[文章编号] 1007-3949(2017)25-08-0807-05 ·临床研究·

肺癌低剂量 CT 筛查者冠状动脉钙化检出率及危险因素分析

毛礼厅，梁明柱，程 玲，高洁冰，丁香莲，秦培鑫，柳学国
(中山大学附属第五医院放射科,广东省珠海市 519000)

[关键词] 冠状动脉钙化； 钙化积分； 视觉评分； 危险因素； 肺癌筛查； 低剂量 CT

[摘 要] **目的** 探讨肺癌低剂量 CT 筛查人群中冠状动脉钙化检出率及相关危险因素。**方法** 选取 2013 至 2016 年首次在我院行肺癌低剂量 CT 筛查的 40 岁以上无症状男性 2722 例,年龄 40~81 岁,其中吸烟者 1052 例,非吸烟者 1670 例。收集相关病史及血液生化检查资料,包括年龄、体质指数、吸烟史、糖尿病史及血糖、总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、血尿酸、血肌酐。采用视觉评分方法进行冠状动脉钙化评分。对不同人群钙化检出率差异进行 χ^2 检验;冠状动脉钙化与危险因素的分析采用 Spearman 相关分析及多因素 Logistic 回归。**结果** 2722 例中,发生冠状动脉钙化者 642 例(23.6%),其中轻、中、重度钙化分别占 88.8%、8.9%、2.3%,平均年龄为 56.7±9.8 岁;无冠状动脉钙化者 2080 例,平均年龄为 49.5±7.1 岁。吸烟组冠状动脉钙化检出率高于非吸烟组(25.9%比 22.2%,$P=0.027$)。冠状动脉钙化与年龄、吸烟、高血脂、糖尿病、血肌酐升高呈显著相关,与高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、血尿酸升高无显著关联。随着年龄增长,钙化检出率逐渐增加;50 岁以下者,吸烟组的钙化检出率是非吸烟组的 2 倍多。**结论** 无症状肺癌低剂量 CT 筛查人群中,轻度冠状动脉钙化检出率较高;年龄、吸烟、高血脂、糖尿病、血肌酐升高是冠状动脉钙化的危险因素。

[中图分类号] R54 [文献标识码] A

Detection rate of coronary artery calcification and its risk factors analysis in low-dose CT screening population for lung cancer

MAO Li-Ting, LIANG Ming-Zhu, CHENG Ling, GAO Jie-Bing, DING Xiang-Lian, QIN Pei-Xin, LIU Xue-Guo
(*Department of Radiology*, *the Fifth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University*, *Zhuhai*, *Guangdong* 519000, *China*)

[**KEY WORDS**] Coronary artery calcification; Calcification score; Visual scoring; Risk factor; Lung cancer screening; Low-dose CT

[**ABSTRACT**] **Aim** To investigate the prevalence and risk factors of coronary artery calcification in low-dose CT screening population for lung cancer. **Methods** A total of 2722 asymptomatic men over 40 years of age was selected, who were screened first time for lung cancer with low-dose CT from 2013 to 2016, aged 40-81 years old, including 1052 smokers and 1670 non-smokers. The related medical history and blood biochemical examination data were collected, including age, body mass index, smoking history, diabetes history and blood glucose, total cholesterol, triglyceride, low density lipoprotein cholesterol (LDLC), high density lipoprotein cholesterol (HDLC), serum uric acid and creatinine. Visual scoring method was used to assess coronary artery calcification score. The difference of calcification detection rate among different populations was examined by χ^2 test. Coronary artery calcification and risk factors were analyzed by Spearman correlation analysis and multivariate Logistic regression. **Results** Among the 2722 cases, coronary artery calcification occurred in 642 cases (23.6%), of which mild, moderate and severe calcification accounted for 88.8%, 8.9% and 2.3%, respectively, with an average age of 56.7±9.8 years; There were 2080 cases without coronary artery calcification, with an average age of 49.5±7.1 years. The detection rate of coronary artery calcification in smoking group was higher than that in non-smoking group (25.9% vs 22.2%, $P=0.027$). Coronary artery calcification was significantly related to age, smoking, hyperlipidemia, diabetes mellitus, and high serum creatinine, but was not significantly related to HDLC, LDLC, and high serum uric acid. With the increase of age, the detection rate of calcification increased gradually. The detection rate of calcification in

[收稿日期] 2016-11-18 [修回日期] 2017-02-28
[基金项目] 广东省科技厅项目(2009B030801120)
[作者简介] 毛礼厅,硕士研究生,研究方向为胸腹部影像诊断,E-mail 为 1187121014@qq.com。通讯作者柳学国,博士,主任医师,主要从事胸腹部影像诊断研究,E-mail 为 liuxueg@mail.sysu.edu.cn。

smoking group was 2 times higher than that in non-smoking group under 50 years old. **Conclusion** The detection rate of mild coronary artery calcification is higher in low-dose CT screening asymptomatic population for lung cancer. Age, smoking, hyperlipidemia, diabetes and high serum creatinine are risk factors for coronary artery calcification.

近年来,我国冠心病的发病率呈明显上升趋势,早期发现冠心病具有重要意义。冠状动脉钙化(coronary artery calcification,CAC)作为冠心病的基本病变之一,能够反映冠心病的严重程度,冠状动脉钙化程度与患者发生心肌梗死和心源性猝死的危险性呈正相关[1];目前临床上可通过 CT 检查计算冠状动脉钙化积分(coronary artery calcification score,CACS)以量化评估冠状动脉钙化程度。冠状动脉钙化的常规检查是心电门控的高剂量 CT。本文旨在使用肺癌筛查者的胸部低剂量 CT 图像,总结无症状筛查人群(吸烟、非吸烟者)CAC 检出率及其程度差异,并分析传统危险因素与 CAC 发生的相关性及优势比,从而在一次检查中获得肺癌、冠状动脉钙化的双筛查。

1 资料和方法

1.1 研究对象及临床资料

2013 至 2016 年于中山大学附属第五医院行首次胸部低剂量 CT 体检的 40 岁以上男性筛查者 2722 例。纳入标准:40 岁以上无症状者,首次在本院行胸部低剂量 CT 检查,有近期血生化结果。排除标准:伪影影响观察,已行或怀疑为冠状动脉支架置入术后,相关资料不齐全。所有入选者均有完整的相关资料和近期血液生化检查结果,包括年龄、体质指数(body mass index,BMI)、吸烟史、糖尿病史及血糖、总胆固醇(total cholesterol,TC)、甘油三酯(triglyceride,TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol,HDLC)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol,LDLC)、肌酐(creatinine,Cr)、尿酸(uric acid,UA)等。糖尿病及高血脂根据 CT 检查前病史采集或电话回访,及血糖、糖化血红蛋白、血脂水平检测结果确定;血肌酐、尿酸升高则是参照本院检验系统提供的正常值范围(分别为 41~73 μmol/L、150~350 μmol/L)确定。

1.2 检查方法

采用 Siemens Somatom Sensation 16 及 Definition Flash 多层螺旋 CT 扫描机,指导患者静卧并于一次深吸气后屏气中完成扫描。使用 LungCare 扫描模式,管电压 120 kV,管电流为 20~50 mA,重建层厚为 1 mm,层间距 0.75 mm。扫描范围自肺尖至肺底,无心电门控,无静脉注射对比剂。将扫描所得图像传输至影像诊断工作站,根据骨窗(窗宽 2000 HU,窗位 600 HU,B50f)进行 CAC 视觉评分。参考祁鸣等[2]的研究结果,层厚 1 mm+骨算法 B60f 对冠状动脉钙化可获得较好的显示效果,钙化边缘更加锐利,细节清晰,小分支钙化亦可分辨。

1.3 冠状动脉钙化视觉评分方法

运用视觉评分方法[3],对冠状动脉(左冠状动脉主干、左前降支、左回旋支、右冠状动脉)的每一分支分别进行评分(0~3 分),分值定义如下:无钙化为 0 分,轻度钙化(钙化部分小于该分支长度的 1/3)为 1 分,中度钙化(钙化部分介于该分支长度的 1/3~2/3)为 2 分,重度钙化(钙化部分大于该分支长度的 2/3)为 3 分(图 1),从而得出每一分支的积分及总 CACS,并将总 CACS 分为 0(无)、1~3(轻度)、4~6(中度)、7~12(重度)共 4 个等级进行分析。该视觉评分方法已被证实与 Agatston 评分的一致性很高,且微量钙化在低剂量 CT 中亦可被发现[4]。

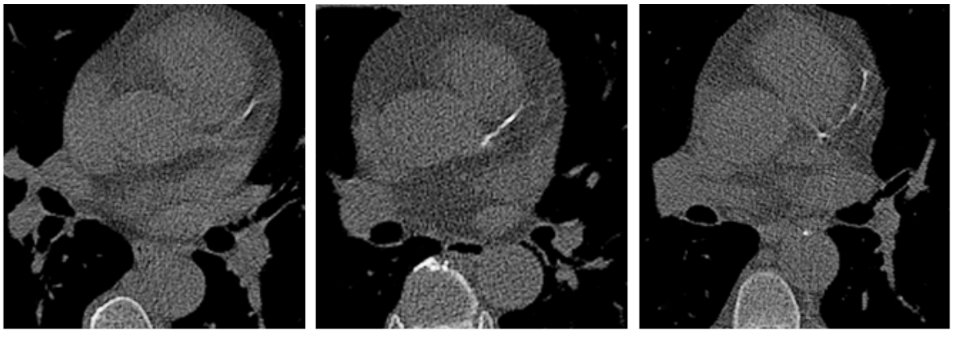

图 1. 冠状动脉左前降支钙化评分 左图为 1 分,中图为 2 分,右图为 3 分。

Figure 1. Calcification score of left anterior descending coronary artery

另选取 100 例胸部低剂量 CT 图像,由 3 名放射科医师(分别有 3、4、10 年放射诊断工作经验)在明确视觉评分规则后独立进行 CAC 评分,并按每一筛查者总 CACS<4 分或≥4 分为界限做一致性检验,结果显示,医师甲和乙、甲和丙、乙和丙的 Kappa 值分别为 0.79、0.88、0.74,P 值均小于 0.001,一致性较好。

1.4　统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计学软件包进行统计分析,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用 t 检验;计数资料中率、构成比的比较,采用 χ^2 检验;自变量与因变量相关分析用 Spearman 相关分析(因自变量不符合连续正态分布,故将自变量转变为二分类变量,采用 Spearman 相关分析);多因素分析采用 Logistic 回归分析,将因变量(Y)CACS>0 赋值为 1,CACS=0 赋值为 0;自变量年龄 50~59 岁(X1)、60~69 岁(X2)、≥70 岁(X3)、糖尿病(X4)、高血脂(X5)分别赋值为 1,否则赋值为 0;在吸烟组内,以年龄相差仅±2 进行1∶1 配对,用条件 Logistic 回归分析不同吸烟指数与 CAC 的相关性。P<0.05 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　一般资料及血液生化指标水平

入选研究对象 40 岁以上无症状男性筛查者 2722 例,年龄 40~81 岁,平均 51.2±8.4 岁;其中高血脂 1224 例(45.0%),2 型糖尿病 253 例(9.3%)。将以上筛查者数据按照冠状动脉 CACS 是否为 0 分为两组:CACS>0 组(n=642)、CACS=0 组(n=2080),比较两组的一般资料和生化指标(表 1)。同时,根据是否吸烟分为两组:吸烟组(n=1052)、非吸烟组(n=1670),两组的 BMI、年龄构成比无统计学差异(表 2)。

表 1. 研究对象的临床基线资料

Table 1. Clinical baseline data of the study subjects

项　目	CACS>0 组(n=642)	CACS=0 组(n=2080)	P 值
年龄(岁)	56.7±9.8	49.5±7.1	<0.0001
BMI(kg/m^2)	24.5±2.9	24.3±2.8	0.148
糖尿病[例(%)]	98(15.3)	155(7.5)	<0.0001
高血脂[例(%)]	314(48.9)	910(43.8)	0.022
空腹血糖(mmol/L)	5.49±2.14	5.02±1.43	<0.0001
TC(mmol/L)	5.48±1.13	5.32±1.02	0.001
TG(mmol/L)	1.98±1.86	1.79±1.40	0.007
HDLC(mmol/L)	1.26±0.45	1.27±0.36	0.398
LDLC(mmol/L)	3.19±0.84	3.13±0.77	0.092
UA(μmol/L)	416.8±87.8	411.7±83.0	0.173
Cr(μmol/L)	86.8±33.1	85.7±15.6	0.232

表 2. 吸烟组、非吸烟组一般资料比较

Table 2. Comparison of general data between smoking group and non-smoking group

分　组	n	CACS>0 [例(%)]	年龄(岁)	BMI (kg/m^2)	年龄构成比(%)			
					40~49 岁	50~59 岁	60~69 岁	≥70 岁
吸烟组	1052	272(25.9)	51.4±8.6	24.3±2.7	55.8	30.7	10.1	3.4
非吸烟组	1670	370(22.2)	50.9±8.0	24.4±2.9	52.0	32.0	11.4	4.6
P 值	–	0.027	0.079	0.726	0.052	0.486	0.288	0.113

2.2　吸烟组、非吸烟组 CAC 检出率

总人群中 CACS>0 者 642 例,CAC 检出率为 23.6%,轻、中重度钙化分别占 88.8%、11.2%。吸烟组与非吸烟组,不同年龄段的不同钙化程度分布情况见表 3。与非吸烟组对比,吸烟组 CAC 检出率高于非吸烟组(25.9%比 22.2%,P=0.027),其轻度钙化检出率亦高于非吸烟组(23.2%比 19.5%,P=0.022),中重度钙化检出率两组无统计学差异(2.7%比 2.6%,P=0.966)。吸烟组与非吸烟组 CAC 检出率均随着年龄增长而增加,其中<50 岁者,吸烟组 CAC 检出率是非吸烟组的 2 倍多(18.1%比 8.9%,P<0.001);<60 岁者,吸烟组 CAC 检出率高于非吸烟组(21.1%比 16.3%,P=0.003);≥60 岁者,吸烟组与非吸烟组 CAC 检出率差异无统计学意义(52.6%比 56.3%,P=0.471)。

2.3　吸烟组中不同吸烟指数与 CACS 的分布情况

吸烟组中,总 CAC 检出率、轻度 CAC 检出率均随着吸烟指数的增加而增加,不同吸烟指数中度以上 CAC 检出率无显著差异(表 4)。通过配对 Logistic 回归分析得出,不同吸烟指数与 CAC 的发生无显著相关性。

2.4　CACS 与各指标的相关性及相关危险因素的优势比分析

Spearman 相关分析显示,冠状动脉钙化是否发生与年龄、吸烟、Cr 升高、高血脂、HDLC 降低、糖尿病有关(P<0.05;表 5),与 UA 升高、LDLC 升高、BMI 无相关性(P>0.05)。从危险因素的相关系数 r 值的差异中可得出,年龄是引起 CAC 发生最主要的因素。

表 3. 吸烟组、非吸烟组不同年龄 CACS 分布情况[例(%)]

Table 3. Distribution of CACS in smoking and non-smoking groups at different ages[case (%)]

年龄(岁)	吸烟组(n=1052)			非吸烟组(n=1670)			CACS>0 合计
	CACS=0	CACS 1~3	CACS≥4	CACS=0	CACS 1~3	CACS≥4	
40~49	481(81.9)	102(17.4)	4(0.7)	791(91.1)	75(8.6)	2(2.3)	183(12.6)
50~59	237(73.4)	75(23.2)	11(3.4)	382(71.5)	139(26.0)	13(2.5)	238(27.8)
60~69	53(50.0)	48(45.3)	5(4.7)	101(53.2)	76(40.0)	13(6.8)	142(48.0)
≥70	9(25.0)	19(52.8)	8(22.2)	26(33.3)	36(46.2)	16(20.5)	79(69.3)
合计	780(74.1)	244(23.2)	28(2.7)	1300(77.8)	326(19.5)	44(26.3)	642(23.6)

表 4. 吸烟组中不同吸烟指数与 CACS 的分布情况[例(%)]

Table 4. Distribution of smoking index and CACS in smoking group[case (%)]

吸烟指数(包/年)	例数	0 分	1~3 分	4~6 分	7~12 分
≤29	732	566(77.3)	149(20.4)	13(1.8)	4(0.5)
30~59	273	185(67.8)	80(29.3)	7(2.6)	1(0.4)
≥60	47	29(61.7)	15(31.9)	1(2.1)	2(4.3)
合计	1052	780(74.1)	244(23.2)	21(2.0)	7(0.7)

表 5. CACS 与各指标的相关性

Table 5. Correlation between CACS and various indexes

分　组	n	年龄(岁)	吸烟(例)	Cr 升高(例)	UA 升高(例)	高血脂(例)	糖尿病(例)	HDLC 降低(例)	LDLC 升高(例)	BMI≥25 kg/m^2(例)
CACS>0	642	56.7±9.8	272	36	210	314	98	67	337	260
CACS=0	2080	49.5±7.1	780	45	619	910	155	162	1009	806
r 值		0.338	0.042	0.086	0.027	0.044	0.114	0.04	0.034	0.024
P 值		<0.001	0.027	<0.001	0.156	0.022	<0.001	0.035	0.078	0.215

多因素 Logistic 回归分析显示,相对于<50 岁而言,50~59 岁、60~69 岁、≥70 岁的优势比(odds ratio,OR)值分别为 2.702、6.304、16.169,糖尿病、高血脂、Cr 升高、吸烟的 OR 值分别为 1.579、1.371、1.792、1.129(表 6);经计算可得,60~69 岁较 50~59 岁、≥70 岁较 50~59 岁、≥70 岁较 60~69 岁发生 CAC 的 OR 值分别为 2.332、5.982、2.565。

表 6. CAC 相关危险因素的优势比

Table 6. Odds ratio of CAC related risk factors

变　量	B	OR	95%CI	P 值
<50 岁	参照组	-	-	-
50~59 岁	0.994	2.702	2.173~3.360	<0.001
60~69 岁	1.841	6.304	4.757~8.353	<0.001
≥70 岁	2.783	16.169	10.408~25.118	<0.001
糖尿病	0.457	1.579	1.175~2.122	0.002
高血脂	0.315	1.371	1.129~1.664	0.001
Cr 升高	0.583	1.792	1.071~2.999	0.026
吸烟	0.315	1.129	1.129~1.665	0.001

3 讨　论

冠状动脉钙化积分是目前广泛使用的一种检测冠状动脉钙盐沉积的方法,常规的心电门控冠状动脉 CT 血管成像可较准确地进行冠状动脉钙化积分定量分析,但其扫描辐射剂量较大、费用高,不适用于冠状动脉钙化的常规筛查。Shemesh 等[3-4]证实,通过阅读胸部低剂量 CT 图像可对 CAC 进行视觉评分,并且该方法得出的 CACS 与 Agatston 评分的一致性很高,故通过视觉评分可较准确地评价 CAC 情况,结合年龄等相关危险因素,对冠心病的早期诊断及预防具有重要的临床意义。

本研究总人群 CAC 检出发生率(23.6%)较高,与刘爱波等[5]报道的 84 例云南男性患者 CAC 检出发生率(22.6%)相近;而国外的大样本研究报道[6-7]CAC 的检出率较高(5933 例,48%;6698 例,50%)。在本组入选对象中,年龄轻者冠状动脉钙化以轻度为主,<50 岁人中,总人群、吸烟及非吸烟者的 CAC 检出率较低(分别为 12.6%、18.1%、8.8%),且中度以上钙化的检出率极低(0.4%)。Shemesh 等[3]报

道的 2028 例男性吸烟筛查者中,<50 岁者 CAC 检出率为 22%,与本研究的 18.1%无统计学差异,而其余年龄组 CAC 检出率均高于本研究,且其男性吸烟者总的 CAC 检出率亦显著高于本研究(74.0%比 25.9%),结合其吸烟指数分布情况,考虑可能与国外筛查者吸烟指数较高有关。杨晔等[8]研究中男性筛查者总体、不同年龄段(40~49 岁、50~59 岁、60~69 岁、70~79 岁)CAC 检出率分别为 15.5%、4.71%、7.38%、20.98%、31.71%,较本文的(23.6%、12.6%、27.8%、48.0%、69.3%)低;而葛海龙等[9]报道,60 岁以上老年男性 CAC 检出率(50.5%)与本研究(60.3%)相差不大。综合以上研究结果可见,国外的 CAC 检出率较国内高,国内不同地区 CAC 检出率亦有差异。此外,笔者对年龄进行分组分析,比较不同年龄段吸烟组、非吸烟组 CAC 检出率的差异,结果显示,仅<50 岁者轻度钙化检出率有统计学差异,其余年龄组轻度钙化检出率、所有年龄组中度以上钙化检出率无统计学差异。

张剑等[10]认为,疑诊冠心病患者年龄和 HDLC 水平是 CACS 的显著相关危险因素,年龄越大,HDLC 水平越低,CACS 越高。另有研究报道[11-12],在冠心病危险因素中,性别、年龄、肥胖、血脂蛋白异常、吸烟、糖尿病及血钙磷水平等均与 CAC 显著相关。本研究通过对年龄、BMI、LDLC、HDLC、UA、Cr、高血脂、糖尿病、吸烟等传统危险因素的统计分析发现,冠状动脉钙化与年龄、吸烟、Cr 升高、高血脂、HDLC 降低、糖尿病显著相关,且年龄是最主要的危险因素,随着年龄增加,CAC 检出率逐渐增高;而与 BMI、UA 升高、LDLC 升高无显著相关。在吸烟组内通过配对 Logistic 回归分析,结果表明,不同吸烟指数与 CAC 的发生无显著相关性。这与 Hiltunen 等[13]研究中 BMI 与钙化积分、吸烟指数与 CAC 发生无相关性的结果一致。葛海龙等[9]指出,血肌酐、血尿酸水平及吸烟等是 CAC 发生的独立危险因素,且血肌酐和尿酸水平与其钙化程度呈正相关;另有研究[14-15]表明,尿酸、肌酐水平与 CACS 呈正相关。本研究结果未显示出血尿酸水平升高与 CAC 有相关性,可能与研究对象为 40 岁以上男性无胸痛症状者、总人群 CAC 检出率较其他研究低,且以轻度钙化为主有关。

本研究的局限性:未随访病人的心血管事件发生率;未纳入血压指标;仅采用单次筛查记录,未进行重复随访等。希望以后能进行长期随访研究。

综上所述,在无症状胸部低剂量 CT 筛查人群中冠状动脉钙化较常见,且年龄、吸烟、Cr 升高、高血脂、HDLC 降低、糖尿病是 CAC 的独立危险因素,故在进行肺癌筛查的同时,对 CAC 进行视觉评分,结合心血管疾病相关危险因素进行评估,对于冠心病的早期筛查、诊断、风险性预测及预后评估有重要的临床意义。

[参考文献]

[1] Arad Y, Goodman KJ, Roth M, et al. Coronary calcification, coronary disease risk factors, C-reactive protein, and atherosclerotic cardiovascular disease events: the St. Francis Heart Study[J]. J Am Coll Cardiol, 2005, 46(1): 158-165.

[2] 祁 鸣, 孔繁福, 陈玉琴, 等. 双源 Flash CT 胸部体检对冠状动脉钙化的初步评价[J]. 医疗卫生装备, 2014, 35(12): 64-66.

[3] Shemesh J, Henschke CI, Farooqi A, et al. Frequency of coronary artery calcification on low-dose computed tomography screening for lung cancer[J]. Clin Imaging, 2006, 30(3): 181-185.

[4] Shemesh J, Henschke CI, Shaham D, et al. Ordinal scoring of coronary artery calcifications on low-dose CT scans of the chest is predictive of death from cardiovascular disease[J]. Radiology, 2010, 257(2): 541-548.

[5] 刘爱波, 吴新华, 欧阳天昭, 等. 云南农村自然人群冠状动脉钙化情况的调查研究[J]. 中国动脉硬化杂志, 2013, 21(6): 554-556.

[6] Silverman MG, Blaha MJ, Krumholz HM, et al. Impact of coronary artery calcium on coronary heart disease events in individuals at the extremes of traditional risk factor burden: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis[J]. Eur Heart J, 2014, 35(33): 2 232-241.

[7] Radford NB, DeFina LF, Barlow CE, et al. Progression of CAC score and risk of incident CVD[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2016, 9(12): 1 420-429.

[8] 杨 晔, 贾红云. 肺部多层螺旋 CT 检查对冠状动脉和主动脉钙化筛查结果分析[J]. 宁夏医学杂志, 2008,30(9): 801-802.

[9] 葛海龙, 马晓海, 赵 蕾, 等. 老龄冠状动脉粥样硬化性心脏病患者冠状动脉钙化危险因素分析[J]. 心肺血管病杂志, 2016, 35(7): 514-516.

[10] 张 剑, 韩雅玲, 荆全民, 等. 冠状动脉钙化积分与冠心病危险因素的相关性[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2011, 19(6): 318-321.

[11] Arguelles W, Llabre MM, Penedo FJ, et al. Relationship of change in traditional cardiometabolic risk factors to change in coronary artery calcification among individuals with detectable subclinical atherosclerosis: the multi-ethnic study of atherosclerosis[J]. Int J Cardiol, 2014, 174(1): 51-56.

[12] 李 辉. 双源 CT 冠脉钙化积分与冠心病危险因素的相关性分析[D]. 大连: 大连医科大学, 2014: 1-42.

[13] Hiltunen A, Kivisaari L, Leino-Arjas P, et al. Visual scoring of atherosclerosis in chest computed tomography: findings among male construction workers[J]. Acta Radiol, 2008, 49(3): 328-336.

[14] 洪东煌, 杨火保. 冠脉钙化的临床意义及关联因素分析[J]. 福建医药杂志, 2014, 36(5): 11-13.

[15] 乔 琛, 张 蕾, 李晓生, 等. 冠状动脉钙化积分与传统危险因素相关性的研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2015, 21(1): 34-37.

(此文编辑 曾学清)