

2026年度陕西省科学技术奖提名项目公示材料

一、项目名称

牙源性干细胞的组织再生策略及应用

二、提名者及提名意见

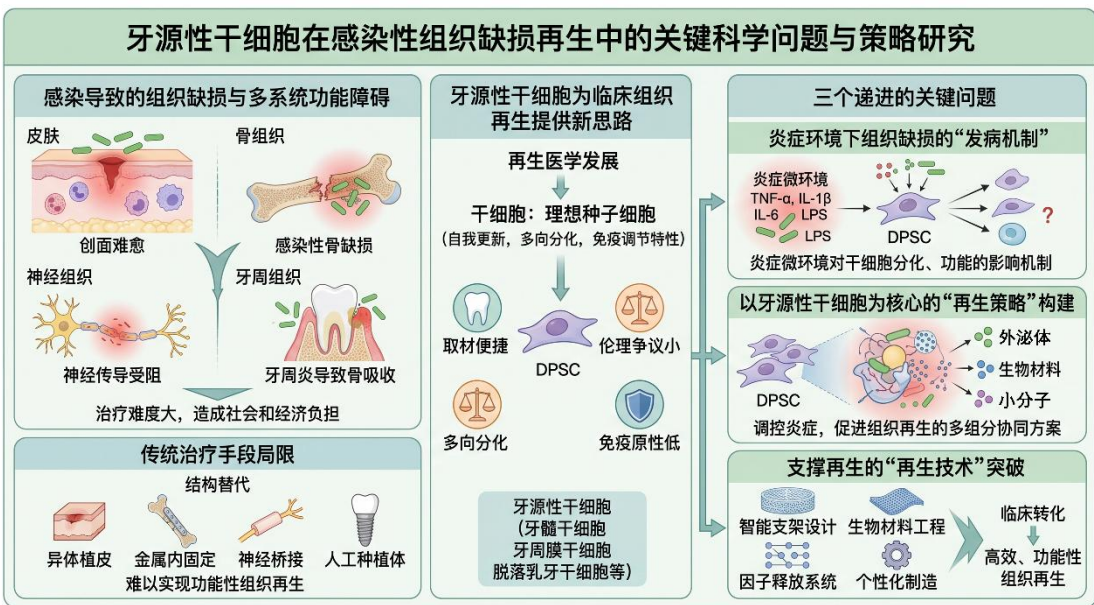
提名者：陕西省卫生健康委员会

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

由感染导致的组织缺损与功能障碍，涵盖皮肤、骨组织、神经组织与牙周组织等多个系统，治疗难度大且往往造成巨大的社会和经济负担。传统治疗手段多停留在“结构替代”层面，难以实现组织的功能性再生。随着再生医学的发展，干细胞因具备自我更新、多向分化及免疫调节特性，成为组织再生的理想种子细胞；其中牙源性干细胞（牙髓干细胞、牙周膜干细胞、脱落乳牙干细胞等）因取材便捷、伦理争议小、多向分化潜能突出、免疫原性低等独特优势，为临床组织再生提供了新思路。然而，要将牙源性干细胞的再生潜能转化为可临床应用的解决方案，必须系统回答三个递进的关键问题——炎症环境下组织缺损的“发病机制”是什么？以牙源性干细胞为核心的“再生策略”如何构建？



支撑再生的“再生技术”如何突破？（图1）

图1 牙源性干细胞在感染性组织缺损再生研究中的关键科学问题

该项目在国家自然科学基金等项目的支持下，围绕“发病机制—再生策略—再生技术”三大核心维度，将细胞生物学、分子生物学、组织工程与生物材料技术相结合，系统开展了从机制解析到技术转化的全链条研究，具体内容如下：

1. 牙源性干细胞炎症免疫调控机制解析

围绕“为何发生组织破坏”这一根本问题，项目从免疫微环境、干细胞外泌体与病原毒力三个层面揭示了炎症环境下组织缺损的发生机制。发现补体C3通过调控巨噬细胞极化介导2型糖尿病牙周炎骨破坏，确立“补体C3-巨噬细胞极化-牙周炎症”调控轴心（Cell Proliferation, 2020）；进一步揭示炎症微环境下牙周膜干细胞经外泌体miR-143-3p/PI3K-AKT-NF- κ B信号轴驱动M1型巨噬细胞极化、促进牙槽骨丧失，阐明炎症干细胞外泌体“由治转损”的双向作用（Stem Cells, 2023）；从病原毒力角度证实牙龈卟啉单胞菌肽酰精氨酸脱亚胺酶（PAD）疫苗可诱导免疫应答、预防牙槽骨吸收（Archives of Oral Biology, 2013）；并研发龈沟液采集及检测装置，为牙周炎症微环境的临床动态监测提供技术手段（成果3、4、5、6）。上述研究共同刻画了“炎症-免疫-外泌体”驱动组织破坏的机制图谱。

2. 牙源性干细胞多组织再生治疗策略构建

针对“如何修复”的关键问题，项目建立了从种子细胞资源到无细胞疗法的完整再生策略。通过慢病毒介导hTERT基因转导，建立人脱落乳牙牙髓干细胞（SHED）永生化库，在保持多向分化能力与基因组稳定性的前提下显著延长体外培养寿命，为牙源性

干细胞的规模化、标准化获取提供稳定安全的细胞来源(Stem Cell Research & Therapy, 2016)；在此基础上，提出基于SHED来源外泌体的“无细胞再生”新策略，证实SHED外泌体可调控小胶质细胞M1/M2极化、促进创伤性脑损伤后的神经功能恢复，将牙源性干细胞的再生应用拓展至神经系统(Stem Cell Research & Therapy, 2017)。结合机制研究，项目明确了“调控炎症外泌体与免疫微环境+种子细胞/外泌体移植”的组合式再生路径(成果1、9)。

3. 牙源性干细胞再生相关配套材料与器械的技术研发

围绕“如何落地”的工程问题，项目研发了支撑牙源性干细胞再生的材料、药物与器械技术。构建绿茶衍生物驱动的智能水凝胶，具备优良抗氧化与免疫调节功能，可促进巨噬细胞向M2型极化、加速慢性糖尿病创面愈合(Advanced Functional Materials, 2021)；设计聚合物前药体系，实现药物释放的无创、实时“开关”荧光报告监测(Reactive & Functional Polymers, 2020)；建立人牙周膜细胞膜色谱-在线HPLC/MS联用方法，定向筛选得到可促矿化形成的黄连素等成骨活性成分(Journal of Chromatography B, 2012)；并研制一种给药装置，规范干细胞及药物临床递送流程(成果2、7、8、10)。上述技术共同构成了“材料-药物-器械”三位一体的再生技术支撑体系。

通过上述“发病机制—再生策略—再生技术”三位一体的系统性研究，本项目成果丰硕，共获授权相关国家专利10余项，发表相关论文40余篇，其中SCI收录30余篇，在Advanced Functional Materials、Stem Cell Research & Therapy、Cell Proliferation等国际权威SCI期刊发表10余篇代表性论著，培养研究生10余人次。项目组成员多次受邀在“国际牙科研究协会年会(IADR)”、“中华口腔医学会口腔生物医学学术年会”及“中华口腔医学会牙周病

学学术年会”等国内外学术会议作专题报告，相关成果获国内外同行广泛认可。

该项目已与武汉市工程细胞中心、苏州缔因安生物科技有限公司、珈泌生物科技（武汉）有限公司及多家三级甲等口腔专科医院开展合作，涉及的干细胞提取、分选、外泌体及配套器械技术已进行试用，得到临床医生的高度认可。上述成果为牙源性干细胞的组织修复方案和手段的标准化及临床应用奠定了理论基础与技术支撑，有望推动我国口腔医学与再生医学的发展，为实现“健康中国”目标贡献力量。

四、客观评价

该项目围绕牙源性干细胞的基础理论、关键技术及临床转化应用开展系统性研究，取得了一系列具有自主知识产权的创新性成果。共获授权国家专利10余项，发表SCI论文30余篇，其中包括在Advanced Functional Materials、Stem Cell Research & Therapy等领域内国际权威期刊上发表的10余篇高水平研究论文。项目组成员多次受邀在“国际牙科研究协会年会（IADR）”、“中华口腔医学会口腔生物医学学术年会”及“中华口腔医学会牙周病学学术年会”等国内外知名学术会议做专题报告，与国内外同行深入交流，相关成果获得了广泛关注与高度认可，有力推动了牙源性干细胞在组织再生领域的科研进展与临床转化应用。本项目所取得的突破性进展得到了国内外同行的广泛引用和积极评价，具体体现在以下四个方面：

1. 牙周膜干细胞促进组织再生的机制与临床应用研究获得权威认可。

（1）空军军医大学口腔医学院陈发明教授在International Dental Journal（2025, 75(3): 1566-15 84）发表综述，充分肯定本

项目提出的牙周膜干细胞（PDLSCs）在牙周组织再生中的应用价值，指出其能够促进牙周软硬组织再生，形成具有功能性胶原纤维插入的类牙骨质结构，为牙周炎所致的组织缺损修复提供了新策略。

（2）吉林大学白求恩第三医院王晓峰教授在 *Biomedicine & Pharmacotherapy* (2023, 165: 1152-19) 中引用了本团队发表于 *Cell Proliferation* (2020, 53(10): e12886) 的论文，高度评价本项目所揭示的“补体C3-巨噬细胞极化-牙周炎症”调控轴心机制，认同巨噬细胞极化为调控牙周免疫微环境和干预牙周炎进展提供了潜在关键靶点。上述评价充分体现了本团队在牙周再生分子机制与治疗策略方面所取得的原创性贡献及其重要的科学价值。

（3）国际牙周病学知名学者 Richard J. Miron 教授团队在 *Clinical Oral Investigations* (2025, 29(7): 357) 发表综述，系统总结牙周膜干细胞外泌体在再生中的机制，专门引述本项目 *Stem Cells* (2023 Mar 2;41(2):184-199) 关于炎症 PDLSCs 经外泌体 miR-143-3p 抑制 PI3K/AKT、激活 NF- κ B 而驱动 M1 型巨噬细胞极化、加重牙周炎症的发现，将其列为牙周炎免疫治疗的重要潜在靶点；上述国际引用充分体现本项目在牙周免疫微环境调控机制方面的原创性贡献与广泛学术影响。

2. 牙源性干细胞在神经再生治疗中的机制探索与技术突破受到国际关注。

（1）德国波恩-莱茵-锡格应用技术大学 Edda Tobiasch 教授在 *International Journal of Molecular Sciences* (2021, 22(12): 6387) 中引用本团队发表于 *Stem Cell Research & Therapy* (2016, 7: 50) 的研究，高度认可本项目所建立的慢病毒介导 hTERT 基因转导实现人乳牙牙髓干细胞（SHED）永生化的技术方案，指出该方案在有

效延长干细胞体外培养寿命的同时，保持了细胞的增殖活性、多向分化能力及基因组稳定性，为组织工程提供了稳定、安全的细胞来源，对再生医学领域具有重要方法论意义。

(2) 武汉大学口腔医学院张玉峰教授在**International Journal of Oral Science** (2025, 17(1): 50) 中高度评价本团队关于SHED来源外泌体调控小胶质细胞M1/M2极化进而促进创伤性脑损伤修复的研究**Stem Cell Research & Therapy** (2017, 8(1): 198)，强调该成果揭示了牙源性干细胞外泌体在神经保护与再生中的重要作用，为神经系统疾病的无细胞治疗新策略提供了坚实理论基础。

3. 新型组织再生材料的研发与转化应用前景获得跨领域专家积极评价。

(1) 西安电子科技大学前沿交叉研究院首席科学家Hossam Haick教授在**ACS Nano** (2022, 16(2): 1708-1733) 中引用本团队发表于**Advanced Functional Materials** (2021, 31(18): 2009442) 的成果，高度认可本项目研发的绿茶衍生物驱动智能水凝胶敷料在慢性糖尿病伤口治疗中的应用价值。该材料具备优良的抗氧化特性与免疫调节功能，可有效促进巨噬细胞向M2型极化，缓解炎症微环境，加速组织再生，展现出显著的临床转化潜力。

(2) 印度国家药物教育研究所Jitender Madan教授进一步评价了本团队开发的聚（柠檬酸-没食子酸）基水凝胶封装SHED外泌体系，指出该体系能有效调控小胶质细胞M2极化，减轻氧化应激及神经炎症反应，为大鼠TBI后神经功能恢复提供了一种新型治疗策略，体现出外泌体-材料复合系统在生物医学应用中的广阔前景。

(3) 国家药典委员会理化分析专业委员会主任委员贺浪冲教授在**Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis** (2014, 101: 141-150) 将本项目发表于**Journal of chromatography. B, Analytical**

technologies in the biomedical and life sciences (2012 Sep 1;904:115-20) 的成果作为中药活性成分定向筛选的代表性方法应用加以引述，肯定了该方法在中药来源先导化合物发现中的实用价值。该成果首次从牙周膜细胞层面证实黄连素可作用于人牙周膜细胞并促进矿化结节形成，为牙周组织再生的药物活性评价与成骨候选药物发现提供了新方法，相关思路已被后续细胞膜色谱研究广泛借鉴。

综上所述，该项目在牙源性干细胞的生物学机制研究、关键技术开发及再生治疗应用方面均取得了具有国际影响力的系统性创新成果，获得了国内外权威学者的广泛引用与高度评价，为相关领域的进一步发展奠定了重要的理论与技术基础。

五、应用情况

由感染导致的组织缺损与功能障碍，涵盖皮肤、骨组织、神经组织与牙周组织等多个系统，治疗难度大且往往造成巨大的社会和经济负担。传统治疗手段多停留在“结构替代”层面，难以实现组织的功能性再生。随着再生医学的发展，牙源性干细胞因取材便捷、多向分化潜能突出、免疫原性低等独特优势，成为口腔及多组织再生的理想种子细胞。

该项目围绕牙源性干细胞的基础理论、关键技术及临床转化应用开展系统性研究，按照“发病机制—再生策略—再生技术”三大维度推进：在发病机制层面，系统揭示补体C3-巨噬细胞极化调控轴心、炎症牙周膜干细胞外泌体miR-143-3p致骨丧失机制及牙龈卟啉单胞菌PAD疫苗防骨吸收效应，并研发龈沟液采集检测装置实现炎症微环境动态监测；在再生策略层面，建立hTERT永生化SHED种子细胞库，并提出SHED外泌体调控小胶质细胞极化、促进神经功能恢复的无细胞再生路径；在再生技术层面，研发绿

茶衍生物智能水凝胶、实时报告释药的聚合物前药体系、人牙周膜细胞膜色谱药物筛选方法及配套给药装置，构建了“材料-药物-器械”支撑体系。在此基础上，项目针对组织缺损制定个性化诊疗方案，规范牙源性干细胞从牙齿提取、体外培养、细胞质控到移植的全流程操作，并建立术后多维度检测评估体系，实时可视化监测组织再生效果，确保治疗有效性与安全性。

该项目取得了一系列具有自主知识产权的创新性成果，共获授权国家专利10余项，发表SCI论文30余篇，其中包括在Advanced Functional Materials、Stem Cell Research & Therapy等领域内国际权威期刊上发表的10余篇高水平研究论文。项目组成员多次受邀在“国际牙科研究协会年会（IADR）”、“中华口腔医学会口腔生物医学学术年会”等国内外知名学术会议做专题报告，与国内外同行深入交流，相关成果获得了广泛关注与高度认可，有力推动了牙源性干细胞在组织再生领域的科研进展与临床转化应用。

该项目已和企业展开相关合作，涉及的干细胞提取、分选、外泌体及配套器械技术已在武汉市工程细胞中心、苏州缔因安生物科技公司、珈泌生物科技（武汉）有限公司以及多家知名三级甲等口腔专科医院进行试用或临床试验，同时已进行医疗器械注册推进工作，核心技术及相关产品得到了试用方的广泛好评和临床医生的高度认可。该项目成果不仅为基于牙源性干细胞的组织修复方案和手段的标准化及临床应用奠定了理论基础与技术支撑，同时也为后续相关领域的研究提供了宝贵的参考模式，有望推动我国口腔医学与再生医学的发展，为实现“健康中国”目标贡献力量。

【应用单位证明 1-5】

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间
----	------	-------	---------	--------

1	珈泌生物科技(武汉)有限责任公司	牙源性干细胞的组织再生策略及应用	全国口腔医院及诊所	2020 年 1 月-2023 年 12 月
2	武汉市细胞工程中心	牙源性干细胞的组织再生策略及应用	全国口腔医院/诊所	2021 年 1 月-2024 年 6 月
3	苏州缔因安生物科技有限公司	牙源性干细胞的组织再生策略及应用	全国口腔医院/诊所	2019 年 6 月-2025 年 9 月
4	日照市口腔医院	牙源性干细胞的组织再生策略及应用	口腔医院患者	2021 年 6 月-至今
5	空军军医大学口腔医院	牙源性干细胞的组织再生策略及应用	口腔医院患者	2020 年 1 月-至今

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	论文	Exosomes secreted by stem cells from human exfoliated deciduous teeth contribute to functional recovery after traumatic brain injury by shifting microglia M1/M2 polarization in rats	欧洲	10.1186/s13287-017-0648-5	2017 年 09 月 29 日	Stem Cell Research & Therapy	西安交通大学口腔医院	李晔, 杨媛媛, 任佳力
2	论文	Green tea derivative driven smart hydrogels with desired functions for chronic diabetic wound treatment.	欧洲	10.1002/adfm.202009442	2021 年 02 月 01 日	Advanced Functional Materials	西安交通大学口腔医院	赵晓丹, 裴丹丹, 杨宇轩

3	实用新型专利	龈沟液采集及检测装置	中国	ZL20192152644.2	2020 年 06 月 23 日	ZL20192152644.2	西安交通大学口腔医院	李昂, 孙帼, 裴丹丹, 贺望虹
4	论文	Complement 3 mediates periodontal destruction in patients with type 2 diabetes by regulating macrophage polarization in periodontal tissues	欧洲	10.1111/cpr.12886.	2020 年 08 月 14 日	Cell Prolif	西安交通大学口腔医院	李晔, 王欣欣, 王赛赛, 朱春晖
5	论文	Inflammatory Periodontal Ligament Stem Cells Drive M1 Macrophage Polarization via Exosomal miR-143-3p-Mediated Regulation of PI3K/AKT/NF-κB Signaling	欧洲	10.1093/stmcls/sxac087	2022 年 12 月 15 日	Stem Cells	西安交通大学口腔医院	王垭铮, 张曦戈, 王津津, 张杨, 叶庆元, 王阳, 费栋栋, 王勤涛
6	论文	Induction of immune response and prevention of alveolar bone loss with recombinant Porphyromonas gingivalis peptidylarginine deiminase.	欧洲	10.1016/j.archoralbio.2013.09.006.	2013 年 10 月 03 日	ARCHIVES OF ORAL BIOLOGY	西安交通大学口腔医院	朱春晖, 杨谨, 孙俊毅
7	论文	Combining human periodontal ligament cell membrane chromatography with online HPLC/MS for screening	欧洲	10.1016/j.jchromb.2012.07.031	2012 年 08 月 04 日	Journal of Chromatography B	西安交通大学口腔医院	刘瑾, 杨谨, 王嗣岑, 孙俊毅, 石建峰, 饶国洲,

		osteoplastic active compounds from Coptidis Rhizoma						李昂, 苟建重
8	论文	A Polymeric Prodrug for Non-invasive, Real-time Reporting Drug Release based on “turn-on” Fluorescent probes	中国	10.1016/j.reactfunctpolym.2020.104649	2020 年 09 月 01 日	Reactive & Functional Polymers	西安交通大学口腔医院	赵晓丹, 雷鑫, 成一龙
9	论文	A novel method for banking stem cells from human exfoliated deciduous teeth: lentiviral TERT immortalization and phenotypical analysis	欧洲	10.1186/s13287-016-0309-0.	2016 年 04 月 04 日	Stem Cell Research & Therapy	西安交通大学口腔医院	尹战海, 王琦, 李晔
10	实用新型专利	一种给药装置	中国	ZL201920566256.7	2020 年 01 月 21 日	ZL201920566256.7	西安交通大学口腔医院	李昂, 潘洋, 裴丹丹, 朱春晖, 滕蕊

七、主要完成人情况

姓 名	李晔	排 名	1
行政职务	西安交通大学口腔医院预防科副主任		
技术职称	特聘研究员、副教授		
工作单位	西安交通大学口腔医院		
完成单位	西安交通大学口腔医院		

对本项目主要学术贡献： 项目总负责，提出了本成果的主要研究思路和研究方法，设计了研究内容和研究方案，并具体指导和完成了一系列创新实验，获得了重要的研究结果，是创新点的核心贡献者，是本成果中探索牙源性干细胞组织再生功能的主要提出者和研究者。系统揭示补体 C3-巨噬细胞极化调控轴心在牙周炎症中的作用（代表性论文 1），以及 SHED 来源外泌体调控小胶质细胞极化促进创伤性脑损伤修复的机制（代表性论文 4）。本成果研究工作本人呢工作量占 70%。			
姓 名	赵晓丹	排 名	2
行政职务	无		
技术职称	助理研究员		
工作单位	西安交通大学口腔医院		
完成单位	西安交通大学口腔医院		
对本项目主要学术贡献： 项目核心成员，负责牙源性干细胞来源智能水凝胶及高分子前药的设计与构建。研发绿茶衍生物驱动智能水凝胶敷料，揭示其调控巨噬细胞 M2 极化、促进慢性糖尿病创面愈合的作用（代表性论文 7）；构建可用于实时报告药物释放的聚合物前药体系（代表性论文 6）；是本成果牙源性干细胞在组织修复中的效应评价的主要研究者，并参与探索了基于牙源性干细胞新型材料的研发，工作量占本成果的 60%。			
姓 名	刘瑾	排 名	3
行政职务	西安交通大学口腔医院牙周病科副主任		
技术职称	副主任医师		
工作单位	西安交通大学口腔医院		
完成单位	西安交通大学口腔医院		
对本项目主要学术贡献： 项目核心成员，是创新点的主要贡献者之一，建立人牙周膜细胞膜色谱-在线 HPLC/MS 联用方法，用于定向筛选促进成骨的活性成分，发现黄连素可作用于人牙周膜细胞并促进矿化结节形成（代表性论文 5），为牙周组织再生的药物筛选与成骨活性评价提供新方法；是本成果牙源性干细胞成骨分化调控机制探索的主要研究者参与本项目的工作量占全部工作量的 50%。			
姓 名	王垚铮	排 名	4
行政职务	无		
技术职称	助理研究员		
工作单位	西安交通大学口腔医院		
完成单位	西安交通大学口腔医院		

对本项目主要学术贡献： 项目核心成员，是创新点的主要贡献者之一，是本成果牙源性干细胞成骨分化调控机制探索主要研究者，发现炎症微环境下牙周膜干细胞来源外泌体通过 miR-143-3p/PI3K-AKT-NF-κ B 信号轴驱动 M1 型巨噬细胞极化，阐明炎症 PDLSC 外泌体调控牙周免疫微环境的新机制（代表性论文 2），为牙周炎免疫干预提供了潜在靶点；参与本项目的工作量占本人全部工作量的 50%。			
姓 名	王琦	排 名	5
行政职务	无		
技术职称	副主任医师		
工作单位	西安交通大学口腔医院		
完成单位	西安交通大学口腔医院		
对本项目主要学术贡献： 项目重要成员，是创新点的重要贡献者之一，建立慢病毒介导 hTERT 永生化人脱落乳牙干细胞（SHED）库建方法，证实永生化 SHED 在保持多向分化能力与基因组稳定性的同时显著延长体外培养寿命（代表性论文 8），为牙源性干细胞的规模化获取与临床应用提供稳定细胞来源，工作量占本成果的 40%。			
姓 名	孙帼	排 名	6
行政职务	无		
技术职称	医师		
工作单位	西安交通大学口腔医院		
完成单位	西安交通大学口腔医院		
对本项目主要学术贡献： 项目组重要成员，参与研发龈沟液采集及检测装置（实用新型专利，成果 10），规范牙周病临床诊断中的龈沟液采样流程，为牙周组织再生的疗效动态监测提供配套技术支撑；参与牙源性干细胞组织再生新型材料及器械研发，工作量占项目组总工作量的 40%。			
姓 名	朱春晖	排 名	7
行政职务	无		
技术职称	副主任医师		
工作单位	西安交通大学口腔医院		
完成单位	西安交通大学口腔医院		

对本项目主要学术贡献：
项目重要成员，是创新点的重要贡献者之一，揭示牙龈卟啉单胞菌肽酰精氨酸脱亚胺酶（PAD）疫苗可诱导免疫应答、预防牙槽骨吸收（代表性论文 3）；参与一种给药装置研发（实用新型专利，成果 9）及补体 C3 巨噬细胞极化机制研究（代表性论文 1），为项目的给药策略与配套器械提供支撑，工作量占本成果的 35%。

八、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	西安交通大学
对本项目主要学术贡献： 西安交通大学口腔医院是本成果的主要设计及完成单位，负责整个成果的设计、组织、管理。本成果主要依托西安交通大学口腔医院完成，西安交通大学口腔医院提供了完成本成果的全部研究环境、实验条件和部分经费资助，并在其他辅助条件等方面提供了强有力的保障。西安交通大学口腔医院推动了本成果相关技术成果的应用和推广，通过与相关企业合作，致力于将技术成果的经济效益和社会效益的最大化。通过举办学术会议、技术研讨会等形式推动技术成果的进一步推广和应用，技术成果已经在全国多个科研机构、科技公司及口腔医院进行了推广应用，并得到了广泛好评。	

九、完成人合作关系说明

该项目七位完成人均来自西安交通大学口腔医院，围绕牙源性干细胞的组织再生策略长期合作、共同完成本项目。第一完成人李晔总体设计项目研究思路与方案，统筹各方向的研究推进，并与王琦、朱春晖等共同开展牙源性干细胞外泌体及免疫调控研究（代表性论文4、9），与赵晓丹、王垚铮等合作获批陕西省自然科学基金基础研究计划青年项目（A类），与刘瑾、朱春晖等共同获得2025陕西高校科学技术研究优秀成果二等奖；第二完成人赵晓丹负责智能水凝胶与高分子前药方向的研究（代表性论文2、8）；第三完成人刘瑾建立牙周膜细胞膜色谱筛选方法（代表性论文7），与朱春晖共同获得2017年西安市科技进步二等奖；第四完成人

王垭铮揭示炎症牙周膜干细胞外泌体驱动M1巨噬细胞极化的机制（代表性论文5）；第五完成人王琦建立SHED永生化库建方法（代表性论文9）；第六完成人孙帽参与龈沟液采集及检测装置研发（实用新型专利，成果3）；第七完成人朱春晖参与牙龈卟啉单胞菌PAD疫苗（代表性论文6）、一种给药装置（实用新型专利，成果10）及补体C3机制研究（代表性论文4）。各完成人依托同一单位平台，分工协作，围绕“发病机制—再生策略—再生技术”三大维度协同攻关，共同完成本项目。