

· 论 著 ·

女性骨密度的地区差异及多中心参考数据库对诊断骨质疏松的影响

伍西羽¹ 周琦² 张娜^{1,3} 张红¹ 袁凌青¹ 戴如春¹ 盛志峰¹ 谢忠建¹ 伍贤平¹ 廖二元^{1*}

1.国家代谢性疾病临床医学研究中心,中南大学湘雅二医院代谢内分泌研究所,代谢性骨病学湖南省重点实验室,湖南长沙 410011

2.通用电气医疗集团(GE Health care)上海有限公司,上海 201203

3.湖南师范大学医学院,湖南长沙 410013

中图分类号: R589.5 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2019) 10-1398-07

摘要: **目的** 了解我国大陆女性骨密度(bone mineral density, BMD)的地区差异及多中心融合参考数据库对诊断骨质疏松的影响。**方法** 女性参考人群 10 343 名,年龄范围 20~89 岁,分别来自长沙、北京、南京、上海、嘉兴、广州和成都地区。除长沙地区 1 157 名外,其他资料均由通用电气医疗集团(GE Health care)公司提供。受试者均采用 GE-Lunar 系列 DXA 骨密度仪测量腰椎和股骨颈 BMD。**结果** 8 种不同回归模型分析显示, BMD 随年龄变化均采用 3 次回归模型拟合优度最佳,拟合曲线的决定系数(R^2)为 0.149~0.546(P 均=0.000)。腰椎 BMD 随年龄变化的最佳拟合曲线,北京与成都女性之间的差异最大[(12.9±4.9)%],北京与南京女性之间的差异最小[(3.0±3.4)%];各地区女性之间,股骨颈 BMD 拟合曲线的差异相对较小。与多中心融合 BMD 参考数据库比较,北京地区数据库对腰椎骨质疏松的检出率显著升高(17.5% vs 12.2%, $P=0.028$),嘉兴(23.9% vs 30.3%, $P=0.001$)、长沙(30.4% vs 35.9%, $P=0.037$)和成都(34.8% vs 41.0%, $P=0.032$)地区数据库对骨质疏松的检出率显著降低。**结论** 我国大陆女性 BMD 存在地区差异,特别是腰椎 BMD。提示我国需要建立多个区域性 BMD 参考数据库。

关键词: 骨密度;地区差异;参考数据库;骨质疏松

Geographic differences in female bone mineral density and the effect of multi-center reference database on the diagnostic osteoporosis

WU Xiyu¹, ZHOU Qi², ZHANG Na^{1,3}, ZHANG Hong¹, YUAN Lingqing¹, DAI Ruchun¹, SHENG Zhifeng¹, XIE Zhongjian¹, WU Xianping¹, LIAO Eryuan^{1*}

1.National Clinical Research Center for Metabolic Diseases, Institute of Endocrinology and Metabolism, the Second Xiangya Hospital, Central South University, and Key Laboratory of Metabolic Osteopathology, Changsha 410011

2. GE Health Care (Shanghai) Co., Ltd., Zhang Jiang Hi-Tech Park, Shanghai 201203

3. Medical College of Hunan Normal University, Changsha 410013, China

* Corresponding author: LIAO Eryuan, Email: wuxiyu640@csu.edu.cn

Abstract: **Objective** To understand the geographic differences of bone mineral density (BMD) in women and the effect of using a multi-center combined reference database for diagnosing osteoporosis. **Methods** The reference population comprised 10 343 females, aged 20–89 years old, from Changsha, Beijing, Nanjing, Shanghai, Jiaxing, Guangzhou, and Chengdu. Except for Changsha ($n=1 157$), data were obtained from the GE Health Care service. Lumbar spine and femoral neck BMD was measured in the subjects using a bone densitometer (GE-Lunar DXA series). **Results** Data were analyzed using eight different regression models. We found that the cubic regression model was the best for describing age-related changes in BMD. The coefficients of determination (R^2) of the fitting curve were 0.149 to 0.546 (all $P=0.000$). For the best-fit curve of lumbar spine BMD with age, the minimal difference was between Beijing and Nanjing (3.0%±3.4%), and the maximal difference was between Beijing and Chengdu (12.9%±4.9%). The differences in curve values for femoral neck BMD were relatively small between regions. Compared with the multi-center combined BMD database, the detection rate for lumbar spine osteoporosis was higher by using the Beijing database (17.5% vs. 12.2%, $P=0.028$), and the rates were lower by using the Jiaxing (23.9% vs. 30.3%, $P=0.001$),

* 通信作者: 廖二元, Email: wuxiyu640@csu.edu.cn

Changsha (30.4% vs. 35.9%, $P = 0.037$) and Chengdu databases (34.8% vs. 41.0%, $P = 0.032$). **Conclusion** There are geographic differences in female BMD in mainland China, especially for lumbar spine BMD, so multiple regional BMD reference databases should be established in China.

Key words: bone mineral density; geographic differences; reference database; osteoporosis

测量骨密度(bone mineral density, BMD)评价疾病状态下的骨量变化、诊断骨质疏松和预测骨折风险,已广泛应用于临床。BMD 是一种特殊指标,在各种骨密度仪的测量报告中都设计有 BMD 随年龄变化的参考曲线 ± 2 个标准差组成的参考图^[1-2],常称为 BMD 参考数据库,该数据库是否具有当地人群的代表性,直接影响诊断结果的准确度。研究显示, BMD 不但受年龄、性别和种族的影响^[3],而且与遗传、地域、环境、营养和生活方式等因素密切相关^[4-8],乃至不同民族^[9]、城市与乡村或不同社会经济地位人群之间, BMD 也存在差异^[10-14]。尽管有研究者试图建立一个全国统一的、适用于汉族人群的多中心 BMD 参考数据库^[15-17],但没有分析 BMD 是否存在地区差异。本研究采用 GE-Lunar 系列双能 X 线吸收法(DXA)骨密度仪,测量国内 7 个地区女性人群的 BMD,旨在了解 BMD 的地区差异,以及多中心融合参考数据库对诊断骨质疏松的影响,为建立适用于多区域人群的 BMD 数据库提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

长沙地区女性参考人群 1157 名,年龄 20~89 岁。对象的来源见文献^[1-2],按照 BMD 参考数据库研究档案的纳入标准^[18],所有受试者均详细填写调查登记表,询问病史和排除疾病因素影响骨代谢者,如慢性肾病、慢性肝病、甲状旁腺功能亢进、甲状腺功能亢进症、40 岁以前绝经、高泌乳素血症、50 岁以前卵巢切除、风湿性关节炎、强直性关节炎、变形性骨炎、糖尿病、各种癌症、血液病和吸收障碍综合征等;排除药物因素影响骨代谢者,如使用糖皮质激素、雌激素、甲状腺激素、氟化物、降钙素、双膦酸盐、抗癫痫药物和利尿剂等;其他因素如活动障碍或发生过脆性骨折等也被排除。北京、南京、上海、嘉兴、广州和成都地区女性受试者的 BMD 数据和相关资料,均从 GE 医疗集团获取,研究对象的年龄范围为 20~90 岁,招募来源和方法见文献^[17,19]。

1.2 BMD 测量

采用 GE-Lunar Prodigy Advance 窄角扇形束 DXA 骨密度仪,测量长沙地区受试者腰椎(L1-L4)

和髋部股骨颈 BMD。该仪器测量受试者腰椎和股骨颈 BMD 的精密度变异系数的平均方根(RMS-CV)分别是 0.71% 和 0.92%,长期(>11 年)测量质控体模的精密度变异系数小于 0.4%。其他地区测量 BMD 也均采用 GE-Lunar 系列 DXA 骨密度仪,各地区 DXA 仪的准确度控制均采用 GE 统一的标准模型进行校正,其测量精密度均在仪器自动控制的允许范围以内^[17,19]。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 17.0 统计分析软件。分别计算各地区相关指标和按 10 岁年龄段分组的 BMD 平均值和标准差($\bar{x} \pm s$),各组平均值比较采用单因素方差分析(ANOVA)。从 8 种不同数学回归模型中,选择最佳模型拟合 BMD 随年龄的变化关系,各地区 BMD 拟合曲线与多中心融合曲线的比较,采用年龄点对应的 BMD 值配对 t 检验。计算峰值 BMD 采用本研究室建立的方法^[2]。按照 WHO 推荐的诊断标准^[20],年龄 ≥ 50 岁的受试者 BMD 低于峰值 2.5 个标准差(T 值 ≤ -2.5)诊断为骨质疏松。各地区数据库与多中心融合数据库的骨质疏松检出率比较采用 χ^2 检验。

2 结果

2.1 一般资料比较

各地区受试者的数量、平均身高、体质量、体质量指数(body mass index, BMI)、腰椎和股骨颈的 BMD,北京地区女性的身高、体重、BMI 和 BMD 的平均值最大,成都地区女性这些指标的平均值最小。7 个地区间基本资料的总体平均值均有显著性差异。见表 1。

2.2 年龄相关的 BMD 和拟合曲线

在 ≥ 80 岁年龄组,各地区女性之间的腰椎 BMD 没有显著性差异,其余年龄组均有显著性差异(表 2)。在 20~29 岁、30~39 岁和 ≥ 80 岁年龄组,各地区之间的股骨颈 BMD 无显著性差异,其余年龄组的平均值有显著性差异(表 3)。各地区及多中心融合 BMD 随年龄变化的散点分布趋势和最佳拟合曲线,腰椎和股骨颈 BMD 随年龄的变化趋势均采用 3 次回归模型拟合优度最佳(图 1)。

表 1 各地区女性人体测量学指标和骨密度比较($\bar{x}\pm s$)Table 1 Comparison of female anthropometric indices and bone mineral density in different regions ($\bar{x}\pm s$)

地区	例数	身高/cm *	体质量/kg *	BMI/(kg/m ²) *	腰椎 BMD/(g/cm ²) *	股骨颈 BMD/(g/cm ²) *
北京	2 094	159.7±5.6	61.1±9.0	23.9±3.4	1.105±0.163	0.868±0.130
南京	1 814	159.3±5.0	59.0±8.5	23.2±3.1	1.005±0.168	0.839±0.146
上海	2 319	156.4±6.2	57.5±8.1	23.5±3.2	1.010±0.166	0.847±0.140
嘉兴	1 446	155.9±6.1	56.1±9.0	23.1±3.5	0.946±0.184	0.831±0.150
广州	730	154.4±6.3	54.3±9.3	22.7±3.5	0.947±0.201	0.803±0.163
长沙	1 157	154.8±6.1	54.7±8.9	22.9±3.5	0.967±0.184	0.832±0.162
成都	783	152.0±6.7	52.1±9.1	22.5±3.5	0.904±0.179	0.783±0.156

注:不同地区间比较,* $P=0.000$ 。表 2 各地区女性腰椎年龄相关的骨密度比较($\bar{x}\pm s$)Table 2 Comparison of age-related bone mineral density at lumbar spine of females in different regions ($\bar{x}\pm s$)

地区	指标	年龄组/岁						
		20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	≥80
北京	例数	107	279	770	744	140	53	1
	BMD/(g/cm ²)	1.120±0.117	1.173±0.128	1.158±0.143	1.066±0.163	0.953±0.153	0.907±0.133	0.818
南京	例数	36	161	521	504	458	124	10
	BMD/(g/cm ²)	1.091±0.100	1.144±0.125	1.104±0.137	0.972±0.150	0.897±0.135	0.930±0.173	0.826±0.143
上海	例数	203	306	563	583	452	197	15
	BMD/(g/cm ²)	1.079±0.114	1.127±0.111	1.116±0.126	0.988±0.142	0.872±0.128	0.862±0.141	0.827±0.111
嘉兴	例数	64	140	233	440	299	246	24
	BMD/(g/cm ²)	1.089±0.126	1.092±0.128	1.074±0.155	0.962±0.150	0.857±0.162	0.803±0.142	0.744±0.190
广州	例数	95	104	111	170	136	82	32
	BMD/(g/cm ²)	1.090±0.108	1.124±0.117	1.089±0.143	0.925±0.171	0.787±0.132	0.758±0.127	0.721±0.140
长沙	例数	186	192	193	188	189	164	45
	BMD/(g/cm ²)	1.078±0.107	1.110±0.115	1.074±0.140	0.929±0.152	0.826±0.133	0.796±0.146	0.783±0.156
成都	例数	58	69	110	225	186	106	29
	BMD/(g/cm ²)	1.067±0.092	1.081±0.101	1.062±0.127	0.907±0.136	0.790±0.136	0.759±0.147	0.766±0.165
P 值		0.035	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.078

表 3 各地区女性股骨颈年龄相关的骨密度比较($\bar{x}\pm s$)Table 3 Comparison of age-related bone mineral density at femoral neck of females in different regions($\bar{x}\pm s$)

地区	指标	年龄组/岁						
		20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	≥80
北京	例数	107	279	770	744	140	53	1
	BMD/(g/cm ²)	0.921±0.108	0.912±0.122	0.896±0.119	0.840±0.127	0.738±0.106	0.682±0.107	0.637
南京	例数	36	161	521	504	458	124	10
	BMD/(g/cm ²)	0.883±0.108	0.944±0.139	0.911±0.137	0.834±0.123	0.756±0.118	0.726±0.118	0.654±0.098
上海	例数	203	306	563	583	452	197	15
	BMD/(g/cm ²)	0.915±0.111	0.919±0.109	0.935±0.114	0.843±0.123	0.739±0.093	0.694±0.095	0.645±0.056
嘉兴	例数	64	140	233	440	299	246	24
	BMD/(g/cm ²)	0.923±0.136	0.932±0.139	0.919±0.125	0.866±0.122	0.767±0.114	0.705±0.123	0.600±0.099
广州	例数	95	104	111	170	136	82	32
	BMD/(g/cm ²)	0.926±0.110	0.924±0.117	0.911±0.123	0.815±0.126	0.684±0.096	0.623±0.088	0.583±0.089
长沙	例数	186	192	193	188	189	164	45
	BMD/(g/cm ²)	0.928±0.107	0.937±0.120	0.928±0.130	0.830±0.126	0.726±0.106	0.679±0.123	0.603±0.137
成都	例数	58	69	110	225	186	106	29
	BMD/(g/cm ²)	0.952±0.130	0.931±0.121	0.899±0.130	0.795±0.117	0.696±0.101	0.648±0.100	0.604±0.096
P 值		0.145	0.154	0.000	0.000	0.000	0.000	0.066

2.3 拟合曲线的比较和差异

各地区女性 BMD 拟合曲线与多中心融合曲线

的比较(图 2),除上海女性曲线与多中心融合曲线之间没有显著性差异外,其余地区的曲线与多中心

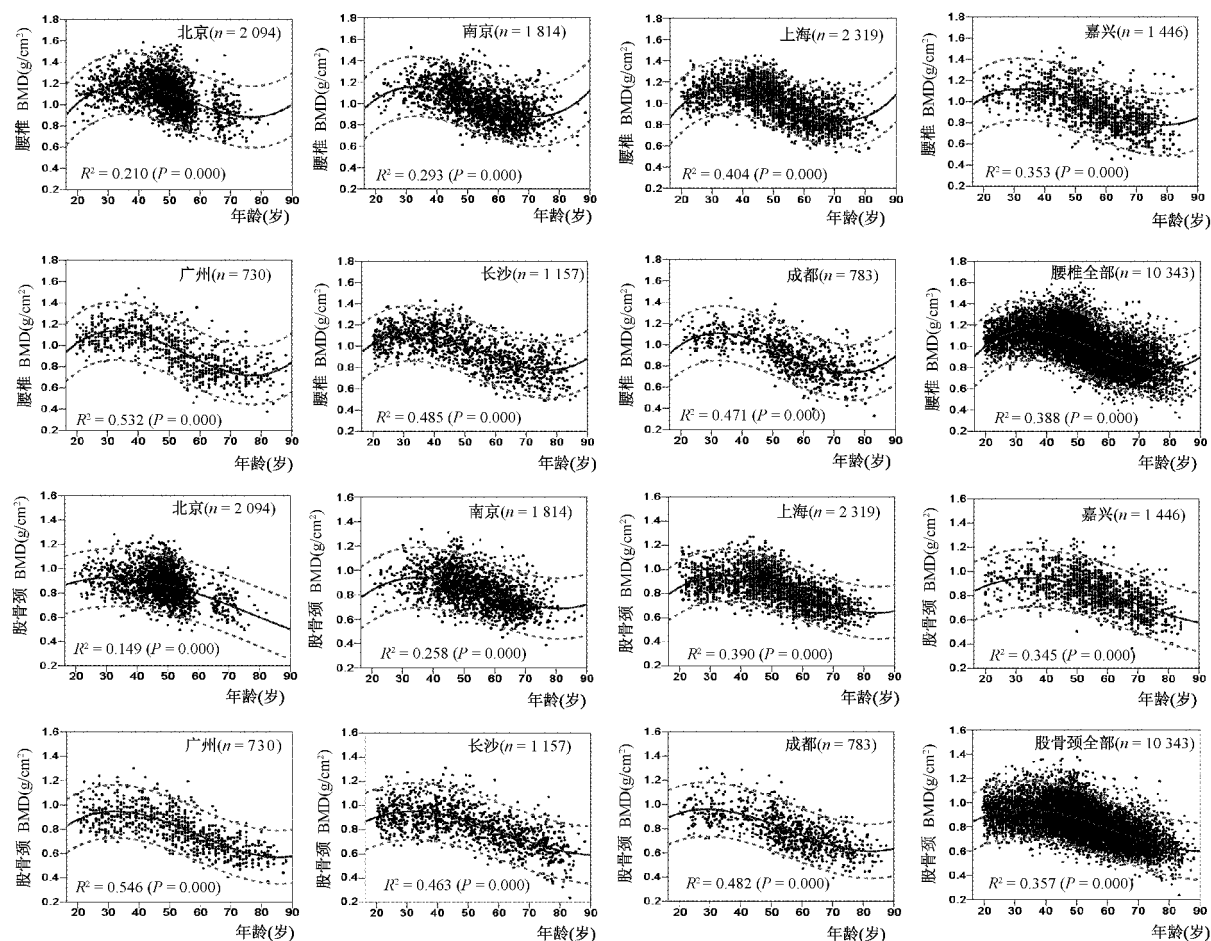


图 1 多中心女性年龄相关的 BMD 散点拟合曲线和 95% 可信区间

Fig.1 Multicenter female age-related BMD scatter fitting curve and 95% confidence interval

融合曲线之间均有显著性差异。其中北京女性腰椎 BMD 曲线在所有年龄阶段均显著高于多中心融合曲线,广州和成都女性的 BMD 曲线均显著低于融合曲线。北京女性腰椎 BMD 拟合曲线均显著高于其他各地区和多中心融合曲线,其中与成都女性曲线的差异最大,与南京女性曲线的差异最小(表 4)。

2.4 骨质疏松检出率比较

采用各地区局部参考数据库和多中心融合数据库,对年龄 ≥ 50 岁的受试者骨质疏松(骨密度 T 值 ≤ -2.5)检出率进行比较。在腰椎,北京地区数据库的骨质疏松检出率(17.5% vs 12.2%, $P = 0.028$)显著高于多中心融合数据库,嘉兴(23.9% vs 30.3%, $P = 0.001$)、长沙(30.4% vs 35.9%, $P = 0.037$)和成都(34.8% vs 41.0%, $P = 0.032$)地区数据库的骨质疏松检出率均显著低于多中心融合数据库。在股骨颈,各地区数据库与多中心融合数据库的骨质疏松检出率尽管有差异,但无统计学意义。

3 讨论

本研究以华北地区的北京,华东地区的南京、上海和嘉兴,中南地区的长沙和广州及西南地区的成都女性为研究对象,从年龄横断面和最佳回归模型拟合曲线两方面,初步分析了这些女性 BMD 的地区差异。因为 BMD 与人体个子大小或骨骼大小有关^[4-7, 21-23],故本研究总体粗略比较了受试者的各项指标,发现身高和体重平均值依次是北京>南京>上海>嘉兴>长沙>广州>成都,腰椎 BMD 平均值依次为北京>上海>南京>长沙>广州>嘉兴>成都,股骨颈 BMD 依次是北京>上海>南京>长沙>嘉兴>广州>成都。反映个子大小的身高和体重,以及腰椎和股骨颈 BMD 平均值,各地区之间均有显著性差异。年龄横断面分析结果显示,腰椎 BMD 除了 ≥ 80 岁年龄组,股骨颈 BMD 除了 20~39 岁和 ≥ 80 岁年龄组,各地区间其余年龄组的平均值有显著性差异。

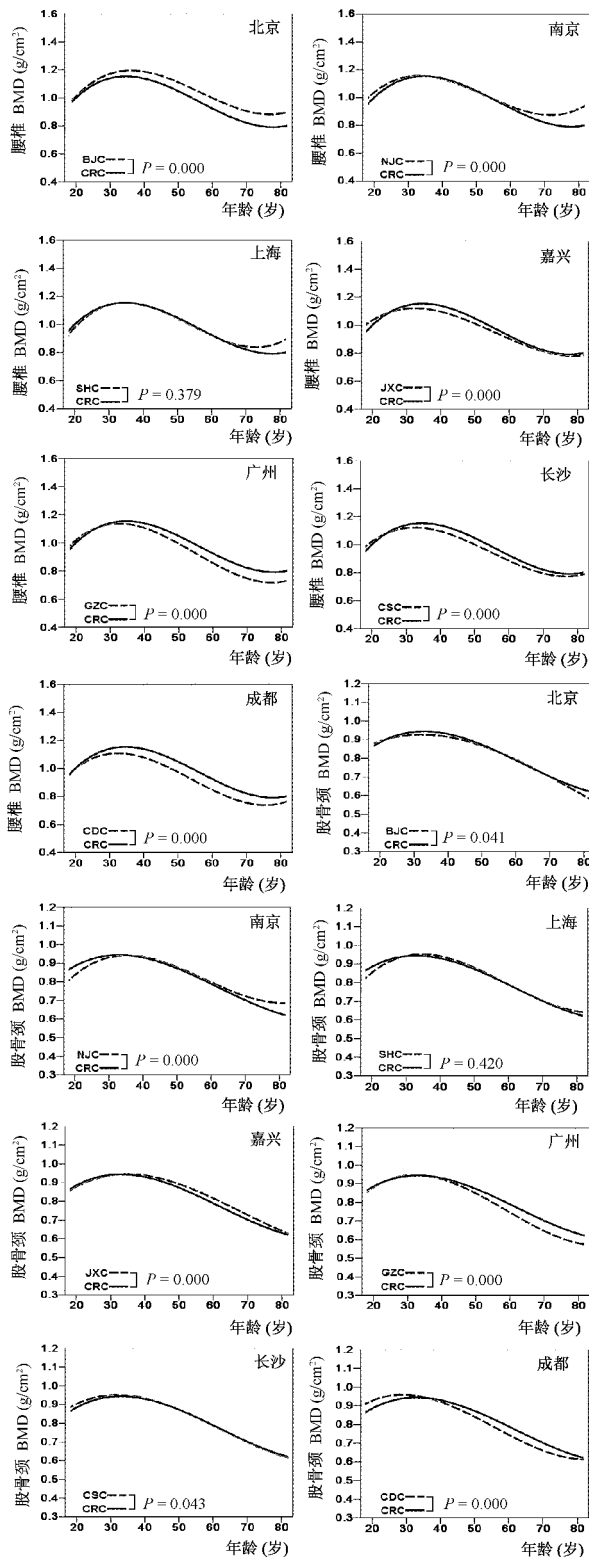


图2 各地区年龄相关的曲线与多中心融合参考曲线的比较

Fig.2 Comparison of age-related curves and multicenter combined reference curves (CRC) by region

注:BJC:北京曲线;NJC:南京曲线;SHC:上海曲线;JXC:嘉兴曲线;GZC:广州曲线;CSC:长沙曲线;CDC:成都曲线。

表4 北京地区与其他地区之间腰椎骨密度拟合曲线的差异

Table 4 The differences in fitting curve of lumbar spine bone mineral density between Beijing and other regions

年龄 (岁)	差异 (%) *						
	BJC/NJC	BJC/SHC	BJC/JXC	BJC/GZC	BJC/CSC	BJC/CDC	BJC/CRC
20	-2.50	3.45	-2.36	-0.77	-1.06	1.31	1.08
25	-0.05	2.88	1.99	1.58	2.34	3.95	2.03
30	1.86	2.99	4.93	3.61	4.83	6.17	2.83
35	3.43	3.52	6.96	5.54	6.78	8.21	3.57
40	4.73	4.35	8.35	7.50	8.37	10.2	4.33
45	5.77	5.37	9.28	9.57	9.72	12.2	5.13
50	6.48	6.49	9.89	11.8	10.9	14.1	6.00
55	6.76	7.54	10.3	14.2	11.9	16.1	6.97
60	6.44	8.28	10.6	16.7	12.8	17.9	8.04
65	5.33	8.39	10.9	19.3	13.5	19.4	9.17
70	3.30	7.50	11.5	21.4	14.0	20.1	10.3
75	0.37	5.30	12.4	22.9	14.2	19.9	11.3
80	-3.23	1.81	13.9	23.1	14.1	18.4	11.9
平均 值	2.98± 3.43	5.22± 2.25	8.35± 4.51	12.0± 8.26	9.41± 4.93	12.9± 4.93	6.36± 3.58

注:BJC:北京曲线;NJC:南京曲线;SHC:上海曲线;JXC:嘉兴曲线;GZC:广州曲线;CSC:长沙曲线;CDC:成都曲线;CRC:融合曲线;差异 (%) = (北京曲线 - 地区曲线) / 地区曲线 × 100%;北京曲线与其他地区曲线比较, * $P=0.000$ 。

在年龄范围的两端,BMD 没有显著性差异的原因可能与部分地区的受试者数量较少有关。这些现象提示,北京和华东地区(南京和上海)女性的 BMD 较高可能与其个子或骨骼较大有关,中南地区(长沙和广州)和成都地区女性的 BMD 较低可能与个子或骨骼较小有关,尤其是腰椎 BMD。其他研究显示个子大小不仅可以解释种族内的 BMD 差异^[4, 21-22],也可以解释不同种族之间的 BMD 差异^[5-7, 23]。如墨西哥女性的 BMD 呈北部>中部>南部的分布趋势,与身高和体质量存在差异有关^[4]。意大利北部人群的 BMD 显著高于南部移民人群,也与北部人群的个子较高有关^[24]。在发达国家,乡村人群的 BMD 显著高于城市人群^[10, 12],认为乡村妇女的活动强度较大导致骨骼增大和骨量增加^[10]。在发展中国家,则是城市人群的 BMD 高于乡村人群^[11-12]。研究也显示社会经济地位较低者 BMD 较低和骨质疏松患病率较高^[13-14]。我国地域广阔,南方与北方之间和东部与西部之间地理环境差异大,各地区人群受日照和户外活动时间及饮食习惯等不同,还有社会经济发展水平也不平衡,目前正面临着大量农村人口向城市转移,在建立 BMD 参考数据库时应考虑到这些因素。

本研究显示受试者 BMD 随年龄的变化趋势,采用 3 次回归模型拟合优度最佳,北京女性腰椎 BMD 曲线值高于其他所有地区和多中心融合曲线,比成都女性高 1.3%~20.1% [平均 $(12.9 \pm 4.9)\%$],比多中心融合曲线平均高 $(6.4 \pm 3.6)\%$,提示北京女性腰椎 BMD 与其他地区融合,可能导致其参考曲线下降,而其他地区的曲线可能被拔高。各地区股骨颈 BMD 拟合曲线与融合曲线比较,差异远小于腰椎 BMD,可能是个子大小对股骨颈 BMD 的影响较小,或者说股骨颈的骨矿含量比投射骨面积所得的 BMD,基本消除了骨骼大小的影响。大约在 40 岁之后,嘉兴、广州、长沙和成都地区女性的腰椎 BMD 曲线显著低于融合曲线,提示在 40 岁之后,这些地区女性的 BMD 曲线与融合曲线比较对计算 Z 值可能产生较大影响。

分别采用各地区 BMD 数据库和多中心数据库,对年龄 ≥ 50 岁的受试者进行骨质疏松诊断(即受试者骨密度 T 值 ≤ -2.5 诊断为骨质疏松)^[20],发现多中心数据库对北京女性腰椎骨质疏松检出率,比北京本地区数据库显著低 30.3%,对嘉兴、长沙和成都地区女性则相反,其骨质疏松检出率比当地数据库分别显著高 26.8%、18.1% 和 17.8%。这些现象提示,如果采用多中心融合参考数据库评价腰椎骨密度,在北京地区有可能导致骨质疏松阳性率遗漏约 30%,而在嘉兴、长沙和成都地区可能导致假阳性率分别增加 27%、18% 和 18%。造成这些现象的主要原因是北京地区拟合曲线的峰值 BMD [$(1.196 \pm 0.144) \text{ g/cm}^2$] 显著高于多中心融合数据库 [$(1.154 \pm 0.139) \text{ g/cm}^2$],而嘉兴 [$(1.120 \pm 0.134) \text{ g/cm}^2$]、长沙 [$(1.122 \pm 0.135) \text{ g/cm}^2$] 和成都 [$(1.108 \pm 0.133) \text{ g/cm}^2$] 地区人群的峰值 BMD 则显著低于融合数据库。多中心数据库与各地区数据库对股骨颈骨质疏松检出率没有显著性差异,说明这个多中心数据库在这些地区应用,可能不会对股骨颈的诊断结果产生显著性影响。

本研究的局限性:在年龄范围内样本的分布欠均匀,如北京和南京地区女性年龄两端的受试者样本数量偏少,北京地区 ≥ 80 岁的受试者几乎完全缺失,以及各地区之间的样本数量存在差异;各地区研究对象的招募来源和方法尽管排除了疾病因素和药物因素影响骨代谢者,但仍可能存在差异。其次是没有获得受试者的骨面积或骨矿含量,未能深入分析受试者的体积 BMD 是否存在差异;本研究所探讨的问题只局限于 GE-Lunar 系列 DXA 骨密度仪,不

能延伸到其他厂商的骨密度仪。

总之,本研究初步探讨了国内多个地区女性年龄相关的 BMD 存在地区差异,建立的多中心数据库与各地区数据库比较,骨质疏松检出率存在显著性差异。如果在全国范围内采用统一的融合数据库,可能对诊断结果的准确度和骨质疏松诊断率产生不利影响,尤其是最常测量的腰椎部位。本研究结果可为我国建立区域性 BMD 参考数据库提供有益的参考。

【参 考 文 献】

- [1] Liao EY, Wu XP, Luo XH, et al. Establishment and evaluation of bone mineral density reference databases appropriate for diagnosis and evaluation of osteoporosis in Chinese women[J]. J Bone Miner Metab, 2003, 21(3):184-192.
- [2] Wu XP, Liao EY, Zhang H, et al. Establishment of BMD reference plots and determination of peak BMD at multiple skeletal regions in mainland Chinese women and the diagnosis of osteoporosis[J]. Osteoporos Int, 2004, 15(1):71-79.
- [3] 伍贤平,廖二元,刘忠厚. 不同国家和地区各种族人群骨密度参考值及其相互比较[J]. 中国骨质疏松杂志,2007,13(1):1-21.
- [4] Delezé M, Cons-Molina F, Villa AR, et al. Geographic differences in bone mineral density of Mexican women[J]. Osteoporos Int, 2000, 11(7):562-569.
- [5] Alekel DL, Peterson CT, Werner RK, et al. Frame size, ethnicity, lifestyle, and biologic contributors to areal and volumetric lumbar spine bone mineral density in Indian/Pakistani and American Caucasian premenopausal women[J]. J Clin Densitom, 2002, 5(2):175-186.
- [6] 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[J]. Osteoporos Int, 2005, 16(10):1254-1262.
- [7] 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]. J Bone Miner Res, 1996, 11(10):1545-1556.
- [8] Cauley JA, Chalhoub D, Kassem AM, et al. Geographic and ethnic disparities in osteoporotic fractures[J]. Nat Rev Endocrinol, 2014, 10(6):338-351.
- [9] 黄丽任,陈润,王泽峰,等. 汉、壮、瑶、苗、侗 5 个民族在校大学生的骨密度比较研究[J]. 中国骨质疏松杂志,2018,24(1):29-32.
- [10] Specker B, Binkley T, Fahrenwald N. Rural versus nonrural differences in BMC, volumetric BMD, and bone size: a population-based cross-sectional study[J]. Bone, 2004, 35(6):1389-1398.
- [11] Gu W, Rennie KL, Lin X, et al. Differences in bone mineral status between urban and rural Chinese men and women[J].

- Bone, 2007, 41(3):393-399.
- [12] Matsuzaki M, Pant R, Kulkarni B, et al. Comparison of bone mineral density between urban and rural areas: Systematic review and meta-analysis[J]. PLoS One, 2015, 10(7):e0132239.
- [13] Myong JP, Kim HR, Choi SE, et al. The effect of socioeconomic position on bone health among Koreans by gender and menopausal status[J]. Calcif Tissue Int, 2012, 90(6):488-495.
- [14] Navarro MC, Sosa M, Saavedra P, et al. Poverty is a risk factor for osteoporotic fractures [J]. Osteoporos Int, 2009, 20(3):393-398.
- [15] Wu XP, Liao EY, Dai RC, et al. Comparison of spine and femur reference data in native Chinese women from different regions of China[J]. Osteoporos Int, 2005, 16(10):1215-1224.
- [16] Zhang ZQ, Ho SC, Chen ZQ, et al. Reference values of bone mineral density and prevalence of osteoporosis in Chinese adults [J]. Osteoporos Int, 2014, 25(2):497-507.
- [17] Cheng XG, Yang DZ, Zhou Q, et al. Age-related bone mineral density, bone loss rate, prevalence of osteoporosis, and reference database of women at multiple centers in China [J]. J Clin Densitom, 2007, 10(3):276-284.
- [18] Kelly TL. Study protocol QDR reference databases[Z]. Hologic, Inc., Bedford, MA, 1992.
- [19] 程晓光,杨定焯,周琦,等. 中国女性的年龄相关骨密度、骨丢失率、骨质疏松发生率及参考数据库—多中心合作项目 [J]. 中国骨质疏松杂志, 2008, 14(4):221-228.
- [20] Kanis JA, Melton LJ, Christiansen C, et al. The diagnosis of osteoporosis[J]. J Bone Miner Res, 1994, 9(8):1137-1141.
- [21] Liao EY, Wu XP, Liao HJ, et al. Effects of skeletal size of the lumbar spine on areal bone density, volumetric bone density, and the diagnosis of osteoporosis in postmenopausal women in China [J]. J Bone Miner Metab, 2004, 22(3):270-277.
- [22] Wu XP, Liao EY, Liu SP, et al. Relationship of body surface area with bone density and its risk of osteoporosis at various skeletal regions in women of mainland China [J]. Osteoporos Int, 2004, 15(9):751-759.
- [23] Ross PD, He Y, Yates AJ, et al. Body size accounts for most differences in bone density between Asian and Caucasian women [J]. Calcif Tissue Int, 1996, 59(5):339-343.
- [24] Varenna M, Binelli L, Zucchi F, et al. Prevalence of osteoporosis and fractures in a migrant population from southern to northern Italy: a cross-sectional, comparative study [J]. Osteoporos Int, 2003, 14(9):734-740.
- (收稿日期: 2018-08-31;修回日期: 2018-10-08)

(上接第 1397 页)

- [18] Kumaki D, Nakamura Y, Sakai N, et al. Efficacy of denosumab for glucocorticoid-induced osteoporosis in an adolescent patient with duchenne muscular dystrophy: a case report[J]. JBJS Case Connector, 2018, 8(2):e22.
- [19] De Salvo KB, Olson R, Casavale KO. Dietary guidelines for Americans[J]. JAMA, 2016, 315(5):457-458.
- [20] Palacios C, Martin BR, McCabe GP, et al. Dietary calcium requirements do not differ between Mexican-American boys and girls[J]. Journal of Nutrition, 2014, 144(8):1167-1173.
- [21] Beresford JN, Bennett JH, Devlin C, et al. Evidence for an inverse relationship between the differentiation of adipocytic and osteogenic cells in rat marrow stromal cell cultures[J]. Bone & Mineral, 1992, 17(102, Pt 2):341-351.
- (收稿日期: 2018-09-28;修回日期: 2018-10-17)