

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.16.010
文章编号: 1005-8982 (2024) 16-0056-06

临床研究·论著

肠道菌群情况与发声和多种运动联合抽动障碍 患儿神经递质、神经功能及T细胞亚群 的相关性分析*

王丹霞, 孟珂, 尚玉

(南京中医药大学附属南京市中西医结合医院 检验科, 江苏 南京 210014)

摘要: **目的** 探讨发声和多种运动联合抽动障碍(又称抽动症)患儿肠道菌群分布情况与其神经递质、神经功能及T细胞亚群的相关性。**方法** 以2020年5月—2023年5月南京中医药大学附属南京市中西医结合医院收治的97例抽动症患儿作为研究对象,通过耶鲁抽动症整体严重度量表(YGTSS)将所有患儿分为轻度组23例、中度组42例和重度组32例。采集所有患儿粪便样本,采用16S rRNA测序技术和Qiime软件进行肠道菌群 α 多样性分析[Chao1指数、observed species(Sobs)指数、Shannon指数、Simpson指数];测定T淋巴细胞亚群(CD4⁺、CD8⁺、CD4⁺/CD8⁺)和神经递质[5-羟色胺(5-HT)、多巴胺(DA)、 γ -氨基丁酸(GABA)、去甲肾上腺素(NE)]水平;评估两组儿童神经功能;采用Pearson相关性分析探讨患儿肠道菌群与神经递质、神经功能及T细胞亚群的关系。**结果** 与轻度组相比,中度组和重度组的YGTSS评分的运动性抽动、发声性抽动、总分更高($P<0.05$);轻度组、中度组和重度组患儿的Chao1、Sobs、Shannon和Simpson指数比较,经方差分析,差异均有统计学意义($P<0.05$);与轻度组相比,中度组和重度组的 α 多样性更低($P<0.05$);轻度组、中度组和重度组患儿的CD4⁺、CD8⁺和CD4⁺/CD8⁺比较,经方差分析,差异均有统计学意义($P<0.05$);与轻度组相比,中度组和重度组的CD4⁺和CD4⁺/CD8⁺更低,CD8⁺更高($P<0.05$);与轻度组相比,中度组和重度组的5-HT和DA更高,GABA、NE、神经功能评分更低($P<0.05$)。根据Pearson相关性分析结果,患儿Chao1、Sobs、Shannon和Simpson指数与5-HT、DA呈负相关($P<0.05$),与CD4⁺、GABA、NE和神经功能评分呈正相关($P<0.05$)。**结论** 肠道菌群与抽动症患儿的神经递质、神经功能和T细胞亚群密切相关。

关键词: 肠道菌群多样性;抽动症;神经递质;T细胞亚群;相关性分析

中图分类号: R748

文献标识码: A

Correlation analysis of gut microbiota with neurotransmitters, neurological functions, and T cell subsets in children with tic disorders*

Wang Dan-xia, Meng Ke, Shang Yu

(Department of Clinical Laboratory, Nanjing Hospital of Integrated Chinese and Western Medicine,
Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing, Jiangsu 210014, China)

Abstract: Objective To explore the correlation between the distribution of gut microbiota and neurotransmitters, neurological functions, and T cell subsets in children with tic disorders. **Methods** A total of 97 children with tic disorders treated in our hospital from May 2020 to May 2023 were selected as research subjects.

收稿日期: 2024-03-11

* 基金项目: 江苏省自然科学基金 (No: BK20210034)

[通信作者] 尚玉, E-mail: seuedu@163.com; Tel: 18952071861

They were divided into mild ($n = 23$), moderate ($n = 42$), and severe ($n = 32$) groups based on the Yale Global Tic Severity Scale (YGTSS). Fecal samples from all children were collected, and the α -diversity of gut microbiota [including Chao1 index, observed species richness (Sobs), Shannon index, and Simpson index] was analyzed using the 16S rRNA sequencing technology and the Qiime software. T lymphocyte subsets ($CD4^+$, $CD8^+$, $CD4^+/CD8^+$) and neurotransmitters [5-hydroxytryptamine (5-HT), dopamine (DA), gamma-aminobutyric acid (GABA), and norepinephrine (NE)] were measured. Neurological functions of the two groups of children were assessed. The relationship between gut microbiota and neurotransmitters, neurological functions, and T cell subsets in the children was explored through Pearson correlation analysis. **Results** Compared to the mild group, the moderate and severe groups had higher motor and vocal tic scores as well as higher total scores as tested via YGTSS ($P < 0.05$). When comparing the Chao1, Sobs, Shannon, and Simpson indices of children in the mild, moderate, and severe groups, significant statistical differences were found through ANOVA ($P < 0.05$). Compared with the mild group, the α -diversity in the moderate and severe groups was lower ($P < 0.05$). Comparisons of the counts of $CD4^+$ and $CD8^+$ T cells and ratios of $CD4^+/CD8^+$ T cells among mild, moderate, and severe groups also showed statistically significant differences via variance analysis ($P < 0.05$). Compared with the mild group, the moderate and severe groups had a lower count of $CD4^+$ T cells and a lower ratio of $CD4^+/CD8^+$ T cells, but a higher count of $CD8^+$ T cells ($P < 0.05$). Compared with the mild group, the moderate and severe groups had higher levels of 5-HT and DA, and lower levels of GABA, NE, and neurological function scores ($P < 0.05$). According to Pearson correlation analysis, the Chao1, Sobs, Shannon, and Simpson indices were all negatively correlated with the levels of 5-HT and DA ($P < 0.05$), and positively correlated with the count of $CD4^+$ T cells, levels of GABA and NE, and neurological function scores ($P < 0.05$). **Conclusions** The gut microbiota are closely related to neurotransmitters, neurological functions, and T cell subsets in children with tic disorders.

Keywords: gut microbiota diversity; tic disorders; neurotransmitters; T cell subsets; correlation analysis

发声和多种运动联合抽动障碍又称抽动症(以下简称抽动症),是一种儿童行为障碍,以多发性、复合运动性的运动抽动和发声抽动,发出无意义的字句、不适当的词语、重复语言等为特征,严重影响患儿的生活质量^[1]。

近年来,随着神经科学和微生物组学的发展,越来越多的研究开始关注肠道菌群与神经系统疾病之间的关系^[2-3]。肠道菌群被认为是人体的“第二大脑”,其平衡状态对维持机体健康至关重要。有研究表明,肠道菌群的失衡不仅影响肠道健康,还可能通过肠-脑轴影响中枢神经系统的功能,进而与多种神经精神疾病的发生、发展有关^[4]。在抽动症的研究中,肠道菌群也日益受到重视。近期研究发现,抽动症患儿的肠道菌群组成与健康儿童存在显著差异,这可能与患儿的神经递质水平、神经功能状态及免疫系统的变化有关^[5]。神经递质在调节情绪、认知及运动功能等方面发挥关键作用。同时,T细胞亚群是免疫系统中的重要成员,参与调节机体的免疫反应和维持免疫稳态^[6]。因此,深入研究肠道菌群与抽动症患儿的神经递质、神经功能及T细胞亚群之间的相互作用,不仅有助于揭示抽动症的发病机制,也为开发新的治疗策略提供参考。

本研究拟分析肠道菌群的多样性与这些神经和免疫指标的关系,为临床治疗提供更精准的方向。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2020年5月—2023年5月南京中医药大学附属南京市中西医结合医院接收的97例抽动症患者作为研究对象,通过耶鲁抽动症整体严重度量表(Yale Global Tic Severity Scale, YGTSS)将所有患儿分为轻度组23例、中度组42例和重度组32例。纳入标准:①符合中华医学会儿科学分会神经学组发布的《儿童抽动障碍诊断与治疗专家共识(2017实用版)》^[7]的抽动症相关诊断标准;②智力发育正常,不合并其他精神疾病;③近期末接受抽动症相关治疗。排除标准:①存在严重的血液系统或免疫系统疾病;②近期出现脾胃功能障碍;③临床资料不完整,或中途退出本研究。本研究经过医院医学伦理委员批准,患儿家属已充分了解并签署知情同意书。3组患儿的性别构成、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)和病程比较,经 χ^2 检验/方差分析,差异均无统计学($P > 0.05$),具有可比性。见表1。

表1 3组患儿一般资料比较

组别	n	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	病程/(年, $\bar{x} \pm s$)
轻度组	23	10/13	8.36 ± 1.49	19.85 ± 2.61	3.14 ± 1.01
中度组	42	25/17	8.14 ± 1.56	19.24 ± 2.24	3.35 ± 1.13
重度组	32	18/14	8.61 ± 1.75	19.71 ± 2.69	3.02 ± 1.06
χ^2/F 值		1.594	0.809	0.564	0.92
P值		0.451	0.448	0.571	0.402

1.2 方法

1.2.1 抽动严重程度评估 采用 YGTSS 评分评估患儿抽动严重程度,包括运动性抽动和发声性抽动两种。每种抽动从次数、频率、强度、复杂性和干扰性 5 个维度进行评价,每个维度满分 5 分,每种抽动总分均为 25 分,评分满分 50 分;≤20 分为轻度,21~40 分为中度,41~50 分为重度,分数越高表示病情越严重。

1.2.2 肠道菌群检测 为了分析肠道菌群的 α 多样性,采集每例患儿约 5 g 的新鲜粪便样本,置于无菌干燥盒内,置入 -80 °C 冰箱冷冻保存。应用 16S rRNA 测序技术分析微生物群落:采用 QIAamp 粪便 DNA 提取试剂盒(荷兰 Qiagen N.V. 公司)从样本中中提取总 DNA,随后测定其浓度和纯度;提取的 DNA 稀释为 1 010 ng/ μ L,作为 PCR 扩增的模板;经过纯化的 PCR 产物用于构建 Miseq 测序仪(PE250)的测序文库。通过 Qiime 软件(版本 1.8.0)计算包括 Chao1 指数、observed species richness (Sobs) 指数、Shannon 指数和 Simpson 指数在内的 α 多样性指标,以此来评价患儿微生物群落的丰度和多样性。

1.2.3 T 淋巴细胞亚群检测 采集所有患儿的清晨空腹静脉血 5 mL,3 000 r/min 离心 10 min,取上清液待测。通过 Cytofle 流式细胞仪(美国贝克曼库尔特有限公司)检测特定免疫细胞亚群的水平,包括 CD4⁺和 CD8⁺水平,并计算 CD4⁺/CD8⁺比值。免疫荧光标记试剂盒购自上海爱必信生物科技有限公司,严格按照说明书步骤操作。

1.2.4 神经递质指标检测 采集所有患儿的清晨空腹静脉血 5 mL,3 000 r/min 离心 10 min,取上清液待测。采用酶联免疫吸附试验测定神经递质指标,包括:5-羟色胺(5-Hydroxytryptamine, 5-HT)、多巴胺(Dopamine, DA)、 γ -氨基丁酸(Gamma-aminobutyric acid, GABA)、去甲肾上腺素

(Norepinephrine, NE)。试剂盒均购自上海酶联生物科技有限公司,严格按照说明书步骤操作。

1.2.5 神经功能评估 根据《发育与行为儿科学》^[8]的相关标准,对患儿的神经系统功能进行评估,包括 3 个方面:肢体运动功能、适应能力和学习能力。每方面的评分最高为 10 分,得分越高表明神经功能发育更好。

1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 25.0 统计软件。计量资料采用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较做方差分析,两两比较用独立样本 *t* 检验;计数资料以构成比或率(%)表示,比较采用 χ^2 检验;相关分析用 Pearson 法。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3组患儿 YGTSS 评分比较

轻度组、中度组和重度组患儿的 YGTSS 评分的运动性抽动、发声性抽动、总分比较,经方差分析,差异均有统计学意义(*P* < 0.05);与轻度组相比,中度组和重度组的运动性抽动、发声性抽动、总分更高。见表 2。

表2 3组患儿 YGTSS 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	运动性抽动	发声性抽动	总分
轻度组	23	8.29 ± 1.13	6.47 ± 1.05	14.58 ± 2.32
中度组	42	17.75 ± 2.16	16.20 ± 2.11	33.64 ± 4.65
重度组	32	23.13 ± 3.42	22.35 ± 3.29	45.30 ± 5.29
F 值		240.731	295.36	324.875
P 值		0.000	0.000	0.000

2.2 3组患儿肠道菌群多样性比较

轻度组、中度组和重度组患儿的 Chao1、Sobs、Shannon 和 Simpson 指数比较,经方差分析,差异有统计学意义(*P* < 0.05);与轻度组比较,中度组和重度组的 α 多样性更低。见表 3。

2.3 3组患儿 T 淋巴细胞亚群比较

轻度组、中度组和重度组患儿的 CD4⁺、CD8⁺和 CD4⁺/CD8⁺比较,经方差分析,差异有统计学意义(*P* < 0.05);与轻度组相比,中度组和重度组的 CD4⁺和 CD4⁺/CD8⁺更低,CD8⁺更高。见表 4。

2.4 3组患儿神经递质指标比较

轻度组、中度组和重度组患儿的 5-HT、DA、

表 3 3 组患儿肠道菌群 α 多样性比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	Chao1 指数	Sobs 指数	Shannon 指数	Simpson 指数
轻度组	23	259.39 ± 36.44	218.48 ± 30.06	3.42 ± 0.62	0.12 ± 0.05
中度组	42	243.25 ± 32.69	194.15 ± 24.69	3.01 ± 0.59	0.10 ± 0.03
重度组	32	167.68 ± 27.39	133.68 ± 18.34	2.36 ± 0.45	0.06 ± 0.02
F 值		75.885	101.083	27.644	25.911
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000

表 4 3 组患儿 T 淋巴细胞亚群指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	CD4 ⁺ /%	CD8 ⁺ /%	CD4 ⁺ /CD8 ⁺
轻度组	23	38.34 ± 4.36	29.05 ± 3.16	1.32 ± 0.44
中度组	42	34.05 ± 4.04	32.13 ± 4.40	1.07 ± 0.27
重度组	32	31.09 ± 3.78	34.48 ± 4.85	0.91 ± 0.13
F 值		22.496	10.971	14.466
P 值		0.000	0.000	0.000

GABA 和 NE 比较, 经方差分析, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 与轻度组比较, 中度组和重度组的 5-HT 和 DA 更高, GABA 和 NE 更低。见表 5。

表 5 3 组患儿神经递质指标比较 (ng/mL, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	5-HT	DA	GABA	NE
轻度组	23	65.47 ± 6.14	4.61 ± 1.02	2.21 ± 0.62	30.13 ± 4.05
中度组	42	70.54 ± 7.53	5.39 ± 1.24	1.74 ± 0.34	25.71 ± 3.16
重度组	32	79.98 ± 8.04	6.50 ± 1.47	1.38 ± 0.21	22.42 ± 2.87
F 值		29.480	16.048	31.632	38.158
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000

表 6 3 组患儿神经功能评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	肢体运动功能	适应能力	学习能力	总分
轻度组	23	6.53 ± 0.74	6.51 ± 0.63	6.46 ± 0.57	19.52 ± 2.37
中度组	42	5.09 ± 0.61	5.42 ± 0.58	5.03 ± 0.49	15.61 ± 2.18
重度组	32	3.48 ± 0.42	2.80 ± 0.39	3.56 ± 0.31	9.88 ± 1.62
F 值		193.733	390.837	283.932	164.416
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000

表 7 患者肠道菌群与各项指标的相关性分析

指数	神经功能评分		5-HT		DA		GABA		NE		CD4 ⁺	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
Chao1	0.648	0.000	-0.261	0.000	-0.300	0.000	0.384	0.000	0.374	0.000	0.422	0.000
Sobs	0.663	0.000	-0.384	0.000	-0.342	0.000	0.390	0.000	0.375	0.000	0.403	0.000
Shannon	0.455	0.000	-0.306	0.000	-0.238	0.000	0.180	0.000	0.286	0.000	0.370	0.000
Simpson	0.482	0.000	-0.408	0.000	-0.306	0.000	0.364	0.000	0.453	0.000	0.425	0.000

3 讨论

儿童抽动症,医学上称为 Tourette 综合征或抽动障碍,是一种以不自主的运动性和发声性抽动为特征的神经发育障碍^[7]。这种疾病通常从儿童时期开始,可能对患儿的社交、学习和日常生活造成影响。近年来,肠道菌群与神经系统疾病之间的关系受到了越来越多的关注^[9]。肠道-大脑轴理论提出肠道菌群通过影响神经递质的产生和调节^[10],可能在抽动症的发病机制中发挥作用。有学者指出^[11],肠道菌群多样性的改变也许与抽动症患儿的病情严重程度相关。WANG 等^[12]发现,抽动症患儿的肠道菌群多样性降低,与健康儿童相比存在差异。本研究结果显示,轻度患儿的肠道菌群 α 多样性比中重度患儿显著增加。在肠道菌群的评估中,Chao1 和 Sobs 指数是衡量物种丰富度的重要指标,Shannon 指数则同时考虑物种丰富度和均匀度,反映了群落的整体多样性。LI 等^[13]在研究中表明,肠道菌群的多样性增加通常指示着更健康的肠道环境。LIU 等^[14]也指出,肠道菌群的多样性能够提高对病原体的抵抗力,促进营养物质的吸收,并影响宿主的免疫系统。因此,较高的多样性可能与更稳定的肠道环境和更强的代谢功能相关,这可能有助于减轻抽动症的症状。同时,中度和重度抽动症患儿的肠道菌群多样性降低可能与肠道-大脑轴的异常有关。根据 GÓRALCZYK-BIŃKOWSKA 等^[15]的研究,肠道菌群可以通过产生代谢产物、调节神经递质合成、调控免疫反应等途径,影响大脑的功能。所以肠道菌群多样性的降低,可能导致这些代谢途径的失衡,进而影响大脑的神经化学和神经炎症过程^[16],加剧抽动症的症状。

T 淋巴细胞亚群在免疫调节和炎症反应中起着重要作用,有研究指出,这些细胞可能对神经系统的健康有重要影响^[17]。本研究结果也显示,轻度患儿 CD4⁺和 CD4⁺/CD8⁺高于中重度患儿,这反映了 T 淋巴细胞亚群在免疫调节中的作用。CD4⁺是免疫系统中的关键细胞,负责协调免疫反应,包括激活其他免疫细胞和调节炎症反应,CD4⁺/CD8⁺也是评估免疫系统平衡的重要指标^[18]。在轻度抽动症患儿中,较高的 CD4⁺和 CD4⁺/CD8⁺比值体现出更加平衡和有效的免疫反应,根据 YILDIRIM 等^[19]的研究结果,这有助于维持神经系统的稳定性并减少神经炎症,从

而缓解病情。而中度和重度抽动症患儿的细胞数量反映了免疫系统的失衡,可能加剧神经炎症,从而影响神经系统的功能,导致抽动症状的加重。此外,肠道菌群与神经递质水平的关系也逐渐受到关注^[20],因为这些递质在调节情绪、行为和认知功能方面发挥关键作用。本研究中,轻度组 5-HT 和 DA 低于另外两组,GABA 和 NE 则显著升高。5-HT 和 DA 是大脑中的重要神经递质,与情绪调节、认知功能和运动控制密切相关。BHATT 等^[21]的研究指出,5-HT 和 DA 水平与情绪和行为控制能力有关,其水平降低可能有助于减轻抽动症状。GABA 是主要的抑制性神经递质,NE 则与应激反应和注意力调节有关,均对维持神经系统的稳定性至关重要。其水平的升高表明在轻度抽动症患儿中存在更强的神经抑制作用,WANG 等^[22]指出,这有助于控制抽动行为。因此,这些神经递质与情绪、认知和运动控制密切相关,在中重度患儿中,这种调节可能受到干扰,导致症状加重^[23]。本研究 Pearson 相关性分析结果也表明,患儿肠道菌群多样性与 5-HT、DA 均呈负相关,与 CD4⁺、GABA、NE 和神经功能均呈正相关,这进一步证明了肠道-大脑轴在抽动症中的重要作用,说明肠道菌群通过影响神经递质的产生和调节,可能间接影响神经系统的功能和免疫反应。

综上所述,肠道菌群多样性在抽动症患儿的神经递质平衡、免疫状态和神经功能中扮演着重要角色,也反映了肠道-大脑轴在疾病发展中的作用。这些发现不仅为理解抽动症的病理机制提供了新的视角,也为未来的治疗策略提供了方向。

参 考 文 献 :

- [1] 辛莹莹,孙丹,刘智胜. Tourette 综合征及其他抽动障碍心理干预的欧洲临床指南(2021 版)解读[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2022, 37(8): 596-600.
- [2] 赵丽,王佳伟. 神经系统自身免疫性疾病与肠道微生物相关性的研究进展[J]. 中华预防医学杂志, 2022, 56(3): 256-261.
- [3] 李长政. 精神障碍与消化系统疾病的关系[J]. 中国现代医学杂志, 2021, 31(14): 1-6.
- [4] IRUM N, AFZAL T, FARAZ M H, et al. The role of gut microbiota in depression: an analysis of the gut-brain axis[J]. Front Behav Neurosci, 2023, 17: 1185522.
- [5] SOLTYSOVA M, TOMOVA A, OSTATNIKOVA D. Gut microbiota profiles in children and adolescents with psychiatric disorders[J]. Microorganisms, 2022, 10(10): 2009.

- [6] 王方迪, 侯瑞霞, 李俊琴, 等. 间充质干细胞对 T 细胞免疫调节机制的研究进展[J]. 中国免疫学杂志, 2021, 37(22): 2715-2721.
- [7] 中华医学会儿科学分会神经学组. 儿童抽动障碍诊断与治疗专家共识(2017实用版)[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2017, 32(15): 1137-1140.
- [8] 金星明, 静进. 发育与行为儿科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2020: 12-13.
- [9] TIWARI P, DWIVEDI R, BANSAL M, et al. Role of gut microbiota in neurological disorders and its therapeutic significance[J]. J Clin Med, 2023, 12(4): 1650.
- [10] POST Z, MANFREADY R A, KESHAVARZIAN A. Overview of the gut-brain axis: from gut to brain and back again[J]. Semin Neurol, 2023, 43(4): 506-517.
- [11] FAN F, BIAN Z X, ZHANG X, et al. Big data analytics frameworks for the influence of gut microbiota on the development of tic disorder[J]. Front Comput Neurosci, 2022, 16: 986591.
- [12] WANG Y P, XU H X, JING M, et al. Gut microbiome composition abnormalities determined using high-throughput sequencing in children with tic disorder[J]. Front Pediatr, 2022, 10: 831944.
- [13] LI Z X, ZHOU J, LIANG H, et al. Differences in alpha diversity of gut microbiota in neurological diseases[J]. Front Neurosci, 2022, 16: 879318.
- [14] LIU Y, WANG J Q, WU C X. Modulation of gut microbiota and immune system by probiotics, pre-biotics, and post-biotics[J]. Front Nutr, 2022, 8: 634897.
- [15] GÓRALCZYK-BIŃKOWSKA A, SZMAJDA-KRYGIER D, KOZŁOWSKA E. The microbiota-gut-brain axis in psychiatric disorders[J]. Int J Mol Sci, 2022, 23(19): 11245.
- [16] MOU Y, DU Y, ZHOU L X, et al. Gut microbiota interact with the brain through systemic chronic inflammation: implications on neuroinflammation, neurodegeneration, and aging[J]. Front Immunol, 2022, 13: 796288.
- [17] LIU X M, WANG X M, ZHANG X L, et al. Allergic diseases influence symptom severity and T lymphocyte subgroups of children with tic disorders[J]. J Investig Med, 2021, 69(8): 1453-1457.
- [18] 张波, 李丹, 刘宇, 等. 微生态制剂联合孟鲁司特钠治疗小儿过敏性紫癜的疗效及其对体液免疫的影响[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(15): 27-31.
- [19] YILDIRIM Z, KARABEKIROGLU K, YILDIRAN A, et al. An examination of the relationship between regulatory T cells and symptom flare-ups in children and adolescents diagnosed with chronic tic disorder and Tourette syndrome[J]. Nord J Psychiatry, 2021, 75(1): 18-24.
- [20] HUANG F, WU X J. Brain neurotransmitter modulation by gut microbiota in anxiety and depression[J]. Front Cell Dev Biol, 2021, 9: 649103.
- [21] BHATT S, DEVADOSS T, MANJULA S N, et al. 5-HT₃ receptor antagonism a potential therapeutic approach for the treatment of depression and other disorders[J]. Curr Neuropharmacol, 2021, 19(9): 1545-1559.
- [22] WANG Y Y, ZHAO B, WU M M, et al. Overexpression of neuregulin 1 in GABAergic interneurons results in reversible cortical disinhibition[J]. Nat Commun, 2021, 12(1): 278.
- [23] 黄健, 袁小敏. 落藏腹针疗法联合阿立哌唑治疗小儿多发性抽动症效果及对肌肉功能、神经递质的影响[J]. 辽宁中医杂志, 2023, 50(2): 174-177.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 王丹霞, 孟珂, 尚玉. 肠道菌群情况与发声和多种运动联合抽动障碍患儿神经递质、神经功能及 T 细胞亚群的相关性分析[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(16): 56-61.

Cite this article as: WANG D X, MENG K, SHANG Y. Correlation analysis of gut microbiota with neurotransmitters, neurological functions, and T cell subsets in children with tic disorders[J]. China Journal of Modern Medicine, 2024, 34(16): 56-61.