

## • 心脏介入 Cardiac intervention •

## 冠状动脉造影中汉族人群体重指数与剂量面积乘积和透视时间相关性研究

丁海岭, 张 凯, 戴力赫, 王敏杰

**【摘要】 目的** 研究汉族受检人群体重指数(BMI)与冠状动脉造影(CAG)检查辐射剂量面积乘积(DAP)值、透视时间相关性,早期判断和降低高辐射风险。**方法** 回顾性分析 451 例汉族人群 CAG 患者资料,男 276 例,年龄 32~87 岁;女 175 例,年龄 42~84 岁;BMI 值 17.30~35.42 kg/m<sup>2</sup>。根据 BMI 值分为 4 组,A 组 25 例(BMI<20 kg/m<sup>2</sup>),B 组 204 例(BMI 20~24.9 kg/m<sup>2</sup>),C 组 192 例(BMI 25~29.9 kg/m<sup>2</sup>),D 组 30 例(BMI>30 kg/m<sup>2</sup>)。计算各组 DAP 和透视时间均值,采用非参数 Kruskal-Wallis 检验多重比较各组 BMI 患者 DAP 值,单因素方差分析或 LSD-*t* 检验比较各组 BMI 患者透视时间。**结果** DAP 均值在 A 组为(1 070.07±541.33) μGy/m<sup>2</sup>,B 组为(1 326.82±606.91) μGy/m<sup>2</sup>,C 组为(1 937.99±1 030.31) μGy/m<sup>2</sup>,D 组为(2 654.53±1 296.69) μGy/m<sup>2</sup>;透视时间均值在 A 组为(3.53±2.08) min, B 组为(2.70±1.80) min, C 组为(2.75±1.88) min, D 组为(2.71±1.69) min。组间比较,除 A 组与 B 组间 DAP 值差异无统计学意义( $P=0.232$ ),余各组间差异均有统计学意义( $P<0.05$ );A 组与其它各组间透视时间差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),余各组间差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论** 成年汉族受检人群 CAG 手术中 DAP 值随 BMI 增高而增加,透视时间在 BMI<20 kg/m<sup>2</sup> 时明显延长。介入手术中不仅要了解 BMI 增高造成 DAP 值增加,更需特别关注 BMI<20 kg/m<sup>2</sup> 时手术难度提高所致透视时间延长造成的 DAP 值增加。

**【关键词】** 剂量面积乘积; 体重指数; 透视时间

中图分类号:R528.1 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2015)-09-0763-04

**Study on the relationship between body mass index and dose area product as well as fluoroscopy time in Han nationality during coronary angiography** DING Hai-ling, ZHANG Kai, DAI Li-he, WANG Min-jie. Department of Radiology, Affiliated Changhai Hospital, Secondary Military Medical University, Shanghai 200433, China

Corresponding author: WANG Min-jie, E-mail: cjr.wangminjie@vip.163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the relationship between body mass index (BMI) and dose area product (DAP) as well as fluoroscopy time during coronary angiography (CAG) in Han nationality subjects in order to improve early judging and reducing high radiation risk. **Methods** CAG materials of 451 Han nationality subjects were retrospectively analyzed. The patients included 276 males (age 32–87 years) and 175 females (age 42–84 years), and the BMI values ranged from 17.30 to 35.42 kg/m<sup>2</sup>. According to BMI values, the patients were divided into group A (BMI<20 kg/m<sup>2</sup>, n=25), group B (BMI 20–24.9 kg/m<sup>2</sup>, n=204), group C (BMI 25–29.9 kg/m<sup>2</sup>, n=192) and group D (BMI>30 kg/m<sup>2</sup>, n=30). The mean DAP and fluoroscopy time of each group were calculated; the DAP values were compared between each other among the four groups by using nonparametric Kruskal-Wallis test, while the fluoroscopy time was compared between each other among the four groups by using single factor analysis of variance or LSD-*t* test. **Results** The mean DAP of group A, B, C and D was (1 070.07±541.33) μGy·m<sup>2</sup>, (1 326.82±606.91) μGy·m<sup>2</sup>, (1 937.99±1 030.31) μGy·m<sup>2</sup> and (2 654.53±1 296.69) μGy·m<sup>2</sup> respectively. The mean fluoroscopy time of group A, B, C and D was (3.53±2.08) min, (2.70±1.80) min, (2.75±1.88) min and (2.71±1.69) min respectively. Statistically significant

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2015.09.005

作者单位: 200433 上海 第二军医大学附属长海医院医学影像科

通信作者: 王敏杰 E-mail: cjr.wangminjie@vip.163.com

difference in DAP values existed between each other among the four groups ( $P < 0.05$ ) except between group A and group B ( $P = 0.232$ ). Statistically significant difference in fluoroscopy time existed between group A and other three groups ( $P < 0.05$ ), while the difference in fluoroscopy time between each other among B, C and D groups was not significant ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** The DAP values of adult Han subjects receiving CAG are increased with the increase of BMI values; the fluoroscopy time is significantly prolonged in patients with BMI  $< 20 \text{ kg/m}^2$ . In performing interventional procedure, the operator should not only understand that the increase of BMI can cause the increase of DAP, but also need to pay special attention to the increase of DAP value caused by operation difficulty when the patient's BMI is  $< 20 \text{ kg/m}^2$ . (J Intervent Radiol, 2015, 24: 763-766)

**【Key words】** dose area product; body mass index; fluoroscopy time

冠状动脉粥样硬化性心脏病在冠状动脉疾病中最常见<sup>[1]</sup>,近年在我国发病率呈明显上升趋势。随着以介入导管为基础的血管内诊断和治疗时代来临,目前冠状动脉造影(CAG)已被认为是冠状动脉粥样硬化性心脏病诊断的“金标准”<sup>[2]</sup>。尽管心血管介入手术为心血管常见病提供了重要诊断和治疗方法,但也给患者和操作人员造成较高的辐射剂量和潜在的辐射损伤<sup>[3]</sup>,尤其是患者体重指数(BMI)与术中辐射剂量面积乘积(DAP)有着明显关系<sup>[4]</sup>。世界卫生组织将 BMI 视作判断人体胖瘦程度的一项重要指标,DAP 则作为辐射监测量用于评估有效剂量<sup>[5]</sup>。如何正确评估术中所受辐射剂量,从而有效作出辐射预判和防护,已成为目前研究热点。我们回顾性分析汉族人群 BMI 因素与 CAG 中 DAP 值的关系,为早期预判和评估辐射剂量风险提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析 2014 年 11 月至 2015 年 3 月在第二军医大学附属长海医院心内科导管室接受 CAG 检查患者。分别采集患者性别、年龄、身高、体重、每次手术透视时间和总 DAP 值,排除血管解剖变异、术中严重并发症、复杂病变、过敏患者和设备故障等影响手术进程的客观因素及非桡动脉穿刺路径等患者。共收纳 451 例患者,均为汉族人,其中男 276 例,年龄 32~87 岁,平均( $61.4 \pm 11.5$ )岁;女 175 例,年龄 42~84 岁,平均( $64.0 \pm 9.5$ )岁;BMI 值范围  $17.30 \sim 35.42 \text{ kg/m}^2$ 。根据 BMI 值分为 4 组:A 组 25 例,BMI  $< 20 \text{ kg/m}^2$ ;B 组 204 例,BMI  $20 \sim 24.9 \text{ kg/m}^2$ ;C 组 192 例,BMI  $25 \sim 29.9 \text{ kg/m}^2$ ;D 组 30 例,BMI  $> 30 \text{ kg/m}^2$ 。

### 1.2 成像系统及方法

451 例患者 CAG 检查均在德国 Siemens 公司 AXIOM Artis FC 型血管造影及介入治疗系统上完

成。CAG 检查医师为高年资主治医师,从事心血管介入手术 5 年以上,操作 CAG 例数超过 1 500 例。选择自动曝光心脏采集模式 Card CoroND512 模块,透视和造影脉冲频率均为 15 fps,附加滤过器(Cu)自动选择,影像准直直径选择 17 cm 或 23 cm 两种(影像增强器准直参数由 Siemens 工程师定期维护校正)。

所有患者术前均接受 Allen 试验,桡动脉搏动良好且试验为阴性。采用 Seldinger 技术穿刺右侧桡动脉,5 F 导管行左右冠状动脉造影,投照角度常规采集 6~8 个体位,左冠状动脉 4~5 个体位(蜘蛛位、左肩位、肝位、右肩位、头位),右冠状动脉 2~3 个体位(左前斜、右前斜、头位),手推注射恒温对比剂碘普罗胺( $370 \text{ mg/ml}$ ),左冠状动脉 8~10 ml/次,右冠状动脉 6~8 ml/次作造影。造影系统显示采集影像序列数、透视时间、DAP、空气比释动能,记录透视时间、总 DAP 值。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。患者 BMI 与 DAP、透视时间相关性分析分别用 Kruskal-Wallis 检验和单因素方差分析或 LSD- $t$  检验, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

造影系统显示各组辐射 DAP 值、透视时间见表 1。以 DAP 数据为检验字段,分组行非参数 Kruskal-Wallis 检验,结果显示除 A、B 组 BMI 值与 DAP 值比较差异无统计学意义( $P = 0.232$ )外,余各组成对比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),提示 BMI 与 DAP 呈正相关性(图 1、2)。以透视时间为因变量,BMI 分组为因子,经正态分布和方差同质性检验( $0.22 > 0.05$ )后对数据进行单因素方差分析、LSD- $t$  检验,结果显示除 A 组 BMI、透视时间与各组比较差异有统计学

意义 ( $P<0.05$ ) 外, 余各组成对比较差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ) (图 3)。

表 1 各组患者 BMI 与辐射 DAP 值、透视时间 ( $\bar{x}\pm s$ )

分组	例数	DAP( $\mu\text{Gy}/\text{m}^2$ )	BMI( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	透视时间/min
A 组	25	1 070.07 $\pm$ 541.33	18.89 $\pm$ 0.64	3.53 $\pm$ 2.08
B 组	204	1 326.82 $\pm$ 606.91	23.04 $\pm$ 1.32	2.70 $\pm$ 1.80
C 组	192	1 937.99 $\pm$ 1 030.31	27.02 $\pm$ 1.40	2.75 $\pm$ 1.88
D 组	30	2 654.53 $\pm$ 1 296.69	31.87 $\pm$ 1.67	2.71 $\pm$ 1.69

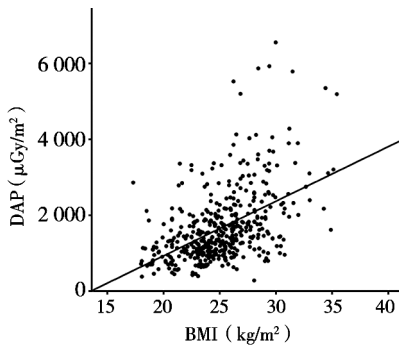


图 1 451 例患者辐射 DAP 值与 BMI 值相关性散点图和回归分析 ( $R^2$  线性=0.24)

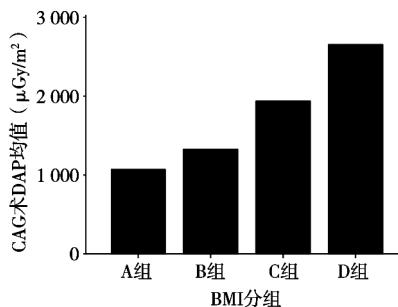


图 2 BMI 分组 DAP 均值直方图

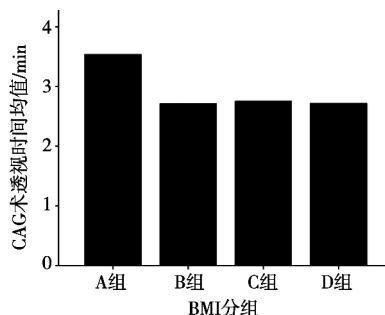


图 3 BMI 分组透视时间均值直方图

### 3 讨论

本研究辐射剂量数据包括 DAP 和空气比释动能, 均实时测自德国 Siemens 公司 AXIOM Artis FC 型血管造影及介入治疗系统辐射监测仪。DAP 值不依赖于 X 线管和测量仪间距离变化而变化, 我们认为这是获得 X 线辐射总剂量比较便捷可靠的方法。空气比释动能率是在定距离、定电压、定电流情况

下测得, 不同情况下测得的数据各异<sup>[6]</sup>, 不适用于针对动态多方位、多角度采集方式的心血管介入检查。若仅采用 CAG 检查信息, 冠状动脉介入手术 (支架成形术、化学消融术等) 透视时间、曝光序列和投照角度 (C 形臂机角度越大, X 线穿过有效厚度增加, 就相应增加辐射剂量<sup>[7]</sup>) 差异巨大, 这些均可能影响最终收集的 DAP 值而产生误差。世界卫生组织将 BMI 分类为标准型 (18.5~24.9  $\text{kg}/\text{m}^2$ )、超重型 (24.9~29.9  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) 和肥胖型 (>30  $\text{kg}/\text{m}^2$ )<sup>[8]</sup>, 我们在此基础上再细化分组, 但未按原卫生部疾病控制司主要针对汉族人群与其他种族数据对照的超重标准<sup>[9]</sup>细化分组。

本研究结果表明, CAG 术 DAP 均值随 BMI 增高而呈明显上升趋势 (图 2), BMI 分组 DAP 均值在前组基础上依次呈 23%、46%、37% 增长, 其结果与 Shah 等<sup>[4]</sup>报道的结论相符, 但 A 组 (BMI < 20  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) 与 B 组 (BMI 20~25  $\text{kg}/\text{m}^2$ ) 间 DAP 值比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 分析原因可能与 A 组透视时间延长有关。X 线照射剂量与受照射时间成正比, DAP 值与透视时间有较好相关性<sup>[10]</sup>。我们同时对透视时间与 BMI 关系进行研究, 以保证数据来源的可靠性, 发现 A 组与其它组透视时间比较, 有明显统计学差异 ( $P<0.05$ ), 更好地解释了所获统计分析结果。透视时间均值也反映了随 BMI 变化而变化的现象 (图 3), BMI < 20  $\text{kg}/\text{m}^2$  条件下造影透视时间与其它各组存在明显差异, BMI > 20  $\text{kg}/\text{m}^2$  后透视时间趋于相同, 说明造影透视时间受汉族人群患者低 BMI 个体差异影响明显, 与 Shah 等<sup>[4]</sup>报道的欧美种族 BMI 与透视时间分组比较无统计学差异存在一定偏差, 原因可能与低 BMI 汉族人群患者动脉内径相对纤细, 造影时均使用 5 F 规格造影导管, 给导管导丝为基础的血管内介入检查和治疗带来操作上的困难有一定联系。

介入放射诊疗中患者所受辐射剂量也远高于一般 X 线检查<sup>[11]</sup>。近年文献报道逐渐关注介入手术中慢性辐射不良反应可能性, 心血管介入手术致使受检患者高剂量辐射摄入, 这种潜在危害性越来越引起临床重视<sup>[12-13]</sup>。心血管介入术中患者急性放射性皮肤损伤逐渐增多<sup>[14]</sup>, 文献报道接受心血管介入术患者中 23.7%~36.0% 可因累积辐射剂量导致严重皮肤损伤, 5.4% 有显著致癌危险<sup>[15]</sup>。这些均证明辐射防护正当化、最优化和个人剂量限制三原则的重要性。本研究科学分析介入治疗操作中汉族群体患者个体差异 (BMI) 与辐射剂量 (DAP)、术者操作

技术(透视时间)等主要因素的关系,阐明了 DAP 与 BMI 关系的特点和重视 BMI 个体差异与透视时间特性对准确作出辐射防护应对策略的重要性。我们建议,在不影响介入操作和影像质量前提下,对高 BMI 患者( $>30 \text{ kg/m}^2$ )尽量采用小视野和采集低频率( $<15 \text{ fps}$ )透视参数<sup>[7]</sup>,同时特别关注 BMI $<20 \text{ kg/m}^2$ 时操作难度提高致使透视时间延长造成的 DAP 值增加,尽力提高对此类患者的操作应对技术,有效降低操作者和患者的辐射剂量。

#### [参考文献]

- [1] Lloyd-Jones D, Adams R, Carnethon M, et al. Heart disease and stroke statistics—2009 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee[Z]. Circulation, 2009, 119: 480-486.
- [2] Miller JM, Rochitte CE, Dewey M, et al. Diagnostic performance of coronary angiography by 64-row CT[J]. N Engl J Med, 2008, 359: 2324-2336.
- [3] Chida K, Saito H, Otani H, et al. Relationship between fluoroscopic time, dose-area product, body weight, and maximum radiation skin dose in cardiac interventional procedures[J]. AJR Am J Roentgenol, 2006, 186: 774-778.
- [4] Shah A, Das P, Subkovas E, et al. Radiation dose during coronary angiogram: relation to body mass index[J]. Heart Lung Circ, 2015, 24: 21-25.
- [5] Bahreyni Toossi MT, Zare H, Bayani S, et al. Organ and effective doses of patients arising from coronary angiography and percutaneous transluminal coronary angioplasty at two hospitals in Mashhad-Iran[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2008, 128: 363-366.
- [6] 李江. 医用诊断 X 射线辐射源空气比释动能率的测量不确定度评定[J]. 计量与测试技术, 2011, 38: 62-63.
- [7] 王智廷, 曹国全, 闻彩云, 等. 冠状动脉介入治疗中操作者所受剂量的综合研究[J]. 介入放射学杂志, 2013, 22: 834-837.
- [8] Pi-Sunyer FX. Obesity: criteria and classification[J]. Proc Nutr Soc, 2000, 59: 505-509.
- [9] 陆再英, 钟南山. 内科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 807-809.
- [10] 冯俊, 王爱玲, 程景林, 等. 不同类型心血管介入手术辐射剂量分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2012, 32: 416-419.
- [11] 曹厚德. 必须重视介入放射学中的辐射防护问题[J]. 介入放射学杂志, 1996, 5: 63.
- [12] Huang B, Li J, Law MW, et al. Radiation dose and cancer risk in retrospectively and prospectively ECG-gated coronary angiography using 64-slice multidetector CT[J]. Br J Radiol, 2010, 83: 152-158.
- [13] Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, et al. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer[J]. Arch Intern Med, 2009, 169: 2078-2086.
- [14] Chida K, Kato M, Kagaya Y, et al. Radiation dose and radiation protection for patients and physicians during interventional procedure[J]. J Radiat Res, 2010, 51: 97-105.
- [15] 刘伟宾, 黄连军, 郭久芳, 等. 心血管疾病患者在介入诊疗过程中辐射剂量分析[J]. 介入放射学杂志, 2014, 23: 941-944.

(收稿日期:2015-04-25)  
(本文编辑:边 佑)

## ·消 息·

### 《中国介入影像与治疗学》杂志 2016 年征订启事

《中国介入影像与治疗学》杂志创刊于 2004 年,是中国科学院主管,中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊,主编为邹英华教授。杂志为月刊,64 页,大 16 开本,彩色铜版纸印刷,单价 16 元,全年定价 192 元;刊号 CN 11-5213/R,ISSN 1672-8475;广告经营许可证:京海工商广字第 0074 号。

《中国介入影像与治疗学》报道介入影像、治疗、超声、材料、药物与护理等方面的介入影像与介入治疗的基础和临床研究以及医、理、工相结合的成果与新进展,是介入影像、介入治疗专业人员学习、交流的平台。杂志曾获“中国精品科技期刊”殊荣,是中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)、中国科学引文数据库核心期刊、中国期刊全文数据库全文收录期刊、荷兰《医学文摘》收录源期刊、俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊、波兰《哥白尼索引》收录源期刊。

《中国介入影像与治疗学》以灵活多样的形式与合作者建立友好合作关系,欢迎产品企业刊登广告宣传。读者可向当地邮局订阅,邮发代号:80-220;亦可通过网站、电话向编辑部订阅,我们将竭尽为您提供优质、便捷、专业的服务,欢迎投稿、征订、刊登广告。

邮 编: 100190

电 话: 010-825479/1/2/3

E-mail: cjmit@mail.ioa.ac.cn

地 址: 北京市海淀区北四环西路 21 号大猷楼 502 室

传 真: 010-82547903

网 址: www.cjmit.com