

# 北京青春期女孩低体重及其对健康影响的研究

郑皖华 杜学勤 刘志厚

**【摘要】** 目的 调查青春期女孩低体重率并探讨适合我国青春期女孩体重指数(BMI)的评价标准。方法 对1214名北京城乡12~13岁女学生1995年营养状况调查的样本资料进行分析,指标包括年龄、身高、体重、BMI、骨龄、月经初潮、第二性征发育、左前臂远端1/3和1/10位点桡尺骨骨矿含量、骨密度、骨宽度。BMI评价采用改良的我国卫生部和国家教委标准及世界卫生组织推荐标准。结果 低体重率(BMI < 18)为32.2%,低体重组比正常体重组生长发育指标明显滞后,尺骨远端1/3位点骨矿含量(BMC)低于平均水平的危险性增加(Odds值1.75,95%可信区间为1.04~2.95)75%。结论 高的低体重率是北京青春期女孩的主要营养健康问题,BMI < 18可作为生长发育滞后和具有低骨密度危险的分界点,月经初潮可作为营养状况的监测指标。对低体重女孩应采取营养等干预措施,以促进其生长发育和骨骼健康。

**【关键词】** 青春期女孩; 低体重; 体重指数; 骨密度

**Low body weight and its health effect on pubertal girls in Beijing** ZHENG Wanhua, DU Xueqin, LIU Zhonghou. Fuxing Hospital Affiliated to Capital University of Medicine Sciences, Beijing 100038, China

**【Abstract】** **Objective** To investigate the prevalence of low body weight or thinness in Beijing pubertal girls and the cut-off body mass index (BMI) for Chinese pubertal girls. **Methods** Data used for the analyses were drawn from a random sample of 1214 adolescent girls aged 12-13 years from rural and urban areas of Beijing, China, in a nutritional survey in 1995. Variables included age, height, weight, BMI, bone age, menarche, breast and pubic hair development, bone mineral content (BMC), bone mineral density (BMD) and bone width (BW) at distal 1/3 and 1/10 radius and ulna. BMI assessment criteria established by Chinese Ministry of Health and State Education Commission and WHO recommendation on BMI-for-age were used. **Results** The low body weight (BMI < 18) rate was 32.2%. Compared with those with normal weight, the girls with low body weight had lower bone age, delayed breast and pubic hair development, lower menarche rate, and lower BMC, BMD and BW at distal 1/3 radius and ulna ( $P < 0.05$ ). Logistic regression analysis showed that BW, bone age, breast development and BMI were determinants/predictors of BMC of the forearm. When BMI < 18, the risk of BMC at 1/3 ulna less than the median was 1.75 times of that when BMI = 18-21. **Conclusion** High prevalence of low body weight was a major nutritional health problem among Beijing pubertal girls. BMI < 18 is recommended as the cut-off value for delayed growth and development as well as at risk of low BMD. Menarche is a useful indicator of nutritional status. Nutritional interventions need to be introduced to girls with low body weight to improve their growth and bone health.

**【Key words】** Pubertal girls; Low body weight; Body mass index; Bone mineral density

青少年期(10~19岁)是继婴幼儿之后人体生长发育的第二个高峰期,它以加速的肌肉骨骼生长、内分泌和情感变化为特点,成人身高的15%、体重的50%和骨骼矿物含量的45%在这段时期发育完成<sup>[1]</sup>。女孩自11岁左右乳晕开始发育进入青春期,2年半后月经初潮标志着身体发育最快阶段的基本

结束,4年半后第二性征达成人水平<sup>[2]</sup>。所有这些使这段时期的营养需求大大增加。以往有关青春期女孩健康状况的报道较少。为了了解青春期女孩的身体发育状况及其存在的问题,并探讨适合我国青春期女孩体重指数(BMI)的评价标准,我们进行了青春期女孩低体重及其对健康影响的研究。

## 材料和方法

### 1. 全部材料取自于1995年至1996年对北京市

作者单位:100038 北京首都医科大学附属复兴医院(郑皖华); 澳大利亚悉尼大学(杜学勤); 中国老年学学会骨质疏松委员会(刘志厚)

城乡 12~13 岁女学生进行的钙和维生素 D 营养状况研究的数据库。该数据样本采用分层、系统随机和整群抽样方法获得,选择其中无肝、肾及其他影响骨代谢疾病的 1 214 名作为分析研究对象。

## 2. 分析指标

年龄(出生日期记录)、身高、体重、BMI、骨龄、月经初潮(有无及年月记录)、第二性征发育状况、左前臂远端 1/3 和 1/10 位点桡尺骨骨矿含量(BMC, g/cm)、骨密度(BMD, g/cm<sup>2</sup>)和骨宽度(BW, mm)。

身高(cm)、体重(kg)测量精确到一位小数,体重测量用统一校正过的杠杆体重计,学生着内衣裤。BMI = 体重(kg)/身高(m<sup>2</sup>)。

骨龄采用 Greulich 及 Pyle Atlas 方法<sup>[3]</sup>,根据手腕部 X 光片,对比标准片确定。

第二性征发育包括乳房和阴毛两项,采用 Tanner 法<sup>[4]</sup>,将发育状况分为未发育(第一阶段)至发育成熟(第五阶段)五阶段。

骨密度测量采用北京广播设备器材研究所生产的 BMD-4 型单光子骨密度测量仪,误差小于 2%。骨密度测量在随机抽取的一半学生中进行。

## 3. BMI 评价标准

采用“全国学生常见病综合防治方案技术规范(试行)”中的营养评价参考标准<sup>[5]</sup>,用本次调查人群平均身高查出相应的营养不良、正常、超重和肥胖的体重值,计算出相应的 BMI 标准:

营养不良 BMI < 18

正常 BMI = 18 - 21

超重 BMI > 21

肥胖 BMI > 23

## 4. 统计分析方法

采用 SPSS8.0 进行数据处理分析。营养不良和正常组间的各项观察指标的差别采用 Bonferroni 检验和  $\chi^2$  检验,影响或预见骨矿含量的因素确定采用逻辑回归分析,带入分析的自变量包括与 BMC 有显著相关的观察指标:BW、骨龄,第二性征发育指标和

BMI。

## 结 果

### 1. 生长发育状况

年龄、BMI 和骨龄的均值  $\pm$  标准差分别为 (12.90  $\pm$  0.54) 岁, 19.4  $\pm$  3.4 和 (13.8  $\pm$  1.4) 岁,平均骨龄大于年龄近 1 岁。月经初潮的比例为 65%,由本次调查样本计算出北京市女孩平均月经初潮年龄为 13.1 岁(标准差 0.1 岁);85% 女孩乳房发育已达 3,4 阶段,而阴毛发育稍迟,主要在 1,2,3 阶段(86.3%),30% 的女孩阴毛尚未出现(第一阶段)。BMI 分布:第 5,第 50,第 85 百分位数分别为 15.27, 18.51 和 22.68(表 1)。

表 1 北京 13 岁女孩与美国 13 岁女孩 BMI 分布

国家/地区	BMI(百分位数)				
	5	15	50	85	95
北京	15.27	16.29	18.51	22.68	26.35
美国*	15.36	16.43	18.95	23.08	27.07

注: \*资料来源 WHO, 1995

### 2. 营养状况评价

本次调查对象的营养状况显示北京市 12~13 岁女孩低体重率高达 32.2%,正常体重、超重、肥胖率分别为 47.7%、7.7% 和 12.4%。

### 3. 低体重组与正常体重组比较

低体重组与正常体重组间各观察指标比较可见低体重组的生长发育指标低下,包括骨龄低,第二性征发育迟缓和月经初潮率低(表 2);前臂骨 BMC, BMD 和 BW 数值也低,远端 1/3 位点的桡、尺骨三项指标在两组间的差别具有显著性(表 3)。

月经初潮女孩中低体重组与正常体重组前臂骨测量的比较见表 4,低体重组桡、尺骨远端 1/3 位点的 BMC 和 BMD 均显著低于正常体重组。

### 4. 逻辑回归分析

结果显示影响或预见前臂骨 BMC 的因素包括

表 2 北京 12~13 岁青春期女孩低体重组与正常体重组生长发育指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	人数	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)	BMI	骨龄 (岁)	月经初潮 (%)	第二性征	
								乳房	阴毛
低体重组 (BMI < 18)	391	12.9 $\pm$ 0.5	153.3 $\pm$ 6.1	38.2 $\pm$ 4.0*	16.2 $\pm$ 0.9*	13.1 $\pm$ 1.3*	45*	3.0 $\pm$ 0.8*	1.9 $\pm$ 0.9*
正常体重组 (BMI = 18 - 21)	579	12.9 $\pm$ 0.6	154.3 $\pm$ 5.7	45.7 $\pm$ 4.4	19.2 $\pm$ 1.1	14.0 $\pm$ 1.2	72	3.4 $\pm$ 0.7	2.4 $\pm$ 1.1

注:与正常体重组比 \* P < 0.01

表3 北京12~13岁青春期女孩低体重组与正常体重组前臂骨测量比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	人数	远端 1/3 位点						远端 1/10 位点					
		桡骨			尺骨			桡骨			尺骨		
		BMC g/cm	BMD g/cm <sup>2</sup>	BW mm	BMC g/cm	BMD g/cm <sup>2</sup>	BW mm	BMC g/cm	BMD g/cm <sup>2</sup>	BW mm	BMC g/cm	BMD g/cm <sup>2</sup>	BW mm
低体重组 (BMI < 18)	211	0.641 ± 0.181*	0.601 ± 0.100**	10.6 ± 1.7*	0.536 ± 0.122*	0.576 ± 0.099*	9.3 ± 1.2*	0.527 ± 0.226**	0.356 ± 0.107	14.4 ± 2.8*	0.322 ± 0.144	0.375 ± 0.101	8.3 ± 1.9
正常体重组 (BMI = 18-21)	299	0.711 ± 0.176	0.626 ± 0.093	11.3 ± 1.8	0.602 ± 0.135	0.611 ± 0.096	9.8 ± 1.3	0.591 ± 0.240	0.371 ± 0.091	15.6 ± 3.6	0.351 ± 0.133	0.386 ± 0.088	8.8 ± 2.0

注:与正常体重组比\*  $P < 0.01$ , \*\*  $P < 0.05$

表4 北京12~13岁月经初潮女孩中低体重组与正常体重组前臂骨测量比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	人数	远端 1/3 位点						远端 1/10 位点					
		桡骨			尺骨			桡骨			尺骨		
		BMC g/cm	BMD g/cm <sup>2</sup>	BW mm	BMC g/cm	BMD g/cm <sup>2</sup>	BW mm	BMC g/cm	BMD g/cm <sup>2</sup>	BW mm	BMC g/cm	BMD g/cm <sup>2</sup>	BW mm
低体重组 (BMI < 18)	100	0.677 ± 0.220**	0.610 ± 0.091**	11.0 ± 2.1	0.554 ± 0.121*	0.577 ± 0.085*	9.6 ± 1.3**	0.584 ± 0.262	0.372 ± 0.119	15.3 ± 2.9	0.350 ± 0.164	0.381 ± 0.106	8.9 ± 1.8
正常体重组 (BMI = 18-21)	220	0.731 ± 0.186	0.637 ± 0.093	11.4 ± 2.0	0.621 ± 0.136	0.619 ± 0.096	10.0 ± 1.3	0.616 ± 0.254	0.379 ± 0.087	15.9 ± 3.7	0.365 ± 0.137	0.388 ± 0.085	9.1 ± 2.0

注:与正常体重组比\*  $P < 0.01$ ; \*\*  $P < 0.05$

BW、骨龄、乳房发育阶段和 BMI。不同部位 BMC 的影响因素稍有不同。当 BMI 小于 18 时,尺骨远端 1/3 位点骨矿含量小于中位数的危险是 BMI = 18 - 21 组的 1.75 倍。

## 讨 论

年龄别 BMI 是 WHO 推荐的可用于青少年的最好的人体测量指标,但目前还没有统一的国际标准。WHO 推荐的判断青少年消瘦和肥胖危险的参考标准分别为年龄别 BMI 低于美国青少年参考值的第五百分位数(BMI = 15.36)和大于第八十五百分位数(BMI = 23.08)。然而以美国青少年的数据为标准判断消瘦和肥胖危险对于不同种族及社会经济条件的青少年人群可能会有误差,而且以 BMI 第五百分位数作为消瘦与正常的分界点缺乏健康效果为依据。所以 WHO 强调在应用年龄别 BMI 参考标准时如有可能应同时应用地方标准进行评价,进行青春发育阶段的校正,研究应着重根据健康效果来确定 BMI 的分界点<sup>[6]</sup>。

以 BMI < 18 为低体重与正常体重的分界点,北京 12~13 岁女孩低体重率高达 32.2%。以 WHO 推荐标准(BMI < 15.36),该人群的消瘦率仅为 5.7%。由于北京 13 岁女孩与美国同龄女孩的 BMI 分布类似(见表 1),而且北京女孩平均月经初潮年龄(13.1

岁)较美国女孩(12.8 岁)仅迟 0.3 岁,即青春发育情况也相近,用 WHO 推荐标准判断北京 12~13 岁女孩的消瘦率是可行的。

但是以 BMI < 18 作为低体重与正常体重的分界点是有健康效果支持的。从对低体重组和正常体重组的比较看出, BMI < 18 组生长发育指标明显滞后,前臂骨尤其是远端 1/3 位点(即皮质骨部分)的 BMC、BMD 和 BW 也明显低于正常体重组。逻辑回归分析在控制了 BW、骨龄、性发育这些可影响 BMC 的指标后, BMI 仍为影响 BMC 的确定因素。当 BMI < 18 时,尺骨远端 1/3 位点 BMC 小于中位数的危险是 BMI = 18-21 组的 1.75 倍。这些 BMI < 18 的女孩,伴有较低的 BMC/BMD,而这种情况可能延续至她们的成年期,影响其骨骼矿物含量和密度的最高水平(通常所说的骨峰值),从而增加老年期患骨质疏松和骨折的危险性<sup>[7,8]</sup>。而伴随低体重的性发育滞后也可独立影响 BMC 和 BMD。月经初潮的早晚可能影响骨量,初潮早的妇女其妇科年龄较一般妇女长,故雌性激素维持骨矿化的时间也较长,这些妇女常有较高的骨峰值<sup>[9]</sup>。

一种观点认为这些低体重女孩发育晚,以后各项指标会赶上同龄人,应该说有这种可能性。但对那些不仅 BMI < 18 而且已有月经初潮的女孩(在本  
(下转第 28 页)

补充纳米碳酸钙对低钙摄入去势大鼠的骨丢失有明显的抑制作用;高压氧对抗去势后骨丢失作用的动物实验观察可能对预防绝经前切除双侧卵巢妇女的骨丢失有临床参考价值,但需进一步研究。

### 参 考 文 献

- 1 Peck WA, Ruggs BL, Bell NH. Physician's resource manual on osteoporosis, Washington, DC: National Osteoporosis Foundation, 1987. 58-66.
- 2 Ernst M, Schmid CH, Froesch ER. Enhanced osteoblast proliferation and collagen gene expression by estradiol. Proc Natl Acad Sci USA, 1988, 85:2307-2310.
- 3 Dawson-Hughes B, Dallal GE, Krall EA, et al. A controlled trial of the effect of calcium supplementation on bone density in postmenopausal women. N Engl J Med, 1990, 323:878-883.
- 4 Heaney RP, MD. Interpreting trials of bone-active agents. Am J Med, 1995, 98:329-335.
- 5 Garrett J. Molecular cloning and characterization of human parathyroid calcium receptor. J Biol Chem, 1995, 270:12919-12925.
- 6 Ho C. A mouse model for familial hypocalcaemic hypercalcaemia and neonatal severe hyperparathyroidism. Nat Genet, 1995, 11:389-394.
- 7 Thompson ER, Baylink DJ, Wergedal JE. Increase in number and size of osteoclasts in response to calcium or phosphorus deficiency in the rat. Endocrinology, 1975, 97:283-289.
- 8 Sugimoto T, Kabata M, Junichi K, et al. IGF- I mediates the stimulatory effect of high calcium concentration on osteoblastic cell proliferation. Am J Physiol, 1994, 266: E709-716.
- 9 Honda Y, Fitzsimmons RJ, Baylink DJ, et al. Effect of extracellular calcium on insulin-like growth factor II in human bone cells. J Bone Miner Res, 1995, 10:1660-1665.
- 10 Yoo A, Tanimoto H, Akesson K, et al. Effects of calcium depletion and repletion on serum insulin-like growth factor I and binding protein levels in weaning rats. Bone, 1998, 22:225-232.
- 11 Orwoll ES, McClung MR, Oviatt SK, et al. Histomorphometric effect of calcium or calcium plus 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> therapy in senile osteoporosis. J Bone Miner Res, 1989, 4:81-88.
- 12 Turner CH, Burr DB. Basic biomechanical measurements of bone: a tutorial Bone, 1993, 14:595-608.
- 13 顾志华, 高瑞亭, 主编. 骨伤生物力学基础 天津大学出版社, 1990. 226-232.