

2023 年中华医学科技奖候选项目/候选人
公示内容

推荐奖种	医学科学技术奖（基础医学类）
项目名称	血管化组织器官快速制造技术
推荐单位 /科学家	中国医科大学
推荐意见	该项目基于“生物材料”、“组织工程”、“干细胞”等基础学科，同时其概念和内涵已远远超出了这些学科，属于“生物学”、“化学”、“材料学”、“医学”、“机械学”、“计算机学”等新型交叉学科领域。针对临床上器官移植供体严重不足、免疫排斥反应等重大科学问题，开辟了多个系列用于血管化组织器官体外快速制造的新方法、新策略和新途径，创建了一系列生物型人工器官制造的新观点、新理论和新论断。主要科学发现如下： （1）创建了几组用于含多种细胞类型、异质高分子材料、分支血管网络的抗缝合可植入血管化组织器官体外制造的三维（3D）打印技术、组合模具技术等，提出了血管化组织器官体外全自动化、半自动化制造等新理念、新方法和新策略。 （2）揭示了几组用于血管化组织器官体外快速制造的性能优异的天然高分子材料，如明胶、壳聚糖、纤维蛋白水凝胶，和合成高分子材料，如聚乳酸-羟基乙酸、聚氨酯，生物相容性、可成形性、可降解性、可整合性、抗缝合性等生理生化特征。 （3）提出了“3D 结构中干细胞分步诱导”、“细胞冻存与细胞打印相结合”、“复合多喷头低温成形”、“材料 / 结构 / 功能三位一体化”等器官制造的新理论、新观点和新论断。 （4）克服了困扰“组织工程”、“干细胞”、“生物材料”、“药物筛选”等领域几十年的诸多技术瓶颈问题，如大块组织成形和营养供应、分支血管 / 神经网络构建、干细胞 100%诱导转化率、多种异质材料有机整合、可植入材料的生物相容性、抗缝合强度等，实现了血管化组织器官由体外手工制作到全自动化和半自动化智能制造的重大突破和飞跃。 我单位认真审核项目填报各项内容，确保材料真实有效，经公示无异议，推荐其申报 2023 年度中华医学科技奖。
项目简介	本项目基于“生物材料”、“组织工程”、“干细胞”等基础学科，属于“生物学”、“化学”、“材料学”、“医学”、“机械学”、“计算机学”等新型交叉学科，即“器官制造”领域。针对临床上器官移植供体严重不足、免疫排斥反应等重大科学问题，开辟了多个系列用于血管化组织器官体外快速制造的新方法、新策略和新途径，创建了一系列生物型人工器官制造的新观点、新理论和新论断。主要科学发现如下： （1）创建了几组用于含多种细胞类型、异质高分子材料、分支血管网络的抗缝合可植入血管化组织器官体外制造的三维（3D）打印技术、旋转组合模具技术等，提出了血管化组织器官体外全自动化、半自动化制造等新理念、新方法和新策略。 （2）揭示了几组用于血管化组织器官体外快速制造的性能优异的天然高分子材料，如明胶、壳聚糖、纤维蛋白水凝胶，和合成高分子材料，如聚乳酸-羟基乙酸、聚氨酯，生物相容性、可成形性、可降解性、可整合性、抗缝合性等生理生化特征。 （3）提出了“3D 结构中干细胞分步诱导”、“细胞冻存与细胞打印相结合”、“复合多喷头低温成形”、“材料 / 结构 / 功能三位一体化”等器官制造的新理论、新观点和新论断。 （4）克服了困扰“组织工程”、“干细胞”、“生物材料”、“药物筛选”等领域几十年的诸多技术瓶颈问题，如大块组织成形和营养供应、分支血管 / 神经网络构建、干细胞 100%诱导转化率、多

	种异质材料有机整合、可植入材料的生物相容性、抗缝合强度等。 近年来，器官 3D 打印技术已“风靡全球”，已有大批学者在本项目的基础上开展了类似的研究工作。如 2019 年国际顶尖期刊“Science”发表了两篇相关论文（2019,364,458；2019,365,482），分别用含细胞聚乙二醇双丙烯酸酯（一种光固化合成高分子材料）、胶原（具有强烈的免疫原性）水凝胶 3D 打印肺脏、心脏结构。其 3D 打印设备和工艺都是基于本项目提出的快速成形原理和高分子水凝胶固化理论，而本项目在材料选取、技术创新和生理功能等方面至少领先这两个课题组 15 年。 本项目 8 篇代表论文在 SCI-E 数据库中他人总引用次数为 275 次。其中第一完成人在项目完成期间曾获得国家自然科学基金委面上项目资助，2015 年在美国出版了专著“Organ Manufacturing”，获得了 30 多项国家发明专利，完成了多材料（如细胞、高分子或聚合物、生长因子、药物、冻存因子）、多尺度（如纳米微米-毫米-厘米）、多维度（如 3D）、多层次（如分级血管/神经网络）复杂器官体外制造的“跨越式发展”和“里程碑式突破”，这些成果已在血管/神经化肝脏/乳房/骨/软骨等器官制造与修复中得到了体现。本项目研究成果在“生物材料”、“干细胞”、“3D 打印”、“器官移植”、“药物研发”、“组织工程”、“再生医学”、“病理分析”、“器官制造”、“个性化治疗”、“器官低温保存”等十几大热门领域都有着非常重要的理论实践意义和极其广阔的临床应用前景。
--	--

代表性论文目录

序号	论文名称	刊名	年,卷(期)及页码	影响因子	全部作者(国内作者须填写中文姓名)	通讯作者(含共同,国内作者须填写中文姓名)	检索数据库	他引总次数	通讯作者单位是否含国外单位
1	An interpenetrating alginate/gelatin network for three-dimensional (3D) cell cultures and organ bioprinting	Molecules	2020;25(3):765	4.412	陈秋宏, 田晓红, 范军, 佟浩, 敖强, 王小红	王小红	SEC-E	21	否
2	Advanced polymers for three-dimensional (3D) organ bioprinting	Micromachines	2019;10(12), 814	2.524	王小红	王小红	SEC-E	21	否
3	Chitosans for tissue repair and organ three-dimensional (3D) bioprinting	Micromachines	2019;10(11)	2.524	李盛龙, 田晓红, 范军, 佟浩, 敖强, 王小红	王小红	SEC-E	30	否
4	Bioartificial organ manufacturing technologies	Cell Transplantation	2018;27(12):1-13	3.341	王小红	王小红	SEC-E	13	否

5	Gelatin-based hydrogels for organ 3D bioprinting	Polymers	2017; 9(9):401	2.935	王小红, 敖强, 田晓红, 范军, 佟浩, 候伟建, 柏树令	王小红	SEC-E	85	否
6	3D bioprinting technologies for hard tissue and organ engineering	Materials	2016;9(10):802	2.654	王小红, 敖强, 田晓红, 范军, 韦玉军, 候伟健, 佟浩, 柏树令	王小红	SEC-E	79	否
7	3D bioprinting of adipose-derived stem cells for organ manufacturing	Adv. Exp. Med. Biol.	2018:1-14	2.126	王小红, 刘畅	王小红	SEC-E	13	否
8	Fibrin hydrogels for endothelialized liver tissue engineering with a predesigned vascular network	Polymers	2018;10(10):1048	3.164	王小红, 刘畅	王小红	SEC-E	13	否

代表性引文目录

序号	被引代表性论文序号	引文名称/作者	引文刊名	引文发表时间 (年 月 日)
1	1	Interpenetrating polymer network hydrogels as bioactive scaffolds for tissue engineering/Cody O. Crosby, Brett Stern, Nikhith Kalkunte, Shahar Pedahzur, Shreya Ramesh, Janet Zoldan	Rev. Chem. Eng.	2022年04月26日
2	2	Toward better drug development: Three-dimensional bioprinting in toxicological research/Diána Szűcs, Zsolt Fekete, Melinda Guba, Lajos Kemény, Katalin Jemnitz, Emese Kis, Zoltán Veréb	International Journal of Bioprinting	2023年01月06日
3	3	Error assessment and correction for extrusion-based bioprinting using computer vision method/Changxi Liu, Chengliang Yang, Jia Liu, Yujin Tang, Zhengjie Lin,	International Journal of Bioprinting	2022年11月16日

		Long Li , Hai Liang, Weijie Lu, Liqiang Wang		
4	4	Strategies to induce natural killer cell tolerance in xenotransplantation/Kevin J. Lopez, Arthur A. Cross-Najafifi, Kristine Farag, Benjamin Obando, Deepthi Thadasina, Abdulkadir Isidan, Yujin Park, Wenjun Zhang, Burcin Ekser, Ping Li	Frontiers in Immunology	2022 年 08 月 22 日
5	5	The Role of the Microenvironment in Controlling the Fate of Bioprinted Stem Cells/Lauren N. West-Livingston, Jihoon Park, Sang Jin Lee, Anthony Atala, James J. Yoo	Chem. Rev.	2020 年 10 月 14 日
6	6	A transatlantic perspective on 20 emerging issues in biological engineering/BONNIE C WINTLE, CHRISTIAN R BOEHM, CATHERINE RHODES, JENNIFER C MOLLOY, PIERS MILLETT, LAURA ADAM, RAINER BREITLING, ROB CARLSON, ROCCO CASAGRANDE, MALCOLM DANDO, ROBERT DOUBLEDAY, ERIC DREXLER, BRETT EDWARDS, TOMELLIS, NICHOLAS G EVANS, RICHARD HAMMOND, JIM HASELOFF, LINDA KAHL,TODD KUIKEN, BENJAMIN R LICHMAN, COLETTE A MATTHEWMAN, JOHNATHAN A NAPIER, SEAN S OHIGEARTAIGH, NICOLA JPATRON, EDWARD PERELLO, PHILIP SHAPIRA,	eLIFE	2017 年 04 月 01 日
7	7	Advanced hydrogel systems for mandibular reconstruction/Jiaxin Guo, Hao Yao, Xu Li, Liang Chang, Zixuan Wang, Wangyong Zhu, Yuxiong Su, Ling Qin, Jiankun Xu	Bioactive Materials	2023 年 01 月 01 日
8	8	Milestones and current achievements in development of multifunctional bioscaffolds for medical application/Jagoda Litowczenko, Marta J. Wo,	Bioactive Materials	2021 年 09 月 01 日

		zniak-Budych, Katarzyna Staszak, Karolina Wieszczycka, Stefan Jurga, Bartosz Tylkowski			
完成人情况表					
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
王小红	1	中国医科大学	中国医科大学	教授,教授	无
对本项目的 贡献	作为项目第一完成人对项目进行了统筹管理，负责了项目整体设计、人员安排、资金支持、设备研制、材料采购、成果推广，方向把握及实施进度等。创建了几个系列器官体外快速制造新途径，如 3D 打印和组合模具等，提出了一系列器官制造的新理论、新观点和新策略。解决了困扰“组织工程”、“干细胞”、“生物材料”、“药物筛选”等领域几十年的诸多技术瓶颈问题，如大块组织成形和营养供应、分支血管/神经网络构建、干细胞 100%诱导转化率、多种异质材料有机整合、可植入材料的生物相容性、抗缝合强度等，实现了血管化组织器官由体外手工制作到全自动化和半自动化智能制造的重大飞跃和突破。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
敖强	2	中国医科大学	中国医科大学	教授	无
对本项目的 贡献	参与了中国医科大学王小红教授主持的项目《基于复合四喷头 3D 打印技术的血管化脂肪组织实验研究》，联合构建了一台复合多喷头生物 3D 打印设备，以共作者身份发表与本项目相关的研究论文 6 篇，均为 SCI 收录，代表性论文详见附件 1，3，5，6。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
田晓红	3	中国医科大学	中国医科大学	教授	无
对本项目的 贡献	参与了中国医科大学王小红教授主持的项目《基于复合四喷头 3D 打印技术的血管化脂肪组织实验研究》，联合构建了一台复合多喷头生物 3D 打印设备，以共作者身份发表与本项目相关的研究论文 6 篇，均为 SCI 收录，代表性论文详见附件 1，3，5，6。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
范军	4	中国医科大学	中国医科大学	教授	办公室主任
对本项目的 贡献	参与了中国医科大学王小红教授主持的项目《基于复合四喷头 3D 打印技术的血管化脂肪组织实验研究》，联合构建了一台复合多喷头生物 3D 打印设备，以共作者身份发表与本项目相关的研究论文 6 篇，均为 SCI 收录，代表性论文详见附件 1，3，5，6。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
佟浩	5	中国医科大学	中国医科大学	高级实验师	无
对本项目的 贡献	参与了中国医科大学王小红教授主持的项目《基于复合四喷头 3D 打印技术的血管化脂肪组织实验研究》，联合构建了一台复合多喷头生物 3D 打印设备，以共作者身份发表与本项目相关的研究论文 6 篇，均为 SCI 收录，代表性论文详见附件 1，3，5，6。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
陈秋宏	6	中国医科大学	中国医科大学	其他	无
对本项目的 贡献	参与了中国医科大学王小红教授主持的项目《基于复合四喷头 3D 打印技术的血管化脂肪组织实验研究》，以共作者身份发表与本项目相关的研究论文 2 篇，均为 SCI 收录，代表性论文详见附件 1。				

姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
李盛龙	7	中国医科大学	中国医科大学	主治医师	无
对本项目的 贡献	参与了中国医科大学王小红教授主持的项目《基于复合四喷头 3D 打印技术的血管化脂肪组织实验研究》，以共作者身份发表与本项目相关的科研论文 4 篇，均为 SCI 收录，代表性论文详见附件 3。				
完成单位情况表					
单位名称	中国医科大学			排名	1
对本项目的 贡献	中国医科大学作为主要完成单位，在本项目完成期间给予了大量的人力、物力、财力支持。不仅为本项目提供了实验场地、仪器设备、科研启动费等，还为项目后续进展提供了充足的科研经费和便利条件。 中国医科大学拥有教育部重点实验室 3 个，辽宁省重点实验室 33 个，辽宁省临床医学研究中心 12 个。具备标准高通量测序实验室和分子生物学实验室以及临床实验室，辽宁省科技厅验收合格的 SPF 级实验动物中心，为本项目涉及的仪器操作提供了专人培训和操作指导，课题组配备熟练掌握现代化检测技巧的专业技术人员参与或辅导课题组攻克技术难关，完成相关检测工作。中国医科大学附属第一医院、盛京医院、肿瘤医院、口腔医院等为本项目研究提供了丰富的临床经验和技术支持，尤其是核磁共振、CT 扫描等影像资料。 学校提供了 300 万元的科研启动费、多个实验场地、多种仪器设备和校内经费支持。如，校内经费如中国医科大学—中国科学院沈阳分院合作项目：基于 3D 打印技术的金属化骨修复材料研究，经费 10 万元，2017 年“高峰/骨干/培育学科建设支持计划”10 万元，保证了项目进行过程中雇佣临时工等必要开支。学校在论文发表、课题申请等方面，提供了大量资金帮助与支持，专利申报、维持等方面配备专业人员以供随时咨询，并推举出大量国内外学术会议、学术报告、出国进修等活动，提高各层次参加人员的科研素质和水平。				