

• 临床研究 •

冠状血管造影术患者辐射剂量及相关影响因素的分析*

郁仁强, 曾勇明[△], 黄 扬, 彭 刚, 彭盛坤, 谭 欢, 王 杰, 刘 潇, 孙静坤, 金 瑞

(重庆医科大学附属第一医院放射科, 重庆 400016)

摘要:目的 评价冠状血管造影术(CAG)患者的辐射剂量及其影响因素。方法 对 190 例接受 CAG 检查的患者进行回顾性分析, 使用剂量转换因数计算患者的有效剂量(ED), 并分析患者体质量指数(BMI)、穿刺入路、透视时间、采集帧数及血管病变与患者 ED 的相关性。结果 患者的平均累计剂量(DOSE)为 400.54 mGy, 平均总剂量面积乘积(DAP)为 28.26 Gy·cm², 平均 ED 为 5.23 mSv。透视时间、BMI 及采集帧数的回归系数分别为 0.757、0.442、0.012, 差异有统计学意义($P<0.05$)。结论 肥胖、透视时间长和高采集帧数为 CAG 检查中的辐射剂量增加重要因素, 熟练的术者及采用降低采集帧数的新技术, 可有效降低辐射剂量。

关键词: 冠状血管造影术; 辐射剂量; 有效剂量; 透视时间; 肥胖症

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2013.13.007

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2013)13-1460-02

Analysis on radiation dose and relative factors in patients undergoing coronary angiograph*

Yu Renqiang, Zeng Yongming[△], Huang Yang, Peng Gang, Peng Shengkun,

Tan Huan, Wang Jie, Liu Xiao, Sun Jingkun, Jin Rui

(Department of Radiology, First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

Abstract: Objective To evaluate the radiation dose and the relative factors in the patients with coronary angiography(CAG). **Methods** 190 patients undergoing CAG were analyzed retrospectively. The effective dose(ED) of patients was calculated by using effective dose conversion factor. The correlation of ED with the body mass index(BMI), puncture approach, fluoroscopy time, number of frames and vessel lesion was analyzed. **Results** The average accumulated dose of the patients was 400.54 mGy, the average total dose-area product(DAP) was 28.26 Gy·cm², the average ED was 5.23 mSv. The regression coefficient of fluoroscopy time, BMI and number of frames was 0.757, 0.442, 0.012, respectively, the difference showing statistical significance($P<0.05$). **Conclusion** Obesity, longer fluoroscopy time and more number of frames are the important factors for higher radiation dose in CAG, the radiation dose can be reduced by highly skilled operators and adopting the new technology lowering the number of frames.

Key words: coronary angiography; radiation dosage; effective dose; fluoroscopy time; obesity

随着人们生活水平的提高,冠心病已成为危害人们健康的一大疾病。目前,冠状血管造影术(coronary angiography, CAG)仍然是诊断冠心病的金标准^[1]。在行 CAG 检查时, X 线对人体产生的辐射效应不可避免,目前公众的防护意识不断提高,在满足诊断的前提下,控制辐射剂量,实现医疗照射的最优化。本研究通过对 CAG 患者的回顾性分析,探讨行 CAG 检查患者的辐射剂量水平及相关影响因素,也可于术前评估患者接受的辐射剂量水平。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集本院介入放射科 2011 年 7~10 月行 CAG 检查患者,纳入标准:(1)临床诊断急性冠状动脉综合征患者;(2)无检查禁忌证,行 CAG 检查者。排除标准:(1)非首次行 CAG 检查者;(2)首次经右侧股动脉或桡动脉穿刺插管失败者;(3)因出现并发症终止 CAG 检查者。符合纳入标准共 190 例患者,其中男 107 例,女 83 例;年龄 37~86 岁,平均 63.93 岁。190 例 CAG 检查患者按体质量指数(body mass index, BMI)、穿刺入路和血管病变分组,以 BMI 不同将患者分为 4 组:过轻组($n=13$), BMI <18.50 kg/m²;正常组($n=105$), BMI $18.50\sim<24.00$ kg/m²;超重组($n=60$), BMI $24.00\sim<28.00$ kg/m²;肥胖组($n=12$), BMI ≥ 28.00 kg/m²^[2]。以穿刺

入路不同将患者分为 2 组:桡动脉入路组($n=147$);股动脉入路组($n=43$)。以血管病变将患者分为 3 组:无血管病变组($n=56$);单血管病变组($n=55$);多血管病变组($n=79$)。

1.2 方法

1.2.1 检查设备及方法 本研究使用的设备为美国 GE 公司数字平板血管机 innovar 2100-IQ,可以在手术中记录透视时间、采集帧数、累计剂量(DOSE)及剂量面积乘积(dose-area product, DAP)。程序选择心血管造影,使用智能化自动曝光模式,透视模式采用每秒 7.50 帧,电影模式采用每秒 15 帧。平板探测器尺寸为 17 英寸 $\times$ 17 英寸,FOV 设为 15~20 cm,固有滤过为 0.30 mmAl,透视模式附加滤过 0.90 mmCu,电影模式附加滤过 0.60 mmCu。190 例 CAG 手术均由 2 位具有丰富介入手术经验的心内科医师完成。造影采用 Seldinger 技术,随机选择经右侧股动脉或桡动脉穿刺插管(经右侧桡动脉穿刺插管患者,Allen's 实验阳性)。满足诊断需要后结束 CAG 检查。于检查结束后,记录每例患者的穿刺入路、透视时间、采集帧数、累计剂量、电影模式 DAP、透视模式 DAP、总 DAP 及检查结果。

1.2.2 有效剂量(effective dose, ED)计算 本研究 ED 计算使用 Bogaert 等^[3]报道的转换因子 0.185 mSv/Gy·cm², ED

表 1 不同分组下相关成像数据及辐射剂量(±s)

组别	n	透视时间(min)	采集帧数(帧)	DOSE(mGy)	总 DAP(Gy·cm ²)	ED(mSv)
BMI 过轻组	13	6.22±7.53	296.46±101.42	267.92±215.53	16.69±13.35	3.09±2.47
BMI 正常组	105	4.86±3.53	267.41±85.69	333.99±150.66	22.22±12.10	4.11±2.24
BMI 超重组	60	5.69±5.65	268.45±81.78	484.97±323.60	34.78±29.47	6.43±5.45
BMI 肥胖组	12	7.86±12.25	292.83±148.84	704.42±849.39	61.00±98.30	11.29±18.18
桡动脉入路组	147	5.21±4.46	266.46±86.33	386.59±249.25	26.40±21.75	2.75±3.64
股动脉入路组	43	6.06±8.01	288.00±102.09	448.26±489.54	34.62±54.64	3.92±8.32
无血管病变组	56	4.54±3.96	239.79±76.35	324.25±114.42	21.14±10.87	3.91±2.01
单血管病变组	55	4.24±2.84	267.45±75.06	356.67±164.30	23.92±12.77	4.42±2.36
多血管病变组	79	6.82±7.21	296.39±11.47	485.16±448.07	36.32±46.90	6.72±2.01

可用 DAP 乘以 ED 转换因子表示。

1.3 统计学处理 采用 SPSS13.0 软件进行统计分析。对透视时间、采集帧数、累计剂量、总 DAP 及 ED 等数据用 $\bar{x}\pm s$ 表示。对可能影响患者 ED(Y)的相关因素采用多重线性回归(逐步回归法)分析,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 CAG 检查相关成像数据及辐射剂量 190 例患者的平均透视时间为 5.40 min(1.08~46.02 min),平均采集帧数为 271.33 帧(78~737 帧),平均 DOSE 为 400.54 mGy(76~3 347 mGy),平均电影模式 DAP 为 12.47 Gy·cm²(3.17~71.04 Gy·cm²),平均透视模式 DAP 15.94 Gy·cm²(0.96~298.80 Gy·cm²)及平均总 DAP 28.26 Gy·cm²(4.31~369.83 Gy·cm²),平均 ED 为 5.23 mSv(0.80~68.42 mSv)。术中透视时间最大相差 42.61 倍,采集帧数最大相差 9.45 倍,DAP 和 ED 最大相差 85.81 倍。透视模式的 DAP 占总 DAP 的 56.40%,比电影模式的 DAP(43.60%)高,即透视模式对 ED 的贡献高于电影模式。各分组的相关成像数据及辐射剂量,见表 1。

2.2 ED 相关因素多重线性回归分析 结果见表 2。以 X1 代表 BMI,X2 代表穿刺入路,X3 代表透视时间,X4 代表采集帧数,X5 代表检查结果。其中,X3、X1 及 X4 的回归系数分别为 0.757、0.442、0.012,差异有统计学意义($P<0.05$)。多元线性的回归方程为: $Y=-12.375+0.442X1+0.757X3+0.012X4$ 。

表 2 ED 相关因素多重线性回归分析

变量	回归系数	标准误	t	P
常数项	-12.375	1.935	-6.394	0.000
X1	0.442	0.049	15.436	0.000
X3	0.757	0.232	5.825	0.000
X4	0.012	0.003	4.014	0.000
X2	0.052	—	1.308	0.192
X5	0.027	—	0.668	0.505

—:此项无数据。

3 讨 论

CAG 检查时,由于存在患者个体差异、设备条件、图像采集方法、手术医生水平、病变程度等多种因素影响,患者的辐射剂量水平差异较大(本文患者 ED 相差 85.81 倍)。国外学者 Bor 等^[4]报道的 194 例 CAG 检查者平均 DAP 为 49.10 Gy·cm²(平均 ED 为 9.08 mSv),其平均透视时间(4.30 min)比本研究(5.40 min)短,但平均采集帧数(794.60 帧)明显高于本研

究(271.33 帧),可能是造成其 DAP 较高的主要因素;Tsapaki 等^[5]检查使用飞利浦公司的平板探测器血管机,报道的 ED 为 6.1 mSv,其原因同样是较高的平均采集帧数(570 帧)。Mettler 等^[6]分析综合以往的文献,得出 CAG 平均 ED 为 7 mSv(2.00~15.80 mSv)。国内学者白玫等^[7]报道的 84 例 CAG 检查使用西门子血管机(AXIOM Artis dFC),患者的平均 DAP 为 26.91 Gy·cm²,与本组 CAG 检查患者辐射剂量相似;赵军等^[8]学者报道 60 例 CAG 患者(使用影像增强器血管机)的平均 DAP 为 58.6 Gy·cm²。

本文 CAG 检查,采用先进的平板探测器血管机,使用智能化自动曝光模式,透视模式和电影模式均采用较小脉冲率模式,使得患者辐射剂量水平(平均 ED 为 5.23 mSv)处于较低的剂量水平。患者的 ED 与透视时间、BMI 及采集帧数存在相关性,透视时间(回归系数为 0.757)是影响患者 ED 的最主要变量。影响透视时间的主要因素包括患者自身血管入路的情况(如解剖学上的变异、入路血管的管径狭窄和迂曲等)及术者的熟练程度,故通过对术者的培训教育,可有效降低患者的辐射剂量^[9]。而 BMI 作为患者的短期不可变因素,可用来评估患者术前的辐射剂量水平,BMI 大的患者,其 DAP 和 ED 增加明显(见表 2)。由于 CAG 检查使用智能化自动曝光模式,高 BMI 代表着大的体厚,DSA 智能化自动曝光系统会相应增加 kV 及 mAs 值。本研究的结果与 Ector 等^[10]在消融术中剂量研究的结论相符。肥胖患者存在着高辐射的潜在因素,故可通过选择有熟练的术者行 CAG 检查,也可采用 CAG 检查新技术或合适的电影模式来减少采集帧数。本文结果中不同的穿刺入路、检查结果之间,患者的 ED 差异无统计学意义($P>0.05$)。近年来,对经股动脉及桡动脉入路检查剂量孰高孰低的问题,一直存有矛盾。有文献报道桡动脉入路患者的 ED 高于股动脉入路,主要是由于其透视时间高于股动脉入路^[8,11]。本文结果与 Kuipers 等^[12]结论一致,经桡动脉入路的 CAG 并不增加患者的 ED。由于桡动脉入路具有出血风险低、血管并发症少及术后卧床周期短等优势^[13],可以作为首选术式。

综上所述,CAG 中患者辐射剂量受多种因素影响,透视时间、BMI 及采集帧数是辐射剂量增加的重要因素。因此,CAG 时应注意多环节有效控制辐射剂量,尤其是熟练的术者,采用降低采集帧数的新技术,能有效降低患者的辐射剂量,避免确定性效应,并降低随机性效应发生率。

参考文献:

[1] Miller JM,Rochitte CE,Dewey M,et al. Diag-(下转第 1465 页)

参考文献:

- [1] 彭文伟. 传染病学[M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2002.
 - [2] 黎喜, 丘文. 流行性乙型脑炎的 CT 诊断初探[J]. 影像诊断与介入放射学, 2005, 14(3): 143-145.
 - [3] Dung NM, Turtle L, Chong WK, et al. An evaluation of the usefulness of neuroimaging for the diagnosis of Japanese encephalitis[J]. J Neurol, 2009, 256(12): 2052-2060.
 - [4] 张泉, 陈礼刚. 无创脑水肿动态监护仪在开颅术后患者中的应用研究[J]. 泸州医学院学报, 2011, 34(3): 265-268.
 - [5] 吴春, 魏光辉, 代江涛, 等. 体外循环术致婴幼儿脑损害的研究[J]. 重庆医科大学学报, 2010, 35(7): 1092-1095.
 - [6] Liao H, Xu J, Lin ZZ, et al. Effect of tianhuang granule on intracranial pressure and serum matrix metalloproteinase-9 in patients with acute cerebral hemorrhage[J]. Chin J Integr Med, 2010, 16(4): 304-308.
 - [7] Bigi S, Fischer U, Wehrli E, et al. Acute ischemic stroke in children versus young adults[J]. Ann Neurol, 2011, 70(2): 245-254.
 - [8] Li YX, Li MH, Fu SH, et al. Japanese encephalitis, Tibet, China[J]. Emerg Infect Dis, 2011, 17(5): 934-936.
 - [9] Ghosh D, Basu A. Japanese encephalitis: a pathological and clinical perspective[J]. PLoS Negl Trop Dis, 2009, 3(9): e437.
 - [10] Yf S, Gu CQ, Jiang R, et al. Changing trend of T lymphocytes in mouse spleen after Japanese encephalitis virus infection[J]. Pak Vet J, 2011, 31(4): 299-304.
 - [11] Thomasset A. Bio-electrical properties of tissue impedance measurements[M]. Lyon Medical; Lyon, 1962.
 - [12] Schoeller D, van Santen E, Peterson DW, et al. Total body water measurement in humans with O18 and H2 labeled water[J]. Am J Clin Nutr, 1980, 33(12): 2686-2693.
 - [13] Grasso G, Alafaci C, Passalacqua M, et al. Assessment of human brain water content by cerebral bioelectrical impedance analysis: a new technique and its application to cerebral pathological conditions[J]. Neurosurgery, 2002, 50(5): 1064-1072.
 - [14] Brown BH. Electrical impedance tomography EIT: a review[J]. Med Eng Technol, 2003, 27(3): 97-108.
 - [15] 王平, 何为. 无创脑水肿检测新技术和临床应用分析[J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 2003, 26(8): 83-85.
 - [16] 邱昕, 陈国华, 单萍, 等. 无创脑水肿动态监测在自发性脑出血患者中的应用[J]. 神经损伤与功能重建, 2008, 3(5): 317-318.
 - [17] Kalita J, Misra UK, Ranjan P, et al. Effect of mannitol on regional cerebral blood flow in patients with intracerebral hemorrhage[J]. J Neurol Sci, 2004, 224(1/2): 19-22.
- (收稿日期: 2012-11-13 修回日期: 2013-01-22)
-
- (上接第 1461 页)
- nostic performance of coronary angiography by 64-row CT[J]. N Engl J Med, 2008, 359(22): 2324-2336.
 - [2] 陈春明, 国际生命科学学会中国办事处中国肥胖问题工作组联合数据汇总分析协作组. 中国成人体质指数分类的推荐意见简介[J]. 中华预防医学杂志, 2001, 35(5): 349-350.
 - [3] Bogaert E, Bacher K, Thierens H. Interventional cardiovascular procedures in Belgium: effective dose and conversion factors[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2008, 129(1/2/3): 77-82.
 - [4] Bor D, Olgar T, Toklu T, et al. Patient doses and dosimetric evaluations in interventional cardiology[J]. Phys Med, 2009, 25(1): 31-42.
 - [5] Tsapaki V, Christou A, Nikolaou N, et al. Radiation doses in a newly founded Interventional Cardiology department[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2011, 147(1/2): 72-74.
 - [6] Mettler FA Jr, Huda W, Yoshizumi TT, et al. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog[J]. Radiology, 2008, 248(1): 254-263.
 - [7] 白玫, 刘彬, 郑钧正, 等. 两种介入放射学(CA 和 PTCA)所致患者辐射剂量研究[J]. 中国医学影像技术, 2007, 23(12): 1876-1881.
 - [8] 赵军, 李斌, 王卫, 等. 不同介入途径行冠状动脉介入时患者辐射剂量的对比研究[J]. 现代预防医学, 2011, 38(11): 2009-2010, 2022.
 - [9] Georges JL, Livarek B, Gibault-Genty G, et al. Reduction of radiation delivered to patients undergoing invasive coronary procedures. Effect of a programme for dose reduction based on radiation-protection training[J]. Arch Cardiovasc Dis, 2009, 102(12): 821-827.
 - [10] Ector J, Dragusin O, Adriaenssens B, et al. Obesity is a major determinant of radiation dose in patients undergoing pulmonary vein isolation for atrial fibrillation[J]. J Am Coll Cardiol, 2007, 50(3): 234-242.
 - [11] Mercuri M, Mehta S, Xie C, et al. Radial artery access as a predictor of increased radiation exposure during a diagnostic cardiac catheterization procedure[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2011, 4(3): 347-352.
 - [12] Kuipers G, Delewi R, Velders XL, et al. Radiation exposure during percutaneous coronary interventions and coronary angiograms performed by the radial compared with the femoral route[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2012, 5(7): 752-757.
 - [13] Jolly SS, Yusuf S, Cairns J, et al. Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial[J]. Lancet, 2011, 377(9775): 1409-1420.
- (收稿日期: 2012-10-29 修回日期: 2013-01-29)