

青少年女性骨量随年龄和人体测量学指标累积的种族差异

伍西羽 盛志峰 伍贤平 张红 曹行之 廖二元

中图分类号: R339.3 ; R814.4 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2008)04-0237-08

摘要:目的 了解中国长沙和墨西哥两个种族的青少年女性骨量随年龄和人体测量学指标累积的差异。方法 采用双能 X 线吸收法(DXA)骨密度仪测量 718 例 年龄 9 ~ 24 岁的中国长沙健康青少年女性腰椎和股骨近端骨密度(BMD)。结果 在 15 岁之前 ,中国长沙青少年女性的 BMD 累积率显著低于墨西哥女性。中国长沙青少年女性腰椎和股骨近端 BMD 比墨西哥女性分别低 4.1% 和 7.8%(均 $P = 0.000$)。在体重 < 44 kg 和身高 < 150 cm 时 ,中国长沙青少年女性的腰椎 BMD 显著高于墨西哥女性 ,但股骨近端 BMD 始终显著低于墨西哥女性。经身高调整后(BMD/身高) ,中国长沙青少年女性的腰椎和股骨近端 BMD 仍然显著低于墨西哥女性。经体重或体重指数(BMI)调整后(BMD/体重或 BMI) ,中国长沙青少年女性的腰椎 BMD 显著高于墨西哥女性 ,两者之间股骨近端 BMD 的差异消失。结论 两种族青少年女性的 BMD 存在种族差异 ,这种差异主要来自于体重或 BMI ,而非身高。中国长沙青少年女性如果适当增加体重 ,这种差异有可能消失。

关键词: 青少年女性 ; 骨密度 ; 骨量累积 ; 种族差异

Differences in bone density of acquisition with age and anthropometric indices in two races healthy adolescents females WU Xiyu , SHENG Zhifeng , WU Xianping , et al. Institute of Metabolism and Endocrinology , The Second Xiang-Ya Hospital , Central South University , Changsha 410011 , China

Abstract: **Objective** In this study we examined racial differences in BMD acquisition with age and anthropometric indices in healthy adolescent Chinese and Mexican females. **Methods** We measured the BMD of the posteroanterior(PA) lumbar spine , and proximal femur using dual-energy X-ray absorptiometry(DXA) in a total of 718 healthy adolescent Chinese females , aged 9 ~ 24 years. **Results** Before age 15 , the cumulative rates of BMD acquisition in Chinese adolescents were significantly lower than those of Mexican individuals. The BMDs of Chinese adolescents in the PA spine and femur were 4.1% and 7.8% lower than those of Mexican adolescents , respectively($P = 0.000$). The spine BMDs of Chinese adolescents was markedly higher than that of Mexican adolescents when weight was less than 44 kg and height was less than 150 cm , while the femoral BMD was always lower. After BMD values were adjusted for height(BMD/height) , the spine and femoral BMDs of Chinese females were still significantly lower than those of Mexican females. After BMD values were adjusted for weight or BMI(BMD/weight or BMI) , the PA spine BMDs of Chinese females were significantly higher than that of Mexican females , and the difference in femur BMD between two groups was no longer significant. **Conclusion** These results indicate racial differences in BMD between healthy Chinese and Mexican female adolescents. These differences are mainly due to weight and BMI , rather than height.

Key words: Adolescent females ; Bone mineral density ; Bone acquisition ; Racial difference

骨量的 90% 被认为是在青少年时期的 10 ~ 20 岁之间累积的^[1] ,青少年时期获得较高的峰值骨量 ,

是抵抗生命晚期的骨丢失、避免发生骨质疏松及脆性骨折的决定因素^[2,3]。因为进入老年后 ,超过 60% 的骨密度(BMD)变化取决于青少年时期获得的峰值骨量。以前的研究显示 ,骨量的变化有 60% ~ 90% 是由遗传因素决定的^[4-7] ,各种生活方式因素、体育锻炼及营养状况等环境因素也对骨量产生影

作者单位: 410011 长沙 ,中南大学湘雅二医院代谢内分泌研究所

通讯作者: 廖二元 ,Email : eyliao1207@21cn.com

响。由于遗传和环境因素不同 ,导致性别和年龄匹配的各种人群之间的 BMD 存在种族差异^[8-14]。例如 ,黑人女性 BMD 高于白人女性 ,白人女性 BMD 高于亚洲女性^[8,13]。但是 ,BMD 的这种种族差异也被证实是由于不同种族人群之间的个子(身高和体重)或骨骼大小存在差异所致^[2,15]。为了解中国长沙与墨西哥青少年女性 BMD 随年龄和体格特征的变化 ,及调整体格特征的影响后 ,两种族青少年女性 BMD 指数随年龄变化存在的种族差异 ,笔者进行了此项研究。

1 材料和方法

1.1 研究对象

随机选择长沙地区年龄 9~24 岁的健康青少年女性 718 例 ,所有受试者均详细填写表格 ,询问病史和体检 ,排除因疾病因素(如甲旁亢、慢性肝病、慢性肾病和甲亢等)和药物因素影响骨代谢者。所有受试者均准确测量身高和体重 ,并计算体重指数(BMI)。

1.2 骨密度测量

采用美国 Hologic 公司的 QDR 4500 A 型扇形束双能 X 线吸收法(DXA)骨密度仪 ,测量后前位腰椎第 2 至第 4 椎体(L₂~L₄)和左侧股骨近端总体

BMD。该仪器重复测量 33 例受试者 BMD 的精密度变异系数的平均方根(RMSCV)^[16] ,腰椎为 0.86% ,股骨近端总体为 0.83%。骨密度仪每天测量腰椎体模质控的长期(约 10 年)精密度变异系数(CV)<0.44%。

墨西哥青少年女性的 BMD 值及人体测量学指标(身高、体重和 BMI)从参考文献获得^[17] ,其腰椎及股骨近端总体 BMD 也是采用 Hologic 公司的 QDR 4500 A 型扇形束骨密度仪测量。

1.3 统计学处理

应用 SPSS 13.0 统计软件进行分析。全部受试者按每岁年龄段分组 ,各骨骼部位的 BMD 采用平均值±标准差(SD)表示 ,并计算各组的身高、体重和 BMI。从 11 种不同曲线回归模型中选择最佳回归模型拟合 BMD 随年龄及人体测量学指标的变化关系。按文献方法计算 BMD 指数^[18] :BMD 与身高的指数=BMD(g/cm²)/身高(cm)×100 ;BMD 与体重的指数=BMD(g/cm²)/体重(kg)×100 ;BMD 与 BMI 的指数=BMD(g/cm²)/BMI(kg/m²)×100。两种族之间拟合曲线的比较采用配对 *t* 检验。

2 结果

表 1 显示两种族青少年女性按年龄分组的受试

表 1 两种族青少年女性的身高、体重和体重指数(BMI)的比较

年龄(岁)	长沙青少年女性				墨西哥青少年女性 ^[17]			
	例数	身高(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m ²)	例数	身高(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m ²)
9.0~9.9	16	134.8±5.92	30.1±5.27	16.5±2.04	5	133.3	31.7	17.7
10~10.9	26	140.7±6.44	34.3±7.21	17.2±2.68	20	142.1	37.0	18.3
11~11.9	21	144.8±6.56	37.7±5.54	17.9±2.17	11	149.1	41.6	18.8
12~12.9	26	151.4±9.21	42.5±7.74	18.4±2.30	19	152.6	48.8	20.8
13~13.9	53	154.9±6.44	45.7±6.50	19.0±2.33	27	154.1	46.1	19.3
14~14.9	43	158.9±4.59	52.2±7.71	20.8±3.54	32	156.8	51.3	20.7
15~15.9	59	158.2±5.54	50.7±7.12	20.3±2.74	33	156.0	52.3	21.5
16~16.9	36	158.7±4.98	52.6±8.23	20.8±2.83	22	156.4	53.9	22.0
17~17.9	31	158.6±4.44	52.4±6.80	20.8±2.34	25	156.4	52.0	20.5
18~18.9	52	159.8±4.89	51.6±5.34*	20.2±1.97*	22	157.5	54.4	21.8
19~19.9	62	157.5±5.41	52.2±5.29*	21.1±2.06*	41	157.0	56.9	23.0
20~20.9	51	157.7±5.07	50.5±5.70*	20.3±2.24*	44	158.3	56.6	22.2
21~21.9	67	158.7±4.81	51.6±6.63*	20.5±2.35*	44	157.3	55.0	22.4
22~22.9	69	158.3±4.88	51.6±6.25*	20.6±2.07*	51	157.0	56.7	23.0
23~23.9	56	157.3±5.22	50.7±6.00*	20.5±2.30*	32	155.3	56.8	23.6
24~24.9	50	158.5±5.63	49.7±6.73*	19.7±2.22*	33	156.1	57.6	23.6
总计	718	154.3±7.5	47.3±7.2*	20.2±2.6*	461	153.5±6.7	50.5±7.7	21.2±1.9

注 :在同一龄组与墨西哥青少年女性比较 ,* *P* = 0.000

表 2 两种族青少年女性腰椎和股骨近端总体 BMD 的比较

年齡 (岁)	长沙青少年女性			墨西哥青少年女性 ^[17]		
	例数	腰椎 BMD (g/cm ²)	股骨近端总体 BMD(g/cm ²)	例数	腰椎 BMD (g/cm ²)	股骨近端总体 BMD(g/cm ²)
9	16	0.619 ± 0.064	0.622 ± 0.083	5	0.609	0.655
10	26	0.683 ± 0.082	0.688 ± 0.086	20	0.682	0.716
11	21	0.728 ± 0.117	0.712 ± 0.065	11	0.747	0.768
12	26	0.794 ± 0.130	0.742 ± 0.095	19	0.803	0.810
13	53	0.839 ± 0.113	0.782 ± 0.118	27	0.849	0.843
14	43	0.911 ± 0.100	0.835 ± 0.107	32	0.885	0.868
15	59	0.896 ± 0.083	0.802 ± 0.081	33	0.914	0.888
16	36	0.909 ± 0.103	0.827 ± 0.110	22	0.936	0.902
17	31	0.896 ± 0.075	0.837 ± 0.091	25	0.953	0.913
18	52	0.906 ± 0.085	0.829 ± 0.096	22	0.965	0.921
19	62	0.912 ± 0.077	0.851 ± 0.104	41	0.974	0.926
20	51	0.911 ± 0.075	0.846 ± 0.090	44	0.981	0.931
21	67	0.960 ± 0.090	0.874 ± 0.092	44	0.986	0.934
22	69	0.955 ± 0.091	0.850 ± 0.094	51	0.990	0.936
23	56	0.965 ± 0.089	0.877 ± 0.092	32	0.992	0.937
24	50	0.959 ± 0.121	0.853 ± 0.118	33	0.995	0.939
总计	718	0.868 ± 0.105*	0.803 ± 0.074*	461	0.891 ± 0.121	0.868 ± 0.088

注 :与墨西哥女性比较 ,* P = 0.000

表 3 两种族青少年女性 BMD 随年龄和人体测量学指标变化的最佳回归模型、拟合曲线方程及决定系数(R²)

指标配对	BRM	拟合曲线方程	R ² *
长沙青少年女性			
腰椎 BMD-年龄	QR	BMD = 0.0153 + 0.0899(年龄)- 0.0021(年龄) ²	0.933
股骨近端总体 BMD - 年龄	QR	BMD = 0.1843 + 0.0653(年龄)- 0.0016(年龄) ²	0.947
腰椎 BMD - 身高	CR	BMD = 0.0615 × 1.0172 ^(身高)	0.945
股骨近端总体 BMD - 身高	CR	BMD = 0.1177 × 1.0125 ^(身高)	0.918
腰椎 BMD - 体重	PR	BMD = 0.0491(体重) ^{0.7447}	0.945
股骨近端总体 BMD - 体重	PR	BMD = 0.0981(体重) ^{0.5457}	0.934
腰椎 BMD - BMI	Cubic - R	BMD = 0.3533(BMI)- 0.0003(BMI) ³ - 4.0516	0.922
股骨近端总体 BMD - BMI	QR	BMD = 0.3643(BMI)- 0.0083(BMI) ² - 3.1239	0.924
墨西哥青少年女性			
腰椎 BMD - 年龄	QR	BMD = 0.1073(年龄)- 0.0026(年龄) ² - 0.1301	0.990
股骨近端总体 BMD - 年龄	QR	BMD = 0.1032 + 0.0814(年龄)- 0.0020(年龄) ²	0.983
腰椎 BMD - 身高	QR	BMD = 12.4312 - 0.1763(身高)+ 0.0007(身高) ²	0.907
股骨近端总体 BMD - 身高	QR	BMD = 7.8691 - 0.1093(身高)+ 0.0004(身高) ²	0.924
腰椎 BMD - 体重	PR	BMD = 0.0318(体重) ^{0.8502}	0.969
股骨近端总体 BMD - 体重	PR	BMD = 0.0770(体重) ^{0.6183}	0.972
腰椎 BMD - BMI	QR	BMD = 0.4619(BMI)- 0.0097(BMI) ² - 4.5147	0.907
股骨近端总体 BMD - BMI	QR	BMD = 0.3759(BMI)- 0.0080(BMI) ² - 3.4676	0.911

注 :BRM :最佳回归模型 ;QR :二次回归 ;CR :复合回归 ;Cubic-R :三次回归 ;PR :幂回归。决定系数的 t 检验 ,* P = 0.000

者例数和人体测量学指标的分布 ,长沙青少年女性的体重和 BMI 显著低于墨西哥青少年女性。表 2 显示两种青少年女性与年龄相关的腰椎和股骨近端总体的 BMD ,长沙青少年女性的 BMD 均显著低于墨西哥青少年女性。表 3 显示两种族青少年女性 BMD 随年龄和人体测量学指标的变化 ,最佳拟合曲线模型的回归方程和决定系数(R²)。两种族女性的 BMD 随年龄和体重的变化 ,分别采用二次回归和幂回归模型拟合优度最佳。两种族女性的 BMD 与身高之间的关系存在差异 ,长沙青少年女性的 BMD 与身高呈复合回归模型 ,而墨西哥青少年女性呈二次回归模型。

BMD 与年龄拟合曲线的比较见图 1。长沙青少年女性的 BMD 显著低于墨西哥青少年女性。到 24 岁时 ,长沙青少年女性的腰椎和股骨近端总体 BMD 比墨西哥青少年女性分别低 4.1%(P = 0.000)和 7.8%。在两个骨骼部位之间 BMD 曲线的差异 ,长沙青少年女性明显大于墨西哥青少年女性。在 24 岁时 ,长沙女性腰椎与股骨近端总体 BMD 的差异为 9.7% ,而墨西哥女性只有 6.0%(P = 0.000)。在 20 岁之前 ,两种族女性 BMD 随年龄累积存在骨骼部位差异(图 2) ,腰椎 BMD 的累积显著高于股骨近端。

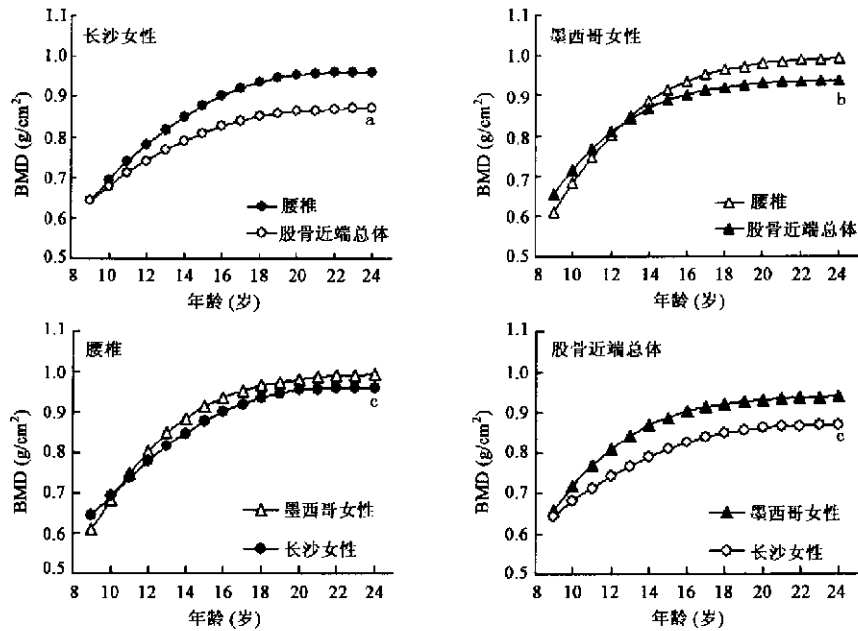


图 1 两种族青少年女性 BMD 随年龄变化拟合曲线的比较
注:在同一种族与腰椎比较,^a $P=0.000$,^b $P=0.015$;与墨西哥女性比较,^c $P=0.000$

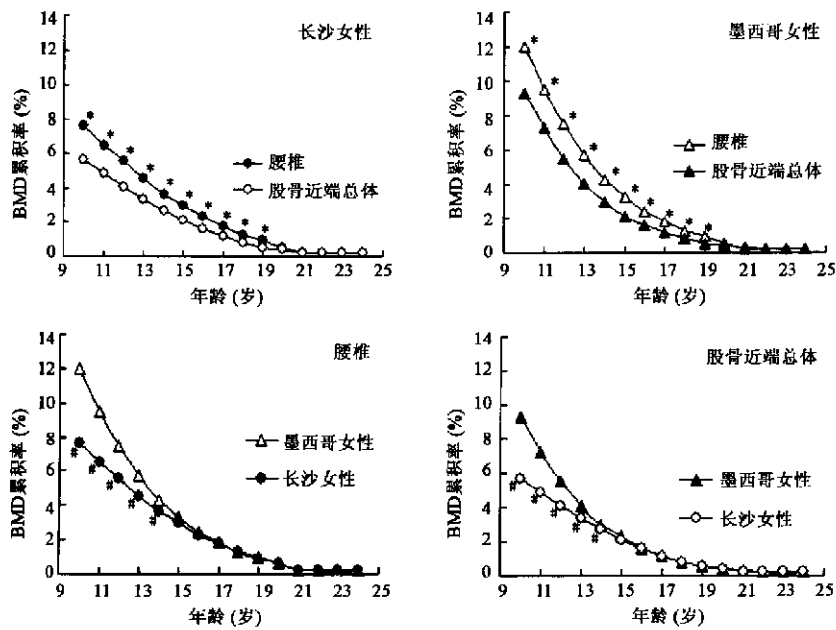


图 2 两种族青少年女性 BMD 累积率随年龄变化拟合曲线的比较
注:在同一种族与股骨近端总体比较,^{*} $P=0.000$;与墨西哥女性比较,^{*} $P=0.006-0.002$

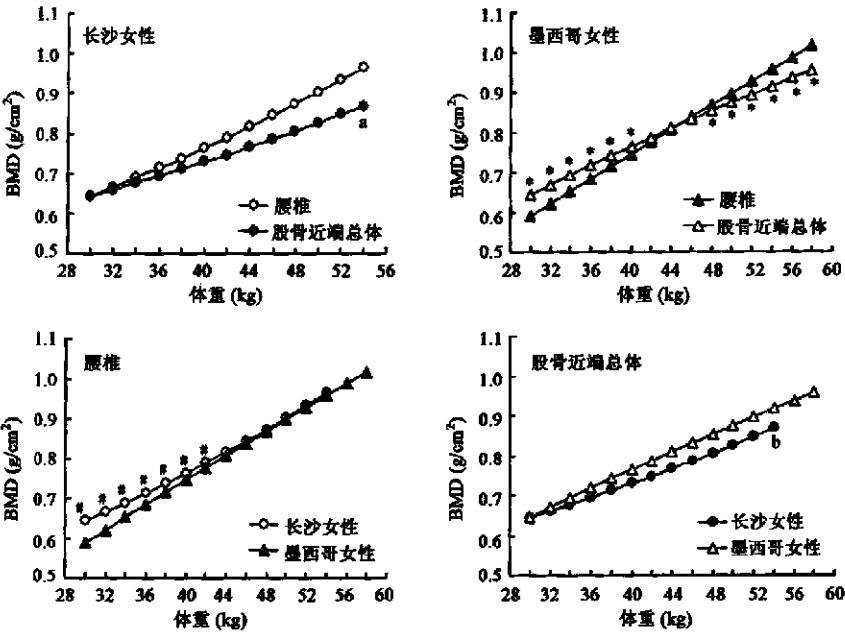


图 3 两种族青少年女性 BMD 随体重变化拟合曲线的比较
注:在同一种族与腰椎比较,* $P=0.000$,[#] $P=0.002\sim0.001$;
与墨西哥女性比较,^a $P=0.002$,^b $P=0.000$

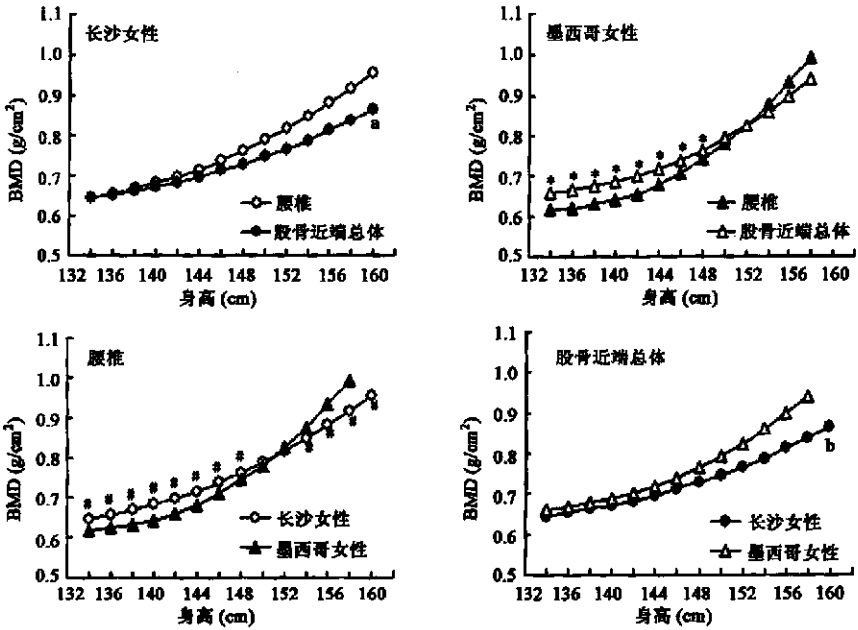


图 4 两种族青少年女性 BMD 随身高变化拟合曲线的比较
注:在同一种族与腰椎比较,* $P=0.001$,[#] $P=0.000$;
与墨西哥女性比较,^a $P=0.004\sim0.000$,^b $P=0.000$

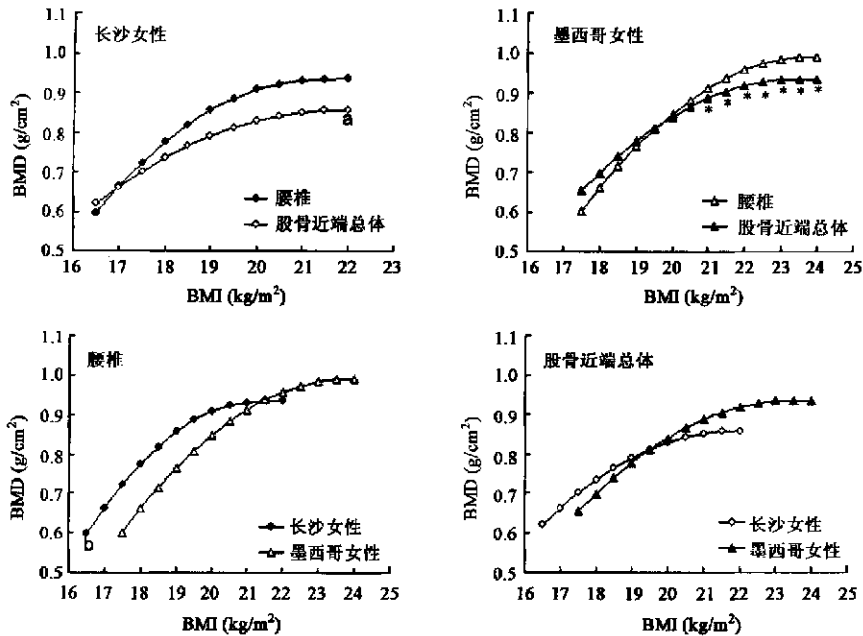


图 5 两种族青少年女性 BMD 随体重指数(BMI)变化拟合曲线的比较
注:在同一种族与腰椎比较,^a $P=0.001$,^{*} $P=0.000$;与墨西哥女性比较,^b $P=0.000$

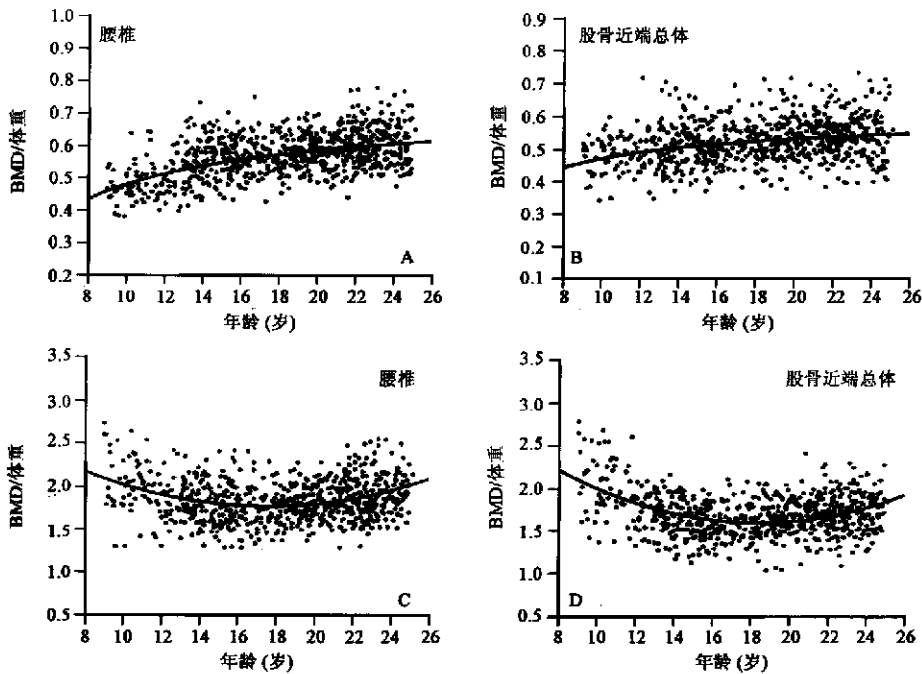


图 6 长沙青少年女性 BMD 指数随年龄的分布和拟合曲线
注:A: $y = e^{(0.330 + (-4.011 \times \text{年龄}))}$, $R^2 = 0.282$ ($P = 0.000$)
B: $y = e^{(0.508 + (-2.416 \times \text{年龄}))}$, $R^2 = 0.092$ ($P = 0.000$)
C: $y = 3.159 - 0.159 \times (\text{年龄}) + 0.005 \times (\text{年龄})^2$, $R^2 = 0.096$ ($P = 0.000$)
D: $y = 3.528 - 0.209 \times (\text{年龄}) + 0.006 \times (\text{年龄})^2$, $R^2 = 0.168$ ($P = 0.000$)

在 15 岁之前,长沙青少年女性 BMD 随年龄的累积率显著低于墨西哥女性,两者存在种族差异。从 9 岁到 10 岁,长沙青少年女性腰椎和股骨近端 BMD 的累积率分别为 7.6% 和 5.7%,而墨西哥青少年女性分别为 12.0% 和 9.3%。

图 3~5 分别显示两种族青少年女性 BMD 与体重、身高和 BMI 拟合曲线的比较。随体形特征变化,两种族青少年女性的 BMD 既存在种族差异,也存在骨骼部位差异。随着体重和身高的增加,长沙青少年女性腰椎 BMD 的累积显著大于股骨近端(图 3 和 4)。在墨西哥青少年女性,当体重 < 42 kg(图 3)或身高 < 150 cm(图 4)时,股骨近端 BMD 的累积率大于腰椎;当体重 > 46 kg 或身高 > 154 cm 时,两个种族骨骼部位 BMD 的变化则相反。两种族之间比较,当体重 < 44 kg 或身高 < 150 cm 时,长沙青少年女性腰椎 BMD 显著大于墨西哥女性。而在股骨近端,随着体重或身高的增加,长沙青少年女性的 BMD 始终低于墨西哥女性。长沙青少年女性的 BMI > 18 kg/m² 和墨西哥女性 BMI > 21 kg/m² 时,腰椎 BMD 高于股骨近端(图 5),在 BMI < 21 kg/m² 时,长沙青少年女性腰椎 BMD 大于墨西哥女性,在 BMI > 20 kg/m² 时,墨西哥女性的股骨近端 BMD 高于中国女性。

图 6 显示调整人体测量学指标的影响后,长沙青少年女性各 BMD 指数随年龄的变化关系。调整身高后 BMD 指数的散点分布趋势随年龄而增加(图 6 A 和 B),调整体重后 BMD 指数的散点分布趋势约在 18 岁之前随年龄而下降,之后又随年龄而增加(图 6 C 和 D)。

3 讨论

笔者采用 BMD 与年龄关系的最佳拟合曲线模型,比较两种族青少年女性随年龄增加 BMD 参考值的差异。以前的研究发现,在青少年时期,年龄对 BMD 的影响与青春期作用有关,特别是青春期的早期,BMD 快速增加^[19,20]。笔者的结果也显示,两种族女性 BMD 累积率最大发生在早期年龄(图 2),随着年龄增加,BMD 累积率逐渐下降。笔者发现,尽管两种族女性 BMD 随年龄的增加趋势非常相似(图 1),但两者之间的 BMD 存在显著的种族差异,长沙青少年女性的 BMD 总是低于墨西哥女性,两者腰椎和股骨近端 BMD 的差异分别是 4.1% 和 7.8%。其他研究者发现,黑人与非黑人青少年女性之间,腰椎 BMD 的差异达到 9.1%~10%^[21,22]。一

个有趣的现象是,腰椎与股骨近端之间 BMD 的差异,长沙女性为 9.7%,而墨西哥女性只有 6.0%。长沙青少年女性股骨近端 BMD 较低的主要原因,可能与体重较轻有关,因为生长期骨骼发育的决定因素是力学负载^[23],这种应力的大部分是通过体重转移的,在通常情况下,体重是促进青少年骨量增加的重要因素^[22]。

除年龄之外,人体测量学指标也是影响青少年 BMD 的重要因素。笔者发现,两种女性的 BMD 随体重、身高或 BMI 而改变,在体重较轻或身高较矮时,长沙青少年女性腰椎 BMD 显著高于墨西哥女性,但股骨近端 BMD 没有因为体重或身高的增加而改变两者之间的关系,却始终低于墨西哥女性。偏相关分析显示,在控制年龄对 BMD 的影响后(结果未提示),体重、BMI 和身高对腰椎 BMD 的变异作用分别为 22.5%、14.4% 和 11.5%,对股骨近端 BMD 的变异作用分别是 21.5%、18.8% 和 5.1%,体重对腰椎和股骨近端 BMD 的变异作用分别是身高的 1.96 倍(22.5%/11.5%)和 4.22 倍(21.5%/5.1%)。控制身高的影响后,体重对腰椎和股骨近端 BMD 的变异作用分别为 15.4% 和 20.0%,而控制体重的影响后,身高对腰椎和股骨近端 BMD 的变异作用分别为 3.3% 和 0.3%,身高对股骨近端 BMD 的变异作用几乎消失。这些结果说明,体重是长沙青少年女性 BMD 最强的预测指标,同其他研究结果相似^[3,17,22,24]。

笔者发现,长沙青少年女性的体重和 BMI 显著低于墨西哥女性,特别是在 18 岁之后,但他们的身高略高于墨西哥女性,说明长沙青少年女性的身材相对较瘦,墨西哥女性较胖,两者的体态存在种族差异。以前的许多研究证实,BMD 的种族差异主要来源于各种族之间人群的个子大小(或骨骼大小)不同^[12,15]。为排除人体测量学指标对 BMD 的影响,笔者进一步分析了两种族女性的 BMD 指数(BMD/体重、身高或 BMI)^[18]与年龄的关系。结果证实长沙青少年女性 BMD 与身高的指数(BMD/身高)随年龄而增加(图 6 A 和 B),并始终低于墨西哥女性,其显而易见的原因是长沙青少年女性的 BMD 比墨西哥女性低和身高比墨西哥女性高。因此,长沙青少年女性 BMD/身高的指数,自然会低于墨西哥女性。但是,BMD 比体重和 BMD 比 BMI 随年龄的变化曲线则完全不同,长沙青少年女性腰椎 BMD 与体重和 BMI 的指数显著高于墨西哥女性。这些结果提示,如果排除体重或 BMI 的影响,两种族女性之间腰椎

BMD 的差异会出现相反的结果 ,股骨近端 BMD 的差异也可能缩小或消失。

总之 ,长沙青少年女性与墨西哥女性之间 ,BMD 存在显著的种族差异 ,而这种差异的主要原因可能是长沙青少年女性的体重和 BMI 显著低于墨西哥女性。长沙青少年女性如果盲目追求身材苗条 ,节食和维持低体重 ,有可能失去获得较高峰值 BMD 的机会 ,将为生命晚期埋下患骨质疏松和脆性骨折的风险。

【 参 考 文 献 】

- [1] Hightower L. Osteoporosis : pediatric disease with geriatric consequences. *Orthop Nurs* , 2000 , 19 :59-62.
- [2] Saggese G , Baroncelli GI , Bertelloni S. Osteoporosis in children and adolescents : diagnosis , risk factors , and prevention. *J Pediatr Endocrinol Metab* , 2001 , 14 :833-859.
- [3] Lin YC , Lyle RM , Weaver CM , et al. Peak spine and femoral neck bone mass in young women. *Bone* , 2003 , 32 :546-553.
- [4] Peacock M , Turner CH , Econs MJ , et al. Genetics of osteoporosis. *Endocr Rev* , 2002 , 23 :303-326.
- [5] Mitchell BD , Kammerer CM , Schneider JL , et al. Genetic and environmental determinants of bone mineral density in Mexican Americans : results from the San Antonio Family Osteoporosis Study. *Bone* , 2003 , 33 :839-846.
- [6] Brown LB , Streeten EA , Shuldiner AR , et al. Assessment of sex-specific genetic and environmental effects on bone mineral density. *Genet Epidemiol* , 2004 , 27 :153-161.
- [7] Lau HH , Ng MY , Ho AY , et al. Genetic and environmental determinants of bone mineral density in Chinese women. *Bone* , 2005 , 36 :700-709.
- [8] Bhudhikanok GS , Wang MC , Eckert K , et al. Differences in bone mineral in young Asian and Caucasian Americans may reflect differences in bone size. *J Bone Miner Res* , 1996 , 11 :1545-1556.
- [9] Henry YM , Eastell R. Ethnic and gender differences in bone mineral density and bone turnover in young adults : effect of bone size. *Osteoporos Int* , 2000 , 11 :512-517.
- [10] George A , Tracy JK , Meyer WA , et al. Racial differences in bone mineral density in older men. *J Bone Miner Res* , 2003 , 18 :2238-2244.
- [11] Wu XP , Liao EY , Huang G , et al. A comparison study of the reference curves of bone mineral density at different skeletal sites in native Chinese , Japanese , and American Caucasian women. *Calcif Tissue Int* , 2003 , 73 :122-132.
- [12] Melton LJ 3rd. The prevalence of osteoporosis : gender and racial comparison. *Calcif Tissue Int* , 2001 , 69 :179-181.
- [13] Marquez MA , Melton LJ 3rd , Muhs JM , et al. Bone density in an immigrant population from Southeast Asia. *Osteoporos Int* , 2001 , 12 :595-604.
- [14] Maalouf G , Salem S , Sandid M , et al. Bone mineral density of the Lebanese reference population. *Osteoporos Int* , 2000 , 11 :756-764.
- [15] Roy D , Swarbrick C , King Y , et al. Differences in peak bone mass in women of European and South Asian origin can be explained by differences in body size. *Osteoporos Int* , 2005 , 16 :1254-1262.
- [16] Bonnick SL , Johnston CC Jr , Kleerekoper M , et al. Importance of precision in bone density measurements. *J Clin Densitom* , 2001 , 4 :105-110.
- [17] Lazcano-Ponce E , Tamayo J , Cruz-Valdez A , et al. Peak bone mineral area density and determinants among females aged 9 to 24 years in Mexico. *Osteoporos Int* , 2003 , 14 :539-547.
- [18] McCormick DP , Ponder SW , Fawcett HD , et al. Spinal bone mineral density in 335 normal and obese children and adolescents : evidence for ethnic and sex differences. *J Bone Miner Res* , 1991 , 6 :507-513.
- [19] Bonjour JP , Theintz G , Buchs B , et al. Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. *J Clin Endocrinol Metab* , 1991 , 73 :555-563.
- [20] Sabatier JP , Guaydier-Souquieres G , Benmalek A , et al. Evolution of lumbar bone mineral content during adolescence and adulthood : a longitudinal study in 395 healthy females 10-24 years of age and 206 premenopausal women. *Osteoporos Int* , 1999 , 9 :476-482.
- [21] Bachrach LK , Hastie T , Wang MC , et al. Bone mineral acquisition in healthy Asian , Hispanic , Black , and Caucasian youth : a longitudinal study. *J Clin Endocrinol Metab* , 1999 , 84 :4702-4712.
- [22] Cromer BA , Binkovitz L , Ziegler J , et al. Reference values for bone mineral density in 12- to 18-year-old girls categorized by weight , race , and age. *Pediatr Radiol* , 2004 , 34 :787-792.
- [23] Sundberg M , Gardsell P , Johnell O , et al. Physical activity increases bone size in prepubertal boys and bone mass in prepubertal girls : a combined cross-sectional and 3-year longitudinal study. *Calcif Tissue Int* , 2002 , 71 :406-415.
- [24] McGuigan FE , Murray L , Gallagher A , et al. Genetic and environmental determinants of peak bone mass in young men and women. *J Bone Miner Res* , 2002 , 17 :1273-1279.

(收稿日期 :2007-10-25)