

3D 打印技术对骨盆骨折治疗效果影响的 Meta 分析

张玉东¹, 吴仁愿², 谢丁丁³, 张磊⁴, 何毅¹, 张鸿¹

(1. 徐州医科大学临床学院基本外科实验教学中心, 江苏 徐州 221004; 2. 徐州医科大学影像学院, 江苏 徐州 221004; 3. 徐州医科大学附属医院骨科, 江苏 徐州 221004; 4. 徐州医科大学附属医院急诊科, 江苏 徐州 221004)

【摘要】 目的: 分析研究 3D 打印技术应用于骨盆骨折手术治疗的文献, 评价 3D 打印技术对骨盆骨折手术治疗效果的影响。方法: 检索 PubMed、Web of Science、中国生物医学文献数据库(CBM)、中国期刊全文数据库(CNKI)、中文科技期刊全文数据库维普(VIP)、万方数据库等, 检索起止时间为从建库至 2017 年 9 月, 收集应用 3D 打印技术于骨盆骨折术前规划的临床对照试验。按照事先制定的入选与剔除标准筛选文献, 逐一评价纳入研究的质量, 提取有效数据, 采用 RevMan5.3 软件进行 Meta 分析。结果: 共纳入 9 个临床对照试验, 共 638 例患者, 其中 3D 打印技术组 279 例, 常规组 359 例。Meta 分析结果显示, 3D 技术组患者手术时间[SMD=-2.81, 95%CI(-3.76, -1.85)], 术中出血量[SMD=-3.28, 95%CI(-4.72, -1.85)], 术后并发症[OR=0.47, 95%CI(0.25, 0.87)]均明显小于常规组, 而 3D 打印技术组在术后的骨盆骨折复位优良率[OR=2.09, 95%CI(1.32, 3.30)], 骨盆功能优良率[OR=1.94, 95%CI(1.15, 3.28)]方面均优于常规组。结论: 骨盆手术中应用 3D 打印技术具有缩短手术时间短、手术出血少、并发症少等优点, 且能够提高骨盆骨折复位质量和促进术后骨盆功能恢复。

【关键词】 骨盆; 骨折; 打印, 三维; Meta 分析

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2018.05.013

Effect of 3D printing technology on pelvic fractures: a Meta-analysis ZHANG Yu-dong, WU Ren-yuan, XIE Ding-ding, ZHANG Lei, HE Yi, and ZHANG Hong*. *Basic Surgery Teaching Experimental Center, Clinical Medical School, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221004, Jiangsu, China

ABSTRACT Objective: To evaluate the effect of 3D printing technology applied in the surgical treatment of pelvic fractures through the published literatures by Meta-analysis. **Methods:** The PubMed database, EMCC database, CBM database, CNKI database, VIP database and Wanfang database were searched from the date of database foundation to August 2017 to collect the controlled clinical trials in which 3D printing technology was applied in preoperative planning of pelvic fracture surgery. The retrieved literatures were screened according to predefined inclusion and exclusion criteria, and quality evaluation were performed. Then, the available data were extracted and analyzed with the RevMan5.3 software. **Results:** Totally 9 controlled clinical trials including 638 cases were chosen. Among them, 279 cases were assigned to the 3D printing technology group and 359 cases to the conventional group. The Meta-analysis results showed that the operative time [SMD=-2.81, 95%CI (-3.76, -1.85)], intraoperative blood loss [SMD=-3.28, 95%CI (-4.72, -1.85)] and the rate of complication [OR=0.47, 95%CI (0.25, 0.87)] in the 3D printing technology were all lower than those in the conventional group; the excellent and good rate of pelvic fracture reduction [OR=2.09, 95%CI (1.32, 3.30)] and postoperative pelvic functional restoration [OR=1.94, 95%CI (1.15, 3.28)] in the 3D printing technology were all superior to those in the conventional group. **Conclusion:** 3D printing technology applied in the surgical treatment of pelvic fractures has the advantage of shorter operative time, less intraoperative blood loss and lower rate of complication, and can improve the quality of pelvic fracture reduction and the recovery of postoperative pelvic function.

KEYWORDS Pelvis; Fractures; Printing, three-dimensional; Meta-analysis

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(5):465-471 www.zggszz.com

基金项目: 徐州医科大学校级科研课题项目(编号: 2017KJ07)

Fund program: Scientific Research Grant of Xuzhou Medical University (No. 2017KJ07)

通讯作者: 张鸿 E-mail: 610281599@qq.com

Corresponding author: ZHANG Hong E-mail: 610281599@qq.com

骨盆由于解剖结构复杂、形态不规则, 且周围毗邻许多重要的血管和神经, 骨盆后环骨折多合并神经根的损伤, 严重不稳定骨盆骨折会引发全身血流动力学和凝血功能的异常^[1]。故骨盆骨折手术风险

高、难度大及致残率和病死率高^[2],如处理不当,可导致肢体短缩、骨盆畸形、重要神经损伤等严重并发症^[3-4]。严重影响患者的体形及生活质量,同时给家庭和社会带来严重的负担。近年来,3D 打印技术在骨科的应用给骨盆骨折带来了突破点,并已广泛应用于骨盆手术中,如术前诊断规划、术中导航和制作个性化植入物^[5-6]。大量临床病例报道^[7-8]认为,应用 3D 打印技术辅助治疗骨盆骨折是可行性的,利用 Mimics 等软件重建的三维模型打印出骨折模型并进行手术规划、设计和体外模拟手术,取得了满意的手术效果。然而,对比应用 3D 打印技术组和常规治疗组的骨折复位的优良率、术后骨盆功能优良率以及并发症的发生情况^[9-11],研究结果并不完全一致,学者们各有不同的报道,并且各报道中病例数又较少;3D 打印技术对骨盆骨折手术的促进作用如何,当前的研究仅限于小样本的临床报道,又无多中心临床试验的定量研究结果,目前尚未达成共识。因此文章针对骨盆骨折治疗中采用 3D 打印技术组和常规组的临床疗效进行 Meta 分析,以期为临床决策提供参考数据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

(1)研究类型:所有涉及应用 3D 打印技术进行术前规划治疗骨盆骨折的临床对照试验,语言仅限于中文和英文。(2)研究对象:纳入研究的患者无年龄、性别限制,通过临床、X 射线摄片和 CT 明确诊断为骨盆骨折且为 Tile B 型、C 型不稳定骨盆骨折且需行手术治疗的患者。(3)干预措施:利用 CT 数据重建三维骨盆并快速制作骨盆骨折的个性化标本用以进行手术设计、术前规划或用作手术导板等。(4)测量指标:以下参数中的 1 项,手术时间、术中出血量、术后 3 d 根据 Matta 标准评定骨折复位质量的优良率、术后根据 Majeed 标准进行功能评分、术后并发症等。(5)排除标准:除中英文以外的其他语种发表的文献,动物实验,非病例对照的临床病例报告及综述,重复发表的文献,试验设计不严谨的文献报告。

1.2 检索策略

主题词采用“骨盆骨折(pelvic fracture)”和“3D 打印(3D printing)”检索 PubMed、Web of Science、中国生物医学文献数据库(CBM)、CNKI、维普、万方等数据库,时间自建库至 2017 年 9 月 30 日,查找 3D 打印技术应用于骨盆骨折的临床对照试验,并人工检索《中国骨伤》《中华骨科杂志》《中国脊柱脊髓杂志》等杂志,并检索相关内容的参考文献。

1.3 纳入研究的偏倚风险评估和资料提取

由 2 名评价员严格按照纳入与排除标准对文献

进行初筛和全文筛选,提取数据并进行交叉核对,将结论进行比较,如有分歧,通过讨论解决或由第 3 名评价员协助判断。参考 Cochrane 系统评价员手册进行评价,评价内容包括:(1)随机分组,方法是否恰当,分配方案是否隐藏。(2)是否采用盲法。(3)试验组与对照组的研究对象之间的临床特点是否可比,即两组资料基线是否一致。(4)是否有研究对象失访、退出、违背治疗方案,如有,是否在统计分析时作恰当处理后采用意向性分析。研究质量分 A、B、C 级:A 级,如果纳入研究的所有评价条目正确,则发生各种偏倚的可能性最低;B 级,如果纳入研究有 1 条或 1 条以上不清楚,有发生相应偏倚的中度可能性;C 级,如果以上标准有 1 条未使用或错误,则发生相应偏倚的可能性很高。

1.4 统计学处理

采用 RevMan 5.3 软件进行 Meta 分析,主要指标为骨盆骨折复位优良率和术后骨盆功能优良率,次要指标为手术时间、术中出血量、术后并发症。通过对纳入文献进行异质性检验,选取固定效应模型($P>0.05$)或随机效应模型($P\leq 0.05$)计算合并效应量 OR 值及 95% CI,绘制森林图,并进行发表偏倚和敏感性分析。

2 结果

2.1 文献检索和筛选

初检出相关文献 159 篇,根据研究目的、纳入和排除标准进行筛选,剔除不符合标准的文献 151 篇,最终纳入 7 篇中文文献和 1 篇英文文献,文献筛选流程见图 1。共纳入 638 例患者,其中 279 例术前使用 3D 打印技术,359 例仅行常规手术治疗;研究设计方面,3 篇是随机对照试验,其他均是非随机的对照试验,各纳入文献的基本情况详见表 1。

2.2 基线分析及质量评价结果

8 个纳入研究中,7 个在国内进行,1 个在国外进行。所有研究为临床对照试验,均描述了研究对象的基线资料及其差异,也描述了各组治疗方法、结局指标等;3 个研究采用了随机分组,但大部分研究未明确说明是否采用盲法和具体的随机方法,结果如表 2 所示。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 骨盆骨折复位优良率

骨盆骨折复位优良率是指根据 Matta 等^[17-18]标准评价术后 3 d 骨盆骨折复位质量。在 2 篇文献中给出的 Matta 标准结果是解剖复位、满意复位和不满意复位,经 3 位评价员的综合商议决定在本文将解剖复位和满意复位所占比例统计为优良率。8 篇文献报道了应用 3D 打印技术和常规方案进行骨盆骨折的治疗,共纳入 638 例

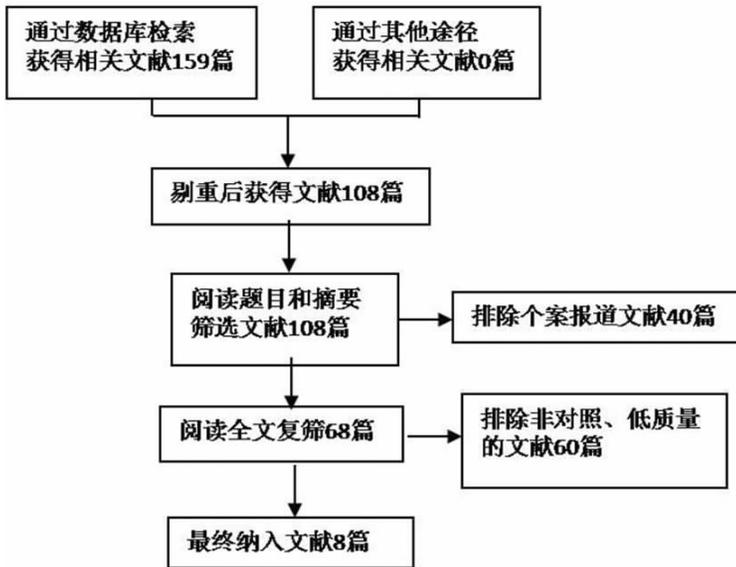


图 1 文献筛选流程图

Fig.1 Flow diagram of literature screening

患者，其中 3D 技术组 279 例，常规组 359 例。结果如图 2 显示，各独立研究资料具有同质性（异质性检验 $\chi^2=8.27, P=0.31, I^2=15\%$ ），因此，合并效应量 OR 采用固定效应模型， $OR=2.09, 95\% CI(1.32, 3.30)$ 。Meta 分析结果表明，3D 技术组骨盆骨折复位优良率高于常规组。

2.3.2 骨盆功能优良率 骨盆功能优良率是指按照 Majeed^[19]评分标准从疼痛、站立、坐、性功能和在工作 5 个方面来评定骨盆功能：>85 分为优，70~84 分为良，55~69 分为可，<55 分为差。6 个研究报道了术后骨盆功能的优良率，共纳入 408 例患者，3D 技术组 191 例，常规组 217 例，各研究的结果资料无统计学异质性（ $\chi^2=6.62, P=0.25, I^2=24\%$ ），故用固定效应模型对效应量进行合并。图 3 显示 Meta 分析结果，3D 技术的引入能提

表 1 纳入研究的一般特征

Tab.1 Basic characteristics of included studies

作者	发表年份	病例数		平均年龄(岁)		Tile 分型		随访时间(月)	结局指标
		男/女	男/女	男/女	男/女				
赵飞等 ^[9]	2016	14/18	38/36	C32		12~120		abcde	
王鉴顺等 ^[10]	2017	65/72	33.1±4.9/32.6±4.7	B43-C22/B47-C25		6~15		acde	
郭永红等 ^[11]	2017	27/27	43.4±2.8/42.7±2.6	B13-C14/B13-C14		6		abcde	
Li 等 ^[12]	2017	28/36	32.4±7.6/34.5±8.4	C28/C36		12~20		abcde	
叶松林等 ^[13]	2017	15/15	49.1±8.7/47.2±7.3	B7-C8/B8-C7		未提及		abcde	
黄立宇等 ^[14]	2017	15/15	46.1±0.1/45.1±0.3	未提及		未提及		abd	
黄淦等 ^[15]	2016	42/49	38.4±7.2/39.1±6.8	B15-C27/B20-C29		12.5~40		abcde	
章莹等 ^[16]	2015	73/27	37.2±3.6/33.1±4.3	B25-C48/B53-C74		6~72		abcd	

注：结局指标中：a 为手术时间；b 为术中出血量；c 为术后并发症；d 为评定骨折复位的优良率；e 为 Majeed 标准评定骨盆功能优良率

Note: The outcome index: a is the operation time; b is the amount of intraoperative bleeding; c is the postoperative complication; d is the good rate of the fracture reduction; e is the good rate of pelvic function by Majeed standard

表 2 纳入研究的方法学质量评价

Tab.2 Methodological quality assessment of included studies

作者	随机	分配隐藏	盲法	有无失访	结果数据完整性	基线相似性	方法学质量评定
赵飞等 ^[9]	否	未提及	未提及	无	是	是	B
王鉴顺等 ^[10]	否	未提及	未提及	无	是	是	B
郭永红等 ^[11]	是	未提及	未提及	无	是	是	B
Li 等 ^[12]	否	未提及	未提及	无	是	是	B
叶松林等 ^[13]	否	未提及	未提及	无	是	是	C
黄立宇等 ^[14]	是	未提及	未提及	无	是	是	B
黄淦等 ^[15]	是	未提及	未提及	无	是	是	B
章莹等 ^[16]	否	未提及	未提及	无	是	是	B

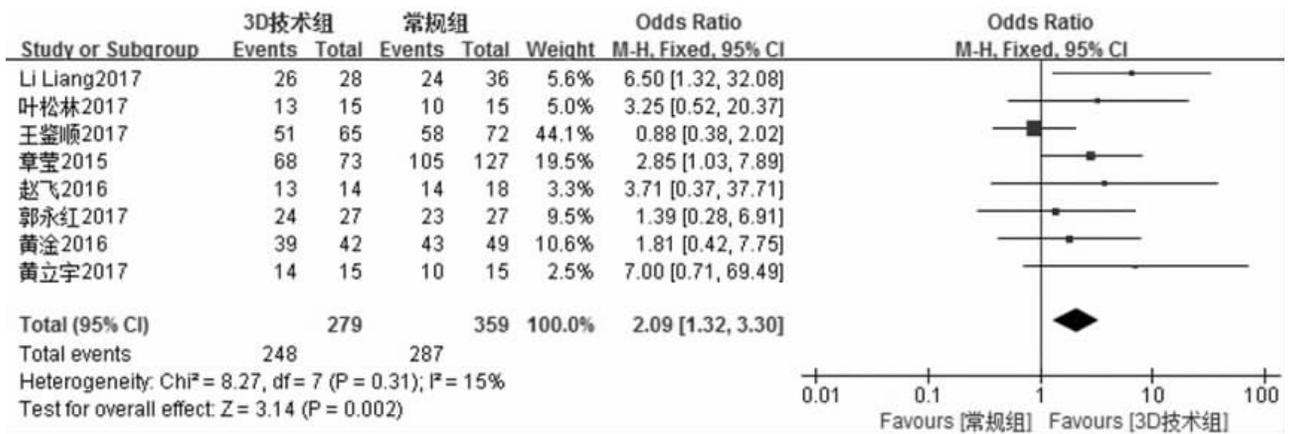


图 2 3D 技术组与常规组骨盆骨折复位优良率比较的森林图

Fig.2 Forest plot of the excellent and good rate of pelvic fracture reduction between 3D technology group and traditional group

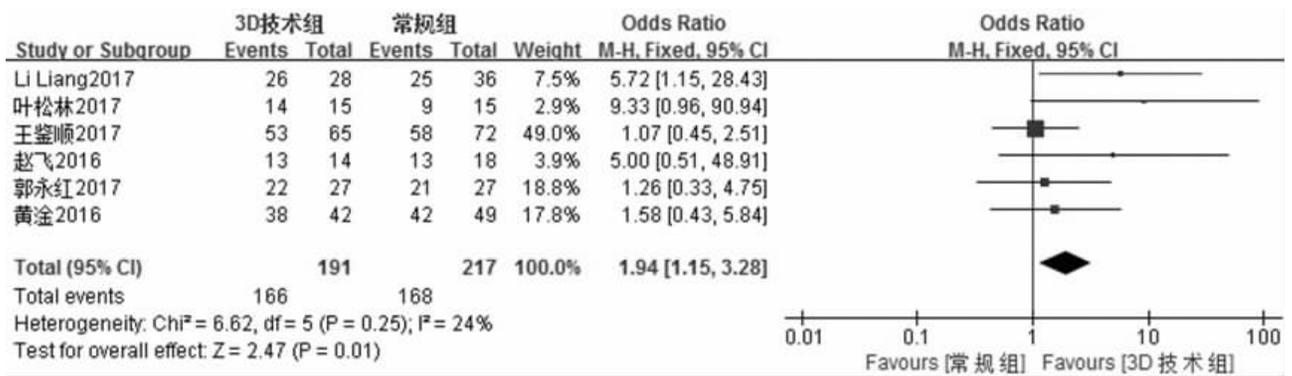


图 3 3D 技术组与常规组术后骨盆功能恢复比较的优良率

Fig.3 Forest plot of the excellent and good rate of postoperative pelvic functional restoration between 3D technology group and traditional group

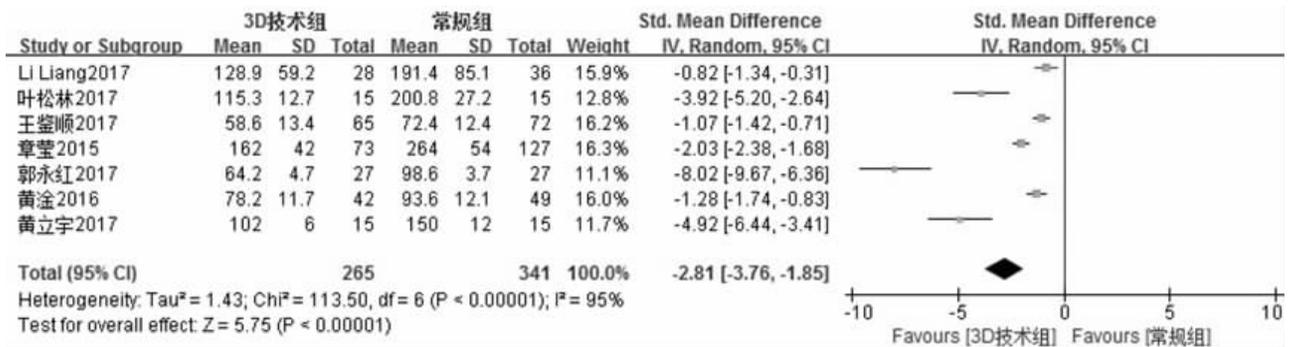


图 4 3D 技术组与常规组手术时间比较的森林图

Fig.4 Forest plot of the operation time between 3D technology group and traditional group

高术后骨盆功能的优良率, $OR = 1.94, 95\% CI (1.15, 3.28)$ 。

2.3.3 手术时间 7 个研究报道了手术时间, 共 606 例患者, 3D 技术组 265 例, 常规组 341 例。分析结果如图 4 所示, 这 7 个研究资料有异质性 ($P < 0.001, I^2 = 95\%$), 因此, 合并效应量应采用随机效应模型, 标准化均数差的合并效应量 $SMD = -2.81, 95\% CI (-3.76, -1.85)$, 可认为 3D 技术组的骨盆骨折的手术时间少于常规组。

2.3.4 术中出血量 6 个研究报道了手术出血量,

共 468 例患者, 3D 技术组 199 例, 常规组 269 例, 各研究资料有统计学异质性 ($P < 0.001, I^2 = 96\%$), 采用随机效应模型对效应量进行合并。Meta 分析的结果显示, 3D 技术组和常规组在术中出血量方面差异有统计学意义, 标准化均数差的合并效应量 $SMD = -3.28, 95\% CI (-4.72, -1.85)$, 如图 5 所示, 可认为 3D 技术组的骨盆骨折的术中出血量少于常规组。

2.3.5 术后并发症 7 个研究报道了术后并发症, 如切口感染、骨折不愈合、神经损伤等, 共 608 例患者, 3D 技术组 264 例, 常规组 344 例, 研究资料有统

计学同质性 ($\chi^2=2.61, P=0.76, I^2=0\%$), 采用固定效应模型对效应量进行合并。图 6 显示 Meta 分析结果, 两组术后并发症发生率比较差异有统计学意义, $OR=0.47, 95\%CI(0.25, 0.87)$, 表明 3D 技术组的骨盆骨折的术后并发症发生率少于常规组。

2.4 敏感性分析

对骨盆骨折复位优良率的 Meta 分析中各研究进行敏感性分析。结果显示, 逐项剔除纳入文献后, 总体结果未出现显著变化, 提示结果比较稳定, 单个研究不会对总体结果造成显著影响。当剔除权重最

大的纳入文献时, 合并效应量 $OR=3.04, 95\%CI(1.71, 5.41)$, 未出现显著改变, 结果如图 7 所示。

2.5 偏倚评估

对骨盆骨折复位优良率的 9 个研究进行漏斗图分析, 结果显示, 其图形基本对称, 如图 8, 可认为该研究的偏倚较小, 阴性结果的试验可能未发表。

3 讨论

3.1 3D 打印技术及在骨科领域的应用及意义

近年来, 随着材料学和数字医学的发展, 3D 打印技术应用范围逐渐发展到医疗和科研领域。3D 打

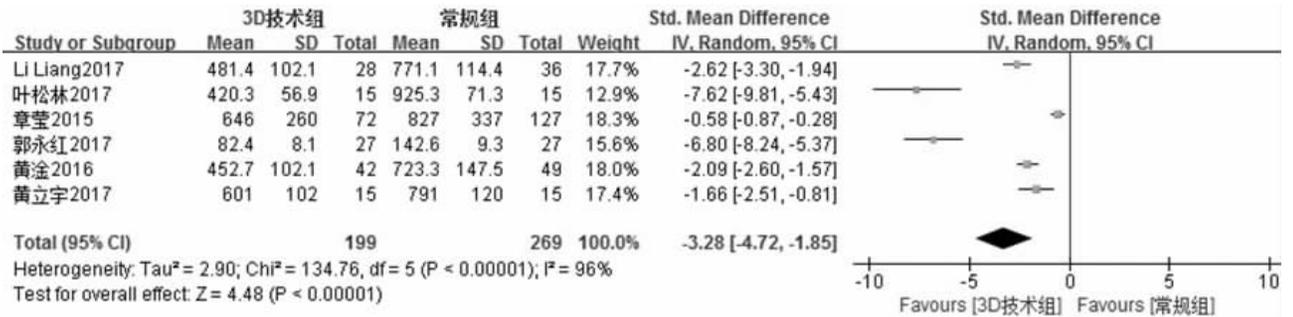


图 5 3D 技术组与常规组术中出血量比较的森林图

Fig.5 Forest plot of the intraoperative blood loss between 3D technology group and traditional group

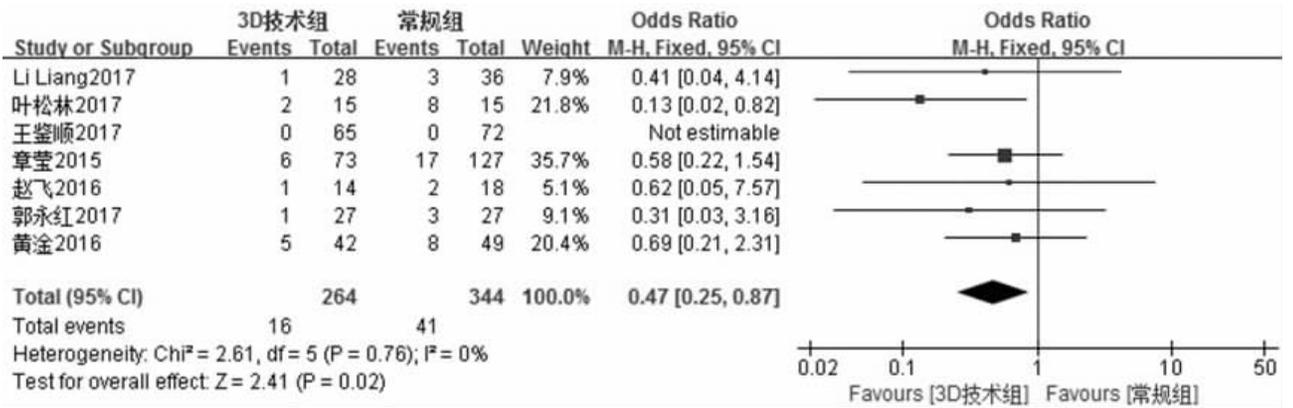


图 6 3D 技术组与常规组并发症发生率比较的森林图

Fig.6 Forest plot of the rate of complication between 3D technology group and traditional group

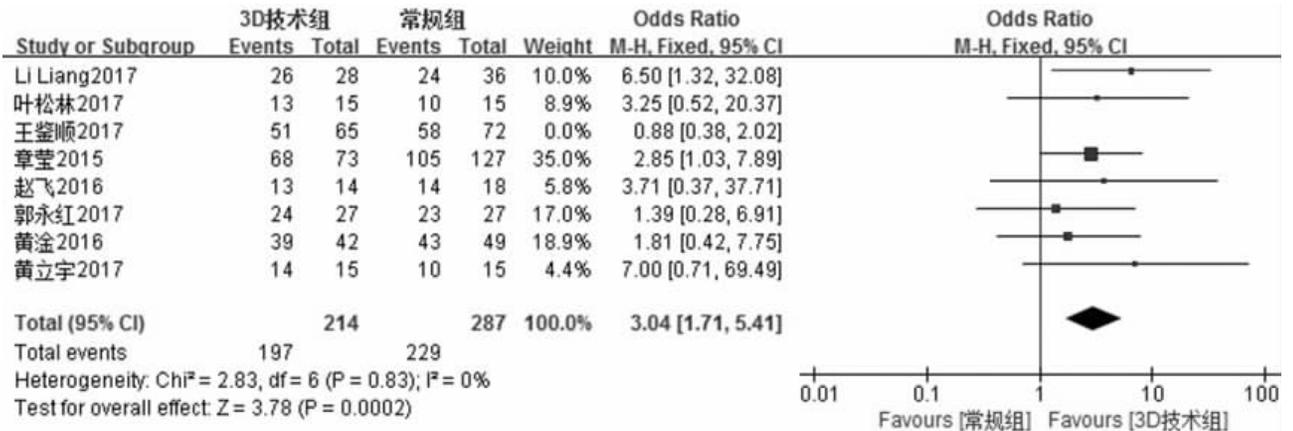


图 7 骨盆骨折复位优良率的敏感性分析

Fig.7 Sensitivity analysis of the excellent and good rate of pelvic fracture reduction

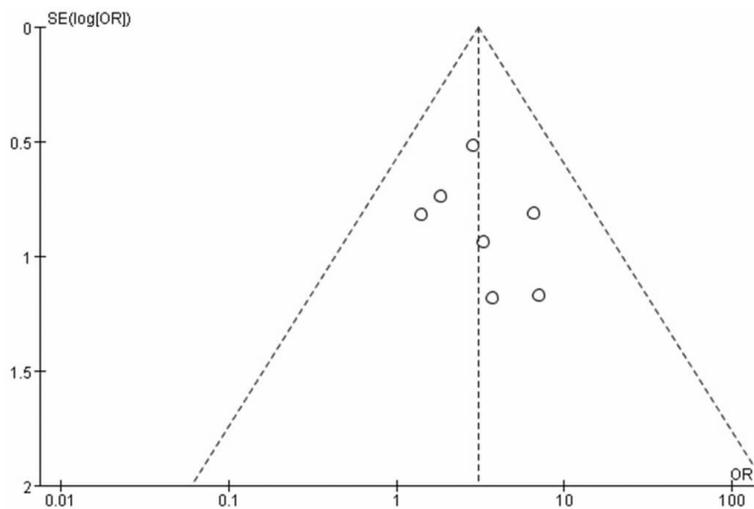


图 8 纳入研究的漏斗图
Fig.8 Funnel plot of included studies

印技术在骨科领域主要用于术前规划、制作术中导航模板^[20]和定制个性化假体与内植物。在骨盆和髋臼骨折的治疗^[21]中,3D 打印的实体模型能够将解剖结构直观呈现在术者和患者眼前,且允许术者模拟手术操作,在术前规划^[22]方面具有明显的优势;对于年轻医师,缩短学习曲线^[8],可完善术前准备。

3.2 本研究的发现

鉴于既往 3D 打印技术在骨盆骨折治疗各项研究的局限性,笔者进行 Meta 分析,充分评估其在骨盆骨折治疗中的应用价值。本 Meta 分析结果表明骨盆手术中应用 3D 打印技术能够缩短手术时间、减少手术出血、降低并发症发生率等优点,且能够提高骨盆骨折复位质量和术后骨盆功能。纳入文献^[9,12]中报道,当术后 10 年随访时根据 Majeed 骨盆骨折评分标准评定的优良率,3D 技术组和常规组差异无统计学意义;比较首次和末次评定的结果发现,3D 技术组的优良率下降更明显。这可能是由于患者机体功能在长时间里都在显著退化,同时也需要更多的长期随访研究的结果来解释这一现象。

3.3 本研究的偏倚风险和局限性

文章存在的问题在于:(1)纳入的文献大多数为小样本非随机试验,研究质量不太高,缺少多中心的临床研究;且所有研究未采用盲法。因此,存在实施偏倚和测量偏倚的可能性,也存在选择性偏倚的可能性。但在纳入文献时严格按照纳入标准选择对照研究,各研究中两组病例的基线资料均无统计学差异,一些研究采取措施减少偏倚的程度,尽量选择较好的杂志,故从方法学质量评分的结果看,内部真实性尚可;由于纳入的研究中骨盆骨折类型和手术方式等的多样性,实验结果外推性较好。(2)评价指标

较少,还有一些指标如切口长度、术中透视次数、骨折愈合时间等未纳入研究。(3)“漏斗图”提示可能存在发表偏倚及试验方法学质量不高,或者与阴性结果的试验未发表有关,可进一步根据年龄、性别、Tile 分型等进行亚组分析;同时,期待更多高质量的随机双盲对照试验以提供高质量的证据。

3.4 结论和临床展望

尽管 3D 打印技术在骨盆骨折治疗中具有显著的优势,但是由于受到目前 3D 打印技术及材料学的限制,其仍不能满足临床医生的需求。(1)关于钢板的预弯。应用计算机模拟技术能够设计钢板的放置位置、钢板大小及形状。希望能够通过 3D 打印技术直接打印术中需要的钢板,会促进钢板和骨盆结构的贴合,更有利于骨折的复位和固定。(2)关于材料。目前能够应用于 3D 打印的金属材料只有钛合金粉末,如果能够应用可吸收材料进行内固定模型打印,可免除患者二次手术去除内固定。

综上所述,使用 3D 打印技术进行术前规划和手术模拟,能够快速准确对骨盆骨折进行复位和内固定,提高骨盆骨折复位质量,改善术后骨盆功能,同时缩短手术时间、减少术中出血,促进患者康复。3D 打印技术更好的发展前景有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 张英泽,李明. 骨盆骨折诊断与治疗的重要性[J]. 中国骨伤, 2011,24(2):95-98.
ZHANG YZ, LI M. Importance of diagnosis and treatment of pelvic fractures[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2011, 24(2):95-98. Chinese.
- [2] Abrassart S, Stern R, Peter R. Unstable pelvic ring injury with hemodynamic instability; what seems the best procedure choice and sequence in the initial management[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2013,99(2):175-182.
- [3] Martin S, Tomas P. Pelvic ring injuries: current concepts of management[J]. Cas Lek Cesk, 2011, 150(8):433-437.
- [4] Langford JR, Burgess AR, Liporace FA, et al. Pelvic fractures: part 1, Evaluation, classification, and resuscitation[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2013, 21(8):448-457.
- [5] Hursion 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.
- [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] Yu AW, Duncan JM, Daurka JS, et al. A feasibility study into the use of three-dimensional printer modelling in acetabular fracture surgery[J]. Adv Orthop, 2015, 2015:617046.

- [8] Giovinco NA, Dunn SP, Dowling L, et al. A novel combination of printed 3-dimensional anatomic templates and computer-assisted surgical simulation for virtual preoperative planning in Charcot foot reconstruction[J]. *J Foot Ankle Surg*, 2012, 51(3):387-393.
- [9] 赵飞, 李岩, 毕龙, 等. 3D 打印骨折模型辅助治疗复杂骨盆骨折的长期随访研究[J]. *中华创伤杂志*, 2016, 32(11):967-973.
ZHAO F, LI Y, BI L, et al. Long-term follow-up study of 3D printing model-aided treatment of complicated pelvic fractures[J]. *Zhonghua Chuang Shang Za Zhi*, 2016, 32(11):967-973. Chinese.
- [10] 王鉴顺, 蔡乐益, 楼溢程, 等. 3D 打印技术辅助下空心螺钉微创固定治疗不稳定型骨盆骨折[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2017, 19(3):240-244.
WANG JS, CAI LY, LOU YT, et al. 3D-printing modeling used to assist minimally invasive fixation with hollow screws for unstable pelvic fractures[J]. *Zhonghua Chuang Shang Za Zhi*, 2017, 19(3):240-244. Chinese.
- [11] 郭永红, 王文革, 李仕臣, 等. 3D 打印技术辅助下微创手术治疗复杂骨盆骨折[J]. *中国实用医刊*, 2017, 44(11):45-48.
GUO YH, WANG WG, LI SC, et al. Minimally invasive surgery assisted by 3D printing technology for complex pelvic fractures[J]. *Zhongguo Shi Yong Yi Kan*, 2017, 44(11):45-48. Chinese.
- [12] Li L, Gao JK, Bi L, et al. Comparison of three-dimensional printing and conventional imaging in surgical treatment of Tile C pelvic fractures: a long-term follow-up study[J]. *Int J Clin Exp Med*, 2017, 10(8):12433-12439.
- [13] 叶松林, 曾参军, 徐谢生, 等. 3D 打印辅助经腹直肌外侧切口入路微创治疗骨盆骨折的临床研究[J]. *中国医药导报*, 2017, 14(15):93-97.
YE SL, ZENG CJ, XU XS, et al. Clinical study of minimally invasive treating of pelvic fractures with 3D assisted lateral rectus abdominis incision[J]. *Zhongguo Yi Yao Dao Bao*, 2017, 14(15):93-97. Chinese.
- [14] 黄立宇, 吴培斌. 3D 打印技术在骨盆骨折手术中的应用及疗效观察[J]. *养生保健指南*, 2017, (7):176.
HUANG LY, WU PB. The application and effect of 3D printing in the surgical treatment of pelvic fracture[J]. *Yang Sheng Bao Jian Zhi Nan*, 2017, (7):176. Chinese.
- [15] 黄滢, 禹宝庆, 敖荣广, 等. 3D 打印结合定制钢板内固定技术在骨盆骨折治疗中的应用[J]. *中华创伤杂志*, 2016, 32(12):1060-1066.
HUANG G, YU BQ, AO RG, et al. Application of three-dimensional printing combined with individualized custom-made plate in internal fixation of pelvic fractures[J]. *Zhonghua Chuang Shang Za Zhi*, 2016, 32(12):1060-1066. Chinese.
- [16] 章莹, 李宝丰, 王新宇, 等. 术前 3D 打印技术模拟复杂骨盆骨折手术提高疗效的可行性研究[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2015, 17(1):29-33.
ZHANG Y, LI BF, WANG XY, et al. Preoperative application of 3D printing technology in the treatment of complicated pelvic fractures[J]. *Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi*, 2015, 17(1):29-33. Chinese.
- [17] Matta JM, Tometta P 3rd. Internal fixation of unstable pelvic ring injuries[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1996, (329):129-140.
- [18] Matta JM. Operative treatment of acetabular fractures through the ilioinguinal approach. A 10-year perspective[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1994, (305):10-19.
- [19] Majeed SA. Grading the outcome of pelvic fractures[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1989, 71(2):304-306.
- [20] 郑轶, 袁欣华, 王伟斌, 等. 基于 3D 打印技术辅助逆向耻骨上支外侧髓内拉力螺钉置钉个性化导向模板的初步研制[J]. *中国骨伤*, 2017, 30(1):64-67.
ZHENG Y, YUAN XH, WANG WB, et al. Preliminary development of drill template-assisted placement of reverse intramedullary lag screw for superior ramus of pubis using three dimensional print technique[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2017, 30(1):64-67. Chinese with abstract in English.
- [21] 毛兆光, 姜岳武, 毛建华, 等. 3D 打印技术在复杂型髌臼假体翻修术中应用 1 例报告[J]. *中国骨伤*, 2016, 29(11):1058-1060.
MAO ZG, JIANG YW, MAO JH, et al. Application of 3D printing technology in the complex acetabular prosthesis revision surgery: a case report[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2016, 29(11):1058-1060. Chinese.
- [22] 王雨辰, 马勇, 俞伟忠, 等. 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.
WANG YC, MA Y, YU WZ, et al. Application of the computer assisted virtual reduction combined with 3D printing technique in acetabular fractures[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2017, 30(7):627-632. Chinese.

(收稿日期:2018-01-20 本文编辑:王玉蔓)