

2026 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（非基础医学类）									
项目名称	关节置换围手术期全流程数智化关键诊疗技术体系建立及推广应用									
推荐单位/科学家	北京大学									
项目简介	我国人口老龄化进程加剧，终末期关节疾病患者激增，年关节置换手术超 150 万例，费用达数百亿元。传统关节置换严重依赖医生经验，存在术前规划偏差、假体适配不足、假体安放失准以及康复效果不佳等问题。项目组历时十余年攻关，构建国内首个覆盖髌膝关节置换围手术期全流程的数字化技术体系，并实现规模化应用，显著提升诊疗水平。主要创新点包括： 一、首先建立基于结构化髌膝关节影像数据驱动的数字诊断与自动手术规划体系 首创基于多模态跨尺度动态数据融合的关节分析方法，构建形态学-运动学-动力学多维适配的的关节置换智能规划系统。形态学智能重建精度提升至 95%，运动学-动力学智能预测精度提升至 97%，股骨头坏死等关节疾病的早期诊断率由 52%提升至 97%，远超传统水平。定制数字规划、手术导板和配套假体应用 1.1 万余例，下肢力线优良率等关键指标提升 15%。研究成果写入《膝关节置换 3D 打印个性化手术工具临床应用专家共识（2023 年版）》。 二、首创基于智能感知与术中动态导航技术的关节置换智能化手术装备体系 首次揭示骨盆-髌关节运动动态变化规律，国内首创基于动态可视化导引技术的关节置换导航系统和智能手术机器人系统，实现国产自主产品上市和骨科智能装备海外商业化“零的突破”。在国家医学中心上海市第六人民医院等 30 余家医疗机构成功应用 2000 余台次，膝关节力线准确率和髌关节角度安全指标由不足 50%提升至 90%以上，达国际先进水平。 三、首次提出跨关节干预训练理论，研发基于数据驱动的关节置换加速康复可穿戴式机器人系统 基于国人数据创新性研发刚柔混联新构型的关节置换可穿戴式康复机器人，建立了面向关节置换步态康复的跨关节干预策略，并基于多源数据开发术后满意度和并发症预测模型，构建了智能康复体系，实现关节置换术后步态康复指标数据显著提升，较国外同类研究领先 50%。 四、首创基于国人数据等效验证体系的多尺度个性化假体适配体系 首创融合多尺度计算模拟、数字仿真的假体设计方法，实现假体服役全生命周期等“在体力学环境”的体外等效性验证。关节活动度预测精度达 99%，假体磨损预测精度达 85%。据此构建了翻修-个性化、初次-高适配的国产关节置换假体体系，个性化翻修假体系统 5 年失败率 < 1%，高适配初次假体术后满意度 > 95%，纳入国家集采目录，实现国产替代。 项目组发表论文 167 篇，授权发明专利 79 件，获批 NMPA III 类注册证 4 项、II 类注册证 1 项、定制备案证 2 项，牵头制定髌膝关节置换操作规范 1 项、行业标准 1 项、团体标准 1 项、专家共识 1 项。成果在北京、上海、墨西哥城等国内外 50 余家医院应用，直接经济效益 13.02 亿元（含外汇收入 0.78 亿元）。系列研究成果获北京市医学科技奖一等奖。									
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	Patient-Specific Instruments	CHINESE MEDICAL JOURNAL	2018 年 131 卷 583-7 页	7.3	田华、赵旻暉、耿霄、	田华	SCIE	6	否	

	Based on Knee Joint Computed Tomography and Full Length Lower Extremity Radiography in Total Knee Replacement								
2	Deep Learning-based End-to-end Diagnosis System for Avascular Necrosis of Femoral Head	IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics	2021 年 25 卷 2093-2102 页	6.8	李杨、李彦、田华	田华	SCIE	25	否
3	Novel cross LSTM for predicting the changes of complementary pelvic angles between standing and sitting	JOURNAL OF BIOMEDICAL INFORMATICS	2022 年 128 卷 104036 页	4.5	贺渊博、赵旻暉、徐天凡、李帅、田华、李危石	赵旻暉、贺渊博、徐天凡	SCIE	3	否
4	Serial-Parallel Mechanism and Controller Design of a Robotic Brace for Dynamic Trunk Support	IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS	2022 年 27 卷 451-298 页	7.3	郭兴召、周志浩、高远、王启宁	王启宁	SCIE	6	否
5	Reducing Migration of Knee Exoskeletons With Dynamic Waist Strap	IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL ROBOTICS AND BIONICS	2022 年 4 卷 764-74 页	3.8	徐明、周志浩、邵金燕、阮乐成、王启宁	王启宁	ESCI	3	否
6	A Randomized Controlled Trial of Psychological Intervention to Improve Satisfaction	JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY-AMERICAN VOLUME	2021 年 103 卷 567-74 页	4.4	耿霄、王鑫光、周歌、李锋、李杨、赵旻暉、褚红玲、李继涛、司天梅、刘忠军、田华	田华	SCIE	32	否

	for Patients with Depression Undergoing TKA: A 2-Year Follow-up								
7	Elastic response of anisotropic Gyroid cellular structures under compression: Parametric analysis	MATERIALS & DESIGN	2021 年 205 卷 109706 页	7.9	彭星、黄麒源、张亚丽、张小刚、申桐桐、舒浩宇、靳忠民	张小刚，靳忠民	SCIE	42	否
8	Prediction on the medial knee contact force in patients with knee valgus using transfer learning approaches: Application to rehabilitation on gaits	COMPUTERS IN BIOLOGY AND MEDICINE	2022 年 150 卷 106099 页	6.3	邹建军、张小刚、张亚丽、李俊言、靳忠民	张小刚，靳忠民	SCIE	11	否
9	A new 3D printing porous trabecular titanium metal acetabular cup for primary total hip arthroplasty a minimum 2-year follow-up of 92 consecutive patients	JOURNAL OF ORTHOPAEDIC RESEARCH	2020 年 15 卷 383 页	2.8	耿霄、李杨、李锋、王鑫光、张克、刘忠军、田华	田华	SCIE	32	否
10	国产 A3 后稳定型人工全膝关节假体置换的中期疗效分析	中华医学杂志	2018 年 98 卷第 47 期 3873-3877 页	0	耿霄，田华，李杨，赵旻暉，王鑫光，梁宇鹏，张克，刘忠军	田华	无	1	否

知识产权证明目录

序	类别	国别	授权号	授权	知识产权具体名称	全部发明人
---	----	----	-----	----	----------	-------

号				时间		
1	中国发明专利	中国	ZL202310979826.6	2023-10-20	膝关节假体	田华, 耿霄, 王鑫光, 丁波, 王亚松, 张帅, 苏永琳, 王彩梅
2	中国发明专利	中国	ZL201711102946.9	2017-11-09	股骨髁及其具有其的膝关节假体	田华, 王彩梅
3	中国发明专利	中国	ZL202211359484.X	2023-03-10	全膝关节置换的数据处理方法和装置、处理器及电子设备	庞博, 郭笑楠, 申一君, 李文彦, 王静芝
4	中国发明专利	中国	ZL201710020830.4	2020-02-28	穿戴式动力膝关节康复装置	王启宁, 周志浩
5	中国发明专利	中国	ZL202111302934.7	2023-07-14	虚拟骨面的处理方法、装置及翻修手术机器人	申一君, 庞博
6	中国发明专利	中国	ZL202311345776.2	2023-12-19	用于确定截骨角度的系统	常涛, 袁方, 吴卫珂, 蔡振, 吴文娟, 朱允海, 曾田田
7	中国发明专利	中国	ZL202310542256.4	2023-09-12	机器人的控制方法、装置、处理器及电子设备	魏晓晨
8	中国计算机软件著作权	中国	2022SR1537958	2022-11-18	骨科影像处理软件1.0	王安虎
9	中国发明专利	中国	ZL202310161833.5	2023-02-23	骨骼的切削装置、存储介质和处理器	魏晓晨
10	中国发明专利	中国	ZL202310206089.6	2023-02-27	膝关节参数的处理方法和装置、电子设备	庞博

完成人情况表					
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
田华	1	北京大学第三医院	北京大学第三医院	教授,主任医师	关节外科主任
对本项目的贡献	负责项目整体实施,围绕“诊、疗、康、械”四大关键环节,开展髌膝关节置换关键技术及其数字化应用研究,构建了国内首个覆盖髌膝关节置换术前、术中、术后全链条、全周期数字化诊疗关键技术与应用体系,包括髌膝关节数字诊疗与自动手术规划体系、髌膝关节置换术中数字化辅助治疗系统、髌膝关节置换加速康复技术应用体系,以及基于形态学-力学-运动学多尺度信息融合的髌膝关节假体个性化适配系统。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
王启宁	2	北京大学	北京大学	教授	无
对本项目的贡献	根据髌膝关节术后康复需求,提出了基于有限状态机的步态干预控制方法和“机器人辅助支撑下的关节运动轨迹矫正”策略,建立了面向TKA步态康复的跨关节干预策略,构建了基于远程驱动的刚柔混联新构型,开发了面向关节置换术后康复的刚柔混联新型可穿戴机器人。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
庞博	3	北京壹点灵动科技有限公司	北京壹点灵动科技有限公司	教授级高工	总经理
对本项目的	面向临床术中诊疗需求,构建了国内首个髌膝关节置换智能化手术装备体系,研发了髌关节置换手术导航系				

贡献	统、膝关节手术导航定位系统和髌关节手术导航定位系统三款髌膝关节置换智能化手术装备，均获批Ⅲ类医疗器械注册证，在 50 余家医疗机构推广应用，并出口墨西哥等一带一路沿线国家，实现首台国产关节置换智能化手术装备商业化出口。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
靳忠民	4	西南交通大学	西南交通大学	教授	利兹学院学术院长
对本项目的贡献	针对关节假体服役行为复杂、个体差异大及评估手段匮乏等难题，建立了融合大数据与多尺度建模的全生命周期服役评估技术。依托个性化假体设计方法，整合术前影像、术中导航及术后反馈数据，构建了全过程评估框架。结合骨肌多体动力学、接触润滑力学及磨损模型等，实现多工况、多人群、全过程的服役行为仿真。引入人工智能建模多源数据，提升评估精度与效率，配合实验验证，确保预测可靠性，为人工关节智能化、高质量发展提供支撑。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
蔡宏	5	北京大学第三医院	北京大学第三医院	副教授,主任医师	骨科副主任
对本项目的贡献	医工结合研发智能传感器软组织张力辅助测量设备，指导关节置换术中患者的个性化决策，完成截骨和软组织平衡的精准实施。核心专利对应的产品包括自主研发的全膝关节手术定位系统（国械注准 20203010141）、膝关节软组织张力测量仪（沪械注准 20212010325）、下肢力线测量仪（沪械注准 20242040454）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
赵旻暉	6	北京大学第三医院	北京大学第三医院	主任医师	关节外科副主任
对本项目的贡献	创新性地提出了基于多尺度协同优化与 ECOC 自纠错输出的膝关节置换智能二维规划方法，通过整合膝关节标准 X 线片的关键形态学特征、性别和 BMI 等患者个体化参数实现了影像学与生物学信息的跨尺度融合，解决了目前膝关节置换二维手术规划尺度丢失、精度不足的临床问题。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
李子剑	7	北京大学第三医院	北京大学第三医院	主任医师	无
对本项目的贡献	作为研究者之一参与国产数字化辅助导航和机器人系统研发，发表数字化技术相关文章 2 篇				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
耿霄	8	北京大学第三医院	北京大学第三医院	主治医师	无
对本项目的贡献	参与构建基于形态学-生物力学-运动学的多尺度数字化假体适配体系，个性化手术导板研发和临床成功应用，提升关节置换下肢力线恢复准确率和临床疗效，作为执笔者完成《膝关节置换 3D 打印个性化手术工具临床应用专家共识》。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
常涛	9	爱乔（上海）医疗科技有限公司	爱乔（上海）医疗科技有限公司	其他	总经理
对本项目的贡献	基于个性化对线理论与软组织动态感知的间隙实时补偿方法，结合微电子与传感器技术，研发膝关节软组织张力测量仪，实时获取术中位置、角度及压力等关键信息，辅助术中个性化决策，实现截骨和软组织平衡的精准实施。临床实验证明，测量仪的对线角度测量误差≤1.5°，间隙压力测量误差≤10N，手术精准提升至 97%，较人工操作提升 31%，达到国际先进水平。产品在国内 16 个省市近百家医院临床应用超 10000 例，				

	临床结果和社会效益显著。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
王鑫光	10	北京大学第三医院	北京大学第三医院	主治医师	无
对本项目的贡献	作为主要完成人，参与基于影像学与生物学信息跨尺度融合的膝关节置换假体智能优选研究，构建了人工智能辅助的关节置换术后深静脉血栓等预测模型并实现临床应用。同时，参与了患者个性化适配的膝关节翻修假体的有限元分析、力学实验和临床应用。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
李杨	11	北京大学第三医院	北京大学第三医院	副主任医师	无
对本项目的贡献	针对髋关节疾病早期诊断困难和手术规划自动化程度低、精度不足的问题，提出大数据垂类训练的泛病种髋关节影像自动识别诊断及手术规划方法，实现对股骨头坏死（特别是早期病变）等髋关节常见疾病的智能化识别与精准分型，识别精度超过 97%，远超各层级医生的人工识别水准，突破髋关节股骨头坏死早期诊断率低、干预窗口期短的临床关键难题。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
张小刚	12	西南交通大学	西南交通大学	副教授	无
对本项目的贡献	针对人工关节假体设计中难以兼顾个体差异与长期性能的问题，提出了临床数据驱动的个性化设计方法。该方法整合术前影像、术中导航与术后反馈，结合多尺度模拟、实验验证与人工智能算法，实现结构重建、运动识别与性能预测的全流程优化。通过解析关节服役过程中的受力、磨损与骨响应，实现几何与功能的双重个性化设计，提升假体适配性，为手术方案制定和并发症防控提供科学依据。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
周志浩	13	北京大学	北京大学	助理研究员	无
对本项目的贡献	提出了“机器人辅助支撑下的关节运动轨迹矫正”策略。在支撑辅助阶段，中级控制采用导纳控制器，根据人机交互力计算相应的轨迹修正量以为穿戴者提供支撑辅助；临床实验表明，使用刚柔混合膝关节外骨骼施加的步态干预可以在不显著改变膝关节运动学的前提下，最大关节压力降低 17.73%、关节力矩降低 17.93%和伸膝肌肉力降低 18.47%。该效果优于传统的刚性膝关节外骨骼（最大和平均关节压力分别降低 10.2%和 8.7%）。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
魏晓晨	14	北京壹点灵动科技有限公司	北京壹点灵动科技有限公司	高级工程师	副总监
对本项目的贡献	开发了具有创新性的手术机器人产品，规划了整体技术发展路径，并带领团队攻坚克难，突破了一系列关键技术瓶颈。在软件研发方面，系统性规划并搭建机器人软件架构，设计开发软件算法核心及通信模块，同时创建完善的软件测试体系，为软件高效稳定运行提供坚实保障。在硬件研发方面完成核心零部件的硬件选型、电气布局及结构设计。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
王安虎	15	北京爱康宜诚医疗器材有限公司	北京爱康宜诚医疗器材有限公司	工程师	副总监
对本项目的贡献	针对髋膝关节置换及翻修手术中，规格化假体常因与国人生理解剖结构适配性差，导致假体覆盖不全、易松动、翻修风险高、存活率低等频发临床问题，设计影像处理软件，并基于髋膝关节疾病影像大数据库进行影像分析，使用临床数据驱动的个性化关节假体设计方法设计新型髋膝关节假体，通过融合大数据与多尺度建				

	模的关节假体全生命周期服役行为评估技术评估新型髌膝关节假体的设计合理性，创新性研发了新型髌膝关节假体。		
完成单位情况表			
单位名称	北京大学第三医院	排名	1
对本项目的贡献	作为项目牵头单位，依托国家重点研发计划等十余项课题，开展关节置换诊疗康复全流程的数字化技术研发和临床应用研究。首创基于结构化影像和多模态影像融合技术的自动诊断和手术规划系统，实现疾病智能分型、影像参数测量及假体匹配。股骨头坏死早期诊断率高达 97%，远超传统水平。研究成果写入《膝关节置换 3D 打印个性化手术工具临床应用专家共识（2023 年版）》。团队创新性提出融合脊柱-骨盆参数、“功能安全区”理念的个性化髌臼杯放置理论，田华教授作为首席临床专家与壹点灵动医工结合研发的智能化关节置换手术装备系统为国内首创，并销往海外。		
单位名称	北京壹点灵动科技有限公司	排名	2
对本项目的贡献	面向临床术中诊疗需求，构建了国内首个髌膝关节置换智能化手术装备体系，研发了髌关节置换手术导航系统、膝关节手术导航定位系统和髌关节手术导航定位系统三款髌膝关节置换智能化手术装备，均获批Ⅲ类医疗器械注册证，在 50 余家医疗机构推广应用，并出口墨西哥等一带一路沿线国家，实现首台国产关节置换智能化手术装备商业化出口；突破了术前三维重建、个体化假体匹配、术中多模态融合导航与术后数据反馈等关键技术，显著提高了术中操作精准性与效率，助力建立关节置换围手术期全流程数智化诊疗新模式，为本项目核心技术体系建设和推广应用提供了重要支撑与实质性贡献。		
单位名称	北京大学	排名	3
对本项目的贡献	北京大学人机融合实验室研究团队与牵头单位北京大学第三医院共同开展关节置换可穿戴式康复机器人的研发和临床应用研究。率先基于国人数据创新性研发刚柔混联新构型的关节置换可穿戴式康复机器人，创新性地提出了“机器人辅助支撑下的关节运动轨迹矫正”策略和面向 TKA 步态康复的跨关节干预策略，提升关节置换术后康复水平。		
单位名称	北京爱康宜诚医疗器材有限公司	排名	4
对本项目的贡献	首创基于结构化髌膝关节影像数据驱动的数字诊断与自动手术规划体系。实现对关节常见疾病的智能化识别与精准分型、影像参数自动测量和假体快速匹配，以及基于多模态影像融合的复杂关节重建及翻修手术的个性化术前规划。相关技术成果累计临床应用 1.1 万余例，关键临床指标提升 15%。相关技术已获批定制式医疗器械备案证 2 项，髌、膝双关节智能导板医疗器械注册证 1 项。通过融合大数据与多尺度建模的关节假体全生命周期服役行为评估技术优化设计，实现了关节假体几何与功能的双重个性化优化，显著提升了假体性能预判与失效风险识别能力；新型髌膝关节假体临床应用已超 24 万余例，个性化假体植入失败率 < 1%，项目成果获批国家 III 类医疗器械注册证 3 项。		
单位名称	西南交通大学	排名	5
对本项目的贡献	西南交通大学针对人工关节假体设计中难以兼顾个体差异与长期性能、以及服役行为复杂且评估手段匮乏等难题，提出了临床数据驱动的个性化设计方法，并建立了多尺度建模的全生命周期服役评估技术。该方法依托术前影像、术中导航与术后反馈数据的整合，结合多尺度模拟、人工智能算法与实验验证，实现从结构重建、运动识别到性能预测的全流程优化设计，以及服役行为的精准仿真。通过解析关节受力、磨损与骨响应，该方法实现了几何与功能的双重个性化设计，提升了假体适配性、评估精度与效率，为手术方案制定、并发症防控以及人工关节智能化、高质量发展提供了科学依据与可靠支撑。		
单位名称	爱乔（上海）医疗科技有限公司	排名	6

对本项目的 贡献	爱乔医疗将智能传感器精准测量术转化应用于关节置换手术，为解决术中力线恢复和软组织张力平衡效果不佳，通过 MEMS 智能传感器的系统集成和算法研究，已推出全膝关节手术定位系统（国械注准 20203010141）、膝关节软组织张力测量仪（沪械注准 20212010325）、下肢力线测量仪（沪械注准 20242040454）等系列医疗器械产品，服务上百家医院，临床应用上万例，相关核心技术已申请知识产权 50 余项，其中 34 项授权。爱乔医疗与北医三院已建立 8 年以上产学研的紧密合作关系，北医三院的团队深度参与爱乔产品的概念、研发、验证、临床及上市后反馈等阶段，至今已合作申请专利 10 项，授权 6 项，同时，结合爱乔产品开展关节置换的临床研究，发表学术期刊文章 2 篇。
-------------	--