·综　述·

婴儿期食物多样性在预防食物过敏中的效果及机制

陈丽羽[1]，胡燕[1,2]，张萱[1]

1. 重庆医科大学附属儿童医院儿童保健科，国家儿童健康与疾病临床医学研究中心，儿童发育疾病研究教育部重点实验室，儿童营养与健康重庆市重点实验室，重庆　400014
2. 首都医科大学附属北京儿童医院保健中心，国家儿童医学中心

摘　要： 食物过敏是全球公共卫生问题，固体食物引入在预防过敏性疾病中的作用引起学者们的广泛关注。近年来，婴儿食物过敏预防指南发生变化，本综述就婴儿早期引入多样化食物预防食物过敏效果及可能机制进行阐述，为临床预防食物过敏提供参考和帮助。

关键词： 食物过敏；食物多样性；肠道菌群

中图分类号：R725.9　**文献标识码：**A　**文章编号：**1008-6579(2024)07-0767-05　doi:10.11852/zgetbjzz2023-0855

Effect and mechanism of food diversity in the prevention of food allergy in infancy

CHEN Liyu[1], HU Yan[1,2], ZHANG Xuan[1]

1. Department of Child Health Care, Children's Hospital of Chongqing Medical University, National Clinical Research Center for Child Health and Disorders (Chongqing), Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing Key Laboratory of Child Health and Nutrition, Chongqing 400014, China;
2. Children's Health Care Center, Children's Hospital, Capital Medical University, National Center for Children's Health
Corresponding author: HU Yan, E-mail: hy420@126.com

Abstract: Food allergy is a common chronic disease in childhood. The role of solid food introduction in the prevention of allergic diseases has attracted widespread attention in scholars. In recent years, the guidelines for the prevention of infant food allergy have changed. This article reviews the effect and possible mechanism of introducing diversified foods in early infancy to prevent food allergy, so as to provide help for clinical prevention of food allergy.

Keywords: food allergy; food diversity; intestinal flora

食物过敏[1]是由免疫机制介导的可重复的食物不良反应，已成为 21 世纪流行病和全球公共卫生问题，严重影响患儿及其家庭生活质量。目前尚缺少特异且有效的治疗方法，故寻找早期预防方法是研究的热点。近二十年来，针对食物过敏预防的婴儿喂养指南发生了巨大变化，尤其是固体食物引入方法(时间、种类、频率)引起学者们的广泛关注。已有中等质量的证据显示，4～6 月龄引入煮熟的鸡蛋或 4～11 月龄引入花生能够有效预防后期过敏性疾病发生[2]，故目前讨论热点集中于摄入食物种类及其多样性。

食物多样性是衡量膳食质量的关键因素，国内外膳食营养指南都推荐增加食物多样性以确保人体摄入足够的营养素，促进身体健康。2022 年中国婴幼儿喂养指南发布，建议及时引入多样化食物，不要盲目回避易过敏食物[3]。2020 年美国及欧洲过敏学会将婴儿期食物多样性预防食物过敏写入共识[4]，欧洲变态反应与临床免疫学会(European Academy of Allergy and Clinical Immunology，EAACI)专家共识[5]也认为婴儿期食物多样性可能与减少过敏结果有关，推荐“由于多样化食物在预防特定过敏性疾病中具有潜在的益处且没有证据表明对婴儿有危害，故所有婴儿保证多样化食物摄入有助于降低过敏风险”。这些权威指南均强调了婴幼儿期食物多样性在健康及预防过敏性疾病中的重要性。然而，食物多样性在预防过敏性疾病中的作用尚未

基金项目：重庆市自然科学基金面上项目(CSTB2022NSCQ-MSX0797)

作者简介：陈丽羽(1998-)，女，住院医师，硕士研究生，主要研究方向为食物过敏。

通信作者：胡燕，E-mail：hy420@126.com

得到国内医生及家长的重视，中国婴幼儿膳食多样化较差[6]。本文拟对婴儿早期引入多样化食物预防食物过敏的效果及可能机制进行综述，为临床预防食物过敏提供参考和帮助。

1 食物多样性的评估方法

婴儿期固体食物引入为合理喂养的重要组成部分，食物多样性定义为在给定参考期内食用的不同食物或食物组的数量，可以通过记录 24h 或 7d 内摄入食物的类别、食物名称及量获得[5]。食物多样性可采用不同方法进行评估，如食物组多样性、食物过敏原多样性以及水果蔬菜多样性等。不同研究评估食物多样性的方法有所差异，目前尚无哪种方法最为准确之说。由于食物过敏 90％由八大类易过敏食物引起，故在研究食物多样性与过敏性疾病关系中多通过食物组与食物过敏原多样性进行评估。Roduit 等[7]采用两种方式定义食物多样性，即 12 月龄内摄入 80％的研究对象经常食用的 15 种不同食物或在 6 月龄和 12 月龄内引入了 6 大类主要食物。另有研究同时采用 3 种方法评估婴儿期食物多样性，包括婴儿 3、6、9 月龄及 12 月龄时食物组多样性、蔬菜水果多样性及食物过敏原多样性[8]。还有相关研究也通过 6、12 月龄食物类别数量评估其食物多样性，但其具体食物类别有所不同[9-10]。

实际上，食物多样性的评估还应包括食物的量与频率，否则难以评估某种特定食物引入不同剂量的作用。目前探索食物的剂量及食用频率与过敏相关的研究较少，有报道显示对于鸡蛋白蛋白及花生蛋白，每周需达到 2g 才能诱导耐受，低于该剂量则不太可能诱导耐受[11]，提示食物摄入量与诱导耐受及其维持有关。由于饮食结构的复杂性，评估婴幼儿食物多样性时常常难以评估食物引入频率及量，若研究过程中将婴儿食用过的所有食物均计算在内，则很可能会增加食物种类多样性的计算评分，从而产生较大偏倚，影响研究结果的可靠性[9]。因此，只有在客观全面评估食物多样性的基础上才能得出让学界信服的结论。

2 固体食物引入预防食物过敏的临床证据

固体食物引入在食物过敏预防中发挥重要作用，包括引入时间、种类及加工方式[12]。4～6 月龄是婴儿肠道发育、辅食引入关键期，此时接触食物抗原可以调节机体免疫耐受，对后期过敏发展产生影响[13-14]。2016 年 Ierodiakonou 等[2]的荟萃分析回顾了 146 篇关于固体食物引入与过敏的研究，高质量的证据显示早期（4～11 月龄）摄入花生的婴儿发生花生过敏的相对危险度为降低约 81％；中等质量证据表明，在婴儿 4～6 月龄引入鸡蛋有助于降低后期发生鸡蛋过敏的风险，2020 年 EAACI 发布的食物过敏预防指南也支持该建议[1]。其他证据表明，早期引入特定致敏性食物对食物过敏有预防作用，部分食物（如坚果、芝麻）缺乏足够的证据，但至少安全性可以得到保证[14-15]。

除适时引入易过敏食物对预防食物过敏有帮助外，陆续有研究发现，婴儿期摄入食物种类多少与第二年或后期过敏性疾病的发生风险呈负相关[7, 16-20]。虽然食物多样性与过敏性疾病关系的研究始于 1980 年代，但近十年才引起大家广泛关注[21]。2014 年，一项多个国家联合前瞻性出生队列研究[7]纳入 856 名儿童，根据其生后 3～12 月龄中每月引入不同食物大类数进行多样性评分，并分析其与儿童后期过敏性疾病发生间的关系。结果显示，生后 1 年内每增加 1 种食物种类可使哮喘发生率显著降低 26％，且与儿童期食物过敏及食物致敏发生率呈负相关（OR＝0.70、0.72），该研究结果提示增加婴儿期食物种类可以预防学龄前期过敏性疾病发生。2020 年，英国的一项随访了 10 年的大规模出生队列研究[8]发现，婴儿 6 月龄时膳食中每增加一类食物可将生命初期 10 年内食物过敏发生风险降低 10.8％；1 岁时每多引入 1 种食物过敏原，可降低 33.2％食物过敏发生率。该研究同时采用了 3 种不同的国际公认方法评估婴儿期食物多样性，随访时间长、失访率小，在调整了相关混杂因素后仍得出关联系性高、结果基本一致的结论。近年来国内也有类似研究[9]，提示增加 6 月龄及 12 月龄婴儿膳食中食物多样性对第二年过敏性疾病的发生具有保护作用；6～12 月龄期间引入更多种类的食物可能是改善婴儿日后过敏结局的有效策略。然而，上述研究均未评估食物摄入频率及数量，仅将婴儿既往食用过的食物均纳入食物多样性计算，该方法可能对食物多样性评估产生偏倚。鉴于前期食物多样性与过敏相关研究并未对婴儿的过敏风险进行阐述，且多数研究关注特应性皮炎而非食物过敏。针对这一问题，2022 年韩国学者 Lee 等[10]发现在过敏高危儿中，增加婴儿 6 月龄食物种类多样性或食物过敏原多样性与婴儿 1 岁内鸡蛋过敏的发生呈负相关，这进一步支持婴儿期食物多样化可能对预防过敏性疾病发生有利。除此之外，还有学者[22-23]特别关注了蔬菜水果多样性与过敏结果之间的关系：婴儿饮食中高蔬菜水果含量与 2 岁时食物过敏的发生减少有

关；学龄期儿童食用蔬菜种类越多与既往一年内更少发生气道炎症和哮喘有关（$OR=0.67$）。推测增加蔬菜水果多样性也有助于预防食物过敏发生。

尽管如此，并非所有研究均支持增加婴儿期食物多样性能有效预防过敏性疾病[24]，既往研究发现 4 月龄前引入食物种类与后期发生过敏呈正相关[25]，这可能与其相对不成熟的免疫功能有关。提示即使是采用增加食物多样性的方式预防过敏性疾病也应注意在适当的时间引入。

尽管支持婴儿期食物多样化对预防过敏有益，却很难界定食物多样性高与低的临界点，尤其是在不同年龄与人群背景下。因此，通过目前的研究尚难以在临床上对个体进行具体的指导。2022 年发布的中国居民膳食指南[3]建议，婴儿 6 月龄即可引入各种食物，应早期实现婴儿食物多样化；婴儿期后平均每天摄入食物种类至少 12 种，每周不少于 25 种；且任何过敏疾病风险类别的婴儿都应早期引入多样化的饮食[4]。世界卫生组织最新版喂养指南[26]也推荐婴儿 6 月龄后应摄入多样化膳食，由此可见，婴儿早期引入多种食物是合理膳食的要求，同时可能有助于减少过敏发生风险。

食物多样性与食物过敏预防证据有限。尽管 EAACI 在立场文件发表前对食物多样性与过敏性疾病的关系作了系统综述，但并不能对所有的文献进行定量分析，且研究结果异质性大，因此其推荐意见更多是基于无伤害原则。鉴于许多建议的证据仍有限，需要在不同国家、地区及人群进行更多研究后进行临床推荐[27]。

3　食物多样性预防食物过敏的可能机制

现有婴儿期食物多样性与食物过敏发生间关系的探讨多是采用观察性研究方法，具体机制并不明确。食物过敏的发生与遗传因素、口服免疫耐受机制不完善、皮肤屏障受损等因素相关。目前推测多样化食物通过提供某些特殊营养物质以及接触更多食物抗原，从而调节肠道微生物群间接影响口服耐受的发展[28-29]。

口服耐受是多种细胞参与的机体特异性免疫系统对胃肠道食物抗原产生的无应答或低应答现象，其中肠道菌群是诱导口服免疫耐受形成的重要因素[30]。肠道菌群的改变，包括种类和代谢产物的变化，均可影响免疫反应，在生命早期预防过敏性疾病方面起着重要作用。某些特定的细菌如梭状芽胞杆菌类，可促进肠道耐受性的发展，甚至影响过敏性疾病的转归[31]。肠道菌群可通过介导肠道上皮屏障保护反应而维持对食物抗原的耐受性，出生后最初 3 年是肠道菌群形成的关键时期，受到基因与环境的共同影响[32]。且在生命初期第一年，人体肠道微生物环境更是一个相对多变的系统，饮食多样性及膳食纤维在维持肠道微生物种类与功能方面发挥重要作用[33-34]。随着固体食物的引入，婴儿肠道微生物群的多样性增加，引入多种固体食物还可增加纤维和营养物质的摄入，加速肠道微生物群多样性和成熟。探讨婴儿期食物多样性与过敏相关机制的研究[10]发现，在食物过敏高危儿中，食物多样性分数高的婴儿肠道微生物多样性增加，炎症因子 IL-4、IL-5、IL-6、IL-8 和 IL-13 下调，这表明增加婴儿期食物多样性可能通过调节肠道菌群与炎症因子而影响免疫功能。

肠道微生物的改变必然导致其代谢产物的种类和量发生变化，其代谢产物短链脂肪酸（short chain fatty acids，SCFAs）已被证明对食物过敏具有保护作用[35]。早期引入固体食物更有助于肠道细菌代谢产生丙酸和丁酸，丁酸可诱导调节性 T 细胞（Tregs）成熟扩增，从而预防食物过敏发生[36-37]。SCFAs 含量丰富的儿童后期致敏风险低及耐受率更高，1 岁时丁酸盐水平与儿童后期过敏性疾病发生风险呈负相关[38-39]。鸡蛋过敏儿童肠道中产生丁酸的梭状杆菌和血中调节性 T 细胞含量较对照儿童更少[40-41]。微生物疗法还可能通过增加 SCFAs 含量，从而提高食物过敏儿童反应阈值[42]。

总之，口服免疫耐受是由食物抗原、肠道内的微生物群、肠道内的免疫机制之间复杂相互作用的结果。增加婴儿期食物多样性有利于增加肠道菌群多样性及 SCFAs 含量。早期暴露食物抗原有助于肠道微生物群的建立，从而促进机体免疫耐受，降低食物过敏发生风险。

综上所述，婴儿期固体食物的引入是预防后期过敏性疾病发生的切入点。尽管现有研究在设计及实施方面尚存在不足，但基于合理膳食要求，适时引入多样化食物一方面可以促进婴儿正常生长发育，另一方面可能有助于过敏性疾病预防。对于婴儿需要摄入多少种食物、摄入量及频率，摄入何种食物才能更有效地预防疾病发生还需进一步研究。

参考文献

[1] Halken S, Muraro A, de Silva D, et al. EAACI guideline: Preventing the development of food allergy in infants and young children (2020 update)[J]. Pediatr Allergy Immunol, 2021, 32(5): 843-858.

[2] Ierodiakonou D, Garcia-Larsen V, Logan A, et al. Timing of allergenic food introduction to the infant diet and risk of al-

lergic or autoimmune disease: A systematic review and meta-analysis[J]. JAMA, 2016, 316(11): 1181-1192.

[3] 中国营养学会中国居民膳食指南科学报告工作组.《中国居民膳食指南科学研究报告(2021)》简本[J]. 营养学报, 2021, 43(2): 102.
Working Group on Scientific Report on Dietary Guidelines for Chinese Residents of the Chinese Nutrition Society. Simplified version of the scientific research report on dietary guidelines for Chinese residents (2021)[J]. Acta Nutr Sin, 2021, 43(2): 102. (in Chinese)

[4] Fleischer DM, Chan ES, Venter C, et al. A consensus approach to the primary prevention of food allergy through nutrition: Guidance from the American Academy of Allergy, Asthma, and Immunology; American College of Allergy, Asthma, and Immunology; and the Canadian Society for Allergy and Clinical Immunology[J]. J Allergy Clin Immunol Pract, 2021, 9(1): 22-43.

[5] Venter C, Greenhawt M, Meyer RW, et al. EAACI position paper on diet diversity in pregnancy, infancy and childhood: Novel concepts and implications for studies in allergy and asthma[J]. Allergy, 2020, 75(3): 497-523.

[6] 王玉英, 司向, 于冬梅, 等. 利用 2021 年世界卫生组织新指标评价中国婴幼儿喂养状况[J]. 卫生研究, 2021, 50(6): 882-886.
Wang YY, Si X, Yu DM, et al. Status of infant and young child feeding using World Health Organization 2021 indicators in China[J]. Journal of Hygiene Research, 2021, 50(6): 882-886. (in Chinese)

[7] Roduit C, Frei R, Depner M, et al. Increased food diversity in the first year of life is inversely associated with allergic diseases[J]. J Allergy Clin Immunol, 2014, 133(4): 1056-1064.

[8] Venter C, Maslin K, Holloway JW, et al. Different measures of diet diversity during infancy and the association with childhood food allergy in a UK birth cohort study[J]. J Allergy Clin Immunol Pract, 2020, 8(6): 2017-2026.

[9] Zhong C, Guo J, Tan T, et al. Increased food diversity in the first year of life is inversely associated with allergic outcomes in the second year[J]. Pediatr Allergy Immunol, 2022, 33(1): e13707.

[10] Lee BR, Jung HI, Kim SK, et al. Dietary diversity during early infancy increases microbial diversity and prevents egg allergy in high-risk infants[J]. Immune Netw, 2022, 22(2): e17.

[11] Perkin MR, Togias A, Koplin J, et al. Food allergy prevention: More than peanut[J]. J Allergy Clin Immunol Pract, 2020, 8(1): 1-13.

[12] 程娟, 申昆玲, 段红梅. 婴幼儿辅食添加与食物过敏关系的研究进展[J]. 中国儿童保健杂志, 2019, 27(7): 737-740.
Cheng J, Shen KL, Duan HM. Research progress on the correlation between infant complementary foods and food allergy[J]. Chin J Child Health Care, 2019, 27(7): 737-740. (in Chinese)

[13] Vale SL, Lobb M, Netting MJ, et al. A systematic review of infant feeding food allergy prevention guidelines-Can we agree? [J]. World Allergy Organ J, 2021, 14(6): 100550.

[14] Skjerven HO, Lie A, Vettukattil R, et al. Early food intervention and skin emollients to prevent food allergy in young children (PreventADALL): A factorial, multicentre, cluster-randomised trial[J]. Lancet, 2022, 399(10344): 2398-2411.

[15] de Silva D, Halken S, Singh C, et al. Preventing food allergy in infancy and childhood: Systematic review of randomised controlled trials[J]. Pediatr Allergy Immunol, 2020, 31(7): 813-826.

[16] Hua MC, Yao TC, Chen CC, et al. Introduction of various allergenic foods during infancy reduces risk of IgE sensitization at 12 months of age: A birth cohort study[J]. Pediatr Res, 2017, 82(5): 733-740.

[17] Nwaru BI, Takkinen H, Kaila M, et al. Food diversity in infancy and the risk of childhood asthma and allergies[J]. J Allergy Clin Immunol, 2014, 133(4): 1084-1091.

[18] Roduit C, Frei R, Loss G, et al. Development of atopic dermatitis according to age of onset and association with early-life exposures[J]. J Allergy Clin Immunol, 2012, 130(1): 130-136.

[19] Maslin K, Pickett K, Ngo S, et al. Dietary diversity during infancy and the association with childhood food allergen sensitization[J]. Pediatr Allergy Immunol, 2022, 33(1): e13650.

[20] Hicke-Roberts A, Wennergren G, Hesselmar B. Late introduction of solids into infants' diets may increase the risk of food allergy development[J]. BMC Pediatr, 2020, 20(1): 273.

[21] Spolidoro G, Azzolino D, Cesari M, et al. Diet diversity through the life-course as an opportunity toward food allergy prevention[J]. Front Allergy, 2021, 2: 711945.

[22] Grimshaw KE, Maskell J, Oliver EM, et al. Diet and food allergy development during infancy: Birth cohort study findings using prospective food diary data[J]. J Allergy Clin Immunol, 2014, 133(2): 511-519.

[23] Mendes FC, Paciência I, Cavaleiro Rufo J, et al. Higher diversity of vegetable consumption is associated with less airway inflammation and prevalence of asthma in school-aged children[J]. Pediatr Allergy Immunol, 2021, 32(5): 925-936.

[24] Adam T, Divaret-Chauveau A, Roduit C, et al. Complementary feeding practices are related to the risk of food allergy in the ELFE cohort[J]. Allergy, 2023, 78(9): 2456-2466.

[25] Zutavern A, Brockow I, Schaaf B, et al. Timing of solid food introduction in relation to atopic dermatitis and atopic sensitization: Methods from a prospective birth cohort study[J]. Pediatrics, 2006, 117(2): 401-411.

[26] World Health Organization. WHO Guideline for complementary feeding of infants and young children 6-23 months of age[M]. Geneva: World Health Organization, 2023.

[27] Obbagy JE, English LK, Wong YP, et al. Complementary

feeding and food allergy, atopic dermatitis/eczema, asthma, and allergic rhinitis: A systematic review[J]. Am J Clin Nutr, 2019, 109(Suppl 7): 890S-934S.

[28] Davis EC, Dinsmoor AM, Wang M, et al. Microbiome composition in pediatric populations from birth to adolescence: Impact of diet and prebiotic and probiotic interventions[J]. Dig Dis Sci, 2020, 65(3): 706-722.

[29] Savage JH, Lee-Sarwar KA, Sordillo JE, et al. Diet during pregnancy and infancy and the infant intestinal microbiome [J]. J Pediatr, 2018, 203: 47-54.

[30] Brough HA, Lanser BJ, Sindher SB, et al. Early intervention and prevention of allergic diseases[J]. Allergy, 2022, 77(2): 416-441.

[31] Moriki D, Francino MP, Koumpagioti D, et al. The role of the gut microbiome in cow's milk allergy: A clinical approach[J]. Nutrients, 2022, 14(21): 4537.

[32] Asnicar F, Berry SE, Valdes AM, et al. Microbiome connections with host metabolism and habitual diet from 1,098 deeply phenotyped individuals[J]. Nat Med, 2021, 27(2): 321-332.

[33] Hojsak I, Benninga MA, Hauser B, et al. Benefits of dietary fibre for children in health and disease[J]. Arch Dis Child, 2022, 107(11): 973-979.

[34] Venter C. Immunonutrition: Diet diversity, gut microbiome and prevention of allergic diseases[J]. Allergy Asthma Immunol Res, 2023, 15(5): 545-561.

[35] Shu SA, Yuen AWT, Woo E, et al. Microbiota and food allergy[J]. Clin Rev Allergy Immunol, 2019, 57(1): 83-97.

[36] Cañas JA, Núñez R, Cruz-Amaya A, et al. Epigenetics in food allergy and immunomodulation[J]. Nutrients, 2021, 13(12): 4345.

[37] Akagawa S, Kaneko K. Gut microbiota and allergic diseases in children[J]. Allergol Int, 2022, 71(3): 301-309.

[38] Bunyavanich S, Shen N, Grishin A, et al. Early-life gut microbiome composition and milk allergy resolution[J]. J Allergy Clin Immunol, 2016, 138(4): 1122-1130.

[39] Roduit C, Frei R, Ferstl R, et al. High levels of butyrate and propionate in early life are associated with protection against atopy[J]. Allergy, 2019, 74(4): 799-809.

[40] Yamagishi M, Akagawa S, Akagawa Y, et al. Decreased butyric acid-producing bacteria in gut microbiota of children with egg allergy[J]. Allergy, 2021, 76(7): 2279-2282.

[41] Savage JH, Lee-Sarwar KA, Sordillo J, et al. A prospective microbiome-wide association study of food sensitization and food allergy in early childhood[J]. Allergy, 2018, 73(1): 145-152.

[42] Zhang L, Chun Y, Ho HE, et al. Multiscale study of the oral and gut environments in children with high-and low-threshold peanut allergy[J]. J Allergy Clin Immunol, 2022, 150(3): 714-720.

收稿日期: 2023-08-18　**修回日期**: 2023-11-13　**本文编辑**: 杨媛媛

(上接第 731 页)

[28] 郑冬华, 吴慧攀, 陈琪, 等. 中国青少年肌肉力量指数与心理亚健康的相关性[J]. 中国学校卫生, 2020, 41(12): 1831-1834, 1839.
Zheng DH, Wu HP, Chen Q, et al. Correlation between muscular strength index and psychological sub-health in Chinese adolescents[J]. Chin J Sch Health, 2020, 41(12): 1831-1834, 1839. (in Chinese)

[29] Salem, Mohamed, Al-Karbi, et al. Prevalence and co-occurrence of major depression and generalized anxiety disorders among adolescents in Qatar[J]. World Fam Med J, 2021, 19(8): 42-46.

[30] Del Vecchio A, Ubeda A, Sartori M, et al. Central nervous system modulates the neuromechanical delay in a broad range for the control of muscle force[J]. J Appl Physiol, 2018, 125(5): 1404-1410.

[31] Aranđelović J, Santrač A, Batinić B, et al. Positive and negative selective allosteric modulators of α5 GABA a receptors: Effects on emotionality, motivation, and motor function in the 5xFAD model of Alzheimer's disease[J]. J Alzheimers Dis, 2021, 84(3): 1291-1302.

[32] Nuss P. Anxiety disorders and GABA neurotransmission: A disturbance of modulation[J]. Neuropsychiatr Dis Treat, 2015: 165-175.

[33] Ke S, Lai J, Sun T, et al. Healthy young minds: The effects of a 1-hour classroom workshop on mental illness stigma in high school students[J]. Community Ment Health J, 2015, 51: 329-337.

[34] Taylor JL, Amann M, Duchateau J, et al. Neural contributions to muscle fatigue: From the brain to the muscle and back again[J]. Med Sci Sports Exerc, 2016, 48(11): 2294.

[35] Gold PW. Endocrine factors in key structural and intracellular changes in depression[J]. Trends Endocrinol Metab, 2021, 32(4): 212-223.

[36] Markovic G, Mikulic P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training[J]. Sports Med, 2010, 40: 859-895.

[37] Satsangi AK, Brugnoli MP. Anxiety and psychosomatic symptoms in palliative care: From neuro-psychobiological response to stress, to symptoms' management with clinical hypnosis and meditative states[J]. Ann Palliat Med, 2018, 7(1): 75-111.

收稿日期: 2023-12-04　**修回日期**: 2024-02-26　**本文编辑**: 王悦