DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2025180

· 生长发育与健康监测 ·

扬州市小学生青春期发育特征的流行病学调查

窦成茵，张雷，葛宝金，王磊

扬州大学医学院附属扬州妇幼保健院儿童保健科，江苏 225002

【摘要】 目的 调查小学生青春发动时相情况，为早期识别出疑似青春期发动提前的儿童提供参考依据。**方法** 2023 年 10 月 23 日至 11 月 7 日，对扬州市梅岭小学 4 个校区 10 225 名一至六年级学生进行调查，其中男生 5 412 名，女生 4 813 名。对女生乳房、男生外生殖器进行视诊、触诊，使用 Tanner 分期法评价学生青春发育水平。青春发动时相通过中国汉族儿童青春期发育里程碑指标中的年龄、性别参考值进行判断。采用 SPSS 26.0 软件进行描述性分析。**结果** 男生睾丸容积达 4 mL 的中位年龄为 10.49 岁，女生乳房开始发育的中位年龄为 9.70 岁。睾丸容积≥4 mL 男生中，16.6%（217 名）被判断为疑似青春发动提前；乳房发育 Tanner Ⅱ 期和Ⅲ期的女生中，小学女生分别有 123 和 165 名（9.4%，18.5%）乳房发育对比同一发育阶段的年龄提前；共有 14.4%的学生疑似青春发动提前。**结论** 扬州市小学女生的青春发动年龄与其他地区相近，男生的青春发动年龄提前。

【关键词】 青春期发育；Tanner 分期；生长和发育；儿童

【中图分类号】 R 179　R 339.3^{+5}　G 479　**【文献标识码】** A　**【文章编号】** 1000-9817(2025)07-1019-05

Epidemiological survey on pubertal developmental characteristics of primary school students in Yangzhou City

DOU Chengyin, ZHANG Lei, GE Baojin, WANG Lei

Child Healthcare Department of Yangzhou Maternal and Child Health Care Hospital Affiliated to Yangzhou University, Yangzhou 225002, *Jiangsu Province, China*

【Abstract】 Objective To investigate the timing of puberty onset among primary school students, so as to provide the reference data for early identification of children with suspected precocious puberty. **Methods** A study was conducted from October 23 to November 7, 2023, involving 10 225 students(5 412 boys, 4 813 girls) from grade 1 to 6 of four campuses in Meiling Primary School in Yangzhou. Breast development in girls and external genitalia in boys was assessed via visual inspection and palpation, with pubertal stages classified using the Tanner staging method. Puberty onset timing was determined based on age/sex reference values from Chinese Han children's pubertal milestone indicators. Descriptive analysis was performed using SPSS 26.0. **Results** The median age for testicular volume reaching 4 mL in boys was 10.49 years, while the median age for breast development onset in girls was 9.70 years. Among boys with testicular volume ≥4 mL, 16.6%(n=217) were identified as suspected early puberty cases; among girls with Tanner stage Ⅱ and Ⅲ, 123(9.4%) and 165(18.5%) showed earlier breast development than the reference range. Overall, 14.4% of students exhibited suspected precocious puberty. **Conclusion** The onset age of puberty for girls in primary schools of Yangzhou aligns with findings from other regions, while boys show earlier pubertal initiation.

【Keywords】 Adolescent development; Tanner staging; Growth and development; Child

研究显示，中国女童和男童的青春期启动年龄已经从原先的 11～12 岁分别提前到现在的 9.2 和 11.3 岁[1]。这种变化可能是由多种因素引起的，包括遗传因素、环境因素（地理条件、环境污染等）、生活方式的变化等[2]。青春发动期是指青春期的早期阶段，在此期间儿童的生理变化非常明显，包括体格生长突增、性腺和生殖器发育、第二性征出现，这些事件开始出现的时间称为青春发动时相[3]。近年来，由于营养水平、生活习惯的改变，我国儿童青春期发动时相开始年龄有提前趋势，表现在女童青春期初潮的年龄逐渐提前[4-7]；男童的第二性征发育也有加快的趋势[8]，比如生殖器官发育、体毛生长等方面。青春期发动提前会使儿童发生心理和行为问题的风险增加[9-10]，还有可能导致成年后心血管代谢疾病、内分泌系统癌症等[11-13]。因此，早期筛查出青春期发动提前儿童至关重要。本研究旨在调查扬州市小学生青春期发育情况，早期识别小学生青春期疑似发动提前的情况，为儿童青春期保健及健康教育提供支持。

【基金项目】 2024 年度扬州市基础研究计划（联合专项）卫生健康类项目（2024-2-14）

【作者简介】 窦成茵（1996-　），女，陕西咸阳人，硕士，公共卫生医师，主要事儿童生长发育、婴幼儿养育照护及儿童早期发展相关工作。

【通信作者】 王磊，E-mail：71880820@qq.com

1 对象与方法

1.1 对象 2023 年 10 月 23 日至 11 月 7 日,对扬州市梅岭小学花都汇、马太路、梅岭和运河 4 个校区一至六年级学生通过体检活动进行数据收集,本次体检共 10 225 名学生,其中男生 5 412 名,女生 4 813 名。年龄范围为 6.2~12.9 岁,各年龄段男、女生分布差异无统计学意义($\chi^2=0.94$, $P>0.05$)。本研究已通过扬州市妇幼保健院伦理委员会审查(批号:2023085),研究已提前告知家长并取得同意。

1.2 方法

1.2.1 青春发育水平评价 由专业人员开展女生乳房、男生外生殖器视诊及触诊的体格检查。男生睾丸容积的测量采用触诊法,并用睾丸测量器进行比对,使用 Tanner 分期法将睾丸容积定性划分为 I~V 期,分别为<4,4~<10,10~<15,15~<20,≥20 mL;女生乳房发育采用视诊和触诊法,使用 Tanner 分期法(I~V 期)进行评价[14]。将女生乳房发育 Tanner Ⅱ期(B2 期)、男生睾丸容积达到 4 mL(G2 期)作为青春期发动的标志[14]。

1.2.2 疑似青春发动提前判断标准 根据 2012 年“中国青春期发育研究协作组”建立的中国汉族儿童青春期发育里程碑指标年龄、性别参考值进行判断[15],该参考值基于我国 9 个地区 3 万余名城乡汉族 6.0~18.9 岁男、女生的青春期发育情况建立[15],年龄小于同期 P_{25} 年龄者定义为“疑似发动提前”,主要采用女性乳房、男性睾丸作为评价指标划分疑似青春发动提前和发动正常。标准中青春期指标采用女生乳房发育 Tanner Ⅱ期、Tanner Ⅲ期以及男生睾丸容积≥4 mL 3 个指标。

1.3 质量控制 研究前对所有的体检方法制定标准化流程,对所有参加调查的人员进行统一培训,体检结果按照 Tanner 分期标准进行评价、记录,体检医生对体检结果异常的数据当场核对。调查过程中安排人员对所有体检结果进行终检,有异常或遗漏进行核对补充。调查后对所有数据进行双录入,查看异常值并核对。

1.4 统计学分析 所有数据由 SPSS 26.0 软件进行统计分析,首先对定量变量的正态分布、偏度和异常值进行分析。根据是否符合正态性,连续变量用($\bar{x}\pm s$)或中位数(95%*CI*)表示,分类变量用频数(百分比)表示。采用 χ^2 检验对各年龄段性别构成进行比较。双侧检验水准 $\alpha=0.05$。

2 结果

2.1 女生乳房发育情况 女生乳房发育(即达到 B2 期)的中位年龄是 9.70 岁(95%*CI*=9.61~9.76),乳房发育达到 Tanner II 期的第 3 百分位数(P_3)年龄为 6.9 岁,最早见于 6.2 岁,最晚见于 12.2 岁。最早在 6 岁组出现乳房发育的女生比例为 3.0%,7~12 岁青春期发动占比分别为 12.7%,35.7%,66.6%,91.6%,97.8%和 99.3%。出现乳房发育(即女童青春期发动)的高峰年龄主要集中在 9 和 10 岁组,检出率分别为 50.4%和 47.6%,女生在 11 岁之后的乳房 Tanner 分期大部分在 B2 期或以上。见表 1。

表 1 各年龄组女生乳房和男生睾丸 Tanner 分期分布

Table 1 Distribution of Tanner staging of breast in girls and testicular volume development in boys across different age groups

年龄/岁	女生						男生					
	人数	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	人数	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
6	683	662(96.9)	20(2.9)	1(0.1)	0	0	750	750(100.0)	0	0	0	0
7	902	787(87.3)	103(11.4)	12(1.3)	0	0	1 024	1 003(97.9)	21(2.1)	0	0	0
8	827	532(64.3)	244(29.6)	49(5.9)	1(0.1)	1(0.1)	932	786(84.3)	146(15.7)	0	0	0
9	826	276(33.4)	416(50.4)	123(14.9)	10(1.2)	1(0.1)	902	717(79.5)	185(20.5)	0	0	0
10	693	58(8.4)	330(47.6)	266(38.4)	37(5.3)	2(0.3)	765	568(74.2)	193(25.3)	3(0.4)	1(0.1)	0
11	743	16(2.2)	169(22.7)	367(49.4)	159(21.4)	32(4.3)	879	271(30.8)	576(65.6)	25(2.8)	5(0.6)	2(0.2)
12	139	1(0.7)	24(17.3)	75(53.9)	30(21.6)	9(6.5)	160	13(8.1)	114(71.3)	21(13.1)	11(6.9)	1(0.6)

注:( )内数字为构成比/%。

2.2 男生睾丸发育情况 男生青春期发动,即睾丸容积达 4 mL(G2 期)的中位年龄为 10.49 岁(95%*CI*=10.38~10.60),睾丸发育的 P_3 年龄为 8.1 岁,最早见于 7.2 岁,最晚见于 12.3 岁。最早在 7 岁组出现睾丸发育的男生比例为 2.1%,睾丸发育的高峰年龄主要为 11 岁,检出率为 65.6%;从 10,11 岁时开始进入明显发育阶段,G2 期检出率从 10 岁的 25.3%增至 11 岁的 65.6%,G3 期主要集中在 12 岁以上。见表 1。

2.3 青春期发动时相分析 睾丸容积≥4 mL 的 1 304 名男童中,217 名(16.6%)被判断为疑似发动提前;在乳房发育Ⅱ期和Ⅲ期的 2 199 名女生中,分别有 123 和 165 名(9.4%,18.5%)乳房发育对比同一发育阶段的年龄提前,为疑似发动提前。总体来看,共发现 14.4%(505/3 503)的小学生疑似青春期发动提前。

3 讨论

本研究中,女生的乳房发育中位年龄是 9.70 岁,男生睾丸开始发育的中位年龄为 10.49 岁。全国九大

城市青春发育调查的研究[6]发现女童乳房发育中位年龄 9.2 岁，男童青春期启动的中位年龄为 10.55 岁[16]，与本研究的结果相近。但在 2011 年广州市[17]的在校学生体检中发现，女生乳房发育的中位数年龄为 9.8 岁，男生睾丸发育的中位数年龄为11.6 岁；2013 年一项在全国范围内的多中心研究发现[18]，女童呈现乳房发育 B2 的中位年龄是 9.69 岁，男童睾丸达 G2 期的中位年龄为 11.25 岁；此外还有在重庆 2019 年的调查[19]、2020 年深圳学者的调查结果[20]都晚于本研究的发育年龄。整体来看，扬州市女生乳房发育的中位年龄与其他研究相近，但男生睾丸发育年龄相较其他地区提前。

本研究发现女生乳房发育最早见于 6.2 岁，P_3 年龄为 6.9 岁；男生睾丸发育最早见于 7.2 岁，P_3 年龄为 8.1 岁。广州市[17]研究报道女童乳房发育最早见于 7.0岁，男童睾丸发育最早见于 7.1 岁，女童乳房发育最早年龄晚于本次研究，但男童睾丸最早发育年龄与本研究相近；在上海市女童青春期性发育指标的调查中发现，乳房发育达到 Tanner Ⅱ 期的 P_3 年龄为 5.94 岁[21]，也更早于本研究报道的 P_3 年龄。还有一项在西宁地区的研究报道 6 岁时女童乳腺发育占同龄者的 4.5%[22]。但女童乳房发育并不等同于性早熟，被检出乳房过早发育的女童应进一步前往内分泌门诊进行确切诊断。

本研究还发现有 16.6%的男生睾丸发育存在疑似发动提前，13.1%女生的乳房发育存在疑似发动提前。郑州的一项调查显示，青春发动时相提前的男生占 13.0%，女生占 11.8%，低于本研究筛查出疑似青春发动时相提前的男、女生占比[23]。总体来看，本研究发现有 14.4%的小学生疑似青春发动提前；在重庆的一项研究发现[24]，青春发动提前的检出率为 16.07%，高于本研究的结果。由于各地研究使用的对青春发动时相的划分标准不同，本研究根据男女生的 Tanner 分期进行判断，也有研究使用青春发育事件自我评定量表评价青春期发育水平，因此各地报道的结果相差较大。但本研究划分青春发动时相的指标在女生的分析上仅使用乳房发育 Tanner Ⅱ 和Ⅲ期指标，对Ⅳ和Ⅴ期女生发育分析不全，后续会进一步研究女生青春发动时相的指标。

目前我国儿童的青春发动时相呈现出逐步提前趋势的原因可能有以下几点：(1)营养水平的改善。近年来，我国的经济发展和生活水平提高，膳食结构优化、营养品种增加、食物供应多样化等因素，使儿童在成长过程中获得更多的营养。多项研究发现膳食营养与青春期启动存在关联，肉类、高脂饮食、糖摄入可能促进青春期提前开始，大豆制品和奶类的作用存在争议，膳食纤维可能避免青春期发动的提前[25-27]。微量营养素与青春期发育存在一定关联[28]，反季节蔬菜水果、营养滋补品也可能导致性早熟风险增加[29]。(2)家庭环境因素的影响。目前社会中，生活节奏加快，儿童也长期处于高压、高竞争的环境中，搬家、由父母以外的人抚养、性虐待、家庭月收入高均是女童青春期发育提前的危险因素[30]。(3)生活习惯的改变。现今儿童的生活方式发生了很大改变，比如手机、电脑等电子产品的普及。长时间的电子设备使用、缺乏户外活动、不规律的作息时间等因素，可能会对青春期的发育产生影响。有研究发现，缺乏体育锻炼的女童月经初潮较早，而经常体育锻炼的女童月经初潮推后，这可能与体育锻炼使女童体内的胆固醇含量减少，从而影响性激素的合成，导致下丘脑-垂体-性腺轴的启动减慢有关[31]。(4)化学物质的接触。环境中可能存在的激素类物质、化学物质等，特别是环境雌激素能够在儿童时期进入身体，引致儿童生殖系统功能紊乱，严重时会造成青春期发育异常[32]。(5)健康意识的提升。随着社会健康意识的提高，家长更加重视儿童的生长发育，这也可能导致家长和医生更早注意到孩子处于更早的青春期阶段。

综上所述，本研究通过调查扬州市小学生的青春期启动事件，以期可以早期识别出儿童青春期发动提前，避免性早熟对儿童带来的一系列危害，并且为下一步儿童青春期保健的宣教和措施制定提供理论支持。

利益冲突声明　所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1] 苟萍，宋子豪.青春期发育提前，如何迈好性教育第一步[J].教育家，2023(50)：30-31.
GOU P, SONG Z H. Early puberty development, how to take the first step in sex education[J]. Educator, 2023(50): 30-31.(in Chinese)

[2] 杨菲，马薇.青春发动时相影响因素研究进展[J].中国儿童保健杂志，2024，32(1)：64-67，72.
YANG F, MA W. Research advance in the influencing factors of pubertal timing[J].Chin J Child Health Care, 2024, 32(1): 64-67, 72.(in Chinese)

[3] 王希，吕慧玲，胡佳乐，等.青春发动时相和血压的关联研究进展[J].上海预防医学，2024，36(7)：716-720.
WANG X, LÜ H L, HU J L, et al.Progress in the study of the association between pubertal timing and blood pressure[J].Shanghai J Prev Med, 2024, 36(7): 716-720.(in Chinese)

[4] 王梦月，杨静逸，张琼. 女性月经初潮年龄的影响因素及研究进展[J]. 云南医药，2024，45(5)：83-86.
WANG M Y, YANG J Y, ZHANG Q. The influencing factors and research progress of female menarche age[J]. Med Pharm Yunnan, 2024, 45(5): 83-86.(in Chinese)

[5] 赵继. 我国女孩月经初潮年龄影响因素的循证分析及其近二十

年来的变化趋势[D]. 苏州:苏州大学,2011.
ZHAO J.Evidence-based analysis on influencing factors of the menarche age and its changing tendency for 20 years in China[D]. Suzhou: Soochow University,2011.(in Chinese)

[6] 中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组青春发育调查研究协作组.中国九大城市女孩第二性征发育和初潮年龄调查[J].中华内分泌代谢杂志, 2010,26(8):669-675.
Collaborative Group on Adolescent Development Investigation and Research of Endocrinology, Genetics and Metabolism Group of the Chinese Medical Association Science Branch. Secondary sexual characteristics and menses in urban Chinese girls[J]. Chin J Endocrinol Metab,2010,26(8):669-675.(in Chinese)

[7] 荣荷花,毛红芳,王海鸣,等.月经初潮年龄影响因素的研究进展[J].中国妇幼保健,2018,33(17):4065-4067.
RONG H H, MAO H F, WANG H M, et al. Research progress on factors affecting the age of menarche[J]. Matern Child Health Care China, 2018,33(17):4065-4067.(in Chinese)

[8] 史慧静,李丹,王文,等.上海市男童青春期性发育事件年龄特征的流行病学研究[J].中国儿童保健杂志, 2012,20(11):4.
SHI H J, LI D, WANG W, et al. Timing of sexual development among school-aged boys in Shanghai[J].Chin J Child Health Care, 2012,20(11):4.(in Chinese)

[9] DEARDORFF J, MARCEAU K, JOHNSON M, et al. Girls' pubertal timing and tempo and mental health: a longitudinal examination in an ethnically diverse sample[J].J Adolesc Health,2021,68(6):1197-1203.

[10] KOWALSKI A J, ADDO O Y, KRAMER M R, et al. Longitudinal associations of pubertal timing and tempo with adolescent mental health and risk behavior initiation in urban South Africa[J]. J Adolesc Health,2021,69(1):64-73.

[11] FUHRMAN B J, MOORE S C, BYRNE C, et al. Association of the age at menarche with site-specific cancer risks in pooled data from nine cohorts[J].Cancer Res,2021,81(8):2246-2255.

[12] BLEIL M E, SPIEKER S J, GRECORICH S E, et al. Early life adversity and pubertal timing: implications for cardiometabolic health[J].J Pediatr Psychol,2020,46(1):36-48.

[13] MENDLE J, BELTZ A M, CARTER R, et al. Understanding puberty and its measurement: ideas for research in a new generation[J].J Res Adolesc, 2019,29(1):82-95.

[14] 王西婕.青春发动时相与 BMI 轨迹对儿童青少年血压偏高风险的作用研究[D].北京:北京大学医学部,2021.
WANG X J. Timing of pubertal onset, BMI trajectories, and their influence on high blood pressure in children and adolescents[D]. Beijing: Peking University Health Science Center,2021.(in Chinese)

[15] 孙莹,王莉,刘洁,等. 中国儿童青少年青春期发育的年龄、地区特征[C]//中华预防医学会.中华预防医学会第四届学术年会论文集.北京:中华预防医学会,2013:91.
SUN Y, WANG L, LIU J, et al. Age and regional characteristics of adolescent development in Chinese children and adolescents[C]// Chinese Preventive Medicine Association. Proceedings of the fourth academic annual conference of the Chinese preventive medicine association. Beijing: Chinese Preventive Medicine Association, 2013:91.(in Chinese)

[16] 中华医学会儿科学分会内分泌遗传代谢学组青春发育调查研究协作组.中国九大城市男孩睾丸发育,阴毛发育和首次遗精年龄调查[J].中华儿科杂志,2010,48(6):418-424.
Collaborative Group on Adolescent Development Investigation and Research of Endocrinology, Genetics and Metabolism Group of the Chinese Medical Association Science Branch. Testis volume, pubic hair development and spermarcheal age in urban Chinese boys[J].Chin J Pediatr, 2010,48(6):418-424.(in Chinese)

[17] 梁健平.广州市儿童青春发动时相及发动提前影响因素研究[D].广州:广东药学院,2012.
LIANG J P. Study on status and related influencing factors of pubertal timing among children in Guangzhou[D]. Guangzhou: Guangdong Pharmaceutical University,2012.(in Chinese)

[18] 朱铭强,傅君芬,梁黎,等.中国儿童青少年性发育现状研究[J].浙江大学学报(医学版),2013,42(4):396-402,410.
ZHU M Q, FU J F, LIANG L, et al. Epidemiologic study on current pubertal development in Chinese schoolaged children[J]. J Zhejiang Univ(Med Sci),2013,42(4):396-402,410.(in Chinese)

[19] 罗燕,刘琴,文一,等.重庆城区小学儿童青春发动时相提前影响因素分析[J].卫生研究,2016,45(3):430-435.
LUO Y, LIU Q, WEN Y, et al. Relevant factors of early puberty timing in urban primary schools in Chongqing[J].J Hyg Res, 2016,45(3):430-435.(in Chinese)

[20] 王立,苏喆,王强,等.深圳市 6~16 岁儿童青春期性发育现况调查[J].中国儿童保健杂志,2020,28(4):456-459.
WANG L, SU Z, WANG Q, et al. Survey of pubertal development among 6- to 16-year-old children in Shenzhen[J]. Chin J Child Health Care, 2020,28(4):456-459.(in Chinese)

[21] 李丹,史慧静,王文,等.上海市女童青春期性发育指标年龄特征的流行病学研究[J].中国儿童保健杂志,2013,21(3):234-236,254.
LI D, SHI H J, WANG W, et al. Timing of sexual development among school-aged girls in Shanghai[J].Chin J Child Health Care, 2013,21(3):234-236,254.(in Chinese)

[22] 魏忠林.西宁地区女童乳腺发育调查分析[J].青海医药杂志,2012,42(2):72-73.
WEI Z L. Investigation and analysis of breast development in girls in Xining area[J].Qinghai Med J,2012,42(2):72-73.(in Chinese)

[23] 王鲜,娄晓民,孙经,等.郑州市儿童青春发动时相与体脂含量及分布的关系[J].中国儿童保健杂志,2016,24(1):30-32.
WANG X, LOU X M, SUN J, et al. Association between pubertal timing and body content and fat distribution among children in Zhengzhou[J].Chin J Child Health Care, 2016,24(1):30-32.(in Chinese)

[24] PU Y, TANG Y S, SHI Q L, et al. The association between pubertal timing and quality of life among children and adolescents: a cross-sectional study in Chongqing, China[J]. Environ Health Prev Med, 2022,27:49.

[25] NGUYEN N T K, FAN H Y, TSAI M C, et al. Nutrient intake through childhood and early menarche onset in girls: Systematic review and Meta-analysis[J]. Nutrients,2020,12(9):2544.

[26] GASKINS A J, PEREIRA A, QUINTILIANO D, et al. Dairy intake in relation to breast and pubertal development in Chilean girls[J]. Am J Clin Nutr, 2017,105:1166-1175.

(下转第 1026 页)

LI Q Q, DENG X Y, LIU Y, et al. Systematic evaluation of the detection rate and influencing factors of hyperuricemia among Chinese college students[J]. Chin J Conval Med, 2023, 32(5): 470-474. (in Chinese)

[7] MEARNS B M. Risk factors: hand grip strength predicts cardiovascular risk[J]. Nat Rev Cardiol, 2015, 12(7): 379.

[8] ZHUANG C L, ZHANG F M, LI W, et al. Associations of low handgrip strength with cancer mortality: a multicentre observational study[J]. J Cachex Sarcopen Muscle, 2020, 11(6): 1476-1486.

[9] WU Y, ZHANG D, PANG Z, et al. Association of serum uric acid level with muscle strength and cognitive function among Chinese aged 50-74 years[J]. Geriatr Gerontol Int, 2013, 13(3): 672-677.

[10] MOLINO-LOVA R, SOFI F, PASQUINI G, et al. Higher uric acid serum levels are associated with better muscle function in the oldest old: results from the Mugello study[J]. Eur J Intern Med, 2017, 41: 39-43.

[11] LEE J, HONG Y S, PARK S H, et al. High serum uric acid level is associated with greater handgrip strength in the aged population[J]. Arthritis Res Ther, 2019, 21(1): 73.

[12] HUANG C, NIU K, KOBAYASHI Y, et al. An inverted J-shaped association of serum uric acid with muscle strength among Japanese adult men: a cross-sectional study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2013, 14: 258.

[13] KEEVIL V L, KHAW K T. Overadjustment in regression analyses: considerations when evaluating relationships between body mass index, muscle strength, and body size[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2014, 69(5): 616-617.

[14] LAWMAN H G, TROIANO R P, PERNA F M, et al. Associations of relative handgrip strength and cardiovascular disease biomarkers in US adults, 2011-2012[J]. Am J Prev Med, 2016, 50(6): 677-683.

[15] LI D, GUO G, XIA L, et al. Relative handgrip strength is inversely associated with metabolic profile and metabolic disease in the general population in China[J]. Front Physiol, 2018(9): 59.

[16] JANG S K, KIM J H, LEE Y. Effect of relative handgrip strength on cardiovascular disease among Korean adults aged 45 years and older: results from the Korean longitudinal study of aging (2006-2016)[J]. Arch Gerontol Geriatr, 2020, 86: 103937.

[17] 侯贵书, 李华, 张彤, 等. 北京某高校 2016—2020 年研究生新生血压和血尿酸变化[J]. 中国学校卫生, 2021, 42(10): 1552-1554, 1559.
HOU G S, LI H, ZHANG T, et al. Analysis of trends of blood pressure and serum uric acid in college graduates during 2016-2020[J]. Chin J Sch Health, 2021, 42(10): 1552-1554, 1559. (in Chinese)

[18] 郭丽, 张秀花, 朱旻. 大学生高尿酸血症相关因素分析[J]. 中国学校卫生, 2022, 43(7): 1083-1085.
GUO L, ZHANG X H, ZHU M. Analysis of factors associated with hyperuricemia in college students[J]. Chin J Sch Health, 2022, 43(7): 1083-1085. (in Chinese)

[19] LEE W J, PENG L N, CHIOU S T, et al. Relative handgrip strength is a simple indicator of cardiometabolic risk among middle-aged and older people: a nationwide population-based study in Taiwan[J]. PLoS One, 2016, 11(8): e0160876.

[20] LUNDELL L S, MASSART J, ALTINTAŞ A, et al. Regulation of glucose uptake and inflammation markers by FOXO1 and FOXO3 in skeletal muscle[J]. Mol Metab, 2019, 20: 79-88.

[21] WANG M, TAN Y, SHI Y, et al. Diabetes and sarcopenic obesity: pathogenesis, diagnosis, and treatments[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2020(11): 568.

[22] 傅婧, 黄育敏, 刘俊松. 高强度间歇训练对高尿酸血症海勤人员血尿酸及肌肉含量的影响[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2017, 24(5): 407-408.
FU J, HUANG Y M, LIU J S. Effects of high-intensity interval training on blood uric acid and muscle mass in seafarers with hyperuricemia[J]. Chin J Naut Med Hyperbar Med, 2017, 24(5): 407-408. (in Chinese)

[23] DI Y, WANG J, CHEN Y, et al. Elevated interleukin 1β and interleukin 6 levels in the serum of children with hyperuricemia[J]. J Clin Rheumatol, 2018, 24(2): 65-69.

[24] HAERI N S, PERERA S, NADKARNI N K, et al. Association of inflammatory markers with muscle and cognitive function in early and late-aging older adults[J]. J Nutr Health Aging, 2024, 28(5): 100207.

收稿日期: 2025-03-04 **修回日期**: 2025-04-10 **本文编辑**: 汤建军

(上接第 1022 页)

[27] MANFREDI-LOZANO M, ROA J, TENASEMPERE M. Connecting metabolism and gonadal function: novel central neuropeptide pathways involved in the metabolic control of puberty and fertility[J]. Front Neuroendocrinol, 2018, 48: 37-49.

[28] 秦煜洁, 肖延风. 膳食营养对青春期启动时间的影响[J]. 中国儿童保健杂志, 2022, 30(1): 49-52, 61.
QIN Y J, XIAO Y F. Dietary nutrition and the onset time of puberty[J]. Chin J Child Health Care, 2022, 30(1): 49-52, 61. (in Chinese)

[29] 杨挺, 王明欢. 儿童性早熟与影响因素的调查分析[J]. 中国妇幼保健, 2016, 31(7): 1510-1512.
YANG T, WANG M H. Investigation and analysis of early puberty in children and its influencing factors[J]. Matern Child Health Care China, 2016, 31(7): 1510-1512. (in Chinese)

[30] 汪姗姗. 青春期发育提前社会心理环境暴露组病因及代谢组学机制研究[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2024.
WANG S S. Metabolomics revealing the effects of psychosocial exposome on early puberty in children[D]. Hefei: Anhui Medical University, 2024. (in Chinese)

[31] 祖逸峥, 马薇. 女童青春期发育影响因素研究进展[J]. 生殖医学杂志, 2017, 26(4): 387-389.
ZU Y Z, MA W. Research progress of influencing factors of female puberty[J]. J Reprod Med, 2017, 26(4): 387-389. (in Chinese)

[32] 韩晓洁, 郁琦. 女性青春期启动及相关影响因素[J]. 实用妇产科杂志, 2022, 38(10): 721-724.
HAN X J, YU Q. The initiation of female puberty and related influencing factors[J]. J Pract Obstet Gynecol, 2022, 38(10): 721-724. (in Chinese)

收稿日期: 2024-12-25 **修回日期**: 2025-05-06 **本文编辑**: 孙曼莉