

• 腹部影像学 •

基于 QCT 测量腹腔内脏脂肪面积与腹主动脉钙化的相关性研究

王诚明,徐志锋,麦长立,熊伟翔,潘爱珍

【摘要】 目的:应用定量 CT(QCT)测量内脏脂肪组织(VAT)面积与腹主动脉钙化(AAC)的相关性。**方法:**回顾性收集因腹部相关性疾病接受全腹部 CT 检查的患者 357 例。采用 QCT 测量腹部 L2/3 椎间隙水平 VAT,根据 VAT 面积将所有患者分为 VAT 肥胖组(174 例)和 VAT 正常组(183 例);然后用 Agatston 方法测量腹主动脉钙化积分(AACS),根据 AACS 分为无 AAC 组(124 例),轻度 AAC 组(73 例),中度 AAC 组(60 例)及重度 AAC 组(100 例)。**结果:**VAT 肥胖组的 AACS 明显高于 VAT 正常组(767.6 ± 1473.7 vs 441.6 ± 1067.8 , $P=0.018$),且高血压及糖尿病的发病率也更高,差异有统计学意义(P 值均 <0.05)。采用 Spearman 分析显示年龄、男性、高血压及 VAT 面积与 ACC 严重程度呈正相关($R=0.690, 0.107, 0.34, 0.448$, P 值均 <0.05)。采用 Logistic 回归分析显示,只有年龄、高血压及 VAT 面积为 AAC 的独立危险因素($OR=2.903, 2.264, 1.996$, P 值均 <0.05)。**结论:**腹腔内脏脂肪面积与腹主动脉钙化具有独立相关性,内脏脂肪的增多将可能导致 ACC 的发生或加重。

【关键词】 定量 CT; 腹主动脉钙化; 内脏脂肪; 皮下脂肪

【中图分类号】 R814.42; R543.5 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2022)11-1400-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.11.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Correlation of visceral adipose tissue and abdominal aortic calcification based on quantitative computed tomography WANG Cheng-ming, XU Zhi-feng, MAI Chang-li, et al. Department of Medical Imaging, the First People's Hospital of Foshan, Guangdong 528000, China

【Abstract】 Objective: To investigate the correlation between visceral adipose tissue (VAT) area and abdominal aortic calcification (AAC) based on quantitative computed tomography (QCT). **Methods:** 357 patients who underwent whole abdominal CT examination were retrospectively reviewed. VAT was measured by QCT at L2/3 intervertebral space level, and AACS was measured according to Agatston method. They were divided into obesity group ($n=174$) and normal group ($n=183$) according to the VAT area, and non-AAC ($n=124$), mild ($n=73$), moderate ($n=60$) and severe AAC group ($n=100$). **Results:** The AACS of obesity group was significantly higher than that of normal group (767.6 ± 1473.7 vs. 441.6 ± 1067.8 , $P=0.017$), with significantly increased incidence of hypertension and diabetes ($P<0.05$). Spearman correlation showed that age, male, hypertension and VAT area were positively correlated with the severity of ACC ($R=0.690, 0.107, 0.34, 0.448$, all $P<0.05$). Logistic regression analysis showed that age, hypertension and VAT area were independent risk factors for AACS (OR value = 2.903, 2.264, 1.996, all $P<0.05$). **Conclusion:** VAT area significantly correlated with AACS, and the increase of VAT may lead to the occurrence or aggravation of AAC.

【Key words】 Quantitative computed tomography; Abdominal aortic calcification; Visceral adipose tissue; Subcutaneous adipose tissue

流行病学研究显示心血管疾病仍然是导致人类死亡的最重要原因,动脉粥样硬化则是该疾病的主要病理学改变,而动脉钙化又是动脉粥样硬化的重要标志

之一^[1-2]。多数研究显示动脉钙化,包括冠状动脉钙化、颈动脉钙化,以及最为常见的主动脉钙化等,是不良心血管事件的独立危险因素^[3-4]。同时,肥胖又通过多种机制影响动脉粥样硬化的发生与发展,这其中内脏脂肪组织(visceral adipose tissue, VAT)及皮下脂肪组织(subcutaneous adipose tissue, SAT)均对动脉粥样硬化的发展造成不同程度的影响^[5-6]。CT是测

作者单位:528000 广东,佛山市第一人民医院影像科
作者简介:王诚明(1990-),男,江西赣州人,硕士研究生,
主治医师,主要从事心脏大血管影像及定量 CT 影像研究。
基金项目:佛山市科技创新平台项目(FSOAA-KJ218-1301-0021);佛山市卫生健康局医学科研课题(20220079)

量脂肪及钙化最准确的方法之一^[7-8],本研究将通过定量 CT(quantitative computed tomography, QCT)测量技术评估 VAT 面积及腹主动脉钙化积分(abdominal aortic calcification score, AACS),探讨 VAT 面积与 AAC 的相关性。

材料与方法

1.一般资料

回顾性收集 2021 年 5 月—2021 年 12 月因腹部相关性疾病至佛山市第一人民医院接受全腹部 CT 检查的患者,收集所有患者的基本信息及基本临床资料,包括姓名、性别、年龄、身高、体重、血压、血糖、血脂、肌酐、既往史等资料。排除标准:①年龄小于 18 岁及大于 80 岁;②恶性肿瘤;③既往接受腹部手术;④慢性肾功能不全;⑤临床资料不足或图像质量差。研究共纳入 357 例患者,其中男 220 例,女 137 例,年龄 23~75 岁,平均(55.6±14.6)岁。

2.检查设备与方法

检查前禁食 4~6 h,检查前 10 min,口服约 300~500 mL 温水。采用 Philips 256iCT 及 GE Discovery 64 排能谱 CT 进行扫描,仰卧位,头先进,两臂上举,身体置于检查床正中间,水平线对准人体腋中线。采用腹部正位像,用于确定扫描基线和精准扫描范围,扫描范围从膈顶到耻骨联合水平。扫描参数:管电流 600~800 mA,管电压 100~120 kV,准直器 128×0.625,螺距 0.16~0.20,旋转时间 270~330 ms,矩阵 512×512,显示野 500 mm×500 mm。

AACS 采用 Philips Brilliance Workspace Portal 测量,版本 4.7。将腹部平扫横轴面 Dicom 数据(256iCT 扫描数据层厚 1 mm、层间距 1 mm,GE64 排 CT 扫描数据层厚 1.25 mm,层间距 1.25 mm)传输至工作站,将病灶面积>1 mm²,CT 值>130 HU 的区域定义为钙化灶,范围从膈下腹主动脉起始至腹主动脉分叉处,钙化积分的计算应用 Agaston 算法^[9]。由两名具有 5 年以上工作经验的影像科诊断医生分别进行测量,取其平均值。同时,根据 AACS 将所有患者分为:无钙化组(0 分),轻度钙化组(1~99 分),中度钙化组(100~399 分),重度钙化组(>400 分)^[10]。

将腹部平扫横轴面 Dicom 数据图像传至 Mindways 公司的 QCT 测量分析软件,选用 QCT 软件中的 Tissue Compositon 功能进行腹部 VAT 面积测量,测量 L2/3 椎间隙水平 VAT 面积(图 1),既往研究发现 L2/3 椎间隙水平 VAT 面积与整个腹腔脂肪体积具有良好的相关性^[11]。由两名具有 5 年以上工作经验的影像科诊断医生分别进行测量,取其平均值。同时,根据 VAT 面积将男性 VAT 面积>142 cm² 及女

性 VAT 面积>115 cm² 定义为 VAT 肥胖。
3.统计学方法
采用 IBM SPSS Statistics 22.0 统计分析软件。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料以百分比表示。计量资料之间的比较采用 *t* 检验及 One-way-ANOVO 比较,计数资料之间的比较采用卡方检验。AACS 与不同因素之间的相关性采用 Spearman 相关分析;评估不同影响因素(自变量)对 AACS(因变量)的影响采用 Logistic 回归分析。以 *P*<0.05 为差异具有统计学意义。

结 果

357 名患者根据 VAT 面积分组,分为 VAT 肥胖组 174 例,VAT 正常组 183 例,两组基本临床资料比较见表 1。VAT 肥胖组的 AACS 明显高于 VAT 正常组,VAT 肥胖组的高血压及糖尿病患病率也高于 VAT 正常组,差异均有统计学意义(*P* 值均<0.05)。

表 1 内脏脂肪肥胖及正常组的临床资料及腹主动脉钙化积分比较

临床资料	VAT 肥胖组 (n=174)	VAT 正常组 (n=183)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄(岁)	59.6±13.9	51.8±14.3	5.202	<0.01
男性[例(%)]	112(64.3%)	108(59%)	1.080	0.299
BMI(kg/cm ²)	23.7±3.0	21±2.7	8.821	<0.01
高血压[例(%)]	72(41.3%)	38(20.7%)	16.765	<0.01
高血脂[例(%)]	43(24.7%)	24(13.1%)	7.87	0.005
糖尿病[例(%)]	32(18.4%)	28(15.3%)	0.609	0.435
AACS	767.6±1473.7	441.6±1067.8	2.382	0.018

根据 AACS 分组,其中无钙化组 124 例,轻度钙化组 73 例,中度钙化组 60 例,重度钙化组 100 例。不同 AACS 组间的基本临床资料比较见表 2。结果显示,随着年龄的增长、VAT 的增多,高血压及糖尿病的发病率的上升,AAC 呈现更严重的趋势,差异有统计学意义(*P* 值均<0.05)。

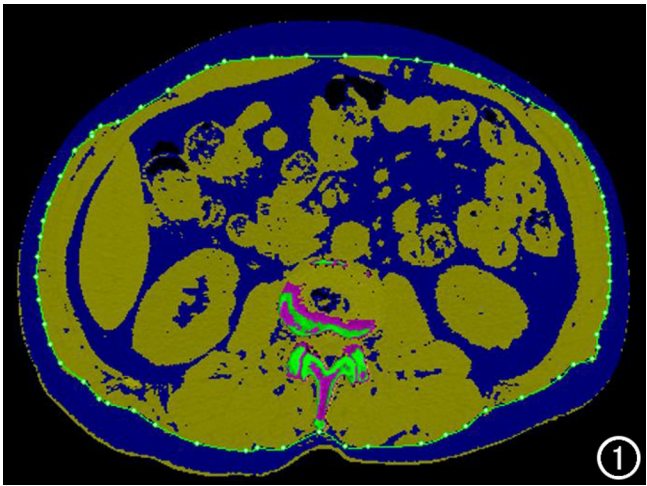


图 1 男,59 岁,腹部 L2/3 椎间隙水平 VAT 面积为 174.9 cm²,皮下脂肪面积为 105.7 cm²(蓝色代表脂肪,黄色代表软组织)。

表 2 不同 ACCS 组的基本临床资料、VAT 及 SAT 面积比较

临床资料	无钙化组 (n=124)	轻度钙化组 (n=73)	中度钙化组 (n=60)	重度钙化组 (n=100)	F 值/ χ^2 值	P 值
年龄(岁)	43.3±12	55.5±8.7	69.6±11.8	68±9.9	101.825	<0.01
男性[例(%)]	65(52.4%)	51(69.8%)	38(63.3%)	66(66%)	7.422	0.06
BMI(kg/cm ²)	22.1±3.7	22.7±3.1	23.0±2.6	22.1±2.7	1.692	0.168
高血压[例(%)]	18(14.5%)	15(20.5%)	25(41.6%)	52(52%)	43.428	<0.01
高血脂[例(%)]	17(13.7%)	14(19.2%)	16(26.7%)	20(20%)	4.644	0.2
糖尿病[例(%)]	12(20.8%)	15(20.5%)	10(16.7%)	23(23%)	7.982	0.046
VAT 面积(cm ²)	109.4±72.4	138.0±71.1	147.2±61.3	153.1±81.1	8.424	<0.01
SAT 面积(cm ²)	105.9±78.2	100.4±50.2	100.6±51.6	95.1±56.1	0.544	0.653

表 3 Spearman 相关分析评估不同影响因素与 AAC 的相关性

统计量	年龄	男性	BMI	高血压	高血脂	糖尿病	SAT 面积	VAT 面积
R 值	0.690	0.107	0.036	0.34	0.069	0.123	-0.026	0.448
P 值	<0.01	0.044	0.495	<0.01	0.195	0.02	0.630	<0.01

采用 Spearman 相关分析 AAC 严重程度与不同影响因素的相关性分析显示(表 3,图 2~5),年龄、男性、高血压及 VAT 面积与 AAC 严重程度呈正相关($R=0.690,0.107,0.34,0.448,P$ 值均 <0.05)。采用 Logistic 回归分析,仅年龄、高血压及 VAT 面积为 AAC 的独立相关因素($OR=2.903,2.264,1.996,P$ 值均 <0.05),见表 4。

表 4 Logistic 回归分析评估腹主动脉钙化的独立危险因素

独立危险因素	OR 值	95%CI	P 值
年龄	2.803	1.766~5.841	<0.01
男性	2.21	0.84~5.81	0.108
BMI	0.955	0.795~1.146	0.619
高血压	2.264	1.031~4.973	0.042
高血脂	1.319	0.466~3.734	0.602
糖尿病	2.732	0.698~10.690	0.149
SAT 面积	1.004	0.994~1.095	0.389
VAT 面积	1.996	1.134~4.089	0.02

讨 论

以往我们常规采用体质指数(body mass index, BMI)及腰围评估肥胖程度,但是这两个指标仅能评估体脂的大体程度,而无法真实的反应人体肌肉、脂肪的分布,研究证实它们并非预测不良心血管疾病的可靠指标^[12]。本研究结果也恰恰证实了这点,在不同 AAC 分组中,BMI 值差异并无统计学意义;同时,BMI 与 AAC 的发生也无显著相关性。因此,更多的研究认为 VAT 及 SAT 才是心血管疾病发生的重要危险因素,包括冠状动脉粥样硬化性心脏病、脑动脉硬化病变等,且 VAT 对心血管疾病的影响要高于 SAT^[13]。目前测量腹部脂肪组织含量的方法包括:双能 X 线吸收法、超声、CT 及 MRI。其中双能 X 线吸收法无法测量局部脂肪,腹部超声检查的可重复性及准确性均较差,而 MRI 则具有检查时间长的缺点。CT 是目前测量脂肪组织的金标准,因其准确性高及可操作性强、可测量腹部任意层面脂肪面积等优点被临床所认可。因

此,本研究运用 QCT 技术测量 VAT 及 SAT 面积,从而探讨不同脂肪组织与 AAC 的相关性。

本研究结果显示年龄、高血压、糖尿病及 VAT 与 AAC 严重程度均呈正相关性,而 SAT 与 AAC 严重程度无显著相关性。同时,VAT 肥胖人群的 AACS 明显高于 VAT 正常人群。通过 Logistic 回归分析进行调整后显示,VAT 仍然是 AAC 的独立危险因素,而 SAT 并非是 AAC 的独立危险因素。随着 VAT 的增加,将可能导致 AAC 的发生或加重;而随着 SAT 的增加,对 AAC 的影响可能是很小的。An 等^[14]研究发现 AACS 可以作为无症状冠状动脉疾病的预测因子,AACS 越高,意味着患有冠心病的可能性越大;这也间接证明了 VAT 与冠心病的发生密切相关。另外,Thanassoulis 等^[15]证明了主动脉周围脂肪组织体积与胸主动脉和腹主动脉尺寸有关,这意味着 VAT 与主动脉瘤的发生密切相关。因此,伴随 VAT 的增多,可能导致动脉硬化的发生或加重,也可能导致主动脉瘤的发生。另外,本研究结果中,VAT 肥胖人群,除了 AACS 较高,高血压及高血脂发病率均明显增高,这也提示 VAT 与高血压及高血脂存在一定的相关性。部分学者之前提出了脂毒性的概念,用于描述组织脂肪堆积的有害影响,其具体机制有待进一步研究,但其可能的机制包括交感神经系统兴奋性增加、胰岛素抵抗、脂肪组织分泌的炎性细胞因子作用的结果及肾素-血管紧张素-醛固酮系统激活等。因此,这也导致 VAT 的过度堆积对人体的影响是多系统及多方面的^[16-17]。

美国内分泌医师协会曾提出将脂肪过多作为新的慢性疾病诊断,用于提高人们对于脂肪含量、分布等的认识,特别是对内脏脂肪的重视。在本研究人群中,约有 174 例患者为内脏脂肪肥胖人,约占总人群的 1/2,而其中很大一部分患者的 BMI 是属于正常范围内的,这在平时临床工作中将不会得到重视。同时,在 BMI

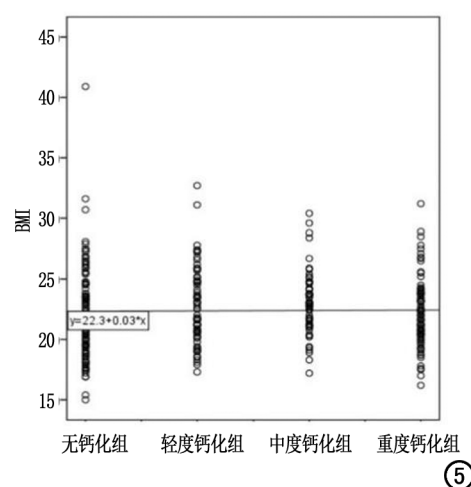
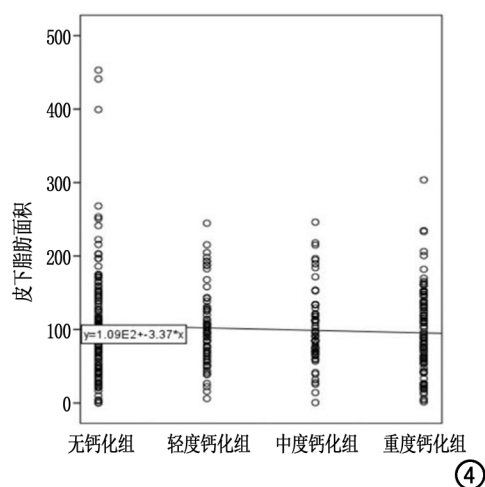
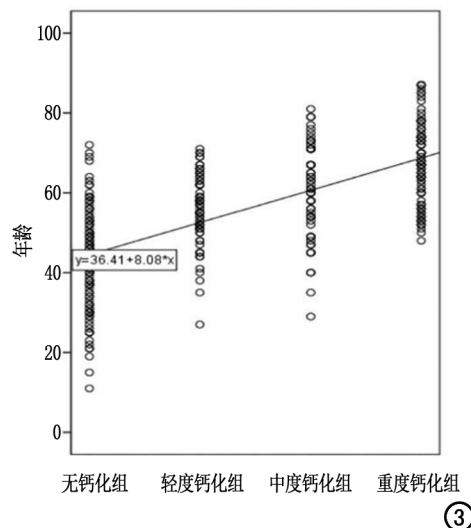
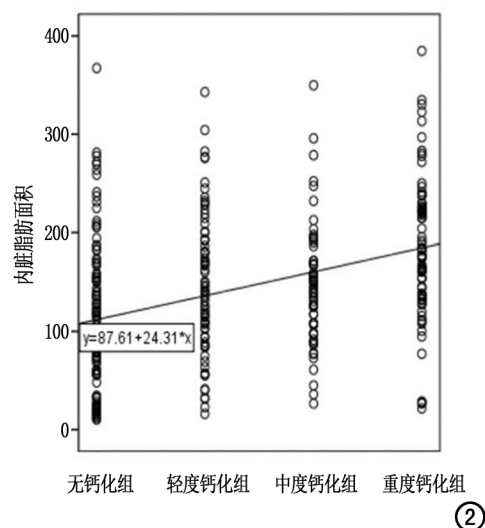


图 2 腹主动脉钙化积分与内脏脂肪面积的相关性。图 3 腹主动脉钙化积分与年龄的相关性。图 4 腹主动脉钙化积分与皮下脂肪面积的相关性。图 5 腹主动脉钙化积分与 BMI 的相关性。

正常人群中,内脏脂肪的过度堆积仍将导致不良心血管疾病的发病率大大增加^[18]。中国人群肥胖发病率大约是美国的 1/3,而中国人群 VAT 肥胖发病率已超过美国的 1/2。因此,在中国人群中,VAT 肥胖患者群体是巨大的,应加以重视;特别是 BMI 正常但 VAT 肥胖的人群,往往被忽视。

研究通过 QCT 测量 VAT 面积与 AAC 的相关性,但存在一些局限性及不足:①样本为单中心研究;②纳入患者性别比例不均衡,男性约占 2/3。同时,纳入患者平均年龄为 55.6 ± 14.6 岁,以中老年为主,年龄分布不均衡;③对不同 AAC 严重程度的分组相对粗糙,参考的是冠状动脉钙化积分的分组;④QCT 只能测量 VAT 面积,而无法评估整个腹腔 VAT 的体积,虽然既往研究认为 L2/3 椎间隙水平 VAT 面积与 VAT 体积具有良好的相关性,但其局限性仍是存在的。

最后, AAC 的发生是一个较为复杂的过程,受多种因素的影响,但有一些影响因素是可以被干扰的,这其中就包括本研究探讨的 VAT。VAT 与 ACC 之间存在独立相关性,随着 VAT 的增多将可能导致 ACC 的发生或加重。因此,我们应积极评估 VAT,重视 VAT 的监测,特别是已经出现 AAC 的 VAT 肥胖人群及 BMI 正常的 VAT 肥胖人群,这将有助于我们早期干预不良心血管疾病的发生及发展。

参考文献:

- [1] World Health Organization. The global burden of disease:2004 update [EB/OL]. (2008) [2017-05-11]. Geneva: World Health Organization.
- [2] 国家心血管病中心.中国心血管病报告 2015 [M]. 北京:中国大百科全书出版社,2016.
- [3] Buijs RV, Willems TP, Tio RA, et al. Calcification as a risk factor for rupture of abdominal aortic aneurysm [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2013, 46(5):542-548.
- [4] An C, Lee HJ, Lee HS, et al. CT-based abdominal aortic calcification score as a surrogate marker for predicting the presence of asymptomatic coronary artery disease [J]. Eur Radiol, 2014, 24(10):2491-2498.
- [5] Chandra A, Neeland IJ, Berry JD, et al. The relationship of body mass and fat distribution with incident hypertension: observations from the Dallas heart study [J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 64(10):997-1002.
- [6] Nieves DJ, Cnop M, Retzlaff B, et al. The atherogenic lipoprotein profile associated with obesity and insulin resistance is largely attributable to intra-abdominal fat [J]. Diabetes, 2003, 52(1):172-179.
- [7] 玄淑兴, 张振国, 贾守强. 基于定量 CT 分析不同年龄、生理时期女性腰椎骨密度与腹部脂肪的相关性 [J]. 放射学实践, 2021, 36(5):642-647.
- [8] 王大博, 郑敏文. 冠状动脉钙化:CT 定量评估的方法、临床意义及方向 [J]. 放射学实践, 2018, 33(7):767-769.
- [9] Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, et al. Quantification of

- coronary artery calcium using ultrafast computed tomography[J]. J Am Coll Cardiol, 1990, 15(4):827-832.
- [10] Wong ND, Lopez VA, Allison M, et al. Abdominal aortic calcium and multi-site atherosclerosis: the multiethnic study of atherosclerosis[J]. Atherosclerosis, 2011, 214(2):436-441.
- [11] 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.
- [12] Figueroa AL, Takx RA, MacNabb MH, et al. Relationship between measures of adiposity, arterial inflammation, and subsequent cardiovascular events[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2016, 9(4):1019-1027.
- [13] Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the framingham heart study[J]. Circulation, 2007, 116(1):39-48.
- [14] An C, Lee HJ, Lee HS, et al. CT-based abdominal aortic calcification score as a surrogate marker for predicting the presence of asymptomatic coronary artery disease[J]. Eur Radiol, 2014, 24(10):2491-2498.
- [15] Thanassoulis G, Massaro JM, Corsini E, et al. Periaortic adipose tissue and aortic dimensions in the Framingham Heart Study[J]. J Am Heart Assoc, 2012, 1(6):885-892.
- [16] Seven E, Thuesen BH, Linneberg A, et al. Abdominal adiposity distribution quantified by ultrasound imaging and Incident Hypertension in a General Population[J]. Hypertension, 2016, 68(5):1115-1122.
- [17] Lee MJ, Wu Y, Fried SK. Adipose tissue heterogeneity: implication of depot differences in adipose tissue for obesity complications[J]. Mol Aspects Med, 2013, 34(1):1-11.
- [18] 王静, 李虎, 顾菲, 等. 内脏脂肪面积对体质指数正常内脏脂肪面积超标体检人群缺血性心血管病十年发病风险的评估价值研究[J]. 中国全科医学, 2019, 22(3):279-283.

(收稿日期:2022-02-25 修回日期:2022-06-14)

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕,已于 2008 年 3 月 1 号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下:请登录《放射学实践》网站(<http://www.fsxsj.net>)点击进入首页 → 点击“作者投稿” → 按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息,同时记住用户名和密码,以便查询稿件处理进度) → 用新注册的用户名和密码登录 → 点击“作者投稿”进入稿件管理页面 → 点击“我要投稿” → 浏览文件 → 上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮,只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作,文章须以 WORD 格式上传,图表粘贴在文章中) → 录入稿件标题、关键词等 → 最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(100 元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度,不必打电话或发邮件查询,具体步骤如下:用注册过的用户名和密码登录 → 点击“作者查稿”进入稿件管理页面 → 点击左侧导航栏“我的稿件库” → “稿件状态”显示稿件处理进度 → 点击“查看” → 选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到,作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿),本刊须花费大量精力将稿件录入系统中,部分稿件重复多次处理,这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿,如果通过邮箱或邮局投稿,本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足,网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处,希望各位影像同仁不吝赐教,多提宝贵意见,予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题,或者对本系统及网站有好的意见和建议,请及时联系我们。

联系人:石鹤 明桥 联系电话:027-69378385 15926283035