

男童青春期体格生长与性发育的关系

方波, 刘琴, 杨博, 黄欣, 李月月, 盛露露

重庆医科大学公共卫生与管理学院/医学与社会发展研究中心/健康领域社会风险预测治理协同创新中心, 重庆 400016

【摘要】 目的 分析男童青春期生长特点, 探索男童青春期生长与性发育的关系, 为准确反映男童青春期发育情况提供参考。方法 对重庆市九龙坡区一至四年级男童的青春发育进行追踪随访, 每 6 个月随访 1 次, 共随访 5 年。选取其中男童的身高、体重、体质量指数(BMI)、首次遗精年龄及睾丸发育的数据进行分析。以青春期生长速度高峰期(PHV)为基点, 分析 PHV 平均水平及峰值年龄(PHA)。采用方差分析比较不同年龄组男童首次遗精前后的身高生长速度; 采用 Kendall 等级相关分析不同睾丸发育分期与 BMI 的关系。结果 青春期身高队列男童 PHA 平均(11.72±1.03)岁, 首次遗精前后生长速度队列首次遗精年龄平均(12.45±0.98)岁。首次遗精年龄前后 1 年的身高增值差异有统计学意义($P < 0.05$); 男童首次遗精年龄越小, 其后 1 年身高增长值越大。男童 11~14 岁各组的身高、体重、BMI 与睾丸容积呈正相关(P 值均 <0.05)。结论 男童首次遗精前 1 年身高增长值达高峰, 遗精后增长值开始下降, 且男童首次遗精年龄与其后 1 年的身高增值呈负相关, 男童睾丸发育与身高、体重及 BMI 呈正相关。

【关键词】 青春期; 生长和发育; 性发育; 方差分析; 儿童; 男(雄)性

【中图分类号】 R 179 Q 418 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2020)06-0821-04

Relationship between puberty growth and sexual development of boys/FANG Bo, LIU Qin, YANG Bo, HUANG Xin, LI Yuyue, SHENG Lulu. School of Public Health and Management, Chongqing Medical University, Research Center for Medicine and Social Development, Innovation Center for Social Risk Governance in Health, Chongqing (400016), China

【Abstract】 Objective To analyze the characteristics of puberty growth of boys and to explore the relationship between puberty growth and sexual development of boys. **Methods** Pubertal development of boys from grade 1 to grade 4 in Jiulongpo district of Chongqing was followed up once every six months. The data of height, weight, BMI, the age of first ejaculation and testicular development of boys from baseline to follow-up every 6 months for 5 years were analyzed. Based on peak height velocity (PHV), the average level of PHV and age at peak height velocity (PHA) were analyzed. ANOVA was used to compare the height growth rate of boys in different age groups before and after the first ejaculation. Kendall rank correlation was used to analyze the relationship between different stages of testicular development and BMI. **Results** The mean age of PHA was (11.72±1.03) years in adolescent height speed cohort, and the mean age of first ejaculation was (12.45±0.98) years before and after the first ejaculation cohort. There was significant difference in the increment of height before and after one year of the age of first ejaculation ($P < 0.05$), the younger the age of the first ejaculation, the greater increase of height in the following year. The height, weight, BMI of boys aged 11 to 14 years were positively correlated with testicular volume ($P < 0.05$). **Conclusion** The height growth of boys reached its peak one year before the first ejaculation, and began to decrease after first ejaculation, and the age of the first ejaculation of boys was negatively correlated with the increment of height in the following year, while the testicular development of boys was positively correlated with height, weight and BMI.

【Key words】 Puberty; Growth and development; Sexual development; Analysis of variance; Child; Male

青春期是儿童期到成年期的过渡期, 是整个生长发育时期极其重要且非常特殊的阶段, 性发育是青春

期发育最重要的特征之一。国外有研究表明, 男童的性发育与体质量指数(BMI)相关, 高 BMI 的男童睾丸发育会更早^[1-2]。国内有研究表明, 男童青春期发育与 BMI 密切相关^[3]。由于纵向调查费时费力、随访难度大, 目前国内研究结果多基于横断面调查数据^[4-5], 无法准确反映男童青春期的纵向生长和性发育情况。本文通过对重庆市九龙坡区一至四年级男童进行为期 5 年的追踪随访, 以前瞻性纵向随访数据探索男童青春期身高突增特点以及青春期生长与性发育的关系。

【基金项目】 国家自然科学基金青年科学基金项目(81502825); 2018 年留创计划创新类项目(cx2018105); 重庆市科学技术委员会基础与前沿研究计划项目资助(cstc2013jcyjA 10001)。

【作者简介】 方波(1996-), 男, 重庆奉节人, 在读硕士, 主要研究方向为儿童青少年健康。

【通讯作者】 刘琴, E-mail: liuqin81622@163.com。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2020.06.006

1 对象与方法

1.1 对象 采用目的性抽样方法,根据学校不同地理位置和教学质量选取重庆九龙坡区的4所小学为研究点,于2014—2019年对一至四年级知情同意的男童的青春发育进行追踪随访,每6个月随访1次。本研究经过重庆医科大学伦理委员会批准,所有儿童及其家长签署知情同意后开展调查。

队列基线共有男童695名,5~11岁各年龄组人数分别为2,53,205,169,160,102和4名。截止最后一次随访时队列共失访183名男童,以基线年龄组为准,5~11岁各年龄组失访人数为0,1,36,61,43,40,2名。失访的主要原因中男童小升初去了该区以外的学校无法继续追踪调查占61.8%、学生中途退出占22.5%、学生转学占11.8%、学生因病长期请假占3.9%。

截至最后一次随访时男童共有512名,其中已经遗精的男童有228名。由于队列男童的失访以及部分男童体检和青春发育指标的缺失,青春期身高速度队列纳入432名男童;首次遗精前后生长速度队列纳入180名男童;睾丸发育与BMI队列纳入513名男童。青春期身高速度队列人群峰值年龄(PHA)分布为8.07~14.51岁,平均(11.72±1.03)岁;首次遗精前后生长速度队列首次遗精年龄分布为8.31~14.32岁,平均(12.45±0.98)岁。

1.2 方法

1.2.1 PHV定义 身高速度高峰(PHV)^[6]是相邻2个年龄组的身高增值差中的最大峰值,此最大峰值所对应的年龄即为PHA。以PHV为基点,PHV-1为峰值前一次身高增值,PHV+1为峰值后一次身高增值,以此类推。

1.2.2 首次遗精年龄调查、体格检查和睾丸发育分期检查 调查员引导调查对象回忆首次遗精是否发生以及发生的具体年月。体格检查和睾丸发育分期检查由熟悉学生体质调研工作的医学研究生经过培训后按统一方法进行。身高的测量使用标准化身高计,精确至0.1cm;体重的测量使用标准化体重计,精确至0.1kg,BMI根据测得的身高、体重进行计算, $BMI = \text{体重}(\text{kg}) / \text{身高}^2(\text{m}^2)$ ^[7];采用prader睾丸体积测量计测量男童睾丸体积。为防止测量标准差异,每次男童的检查均指定同一人进行测量,如果需要换人测量则先进行两人测量结果的一致性检验,达到一致后方可更换。

1.2.3 首次遗精年龄与遗精前后生长速度的变化

以首次遗精年龄的身高、体重和BMI为基点,与之相邻年龄组的身高、体重和BMI增值差异有统计学意义作为首次遗精年龄前后生长速度的描述;首次遗精年龄-1为首次遗精年龄前一次身高、体重和BMI增值,

首次遗精年龄+1为首次遗精年龄后一次身高、体重和BMI增值,以此类推。

1.2.4 追踪随访的质量控制 由于纳入的4所小学均不是中小一贯制学校,男童小升初后造成较多失访。课题组通过4所小学了解男童的升学情况确定了6所主要升入的中学,并联系该6所中学校对名单,而后拟出未追踪到的学生名单,并电话联系其家长询问升学情况,最终确定8所中学为本研究协作中学,对于失访男童则注明失访理由。同时,在每次调查过程中,调查员与对象儿童建立良好信任关系,并将每次体检结果及时反馈给儿童及家长,从而提高随访的依从性。

1.3 统计学分析 采用EpiData 3.1软件对调查数据进行双录入,并进行一致性核查。运用SPSS 20.0软件和Excel进行数据处理和分析。采用描述性统计描述一般情况、青春期身高突增特点、男童首次遗精前后身高、体重和BMI生长速度的变化;采用方差分析比较不同年龄组男童首次遗精前后的身高生长速度;采用Kendall等级相关分析不同睾丸发育分期与BMI的关系。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 男童青春期身高突增特点 男童PHV平均为每0.5年(5.23±1.33)cm;生长高峰之前1.5年的身年增长值随年龄增长呈稳步增长趋势。生长高峰之后1.5年的身年增长值随年龄增长速度逐步减慢。见表1。

表1 以PHV为基点的男童身高增长值/cm

身高速度高峰	人数	最小值	最大值	$\bar{x} \pm s$
PHV-3	380	0.1	5.5	2.77±0.83
PHV-2	410	0.5	6.1	3.02±0.99
PHV-1	419	0.0	6.9	3.36±1.25
PHV	432	1.1	10.9	5.23±1.33
PHV+1	282	0.0	13.3	3.29±1.83
PHV+2	201	0.1	13.7	3.31±1.82
PHV+3	157	0.1	14.2	2.75±2.13

2.2 男童首次遗精前后身高、体重、BMI生长速度的变化 图1显示男童首次遗精前1年身高增长达高峰,遗精后其增长值开始下降。首次遗精年龄前后1年的身高增值差异有统计学意义($P<0.05$);而男童的体重和BMI在遗精前后的1年内均在增长。表2显示,遗精男童首次遗精年龄越小,其首次遗精年龄后1年的身高增长值越大。

2.3 男童睾丸发育与BMI的关系 表3显示,男童11~14岁组的身高、体重、BMI均与睾丸容积呈正相关(P 值均 <0.05)。

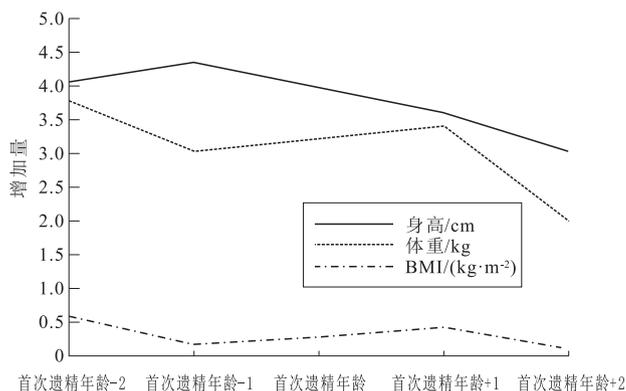


图 1 男童首次遗精前后生长曲线

表 2 不同首次遗精年龄男童身高增长速度比较 ($\bar{x} \pm s$, cm)

首次遗精年龄/岁	人数	首次遗精年龄-2	首次遗精年龄-1	首次遗精年龄+1	首次遗精年龄+2
<12	54	3.99±1.55	4.34±1.59	4.18±1.59	3.34±1.40
12	73	4.04±1.47	4.34±1.54	3.41±1.66	3.18±1.63
≥13	53	4.16±1.41	4.34±1.75	3.21±1.65	2.38±1.73
P 值		>0.05	>0.05	<0.05	<0.05

表 3 男童身高、体重、BMI 与睾丸容积的相关性系数 (r 值)

年龄/岁	人数	身高	体重	BMI
11	151	0.325 **	0.226 **	0.134 *
12	122	0.464 **	0.299 **	0.187 *
13	101	0.498 **	0.414 **	0.237 **
14	110	0.305 **	0.359 **	0.287 **

注: * $P < 0.01$, ** $P < 0.05$; 10 岁组只有 4 名男童, 15 岁组只有 25 名男童, 没有纳入分析。

3 讨论

本研究男童的 PHV 为每 0.5 年 (5.23 ± 1.33) cm, 与蔡赐河^[8]研究结果每年 (10.03 ± 1.67) cm 类似。以 PHA 为基点的身高增长速度在不同年龄间的差异更小, 这是由于不同个体身高突增年龄存在很大差异, 身高年龄别生长速度的计算存在“相差效应”, 即因 PHA 的不同而造成生长速度曲线被削平、加宽, 因而无法确切反映青春期身高生长速度的规律, 国内有研究认为^[9], 以相同 PHA 组儿童测得的数据为基础, 分别做出早熟、晚熟和中间的 3 条青春期生长速度均值曲线或百分位数图, 并将 PHA 重叠于同一纵轴上, 算出 PHV 的均数和百分位数, 以此修正和补充既往的评价方法, 可能更为合理。

本研究中, 男童首次遗精前 1 年身高增长达高峰, 遗精后增长值开始下降; 而男童的体重和 BMI 在遗精前后的 1 年内均在增长。有研究表明男童的身高会在性发育到来之前出现突增高峰, 且身高会比体重优先增长^[10]。遗精男童首次遗精年龄越小, 其首次遗精年龄后 1 年的身高增长值越大, 研究表明早发育男童的身高、体重、体脂率、BMI 等发育指标的变化会高于晚发育的儿童, 但目前机制尚不清楚^[11]。

本次研究发现男童 11~14 岁各组的身高、体重、BMI 都与睾丸容积呈正相关, 提示男童青春早期睾丸容积与男童肥胖指标密切相关。可能是早期发育需要能量, 能量储存在脂肪中导致 BMI 较高^[12], 而脂肪累积到临界值^[13]就会启动青春期发育, 提示适当控制超重或肥胖儿童的体重对于延缓男童青春期发育可能会起到一定作用。

随着饮食结构及生活方式的改变, 全球超重及肥胖呈上升趋势, 青春期肥胖男童数量增加非常明显, 若不及时干预可造成成年后小睾丸、小阴茎及成年后精子质量下降, 这已成为全球的公共健康问题^[14]。父母应根据学生的身体发育状况, 保证学生拥有充足的睡眠, 提供合理的饮食结构保证合适的营养供给。学校应合理设置教学课程与作息时间, 保证学生的体育锻炼时间, 促进学生形态、功能和素质指标的发育, 保证其健康成长。

本研究的随访调查每 0.5 年开展 1 次, 国外有研究^[15-16]也是如此。0.5 年随访 1 次是因为睾丸容积的测量如果间隔时间过长, 则可能错过睾丸容积发育的测量时间, 同时每 0.5 年的随访可以更准确反映男童身高、体重的变化情况。本研究也存在不足和局限性: 由于男童升学带来了较多失访, 一方面使得纳入分析的样本数较少, 另一方面导致遗精后的队列随访时间较短, 因此本研究只计算了遗精前后 1 年的身高、体重和 BMI, 不能评价遗精前后更长时间段的青春期生长情况; 也可能使计算的首次遗精平均年龄偏小^[17]。今后的纵向研究需要克服升学等原因带来的失访问题, 随访整个青春发育期以弥补本研究的缺陷。

4 参考文献

- [1] DENZER C, WEIBEL A, MUCHE R, et al. Pubertal development in obese children and adolescents[J]. Int J Obes, 2007, 31(10): 1509-1519.
- [2] BUSCH A S, HØJGAARD B, HAGEN C P, et al. Obesity is associated with earlier pubertal onset in boys[J]. J Clin Endocr Metab, 2020, 105(4): dgz222.
- [3] 张耀东, 谭利娜, 罗淑颖, 等. 郑州地区男童阴茎和睾丸发育现状及超重/肥胖对其的影响[J]. 中国当代儿科杂志, 2015, 17(1): 72-76.
- [4] 巩宗林, 徐勇. 苏州市中小学男生青春期发育与超重肥胖相关性分析[J]. 中国学校卫生, 2013, 34(4): 446-447.
- [5] 宗心南, 李辉, 程红, 等. 男性青春期体格发育和性征发育的关系研究[J]. 中国儿童保健杂志, 2014, 22(5): 455-458.
- [6] 张慧. 女童青春期生长突增及其与性发育的关系研究[J]. 中国循证儿科杂志, 2014, 9(2): 107-111.

(下转第 829 页)

- Res, 2017,81(3):448-454.
- [18] BIRO F M, GREENSPAN L C, GALVEZ M P, et al. Onset of breast development in a longitudinal cohort[J]. *Pediatrics*, 2013,132(6):1019-1027.
- [19] BUYKEN A E, KARAOLIS-DANCKERT N, REMER T. Association of prepubertal body composition in healthy girls and boys with the timing of early and late pubertal markers[J]. *Am J Clin Nutr*, 2009,89(1):221-230.
- [20] HEGER S, KRNER A, MEIGEN C, et al. Impact of weight status on the onset and parameters of puberty: analysis of three representative cohorts from central Europe[J]. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 2008,21(9):865-877.
- [21] RUBIN C, MAISONET M, KIESZAK S, et al. Timing of maturation and predictors of menarche in girls enrolled in a contemporary British cohort[J]. *Paediatr Perinat Epidemiol*, 2009,23(5):492-504.
- [22] JUUL A, TEILMANN G, SCHEIKE T, et al. Pubertal development in Danish children; comparison of recent European and US data[J]. *Int J Androl*, 2006,29(1):247-255,286-290.
- [23] KINDBLOM JM, LORENTZON M, NORJAVAARA E, et al. Pubertal timing is an independent predictor of central adiposity in young adult males: the Gothenburg osteoporosis and obesity determinants study[J]. *Diabetes*, 2006,55(11):3047-3052.
- [24] SØRENSEN K, AKSGLAEDE L, PETERSEN J H, et al. Recent changes in pubertal timing in healthy Danish boys: associations with body mass index[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2010,95(1):263-70.
- [25] TINGGAARD J, MIERITZ M G, SØRENSEN K, et al. The physiology and timing of male puberty[J]. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*, 2012,19(3):197-203.
- [26] CROCKER M K, STERN E A, SEDAKA N M, et al. Sexual dimorphisms in the associations of BMI and body fat with indices of pubertal development in girls and boys[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2014,99(8):E1519-E1529.
- [27] LEE J M, WASSERMAN R, KACIROTI N, et al. Timing of puberty in overweight versus obese boys [J]. *Pediatrics*, 2016,137(2):e20150164.
- [28] LEE J M, KACIROTI N, APPUGLIESE D, et al. Body mass index and timing of pubertal initiation in boys[J]. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 2010,164(2):139-144.
- [29] WANG Y. Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys versus girls[J]. *Pediatrics*, 2002,110(5):903-910.
- [30] BIRO F M, KHOURY P, MORRISON J A. Influence of obesity on timing of puberty[J]. *Int J Androl*, 2006,29(1):272-277.
- [31] WOHLFAHRT-VEJE C, TINGGAARD J, WINTHER K, et al. Body fat throughout childhood in 2647 healthy Danish children; agreement of BMI, waist circumference, skinfolds with dual X-ray absorptiometry[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2014,68(6):664-670.
- [32] DAY F R, PERRY J R, ONG K K. Genetic regulation of puberty timing in humans[J]. *Neuroendocrinology*, 2015,102(4):247-255.
- [33] ARGENTE J, BARRIOS V, CHOWEN J A, et al. Leptin plasma levels in healthy Spanish children and adolescents, children with obesity, and adolescents with anorexia nervosa and bulimia nervosa[J]. *J Pediatr*, 1997,131(6):833-838.
- [34] MARCOVECCHIO M L, CHIARELLI F. Obesity and growth during childhood and puberty[J]. *World Rev Nutr Diet*, 2013,106:135-141.DOI:10.1159/000342545.
- [35] ADDO O Y, MILLER B S, LEE P A, et al. Age at hormonal onset of puberty based on luteinizing hormone, inhibin B, and body composition in preadolescent U.S. girls[J]. *Pediatr Res*, 2014,76(6):564-570.
- [36] HAMMOUD A O, GIBSON M, PETERSON C M, et al. Obesity and male reproductive potential[J]. *J Androl*, 2006,27(5):619-626.
- [37] LEE H S, PARK H K, KO J H, et al. Impact of body mass index on luteinizing hormone secretion in gonadotropin-releasing hormone stimulation tests of boys experiencing precocious puberty[J]. *Neuroendocrinology*, 2013,97(3):225-231.
- [38] ZAWATSKI W, LEE M M. Male pubertal development: are endocrine-disrupting compounds shifting the norms? [J]. *J Endocrinol*, 2013,218(2):R1-R12.
- [39] CASERTA D, DISEGNI N, MALLOZZI M, et al. Bisphenol A and the female reproductive tract: an overview of recent laboratory evidence and epidemiological studies [J]. *Reprod Biol Endocrinol*, 2014,12:37.DOI:10.1186/1477-7827-12-37.

收稿日期:2020-03-28;修回日期:2020-04-11

(上接第 823 页)

- [7] ZHOU B F. Predictive values of body mass index and waist circumference for risk factors of certain related diseases in chinese adults—study on optimal cut-off points of body mass index and waist circumference in Chinese adults[J]. *Biom Environ Sci*, 2002,15(1):83-96.
- [8] 蔡赐河. 广东省中山市 5~19 岁学生青春期身高增长规律的研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2012,33(7):717-721.
- [9] 李静娟. 儿童青春期身高生长速度规律的研究[J]. *中国学校卫生*, 1994,15(2):85-87.
- [10] 潘思杏. 1985—2014 年广西瑶族学生身高体重动态变化及体格与性发育相关性的研究[D]. 南宁:广西医科大学, 2018.
- [11] 梁悦. 不同发育类型儿童身体发育特征的五年追踪研究[D]. 北京:北京体育大学, 2019.
- [12] 杜敏联. 肥胖与性发育[J]. *中国实用儿科杂志*, 2004,19(3):139-140.
- [13] NUTTALL F Q. Body mass index; obesity, BMI, and health: a critical review[J]. *Nutr Today*, 2015,50(3):117-128.
- [14] 王念蓉, 黄健, 李开平, 等. 重庆城区婴幼儿超重与肥胖状况及影响因素的研究[J]. *中国当代儿科杂志*, 2013,15(3):207-211.
- [15] MATHIAS C W, CHARLES N E, LIANG Y, et al. Pubertal maturation compression and behavioral impulsivity among boys at increased risk for substance use[J]. *Addict Disord Their Treat*, 2016,15(2):61-73.
- [16] NG-KNIGHT T, SHELTON K H, RIGLIN L, et al. A longitudinal study of self-control at the transition to secondary school: considering the role of pubertal status and parenting[J]. *J Adolesc*, 2016,50:44-55.DOI:10.1016/j.adolescence.2016.04.006.
- [17] 孙莹. 中国儿童青春发动时相评定标准的建立及应用研究[D]. 合肥:安徽医科大学, 2013.

收稿日期:2020-03-12;修回日期:2020-04-15