

[文章编号] 1674-8603(2024)01-0001-05

· 述 评 ·

中国口腔生物学学科的引介、演进与前景展望

周建^{1,2}, 张净秋³, 王松灵^{2*}

(1. 首都医科大学口腔医学院特诊特需科, 北京 100050; 2. 首都医科大学口腔健康北京实验室, 北京 100069; 3. 首都医科大学中医药学院中医基础学系, 北京 100069)

[摘要] 20 世纪 50 年代, 德裔美国医学家赫尔曼·贝克斯提出“口腔生物学”, 30 年后这一学科传入我国。经过口腔医学界同仁的努力, 20 世纪 90 年代“口腔生物学”作为一门课程出现在口腔医学教育教学体系中, 教材编写工作也摆上了议事日程, 第一部规划教材 2000 年由刘正教授主编, 人民卫生出版社出版。随后, 大量关联教材不断涌现, 课程建设取得巨大成绩。2010 年, 中华口腔医学会口腔生物医学专业委员会在北京成立, 随后又创办了《口腔生物医学》学术季刊, 极大推动了我国口腔生物学的学术进展。新的历史时期, 口腔生物学应在人才培养、科技创新、成果转化、临床应用等多个层面、领域不断拓展, 进而开辟学术发展的新纪元。

[关键词] 口腔生物学; 赫尔曼·贝克斯; 专业委员会; 稳态医学

[中图分类号] R780.2 [文献标识码] A [doi] 10.3969/j.issn.1674-8603.2024.01.001

The introduction, evolution, and future prospects of oral biology in China

ZHOU Jian^{1,2}, ZHANG Jingqiu³, WANG Songling². (1. Department of VIP Dental Service, Capital Medical University School of Stomatology, Beijing 100050, China; 2. Beijing Laboratory of Oral Health, Capital Medical University, Beijing 100069, China; 3. Department of Basic Science of Traditional Chinese Medicine, School of Traditional Chinese Medicine, Capital Medical University, Beijing 100069, China)

Corresponding author: WANG Songling, Email: slwang@ccmu.edu.cn

[Abstract] In the 1950s, German-American medical scientist Hermann Becks proposed “Oral Biology”, and 30 years later, this discipline was introduced into China. Through the efforts of colleagues in the field of oral medicine, “Oral Biology” emerged as a course in the oral medicine education and teaching system in the 1990s, and the work on textbook compilation was also put on the agenda. The first unified textbook was published in 2000 by Professor LIU Zheng as the chief editor, by the People’s Medical Publishing House. Subsequently, a large number of related textbooks emerged continuously, and the course construction achieved great success. In 2010, the Oral Biomedicine Professional Committee of the Chinese Stomatological Association was established in Beijing, followed by the founding of the academic quarterly “Oral Biomedicine”, which greatly promoted the academic progress of oral biology in China. In the new historical period, oral biology should continuously expand in various levels and fields such as talent training, technological innovation, achievement transformation, and clinical application, thereby opening a new era of academic development.

[Key words] oral biology; Hermann Becks; professional committee; homeostasis medicine

口腔生物学是基础医学与口腔医学之间的桥梁, 内容丰富, 涉及学科众多。其内涵被界定为: 口腔生物学是口腔医学的基础学科, 是从生物学角度解析口腔医学中科学问题的学科。其内涵宽广, 是多门生物医学基础学科的集锦^[1]。追溯口腔生物学的发展过程, 其历时并不久远, 然而自独立以来, 其蓬勃发展之态势则为学界广泛关注。我国口腔生物学肇始于上世纪 80 年代, 经过了 40 余年的发展, 教学、科研、学术团队建设、成果引介等多个方面都取得了快速发展和不俗成就。本文即爬梳我国口腔

生物学的引入、发展历史演进轨迹, 并对未来的方向给予前瞻、展望。

1 口腔生物学的生成和国内的引介

口腔生物学的出现是现代口腔医学自身发展的内在要求, 是自牙科学产生经现代科学大发展, 至现代口腔医学的成熟、完善, 历史演进的必然结果。

早期从事口腔医疗实践的“牙医”, 往往没有经过专业的医学教育和临床训练, 18 世纪以前通常都是由理发匠充当, 治疗病患操作失败频发。17 世纪末 18 世纪初, 法国、德国等欧洲国家先后出台牙科执业制度, 规范牙科从业人员, 提高其理论与实践水平。伴随着生理学、解剖学、比较解剖学、组织病理

基金项目: 首都医科大学 2023 教育教学改革研究项目重点课题 (2023JYZ031)

* 通信作者: 王松灵, Email: slwang@ccmu.edu.cn

学等学科的发展,有关牙科治疗的经验总结与积累日益完备。1723年,皮埃尔·福查德(Pierre Fauchard)完成了他的跨时代意义的巨著《外科·牙科学》(*Le Chirurgien Dentiste*),使牙科医学真正成为了一门独立的医学专业,皮埃尔·福查德被后世誉为近代牙科医学之父。其后,欧美牙医师不断开拓,发明、改进了牙科治疗的器具和手段,使得牙医学和诊疗技术大踏步向前迈进。

进入19世纪以后,一方面牙医学的高等专业教育及机构正式成立,牙医师组织和学术期刊应运而生;另一方面现代科学日新月异,生物学、医学的新学说、新技术不断涌现,以惊人的速度揭示生命的奥秘,现代牙医学及其分支纷纷出现,蓬勃发展。

1840年,全世界第一所牙医学院——巴尔的摩牙医学院(Baltimore College of Dental Surgery)在美国马里兰州成立,创始人是豪里斯·海顿(Horace H. Hayden)和查宾·哈里斯(Chapin A. Harris)。同年,二人又组织成立了全球第一个牙医师组织——美国牙科外科医生协会(American Society Dental Surgeons)。1839年,哈里斯等人还创办了世界上第一本牙医学期刊——《美国牙科科学杂志》(*American Journal of Dental Science*)。牙医学高等教育与学术活动的不断成熟,催生现代牙医学及其学科架构。

19世纪以来,麻醉术的诞生、硫化橡胶义齿的出现、牙科诊疗设备的推陈出新,进一步加快了牙科诊疗技术的提高。同时,口腔解剖学、口腔病理学、口腔微生物学、牙体牙髓病学、牙周病学、口腔黏膜病学等学科不断发展,涌现出了像乔纳森·哈钦森(Jonathan Hutchinson, 1828—1913)、格林·瓦迪曼·布莱克(Greene Vardiman Black, 1836—1915)、威洛比D.米勒(Willoughby D. Miller, 1853—1907)、伯恩哈德·戈特利布(Bernhard Gottlieb, 1885—1950)、哈利·西歇尔(Harry Sicher, 1889—1974)、鲁道夫·克伦斐尔德(Rudolf Kronfeld, 1901—1940)、约瑟夫·彼得·魏因曼(Joseph Peter Weinmann, 1896—1960)、巴林特·奥尔班(Balint Orban, 1899—1960)等一批现代牙医学先驱和优秀学者^[2]。

随着牙医学的不断发展,医者在临床实践中面临一种窘境,即:尽管牙学院讲授并强调了基础科学,但牙科实践多数情况下仍被视为一种技术。人们普遍认为,成功的牙科临床实践所需的基础科学知识极少,因此学界一直在寻求一种解决方案,能够使临床技术和基础理论都纳入到更完备的口腔健康服务中。此时德裔美国学者赫尔曼·贝克斯(Her-

mann Becks, 1897—1962)提出并实践了他的观点。他在美国加州及全国各地进行了密集的演讲和广泛的研究生教学,之后于1943年开始举办牙科医学研究年度研讨会,每年一次,为期4天,通过集中的教学和课程演示介绍最新学术进展。由于其严谨的组织和高水平的学术报告,研讨会引发广泛好评。演讲者来自不同的领域,研讨会与会者则来自几乎全美所有州以及其他国家。1951年,这一形式所衍生出的新兴学科样态已然出现,贝克斯认为“dental medicine”一词已经不能涵盖口腔基础医学的所有方面,于是“口腔生物学”(oral biology)呼之欲出,贝克斯提出的这一概念获得了广泛的认可,“口腔生物学”作为学科由此诞生^[3]。

1946年,美国口腔生物学会(American Institute for Oral Biology)成立。1957年,加拿大曼尼托巴大学成立了北美地区第一个口腔生物系,并于1962年和1963年开始培养口腔生物学的硕士和博士研究生^[4]。

20世纪80年代,借助出国留学进修人员和国外学者的交流访问,口腔生物学作为一门学科开始被引介到我国。一些学术论著被翻译介绍到国内,学界开始接触、了解并逐渐认识口腔生物学的内涵与外延,至90年代正式在高等医科院校口腔专业设置有关课程。

2 口腔生物学在我国的发展

口腔生物学被引入我国后,在口腔医学教育、科研、学术团体、刊物建设等各个方面都引发一系列的新动向。经过40余年的发展,口腔生物学已然成为口腔医学学科群中最富活力与发展前景的学科之一。

2.1 课程与教材

80年代口腔生物学引入我国,由于学科本身来源于基础医学及相关联学科,因此我国有关研究已有一定的基础,只是对于新生“口腔生物学”尚需整合与学习,且水平也有待提高。最早引入并在教育教学中实践的是老一代学者和80年代初海外学习与进修人员,他们采用翻译国外论著和创立相关实验室、开展有关研究、创立课程、编写教材等方式,将口腔生物学移植到我国,且成功建立学科的雏形。

目前已知最早引介的国外著作有:英国学者伯特伦·科恩(Bertram Cohen)、艾弗R.H.克莱默(Ivor R. H. Kramer)著《口腔医学的科学基础》(*Scientific Foundations of Dentistry*)^[5],该书由郑麟蕃等学者翻译,人民卫生出版社1984年出版;另有查元坤等学

者编译的《口腔生物学基础》^[6],人民军医出版社 1988 年出版,该书是根据大卫·亚当斯(David Adams)《*Essentials of Oral Biology*》一书及其他文献资料编译而成。这些书籍成为了国内了解口腔生物学内涵并加以借鉴的最早蓝本。

随着海外留学、进修人员归国,学习西方,引进最新科研、教学成果的脚步加快,国内口腔医学院校开始出现口腔生物学的教学实践、教材编写。目前已知较早从事相关工作的有第四军医大学的吴军正、司徒镇强两位教授,他们于 1994 年建立口腔生物学教研室,1995 年将口腔生物学列入口腔医学专业本科生的必修课程,随后编写了内部教材^[4]。我国第一部正式出版的口腔生物学教材是武汉大学口腔医学院樊明文教授主编,1996 年人民卫生出版社正式发行(第 2 版,2004 年发行)^[7]。1998 年,为适应我国高等口腔医学教育改革和发展的需要,经卫生部口腔医学专业教材评审委员会审议,卫生部教材办公室决定进行口腔医学专业规划教材第四轮修订,增设《口腔生物学》教材^[8]。教材由上海第二医科大学口腔医学院刘正教授主编,习惯上也被称为“第一版教材”。口腔专业规划教材的出版,带动了

全国各医学院校口腔医学专业口腔生物专业课程

表 1 《口腔生物学》全国规划教材第一版至第五版出版情况一览表

Tab.1 A list of publications of *Oral Biology* as one of the national planning materials from the first edition to the fifth edition

版次	主编	副主编	出版时间
第一版	刘正	边专、刘正、张丁、周学东、梁景平 (未设副主编,均为编者)	2000 年
第二版	刘正	边专	2003 年
第三版	刘正	边专	2007 年
第四版	边专	王松灵	2012 年
第五版	边专	王松灵、陈万涛、贾荣	2020 年

当下,第六版教材正在编写过程中,主编为王松灵教授,预计于 2025 年由人民卫生出版社正式出版。在五版教材推进过程中,其内容章节也在不断更新、完善。对比观察下,很明显能够看出我国口腔生物学学科内容的演进轨迹,在理论与试验研究两个方面的不断扩充、强化的态势,以及现代口腔医学临床诊疗与基础研究双向促进与协同发展的模式(表 2、表 3)。

表 2 五版《口腔生物学》教材章节内容对比一览表

Tab.2 A list of comparison of chapters and contents among the five editions of *Oral Biology*

章节	第一版	第二版	第三版	第四版	第五版
第一章	口腔微生物学	●	●	●	●
第二章	口腔生物化学	●	●	●	●
第三章	口腔疾病分子生物学	●	●	●	●
第四章	口腔免疫学	●	●	●	●
第五章	牙周骨组织生物学	●	口腔骨组织生物学	●	●
第六章	——	口腔细胞培养及其应用	●	●	●
第七章	——	——	——	口腔生物学实验教程	●
附录	——	口腔生物学词汇英中文对照	●	●	●

注:表中“●”表示章节标题同前,“——”表示无此内容。

表 3 第一版与第五版《口腔生物学》教材部分章节内容对比一览表

Tab.3 A list of comparison of partial chapters and contents between the first and the fifth *Oral Biology*

章节	第一版	第五版
第三章	第一节 分子遗传学基础	第一节 分子生物学基础
	第二节 分子生物学研究的主要方法	第二节 基本工具与技术
	第三节 牙发生的分子机制	第三节 牙发生的分子机制
	第四节 分子生物学在口腔致病菌研究中的作用	第四节 分子生物学在口腔致病菌研究中的作用
第四章		第五节 口腔遗传病生物学基础
		第六节 口腔肿瘤分子生物学
	第一节 口腔非特异性免疫	第一节 口腔防御系统
	第二节 口腔特异性免疫	第二节 龋病与免疫
	第三节 口腔常见病与免疫	第三节 牙髓病及根尖周病与免疫
		第四节 牙周病与免疫
		第五节 口腔黏膜病与免疫
		第六节 口腔肿瘤与免疫
		第七节 口腔移植免疫
		第八节 口腔免疫学研究的主要方法

规划教材之外,其他口腔医学院校专家学者编写的口腔生物学教材也是各具特色。如北京大学口腔医学院张筱林教授主编的《口腔生物学》^[9],分别于2005、2013年出版第一、第二版。口腔生物学学科分支,也有专门教材不断出炉,其中以“口腔微生物学”“口腔分子生物学”成果最丰。前者就有肖晓蓉编著《口腔微生物学及实用技术》^[10],刘正^[11]、周学东^[12]、陈菊滢^[13]等分别主编的《口腔微生物学》;后者则有陈谦明主编《口腔分子生物学》^[14]、李德超主编《口腔医学分子生物学基础》^[15]等。2009年,卫生部教材办确定编写第一轮全国高等学校口腔医学专业研究生规划教材,王松灵教授负责主编的《口腔分子生物学与口腔试验动物模型》被列为4种基础课程教材之一,2011年人民卫生出版社出版^[16](第2版,2020年发行)。

口腔生物学教材的推陈出新,不仅推动了课程建设的大踏步前进,满足了口腔医学专业人才培养的需要,而且健全了学科的配置,丰富了内涵,促进了各学科之间的交叉融合,推进了整个口腔医学的有机整合。

2.2 口腔生物医学专委会的成立与建设

建设口腔生物学学术队伍,创设学术交流平台,引领本学科科研发展方向,推动学术整体水平的提高,这是专业学术团体所需完成的使命与工作。伴随着高等院校口腔生物学课程建设,相关专业委员

会也在酝酿与筹备。

2008年10月31日至11月3日,由王松灵教授、施松涛教授担任组委会主席的“2008国际口腔及颌颌前沿研究研讨会”在北京召开。此次会议邀请了国际口腔医学界知名专家,与会学者达650余位。原中华口腔医学会会长张震康教授对此次会议赞誉有加,他认为:这是我国口腔医学界的重要盛世,就其意义来说,将会载入中国口腔医学史册。此次会议主题鲜明,内容突出,集中反映了口腔医学基础研究领域前沿课题的最新成果和最新进展。这些成果和进展几乎和当时世界医学的基础研究同步,且并驾齐驱。参会者触摸到了世界口腔医学基础研究前沿强有力的跳动脉搏,这是中国口腔医学历史上前所未有的。会议的举办充分说明有特色的中国口腔医学的优势已逐渐被国际牙医学大家庭所接受,此次会议在中国口腔医学界吹响了创新性研究进军的号角^[17]!此次会议也预示着,中国口腔医学的学术水平、人才、能力已经足以在世界口腔医学界占有一席之地,中国口腔生物学界自己的学术组织已经孕育成熟,正期待破壳而出的那一刻。

2010年,口腔生物医学专业委员会正式成立,其为中华口腔医学会下设委员会之一。专委会每三年改选一次,目前开展工作的是第五届委员会。历届专委会主要组成人员情况见表4。

表4 中华口腔医学会第一至五届口腔生物医学专业委员会主要成员一览表

Tab.4 A list of main members of the first and the fifth session of Professional Committee of Oral Biology of Chinese Stomatological Association

届次	主任委员	副主任委员	顾问	任期
第一届	王松灵	李铁军、陈谦明、金岩、边专、陈万涛	张震康、邱蔚六、樊明文、王兴	2010年3月—2014年10月
第二届	王松灵	田卫东、边专、李铁军、陈万涛		2014年10月—2017年10月
第三届	金岩	王佐林、田卫东、边专、孙宏晨、范志朋、蒋欣泉		2017年10月—2020年11月
第四届	李铁军	王佐林、叶玲、孙宏晨、李蓓、范志朋、徐艳、蒋欣泉、程斌	王松灵	2020年11月—2023年12月
第五届	叶玲	王佐林、孙宏晨、李蓓、张玉峰、周永胜、徐艳、蒋欣泉、程斌	王松灵、金岩	2023年12月—

专委会成立后,积极推进学术交流,加快全国口腔生物学从业同仁沟通平台的建设,与国内各医学院校合作按时召开学术年会。十几年来先后联合福建医科大学口腔医学院(2011年)、中南大学湘雅医院(2012年)、浙江大学医学院附属口腔医院(2014年)、山东大学口腔医院(2015年)、大连医科大学口腔医学院(2016年)、重庆医科大学口腔医学院(2017年)、南昌大学附属口腔医院(2018年)、遵义医科大学附属口腔医院(2019年)、上海交通大学口腔医学院附属第九人民医院(2020年)、四川大学华西口腔医院(2021年)、吉林大学口腔医院(2023年)等单位通力合作,提高专委会的工作能力,促进

学术同仁的团结与共同成长。专委会每年都邀请国内外优秀学者开展学术报告,并鼓励青年才俊展示最新研究成果。2011年,专委会创设口腔生物医学优秀青年研究奖,2016年创办中华口腔医学会口腔生物医学新锐奖评选活动,同时定期召开中国口腔医学杰青、优青论坛。另外,还不定期召开重点实验室联席会议,举办口腔生物医学新锐电子壁报展、“生命的艺术”年度显微图片展,口腔生物学研究生/住院医师国际前沿研讨会等,这些活动受到业界的一致好评。为加强对外宣传效果,专委会还特别设计了徽标,以牙龈、牙槽骨、尖牙等构造的剖面组成花瓣形象,6片美丽花瓣构成盛开的花朵,以此展

现生长、活力和美好未来的寓意。

在学界人士的共同努力下,口腔生物医学专业委员会已在国内外产生较大影响,其工作不仅促进了国内外最新研究成果的沟通与交流,推动了学术的发展,而且培养了一批优秀的学术新人,构建起口腔生物学的人才梯队。

2.3 《口腔生物医学》学术集刊的创办

学术专委会成立之后,为推介优秀的学术成果,特创办了学术期刊《口腔生物医学》。刊物由南京医科大学主办,口腔生物医学专委会协办,期刊现已成为中国科技核心期刊。杂志社、编委会主要成员见表 5。

表 5 《口腔生物医学》杂志社、编委会主要人员一览表

Tab.5 A list of main members of Oral Biomedicine and the editorial board

时间	社长	主编	编辑部主任
2010 年	王林	陈宁	吴友农
2011 年	王林	陈宁、王松灵	吴友农
2012 年—2017 年	王林	陈宁、王松灵	吴凤鸣
2018 年	王林	陈宁、金岩	吴凤鸣(9 月止)、 孙颖(12 月始)
2019 年—2020 年	王林	徐艳、金岩(2020 年 9 月止)、李铁军(2020 年 12 月始)	孙颖
2021 年—2023 年	王林	徐艳、李铁军	孙颖

期刊目前设有述评、论著、综述等栏目,主要报道生物医学前沿与发展趋势,介绍国内外口腔生物学的研究进展,刊登相关的科研成果,截至 2023 年底,共发表论文 1 000 余篇。

3 未来发展趋势前瞻

随着新世纪医学的快速发展,口腔生物学在深度和广度上都以前所未有的速度拓展,其未来的发展趋势不可限量,前景日益广阔。面对科学技术的日新月异,科研工作者和学术界面临着机遇与挑战,从人才培养、科研创新、成果转化、临床应用等各个层面,口腔生物学都需要筑牢根基,勇于开拓,打开学术发展的新纪元。未来其延展的方向大致可以概括为以下几个方面:

其一,学科的发展在于人才,人才的培养在于教育。口腔生物学需要全方位的医学人才,这就需要在医学院的本科、研究生阶段强化学生基础知识、基本能力的训练,同时要打破旧有学科的界限和壁垒,拓展文理素质的综合培养。要做好《口腔生物学》教材的编写,在与世界接轨的同时,努力编写出具有中国口腔医学特色,适合中国医学生学习的优质教

材。同时也要加强师资队伍的培养,提高课程教学的基础性、有效性、拓展性、前沿性、实践性。

其二,进一步发挥口腔生物医学专委会的作用,利用好《口腔生物医学》期刊平台。学术的发展需要平台的支持,需要构建全球性的交流沟通、互进互助的网络。专委会就是要起到这样的作用,且更有力地鼓励、调动、支持优秀杰出人才和青年学术骨干在科学研究工作中大展拳脚,为他们提供更宽广的舞台。同时也要瞄准世界前沿成果和卓越专家,为我所用,传授学术理念,交流互通。要大力支持《口腔生物医学》杂志,不拘一格地推荐优秀学术论文,打造学术成果发表的新高地,并使杂志社成为我国口腔生物学界学术探讨与争鸣的璀璨园地。

其三,应瞄准口腔医学前沿科学问题,不断提高创新研究水平。包括牙颌发育在内的口腔颌面组织器官的发育模式及分子调控机制是口腔医学基础前沿研究,也是实现口腔颌面组织再生的前提基础。基于发育学原理或干细胞生物材料的口腔组织器官再生,经过不懈努力有望转化应用。要持续推进数字化、智能化、舒适化口腔医学,有望更广泛地服务大众。深入研究口腔稳态调控的机制,探索口腔稳态失衡导致口腔疾病的规律及调控恢复口腔稳态的有效手段,用恢复稳态平衡为目标的治疗理念来调整或构建口腔疾病治疗模式或方法。进一步通过维持口腔稳态来有效防控全身慢病,将是口腔医学发展的重要方向,也必将提升口腔医学水平及在生物医学中的作用和影响力。

[参 考 文 献]

[1] 边专. 口腔生物学[M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2012.

[2] 周学东, 唐洁, 谭静. 口腔医学史[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 23-166.

[3] Baume LJ. Hermann Becks. A tribute to the pioneer of oral biology [J]. J Am Dent Assoc, 1974, 88(2): 287-291.

[4] 段小红. 国内外口腔生物学的发展及其思考[J]. 口腔生物医学, 2020, 11(3): 144-146, 160.

[5] Cohen B. 口腔医学的科学基础[M]. 郑麟蕃, 主译. 北京: 人民卫生出版社, 1984.

[6] Adams D. 口腔生物学基础[M]. 查元坤, 刘俊峰, 折安, 等, 编译. 北京: 人民军医出版社, 1988.

[7] 樊明文主编: 口腔生物学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1996.

[8] 刘正. 口腔生物学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000.

[9] 张筱林. 口腔生物学[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2005.

[10] 肖晓蓉. 口腔微生物学及实用技术[M]. 北京: 北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社, 1993.

[11] 刘正. 口腔微生物学[M]. 南京: 南京出版社, 1995.

[12] 周学东, 肖晓蓉. 口腔微生物学[M]. 成都: 四川大学出版社, 2002.

(下转第 11 页)

CD80、CD86 阳性细胞数量显著下降,提示 apoVs 可能对 BMDMs 的表型变化产生影响,从而调节其功能。本研究通过由大肠杆菌来源 LPS 诱导的 BMDMs 炎症模型,证明 SCAP 来源 apoVs 可调控 BMDMs 炎症表型,进而调节炎症反应。

BMDMs 被激活后通常分为促炎型和抗炎型两种表型,受多种因素影响可导致表型发生改变,从而影响其功能^[15]。BMDMs 的表型变化对感染、炎症性疾病等至关重要,是预防和治疗相关疾病的关键^[16]。相关研究表明,能量代谢在 BMDMs 不同表型的转化中有重要作用。糖酵解是促炎型 BMDMs 的重要代谢途径,抑制 BMDMs 糖酵解可抑制其促炎表型相关功能^[17]。而细胞中糖酵解水平升高主要与其糖酵解相关酶的表达或活性增强有关,为探究 SCAP 来源 apoVs 对 BMDMs 糖酵解相关酶的影响,本研究通过检测与 apoVs 共培养前后 BMDMs 糖酵解相关酶的表达,结果证明 SCAP 来源 apoVs 能被炎性 BMDMs 摄取并影响其糖酵解相关酶 HK1、HK2、LDHA、PKM2、GLUT1 及 GLUT3 的表达水平,提示 apoVs 可能通过下调糖酵解相关酶 GLUT1、GLUT3 的表达抑制 BMDMs 糖酵解,减少 BMDMs 促炎表型 CD80、CD86 阳性细胞的数量,进而调控炎症反应。

本研究探讨 SCAP 来源 apoVs 通过调控 BMDMs 糖酵解相关酶的表达影响其促炎功能,进而调控炎症反应,然而 apoVs 调控炎症作用的具体机制仍需进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] Peng L, Ye L, Zhou XD. Mesenchymal stem cells and tooth engineering[J]. Int J Oral Sci, 2009, 1(1):6-12.
- [2] Hajishengallis G, Chavakis T. Local and systemic mechanisms linking periodontal disease and inflammatory comorbidities[J]. Nat Rev Immunol, 2021, 21(7):426-440.
- [3] Wang Y, Chen XD, Cao W, et al. Plasticity of mesenchymal stem cells in immunomodulation: Pathological and therapeutic implications[J]. Nat Immunol, 2014, 15(11):1009-1016.
- [4] Xuan K, Li B, Guo H, et al. Deciduous autologous tooth stem cells regenerate dental pulp after implantation into injured teeth[J]. Sci Transl Med, 2018, 10(455):eaaf3227.
- [5] Samanta S, Rajasingh S, Drosos N, et al. Exosomes: New molecular targets of diseases[J]. Acta Pharmacol Sin, 2018, 39(4):501-513.
- [6] Meng WR, He CS, Hao YY, et al. Prospects and challenges of extracellular vesicle-based drug delivery system: Considering cell source[J]. Drug Deliv, 2020, 27(1):585-598.
- [7] Assaraf YG, Brozovic A, Gonçalves AC, et al. The multi-factorial nature of clinical multidrug resistance in cancer[J]. Drug Resist Updat, 2019, 46: 100645.
- [8] Chen ZZ, Larregina AT, Morelli AE. Impact of extracellular vesicles on innate immunity[J]. Curr Opin Organ Transplant, 2019, 24(6):670-678.
- [9] Skotland T, Sagini K, Sandvig K, et al. An emerging focus on lipids in extracellular vesicles[J]. Adv Drug Deliv Rev, 2020, 159:308-321.
- [10] 王璉, 陈建英. 细胞外囊泡研究新进展[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(4):621-626.
- [11] Boulanger CM, Loyer X, Rautou PE, et al. Extracellular vesicles in coronary artery disease[J]. Nat Rev Cardiol, 2017, 14(5):259-272.
- [12] Wu PP, Zhang B, Ocansey DKW, et al. Extracellular vesicles: A bright star of nanomedicine[J]. Biomaterials, 2021, 269:120467.
- [13] Brennan MÁ, Layrolle P, Mooney DJ. Biomaterials functionalized with MSC secreted extracellular vesicles and soluble factors for tissue regeneration[J]. Adv Funct Mater, 2020, 30(37):1909125.
- [14] Li ZH, Wu ML, Liu SY, et al. Apoptotic vesicles activate autophagy in recipient cells to induce angiogenesis and dental pulp regeneration[J]. Mol Ther, 2022, 30(10):3193-3208.
- [15] Murray PJ. Macrophage polarization[J]. Annu Rev Physiol, 2017, 79: 541-566.
- [16] Kadomoto S, Izumi K, Mizokami A. Macrophage polarity and disease control[J]. Int J Mol Sci, 2021, 23(1):144.
- [17] Wang FL, Zhang S, Jeon R, et al. Interferon gamma induces reversible metabolic reprogramming of M1 macrophages to sustain cell viability and pro-inflammatory activity[J]. EBioMedicine, 2018, 30: 303-316.

(收稿日期:2023-11-28)

(本文编辑:钟旖)

(上接第5页)

(收稿日期:2024-02-07)

(本文编辑:尚海霞)