

编者按 近20年来,不同人种的骨密度值是否存在差异,一直是国内外骨质疏松研究人员关注的热点问题。目前,国际上骨矿领域的专家们一致认为,不同人种的骨密度值的差异是黑人>白人>黄种人。但也有作者通过调查研究得出不同的结果,在不同人种的骨密度值的差异问题上存在着不同的观点。我们非常欢迎持不同观点的研究结果在本刊上发表,以便在不同人种的骨密度值差异问题上达成共识。

不同国家和地区各种族人群骨密度参考值及其相互比较

伍贤平 廖二元 刘忠厚

摘要:目的 了解各种族之间骨密度(BMD)参考值的差异。方法 收集科学引文索引(SCI)收录杂志发表的20多个国家和地区不同种族人群的BMD参考值,并进行分类整理和比较分析。结果 BMD拟合参考曲线显示,各种族女性和男性人群不同骨骼部位的峰值BMD(PBMD),绝大多数发生在20~30岁,日本女性股骨颈达到PBMD的年龄最早(15岁),中国香港男性腰椎达到PBMD的年龄最晚(40岁)。中国人群的PBMD和BMD参考曲线显著低于其他种族,黑人BMD显著高于所有种族。在腰椎、股骨颈和总体髋部,中国女性的PBMD比美国白人女性分别低6.7%、4.9%和6.1%;美国黑人女性股骨颈和总体髋部的PBMD比中国长沙女性分别高13.9%和13.7%,比美国白人女性分别高10.4%和8.8%。墨西哥女性股骨颈的PBMD与北欧女性人群一致。美国黑人男性股骨颈的PBMD与中国香港男性人群的差异最大,为20.9%。结论 不同国家和地区各种族人群之间的BMD参考值绝大多数存在种族或地域差异。

关键词: 骨密度;参考值;种族差异;地域差异

Comparison of bone density reference values by race in various countries and regions WU Xianping, LIAO Eryuan, LIU Zhonghou. Institute of Metabolism and Endocrinology, The Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China

Abstract: Objective To examine the differences in bone mineral density (BMD) reference data for various races. **Methods** Collect for comparison and analysis the BMD reference data in different racial populations from 20 or more countries and regions using studies from journals published in the Science Citation Index (SCI).

Results The BMD reference curve shows that peak BMD (PBMD) for various skeletal sites occurs between age of 20 and 30 for males and females of different races. The earliest PBMD is seen in the femoral neck of Japanese women at 15 years and is latest in the lumbar spine of Chinese Hong Kong men at 40 years. PBMD and BMD reference curves are significantly lower for Chinese than for other races while reference curves for African-Americans are significantly higher than for other races. Lumbar spine, femoral neck and total hip PBMDs were lower 6.7%, 4.9% and 6.1%, respectively, than for Changsha area Chinese women than found in Caucasian-Americans. Femoral neck and total hip PBMDs were higher 13.9% and 13.7%, respectively, in African-Americans than in Changsha area Chinese. African-American femoral neck and total hip PBMD was 10.4% and 8.8% higher than seen in Caucasian women. Femoral neck PBMD did not differ between Mexican and Northern European women. The greatest difference in femoral neck PBMD (20.9%) was between African-Americans and

作者单位: 410011 长沙,中南大学湘雅二医院内分泌科,中南大学代谢内分泌研究所(伍贤平、廖二元);中国老年学学会骨质疏松委员会(刘忠厚)

通讯作者: 伍贤平, Email: wuxp39@sohu.com

Hong Kong area Chinese men. **Conclusions** There are racial and regional differences in BMD reference data from different countries and area populations.

Key words: Bone mineral density; Reference data; Racial difference; Regional difference

许多研究证明,骨量 60%~90% 的变化是由遗传因素决定的,各种生活方式因素、体力活动和营养状况等环境因素,也对骨量产生影响。由于遗传和环境因素不同,导致性别和年龄相匹配的各种人群之间的骨密度(BMD)存在种族/人种或地域差异。如黑人的 BMD 高于白人,白人的 BMD 高于亚洲人,美国/北欧和科威特人的 BMD 高于黎巴嫩和沙特人。同时,BMD 的这种种族或地域差异,也被证实与各种族人群之间的个子(身高和体重)或骨骼大小有关。此研究收集了近年发表在科学引文索引(SCI)收录杂志的 20 多个国家和地区采用 DXA 骨密度仪测量的 BMD 参考值,并对其进行了比较分析。

1 材料和方法

1.1 资料来源

经 PubMed 数据库检索,获得近 10 年来发表在 SCI 收录杂志的 20 多个国家和地区各种族参考人群与年龄相关的 BMD 参考值^[1-30]。不同国家和地区采用 DXA 骨密度仪的种类及型号,调查参考人群的数量、性别、年龄范围和测量骨骼部位的一般资料见表 1。与年龄相关的原始 BMD 数据经分类整理后显示在表 2~29。中国长沙女性和青少年人群部分骨骼部位的 BMD 数据是基于文献^[3,28]资料重新统计增补的。

表 1 不同国家或地区测量不同种族人群 BMD 采用 DXA 骨密度仪的厂商和型号及参考人群的一般资料

国别和地域	厂商和型号	种族	性别	年龄(岁)	例数	测量部位
日本 ^[1]	Hologic QDR 4500A		女性	15~79	4550	腰椎,髌部
	Norland pDXA		女性	15~79	4550	非优势前臂
美国 ^[2]	Lunar DPX	美国白人	女性	20~79	1472	腰椎,髌部
中国长沙 ^[3]	Hologic QDR 4500A		女性	5~96	2702	腰椎,髌部,前臂
美国 ^[4]	Hologic QDR 1000	美国白人	女性	≥20	3251	髌部
	Hologic QDR 1000		男性	≥20	2930	髌部
	Hologic QDR 1000	美国黑人	女性	≥20	2129	髌部
	Hologic QDR 1000		男性	≥20	1892	髌部
	Hologic QDR 1000	墨西哥人	女性	≥20	1827	髌部
	Hologic QDR 1000		男性	≥20	2031	髌部
意大利 ^[5]	Hologic QDR 4500		女性	20~79	1622	腰椎,髌部
希腊 ^[6]	Lunar DPX-L		女性	25~80	4400	腰椎,髌部
奥地利 ^[7]	Hologic QDR, Lunar DPX		女性	21~76	654	腰椎,髌部
	Hologic QDR, Lunar DPX		男性	21~76	435	腰椎,髌部
中国香港 ^[8]	Hologic QDR 2000, 4500		女性	9~94	2415	腰椎,髌部
	Hologic QDR 2000, 4500		男性	9~94	1859	腰椎,髌部
墨西哥 ^[9]	Lunar DPX		女性	20~90	4460	腰椎,髌部
英国 ^[10]	Lunar DPX+		女性	20~89	702	全身,腰椎,髌部
英国 ^[11]	Hologic QDR 1000, 2000		女性	30~79	2068	腰椎,髌部
保加利亚 ^[12]	Hologic QDR 4500A		女性	25~87	2600	腰椎,髌部
美国 ^[13]	Hologic QDR 4500	美国华人	女性	20~90	359	腰椎,髌部
	Hologic QDR 4500	美国白人	女性	20~90	359	腰椎,髌部
沙特 ^[14]	Lunar DPX-IQ		女性	20~79	1065	腰椎,髌部
	Lunar DPX-IQ		男性	20~79	915	腰椎,髌部
瑞典 ^[15]	Hologic QDR 1000		女性	20~80	429	腰椎,髌部
克罗地亚 ^[16]	Lunar DPX		女性	20~79	292	腰椎,髌部
	Lunar DPX		男性	20~79	249	腰椎,髌部
加拿大 ^[17]	Hologic QDR 1000, 2000		女性	20~80	5877	髌部(股骨颈)
	Lunar DPX		男性	20~80	2612	髌部(股骨颈)
西班牙 ^[18]	Hologic QDR 1000		女性	20~80	1305	腰椎,髌部
	Hologic QDR 1000		男性	20~80	1137	腰椎,髌部
黎巴嫩 ^[19]	Lunar DPX-L		女性	20~79	858	腰椎,髌部,桡骨
	Lunar DPX-L		男性	20~79	165	腰椎,髌部,桡骨

续表 1

国别和地域	厂商和型号	种族	性别	年龄(岁)	例数	测量部位
丹麦 ^[20]	Hologic QDR 4500 ; DTX 200		女性	20 ~ 89	398	腰椎 髌部 桡骨
	Hologic QDR 4500 ; DTX 200		男性	20 ~ 89	222	腰椎 髌部 桡骨
科威特 ^[21]	Lunar Expert-XL		女性	20 ~ 79	623	腰椎 髌部
日本 ^[22]	MediTech DTX-200		女性	15 ~ 80	5281	前臂
	MediTech DTX-200		男性	15 ~ 80	1062	前臂
日本 ^[23]	ALOKA DCS-600		女性	15 ~ 83	11252	桡骨
日本 ^[24]	Norland pDXA		女性	9 ~ 18	576	前臂
	Norland pDXA		男性	9 ~ 18	631	前臂
黎巴嫩 ^[25]	Hologic QDR 4500A		女性	10 ~ 17	179	腰椎 髌部 前臂
	Hologic QDR 4500A		男性	10 ~ 17	184	腰椎 髌部 前臂
阿根廷 ^[26]	Norland XR-26 HS		女性	2 ~ 20	433	腰椎 髌部 全身
	Norland XR-26 HS		男性	2 ~ 20	345	腰椎 髌部 全身
墨西哥 ^[27]	Hologic QDR 4500A		女性	9 ~ 24	461	腰椎 髌部
中国长沙 ^[28]	Hologic QDR 4500A		女性	6 ~ 24	789	腰椎 髌部 前臂
	Hologic QDR 4500A		男性	6 ~ 24	497	腰椎 髌部 前臂
中国上海 ^[29]	Hologic QDR 2000		男性	20 ~ 89	1385	腰椎 髌部
中国台湾 ^[30]	Norland XR36		女性	17 ~ 79	1955	腰椎 近端股骨
	Norland XR36		男性	17 ~ 79	1514	腰椎 近端股骨

表 2 不同国家和地区的女性与年龄相关的腰椎 BMI($\text{g}/\text{cm}^2, \bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	n	日本 ^{[1]*}	n	中国长沙 ^{[3]*}	n	希腊 ^{6)△}	n	英国 ^{[11]*}	n	保加利亚 ^{[12]*}
5 ~ 9	—	—	27	0.568 ± 0.078	—	—	—	—	—	—
10 ~ 14	—	—	68	0.788 ± 0.106	—	—	—	—	—	—
15 ~ 19	243	0.973 ± 0.094	110	0.888 ± 0.082	—	—	—	—	—	—
20 ~ 24	260	1.003 ± 0.109	130	0.924 ± 0.099	—	—	—	—	—	—
25 ~ 29	288	1.025 ± 0.100	112	0.941 ± 0.087	17	1.222 ± 0.167	—	—	—	—
30 ~ 34	276	1.038 ± 0.102	152	0.960 ± 0.106	35	1.186 ± 0.110	19	0.986 ± 0.119	—	—
35 ~ 39	283	1.051 ± 0.115	196	0.974 ± 0.108	60	1.163 ± 0.055	39	1.007 ± 0.133	122	0.994 ± 0.095
40 ~ 44	290	1.035 ± 0.114	445	0.946 ± 0.111	155	1.168 ± 0.115	149	0.980 ± 0.115	127	0.970 ± 0.138
45 ~ 49	296	1.022 ± 0.131	387	0.924 ± 0.124	412	1.131 ± 0.117	449	0.989 ± 0.128	361	0.921 ± 0.133
50 ~ 54	237	0.919 ± 0.134	244	0.859 ± 0.124	574	1.056 ± 0.133	563	0.954 ± 0.146	607	0.882 ± 0.151
55 ~ 59	249	0.860 ± 0.129	192	0.766 ± 0.141	812	1.004 ± 0.123	457	0.883 ± 0.150	502	0.839 ± 0.141
60 ~ 64	250	0.806 ± 0.128	239	0.729 ± 0.123	869	0.967 ± 0.131	201	0.836 ± 0.144	402	0.795 ± 0.145
65 ~ 69	247	0.772 ± 0.115	159	0.699 ± 0.114	796	0.940 ± 0.139	116	0.841 ± 0.160	294	0.787 ± 0.141
70 ~ 74	218	0.760 ± 0.133	110	0.712 ± 0.142	325	0.964 ± 0.148	36	0.854 ± 0.189	91	0.758 ± 0.114
75 ~ 79	182	0.713 ± 0.123	74	0.681 ± 0.148	124	0.939 ± 0.181	17	0.768 ± 0.175	41	0.748 ± 0.163
≥80	—	—	57	0.670 ± 0.155	—	—	—	—	—	—

注: * 采用 Hologic QDR 系列骨密度仪, 日本女性为 正位腰椎 L₂ ~ L₄, 其余为 正位腰椎 L₁ ~ L₄; △ 采用 Lunar DPX-L 骨密度仪 测量正位腰椎 L₂ ~ L₄

表 2 (续一)

年龄(岁)	n	意大利 ^{[5]*}	中国香港 ^{[8]*}	n	美国华人 ^{[13]*}	美国白人 ^{[13]*}	n	瑞典 ^{[15]*}
10 ~ 19	—	—	0.63 ± 0.17	—	—	—	—	—
20 ~ 29	203	1.034 ± 0.104	0.93 ± 0.11	79	0.994 ± 0.11	1.019 ± 0.11	27	1.03 ± 0.13
30 ~ 39	154	1.042 ± 0.098	0.99 ± 0.10	80	1.012 ± 0.10	1.047 ± 0.11	39	1.04 ± 0.12
40 ~ 49	215	1.029 ± 0.132	0.99 ± 0.10	79	1.013 ± 0.13	1.024 ± 0.11	150	1.02 ± 0.11
50 ~ 59	498	0.954 ± 0.141	0.94 ± 0.10	42	0.888 ± 0.14	0.967 ± 0.11	105	0.85 ± 0.14
60 ~ 69	359	0.896 ± 0.142	0.83 ± 0.13	41	0.813 ± 0.11	0.892 ± 0.11	73	0.79 ± 0.14
70 ~ 79	174	0.864 ± 0.148	0.76 ± 0.14	28	0.810 ± 0.16	0.815 ± 0.11	35	0.84 ± 0.17
≥80	—	—	0.75 ± 0.14	9	0.790 ± 0.10	0.752 ± 0.11	—	—

注: * 采用 Hologic QDR 系列骨密度仪, 意大利女性测量正位腰椎 L₂ ~ L₄, 其余均测量 L₁ ~ L₄

表 2 (续二)

年龄(岁)	n	英国 ^{[10]*}	n	沙特 ^{[14]*}	n	克罗地亚 ^{[16]*}	n	西班牙 ^{[18]△}	n	黎巴嫩 ^{[19]*}
20~29	91	1.24 ± 0.11	226	1.116 ± 0.12	27	1.176 ± 0.079	235	1.031 ± 0.104	38	1.100 ± 0.13
30~39	118	1.25 ± 0.13	243	1.128 ± 0.11	41	1.189 ± 0.115	232	1.040 ± 0.104	107	1.113 ± 0.12
40~49	106	1.26 ± 0.14	276	1.110 ± 0.15	53	1.150 ± 0.137	231	1.001 ± 0.123	148	1.103 ± 0.13
50~59	108	1.18 ± 0.20	143	0.993 ± 0.17	68	1.079 ± 0.159	232	0.924 ± 0.128	244	1.017 ± 0.13
60~69	104	1.06 ± 0.19	102	0.884 ± 0.15	62	1.006 ± 0.198	210	0.844 ± 0.123	221	0.953 ± 0.13
70~79	105	1.01 ± 0.18	75	0.764 ± 0.09	41	1.028 ± 0.230	165	0.810 ± 0.151	100	0.943 ± 0.15
≥80	70	1.01 ± 0.22	—	—	—	—	—	—	—	—

注:*采用 Lunar DPX 系列骨密度仪 测量正位腰椎 L₂~L₄;△采用 Hologic QDR 1000 骨密度仪测量正位腰椎 L₂~L₄

表 3 不同国家女性与年龄相关的各骨骼部位 BMI(g/cm², $\bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	墨西哥 ^{[9]*}		美国白人 ^{[2]*}		丹麦 ^{[20]△}		科威特 ^{[21]**}		奥地利 ^{[7]△△}		
	n	腰椎	n	腰椎	n	腰椎	n	腰椎	髌部总体	n	腰椎
20~29	208	1.193 ± 0.13	30	1.242 ± 0.14	39	1.05 ± 0.13	36	1.210 ± 0.13	1.022 ± 0.11	—	—
30~39	213	1.184 ± 0.14	97	1.226 ± 0.14	65	1.07 ± 0.11	70	1.238 ± 0.14	1.015 ± 0.12	243	1.076 ± 0.13
40~49	1181	1.135 ± 0.16	255	1.189 ± 0.14	90	1.06 ± 0.14	141	1.200 ± 0.11	0.996 ± 0.14	211	1.058 ± 0.15
50~59	1534	1.046 ± 0.16	416	1.113 ± 0.15	106	0.96 ± 0.14	208	1.098 ± 0.12	0.944 ± 0.15	145	0.999 ± 0.19
60~69	853	0.977 ± 0.16	374	1.020 ± 0.15	61	0.88 ± 0.15	140	1.008 ± 0.12	0.870 ± 0.13	45	0.926 ± 0.17
70~79	384	0.947 ± 0.17	300	0.967 ± 0.16	37	0.83 ± 0.15	28	0.978 ± 0.12	0.806 ± 0.14	10	0.917 ± 0.18
≥80	87	0.927 ± 0.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注:采用* Lunar DPX 和** Lunar Exper-XL 骨密度仪测量正位腰椎 L₂~L₄;△采用 Hologic QDR 4500 骨密度仪测量正位腰椎 L₂~L₄;△△采用 Lunar DPX 及 Hologic QDR 1000 和 4500 骨密度仪测量正位腰椎 L₂~L₄(结果交叉校正),年龄按 <35、36~45、46~55、56~65 和 66~76 岁分组

表 4 日本女性与年龄相关的髌部各区域 BMI(g/cm², $\bar{x} \pm s$)^{[1]*}

年龄(岁)	n	股骨颈	大转子	大转子内区	Ward's 区	髌部总体
15~19	243	0.849 ± 0.099	0.707 ± 0.090	1.035 ± 0.117	0.799 ± 0.127	0.908 ± 0.100
20~24	260	0.828 ± 0.121	0.679 ± 0.101	1.034 ± 0.130	0.780 ± 0.147	0.896 ± 0.115
25~29	287	0.798 ± 0.102	0.661 ± 0.087	1.016 ± 0.116	0.744 ± 0.124	0.877 ± 0.099
30~34	275	0.777 ± 0.095	0.652 ± 0.081	1.007 ± 0.112	0.708 ± 0.125	0.865 ± 0.094
35~39	283	0.803 ± 0.103	0.674 ± 0.085	1.044 ± 0.131	0.718 ± 0.133	0.895 ± 0.108
40~44	289	0.800 ± 0.101	0.673 ± 0.087	1.049 ± 0.127	0.697 ± 0.124	0.897 ± 0.105
45~49	296	0.797 ± 0.112	0.667 ± 0.093	1.048 ± 0.136	0.668 ± 0.135	0.895 ± 0.115
50~54	240	0.742 ± 0.097	0.621 ± 0.093	0.985 ± 0.132	0.579 ± 0.128	0.840 ± 0.110
55~59	262	0.708 ± 0.095	0.587 ± 0.091	0.947 ± 0.132	0.517 ± 0.118	0.804 ± 0.109
60~64	268	0.664 ± 0.086	0.551 ± 0.079	0.902 ± 0.118	0.451 ± 0.095	0.763 ± 0.097
65~69	271	0.637 ± 0.094	0.519 ± 0.089	0.860 ± 0.136	0.405 ± 0.102	0.727 ± 0.111
70~74	244	0.611 ± 0.093	0.500 ± 0.090	0.823 ± 0.133	0.372 ± 0.113	0.697 ± 0.107
75~79	221	0.570 ± 0.081	0.460 ± 0.088	0.755 ± 0.143	0.332 ± 0.093	0.643 ± 0.111

注:*采用 Hologic QDR 4500A 骨密度仪

表5 美国不同种族女性与年龄相关的髋部各区域 BMD (g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)^{31*}

年龄(岁)	n	股骨颈	大转子	转子间	总体髋部
美国白种人					
20~29	409	0.858 ± 0.120	0.708 ± 0.099	1.093 ± 0.142	0.942 ± 0.122
30~39	518	0.825 ± 0.120	0.699 ± 0.101	1.093 ± 0.156	0.931 ± 0.129
40~49	444	0.791 ± 0.125	0.676 ± 0.104	1.071 ± 0.165	0.907 ± 0.135
50~59	450	0.737 ± 0.121	0.637 ± 0.105	1.029 ± 0.172	0.863 ± 0.138
60~69	454	0.681 ± 0.119	0.595 ± 0.108	0.947 ± 0.171	0.797 ± 0.139
70~79	556	0.619 ± 0.110	0.550 ± 0.106	0.861 ± 0.159	0.728 ± 0.128
≥80	420	0.573 ± 0.108	0.509 ± 0.108	0.786 ± 0.169	0.668 ± 0.134
美国黑种人					
20~29	492	0.950 ± 0.133	0.753 ± 0.113	1.201 ± 0.161	1.026 ± 0.134
30~39	538	0.913 ± 0.130	0.733 ± 0.114	1.184 ± 0.171	1.003 ± 0.140
40~49	404	0.915 ± 0.153	0.752 ± 0.127	1.207 ± 0.191	1.020 ± 0.159
50~59	241	0.852 ± 0.158	0.700 ± 0.130	1.141 ± 0.213	0.959 ± 0.173
60~69	255	0.770 ± 0.128	0.646 ± 0.117	1.040 ± 0.190	0.877 ± 0.153
70~79	144	0.722 ± 0.138	0.613 ± 0.117	0.976 ± 0.190	0.825 ± 0.153
≥80	55	0.632 ± 0.115	0.539 ± 0.118	0.831 ± 0.180	0.711 ± 0.145
美国墨西哥人					
20~29	479	0.874 ± 0.111	0.696 ± 0.092	1.112 ± 0.136	0.950 ± 0.113
30~39	428	0.867 ± 0.125	0.703 ± 0.109	1.132 ± 0.171	0.961 ± 0.137
40~49	320	0.848 ± 0.127	0.701 ± 0.100	1.138 ± 0.162	0.960 ± 0.132
50~59	174	0.758 ± 0.116	0.637 ± 0.109	1.046 ± 0.168	0.877 ± 0.138
60~69	283	0.711 ± 0.112	0.601 ± 0.104	0.976 ± 0.157	0.819 ± 0.124
70~79	104	0.646 ± 0.123	0.535 ± 0.112	0.869 ± 0.182	0.732 ± 0.146
≥80	40	0.556 ± 0.106	0.450 ± 0.111	0.720 ± 0.197	0.611 ± 0.150

注:* 采用 Hologic QDR 1000 骨密度仪

表6 中国长沙地区女性与年龄相关的髋部各区域 BMD (g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)^{31*}

年龄(岁)	n	股骨颈	大转子	大转子内区	Ward's 区	髋部总体
5~9	27	0.603 ± 0.068	0.490 ± 0.069	0.635 ± 0.077	0.587 ± 0.111	0.590 ± 0.067
10~14	68	0.712 ± 0.108	0.596 ± 0.086	0.854 ± 0.136	0.674 ± 0.126	0.766 ± 0.114
15~19	110	0.786 ± 0.088	0.634 ± 0.074	0.947 ± 0.118	0.717 ± 0.108	0.830 ± 0.097
20~24	130	0.797 ± 0.097	0.657 ± 0.094	0.994 ± 0.123	0.730 ± 0.124	0.861 ± 0.101
25~29	112	0.781 ± 0.080	0.621 ± 0.068	0.985 ± 0.115	0.699 ± 0.101	0.853 ± 0.091
30~34	152	0.804 ± 0.109	0.639 ± 0.095	1.006 ± 0.132	0.715 ± 0.131	0.865 ± 0.109
35~39	196	0.805 ± 0.105	0.641 ± 0.092	0.999 ± 0.137	0.694 ± 0.144	0.860 ± 0.109
40~44	445	0.791 ± 0.106	0.633 ± 0.088	1.001 ± 0.131	0.656 ± 0.123	0.858 ± 0.108
45~49	387	0.772 ± 0.103	0.616 ± 0.093	0.986 ± 0.129	0.614 ± 0.133	0.844 ± 0.107
50~54	244	0.730 ± 0.105	0.584 ± 0.088	0.941 ± 0.128	0.555 ± 0.128	0.801 ± 0.106
55~59	192	0.680 ± 0.103	0.532 ± 0.093	0.882 ± 0.134	0.483 ± 0.125	0.749 ± 0.110
60~64	239	0.636 ± 0.087	0.498 ± 0.084	0.826 ± 0.128	0.408 ± 0.106	0.703 ± 0.101
65~69	159	0.603 ± 0.090	0.477 ± 0.084	0.779 ± 0.114	0.366 ± 0.095	0.664 ± 0.093
70~74	110	0.591 ± 0.104	0.453 ± 0.099	0.769 ± 0.141	0.347 ± 0.108	0.650 ± 0.114
75~79	74	0.543 ± 0.120	0.403 ± 0.107	0.698 ± 0.160	0.308 ± 0.122	0.589 ± 0.134
≥80	57	0.486 ± 0.119	0.355 ± 0.103	0.619 ± 0.155	0.247 ± 0.111	0.524 ± 0.131

注:* 采用 Hologic QDR 4500A 骨密度仪

表7 不同地区和不同种族的女性与年龄相关的髋部各区域 BMD(g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	n	股骨颈	大转子	转子间	Ward's 区	髋部总体
保加利亚 ^{[12]*}						
20~39	84	0.824 ± 0.118	0.741 ± 0.108	1.133 ± 0.124	0.666 ± 0.125	0.959 ± 0.129
50~54	82	0.683 ± 0.165	0.578 ± 0.160	0.884 ± 0.223	0.486 ± 0.199	0.757 ± 0.190
55~59	106	0.669 ± 0.108	0.567 ± 0.084	0.873 ± 0.138	0.454 ± 0.126	0.751 ± 0.109
60~64	117	0.651 ± 0.081	0.555 ± 0.081	0.881 ± 0.124	0.453 ± 0.117	0.743 ± 0.098
65~69	132	0.652 ± 0.092	0.550 ± 0.089	0.866 ± 0.122	0.437 ± 0.116	0.735 ± 0.097
70~74	123	0.644 ± 0.093	0.550 ± 0.083	0.866 ± 0.131	0.456 ± 0.117	0.732 ± 0.102
≥75	79	0.650 ± 0.107	0.556 ± 0.092	0.858 ± 0.154	0.450 ± 0.123	0.733 ± 0.111
美国华人 ^{[13]△}						
20~29	79	0.797 ± 0.11	0.681 ± 0.09	1.072 ± 0.13	0.749 ± 0.13	0.902 ± 0.11
30~39	80	0.787 ± 0.10	0.661 ± 0.09	1.065 ± 0.12	0.709 ± 0.13	0.897 ± 0.10
40~49	79	0.778 ± 0.11	0.684 ± 0.09	1.086 ± 0.14	0.670 ± 0.13	0.907 ± 0.13
50~59	42	0.705 ± 0.10	0.598 ± 0.10	0.969 ± 0.14	0.561 ± 0.14	0.811 ± 0.12
60~69	41	0.654 ± 0.08	0.562 ± 0.08	0.939 ± 0.11	0.462 ± 0.10	0.781 ± 0.10
70~79	28	0.599 ± 0.10	0.536 ± 0.10	0.928 ± 0.15	0.407 ± 0.12	0.753 ± 0.12
80~89	9	0.597 ± 0.10	0.511 ± 0.11	0.900 ± 0.18	0.404 ± 0.10	0.724 ± 0.14
美国白人 ^{[13]△}						
20~29	—	0.849 ± 0.11	0.703 ± 0.10	1.086 ± 0.16	0.734 ± 0.12	0.942 ± 0.12
30~39	—	0.831 ± 0.11	0.703 ± 0.10	1.100 ± 0.16	0.695 ± 0.12	0.939 ± 0.12
40~49	—	0.803 ± 0.11	0.681 ± 0.10	1.077 ± 0.16	0.634 ± 0.12	0.922 ± 0.12
50~59	—	0.732 ± 0.11	0.635 ± 0.10	1.032 ± 0.16	0.535 ± 0.12	0.886 ± 0.12
60~69	—	0.682 ± 0.11	0.594 ± 0.10	0.952 ± 0.16	0.470 ± 0.12	0.827 ± 0.12
70~79	—	0.618 ± 0.11	0.546 ± 0.10	0.860 ± 0.16	0.403 ± 0.12	0.759 ± 0.12
80~89	—	0.569 ± 0.11	0.504 ± 0.10	0.776 ± 0.16	0.361 ± 0.12	0.691 ± 0.12

注:*采用 Hologic QDR 4500A, △采用 Hologic QDR 4500C

表8 不同地区女性与年龄相关的髋部各区域 BMD(g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	希腊 ^{[6]*}			英国 ^{[11]△}		
	n	股骨颈	大转子	Ward's 区	n	股骨颈
25~29	28	0.931 ± 0.147	0.739 ± 0.159	0.914 ± 0.180	—	—
30~34	32	0.968 ± 0.115	0.773 ± 0.112	0.928 ± 0.152	19	0.801 ± 0.136
35~39	57	0.911 ± 0.085	0.752 ± 0.096	0.860 ± 0.108	39	0.796 ± 0.112
40~44	153	0.922 ± 0.108	0.769 ± 0.109	0.854 ± 0.139	149	0.778 ± 0.108
45~49	423	0.905 ± 0.102	0.762 ± 0.105	0.817 ± 0.128	449	0.777 ± 0.108
50~54	683	0.874 ± 0.099	0.745 ± 0.104	0.771 ± 0.127	563	0.758 ± 0.110
55~59	864	0.832 ± 0.094	0.730 ± 0.106	0.725 ± 0.116	457	0.711 ± 0.117
60~64	896	0.801 ± 0.096	0.709 ± 0.104	0.684 ± 0.117	201	0.656 ± 0.101
65~69	811	0.764 ± 0.091	0.685 ± 0.105	0.635 ± 0.110	116	0.655 ± 0.108
70~74	338	0.743 ± 0.089	0.668 ± 0.103	0.608 ± 0.104	36	0.616 ± 0.108
75~80	116	0.719 ± 0.089	0.650 ± 0.110	0.587 ± 0.105	17	0.554 ± 0.110

注:*采用 Lunar DPX-L 骨密度仪, △采用 Hologic QDR 1000 和 QDR2000

表9 不同地区女性与年龄相关的各骨骼部位 BMD(g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	墨西哥 ^{[9]*}		克罗地亚 ^{[16]*}		加拿大 ^{[17]△}		西班牙 ^{[18]△}		英国 ^{[10]*}	
	n	股骨颈	n	髋部总体	n	股骨颈	n	股骨颈	n	股骨颈 全身
20~29	208	0.991 ± 0.12	27	0.873 ± 0.205	95	0.857 ± 0.125	235	0.840 ± 0.109	91	1.03 ± 0.11 1.18 ± 0.07
30~39	213	0.963 ± 0.13	41	0.881 ± 0.122	339	0.826 ± 0.109	232	0.808 ± 0.097	118	1.03 ± 0.12 1.19 ± 0.08
40~49	1181	0.918 ± 0.13	53	0.836 ± 0.132	682	0.799 ± 0.116	230	0.806 ± 0.115	106	1.00 ± 0.13 1.20 ± 0.08
50~59	1534	0.865 ± 0.13	68	0.810 ± 0.189	1284	0.759 ± 0.119	232	0.740 ± 0.094	108	0.94 ± 0.15 1.17 ± 0.09
60~69	853	0.815 ± 0.13	62	0.752 ± 0.148	1819	0.695 ± 0.110	210	0.694 ± 0.103	104	0.83 ± 0.12 1.08 ± 0.10
70~79	384	0.763 ± 0.12	41	0.724 ± 0.141	1351	0.661 ± 0.114	165	0.626 ± 0.102	105	0.80 ± 0.12 1.04 ± 0.11
≥80	87	0.699 ± 0.14	—	—	307	0.593 ± 0.104	—	—	70	0.73 ± 0.09 1.01 ± 0.10

注:*采用 Lunar DPX 骨密度仪, △采用 Hologic QDR 1000 骨密度仪

表 10 意大利和黎巴嫩女性与年龄相关的不同骨骼部位的 BMD($g/cm^2 \bar{x} \pm s$)

年龄 (岁)	意大利 ^{[5]△}			黎巴嫩 ^{[19]△}					
	n	股骨颈	大转子	髋部总体	n	股骨颈	大转子	Ward's 区	桡骨 1/3 处
20~29	197	0.838 ± 0.110	0.696 ± 0.099	0.915 ± 0.110	38	0.912 ± 0.10	0.730 ± 0.10	0.859 ± 0.13	0.653 ± 0.04
30~39	138	0.824 ± 0.107	0.689 ± 0.094	0.905 ± 0.100	107	0.890 ± 0.11	0.722 ± 0.11	0.807 ± 0.13	0.663 ± 0.05
40~49	184	0.797 ± 0.119	0.678 ± 0.107	0.911 ± 0.135	148	0.892 ± 0.12	0.736 ± 0.12	0.787 ± 0.14	0.666 ± 0.06
50~59	444	0.759 ± 0.112	0.664 ± 0.106	0.890 ± 0.125	244	0.856 ± 0.12	0.733 ± 0.12	0.737 ± 0.15	0.629 ± 0.07
60~69	375	0.689 ± 0.103	0.625 ± 0.098	0.832 ± 0.121	221	0.797 ± 0.11	0.709 ± 0.13	0.665 ± 0.14	0.578 ± 0.08
70~79	284	0.643 ± 0.101	0.565 ± 0.110	0.747 ± 0.133	100	0.744 ± 0.10	0.680 ± 0.11	0.600 ± 0.13	0.528 ± 0.09

注: * 采用 Hologic QDR 4500 骨密度仪, △ 采用 Lunar DPX-L 骨密度仪

表 11 沙特和瑞典女性与年龄相关的髋部各区域 BMD($g/cm^2 \bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	n	股骨颈	大转子	Ward's 区	髋部总体
沙特 ^{[14]△}					
20~29	226	0.963 ± 0.16	0.807 ± 0.16	0.949 ± 0.18	0.992 ± 0.17
30~39	243	0.934 ± 0.10	0.774 ± 0.10	0.846 ± 0.13	0.973 ± 0.11
40~49	276	0.916 ± 0.13	0.784 ± 0.13	0.794 ± 0.17	0.979 ± 0.13
50~59	143	0.829 ± 0.11	0.703 ± 0.096	0.662 ± 0.12	0.893 ± 0.15
60~69	102	0.733 ± 0.12	0.648 ± 0.11	0.548 ± 0.11	0.817 ± 0.12
70~79	75	0.696 ± 0.03	0.598 ± 0.04	0.481 ± 0.04	0.808 ± 0.11
瑞典 ^{[15]△}					
20~29	27	0.81 ± 0.11	0.69 ± 0.10	0.71 ± 0.13	0.91 ± 0.12
30~39	39	0.81 ± 0.08	0.68 ± 0.06	0.68 ± 0.10	0.90 ± 0.08
40~49	150	0.80 ± 0.12	0.69 ± 0.09	0.64 ± 0.12	0.91 ± 0.11
50~59	105	0.69 ± 0.10	0.62 ± 0.10	0.51 ± 0.11	0.82 ± 0.11
60~69	73	0.65 ± 0.12	0.61 ± 0.11	0.45 ± 0.11	0.78 ± 0.13
70~79	35	0.62 ± 0.08	0.61 ± 0.11	0.41 ± 0.11	0.77 ± 0.13

注: * 采用 Lunar DPX-IQ 骨密度仪, △ 采用 Hologic QDR 1000 骨密度仪

表 12 美国白人女性及美欧多中心女性股骨各区域融合 BMD($g/cm^2 \bar{x} \pm s$)^{[2]△}

年龄(岁)	n	股骨颈	n	大转子	n	Ward's 区	n	股骨总体
美国白人								
20~29	20	1.012 ± 0.15	20	0.791 ± 0.11	20	0.961 ± 0.17	20	1.000 ± 0.12
30~39	76	0.986 ± 0.14	76	0.790 ± 0.11	76	0.913 ± 0.14	76	1.003 ± 0.14
40~49	242	0.942 ± 0.11	242	0.774 ± 0.12	242	0.832 ± 0.13	242	0.973 ± 0.12
50~59	399	0.883 ± 0.11	399	0.750 ± 0.11	399	0.760 ± 0.14	399	0.931 ± 0.12
60~69	407	0.815 ± 0.12	407	0.710 ± 0.12	407	0.678 ± 0.14	407	0.870 ± 0.13
70~79	343	0.739 ± 0.10	343	0.651 ± 0.12	343	0.584 ± 0.12	343	0.793 ± 0.12
美国融合值								
20~29	263	1.001	263	0.787	263	0.943	263	1.015
30~39	478	0.984	478	0.780	478	0.901	478	0.998
40~49	785	0.943	785	0.767	785	0.831	785	0.966
50~59	566	0.882	566	0.745	566	0.754	566	0.923
60~69	798	0.801	495	0.703	495	0.668	495	0.860
70~79	838	0.756	371	0.654	371	0.591	371	0.803
北欧人								
20~29	516	0.993	433	0.799	433	0.945	433	1.021
30~39	686	0.963	516	0.784	516	0.879	516	0.991
40~49	1663	0.951	1369	0.800	1369	0.856	1369	0.994
50~59	2362	0.888	2113	0.772	2113	0.775	2113	0.946
60~69	1388	0.820	1237	0.726	1237	0.682	1237	0.882
70~79	824	0.769	738	0.692	738	0.626	738	0.837
美欧融合值								
20~29	779	0.996	696	0.794	696	0.944	696	1.018
30~39	1164	0.972	994	0.782	994	0.889	994	0.994
40~49	2448	0.948	2154	0.788	2154	0.847	2154	0.984
50~59	2928	0.887	2679	0.766	2679	0.771	2679	0.941
60~69	2186	0.813	1732	0.719	1732	0.678	1732	0.875
70~79	1662	0.763	1109	0.679	1109	0.614	1109	0.825

注: * 采用 Lunar DPX-L 骨密度仪

表 13 丹麦和奥地利人群与年龄相关的不同骨骼部位的 BMD(g/cm^2 $\bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	n	腰椎	股骨颈	总体髋部	全身	前臂远端	前臂超远端
丹麦女性 ^{[20]*}							
20~29	39	1.05 ± 0.13	0.86 ± 0.13	0.95 ± 0.12	0.12 ± 0.08	0.47 ± 0.04	0.39 ± 0.05
30~39	65	1.07 ± 0.11	0.83 ± 0.10	0.94 ± 0.10	1.14 ± 0.08	0.47 ± 0.05	0.38 ± 0.06
40~49	90	1.06 ± 0.14	0.82 ± 0.12	0.94 ± 0.13	1.13 ± 0.09	0.48 ± 0.06	0.40 ± 0.07
50~59	106	0.96 ± 0.14	0.74 ± 0.11	0.86 ± 0.13	1.05 ± 0.10	0.45 ± 0.06	0.36 ± 0.06
60~69	61	0.88 ± 0.15	0.69 ± 0.11	0.82 ± 0.12	0.97 ± 0.09	0.40 ± 0.08	0.32 ± 0.06
70~89	37	0.83 ± 0.15	0.61 ± 0.13	0.72 ± 0.16	0.93 ± 0.11	0.33 ± 0.08	0.27 ± 0.08
丹麦男性 ^{[20]*}							
20~29	21	1.12 ± 0.14	0.98 ± 0.15	1.10 ± 0.13	1.26 ± 0.10	0.58 ± 0.06	0.50 ± 0.06
30~39	40	1.11 ± 0.16	0.92 ± 0.15	1.06 ± 0.15	1.24 ± 0.11	0.59 ± 0.06	0.51 ± 0.08
40~49	48	1.04 ± 0.17	0.87 ± 0.13	1.03 ± 0.14	1.20 ± 0.10	0.56 ± 0.06	0.49 ± 0.07
50~59	50	1.01 ± 0.15	0.83 ± 0.13	0.99 ± 0.17	1.19 ± 0.12	0.57 ± 0.07	0.49 ± 0.08
60~69	37	1.03 ± 0.16	0.79 ± 0.12	0.96 ± 0.13	1.16 ± 0.10	0.54 ± 0.07	0.45 ± 0.07
70~89	26	0.99 ± 0.17	0.73 ± 0.09	0.88 ± 0.11	1.10 ± 0.09	0.47 ± 0.07	0.41 ± 0.07
奥地利女性 ^{[7]△}							
					大转子	Ward's 三角	
<35	243	1.076 ± 0.13	0.859 ± 0.13	0.972 ± 0.15	0.693 ± 0.12	0.778 ± 0.16	—
36~45	211	1.058 ± 0.15	0.824 ± 0.13	0.949 ± 0.17	0.692 ± 0.12	0.711 ± 0.17	—
46~55	145	0.999 ± 0.19	0.807 ± 0.14	0.965 ± 0.15	0.685 ± 0.12	0.658 ± 0.17	—
56~65	45	0.926 ± 0.17	0.721 ± 0.14	0.907 ± 0.14	0.633 ± 0.17	0.518 ± 0.16	—
66~76	10	0.917 ± 0.18	0.752 ± 0.12	0.912 ± 0.20	0.642 ± 0.17	0.532 ± 0.14	—
奥地利男性 ^{[7]△}							
<35	77	1.114 ± 0.14	0.949 ± 0.15	1.08 ± 0.15	0.812 ± 0.15	0.82 ± 0.18	—
36~45	113	1.071 ± 0.14	0.904 ± 0.12	1.07 ± 0.15	0.795 ± 0.12	0.72 ± 0.10	—
46~55	164	1.073 ± 0.16	0.872 ± 0.13	1.07 ± 0.17	0.805 ± 0.13	0.60 ± 0.15	—
56~65	71	1.036 ± 0.14	0.823 ± 0.12	1.05 ± 0.13	0.793 ± 0.12	0.56 ± 0.13	—
66~76	10	1.090 ± 0.13	0.864 ± 0.20	1.08 ± 0.18	0.799 ± 0.14	0.608 ± 0.20	—

注:* 测量腰椎、髋部和全身 BMD 采用 Hologic QDR 4500 测量前臂采用 Osteometer DTX 200, △ 采用 Lunar DPX, Hologic 1000 和 4500 结果采用 ESP 交叉校正

表 14 美国不同种族男性与年龄相关的髋部各区域 BMD(g/cm^2 $\bar{x} \pm s$)^{[4]*}

年龄(岁)	n	股骨颈	大转子	转子间	总体髋部
美国白种人					
20~29	382	0.934 ± 0.137	0.778 ± 0.118	1.205 ± 0.172	1.041 ± 0.144
30~39	416	0.887 ± 0.134	0.762 ± 0.112	1.199 ± 0.171	1.024 ± 0.143
40~49	409	0.839 ± 0.124	0.737 ± 0.107	1.162 ± 0.171	0.988 ± 0.139
50~59	393	0.813 ± 0.125	0.740 ± 0.120	1.151 ± 0.172	0.977 ± 0.142
60~69	477	0.788 ± 0.135	0.736 ± 0.129	1.116 ± 0.187	0.955 ± 0.155
70~79	445	0.754 ± 0.131	0.711 ± 0.127	1.064 ± 0.179	0.915 ± 0.150
≥80	408	0.698 ± 0.140	0.670 ± 0.137	0.979 ± 0.190	0.846 ± 0.159
美国黑种人					
20~29	460	1.074 ± 0.168	0.871 ± 0.141	1.359 ± 0.197	1.174 ± 0.169
30~39	450	1.005 ± 0.158	0.823 ± 0.135	1.320 ± 0.195	1.126 ± 0.165
40~49	335	0.935 ± 0.145	0.789 ± 0.126	1.275 ± 0.196	1.079 ± 0.160
50~59	196	0.908 ± 0.169	0.789 ± 0.138	1.242 ± 0.225	1.058 ± 0.183
60~69	255	0.854 ± 0.148	0.763 ± 0.132	1.188 ± 0.201	1.013 ± 0.166
70~79	147	0.815 ± 0.154	0.724 ± 0.143	1.139 ± 0.204	0.970 ± 0.171
≥80	49	0.769 ± 0.189	0.699 ± 0.163	1.070 ± 0.214	0.920 ± 0.192
美国墨西哥人					
20~29	623	0.982 ± 0.137	0.787 ± 0.111	1.217 ± 0.159	1.060 ± 0.135
30~39	429	0.922 ± 0.127	0.756 ± 0.106	1.207 ± 0.157	1.035 ± 0.131
40~49	354	0.870 ± 0.121	0.737 ± 0.100	1.189 ± 0.154	1.011 ± 0.128
50~59	156	0.857 ± 0.130	0.743 ± 0.103	1.185 ± 0.161	1.007 ± 0.131
60~69	298	0.827 ± 0.123	0.730 ± 0.109	1.158 ± 0.176	0.984 ± 0.143
70~79	124	0.798 ± 0.135	0.710 ± 0.111	1.116 ± 0.160	0.947 ± 0.132
≥80	47	0.709 ± 0.119	0.639 ± 0.120	0.996 ± 0.147	0.854 ± 0.127

注:* 采用 Hologic QDR 1000 骨密度仪

表 15 不同地区健康男性腰椎、髌部和桡骨各区域 BMD(g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	n	腰椎	股骨颈	大转子	Ward's 区	髌部总体
中国香港 ^{8]*}						
10~19	—	0.56 ± 0.07	0.65 ± 0.09	0.53 ± 0.08	—	0.69 ± 0.08
20~29	—	0.86 ± 0.15	0.81 ± 0.15	0.68 ± 0.14	—	0.92 ± 0.16
30~39	—	0.99 ± 0.11	0.85 ± 0.13	0.73 ± 0.11	—	1.00 ± 0.14
40~49	—	0.98 ± 0.13	0.81 ± 0.11	0.71 ± 0.10	—	0.98 ± 0.12
50~59	—	0.95 ± 0.12	0.76 ± 0.11	0.68 ± 0.11	—	0.93 ± 0.12
60~69	—	0.94 ± 0.14	0.72 ± 0.12	0.66 ± 0.12	—	0.90 ± 0.14
70~79	—	0.94 ± 0.17	0.69 ± 0.11	0.63 ± 0.11	—	0.85 ± 0.13
≥80	—	0.94 ± 0.18	0.65 ± 0.11	0.59 ± 0.11	—	0.80 ± 0.13
沙特 ^{14]†*}						
20~29	206	1.137 ± 0.09	1.045 ± 0.20	0.879 ± 0.15	1.059 ± 0.20	1.098 ± 0.19
30~39	110	1.116 ± 0.15	1.049 ± 0.15	0.878 ± 0.14	0.931 ± 0.19	1.07 ± 0.16
40~49	221	1.013 ± 0.18	0.983 ± 0.13	0.796 ± 0.12	0.753 ± 0.14	0.98 ± 0.16
50~59	154	0.982 ± 0.13	0.942 ± 0.14	0.811 ± 0.09	0.759 ± 0.13	0.95 ± 0.13
60~69	117	0.972 ± 0.22	0.892 ± 0.13	0.797 ± 0.11	0.691 ± 0.16	0.95 ± 0.13
70~79	107	0.728 ± 0.09	0.908 ± 0.11	0.826 ± 0.09	0.722 ± 0.12	1.03 ± 0.10
黎巴嫩 ^{19]‡}						
20~29	32	1.139 ± 0.13	1.033 ± 0.14	0.871 ± 0.12	0.972 ± 0.15	0.730 ± 0.07
30~39	38	1.098 ± 0.14	0.956 ± 0.13	0.840 ± 0.14	0.870 ± 0.18	0.768 ± 0.08
40~49	23	1.117 ± 0.14	0.913 ± 0.12	0.843 ± 0.15	0.798 ± 0.15	0.757 ± 0.07
50~59	27	1.085 ± 0.18	0.916 ± 0.10	0.881 ± 0.10	0.774 ± 0.12	0.738 ± 0.09
60~69	26	1.056 ± 0.15	0.843 ± 0.13	0.821 ± 0.14	0.705 ± 0.16	0.728 ± 0.06
70~79	19	1.062 ± 0.15	0.798 ± 0.14	0.791 ± 0.13	0.629 ± 0.15	0.702 ± 0.10

注: * 采用 Hologic QDR 2000 和 4500 骨密度仪(例数为 1859, 年龄分布为偏态资料); † 采用 Lunar DPX-IQ 骨密度仪; ‡ 采用 Lunar DPX-L 骨密度仪

表 16 不同地区的男性人群与年龄相关的各骨骼部位 BMD(g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	n	克罗地亚 ^{16]*}		西班牙 ^{18]‡}		加拿大 ^{17]‡}		
		腰椎	髌部总体	n	腰椎	股骨颈	n	股骨颈
20~29	20	1.263 ± 0.050	1.129 ± 0.149	231	1.039 ± 0.120	0.927 ± 0.124	101	0.910 ± 0.125
30~39	32	1.256 ± 0.164	0.974 ± 0.116	223	1.021 ± 0.134	0.869 ± 0.123	264	0.892 ± 0.114
40~49	48	1.195 ± 0.123	0.899 ± 0.161	214	1.010 ± 0.143	0.855 ± 0.115	376	0.832 ± 0.115
50~59	55	1.123 ± 0.191	0.910 ± 0.158	190	0.985 ± 0.136	0.824 ± 0.117	569	0.811 ± 0.114
60~69	56	1.115 ± 0.102	0.879 ± 0.127	164	0.992 ± 0.170	0.794 ± 0.122	674	0.811 ± 0.131
70~79	38	1.119 ± 0.108	0.817 ± 0.174	115	0.937 ± 0.160	0.731 ± 0.118	513	0.773 ± 0.140
≥80	—	—	—	—	—	—	115	0.722 ± 0.129

注: * 采用 Lunar DPX 骨密度仪; † 采用 Hologic QDR 1000 骨密度仪

表 17 日本人群非优势前臂(桡骨+尺骨)各区域 BMD(g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)

年龄(岁)	日本女性								日本男性	
	n	桡骨 1/3 处 ^{11]†}	n	前臂超远端 ^{11]†}	n	前臂 1/3 处 ^{22]‡}	n	桡骨 1/3 处 ^{23]‡}	n	前臂 1/3 处 ^{22]‡}
15~19	243	0.736 ± 0.066	242	0.317 ± 0.042	18	0.447 ± 0.047	393	0.647 ± 0.049	5	0.455 ± 0.057
20~24	260	0.752 ± 0.066	260	0.328 ± 0.045	123	0.462 ± 0.051	2051	0.659 ± 0.052	9	0.554 ± 0.048
25~29	289	0.760 ± 0.062	289	0.338 ± 0.044	325	0.466 ± 0.049	1874	0.667 ± 0.056	19	0.580 ± 0.080
30~34	278	0.758 ± 0.064	277	0.343 ± 0.049	580	0.465 ± 0.048	1846	0.670 ± 0.052	15	0.590 ± 0.052
35~39	283	0.755 ± 0.061	283	0.353 ± 0.046	433	0.473 ± 0.050	1896	0.665 ± 0.056	63	0.582 ± 0.058
40~44	291	0.752 ± 0.067	291	0.359 ± 0.052	515	0.484 ± 0.050	631	0.647 ± 0.054	112	0.580 ± 0.056
45~49	297	0.739 ± 0.077	297	0.355 ± 0.053	668	0.479 ± 0.054	658	0.642 ± 0.060	152	0.571 ± 0.061
50~54	242	0.686 ± 0.076	242	0.313 ± 0.055	598	0.455 ± 0.063	636	0.609 ± 0.065	137	0.565 ± 0.071
55~59	262	0.633 ± 0.090	262	0.280 ± 0.054	750	0.412 ± 0.065	533	0.552 ± 0.069	155	0.552 ± 0.076
60~64	269	0.578 ± 0.084	269	0.248 ± 0.043	779	0.376 ± 0.065	417	0.511 ± 0.076	225	0.522 ± 0.070
65~69	272	0.540 ± 0.094	272	0.230 ± 0.044	427	0.354 ± 0.070	215	0.469 ± 0.074	135	0.501 ± 0.077
70~74	249	0.513 ± 0.091	249	0.220 ± 0.043	50	0.321 ± 0.066	102	0.458 ± 0.070	29	0.484 ± 0.073
75~79	226	0.473 ± 0.091	226	0.202 ± 0.045	13	0.287 ± 0.052	—	—	6	0.408 ± 0.088
80~84	—	—	—	—	2	0.228 ± 0.040	—	—	—	—

注: * 采用 Norland pDXA 骨密度仪; † 采用 MediTech DTX-200 骨密度仪; ‡ 采用 ALOKA DCS-600 骨密度仪

表 18 中国长沙女性与年龄相关的非优势前臂(桡骨+尺骨)各区域 $BMD(g/cm^2, \bar{x} \pm s)^{31}$ *

年龄(岁)	n	前臂超远端	前臂远端中段	前臂远端 1/3 处	前臂远端总体	桡骨远端 1/3 处
5~9	27	0.280 ± 0.025	0.349 ± 0.031	0.442 ± 0.044	0.364 ± 0.030	0.438 ± 0.041
10~14	68	0.320 ± 0.049	0.451 ± 0.063	0.569 ± 0.062	0.442 ± 0.053	0.580 ± 0.068
15~19	110	0.394 ± 0.045	0.532 ± 0.042	0.647 ± 0.042	0.525 ± 0.040	0.636 ± 0.040
20~24	130	0.428 ± 0.041	0.567 ± 0.040	0.686 ± 0.042	0.563 ± 0.040	0.659 ± 0.042
25~29	112	0.430 ± 0.050	0.576 ± 0.041	0.685 ± 0.043	0.563 ± 0.041	0.667 ± 0.043
30~34	152	0.451 ± 0.048	0.588 ± 0.043	0.707 ± 0.047	0.583 ± 0.043	0.671 ± 0.043
35~39	196	0.453 ± 0.051	0.598 ± 0.044	0.712 ± 0.047	0.589 ± 0.043	0.679 ± 0.045
40~44	445	0.450 ± 0.047	0.600 ± 0.040	0.718 ± 0.048	0.589 ± 0.045	0.684 ± 0.045
45~49	387	0.438 ± 0.053	0.592 ± 0.047	0.708 ± 0.047	0.579 ± 0.046	0.677 ± 0.050
50~54	244	0.409 ± 0.055	0.563 ± 0.055	0.677 ± 0.060	0.550 ± 0.054	0.648 ± 0.064
55~59	192	0.360 ± 0.053	0.512 ± 0.060	0.615 ± 0.068	0.495 ± 0.059	0.586 ± 0.068
60~64	239	0.328 ± 0.057	0.475 ± 0.067	0.575 ± 0.073	0.458 ± 0.062	0.547 ± 0.076
65~69	159	0.308 ± 0.056	0.445 ± 0.060	0.511 ± 0.066	0.434 ± 0.058	0.517 ± 0.071
70~74	110	0.282 ± 0.052	0.430 ± 0.063	0.537 ± 0.074	0.413 ± 0.061	0.509 ± 0.073
75~79	74	0.260 ± 0.050	0.399 ± 0.059	0.513 ± 0.068	0.389 ± 0.057	0.479 ± 0.074
≥80	57	0.235 ± 0.053	0.379 ± 0.062	0.493 ± 0.071	0.366 ± 0.058	0.463 ± 0.077

注:* 采用 Hologic QDR 4500A 骨密度仪

表 19 日本青少年与年龄相关的前臂(桡骨+尺骨)远端各区域 $BMD(g/cm^2, \bar{x} \pm s)^{24}$ *

年龄(岁)	女性				男性			
	n	前臂超远端	n	前臂远端 1/3 处	n	前臂超远端	n	前臂远端 1/3 处
9	47	0.225 ± 0.037	66	0.484 ± 0.046	56	0.252 ± 0.032	65	0.482 ± 0.048
10	54	0.239 ± 0.043	66	0.515 ± 0.057	59	0.248 ± 0.046	70	0.520 ± 0.055
11	63	0.253 ± 0.041	67	0.568 ± 0.054	54	0.282 ± 0.037	67	0.552 ± 0.053
12	72	0.275 ± 0.045	81	0.632 ± 0.070	65	0.278 ± 0.039	83	0.589 ± 0.071
13	68	0.298 ± 0.061	78	0.665 ± 0.062	60	0.318 ± 0.051	77	0.657 ± 0.070
14	67	0.310 ± 0.044	70	0.670 ± 0.062	60	0.339 ± 0.056	69	0.706 ± 0.090
15	37	0.310 ± 0.043	38	0.707 ± 0.059	58	0.357 ± 0.051	64	0.754 ± 0.087
16	46	0.301 ± 0.064	50	0.707 ± 0.053	60	0.373 ± 0.069	60	0.792 ± 0.073
17	43	0.303 ± 0.053	47	0.692 ± 0.056	53	0.398 ± 0.063	54	0.847 ± 0.080

注:* 采用 Norland pDXA 骨密度仪

表 20 黎巴嫩青少年与年龄相关的不同骨骼部位 $BMD(g/cm^2, \bar{x} \pm s)^{25}$ *

年龄(岁)	腰椎	股骨颈	大转子	髌部总体	桡骨远端 1/3 处
女性(n = 179)					
10~10.9	0.59 ± 0.07	0.61 ± 0.06	0.51 ± 0.06	0.64 ± 0.07	0.49 ± 0.04
11~11.9	0.63 ± 0.09	0.66 ± 0.09	0.57 ± 0.08	0.72 ± 0.10	0.52 ± 0.03
12~12.9	0.67 ± 0.09	0.71 ± 0.08	0.60 ± 0.08	0.75 ± 0.09	0.55 ± 0.04
13~13.9	0.75 ± 0.12	0.74 ± 0.11	0.64 ± 0.09	0.80 ± 0.12	0.58 ± 0.05
14~14.9	0.83 ± 0.10	0.77 ± 0.10	0.66 ± 0.08	0.84 ± 0.09	0.62 ± 0.03
15~15.9	0.85 ± 0.08	0.79 ± 0.08	0.66 ± 0.07	0.85 ± 0.09	0.63 ± 0.05
16~16.9	0.84 ± 0.08	0.80 ± 0.09	0.66 ± 0.08	0.86 ± 0.09	0.63 ± 0.04
17~17.9	0.91 ± 0.09	0.84 ± 0.11	0.67 ± 0.07	0.88 ± 0.10	0.63 ± 0.03
男性(n = 184)					
10~10.9	0.56 ± 0.04	0.66 ± 0.13	0.57 ± 0.13	0.70 ± 0.13	0.49 ± 0.04
11~11.9	0.58 ± 0.06	0.72 ± 0.09	0.60 ± 0.07	0.74 ± 0.08	0.52 ± 0.04
12~12.9	0.61 ± 0.07	0.73 ± 0.09	0.61 ± 0.08	0.77 ± 0.09	0.54 ± 0.06
13~13.9	0.65 ± 0.08	0.80 ± 0.10	0.69 ± 0.10	0.86 ± 0.12	0.57 ± 0.04
14~14.9	0.75 ± 0.09	0.86 ± 0.11	0.76 ± 0.10	0.95 ± 0.12	0.61 ± 0.06
15~15.9	0.79 ± 0.09	0.87 ± 0.11	0.75 ± 0.11	0.95 ± 0.13	0.64 ± 0.05
16~16.9	0.85 ± 0.13	0.90 ± 0.16	0.80 ± 0.12	1.05 ± 0.16	0.67 ± 0.07
17~17.9	0.91 ± 0.10	0.98 ± 0.06	0.76 ± 0.09	1.01 ± 0.10	0.68 ± 0.06

注:* 采用 Hologic QDR 4500A 骨密度仪

表 21 阿根廷女性儿童和青少年与年龄相关的不同骨骼部位 BMD($g/cm^2 \bar{x} \pm s$)^{261*}

年龄(岁)	n	正位腰椎	n	侧位腰椎	n	股骨颈	大转子	Ward's 区	n	桡骨 1/3 处
2	7	0.38 ± 0.06	7	0.29 ± 0.07	7	0.46 ± 0.02	0.38 ± 0.05	0.55 ± 0.19	5	0.18 ± 0.05
3	13	0.42 ± 0.04	11	0.32 ± 0.08	11	0.50 ± 0.06	0.42 ± 0.11	0.56 ± 0.12	8	0.22 ± 0.10
4	14	0.45 ± 0.09	13	0.36 ± 0.12	13	0.53 ± 0.13	0.46 ± 0.12	0.61 ± 0.21	13	0.20 ± 0.04
5	17	0.52 ± 0.24	17	0.38 ± 0.15	17	0.58 ± 0.20	0.49 ± 0.18	0.66 ± 0.18	14	0.22 ± 0.08
6	22	0.54 ± 0.09	21	0.39 ± 0.11	21	0.62 ± 0.17	0.51 ± 0.13	0.68 ± 0.18	20	0.23 ± 0.06
7	22	0.52 ± 0.10	22	0.39 ± 0.09	22	0.63 ± 0.14	0.53 ± 0.12	0.72 ± 0.19	16	0.21 ± 0.05
8	33	0.55 ± 0.14	33	0.40 ± 0.09	33	0.64 ± 0.16	0.54 ± 0.17	0.70 ± 0.13	27	0.23 ± 0.10
9	41	0.59 ± 0.13	40	0.42 ± 0.11	40	0.65 ± 0.14	0.55 ± 0.16	0.71 ± 0.18	32	0.24 ± 0.04
10	46	0.62 ± 0.22	41	0.46 ± 0.16	41	0.69 ± 0.08	0.57 ± 0.09	0.76 ± 0.13	44	0.25 ± 0.05
11	31	0.65 ± 0.24	29	0.50 ± 0.19	29	0.72 ± 0.17	0.61 ± 0.08	0.78 ± 0.19	31	0.24 ± 0.07
12	34	0.72 ± 0.23	33	0.54 ± 0.18	33	0.77 ± 0.21	0.67 ± 0.08	0.85 ± 0.17	24	0.28 ± 0.11
13	31	0.87 ± 0.28	31	0.63 ± 0.18	31	0.87 ± 0.22	0.73 ± 0.09	0.95 ± 0.13	34	0.31 ± 0.14
14	26	0.98 ± 0.26	26	0.66 ± 0.18	26	0.96 ± 0.25	0.76 ± 0.10	1.03 ± 0.15	20	0.36 ± 0.13
15	27	0.95 ± 0.21	27	0.61 ± 0.18	27	0.93 ± 0.26	0.76 ± 0.12	1.03 ± 0.16	28	0.37 ± 0.13
16	19	1.00 ± 0.24	19	0.67 ± 0.19	19	0.94 ± 0.27	0.76 ± 0.10	1.03 ± 0.19	16	0.39 ± 0.12
17	24	1.01 ± 0.23	24	0.69 ± 0.19	24	0.92 ± 0.23	0.76 ± 0.19	0.99 ± 0.20	24	0.39 ± 0.13
18~20	23	0.97 ± 0.23	23	0.65 ± 0.18	23	0.95 ± 0.33	0.76 ± 0.25	0.98 ± 0.24	24	0.39 ± 0.12

注:* 采用 Norland XR-26 骨密度仪

表 22 阿根廷男性儿童和青少年与年龄相关的不同骨骼部位 BMD($g/cm^2 \bar{x} \pm s$)^{261*}

年龄(岁)	n	正位腰椎	n	侧位腰椎	n	股骨颈	大转子	Ward's 区	n	桡骨 1/3 处
2	9	0.42 ± 0.13	9	0.34 ± 0.09	6	0.52 ± 0.15	0.45 ± 0.08	0.62 ± 0.22	9	0.19 ± 0.04
3	9	0.48 ± 0.07	9	0.37 ± 0.14	10	0.54 ± 0.10	0.48 ± 0.16	0.62 ± 0.08	9	0.21 ± 0.05
4	16	0.47 ± 0.07	16	0.37 ± 0.11	16	0.57 ± 0.08	0.50 ± 0.12	0.68 ± 0.12	16	0.22 ± 0.05
5	16	0.50 ± 0.10	16	0.41 ± 0.08	15	0.65 ± 0.12	0.56 ± 0.14	0.75 ± 0.18	16	0.22 ± 0.03
6	15	0.54 ± 0.09	15	0.42 ± 0.10	17	0.70 ± 0.15	0.57 ± 0.14	0.81 ± 0.17	15	0.23 ± 0.07
7	25	0.56 ± 0.12	24	0.45 ± 0.13	25	0.71 ± 0.15	0.61 ± 0.14	0.80 ± 0.18	25	0.24 ± 0.06
8	24	0.59 ± 0.10	22	0.46 ± 0.11	24	0.73 ± 0.15	0.64 ± 0.17	0.86 ± 0.19	24	0.25 ± 0.10
9	29	0.59 ± 0.12	28	0.47 ± 0.11	26	0.75 ± 0.17	0.62 ± 0.15	0.80 ± 0.18	29	0.26 ± 0.07
10	35	0.61 ± 0.16	33	0.48 ± 0.16	37	0.77 ± 0.16	0.64 ± 0.19	0.82 ± 0.21	35	0.28 ± 0.13
11	23	0.63 ± 0.16	22	0.49 ± 0.14	23	0.78 ± 0.17	0.64 ± 0.16	0.82 ± 0.20	22	0.28 ± 0.07
12	26	0.62 ± 0.23	25	0.50 ± 0.12	24	0.80 ± 0.16	0.67 ± 0.16	0.84 ± 0.21	26	0.26 ± 0.07
13	28	0.71 ± 0.21	26	0.59 ± 0.26	28	0.86 ± 0.22	0.78 ± 0.12	0.93 ± 0.25	28	0.33 ± 0.20
14	21	0.79 ± 0.33	20	0.64 ± 0.29	24	0.90 ± 0.24	0.81 ± 0.24	0.94 ± 0.27	21	0.32 ± 0.15
15	25	0.96 ± 0.24	21	0.83 ± 0.61	22	1.01 ± 0.22	0.90 ± 0.21	1.06 ± 0.28	25	0.36 ± 0.14
16	14	1.01 ± 0.18	13	0.89 ± 0.39	17	1.09 ± 0.27	0.96 ± 0.27	1.15 ± 0.29	14	0.39 ± 0.11
17	13	1.06 ± 0.25	10	0.889 ± 0.39	12	1.15 ± 0.34	0.96 ± 0.25	1.15 ± 0.29	13	0.45 ± 0.15
18~20	17	1.09 ± 0.35	15	0.907 ± 0.36	19	1.16 ± 0.35	0.94 ± 0.31	1.15 ± 0.22	17	0.47 ± 0.11

注:* 采用 Norland XR-26 骨密度仪

表 23 墨西哥和中国长沙青少年人群与年龄相关的各骨骼部位 BMD(g/cm^2 $\bar{x} \pm s$)

年龄 (岁)	墨西哥女性 ^{[27]*}			中国长沙女性 ^{[28]△}			中国长沙男性 ^{[28]△}		
	n	正位腰椎	总体髋部	n	正位腰椎	侧位腰椎	n	正位腰椎	侧位腰椎
6	—	—	—	24	0.539 ± 0.059	0.470 ± 0.074	20	0.496 ± 0.054	0.479 ± 0.071
7	—	—	—	20	0.529 ± 0.072	0.452 ± 0.067	23	0.547 ± 0.057	0.476 ± 0.062
8	—	—	—	28	0.551 ± 0.061	0.469 ± 0.068	30	0.548 ± 0.057	0.501 ± 0.064
9	5	0.609	0.655	16	0.604 ± 0.064	0.516 ± 0.068	31	0.587 ± 0.076	0.530 ± 0.062
10	20	0.682	0.716	26	0.671 ± 0.080	0.600 ± 0.069	30	0.571 ± 0.076	0.544 ± 0.070
11	11	0.747	0.768	21	0.700 ± 0.103	0.626 ± 0.077	31	0.574 ± 0.061	0.568 ± 0.063
12	19	0.803	0.810	26	0.772 ± 0.100	0.661 ± 0.112	29	0.657 ± 0.106	0.614 ± 0.119
13	27	0.849	0.843	53	0.821 ± 0.111	0.686 ± 0.076	39	0.718 ± 0.114	0.678 ± 0.092
14	32	0.885	0.868	43	0.892 ± 0.095	0.726 ± 0.077	41	0.792 ± 0.113	0.723 ± 0.082
15	33	0.914	0.888	59	0.877 ± 0.081	0.700 ± 0.058	23	0.857 ± 0.109	0.763 ± 0.094
16	22	0.936	0.902	36	0.893 ± 0.100	0.721 ± 0.074	43	0.922 ± 0.126	0.795 ± 0.092
17	25	0.953	0.913	30	0.876 ± 0.075	0.714 ± 0.067	23	0.884 ± 0.079	0.773 ± 0.094
18	22	0.965	0.921	52	0.887 ± 0.083	0.713 ± 0.087	16	0.889 ± 0.130	0.779 ± 0.104
19	41	0.974	0.926	62	0.912 ± 0.077	0.720 ± 0.078	22	0.936 ± 0.080	0.805 ± 0.076
20	44	0.981	0.931	51	0.890 ± 0.073	0.722 ± 0.067	17	0.980 ± 0.091	0.841 ± 0.074
21	44	0.986	0.934	67	0.936 ± 0.089	0.745 ± 0.071	24	0.968 ± 0.098	0.846 ± 0.085
22	51	0.990	0.936	69	0.929 ± 0.087	0.751 ± 0.073	25	0.996 ± 0.145	0.843 ± 0.100
23	32	0.992	0.937	56	0.942 ± 0.088	0.764 ± 0.078	24	0.944 ± 0.101	0.806 ± 0.106
24	33	0.995	0.939	50	0.936 ± 0.119	0.767 ± 0.112	12	0.977 ± 0.079	0.800 ± 0.097

注:* 采用 Hologic QDR 4500A 骨密度仪

表 24 中国长沙青少年女性与年龄相关的髋部各区域 BMD(g/cm^2 $\bar{x} \pm s$)^{[28]*}

年龄(岁)	n	股骨颈	大转子	转子间	Ward's 区	髋部总体
6	23	0.568 ± 0.067	0.484 ± 0.061	0.629 ± 0.068	0.588 ± 0.085	0.592 ± 0.060
7	20	0.555 ± 0.076	0.448 ± 0.068	0.607 ± 0.077	0.543 ± 0.099	0.565 ± 0.070
8	28	0.574 ± 0.058	0.464 ± 0.037	0.635 ± 0.065	0.567 ± 0.082	0.589 ± 0.054
9	26	0.599 ± 0.080	0.498 ± 0.069	0.679 ± 0.094	0.549 ± 0.119	0.622 ± 0.083
10	27	0.654 ± 0.086	0.552 ± 0.074	0.754 ± 0.096	0.639 ± 0.097	0.688 ± 0.086
11	26	0.680 ± 0.071	0.566 ± 0.057	0.788 ± 0.076	0.641 ± 0.096	0.712 ± 0.065
12	28	0.717 ± 0.104	0.590 ± 0.080	0.818 ± 0.109	0.651 ± 0.142	0.742 ± 0.095
13	53	0.737 ± 0.105	0.606 ± 0.095	0.877 ± 0.141	0.690 ± 0.140	0.782 ± 0.118
14	43	0.775 ± 0.106	0.645 ± 0.082	0.939 ± 0.131	0.726 ± 0.125	0.835 ± 0.107
15	59	0.754 ± 0.074	0.609 ± 0.067	0.911 ± 0.099	0.688 ± 0.096	0.802 ± 0.081
16	36	0.765 ± 0.101	0.626 ± 0.090	0.944 ± 0.128	0.698 ± 0.148	0.827 ± 0.110
17	31	0.788 ± 0.095	0.632 ± 0.079	0.956 ± 0.109	0.723 ± 0.102	0.838 ± 0.091
18	52	0.777 ± 0.097	0.623 ± 0.073	0.948 ± 0.121	0.692 ± 0.095	0.829 ± 0.096
19	62	0.782 ± 0.087	0.640 ± 0.088	0.979 ± 0.125	0.731 ± 0.136	0.855 ± 0.104
20	50	0.795 ± 0.089	0.628 ± 0.078	0.978 ± 0.113	0.701 ± 0.109	0.846 ± 0.090
21	67	0.770 ± 0.091	0.657 ± 0.085	1.000 ± 0.108	0.735 ± 0.113	0.874 ± 0.092
22	69	0.770 ± 0.091	0.628 ± 0.084	0.984 ± 0.108	0.702 ± 0.109	0.850 ± 0.094
23	56	0.800 ± 0.089	0.658 ± 0.080	1.020 ± 0.116	0.733 ± 0.114	0.877 ± 0.092
24	47	0.778 ± 0.121	0.642 ± 0.111	0.988 ± 0.172	0.714 ± 0.143	0.853 ± 0.113

注:* 采用 Hologic QDR 4500A 骨密度仪

表 25 中国长沙青少年男性与年龄相关的髋部各区域 BMD(g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)^[28]*

年龄(岁)	n	股骨颈	大转子	转子间	Ward's 区	髋部总体
6	20	0.578 ± 0.080	0.491 ± 0.063	0.636 ± 0.075	0.585 ± 0.106	0.600 ± 0.074
7	23	0.611 ± 0.065	0.501 ± 0.076	0.685 ± 0.083	0.602 ± 0.105	0.640 ± 0.072
8	30	0.602 ± 0.064	0.484 ± 0.072	0.670 ± 0.069	0.604 ± 0.085	0.624 ± 0.060
9	31	0.646 ± 0.066	0.531 ± 0.065	0.742 ± 0.077	0.645 ± 0.085	0.680 ± 0.067
10	30	0.650 ± 0.082	0.519 ± 0.088	0.737 ± 0.115	0.612 ± 0.108	0.676 ± 0.095
11	31	0.644 ± 0.057	0.514 ± 0.061	0.742 ± 0.058	0.638 ± 0.069	0.673 ± 0.055
12	29	0.708 ± 0.129	0.583 ± 0.107	0.831 ± 0.146	0.675 ± 0.142	0.750 ± 0.129
13	39	0.748 ± 0.107	0.629 ± 0.095	0.884 ± 0.119	0.693 ± 0.105	0.799 ± 0.105
14	41	0.779 ± 0.120	0.672 ± 0.107	0.939 ± 0.142	0.700 ± 0.129	0.847 ± 0.129
15	23	0.819 ± 0.131	0.671 ± 0.104	0.965 ± 0.162	0.702 ± 0.135	0.863 ± 0.136
16	43	0.866 ± 0.138	0.715 ± 0.127	1.046 ± 0.169	0.743 ± 0.157	0.929 ± 0.146
17	23	0.820 ± 0.151	0.645 ± 0.111	0.998 ± 0.150	0.659 ± 0.156	0.872 ± 0.133
18	16	0.821 ± 0.166	0.666 ± 0.163	0.996 ± 0.205	0.671 ± 0.187	0.881 ± 0.194
19	23	0.877 ± 0.104	0.708 ± 0.100	1.053 ± 0.120	0.722 ± 0.120	0.932 ± 0.107
20	19	0.931 ± 0.090	0.751 ± 0.098	1.126 ± 0.127	0.785 ± 0.112	0.996 ± 0.108
21	28	0.935 ± 0.119	0.756 ± 0.085	1.147 ± 0.121	0.790 ± 0.118	1.003 ± 0.103
22	29	0.955 ± 0.148	0.774 ± 0.135	1.156 ± 0.158	0.804 ± 0.118	1.022 ± 0.143
23	39	0.880 ± 0.118	0.712 ± 0.068	1.112 ± 0.098	0.756 ± 0.128	0.968 ± 0.087
24	21	0.879 ± 0.132	0.720 ± 0.154	1.100 ± 0.174	0.782 ± 0.197	0.964 ± 0.156

注:* 采用 Hologic QDR 4500A 骨密度仪

表 26 中国长沙青少年女性与年龄相关的前臂(桡骨+尺骨)各区域 BMD(g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)^[28]*

年龄(岁)	n	前臂超远端	前臂远端中段	前臂远端 1/3 处	前臂远端总体	桡骨远端 1/3 处
6	23	0.262 ± 0.023	0.339 ± 0.033	0.403 ± 0.030	0.337 ± 0.029	0.418 ± 0.032
7	20	0.266 ± 0.028	0.360 ± 0.029	0.410 ± 0.039	0.357 ± 0.030	0.423 ± 0.036
8	28	0.269 ± 0.021	0.365 ± 0.026	0.427 ± 0.035	0.363 ± 0.023	0.449 ± 0.037
9	26	0.273 ± 0.037	0.379 ± 0.034	0.447 ± 0.044	0.379 ± 0.034	0.468 ± 0.043
10	26	0.286 ± 0.027	0.390 ± 0.042	0.504 ± 0.039	0.387 ± 0.039	0.521 ± 0.040
11	28	0.302 ± 0.032	0.394 ± 0.024	0.517 ± 0.046	0.389 ± 0.018	0.533 ± 0.043
12	26	0.298 ± 0.044	0.412 ± 0.046	0.542 ± 0.060	0.412 ± 0.046	0.546 ± 0.069
13	53	0.323 ± 0.047	0.434 ± 0.053	0.593 ± 0.047	0.431 ± 0.049	0.606 ± 0.051
14	43	0.359 ± 0.049	0.463 ± 0.056	0.616 ± 0.047	0.464 ± 0.054	0.625 ± 0.048
15	59	0.358 ± 0.041	0.507 ± 0.067	0.621 ± 0.042	0.502 ± 0.062	0.624 ± 0.046
16	36	0.376 ± 0.038	0.552 ± 0.071	0.637 ± 0.038	0.547 ± 0.068	0.634 ± 0.040
17	39	0.395 ± 0.039	0.560 ± 0.056	0.650 ± 0.040	0.550 ± 0.052	0.640 ± 0.032
18	52	0.395 ± 0.042	0.580 ± 0.059	0.647 ± 0.038	0.572 ± 0.056	0.636 ± 0.035
19	62	0.412 ± 0.028	0.607 ± 0.040	0.659 ± 0.037	0.599 ± 0.038	0.645 ± 0.041
20	46	0.412 ± 0.033	0.619 ± 0.044	0.669 ± 0.038	0.608 ± 0.043	0.649 ± 0.037
21	63	0.422 ± 0.031	0.619 ± 0.034	0.685 ± 0.038	0.609 ± 0.033	0.672 ± 0.035
22	56	0.413 ± 0.039	0.628 ± 0.051	0.664 ± 0.049	0.617 ± 0.052	0.626 ± 0.048
23	51	0.428 ± 0.037	0.644 ± 0.043	0.679 ± 0.038	0.635 ± 0.041	0.657 ± 0.037
24	49	0.423 ± 0.049	0.635 ± 0.040	0.676 ± 0.049	0.622 ± 0.041	0.662 ± 0.047

注:* 采用 Hologic QDR 4500A 骨密度仪

表 27 中国长沙青少年男性与年龄相关的前臂(桡骨+尺骨)各区域 BMI(g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)^{28]}*

年龄(岁)	n	前臂超远端	前臂远端中段	前臂远端1/3处	前臂远端总体	桡骨远端1/3处
6	20	0.269 ± 0.028	0.339 ± 0.033	0.397 ± 0.035	0.337 ± 0.029	0.418 ± 0.038
7	23	0.276 ± 0.028	0.360 ± 0.029	0.428 ± 0.039	0.357 ± 0.030	0.449 ± 0.042
8	30	0.280 ± 0.016	0.365 ± 0.026	0.442 ± 0.033	0.363 ± 0.023	0.455 ± 0.034
9	31	0.291 ± 0.031	0.379 ± 0.034	0.468 ± 0.048	0.379 ± 0.034	0.481 ± 0.047
10	30	0.293 ± 0.034	0.390 ± 0.042	0.478 ± 0.048	0.387 ± 0.039	0.490 ± 0.048
11	31	0.290 ± 0.028	0.394 ± 0.024	0.482 ± 0.031	0.389 ± 0.018	0.504 ± 0.034
12	29	0.315 ± 0.041	0.412 ± 0.046	0.518 ± 0.055	0.412 ± 0.045	0.534 ± 0.066
13	38	0.319 ± 0.039	0.434 ± 0.053	0.548 ± 0.061	0.431 ± 0.049	0.563 ± 0.066
14	40	0.344 ± 0.046	0.463 ± 0.056	0.600 ± 0.066	0.464 ± 0.054	0.607 ± 0.063
15	23	0.366 ± 0.056	0.507 ± 0.067	0.640 ± 0.066	0.502 ± 0.062	0.644 ± 0.078
16	43	0.403 ± 0.061	0.552 ± 0.071	0.680 ± 0.069	0.547 ± 0.068	0.672 ± 0.072
17	23	0.406 ± 0.064	0.560 ± 0.056	0.687 ± 0.051	0.550 ± 0.052	0.674 ± 0.052
18	16	0.432 ± 0.050	0.580 ± 0.059	0.700 ± 0.059	0.572 ± 0.056	0.688 ± 0.053
19	23	0.460 ± 0.050	0.607 ± 0.040	0.732 ± 0.044	0.599 ± 0.038	0.714 ± 0.045
20	19	0.463 ± 0.042	0.619 ± 0.044	0.732 ± 0.048	0.608 ± 0.043	0.715 ± 0.055
21	28	0.469 ± 0.044	0.619 ± 0.034	0.734 ± 0.040	0.609 ± 0.033	0.713 ± 0.047
22	29	0.475 ± 0.050	0.628 ± 0.051	0.757 ± 0.053	0.617 ± 0.052	0.743 ± 0.055
23	39	0.487 ± 0.042	0.644 ± 0.043	0.777 ± 0.049	0.635 ± 0.041	0.759 ± 0.057
24	21	0.481 ± 0.062	0.635 ± 0.040	0.771 ± 0.046	0.622 ± 0.041	0.759 ± 0.045

注:* 采用 Hologic QDR 4500A 骨密度仪

表 28 中国上海男性与年龄相关的各骨骼区域 BMI(g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)^{29]}*

年龄(岁)	n	腰椎	股骨颈	大转子	转子间	髌部总体
20~24	55	0.960 ± 0.090	0.899 ± 0.098	0.745 ± 0.103	1.139 ± 0.147	0.984 ± 0.115
25~29	47	0.941 ± 0.088	0.866 ± 0.121	0.685 ± 0.106	1.100 ± 0.145	0.948 ± 0.117
30~34	43	0.944 ± 0.116	0.788 ± 0.127	0.664 ± 0.103	1.019 ± 0.153	0.880 ± 0.133
35~39	46	0.957 ± 0.097	0.817 ± 0.113	0.665 ± 0.098	1.064 ± 0.142	0.907 ± 0.121
40~44	45	0.918 ± 0.129	0.794 ± 0.108	0.638 ± 0.103	1.014 ± 0.139	0.871 ± 0.113
45~49	65	0.929 ± 0.127	0.792 ± 0.123	0.658 ± 0.102	1.049 ± 0.154	0.898 ± 0.131
50~54	112	0.938 ± 0.121	0.779 ± 0.108	0.666 ± 0.092	1.062 ± 0.136	0.906 ± 0.112
55~59	150	0.933 ± 0.128	0.765 ± 0.104	0.654 ± 0.089	1.045 ± 0.122	0.892 ± 0.105
60~64	257	0.944 ± 0.145	0.754 ± 0.115	0.647 ± 0.101	1.017 ± 0.139	0.872 ± 0.119
65~69	238	0.958 ± 0.164	0.732 ± 0.110	0.635 ± 0.101	1.001 ± 0.146	0.856 ± 0.122
70~74	204	0.959 ± 0.185	0.729 ± 0.113	0.629 ± 0.107	0.984 ± 0.147	0.844 ± 0.123
75~79	75	0.968 ± 0.196	0.705 ± 0.127	0.590 ± 0.102	0.936 ± 0.151	0.801 ± 0.130
80~84	36	0.963 ± 0.186	0.715 ± 0.112	0.611 ± 0.090	0.949 ± 0.122	0.821 ± 0.100
≥85	12	0.833 ± 0.180	0.599 ± 0.116	0.506 ± 0.124	0.808 ± 0.182	0.690 ± 0.144

注:* 采用 Hologic QDR 2000 骨密度仪测量正位腰椎 L₁~L₄表 29 中国台湾地区人群与年龄相关的各骨骼区域 BMI(g/cm^2 , $\bar{x} \pm s$)^{30]}*

年龄(岁)	女性			男性		
	n	腰椎(L ₂₋₄)	近端股骨	n	腰椎(L ₂₋₄)	近端股骨
17~29	163	1.051 ± 0.118	0.873 ± 0.101	84	1.095 ± 0.137	0.989 ± 0.140
30~39	424	1.078 ± 0.133	0.846 ± 0.115	284	1.057 ± 0.153	0.904 ± 0.138
40~49	566	1.064 ± 0.149	0.828 ± 0.105	506	1.047 ± 0.156	0.869 ± 0.122
50~59	355	0.998 ± 0.170	0.785 ± 0.105	281	1.036 ± 0.166	0.843 ± 0.131
60~69	242	0.867 ± 0.164	0.706 ± 0.099	201	1.029 ± 0.185	0.808 ± 0.121
≥70	205	0.842 ± 0.164	0.664 ± 0.128	158	1.044 ± 0.210	0.770 ± 0.124

注:* 采用 Norland XR36 骨密度仪

1.2 统计学处理

采用 SPSS 13.0 和 Excel 统计软件,分析相对具有可比性的资料(考虑到 DXA 仪的类型、参考人群的性别、年龄范围和数量),以散点分布趋势与拟合曲线一致性较好的回归模型,确定为拟合优度最佳模型,先拟合 BMD 随年龄的变化曲线,将参考曲线 BMD 值最高者确定为峰值(PBMD)。各年龄点 BMD 值进行配对 *t* 检验,比较各种族人群 BMD 参考曲线

的差异。各人群 PBMD 相互配对计算差异百分率。

2 结果

表 30~33 显示采用最佳模型拟合的各种族人群的参考曲线 BMD 和 PBMD,绝大多数人群的 PBMD 大约发生在 20~30 岁,日本女性股骨颈 PBMD 最早,出现在 15 岁(表 30);中国香港男性腰椎 PBMD 最晚,出现在 40 岁(表 32)。

表 30 采用 Hologic QDR 系列骨密度仪测量的不同国家和种族的女性 BMD 随年龄的拟合曲线和峰值 BMD(g/cm^2)

年龄(岁)	日本女性			美国白人女性			中国长沙女性			意大利女性			美国黑人女性	
	PAS	FN	TH	PAS	FN	TH	PAS	FN	TH	PAS	FN	TH	FN	TH
10	0.860	—	—	—	—	—	0.751	0.700	0.728	—	—	—	—	—
15	0.954	0.835*	0.887	—	—	—	0.861	0.754	0.798	—	—	—	—	—
20	1.014	0.827	0.896	1.019	0.856*	0.940	0.932	0.790	0.845	1.032	0.837*	0.913*	0.876*	1.022
25	1.047	0.818	0.900*	1.040	0.845	0.941*	0.970	0.810	0.873	1.050	0.835	0.911	0.875	1.024*
30	1.056*	0.808	0.899	1.047*	0.830	0.936	0.981*	0.814*	0.884*	1.051*	0.828	0.910	0.868	1.020
35	1.044	0.795	0.892	1.041	0.811	0.924	0.968	0.806	0.879	1.040	0.815	0.909	0.853	1.012
40	1.017	0.780	0.879	1.024	0.788	0.906	0.939	0.788	0.861	1.018	0.797	0.907	0.833	0.999
45	0.977	0.762	0.861	0.999	0.763	0.884	0.896	0.761	0.833	0.990	0.776	0.899	0.808	0.981
50	0.929	0.741	0.838	0.967	0.736	0.858	0.847	0.727	0.797	0.958	0.751	0.887	0.778	0.957
55	0.878	0.715	0.810	0.931	0.708	0.829	0.795	0.689	0.755	0.926	0.725	0.866	0.745	0.929
60	0.827	0.685	0.776	0.892	0.679	0.798	0.747	0.648	0.711	0.898	0.697	0.837	0.710	0.896
65	0.780	0.649	0.736	0.853	0.651	0.765	0.707	0.607	0.665	0.875	0.669	0.797	0.673	0.857
70	0.741	0.608	0.692	0.815	0.623	0.732	0.680	0.568	0.620	0.863	0.641	0.745	0.635	0.814
75	0.714	0.560	0.641	0.781	0.596	0.698	0.671	0.532	0.580	0.864	0.614	0.678	0.598	0.766
80	0.704	0.506	0.586	0.752	0.571	0.666	0.686	0.502	0.546	0.880	0.590	0.596	0.561	0.712

注: PAS 正位腰椎, FN 股骨颈, TH 总体髋部; * 峰值 BMD

表 31 采用 Lunar DPX 系列骨密度仪测量的不同国家和种族的女性 BMD 随年龄的拟合曲线和峰值 BMD(g/cm^2)

年龄(岁)	美国白人女性			英国女性		北欧女性		希腊女性		美欧融合		沙特女性		
	PAS	FN	TH	PAS	FN	FN	TH	PAS	FN	FN	TH	PAS	FN	TH
20	1.239	1.014*	1.003*	1.231	1.029	0.993*	1.017*	1.189	0.958*	0.999*	1.016*	1.113	0.969*	0.985
25	1.244*	1.000	1.002	1.266	1.038*	0.983	1.012	1.208*	0.951	0.987	1.011	1.137	0.954	0.999*
30	1.234	0.983	0.998	1.277*	1.034	0.970	1.005	1.205	0.941	0.973	1.002	1.139*	0.936	0.997
35	1.213	0.963	0.988	1.268	1.020	0.955	0.994	1.183	0.927	0.956	0.991	1.124	0.915	0.981
40	1.183	0.940	0.974	1.244	0.996	0.936	0.980	1.149	0.911	0.937	0.976	1.094	0.891	0.956
45	1.147	0.914	0.956	1.208	0.965	0.914	0.963	1.106	0.891	0.914	0.958	1.053	0.864	0.925
50	1.108	0.885	0.932	1.165	0.930	0.890	0.943	1.060	0.868	0.888	0.937	1.001	0.833	0.891
55	1.067	0.853	0.904	1.119	0.892	0.863	0.920	1.015	0.842	0.859	0.913	0.944	0.799	0.858
60	1.028	0.817	0.871	1.076	0.853	0.832	0.894	0.977	0.812	0.827	0.885	0.883	0.763	0.830
65	0.993	0.779	0.834	1.038	0.816	0.799	0.864	0.950	0.779	0.793	0.855	0.822	0.723	0.811
70	0.964	0.737	0.792	1.011	0.783	0.763	0.832	0.939	0.743	0.755	0.821	0.763	0.680	0.803
75	0.945	0.693	0.745	1.000	0.755	0.723	0.797	0.948	0.704	0.715	0.784	0.710	0.633	0.810
80	0.938	0.645	0.693	1.007	0.735	0.681	0.759	0.983	0.662	0.671	0.744	0.665	0.584	0.817

注: PAS 正位腰椎, FN 股骨颈, TH 总体髋部; * 峰值 BMD

表 32 采用 Hologic QDR 系列骨密度仪测量的不同国家和地区男性人群 BMD 随年龄的拟合曲线和峰值 BMD (g/cm^2)

年龄(岁)	丹麦人			中国香港人			中国上海人			西班牙人		加拿大人
	PAS	FN	TH	PAS	FN	TH	PAS	FN	TH	PAS	FN	FN
20	1.116*	0.976*	1.094*	0.842	0.793	0.901	0.955*	0.864*	0.957*	1.043*	0.917*	0.909*
25	1.102	0.950	1.082	0.921	0.826	0.957	0.948	0.849	0.943	1.033	0.902	0.895
30	1.089	0.925	1.067	0.971	0.840*	0.989	0.943	0.834	0.929	1.024	0.887	0.880
35	1.075	0.900	1.051	0.996	0.839	1.001*	0.939	0.820	0.916	1.015	0.871	0.866
40	1.062	0.875	1.033	1.002*	0.826	0.997	0.936	0.805	0.903	1.006	0.855	0.851
45	1.049	0.851	1.014	0.993	0.804	0.979	0.935	0.791	0.890	0.997	0.837	0.837
50	1.036	0.827	0.992	0.975	0.776	0.953	0.936	0.778	0.877	0.988	0.819	0.822
55	1.023	0.804	0.969	0.952	0.745	0.921	0.938	0.764	0.864	0.979	0.800	0.807
60	1.011	0.781	0.944	0.931	0.715	0.887	0.942	0.751	0.851	0.970	0.781	0.793
65	0.998	0.758	0.917	0.915	0.688	0.856	0.948	0.738	0.839	0.962	0.760	0.778
70	0.986	0.736	0.889	0.909	0.668	0.830	0.955	0.725	0.827	0.953	0.739	0.763
75	0.973	0.714	0.858	0.903	0.658	0.814	0.963	0.713	0.809	0.945	0.717	0.748
80	0.961	0.692	0.826	0.896	0.662	0.812	0.973	0.700	0.787	0.936	0.694	0.733

注: PAS 正位腰椎; FN 股骨颈; TH 总体髋部; * 峰值 BMD

表 33 不同国家和地区男性人群 BMD 随年龄的拟合曲线和峰值 BMD (g/cm^2)

年龄(岁)	Hologic QDR 骨密度仪						Lunar DPX 骨密度仪				
	美国白人		美国黑人		美国墨西哥人		沙特人		黎巴嫩人		克罗地亚人
	FN	TH	FN	TH	FN	TH	PAS	FN	PAS	FN	PAS
20	0.928*	1.035*	1.062*	1.169*	0.967*	1.062*	1.126*	1.057*	1.132*	1.021*	1.266*
25	0.908	1.030	1.034	1.149	0.950	1.042	1.120	1.039	1.124	0.997	1.248
30	0.889	1.023	1.006	1.130	0.931	1.029	1.108	1.020	1.116	0.974	1.230
35	0.871	1.015	0.979	1.110	0.913	1.021	1.088	1.003	1.108	0.951	1.212
40	0.852	1.004	0.953	1.091	0.894	1.015	1.063	0.985	1.100	0.929	1.194
45	0.833	0.992	0.928	1.071	0.875	1.011	1.030	0.968	1.092	0.907	1.177
50	0.815	0.978	0.903	1.050	0.855	1.007	0.991	0.951	1.085	0.885	1.160
55	0.797	0.962	0.879	1.030	0.835	0.999	0.945	0.934	1.077	0.865	1.143
60	0.779	0.945	0.856	1.009	0.815	0.987	0.893	0.918	1.070	0.844	1.126
65	0.761	0.925	0.833	0.988	0.794	0.969	0.834	0.902	1.062	0.824	1.110
70	0.743	0.904	0.811	0.967	0.773	0.942	0.768	0.886	1.054	0.805	1.094
75	0.725	0.881	0.789	0.946	0.751	0.905	0.696	0.871	1.047	0.786	1.078
80	0.708	0.856	0.768	0.924	0.729	0.856	0.617	0.856	1.040	0.768	1.062

注: FN 股骨颈; TH 总体髋部; PAS 正位腰椎

表 34 ~ 37 显示不同国家和地区的人群配对, PBMD 之间的差异%和 BMD 参考曲线配对 *t* 检验的 *P* 值。在腰椎、股骨颈和总体髋部,中国女性的 PBMD 比美国白人女性分别低 6.7%、4.9% 和 6.1%。美国黑人女性股骨颈和总体髋部的 PBMD 比

中国长沙女性分别高 13.9% 和 13.7%, 比美国白人女性分别高 10.4% 和 8.8%(表 34); 墨西哥女性股骨颈的 PBMD 与北欧女性人群一致, 两者的差异%为 α (表 35); 美国黑人男性的 PBMD 与中国香港男性人群的差异最大, 为 20.9%(表 36)。

表 34 采用 Hologic QDR 系列骨密度仪测量不同地区和种族女性人群峰值 BMD 的差异(%) 及 BMD 参考曲线配对 *t* 检验的 *P* 值

正位腰椎			股骨颈			总体髋部		
人群配对	差异%*	<i>P</i> 值 ^Δ	人群配对	差异%*	<i>P</i> 值 ^Δ	人群配对	差异%*	<i>P</i> 值 ^Δ
日本-CCS	7.10	0.000	日本-AW	-2.52	0.018	日本-AW	-4.56	0.000
日本-英国	3.50	0.524	日本-AB	-13.2	0.000	日本-AB	-13.8	0.000
日本-意大利	0.47	0.013	日本-AM	-4.91	0.000	日本-AM	-7.22	0.000
日本-CHK	3.79	0.047	日本-CCS	2.52	0.013	日本-CCS	1.78	0.000
日本-美国华人	3.13	0.520	日本-美国华人	3.83	0.403	日本-美国华人	-1.11	0.057
日本-AW	0.85	0.007	日本-英国	3.47	0.181	日本-意大利	-1.44	0.000
日本-西班牙	0.85	0.194	日本-加拿大	-0.24	0.000	AW-AB	-8.82	0.000
CCS-英国	-3.87	0.000	日本-意大利	-0.24	0.001	AW-AM	-2.55	0.101
CCS-意大利	-7.14	0.000	AW-AB	-10.4	0.000	AW-CCS	6.06	0.000
CCS-CHK	-3.57	0.036	AW-AM	-2.34	0.000	AW-美国华人	3.29	0.209
CCS-美国华人	-4.28	0.000	AW-CCS	4.91	0.001	AW-意大利	2.98	0.881
CCS-AW	-6.73	0.000	AW-美国华人	6.19	0.001	AB-AM	5.76	0.000
CCS-西班牙	-6.73	0.000	AB-CCS	13.9	0.000	AB-CCS	13.7	0.000
英国-意大利	-3.14	0.000	AB-美国华人	15.0	0.000	AB-美国华人	11.1	0.000
英国-CHK	0.29	0.060	AB-英国	14.7	0.000	AB-意大利	10.8	0.000
英国-美国华人	-0.39	0.077	AM-CCS	7.08	0.000	AM-CCS	8.39	0.000
英国-AW	-2.75	0.001	AM-美国华人	8.33	0.000	AM-美国华人	5.70	0.140
英国-西班牙	-2.75	0.552	CCS-保加利亚	-1.23	0.842	AM-意大利	5.39	0.086
意大利-CHK	3.33	0.000	CCS-美国华人	1.35	0.431	AM-丹麦	1.45	0.000
意大利-美国华人	2.66	0.000	CCS-英国	0.98	0.021	CCS-美国华人	-2.94	0.001
意大利-AW	0.38	0.130	CCS-西班牙	-2.83	0.000	CCS-意大利	-3.28	0.000
意大利-西班牙	0.38	0.000	CCS-加拿大	-5.28	0.000	CCS-丹麦	-7.58	0.000
CHK-美国华人	-0.69	0.133	CCS-意大利	-2.83	0.000	美国华人-意大利	-0.33	0.530
CHK-AW	-3.05	0.000	CCS-瑞典	-1.35	0.252	美国华人-瑞典	-1.10	0.047
CHK-西班牙	-3.05	0.016	CCS-丹麦	-5.53	0.000	美国华人-丹麦	-4.51	0.346
美国华人-AW	-2.45	0.002	美国华人-英国	-0.37	0.584	意大利-瑞典	-0.77	0.423
美国华人-西班牙	-2.45	0.000	美国华人-加拿大	-6.73	0.000	意大利-丹麦	-4.16	0.537
AW-西班牙	0.00	0.039	美国华人-意大利	-4.23	0.000	瑞典-丹麦	-3.37	0.314

注 :CCS 中国长沙 ;CHK 中国香港 ;AW 美国白人 ;AB 美国黑人 ;AM 美国墨西哥人。* 采用表 30 中的峰值 BMD 计算各种族之间的差异% ,差异(%)=(人群配对的前者-后者)前者×100。Δ*P* 值来自图 1A 和 C 相应的 BMD 参考曲线配对比较的 *t* 检验 ,它显示配对人群之间的 BMD 参考曲线是否存在差异

表 35 采用 Lunar DPX 系列骨密度仪测量不同地区和种族女性人群峰值 BMD 的差异(%)
及 BMD 参考曲线配对 *t* 检验的 *P* 值

正位腰椎			股骨颈			总体髌部		
人群配对	差异%*	<i>P</i> 值 ^Δ	人群配对	差异%*	<i>P</i> 值 ^Δ	人群配对	差异%*	<i>P</i> 值 ^Δ
希腊-英国	-5.71	0.000	希腊-英国	-8.35	0.000	科威特-Croatia	14.2	0.000
希腊-沙特	5.71	0.000	希腊-墨西哥	-3.65	0.001	科威特-沙特	2.44	0.015
希腊-Croatia	0.91	0.073	希腊-黎巴嫩	5.32	0.002	科威特-AW	2.05	0.000
希腊-黎巴嫩	6.79	0.001	希腊-沙特	-1.15	0.001	科威特-AWCC	0.98	0.101
希腊-墨西哥	1.08	0.025	希腊-AW	-5.85	0.018	科威特-北欧人	0.68	0.167
希腊-AW	-2.98	0.000	希腊-AWCC	-4.28	0.001	科威特-AECC	0.78	0.642
希腊-科威特	-3.06	0.000	希腊-北欧人	-3.65	0.000	Croatia-沙特	-13.7	0.000
英国-沙特	10.8	0.000	英国-AECC	-4.28	0.000	Croatia-AW	-14.1	0.000
英国-Croatia	6.27	0.003	英国-AW	2.31	0.000	Croatia-AWCC	-15.4	0.000
英国-黎巴嫩	11.8	0.000	英国-AWCC	3.76	0.000	Croatia-北欧人	-15.7	0.000
英国-墨西哥	6.42	0.000	英国-北欧人	4.34	0.000	Croatia-AECC	-15.6	0.000
英国-AW	2.58	0.000	英国-AECC	3.76	0.000	沙特-AW	-0.40	0.174
英国-科威特	2.51	0.000	墨西哥-黎巴嫩	8.66	0.000	沙特-AWCC	-1.50	0.055
沙特-Croatia	-5.09	0.000	墨西哥-沙特	2.42	0.000	沙特-北欧人	-1.80	0.001
沙特-黎巴嫩	1.14	0.065	墨西哥-AW	-2.12	0.693	沙特-AECC	-1.70	0.004
沙特-墨西哥	-4.92	0.000	墨西哥-AWCC	-0.60	0.016	AW-AWCC	-1.10	0.462
沙特-AW	-9.22	0.000	墨西哥-北欧人	0.00	0.019	AW-北欧人	-1.40	0.001
沙特-科威特	-9.31	0.000	墨西哥-AECC	-0.60	0.121	AW-AECC	-1.30	0.004
Croatia-黎巴嫩	5.93	0.000	黎巴嫩-沙特	-6.84	0.269	AWCC-北欧人	-0.30	0.000
Croatia-墨西哥	0.17	0.022	黎巴嫩-AW	-11.8	0.007	AWCC-AECC	0.20	0.000
Croatia-AW	-3.93	0.473	黎巴嫩-AWCC	-10.1	0.000	北欧人-AECC	0.10	0.000
Croatia-科威特	-4.01	0.320	黎巴嫩-北欧人	-9.48	0.000	—	—	—
黎巴嫩-墨西哥	-6.13	0.005	黎巴嫩-AECC	-10.1	0.000	—	—	—
黎巴嫩-AW	-10.5	0.000	AW-AWCC	1.48	0.301	—	—	—
黎巴嫩-科威特	-10.6	0.000	沙特-AWCC	-3.10	0.000	—	—	—
墨西哥-AW	-4.10	0.000	沙特-北欧人	-2.48	0.000	—	—	—
墨西哥-科威特	-4.18	0.000	沙特-AECC	-3.10	0.000	—	—	—
AW-科威特	-0.08	0.880	AW-北欧人	2.07	0.265	—	—	—

注 :Croatia :克罗地亚 ;AW :美国白种人 ;AWCC :美国白种人融合曲线 ;AECC :美欧人融合曲线。* 采用表 31 中的峰值 BMD 计算各种族之间的差异,差异%的计算方法见表 34 的注释。Δ *P* 值来自图 1B 和 D 相应的 BMD 参考曲线配对比较的 *t* 检验,它显示配对人群之间的 BMD 参考曲线是否存在差异

表 36 采用 Hologic QDR 系列骨密度仪测量的不同国家和地区男性人群峰值 BMD 的配对差异(%)
及 BMD 参考曲线配对 *t* 检验的 *P* 值

正位腰椎			股骨颈			总体髌部		
人群配对	差异%*	<i>P</i> 值 ^Δ	人群配对	差异%*	<i>P</i> 值 ^Δ	人群配对	差异%*	<i>P</i> 值 ^Δ
丹麦-美国白人	4.92	0.033	美国黑人-中国香港	20.9	0.000	丹麦-美国白人	5.39	0.101
丹麦-美国黑人	-8.81	0.000	美国黑人-加拿大	14.4	0.000	丹麦-美国黑人	-6.86	0.000
丹麦-AM	0.92	0.000	美国黑人-西班牙	13.7	0.000	丹麦-AM	2.93	0.430
丹麦-中国香港	13.9	0.000	美国黑人-中国上海	18.6	0.000	丹麦-中国香港	8.50	0.000
丹麦-加拿大	6.87	0.410	AM-中国香港	13.1	0.000	丹麦-中国上海	12.5	0.000
丹麦-西班牙	6.05	0.017	AM-加拿大	6.00	0.000	美国白人-美国黑人	-12.9	0.000
丹麦-中国上海	11.5	0.001	AM-西班牙	5.17	0.000	美国白人-AM	-2.61	0.000
美国白人-美国黑人	-14.4	0.000	AM-中国上海	10.7	0.000	美国白人-中国香港	3.29	0.000
美国白人-AM	-4.20	0.000	中国香港-加拿大	-8.21	0.000	美国白人-中国上海	7.54	0.000
美国白人-中国香港	9.48	0.000	中国香港-西班牙	-9.17	0.000	美国黑人-AM	9.15	0.000
美国白人-加拿大	2.05	0.174	中国香港-中国上海	-2.86	0.024	美国黑人-中国香港	14.4	0.000
美国白人-西班牙	1.19	0.213	加拿大-西班牙	-0.88	0.095	美国黑人-中国上海	18.1	0.000
美国白人-中国上海	6.90	0.000	加拿大-中国上海	4.95	0.000	AM-中国香港	5.74	0.000
美国黑人-AM	8.95	0.000	西班牙-中国上海	5.78	0.000	AM-中国上海	9.89	0.000
—	—	—	# 沙特-黎巴嫩	3.41	0.000	中国香港-中国上海	4.40	0.007

注 :AM :美国黑西哥人。# 两种人群采用 Lunar DPX 骨密度仪。* 采用表 32 中的峰值 BMD 计算各种族之间的差异,差异%的计算方法见表 34 的注释。Δ *P* 值来自图 2 相应的 BMD 参考曲线配对比较的 *t* 检验,它显示配对人群之间的 BMD 参考曲线是否存在差异

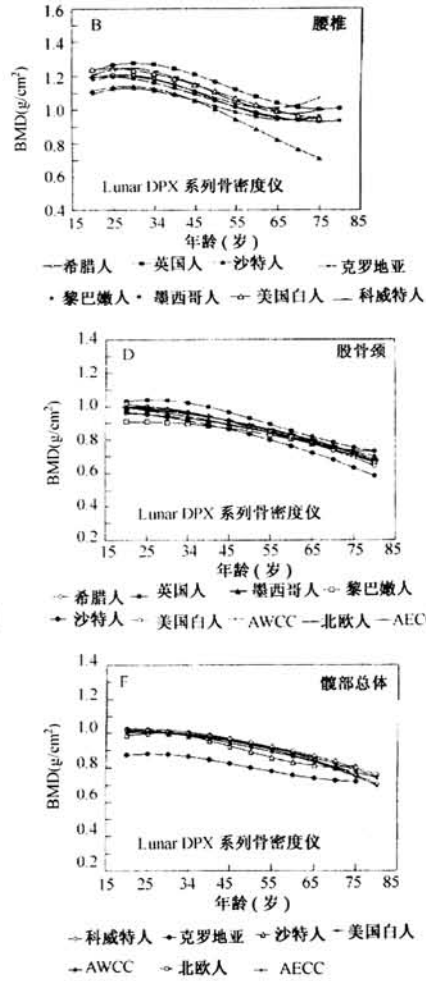
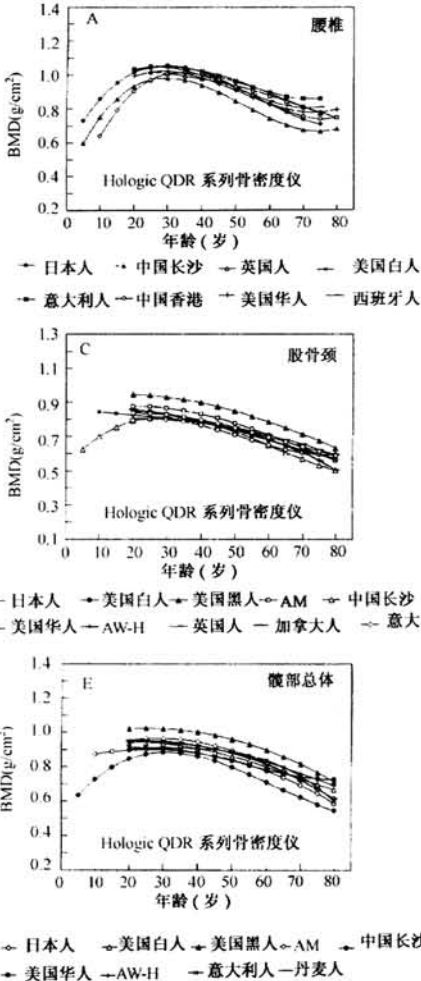
图1显示采用 Hologic(图1A、C和E)和 Lunar(图1B、D和F)两种DXA骨密度仪测量各种族女性人群BMD参考曲线的比较,中国长沙女性腰椎BMD参考曲线显著低于其他种族和人群(图1A, P值见表34),美国黑人女性的股骨颈(图1C)和髋部总体(图1E)BMD参考曲线显著高于其他种族人群;英国女性腰椎(图1B)和股骨颈(图1D)BMD参考曲线比其他女性人群高(P值见表35),克罗地亚女性髋部总体BMD曲线显著低于其他女性人群(图1F)。

图2显示男性人群BMD参考曲线的比较,美国黑人男性股骨颈(图2B)和总体髋部(图2C)BMD曲线显著高于其他男性人群(P值见表36),克罗地亚男性腰椎BMD曲线显著高于沙特和黎巴嫩男性人群(图2D, P值见表37)。

表37 不同国家和地区男性人群腰椎峰值BMD的配对差异(%)及BMD参考曲线配对t检验的P值

人群配对	差异%*	P值 [†]
* 丹麦-中国香港	10.2	0.000
* 丹麦-西班牙	6.54	0.000
* 丹麦-中国上海	14.4	0.000
* 中国香港-西班牙	-4.09	0.006
* 中国香港-中国上海	4.69	0.619
* 西班牙-中国上海	8.44	0.004
△ 沙特-黎巴嫩	-0.53	0.004
△ 沙特-克罗地亚	-12.4	0.000
△ 黎巴嫩-克罗地亚	-11.8	0.000

注: *采用 Hologic QDR 系列骨密度仪; △采用 Lunar DPX 系列骨密度仪。*采用表32和表33中的峰值BMD计算各种族之间的差异,差异%的计算方法见表34的注释; [†]P值来自图2相应的BMD参考曲线配对比较的t检验,它显示配对人群之间的BMD参考曲线是否存在差异



AM: 美国墨西哥人; AW-H: Hologic 骨密度仪数据库中的美国白人; AWCC: 美国白种人融合曲线; AECC: 美欧人融合曲线; 图 A、C 和 E 各曲线相互配对比较显著性检验的 P 值显示在表 34, 图 B、D 和 F 各曲线相互配对比较显著性检验的 P 值显示在表 35

图1 不同国家和地区女性人群腰椎、股骨颈和总体髋部 BMD 参考曲线的比较

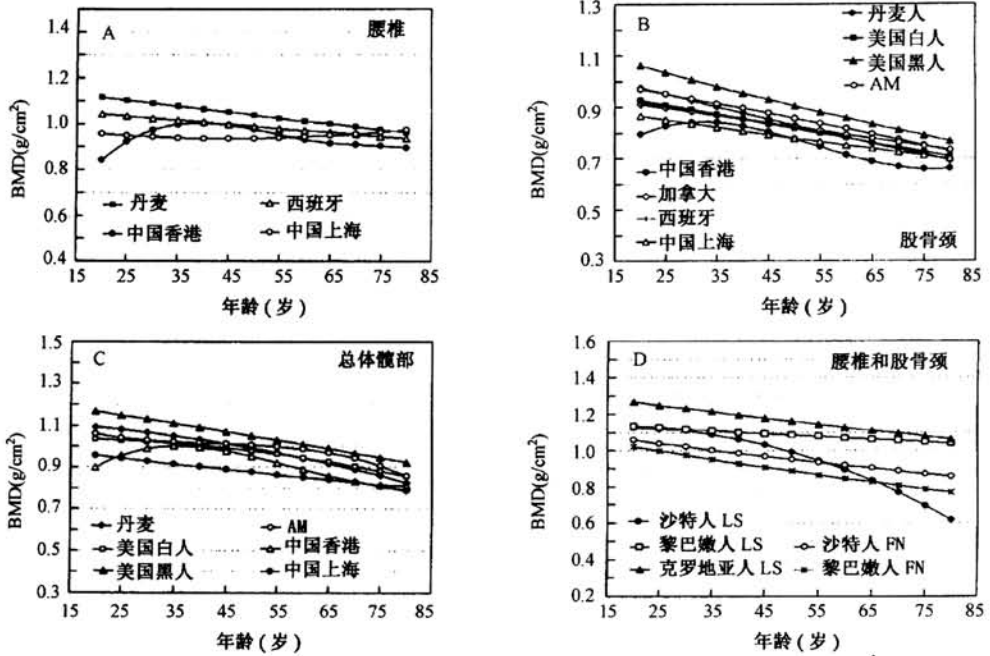


图2 不同国家和地区的男性人群各骨骼部位 BMD 参考曲线的比较

注:图 A、B 和 C 的 BMD 采用 Hologic QDR 系列骨密度仪测量;图 D 的 BMD 采用 Lunar DPX 系列骨密度仪测量;AM:美国墨西哥人;LS:腰椎;FN:股骨颈;图 A、B 和 C 各曲线相互配对显著性检验的 P 值显示在表 36,图 D 显示在表 37

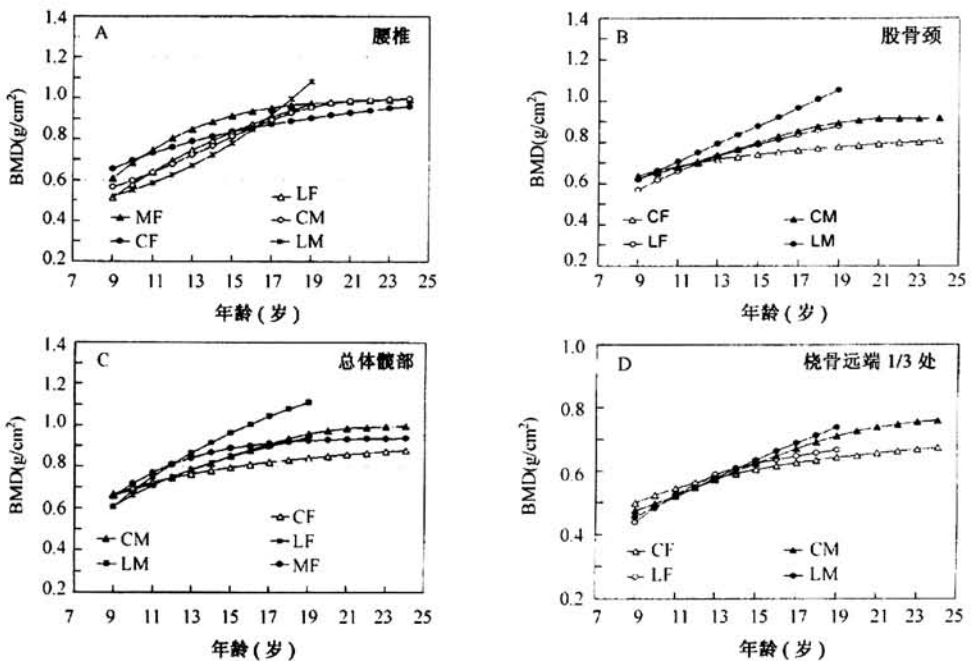


图3 不同国家和地区的青少年人群 BMD 参考曲线的比较

注:BMD 均采用 Hologic QDR 4500A 骨密度仪测量。MF:墨西哥女性;CF:中国长沙女性;LF:黎巴嫩女性;CM:中国长沙男性;LM:黎巴嫩男性。在图 3A:MF 与 CF 和 LF 比较, $P=0.000$ 。在图 3B:CM 与 LM 比较, $P=0.001$; CF 与 LF 比较, $P=0.004$ 。在图 3C:CM 与 LM 比较, $P=0.003$;MF 与 CF 和 LF 比较, $P=0.001$

图3显示青少年参考人群BMD曲线的比较,墨西哥青少年女性腰椎(图3A)和总体髋部(图3C)BMD曲线显著高于中国长沙和黎巴嫩女性,中国长沙青少年男性股骨颈(图3B)和总体髋部(图3C)BMD曲线显著低于黎巴嫩男性人群。

3 讨论

笔者比较系统地收集了SCI收录杂志报告的不同国家和地区的各种族人群与年龄相关的BMD参考值,并采用最佳模型拟合BMD随年龄的变化曲线,从拟合曲线上确定各种族人群不同骨骼部位的PBMD,这是一种相对可靠和适用的方法。因为BMD参考数据库所采用的参考值,也必须是拟合参考曲线的BMD值,而采用年龄横断面计算的BMD平均值,常因抽样误差导致其偏离拟合参考曲线,表现为各年龄组BMD平均值的连接线,成一条凹凸不平的曲线,这样的曲线不能用于建立BMD参考图,也就不能用于评价受试者的骨量和诊断骨质疏松。

该研究在较广的年龄范围内,对20多个国家和地区各种族之间的BMD参考值进行了比较。我们证实,中国女性和男性人群的BMD参考曲线和PBMD总是处在最低水平,黑人处在最高水平,其他种族人群则介于两者之间,中国大陆女性与中国香港、美国华人和日本人群之间也有差异显著性。我们的另一研究证明,中国长沙、上海、南京、沈阳、西安和昆明地区,女性之间的BMD参考曲线没有地域差异^[31],说明中国大陆各地区建立的BMD参考曲线是可以通用的,而仪器厂商提供的所谓亚洲人/东方人种参考数据库不适合中国大陆人群评价骨量和诊断骨质疏松。Kudlacek等^[7]也证实,采用仪器厂商配置的BMD参考数据库比奥地利人自己建立的参考值,对女性和男性的骨质疏松检出率分别高4~9倍和5~15倍。

综上所述,不同国家和地区各种族之间的BMD参考值存在显著的种族差异和(或)地域差异。

【参 考 文 献】

[1] Iki M, Kagamimori S, Kagawa Y, et al. Bone mineral density of the spine, hip and distal forearm in representative samples of the Japanese female population: Japanese Population-Based Osteoporosis (JPOS) study. *Osteoporos Int*, 2001, 12: 529-537.

[2] Mazess RB, Barden H. Bone density of the spine and femur in adult white females. *Calcif Tissue Int*, 1999, 65: 91-99.

[3] Liao EY, Wu XP, Deng XG, et al. Age-related bone mineral density, accumulated bone loss rate and prevalence of osteoporosis at

multiple skeletal sites in Chinese women. *Osteoporos Int*, 2002, 13: 669-676.

- [4] 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.
- [5] Pedrazzoni M, Girasole G, Bertoldo F, et al. Definition of a population-specific DXA reference standard in Italian women: the densitometric Italian normative study (DINS). *Osteoporos Int*, 2003, 14: 978-982.
- [6] Molyvda-Athanasopoulou E, Sioundas A, Hatzioannou K. Dual energy X-ray absorptiometry reference data for Greek population. *Eur J Radiol*, 2000, 36: 36-40.
- [7] Kudlacek S, Schneider B, Peterlik M, et al. Normative data of bone mineral density in an unselected adult Austrian population. *Eur J Clin Invest*, 2003, 33: 332-339.
- [8] Lynn HS, Lau EMC, Au B, et al. Bone mineral density reference norms for Hong Kong Chinese. *Osteoporos Int*, 2005, 16: 1663-1668.
- [9] Deleze M, Cons-Molina F, Villa AR, et al. Geographic differences in bone mineral density of Mexican women. *Osteoporos Int*, 2000, 11: 562-569.
- [10] Petley GW, Cotton AM, Murrills AJ, et al. Reference ranges of bone mineral density for women in southern England: the impact of local data on the diagnosis of osteoporosis. *Br J Radiol*, 1996, 69: 655-660.
- [11] Ahmed AIH, Blake GM, Rymer JM, et al. Screening for osteopenia and osteoporosis: do the accepted normal ranges lead to overdiagnosis. *Osteoporos Int*, 1997, 7: 432-438.
- [12] Boyanov MA. Prevalence of low central bone mineral density in a Bulgarian female referral population: a pilot study. *Rheumatol Int*, 2006, 26: 523-529.
- [13] Walker MD, Babbar R, Opatowsky AR, et al. A referent bone mineral density database for Chinese American women. *Osteoporos Int*, 2006, 17: 878-887.
- [14] Arlawi MSM, Maimany AA, Bahksh TM, et al. Bone mineral density of the spine and femur in healthy Saudis. *Osteoporos Int*, 2005, 16: 43-55.
- [15] Lofman O, Larsson L, Ross I, et al. Bone mineral density in normal Swedish women. *Bone*, 1997, 20: 167-174.
- [16] Cvijetic S, Korsic M. Apparent bone mineral density estimated from DXA in healthy men and women. *Osteoporos Int*, 2004, 15: 295-300.
- [17] Tenenhouse A, Joseph L, Kreiger N, et al. Estimation of the prevalence of low bone density in Canadian women and men using a population-specific DXA reference standard: the Canadian multicentre Osteoporosis study (CaMos). *Osteoporos Int*, 2000, 11: 897-904.
- [18] Diaz Curiel MD, Carrasco de la Pena JL, Honorato Perez J, et al. Study of bone mineral density in lumbar spine and femoral neck in a Spanish population. *Osteoporos Int*, 1997, 7: 59-64.
- [19] Maalouf G, Salem S, Sandid M, et al. Bone mineral density of the Lebanese reference population. *Osteoporos Int*, 2000, 11: 756-764.

- [20] Warming L , Hassager C , Christiansen C . Changes in bone mineral density with age in men and women : a longitudinal study. *Osteoporos Int* , 2002 , 13 :105-112.
- [21] Dougherty G , Al-Marzouk N . Bone density measured by dual-energy X-ray absorptiometry in healthy Kuwaiti women. *Calcif Tissue Int* , 2001 , 68 :225-229.
- [22] Nakamura K , Tanaka Y , Saitou K , et al . Age and sex differences in the bone mineral density of the distal forearm based on health check-up data of 6343 Japanese. *Osteoporos Int* , 2000 , 11 :772-777.
- [23] Kaneko M , Miyake T , Yokoyama E , et al . Standard radial bone mineral density and physical factors in ordinary Japanese women. *J Bone Miner Metab* , 2000 , 18 :31-35.
- [24] Matsukura T , Kagamimori S , Yamagami T , et al . Reference data of forearm bone mineral density in healthy Japanese male and female subjects in the second decade based on calendar age and puberty onset : Japanese Population based Osteoporosis (JPOS) study. *Osteoporos Int* , 2000 , 11 :858-865.
- [25] Arabi A , Nabulsi M , Maalouf J , et al . Bone mineral density by age , gender , pubertal stages , and socioeconomic status in healthy Lebanese children and adolescents. *Bone* , 2004 , 35 :1169-1179.
- [26] Zanchetta JR , Plotkin H , Alvarez Filgueira ML . Bone mass in children : normative values for the 2-20-year-old population. *Bone* , 1995 , 16 :(Suppl 4) 393S-399S.
- [27] 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.
- [28] Wu XP , Yang YH , Zhang H , et al . Gender differences in bone density at different skeletal sites of acquisition with age in Chinese children and adolescents. *J Bone Miner Metab* , 2005 , 23 :253-260.
- [29] Zhang ZL , Qin YJ , Huang QR , et al . Bone mineral density of the spine and femur in healthy Chinese men. *Asian J Androl* , 2006 , 8 :419-427.
- [30] Chan WP , Liu JF , Chi WL . Evaluation of bone mineral density of the lumbar spine and proximal femur in population-based routine health examinations of healthy Asians. *Acta Radiol* , 2004 , 45 :59-64.
- [31] Wu XP , Liao EY , Dai RC , et al . Comparison of spine and femur reference data in native Chinese women from different regions of China. *Osteoporos Int* , 2005 , 16 :1215-1224.

(收稿日期 : 2006-03-09)