

2026年度陕西省科学技术奖提名项目公示材料

一、项目名称

骨免疫在植入体骨整合中的作用和机制

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自然科学奖。

三、项目简介

骨免疫学是一个新兴的交叉学科，涉及免疫系统和骨骼系统间的相互作用，其中许多方面的机制尚未完全阐明。临床研究表明，金属钛等骨内植入材料用于临床以促进患者生理结构及功能的恢复，尽管具备多种优点，但在植入体内后会与巨噬细胞等免疫细胞相互作用，影响骨植入材料骨整合、成骨分化等。因此，探究骨植入材料与免疫细胞之间的调控机制，依据免疫细胞在骨免疫中所发挥的作用对其进行调控对骨免疫学的发展有着重要的意义。

该项目为基础研究类项目，历时十余年，在多项国家自然科学基金课题的资助下，开展了一系列研究，发表了多篇高水平文章，所发表文章被多个权威杂志引用，在骨免疫学领域取得明显的进展。

四、客观评价

1. 科技查新结论

该项目经“教育部科技查新工作站(Z08)”科技查新，从综合分析比较可以看出：在国内外公开发表的文献中未见与查新项目内容完全相同的文献报道。结论：国内外未见与本课题创新点相同的研究报道。

2. 他人学术性评价

该项目发表代表性SCI论著5篇，影响因子>10的5篇，发表于***Biomaterials, Journal of Nanobiotechnology***国际知名杂志，最高影响因子12.9，总影响因子63.9。研究成果被国际上累计他引581次，单篇最高他引265次，多篇文章被***Science Advances, Scientific Reports, Advanced Science, Cellular & Molecular Immunology, Blood, JAMA Neurology, Journal of Immunology***等高影响因子文章所引用。

针对科学发现-1的评述：

“钛植入体表面的纳米结构调控巨噬细胞极化改善骨整合”发表于组织工程权威杂志***Biomaterials***。论文被***Advanced Science, Acta Biomaterialia, Nature Communications***等SCI文章他引265次。

①中国科学技术大学Wei Huang团队在***Nature Communications***上发表了文章引用本研究成果，大量的骨免疫学研究表明，经过纳米形貌改性、亲水性增强或生物活性肽修饰的钛基植入体表面，可促进M2巨噬细胞极化，并促进体内植入体周围骨组织的再生（Nat Commun. 2025;16(1):4701.）（IF=15.7）。（见附件2-1）

②第四军医大学Jing Wang团队在***Journal of Nanobiotechnology***上发表文章印证本研究观点，同样，具有较小尺度的钛纳米管状表面与M2标志物和抗炎细胞因子的高表达相关（J Nanobiotechnology. 2025;23(1):199.）（IF=12.6）。（见附件2-2）

针对科学发现-1的评述：

“钛表面纳米结构介导巨噬细胞炎症反应调控骨髓间充质干细胞sRANKL/OPG/M-CSF的分泌进而影响材料的促成骨作用”发表于组织工程权威杂志***Biomaterials***。论文被***Materials Today Bio,***

*Advanced Funational Materials, Advanced Science, Bioactive Materials*等SCI文章他引85次。

①香港大学Kelvin W K Yeung团队在*Science Advances*上发表文章，肯定了该项目的研究，M1巨噬细胞通过分泌促炎细胞因子（如肿瘤坏死因子 α (TNF- α)和白细胞介素-1 β (IL-1 β)来增强炎症反应（Sci Adv. 2021;7(14):eabf6654.）（IF=12.5）。（见附件2-3）

②韩国江原大学Ki-Taek Lim团队在组织工程权威杂志*Bioactive Materials*上发表文章，肯定了项目组材料改性以调控巨噬细胞方法的可行性（Bioact Mater. 2023;28:284-310.）（IF=12.6）。（见附件2-4）

针对科学发现-2的评述：

“PDGF-BB共价修饰的聚簇TiO₂纳米管增强骨髓间充质干细胞的成骨分化”发表于组织工程权威杂志*Biomaterials*。论文被*Journal of Nanobiotechnology, Advanced Funational Materials, Advanced Science, Bioactive Materials*等SCI文章他引59次。

①重庆大学Kaiyong Cai团队在材料学顶刊杂志*Acs Nano*发表了文章，肯定了本项目组的成果，肯定了钛材料对骨髓间充质干细胞的调控作用（ACS Nano. 2023;17(22):22885-22900.）（IF=16.0）；（见附件2-5）

②中山大学Yan Wang团队在*Journal of Nanobiotechnology*上发表文章，肯定了该项目的研究成果，揭示了材料诱导原位骨生成的作用，肯定了该项目研究成果的可行性（J Nanobiotechnology. 2024;22(1):54.）（IF=12.6）。（见附件2-6）

针对科学发现-2的评述：

“修复性M2样巨噬细胞来源的外泌体通过IL-10 mRNA在小鼠牙周炎模型中预防骨丢失”发表于*Journal of Nanobiotechnology*,

论文被*Acta Biomaterialia*, *Advanced Science*, *Biomaterials*等SCI文章他引157次。

①四川大学Xianglong Han团队在*Advanced Science*上发表文章,与该研究关注点相同,作者关注M2 EV在调节微环境中的作用,并已经确定了M2 EV中的抗炎成分(Adv Sci (Weinh).

2025;12(28):e2416159.) (IF=14.1)。(见附件2-7)

②郑大一附院Jingjing Sun团队在*Journal of Nanobiotechnology*上发表综述,引用了该项目结论,肯定了该项目研究结论,认为在牙周炎修复和重塑过程中,M2巨噬细胞占主导地位,M2相关因子的表达增加,包括血管内皮生长因子、转化生长因子 β (TGF- β)、精氨酸酶(Arg-1)和IL-10,防止骨丢失,促进细胞外基质的组织修复和重塑(J Nanobiotechnology. 2024;22(1):359.) (IF=12.6)。

针对科学发现-3的评述:

细胞骨架影响二氧化钛(TiO₂)纳米结构植入物表面介导的炎症单核细胞M2c极化发表于*Journal of Nanobiotechnology*, 论文被*Materials Today Bio*, *Bioactive Materials*等SCI文章他引15次。

①重庆医科大学He Zhang团队在文章中肯定了该项目文章中的观点,认为钛植入体周围的炎症免疫环境对于成功的骨整合至关重要,而巨噬细胞在这一过程中起着核心作用(Mater Today Bio. 2025;32:101838.) (IF=10.2)。

②厦门大学Changjian Lin团队在文章中提出该项目的工作证明了具有从纳米级到微米级特征的各种尺寸的钛表面极大地影响了巨噬细胞的附着、扩散以及细胞因子/趋化因子的分泌(Bioact Mater. 2023;27:15-57.) (IF=20.3)。(见附件2-8)

五、代表性论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码 (x 年 xx 卷 xx 页)	发表时间	通讯作者	第一作者	国内作者	他引总次数	检索数据库	知识产权是否归国内所有
1	Bone mesenchymal stem cell secretion of sRANKL/OPG/M-CSF in response to macrophage-mediated inflammatory response influences osteogenesis on nanostructured Ti surfaces	Biomaterials	Qian-Li Ma, Liang Fang, Nan Jiang, Liang Zhang, Ying Wang, Yu-Mei Zhang, Li-Hua Chen	2018 年 154 卷 234-247 页	2017 年 11 月 04 日	Li-Hua Chen, Yu-Mei Zhang	Qian-Li Ma	马千里, 方亮, 姜楠, 张亮, 王颖, 张玉梅, 陈丽华	85	Web of Science	是
2	Functionalization of a clustered TiO ₂ nanotubular surface with platelet derived growth factor-BB covalent modification enhances osteogenic differentiation	Biomaterials	Qianli Ma, Nan Jiang, Shuang Liang, Fulin Chen, Liang Fang, Xian Wang, Jinjin Wang, Lihua Chen	2020 年 230 卷 1196-1205 页	2019 年 11 月 21 日	Li-Hua Chen	Qianli Ma, Nan Jiang, Shuang Liang	马千里, 姜楠, 梁爽, 陈富林, 方亮, 王宪, 王津津, 陈丽华	59	Web of Science	是

	on of bone marrow mesenchymal stem cells										
3	Improved implant osseointegration of a nanostructured titanium surface via mediation of macrophage polarization	Biomaterials	Qian-Li Ma, Ling-Zhou Zhao, Rong-Rong Liu, Bo-Quan Jin, Wen Song, Ying Wang, Yu-Si Zhang, Li-Hua Chen, Yu-Mei Zhang	2014 年 35 卷 9853-9867 页	2014 年 09 月 15 日	Yu-Mei Zhang, Li-Hua Chen	Qian-Li Ma	马千里, 赵领洲, 刘蓉蓉, 金伯泉, 宋文, 王颖, 张宇丝, 陈丽华, 张玉梅	265	Web of Science	是
4	Exosomes derived from reparative M2-like macrophages prevent bone loss in murine periodontitis models via IL-10 mRNA	Journal of Nanobiotechnology	Xutao Chen, Zhuo Wan, Liu Yang, Shuang Song, Zhaoyue Fu, Kang Tang, Lihua Chen and Yinglian Song	2022 年 20 卷 110 页	2022 年 02 月 17 日	Yinglian Song, Li-Hua Chen	Xutao Chen, Zhuo Wan	陈旭涛, 万卓, 杨柳, 宋爽, 傅昭粤, 唐康, 陈丽华, 宋应亮	157	Web of Science	是
5	TiO2 nanostructured implant surface-mediated M2c	Journal of Nanobiotechnology	Zhaoyue Fu, Yongli Hou, Håvard	2023 年 21 卷 1-16	2023 年 01 月 02	Lihua Chen, Qia	Zhaoyue Fu, Yo	傅昭粤, 侯永利, Håvard Jostein	15	Web of Science	是

	polarization of inflammatory monocyte requiring intact cytoskeleton rearrangement	ology	Jostein Haugen, Xutao Chen, Kang Tang, Liang Fang, Yong Liu, Shu Zhang, Qianli Ma, Lihua Chen	页	日	nli Ma	ngli Ho u	Haugen, 陈旭涛, 唐康, 方亮, 刘勇, 张舒, 马千里, 陈丽华		e	
--	---	-------	---	---	---	--------	-----------	---------------------------------------	--	---	--

六、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
陈丽华	1	科室主任	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	主持本项目的大部分工作，对本项目的创新点中第 1、2、3 项做出了创新性的贡献。
方亮	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	参与本项目部分工作，对本项目的创新点中第 1、3 项做

						出了创新性的贡献。
马千里	3	无	研究员	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	参与本项目部分工作，主要贡献是科技创新 1、3。
陈旭涛	4	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	参与本项目部分工作，主要贡献是科技创新 2。
傅昭粤	5	无	无	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	参与本项目部分工作，主要贡献是科技创新 2、3。
侯永利	6	无	助理研究员	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	参与本项目部分工作，主要贡献是科技创新 3。

七、主要完成单位情况

中国人民解放军空军军医大学在各方面提供的坚实保障与大力支持该项目的顺利完成。不仅为该项目提供了必需的研发场地、先进的实验设备和稳定的办公环境，确保了研究工作的顺利开展，

还积极协调内外部资源，在项目关键阶段提供了宝贵的人力与物力支持。此外，在行政管理、财务报销、数据获取等方面也提供了高效、专业的协助，为课题组创造了专注科研、心无旁骛的良好条件。

八、完成人合作关系说明

主要完成人 2（方亮）是主要完成人 1（陈丽华）课题组中核心研究骨干，在本项目中合作形式为论著（代表性论著 1, 2, 3）。

主要完成人 3（马千里）是主要完成人 1（陈丽华）课题组中核心研究骨干，在本项目中合作形式为论著（代表性论著 1, 2, 3, 5）。

主要完成人 4（陈旭涛）是主要完成人 1（陈丽华）课题组中核心研究骨干，在本项目中合作形式为论著（代表性论著 4, 5）。

主要完成人 5（傅昭粤）是主要完成人 1（陈丽华）课题组中核心研究骨干，在本项目中合作形式为论著（代表性论著 4, 5）。

主要完成人 6（侯永利）是主要完成人 1（陈丽华）课题组中核心研究骨干，在本项目中合作形式为论著（代表性论著 5）。