

用骨强度概念探索骨密度测量的诊断指标

杨定焯 张倩 杨惠 祁力平

【摘要】 30多年来,医学上一直用骨矿密度(BMD, g/cm^3)诊断骨质疏松,骨质疏松引起骨折,骨折由骨强度减低引起,体重是骨强度的重要决定因素。本文引入体重评价 BMC(g)和 BMD 两个指标。结果,体重与 BMC 的相关明显强于与 BMD 的相关,证明男女之间的 BMC 差由体重引起,男女间相同体重配对的 BMC 没有差异,所以在评价骨的力学强度上体重标准化后 BMC 优于 BMD 指标。

【关键词】 骨质疏松; 骨矿含量; 骨强度

Bone mineral content is a better criterion in evaluation of bone strength for diagnosis of osteoporosis.

YANG Dingzhou, ZHANG Qian, YANG Hui, et al The Fourth Affiliated Hospital, West China University of Medical Sciences, Chengdu 610041, China

【Abstract】 Diagnosis of osteoporosis has been done by measurement of bone mineral density (BMD- g/m^2) for more than 30 years. Osteoporosis can result in fracture, which is certainly related to individual bone strength that depends upon one's body weight. We evaluate two criteria (BMD and BMC) with body weight. This study reveals that bone mineral content (BMC) is more closely correlated with one's body weight than BMD, and finds that the difference in BMC between females and males results from that in body weight while BMC of the same body weights matched for sex have no difference. Therefore, BMC using standardized body weight is a better criterion related to bone strength than BMD in diagnosis of osteoporosis.

【Key words】 Osteoporosis; Bone mineral content; Bone strength

从1963年第一部单光子吸收法骨密度仪(SPA)问世,直到现在广泛应用的双能X线吸收法骨密度仪(DXA),它们都是用BMD(g/cm^2)指标诊断骨质疏松,而不是用BMC(g)。根据Frost等的研究^[1]及国内邱贵兴等人对骨力学强度的研究指出^[2]:骨强度分析可以确定骨骼某一局部在不发生骨折的条件下所能承受的最大外力,在力学分析中最大外力始终与体重成正比,因此力学分析可以将外力的单位定义为“体重的倍数”,以排除体重对骨强度的影响。Greenspan研究提出松质骨的骨矿密度(g/cm^3)可以解释60%~80%的压缩弹性模量和力学强度^[3];本文假设下肢和全身骨的BMC和BMD代表骨的力学强度,分析其与本身体重的关系,以确定更加符合骨力学强度变化的骨质疏松诊断指标。

对象和方法

1. 对象

为避免40岁以上生理老化及多种继发性骨质

疏松的因素对骨矿密度的影响,仅纳入20~40岁的健康青年男女117例为对象,通过问诊排除内分泌疾病、代谢性骨病、明显的实质器官疾病、骨关节疼痛和畸形者。

2. 方法

全部对象都经Lunar公司生产的DPX-IQ双能X线吸收法骨密度仪测量全身骨密度;检查对象取仰卧位,双足并拢,足尖向前,双上肢置躯干旁,仪器主要参数为76 keV、750 μ A、中速扫描,用脊椎铝体模作仪器的BMD和BMC的精确度分别为0.3%和0.5%,骨正圆筒BMD和BMC的准确度分别为5.6%和8.8%。

全身骨密度测量,由仪器自动给出7个部位(头、躯干、脊椎、骨盆、上肢、下肢及全身)的BMC、BMD投影面积3个指标。由于本文研究目的是基于从骨强度考虑问题,骨强度主要受体重的影响,体重大的任何动物的骨强度亦大,骨强度大则骨矿多,反之亦然,所以选择负荷体重最大的下肢及反应整体骨矿量的全身进行研究。本文作者为便于描述,将BMD和BMC统称骨矿量,区别于骨密度(BMD)和骨矿含量(BMC)。

作者单位:610041 成都,华西医科大学附属第四医院(杨定焯);华西医科大学附属第三医院(张倩、杨惠、祁力平)

由于骨矿量可以代表 60% ~ 80% 的骨力学强度,因此分别比较 BMD、BMC 两个指标与体重之间的相关关系;进一步研究男女间体重不同可能形成骨矿量的差异,首先要排除男女间体重差异的影响,分别用体重标准化骨矿量进行研究(骨矿量 ÷ 体重 = 标准化骨矿量),用均值的 *t* 检验。为了直接排

除体重不同对骨矿量的影响,相同体重的 10 对男女进行配对研究(体重 ± 1 kg 以内配对)。

结果和讨论

1. 体重与骨矿量之间的相关分析

男女下肢和全身的 BMC 与体重之间都呈密切

表 1 不同性别的体重与骨矿量间的相关

性别	部位	体重与 BMD 相关				体重与 BMC 相关			
		<i>n</i>	<i>r</i>	a	b	<i>n</i>	<i>r</i>	a	b
女	下肢	63	0.57	0.95	0.003	63	0.846	0.254	0.009
	全身	63	0.326	0.936	0.003	63	0.844	1.013	0.022
男	下肢	54	0.346	1.019	0.003	54	0.651	0.332	0.010
	全身	54	0.393	0.941	0.003	54	0.611	1.445	0.018

相关(*r* 在 0.611 ~ 0.846 之间),而 BMD 与体重之间呈弱相关(3 个 *r* 在 0.326 ~ 0.393 之间,一个 *r* 为 0.57),所以 BMC 指标与体重的相关密切,在代表骨强度方面明显优于 BMD。下面分析不同性别间的 BMC 差异是否由体重的或其他因素差异引起。

2. 男女间体重、肌肉量与骨矿量的比较分析

表 2 男女之间的体重、肌肉量和骨矿量的差异比较

指标	部位	男		女		男女间: 检验 (<i>t</i> 值)
		均值	标准差	均值	标准差	
BMD (g/cm ²)	下肢	1.253	0.103	1.142	0.079	6.508*
	全身	1.176	0.089	1.145	0.077	1.596
BMC (g)	下肢	1040	164	791	151	8.524*
	全身	2976	334	2350	376	6.725*
肌肉量 (g)	下肢	17648	5905	12091	1524	7.376*
	全身	52271	17478	36391	4430	12.12*
体重(kg)		73.82	10.94	60.69	14.62	7.376*

注: * *P* < 0.01, 男 *n* = 54, 女 *n* = 63, 下表同

在男性的下肢和全身体重、BMC 和肌肉量都明显分别大于女性 21.6%、26.6%、46.0% 的情况下,两性间的 BMC 与体重差异幅度基本接近;而男女之间的 BMD 的差异显著较小(下肢为 9.7%、全身无差异),且 BMD 和体重的差异并不同步。男性的 BMC 明显大于女性的原因可能由体重或肌肉量差异引起,肌肉量为体重的一个部分,可能主要是体重的差异引起,因而应消除体重影响后进行男女之间的 BMC 比较。

3. 消除体重对骨矿量影响的方法

(1) 用体重标准化方法消除体重对骨矿量的影响

骨强度由骨的力学负荷决定,其中以体重最为重要,其次为肌肉收缩力和外加负荷,可以用肌肉量代替。已证明 BMC 与体重的密切程度明显优于 BMD,本节进一步研究男女之间的体重、肌肉量和骨矿量差异。

骨矿量 ÷ 体重(kg) = 体重标准化骨矿量。

体重标准化后的全身 BMC 男女间无差异,下肢的 BMC 仅有弱的差异(男为 14.09,女为 13.38),与标准化之前男女性的 BMC 出现非常显的差异(男下肢 1040,女下肢 791)形成鲜明对比;可以说体重标准化后的 BMC 值,男女基本上没有差异,即男女之间 BMC 的明显差异主要由体重引起,当消除体重的影响,则男女之间的 BMC 差异基本消除。而男女之间标准化的 BMD 值则下肢无差异,全身有非常显著差异,倾向不一致,难于作出判断。所以若用体重标准化 BMC 作骨质疏松的诊断指标,则可能男女用一个诊断标准,在诊断骨质疏松上简化了许多。

表3 体重标准化的骨矿量

指标	部位	男		女		显著性检验 (t值)
		体重标准化均值	标准差	体重标准化均值	标准差	
BMD/kg	下肢	0.017	0.002	0.0196	0.003	0.459
	全身	0.016	0.002	0.0195	0.0035	6.182*
BMC/kg	下肢	14.096	1.556	13.386	1.40	2.306
	全身	38.345	5.56	39.755	4.69	0.786

注: * $P < 0.01$

(2) 男女性相同体重配对 BMC 的比较, 再于观察体重对 BMC 的影响, 收集的对子之间体重差跨度

大, 体重为 (72.4 ± 13.98) kg (范围 52 ~ 95 kg)。

表 5 中严格按照相同体重配对, 发现男女之间

表4 10对男女相同体重配对表

男					女				
编号	体重(kg)	身高(m)	BMD		编号	体重(kg)	身高(m)	BMD	
			下肢	全身				下肢	全身
0082	52	1.66	0.922	1.129	0092	52	1.62	1.037	1.027
0071	56	1.72	1.182	1.101	00114	55	1.60	1.098	1.101
0012	61	1.63	1.202	1.132	00105	59	1.58	1.220	1.228
0007	65	1.68	1.213	1.120	A0039	65	1.72	1.210	1.169
35	70	1.60	1.191	1.199	58	70	1.55	1.297	1.273
0010	75	1.70	1.311	1.247	57	75	1.55	1.203	1.170
23	80	1.69	1.095	1.044	17	80	1.61	1.211	1.252
60	84	1.65	1.159	1.133	34	83	1.62	1.311	1.343
51	89	1.72	1.174	1.165	12	90	1.65	1.210	1.163
19	95	1.83	1.281	1.204	52	95	1.59	1.162	1.184

表5 男女间体重相同的10对配对骨矿量比较(n=10)

指标	部位	男		女	
		均值	标准差	均值	标准差
BMD (g/cm ²)	下肢	1.179	0.104	1.196	0.078
	全身	1.150	0.054	1.191	0.085
BMC (g)	下肢	987	141	941	164
	全身	2751	297	2649	396
体重(g)		72.4	13.98	72.4	13.98

各部位的 BMD 和 BMC 全部都无显著性差异; 虽然表 2 中未消除体重影响的男女之间 BMC 有非常显著的差异, 然而在相同体重配对之后, 其间的 BMC 的差异也消除了, 再一次证明男女之间的 BMC 的差异是由于体重差异引起。既然如此, BMC 用作诊断骨质疏松的指标较 BMD 更为有利。但由于男性的投影骨面积较女性大 4.6% (差异无显著性), 由圆筒形体的骨材料力学证明, 面积越大直径越大, 力学强度越高^[4]; 男性的骨面积和 BMC 都大于女性, 按理男性骨强度较女性高, 实际也如此; 但相同体重的男女性配对的 BMD, 女性反过来都略大于男性, 与骨强度的特性相反, 进一步证明 BMD 不如 BMC 优越。

结论: 骨矿量可以代表 60% ~ 80% 骨强度, 骨密度仪测量骨矿量有 BMD 和 BMC 两个指标可用, 骨强度主要由体重决定, 所以研究体重与 BMD、BMC 之间的关系作为选择应用指标的依据, 经 117 例(男 54, 女 63)分析, 发现 BMC 与体重之间呈密切正相关 ($r = 0.611 \sim 0.846$ 之间), 而 BMD 与体重之间仅有较弱相关。经用体重标准化 ($BMC \div$ 体重) 及男女之间相同体重配对消除体重对 BMC 的影响后, 发现男女之间的 BMC 基本上没有差异, 所以 BMC 较 BMD 更能代表骨强度, 可能用 BMC 指标诊断骨质疏松比用 BMD 更有利, 有关 BMC 在骨质疏松诊断实践中应用的其他问题有待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 Frost H. Relationship between muscle strength and bone strength. 1999 International osteoporosis conference, Xi'an, China, March 1999.
- 2 邱贵兴, 林守清, 罗先正, 等. 骨质疏松误诊与漏诊原因分析. 当代医学, 2000, 6(10): 44-49.
- 3 Greenspan S, Mailand L, Myers E, et al. Femoral bone loss progresses with age: a longitudinal study in women over age 65. J Bone Miner Res, 1994, 9: 1959-1965.
- 4 Marcus R, Feldman D, Kelsey J, et al. Osteoporosis. London: Academic Press, 1995. 379-381.