

· 临床研究 ·

新型“开放+桥基”式 3D 导板在高血压性脑出血穿刺中的研究

王佳妮[#], 郭文杰[#], 彭荣阳, 夏媛, 刘晶晶, 饶利兵, 万星光*, 李莉*

湖南医药学院, 湖南 怀化 418000

【摘要】目的 探讨新型“开放+桥基”式 3D 导板在精准穿刺引流术治疗高血压性脑出血中的应用疗效。**方法** 回顾分析 2020 年 8 月~2021 年 5 月在我院住院的 32 例高血压性脑出血病例进行穿刺引流手术, 对照组($n=16$)采用传统 CT 定位下穿刺。实验组($n=16$)在新型“开放+桥基”式 3D 导板引导下穿刺。比较两组的手术时间、靶点偏移距离及术后 3 日血肿清除率。**结果** 实验组手术时间(36.54 ± 3.52) min、靶点偏移距离(0.30 ± 0.03) cm、术后 3 日血肿清除率(91.16 ± 2.22)%, 优于对照组(40.52 ± 3.50) min、(0.49 ± 0.03) cm、(81.93 ± 3.36)%, 差异均具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 高血压性脑出血患者在新型“开放+桥基”式 3D 导板引导下穿刺术, 定位精准, 操作方便, 安全可行, 理论上可改善患者预后, 具有推广意义。

【关键词】 3D 导板; 脑出血; 穿刺引流术**【中图分类号】** R743.34 **【文献标识码】** A **【DOI】** 10.13418/j.issn.1001-165x.2023.6.18

Study on the new "open + bridge base" 3D guide in the puncture of hypertensive cerebral hemorrhage

Wang Jiani[#], Guo Wenjie[#], Peng Rongyang, Xia Yuan, Liu Jingjing, Rao Libing, Wan Xingguang*, Li Li*

Hunan University of Medicine, Huaihua 418000, Hunan Province, China

【Abstract】Objective To investigate the application effect of the new "open + bridge base" 3D guide in the treatment of hypertensive cerebral hemorrhage by precise puncture drainage. **Methods** A retrospective analysis was performed on 32 cases of hypertensive intracerebral hemorrhage collected in our hospital from August 2020 to May 2021. The control group ($n=16$) underwent puncture under traditional CT positioning. The experimental group ($n=16$) underwent puncture under the guidance of the new "open + bridge foundation" 3D guide plate. The operation time, target deviation distance and the clearance rate of hematoma 3 days after operation were compared between the two groups. **Results** The operative time of the experimental group was (36.54 ± 3.52) min, the target deviation distance was (0.30 ± 0.03) cm, and the hematoma clearance rate was (91.16 ± 2.22) %, which were better than those of the control group (40.52 ± 3.50) min, (0.49 ± 0.03) cm, (81.93 ± 3.36) %. There were statistical differences in the above indexes ($P<0.05$). **Conclusions** The new "open+bridge base" type 3D guide for patients with hypertensive cerebral hemorrhage is , safe and feasible, with accurate positioning, which can theoretically improve the prognosis of patients, and has the significance of promotion.

【Key words】 3D guide; Intracranial hemorrhage; Puncture drainage**Corresponding author:** Li Li, E-mail: 1264690163@qq.com; Wan Xingguang, E-mail: 414032018@qq.com

脑出血(intracerebral hemorrhage, ICH)作为一种常见的神经外科急危重症^[1], 其病因主要包含: 高血压、肿瘤和动脉瘤等。其中, 高血压性脑出血(hypertension intracerebral hemorrhage, HICH)发病率最高, 每年大约有超 200 万人死亡^[2]。因此, 死亡率

高、并发症多、预后差是 HICH 的显著特点, 给人们的健康带来严重威胁。

目前临床上对于 HICH 患者常应用脑出血穿刺引流术予以有效治疗^[3]。传统的脑出血穿刺引流术主要包括去骨瓣减压术和显微血肿清除术。去骨瓣减压术的优势在于术中视野开阔, 操作空间大, 有利于血肿的清除, 但该术式术程长, 创伤大, 出血量多, 术后脑组织损伤程度高和水肿明显, 因此该技术已逐步被显微血肿清除术所取代, 成为治疗 HICH 的主要术式。目前显微血肿清除术常需借助 CT、MRI 等影像学手段三维成像后进行定位, 术者根据经验盲穿引流来清除血肿。但由于医生无法直接观察到颅内血肿的实际情况, 在穿刺过程中很可能损伤血肿周围重

【收稿日期】 2023-07-06**【基金项目】** 湖南省自然科学基金(2022JJ50292); 怀化市数字解剖与 3D 打印临床转化研究重点实验室(2020R2201); 湖南医药学院教学改革研究项目(2021JG39); 横向课题: “开放+桥基”式 3D 导板在脑出血穿刺中的研究**【作者简介】** 王佳妮(2002-), 女, 本科在读, 主要研究方向: 数字解剖与临床应用, E-mail: 1300787434@qq.com; 共同第一作者: 郭文杰(1999-), 男, 本科在读, 主要研究方向: 数字医学与临床应用, E-mail: 2640305982@qq.com**【通讯作者】** 李莉, 高级实验师, E-mail: 1264690163@qq.com; 万星光, 副教授, E-mail: 414032018@qq.com

要神经或血管,进一步加重损伤,或是未将穿刺针置于合适位置导致引流效果不畅。这些因素是影响HICH患者预后的重要原因。目前3D打印技术是具有良好发展前景的生物医学技术之一,快速地推动了个性化医学技术的发展^[4,5]。本研究旨在通过3D打印技术设计一款个性化手术导板,以弥补传统脑出血穿刺引流术的不足,利用其个性化、精准性的特点来辅助医生的手术操作,以达到提高手术精度、减少手术风险、加快患者康复等目标。

1 材料和方法

1.1 临床资料

本研究经湖南医药学院总医院伦理委员会批准。对2020年8月~2021年5月于该院神经外科住院的32例高血压性脑出血患者进行随机分组,对照组16例,实验组16例。对照组采用传统手术,实验组使用新型“开放+桥基”式3D导板。纳入标准:①收集病例符合《高血压性脑出血急性期中西医结合诊疗专家共识》诊断标准^[6];②首次发病患者且颅部CT等影像学检查确诊为脑出血;③发病至入院时间<24 h;④年龄40~75岁,出血量30~60 mL;⑤患者或家属签署知情同意书。排除标准:①存在手术禁忌或生命体征不稳定者;②凝血功能障碍不能耐受手术;③患者合并有脑疝;④自身免疫系统疾病;⑤急慢性感染;⑥患者或家属不同意实施手术。所有研究对象及其家属均签署患者知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 3D打印手术导板制作 (1) 颅脑原始数据采集 收集成人颅部高分辨率薄层CTA数据,经肘正中静脉注射非离子型对比剂(浓度270~400 mg/L,用量300~400 mg/kg,流率3.5~5.0 mL/s)采用64排螺旋CT(GE, American)行颅底到颅顶连续扫描。扫描所得原始图像数据以医学数字成像和通信格式(Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM)保存。

(2) 三维重建与定位 将患者颅部薄层CTA数据扫描图像数据导入Mimicis19.0计算机软件,通过New Project Wizard、Thresholding、Region Growing、Multiple Slice Edit等操作重建颅部的皮肤、颅骨、血管和血肿块的三维模型,明确血肿位置,与周围重要血管、神经等组织的毗邻关系。

(3) 导板制作与模型预处理 将皮肤进行形态学操作中的膨胀处理(Dilate),使用布尔操作(Boolean Operations),设计穿刺路径,设计中线。将构建的模型以STL格式分类保存,导入到Materialise Magics21.0软件中,进行打印预处理,生成“.slc”格式文件。

(4) 成品打印与后处理 将“.slc”格式文件导入3D

打印机控制程序中进行打印,待打印完成后将标本模型取出,进行干燥处理。去除打印支架,用吸水纸擦干模型表面后再置入紫外线干燥箱进行干燥,最后对模型进行清洗。

(5) 导板改进 在手术过程中,针对导板使用出现的问题,我们进行了一系列的改进,形成可拆卸式导板,最终成型为:“开放+桥基”式导板,见图1,2。

1.2.2 手术过程 对照组:在CT定位下,徒手进行脑出血部位穿刺引流。依据二维影像数据进行术前模拟,术中患者行仰卧位,固定患者头部。使用龙胆紫染料标记穿刺点,切开头皮,分离软组织后钻一直径约1~1.5 cm骨孔。用引流管穿刺血肿中心,当有暗红色血液出现后拔出穿刺针,固定头皮端引流管。

实验组:使用“开放+桥基”式3D导板辅助脑出血穿刺。在术中患者取仰卧位,固定头部。将导板置于患者头部,使导板紧贴患者鼻根、眉弓、耳缘等骨性标志,确保精准穿刺。利用导管口定位穿刺点,用龙胆紫标记,分离软组织并钻孔,然后引导穿刺血肿中心,穿刺深度为术前软件中规划的理想长度。穿刺成功后导板沿远离导管方向顺势取下,固定引流管外口。见图3。

1.2.3 术后处理 24 h后向血肿腔内注射尿激酶2万U+0.9%氯化钠注射液5 mL,1次/d,持续3d。夹闭引流管3 h后开放引流,1次/d,持续2~3次。术后3d复查颅部CT,术后1周根据引流情况拔除引流管,见图1下。

1.2.4 观察指标 对比两组的手术时间、靶点偏移距离和血肿清除率。①手术时间:时间越短,患者损伤小,并发症发生的风险小;②靶点偏移距离:穿刺后测量穿刺针头与靶点中心的距离,距离越小,穿刺准确度越高,当穿刺针头与靶点中心距离≤5 mm即为中靶,否则即为脱靶^[7]。③术后3日血肿清除率:观察术后3日CT结果,并利用Mimics等软件进行测量分析,根据多田公式:脑内血肿清除率=[(术前脑内血肿体积-术后脑内血肿体积)/术前血肿体积]×100%^[8]。

1.3 统计方法

应用SPSS 22.0统计学软件对数据进行分析整理,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 的形式表示,两组之间的比较采用独立样本 t 检验。计数资料以构成比表示,两组之间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

对照组16例选择传统手术,实验组16例使用新型“开放+桥基”式3D导板辅助治疗高血压性脑出血。两组患者性别、年龄、出血量、出血部位等临床特征等差异无统计学意义($P > 0.05$),见表1。

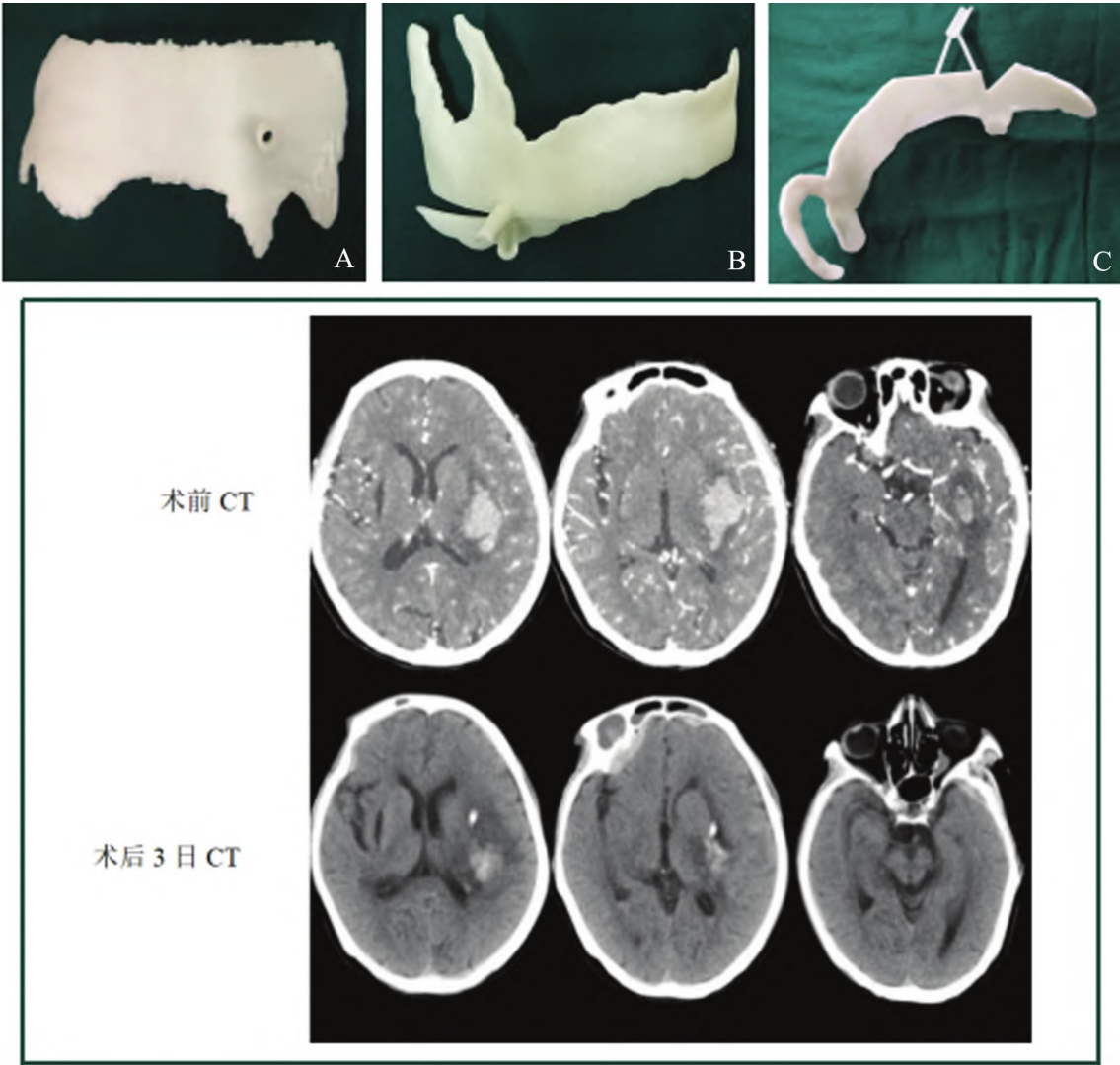


图1 3D打印导板的演进过程(上)及术前、术后3日高血压性脑出血血肿比较(下)

A:非共面脑出血导板 B:可拆卸式导板 C:“开放+桥基”式导板

Fig.1 The evolution of 3D printing technology to make surgical guides and comparison of hypertensive intracerebral hemorrhage before operation and 3 days after operation

A: Non-coplanar intracerebral hemorrhage guide; B: Removable guide; C: "Open + Bridge" type guide



图2 “开放+桥基”式3D导板结构图

1. 开放式导管 2. 桥基接合柱 3. 定位中线 4. 底面母板 5. 耳缘定位区 6. 鼻根定位区 7. 眉弓定位

Fig.2 Structural diagram of "open + bridge base" type 3D guide plate

1, Open catheter; 2, Bridge base joint column; 3, Located the midline; 4, Bottom motherboard; 5, Ear margin location area; 6, Nasion location area; 7, Eyebrow arch positioning area

2.2 观察指标改善

手术期间及术后3天观察,患者在手术时间、靶点偏移距离及血肿清除率的变化情况。结果显示,相比于对照组,实验组患者在手术时间短,靶点偏移距离小及血肿清除率快,差异具有统计学意义(均 $P<0.05$)。

3 讨论

高血压性脑出血主要由于长期血压增高诱发脆弱血管破裂出血,短时间内可引起脑疝等严重并发症,而微创穿刺手术是目前治疗高血压性脑出血的主要方法^[14]。近年来,3D打印技术在临床外科穿刺术中得到越来越多的应用^[9],可辅助术者精准定位脑出血穿刺部位,有效解决医生仅在CT导引下盲穿的弊端,减少血肿周围重要血管神经的损伤。本研究通过



图3 “开放+桥基”式3D导板临床应用 A:术前导板固定 B:导板辅助下穿刺 C:引流

Fig.3 Clinical application of "open + bridge base" type 3D guide plate

A:Preoperative guide plate fixation; B: Puncture assisted by guide plate; C: Drainage

表1 两组病例在性别、年龄、出血量及出血部位的数据比较

Tab.1 Data comparison of gender, age, amount of bleeding and site of bleeding between the two groups

临床特征 Characteristics		对照组 Control group	实验组 Experimental group	P
例数 Number	-	16	16	-
性别 Gender	男性(%) Male	7 (43.75)	8 (50.00)	0.354
	女性(%) Female	9 (56.25)	8 (50.00)	0.126
年龄(岁) Age (year)	-	60.19±9.04	60.31±8.70	0.586
出血量 (mL) Bleeding volume (mL)	-	40.69±4.63	40.06±6.40	0.741
出血部位 Site of bleeding	壳核 Putamen % (n)	37.50 (6)	50.00 (8)	0.477
	丘脑 Thalamus % (n)	31.25 (5)	31.25 (5)	
	尾状核 Caudate nucleus % (n)	18.75 (3)	12.50 (2)	
	皮层下 Subcortex % (n)	12.50 (2)	6.25 (1)	

表2 两组手术时间、靶点偏移距离、血肿清除率对比 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of operation time, target deviation distance and clearance rate of hematoma between the two groups ($Mean\pm SD$)

组别 Group	例数 Case	手术时间 (min) Operation time	靶点偏移距离 (cm) Target deviation distance	血肿清除率 (%) Clearance rate of hematoma
对照组 Control group	16	40.52±3.50	0.49±0.03	81.93±3.36
实验组 Experimental group	16	36.54±3.52	0.30±0.03	91.16±2.22
P	-	0.004	0.000	0.018

比较3D打印技术辅助微创穿刺术与传统穿刺术的差别,发现创新“开放+桥基”式3D导板的应用有助于减少手术耗时、提高穿刺的准确率及加快血肿清除。并且在导板引导下分区置管精准度更高、操作更简单,安全性更高,优势显著^[10-11]。

高血压性脑出血的治疗需要短时间内完成对血肿的清除,减少血肿对周围组织的压迫引发脑疝。随着精准治疗的快速发展,3D打印技术已广泛应用于临床,廖江龙等^[12]设计3D打印经皮导板可显著提高骨质疏松椎体压缩性骨折的治疗率以及穿刺成功率。本研究通过获取患者的颅脑CT影像,快速构建创新“开放+桥基”式3D导板用于精准穿刺血肿部位,有

利于顺利引流。而该导板主要是在非共面脑出血导板基础上改进而来,相较于原始导板具有以下优势:①减少手术过程中导板与患者颅骨的偏移程度;②高血压性脑出血引流后导板更易于卸下,减少对患者皮肤的损伤,增加术者手术操作空间,利于缩短手术时间。因此,该新型导板设计及改进不仅提高了术者的手术效率,更减少了患者的额外损伤。

研究表明^[13],长时间手术、低血肿清除率是高血压性脑出血患者预后的主要危险因素。微创穿刺术的首次穿刺成功率较低,需要术者多次调整穿刺角度及穿刺点,大大增加了手术操作时间,而且对医生的经验要求较高,这些因素均可延长手术时间。本研究

中通过个性化设计并应用新型 3D 导板,可显著减少医生的手术时间。3D 导板能辅助术者提前规划好穿刺点、穿刺深度和角度,而且操作相对简便,真正实现了靶向定点穿刺,从而减少了术中时间。靶点偏移距离直接影响脑出血部位的引流效果及引流量,同时靶点偏移距离过大,在穿刺期间易损伤基底节周围的重要血管和神经,引起二次出血或损伤。3D 导板在规划穿刺路径的同时,也保持了穿刺针的稳定,减少靶点偏移距离,减少甚至避免了继发性损害。此外,血肿清除率被作为判断患者预后的重要指标。研究报道^[2],短时间增加脑出血部位的清除率,能显著提升患者的认知能力,恢复其运动功能。本团队通过应用该创新导板明显增加患者脑出血部位的血肿清除率,主要原因可能与精准穿刺、快速引流等有关。而其具体原因尚需进一步研究。

本研究难以避免存在一些局限性:①本研究纳入的样本量较少^[15],需要进一步增加患者的入组数目,并推广至多中心同时开展前瞻性研究;②3D 导板虽具有良好的精准性和可靠性,但其制备时间受到限制。对于急性脑出血或出血量大的患者,并有开颅手术指征的患者不适用;③3D 导板成本较高,需要我们寻找或研发更加便宜且质量较高的材料替代,可解决这一困惑;④本研究仅观察了术后 3 日患者恢复情况,应长期随访,最终得到该新型 3D 导板能否改善患者的长期预后。

综上所述,创新“开放+桥基”式导板应用于高血压性脑出血患者,可帮助术者节省手术时间,降低操作难度,提高血肿清除率,最终可使患者显著获益。

【参考文献】

- [1] Zhang J, Cheng H, Zhou S, et al. 3D-printed model-guided endoscopic evacuation for basal ganglia hemorrhage[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1):5196. DOI: 10.1038/s41598-020-62232-3.
- [2] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国脑出血诊治指南(2019)[J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(12): 994-1005. DOI:10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2019.12.003.
- [3] Li K, Ding X, Wang Q, et al. Low-cost, accurate, effective treatment of hypertensive cerebral hemorrhage with three-dimensional printing technology[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 608403. DOI: 10.3389/fneur.2021.608403.
- [4] Li Y, Cheng H, Li Z, et al. Clinical value of 3D-printed navigation technology combined with neuroendoscopy for intracerebral hemorrhage[J]. *Transl Stroke Res*, 2021, 12(6): 1035-1044. DOI: 10.1007/s12975-021-00893-6.
- [5] Wang Q, Guo W, Liu Y, et al. Application of a 3D-printed navigation mold in puncture drainage for brainstem hemorrhage[J]. *J Surg Res*, 2020, 245:99-106. DOI: 10.1016/j.jss.2019.07.026.
- [6] 高利. 高血压性脑出血急性期中西医结合诊疗专家共识[J]. *中国全科医学*, 2016, 19(30):8. DOI:10.3969/j.issn.1007-9572.2016.30.001.
- [7] 孙鸿坤, 谢沁玲, 詹泽周, 等. 一种基于数学算法规划进针路径的脑部穿刺引导装置的设计及模拟穿刺实验[J]. *中国医疗设备*, 2023, 38(5):92-98. DOI:10.3969/j.issn.1674-1633.2023.05.017.
- [8] 葛新, 陈晓雷, 孙吉庆, 等. 神经内镜微创手术与开颅血肿清除术治疗高血压脑出血疗效比较[J]. *中国神经精神疾病杂志*, 2016, 42(10): 605-608. DOI:10.3969/j.issn.1002-0152.2016.10.007.
- [9] Xia L, Han Q, Ni XY, et al. Different techniques of minimally invasive craniopuncture for the treatment of hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. *World Neurosurg*, 2019, 126: e888-e894. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.03.006.
- [10] Li J, Chen M, Fan X, Zhou H. Recent advances in bioprinting techniques: approaches, applications and future prospects[J]. *J Transl Med*, 2016, 14: 271. DOI: 10.1186/s12967-016-1028-0.
- [11] 胡钜强, 冯建航, 林球润. 3D 打印技术在高血压脑出血软通道穿刺引流中的应用[J]. *当代医学*, 2021, 27(20):4. DOI:10.3969/j.issn.1009-4393.2021.20.001.
- [12] 廖江龙, 邓力, 李德光, 等. 3D 打印经皮导板辅助经皮后凸成形术治疗骨质疏松椎体压缩性骨折[J]. *中国骨伤*, 2023, 36(5):445-449. DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.05.010.
- [13] Wei JH, Tian YN, Zhang YZ, et al. Short-term effect and long-term prognosis of neuroendoscopic minimally invasive surgery for hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. *World J Clin Cases*, 2021, 9(28):8358-8365. DOI: 10.12998/wjcc.v9.i28.8358.
- [14] Hostettler IC, Seiffge DJ, Werring DJ. Intracerebral hemorrhage: an update on diagnosis and treatment[J]. *Expert Rev Neurother*, 2019, 19(7):679-694. DOI: 10.1080/14737175.2019.1623671.
- [15] 刘洋, 梁涛, 张磊, 等. 3D 打印辅助胫骨高位开放截骨联合关节镜治疗膝内翻畸形临床疗效分析[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2020, 38(1): 67-72. DOI: 10.13418/j.issn.1001-165x.2020.01.014.