

中国与美国多种族女性髋部骨量和丢失率的比较

侯艳丽 廖二元 伍贤平 罗湘杭 张红 曹行之

摘要: **目的** 比较中国本土女性和美国不同种族女性与年龄相关的骨量及丢失率的差异。**方法** 我们采用 DXA 骨密度仪测量 3 614 例中国女性髋部各区域的骨密度(BMD)、体积骨密度(vBMD)、骨矿含量(BMC)和骨面积(BA), 并与美国第三次国家健康和营养调查(NHANES III)报告中的白人、黑人和美国墨西哥女性的资料比较。**结果** 中国女性髋部各区域的 BMD 和 BMC 随年龄变化的拟合曲线均显著低于美国各种族女性($P = 0.001 \sim 0.000$); 黑人女性则始终处在最高水平($P = 0.000$)。在股骨颈, 由 BMD 转换为 vBMD 表达时, 中国女性与黑人的差异由 22% 缩小到 18%, 中国女性与白人的差异由 7.4% 缩小到 0.8%, 但白人和美国墨西哥人女性的差异由 3.2% 扩大到 9.6%, 白人与黑人女性的差异由 13% 扩大到 17%。白人女性股骨颈和总体髋部的骨面积显著大于中国女性、美国墨西哥人和黑人女性($P = 0.005 \sim 0.000$)。到 80 岁时, 各骨骼区域的累计骨丢失率, 中国女性、美国墨西哥人、白人和黑人女性分别为 $-38.9\% \pm 1.8\%$, $-34.4\% \pm 3.1\%$, $-27.8\% \pm 5.9\%$ 和 $-28.4\% \pm 4.8\%$ 。**结论** 中国本土女性髋部骨量显著低于美国非亚裔种族女性, 而累计骨丢失率又显著大于美国非亚裔女性。在股骨颈, 中国女性的 vBMD 与白人女性相似。

关键词: 骨密度; 骨矿含量; 骨丢失率; 差异; 种族; 女性

Differences in age-related bone mass and bone loss rate of hip between Chinese women and women of different races in the USA HOU Yanli, LIAO Eryuan, WU Xianping, et al. Institute of Metabolism and Endocrinology, the Second Xiang-Ya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China

Abstract: Objective To explore the differences in age-related bonemass and bone loss rate of the hip between native Chinese women and women of different races in the USA. **Methods** We measured bone mineral density (BMD), volumetric BMD (vBMD), bone mineral content (BMC) and bone area (BA) with DXA bone densitometer in different regions of hip in 3 614 Chinese women, aged 20 years and older. The best regression models were chosen to fit the changes of these parameters with increasing age, and the values of the fitting curves were determined by the Cartesian coordinate numeration system. Subsequently, we compared these fitting curves with the full-matched data of blacks, whites and Mexican-Americans women reported by the third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). **Results** We found that the fitting curves of BMD and BMC of Chinese women were significantly lower than those of women of races in America ($P = 0.001 \sim 0.000$); and those of blacks women were highest among the four races($P = 0.000$). However, when the expression of difference was transformed from BMD to vBMD at femoral neck, the difference between Chinese women and blacks women reduced from 22% to 18%, between Chinese women and whites women from 7.4% to 0.8%, but the difference enlarged from 3.2% to 9.6% between whites and Mexican-Americans, from 13% to 17% between whites and blacks women. The BAs of femoral neck and total femur of whites women were significantly larger than those of Chinese women, Mexican-American and blacks women ($P = 0.005 \sim 0.000$). By the age of 80 years, the accumulated bone loss rate (ABLR) in various regions of hip for Chinese women, Mexican-Americans, whites and blacks women were $-38.9\% \pm 1.8\%$, $-34.4\% \pm 3.1\%$, $-27.8\% \pm 5.9\%$ and $-28.4\% \pm 4.8\%$, respectively. **Conclusion** The bone mass of native Chinese women in hip is significantly lower, and bone loss rate larger than those of non-Asian women in the USA. But at femoral neck, the vBMD of Chinese women is similar to

作者单位: 410011 长沙, 中南大学湘雅二医院; 中南大学代谢内分泌研究所

通讯作者: 伍贤平, Email: wuxp39@sohu.com

that of white women.

Key words: Bone mineral density; Bone mineral content; Bone loss rate; Difference; Race; Women

骨密度(BMD)与遗传、种族、地域、环境、营养状况和生活方式等多种因素有关^[1-3],不同种族或不同地域之间,性别和年龄相匹配的参考人群,BMD 存在差异有显著性^[4-9],如黑人的 BMD 值大于白人,白人又大于亚洲人。峰值骨量的高低和绝经及衰老所致的累计骨丢失率的大小决定是否存在发展为骨质疏松的可能性。女性绝经后骨量大约每 10 年减少 15%^[10],一生可累计丢失峰值骨量的 30% ~ 40%^[11]。为了解中国本土女性与美国各种族女性之间,髋部骨量和丢失率随年龄变化的差异,我们采用双能 X 线吸收法(DXA)骨密度仪测量 3 614 例健康女性的髋部各区域的骨量,并与美国第三次国家健康和营养调查(NHANES III)^[12]的白人、黑人和美国墨西哥女性人群的资料进行分析比较。

1 材料和方法

1.1 参考人群

随机选择长沙地区 3 614 例年龄 5 岁 ~ 96 岁的女性志愿者。所有对象均详细填写表格、询问病史和体检,排除影响骨代谢的疾病、药物和其他因素。

1.2 参数测量

采用 DXA 骨密度仪(美国 Hologic 公司, QDR-4500A),测量受试者左侧髋部的股骨颈、大转子、转子间和总体髋部的骨密度(BMD, g/cm²)、骨矿含量(BMC, g)和骨面积(BA, cm²)。该仪器测量股骨颈、大转子、转子间和总体髋部 BMD 的体内精密度变异系数平均方根(RMSCV)分别是 1.88%、0.82%、1.27%和 0.88%。美国各种族女性的相关资料来自美国第三次国家健康和营养调查(NHANES III)报告^[12],其 BMD 也均采用美国 Hologic 公司的 QDR 系列骨密度仪测量,仪器的体内精密度变异系数(CV)为 2% ~ 3%^[13]。股骨颈的体积 BMD (vBMD, g/cm³)采用 Katzman 等^[14]的公式(vBMD = BMC/A²)估算,式中 A 表示骨面积。

1.3 统计学处理

所有统计分析均采用 SPSS 11.0 软件。各种族女性的 BMD、vBMD、BMC 和 BA 与年龄之间的关系,采用最佳回归曲线拟合模型。不同种族之间拟合曲线和骨丢失率的比较采用 *t* 检验。

2 结果

2.1 本组女性的基本资料

为了与美国各种族女性的资料完全齐同和具有可比性,我们将本组女性也按每 10 岁年龄段分组,分别计算了该参考人群年龄横断面的体格特征指标(表 1),以及髋部各区域 BMD、BMC 和 BA 随年龄的分布(表 2)。

表 1 3 614 例中国女性受试者的体格特征($\bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	例数	体重(kg)	身高(cm)	体重指数(kg/m ²)
20 ~ 29	488	50.8 ± 6.16	157.9 ± 5.22	20.4 ± 2.18
30 ~ 39	534	54.6 ± 7.82	157.1 ± 5.20	22.1 ± 2.81
40 ~ 49	1148	56.9 ± 7.84	156.0 ± 5.26	23.3 ± 2.99
50 ~ 59	627	57.5 ± 8.27	154.9 ± 4.89	24.0 ± 3.24
60 ~ 69	535	56.5 ± 8.93	152.9 ± 5.52	24.1 ± 3.25
70 ~ 79	225	53.8 ± 9.65	150.7 ± 5.57	23.6 ± 3.87
≥ 80	57	47.5 ± 9.65	148.1 ± 6.08	21.6 ± 3.62

2.2 拟合曲线的比较

各种族女性之间 BMD、vBMD、BMC 和 BA 随年龄变化的拟合曲线比较见图 1 ~ 3。

在各骨骼区域,不同种族女性 BMD、vBMD 和 BMC 均采用三次回归模型拟合优度最佳($R^2 = 0.961 \sim 1.000$);BA 随年龄的变化,除白人女性股骨颈呈 S 型回归($R^2 = 0.942$)和转子间呈二次回归($R^2 = 0.981$)之外,其余均呈三次回归关系($R^2 = 0.932 \sim 0.997$)。黑人女性的 BMD 及 vBMD(图 1)和 BMC(图 2)的拟合曲线总是显著高于其他种族女性($P = 0.000$),本组中国女性的 BMD 和 BMC 的拟合参考曲线总是显著低于其他种族($P = 0.001 \sim 0.000$)。美国墨西哥人和白人女性的 BMD 拟合曲线,除股骨颈外,其他各区域都是相似的。本组女性和白人女性各区域的 BMD 曲线差异均有显著性($P = 0.001 \sim 0.000$),但两者的股骨颈 vBMD 拟合曲线相似,差异无显著性。白人女性各骨骼区域的 BA 随年龄而增加,黑人和美国墨西哥女性,除股骨颈外,其他各区域的 BA 也随年龄呈增加趋势(图 3)。本组女性与美国墨西哥女性的股骨颈和总体髋部的 BA 差异无显著性。

2.3 骨量差异率的比较

各种族女性之间 BMD、vBMD 和 BMC 拟合曲线的差异百分率见表 3。

在各骨骼区域,黑人女性与本组女性之间,BMD 和 BMC 的平均差异率分别为 22% ~ 28% 和 26% ~ 43%。本组女性与白人女性,股骨颈 BMD 的差异率为 7.4% ± 4.3%,而 vBMD 的差异率缩小为 0.8% ± 3.7%;美国墨西哥人与白人女性股骨颈 BMD 的差

异率为 $3.2\% \pm 2.7\%$, vBMD 的差异率则扩大为 均低 $16.0\% \pm 2.14\%$ 、 $8.67\% \pm 2.87\%$ 和 $8.96\% \pm 9.6\% \pm 1.8\%$ 。从拟合曲线获得的峰值骨量见表 4, 1.97%。

本组女性比黑人、白人和美国墨西哥人女性分别平

表 2 中国女性髋部各骨骼区域年龄相关的 BMD、vBMD、BMC 和 BA($\bar{x} \pm s$)

年龄	例数	项目	股骨颈	大转子	转子间	总体髋部	股骨颈
BMD			vBMD				
20 ~ 29	488		0.785 ± 0.092	0.637 ± 0.083	0.990 ± 0.120	0.858 ± 0.097	0.173 ± 0.024
30 ~ 39	534		0.794 ± 0.104	0.633 ± 0.088	1.002 ± 0.135	0.862 ± 0.108	0.171 ± 0.025
40 ~ 49	1148		0.779 ± 0.104	0.623 ± 0.090	0.993 ± 0.130	0.851 ± 0.108	0.167 ± 0.026
50 ~ 59	627		0.705 ± 0.103	0.561 ± 0.093	0.915 ± 0.132	0.779 ± 0.109	0.153 ± 0.025
60 ~ 69	535		0.622 ± 0.090	0.489 ± 0.083	0.807 ± 0.125	0.688 ± 0.101	0.136 ± 0.023
70 ~ 79	225		0.576 ± 0.106	0.440 ± 0.101	0.744 ± 0.151	0.629 ± 0.124	0.127 ± 0.026
≥ 80	57		0.494 ± 0.118	0.362 ± 0.105	0.619 ± 0.155	0.524 ± 0.131	0.108 ± 0.028
BMC							
20 ~ 29	488		3.59 ± 0.47	5.65 ± 1.08	17.23 ± 2.85	26.49 ± 3.88	
30 ~ 39	534		3.71 ± 0.55	5.86 ± 1.20	17.81 ± 3.46	27.33 ± 4.47	
40 ~ 49	1148		3.64 ± 0.53	5.85 ± 1.13	17.69 ± 3.20	27.19 ± 4.37	
50 ~ 59	627		3.27 ± 0.51	5.30 ± 1.14	16.41 ± 3.02	24.97 ± 4.19	
60 ~ 69	535		2.85 ± 0.44	4.57 ± 1.00	14.68 ± 2.90	22.10 ± 3.91	
70 ~ 79	225		2.62 ± 0.47	4.19 ± 1.13	13.33 ± 3.18	20.14 ± 4.45	
≥ 80	57		2.27 ± 0.56	3.48 ± 1.12	11.08 ± 3.27	16.83 ± 4.68	
BA							
20 ~ 29	488		4.57 ± 0.32	8.88 ± 1.20	17.43 ± 2.35	30.90 ± 2.91	
30 ~ 39	534		4.67 ± 0.31	9.24 ± 1.13	17.75 ± 2.55	31.66 ± 3.09	
40 ~ 49	1148		4.68 ± 0.31	9.39 ± 1.11	17.84 ± 2.47	31.89 ± 2.99	
50 ~ 59	627		4.64 ± 0.31	9.42 ± 1.17	17.99 ± 2.42	32.03 ± 2.93	
60 ~ 69	535		4.59 ± 0.32	9.33 ± 1.18	18.18 ± 2.36	32.09 ± 2.93	
70 ~ 79	225		4.56 ± 0.30	9.51 ± 1.22	17.97 ± 2.31	32.00 ± 2.86	
≥ 80	57		4.62 ± 0.40	9.59 ± 1.31	17.90 ± 2.36	32.11 ± 2.93	

表 3 不同种族女性髋部各区域 BMD、vBMD 和 BMC 的差异率(DR, %)($\bar{x} \pm s$)(95% CI)

配对种族	股骨颈	大转子	转子间	总体髋部	股骨颈
BMD-DR(%)			vBMD-DR (%)		
黑人-中国女性	22 ± 4.4 (17 ~ 26)	28 ± 12 (17 ~ 39)	27 ± 5.8 (20 ~ 31)	25 ± 7.2 (18 ~ 31)	18 ± 4.1 (14 ~ 22)
黑人-白人女性	13 ± 2.1 (11 ~ 15)	8.3 ± 2.0 (6.5 ~ 10)	10 ± 1.8 (8.4 ~ 12)	10 ± 1.9 (8.3 ~ 12)	17 ± 2.8 (15 ~ 20)
黑人-美国墨西哥女性	9.7 ± 2.4 (7.5 ~ 12)	10 ± 4.9 (5.6 ~ 15)	8.8 ± 3.5 (5.6 ~ 12)	9.1 ± 3.8 (5.6 ~ 13)	7.0 ± 2.6 (4.6 ~ 9.4)
美国墨西哥-中国女性	11 ± 1.8 (9.1 ~ 12)	16 ± 6.0 (11 ~ 22)	15 ± 2.5 (13 ~ 18)	12 ± 2.4 (10 ~ 14)	10 ± 2.2 (8.4 ~ 12)
美国墨西哥-白人女性	3.2 ± 2.7 (0.7 ~ 5.7)	- 1.5 ± 4.7 (- 5.8 ~ 2.8)	1.2 ± 4.3 (- 2.7 ~ 5.2)	0.9 ± 4.3 (- 3.0 ~ 4.9)	9.6 ± 1.8 (7.9 ~ 11)
白人-中国女性	7.4 ± 4.3 (3.4 ~ 11)	19 ± 11 (8.3 ~ 29)	14 ± 6.2 (8.5 ~ 20)	13 ± 7.0 (6.7 ~ 20)	0.8 ± 3.7 (- 2.6 ~ 4.2)
BMC-DR(%)					
黑人-中国女性	26 ± 6.0 (20 ~ 31)	43 ± 17 (28 ~ 59)	28 ± 10 (18 ~ 37)	31 ± 11 (21 ~ 41)	
黑人-白人女性	9.5 ± 3.3 (6.5 ~ 13)	7.9 ± 1.7 (6.3 ~ 9.5)	8.5 ± 1.7 (7.0 ~ 10)	8.5 ± 1.9 (6.8 ~ 10)	
黑人-美国墨西哥女性	13 ± 2.0 (11 ~ 14)	19 ± 5.0 (14 ~ 23)	15 ± 5.2 (11 ~ 20)	16 ± 4.7 (11 ~ 20)	
美国墨西哥-中国女性	11 ± 3.4 (8.3 ~ 15)	21 ± 9.5 (12 ~ 29)	11 ± 4.0 (7.0 ~ 14)	13 ± 4.9 (8.3 ~ 17)	
美国墨西哥-白人女性	- 2.7 ± 3.4 (- 5.9 ~ 0.4)	- 8.9 ± 4.3 (- 13 ~ - 4.9)	- 5.8 ± 4.4 (- 9.9 ~ - 1.7)	- 6.2 ± 4.3 (- 10 ~ - 2.1)	
白人-中国女性	15 ± 6.9 (8.5 ~ 21)	33 ± 16 (18 ~ 48)	18 ± 9.7 (8.9 ~ 27)	21 ± 11 (11 ~ 30)	

注:差异率 DR(%) = (种族配对的前者/配对的后者 - 1) × 100

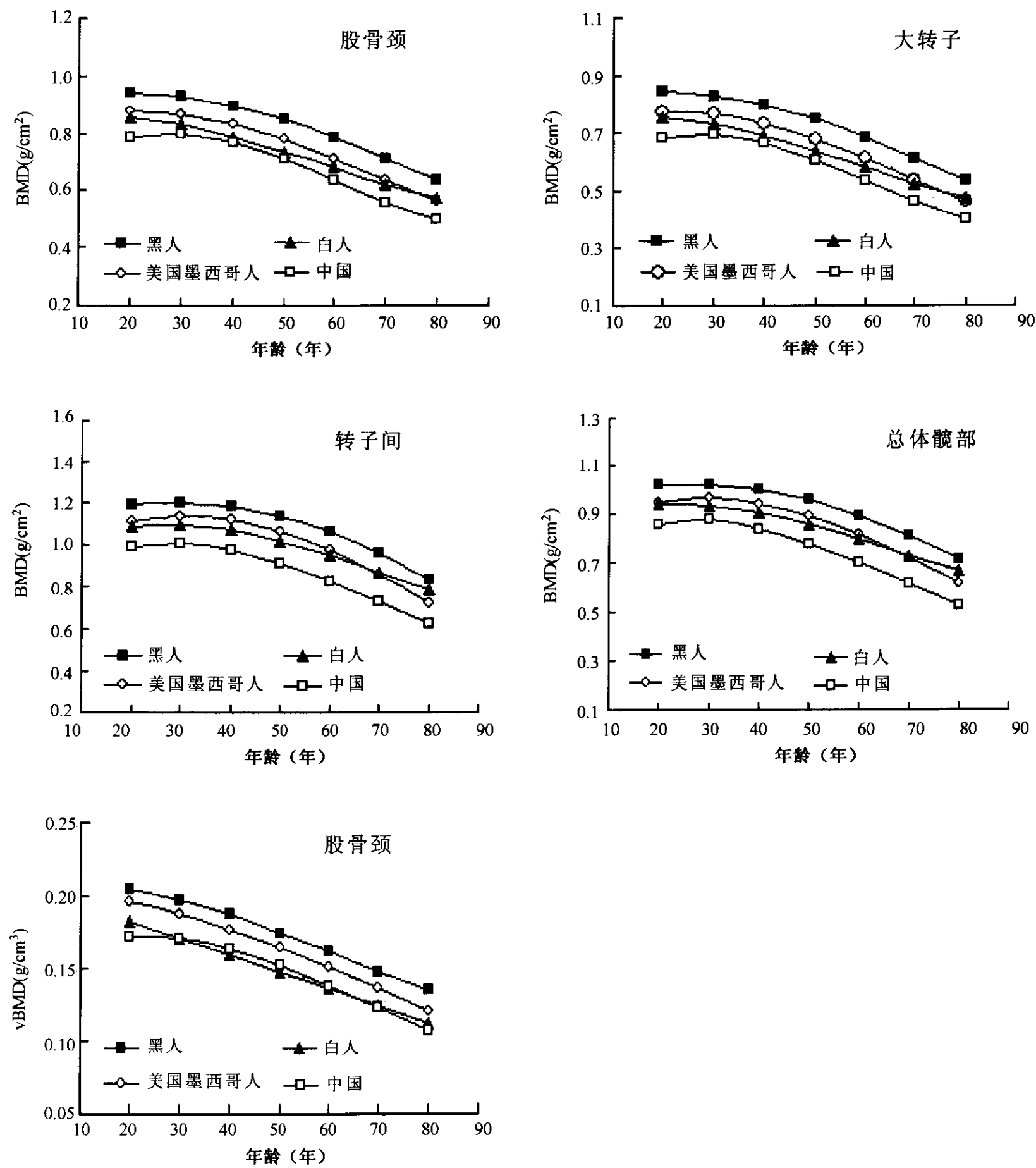


图 1 不同种族女性股骨颈、大转子、转子间和总体髋部骨密度(BMD 和 vBMD)拟合曲线的比较

表 4 不同种族女性髋部各区域峰值骨量(PBM)和到 80 岁时累计骨丢失率(ABLR)的比较

项目	中国女性		黑人女性		白人女性		美国墨西哥女性	
	PBM	ABLR (%)	PBM	ABLR (%)	PBM	ABLR (%)	PBM	ABLR (%)
BMD(g/cm ²)								
股骨颈	0.798	-37.5	0.944	-32.8	0.857	-33.4	0.876	-36.1
大转子	0.640	-42.8	0.749	-27.8	0.700	-28.1	0.705	-35.7
转子间	1.010	-38.1	1.204	-30.7	1.099	-28.7	1.138	-36.4
总体髋部	0.878	-39.8	1.021	-30.1	0.940	-29.0	0.965	-36.3
vBMD(g/cm ³)								
股骨颈	0.172	-37.5	0.205	-34.0	0.183	-38.4	0.196	-38.4
BMC(g)								
股骨颈	3.72	-38.2	4.40	-32.7	4.02	-28.4	4.00	-34.8
大转子	5.91	-40.4	7.51	-20.2	7.00	-18.9	6.54	-28.6
转子间	17.9	-37.4	21.0	-23.6	19.6	-22.6	19.1	-31.9
总体髋部	27.5	-38.2	32.9	-24.0	30.6	-22.4	29.6	-31.6
总计		-38.9±1.8 ^a		-28.4±4.8		-27.8±5.9		-34.4±3.1 ^b

注：^aP=0.008-0.001 与黑人、白人和美国墨西哥女性配对 t 检验；^bP=0.000 与黑人和白人女性配对 t 检验

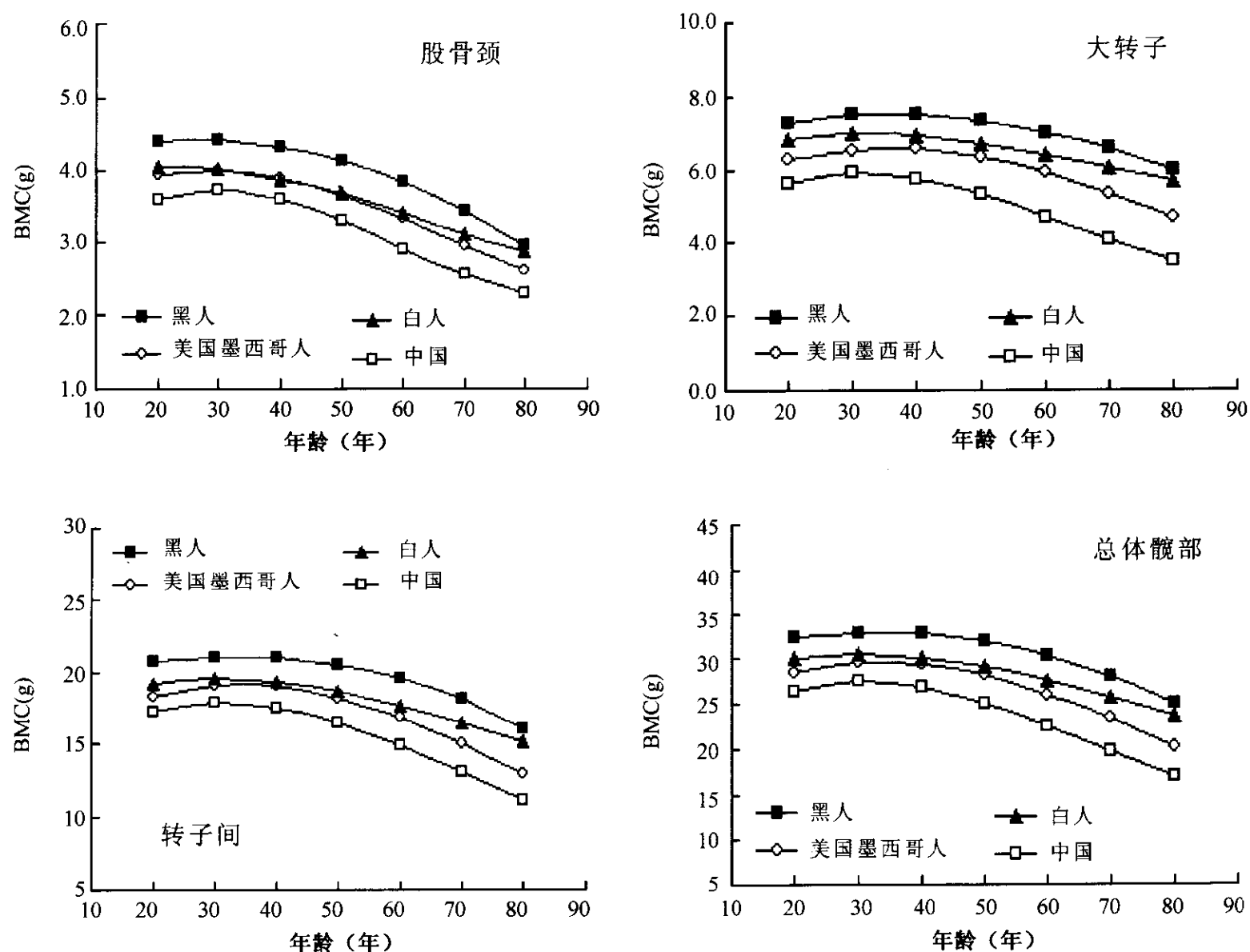


图 2 不同种族女性股骨颈、大转子、转子间和总体髋部骨矿含量(BMC)拟合曲线的比较

2.4 骨丢失率的比较

各种族女性到 80 岁时,不同骨骼区域的累计骨丢失率(ABLR)见表 4。本组女性的 ABLR 平均值显著大于黑人、白人和美国墨西哥女性,美国墨西哥女性的 ABLR 显著大于黑人和白人女性。从 50 岁到 80 岁,平均每 10 年的骨丢失率,本组女性、美国墨西哥人、黑人和白人女性分别为 $11.8\% \pm 0.59\%$ 、 $10.6\% \pm 0.72\%$ 、 $8.67\% \pm 1.09\%$ 和 $7.83\% \pm 0.92\%$ 。

3 讨论

采用年龄横断面平均值连接而成的 BMD 曲线是凹凸不平的曲线,而拟合曲线是光滑的曲线,可以避免因抽样误差对年龄横断面平均值造成的影响,从而使计算结果具有更好的可靠性和代表性。我们在以前的研究中比较了中国女性、日本女性和美国白人女性的 BMD 参考曲线^[15],其中中国女性和日本女性参考曲线的 BMD 值是采用拟合曲线方程计算的,美国白人女性的 BMD 参考曲线是从 Hologic 骨密度仪的参考数据库中直接获得的。但我们的最新研究发现,采用拟合曲线方程计算的 BMD 参考曲线,其不准确度随女性年龄增加而扩大^[15],从仪器

获得的白人女性的 BMD 参考曲线与文献^[12]报告的白人女性的 BMD 拟合曲线存在明显差异(结果未显示)。在此研究中,各种族女性 BMD、vBMD、BMC 和 BA 随年龄变化的曲线,均采用我们建立的坐标读数法确定^[16],保证了这些拟合曲线的准确度。

我们的结果显示,中国女性髋部各区域的 BMD 和 BMC 随年龄变化的拟合曲线在 4 种女性中始终处于最低水平(图 1 和 2),黑人女性始终处在最高水平,白人和美国墨西哥人女性居中间水平。中国女性与白人女性的股骨颈 vBMD 拟合曲线交叉重叠在一起,两者差异的平均值只有 0.8%(表 3),无显著性意义。在各骨骼区域,中国女性的峰值骨量最低,黑人女性最高(表 4)。这一结果同以前的研究报告相似^[4, 5, 8, 9],即黑人女性的骨量高于白人女性,白人女性又高于亚洲女性,亚洲女性的 vBMD 与白人女性相似。但中国女性与美国墨西哥女性之间的差异,以前没有研究过。本研究发现,白人女性各骨骼区域的骨面积随年龄而增加,黑人和美国墨西哥女性,除股骨颈外其他各区域的骨面积也随年龄呈增加趋势(图 3),提示白人、黑人和美国墨西哥女性髋部骨骼的体积随年龄增加而增大。中国女性骨面积的变化趋势与白人、黑人和美国墨西哥女性不

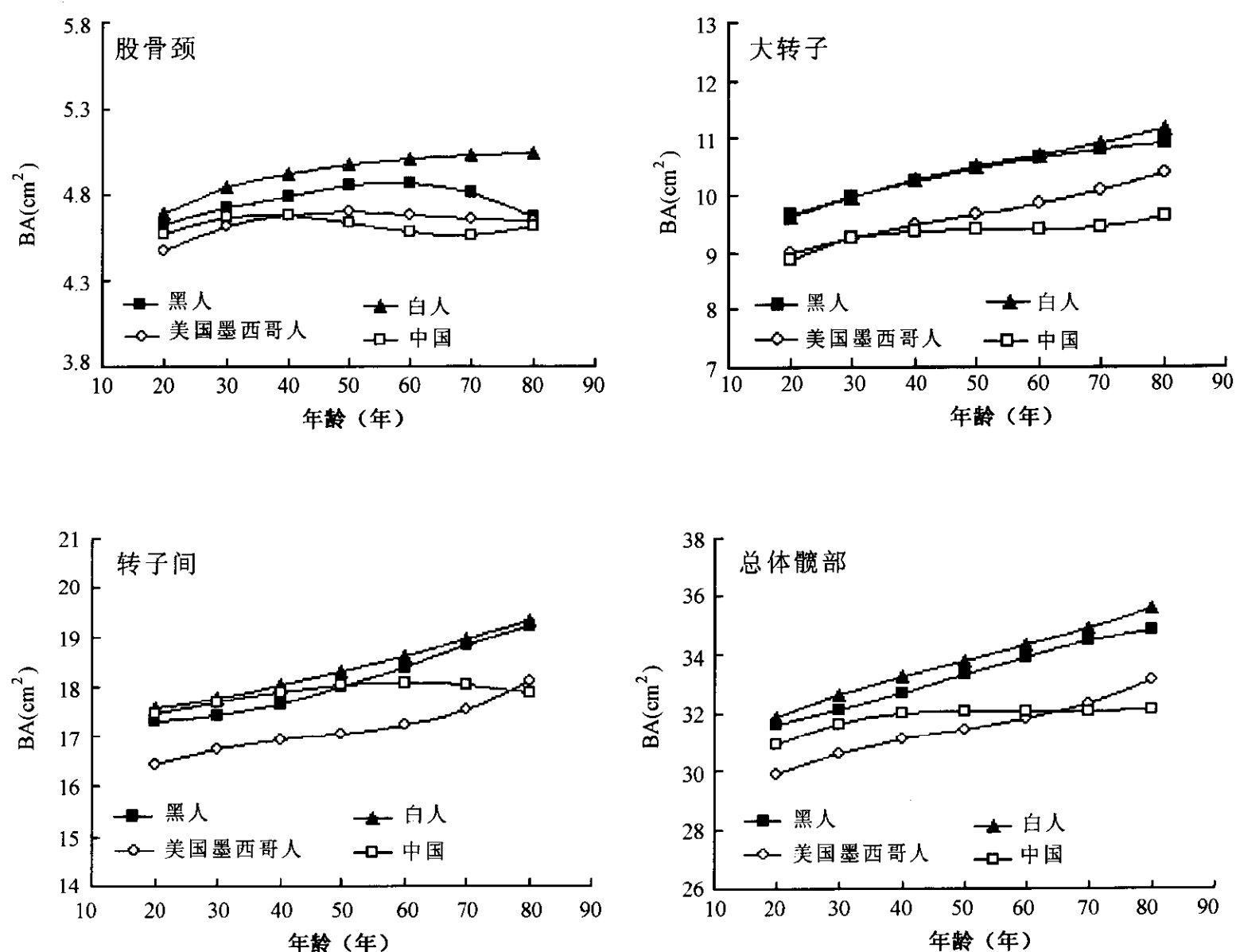


图3 不同种族女性股骨颈、大转子、转子间和总体髋部骨面积(BA)拟合曲线的比较

同,可能是中国女性的体态与她们存在差异有关。与面积 BMD 的差异比较,中国女性和美国墨西哥女性与黑人女性之间 vBMD 的差异缩小,是因为中国女性和美国墨西哥女性的股骨颈面积较小(图 3)。然而,白人与美国墨西哥人和黑人女性之间 vBMD 的差异进一步扩大(表 3),主要原因是白人女性股骨颈的骨面积显著大于美国墨西哥人和黑人女性 ($P = 0.005 \sim 0.000$)。中国女性与美国墨西哥女性股骨颈的骨面积相似,两者之间的 BMD 的差异 ($11\% \pm 1.8\%$) 与 vBMD ($10\% \pm 2.2\%$) 的差异非常接近(表 3),因为从 BMD 转换到 vBMD 时,骨面积是起作用的惟一因素,因此,两种女性并未因骨密度的表达方式不同,而导致两者之间的差异发生改变。这种现象提示,采用 Katzman 等^[14] 的方程计算股骨颈的 vBMD,试图降低和消除骨骼大小对面积 BMD 所造成的影响,在不同种族之间,可能得到不一样的结果,但它对于消除亚洲人与美国或欧洲白人之间的差异似乎是一种有效的方法。

众所周知,从严格意义上讲,研究与年龄相关的骨丢失率应采用纵向跟踪的方法,但实施这种方法费时且存在较多困难。因此,在较广的年龄范围和大样本人群中,采用年龄横断面方法研究女性骨量

随年龄的变化趋势和骨丢失率被广泛应用。我们的结果证实,与年龄相关的累计骨丢失率,存在明显的种族差异,而且,这种差异随骨骼区域和/或骨量的表达方式不同而不同。到 80 岁时,中国女性 BMD、vBMD 和 BMC 总计的累计骨丢失率显著大于白人、黑人和美国墨西哥女性(表 4),白人和黑人女性的累计骨丢失率相似。

中国大陆女性尽管 BMD 和 BMC 相对较低及累计骨丢失率较高,但髋部骨折发生率却远远低于许多发达国家和地区的其他种族人群(也包括香港和台湾地区女性)^[17, 18]。Slemenda^[19] 认为发达国家或地区的人群髋部骨折发生率较高,可能与体力活动减少,特别是承重活动减少有关。跌倒是导致老年人发生髋部骨折的最直接原因。老年人常因神经和骨骼肌的功能、视力、活动能力、步态和平衡能力等降低或受到损伤,导致与跌倒相关的危险因素增加^[20]。中国大陆的老年人绝大多数与自己的后代居住和生活在一起,其活动总是受到后代的照顾,外出时常有后代陪伴,从而,可能避免和降低了跌倒的风险。早期研究发现,女性髋部骨折的相对危险性随身高而增加^[21],因中国大陆女性的个子相对较矮,也可能是降低髋部发生骨折危险因素之一。

总之,中国女性、美国黑人、白人和墨西哥女性髋部的骨量、骨骼大小和累计骨丢失率存在明显的种族差异。中国本土女性髋部骨量显著低于美国非亚裔种族女性,而累计骨丢失率又显著大于美国非亚裔女性。消除骨骼大小的影响后,中国女性股骨颈的 vBMD 与美国白人女性相似,但仍显著低于美国黑人和美国墨西哥女性。

【 参 考 文 献 】

- [1] Anden NK, Baker J, Hogg C, et al. The heritability of bone mineral density, ultrasound of the calcaneus and hip axis length: a study of postmenopausal twins. *J Bone Miner Res*, 1996, 11: 530-534.
- [2] Zmuda JM, Cauley JA, Danielson ME, et al. Vitamin D receptor gene polymorphisms, bone turnover, and rates of bone loss in older African-American women. *J Bone Miner Res*, 1997, 12: 1446-1452.
- [3] Haapasalo H, Kannus P, Sievanen H, et al. Effect of long-term unilateral activity on bone mineral density of female junior tennis players. *J Bone Miner Res*, 1998, 13: 310-319.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Deleze M, Cons-Molina F, Villa AR, et al. Geographic differences in bone mineral density of Mexican women. *Osteoporos Int*, 2000, 11: 562-569.
- [7] Melton LJ, III. The prevalence of osteoporosis: gender and racial comparison. *Calcif Tissue Int*, 2001, 69: 179-181.
- [8] Marquez MA, Melton LJ 3rd, Muhs JM, et al. Bone density in an immigrant population from Southeast Asia. *Osteoporos Int*, 2001, 12: 595-604.
- [9] Barrett-Connor E, Siris ES, Wehren LE, et al. Osteoporosis and fracture risk in women of different ethnic groups. *J Bone Miner Res*, 2005, 20: 185-194.
- [10] [No authors listed] Prevention and management of osteoporosis. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 2003, 921: 1-164.
- [11] [No authors listed] Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. *Am J Med*, 1993, 94: 646-650.
- [12] Looker AC, Wahner HW, Dunn WL, et al. Updated data on proximal femur bone mineral levels of US adults. *Osteoporos Int*, 1998, 8: 468-489.
- [13] Wahner HW, Looker A, Dunn WL, et al. Quality control of bone densitometry in a national health survey (NHANES III) using three mobile examination centers. *J Bone Miner Res*, 1994, 9: 951-960.
- [14] Katzman DK, Bachrach LK, Carter DR, et al. Clinical and anthropometric correlates of bone mineral acquisition in healthy adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab*, 1991, 73: 1332-1339.
- [15] 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.
- [16] Wu XP, Dai RC, Shan PF, et al. Establishment of BMD reference curves at different skeletal sites in women, using a Cartesian coordinate numeration system. *Osteoporos Int*, 2005, 16: 1655-1662.
- [17] Suzuki T. Risk factors for osteoporosis in Asia. *J Bone Miner Metab*, 2001, 19: 133-141.
- [18] Schwartz AV, Kelsey JL, Maggi S, et al. International variation in the incidence of hip fractures: cross-national project on osteoporosis for the world health organization program for research on aging. *Osteoporos Int*, 1999, 9: 242-253.
- [19] Slemenda C. Prevention of hip fracture: risk factor modification. *Am J Med*, 1997, 103: 65s-71s.
- [20] Dargent-Molina P, Favier F, Grandjean H, et al. Fall-related factors and risk of hip fracture: the EPIDOS prospective study. *Lancet*, 1996, 348: 145-149.
- [21] Meyer HE, Tverdal A, Falch JA. Risk factors for hip fracture in middle-aged Norwegian women and men. *Am J Epidemiol*, 1993, 137: 1203-1211.

(收稿日期: 2006-11-23)