论 著

# 能谱CT成像对颈动脉粥样硬化斑块性质评估及其与脑卒中发生率的关系

**江汉大学附属湖北省第三人民医院(中山医院)放射科 (湖北 武汉 430033)**

刘良进 毕俊英* 曾艳妮
徐 佳 张久霞 豆永升

【摘要】**目的** 分析能谱CT成像对颈动脉粥样硬化斑块性质评估价值及与脑卒中发生率的关系。**方法** 选取医院2018年1月至2019年10月收治的颈动脉粥样硬化斑块或狭窄患者100例，其中33例患者发生脑卒中将其纳入研究组，另67例患者未发生脑卒中将其纳入对照组。两组患者均接受能谱CT成像检查。**结果** 研究组患者动脉粥样硬化斑块检出率、颈动脉狭窄率高于对照组(*P*<0.05)。对照组患者共检出132枚斑块，研究组共检出71枚斑块。研究组患者钙化斑块、纤维斑块检出率高于对照组(*P*<0.05)，脂肪斑块检出率低于对照组(*P*<0.05)，混合斑块检出率高于对照组(*P*>0.05)，差异比较无统计学意义。钙化斑块、纤维斑块、脂肪斑块、混合斑块特征管壁增厚率、溃疡率、颅内血管病变率差异比较有统计学意义(*P*<0.05)。钙化斑块、纤维斑块、脂肪斑块、混合斑块的曲线斜率、有效原子序数差异比较有统计学意义(*P*<0.05)。**结论** 能谱CT成像能准确评估颈动脉粥样硬化斑块性质，明确颈动脉狭窄程度同时，还能预测脑卒中发生，建议推广使用。

【关键词】能谱CT成像；颈动脉粥样硬化斑块；性质；类型；脑卒中
【中图分类号】R445.1
【文献标识码】A
**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2021.01.015

# Evaluation of Atherosclerotic Plaque Properties by Energy Spectrum CT Coronary Angiography Imaging and Its Relationship with the Incidence of Stroke

LIU Liang-jin, BI Jun-ying *, ZENG Yan-ni, XU Jia, ZHANG Jiu-xia, DOU Yong-sheng.
Department of Radiology, Hubei No.3 Peopl's Hospital of Jianghan University, Wuhan 430033, Hubei Province, China

**ABSTRACT**

***Objective*** To investigate the evaluation value of atherosclerotic plaque properties by energy CT coronary angiography imaging and its relationship with the incidence of stroke. ***Methods*** 100 patients with carotid atherosclerotic plaque or stenosis in our hospital from Jan 2018 to Oct 2019 were enrolled, and divided into two groups according to the presence or absence of stroke, study group (n=67) and control group (n=33). Both groups received the energy spectrum CTA imaging. ***Results*** The detection rate of atherosclerotic plaque and carotid stenosis in the study group were higher than those in the control group (*P*<0.05). A total of 132 plaques were detected in the control group and 71 plaques in the study group. Study group had higher detection rates of calcified plaque (*P*<0.05), fibrous plaque (*P*<0.05) and mixed plaque (*P*>0.05) as well as lower detection rate of fatty plaque than those of control group. The detection rate of CTA characteristics including tube wall thickening, ulcer, and intracranial vascular lesion had significant difference in calcified plaques, fibrous plaques, fatty plaques, and mixed plaques (*P*<0.05). The difference in curve slope and effective atomic number between calcified plaque, fibrous plaque, fatty plaque and mixed plaque was statistically significant (*P*<0.05). ***Conclusion*** Energy CT coronary angiography imaging can accurately evaluate the properties of carotid atherosclerotic plaque, determine the degree of carotid stenosis, and predict the occurrence of stroke.

***Keywords: Energy Spectrum CT Imaging; Carotid Atherosclerotic Plaque; Carotid Atherosclerotic Plaque; Properties; Type; Stroke***

脑卒中是一类脑血管疾病，其中急性缺血性脑卒中最常见[1]。颈动脉粥样硬化斑块是导致脑卒中主要病因之一[2]。易损斑块具有较典型病理学特征，包括粥样硬化斑块内出血、纤维帽溃疡或破裂、大型脂质核[3]。其主要病理标准是颈动脉粥样硬化斑块出现较多的单核-巨噬细胞或T细胞浸润、斑块内的脂质核心大于体积40%以上，但厚度不超过100μm的纤维帽、血小板聚集或纤维蛋白沉积、血栓形成、平滑肌细胞数量及胶原含量明显减少等[4]。近几年关于动脉粥样硬化斑块性质评估及其与脑卒中发生率的关系研究受到重视，如何评价颈动脉粥样硬化斑块性质成为研究热点之一。能谱CT成像在分析动脉粥样硬化斑块性质方面有较高的可信度及准确性[5]。因此，本研究选取医院2018年1月至2019年10月收治的颈动脉粥样硬化斑块或狭窄患者作为研究对象，给予能谱CT成像诊断后分析颈动脉粥样硬化斑块性质与脑卒中发生率的关系。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取医院2018年1月至2019年10月收治的颈动脉粥样硬化斑块或狭窄患者100例，其中33例患者发生脑卒中将其纳入研究组。另67例患者未发生脑卒中，将其纳入对照组。研究组患者中男性17例，女性16例，年龄48~71岁，平均年龄(65.57±4.98)岁。对照组患者中男性34例，女性33例，年龄48~73岁，平均年龄(65.78±4.91)岁。两组患者性别、年龄差异比较无统计学意义(*P*>0.05)，具有可比性。颈动脉粥样硬化斑块或狭窄诊断标准[6]：符合中华医学会第十八次全国神经病学学术会议制定的颈动脉粥样硬化斑块或狭窄相关标准。脑卒中标准[7]：符合全国第4届脑血管病学术会议制订的脑血管疾病诊断标准中急性缺血性脑卒中相关标

【第一作者】刘良进，男，主治医师，主要研究方向：CT及MRI的影像诊断。E-mail：75218944@qq.com
【通讯作者】毕俊英，男，副主任医师，主要研究方向：CT及MRI的影像诊断。E-mail：llj.98f@163.com

准。

纳入标准：知情同意；自愿参加；病案信息完整。

排除标准：脑梗塞患者；脑肿瘤患者；认知功能障碍患者；严重性颅脑损伤患者；严重性颅内感染患者。

**1.2 方法** 两组患者均接受能谱CT成像检查。使用GE公司生产的能谱CT(型号：GE Revolution 256排)成像检查，所有患者均在入院48h内完成扫描检查。扫描范围从主动脉弓下至大脑动脉环，方向为足侧向头侧扫描。扫描具体参数如下：管电压80/140kV，管电流自动；准直器宽40mm×0.625mm，层厚/层间隔0.625mm/0.625mm，螺距0.984，球管转速0.6s/rot。对比剂为碘海醇注射液，规格为350mgI/mL，剂量为65mL，通过CT专用双筒高压注射器经静脉注射，注射流率控制在5.0mL/s；注射对比剂后开启0.6mm×0.625mm GSI扫描模式，获得满意图像后将其送至工作站，进行多平面重建、容积再现、最大密度投影等处理。标记斑块出现位置、狭窄程度，分析特征。由2名经验丰富的审片医生采用双盲法进行审片，以斑块的CT值作为区分成分的标准。

**1.3 统计学方法** 患者全部数据均使用SPSS 27.00软件处理，计量资料以($\bar{x}\pm s$)形式表示，两两比较采用t检验，三者及以上比较采用F检验；计数资料使用(%)表示，性别比较采用$\chi^2$检验，*P*<0.05表示数据比较结果差异有统计学意义，采用Speaman进行相关性分析。

## 2 结 果

**2.1 两组患者颈动脉粥样硬化斑块或狭窄检出情况比较** 由表1可知，研究组患者动脉粥样硬化斑块检出率、颈动脉狭窄率高于对照组(*P*<0.05)。

**表1 两组患者颈动脉粥样硬化斑块或狭窄检出情况比较[n(%)]**

| 组别 | 例数 | 颈动脉粥样硬化斑块 | 颈动脉狭窄 |
|---|---|---|---|
| 对照组 | 67 | 58(86.57) | 16(23.89) |
| 研究组 | 33 | 32(96.97) | 21(63.64) |
| $\chi^2$ | | 3.261 | 19.681 |
| *P* | | 0.034 | <0.001 |

**2.2 两组患者颈动脉粥样硬化斑块类型比较** 对照组患者共检出132枚斑块，研究组共检出71枚斑块。研究组患者钙化斑块、纤维斑块检出率高于对照组(*P*<0.05)，脂肪斑块检出率低于对照组(*P*<0.05)，混合斑块检出率高于对照组(*P*>0.05)，差异比较无统计学意义(表2)。

**表2 两组患者颈动脉粥样硬化斑块类型比较[n(%)]**

| 组别 | 例数 | 钙化斑块 | 纤维斑块 | 脂肪斑块 | 混合斑块 |
|---|---|---|---|---|---|
| 对照组 | 132 | 37(28.03) | 29(21.97) | 62(46.97) | 4(3.03) |
| 研究组 | 71 | 32(45.07) | 30(42.25) | 7(9.86) | 2(2.82) |
| $\chi^2$ | | 12.687 | 13.804 | 36.984 | 0.627 |
| *P* | | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.751 |

**2.3 研究组颈动脉粥样硬化斑块能谱CT成像特征比较** 由表3可知，钙化斑块、纤维斑块、脂肪斑块、混合斑块能谱CT成像特征管壁增厚率、溃疡率、颅内血管病变率差异比较有统计学意义(*P*<0.05)。

**表3 研究组颈动脉粥样硬化斑块能谱CT成像特征比较[n(%)]**

| 分类 | 例数 | 管壁增厚 | 溃疡 | 颅内血管病变 |
|---|---|---|---|---|
| 钙化斑块 | 32 | 21(65.63) | 3(9.38) | 16(50.00) |
| 纤维斑块 | 30 | 27(90.00) | 0(0.00) | 24(80.00) |
| 脂肪斑块 | 7 | 5(71.43) | 6(85.71) | 3(42.86) |
| 混合斑块 | 2 | 2(100.00) | 0(0.00) | 1(50.00) |
| $\chi^2$ | | 23.687 | 36.597 | 14.627 |
| *P* | | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

**2.4 研究组颈动脉粥样硬化斑块类型能谱参数比较** 由表4可知，钙化斑块、纤维斑块、脂肪斑块、混合斑块的曲线斜率、有效原子序数差异比较有统计学意义(*P*<0.05)。

**表4 研究组颈动脉粥样硬化斑块类型能谱参数比较($\bar{x}\pm s$)**

| 分类 | 例数 | 曲线斜率(%) | 有效原子序数 |
|---|---|---|---|
| 钙化斑块 | 32 | 0.46±0.16 | 9.67±0.12 |
| 纤维斑块 | 30 | 3.97±0.12 | 8.69±0.15 |
| 脂肪斑块 | 7 | -3.26±0.14 | 3.85±0.12 |
| 混合斑块 | 2 | 0.82±0.12 | 7.26±0.18 |
| F | | 362.47 | 49.62 |
| *P* | | <0.001 | <0.001 |

**2.5 颈动脉粥样硬化斑块性质与脑卒中发生率相关性分析** 由表5可知，纤维斑块、脂肪斑块、混合斑块与脑卒中发生率密切相关(*P*<0.05)。

**表5 颈动脉粥样硬化斑块性质与脑卒中发生率相关性分析**

| 分类 | $r_s$ | *P* |
|---|---|---|
| 钙化斑块 | -0.103 | 0.512 |
| 纤维斑块 | 0.851 | <0.001 |
| 脂肪斑块 | 0.716 | 0.024 |
| 混合斑块 | -0.746 | <0.001 |

**2.6 能谱CT成像对颈动脉粥样硬化斑块特征分析** 由图1可知，颈动脉粥样硬化斑块类型能谱曲线不同，呈现以下规律：钙化斑块及脂肪斑块呈弓背向上或反向勺状的曲线，斜率为负值。随着能谱能量逐渐增加，CT值逐渐增高。纤维斑块及混合斑块保险为衰减曲线，但纤维斑块在低能量区的衰减幅度大于混合斑块。

## 3 讨 论

颈动脉粥样硬化斑块形成及颈动脉狭窄与脑卒中的发生及发展密切相关[8]。有文献报道，20%~30%的急性缺血性脑卒中是由颈动脉粥样硬化斑块或颈动脉狭窄所致，其中斑块脱落堵塞血管是其主要病理机制[9]。因此，检查颈动脉粥样硬化斑块有利于筛查出脑卒中高危患者，对预防急性缺血性脑卒中有非常重要的现实意义。能谱CT成像、MRI及超声是检查颈动脉粥样硬化斑块常用方法。MRI能反应斑块大小、位置，但不能准确反映颈动脉狭窄情况，不易准确区分严重狭窄及动脉闭塞。超声不能反映斑块性质[10]。能谱CT成像对各种类型的斑块具有较好的分辨能力[11]，不仅能清晰的显示斑块在颈动脉内的部位、大小、形态，还能准确判断颈动脉狭窄程度、区分斑块性质。有研究发现，对能谱CT成像图像进行简单处理就能获得

**图1** 能谱CT成像对颈动脉粥样硬化斑块图。1A：混合型斑块VR图；1B：混合型斑块的原始图；1C：左颈动脉纤维斑块MIP图；1D：左颈动脉脂肪斑块MPR图；1E：左颈动脉起始部钙化斑块的MPR图；1F：左颈动脉分叉混合斑块的MIP图。

较清晰的颈动脉硬化斑块图像信息，有助于评估颈动脉狭窄程度，筛选脑卒中高危患者[12]。姜滨等[13]认为，能谱CT成像能根据不同CT值能大致区分斑块内主要成分，评价斑块易损性，这可能与能谱CT成像的X线光子穿透能力有关。此外，颈动脉粥样硬化斑块类型与脑卒中密切相关[14]。易损性斑块如脂肪斑块、纤维斑块与脑卒中发生率呈正相关，此类患者斑块越多、斑块越大，其脑卒中发生率越高。

本研究结果显示，研究组患者颈动脉粥样硬化斑块检出率、颈动脉狭窄情况多，说明急性缺血性脑卒中患者常见颈动脉粥样硬化斑块及颈动脉狭窄，提示临床必须重视对颈动脉粥样硬化斑块或狭窄检测，以预防相关的疾病包括脑卒中发生及发展。研究组患者常见钙化斑块、纤维斑块，少见脂肪斑块，表明急性脑卒中患者的颈动脉粥样硬化斑块性质以钙化斑块、纤维斑块为主。进一步分析发现，钙化斑块、纤维斑块、脂肪斑块、混合斑块能谱CT成像特征管壁增厚率、溃疡率、颅内血管病变情况不同。混合斑块的管壁增厚最典型，脂肪斑块以溃疡最典型，纤维斑块及钙化斑块以管壁增厚、颅内血管病变典型，说明能谱CT成像能反映不同类型的颈动脉粥样硬化斑块的管壁增厚、溃疡、颅内血管病变情况。同时，不同类型的颈动脉粥样硬化斑块曲线斜率、有效原子序数不同，脂肪斑块曲线斜率为负值，这与杨贵宝等[15]的研究结果一致。相关性分析发现，纤维斑块、脂肪斑块、混合斑块与脑卒中发生率密切相关，说明颈动脉粥样硬化斑块性质对急性缺血性脑卒中具有显著的影响。随着斑块性质发生改变，患者发生脑卒中的危险性明显增加。脂肪斑块、纤维斑块脱落会形成微小栓子，阻塞大脑前动脉及大脑中动脉远端小分支，增加患者急性缺血性脑卒中危险程度。

综上所述，能谱CT成像能分辨颈动脉粥样硬化斑块性质，预测脑卒中发生风险，建议在临床上推广应用。

## 参考文献

[1]袁立颖,王荔.宝石CT能谱成像对颈动脉粥样硬化斑块的研究[J].中风与神经疾病杂志,2017,34(10):937-938.
[2]汪欣,马宝新.头颈部CT血管成像技术评估颈部动脉粥样硬化斑块及狭窄程度预测脑卒中临床意义探讨[J].实用医院临床杂志,2017,14(6):238-241.
[3]包丽薇,王泽锋,孙振婷,等.CTA评估颈动脉与冠状动脉粥样硬化斑块临床关联的回顾性研究[J].CT理论与应用研究,2017,26(4):497-504.
[4]孙翾,顾敦星.CT血管造影评价颈动脉易损性斑块与症状性缺血性脑卒中关系的价值[J].现代中西医结合杂志,2017,26(3):328-330,342.
[5]Pazhenkottil A P,Benz D C,Gräni C,et al.Hybrid SPECT perfusion imaging and coronary CT angiography:Long-term prognostic value for cardiovascular outcomes[J].Radiology,2018,288(3):694-702
[6]董晓云,李荔,季青,等.超微血管成像技术评价缺血性脑卒中患者颈动脉粥样硬化斑块内新生血管形成情况及其相关危险因素分析[J].中国医药,2017,12(6):869-872.
[7]孙毅,周海军,方婷,等.运用128层宝石能谱CT探讨斑块性质与心绞痛类型相关性研究[J].中国医师杂志,2017,19(5):697-700.
[8]彭春丽,梁东辉,黄曾艳,等.冠心病患者血瘀证积分联合超敏C反应蛋白对动脉粥样硬化斑块性质的初步评价[J].广东医学,2018,39(1):143-147.
[9]丁学智,杨鉴,胡示超.DSCTA冠状动脉血管成像对于冠心病患者PCI支架内再狭窄诊断的价值分析[J].中国CT和MRI杂志,2018,16(6):9-11.
[10]Zhao W,Vernekohl D,Han F,et al.A unified image reconstruction framework for quantitative dual-and triple-energy CT imaging of material compositions[J].Med Phys,2018,45(7):2964-2977.
[11]欧阳秋芳,赵红佳,游涛,等.速度向量成像技术评价慢性肾脏病伴高血压患者颈总动脉弹性和运动同步性[J].中华高血压杂志,2017,25(1):43-48.
[12]夏晓亮,夏云宝,耿承军,等.多排螺旋CT血管成像和彩色多普勒超声评估颈动脉粥样硬化斑块对比研究[J].华南国防医学杂志,2017,31(11):740-743.
[13]姜滨,王振常,JIANGBin,等.2012年北美放射学年会头颈部影像学研究进展[J].磁共振成像,2013,4(3):161-165.
[14]王利良,林朋,韦宏,等.宝石能谱CT评估冠状动脉介入治疗术后支架内成像质量的研究[J].现代生物医学进展,2019,19(5):890-893.
[15]杨贵宝,袁俊强,王国良,等.冠脉CT血管成像对急性冠脉综合征患者斑块性质的诊断价值[J].中国CT和MRI杂志,2018,16(11):75-78.

(收稿日期：2019-11-12)