

· 腹部影像学 ·

宝石能谱单能量成像及自适应统计迭代重建技术在腹部低剂量CT扫描中的可行性研究

朱正, 赵心明, 周纯武

【摘要】 目的:探讨在腹部低剂量CT扫描中使用宝石能谱单能量成像(GSI)结合自适应统计迭代重建技术的成像质量。方法:90例患者使用GE Discovery CT750 HD 64排CT机行腹部CT平扫及双期增强扫描。实验组A(30例)采用GSI技术(60 keV+ASIR 50%)+对比剂碘剂量450 mg I/kg;实验组B(30例)采用常规扫描(120 kVp)+对比剂碘剂量300 mg I/kg;对照组(30例)行常规扫描(120 kVp)+对比剂碘剂量450 mg I/kg。每组均测量腹部大血管(动脉期/静脉期)、脏器和肌肉(三期)共26个ROI的CT值并计算相应的SNR,使用5分法(Likert分级)对各部位的图像质量进行主观评价。结果:三组患者的年龄、身高、体重及身体质量指数(BMI)间的差异均无统计学意义($P>0.05$)。A组中26个ROI的CT值均高于对照组,除平扫和动脉期肝脏CT值和平扫肌肉CT值外,其它23个ROI的CT值在两组间的差异均有统计学意义($P<0.05$)。B组各ROI的CT值均低于对照组,但差异无统计学意义($P>0.05$)。A组中(除SMA外)各ROI的SNR均高于对照组,仅门脉左支、动脉期肝和脾、平扫和静脉期胰腺的SNR在两组间的差异无统计学意义($P>0.05$)。B组的SNR均低于对照组,但差异无统计学意义($P>0.05$)。主观评价方面,三组间图像质量评分的差异无统计学意义($P>0.05$)。A组与对照组间辐射剂量的差异有统计学意义($P<0.001$);B组对比剂剂量与对照组间的差异有统计学意义($P<0.001$)。结论:在能谱CT成像结合ASIR技术的帮助下,使用低管电压能得到较好的腹部CT图像质量。

【关键词】 体层摄影术, X线计算机; 宝石能谱成像; 自适应统计迭代重建; 低辐射量; 腹部; 图像质量

【中图分类号】 R814.42; R572; R575; R543 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)04-0418-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.04.026

Feasibility study of gemstone spectral imaging and adaptive statistical iterative reconstruction technique in low radiation dose abdominal CT scan ZHU Zheng, ZHAO Xin-ming, ZHOU Chun-wu, Department of Radiology, National Cancer Center/Cancer Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100021, China

【Abstract】 Objective: The purpose of the present study was to investigate the image quality of low radiation dose abdominal CT scan using gemstone spectral imaging (GSI) and adaptive statistical iterative reconstruction technique (ASIR). **Methods:** 90 patients were enrolled and underwent both plain and dual-phase enhanced abdominal CT scan using GE Discovery 750HD 64-row CT scanner. In experiment group A (30 cases), GSI (60keV and 50% ASIR) with 450mg I/kg contrast material was administrated; in experiment group B (30 cases), conventional scan mode (120kVp) with 300mg I/kg contrast material was used; in control group C (30 cases), conventional scan mode (120kVp) with 450mg I/kg contrast material was administrated. In each group, CT values of 26 ROIs including abdominal vessels [arterial-phase (AP) or portal-phase (PP)] and organs, muscles and fat tissue (in three phases) were obtained. The corresponding signal-to-noise ratios (SNRs) were calculated and image quality were subjectively evaluated using five point Likert scale. **Results:** There were no significant differences in age, height, weight and BMI among the three groups ($P>0.05$). The CT values of 26 ROIs in group A were higher than those in group C. Statistical differences were existed in the CT values of 23 ROIs between the two groups ($P<0.05$) except three ROIs of liver on plain and AP images and muscles on plain images. The CT value of each ROI in group B was less than that in group C, but no significant difference was showed ($P<0.05$). The SNRs of 25 ROIs (except SMA) in group A were higher than those in group C, no statistical difference was showed only in the SNRs of left portal vein, liver and spleen in AP, pancreas in plain and PP ($P<0.05$); and the SNRs in group B were less than those in group C but with no significant difference ($P>0.05$). As for subjective evaluation, there was no significant difference of image quality scores among the three groups ($P>0.05$). The dose-length product (DLP) in group A was less than that in group C with significant difference ($P<0.001$), and the contrast medium dose in group B was less than that in group C with significant difference ($P<0.001$). **Conclusion:** With the help of ASIR and GSI, abdominal CT scan using low tube voltage can get high quality images.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Gemstone spectral imaging; Adaptive statistical iterative reconstruction; Low radiation dose; Abdomen; Image quality

作者单位: 100021 北京, 国家癌症中心/中国医学科学院北京协和医学院肿瘤医院影像诊断科

作者简介: 朱正(1981-), 女, 北京人, 硕士, 主治医师, 主要从事腹部影像诊断工作。

通讯作者: 周纯武, E-mail: cjr_zhouchunwu@vip.163.com

基金项目: 北京协和医学院 2015年研究生创新基金(2015-1002-01-26)

目前多排 CT 增强扫描已成为腹部检查的常规检查手段,如何在尽可能低的辐射剂量条件下获得可供临床诊断的图像质量一直是相关领域研究的重点和热点。CT 宝石能谱单能量成像(gemstone spectral imaging, GSI)及自适应统计迭代重建(adaptive statistical iterative reconstruction, ASIR)技术具有重要的临床意义,因其可以处理电子噪声和其它物理因素所导致的图像伪影,在低对比剂剂量及低电压的条件下就可能获得满足诊断要求的 CT 图像,降低患者因辐射或对比剂带来的潜在风险^[1]。因此本研究对 GSI 及低剂量对比剂在腹部三期 CT 成像中的效果进行前瞻性研究。

材料与方法

1. 临床资料

将 2015 年 10 月—2016 年 12 月拟行腹盆部 CT 增强扫描的患者纳入观察,将有严重心肝肾功能不全、对比剂禁忌证、年龄小于 18 岁或大于 80 岁的患者及孕妇等剔除。最终有 90 例患者纳入研究,其中男 48 例,女 42 例,年龄 24~77 岁,平均 55 岁。将患者随机分为 3 组(实验组 A、B 和对照组 C),分别采用 3 种扫描方案。三组患者的基本临床资料见表 1,三组间患者一般情况的差异无统计学意义($P>0.05$)。

2. 检查方法

使用 GE Discovery CT750 HD 多排螺旋 CT 机。患者检查前空腹 4~6 h,将 60%泛影葡胺 20 mL 加入 1000 mL 水中让患者在检查前 1 h 口服使膀胱充盈。所有患者行 CT 平扫(plain, P)及动脉期(arterial-phase, AP)和门静脉期(portal-phase, PP)增强扫描,扫描范围自肝顶水平至坐骨结节水平。将患者随机分为 3 组,分别采用 3 种扫描方案(表 2)。

表 2 三组的扫描方案

方案	扫描方式	电压	重建算法	电流	对比剂碘剂量(mgI/kg)
A	单能量成像	60keV	ASIR50%	自动 mAs	450
B	常规扫描	120 kVp	常规	自动 mAs	300
C	常规扫描	120 kVp	常规	自动 mAs	450

三组的其它扫描条件相同:层厚 5 mm、层距 5 mm,视野 50 cm×50 cm,矩阵 512×512,螺距 0.984,重建层厚 1.25 mm、层间距 0.8 mm。扫描前在肘前静脉置入 20G 的静脉套管针。使用非离子型碘

表 1 三组患者的基本临床资料

指标	A 组	B 组	C 组	F 值	P 值
年龄(岁)	53.2±11.2	51.9±11.2	56.1±9.1	1.115	0.333
身高(m)	1.67±0.08	1.65±0.07	1.65±0.09	13.124	0.052
体重(kg)	66.8±11.0	60.3±10.7	62.6±12.1	3.333	0.051
BMI(kg/m ²)	23.7±3.3	22.3±3.9	22.9±3.3	1.142	0.324

对比剂碘普罗胺(300 mg I/mL),3 组中对比剂推注时间均为 30 s,动脉期及门脉期扫描延迟时间分别 30 和 65 s。

3. 分析内容

所有 CT 图像传入 PACS 工作站,由 2 位放射科医师(分别有 26 年及 12 年腹部影像诊断经验)采用独立、随机、无序、盲法的方式对所有图像进行阅片分析,在阅片前均接受关于评分标准的统一规范化培训。图像质量主观评分(两者讨论后达成一致)依据 Likert 量表 5 分法进行评价^[1]:1 分(很差),噪声很明显;2 分(较差),噪声、伪影明显;3 分(中等),噪声可接受,器官组织边界欠清;4 分(良好),图像尚清晰,小的解剖结构显示边界尚清晰;5 分(优异),图像清晰,噪声不明显,小的解剖结构清晰。评分≥3 分为符合临床诊断要求,评分≤2 分为不符合诊断要求。CT 值测量是在观察血管及脏器放置 ROI,包括在动脉期图像上测量腹主动脉腹腔干分叉上方和下方、腹腔动脉干、肠系膜上动脉、脾动脉、左肾动脉、右肾动脉、左髂总动脉和右髂总动脉,静脉期图像上测量门脉左支、门脉右支、门静脉、脾静脉和肠系膜上静脉,分别在三期图像上测量肝脏、胰腺、脾脏和竖脊肌,共 26 个感兴趣部位。测量血管的 CT 值时,ROI 放置在血管近端,大小约为管径的 2/3(20~150 mm²),避开钙化、斑块及狭窄等;测量脏器及肌肉时,则选取密度均匀的区域放置 ROI。每个兴趣部位测量三次取其平均值。同时测量同层脂肪的 CT 值,以其标准差(standard deviation, SD)作为背景噪声值。利用公式(1)计算各兴趣部位的信噪比(signal-to-noise ratio, SNR):

$$SNR = \frac{CT \text{ 值}}{\text{噪声}} \quad (1)$$

记录扫描时剂量报告中的 CT 容积剂量指数(volume CT dose index, CTDIvol),并计算剂量长度乘积(dose length product, DLP)^[2]。

4. 统计学分析

采用 SPSS 13.0 统计软件进行统计分析。采用 Kappa 检验对 2 位放射科医师对三组图像质量评分的一致性进行分析。Kappa 值<0.4 为一致性差,0.4≤Kappa<0.75 为一致性良好,Kappa≥0.75 为一致性非常好。对三组患者一般情况和辐射剂量的比较使用单因素方差分析。对实验组与对照组的 CT 值、SNR 和对比剂剂量的比较采用独立样本 *t* 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结果

三组中各部位的 CT 值、SNR 及统计学分析结果见表 3~4。A 组中各部位的

的 CT 值均高于对照组,除平扫和动脉期肝脏 CT 值和平扫肌肉 CT 值外,其它 23 个 ROI 的 CT 值在两组间的差异均有统计学意义($P < 0.05$)。B 组各 ROI 的 CT 值均低于对照组,但差异无统计学意义($P > 0.05$)。

A 组中除肠系膜上动脉外,其余各 ROI 的 SNR 均高于对照组,仅门脉左支、动脉期肝和脾、平扫和静脉期胰腺的 SNR 在两组间的差异无统计学意义($P > 0.05$)。B 组的 SNR 均稍低于对照组,但差异无统计学意义($P > 0.05$)。

90 例患者的图像质量评分都为 4~5 分,A 组中 4 分 14 例,5 分 16 例;B 组中 4 分 13 例,5 分 17 例;对照组中 4 分 10 例,5 分 20 例。三组间图像质量的差异无统计学意义($P > 0.05$)。两位医师对所有图像的主观评分间的一致性非常好(Kappa=0.816)。

三组的 DLP 测量结果见表 5。实验组 A 中各期扫描的 DLP 均显著低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.001$)。实验组 B 与对照组 C 的对比剂剂量的差异有统计学意义($P < 0.001$)。

讨论

腹部是 CT 增强扫描目前应用最为广泛的部位,

较高的管电压、较大的对比剂剂量不仅会增加患者的辐射剂量、同时也增加了对比剂过敏反应的发生率^[3]。因此,在严格遵循 ALARA 原则(as low as reasonably achievable)的前提下^[4],本研究对低管电压、低对比剂剂量方案在腹部血管、脏器扫描中的可行性进行了探讨,结果显示低剂量方案图像上血管强化程度及信噪比优于或不差于对照组,且主观图像质量评分亦无明显差异,因此低剂量方案可替代常规剂量方案应用于临床。

ASIR 是指通过自适应技术精确描述和构建探测到的信号的光子统计学,是对原始数据层面的反复迭代运算,可进一步降低噪声,提高图像分辨率^[5]。目前 ASIR 技术较多应用于高 BMI 人群^[6]、儿童^[7-8]、肝硬化患者^[9]和肾功能不全患者^[10]的低剂量 CT 扫描,多用于观察血管(如冠脉、腹部动脉、门静脉等)的 CTA 或 CPV 成像质量^[11-14],而本研究中对腹部大血管及脏器在不同时相(肝动脉期和门脉期)低剂量 CT 增强扫描中的成像质量进行了分析。既往研究表明 ASIR 在 40%~60%时的成像效果最佳,因此本研究在低管电压组(实验组 A)中使用 50% ASIR。在扫描范围一致的情况下,血管及脏器的图像质量主要与对比剂的碘含量和注射剂量等因素相关,目前对比剂的使用大多

表 3 三组中各 ROI 的 CT 值及统计分析结果

部位	CT 值(HU)			t_1 值	P_1 值	t_2 值	P_2 值
	A 组	B 组	C 组				
AA1	310.47±52.57	183.31±41.34	225.22±47.77	6.414	<0.001	-2.355	0.182
AA2	327.03±52.13	201.67±39.40	43.00±45.52	6.496	<0.001	-0.526	0.601
CA	261.90±52.16	173.94±34.19	196.41±39.57	5.371	<0.001	-1.334	0.524
SMA	304.57±52.45	186.27±43.59	230.00±49.06	5.545	<0.001	-2.393	0.507
SA	241.80±39.86	159.96±38.49	187.85±41.82	4.972	<0.001	-0.675	0.512
LRA	237.77±52.90	154.04±34.35	179.89±37.30	4.724	<0.001	-0.170	0.248
RRA	243.00±50.19	163.04±31.62	181.93±36.96	5.182	<0.001	-0.515	0.609
LCIA	325.23±53.61	219.58±43.85	247.00±49.12	5.749	<0.001	-0.962	0.340
RCIA	326.90±53.85	217.31±41.67	245.89±48.87	5.954	<0.001	-0.513	0.141
LPV	187.63±24.17	132.77±19.69	160.67±25.36	4.099	<0.001	-0.911	0.366
RPV	186.67±22.03	129.35±17.42	156.89±22.06	5.092	<0.001	-0.781	0.243
PV	190.33±22.73	151.73±21.75	164.67±28.83	3.705	0.001	-0.642	0.105
SV	188.63±26.67	141.00±24.22	165.48±27.69	3.207	0.002	-0.839	0.561
MV	181.87±23.01	147.00±21.56	160.89±23.80	3.375	0.001	-0.420	0.161
肝脏 P	60.70±8.36	52.38±5.16	58.74±5.12	1.053	0.297	-0.778	0.181
肝脏 AP	71.90±11.96	66.15±8.21	68.70±9.24	1.135	0.261	-0.557	0.125
肝脏 PP	122.70±17.59	87.77±21.95	108.00±15.91	3.313	0.002	-1.367	0.073
胰腺 P	46.93±8.74	36.88±6.36	42.67±7.10	2.032	0.047	-0.896	0.374
胰腺 AP	110.57±14.75	79.50±8.89	87.15±9.73	7.141	<0.001	-0.635	0.061
胰腺 PP	104.30±13.58	84.69±14.92	95.96±16.01	2.108	0.040	-1.005	0.320
脾脏 P	54.07±4.86	48.65±4.49	51.11±4.47	2.393	0.020	-0.018	0.986
脾脏 AP	131.57±20.90	97.42±22.07	104.74±16.73	5.372	<0.001	-0.531	0.132
脾脏 PP	134.87±15.15	102.08±15.06	123.30±16.64	2.734	0.008	-0.602	0.115
竖脊肌 P	56.77±6.20	53.58±4.02	54.93±4.80	1.259	0.213	-0.705	0.057
竖脊肌 AP	64.77±7.46	57.88±4.18	60.48±4.89	2.587	0.013	-0.266	0.072
竖脊肌 PP	72.17±6.82	59.27±6.15	67.30±6.21	2.822	0.007	-0.911	0.069

注: t_1 值 P_1 值为 A 组与 C 组的比较结果; t_2 和 P_2 值为 B 组与 C 组的比较结果。AA1=腹主动脉腹腔干分支上方;AA2=腹主动脉腹腔干分支下方;CA=腹腔动脉干;SMA=肠系膜上动脉;SA=脾动脉;LRA=左肾动脉;RRA=右肾动脉;LCIA=左髂总动脉;RCIA=右髂总动脉;LPV=门脉左支;RPV=门脉右支;PV=门静脉主干;SV=脾静脉;MV=肠系膜上静脉。

表4 三组中各ROI的SNR及统计分析结果

部位	SNR			t_1 值	P_1 值	t_2 值	P_2 值
	A 组	B 组	C 组				
AA1	31.17±12.37	16.54(4.79)	19.35±5.58	4.564	<0.001	-1.972	0.473
AA2	32.10±9.80	19.52(3.79)	21.95±4.06	5.005	<0.001	-0.457	0.818
CA	18.54±8.40	13.81(3.02)	15.19±3.47	1.925	0.059	-1.285	0.853
SMA	20.12±7.46	18.40(7.45)	20.43±8.26	-0.148	0.883	-0.690	0.776
SA	18.46±5.71	13.11(5.13)	15.22±5.05	2.275	0.027	-0.986	0.057
LRA	17.75±7.03	12.72(5.16)	14.14±5.79	2.121	0.039	-0.338	0.213
RRA	19.00±10.33	12.27(4.27)	13.85±4.64	2.469	0.018	-0.234	0.609
LCIA	32.74±13.29	22.03(6.08)	25.37±6.66	2.600	0.012	-0.508	0.057
RCIA	32.50±11.96	23.93(7.32)	26.17±7.63	2.355	0.022	-0.533	0.263
LPV	17.40±5.38	12.26(4.04)	15.64±4.75	1.310	0.196	-0.949	0.057
RPV	17.86±6.10	12.96(3.38)	13.25±3.5	3.522	0.001	-0.841	0.617
PV	16.03±2.58	10.36(3.16)	12.88±3.34	3.959	<0.001	-0.214	0.424
SV	18.31±6.01	11.67(3.84)	13.93±3.47	3.410	0.001	-0.704	0.939
MV	16.72±4.35	11.11(3.84)	13.08±3.16	3.635	0.001	-0.463	0.051
肝脏 P	6.42±1.45	5.28(1.11)	5.73±1.05	2.041	0.046	-0.412	0.169
肝脏 AP	7.38±2.22	5.85(1.21)	6.44±1.37	1.943	0.058	-0.069	0.290
肝脏 PP	12.25±2.70	7.47(2.06)	9.56±2.31	4.053	<0.001	-0.312	0.176
胰腺 P	4.71±1.08	3.71(0.72)	4.20±0.84	1.987	0.052	-0.647	0.107
胰腺 AP	9.68±2.53	6.24(1.04)	8.00±1.14	3.283	0.002	-0.347	0.438
胰腺 PP	11.31±10.12	6.59(1.65)	7.94±2.08	1.784	0.084	-0.540	0.333
脾脏 P	5.89±1.12	4.93(0.88)	5.29±0.73	2.360	0.022	-0.140	0.304
脾脏 AP	9.20±2.87	7.91(2.12)	8.54±2.45	0.936	0.353	-0.449	0.154
脾脏 PP	13.64±3.22	9.32(1.03)	11.31±1.68	3.374	0.001	-0.886	0.411
竖脊肌 P	5.93±1.54	4.17(0.96)	4.92±1.05	2.921	0.005	-0.151	0.430
竖脊肌 AP	6.69±1.37	4.30(0.53)	5.01±0.75	5.641	<0.001	-0.326	0.796
竖脊肌 PP	7.21±1.48	5.83(0.93)	6.09±1.07	3.290	0.002	-0.329	0.604

注: t_1 值 P_1 值为 A 组与 C 组的比较结果; t_2 和 P_2 值为 B 组与 C 组的比较结果。

表5 三组中三期扫描的DLP值及比较 (mGy·cm)

时相	A 组	B 组	C 组	F 值	P 值
平扫	476.8±77.4	909.2±439.7	909.2±439.7	13.863	0.001
动脉	481.1±78.3	814.4±428.3	814.4±428.3	13.772	0.001
门脉	481.1±78.3	803.9±413.0	803.9±413.0	13.839	0.001
合计	1445.7±215.1	2532.9±1281.2	2532.9±1281.2	15.860	0.001

根据患者的身体质量指数进行调整^[7-9],且要与扫描时间相匹配。同时在 ROI 的选择上,本研究将 ROI 的大小设置为血管管径的 2/3(ROI=20~150 mm²),同时避开钙化、斑块及狭窄等;在测量肌肉及脂肪时,ROI 放置则选取密度均匀的区域,测量结果取三次测量的平均值,这样所得的数据最有代表性。

实验组 A 中除肠系膜上动脉的 SNR 低于对照组,其它部位的 SNR 均高于对照组。王亚宁等^[15]在研究中亦发现低剂量组部分血管、脏器的 SNR 值高于对照组。我们分析其原因可能因为肠系膜上动脉的管径较细且弯曲,使测量过程中容易出现偏差所致,但亦可能与选择的低管电压的数值有一定相关性,我们将会在今后的研究中进行进一步研究。而实验组 B 因其仅单纯的降低对比剂剂量及流率,其它扫描参数与对照组基本一致,因此各部位的 CT 值及 SNR 仅略低于对照组,但差异无统计学意义($P>0.05$)。

本研究不足之处是病例数略少,且未设置同时使

用低管电压和低对比剂剂量的"双低"实验组,仅分别设立低管电压或低对比剂剂量两个实验组;同时,虽然三组间患者的基本临床资料差异无统计学意义,但如果能按照患者的 BMI 进行更严格的分组,可能研究结果会更精

确;其次,尚未进行对比噪声比及病灶检出率的研究,需要今后在临床开展较大样本的随机对照研究来完善相关的研究结果。

综上所述,在使用 ASIR 及 GSI 时低管电压或低对比剂方案较常规方案有一定优势,可满足影像诊断要求,可在临床实践中推荐使用。

参考文献:

- [1] Singh S, Kalra MK, Hsieh J, et al. Abdominal CT: comparison of adaptive statistical iterative and filtered back projection reconstruction techniques[J]. Radiology, 2010, 257(2): 373-383.
- [2] Maldjian PD, Goldman AR. Reducing radiation dose in body CT: a primer on dose metrics and key CT technical parameters[J]. AJR, 2013, 200(4): 741-747.
- [3] Katzberg RW, Haller C. Contrast-induced nephrotoxicity: clinical landscape[J]. Kidney Int, 2006, 100(Suppl 1): S3-S7.
- [4] Thrall JH. Radiation exposure in CT scanning and risk: where are we[J]. Radiology, 2012, 264(2): 325-328.
- [5] Xu J, Mahesh M, Tsui BM. Is iterative reconstruction ready for MDCT[J]. J Am Coll Radiol, 2009, 6(4): 274-276.

- [6] Zhu Z, Zhao XM, Zhao YF, et al. Feasibility study of using gemstone spectral imaging (GSI) and adaptive statistical iterative reconstruction (ASIR) for reducing radiation and iodine contrast dose in abdominal CT patients with high BMI values [J/OL]. PLoS One, 2015, 10 (6): e0129201. doi: 10.1371/journal.pone.0129201. eCollection 2015.
- [7] Berlin SC, Weinert DM, Vasavada PS, et al. Successful dose reduction using reduced tube voltage with hybrid iterative reconstruction in pediatric abdominal CT [J]. AJR, 2015, 205(2):392-399.
- [8] Khawaja RD, Singh S, Otrakji A, et al. Dose reduction in pediatric abdominal CT: use of iterative reconstruction techniques across different CT platforms [J]. Pediatr Radiol, 2015, 45 (7): 1046-1055.
- [9] Namimoto T, Oda S, Utsunomiya D, et al. Improvement of image quality at low-radiation dose and low-contrast material dose abdominal CT in patients with cirrhosis: intraindividual comparison of low tube voltage with iterative reconstruction algorithm and standard tube voltage [J]. J Comput Assist Tomogr, 2012, 36(4): 495-501.
- [10] 林晓珠, 福井利佳, 沈云, 等. 腹部增强能谱 CT 成像在肾功能不全患者低剂量对比剂扫描中的应用价值 [J]. 中华放射学杂志, 2014, 48(10):816-821.
- [11] 马春玲, 陈晓侠, 雷雨欣, 等. 能谱单能量结合低剂量对比剂与常规 CT 增强扫描在门静脉成像中的对比研究 [J]. 放射学实践, 2016, 31(2):179-182.
- [12] Seyal AR, Arslanoglu A, Abboud SF, et al. CT of the abdomen with reduced tube voltage in adults: a practical approach [J]. Radiographics, 2015, 35(7):1922-1939.
- [13] Ippolito D, Talei Franzesi C, Fior D, et al. Low kV settings CT angiography (CTA) with low dose contrast medium volume protocol in the assessment of thoracic and abdominal aorta disease: a feasibility study [J/OL]. Br J Radiol, 2015, 88(1049):20140140. doi:10.1259/bjr.20140140. Epub 2015 Mar 18.
- [14] Hwang I, Cho JY, Kim SY, et al. Low tube voltage computed tomography urography using low-concentration contrast media: comparison of image quality in conventional computed tomography urography [J]. Eur J Radiol, 2015, 84(12):2454-2463.
- [15] 王亚宁, 时高峰, 杜煜, 等. 低剂量造影剂结合低管电压在上腹部双源 CT 扫描中的应用 [J]. 中国医学影像学杂志, 2014, 22(3): 204-207.

(收稿日期:2017-01-22 修回日期:2017-04-01)

中华医学会放射学分会第八届 全国乳腺影像学术会议征文通知

中华医学会放射学分会第八届全国乳腺影像学术会议将于 2017 年 7 月 21—23 日在辽宁省大连市棒棰岛宾馆召开。本次会议主题为乳腺影像技术及诊断规范化和乳腺影像最新进展。届时将邀请国内外著名乳腺影像学专家做专题讲座,同时就国际、国内乳腺影像学技术的最新进展进行广泛交流。参会者将获得国家继续医学教育 I 类学分 6 分。

1. 征文内容

乳腺各种影像学检查技术规范化;乳腺各种影像学诊断规范化;乳腺影像技术及诊断最新进展等。乳腺癌早期影像学诊断,乳腺癌多学科综合治疗疗效评价的新方法等。

2. 征文要求

- (1) 为未公开发表过的论文,要求科学性强、数据可靠、重点突出、文字简练。
- (2) 请附 1000 字以内论文摘要一份,内容包括目的、方法、结果及结论。
- (3) 投稿可登陆中华医学会放射学分会网站 www.chinaradiology.org 进行网上投稿,亦可以 Word 形式发送 Email 至 CSBR2017@126.com 进行邮件投稿。

(4) 截稿时间为 2017 年 6 月 30 日。

3. 联系方式

通讯地址:110042 辽宁省沈阳市大东区小河沿路 44 号

辽宁省肿瘤医院 医学影像科 于韬、张平安

联系电话:024-31916988、31916627 传真:024-24315679

Email: CSBR2017@126.com

(中华医学会放射学分会)