

3D 打印技术在神经外科的应用优势

叶劲弦

(贺州市人民医院神经外科 广西贺州 542800)

摘要: 3D 打印技术是按照数据模型将各种材料(比如说像一些粉末塑料、金属等材料)进行离散的堆积,精确地在有限时间内生产出物品。3D 打印技术不管是在工业、航空航天等行业还是在医疗行业都展现出巨大的优势和发展潜力,其具有诸多优势如效率高、个体化、保真性等为医疗技术发展提供了新的发展方向。本文结合相关技术以及实践经验,对 3D 打印技术在神经外科发挥出的作用进行讨论。

关键词: 3D 打印技术; 神经外科; 种类;

3D 打印技术目前在神经外科使用很普遍,通过能够定制的植入物修复颅脑缺失以及畸形,可以使用三维建模技术对各种神经外科疾病进行的手术中建模,能较为全面、精确地评估疾病。此外,还可以将此类技术建立的模型应用到对病人家庭的手术前向患者宣教活动中,以增强受训者学习积极性,提高其对解剖学和传统外科知识的了解和把握;便于病人或亲属手术时知情约定,降低医患矛盾。由于科学技术的提高,打印模型精准度已被部分运用于医学诊断和教学中,但也存在很多问题:①打印质量和效率有待进一步提高,无法广泛运用于急诊治疗。②在打印材料领域,由于生物相容性良好的医疗材料数量较少且生产成本也较贵,人们希望找到生物相容性和功能上与人脑设计得比较贴切的医疗材料。③临床影像数据在转换成立体的打印数据和立体化模型后会出现内容缺失问题,对三维重建的技能要求很高,且实施过程艰难。④于 3D 打印技术领域,不但需要合适的医疗仪器和技术,而且要多专业技术的交叉配合。⑤真空心血管模型的制备周期较传统实心模型制造时间缩短,但由于成本较昂贵,对影像学资料的需求也较多。⑥由于目前应用此技术,都还不能反应血流情况,所以对动静脉的判断都要根据位置而不是脉管系统的运动情况,因此具有一定错误概率。

一、3D 打印技术概念、步骤、分类

(一) 3D 打印技术的概念

3D 打印,也可以称之为增材制作、快速原型制作和实体自由制作等,是指一项可以在电脑的精确操作下,将三维数字模型用各种可黏性物质,逐步堆积为实体模型的快速成形技术^[1]。3D 打印机使用的原材料类型广泛,可能有陶瓷、树脂、金属材料,甚至还能对活的细胞进行打印。

(二) 打印步骤

①获取目标的影像学资料。②根据目标影像学资料,利用计算机造型程序完成三维图形造型工作^[2]。③将有关三维形体的数据资料录入 3D 印刷机,随后再将影像科学技术数据输入 Mimics、CAD 等三维立体化的应用软件,在各场景中构建物体位置的三维数字化建模之后,先将所得到的三维结果转换 STL(StanDard Template Library)的格式文件,然后再将标准 STL 送入 3D 印刷机内进行分层处理,接着再采用激光束或电熔喷嘴的方法精细地堆砌材料、并逐层累加,最后形成所要求数量的 1:1 立体或三维空间结构^[3]。

(三) 分类

目前使用最广泛的 3D 打印技术,大致分为光固化立体打印、熔融沉积成型技术和高选择性的激光烧结技术三种^[4]。(1)光固化立体印刷技术,又称光造型技术,是中国最先产生并且目前运用得比较普遍的 3D 打印工艺。光固化立体印刷采用了在一定波段和特定高度的紫外照射光固化塑料,然后固化出三维形状。使用紫外光固化树脂 3D 打印机的基础物质是光敏树脂,其中包含有聚丙烯酰化

环氧树脂、苯乙烯、聚富马酸二羟丙酯等小分子结构的数目物质^[5]。尽管光固化立体式印刷技术具备了打印速度快、印刷精度高和印制模型表面平滑等优点,但同时也面临着许多问题。紫外光固化树脂立体打印设备使用和维修成本高昂,因此制造生产成本较高。同时紫外光固化树脂材料特性脆,易于变色,与生物相容性略差,因此在应用时仍有许多局限性。(2)熔融物堆积成型,也可以称为熔融堆积法。一种最常用的熔融沉积成型热塑性物质,主要有聚乙烯吡咯烷酮、聚乙烯醇和聚乳酸。采用熔融沉积成形工艺的重点,就是掌握喷嘴的高温(约高于熔点一摄氏度)、填充的压力、打印机温度和层高^[6]。熔融沉积成形材料的效果好,而且技术简单,但精准度相对而言还不很好。所以这种技术更适合于制造较小型的(技术难度低)零件,并不适合于制造加工难度很大的 3D 物体。但是,近期的研究资料表明选择了不同浓度的羟基磷灰石与聚乳酸进行掺杂,并经过熔融沉积成形后所打印出来的复合物,具有了较高生物活性和生物降解稳定性,对用作植入体的前景效果也好^[7]。(3)高选择性激光烧结法,是采用近红外激光束烧结工艺粉末材料加工成形的办法。选择性激光烧结技术最大的好处就是选材范围较广,而在使用尼龙、蜡、环氧树脂等材料涂布的薄膜砂、金属和塑料,也是可能被用于烧结的粉状材料^[8]。选择性激光烧结法生产出来的热成型制品外观比较粗犷,需采用不同羟基磷灰石和聚酰胺等原材料加以复合,采用高选择性激光烧结技术法生产不同技术形式的 3D 支架,框架的三维多孔结构并彼此相连接。这种材料由制成的对羟基磷灰石/聚酰胺支撑,由于外形可塑性、孔隙结构优异,也有着良好的热力学特性,很适宜于骨骼修补用的骨结构支撑的使用^[9]。

二、3D 打印在神经外科中的应用

精确诊断也是当今医疗发展的重要目标与方向。由于神经系统结构的复杂化和不易恢复性,这就需要人们在诊断之前尽量多的了解疾病信息^[10]。CT 和 MRI 中的二维、三维图形功能,都已远不能适应现实需求的能力了。而使用 3D 打印技术可以将病人建模后,再利用其功能在诊疗过程中将有效增加手术的准确性,从而降低了危险性^[11]。

(一) 3D 打印机在神经外科解剖学课程中的运用

神经外科医生成长周期很长,而神经解剖学则是最基本、最关键的学习内容之一。传统的神经解剖学教育方法仅限于课堂讲授、解剖学图谱练习、大体标本剖析等教学方法,难以准确还原神经系统三维构造与解剖的定位关系^[12]。与之比较,3D 打印解剖教具除可以更精确表现神经系统解剖构造之外,更便于空间记忆与认知,同时研究了人类标本利用活动中潜在的伦理问题^[13]。鉴于其在科学教育上的有效性与优势,3D 打印模型获得了广泛接受,已广泛应用于颅底、眶周、颅室等不同解剖学构造的教学研究领域。

(二) 将 3D 打印技术运用于与手术技能的模拟

神经系统的复杂化也导致了神经外科技术发展有着很大的风险性,由于年轻医生的手机都会少,使得手术中的各项动作、手术的进路等都很难熟练掌握,极大的阻碍了新人的科技进展,怎样科学、有效的解决此难题。3D 打印技术也开始走进了我们的视野^[14]。目前,专科医生们已经利用了 3D 打印机模型的模拟,并开展了鼻蝶垂体瘤摘除法、动脉瘤大直径夹闭术、脑膜瘤摘除术等的技能培训,从而达到了降低学习曲线、提高学习成绩、降低治疗危险的目的^[15]。

(三) 创建个性化颅骨缺损模型,

实现可视化手术规划外伤(特别是复杂的颅骨骨折)、肿瘤等因素所导致的颅骨损害均显示出差异化的特征,所以在医疗流程中必须建立个性化的医疗计划,不过因为受伤区域的相邻情况以及受伤范围不同,导致个性化医疗计划的建立存在很大的困难^[16]。3D 打印机精细成型、复杂成型、个性化造模的技术,也正好克服了这一难题。樊继军等人首次选用了脂肪族的聚酯树脂为主要材料,在针对外伤性颅骨粉碎或凹陷后的骨折部位而进行的 3D 打印设计试验中,能够看到骨折部位和打印的造型完全符合。对于术中的设计错误的深入研究,显著提高了治疗疗效^[17]。合理的术中计划是手术取得成功的重要基础,特别对于危险性很大的手术,或者刚刚进行的小手术,又或者症状还不是非常清晰的大手术来说,术前筹划工作尤为重要^[18]。在 3D 打印的头颅模型上的模拟治疗设计,有效减少了术后风险、术后损伤和各种并发症的产生。所以模型上实现了在治疗时对病损颅组织的可视化,同时降低了对医生经验能力的依赖性,也因此真正做到了“量体裁衣,度身定制”^[18]。

(四) 颅骨的精准修复

目前使用的颅骨修复材料,主要软于各种金属材料、生物陶瓷、高分子材料多聚体以及组织工程骨等,但这些材料由于各有不足之处,在应用实践中也暴露出了一定困难。其中,3D 打印的金属钛网用来修复缺失头骨并于二零一三年获得美国 FDA 批准,由于金属钛网具备的可塑性高、快速成形等优点^[19]。在进行头骨修补的术后不仅显著减少了术后暴露时间,降低了出血和感染的风险,并采用先进成型工艺和轻量化技术使修补料与骨骼的契合效果更完美、更美观,同时满足了客户对性能与美观的要求。但不足之处是售价昂贵,普及率较差^[19]。

(五) 指导颅内肿瘤切除

颅脑解剖结构复杂而精密,术中稍有不慎就可以破坏组织结构造成严重后果,特别是位于蝶鞍部、巨脑细胞的关键作用区位置。手术治疗开展以前,医生必须先清楚了解肿块的实际尺寸、肿块部位、肿瘤血管以及其可及的毗邻结构等,为手术顺利实施提供了基本条件。特别是颅底肿瘤等复杂疾病患者,手术中了解上述情况是手术顺利实施的关键。采用 3D 的脑肿瘤模式,可为技术进路的确提供参考数据,也可为外科医生对肿块和周边脑组织功能的了解提供基础,为技术的顺利完成提供基础。

结束语:

综上所述,随着社会的进步和人类生活质量要求的提高,由疾病、外伤等原因造成的器官缺损修复极大地推动了医学领域 3D 打印(Three-Dimensional Printing)等科技的蓬勃发展。3D 打印机工艺是在一个以数字模型软件为媒介,先使用计算机软件将制成的 3D 产品按某一坐标轴切片,然后再通过 3D 印刷机将金属粉末和树脂等

材质加以粘贴的方式,通过逐层叠加的方法制作产品的生产工艺,能够做到面向特殊患者、特别需要的产品个性化制造,是传统生产技术所不能企及的。其另一个好处是能够清楚揭示机体深层构造,适合于颅脑及复杂组织模型的构建,用于术中评价、术后预演、术前引导等领域。

参考文献:

- [1]李贺,孙建军,乐利明,孙启皓,梁松林,荔志云.3D 打印技术在神经外科中的应用研究进展[J].新乡医学院学报, 2022, 39(12):1183-1186.
- [2]杨鑫,荔志云.3D 打印技术在神经外科临床治疗中的应用进展[J].海南医学, 2022, 33(19):2564-2567.
- [3]茆翔.PCMC 教学法联合 3D 打印技术在神经外科颅神经疾病实习教学中的应用研究[J].西部素质教育, 2022, 8(18):5-8.
- [4]张婷,魏志玄,张峰.3D 打印技术在神经外科教学中的应用研究[J].中国继续医学教育, 2022, 14(5):127-131.
- [5]李建飞,杨在平,陈远亮.3D 打印技术在神经外科中的应用及思考[J].中华神经创伤外科电子杂志, 2021, 7(6):376-379.
- [6]张浩,姜德华,王博,孙飞,马庆防,丁茂华,汤畅通,陈杰.3D 打印技术在神经外科临床中的应用[J].中国药物与临床, 2021, 21(14):2476-2477.
- [7]钱升,丁宛海,牛朝诗,申书伟,徐晓曦.3D 打印技术在现代神经外科中的应用[J].立体定向和功能性神经外科杂志, 2019, 32(1):59-62.
- [8]李学超,丁韶山,姜永锋.3D 打印技术在神经外科手术中的应用[J].中国社区医师, 2021, 37(6):40-41.
- [9]宋倩倩,李龙.3D 打印技术在神经外科护理带教中的应用效果评估[J].中国继续医学教育, 2020, 12(24):37-39.
- [10]何明莲,李强,陈渝杰,冯华.3D 打印技术在神经外科专科医师培训中的应用[J].中国继续医学教育, 2020, 12(20):66-68.
- [11]温稀超,曾昭穆,唐雨珊,付美娟,吴文松,郑克彬.3D 打印技术在神经外科的应用优势[J].中国组织工程研究, 2020, 24(35):5708-5714.
- [12]王林,周国阳,李寅,曹阳,姚远,丁瑶.3D 打印技术应用与神经外科教学的思考[J].继续医学教育, 2020, 34(5):34-35.
- [13]蔡金全,段淳楦,齐腾飞,蒋传路.3D 打印技术在神经外科临床教学中的应用[J].中国微侵袭神经外科杂志, 2020, 25(5):238-240.
- [14]赵元立,王亮,赵雅慧,叶迅.3D 打印技术在神经外科应用及发展前景[J].中国微侵袭神经外科杂志, 2020, 25(3):97-100.
- [15]黄星,刘祯,姜晓兵.3D 打印技术在神经外科的应用研究进展[J].中国临床神经外科杂志, 2019, 24(10):636-638.
- [16]王亮,叶迅,赵元立.3D 打印技术的发展及在神经外科领域的应用及前景[J].医学理论与实践, 2019, 32(14):2171-2172+2177.
- [17]陈研.3D 打印技术在神经外科临床中的应用[J].中国科技期刊数据库医药, 2022, 3(2):4.
- [18]束汉生,程哲,巢青,等.PBL 教学法结合 3D 打印技术在神经外科教学中的应用研究[J].西部素质教育, 2021, 7(17):3.
- [19]朱峻良谢春霞.3D 打印技术在神经外科腰椎穿刺术临床应用的应用[J].养生大世界, 2021, 1(16):256.