3D 打印技术的应用,使术中操作更加顺利,使骨折端复位更加精准,缩短了手术时间,减少患者伤口暴露时间、降低出血量的同时也减少了术中的透视次数,增加了患者围手术期的安全性,减少术后并发症的发生率,更加有利于术后关节功能的恢复及的康复,使患者早日恢复正常生活,同时减少了术中患者及医护人员受辐射风险^[14-15]。目前还有学者指出在 3D 打印辅助下进行的复杂髌臼骨折复位内固定,术后患者髌关节功能优于传统的手术方式^[16]。当然这有可能是因为在 3D 打印的辅助下,术中复位更加精准。但是在本研究中并未得出这样的结论,笔者认为,3D 打印技术辅助下进行的复杂髌臼复位内固定手术的确是在手术时间、术中出血及麻醉时间、术中透视次数上较传统手术有明显优势,术中的复位及固定也更加精准,但却对患者术后髌关节功能的恢复无明显优势。因为它可以增加手术复位的成功率,但对手术成功与否并不起决定性

作用,二者均在满意复位及坚强固定的前提下,髌关节功能的恢复并无明显差异。

3.2 复杂髌臼骨折手术入路的选择

经典的髌臼骨折后方手术入路是 K-L 入路;传统的前方手术入路是髌腹股沟入路,其可以完整的暴露髌臼前柱、前壁,但是其对于髌臼顶压缩骨折及四方体区域的骨折显露较为不易。而且,传统腹股沟入路切口较长、对软组织的剥离也更广泛,创伤较大;对于涉及髌臼前后柱的复杂骨折或是陈旧性骨折通常需要前后联合入路进行手术。近些年来改良的 Stoppa 入路以及腹直肌旁入路等也得到一些骨科医生的青睐,用于合适类型的髌臼骨折^[17],更加有利于对髌臼部位的复杂骨折进行暴露,尤其对于累及四方体的骨折。改良 Stoppa 入路可安全地在髌腰肌及血管神经束等重要组织内侧深面放置拉钩等手术器械,并且在屈髌屈膝的情况下可放松髌腰肌、血管神经束,更加有利于手术操作,减少血管神经损伤的发生,此入路可沿耻骨体及真骨盆缘进行手术操作,直接暴露大部分累及真骨盆缘及四方区的髌臼骨折,尤其是此入路对于累及四方体区的骨折具有显著的优势,可以直接从骨盆内侧深面复位骨折块且便于钢板直接放置于四边体上对其进行固定,对于四方区骨折块的固定更加牢靠与稳定,同时避免了传统的髌腹股沟入路可能造成的髌臼周围股骨神经血管束及精索等结构医源性损伤及腹股沟管周围纤维化引起的压迫等症状^[18]。但该手术入路也存在一定缺点,对于单纯后壁、后柱骨折,以累及后柱为主的“T”形骨折、部分位置较低的横行骨折,且有下腹部手术史,严重肠胀气或者极度肥胖患者常出现术中显露骨折端困难却不适用^[19]。对于后壁伴后柱骨折、横行伴后壁骨折,K-L 入路更合适,此入路操作简便,创伤小,且对于髌臼后缘、后柱骨折的暴露更加充分。在术中通过前后摆动患肢于合适的位置,可以增加髌关节后方操作区域。剥离坐骨大切迹时,仔细分辨及保护臀上血管与神经,避免损伤周围血管、神经,后壁的骨折块尽量避免完全游离。大多数髌臼骨折多为高能量损伤造成的骨折,骨折移位明

显,复位困难,尤其是对于复杂的髌臼骨折,单一的手术入路很难有效解决所有骨折复位及内固定的处理。对于复杂尤其累及四方区的髌臼骨折,采用改良 Stoppa 联合 K-L 入路,通过对双柱固定,使髌臼骨折获得整体、全方位的固定,其骨折也将更加稳定,可以在保证复位良好的前提下,最大程度恢复髌臼关节面的平整,使髌关节获得良好的功能,减少异位骨化、创伤性关节炎、关节僵硬等并发症的发生。同时加上 3D 打印技术的应用,术前对手术方案的模拟规划,提前进行钢板的塑形、预弯,采用改良 Stoppa 联合 K-L 入路对骨折的暴露,在直视下对骨折进行复位固定,无疑将增加手术的成功率及患者围手术期的安全性,同时也增加了术中置钉的安全性,避免螺钉置入关节腔或损伤周围血管、神经,且本研究也证实 3D 打印技术辅助下利用改良 Stoppa 联合 K-L 入路治疗复杂髌臼骨折在手术时间、术中出血量及术中透视次数上有明显优势,在降低患者术中及术后输血的可能性、术中麻醉的时间,减少患者花费的同时,也更有利于患者的恢复,更能体现加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)理念。

综上所述,3D 打印技术辅助下利用改良 Stoppa 联合 K-L 入路治疗复杂髌臼骨折实现了复杂型髌臼骨折的个体化和精准化治疗,有助于提高术前规划,手术操作更加精准,提升了骨折复位质量,有利于髌关节功能康复,并且有利于患者围手术期的安全性及患者的早期康复。

参考文献

- [1] Perkins ZB, Maytham GD, Koers L, et al. Impact on outcome of a targeted performance improvement programme in haemodynamically unstable patients with a pelvic fracture[J]. *Bone Joint J*, 2014, 96B(8): 1090-1097.
- [2] Judet R, Judet J, Letournel E. Surgical treatment of recent fractures of the acetabulum. (Apropos of 46 operated cases)[J]. *Mem Acad Chir (Paris)*, 1962, 88: 369-377.
- [3] Letournel E. Acetabulum fractures; classification and management [J]. *J Orthop Trauma*, 2019, 33(Suppl 2): S1-S2.
- [4] Matta JM. Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1996, 78(11): 1632-1645.
- [5] Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures; treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1968, 51(4): 737-755.
- [6] 王雨辰. 计算机虚拟复位结合 3D 打印技术在髌臼骨折中的临床应用[J]. *中国骨伤*, 2017, 30(7): 627-632.
- [7] Desloges W, Faber KJ, King CJW, et al. Functional outcomes of distal humeral fractures managed nonoperatively in medically unwell and lower-demand elderly patients[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2015, 24(8): 1187-1196.
- [8] Cimerman M, Kristan A, Jug M, et al. Fractures of the acetabulum; from yesterday to tomorrow [J]. *Int Orthop*, 2021, 45(4): 1057-1064.
- [9] Kim JW, Lee Y, Seo J, et al. Clinical experience with three-dimensional printing techniques in orthopedic trauma[J]. *J Orthop Sci*, 2018, 23(2): 383-388.
- [10] Wan L, Zhang X, Zhang S, et al. Clinical feasibility and application value of computer virtual reduction combined with 3D printing technique in complex acetabular fractures[J]. *Exp Ther Med*, 2019, 17(5): 3630-3636.
- [11] Kanthawang T, Vaseenon T, Patumrat Sripan P, et al. Comparison of three-dimensional and two-dimensional computed tomographies in the classification of acetabular fractures[J]. *Emerg Radiol*, 2020, 27(2): 157-164.
- [12] Chen X, Chen X, Zhang G, et al. Accurate fixation of plates and screws for the treatment of acetabular fractures using 3D-printed guiding templates; An experimental study[J]. *Injury*, 2017, 48(6): 1147-1154.
- [13] Öztürk AM, Süer O, Sirintürk S, et al. A retrospective comparison of the conventional versus three-dimensional printed model-assisted surgery in the treatment of acetabular fractures[J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2020, 54(4): 385-393.
- [14] Weidert S, Andress S, Suero E, et al. 3D printing in orthopedic and trauma surgery education and training: Possibilities and fields of application[J]. *Unfallchirurg*, 2019, 122(6): 444-451.
- [15] Maini L, Verma T, Sharma A, et al. Evaluation of accuracy of virtual surgical planning for patient-specific pre-contoured plate in acetabular fracture fixation [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138(4): 495-504.
- [16] Huang JH, Liao H, Tan XY, et al. Surgical treatment for both-column acetabular fractures using pre-operative virtual simulation and three-dimensional printing techniques [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2020, 133(4): 395-401.
- [17] Moed BR, Israel HA. Which anterior acetabular fracture surgical approach is preferred? A survey of the orthopaedic trauma association active membership [J]. *J Orthop Trauma*, 2020, 34(4): 216-220.
- [18] Caglar O, Kamaci S, Bekmez S, et al. Mid-term results of displaced acetabulum fractures surgically treated using anterior intra-pelvic approach (modified Stoppa) [J]. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, 2020, 26(1): 130-136.
- [19] Soni A, Gupta R, Sen R. Modified Stoppa approach for acetabulum fracture: a review [J]. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*, 2019, 54(2): 109-117.

(收稿日期: 2021-12-20 本文编辑: 王玉蔓)