

影响冠状动脉非钙化性斑块 CT 值准确性因素的尸体标本研究

李东 刘长宏 李锋坦 于铁链

【摘要】 目的 探讨管腔密度、扫描层厚和窗设置对非钙化性斑块 CT 值测量准确性的影响。方法 选用 20 个心脏标本, 配制 1/50、1/40、1/30、1/20 和 1/200 的 5 种浓度对比剂(300 mg I/ml 的碘海醇), 注入血管内行 CT 扫描。1/200 浓度对比剂用作斑块基准状态 CT 值测量, 其余 4 种浓度对比剂模拟不同管腔密度。采用兴趣区法分别测量 4 种管腔密度、2 种扫描层厚(0.625 mm 和 1.250 mm) 和 2 种窗设置(窗宽 1000 HU、窗位 150 HU 和窗宽 500 HU、窗位 200 HU) 下的斑块 CT 值。对管腔密度、层厚和窗设置对斑块 CT 值测量影响的比较采用析因设计的方差分析, 对斑块 CT 值与 3 个因素之间的相关关系进行偏相关分析。结果 符合纳入标准的斑块 24 个。2 种窗设置下斑块基准状态 CT 值分别为(23.90 ±6.87) HU 和(29.00 ±7.26) HU。管腔密度和窗设置对斑块 CT 值测量的影响有统计学意义(F 值分别为 45.674 和 79.094, P 值均 <0.01), 而 2 种层厚的影响无统计学意义(F = 1.033, P > 0.05)。斑块的 CT 值随管腔密度的增加而升高。结论 管腔密度和窗设置影响斑块 CT 值测量, 而 0.625 mm 层厚和 1.250 mm 层厚的影响不显著。斑块 CT 值随管腔密度增加而升高。

【关键词】 冠状血管; 动脉粥样硬化; 体层摄影术, X 线计算机

Influence factors on accuracy of CT attenuation measurement of non-calcified coronary plaque: preliminary ex vivo study LI Dong, LIU Chang-hong, LI Feng-tan, YU Tie-lian. Department of Radiology, General Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin 300052, China
Corresponding author: YU Tie-lian, Email: tjzyytl@163.com

【Abstract】 Objective To assess the effect of intracoronary attenuation, slice thickness, and window setting on CT attenuation measurement of non-calcified coronary plaque in ex vivo specimen. Methods Twenty adult cadaver heart specimens were used. Five solutions of contrast medium diluted with saline were prepared as follows: 1/200, 1/50, 1/40, 1/30, and 1/20. CT scans were performed after intracoronary injection of each solution. The solution of 1/200 was used to measure baseline values of plaques, and the other four solutions were used to imitate the different intracoronary attenuation. The plaque attenuations were measured with region of interest under four intracoronary attenuations, two slice thickness (0.625 mm and 1.250 mm), and two window settings (WW 1000 HU, WL 150 HU and WW 500 HU, WL 200 HU), respectively. The result was compared with factor analysis and partial correlation analysis. Results Twenty four plaques met the study criteria. The baseline CT attenuation of plaques under two window settings were (23.90 ±6.87) HU (setting 1) and (29.00 ±7.26) HU (setting 2) respectively. Intracoronary attenuation and window settings had significant effect on CT attenuation measurement of non-calcified plaques (F = 45.674 and 79.094, P < 0.01), whereas slice thickness of 0.625 mm and 1.250 mm showed no significant effect on CT attenuation measurement (F = 1.033, P > 0.05). Comparing with baseline values, plaque attenuations on 1/40 and 1/30 solutions that can imitate lumen attenuation in clinical practice were increased. Conclusions Intracoronary attenuation and window settings had significant effect on CT attenuation measurement of non-calcified plaques, while slice thickness of 0.625 mm and 1.250 mm had no significant effect. Plaque attenuation would increase with the increase of intracoronary attenuation.

【Key words】 Coronary vessel; Atherosclerosis; Tomography, X-ray computed

多层螺旋 CT(multi-slice spiral CT, MSCT) 能够

通过测量斑块 CT 值鉴别脂质性斑块和纤维性斑块, 对评估斑块的稳定性和预测急性冠状动脉事件的危险性具有重要意义^[1-3]; 但斑块 CT 值测量的准

作者单位: 300052 天津医科大学总医院放射科

通信作者: 于铁链, Email: tjzyytl@163.com

确性受多种因素影响,可能引起对斑块性质的误判,因此必须引起重视^[3]。笔者通过尸体冠状动脉标本实验,探讨管腔密度、扫描层厚和窗设置对非钙化性斑块 CT 值测量准确性的影响。

资料与方法

1. 标本及扫描方法: 选用 20 个成人尸体心脏标本(均来源于天津医科大学总医院病理科),其中男 13 个,女 7 个;年龄 52 ~76 岁,平均 58 岁。用清水充分冲洗标本后,分别于冠状动脉开口和末端插入导管鞘,向其内注射清水将血凝块冲洗干净。分别将左前降支、左回旋支和右冠状动脉连同周围组织一起分离,并拉直固定于塑料盒内,准备注入对比剂后扫描。将对比剂碘海醇(300 mg I/ml)与生理盐水以 1 50、1 40、1 30、1 20 和 1 200 的比例稀释成 5 种浓度,其中 1 200 浓度的对比剂用作斑块基准状态 CT 值测量,其余 4 种浓度的对比剂用于模拟不同管腔密度。用 20 ml 注射器自血管标本开口处的导管鞘分别注入不同浓度的对比剂,观察到对比剂自血管标本末端导管鞘流出、管腔内气体排空后停止注入,进行 CT 扫描。每次注入并扫描 1 种浓度的对比剂后,用生理盐水将管腔冲洗干净。扫描时血管长轴与检查床长轴平行且位置固定,以确保每支血管在不同浓度对比剂下扫描的位置和范围一致。采用 GE Lightspeed Pro 16 CT 扫描仪对标本进行扫描,日常空气校准。管电压 120 kV,管电流 400 mA,层厚分别为 0.625 和 1.250 mm, X 线管旋转速度 420 ms/r,视野 100 mm×100 mm,矩阵为 512×512。

2. 后处理方法: 将图像传至 GE AW 4.2 工作站,通过曲面重组和横断面图像筛选出造成管腔狭窄程度为 30% ~75% 的非钙化性斑块。非钙化性斑块的标准为不含任何钙化成分、CT 值 <130 HU 的斑块^[1]。在 4 种管腔密度获得的图像上设定兴趣区(region of interest, ROI),分别测量管腔和斑块的 CT 值。测量斑块 CT 值的 ROI 设定在斑块显示最大的层面上,包括斑块中心 60% 的区域^[4-5]。所有测量均采用 2 种窗设置:窗设置 1(窗宽 1000 HU、窗位 150 HU)和窗设置 2(窗宽 500 HU、窗位 200 HU)^[6]。2 种窗设置测量的时间间隔为 1 个月,以消除操作者在第 1 种窗设置下测量时留下的印象。将 2 种窗设置下 1 50 浓度的 ROI 分别复制至相应的 1 200 浓度、0.625 mm 层厚的图像上,测量斑块基准状态 CT 值。

3. 统计学方法: 采用 SPSS 11.5 软件对管腔密度、层厚和窗设置对斑块 CT 值测量影响的比较采用析因设计的方差分析,对斑块 CT 值与 3 个因素之间的相关关系进行偏相关分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本组心脏标本共见到非钙化性斑块 41 个,符合纳入标准的 24 个。窗设置 1 和窗设置 2 的基准状态斑块 CT 值分别为 (23.90 ± 6.87) HU 和 (29.00 ± 7.26) HU。4 种管腔密度、2 种层厚及 2 种窗设置下斑块 CT 值测量结果见表 1。管腔密度和窗设置均对斑块 CT 值测量有影响,随管腔密度升高,斑块 CT 值测量结果呈上升趋势(图 1 ~16)。以 1 40 和 1 30 浓度对比剂模拟 CT 冠状动脉造影时管腔密度,则在 2 种窗设置下斑块 CT 值分别较基准状态 CT 值增加 11.18 ~18.36 HU(窗设置 1)和 17.04 ~23.00 HU(窗设置 2)。2 种层厚下的斑块 CT 值间差异无统计学意义($P > 0.05$)。管腔密度、层厚和窗设置均为独立因素,彼此间无交互作用($P > 0.05$)。管腔密度、窗设置与斑块 CT 值之间有弱相关性(r 值分别为 0.529 和 0.428, P 值均 < 0.01),而层厚与斑块 CT 值之间无相关关系($r = 0.054$, $P > 0.05$)。

讨 论

笔者的研究结果证实,管腔密度对斑块 CT 值的测量有影响,随管腔密度增加,斑块 CT 值呈上升趋势,这与 Cademartiri 等^[7]和毛定飏等^[4]的研究结果基本一致。笔者进一步对斑块 CT 值升高幅度进行了定量评估,1 200 浓度对比剂的 CT 值与本组非钙化性斑块的密度最接近,对斑块 CT 值测量影响最小,故以此浓度下所测斑块 CT 值作为基准值。CT 冠状动脉血管成像时的血管内密度约为 250 ~300 HU^[8],本研究中 1 40 和 1 30 浓度对比剂的密度与之接近,若以此 2 种管腔密度模拟 CT 冠状动脉血管成像时管腔密度,则在 2 种窗设置下斑块 CT 值分别较基准状态 CT 值增加 11.18 ~18.36 HU(窗设置 1)和 17.04 ~23.00 HU(窗设置 2)。CT 冠状动脉血管成像时的管腔密度很难精确控制,但其 CT 值容易测得,故可通过测量管腔 CT 值对斑块 CT 值的升高幅度作出大致评估,避免将脂质性斑块误分类为纤维性斑块。

Schroeder 等^[5]报道 2.5 mm 和 1.0 mm 层厚

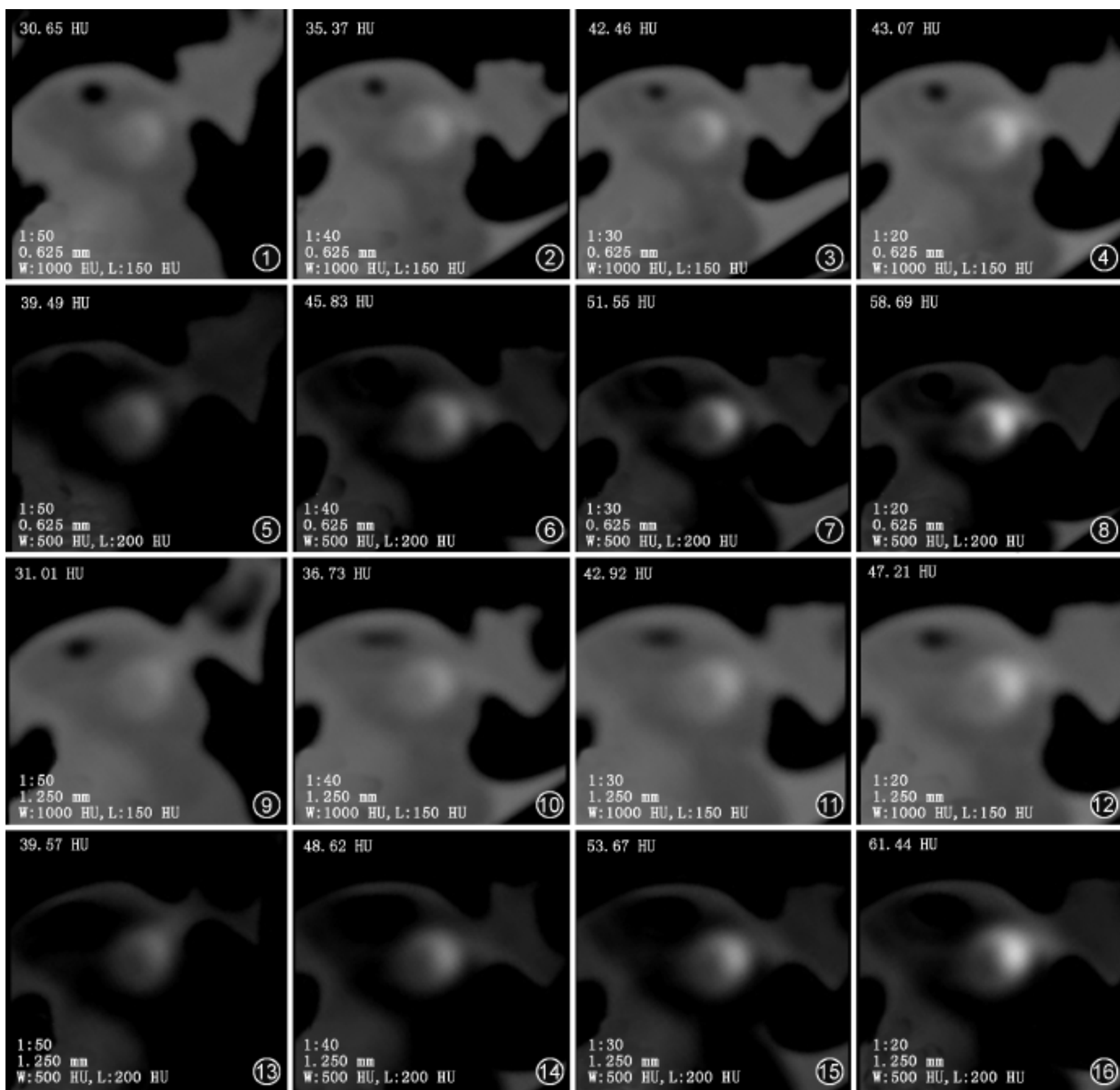


图 1 ~8 0.625 mm 层厚、4 种管腔密度、2 种窗设置下斑块 CT 值测量结果。随管腔密度升高,斑块 CT 值测量结果呈上升趋势;2 种窗设置下斑块 CT 值测量结果不同。W 为窗宽,L 为窗位 图 9 ~16 1.250 mm 层厚、4 种管腔密度、2 种窗设置下斑块 CT 值测量结果。随管腔密度升高,斑块 CT 值测量结果呈上升趋势;2 种窗设置下斑块 CT 值测量结果不同

表 1 不同管腔密度、不同层厚及不同窗设置下 24 个非钙化性斑块 CT 值测量结果(HU, $\bar{x} \pm s$)

对比剂浓度	层厚 0.625 mm				层厚 1.250 mm			
	窗设置 1		窗设置 2		窗设置 1		窗设置 2	
	管腔 CT 值	斑块 CT 值	管腔 CT 值	斑块 CT 值	管腔 CT 值	斑块 CT 值	管腔 CT 值	斑块 CT 值
1:50	180.50 ± 20.20	30.03 ± 8.59	186.84 ± 19.30	39.90 ± 9.18	174.42 ± 17.04	30.74 ± 10.15	179.77 ± 18.34	40.39 ± 9.21
1:40	227.24 ± 26.72	35.08 ± 10.29	235.21 ± 27.05	46.04 ± 9.20	220.85 ± 23.67	36.82 ± 11.25	229.11 ± 23.85	48.13 ± 10.05
1:30	301.21 ± 32.17	42.26 ± 10.46	310.30 ± 33.61	52.00 ± 11.60	289.86 ± 32.22	42.49 ± 11.69	299.21 ± 33.77	54.56 ± 11.33
1:20	432.80 ± 43.73	47.06 ± 14.77	449.35 ± 43.50	59.08 ± 16.84	410.67 ± 42.01	47.96 ± 14.30	423.63 ± 46.83	61.39 ± 16.10

注:窗设置 1 为窗宽 1000 HU、窗位 150 HU,窗设置 2 为窗宽 500 HU、窗位 200 HU。管腔密度、层厚和窗设置的析因分析 F 值分别为 45.674、1.033 和 79.094,P 值分别为 <0.01、>0.05 和 <0.01;管腔密度与层厚间、层厚与窗设置间、管腔密度和窗设置间均无交互作用,F 值分别为 0.038、0.165 和 0.142,P 值均 >0.05;管腔密度、层厚与窗设置三者间无交互作用,F 值为 0.041,P >0.05

对斑块 CT 值测量有差异, 1.0 mm 层厚更准确。本研究采用的 0.625 mm 和 1.250 mm 层厚对造成管腔轻至中度狭窄(30% ~75%)的非钙化性斑块 CT 值测量结果差异无统计学意义, 这表明较薄的层厚(0.625 ~1.250 mm)对造成管腔轻至中度狭窄的非钙化性斑块的测量无明显影响, 而较厚的层厚(2.5 mm)会对测量结果产生影响。

理论上, 当 ROI 大小、位置固定时, 改变窗设置不会影响 CT 值测量结果, 但在实践中, 当窗设置发生变化时, 血管内高浓度对比剂将影响斑块与周围环境界面间的清晰度, 影响斑块边界的显示及 ROI 的设定, 进而影响斑块 CT 值测量结果^[9]。虽然相关研究的 ROI 测量方法类似^[4-5], 但窗设置并不统一。笔者比较了较常用的 2 种窗设置, 发现窗设置的改变引起 ROI 设定的变化, 是影响斑块 CT 值测量结果的因素之一。

本研究的局限性在于标本斑块 CT 值与活体斑块 CT 值之间可能存在差别, 但也可以评价管腔密度、层厚和窗设置对非钙化性斑块 CT 值测量准确性的影响。

总之, 非钙化性斑块 CT 值测量的准确性受管腔密度和窗设置的影响, 而 0.625 mm 和 1.250 mm 层厚对造成管腔轻至中度狭窄的非钙化性斑块的测量结果影响不明显, 斑块的 CT 测量值随管腔密度的增加而升高。在根据斑块 CT 值分析其成分的临床研究和实验研究中必须考虑这些因素的影响。

参 考 文 献

- [1] Leber AW, Knez A, Becker A, et al. Accuracy of multidetector spiral computed tomography in identifying and differentiating the composition of coronary atherosclerotic plaques: a comparative study with intracoronary ultrasound. *J Am Coll Cardiol*, 2004, 43: 1241-1247.
- [2] Becker CR, Nikolaou K, Muders M, et al. Ex vivo coronary atherosclerotic plaque characterization with multi-detector-row CT. *Eur Radiol*, 2003, 13: 2094-2098.
- [3] 邱建星, 王继琛, 孙晓伟, 等. 64 层螺旋 CT 评估冠状动脉粥样硬化病变: 与血管内超声的对照研究. *中国医学影像技术*, 2006, 22: 1456-1459.
- [4] 毛定飏, 滑炎卿, 张国桢, 等. 多层螺旋 CT 评价冠状动脉内软斑块的准确性. *中华放射学杂志*, 2006, 40: 722-725.
- [5] Schroeder S, Flohr T, Kopp AF, et al. Accuracy of density measurements within plaques located in artificial coronary arteries by X-ray multislice CT: results of a phantom study. *J Comput Assist Tomogr*, 2001, 25: 900-906.
- [6] Ferencik M, Chan RC, Achenbach S, et al. Arterial wall imaging: evaluation with 16-section multidetector CT in blood vessel phantoms and ex vivo coronary arteries. *Radiology*, 2006, 240: 708-716.
- [7] Cademartiri F, Mollet NR, Runza G, et al. Influence of intracoronary attenuation on coronary plaque measurements using multislice computed tomography: observations in an ex vivo model of coronary computed tomography angiography. *Eur Radiol*, 2005, 15: 1426-1431.
- [8] Schoepf UJ. *Multidetector-row CT of the thorax*. Berlin: Springer-Verlag, 2004: 327-337.
- [9] Liu Y, Hopper KD, Mauger DT, et al. CT angiographic measurement of the carotid artery: optimizing visualization by manipulating window and level settings and contrast material attenuation. *Radiology*, 2000, 217: 494-500.

(收稿日期: 2007-09-08)

(本文编辑: 张晓冬)

全国医学影像学术研讨会征文通知

为进一步推动我国医学影像事业的发展, 促进医学影像专业技术人员学术水平的提高, 更新医学影像学知识, 中华医学会继续教育部定于 2008 年 6 月 28 日至 7 月 2 日(6 月 27 日报到)在呼和浩特市召开全国医学影像学术研讨会, 会议期间举办高级提高班, 将邀请北京、上海、广东、山东等地医院的知名医学影像专家进行专题讲座, 并按放射影像专业组与超声影像专业组进行交流。参会者可获得国家级继续教育项目 类学分(项目编号 2008-09-01-036, 10 学分)。

征文内容与要求: 1. 放射影像诊断及技术方面的内容: 包括普通 X 线诊断、CT 及 MR 诊断, DSA, 医学影像存档与传输系统(PACS)与放射信息管理系统(RIS)建设与管理, 计算机 X 线摄影(CR)及数字 X 线摄影(DR)的临床应用, 介入治疗学, 分子影像学, 各类设备管理与维护, 有关新技术、新方法应用。2. 超声影像诊断学及技术方面的内容: 包括基础研究, 临床超声诊断(心脏、腹部、泌尿与生殖、颅脑、

眼、浅表器官、血管、介入超声、超声造影等), 超声治疗, 超声工程技术(维护和改进, 图像处理等)。3. 影像科室的管理, 教学与护理工作等。征文可以是论著、病例总结、经验介绍及病案报道等形式。征文要求: 全文在 800 ~2000 字论文 1 份, 论文题目下注明所在省市工作单位科室姓名及邮编, 自留底稿。来稿请寄: 100710 北京市东四西大街 42 号中华医学会继续教育部梁鸿收, Email: jxjy@vip.163.com, 投稿时请务必注明“呼和浩特影像会议”字样。请通过邮局将审稿费每篇 20 元寄至梁鸿收, 或报到时交, 汇款单上务必注明会议名称及会议地点。征文截止日期: 邮局寄稿 6 月 2 日前(当地时间), Email 6 月 10 日前。收到征文经审录用后补发会议论文录用及报到通知。报名参会及联系人电话: 梁鸿: 010-85158402 ; 杨桂芳: 010-88820399, 51798200 (带传真)。

(梁鸿)