

拟推荐 2023 年中华医学科技奖候选项目/候选人 公示内容

推荐奖种	青年科技奖（非基础医学类）
项目名称	骨外科数字化精确诊疗关键技术研发与临床应用
推荐单位/科学家	江苏省医学会
推荐意见	<p>本单位姚庆强教授骨外科学医工交叉创新团队系统开展了骨外科数字化精确诊疗关键技术研发与临床应用，有效解决了临床传统骨科手术难以实现个性化、精确化修复重建的难题。</p> <p>在基础研究中，该团队系统开展了骨科数字化诊疗的 CAD 设计、有限元计算、医学 3D 打印技术的研究，特别是 3D 打印骨/软骨组织工程修复材料、3D 打印定制式骨科医疗器械、3D 打印个性化定制骨科植入体的研发，构建了骨外科的数字化、个性化、精准化创新诊疗体系。</p> <p>在临床研究中，其所领导的江苏省数字医学与 3D 打印临床工程研究中心、南京医科大学数字医学研究所、南京医科大学附属南京医院骨科利用研发的数字化诊疗技术，系统开展面向复杂骨关节畸形、肿瘤、粉碎性骨折骨折等疾病的个性化精确诊疗，取得了理想的效果。</p> <p>姚庆强教授团队还培养了一支以中青年专家为主、专业特色鲜明的医工交叉创新团队，并通过 Digital Medicine 杂志，为全球本领域科技工作者提供学科发展、学术交流的平台。</p> <p>该项研究作为推动江苏省乃至我国数字医学、数字骨科学、医学 3D 打印的学科体系建设，深化学科的基础研究与临床转化应用做出了一定的贡献。</p> <p>推荐该项目申报中华医学科技奖。</p>
项目简介	<p>作为运动系统的重要组成，骨骼系统在传导载荷、维系运动、缓冲应力等方面具有重要的生理功能。老龄化、运动损伤、交通事故伤、肿瘤等导致骨科患者数量庞大，我国每年新发外伤骨折超 300 万人/年，骨性关节炎总患病数更高达 1.2 亿，腰椎疾病患者在老年人群高达 90%，由此导致的疼痛、功能障碍已成为致残的主要原因之一。由于复杂的解剖、力学、生理/病理特点，传统的病情分析与手术计划、标准化工具、修复材料、医疗器械难以实现骨科疾病的个性化精准诊疗，导致骨科疾病的远期疗效不理想。本项目组开展了数字骨科的关键技术的研发与应用研究，破解了复杂科疾病的精准诊疗难题。</p> <p>本项目的主要研究成果与关键技术内容如下：</p> <p>（1）围绕常规三维 CT、MR 影像对难以 1:1 直观还原复杂骨关节疾病的病理解剖问题，系统性提出通过系统优化 CAD 设计、熔融沉积成型 3D 打印（FDM-3DP）技术构建骨骼原型，并应用于复杂关节周围骨折、人工髋关节置换（THA）/全膝关节置换（TKA）的解剖测量、全股骨置换、全肱骨置换的解剖测量，实现了复杂关节疾病的术前精确诊断与测量。</p> <p>（2）围绕常规器械难以精准引导复杂关节手术操作定位的难题，创新采用基于 CT/MR 融合影像数据 CAD 设计、有限元力学计算的手术设计，并采用光固化成型 3D 打印技术（SLA-3DP）构建手术导板，系统性研发了 TKA 截骨槽/定位针手术导板、伴骨畸形 TKA 截骨导板、THA 髌臼中心点导板、髌臼骨折导板，实现了关节外科手术的个性化、精准化。</p> <p>（3）围绕术中面对复杂解剖环境的三维定位问题，系统开发了高斯可变形骨骼模板构建、三维骨拼接、2D-3D 配准等方法，优化了混合现实（MR）导航系统，并应用于复杂骨折髓内钉远端交锁、脊柱椎弓根螺钉植入、TKA 截骨板定位的导航，实现了骨科术中精准化全息影像导航。</p> <p>（4）围绕常规假体无法实现复杂骨关节结构性缺损的难题，系统性提出基于计算机辅助设计（CAD）、计算流体力学（CFD）/有限元（FE）理论计算、3D 打印多孔支架理化特性-生物学性能调控等系列研究结果，采用电子束熔融 3D 打印技术（EBM-3DP）等技术构建个性化人工关节假体，并创新设计了反肩肿瘤假体等系列个性化定制 3D 打印假体，解决了面向复杂病理环境（肿</p>

瘤、感染、创伤、畸形)大体积异形骨关节组织缺损的修复重建难题。

本项目形成了一系列骨科数字诊疗的创新理论与方法,累计发表SCI文章60余篇(包括AFM、BM、SA等一区期刊,单篇最高IF=19.924),中文核心期刊论文50余篇;项目组作为副主编单位参编人民卫生出版社“十三五”规划教材《数字医学概论》,并参与我国《3D打印矫形器设计、制造、使用标准与全流程监管的专家共识》、《3D打印骨科手术导板技术标准专家共识》的制定,多次获邀在国际数字医学大会、中华医学会全国骨科学年会、中华医学会全国数字医学学术年会、北美骨科年会等大会特邀交流;相关成果在30余家单位推广,累计临床应用达5000例以上,获得了国内外同行的充分肯定,取得了较为显著的社会效益。

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	3D Molecularly Functionalized Cell-Free Biomimetic Scaffolds for Osteochondral Regeneration	Advanced Functional Materials	2019;29(6):18073-56	19.924	李岚、李佳怡、郭佳敏、张惠康、张馨、尹彩云、王黎明、朱颐申、姚庆强	朱颐申、姚庆强	SCI-E	58	否
2	An all-silk-derived functional nanosphere matrix for sequential biomolecule delivery and in situ osteochondral regeneration	Bioactive Materials	2020,5:832-843	16.874	张薇、凌辰、张艾妮、刘昊洋、蒋余杰、李骁龙、盛仁旺、姚庆强、陈佳林	张薇、姚庆强、陈佳林	SCI-E	21	否
3	A multifunctional anti-inflammatory drug that can specifically target activated macrophages, massively deplete intracellular H ₂ O ₂ , and produce large amounts CO for a highly efficient	Biomaterials	2020,255,1201-55	15.304	杨广贞、樊梦妮、祝精武、凌辰、吴立煌、张馨、张明、李佳怡、姚庆强、顾忠伟、蔡晓军	姚庆强、蔡晓军	SCI-E	38	否

	treatment of osteoarthritis								
4	Tannic Acid-Mediated Dual Peptide-Functionalized Scaffolds to Direct Stem Cell Behavior and Osteochondral Regeneration	Chemical Engineering Journal	2020,396,125232	16.744	张薇、凌辰、刘昊洋、张艾妮、毛路、王静、巢杰、Ludvig J. Backman、姚庆强、陈佳林	张薇、姚庆强、陈佳林	SCI-E	22	否
5	Copper-incorporated bioactive glass-ceramics inducing anti-inflammatory phenotype and regeneration of cartilage/bone interface	Theranostics	2019;9(21):6300-6313	11.600	林荣才、邓翠君、李旭祥、刘雅琴、张猛、秦宸、姚庆强、王黎明、吴成铁	姚庆强、王黎明、吴成铁	SCI-E	62	否
6	3D Printed Dual-functional Biomaterial with Self-assembly Micro-nano Surface and Enriched Nano Argentum for Antibacterial and Bone Regeneration	Applied Materials Today	2019;17:206-215	8.663	李佳怡、李亮亮、周进、周智、吴小玲、王黎明、姚庆强	王黎明、姚庆强	SCI-E	27	否
7	Loss of Klotho contributes to cartilage damage by derepression of canonical Wnt/ β -catenin signaling in osteoarthritis mice	Aging-US	2019;11(24):12793-12809	5.955	顾延庆、任科伟、王黎明、姚庆强	王黎明、姚庆强	SCI-E	11	否
8	Cell-Free Biomimetic	ACS Biomaterials	2020;6(12):6917-	5.395	张薇、凌辰、李骁龙、盛仁	张薇、陈佳林、姚庆强	SCI-E	8	否

	Scaffold with Cartilage Extracellular Matrix-Like Architecture s for In Situ Inductive Regeneration of Osteochondral Defects	als Science & Engineering	6925		旺、刘昊洋、张艾妮、蒋余杰、陈佳林、姚庆强				
9	Fractal dimension:A complementary diagnostic indicator of osteoporosis to bone mineral density	Medical Hypotheses	2018;116:136-138	4.411	陈强、包倪荣、姚庆强、李志勇	陈强、姚庆强	SCI-E	12	否
10	Chondrogenic differentiation could be induced by autologous bone marrow mesenchymal stem cell-derived extracellular matrix scaffolds without exogenous growth factor	Tissue Eng Part A	2016, 22(3-4):222-232	4.080	唐成、金成哲、徐燕、魏波、王黎明	王黎明	SCI-E	26	否

知识产权证明目录

序号	类别	国别	授权号	授权时间	知识产权具体名称	全部发明人
1	中国发明专利	中国	CN109172865B	2020-12-08	梯度化 3D 打印 Ti-PDA-BMP-2 骨缺损修复支架及其制备方法	姚庆强; 王黎明; 徐燕; 于一帆
2	中国发明专利	中国	CN110368530B	2022-06-10	一种抗感染骨修复支架及其制备方法	姚庆强; 张明; 凌辰; 周星星; 白晶; 董强胜; 张惠康
3	中国发明专利	中国	CN102743790B	2014-04-09	一种细胞外基质支架材料及其制备方法	金成哲; 徐燕; 唐成; 王黎明

完成人情况表

姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
----	----	------	------	----	------

姚庆强	1	南京市第一医院	南京市第一医院	教授,主任医师	骨科主任
对本项目的贡献	统筹本项目的计划、实施以及质量控制；主持实施本研究的关键技术开发及其在骨外科的临床应用研究，包括“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”的第1-4项，其成功建立了个性化定制骨关节解剖模型、手术导板、个性化植入体的医学影像数据获取、定量影像测量、三维数字建模、3D打印制备技术体系。（代表性论著 1-1至1-9，专利2-1、2）				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
张薇	2	东南大学	东南大学	副研究员	无
对本项目的贡献	负责“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”的4（1）、4（2），包括骨科3D打印先进功能材料、个性化修复体的可控制备、表征、生物学性能控制、植入体在MC充填环境下的软骨组织再生的相关工作。（代表性论著1-2、4、8）				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
唐成	3	南京市第一医院	南京市第一医院	副教授,副主任医师	无
对本项目的贡献	负责“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”的4（4），包括本项目临床研究的计划、实施级质量控制，实施了基于CAD数字设计、CFD/FE理论计算、3D打印的骨科精准手术技术研究，参与开发了面向严重骨科疾病的个性化定制3D打印假体。（代表性论著1-10，专利2-3）				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
陈佳林	4	东南大学	东南大学	副研究员	无
对本项目的贡献	负责“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”的4（2）中骨科先进功能材料的3D打印制备、表征、生物学性能控制、骨组织再生的相关工作。（代表性论著1-2、4、8）				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
朱颐申	5	南京工业大学	南京工业大学	教授	无
对本项目的贡献	负责“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”的4（3）中骨科3D打印修复支架的生物学性能控制理论与方法研究、骨-软骨复合组织再生研究等相关工作。（代表性论著1-1）				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
王黎明	6	南京市第一医院	南京市第一医院	教授,主任医师	数字医学研究所所长
对本项目的贡献	负责项目中“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”的1、2、4（3），包括3D打印手术导板相关研究的实施，骨科手术导板的CAD设计、有限元分析与3D打印制备技术，混合现实全息导航手术的研究。（代表性论著1-1、5、6、7、10，专利2-1、3）				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
陈强	7	东南大学	东南大学	副研究员	无
对本项目的贡献	负责项目中“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”的3，包括骨科三维解剖数据的医学影像数据获取、定量影像测量、三维数字建模、混合现实全息投影建模等研发工作。（代表性论著1-9）				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
顾延庆	8	南京市第一医院	南京市第一医院	主治医师	无
对本项目的贡献	负责“四、主要科学发现、技术发明或科技创新”的4（4）中多孔生物支架、植入体在骨髓血基质（Marrow clot, MC）充填环境下干细胞行为控制、组织长入调控及相应的机制研究。（代表性论著1-7）				

完成单位情况表			
单位名称	南京市第一医院	排名	1
对本项目的贡献	南京市第一医院（南京医科大学附属南京医院）作为本研究项目的牵头单位，系统性组织开展了本项目的骨外科数字化精确诊疗关键技术的开发、人才培养、临床应用等工作，项目成果发表国际期刊论文 60 余篇，并且先后牵头成立了江苏省医学会数字医学分会、江苏省医师协会智慧诊疗专委会、SICOT 江苏省数字骨科分会等学术组织，推动了医学 3D 打印的基础研究、临床转化及学术交流。本项目成果在 30 余家单位推广，应用上述设计方法、手术技术，累计临床应用达 5000 例以上，取得了良好的社会效益；项目团队先后多人入选中组部万人计划青年拔尖人才、江苏省杰出青年科学基金、江苏省 333 工程第二/三层次人才；项目团队的工作为推动江苏省乃至我国数字医学、骨外科学的发展，做出了重要贡献。		
单位名称	东南大学	排名	2
对本项目的贡献	东南大学作为本研究项目主要完成单位，开展了三维解剖数据的数字化分析与建模，骨科先进功能材料的可控制备、表征、生物学性能控制、植入体在 MC 充填环境下的软骨组织再生的相关工作，联合研究成果已发表 SCI 论文 10 篇，本单位的项目完成人张薇副研究员入选第六期江苏省 333 工程第三层次人才。		
单位名称	南京工业大学	排名	3
对本项目的贡献	南京工业大学作为本研究项目主要完成单位，依托该单位的国家生化工程技术研究中心、材料化学国家重点实验室，开展了 3D 打印骨、软骨、骨软骨修复材料的可控制备、表征、生物学性能控制工作，本单位的项目完成人朱颐申教授以项目负责人牵头实施本领域的江苏省重点研发计划项目 1 项并结题，相关研究成果已在国际期刊发表 3 篇，实现成果转化 1 项，。		