

• 论 著 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2016.23.003

基于定量 CT 探讨内脏脂肪面积与高血压的关系*

王超¹, 田伟², 吴成爱¹, 赵丹慧¹, 王倩倩¹, 张砚卓¹, 张勇³, 程晓光^{3△}

(北京积水潭医院:1. 北京市创伤骨科研究所分子骨科实验室;2. 脊柱外科;3. 放射科, 北京 100035)

[摘要] 目的 研究采用定量 CT(QCT)方法测量腹部脂肪,并探讨腹部内脏脂肪面积与高血压的关系。方法 使用 QCT 脂肪测量软件定量测量 400 名年龄大于或等于 18 岁的受试者腹部脂肪,按照是否有高血压将患者分成非高血压组和高血压组。包括从 T₁₂到 S₁ 范围每个椎间隙测量,加上脐水平一个层面共 7 个层面内脏脂肪面积,同时获得血压水平及高血压用药情况。结果 与非高血压组相比,高血压组患者的总内脏脂肪体积以及 T₁₂~L₁ 等各层面内脏脂肪面积均较高。各层面中, L₂₋₃ 内脏脂肪面积与总内脏脂肪体积相关系数最高($r=0.981$)。在调整了年龄,性别和腰围等因素后,Logistics 回归分析结果显示 L₁₋₂、L₂₋₃、L₄₋₅ 内脏脂肪面积是高血压发生的正相关因素,且 L₂₋₃ 高于其他各层面。结论 L₂₋₃ 内脏脂肪面积与总内脏脂肪体积相关性较好,且与高血压发生显著关联,可作为预测指标。

[关键词] 放射摄影术;腹部;肥胖症;高血压;脂肪组织;腹型肥胖;内脏脂肪;定量 CT

[中图分类号] R544.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2016)23-3176-03

The study of association between visceral adipose tissue area and hypertension via quantitative CT detection*

Wang Chao¹, Tian Wei², Wu Chengai¹, Zhao Danhui¹, Wang Qianqian¹,

Zhang Yanzhuo¹, Zhang Yong³, Cheng Xiaoguang^{3△}

(1. Department of Molecular Orthopaedics, Beijing Institute of Traumatology and Orthopaedics;

2. Department of Spinal Surgery;3. Department of Radiology, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China)

[Abstract] **Objective** To explore the association between visceral adipose tissue (VAT) area by quantitative CT (QCT) and hypertension. **Methods** The VAT area was measured by QCT images from T₁₂—L₁ to Umbilicus in 400 subjects aged 18 years or older. All cases was divided into two groups of hypertensives and non-hypertensives. We measured blood pressure and collected data on antihypertensive medication use. **Results** Compared with non-hypertensives group, hypertensives group had higher total VAT volume and each single-slice VAT area obtained from T₁₂—L₁ to Umbilicus. Measure of VAT area at L₂₋₃ had significantly higher correlation coefficient with total VAT volume ($r=0.981$). After adjusted for age, gender and waist circumference, logistic regression analysis showed that VAT areas of L₁₋₂, L₂₋₃, L₄₋₅ were significantly positively associated with hypertension and VAT area of L₂₋₃ was higher than those of the other slices. **Conclusion** VAT area of L₂₋₃ are strongly correlation with total VAT volume and positively associated with hypertension, and it might be a predictor.

[Key words] radiography, abdominal; obesity; hypertension; adipose tissue; abdominal obesity; visceral adipose tissue; quantitative CT

超质量和肥胖的发生率在过去的几十年中逐年升高。肥胖,特别是腹型肥胖已经成为重要的世界公共卫生问题,容易伴发高血压、糖尿病和心血管疾病^[1-2]。欧洲和美洲超过 30% 的成人、亚洲超过 20% 的成人患有腹型肥胖^[3-4]。近年来,腹型肥胖也成为中国公共卫生的主要问题^[4]。腹部脂肪含量,尤其是内脏脂肪含量与高血压、代谢综合征、冠心病、骨密度等关系密切,而皮下脂肪与高血压等相关性并不明显^[2,5]。定量 CT(quantitative CT, QCT)是目前测量腹部脂肪含量最准确的方法,应用 QCT 测量软件,可以精确测量脂肪含量和分布。然而目前国内外用 CT 定量测定腹部脂肪面积,研究腹部脂肪分布与高血压等心血管疾病的大样本研究较少。本文就应用 QCT 软件测量腹部脂肪,并对内脏脂肪面积与高血压之间的关系进行探讨,旨在为临床工作提供一定的指导。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2013 年 12 月至 2015 年 7 月于本院参与我国人群骨科退行性疾病防控研究项目的募集者 400 名,年龄大于或等于 18 岁,女性占 59%,均签署知情同意书。对所有受试者进行 CT 平扫。排除标准:患有脂肪萎缩症、甲状腺功能亢进、甲状腺功能减退等全身和代谢性疾病患者;服用糖皮质激素、降胆固醇等药物患者。该项目本院伦理委员会批准通过。

1.2 方法

1.2.1 人体测量数据 通过问卷方式获得募集者年龄、籍贯、既往史。经过培训的研究人员按照标准操作流程对研究对象的身高和体质量进行测量,并计算 BMI。BMI=体质量(kg)/身高(m²)。测量腰围时,研究对象直立,用软皮尺直接贴在皮

* 基金项目:北京市优秀人才培养资助青年骨干个人项目(2015000021469G178); 国家科技部支撑计划项目(2012BAI10B02);北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养项目(2009-02-03)。 作者简介:王超(1985—),研究实习员,博士,主要从事慢性非传染性疾病流行病学方面研究。

△ 通讯作者, E-mail: xiao65@263.net。

肤上,在肚脐以上 1 cm 的水平面上进行测量。

1.2.2 血压测量 用标准水银柱血压计按照规定方法测量。测量前,研究对象休息 5 min,采取坐位,用经校准的标准水银柱血压计测量右臂血压,将 Korotkoff 第 1 音和第 5 音分别记为收缩压(SBP)和舒张压(DBP),测量 3 次,每次间隔 30 s,血压值为 3 次测量值的平均值。依据《中国高血压防治指南 2010》,本研究高血压定义为平均 SBP $\geq$ 140 mm Hg 和(或)平均 DBP $\geq$ 90 mm Hg 和(或)最近两周内正在服用抗高血压药物。根据血压测量值将患者分为非高血压组和高血压组。

1.2.3 设备和扫描 采用东芝 64 排 CT 机(Toshiba,Tokyo, Japan)。测量前常规校准,扫描技术参数为 120 kV、250 mAs,像素 0.78 mm²,DFOV 400.0 mm,床高 73 cm,螺距 0.8 mm,矩阵 512 $\times$ 512。采用美国 Mindways 公司 5 样本固体 QCT 体模。受检者仰卧于检查床,体模垫于腰部下方(放置范围包括全腹),双手抱头,从 T₁₂ 到 S₁ 每个椎间隙测量,再加脐水平一个层面。

1.2.4 QCT 脂肪测量 数据传至 Mindways 公司的 QCT 骨密度测量分析软件(QCT PRO)工作站进行测量,采用该公司 QCT 骨密度测量分析软件测量脂肪面积,方法见文献[6]。运用 QCT 骨密度测量分析软件(QCT PRO)中的“tissue composition”功能,分别从 T₁₂ 到 S₁ 范围每个椎间隙测量,加脐水平一个层面测量,共 7 个层面腹部脂肪面积及内脏脂肪面积。软件对断面图像自动着色,区分脂肪成分和内脏肌肉成分,使用 Activate Closed Spline 自动圈定腹壁肌肉外围,以腹壁肌肉为界,区分内脏脂肪组织和皮下脂肪组织,继而通过软件自动计算腹部脂肪面积及内脏脂肪面积,然后二者相减得皮下脂肪面积。所有测量操作均由有经验的放射科医生负责。

1.3 统计学处理 采用 SPSS18.0 统计软件进行分析。对各定量变量进行正态性检验,符合正态分布者以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 *t* 检验进行分析;不符合正态分布者以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用非参数检验。计数资料以率表示,采用 χ^2 检验。两组间定量资料相关性分析,符合正态分布者,用 Pearson 相关分析;不符合正态分布者,选用 Spearman 等级相关分析。采用多因素 Logistic 回归分析各层面内脏脂肪面积与高血压的关系。检验水准 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 非高血压组与高血压组一般情况比较 非高血压组与高血压组相比,女性比例较高,年龄偏低。两组 BMI 差异无统计学意义($P>0.05$),腰围,SBP,DBP,总内脏脂肪体积,T₁₂~L₁、L₁~L₂、L₂~L₃、L₃~L₄、L₄~L₅、L₅~S₁和脐平面各层内脏脂肪面积等差异有统计学意义($P<0.05$),非高血压组均低于高血压组,见表 1。

2.2 各层面内脏脂肪面积与总内脏脂肪体积的相关性分析 采用 Pearson 方法分析 T₁₂~L₁、L₁~L₂、L₂~L₃、L₃~L₄、L₄~L₅、L₅~S₁脐平面各层面内脏脂肪面积与总内脏脂肪体积的相关性(表 2)。相关系数最高的层面为 L₂~L₃($r=0.981$),最低的层面为 L₅~S₁($r=0.895$)。

2.3 各层面内脏脂肪与高血压的关系 本研究进一步检测各个相关指标与高血压发病的关系。以是否存在高血压为因变量,在调整了年龄、性别和腰围等因素后,Logistics 回归分析结果显示 L₁~L₂ 内脏脂肪面积[比值比(OR)=1.010,95%置信区间(CI)=1.002~1.019]、L₂~L₃ 内脏脂肪面积(OR =1.012,

95% CI =1.003~1.021)和 L₄~L₅ 内脏脂肪面积(OR =1.010,95% CI ,1.001~1.026)是高血压发生的正相关因素,且 L₂~L₃ 高于其他各层面,见表 3。

表 1 非高血压组与高血压组一般情况

项目	非高血压组 (<i>n</i> =351)	高血压组 (<i>n</i> =49)	<i>P</i>
女性(%)	61.5	32.9	0.013
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	39.9 $\pm$ 8.5	44.6 $\pm$ 6.7	<0.01
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)	25.1 $\pm$ 8.8	26.9 $\pm$ 3.9	0.154
腰围($\bar{x}\pm s$,cm)	83.6 $\pm$ 10.0	91.0 $\pm$ 9.6	<0.01
SBP($\bar{x}\pm s$,mm Hg)	115.6 $\pm$ 11.4	144.8 $\pm$ 11.1	<0.01
DBP($\bar{x}\pm s$,mm Hg)	71.2 $\pm$ 8.5	92.9 $\pm$ 7.3	<0.01
总内脏脂肪体积($\bar{x}\pm s$,cm ³)	1 829.9 $\pm$ 812.2	2 643.9 $\pm$ 955.0	<0.01
T ₁₂ ~L ₁ 内脏脂肪面积(cm ²)	113.3 $\pm$ 70.1	175.8 $\pm$ 78.5	<0.01
L ₁ ~L ₂ 内脏脂肪面积($\bar{x}\pm s$,cm ²)	123.6 $\pm$ 67.1	188.5 $\pm$ 74.1	<0.01
L ₂ ~L ₃ 内脏脂肪面积($\bar{x}\pm s$,cm ²)	121.5 $\pm$ 61.0	182.5 $\pm$ 69.8	<0.01
L ₃ ~L ₄ 内脏脂肪面积($\bar{x}\pm s$,cm ²)	108.1 $\pm$ 48.6	153.2 $\pm$ 58.7	<0.01
L ₄ ~L ₅ 内脏脂肪面积($\bar{x}\pm s$,cm ²)	97.4 $\pm$ 36.3	131.3 $\pm$ 40.1	<0.01
L ₅ ~S ₁ 内脏脂肪面积($\bar{x}\pm s$,cm ²)	89.4 $\pm$ 29.0	111.8 $\pm$ 30.9	<0.01
脐平面内脏脂肪面积($\bar{x}\pm s$,cm ²)	100.4 $\pm$ 41.4	138.8 $\pm$ 51.5	<0.01

表 2 各层面内脏脂肪面积与总内脏脂肪体积的相关性分析

变量	<i>r</i>	<i>P</i>
T ₁₂ ~L ₁ 内脏脂肪面积	0.937	<0.01
L ₁ ~L ₂ 内脏脂肪面积	0.969	<0.01
L ₂ ~L ₃ 内脏脂肪面积	0.981	<0.01
L ₃ ~L ₄ 内脏脂肪面积	0.971	<0.01
L ₄ ~L ₅ 内脏脂肪面积	0.950	<0.01
L ₅ ~S ₁ 内脏脂肪面积	0.895	<0.01
脐平面内脏脂肪面积	0.951	<0.01

表 3 各层面内脏脂肪面积与高血压的 Logistic 回归分析结果

变量	<i>OR</i> (95% <i>CI</i>)	<i>P</i>
T ₁₂ ~L ₁ 内脏脂肪面积	1.006(0.998~1.014)	0.150
L ₁ ~L ₂ 内脏脂肪面积	1.010(1.002~1.019)	0.029
L ₂ ~L ₃ 内脏脂肪面积	1.012(1.003~1.021)	0.008
L ₃ ~L ₄ 内脏脂肪面积	1.009(1.000~1.018)	0.063
L ₄ ~L ₅ 内脏脂肪面积	1.010(1.001~1.026)	0.039
L ₅ ~S ₁ 内脏脂肪面积	1.007(0.994~1.021)	0.293
脐平面内脏脂肪面积	1.010(1.000~1.020)	0.061

3 讨 论

腹部脂肪分为腹部内脏脂肪和腹部皮下脂肪两部分。部分学者认为内脏脂肪组织的堆积与血压、血糖、血脂代谢紊乱密切相关。QCT 可以区分腹部脂肪的分布,精确计算出腹部内脏脂肪和皮下脂肪组织的面积,被认为是目前测量腹部脂肪

含量和分布的精准方法^[7]。本研究通过 QCT 测量腹部内脏脂肪,探讨腹部内脏脂肪与高血压之间的关系,发现腹部内脏脂肪在高血压患者与非高血压患者之间差异有统计学意义,同时测量腹部多个层面的内脏脂肪面积,并采用多因素 Logistics 回归分析发现 L_{2~3} 层面与高血压显著关联,且高于其他各层面。

肥胖症以体内脂肪细胞的体积和细胞数增加,体脂占体质量的百分比异常增高,并在某些局部过多沉积脂肪为特征。过量的内脏脂肪,相较于 BMI 来说是更重要的危险因素^[2]。基于肥胖人群和动物模型的研究结果提示,腹型肥胖在高血压、高脂血症和动脉粥样硬化发挥了重要的作用^[8-10]。可能是因为内脏脂肪是许多脂肪因子的来源,包括肿瘤坏死因子 α (TNF-α),白细胞介素 6 (IL-6),纤溶酶原激活抑制剂-1,血管紧张素原,C 反应蛋白等,可能促进炎症发生^[11]。与这些促炎细胞因子不同的是,具有抗炎和血管保护作用的血清脂联素水平,在肥胖人群中显著降低。另外,一些研究提示脂肪组织分泌脂肪因子,刺激肾上腺细胞释放醛固酮,醛固酮浓度与内脏脂肪组织的含量呈正相关。在腹型肥胖者体内,由于肥胖刺激产生的醛固酮释放因子,会长时间保持醛固酮处于较高浓度,血压盐敏感上升,在肾脏和心血管系统的醛固酮/盐皮质激素受体激活,进而可能导致器官受损^[8]。

本研究测量不同层面内脏脂肪面积,分析与总内脏脂肪关系,提示 L_{2~3} 层面内脏脂肪与总内脏脂肪相关性最高,达到 0.981。进而采用的 Logistics 分析结果提示,测量的 7 个层面中 L_{1~2}、L_{2~3}、L_{4~5} 内脏脂肪面积增加显著升高高血压风险,其余层面结果均差异无统计学意义。之前有研究常用 L_{4~5} 层面作为内脏脂肪测量的代表位置,但是也有学者认为其并不是一个定量测量腹部脂肪或预测肥胖相关代谢风险的理想层面^[12-13]。近来有研究报道,在上腹部的一些层面比下腹部的 L_{4~5} 层面,更好地代表总内脏脂肪体积^[13-14]。如 Kuk 等人比较了不同层面内脏脂肪与总内脏脂肪的关系,发现 L_{1~2} 或 L_{2~3} 层面的内脏脂肪可能比 L_{4~5} 层面更能预测总内脏脂肪,并发现 L_{4~5} 层面测量的内脏脂肪与代谢综合征的关联强度弱于以上两个层面^[14]。可能的原因是证据提示在 L_{1~2} 到 L_{2~3} 区域内的网膜和肠系膜中,沉积了代谢更为活跃的内脏脂肪细胞。以 L_{2~3} 为代表的上腹部层面内脏脂肪可能更好的预测高血压等心血管系统或代谢性疾病^[14-15]。

综上所述,利用 QCT 扫描测量腹部脂肪面积准确、可行,测量 L_{2~3} 层面内脏脂肪面积能较好地估计总内脏脂肪,且其与高血压发生有显著关联。但本研究主要研究中国人群,而脂肪分布和脂肪细胞代谢研究中明确提出存在有种族差异^[14],因此结果不适用于其他种族的人群。此外,今后的研究可以加大样本量,为寻找腹型肥胖最佳测量位置提供证据,同时进一步探讨引起高血压的内脏脂肪面积的临界值。

参考文献

[1] Wang C, Li J, Xue H, et al. Type 2 diabetes mellitus incidence in Chinese: contributions of overweight and obesity [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2015, 107(3): 424-432.

[2] Xue H, Wang C, Li Y, et al. Incidence of type 2 diabetes and number of events attributable to abdominal obesity in

China: a cohort study [J]. *J Diabetes*, 2016, 8(2): 190-198.

[3] Gutierrez-Fisac JL, Guallar-Castillon P, Leon-Munoz LM, et al. Prevalence of general and abdominal obesity in the adult population of Spain, 2008-2010: the ENRICA study [J]. *Obes Rev*, 2012, 13(4): 388-392.

[4] Xi B, Liang Y, He T, et al. Secular trends in the prevalence of general and abdominal obesity among Chinese adults, 1993-2009 [J]. *Obes Rev*, 2012, 13(3): 287-296.

[5] Tang L, Zhang F, Tong N. The association of visceral adipose tissue and subcutaneous adipose tissue with metabolic risk factors in a large population of Chinese adults [J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2016, 15(6): 135-136.

[6] 刘丹, 程晓光, 王玲, 等. 我国中青年男性腹部脂肪分布 CT 定量测量的研究 [J]. *中国糖尿病杂志*, 2015, 23(9): 814-818.

[7] 娄路馨, 王玲, 李娜, 等. 定量 CT 测量的腹部脂肪分布与血脂和血糖的关系 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2012, 18(11): 1004-1007.

[8] Kawarazaki W, Fujita T. The role of aldosterone in obesity-related hypertension [J]. *Am J Hypertens*, 2016, 29(4): 415-423.

[9] Krzesinski P, Stanczyk A, Piotrowicz K, et al. Abdominal obesity and hypertension: a double burden to the heart [J]. *Hypertens Res*, 2016, 39(5): 349-355.

[10] Lambert EA, Straznicki NE, Dixon JB, et al. Should the sympathetic nervous system be a target to improve cardiometabolic risk in obesity [J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2015, 309(2): H244-258.

[11] Lovren F, Teoh H, Verma S. Obesity and atherosclerosis: mechanistic insights [J]. *Can J Cardiol*, 2015, 31(2): 177-183.

[12] Abate N, Garg A, Coleman R, et al. Prediction of total subcutaneous abdominal, intraperitoneal, and retroperitoneal adipose tissue masses in men by a single axial magnetic resonance imaging slice [J]. *Am J Clin Nutr*, 1997, 65(2): 403-408.

[13] Shen W, Punyanitya M, Wang Z, et al. Visceral adipose tissue: relations between single-slice areas and total volume [J]. *Am J Clin Nutr*, 2004, 80(2): 271-278.

[14] Kuk JL, Church TS, Blair SN, et al. Does measurement site for visceral and abdominal subcutaneous adipose tissue alter associations with the metabolic syndrome [J]. *Diabetes Care*, 2006, 29(3): 679-684.

[15] Motoshima H, Wu X, Sinha MK, et al. Differential regulation of adiponectin secretion from cultured human omental and subcutaneous adipocytes: effects of insulin and rosiglitazone [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2002, 87(12): 5662-5667.