

广东省中山市5~19岁学生青春期身高增长规律的研究

蔡赐河 马军 黄志达 董彬 黄思哲 王丽梅 郭晓英 李锋华 陈超军

【摘要】 目的 分析广东省中山市在校学生青春期身高增速高峰(PHV)及其身高增速高峰年龄(PHA)特征及变化趋势。方法 使用广东省中山市2005—2010年全市学生体检资料,计算年龄别生长速度、PHV、PHA及以PHA为基点的生长速度。结果 男生PHV为(10.03±1.67)cm/yr,女生为(8.39±1.05)cm/yr,与国内外以往研究相近;男生PHA为(12.28±1.30)岁,女生为(10.78±1.04)岁,低于国内外以往的研究。身高水平与PHA的Pearson相关系数男生为-0.357($P<0.001$),女生为-0.338($P<0.001$)。结论 青春期身高水平与PHA前的身高增速相关性较大。广东省中山市在校学生的PHA低于北京、沈阳、南京地区,也低于美国和英国,而PHV与中国其他地区及英美国家相近。

【关键词】 身高增速高峰;身高增速高峰年龄;学龄儿童

Study on growth of height among students during their adolescence in Zhongshan, Guangdong
CAI Ci-he¹, MA Jun¹, HUANG Zhi-da², DONG Bin¹, HUANG Si-zhe², WANG Li-mei², GUO Xiao-ying², LI Feng-hua², CHEN Chao-jun². 1 Institute of Child and Adolescent Health, Peking University School of Public Health, Beijing 100191, China; 2 Institute of Primary and Secondary School Health of Zhongshan, Guangdong

Corresponding author: MA Jun, Email: majunt@bjmu.edu.cn

【Abstract】 **Objective** To discuss characteristics of height growth such as Peak Height Velocity (PHV) and Age at Peak Height Velocity (PHA) during adolescence, and to compare the results with other research findings. **Methods** Primary and middle school students' annual physical examination data of Zhongshan in 2005–2010 was used. The height velocity by age, PHV, PHA, height velocity by PHA were calculated. **Results** The average peak height velocity boys was (10.03 ± 1.67) cm/yr. and that of the girls was (8.39 ± 1.05) cm/yr. Both findings were close to the results from previous similar findings. The average age at which peak height velocity reached 12.28 ± 1.30 years for boys and 10.78 ± 1.04 years for girls, both lower than the previous findings. The correlation coefficients, between height level and PHA were -0.357 ($P<0.001$) for boys and -0.338 ($P<0.001$) for girls. **Conclusion** The height levels were positively related to the height velocity before PHA. The Zhongshan students' PHA was lower than the Beijing, Shanghai and Shenyang students, also lower than American and Britain students', but their PHVs were similar.

【Key words】 Peak height velocity; Age at peak height velocity; Students

身高是青春期发育的重要特征,身高增长速度是评价儿童健康及营养状况的敏感指标。因此儿童身高增长规律的研究一直受国内外专家的重视,部分国家先后制定了儿童生长速度标准,但我国至今尚未制定此标准。以往国内对青春期身高增长规律的研究多基于横断面数据,而以此计算的身高增长速度由于采用身高均值计算,仅反映集中趋势的生

长速度均值,无法获得反映离散趋势的标准差。本研究根据广东省中山市2005—2010年全市学生体检资料,整理出同一名学生连续6年的身高数据,研究青春期身高突增期的规律,并与国内外研究对比,为我国儿童身高增长速度标准的制定提供参考,同时为本类资料的处理方法提供思路。

资料与方法

1. 资料来源:来自2005—2010年中山市全市学生体检资料。总样本量1 136 893人次,其中男生600 365人次,女生536 528人次。经整理后,有连续6年数据的学生11 773人,其中男生6050人(检测次

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.07.016

作者单位:100191 北京大学公共卫生学院/儿童青少年卫生研究所(蔡赐河、马军、董彬);广东省中山市中小学卫生保健所(黄志达、黄思哲、王丽梅、郭晓英、李锋华、陈超军)

通信作者:马军, Email: majunt@bjmu.edu.cn

数为 36 629 人次), 女生 5723 人(检测次数为 34 675 人次), 汉族学生占 99% 以上, 年龄 5 ~ 20 岁, 主要为 8 ~ 14 岁, 用于计算年龄别身高及年龄别生长速度。去除不合格样本, 最后进入计算的数据共有 5027 人, 其中男生 2431 人, 女生 2596 人。

2. 研究方法: 按照“全国学生体质与健康调研实施方案”测量学生身高。利用姓名、性别、出生日期作为惟一指标, 对同一学生不同年份体检数据进行匹配, 剔除数据少于 5 年、超过 7 年的学生, 仅保留有 6 年数据者。根据出生日期及检测日期计算体检时的准确年龄, 历次测量数据按照年龄进行分组。若两次测量间隔恰好跨越一个年龄组, 即中间一个年龄组缺失, 则用前后两次测量的平均值和平均年龄填补。

3. 相关定义:

(1) 身高生长速度及对应年龄: 身高生长速度为两次测量的身高差值除以两次测量的年龄差值, 对应的年龄则为两次测量的平均年龄。计算公式:

$$\text{身高生长速度} = \frac{\text{某次测量身高} - \text{前一次测量身高}}{\text{某次测量时年龄} - \text{前一次测量时年龄}}$$

(2) 年龄别身高及生长速度: 按以上年龄分组计算年龄别身高。年龄别身高生长速度则用生长速度对应的年龄进行重新分组再计算。

(3) 身高增速高峰(PHV)和身高增速高峰年龄(PHA): PHV 为身高生长速度最大值且处于另外两次测量值之间(即非首次或末次测量), PHV 发生的年龄为 PHA。计算以 PHA 为基点的生长速度时, 根据是否存在 PHV 峰值及其是否在合理范围[根据

Tanner 等^[1]研究的最大值(max)及最小值(min), 本研究合理范围定为男生 7.0 ~ 15.5 cm/yr、女生 6.2 ~ 11.0 cm/yr]。

(4) 以 PHA 为基点的生长速度: 将每个个体每次测量的生长速度对应的年龄减去 PHA, 即为以 PHA 为基点的年龄(调整后 PHA 为 0, 图 1B), 据此将每个性别分成 9 个年龄组(-4.5 ~ -3.5 为 PHA-4 组, -3.5 ~ -2.5 为 PHA-3 组, 依次类推), 分别计算 PHV 和 PHA 前后 4 年每年平均生长速度及各百分位数。

(5) 身高水平: 根据 WHO(2007 年)公布的 5 ~ 19 岁人群年龄别身高标准(按月龄分组)将每次身高测量值标准化, 将同一学生历次测量的身高标准化值(z)取均值, 即为该学生的身高水平指标, 其计算公式:

$$\text{身高标准化值}(z) = \frac{H - \mu}{\sigma}$$

式中 H 代表样本身高测量值, μ 、 σ 分别代表 WHO 标准中同龄身高的均值及标准差。

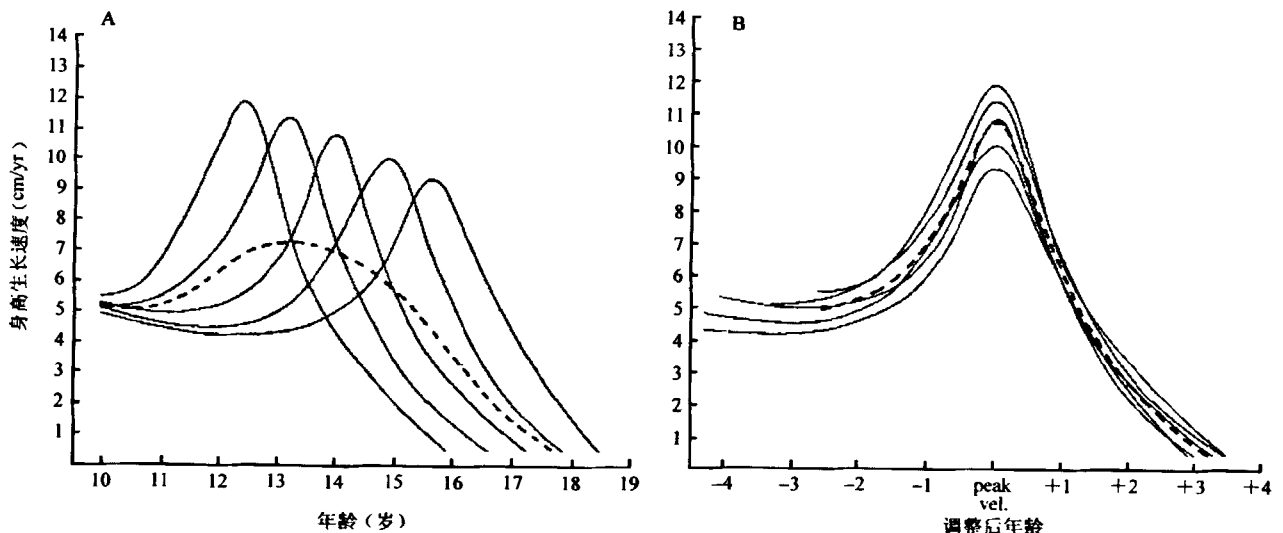
(6) 以 PHA 为基点的年龄别生长速度曲线: 采用 LMS 法^[2], 参数 L、M 和 S 分别代表将资料转换成正态经 Box-Cox 转换的幂、中位数(M)及标准化标准差。百分位数的计算^[3]:

$$\text{百分位数} = M(1 + LSZ)^{1/L}$$

其中 Z 代表与百分位数对应的 z 值。身高标准曲线拟合过程通过 LMS Chart Maker Light 2.3 软件实现。

结 果

1. 年龄别身高及生长速度: 男生生长速度在 9



注: A 实线为个体生长速度曲线, 虚线为群体生长速度均线, 因为个体 PHA 不同, 因此均线峰度被削平; B 以 PHA 为基点调整个体曲线后, 群体均线形状与个体更接近^[1]

图 1 样本个体生长速度曲线与群体生长速度均线的关系

岁前随年龄增长逐渐降低,至 10 岁时开始迅速上升,到 12 岁时生长速度达高峰,为 8.00 cm/yr,之后又迅速下降,至 17 岁始低于 1 cm/yr;女生规律与男生类似,但发育比男生提前约 2 岁,且生长速度高峰低于男生,为 6.97 cm/yr;10 岁前女生生长速度高于男生,至 18 岁男生始终高于女生,男女生 6~18 岁累积增长高度分别为 59.05 cm 和 47.03 cm(表 1)。

2. PHA:男生 PHA 为(12.28±1.30)岁,女生为(10.78±1.04)岁,性别间差异有统计学意义($P<0.001$)。男女生身高水平与 PHA 的 Pearson 相关系数(r)分别为 -0.357 ($P<0.001$)和 -0.338 ($P<0.001$),说明 PHA 越小,身高水平越高(表 2)。

3. 以 PHA 为基点的生长速度:在 PHA 前 4 年,男女生生长速度先由略大于 5 cm/yr 逐渐升高,到 PHA 时达到高峰,之后再逐渐下降。突增前期女生生长速度高于男生,至高峰前一年开始男生生长速度高于女生,直至突增期结束。男生 PHV 为(10.03±1.67)cm/yr,女生为(8.39±1.05)cm/yr(表 3)。无论男女生,各组别身高增长速度与身高水平的 Pearson 相关系数在 PHA-3 组最大,随年龄增大呈逐渐减小的趋势(PHA+3 时最小),至突增高峰后期其差异已无统计学意义。说明突增早期的生长速度是决定身高水平的关键因素。

采用 LMS 法拟合以 PHA 为基点的年龄别生长速度曲线。从图 2 可见,男生在生长突增前生长速度有略微的下降,然后开始迅速上升,此现象在女生则较不明显。Tanner 等^[1]的研究也观察到这种差异。

4. 与国内外数据比较:对比以往在北京、南京、沈阳等地的研究发现,无论男女生,本文得到的 PHA 值均小,且不同研究随年度的前推也不断变小,而文献显示广东与北京等地的儿童青春期发育年龄较相近^[4,5],因此 PHA 的这种变化体现了由于生活环境改变造成的青春期提前现象。这在历年的全国学生体质与健康调研中也有发现,具体表现在月经初潮、首次遗精及身高最大增长年龄(MIA)提前^[6]。从表 4 可见,英国也存在类似现象,但差异较我国小。1966—1980 年的 14 年内英国的 PHA 只提前约 0.4 岁,而我国 20 年来已提前了 1 岁以上。对比中美两国儿童青少年生长曲线也可看出,我国儿童青少年身高突增要早于美国,但持续时间短于美国,因此最终身高要低于美国(图 3)。

讨 论

本研究显示,与身年龄别生长速度相比,以 PHA 为基点的身高生长速度在不同年龄间的差异更小,而标准差则大于后者。这是由于不同个体身

表 1 广东省中山市 5~19 岁学生各年龄组样本量(n)、年龄别身高均值(\bar{x})及标准差($\pm s$)

年龄(岁)	身高(cm)						年龄别生长速度(cm/yr)					
	男生			女生			男生			女生		
	n	\bar{x}	$\pm s$	n	\bar{x}	$\pm s$	n	\bar{x}	$\pm s$	n	\bar{x}	$\pm s$
5	8	114.63	6.26	9	114.67	6.49	-	-	-	-	-	-
6	799	119.26	5.27	801	118.58	4.88	207	5.68	1.02	237	5.88	1.11
7	2291	123.63	5.39	2046	123.01	5.48	1563	5.57	0.97	1405	5.75	1.05
8	3207	128.77	5.65	2858	128.47	6.00	2771	5.32	1.04	2442	5.78	1.32
9	4012	133.82	5.93	3609	134.30	6.59	3640	5.26	1.20	3228	6.38	1.57
10	4720	138.99	6.39	4253	140.94	7.23	4354	5.72	1.69	3923	6.97	1.65
11	5021	145.06	7.42	4619	147.69	7.07	4659	6.92	2.36	4132	6.28	2.00
12	4730	152.19	8.29	4384	152.56	6.25	3799	8.00	2.42	3547	4.36	2.26
13	3784	159.22	8.05	3699	155.29	5.62	3125	6.87	2.66	3149	2.43	1.79
14	2914	164.63	6.95	2940	156.86	5.42	2408	4.64	2.72	2445	1.30	1.11
15	2080	167.76	6.21	2166	157.41	5.42	1663	2.57	1.97	1705	0.82	0.77
16	1372	169.34	5.88	1503	157.57	5.20	1126	1.32	1.30	1207	0.53	0.60
17	1037	170.24	5.85	1117	157.87	5.19	824	0.63	0.85	851	0.32	0.56
18	594	170.34	5.90	615	157.65	5.03	206	0.55	0.86	199	0.23	0.37
19	60	168.97	6.87	56	156.46	4.39	13	0.29	0.40	6	0.80	0.94

表 2 广东省中山市男女生 PHA 及其与身高水平的相关系数(r)

性别	PHA 指标											r 值
	n	\bar{x}	s_z	$\pm s$	max	min	P_5	P_{25}	M	P_{75}	P_{95}	
男	2431	12.28	0.03	1.30	17.03	7.22	10.08	11.65	12.25	13.03	14.21	-0.357
女	2596	10.78	0.02	1.04	17.35	7.67	9.08	10.12	10.80	11.34	12.39	-0.338

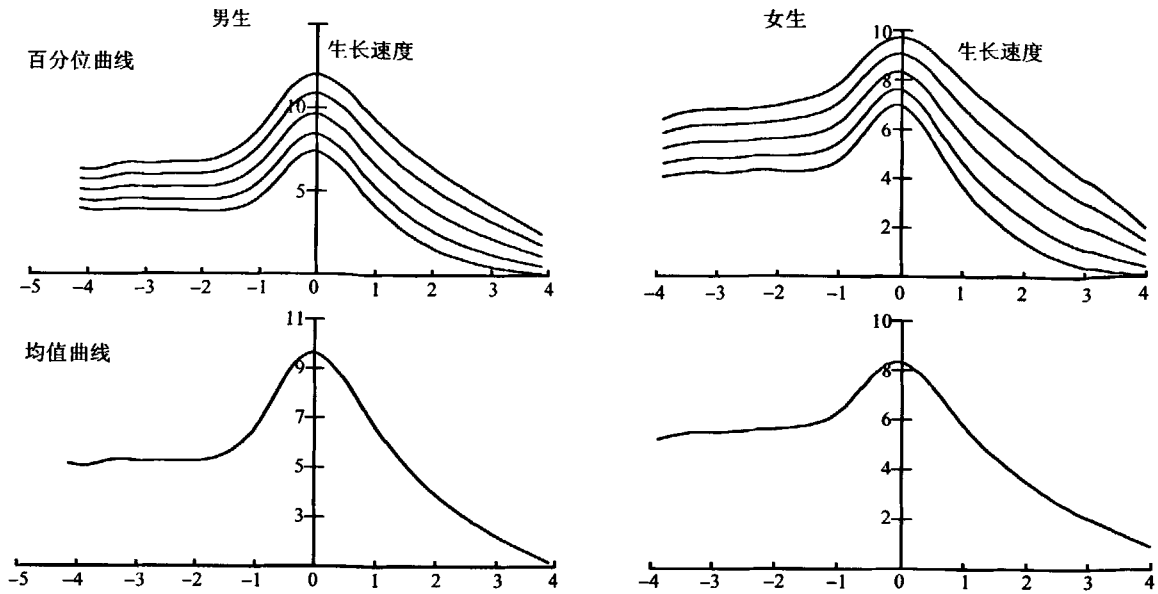


图2 男女生以PHA为基点的年龄别生长速度(cm/yr)百分位曲线(P₁₀、P₂₅、P₅₀、P₇₅、P₉₀)和均值曲线

表3 广东省中山市男女生以PHA为基点的生长速度及其与身高水平的相关系数(r)

组别	男 生										r值	女 生								r值
	n	\bar{x}	s_x	$\pm s$	P ₅	P ₂₅	M	P ₇₅	P ₉₅	n		\bar{x}	s_x	$\pm s$	P ₅	P ₂₅	M	P ₇₅	P ₉₅	
PHA-4	69	5.06	0.14	0.99	3.10	4.50	5.10	5.80	6.50	0.265	16	5.26	0.24	0.95	3.79	4.41	5.27	6.03	6.78	0.303
PHA-3	2225	5.27	0.03	1.13	3.60	4.50	5.20	5.90	7.20	0.182*	1027	5.50*	0.03	1.02	3.89	4.79	5.46	6.22	7.15	0.167*
PHA-2	3641	5.31	0.03	1.17	3.50	4.60	5.20	6.00	7.20	0.133*	1785	5.64*	0.02	1.04	3.96	4.96	5.66	6.28	7.30	0.165*
PHA-1	5070	6.53	0.03	1.70	3.80	5.30	6.40	7.70	9.40	0.085*	2617	6.27*	0.02	1.24	4.20	5.46	6.26	7.15	8.25	0.135*
PHA	5026	10.03	0.03	1.67	7.40	8.80	10.00	11.10	13.00	0.054*	2595	8.39*	0.02	1.05	6.68	7.61	8.35	9.13	10.17	0.139*
PHA+1	5119	6.52	0.04	2.06	2.90	5.10	6.60	8.00	9.70	0.024	2643	5.72*	0.03	1.72	2.65	4.60	5.95	7.02	8.21	0.008
PHA+2	2846	4.19	0.06	1.96	1.20	2.70	4.00	5.60	7.60	0.051	1593	3.65*	0.04	1.79	1.09	2.29	3.37	4.92	6.87	-0.004
PHA+3	1436	2.16	0.07	1.65	0.40	1.00	1.70	2.70	5.70	0.045	845	2.01	0.05	1.55	0.33	0.94	1.66	2.56	5.59	0.001
PHA+4	41	2.06	0.46	1.84	0.00	0.75	1.50	2.45	6.40	-0.070	25	1.26	0.25	1.24	0.00	0.39	1.01	1.56	2.96	0.502*

注: *P<0.001; †P<0.01

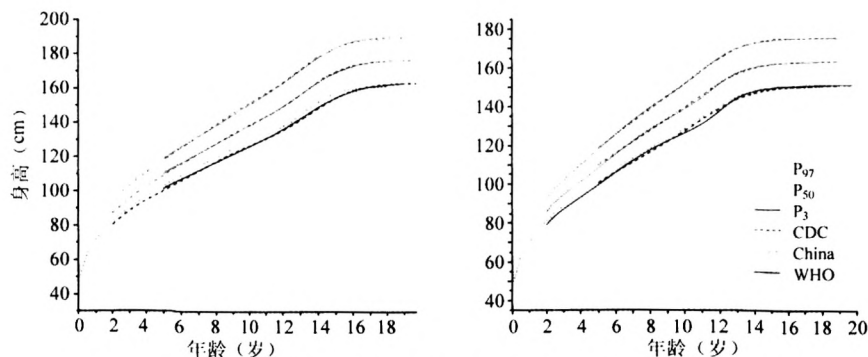
表4 本研究与国内外PHA、PHV相关研究结果对比

文献	发表年份	国家/地区	男 生		文献	发表年份	国家/地区	女 生	
			PHA(岁)	PHV(cm/yr)				PHA(岁)	PHV(cm/yr)
[1]	1966	英国	14.10±0.93	10.30±1.54	[1]	1965	英国	12.10±0.87	9.00±1.03
[7]	1980	英国	13.75±1.07	-	[7]	1980	英国	11.64±0.87	-
[7]	1985	北美	13.50±0.90	9.5	[7]	1985	北美	11.50±0.89	8.30
[7]	1993	美国	13.57±1.11*	9.49±1.44	[7]	1993	美国	11.49±1.17*	8.14±1.25
			13.31±1.13†	9.24±1.40				10.79±1.17*	8.41±1.28
[8]	1994	北京	13.60±1.05	10.00±1.58	[8]	1994	北京	11.86±1.09	8.09±1.05
[9]	1998	南京	13.55±1.02	11.59±2.37	[9]	1998	南京	11.74±1.24	8.28±2.15
[7]	2000	北京	13.07±1.08	10.01±1.59	[7]	2000	北京	11.32±1.32	8.13±1.03
[10]	2004	沈阳	12.59±0.86	10.14±1.04	[11]	2000	沈阳	11.51±1.00	11.42±2.30
本研究		中山	12.28±1.30	10.03±1.67	本研究		中山	10.78±1.04	8.39±1.05

注: *白人儿童, †黑人儿童

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”(phase-difference effect), 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, 因此必须结合以PHA为基点的身高生长速度加以评价。

我国虽然经历了改革开放30年的快速发展期, 但在一些偏远地区经济水平依然落后, 学生营养状况不容乐观。为此2011年启动了学生营养改善计划, 在集中连片特殊困难地区, 中央财政为试点地区(包括680个县市, 约2600万在校生)农村义务教育



注:根据 WHO、美国疾病预防控制中心及中国身高标准曲线绘制^[12]

图 3 中美两国儿童青少年身高标准曲线比较

阶段学生提供营养膳食补助。在学生营养改善计划实施过程中一个重要的问题是以营养改善程度作为指标效果评价,进而实行目标管理。而评价中一个重要的方面就是身高的生长情况,因此需要建立一套适用于我国儿童身高生长速度的标准。

参 考 文 献

[1] Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. Arch Dis Child, 1966, 41 (219): 454-471.

[2] Alfaro EL, Vazquez ME, Bejarano IF, et al. The LMS method and weight and height centiles in Jujuy (Argentina) children. Homo, 2008, 59(3):223-234.

[3] Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, et al. CDC growth charts: United States. Adv Data, 2000, 314: 1-27.

[4] Song Y, Ma J, Hu PJ, et al. Study of geographic distribution and 10 years' change of spermatheca in Chinese boys of Han-group aged 11 to 18. Chin J Prev Med, 2011, 45 (6): 522-526. (in Chinese)
宋逸, 马军, 胡佩瑾, 等. 中国 11~18 岁汉族男生首次遗精年龄的地域分布及 10 年变化分析. 中华预防医学杂志, 2011, 45 (6): 522-526.

[5] Song Y, Ma J, Hu PJ, et al. Geographic distribution and secular trend of menarche in 9-18 year-old Chinese Han girls. J Peking University: Health Sciences, 2011, 43(3):360-364. (in Chinese)
宋逸, 马军, 胡佩瑾, 等. 中国 9~18 岁汉族女生月经初潮年龄的地域分布及趋势分析. 北京大学学报:医学版, 2011, 43(3): 360-364.

[6] Ji CY, Hu PJ, He ZH. Secular growth trends in the Chinese urban youth and its implications on public health. J Peking University: Health Sciences, 2007, 39(2):126-131. (in Chinese)

季成叶, 胡佩瑾, 何志虎. 中国儿童青少年生长长期趋势及其公共卫生意义. 北京大学学报:医学版, 2007, 39(2): 126-131.

[7] Lin WS, Hou QC, Wu NP, et al. Longitudinal study on child height growth. Acta Anthropol Sinica, 2000, 19(2): 97-107. (in Chinese)
林琬生, 侯启春, 吴南屏, 等. 儿童身高生长追踪研究. 人类学学报, 2000, 19(2): 97-107.

[8] Li JJ. Appraisal of growth rate in adolescents. Chin J School Health, 1994, 15(2): 85-87. (in Chinese)
李静娟. 儿童青春期身高生长速度规律的研究. 中国学校卫生, 1994, 15(2): 85-87.

[9] Xu JD, Ao SQ, Wang XY, et al. Longitudinal study on height during adolescence. Chin J School Health, 1998, 19 (3): 201-202. (in Chinese)
徐济达, 敖淑清, 王杏英, 等. 青春期身高的追踪观察. 中国学校卫生, 1998, 19(3): 201-202.

[10] Bai CY, Chen R, Zhang D, et al. A longitudinal investigation of growth spurt's regulation in the boy's puberty. Chin J School Doctor, 2004, 18(4): 299-301. (in Chinese)
白春玉, 陈容, 张迪, 等. 男孩青春期生长发育规律的追踪研究. 中国校医, 2004, 18(4): 299-301.

[11] Cheng Y, Bai CY, Zhang D. A longitudinal investigation of growth spurt's regulation in the girl's puberty. Chin J School Doctor, 2000, 14(1): 15-17. (in Chinese)
程颖, 白春玉, 张迪. 女孩青春期身高生长突增规律的追踪研究. 中国校医, 2000, 14(1): 15-17.

[12] Li H, Ji CY, Zong XN, et al. Height and weight standardized growth charts for Chinese children and adolescents aged 0 to 18 years. Chin J Pediatr, 2009, 47(7): 487-492. (in Chinese)
李辉, 季成叶, 宗心南, 等. 中国 0~18 岁儿童、青少年身高、体重的标准化生长曲线. 中华儿科杂志, 2009, 47(7): 487-492.

(收稿日期: 2012-01-06)

(本文编辑: 张林东)