

■ 专题主编

吴智钢,男,医学博士,外科学博士后,航空航天与航海医学博士后,副主任医师,副教授,现任解放军第五一八医院骨科主任。研究方向:骨科常见疾病的诊断、手术及康复治疗,数字化骨科技术及骨肿瘤骨病的综合治疗。

■ 专题委员

樊笑 宗菲 李滔 罗志高

·数字医学专题·

3D 打印技术在骨肿瘤科中的应用

樊笑¹,王佳友¹,鲍树森²,惠元²,曾钦梅²,邓梦延²,雷雨龙²,吴智钢²

(1.解放军 63762 部队门诊部,陕西 渭南 714000;

2.解放军第五一八医院骨科,陕西 西安 710043)

摘要:目前 3D 打印技术在医学领域的应用已越来越多,尤其在骨科领域,得到了广泛的应用和发展。该文综述了 3D 打印技术在骨肿瘤科的应用现状,阐明了该项技术的优势,同时总结了目前该技术存在的不足,并提出了展望。

关键词:3D 打印;骨肿瘤;手术方案

中图分类号:R738.1

文献标识码:A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2018.06.001

文章编号:1006-1959(2018)06-0001-03

Application of 3D Printing Technology in Bone Oncology

FAN Xiao¹,WANG Jia-you¹,BAO Shu-sen²,HUI Yuan²,ZENG Qin-mei²,DENG Meng-yan²,LEI Yu-long²,

WU Zhi-gang²

(1.Department of Outpatient,the 63762 Army of PLA,Weinan 714000,Shaanxi,China;

2.Department of Orthopaedics,518 Hospital of PLA,Xi'an 710043,Shaanxi,China)

Abstract:At present,3D printing technology has been applied more and more in medical field,especially in orthopedics.This paper reviews the application status of 3D printing technology in bone oncology,and expounds its advantages.At the same time,the shortcomings of the technology are summarized,and the prospect is put forward.

Key words:3D printing;Bone tumor;Surgical scheme

恶性骨肿瘤常呈弥漫性、浸润性生长,与正常组织界限不清,其体积与手术方案的选择及治疗效果等密切相关^[1]。随着近年来新辅助化疗的发展,骨肿瘤患者一般采取保肢手术治疗,如何精确切除肿瘤组织一直是骨肿瘤科医师所面临的挑战;切除大面积肿瘤组织后缺损骨组织的修补、功能重建等也是保肢手术治疗所面临的难点^[2]。随着现代计算机技术及影像学技术的发展,通过 3D 打印技术,患者身体内部的解剖、病理情况可以在手术前清楚地向医生呈现,避免了以往依靠临床医生经验的粗略性,让医生可直观、准确地按照病变情况进行数字化手术

设计,并可以预期手术效果。同时还可以将 CT 数据进行三维重建,进而再行切割、移动、旋转等手术操作预演,但使用传统手术方式很难在术中准确实现这些设计^[3-5]。现就 3D 打印技术在骨肿瘤科中的应用现状进行综述。

1 3D 打印技术在骨肿瘤科中的应用

1.1 头颈骨肿瘤 头颈部骨性支架对于外貌以及面部功能至关重要,头颈部骨肿瘤可引起咀嚼功能的障碍、病理性的感染损伤以及面貌缺陷,不但增加患者痛苦和心理障碍,而且降低了患者的生活质量^[6,7]。传统方法是用软组织修复患者的面部骨骼,但外形与功能恢复均不佳。修复时切多少腓骨、放在什么位置,主要靠医生的经验;而现在利用 3D 打印技术,可先用计算机设计好,提前打印出仿真模型,使实际手术操作更准确、更安全,使头颈肿瘤患者的生存质量得到极大的提高。王芬等^[8]在治疗 1 例肿瘤侵及

作者简介:樊笑(1994-),女,山西运城人,本科,住院医师,研究方向:数字骨科医学

通讯作者:吴智钢(1977.12-),男,山东单县人,临床医学博士后,特种医学博士后,副主任医师,骨科主任,研究方向:骨科常见疾病的诊治和基础研究

眶底、颧骨颧弓等骨骼的上颌骨肿瘤患者时,利用 3D 打印技术制作了上颌骨假体,并将这一个性化修复体植入患者体内,准确修复了缺失部位,并减轻了患者手术痛苦,最大限度保留了组织^[9]。周烨等^[10]在治疗 8 例下颌骨肿瘤患者时,利用 3D 打印技术制作出模型板,进而制作出手术导板,术中进行参考和使用,选择了最佳重建方案,在对于此 8 例患者进行 36 个月的随访后,发现均无局部复发,无假体周围感染、松动及断裂事件发生,效果良好。

1.2 锁骨及肩胛骨肿瘤 锁骨和肩胛骨属于肩胛带部位的不定形骨,对于上肢活动与外表美观性至关重要,但患恶性肿瘤时常常需要完整切除,使用传统重建技术常难以获得满意的外观和功能。裴延军等^[11]采用金属 3D 打印技术制备出与患者锁骨和肩胛骨完全一致的钛合金假体,并成功植入骨肿瘤患者体内,成为世界上肩胛带不定形骨重建的首次应用。该研究采用 3D 打印技术制备的锁骨、肩胛骨等不定形骨个体化钛合金假体与肿瘤切除部位完全匹配,功能及外形满意;多孔设计使骨及软组织附着长入率高;强度不变时弹性模量降低,减少了应力遮挡并发症;产品质量稳定,精确度高;制备周期短,费用大幅降低。

1.3 脊柱肿瘤 脊柱具有支持躯干、保护内脏、保护脊髓和进行运动的功能,是肢体的支柱,因此脊柱因肿瘤受损后,为保证机体的正常活动,必须完成功能的重建。3D 打印人工椎体量身定制,将信息输入 3D 打印机,选择合适的材料打印出所需的椎体^[12]。岳丽娜等^[13]利用 3D 打印技术量身订做了超长人工椎体植入人体以治疗脊柱脊索瘤,手术跨越 5 个椎体,达 19 cm,涉及节段多,术后患者步行出院,功能恢复良好。Wu 等^[14]利用 3D 打印技术应用于一名颈 2 椎体骨肿瘤患者,并将个性化打印钛合金假体植入骨缺损区,术后随访情况较好。

1.4 骨盆肿瘤 骨盆解剖结构复杂,与多个重要脏器、血管、神经相比邻。骨盆区域的原发恶性肿瘤因早期无特殊症状,一旦发现体积已较大,切除已较困难。目前,骨盆肿瘤治疗仍围绕切除和重建展开,切除是尽可能在安全边界取出肿瘤,防止肿瘤播散,降低复发率,功能重建则是为了提高患者生存质量。郭卫教授带领其团队利用 3D 打印技术为一名骶骨恶性肿瘤患者定制了人工全骶骨假体并进行了精准安装,术后患者可步行,功能恢复良好。施凤伟等^[15]术前根据患者骨盆薄层 CT 三维重建患者骨盆结

构,模拟手术并设计导板并用于术中,完成半骨盆切除、钉棒重建骨盆环、全髋关节置换术,以完成骨盆肿瘤的切除与重建,根据分析得出 3D 打印髋臼导板应用于骨盆原发恶性肿瘤的切除重建手术中,减少了手术时间,术中出血量及透视次数,术后髋臼位置良好,具有不错的手术效果。Sun 等^[16]治疗患者骨盆肿瘤时,结合 3D 打印技术制作出与患者骨盆 1:1 的模型,并利用模型预演出切除术后骨盆残留形状,制作出个体化骨盆假体,术中植入后发现完全匹配,术后效果较好。Wong 等^[17]利用 3D 打印技术,术前打印骨盆肿瘤患者手术部位的 3D 模型,明确各解剖层次之间的关系,明确手术入路及手术方案,并且打印出骨缺损后所需的个性化假体;该患者术后病理提示肿瘤切除干净彻底,肿瘤切除范围及假体放置位置最大误差不超过 4 mm,术后随访 11 个月,患者髋关节活动功能正常,未发现肿瘤复发及假体松动等。

1.5 四肢骨关节肿瘤 骨肿瘤以四肢居多^[18],传统关节周围骨肿瘤的切除多凭借临床经验,切除为大致范围,常造成定制的假体与缺损骨质匹配不完全,甚至造成手术失败,且四肢关节因承担人体运动等功能,韧带、肌肉等软组织重建也更应受到重视。3D 打印技术可通过计算机完成术前设计,精确测量出切除部位大小,制作出个性化假体。而且 3D 打印技术可辅助个体化韧带、肌肉的设计,使定制假体更符合个人要求,以免影响患者术后功能恢复。马立敏等^[19]将 3D 打印技术应用于股骨远端肿瘤患者,通过设计手术导板,制作实体导板等完成患者肿瘤切除及功能重建,术后平均随访 48 个月,患者无局部肿瘤复发,无假体周围感染、松动及断裂事件发生。付军等^[20]通过计算机完成个体化手术、导板设计,同时采用 3D 打印技术,术前完成肿瘤切除设计及重建手术,术后 X 线或 CT 扫描均显示肿瘤完整切除。程维等^[21]在 1 例胫骨近端外侧骨肉瘤患者、1 例股骨远端骨肉瘤患者治疗中,在 3D 打印假体上对于韧带附丽点进行调整,以确保骨质与假体的稳定固定,使关节的功能得到大部分的保留,而根据患者的实际病情调整假体形态、韧带及肌肉的附丽点是传统定制关节假体无法做到的。真正为患者做到了“个体化”,同时也可使假体及韧带、肌肉更适应患者。

2 3D 打印技术在骨肿瘤科应用的不足

虽然 3D 打印技术在骨肿瘤科有如此广泛的应用,且具有传统治疗手段无可比拟的优点,但仍有一

些存在的问题:①3D 打印假体制作要求高。打印出的假体最终目的是成功植入患者体内,因此假体的设计和制作需要极富经验的临床医生进行把关,首先需确保三维重建时数据保存完好,在 CT 图像中,因松质骨成像与软组织结构很难彻底分离,若三维重建时数据有所损失,那制作出的假体必然与人体所需的假体无法完全契合;其次需处理好假体的固定方式,即钉道和截面,既要保证入钉后不会损伤患者自身的神经及血管,还需保证固定的牢固性。②人才储备不足。目前假体的制作多为医院提供通过 CT、MRI 等影像技术,重建得到的骨骼三维图像,再由厂家负责假体的加工和制作,这一过程中,若厂家的工作人员不具有足够的医疗知识和技术水平,很有可能制作出的假体与理想假体存在较大误差。因此,应尽快加强教育培训,配备专业的人才,培养懂医疗且掌握 3D 打印技术的复合型人才,为医院今后应用和发展 3D 打印技术储备足够的人才。

3 小结

3D 打印技术在骨肿瘤科个体化手术治疗方面发挥了无可替代的作用。不仅为骨科医师提供了更为合理的术前手术方案,实现了更为直观的术前模拟,减少了术中透视次数,保护了医护人员,降低了出血量,提高了手术效率,实现了更为优良的功能重建。目前,3D 打印技术应用还未发挥最大价值,相信随着技术的发展,人才建设与法律制度的完善,这项技术在医学领域必将发挥强大的作用。

参考文献:

- [1]Shin KH,Moon SH,Suh JS,et al.Tumor volume change as a predictor of chemotherapeutic response in osteosarcoma[J].Clin Orthop Relat Res,2000(376):200-208.
- [2]丁焕文,易灿,涂强,等.计算机辅助骨盆肿瘤精确切除和功能重建[J].中国修复重建外科杂志,2011,25(10):1218-1223.
- [3]Ciocca L,Mazzoni S,Fantini M,et al.CAD CAM guided secondary mandibular reconstruction of a discontinuity defect after ablative cancer surgery [J].J Craniomaxillofac Surg,2012,40 (8): e511-e515.
- [4]Levine JP,Patel A,Saadeh PB,et al.Computer-aided design and manufacturing in craniomaxillofacial surgery:the new state of the art[J].J Craniofac Surg,2012,23(1):288-293.
- [5]Ciocca L,Mazzoni S,Fantini M,et al.A CAD CAM-prototyped anatomical condylar prosthesis connected to a custom-made bone plate to support a fibula free flap [J].Med Biol Eng Comput,2012,50(7):743-749.
- [6]Knoll WD,Gaida A,Maurer P.Analysis of mechanical stress in reconstruction plates for bridging mandibular angle defects [J].J Craniomaxillofac Surg,2006,34(4):201-209.
- [7]Shibahara T,Noma H,Furuya Y,et al.Fracture of mandibular reconstruction plates used after tumor resection [J].J Oral Maxillofac Surg,2002,60(2):182-185.
- [8]王芬.3D 打印技术修复上颌骨骨巨细胞瘤切除后缺损 1 例 [J].中华老年口腔医学杂志,2017,15(5):302-303.
- [9]张涛,唐晓平,余定庸,等.侵犯颅底及颌面部骨巨细胞瘤(附三例报道)[J].中华神经医学杂志,2010,9(1):51-53.
- [10]周烨,马立敏,周霞,等.3D 打印技术在下颌骨肿瘤中的应用[J].海南医学,2013,24(23):3486-3487.
- [11]裴延军,吴智钢.世界首例 3D 打印金属锁骨和肩胛骨植入手术在西京医院成功实施[J].中华创伤骨科杂志,2014,16(5):34.
- [12]钱文彬,杨欣建,蓝涛,等.3D 技术打印椎体在全脊椎整块切除术中应用的初步探索 [J].生物骨科材料与临床研究,2015,12(2):9-11.
- [13]岳丽娜,刘忠军,许蕊凤,等.1 例 3D 打印超长人工椎体植入治疗脊柱脊索瘤的护理[J].中国微创外科杂志,2017,17(9):861-864.
- [14]Wu ZX,Huang LY,Sang HX,et al.Accuracy and safety assessment of pedicle screw placement using the rapid prototyping technique in severe congenital scoliosis [J].Journal of Spinal Disorders & Techniques,2011,24(7):444.
- [15]施伟,郭征,范宏斌,等.3D 打印髌白导板辅助骨盆肿瘤切除后精确重建[J].中国骨与关节杂志,2017,6(2):108-113.
- [16]Sun W,Li J,Li Q,et al.Clinical effectiveness of hemipelvic reconstruction using computer-aided custom-made prostheses after resection of malignant pelvic tumors[J].J Arthroplasty,2011,26 (8):1508-1513.
- [17]Wong KC,Kumta SM,Geel NV,et al.One-step reconstruction with a 3D-printed, biomechanically evaluated custom implant after complex pelvic tumor resection [J].Comput Aided Surg,2015,20(1):14-23.
- [18]颜来鹏,汤发强.人工假体置换术应用于 40 例四肢骨肿瘤保肢治疗的疗效分析[J].肿瘤学杂志,2016,22(7):594-596.
- [19]马立敏,张余,周烨,等.3D 打印技术在股骨远端骨肿瘤的应用[J].中国数字医学,2013,8(8):70-72.
- [20]付军,王臻,郭征,等.数字化 3D 打印个体化导板的设计加工及其在骨肿瘤手术中的应用 [J].中华创伤骨科杂志,2015,17(1):50-54.
- [21]程维,白长双,郝立昌,等.3D 打印假体技术治疗四肢骨关节肿瘤[J].中国矫形外科杂志,2017,25(9):844-847.

收稿日期:2018-3-1;修回日期:2018-3-9

编辑/杨倩