

2026年度陕西省科学技术奖提名项目公示材料

一、项目名称

光生物治疗脊髓损伤的技术创新及应用

二、提名者及提名意见

提名者：陕西省卫生健康委员会

提名意见：

拟提名该项目为陕西省科学技术进步奖。

三、项目简介

脊髓损伤（Spinal cord injury, SCI）是中枢神经系统的严重创伤，其致残率高、并发症多，目前缺乏有效的临床治疗手段，是尚未解决的世界性难题。光生物治疗（Photobiomodulation, PBM）作为一种无创、安全的新手段，可显著促进脊髓损伤修复，但其作用机制不清、安全性尚未验证，限制了临床应用。针对上述问题，本项目在12项国家、省部级课题资助下，瞄准PBM促进脊髓损伤修复的关键分子机制和临床转化，攻克了一系列难题，解析了PBM对脊髓损伤的全时程、多靶细胞调控作用及关键分子机制，获得了系列创新理论成果，实现了“构建脊髓损伤代谢物微环境可视化监测体系、创建光生物治疗联合一期手术减压临床新方法”系列技术创新，为脊髓损伤临床疗效提升提供了全新方案。取得的主要原创性成果如下：

1. 阐明PBM对脊髓损伤的全时程调控作用，确定以星形胶质细胞为关键效应细胞的分子调控机制，为PBM临床应用奠定了重要理论基础。

既往关于PBM治疗脊髓损伤的研究多局限于有限时间窗、单一细胞类型，缺乏动态性、系统性认识。本项目首次系统解析PBM在脊髓损伤早期全时程动态变化，阐明其对神经元、巨噬/小胶质细胞、星形胶质细胞等多种细胞的协同调控作用与关键靶点，实现护神经、抗凋亡、抑炎症、促修复的协同效应，为“多靶点、全链条”干预提供理论依据，从“时间-细胞”双维度填补了PBM作用机制的系统性认知空白。首次揭示星形胶质细胞是PBM治疗脊髓损伤的关键效应细胞，通过对 27条分子信号通路进行筛选，最终明确 PBM调控关键信号通路JAK2-STAT3和MAPK/ Smad3-Sox9，靶向关键分子Lcn2、Versican、AQP4和CXCL10发挥促脊髓损伤修复作用，为优化PBM治疗方案、建立靶向性神经修复策略提供了重要理论依据。

2. 建立高灵敏度多模态分子光谱分析体系，首次实现了脊髓损伤后微环境演进可视化与特异性监测，为脊髓损伤治疗决策提供精确依据。

该技术基于跨模态分子图谱（多光谱图像、拉曼光谱）分析体系，可特异性识别脂质过氧化、蛋白质构象变化等生化信息，实时动态捕捉硫酸软骨素蛋白聚糖聚集、脱髓鞘病变等关键病理过程，为脊髓损伤精准诊断提供关键分子光谱依据。通过硬件平台和软件算法双重攻关，研发了基于刚性内窥镜的多光谱成像与拉曼光谱跨模态分析平台，整合应用多种成像与光谱分析算法，攻克了传统技术穿透深度不足、信噪比低、难以真实反映活体状态下脊髓损伤修复过程的监测技术瓶颈，为病情监测和疗效评估提供了兼具形态学灵敏性和分子特异性的软硬件平台，填补了神经修复领域可视化监测的技术空白。联合应用拉曼光谱与多模态

化学计量算法，实现了对**PBM**疗效的活体、无标记、实时动态、精准量化判别，为优化**PBM**应用参数提供了可靠技术支撑。

3. 优化医用光纤及配套光生物治疗系统，通过多维量化评估和临床多中心RCT研究，证实**PBM**的临床安全性及有效性，提出了脊髓损伤临床治疗新范式。

项目组开发升级专项用于脊髓损伤治疗的可植入医用光纤及激光器系统，实现更高照射精准度、更优光束质量，显著提升光生物治疗效能。研制的体内植入可吸收性光纤稳定装置，解决了光纤移位、照射不精准的问题，上述成果为**PBM**临床应用提供了完备硬件基础。通过开展系列活体大动物实验，明确了可植入式光纤的生物相容性、机械性能、化学稳定性、灭菌标准等关键技术指标；进一步开展I期临床试验，综合分析生命体征、炎性参数、光敏反应等20余项指标，证实**PBM**联合一期手术减压治疗具有良好的临床安全性。在此基础上，开展多中心随机对照临床试验，筛选426例并入组66例颈脊髓损伤患者（ASIA C），完成56例12个月长期随访，全面分析神经功能评估、生物信息检测、不良事件报告等8类关键指标，证实“**PBM**联合一期手术减压”，可显著改善患者术后早期运动功能，ASIA评分提升13.33分，ASIA C到D级的恢复时间平均缩短24天，并发症减少37%。该治疗方案已在全国多家医院推广应用，切实提升脊髓损伤整体救治成功率和临床康复效果。

综上所述，该项目围绕脊髓损伤临床治疗关键问题，阐明了光生物调节促脊髓损伤修复的新机制，构建了拉曼-多光谱成像监测脊髓损伤微环境的新技术，创建了光生物治疗联合一期手术减压的临床治疗新策略；上述研究成果共获批国家专利45项，其中发明专利12项，实用新型专利33项。发表论文50篇，其中SCI论文

33篇，被国内外研究机构引用627次；受邀专题报告25次。在多家基层医院成功应用，有效提高了脊髓损伤诊治关口向基层前移，极大程度实现了脊髓损伤“早诊早治”。项目累计培养28名军地医疗人才，通过技术培训、定点帮扶等形式培养了一大批脊髓损伤一线救治骨干，覆盖陕西省5个地市，显著提升了我省脊髓损伤救治领域的医疗水平。

四、客观评价

1. 科技查新结论

综合国内外相关文献并委托西安交通大学项目查新点进行对比分析，得出以下结论：国内外未见与本项目查新点内容相同的文献报道。

2. 研究成果的学术性客观评价

2.1 神经创伤修复领域权威专家英国伯明翰大学 Zubair Ahmed 教授，在工程技术领域顶刊《Bioeng Transl Med》（IF=10.7）发文引述了我们的 10 篇研究论文，高度评价我们的研究系统性揭示了 PBM 通过多靶细胞调控（巨噬/小胶质/星形胶质细胞/神经元），发挥促脊髓损伤修复关键作用（Ma et al., Front Immunol, 2022; Wang et al., Front Neurosci, 2021; Ju et al., Neural Regen Res, 2023; Ju et al., Cell Mol Biol Lett, 2023; Li et al., Neural Regen Res, 2023...），率先开展大动物实验研究充分证实植入式光纤治疗具备良好生物安全性（Liang et al., J Biophotonics, 2020; Zuo et al., Lasers Med Sci, 2022），指出我们的研究成果从作用机制和在体安全层面为 PBM 的临床应用奠定了坚实基础。

2.2 美国线粒体医学研究学会创始人、《Mitochondrion》杂志主编、阿拉巴马州大学伯明翰分校 Keshav K. Singh 教授和加拿大光生物学调节公司 Vielight 创始人 Lew Lim 博士，分别在顶刊《Nature

Metabolism》(IF=20.8)和《*Phys Life Rev*》(IF=14.3)发文,指出我们的研究从不同角度证实 PBM 治疗可减少线粒体失能、增加 ATP 合成,显著提高了脊髓损伤治疗效果(Zhu et al., *Bioeng Transl Med*, 2023; Zhu et al., *Front Pharmacol*, 2022, 我们是唯一的中国引文团队), PBM 联合线粒体移植的治疗策略具有广阔应用前景。

2.3 光学和神经科学研究领域著名学者、美国德克萨斯大学达拉斯分校 Qin Zhenpeng 教授,在工程技术 1 区顶刊《*Nano Lett*》(IF=11.8)发文,指出我们的研究通过研发光纤植入技术实现了无创性脊髓损伤光生物治疗(Zuo et al., *Lasers Med Sci*, 2022),相较于超声波等物理治疗手段,更加适用于复杂骨性结构下方的脊髓组织,植入式光纤使得 PBM 治疗效率大为提高,有效解决了传统光生物治疗穿透性差的技术瓶颈。

2.4 美国贝勒医学院神经外科终身教授、德克萨斯神经外科医师协会主席、纽约州脊髓损伤委员会委员 Jason H. Huang 教授在《*Int J Mol Sci*》杂志上高度肯定了我们的研究,指出 PBM 可通过调控 Notch1-HIF-1 α /NF- κ B 通路,促进 M2 型巨噬/小胶质细胞极化,发挥抗炎促修复作用(Ma et al., *Front Immunol*, 2022),我们的这一发现为 PBM 治疗脊髓损伤提供了可靠的机制学依据。

2.5 光学技术与生物医学交叉研究领域著名学者 Krishna Kishore Mahato 教授,在转化医学权威期刊《*J Transl Med*》中高度评价我们的研究,指出 PBM 可调控巨噬细胞极化、诱导自噬发挥促脊髓损伤修复作用(Zhu et al., *Front Pharmacol*, 2022; Ma et al., *Front Immunol*, 2022; Zuo et al., *Mol Immunol*, 2025),认为上述研究成果非常重要,为 PBM 应用提供了强有力的临床前证据(“The comprehensive design... demonstrate high experimental rigor..., thereby offering strong preclinical evidence (Level II).”)

2.6 巴西费瓦利大学 Cláudio Felipe Kolling da Rocha 教授，在光生物学专业期刊《Lasers Med Sci》发文，在讨论部分连续两个自然段、大篇幅引述我们的研究，充分肯定团队应用多种实验手段得出了高信度的研究结论，阐明了 PBM 促脊髓损伤修复的作用机制（Liang et al., Lasers Med Sci, 2022; Zhu et al., Front Pharmacol, 2022; Zheng et al., J Mol Neurosci, 2021; Zhang et al., J Cell Mol Med, 2020），指出我们开展的 PBM 临床安全性研究，治疗参数详细、评估指标科学，具有很好的临床应用潜力。

2.7 光学光谱专家德国德累斯顿工业大学医学物理与生物医学工程系 Roberta Galli 教授，在生物物理专业期刊《Biophysical Reviews》撰写综述，充分肯定我们的研究在国际上首次应用拉曼光谱成像技术监测脊髓损伤病程演进，对 PBM 治疗效果进行了可视化、智能化评价（Zhang et al., Vibrational Spectroscopy, 2022），对活体、无标记光谱学技术在脊髓损伤疗效评价中的应用，起到了显著性推动作用。

2.8 中国光学学会荣誉理事、中国光学学会生物医学光子学专委会常委、PhotoniX Life 执行主编、激光生物学报常务编委，屈军乐教授在光学高分期刊《Adv. Optical Mater》（IF=7.2）撰写综述，高度肯定了团队的研究成果，指出我们通过研发植入式散射光纤，实现生物光对受损脊髓组织的精准、直接投照以及可控光能递送，无组织损伤副作用、安全性好，具有主动引导并促进内源性神经再生的良好效果（Zuo et al., Lasers Med Sci, 2022），实现了从硬件研发到安全性、有效性验证的全链条 PBM 临床应用技术突破。

3. 应用单位评价

应用 PBM 治疗脊髓损伤的系列研究成果通过学术会议、各类学习班、基层义诊等多种形式进行广泛推广，提高了省内外脊柱

外科医生对脊髓损伤的理论认知和临床治疗水平。光生物治疗脊髓损伤动物模型、实现脊髓损伤微环境可视化监测的多模态分子光谱图谱分析体系已在省内外多家医疗单位展开应用，推动了相关单位在脊髓损伤研究领域的科研能力建设。创建的光生物治疗联合一期手术减压的脊髓损伤治疗新策略，显著提高了患者的早期功能康复效果，缩短了住院时间，降低了医院、患者医疗成本。

五、应用情况

该项目创新性应用高灵敏度多模态拉曼光谱成像技术体系，建立了脊髓损伤后代谢微环境可视化、动态化监测新平台，为脊髓损伤精准诊断与治疗效果分析提供关键分子光谱依据。该技术前期在脊髓损伤实验动物中得到充分验证，已在多家医学科研单位得到应用，拓展了光谱分子指纹可视化检测技术在神经系统疾病等科学研究中的应用范围。

项目组研发优化的脊髓损伤治疗专用植入式光纤及激光器，具有脊髓损伤减压术中同期植入、不增加手术创伤、术后按参数定量接受光生物治疗、便于护理等显著优势，可吸收性光纤卡持器有效解决了体位变动引起的光纤移位，实现了精准稳定照射治疗，光纤移除后依靠体内可吸收性避免了二次手术取出的创伤，PBM联合手术减压治疗急性脊髓损伤患者，通过长期随访，相较于单纯手术减压，展现出神经功能恢复更快，并发症更少的突出优势。

该项目组作为牵头单位，联合多家三级甲等医院，开展了多中心 RCT 研究，规范了救治流程，提高了医疗效率，降低了医疗成本，提升了相关单位的脊髓损伤救治能力。已在全国 12 家医院成功应用，共惠及脊髓损伤患者 300 余人次，相较于传统治疗手段，患者早期神经功能显著改善。

主要应用单位情况

序号	应用单位	应用技术	应用起止时间	应用单位 联系人/电话
1	空军军医大学 第一附属医院	脊髓损伤动物模型及光生物 治疗技术、光生物治疗联合 一期手术减压脊髓损伤治疗 新策略	2011 年 01 月至今	梁卓文 18681850918
2	渭南市 中心医院	光生物治疗联合一期手术减 压脊髓损伤治疗新策略	2022 年 01 月至 2024 年 06 月	张建新 13572366230
3	中国人民解放军 联勤保障部队第 987 医院	光生物治疗联合一期手术减 压脊髓损伤治疗新策略	2022 年 01 月至 2024 年 06 月	乔林 13991725860
4	3201 医院	光生物治疗联合一期手术减 压脊髓损伤治疗新策略	2022 年 01 月至 2024 年 06 月	焦海斌 18681862006
5	西安医学院 第一附属医院	光生物治疗联合一期手术减 压脊髓损伤治疗新策略	2022 年 01 月至 2025 年 12 月	官伟 13723396858
6	陕西省核工业 二一五医院	光生物治疗联合一期手术减 压脊髓损伤治疗新策略	2022 年 01 月至 2025 年 12 月	宋志文 15619560056
7	西安大兴医院	光生物治疗联合一期手术减 压脊髓损伤治疗新策略	2022 年 01 月至 2024 年 06 月	袁斌 13389187818
8	西安市红会医院	基于高灵敏度多模态分子光 谱分析体系的脊髓损伤微环 境监测新平台	2020 年 08 月至 2024 年 12 月	巨承 15202481009

序号	应用单位	应用技术	应用起止 时间	应用单位 联系人/电话
9	中国人民解放军 空军第 986 医院	基于高灵敏度多模态分子光谱分析体系的脊髓损伤微环境监测新平台	2021 年 06 月至 2024 年 12 月	于杰 13892083680
10	中国人民解放军 北部战区总医院	脊髓损伤动物模型及光生物 治疗技术	2020 年 06 月至 2025 年 12 月	张智昊 13720621205

六、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权 类别	知识产权 具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编 号	权利人	发明人
1	实用新型 专利	能量实时 反馈式激 光理疗仪	中国	ZL2015 206626 72.9	2015 年 12 月 30 日	第 4899205 号	中国人民解 放军第四 军医大学	胡学 昱、王 哲、梁 卓文、 黄培培
2	发明专利	集拉曼光 谱快速成 像和深层 光谱快速 检测于一 体的便携 式光路系 统	中国	ZL2019 107017 27.5	2022 年 03 月 01 日	第 4966950 号	西北大 学	王爽、 秦杰、 余凡、 李洁、 王凯 歌、贺 庆丽
3	发明专利	一种可吸 收光纤卡 持器	中国	ZL2020 110558 13.2	2024 年 07 月 23 日	第 7217993 号	中国人民解 放军空军 军医大学	梁卓 文、王 哲、雷 涛、丁 坦
4	实用新型 专利	一种光纤 聚能装置	中国	ZL2021 206321 16.2	2021 年 03 月 29 日	第 1484572 7 号	中国人民解 放军空军 军医大学	王哲、 梁卓 文、丁 坦、胡 学昱
5	论文	Photobiom odulation augments the effects of	中国	2022;8(3):e104 73	2022 年 12 月 21 日	Bioengi neering & Translati onal	中国人民解 放军空军 军医大学	王哲、 胡学昱

		mitochondrial transplantation in the treatment of spinal cord injury in rats by facilitating mitochondrial transfer to neurons via Connexin 36				Medicine		
6	论文	Photobiomodulation promotes spinal cord injury repair by inhibiting macrophage polarization through lncRNA TUG1-miR-1192/TLR3 axis	中国	2023;28(1):5	2023 年 1 月 19 日	Cellular & Molecular Biology Letters	中国人民解放军空军军医大学	胡学昱、王哲
7	论文	Photobiomodulation reduces neuropathic pain after spinal cord injury by downregulating CXCL10 expression	中国	2023;29(12):3995-4017	2023 年 12 月	CNS Neuroscience & Therapeutics	中国人民解放军空军军医大学	王哲、胡学昱
8	论文	Photobiomodulation Attenuates Neurotoxic Polarization	中国	2022;13:816952	2022 年 3 月 17 日	Frontiers in Immunology	中国人民解放军空军军医大学	胡学昱、王哲

		n of Macrophages by Inhibiting the Notch1-HIF-1 α /NF- κ B Signalling Pathway in Mice With Spinal Cord Injury						
9	论文	Photobiomodulation and diffusing optical fiber on spinal cord's impact on nerve cells from normal spinal cord tissue in piglets	中国	2022;37(1):259-267	2022 年 02 月	Lasers in Medical Science	中国人民解放军空军军医大学	胡学昱、王哲
10	论文	Interpreting the biochemical specificity of mouse spinalcord by confocal raman microspectral imaging	中国	2017;10(5):174-3007	2017 年 09 月	Journal of Innovative Optical Health Sciences	西北大学	王爽

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
----	----	------	------	------	------	--------

胡学昱	1	无	副教授	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	本项目的组织者和负责人,负责整个项目基金申请、人员组织、课题研究指导等工作
王哲	2	无	教授	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	本项目的组织者,负责课题的立项和研究指导等工作
梁卓文	3	无	副主任医师	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	研发应用于实验动物脊髓损伤的植入式光纤,构建脊髓损伤大动物光生物治疗模型,系统性证实植入式光纤的在体安全性,实施脊髓损伤光生物治疗临床研究
王爽	4	无	副教授	西北大学	西北大学	首创用于脊髓损伤的拉曼光谱和多光谱高灵敏度多模态分子光谱分析体系,实现脊髓损伤后微环境可视化和特异性监测

丁坦	5	副主任	副教授	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	研发应用于实验动物脊髓损伤的植入式光纤,指导开展光生物治疗联合一期手术减压脊髓损伤临床治疗新技术
宋基伟	6	无	研究实习员	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	参与光生物治疗促进脊髓损伤修复的作用研究,参与应用拉曼光谱检测技术对动物脊髓损伤区域生化组分进行分析、建立脊髓损伤拉曼光谱特征数据库
周洁	7	无	研究实习员	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	参与光生物治疗促进脊髓损伤修复的机制研究,揭示以星形胶质细胞为关键效应细胞的作用机制
赵文君	8	无	医师	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	参与光生物治疗促进脊髓损伤修复的机制研究,揭示以星形胶质细胞为关键效应细胞的作用机制
左晓霜	9	无	研究实习员	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	构建脊髓损伤大动物光生物治疗模型,系统性证实植入式光纤的在体安全性
马阳光	10	无	主治医师	中国人民解放军空军军医大学	中国人民解放军空军军医大学	参与光生物治疗促进脊髓损伤修复的机制研究,揭示以星形胶质细胞为关键效应细胞的作用机制

八、主要完成单位及创新推广贡献

完成单位	排名	创新推广贡献
中国人民解放军 空军军医大学	1	本项目的研究工作依托于中国人民解放军空军军医大学进行，课题组成员获得的与本项目有关的基金以中国人民解放军空军军医大学（原第四军医大学）为工作单位和依托管理单位，对项目研究的全过程进行管理、汇总并集成研究成果。中国人民解放军空军军医大学在本项目的实施中做了大量组织、管理和协调工作，在人员、工作条件、技术资源等方面给予优先支持和保障，促进了本项目的顺利开展和高效产出。空军军医大学第一附属医院骨科是国家临床重点学科，拥有全军骨科研究所，具备开展细胞免疫学、分子生物学、动物实验等多系列基础研究的技术平台，同时在疾病临床队列研究、治疗新技术、医疗器械临床试验等方面均有完善的工作条件和扎实的基础，为本项目的开展和应用提供了完善的工作条件和支撑保障。骨科所在的学科带头人、科室科研骨干和培养的硕士、博士研究生对本项目的开展提供了强大的人员支持。
西北大学	2	首创用于脊髓损伤的拉曼光谱和多光谱高灵敏度多模态分子光谱分析体系，实现脊髓损伤后微环境可视化和特异性监测，突破损伤区微观病理结构和生化组分的活体、无标记监测技术瓶颈，参与光生物治疗临床安全验证和参数优化，为光生物治疗临床转化提供了重要技术支撑。

九、完成人合作关系说明

胡学昱教授指导项目组成员梁卓文副教授、宋基伟研究实习员、周洁研究实习员、赵文君医师、马阳光主治医师开展脊髓损伤及光生物治疗基础研究、申报课题，共同阐明了光生物治疗对脊髓损伤的全时程多靶细胞调控作用，并确定星形胶质细胞为关键效应细胞及其分子调控机制，为光生物治疗脊髓损伤奠定理论基础，发表 SCI 论著。

胡学昱教授与王哲教授、王爽副教授、梁卓文副教授合作，通过应用脊髓损伤动物模型及创建高灵敏度多模态分子光谱分析体系，实现脊髓损伤微环境动态演进可视化与特异性融合监测，

发表 SCI 论著。

胡学昱教授指导梁卓文副教授、左晓霜研究实习员开展光生物治疗的大动物体内安全性和有效性验证，证实植入式医用激光光纤及筛选的治疗参数对正常组织无副作用，申报了实用新型专利，并发表了 SCI 论著。

在本项目中，胡学昱教授与王哲教授、梁卓文副教授、丁坦副教授共同研发医用激光光纤及配套光生物治疗系统，提升光生物治疗的临床应用安全边界与控制精度，申报发明专利。

胡学昱教授与王哲教授、梁卓文副教授、丁坦副教授创建光生物治疗联合一期手术减压的脊髓损伤临床治疗新策略，开展“光生物治疗联合一期手术减压”临床多中心研究，显著改善了患者术后早期运动功能、缩短恢复时间、提升急性脊髓损伤整体救治成功率和临床康复效果，发表 SCI 论著，获得空军医疗机构临床新技术等级评定诊疗类一级乙等奖项，并进行一系列推广应用。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	论文合著	胡学昱/1、王哲/2、梁卓文/3、丁坦/5、周洁/7、左晓霜/9、马阳光/10	2016.01	2023.12	Photobiomodulation reduces neuropathic pain after spinal cord injury by downregulating CXCL10 expression	附件 2-2
2	论文合著	胡学昱/1、王哲/2、梁卓文/3、王爽/4、宋基伟/6	2015.01	2017.09	Interpreting the biochemical specificity of mouse spinalcord by confocal raman microspectral imaging	附件 2-2

3	论文合著	胡学昱/1、王哲/2、梁卓文/3、丁坦/5、左晓霜/9、马阳光/10	2018.01	2022.02	Photobiomodulation and diffusing optical fiber on spinal cord's impact on nerve cells from normal spinal cord tissue in piglets	附件 2-2
4	知识产权	胡学昱/1、王哲/2、梁卓文/3	2015.01	2015.12	能量实时反馈式激光理疗仪	附件 1-1
5	知识产权	胡学昱/1、王哲/2、梁卓文/3、丁坦/5	2020.06	2021.11	一种光纤聚能装置	附件 2-2
6	共同获奖	胡学昱/1、王哲/2、丁坦/5	2015.01	2021.06	空军医疗机构临床新技术等级评定诊疗类一级乙等 光生物调节技术治疗急性脊髓损伤	附件 2-5
7	共同立项	胡学昱/1、王哲/2、梁卓文/3、宋基伟/6	2016.01	2017.12	弱激光调控巨噬细胞极化在脊髓损伤修复中的作用及机制研究	附件 2-7
8	共同立项	胡学昱/1、王哲/2、梁卓文/3、赵文君/8、左晓霜/9、马阳光/10	2021.01	2023.12	可吸收“雪旺细胞髓鞘化电控系统”的研发及其在脊髓损伤修复中的应用研究	附件 2-7