

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.04.013

❖ 临床研究 ❖

# 双歧杆菌活菌辅助治疗对慢性腹泻患儿肠屏障功能、炎症因子及细胞免疫的影响

方秋月<sup>1</sup>, 文多花<sup>2</sup>, 付玲<sup>3</sup>

(桂林市妇幼保健院, 1. 儿科; 2. 产科, 广西 桂林 541000; 3. 湖南省妇幼保健院儿科, 湖南 长沙 410005)

**【摘要】目的:** 探讨双歧杆菌活菌辅助治疗对慢性腹泻患儿肠屏障功能、炎症因子及细胞免疫的影响。**方法:** 选取 94 例慢性腹泻患儿为研究对象, 根据治疗方式不同分为研究组和对照组, 每组各 47 例。对照组给予蒙脱石散治疗; 研究组联合双歧杆菌三联活菌散治疗, 疗程均为 7 d。比较两组患儿治疗总有效率、肠屏障功能、各炎症因子及免疫指标水平。**结果:** 研究组治疗总有效率高于对照组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。治疗后, 研究组患儿二胺氧化酶、D-乳酸、内毒素及肠球菌水平低于对照组 ( $P < 0.05$ ), 乳杆菌与双歧杆菌水平高于对照组 ( $P < 0.05$ ); IL-6、CRP 及 TNF- $\alpha$  水平低于对照组 ( $P < 0.05$ ), IFN- $\gamma$  及 IL-10 水平高于对照组 ( $P < 0.05$ ); 各免疫指标水平高于对照组 ( $P < 0.05$ )。**结论:** 双歧杆菌活菌辅助治疗可有效抑制炎症反应, 提高肠屏障功能及免疫功能, 对促进慢性腹泻患儿病情康复有重要意义。

**【关键词】** 慢性腹泻; 双歧杆菌活菌散; 蒙脱石散; 肠屏障功能; 免疫功能; 炎症因子; 儿童

**【中图分类号】** R725.7 **【文献标志码】** A

## Effects of live bifidobacteria adjuvant therapy on intestinal barrier function, inflammatory factors and cellular immunity in children with chronic diarrhea

FANG Qiu-yue<sup>1</sup>, WEN Duo-hua<sup>2</sup>, FU Ling<sup>3</sup>

(1. Department of Pediatrics; 2. Department of Obstetrics, Guilin Maternal and Child Health Care Hospital, Guangxi 541000, Guilin; 3. Department of Pediatrics, Hunan Maternal and Child Health Care Hospital, Changsha 410005, Hunan, China)

**【Abstract】Objective:** To investigate the effects of live bifidobacterium adjuvant therapy on intestinal barrier function, inflammatory factors and cellular immunity in children with chronic diarrhea. **Methods:** 94 cases of chronic diarrhea children were selected as the research objects, they were divided into research group and control group according to different treatment methods, with 47 cases in each group. Children in the control group were treated with montmorillonite powder, and children in the research group were treated with bifidobacterium triplex viable powder, the course of treatment was 7 days. The total effective rate, intestinal barrier function, inflammatory factors and immune indexes were compared between the two groups. **Results:** The total effective rate of the study group was higher than that of the control group, the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). After treatment, the levels of diamine oxidase, D-lactic acid, endotoxin and enterococcus in the study group were significantly lower than those in the control group, while the levels of Lactobacillus and bifidobacteria were significantly higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The levels of IL-6, CRP and TNF- $\alpha$  in the study group were significantly lower than those in the control group, while the levels of IFN- $\gamma$  and IL-10 were significantly higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The levels of immune indexes in the study group were significantly higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Live bifidobacterium adjuvant therapy can effectively inhibit inflammatory response, improve intestinal barrier function and immune function, with definite curative effect, and has positive significance for promoting the rehabilitation of children with chronic diarrhea.

**【Key words】** Chronic diarrhea; Bifidobacterium live powder; Montmorillonite powder; Intestinal barrier function; Immune function; Inflammatory cytokines; Children

小儿慢性腹泻主要是因细菌、真菌、病毒、寄生虫感染所致的一种消化道疾病, 以腹痛、呕吐、发热、

大便次数增加及形状改变为主要特征, 好发于婴幼儿, 一旦治疗不及时可引发脱水、电解质紊乱等, 给

患儿的生长发育及免疫功能造成严重影响<sup>[1-2]</sup>。目前临床治疗小儿慢性腹泻主要通过调整饮食结构、改善肠道内环境、保护肠道黏膜来缓解腹泻症状。蒙脱石散作为一种胃肠道保护剂,可有效预防病原体因子入侵消化道,但对于部分病情较为严重的患儿治疗效果常不理想<sup>[3]</sup>。双歧杆菌活菌属于一种肠道微生态制剂,可有效纠正失调的肠道菌群,修复免疫机制,重建肠道天然生物屏障,在小儿慢性腹泻治疗中具有独特优势<sup>[4]</sup>。目前双歧杆菌活菌辅助治疗小儿腹泻的临床研究已屡见不鲜,但在联合用药作用机制对肠屏障功能及免疫功能方面的报道较少。本研究旨在探讨双歧杆菌活菌辅助治疗对慢性腹泻患儿肠屏障功能、炎性因子及细胞免疫的影响。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2020 年 10 月至 2021 年 10 月桂林市妇幼保健院收治的 94 例慢性腹泻患儿为研究对象,根据治疗方式不同分为研究组和对照组,每组各 47 例。本研究经院伦理委员会审核批准,患儿家长充分知情后自愿签订同意书。两组患儿年龄、性别、病程、腹泻次数、腹泻原因、脱水程度及腹泻类型等一般资料比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。纳入标准:(1)所有患儿均符合《诸福堂实用儿科学》中的诊断标准<sup>[5]</sup>;(2)经临床检查为细菌或病毒感染及消化不良等原因所致的非感染性腹泻;(3)年龄 1~5 岁;(4)腹泻  $> 4$  次/d。排除标准:(1)急性感染性腹泻;(2)合并重大系统性疾病;(3)严重肝肾功能障碍;(4)造血系统疾病;(5)免疫缺陷性疾病;(6)胃肠道畸形;(7)重度营养不良,重度脱水;(8)过敏体质;(9)治疗依从性差及资料不全者。

表 1 两组患儿一般资料比较 [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]

项目	对照组( $n=47$ )	研究组( $n=47$ )	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值
男/女(例)	26/21	25/22	0.043	0.836
年龄(岁)	$2.53 \pm 0.67$	$2.61 \pm 0.52$	-0.647	0.519
病程(月)	$3.28 \pm 0.46$	$3.13 \pm 0.48$	1.547	0.125
腹泻(次/d)	$6.52 \pm 1.17$	$6.72 \pm 1.15$	-0.836	0.405
腹泻原因				
细菌感染性腹泻	16(34.04)	15(31.91)	0.048	0.826
病毒感染性腹泻	14(29.79)	14(29.79)	0.001	1.000
非感染性腹泻	17(36.17)	18(38.30)	0.046	0.831
腹泻类型				
分泌性腹泻	14(29.79)	15(31.91)	0.050	0.823
动力性腹泻	13(27.66)	12(25.53)	0.054	0.815
渗出性腹泻	10(21.28)	11(23.40)	0.061	0.804
渗透性腹泻	10(21.28)	9(19.15)	0.066	0.797
脱水程度			0.018	0.893
轻度	36(76.60)	35(74.47)		
中度	11(23.40)	10(25.53)		

### 1.2 方法

所有患儿入院后均完成血常规、病原菌等常规检查,同时给予补液、纠正水电解质紊乱、退热、营养支持等,感染性腹泻者将 0.08~0.1 g/kg 头孢西丁(深圳信立泰药业股份有限公司)采用 0.9% 生理盐水 150 mL 稀释后静脉滴注进行抗感染治疗,连续治疗 4~5 d。对照组患儿在此基础上口服蒙脱石散(北京万辉双鹤药业有限责任公司)治疗,1~2 岁 1.0 g/次,2~3 岁 1.5 g/次, $> 3$  岁 2.0 g/次;3 次/d。研究组患儿在对照组的基础上口服双歧杆菌三联活菌散(上海信谊药厂有限公司)治疗,给药剂量及次数与对照组相同。两组患儿疗程均为 7 d。

### 1.3 观察指标

(1)临床疗效<sup>[6]</sup>:显效为腹泻相关症状完全消除,大便次数及性状恢复正常;有效为腹泻相关症状显著缓解,大便次数明显减少,性状基本恢复;无效为腹泻相关症状、大便次数及性状均无明显改善。总有效率 = (显效例数 + 有效例数) / 总例数  $\times 100\%$ 。(2)肠屏障功能:治疗前及治疗结束前 1 d 嘱患者持续空腹  $> 8$  h,分别采集次日晨起外周静脉血 5 mL,3 000 rpm 离心 10 min,采用分光光度法测定二胺氧化酶、D-乳酸及内毒素水平;采集患儿新鲜粪便 1 g,稀释、匀浆后于培养基上接种、培养,采用 API20E 型菌群检测系统使用活菌平板计数法测定乳酸菌、双歧杆菌及球菌数量。(3)炎性因子水平:按照(2)的方法收集分离出的血清,将 10  $\mu$ L 血清 + 150  $\mu$ L 的氨基乙酸缓冲液 + 150  $\mu$ L 的 0.2% w/v 免疫复合物制成乳胶颗粒超敏化 C 反应蛋白抗体液,选择 PA120 特定蛋白仪(深圳市锦瑞电子有限公司)及 CRP 配套试剂盒(货号:32-65432)根据说明采用速率散射比浊法测 C 反应蛋白(CRP)水平;将 50  $\mu$ L 血清样本加入样板条空中,在 37  $^{\circ}$ C 恒温箱中培养 1 h,在对照孔内加入酶标记物,混匀震荡,37  $^{\circ}$ C 恒温箱中培养 0.5 h,洗板后在对照组空中加 50  $\mu$ L 底物缓冲液混匀震荡,室温下培养 0.5 h,最后在样板孔中加 50  $\mu$ L 终止液混匀后使用酶标仪读数。利用酶联免疫吸附法测定 IL-6(货号:69-87588)、IL-10(货号:69-32166)、TNF- $\alpha$ (货号:69-88631)、IFN- $\gamma$ (货号:69-89573)水平<sup>[7]</sup>。所有试剂盒均购自由武汉默沙克生物科技有限公司。(4)检测免疫指标水平:按照(2)的方法收集分离出的血清,采用免疫比浊法测定免疫球蛋白 M(IgM)、免疫球蛋白 A(IgA)、免疫球蛋白 G(IgG)水平,利用免疫荧光标记法检测 CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 水平<sup>[8]</sup>。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 19.0 软件对数据进行分析与处理。

计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用  $t$  检验或秩和检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患儿临床疗效比较

研究组患儿治疗总有效率高于对照组,差异有统计学意义( $\chi^2 = 5.045, P = 0.025$ )。见表 2。

表 2 两组患儿临床疗效比较 $[n(\%)]$

组别	显效	有效	无效	总有效率
研究组( $n = 47$ )	30(63.83)	15(31.91)	2(4.26)	45(95.74)
对照组( $n = 47$ )	26(55.32)	12(25.53)	9(19.15)	38(80.85)

### 2.2 两组患儿肠屏障功能指标水平比较

治疗前,两组患儿各肠屏障功能指标水平无显著差异( $P > 0.05$ )。治疗后,两组患儿二胺氧化酶、D-乳酸、内毒素及肠球菌水平均降低,且观察组低于对照组( $P < 0.05$ );乳杆菌与双歧杆菌均升高,且观察组高于对照组( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 两组患儿肠屏障功能指标水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

项目	研究组( $n = 47$ )	对照组( $n = 47$ )	$t$ 值	$P$ 值
二胺氧化酶(U/L)				
治疗前	12.51 ± 3.76	12.46 ± 3.82	0.064	0.949
治疗后	8.73 ± 2.35*	10.13 ± 2.34*	-2.349	0.021
D-乳酸(mg/L)				
治疗前	9.27 ± 2.06	9.29 ± 2.08	-0.047	0.963
治疗后	6.75 ± 1.02*	8.02 ± 1.67*	-4.449	<0.001
内毒素(pg/mL)				
治疗前	0.91 ± 0.18	0.90 ± 0.21	0.248	0.805
治疗后	0.53 ± 0.11*	0.71 ± 0.12*	-7.581	<0.001
乳杆菌(log CFU/g)				
治疗前	5.02 ± 0.79	5.00 ± 0.88	0.116	0.908
治疗后	9.91 ± 1.65*	7.02 ± 1.04*	10.158	<0.001
双歧杆菌(log CFU/g)				
治疗前	7.87 ± 0.95	7.83 ± 0.99	0.200	0.842
治疗后	10.85 ± 1.21*	8.67 ± 1.16*	8.916	<0.001
肠球菌(log CFU/g)				
治疗前	9.01 ± 1.25	9.05 ± 1.26	-0.155	0.877
治疗后	5.28 ± 0.16*	7.03 ± 0.72*	-16.266	<0.001

\*  $P < 0.05$ ,与组内治疗前相比。

### 2.3 两组患儿炎性因子水平比较

治疗前,两组患者各炎性细胞因子水平比较,无显著差异( $P > 0.05$ )。治疗后,两组患儿 IL-6、CRP 及 TNF- $\alpha$  水平均降低( $P < 0.05$ ),且观察组低于对照组( $P < 0.05$ );IFN- $\gamma$  及 IL-10 水平升高( $P < 0.05$ ),且观察组高于对照组( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 4 两组患儿炎性因子水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

项目	研究组( $n = 47$ )	对照组( $n = 47$ )	$t$ 值	$P$ 值
IL-6(pg/mL)				
治疗前	36.58 ± 6.43	36.71 ± 5.86	-0.102	0.919
治疗后	14.23 ± 2.56*	20.24 ± 2.37*	-11.811	0.021
CRP(ng/L)				
治疗前	29.23 ± 9.16	29.22 ± 9.48	0.005	0.996
治疗后	18.65 ± 8.72*	25.34 ± 7.67*	-3.949	<0.001
IFN- $\gamma$ (ng/L)				
治疗前	33.43 ± 5.52	33.38 ± 5.76	0.043	0.966
治疗后	54.24 ± 6.57*	42.52 ± 6.83*	8.478	<0.001
IL-10(ng/L)				
治疗前	16.22 ± 4.63	17.21 ± 5.43	-0.951	0.344
治疗后	34.56 ± 7.52*	25.78 ± 7.36*	5.720	<0.001
TNF- $\alpha$ (pg/mL)				
治疗前	131.56 ± 10.53	132.35 ± 11.68	-0.344	0.732
治疗后	30.32 ± 6.25*	57.86 ± 7.24*	-19.740	<0.001

\*  $P < 0.05$ ,与组内治疗前相比。

### 2.4 两组患儿免疫指标水平比较

治疗前,两组患儿 IgM、IgA、IgG 及 CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 免疫指标水平比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。治疗后,两组患儿上述免疫指标水平均升高,且观察组高于对照组( $P < 0.05$ )。见表 5。

表 5 两组患儿免疫指标水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

项目	研究组( $n = 47$ )	对照组( $n = 47$ )	$t$ 值	$P$ 值
IgM(g/L)				
治疗前	1.15 ± 0.20	1.13 ± 0.16	0.535	0.594
治疗后	1.53 ± 0.23*	1.39 ± 0.19*	3.217	0.002
IgA(g/L)				
治疗前	0.94 ± 0.38	0.93 ± 0.40	0.124	0.902
治疗后	1.72 ± 0.53*	1.51 ± 0.42*	2.129	0.036
IgG(g/L)				
治疗前	8.80 ± 0.39	8.76 ± 0.41	0.485	0.629
治疗后	15.34 ± 0.68*	14.18 ± 0.66*	8.392	<0.001
CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup>				
治疗前	0.91 ± 0.27	0.89 ± 0.24	0.380	0.705
治疗后	1.68 ± 0.33*	1.42 ± 0.28*	4.119	<0.001

\*  $P < 0.05$ ,与组内治疗前相比。

## 3 讨论

儿童肠道屏障功能较弱,消化系统及免疫系统尚不健全,当遭受病原体侵袭时则易破坏肠道内微循环,使菌群失调而诱发腹泻<sup>[9]</sup>。针对小儿腹泻临床上常给予补液、纠正水电解质紊乱、退热、抗病毒、止泻等常规治疗,但治疗周期较长,且无法改善肠道内环境。

肠道微生态紊乱则会诱发局部炎症反应,破坏肠道黏膜屏障功能,当肠黏膜通透性异常时则会导致肠道细菌产生大量 D-乳酸并由门静脉进入血液循环,另外当肠黏膜上皮细胞受损则会促进二胺氧化酶合成及释放并进入血液,当肠道菌群是挑食还可导致肠道内致病菌大量增殖而释放内毒素,进一步破坏肠道黏膜屏障<sup>[10]</sup>。IL-6、TNF- $\alpha$  及 CRP 均为促炎因子,其水平与炎性反应程度呈正相关<sup>[11]</sup>。IL-10 为抗炎因子,可抑制促炎因子的产生及释放。

IFN- $\gamma$  属于一种抗炎因子,具有抗病毒、抗肿瘤及免疫调控的作用。当肠黏膜损伤后则会促进局部大量炎性促炎因子的释放,引发炎症反应<sup>[12]</sup>。

蒙脱石散是治疗小儿腹泻的首选药物,口服后可快速分布与消化道黏膜,同时通过静电作用吸附致病菌及其毒素,并与消化道黏液糖蛋白结合来修复及增强肠黏膜屏障,且不影响肠胃的正常蠕动<sup>[13]</sup>。双歧杆菌三联活菌散则可有效补充肠道缺失的生理菌群,纠正菌群紊乱,恢复肠道内微环境稳态,同时在肠道黏膜表现形成生物屏障,地址病原体的继续入侵,修复受损的肠黏膜组织,抑制炎症反应,从而恢复肠道固有的健康状态,与蒙脱石散联用具有协同增效的作用<sup>[14]</sup>。

本研究结果表明,研究组患儿治疗总有效率较对照组高 ( $P < 0.05$ ),原因可能为蒙脱石散进入机体后可降低肠道所吸收的毒素,增强肠道屏障功能,辅助双歧杆菌三联活菌散则可促进肠道内菌群平衡的恢复,肠道易于吸收,恢复肠道固有的健康状态,从而缓解腹泻症状。治疗后,研究组患儿二胺氧化酶、D-乳酸、内毒素及肠球菌水平低于对照组 ( $P < 0.05$ ),乳杆菌与双歧杆菌水平高于对照组 ( $P < 0.05$ )。当患儿肠道遭受病原微生物侵袭时则可引发炎症反应,从而损伤肠道上皮细胞,使肠道菌群紊乱,内毒素、二胺氧化酶、D-乳酸水平持续升高,进而引起肠道黏膜屏障功能损伤,这进一步阐明了蒙脱石散可降低肠道所吸收的毒素,增强肠道屏障功能的作用机制,而双歧杆菌活菌通过增加肠道有益菌菌落数量、纠正肠道菌群的失调而抑制肠道内有害细菌,保护肠道黏膜上皮功能,与蒙脱石散联合应用可协同性的抑制消化道内病毒及细菌产生的毒素,控制病情进展。治疗前两组患儿各炎性细胞因子水平比较,差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ );治疗后,研究组患者 IL-6、CRP 及 TNF- $\alpha$  水平低于对照组 ( $P < 0.05$ ),IFN- $\gamma$  及 IL-10 水平高于对照组 ( $P < 0.05$ ),原因可能为炎性细胞因子的高表达是导致肠黏膜损伤的重要因素,双歧杆菌活菌可通过修复受损的肠黏膜、破坏病原体的生长环境而抑制炎症反应的发生,同时凭借其黏膜作用可拮抗病原体侵袭,促进抗炎因子的释放,抑制内毒素的释放而诱发炎症反应,有效避免炎症反应扩大而加重肠黏膜损伤,有利于临床症状的改善。另外,治疗后研究组患者各免疫指标水平高于对照组 ( $P < 0.05$ ),原因可能为双歧杆菌活菌可通过分解肠道内容物产生促进肠道蠕动的代谢物质,增强肠道的屏障功能,从而对机体发挥免疫调节作用,同时可促进年末局部及免疫功能发

育,定制与胃肠道内部促进各类细胞因子抗体的产生而发挥免疫调节作用,蒙脱石散具有缓解免疫功能紊乱的作用,与双歧杆菌活菌联合应用时可发挥协同增效的作用。

综上所述,双歧杆菌活菌辅助治疗可有效抑制炎症反应,提高肠屏障功能及免疫功能,疗效确切,对促进腹泻患儿病情康复有重要意义。

#### 参考文献

- [1] Soriano A, Antoni MS, García C, et al. Travelers' diarrhea in children at risk: an observational study from a spanish database [J]. *Pediatric Infectious Disease Journal*, 2016, 35(4):392.
- [2] Okafor D, Alrabadi L, Alper A, et al. Refractory infantile chronic diarrhea and failure to thrive in a 6-Month-Old boy with a complex past medical history [J]. *Clinical Pediatrics*, 2019, 58(6):707-710.
- [3] 沈春燕,孟晓弘,杨艳.联合使用双歧杆菌对急性细菌感染性腹泻患儿 IL-6, IFN- $\gamma$  水平及肠道屏障功能的影响 [J]. *检验医学与临床*, 2020, 17(22):59-62, 65.
- [4] Mangin I, Flore DY, Christophe L, et al. Oral administration of viable *Bifidobacterium pseudolongum* strain Patronus modified colonic microbiota and increased mucus layer thickness in rat [J]. *FEMS Microbiology Ecology*, 2018, Doi:10.1093/femsec/fiy177.
- [5] 胡亚美,江载芳. 诸福堂实用儿科学 [M]. 北京:人民卫生出版社, 2002.
- [6] 黄佳林,黄玮.微生态制剂联合蒙脱石散治疗小儿慢性腹泻疗效及对患儿血锌水平和 IgM, IgG, IgA 水平的影响 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2019, 27(S1):106-108.
- [7] 黄晶,何健芳.双歧杆菌活菌联合消旋卡多曲治疗小儿腹泻的效果及对患儿免疫功能和炎症因子水平的影响 [J]. *中国妇幼保健*, 2019, 34(19):4484-4486.
- [8] 郎艳飞,阮慧杰,卜佳,等.布拉氏酵母菌散联合酪酸梭菌活菌胶囊治疗慢性腹泻的疗效观察 [J]. *中南医学科学杂志*, 2018, 46(1):67-69.
- [9] Buchheister S, Buettner M, Buchen B, et al. 971e Cd14 Is a Protective factor in experimental colitis by enhancing the intestinal barrier function [J]. *Gastroenterology*, 2016, 150(4):197.
- [10] Bron PA, Kleerebezem M, Brummer RJ, et al. Can probiotics modulate human disease by impacting intestinal barrier function? [J]. *British Journal of Nutrition*, 2017, 117(1):93-107.
- [11] Chen Z, Pan WG, Xian WY, et al. Identification of infantile diarrhea caused by breast Milk-Transmitted staphylococcus aureus infection [J]. *Current Microbiology*, 2016, 73(4):1-5.
- [12] 张燕.蒙脱石散联合双歧杆菌四联活菌片治疗小儿腹泻 110 例疗效分析 [J]. *中国药物与临床*, 2018, 18(9):1582-1583.
- [13] Gao X, Miao R, Tao Y, et al. Effect of Montmorillonite powder on intestinal mucosal barrier in children with abdominal Henoch-Schonlein purpura: A randomized controlled study [J]. *Medicine*, 2018, 97(39):e12577.
- [14] Zhang Y, Zheng P, Yu B, et al. Dietary spray-dried chicken plasma improves intestinal barrier function and modulates immune status in weaning piglets [J]. *Journal of Animal Science*, 2016, 94(1):173.

(收稿日期:2021-12-02

修回日期:2021-12-30)