

• 体质成分影像学专题 •

腹部脂肪和肝脏脂肪含量与骨密度相关性的定量 CT 分析

朱传明, 李燕, 杨淑贞, 王坤, 张灿, 郑晓风

【摘要】 目的:探讨定量 CT(QCT)测量不同性别和不同年龄组人群的腹部脂肪、肝脏脂肪含量及骨密度(BMD)之间的相关性。**方法:**选取 1448 例行低剂量胸部 CT 联合 QCT 检查的健康体检者,其中男 532 例,女 916 例,据年龄、性别、骨质疏松程度、脂肪肝程度分组,分别比较腹部脂肪、肝脏脂肪与 BMD 的相关性。**结果:**年龄与 BMD 之间呈显著负相关性($r = -0.642, P < 0.001$)。男脂肪肝患病率较女高($P < 0.001$),肝脏脂肪含量与 BMD 之间呈正相关($r = 0.061, P = 0.020$),与腹部总脂肪(TAT)、内脏脂肪(VAT)、皮下脂肪(SAT)亦呈正相关,其中与 TAT 关系最紧密($r = 0.768, P < 0.001$)。BMD 与女 VAT($r = -0.260, P < 0.001$)、TAT($r = -0.128, P < 0.001$)之间呈负相关,与男 VAT 之间亦存在负相关($r = -0.109, P = 0.012$)。**结论:**BMD 随年龄增加而逐渐减低,而与肝脏脂肪含量之间可能存在一定的正相关。肝脏脂肪含量可能是 BMD 的保护因素,而 VAT 可能是 BMD 的负性影响因素。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 骨密度; 腹内脂肪; 脂肪肝

【中图分类号】 R814.4; R336; R329.55; R575.5 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2022)10-1200-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.10.002

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The study of correlation of abdominal adipose distribution, lipid content of liver and bone mineral density by quantitative CT ZHU Chuan-ming, LI Yan, YANG Shu-zhen, et al. Department of Radiology, Beijing Aerospace General Hospital, Beijing 100076, China

【Abstract】 Objective: To explore the correlation of abdominal adipose distribution, lipid content of liver and bone mineral density (BMD) by quantitative CT (QCT). **Methods:** 1448 healthy individuals who underwent low-dose chest CT and QCT were enrolled, including 532 males and 916 females. They were divided according to age, sex, degree of osteoporosis and fatty liver. The correlation between abdominal adipose distribution, lipid content of liver and BMD was determined respectively. **Results:** There was a negative correlation between age and BMD ($R = -0.642, P < 0.001$). The mean value of liver lipid content in male was significantly higher than that in female ($P < 0.001$). There was a positive correlation between liver lipid content and BMD ($R = 0.061, P = 0.020$), and between liver lipid content and total adipose tissue (TAT), and between liver lipid content and visceral adipose tissue (VAT), and between liver lipid content and subcutaneous adipose tissue (SAT), among which the significant correlation was with TAT ($R = 0.768, P < 0.001$). For females, VAT ($r = -0.260, P < 0.001$) and TAT ($r = -0.128, P < 0.001$) were negatively correlated with BMD; for males, VAT was negatively correlated with BMD ($r = -0.109, P = 0.012$). **Conclusion:** BMD decreased with age. BMD might be positively correlated with lipid content of liver. Lipid content of liver may be a protective factor for BMD, while VAT may be a negative factor.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Bone density; Intra-abdominal fat; Fatty liver

腹部脂肪包括内脏脂肪及皮下脂肪,其与肝脏脂肪含量及骨密度之间的关系较为复杂。研究表明脂肪

组织能增加骨量,对骨质疏松有保护作用^[1],而近年来一些流行病学研究却对此提出异议^[2,3]。本文对低剂量肺 CT 体检的健康人群同时采用定量 CT(QCT)分析软件测量腹部脂肪、肝脏脂肪含量及腰椎的骨密度,探讨不同年龄段男女之间腹部脂肪、肝脏脂肪含量及骨密度的相关性。

作者单位:100076 北京,北京航天总医院影像科
作者简介:朱传明(1974—),男,安徽寿县人,硕士研究生,副主任医师,主要从事影像核医学及内分泌影像学诊断工作。
通讯作者:郑晓风, E-mail: yixzx@163.com
基金项目:中华医学会影像技术分会“低剂量肺 CT 和 QCT 影像”多中心研究项目(js20200303)

材料与方法

1. 研究对象

体检中心 2019 年 10 月至 2021 年 12 月行低剂量肺 CT 联合 QCT 检查的健康人群,1448 例受检者同时测量了腹部脂肪、肝脏脂肪和腰椎骨密度含量。排除标准:未完成全部测量的受检者;患甲状腺功能亢进或减退、恶性肿瘤等消耗性疾病及影响骨代谢的疾病受检者。女 916 人,年龄 27~94 岁,平均年龄 64.31 ± 12.79 ,男 532 人,年龄 20~99 岁,平均年龄 63.03 ± 15.87 。所有患者均签署了知情同意书。根据年龄将男和女各分为 5 组: ≤ 40 岁组,男 44 人,女 18 人;40~50 岁组,男 68 人,女 89 人;50~60 岁组,男 120 人,女 238 人;60~70 岁组,男 118 人,女 244 人; >70 岁组,男 182 人,女 327 人。

2. 方法

扫描方案:采用美国 GE16 排 CT(Bright Speed)及 Mindways 公司的 Model4QCT 骨密度测量系统。参数:电压 120 kV,采用自动毫安秒技术,SFOV 为 500 mm,扫描床高 162.5 cm,层厚 1.25 mm。扫描范围为肺尖至第二腰椎下缘。

骨密度测量方法:通过 Mindways 公司的 QCT 软件测量胸 12、腰 1、腰 2 椎体的骨密度均值,若椎体骨折,则另选相邻椎体替代。ROI 范围及高度尽量保持固定值,避开骨皮质和椎体后部中央静脉沟。腹部脂肪运用“tissue composition”模块测量 L_2 中心层面腹部脂肪,软件自动输出腹部总脂肪(TAT)和腹内脂肪(VAT),两者相减得皮下脂肪(SAT)。肝脏脂肪取右前叶、右后叶以及左叶中心区域选取横截面积为 $290 \sim 310 \text{ mm}^2$,层厚为 9 mm 的感兴趣区(ROI)进行测量,

测量时尽量避开肝内血管和胆管,测量得到 3 个 ROI 的值,据 Mindways 提供的校正后换算公式测得肝脏脂肪百分比,记为 Fat%QCT,最后取 3 个 ROI 测量值的平均值为最终 QCT 测量结果(等同于磁共振测量的脂肪含量)。

3. 诊断标准

采用国际临床骨密度学会(ISCN)和美国放射学院(ACR)骨质疏松 QCT 诊断标准, $>120 \text{ mg/cm}^3$ 骨密度正常, $80 \sim 120 \text{ mg/cm}^3$ 为低骨量, $<80 \text{ mg/cm}^3$ 为骨质疏松(OP)。

据 Mindways 提供的校正后换算公式测得肝脏脂肪百分比(Fat%QCT),分为轻度脂肪肝(肝脏脂肪含量为 5%~10%),中度脂肪肝(肝脏脂肪含量为 10%~25%)、重度脂肪肝(肝脏脂肪含量 $>25\%$)^[4-6]。

4. 统计学方法

使用 IBM SPSS23.0 软件进行数据统计分析,计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。多组间比较用单因素方差分析。计量资料双变量相关性分析采用 Pearson 相关分析。采用多元回归分析年龄、TAT、VAT、SAT、肝脏脂肪含量与 BMD 的相关性。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

1. 年龄与 BMD、腹部脂肪、肝脏脂肪含量的影响

年龄与骨密度含量之间呈显著负相关, $r = -0.642, P < 0.001$;女 VAT 与年龄之间正相关($r = 0.308, P < 0.001$),关系程度一般;70 岁以上组 SAT 明显较其他年龄组低, $P < 0.001$;60 岁以上组 TAT、VAT 较 60 岁以下组高, $P < 0.05$ (图 1、表 1)。

BMD 与腹部脂肪含量之间关系较为复杂,其中

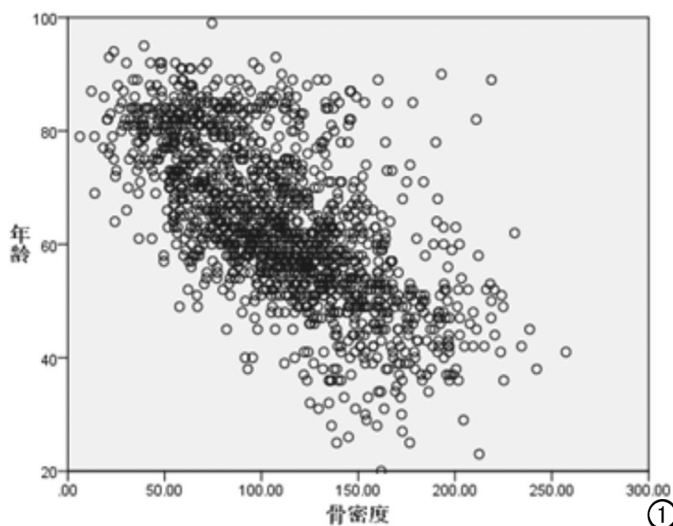


图 1 年龄与 BMD 之间分布散点图,二者之间存在线性负相关。

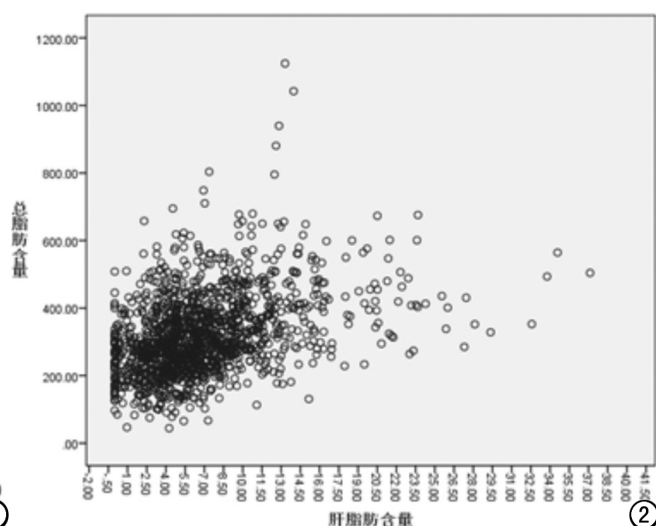


图 2 肝脂肪含量与 TAT 分布散点图,二者之间呈线性正相关。

BMD 与女 VAT($r=-0.260, P<0.001$)、TAT($r=-0.128, P<0.001$)以及男 VAT($r=-0.109, P=0.012$)之间亦存在一定的负相关。男 SAT 与 BMD 之间存在较弱的正相关($r=0.118, P=0.006$),而男 TAT、女性 SAT 与 BMD 之间无明显相关性($P>0.05$)。对 BMD 与腹部脂肪 TAT、SAT 和 VAT 之间进行多元逐步回归分析,以 BMD 为因变量,年龄、TAT、SAT、VAT 及肝脏脂肪为自变量,结果显示年龄是 BMD 的独立影响因素($P<0.001$),校正年龄因

素后, VAT 是 BMD 的独立负性影响因素($\beta=-0.003, P=0.044$)。

2. 肝脏脂肪含量与 BMD 及腹部脂肪含量之间的关系

1448 例受检者中脂肪肝的患病率 59.3%(859/1448),其中男(69.5)较女(53.4)高。男肝脏脂肪含量均值较女显著高($P<0.001$)。肝脏脂肪含量与 BMD 之间呈正相关($r=0.061, P=0.020$),与 TAT、VAT、SAT 亦呈正相关,其中与 TAT 相关性最紧密($r=$

表 1 不同年龄组男和女 TAT、VAT、SAT 及肝脏脂肪含量均值

年龄组	女		男	
	例数	均值	例数	均值
TAT(cm ²)				
40 以下	18	264.96±162.15	44	366.45±114.46
40~49	89	276.65±125.96	68	335.29±118.00
50~59	238	290.15±109.28	120	326.15±94.83
60~69	244	319.06±123.18	118	361.70±110.24
70 以上	327	319.90±114.42	182	342.10±127.92
VAT(cm ²)				
40 以下	18	102.52±70.71	44	209.44±73.15
40~49	89	122.22±54.89	68	205.54±77.82
50~59	238	134.30±53.10	120	212.91±69.53
60~69	244	160.68±65.49	118	236.96±82.25
70 以上	327	179.80±71.41	182	227.30±97.20
SAT(cm ²)				
40 以下	18	162.43±99.94	44	157.01±63.40
40~49	89	154.46±85.25	68	129.74±50.41
50~59	238	155.87±70.52	120	113.24±42.34
60~69	244	158.38±71.60	118	124.74±50.14
70 以上	327	140.09±58.39	182	114.80±43.80
肝脂肪含量				
40 以下	18	7.34±8.16	44	10.05±6.89
40~49	89	6.68±7.61	68	8.19±5.21
50~59	238	6.84±6.04	120	7.82±4.06
60~69	244	6.43±4.32	118	8.05±4.48
70 以上	327	6.09±4.10	182	6.42±3.51

表 2 不同程度脂肪肝组别之间 TAT、VAT、SAT 与 BMD 均值

脂肪肝分组	女		男	
	例数	均值	例数	均值
TAT(cm ²)				
正常	427	271.41±100.71	162	299.30±100.03
轻度	334	310.34±100.33	246	339.54±110.89
中度	146	396.14±152.16	121	411.62±113.16
重度	9	391.98±111.81	3	396.40±42.08
VAT(cm ²)				
正常	427	132.68±60.12	162	188.71±73.23
轻度	334	163.11±62.67	246	220.82±82.76
中度	146	202.75±67.90	121	268.24±81.50
重度	9	126.40±33.33	3	240.92±29.90
SAT(cm ²)				
正常	427	138.73±57.35	162	110.59±40.10
轻度	334	147.22±56.82	246	118.72±45.60
中度	146	193.39±104.10	121	143.37±59.39
重度	9	174.62±53.27	3	155.48±28.66
骨密度(mg/cm ³)				
正常	427	108.72±49.06	162	112.65±38.88
轻度	334	98.47±42.57	246	113.40±37.90
中度	146	111.11±41.78	121	122.37±40.82
重度	9	126.40±33.33	3	149.83±26.96

0.768, $P < 0.001$, 图 2、表 2)。

讨 论

QCT 可以利用胸、腹部常规 CT 检查的同时测定骨密度、腹部脂肪和肝脏脂肪含量,与常规影像学检查相比具有独有的优势^[7,8]。程晓光等^[9]研究认为 L1/2~L3/4 区域脂肪含量能够较好地反映全腹脂肪含量,其中 L2/L3 是评估全腹脂肪含量的最佳层面。本研究重点分析了腹部脂肪、肝脏脂肪与腰椎骨密度之间的相互关系,并且纳入了性别和年龄等因素的影响。

BMD 约在人类 20~40 岁时达峰值,其后随年龄增长而逐渐减低,女性绝经期后雌激素水平下降,会导致 BMD 急剧减低,国内外对此有过较多研究,本文的研究结果与既往的研究结论也是一致的,两者之间呈显著负相关($r = -0.642$, $P < 0.001$)^[10-12]。而年龄与腹部脂肪之间的关系,本次研究结果发现女性 VAT 随年龄增长而增长,特别是 50 岁以后,增长幅度显著增高,可能与女性卵巢功能减退有关^[13]。本次研究还发现 VAT 可能是腰椎 BMD 的独立负性影响因素,这与潘亚玲等^[3]的研究结果一致,而苏丽叶、苏里堂江等^[14]则认为脂肪组织可能通过增加骨机械负荷和改变骨代谢从而影响 BMD,国内对腹部脂肪与 BMD 之间有过多个小样本的不同方式的研究,结论争议较大,可能还需要多中心大样本量的临床研究来进一步验证。

近年来,定量 CT 也被用于肝脏脂肪含量的测定,QCT 经校正后的计算公式准所测量的肝脏脂肪含量与 MR mDixon-quant 的测量结果高度一致,目前已被广泛应用于中国健康人群的肝脏脂肪含量测定^[5,6]。本文研究结果表明肝脏脂肪含量与腰椎 BMD、腹部脂肪含量均呈正相关,特别是腹部总脂肪含量呈显著正相关,这可能是因为腹部脂肪是人体脂肪较为集中的部位,而肥胖可致脂肪(主要是甘油三酯)在肝细胞内蓄积过多导致脂肪肝的形成^[15]。关于肝脏脂肪含量与 BMD 之间相关性的研究目前报道较少,本文研究结果提示肝脏脂肪含量与腰椎 BMD 之间呈弱的正相关($r = 0.061$, $P = 0.020$)。彭亚娟等^[16]的一项纳入了 288 例患者的研究结果发现在绝经后女性 T2DM 患者中股骨颈及左髌 BMD 值随着肝脏脂肪含量的增加而增加,因此认为肝脏脂肪含量可能是女性绝经期后 T2DM 患者骨密度的保护因素,而杨鸿兵等^[17]在一项 1014 例体检人群 B 超检查脂肪肝和双能 X 线(DXA)检查前臂桡骨远端骨密度的研究中发现脂肪肝组和肥胖组骨量减低发病率明显低于非脂肪肝组和非肥胖组,这可能是因为 BMD 的保护作用与体内激素相关,

绝经后女性因卵巢功能衰退,体内雌激素明显减少,此时血中的雌激素主要由少量前体物质(雄烯二酮及雄烯二醇)在脂肪等组织中经芳香化酶的作用衍生而成,所以体内脂肪含量对于绝经后女性骨量有一定的保护作用^[18]。另一方面,脂肪肝的形成与腹部脂肪含量增高显著相关,脂肪含量较高可促使肾上腺雄性激素在脂肪细胞内转化为雌激素,抑制骨吸收,加速骨形成,增加骨密度^[19]。Lee 等^[20]对韩国成年人非酒精性脂肪肝与骨密度的一项研究结果发现男性髌部骨密度与脂肪肝呈负相关,而绝经期女性腰椎骨密度则与脂肪肝呈正相关。这些研究结果的差异可能与地域、饮食以及研究所采用的检查方法、骨密度的检查部位不同有关,关于 QCT 在肝脏脂肪含量与骨密度相关性的临床应用,可能也需要多中心的进一步临床研究来分析。

综上所述,年龄与骨量的减少,骨质疏松的发生存在显著负相关。腹部脂肪与 BMD 的关系较为复杂,VAT 可能是影响 BMD 的独立负性相关因素,而肝脏脂肪含量随腹部脂肪含量增加而增加,肝脏脂肪含量的增加有可能是 BMD 的保护因素。

参考文献:

- [1] Sharma S, Tandon VR, Mahajan S, et al. Obesity: friend or foe for osteoporosis[J]. J Midlife Health, 2014, 5(1): 6-9.
- [2] 聂义珍, 燕巍, 闫朝岐. 不同类型肥胖与骨质疏松症的研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2017, 23(5): 580-584.
- [3] 潘亚玲, 陈彤彤, 王哈琦, 等. 定量 CT 分析年龄、腹部脂肪与骨密度的关系[J]. 中国医学影像学杂志, 2020, 28(4): 276-280.
- [4] 王家祥, 刘英棣. 脂肪肝的影像学诊断[J]. 肝脏, 2001, 6(3): 194-195.
- [5] 张勇, 于爱红, 闫东, 等. MR mDIXON-Quant 技术精确测量 2 型糖尿病合并非酒精性脂肪肝患者的肝脏脂肪含量[J]. 放射学实践, 2017, 32(5): 451-455.
- [6] 徐黎, Glen MB, 过哲, 等. 定量 CT 与 MR mDixon-quant 测量肝脏脂肪含量的相关性研究[J]. 放射学实践, 2017, 32(5): 456-461.
- [7] 《中国定量 CT 骨质疏松症诊断指南(2018)》工作组. 中国定量 CT 骨质疏松症诊断指南(2018)[J]. 中华健康管理学杂志, 2019, 13(3): 195-200.
- [8] Sheu Y, Marshall LM, Holton KF, et al. Abdominal body composition measured by quantitative computed tomography and risk of non-spine fracture: the osteoporotic fractures in men (MrOS) study[J]. Osteoporos Int, 2013, 24(8): 2231-2241.
- [9] Cheng X, Zhang Y, Wang C, et al. The optimal anatomic site for a single slice to estimate the total volume of visceral adipose tissue by using the quantitative computed tomography (QCT) in Chinese population[J]. Eur J Clin Nutr, 2018, 72(11): 1567-1575.
- [10] 翟建, 吴雅琳, 胡琴, 等. 基于定量 CT 对不同性别、年龄人群血尿酸与腰椎骨密度的相关性分析[J]. 放射学实践, 2020, 35(3): 385-388.
- [11] 李楠, 曾静, 张培, 等. 定量 CT 骨密度测定在中老年男性中的应用研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2021, 27(1): 40-43.

- [12] 王平, 和建伟, 黄刚, 等. 应用双能 CT 与定量 CT 对椎体骨密度测量的对照研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2017, 23(2): 159-162.
- [13] Arabi A, Garnero P, Porcher R, et al. Changes in body composition during post-menopausal hormone therapy: a 2 year prospective study[J]. Hum Reprod, 2003, 18(8): 1747-1752.
- [14] 苏丽叶, 苏里堂江, 刘文亚, 等. 绝经后女性腹部脂肪, 椎旁肌肉和骨密度的相关性分析[J]. 中国骨质疏松杂志, 2017, 23(5): 612-615.
- [15] Hayashi T, Boyko EJ, Leonetti DL, et al. Visceral adiposity is an independent predictor of incident hypertension in Japanese Americans[J]. Ann Intern Med, 2004, 140(12): 992-1000.
- [16] 彭亚娟. 不同糖代谢人群肝脏脂肪含量及 2 型糖尿病患者肝脏脂肪含量与骨密度的关系[D]. 广西医科大学, 2017: 1-74.
- [17] 杨鸿兵, 周淑芹, 曹宝卿, 等. 体检人群脂肪性肝病前臂桡骨远端双能 X 线骨密度分析研究[J]. 中国骨质疏松杂志, 2015, 21(7): 840-845.
- [18] 钟俊敏, 杨冬梓. 肥胖对女性生殖和代谢的影响[J]. 国际妇产科学杂志, 2008, 35(1): 67-68, 76.
- [19] Rajamanohara R, Robinson J, Rymer J, et al. The effect of weight and weight change on long-term precision of spine and hip DXA measurements[J]. Osteoporos Int, 2011, 22(5): 1503-1512.
- [20] Lee SH, Yun JM, Kim SH, et al. Association between bone mineral density and nonalcoholic fatty liver disease in Korean adults[J]. J Endocrinol Invest, 2016, 39(11): 1329-1336.

(收稿日期: 2022-02-20 修回日期: 2022-05-20)

《放射学实践》杂志微信公众平台开通啦!

遵照同行评议、价值导向、等效应用原则, 国内各大学会、协会、组织机构通过科技工作者推荐、专家评议、结果公示等规定程序, 《放射学实践》杂志入选中国科协发布 10 大领域《我国高质量科技期刊分级目录》业内认可的较高水平期刊。《放射学实践》杂志入选 2020 年版北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。

《放射学实践》杂志微信公众平台立足于准确地传递医学影像领域的最新信息, 致力于为关注医学影像领域的广大人士服务。欢迎大家通过微信平台, 以文字、图片、音频和视频等形式与我们互动, 分享交流最新的医学影像资讯。您还可以通过微信平台免费阅读及搜索本刊所有发表过的论文, 投稿作者可以查询稿件状态等。

您可以通过以下方式关注《放射学实践》杂志微信公众平台:

1. 打开微信, 通过“添加朋友”, 在搜索栏里直接输入“放射学实践”进行搜索。
2. 在“查找微信公众号”栏里输入“放射学实践”即可找到微信公众号, 点击“关注”, 添加到通讯录。
3. 打开微信, 点击“扫一扫”, 手机镜头对准下面的二维码, 扫出后点击关注即可。



关注有惊喜!