

肠道菌群与放射性肠炎的关系及研究进展

The relationship and research progress between intestinal flora and radiation enteritis

Hao Ningbo, Xin Chao, Li Na, Li Changzheng

引用本文:

郝宁波, 辛超, 李娜, 等. 肠道菌群与放射性肠炎的关系及研究进展[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2022, 46(5): 316–320. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381–202105028–00180

Hao Ningbo, Xin Chao, Li Na, et al. The relationship and research progress between intestinal flora and radiation enteritis[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2022, 46(5): 316–320. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381–202105028–00180

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202105028–00180>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

肠道微生物在放射性肠损伤及其治疗中的研究进展

Research progress of intestinal microbiota in radiation-induced intestinal injury and treatment

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(10): 649–654 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–201906022–00080>

放射性肠损伤模型及其评价研究进展

Progress on the evaluating and establishing methods of radiation-induced intestinal injuries animal model

国际放射医学核医学杂志. 2017, 41(1): 33–39,44 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673–4114.2017.01.007>

同型半胱氨酸与甲状腺疾病关系的研究进展

Research progress on the relationship between homocysteine and thyroid diseases

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(5): 328–332 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–201901011–00018>

放射性骨损伤的研究进展

Research progress on radiation-induced bone injury

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(9): 591–596 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202007046–00093>

放射性心脏损伤诊断方法的研究进展

Progress of diagnostic methods for radiation-induced heart damage

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(2): 109–113 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673–4114.2020.02.007>

骨靶向放射性核素治疗肺癌骨转移疼痛的研究进展

Research progress in bone-targeting radionuclides in the treatment of bone metastases from lung cancer

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(3): 189–195 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–201901046–00008>

肠道菌群与放射性肠炎的关系及研究进展

郝宁波¹ 辛超² 李娜¹ 李长政¹

¹火箭军特色医学中心消化内科, 北京 100088; ²火箭军特色医学中心心内科, 北京 100088

通信作者: 李长政, Email: licz007@aliyun.com

【摘要】 肠道菌群是人体的重要组成部分。目前已经证实肠道菌群在高血压、糖尿病、肿瘤和炎症性肠病等疾病的发生发展中发挥重要作用。放射性肠炎(RE)多见于行放疗的肿瘤患者。近年来, 肠道菌群与RE的关系成为研究热点。RE与肠道菌群密切相关, 其机制可能与肠道菌群失调引起的炎症细胞的浸润及相关细胞因子的表达密切相关。益生菌补充治疗能够缓解部分RE患者的临床症状。最近一些研究聚焦于粪便菌群移植及小分子新药在RE中的治疗作用。笔者总结了近期基于肠道菌群的RE的发生机制及临床应用研究, 期望为靶向肠道菌群的治疗提供理论依据。

【关键词】 胃肠道微生物组; 放射性肠炎; 鼠李糖乳杆菌; 粪菌移植

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202105028-00180](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202105028-00180)

The relationship and research progress between intestinal flora and radiation enteritis

Hao Ningbo¹, Xin Chao², Li Na¹, Li Changzheng¹

¹Department of Gastroenterology, Rocket Force Characteristic Medical Center, Beijing 100088, China; ²Department of Cardiology, Rocket Force Characteristic Medical Center, Beijing 100088, China

Corresponding author: Li Changzheng, Email: licz007@aliyun.com

【Abstract】 Intestinal flora is an important part of human body. It has been confirmed that intestinal flora plays important roles in the occurrence and development of hypertension, diabetes, tumor and inflammatory bowel disease. Radiation enteritis (RE) is more common in patients with tumor radiation and nuclear exposure. In recent years, the relationship between intestinal flora and RE has become a research hotspot. RE was closely related with intestinal flora. The mechanism may be closely related to the infiltration of inflammatory cells and the expression of related cytokines which were caused by the imbalance of intestinal flora. Probiotics supplement therapy can partially relieve the clinical symptoms of patients with RE. Some studies are exploring the therapeutic effects of fecal bacteria transplantation and small molecule new drugs in RE. This study summarizes the recent research on the pathogenesis and clinical application of RE based on intestinal flora, hoping to provide theoretical basis for the treatment of targeted intestinal flora.

【Key words】 Gastrointestinal microbiome; Radiation enteritis; Lactobacillus rhamnosus; Fecal microbiota transplants

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202105028-00180](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202105028-00180)

目前, 放疗是晚期肿瘤患者的主要治疗方式之一。由于肠道对射线具有高度敏感性, 因此导致放射性肠炎(radiation enteritis, RE)的发生率居高不下。据报道, 目前我国每年有3~5万人罹患RE, 其主要表现为反复发作的恶

心、呕吐、腹痛、腹泻、黏液脓血便甚至血便等, 严重者甚至可并发肠梗阻、肠穿孔、肠瘘等^[1-2]。随着对肠道菌群在疾病发生发展中的认识更加深刻, 有关肠道菌群在RE中的作用机制成为了研究热点。我们总结了有关肠道菌群在

RE中的作用机制,期望能够通过靶向肠道菌群为RE患者提供安全有效的治疗。

1 健康人群的肠道菌群

肠道是人体最大的菌群存贮“器官”。目前的研究结果已经证实,在肠道中大约寄生着500~1 000个不同种类、共约10万亿个细菌,其重量与肝脏相当^[3]。这些细菌大致可分为3类:有益菌、致病菌和中性菌。有益菌主要包括双歧杆菌和乳酸杆菌等。在正常的生理环境中,有益菌占优势,其数量约为中性菌和致病菌的1 000倍~10 000倍,它们能够促进肠道的水分吸收、粪便的缓慢蠕动、维生素的形成和有害物质的排出^[4-5]。目前的研究结果表明,影响肠道菌群的因素主要可以概括为以下方面:人体的因素及环境、摄入的食物、细菌自身的因素和细菌之间的相互作用等。当影响肠道菌群的因素发生改变时,有益菌数量在短期内减少,致病菌数量急剧增加,会出现腹泻、便秘等疾病^[6]。随着研究的深入,研究人员发现,缓慢的肠道菌群失调与人体的亚健康 and 慢性病(如肥胖、高血压、糖尿病、肿瘤)等密切相关^[7-9]。

2 放射损伤导致的肠道菌群失调

随着肠道菌群与相关疾病的研究成为热点,有研究人员分析了肠道菌群与RE之间的关系,结果发现,RE患者与健康志愿者的肠道菌群存在明显差异,多表现为不同程度的菌群失调^[3]。Wang等^[10]对18例卵巢癌行放疗并发RE患者的肠道菌群进行分析,结果发现,RE患者的肠道菌群 α 多样性减少,但 β 多样性增加,其中巨细胞菌属、新鞘脂菌属和普氏菌属的比例明显升高。进一步分析患者放疗前和放疗后肠道菌群的差异时发现,粪球菌属和脱硫弧菌属在放疗后明显减少。Derrien等^[11]对比放射损伤组和对照组小鼠的肠道菌群,结果表明,放射损伤组小鼠肠道中沙门氏菌门和疣微菌门的比例明显升高,而厚壁菌门的比例明显下降。进一步的研究结果表明,患者的临床表现与肠道菌群失衡密切相关。Manichanh等^[12]研究发现,有3级以上腹泻症状的RE患者的肠道菌群的差异性较无腹泻症状的患者明显升高。整个放疗过程中无腹泻症状的患者有60%的肠道菌群保持不变,而在有腹泻症状的患者中仅有29%的肠道菌群没有发生变异。其中,在有腹泻症状的RE患者的肠道菌群中,杆菌类细菌的数量明显增加,而在没有腹泻的RE患者中,检测不到与放线菌门相关的细菌^[13]。

现有的研究表明,RE患者的肠道菌群明显发生易位,其中放线菌门和变形菌门数量明显增加,它们中包含了很多条件致病菌,如肠球菌和肠杆菌等。同时,来自厚壁菌门和拟杆菌门的益生菌(如乳酸菌)的数量明显减少。

益生菌数量减少会促使条件致病菌增殖,从而加重肠道的炎症反应,诱导肠黏膜屏障的损伤,加重患者的病情^[14]。

3 肠道菌群在RE发生发展中的作用机制

有文献报道,对无菌小鼠及无特定病原体(SPF)级小鼠同时进行腹部照射后,无菌小鼠的肠道损伤程度较无特定病原体级小鼠的肠道黏膜损伤轻^[15]。Zhao等^[16]给予小鼠抗生素预处理,以达到接近无菌小鼠的肠道环境,然后和对照组小鼠同时进行照射处理,结果表明,抗生素预处理组小鼠的生存率较对照组小鼠明显升高,同时抗生素预处理组小鼠肠道菌群种属的多样性较对照组明显增加,尤其是疣微菌门的比例明显升高。其主要原因为抗生素预处理组小鼠增殖细胞核抗原(PCNA)和Caspase3的表达水平明显升高,肠道上皮细胞的增殖能力和凋亡均明显增强,肠道黏膜固有层M1和M2型巨噬细胞的浸润明显减少,抑制转化生长因子(TGF)- β 1/Smad同源物3(Smad-3)信号通路的活性,从而减少纤维化的发生。

Gerassy-Vainberg等^[17]分别将照射组和对照组小鼠的粪便菌群移植至无菌小鼠体内,结果发现,移植照射组小鼠粪便菌群的无菌小鼠的肠道黏膜损伤程度较移植对照组小鼠粪便菌群明显加重,其炎症评分明显升高。对2组小鼠的肠道上皮细胞进行检测后发现,照射组小鼠的粪便菌群能够诱导白细胞介素1 β (interleukin-1 β , IL-1 β)的表达水平明显升高,而TNF- α 的表达没有变化。进一步将照射组小鼠的粪便菌群和对照组小鼠的粪便菌群分别与人结肠癌上皮细胞HT29共同培养,结果发现,照射组小鼠的粪便菌群可以诱导上皮细胞中TNF- α 和IL-1 β 的表达水平明显升高。为进一步验证IL-1 β 的作用,研究人员在照射组小鼠体内加入IL-1 β 的抑制剂,再次进行照射后发现,其肠道黏膜的损伤程度较对照组明显减轻,这说明放射损伤导致肠道菌群失调诱导的IL-1 β 在RE的发生发展中发挥了重要作用。

近年来,有研究表明肠道菌群易位会影响宿主的代谢,但具体机制并不清楚^[18]。Li等^[18]通过小鼠实验及临床研究发现,肠道菌群和脂质代谢在RE的发生发展中发挥了重要作用。通过分析脂质代谢与肠道菌群的相关性结果发现,甘油三酯与RE的发生关系最为紧密,同时Dubosiella和Alistipes数量的变化也在疾病的发展过程中发挥了很大作用。然而,肠道菌群诱导宿主脂质代谢的机制仍需进一步的研究和探讨。

4 RE的肠道菌群治疗

4.1 益生菌药物治疗

近年来,随着肠道菌群相关研究的进一步深入,使用益生菌治疗RE成为研究热点。益生菌能够调节宿主黏膜与

免疫系统功能或通过调节肠道内菌群平衡,发挥促进营养吸收、保持肠道健康的作用,从而产生有利于健康的单微生物或组成明确的混合微生物。Linn 等^[19]通过随机双盲实验对 54 例接受放疗的宫颈癌患者分别给予双歧杆菌+嗜酸乳杆菌(益生菌治疗组)和安慰剂(安慰剂组)的干预,结果表明,益生菌治疗组患者的腹泻特别是中至重度腹泻的发生率较安慰剂组明显降低,同时腹痛的程度和天数也明显减少。Liu 等^[20]系统分析了纳入的 6 篇有关益生菌在 RE 中应用的随机对照研究文献,结果表明,益生菌能够显著降低腹泻的发生率。目前看来,益生菌对于放射损伤所致的腹泻具有良好的预防和治疗作用,但要进一步在临床中应用,可能需要针对每个患者的肠道菌群进行高通量测序,根据结果对患者进行个性化和选择性的益生菌治疗,这样可能会取得更好的临床效果。

4.2 粪便菌群移植

粪便菌群移植是指将健康供体的粪便通过体外分离培养后移植至患者的肠道中,从而改变其肠道菌群结构,并进一步影响患者的消化、代谢和免疫等功能。目前,粪便菌群移植在炎症性肠病的治疗中取得了较好的临床效果,粪便菌群移植能够明显缓解患者的临床症状,促进肠道黏膜的损伤修复^[21-22]。2017 年, Cui 等^[23]研究发现,将健康小鼠的肠道菌群移植至辐射损伤小鼠的肠道内能够提高照射小鼠的胃肠道功能和上皮细胞的完整性,并使照射小鼠体内的肠道菌群保持多样性。2020 年, Ding 等^[24]率先开展了应用粪便菌群移植治疗 RE 的临床研究。他们发现 5 例接受粪便菌群移植的 RE 患者中的 3 例的临床症状和内镜下表现明显缓解,但是症状的缓解不能一直保持,有可能需要再次进行粪便菌群移植;另外,研究纳入的病例较少,并且没有对照组。菌群移植是否能够在将来应用于临床仍需要进一步进行大样本的临床研究进行验证。

4.3 处于探索中的相关研究

近年来,有关 RE 的临床新药尚未应用于临床,目前很多研究仍停留在探索阶段。最近的研究结果表明,尿石素 A(Urolithin A)或可减轻 RE 的炎症反应^[25]。尿石素 A 由肠道菌群生成,是存在于石榴和其他一些水果和坚果中的一类化合物——鞣花单宁,为一种天然代谢产物。Zhang 等^[25]研究发现,腹腔注射尿石素 A 能够促进辐射损伤小鼠肠上皮细胞的增殖及修复。通过进一步的 16S RNA 基因测序结果发现,辐射导致小鼠的肠道菌群失调,大肠杆菌、变形菌、韦荣球菌的数量明显增加,而尿石素 A 能够明显增加肠道菌群的多样性,减少上述菌群的数量。Wang 等^[26]研究发现,中药“加味犀角地黄汤”能够通过调节肠道的局部炎症反应使肠道菌群保持多样性,进而缓解大鼠的肠道症状并促进肠道黏膜的损伤修复。

纳米材料应用于疾病的治疗成为了最近的研究热点。Wang 等^[27]构建碳纳米粒子并将其给予辐射损伤的小鼠口服治疗后发现,碳纳米粒子能够提高小鼠肠上皮细胞的氧自由基清除能力,进而减轻线粒体和 DNA 的损伤,同时其能够减少肠道隐窝干细胞的凋亡,促进肠黏膜的损伤修复。进一步的研究结果表明,碳纳米粒子能够帮助清除肠道微环境中的自由基,使肠道菌群中有益菌的数量明显增加而致病菌的数量明显减少。

5 展望

目前,有关肠道菌群在 RE 中作用的研究相对较少。随着 16S RNA 基因测序技术和肠道微生物宏基因组计划的开展,相信在不久的将来,人们对肠道菌群的认识会更加深入。希望在将来能够通过大样本量的随机对照研究,明确肠道菌群失衡在 RE 中的作用机制,寻找其中可能作为 RE 诊断标志物的特异性肠道菌群。同时进一步通过深入的菌群分析,为每一位 RE 患者提供个性化的益生菌或粪便菌群移植治疗方案,提高患者的生活质量。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 郝宁波负责命题的提出、综述的撰写与修订;辛超、李娜负责文献的收集、综述的撰写与修订;李长政负责命题的设计、最终版本的修订

参 考 文 献

- [1] 黄子健,李纪强,周洁灵,等.放射性肠炎的诊疗进展[J].*中国肿瘤临床*,2019,46(21):1121-1125. DOI: 10.3969/j.issn.1000-8179.2019.21.056.
Huang ZJ, Li JQ, Zhou JL, et al. Research advances in the diagnosis and treatment of radiation enteritis[J]. *Chin J Clin Oncol*, 2019, 46(21): 1121-1125. DOI: 10.3969/j.issn.1000-8179.2019.21.056.
- [2] 张希梅,王佩国,袁智勇,等.对放射性肠炎的认识及其可能的机制探讨[J].*中华放射肿瘤学杂志*,2017,26(9):1099-1102. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2017.09.024.
Zhang XM, Wang PG, Yuan ZY, et al. Understanding of radiation enteritis and its possible pathogenic mechanism[J]. *Chin J Radiat Oncol*, 2017, 26(9): 1099-1102. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1004-4221.2017.09.024.
- [3] 温萌,杨桥兰,张翠霞,等.肠道菌群与溃疡性结肠炎的研究进展[J].*海南医学*,2018,29(13):1866-1869. DOI: 10.3969/j.issn.1003-6350.2018.13.027.
Wen M, Yang QL, Zhang CX, et al. Research progress of intestinal flora and ulcerative colitis[J]. *Hainan Med J*, 2018, 29(13): 1866-1869. DOI: 10.3969/j.issn.1003-6350.2018.13.027.
- [4] 戚宇锋,任来峰,曹雪玲,等.山西省健康人群的肠道菌群组成特征及其与性别和年龄的关系[J].*中国微生态学杂志*,2019,31(10):1117-1123. DOI: 10.13381/j.cnki.cjm.201910001.

- Qi YF, Ren LF, Cao XL, et al. Characteristics of intestinal microbiota composition in healthy subjects from Shanxi and the relationship between intestinal microbiota and sex and age[J]. *Chin J Microecol*, 2019, 31(10): 1117–1123. DOI: 10.13381/j.cnki.cjm.201910001.
- [5] 郭晗, 张捷, 杨硕, 等. 肠道微生物与人类疾病关系的研究进展[J]. *检验医学*, 2017, 32(12): 1165–1172. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8640.2017.12.022.
- Guo H, Zhang J, Yang S, et al. Research progress in the relationship between gut microbiome and human diseases[J]. *Lab Med*, 2017, 32(12): 1165–1172. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8640.2017.12.022.
- [6] 王少华, 李清福, 窦德才, 等. 98例成人慢性腹泻临床特点分析[J]. *西南国防医药*, 2016, 26(11): 1316–1317. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0188.2016.11.035.
- Wang SH, Li QF, Dou DC, et al. Clinical characteristics of 98 cases of chronic diarrhea in adults[J]. *Med J Natl Defending Forces Southwest China*, 2016, 26(11): 1316–1317. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0188.2016.11.035.
- [7] 李瑞芳, 卜淑蕊. 肠道菌群与非酒精性脂肪性肝病研究进展[J]. *肝脏*, 2020, 25(3): 328–330. DOI: 10.3969/j.issn.1008-1704.2020.03.032.
- Li RF, Bu SR. Intestinal microflora and non-alcoholic fatty liver disease: a review[J]. *Chin Hepatol*, 2020, 25(3): 328–330. DOI: 10.3969/j.issn.1008-1704.2020.03.032.
- [8] 樊逸夫, 白晓敏, 杜娟. 肠道菌群对肿瘤影响的研究进展[J]. *癌症进展*, 2019, 17(15): 1741–1744. DOI: 10.11877/j.issn.1672-1535.2019.17.15.02.
- Fan YF, Bai XM, Du J. Research progress of intestinal microflora in tumor[J]. *Oncol Prog*, 2019, 17(15): 1741–1744. DOI: 10.11877/j.issn.1672-1535.2019.17.15.02.
- [9] 张东营, 耿金, 于昆, 等. 有无高血压病的冠心病患者肠道菌群的差异[J]. *临床心血管病杂志*, 2019, 35(10): 892–895. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2019.10.006.
- Zhang DY, Geng J, Yu K, et al. The gut microbiota composition in coronary heart disease patients with and without hypertension [J]. *J Clin Cardiol*, 2019, 35(10): 892–895. DOI: 10.13201/j.issn.1001-1439.2019.10.006.
- [10] Wang ZQ, Wang QX, Wang X, et al. Gut microbial dysbiosis is associated with development and progression of radiation enteritis during pelvic radiotherapy[J]. *J Cell Mol Med*, 2019, 23(5): 3747–3756. DOI: 10.1111/jcmm.14289.
- [11] Derrien M, Belzer C, de Vos WM. Akkermansia muciniphila and its role in regulating host functions[J]. *Microb Pathog*, 2017, 106: 171–181. DOI: 10.1016/j.micpath.2016.02.005.
- [12] Manichanh C, Varela E, Martinez C, et al. The gut microbiota predispose to the pathophysiology of acute postradiotherapy diarrhea[J]. *Am J Gastroenterol*, 2008, 103(7): 1754–1761. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2008.01868.x.
- [13] Stringer AM. Interaction between host cells and microbes in chemotherapy-induced mucositis[J/OL]. *Nutrients*, 2013, 5(5): 1488–1499[2021-05-29]. <https://www.mdpi.com/2072-6643/5/5/1488>. DOI: 10.3390/nu5051488.
- [14] Jian YP, Zhang D, Liu MD, et al. The impact of gut microbiota on radiation-induced enteritis[J/OL]. *Front Cell Infect Microbiol*, 2021, 11: 586392[2022-05-20]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcimb.2021.586392/full>. DOI: 10.3389/fcimb.2021.586392.
- [15] Crawford PA, Gordon JI. Microbial regulation of intestinal radiosensitivity[J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2005, 102(37): 13254–13259. DOI: 10.1073/pnas.0504830102.
- [16] Zhao ZG, Cheng W, Qu W, et al. Antibiotic alleviates radiation-induced intestinal injury by remodeling microbiota, reducing inflammation, and inhibiting fibrosis[J/OL]. *ACS Omega*, 2020, 5(6): 2967–2977[2021-05-29]. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.9b03906>. DOI: 10.1021/acsomega.9b03906.
- [17] Gerassy-Vainberg S, Blatt A, Danin-Poleg Y, et al. Radiation induces proinflammatory dysbiosis: transmission of inflammatory susceptibility by host cytokine induction[J]. *Gut*, 2018, 67(1): 97–107. DOI: 10.1136/gutjnl-2017-313789.
- [18] Li YY, Yan HM, Zhang YW, et al. Alterations of the gut microbiome composition and lipid metabolic profile in radiation enteritis[J/OL]. *Front Cell Infect Microbiol*, 2020, 10: 541178[2021-05-29]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcimb.2020.541178/full>. DOI: 10.3389/fcimb.2020.541178.
- [19] Linn YH, Thu KK, Win NHH. Effect of probiotics for the prevention of acute radiation-induced diarrhoea among cervical cancer patients: a randomized double-blind placebo-controlled study[J]. *Probiotics Antimicrob Proteins*, 2019, 11(2): 638–647. DOI: 10.1007/s12602-018-9408-9.
- [20] Liu MM, Li ST, Shu Y, et al. Probiotics for prevention of radiation-induced diarrhea: a meta-analysis of randomized controlled trials[J/OL]. *PLoS One*, 2017, 12(6): e0178870[2021-05-29]. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0178870>. DOI: 10.1371/journal.pone.0178870.
- [21] 刘鑫, 闵敏, 刘岩, 等. 粪菌移植治疗溃疡性结肠炎的临床进展[J]. *中国医刊*, 2017, 52(1): 23–26. DOI: 10.3969/j.issn.1008-1070.2017.01.009.
- Liu X, Min M, Liu Y, et al. Clinical progress in the treatment of ulcerative colitis by fecal bacteria transplantation[J]. *Chin J Med*, 2017, 52(1): 23–26. DOI: 10.3969/j.issn.1008-1070.2017.01.009.
- [22] 庾华康, 周国华. 粪菌移植联合肠内营养疗法在克罗恩病治疗中的研究进展[J]. *临床消化病杂志*, 2018, 30(5): 326–328. DOI: 10.3870/lcxh.j.issn.1005-541X.2018.05.16.
- Yu HK, Zhou GH. Effect of enteral nutrition therapy on the treatment of Crohn's disease[J]. *Chin J Clin Gastroenterol*, 2018, 30(5): 326–328. DOI: 10.3870/lcxh.j.issn.1005-541X.2018.05.16.
- [23] Cui M, Xiao HW, Li Y, et al. Faecal microbiota transplantation protects against radiation-induced toxicity[J]. *EMBO Mol Med*,

2017, 9(4): 448-461. DOI: 10.15252/emmm.201606932.

[24] Ding X, Li QQ, Li P, et al. Fecal microbiota transplantation: a promising treatment for radiation enteritis? [J]. *Radiother Oncol*, 2020, 143: 12-18. DOI: 10.1016/j.radonc.2020.01.011.

[25] Zhang YY, Dong YP, Lu P, et al. Gut metabolite urolithin a mitigates ionizing radiation-induced intestinal damage [J]. *J Cell Mol Med*, 2021, 25(21): 10306-10312. DOI: 10.1111/jcmm.16951.

[26] Wang YG, Gao Y, Feng J, et al. Effect of modified Xijiao Dihuang decoction on intestinal flora and Th17/Treg in rats with radiation enteritis [J]. *Chin J Integr Med*, 2021, 27(3): 198-205. DOI: 10.1007/s11655-020-3261-x.

[27] Wang CY, Xie JN, Dong XH, et al. Clinically approved carbon nanoparticles with oral administration for intestinal radioprotection via protecting the small intestinal crypt stem cells and maintaining the balance of intestinal flora [J]. *Small*, 2020, 16(16): e1906915. DOI: 10.1002/sml.201906915.

(收稿日期: 2021-05-30)

《国际放射医学核医学杂志》第六届编辑委员会成员名单

- 顾问 柴之芳 程天民 樊飞跃 刘昌孝 潘自强 詹启敏 张永学
- 总编辑 樊赛军
- 副总编辑 黄钢 李宝生 李方 李思进 李亚明 刘强 孙全富 谭建 王军平 王铁 赵军
- 编辑委员 (含总编辑、副总编辑)
- 蔡露(美国) 陈明 陈文新 陈跃 程震 邓大平 董秀玥 樊赛军 樊卫
 方纬 冯彦林 傅志超 高再荣 顾永清 官键 韩星敏 何玲 贺小红 胡步荣
 黄钢 贾强 姜炜 金顺子 鞠永健 兰晓莉 李宝生 李彪 李方 李剑明
 李洁清 李林 李林法 李思进 李险峰 李小东 李亚明 李幼忱 梁琰 林岩松
 刘鉴峰 刘建军 刘建香 刘强 刘兴党 刘玉龙 龙鼎新 吕玉民 吕中伟 马云川
 缪蔚冰 邵春林 沈婕 沈强(美国) 石峰 石洪成 宋娜玲 宋少莉 孙全富
 谭建 唐亚梅 王冰(日本) 王春祥 王凡 王海潮(美国) 王辉 王军平
 王平 王全师 王铁 王雪梅 王跃涛 王云华 王振光 吴华 吴李君 武志芳
 肖国有 徐白莹 徐浩 徐文贵 徐志勇 阎紫宸(中国台湾) 杨国仁 杨辉
 杨吉刚 杨卫东 杨志 姚稚明 于丽娟 查金顺 章英剑 章真 张宏 张锦明
 张舒羽 张遵城 赵长久 赵晋华 赵军 赵路军 赵新明 郑飞波 周美娟 周平坤
 周宗玖 朱朝晖 朱茂祥 朱小华 左长京 Hiroshi Toyama(日本)
- Hongming Zhuang(美国) Li shuren(奥地利)
- 通讯编委 边艳珠 卜丽红 陈薇 陈志军 程兵 程祝忠 戴东 邓智勇 董华 董孟杰
 段东 冯学民 傅鹏 付鹏 付巍 管樑 何玉林 何之彦 黄建敏 黄琦
 霍力 金刚 康飞 李百龙 李贵平 李素平 李昕 梁婷 林端瑜 林志春
 刘斌 刘雪辉 龙再颖 卢洁 陆克义 罗全勇 马超 孟召伟 穆晓峰 农天雷
 秦永德 史文杰 宋其韬 苏新辉 孙凯 谭丽玲 王攀 王任飞 王伟 王雪鹃
 王玉君 王治国 韦智晓 吴彩兰 吴巍 夏伟 徐荣 徐文清 徐颖 杨爱民
 杨忠毅 姚树展 尹雅芙 于海鹏 余飞 袁耿彪 袁建伟 岳殿超 章斌 张春银
 张金赫 张金山 张凯秀 张一帆 张照辉 赵倩 郑红宾 朱高红 朱国英 朱玉春
 周友俊 邹仲敏 左传涛

(以上按姓氏汉语拼音排序)