

# 胃肠外科手术后肠道菌群改变:肠道环境重建的临床意义



扫码阅读电子版

王峰 秦环龙

同济大学附属第十人民医院胃肠外科 同济大学医学院肠道疾病研究所,上海 200072

通信作者:秦环龙,Email:hlong\_qin@live.com



秦环龙

**【摘要】** 胃肠外科手术后患者肠道菌群处于紊乱状态,可影响手术效果和预后。及时有效地重建肠道菌群平衡,对减少术后并发症、保证胃肠外科手术的顺利恢复及患者的生活质量十分重要。本文从胃肠外科手术对肠道菌群的影响、胃肠手术对肠道菌群影响的机制、围手术期重建肠道菌群的临床

意义进行了探讨。

**【关键词】** 胃肠外科手术; 肠道菌群; 术后并发症**基金项目:** 国家自然科学基金(81972221、81301753)

DOI: 10.3760/cma.j.cn.441530-20200416-00220

## Changes of intestinal flora after gastrointestinal surgery: clinical significance of intestinal environment reconstruction

Wang Feng, Qin Huanlong

Department of Gastrointestinal Surgery, the Tenth People's Hospital, Institute of Intestinal Diseases, Tongji University School of Medicine, Shanghai 200072, China

Corresponding author: Qin Huanlong, Email: hlong\_qin@live.com

**【Abstract】** The intestinal flora of patients after gastrointestinal surgery is in a state of disorder, which may affect the surgical efficacy and prognosis. Timely and effective reconstruction of microbiota balance is very important for reducing postoperative complications, ensuring the recovery of gastrointestinal function and improving quality of life. The purpose of this article is to explore the effect of gastrointestinal surgery on intestinal flora and the clinical significance of microbiota balance reconstruction.

**【Key words】** Gastrointestinal surgery; Intestinal flora; Postoperative complications

**Fund program:** National Natural Science Foundation of China (81972221, 81301753)

DOI: 10.3760/cma.j.cn.441530-20200416-00220

健康成人的肠道菌群种类超过1 000种,数量达10~100万亿,相当于自身细胞总数的10倍。肠道菌群数量庞大、功能复杂,其在促进食物中营养元素的消化吸收、维持肠道屏障功能的完整性、调节胃肠道激素分泌以及先天免疫系统的激活中发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。胃肠外科疾病的术后患者,在自身疾病的基础上,经历手术及围手术期药物治疗,容易发生胃肠道菌群失衡,进而引发手术并发症,影响治疗效果。及时有效地重建肠道菌群平衡,对于保证胃肠手术的顺利恢复及患者的长期获益十分重要。

### 一、胃肠外科手术对肠道菌群的影响

#### (一)胃部手术对肠道菌群的影响

正常情况下,由于胃酸的作用,胃液含菌量通常低于 $10^8$ /L,且成份类似于口腔菌群。胃部手术由于去除了大量壁细胞,使得胃的泌酸能力下降;此外,手术一定程度上破坏了抗反流的幽门结构,造成了术后胆汁及十二指肠液的反流,从而加剧了胃内的低酸或无酸环境,导致细菌过度生长,此时下消化道菌群可随之反流入胃,在胃内大量定植和移位生长<sup>[2]</sup>。

反流是胃手术后的常见现象,而保留幽门功能,使其适应性关闭,通过改变胃内压力与容积关系,增大胃与十二指肠之间的压力差,则有利于防止胆汁反流。张超等<sup>[3]</sup>研究发现,Billorth II组和Billorth I组术后患者胃液胆酸浓度显著升高者,其胃液菌量也较高,且以肠道菌群(大肠杆菌、变形杆菌和克雷白杆菌)为主;而保留幽门、胃窦浆肌瓣式的胃切除术后胃腔内口腔菌群(奈瑟球菌、链球菌和乳酸杆

菌等)较多见。

研究表明,改变肥胖患者的肠道菌群和胆汁酸代谢是 Roux-en-Y 手术治疗肥胖的关键机制。肥胖患者的肠道菌群中硬壁菌/类杆菌比值较高,而 Roux-en-Y 手术后患者的硬壁菌丰度显著下降,而类杆菌丰度增加<sup>[2]</sup>。Liou 等<sup>[4]</sup>发现,接受 Roux-en-Y 手术的小鼠胃肠道菌群发生了迅速而持续的变化,表现为类杆菌、疣微菌及大肠杆菌的增加。将术后的菌群移植到未进行肠道重建的无菌小鼠体内,可在 2 周内导致其脂肪质量下降和体质量减轻。

### (二)小肠手术对肠道菌群的影响

小肠与胃及结肠理化环境存在很大差异,群落结构也不尽相同。由于肠道蠕动速度快、肠分泌杀菌物质导致小肠菌群数量较少( $10^4\sim 10^8/\text{ml}$ ),且其易受环境、饮食和时间影响,具有波动性大、不稳定性、物种多样性较低和有独特优势菌等特点。目前研究表明,链球菌属、韦荣菌属和乳酸杆菌属是小肠主要菌群,且多参与小肠的免疫调节<sup>[5]</sup>。

认识小肠手术对肠道菌群的影响,主要基于对短肠综合征(short bowel syndrome, SBS)患者肠道菌群的研究。SBS 是指由于手术切除、出生缺陷和慢性肠道疾病等因素所致的小肠有效吸收面积减少,并进一步引发营养不良、水电解质紊乱、代谢失衡等表现的一种临床综合征,它是肠衰竭(intestinal failure, IF)的一种常见类型。

SBS 通常依据是否存在回盲部和完整的结肠而分为 3 种亚型,即空肠造口型(I 型)、空肠-结肠吻合型(II 型)和空肠-回肠吻合型(III 型)<sup>[6]</sup>。黄雨桦<sup>[7]</sup>检测了 10 例肠道手术后 SBS 患者的粪便菌群,与健康志愿者进行比较后发现,SBS 患者表现出明显的粪便菌群结构紊乱,同时伴有菌群多样性的显著下降。肠杆菌科的变形菌属(*proteus*)和克雷伯菌属(*Klebsiella*)以及链球菌科的链球菌属(*streptococcus*) 在 II 型 SBS 患者粪便菌群中占据优势;而乳酸杆菌属(*lactobacillus*)和普氏菌属(*revotella*)则是 III 型 SBS 患者粪便的标志性菌属。其中,II 型 SBS 患者粪便中变形菌属和克雷伯菌属的相对丰度远高于健康人群及 III 型 SBS 患者,这可能与 II 型 SBS 患者无回盲部存在、食物由小肠进入结肠的速度更快有关。由于变形菌口分类下的细菌多为革兰氏阴性杆菌,具有产生脂多糖(*lipopolysaccharide*, LPS)的能力,这类“促炎细菌”在 II 型 SBS 患者肠道中的过度增殖可能导致肠黏膜炎性改变并增加肠屏障功能障碍的风

险,从而进一步引起肠道菌群易位、菌血症和肠适应障碍,最终造成 SBS 患者的不良预后<sup>[7]</sup>。

### (三)结直肠手术对肠道菌群的影响

结直肠手术后肠道菌群的变化最大,对人体肠道功能的影响也最大。潘勇<sup>[8]</sup>研究发现,结肠切除术前肠道菌群中的双歧杆菌及乳酸杆菌数量均低于健康对照组,而大肠杆菌、酵母菌、粪肠球菌和尿肠球菌数量均高于健康对照组,且术后较术前上述菌株数量变化更显著;进一步研究发现,对照组、观察组手术前后双歧杆菌/大肠杆菌比值依次降低,提示结肠切除治疗患者手术前后均存在厌氧菌与需氧菌比例失衡的现象,且以双歧杆菌减少为主。

结肠切除术对肠道菌群的影响可能与回盲部功能的缺失有很大关系。此区域具有重要的生理功能:(1)回肠、尤其是末端回肠是胆汁酸、内因子-维生素 B<sub>12</sub> 复合物及羟化维生素 D 的重要吸收部位;(2)回盲瓣阻止回肠内容物过快地进入结肠,延长食糜在小肠内消化吸收时间,有阻止结肠内容物反流入回肠、保持回肠低菌状态的“细菌栅栏”作用;(3)右半结肠不仅吸收水分、部分无机盐和草酸盐,同时其内的细菌还能合成维生素 B 族和维生素 K。因此,回盲部和右半结肠切除后将营养物质代谢产生一定的负面影响。Richardson 和 Griffen<sup>[9]</sup>研究发现,回盲瓣切除或功能不全可导致结肠的细菌向小肠迁移寄生,从而导致末端回肠内细菌、尤其是厌氧菌明显增多,并将此现象称为“回肠细菌结肠化现象”。向波等<sup>[10]</sup>证实,回盲部和右半结肠切除后,术前处于低细菌状态的末端回肠(细菌计数  $10^4\sim 10^7/\text{ml}$ )由于回盲瓣“细菌栅栏”作用丧失,细菌大量繁殖(细菌计数增加至  $10^9\sim 10^{11}/\text{ml}$ ),导致细菌性肠炎。

## 二、胃肠手术影响肠道菌群的机制

### (一)术前准备的影响

胃肠道切除术前常常需要进行肠道准备,包括禁食、机械性肠道清洁和使用抗生素。这些措施在尽可能消除手术中感染因素的同时,同样会对胃肠道菌群产生影响。研究表明,随着禁食时间延长,大的空肠菌群结构逐渐发生显著变化,表现为  $\beta$ -杆菌和类杆菌数量减少<sup>[11]</sup>。机械肠道准备可用于去除粪便和减少结肠中的细菌负荷,但研究表明,其也可诱导肠道微生物群的短暂变化,特别是双歧杆菌和乳酸杆菌的丰度降低,而大肠杆菌和葡萄球菌的丰度增加<sup>[12]</sup>。肠道准备通常包括口服抗生素,而几

乎所有患者在手术时都会接受静脉注射抗生素,抗生素在抑制或杀死致病菌的同时,也常同时损伤正常菌群,造成不同程度的菌群失调<sup>[13]</sup>。吴恺明等<sup>[14]</sup>比较了使用3、4代头孢菌素,碳青霉烯类及喹诺酮类抗生素的患者资料,发现其肠菌群失调的风险分别增加到1.689倍、24.079倍和38.512倍;抗生素使用超过10 d,肠菌群失调的风险增加38.542倍。

### (二)胃肠道环境的改变

胃肠道手术常涉及肠道短路和重建吻合,这无异于直接改变菌群栖息地。胃肠切除使肠腔暴露在空气中,从而改变了肠内正常厌氧环境中的氧分压。研究发现,由于回肠造口的存在,远端结肠暴露在空气中,其菌群结构中包括类杆菌和梭状芽孢杆菌在内的专性厌氧菌减少,而乳酸杆菌和肠杆菌科兼性厌氧菌增加;当回肠造口闭合后,结肠常驻菌群的结构又恢复了正常<sup>[15]</sup>。

胃肠手术中结扎血管时可造成局部血液供应的暂时中断,而手术应激会引起血液供应重新分布,优先供应心肺等重要脏器,导致肠黏膜血供较术前明显减少,而组织缺血也可以改变局部微生物群。在由肠系膜上动脉阻断引起的肠缺血再灌注的啮齿动物模型中,回肠和结肠中的细菌群落中的大肠杆菌数量相对增加,乳酸杆菌数量减少。再灌注后6 h,结肠菌群有明显变化,但随后开始向基线恢复。一项动物实验发现,补充双歧杆菌(长双歧杆菌、双歧杆菌和青春期双歧杆菌)可减轻肠缺血再灌注损伤所致无菌小鼠的组织损伤<sup>[16]</sup>。

### (三)肠麻痹

小肠运动、尤其是消化间期移行性运动复合波,被认为是阻止肠道菌群失调的一种调控机制。消化间期移行性运动复合波Ⅲ相,具有清除肠内容物及细菌的作用。胃肠道手术及麻醉应激、阿片类镇痛药的抑制作用,术后腹腔感染等均可引起肠运动麻痹,致使肠内容物滞留,导致细菌过度繁殖。临床观察发现,术前肠梗阻患者肠菌群失调的风险较非梗阻患者增加了1.897倍<sup>[14]</sup>。

### 三、围手术期重建肠道菌群的临床意义

大部分胃肠道疾病患者在手术前即存在一定程度肠道菌群失调及免疫功能低下,加之手术的创伤打击,会进一步导致肠道微生态环境紊乱。由此引起的肠道功能异常、肠道黏膜屏障破坏、肠道菌群异位、机体炎性反应和免疫功能低下等,不仅减缓了患者的术后康复,也是导致各种并发症发生的重

要因素之一。

### (一)改善术后消化吸收障碍

Jones等<sup>[17]</sup>发现,胃切除行Roux-en-Y吻合后,肠道菌群中与葡萄糖摄取有关的阿克曼菌群丰度增加,双歧杆菌群丰度减少,而后者在肠道内胆汁酸的代谢过程中发挥关键作用。菌群结构的改变,影响着微量元素的消化吸收,如不及时补充,常导致患者术后营养缺乏而影响康复。有研究表明,益生菌的代谢产物,可降低肠道内pH值,有利于促进铁、维生素D和钙等的吸收,参与维生素B和叶酸等合成和吸收,并产生短链脂肪酸供给肠黏膜细胞利用<sup>[18]</sup>。另有研究发现,胃癌部分切除术后补充双歧杆菌三联活菌,显著改善了患者的营养状况,治疗组患者的白蛋白及总蛋白水平显著高于对照组<sup>[19]</sup>。

### (二)改善胃肠动力障碍

导致胃肠动力障碍的原因除了手术导致的机体胃肠道激素调节以及分泌紊乱以外,还包括肠道菌群的变化。其中,肠道细菌对膳食蛋白质消化后产生的短链脂肪酸,会降低肠动力而抑制肠蠕动;致病性大肠杆菌产生的脂多糖能抑制结肠壁肌细胞的收缩;而多形拟杆菌则通过增加神经递质基因的表达而促进胃肠蠕动<sup>[20]</sup>。Mizuta等<sup>[21]</sup>研究发现,术前适当补充乳酸杆菌和(或)双歧杆菌益生菌,可以作用于肠道内的神经和肌肉来增强肠蠕动,有利于术后肠道功能快速恢复。

### (三)减少吻合口漏的发生

吻合口漏是胃肠道手术后最严重的并发症之一。吻合口附近的肠道菌群与肠道组织相互作用,影响肠道愈合。动物实验表明,手术引发的组织损伤可改变肠腔内菌群结构,导致致病菌增加,后者通过刺激吻合口局部胶原酶的产生,激活金属蛋白酶-9,影响愈合而引发吻合口漏<sup>[22]</sup>。临床研究方面,van Praagh等<sup>[23]</sup>通过比较直肠癌术后发生吻合口漏的患者和无漏患者的肠道菌群后,发现吻合口漏的患者肠道菌群中毛螺菌科和拟杆菌科的丰度较高,同时菌群多样性降低,且这两个菌落在菌群中的比例如果超过60%,则患者发生术后吻合口漏的风险明显增加;与此相反,菌群的其他菌种如普雷沃菌和链球菌的丰度则与吻合口漏的发生率呈负相关。

### (四)维系肠稳态以降低术后感染率

肠道微生物在正常情况下是与胃肠环境以及宿主相互制约、互相作用而构成了肠道黏膜的生物屏障。正常的菌群通过释放代谢产物(如细菌素和具

有抗菌活性的大肠菌素)来阻止外来种群或是潜在的致病源的移植。菌群平衡对于胃肠道黏膜免疫系统的形成及正常生理环境的稳定都是非常必要的。肠道手术后,肠道分泌、蠕动和吸收等功能会受到暂时抑制,使得肠黏膜细胞存在不同程度营养不良及能量缺乏,引起肠黏膜细胞萎缩;加上术前肠道准备和术后大量使用抗生素引起的肠道菌群紊乱,使黏膜通透性上升,肠道屏障受损,严重时会引起肠黏膜坏死、脱落,导致细菌易位形成内毒素血症或脓毒血症,严重影响患者预后。Liu等<sup>[24]</sup>发现,结直肠癌患者围手术期使用益生菌治疗组的细菌易位发生率只有13%(10/75),而对照组则高达28%(21/75)。益生菌通过调控Zonulin蛋白相关信号通路,降低了肠上皮细胞的通透性,改善了肠屏障功能,从而抑制了细菌易位<sup>[25]</sup>。Darbandi等<sup>[26]</sup>分析了2007—2017年间21个临床随机对照试验,共涉及采用术前平均5~14 d结合术后2~10 d应用益生菌治疗的1 831例择期结直肠手术患者,结果表明,益生菌能够改善患者肠道菌群结构,一定程度上纠正了菌群失调,并显著降低了患者体内炎症因子水平;术后感染相关并发症,如尿路感染、肺炎、肠炎、败血症、腹腔脓肿和手术部位感染均显著降低。

(五)加速康复外科加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)模式的重要组成部分

ERAS已成为近几年来外科领域的研究热点。因其理念及一些相关措施能更好地维护肠道微生物群稳定、保护肠屏障功能和促进胃肠功能恢复,所以ERAS的实施为更好地保护和利用胃肠道功能提供了途径。有研究发现,在常规ERAS措施的基础上,使用有效剂量的益生菌有利于改善肠道益生菌与腐生菌的构成比例,维护肠道生物黏膜屏障的完整性,患者术后肠道菌群紊乱较对照组明显减少<sup>[27]</sup>。

#### 四、展望

纠正菌群失调、重建平衡的肠道菌群环境,对胃肠外科手术安全性至关重要。但菌群结构十分复杂,同一个体不同胃肠道部位的菌群组成显著不同,而在不同手术及围手术期处理方式作用下菌群组成也存在很大差异。因此,运用更加敏感且高效的检测方法筛选出特异性的菌群结构,从而针对不同患者给予精准的益生菌治疗,对于重建肠道菌群稳态十分重要。菌群移植在恢复肠道功能的同时,

还兼顾了肠道微生态平衡,是更为理想的菌群重建方法。但其在胃肠外科手术后菌群重建方面尚处研究起步阶段,仍需大量临床观察。此外,各临床研究中应用的益生菌种类和用法用量以及与其他药物的联合应用方案之间存在差异;益生菌的安全性也是临床应用中不容忽视的问题,其对免疫功能低下者的安全性尚缺乏系统研究,这些问题将为今后的研究提供方向。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参 考 文 献

- [1] Ross BD, Verster AJ, Radey MC, et al. Human gut bacteria contain acquired interbacterial defence systems [J]. *Nature*, 2019, 575(7781):224-228. DOI:10.1038/s41586-019-1708-z.
- [2] Liu R, Hong J, Xu X, et al. Gut microbiome and serum metabolome alterations in obesity and after weight-loss intervention [J]. *Nat Med*, 2017, 23(7):859-868. DOI:10.1038/nm.4358.
- [3] 张超,梅霞,吴国庆,等.胃大部切除术不同重建方式对胃液胆酸浓度和胃内菌丛的影响[J]. *中华消化内镜杂志*, 1998, 15(6):26-29. DOI:10.3760/cma.j.issn.1007-5232.1998.06.008.
- [4] Liou AP, Paziuk M, Luevano JM Jr, et al. Conserved shifts in the gut microbiota due to gastric bypass reduce host weight and adiposity [J]. *Sci Transl Med*, 2013, 5(178):178ra41. DOI:10.1126/scitranslmed.3005687.
- [5] van den Bogert B, Meijerink M, Zoetendal EG, et al. Immunomodulatory properties of streptococcus and veillonella isolates from the human small intestine microbiota [J]. *PLoS One*, 2014, 9(12):e114277. DOI:10.1371/journal.pone.0114277.
- [6] Carroll RE, Benedetti E, Schowalter JP, et al. Management and complications of short bowel syndrome: an updated review [J]. *Curr Gastroenterol Rep*, 2016, 18(7):40. DOI:10.1007/s11894-016-0511-3.
- [7] 黄雨桦.短肠综合征肠道菌群变化特点及其在肠衰竭相关性肝损害发病中的作用研究[D].南京:南京大学,2017.
- [8] 潘勇.大肠癌右半结肠切除患者肠道菌群变化及意义[J]. *山东医药*, 2017, 57(12):48-50. DOI:10.3969/j.issn.1002-266X.2017.12.015.
- [9] Richardson JD, Griffen WO. Ileocecal valve substitutes as bacteriologic barriers [J]. *Am J Surg*, 1972, 123(2):149-153. DOI:10.1016/0002-9610(72)90325-x.
- [10] 向波,韦福康,罗启成,等.回盲部和右半结肠切除后早期对机体影响的实验研究[J]. *中国普外基础与临床杂志*, 2002, 9(2):96-99. DOI:10.3969/j.issn.1007-9424.2002.02.011.
- [11] Kasiraj AC, Harmoinen J, Isaiyah A, et al. The effects of feeding and withholding food on the canine small intestinal microbiota [J]. *FEMS Microbiol Ecol*, 2016, 92(6):fiw085. DOI:10.1093/femsec/fiw085.
- [12] Jalanka J, Salonen A, Salojärvi J, et al. Effects of bowel

- cleansing on the intestinal microbiota [J]. *Gut*, 2015, 64 (10) : 1562-1568. DOI: 10.1136/gutjnl-2014-307240.
- [13] Ferrer M, Martins dos Santos VA, Ott SJ, et al. Gut microbiota disturbance during antibiotic therapy: a multi-omic approach [J]. *Gut Microbes*, 2014, 5(1):64-70. DOI:10.4161/gmic.27128.
- [14] 吴恺明,何裕隆,陈剑辉,等. 胃肠道肿瘤术后肠道菌群失调的易感因素分析[J/CD]. *消化肿瘤杂志(电子版)*, 2015, 7(2): 73-76. DOI:10.3969/j.issn.1674-7402.2015.02.003.
- [15] Hartman AL, Lough DM, Barupal DK, et al. Human gut microbiome adopts an alternative state following small bowel transplantation [J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2009, 106 (40) : 17187-17192. DOI:10.1073/pnas.0904847106.
- [16] Perez - Chanona E, Mühlbauer M, Jobin C. The microbiota protects against ischemia/reperfusion - induced intestinal injury through nucleotide - binding oligomerization domain - containing protein 2 (NOD2) signaling [J]. *Am J Pathol*, 2014, 184 (11) : 2965-2975. DOI: 10.1016/j.ajpath.2014.07.014.
- [17] Jones ML, Martoni CJ, Ganopolsky JG, et al. The human microbiome and bile acid metabolism: dysbiosis, dysmetabolism, disease and intervention [J]. *Expert Opin Biol Ther*, 2014, 14(4) : 467-482. DOI:10.1517/14712598.2014.880420.
- [18] 陈思曾,张永炼,桂翔. 术后早期肠内免疫营养对胃肠癌病人营养状态、免疫功能和炎症反应的影响 [J]. *肠外与肠内营养*, 2011, 18(5):277-283. DOI:10.16151/j.1007-810x.2011.05.021.
- [19] 张璐,孙元水,何天柱. 双歧杆菌三联活菌对胃癌部分切除患者术后炎症因子、免疫和营养状态的影响 [J]. *中国微生态学杂志*, 2019, 31 (6) : 680-688. DOI: 10.13381/j.cnki.cjm.2019.06015.
- [20] Distrutti E, Monaldi L, Ricci P, et al. Gut microbiota role in irritable bowel syndrome: new therapeutic strategies [J]. *World J Gastroenterol*, 2016, 22(7) : 2219-2241. DOI: 10.3748/wjg.v22.i7.2219.
- [21] Mizuta M, Endo I, Yamamoto S, et al. Perioperative supplementation with bifidobacteria improves postoperative nutritional recovery, inflammatory response, and fecal microbiota in patients undergoing colorectal surgery: a prospective, randomized clinical trial [J]. *Biosci Microbiota Food Health*, 2016, 35(2):77-87. DOI:10.12938/bmfh.2015-017.
- [22] Shogan BD, Belogortseva N, Luong PM, et al. Collagen degradation and MMP9 activation by enterococcus faecalis contribute to intestinal anastomotic leak [J]. *Sci Transl Med*, 2015, 7(286):286ra68. DOI:10.1126/scitranslmed.3010658.
- [23] van Praagh JB, de Goffau MC, Bakker IS, et al. Mucus microbiome of anastomotic tissue during surgery has predictive value for colorectal anastomotic leakage [J]. *Ann Surg*, 2019, 269(5):911-916. DOI:10.1097/SLA.0000000000002651.
- [24] Liu Z, Qin H, Yang Z, et al. Randomised clinical trial: the effects of perioperative probiotic treatment on barrier function and post - operative infectious complications in colorectal cancer surgery - a double - blind study [J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2011, 33(1):50-63. DOI:10.1111/j.1365-2036.2010.04492.x.
- [25] Liu ZH, Huang MJ, Zhang XW, et al. The effects of perioperative probiotic treatment on serum zonulin concentration and subsequent postoperative infectious complications after colorectal cancer surgery: a double - center and double - blind randomized clinical trial [J]. *Am J Clin Nutr*, 2013, 97(1):117-126. DOI:10.3945/ajcn.112.040949.
- [26] Darbandi A, Mirshekar M, Shariati A, et al. The effects of probiotics on reducing the colorectal cancer surgery complications: a periodic review during 2007—2017 [J]. *Clin Nutr*, 2019, S0261 - 5614 (19) 33135 - 33138. DOI: 10.1016/j.clnu.2019.11.008.
- [27] 伍颖君,李超,苏耀荣,等. 加速康复外科联合益生菌对结直肠癌患者术后肠道菌群变化的影响 [J]. *岭南现代临床外科*, 2019, 19 (2) : 174 - 176 + 181. DOI: 10.3969/j.issn.1009 - 976X.2019.02.010.

(收稿日期:2020-04-13)

(本文编辑:卜建红)

#### 本文引用格式

王峰,秦环龙. 胃肠外科手术术后肠道菌群改变:肠道环境重建的临床意义 [J]. *中华胃肠外科杂志*, 2020, 23(增刊):S27-S31. DOI: 10.3760/cma.j.cn.441530-20200416-00220.