

快速成型技术在仿生医学训练模型研发及临床中的应用***☆

金桂兰¹, 曾莉¹, 李长吉², 朱燕¹

Application of rapid prototyping technology in research and development of bionic medical training models and clinical therapy

Jin Gui-lan¹, Zeng Li¹, Li Chang-ji², Zhu Yan¹

Abstract

BACKGROUND: Rapid prototyping technology is a newly emerging technology, which has played an important role in medical education and clinical treatment. It is an important task to apply it to make medical model, alter material composition of models and to explore new manufacturing technologies.

OBJECTIVE: To explore the principle and methods of rapid prototyping technology, and to discuss the application prospect of rapid prototyping technology in clinical diagnosis, treatment, and education.

METHODS: A computer-based online search was performed to search papers published in databases of PubMed, Science Citation Index, CNKI and VIP. Representative documents regarding rapid prototyping technology, simulated medical teaching, bionic materials, and clinical treatment were included.

RESULTS AND CONCLUSION: Rapid prototyping technology provides a newly preparing method for making human organs model that is hard to make using traditional methods. Three-dimensional medical models prepared by rapid prototyping technology not only makes the anatomical features embodiment, but also provides a better understanding of surgery between doctors and patients. It also can elevate diagnosis and operation levels, shorten surgery duration and save expenses in clinical diagnosis and surgery planning. The application of rapid prototyping technology in medical field would be widely applied from model preparation of bionic medical training to organ transplantation with development of biomaterials.

Jin GL, Zeng L, Li CJ, Zhu Y. Application of rapid prototyping technology in research and development of bionic medical training models and clinical therapy. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2010;14(39):7364-7366. [http://www.crter.cn http://en.zglckf.com]

摘要

背景: 快速成型术是一项新兴技术,它在医学教育及临床治疗中承担重要作用,研究运用快速成型术来研制医学训练模型,改变模型材料结构,探求制造新技术是一项重要的任务。

目的: 探讨快速成型制造技术的原理及方法,研究快速成型术在临床诊断、治疗及医学模拟教学中的运用前景。

方法: 应用计算机检索 PubMed 数据库、美国科技信息所的科学引文索引数据库及中国期刊全文数据库、中国科技期刊全文数据库,检索包括快速成形制造术、医学模拟教学、人体仿生材料、临床治疗方面最有代表性文献报道。

结果与结论: 快速成型制造技术的出现和发展,为不能制作或难以用传统方法制作的人体器官模型提供了一种新的制造手段。采用 PRM 技术制作三维医学模型,不但可以使解剖特征具体化、医生之间以及医生与患者之间易于交流,使患者易于理解医生策划的手术,而且可用于模拟教学中,指导操作,进行手术过程操练。在临床诊断和外科手术策划中,可有效提高诊断和手术水平,缩短时间,节省费用。随着生物材料知识的发展,快速成型产品在医学领域的临床应用将不断增长,从仿生性医学训练模型研制到人体骨骼再生植入,再到器官置换,应用范围将会越来越广泛。

关键词: 快速成型技术;医学训练模型;运用;研究;医学植入物

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2010.39.035

金桂兰, 曾莉, 李长吉, 朱燕. 快速成型技术在仿生医学训练模型研发及临床中的应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2010, 14(39):7364-7366. [http://www.crter.org http://cn.zglckf.com]

0 引言

随着医学模拟教育的快速发展,对各种医学训练模型的需求也越加迫切,形式多样的各科医学训练模型正在承担大量的医学教育任务。然而,一方面,医学模型的质地及仿生功能仍然难以切合教学需要;另一方面,模型生产手工程度较高,尤其在造模方面需要花费大量时间和劳动力。因此,探求新技术,研究新材料是一项重要的任务。

本文探讨快速成型制造技术的原理及方法,研究快速成型术在临床诊断、治疗及医学模拟教学中的运用前景,为进一步研究医学模型仿生材料及研制方法寻求科学途径。

1 资料和方法

1.1 检索策略 文献检索由图书馆理员完成;检索的主要关键词包括: Rapid Prototyping Manufacturing、biomaterial sin cartilage tissue engineering、An Artificial Skin 等。文献

来源的数据库主要是 PubMed 数据库、美国科技信息所的科学引文索引数据库及中国期刊全文数据库 1994/2010、中国科技期刊全文数据库 1989/2010。中文检索词为快速成型制造术, 医学模型, 仿生材料。文献的类型主要是已发表的论文。检索文献数量共 25 篇, 快速成型术资料较充实, 但国内对医学模型制作材料的研究基本缺失, 只能查到相关材料的少数文章。

1.2 入选标准

纳入标准: 包括快速成形制造术、医学模拟教学、人体仿生材料、临床治疗方面最有代表性文献报道。

排除标准: 与纳入标准无关及较陈旧的文章。

2 结果

2.1 研究方法与应用

快速成型制造技术: 快速成型制造技术是集新型材料、计算机辅助设计、激光技术、精密机械传动技术、数控技术等为一体, 采用电脑应用技术(CAD)模型直接驱动, 基于离散/堆积原理逐层累加进行物理模型快速制作的一项综合技术。随着近代诊断技术如 CT、MRI 和放射断层扫描的发展, 医生能够较易获得患者有关部位的二维断层图像。鉴于 CT 扫描的数据格式与切片数据格式的极其相似性, 计算机可以将 CT 数据转化成快速成型系统通用的数据输入格式, 并据此精确地复制出与生物形体具有相同形状的形体模型。采用该技术可以减少物理模型或样品乃至批量产品制造所用时间和成本, 同时可以保证制造的高精度, 以满足相应的使用要求^[1]。

快速成型技术的主要方法: 快速成型制造技术将传统的“去除”加工方法改变为“增加”加工方法, 根据所使用的材料和建造技术的不同, 其主要方法有: 采用光敏树脂材料通过激光照射逐层固化的光固化成型法、采用纸材等薄层材料通过逐层粘附和激光切割的叠层实体制造法、采用粉状材料通过激光选择性烧结逐层固化的选择性激光烧结法和熔融材料加热融化挤压喷射冷却成型的熔融沉积制造法等^[2-4]。

2.2 快速成型技术在医学教学中应用^[5-8]

医学实践教学: 随着中国《执业医师法》的颁布, 医务人员在工作中必须一切以患者为本, 这也随之而来限制了医学临床教育, 许多患者为了保护自身权益和个人隐私, 不愿意充当教学模特, 因此, 目前医学生临床技能只能通过

医学训练模型来教学, 并进行大量训练。特别是对一些有创伤性的操作技能, 医学模型发挥了重要作用。快速成型术可以制作解剖模型, 学生通过模型进行手术模拟。一些复杂的外科手术往往需要在三维模型上进行演练以确保手术的成功。快速成型术可以因人而异, 根据不同患者的身体数据, 设计切合患者自身的解剖模型, 医生可以明确患者的自身解剖特点, 准确地为其指出关键的区域, 增加患者对治疗的理解, 同时疾病模型能让医生对患者情况一目了然, 反复训练手术程序, 有利于熟练而成功地进行手术^[5]。

大规模医学模型生产: 近年来, 国内外医学模型发展很快, 国外模型有美国 METI 公司的超级综合模型人 HPS、挪威的复苏安妮及日本的妇科模型使用较多, 而国内模型厂家众多, 生产外科、儿科、妇科及骨伤科等各科训练模型, 但国内模型生产主要还是手工操作为主, 尤其是造模过程工艺比较陈旧, 生产力水平不高, 而且模型标准化难以得到保证。而快速成型术为模型生产开辟了广阔的空间, 因其可塑性强、标准化且效率高已渐渐被模型生产研究者关注, 它可用于各种医学训练模型的生产设计, 可以根据教学需求, 设计各种规格及形状的模型, 使模型更加标准化与客观化。

2.3 快速成型技术在临床治疗中应用

植入假体的设计和制作: 快速成型用于种植体设计, 利用 CAD 软件设计产品, 根据 RP 技术制作的模型在短时间内多次验证、修改并完善设计, 节约了时间和成本, 解除患者痛苦。如超高速螺旋 CT 三维重建在颅颌面正畸外科的应用中有效地解决了各种创伤所致畸形, 重塑患者生活的勇气, 提高患者生活质量。陈德敏等^[6]应用 CAD/CAM 技术和快速成型技术, 建立个性化设计、制造人工颅骨的快速响应体系。通过螺旋 CT 扫描、CAD 三维重建成像、三种快速成型工艺, 制成与患者颅骨缺损部位几何形态相同的个性化实体模型, 应用翻模工艺和 EH 复合型生物活性人工骨材料, 制成患者骨修复治疗用颅骨。结果显示人工颅骨几何外形与骨缺损部位非常吻合, 与健康侧对称, 临床效果非常满意。3 种快速成型工艺中, 选择性激光烧结法工艺较适合于个性化实体模型制作。完成整个制作流程的最快时间为 2 d。应用快速成型技术重建颅骨制作系统为颅骨缺损患者提供了一种可有效提高临床治疗效果和修复美学效果的新技术。

面部正畸外科的应用: 采用相位测量轮廓技术

¹ 南京中医药大学, 江苏省南京市 210046; ² 营口巨成教学科技开发有限公司, 辽宁省营口市 115004

金桂兰☆, 女, 1965 年生, 江苏省仪征市人, 汉族, 2009 年南京中医药大学毕业, 博士, 副教授, 主任, 主要从事中医学、中西医结合临床实验教学研究。fox3lan@vip.sina.com

通讯作者: 曾莉, 博士, 教授, 南京中医药大学, 江苏省南京市 210046

中图分类号: R318
文献标识码: A
文章编号: 1673-8225 (2010)39-07364-03

收稿日期: 2010-05-21
修回日期: 2010-06-12
(20100219009/GW·Z)

直接对患者面部三维轮廓信息进行采集, 可重建缺损面部的睁眼三维数字化模型。潘景光等^[7]在逆向工程实体构造软件中, 利用健侧眼眶部组织数据经镜像反转获得缺损区睁眼状态的三维实体数据; 运用快速成型技术制作缺损区表面形态的树脂模具; 以此模具来定位眼球, 制作缺损区表面形态的蜡型, 最终完成硅橡胶眶膈复体的制作。完成了单侧眼眶部缺损面部组织的三维重建, 获得了修复缺损区眼眶组织的三维实体数据, 快速成型制作的树脂模具与缺损区组织具有良好的边缘适合性, 硅橡胶眶膈复体达到对称逼真的修复效果。结果提示, 应用相位测量轮廓术、计算机辅助设计与制作技术和快速成型技术可以解决眶缺损复体塑形难, 制作难度大, 不易为医生所掌握等关键问题。

脊柱外科中的应用研究现状: 快速成型术在脊柱外科中常用制作脊柱实物模型, 在术前规划、手术模拟、定制植入物和内固定装置、辅助椎弓根螺钉内固定等方面发挥重要作用。陈玉兵等^[8]利用逆向工程原理及快速成型技术设计制造出个体化导航模板, 在尸体标本上进行个体化导航模板辅助腰椎椎弓根螺钉的置入手术, 术后行 CT 断层扫描评价螺钉在椎弓根及椎体内的位置。结果: 共应用 40 个个体化导航模板, 辅助置入腰椎椎弓根螺钉 80 枚。CT 扫描发现所有螺钉进钉点准确, 进钉方向适当; 全部螺钉均准确置入相应椎弓根及椎体内, 无穿破椎弓根皮质及椎体前方的螺钉。结论: 个体化导航模板辅助腰椎椎弓根螺钉置钉准确性高, 操作简单, 为腰椎椎弓根螺钉的准确置入提供了一种新的可供选择的方法。

2.4 快速成型术在医学教育及临床中研究展望

仿生医学训练模型制造: 医学生学习医疗操作, 诸如穿刺、切开、缝合等有创性诊疗技术必须要借助医学模型上进行反复训练才能完成。然而目前医学模型的仿生性较差, 生产水平仍以手工为主。因此, 改变模型生产材料, 改良制作工艺非常迫切。快速成型术能够根据我们需求, 自行设计模型规格, 进行电脑三维制作, 再通过采用硬质石膏、硅橡胶等材料和相关方法翻模, 制作熔模并进行熔模铸造制作模型^[9]。

医学生物工程应用: 快速成型技术主要针对骨的具体结构, 进行 CAD 造型, 然后利用内部细微结构仿生建模技术及分层制造, 常温下用生物可降解材料边分层制造边加入生物活性因子及种子细胞。用快速成型技术制成的细胞载体框架结构来创造一种微环境, 以利于细胞的黏附、增殖和功能发挥, 以此达到组织工程骨的并行生长, 加速材料的降解和成骨过程^[10]。

3 讨论

快速成型技术目前在医学领域的应用主要集中于医学教学及临床治疗活动中。快速成型制造技术的出现

和发展, 为不能制作或难以用传统方法制作的人体器官模型提供了一种新的制造手段。采用 PRM 技术制作三维医学模型不但可以使解剖特征具体化、医生之间以及医生与患者之间易于交流、患者易于理解医生策划的手术, 而且可用于模拟教学中, 指导操作, 进行手术过程操练。在临床诊断和外科手术策划中, 可有效提高诊断和手术水平, 缩短时间, 节省费用。随着生物材料知识的发展, 快速成型产品在医学领域的临床应用将不断增长, 从仿生性医学训练模型研制到人体骨骼再生植入, 再到器官置换, 应用范围将会越来越广泛^[11]。

4 参考文献

- [1] 郭侠, 王广春. 快速成型技术及其在医学领域中的应用[J]. 山东大学学报: 医学版, 2003, 41(5): 574-575.
- [2] Xue Y, Gu P. A review of rapid prototyping technologies and systems. Computer-Aided Design. 1996; 28(4): 307.
- [3] Ashley S. Rapid Prototyping is Coming of Age. Mechanical Engineering. 1995; 117(7): 62.
- [4] Jacobs PF. Stereolithography and Other RP & M Technologies: From Rapid Prototyping to Rapid Tooling. New York: ASME, 1995: 233.
- [5] 金桂兰, 曾莉, 李长吉, 等. 医学训练模型材料的比较与应用[J]. 中国组织工程与临床康复, 2009, 13(42): 8346-8347.
- [6] 陈德敏, 刘义荣, 刘俊. 应用快速成型技术重建人工颅骨[J]. 生物医学工程研究, 2009, 23(8): 215-218.
- [7] 潘景光, 赵敏民, 苏方. 单侧眶缺损的三维仿真设计与快速制作[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(43): 8496-8498.
- [8] 陈玉兵, 陆声, 徐永清, 等. 个体化导航模板辅助腰椎椎弓根螺钉置钉准确性实验研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(8): 623-626.
- [9] 杜昭辉, 吴耀华, 颜永年. 快速原型技术医学应用的研究[J]. 机械工业自动化, 1997, 1(3): 53.
- [10] 刘亚雄, 李涤尘, 卢秉恒. 基于快速原型的个体匹配骨骼造型方法[J]. 西安交通大学学报, 2002, 36(3): 265.
- [11] 滕勇, 王臻, 李涤尘. 快速成型技术在医学中的应用[J]. 国外医学: 生物医学工程分册, 2001, 24(6): 257.

基金资助: 南京中医药大学科技创新团队(No:5)资助; 江苏省教育科学“十一五”规划项目“创建国家级中医临床实验教学中心”资助; 江苏省教改立项重点项目“中医临床辨证能力训练平台研究”资助。

关于作者: 由第一作者构思, 解析相关数据, 经过通讯作者 3 次审校 3 次修改后, 所有作者共同起草, 第一作者对本文负责。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

伦理批准: 没有与相关伦理道德冲突的内容。

此问题的已知信息: 快速成型制造技术在医学模拟教学及临床诊断、治疗方面将有较大的前景。

本文增加的新信息: 分析快速成型术的原理及方法以及在医学上的应用, 研究在医学模型制造中加强仿生材料及制造技术运用, 尤其是发挥快速成型术的技术优势。

提供临床借鉴的意义: 快速成型产品的应用, 从仿生性医学训练模型研制到人体骨骼再生植入, 再到器官置换, 应用范围将会越来越广泛。