・胸部影像学・ 迭代重建算法(iDose⁴)胸部低剂量扫描的初步应用

曾苗雨,梁长虹,赵振军,张金娥,李景雷

【摘要】目的:初步探讨迭代重建算法(iDose⁴)在胸部低剂量扫描中的临床应用价值。方法:将 120 例拟行全胸部 CT 增强扫描的患者随机分为 3 组(每组 40 例)。3 组在平扫及肺动脉期时扫描参数相同(120 kV,管电流自动调控),在主 动脉期时 3 组管电流分别为 40、30 和 20 mAs。平扫以及肺动脉期扫描采用滤波反投影算法(FBP)重建图像,主动脉期采 用 FBP 和迭代重建算法(iDose⁴ 等级为 1、2、3、4、5.6 级)。比较肺动脉期与主动脉期有效辐射剂量的变化及气管腔内空 气 CT 值和其标准差(SD)及信噪比(SNR)的差异。在肺窗图像上观察肺内小结构(胸膜下 2 cm 内小血管)的显示情况并 对其评分(3 分评价法),记录各 mAs-iDose⁴ 组的平均分,平均分>2 分为临床阅片能够接受的图像质量。结果:有效辐射 剂量:肺动脉期常规剂量组为(5.84±1.41) mSv;主动脉期 40 mAs 组为(1.49±0.70) mSv,30 mAs 组为(1.04± 0.19) mSv,20 mAs 组为(0.71±0.05) mSv。气管腔 CT 值在不同管电流及不同重建算法各组间差异无统计学意义(P>0.05)。不同管电流组间及不同重建方法的图像平均 SD 值、平均 SNR 差异有统计学意义(P<0.05)。对肺内小结构的评 分:肺动脉期图像为 3 分;主动脉期 40 mAs 组内 iDose⁴-4、5、6 重建图像的平均分大于 2 分;30 mAs 组 iDose⁴-5、6 重建图 像的平均分大于 2 分;20 mAs 组的 iDose⁴-6 重建图像的平均分大于 2 分。30 mAs 组 iDose⁴-5、6 重建图 做的座均分大于 2 分;20 mAs 组的 iDose⁴-6 重建图像的平均分大于 2 分。30 mAs 组 iDose⁴-5、6 重建图 描的应用能显著降低辐射剂量且保证图像质量,40 mAs 采用 iDose⁴-4 重建、30 mAs 采用 iDose⁴-5 重建以及 20 mAs 采用 iDose⁴-6 重建图像质量均能达到临床要求。

【关键词】 胸部;体层摄影术,X线计算机;低剂量;迭代重建算法

【中图分类号】R814.42; R818; R563 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2013)12-1262-05

Study of iterative reconstruction (iDose⁴) for radiation dose reduction in chest CT scan; a pilot study ZENG Miao-yu, LIANG Chang-hong, ZHAO Zhen-jun, et al. Department of Radiology, Guangdong General Hospital, Guangdong Academy of Medical Sciences, Huanan Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510080, P. R. China

[Abstract] Objective: To study the value of iterative reconstruction (iDose 4) in radiation dose reduction in chest CT scan. Methods: One hundred and twenty patients planning to have contrast-enhanced chest CT examination were randomly assigned to 3 groups, with 40 patients in each group. The scanning parameters in plain scan and pulmonary artery phase were similar (120Kv, automatic tube current regulation). In the aortic phase, the tube current was 40mAs, 30mAs and 20mAs respectively in these 3 groups. Filtered back projection (FBP) was used in plain and pulmonary artery phase for image reconstruction. Both filtered back projection (FBP) and iDose 4 were used in aortic phase, the iDose 4 grade levels were 1 to 6. The effective radiation exposure was compared between pulmonary arterial phase and aorta phase. The differences of CT value of the air within tracheal lumen, the standard deviation (SD value) and signal-to-noise ratios (SNR) were compared and analyzed. Image quality was evaluated subjectively and using a 3-grade scale according to the pulmonary ministructure (subpleural small vessels within the area 2cm from the pleura) on pulmonary window. Taking the mean score >2as the acceptable image quality for clinical application, the mean score in different mAs-iDose 4 groups were evaluated. **Results:** The effective radiation exposure in routine dosage group for pulmonary arterial phase was (5.84 ± 1.41) mSv. For aorta phase, the 40mAs group was (1.49 ± 0.70) mSv; the 30 mAs group was (1.04 ± 0.19) mSv and the 20mAs group was (0.71 ± 0.05) mSv. The CT value of the intra-tracheal air revealed no significant difference between groups with different electric current and with different image reconstruction method (P>0.05). The average SD value and SNR showed significant differences between groups with different electric current and with different reconstruction methods (P < 0.05). For the grading of intra-pulmonary mini-structure, the mean score for each group in pulmonary arterial phase was 3. The mean score deviation of aorta phase was more than 2 for the group of 40mAs under reconstruction of iDose4-4,5,6, the group of 30mAs under reconstruction of iDose4-5,6 and the group of 20 mAs under reconstruction of iDose4-6. Conclusion: The application of iterative reconstruction (iDose 4) was valuable in radiation dose reduction with image quality guarantee in Chest CT. Acceptable image quality can be obtained for chest CT images acquired at 40mAs by using iDose4-4,30mAs by using iDose4-5 and 20mAs by using iDose4-6.

[Key words] Chest; Tomography, X-ray computed; Low dose; Iterative reconstruction

作者单位:510080 广州,南方医科大学附属华南医院,广东省医 学科学院,广东省人民医院放射科 作者简介:曾苗雨(1979-),男,广东深圳人,博士研究生,主要从 事胸、腹部影像诊断及分子影像工作。 通讯作者:梁长虹,E-mail:dr_liang62@hotmail.com

随着医用 CT 数量的增长,辐射剂量的日益升高 以及其潜在的致癌作用越来越受到重视。一项调查显 示^[1],2006 年美国人群中人均接受的平均有效辐射剂 量为 6.2 mSv,是 1980 年的(3.6 mSv)近两倍。医疗 辐射对人群的总有效辐射剂量的占比,亦从 1980 年的 15%上升至 2006 年的 48%,其中 CT 所占比例最大。

减少 CT 的辐射剂量是可行的,然而,过度的降低 剂量又会导致图像噪声的升高和对病灶诊断信心的降 低。以往,主要通过优化扫描参数,如管电流^[2]、电 压^[3]等,达到降低辐射剂量、同时保证图像质量的目 的。随着技术的进步,一些新的图像算法逐渐应用于 临床扫描,在 CT 低剂量扫描的同时,能够降低图像噪 声,较常用的为迭代重建算法(如 Philips ICT 的 iDose⁴)。本研究中通过改变不同的管电流(mAs)和 不同的重建算法,得到多组胸部低剂量扫描的重建图 像,并比较它们的图像质量,旨在探讨合理的胸部低剂 量扫描技术。

材料与方法

1. 一般资料

2012 年 5 月一7 月将 120 例拟行全胸部螺旋 CT 增强扫描的患者随机分成 3 组,各组间扫描方案的差 异主要在主动脉期扫描。其中男 76 例,女 44 例,年龄 16~73 岁,平均 49.6 岁。120 例患者平均身体质量指 数(body mass index,BMI)为21.9 kg/m²(范围13.5~ 33.6 kg/m²),三组患者的 BMI 分布情况见表 1。

表1 各组 BMI 人数分布情况

	14	17	
Æ1	旧古	/17	(伝)
~UN	1 FI	*/11	

BMI 分级 *	第一组	第二组	第三组
轻体重(BMI<18.5)	5	4	2
健康体重(18.5≪BMI<24.0)	25	24	30
超重(24.0≪BMI<28.0)	8	10	7
肥胖(28.0≪BMI)	2	2	1
合计	40	40	40

注:* BMI 单位为 kg/m²。

2. 扫描方法

CT 扫描采用 Philips iCT 256 层 CT 机。平扫及 肺动脉期采用常规剂量:120 kV,管电流自动调控。 主动脉期:120 kV,1~3 组分别取 40、30 和 20 mAs。 其它扫描参数:重建层厚及间隔 1.25 mm,128 i× 0.625 mm,视野 33 cm×33 cm,扫描范围自胸廓入口 至双肾上腺水平。经头静脉或肘正中静脉采用高压注 射器注射非离子型对比剂(碘必乐 370,上海博莱科信 谊药业有限公司)75 mL,后注射生理盐水 20 mL,流率 3.50 mL/s。静脉注射对比剂后 28 和 40 s 时分别行 肺动脉期和主动脉期扫描。

3. 图像重建

平扫以及肺动脉期增强图像采用滤波反投影算法 (filtered back projection, FBP)进行重建。增强主动 脉期图像采用滤波反投影算法和迭代重建算法(Philips iCT, iDose⁴, 1~6 级)。

4. 图像分析

客观评价:比较增强扫描肺动脉期与主动脉期有 效辐射剂量的变化。计算胸锁关节层面气管腔内空气 CT 值、标准差(SD)及信噪比(signal-to-noise ratio, SNR),并比较这3个指标在3组间及不同重建算法间 的差异。按公式(1)计算 SNR:

$$SNR = \frac{\underline{\&} \forall \underline{\&} \underline{\&} | \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} CT \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} 1)}{| \overline{~} \overline{~} \overline{~} \overline{~} \overline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} \underline{~} 1)}$$
(1)

主观评价:所有病例 CT 图像由 2 位经验丰富的 胸部放射科医师共同分析并达成一致评分。肺内小结 构的观察采用肺窗,观察胸膜下 2 cm 内的小血管并对 其评分。1 分:能够观察且边界清晰;2 分:能够观察但 边界欠清;3 分:不能够观察。

5. 计算有效辐射剂量

CT 扫描仪上能自动计算及显示剂量长度乘积 (dose length product, DLP)值, 再根据公式(2)计算有 效辐射量(effective dose, ED);

有效辐射量=DLP×0.014mSv/(mGy•cm) (2)

6. 统计学分析

三组患者 BMI 的比较采用单因素方差分析。不同组间及不同重建方法间图像的平均 CT 值、SD 值和 SNR 的比较采用多因素方差分析。应用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析。P<0.05 为差异有统计学意义。

结果

三组的 BMI 测量结果见表 2。经单因素方差分 析,3 组间 BMI 的差异无统计学意义(P=0.786> 0.050)。

	表2 各组]	BMI测量结果	(kg/m^2)
BMI	第一组	第二组	第三组
范围	15.22~30.19	13.52~33.62	14.79~29.46
平均值	21.85	22.09	21.71

肺动脉期(即常规剂量组)ED为(5.84±1.41)mSv; 主动脉期(40mAs组)为(1.49±0.70)mSv,为常规剂 量的25.5%;主动脉期(30mAs组)为(1.04± 0.19)mSv,占常规剂量的17.8%;主动脉期(20mAs 组)为(0.71±0.05)mSv,占常规剂量的12.2%。

不同管电流及不同重建算法的图像上气管腔内 CT 值、图像 SD 值、SNR 值及图像主观评分结果见表 3~6 及图 1。方差分析结果显示,气管腔内 CT 值在 不同管电流及重建算法组间差异无统计学意义(P> 0.05)。管电流及不同重建方法对图像平均 SD 值和 SNR 的影响有高度统计学意义(P<0.05)。各管电流 组中不同重建算法对图像主观评分的影响有统计学意 义(P<0.05)。

表 3 各扫描组不同重建算法图像上气管腔内 CT 值

重建算法	CT 值(HU)				下法	DK
	管电流自动调控	40mAs	30mAs	20mAs	17 1里	1 小胆
FBP	-978.77 ± 16.38	-979.00 ± 8.39	-984.42 ± 7.12	-983.00 ± 9.55	0.258	0.846
iDose-1	—	-979.81 ± 9.60	-984.07 ± 7.09	-982.83 ± 9.50	0.156	0.945
iDose-2	—	-979.72 ± 9.50	-984.36 ± 7.06	-983.33 ± 9.46	0.143	0.923
iDose-3	—	-979.54 ± 9.39	-984.57 ± 7.02	-983.67 ± 9.11	0.128	0.942
iDose-4	—	-980.27 ± 8.53	-985.07 ± 7.00	-984.33 ± 9.40	0.125	0.926
iDose-5	—	-980.45 ± 9.34	-985.14 ± 6.94	-984.67 ± 9.11	0.115	0.952
iDose-6	_	-979.81 ± 9.61	-985.14 ± 7.00	-984.83 ± 9.02	0.105	0.946
F 值	—	0.645	0.090	0.596	_	_
P 值	_	0.567	0.932	0.574	_	_

表4 各扫描组不同重建算法图像的平均 SD 值

壬甘首小	SD 值(HU)					
里廷丹法	管电流自动调控	40mAs	30mAs	20mAs		
FBP	22.14 ± 5.30	33.46±7.01	35.02 ± 7.44	37.68±9.88		
iDose-1	_	27.67 ± 6.04	29.13 ± 5.23	33.16 ± 8.31		
iDose-2	_	26.62 ± 5.76	28.72 ± 4.58	31.48±8.00		
iDose-3	_	24.90 ± 5.39	26.05 ± 4.80	29.64 ± 7.66		
iDose-4	_	22.21 ± 4.21	24.15 ± 7.00	27.60 ± 6.27		
iDose-5	_	20.63 ± 4.53	21.98 ± 4.32	25.63 ± 7.12		
iDose-6	_	17.48 ± 3.57	19.39 ± 4.02	22.83 ± 6.62		
F 值	—	13.57	24.75	19.34		
P 值	_	<0.001	<0.001	<0.001		

表5 各扫描组不同重建算法图像的 SNR

舌母首让	SNR					
里廷并法	管电流自动调控	40mAs	30mAs	20mAs		
FBP	46.63±10.98	33.47 ± 8.16	30.62 ± 7.18	28.09 ± 9.41		
iDose-1	—	37.68 ± 8.09	34.91±7.64	31.64 ± 9.88		
iDose-2	_	39.80 ± 8.70	36.45 ± 8.41	33.38±10.49		
iDose-3	_	42.66 ± 9.55	39.11±9.07	35.51 ± 11.18		
iDose-4	—	46.46±10.73	43.66±9.03	38.20±12.03		
iDose-5	—	51.72 ± 12.46	46.79±11.44	41.38 ± 13.35		
iDose-6	—	59. 83 ± 15.31	50.36 \pm 12.88	46.59 \pm 14.93		
F 值	—	15.547	19.97	21.34		
P 值	—	<0.001	<0.001	<0.001		

表6 各扫描组不同重建算法图像主观评分

壬母笞斗	肺内小结构评分					
里廷丹法	管电流自动调控	40 mAs	30mAs	20mAs		
FBP	3.00	1.47	1.33	1.23		
iDose-1	3.00	1.67	1.59	1.50		
iDose-2	3.00	1.73	1.68	1.66		
iDose-3	3.00	1.88	1.75	1.75		
iDose-4	3.00	2.07	1.89	1.84		
iDose-5	3.00	2.17	2.06	1.96		
iDose-6	3.00	2.30	2.21	2.05		
F	—	8.65	9.47	14.86		
P	—	0.003	0.013	0.027		

讨 论

CT 扫描时高的曝光剂量能够得到低噪声、结构 清晰的图像,但并未相应地提高病灶的检出率和诊断 准确性。反之,随着 CT 剂量的降低,图像噪声随之升 高,会影响图像质量。所以,在临床 CT 扫描中应选择 恰当的参数,在辐射剂量与图像质量之间取得均衡。

有研究表明,降低胸部 CT 扫描的剂量是切实可

行的,尤其是针对肺实内病变的评价^[4-6]。在胸部低剂 量扫描中,尽管图像噪声会相应增加,但因肺实质密度 较低(接近空气,CT值约-1000HU),病灶与肺实质 之间存在天然对比,仍能较容易地诊断肺内病灶。

目前常规 CT 检查一般采用滤波反投影重建算法 对噪声和伪影较为敏感。所以,以往有学者^[4-6]对低剂 量 CT 数据采用常规 FBP 算法,如果要获得与常规扫 描方法相近的成像质量,辐射剂量并不能显著降低。 为了减少低剂量 CT 图像的噪声,多种新开发的图像 后处理算法逐渐运用于临床,如迭代重建算法,GE 公 司的自适应统计迭代重建技术(adaptive statistical iterative reconstruction, ASIR)、Philips ICT 的 iDose⁴ 等^[7-8]。有文献报道,ASIR 重建算法应用于胸部低剂 量扫描,采用 120 kV 和 40 mAs 能够得到满足临床诊 断要求的图像^[9]。另有文献报道,iDose⁴ 在心血管系 统的 应 用,能够显著降低剂量及改善图像质 量^[10]。iDose⁴操作流程建议降低辐射剂量,首先从降



图 1 男,20岁,随着 iDose⁴ 等级的升高,图像的 SD 逐渐降低,SNR 逐渐升高,图 1h 上显示的气管腔 SD、SNR 与图 1a 上相 当。a) 肺动脉期,120kV,管电流自动调控,FBP,SD 为 20.72,SNR 为 47.73; b) 主动脉期,120kV,管电流 20mAs,FBP,SD 为 31.80,SNR 为 31.63; c) 主动脉期,120kV,管电流 20mAs,iDose⁴ level:1,SD 为 29.05,SNR 为 33.80; d) 主动脉期,120kV, 管电流 20mAs,iDose⁴ level:2,SD 为 27.81,SNR 为 35.10; e) 主动脉期,120kV,管电流 20mAs,iDose⁴ level:3,SD 为 26.23, SNR 为 37.43; f) 主动脉期,120kV,管电流 20mAs,iDose⁴ level:4,SD 为 24.67,SNR 为 39.85; g) 主动脉期,120kV,管电流 20mAs,iDose⁴ level:5,SD 为 22.67,SNR 为 43.36; h) 主动脉期,120kV,管电流 20mAs,iDose⁴ level:6,SD 为 20.42,SNR 为 48.14。

低管电流开始。iDose⁴ 重建分不同的等级操作(1~6 级),等级越高,代表越能降低扫描剂量或越能改善图 像质量(消除图像噪声)。笔者尝试将 iDose⁴ 用于胸 部低剂量扫描,且把起始管电流设定为 40 mAs,并逐 步降低。

本组结果显示,应用 iDose⁴ 能显著降低有效辐射 剂量。与常规组辐射量(5.84±1.41) mSv 相比, 40 mAs组为(1.49±0.70) mSv,较常规组剂量降低约 74.5%;30 mAs 组为(1.04±0.19) mSv,较常规组剂 量降低 82.2%;20 mAs 组为(0.71±0.05) mSv,较常 规剂量降低 87.8%。

但是,伴随着 mAs 以及辐射量的降低,FBP 重建 算法的图像噪声显著升高,平均 SNR 值则明显降低。 而采用 iDose⁴ 重建时,随着 iDose⁴ 等级的升高,重建 图像的平均 SD 值逐渐降低,SNR 逐渐增高。40 mAsiDose⁴-4 图像的平均 SD 值和 SNR 值与常规剂量组接 近,而 40 mAs-iDose⁴ level-5、6 组,两项指标均优于常 规剂量组。同样的,30 mAs-iDose⁴-5 水平、20 mAsiDose⁴-6 水平,重建图像的 SD 值、SNR 值与常规剂量 组相仿。另外,我们为了观测 iDose⁴ 重建技术对 CT 值有无影响,选择了胸锁关节层面的气管腔进行 CT 值的测量,结果显示,iDose⁴ 重建技术对 CT 值没有明 显影响。

本组结果与以往的一些对迭代重建算法用于低剂 量 CT 扫描的体模及临床研究一致^[11-13]。然而,研究 发现,相对于以往的研究,iDose⁴运用于胸部低剂量扫 描,能够更进一步的降低辐射剂量(最高降低87.8%)。 Prakash 等^[12]报道,迭代重建算法应用于胸部低剂量 扫描,与滤波反投影重建算法比较,仅仅能够减低 27.0%的有效辐射剂量。同样的,我们研究的有效剂 量的降低,也较 Zeigler 等^[13]报道的体模研究的有效 剂量显著降低。

在胸部低剂量扫描,管电流降至 $40 \sim 20$ mAs, FBP 及 iDose⁴ 低等级重建算法对胸部肺内小病灶的 观察有一定影响。但我们通过升高 iDose⁴ 的等级,能 够明显提高图像质量。如 40 mAs-iDose⁴-4 组、 30 mAs-iDose⁴-5 组、20 mAs-iDose⁴-6 组,肺内小病灶 的评分从 FBP 组的低于 2.0 分上升至高于 2.0 分,能 满足临床诊断需要。

综上所述,迭代重建算法应用于胸部螺旋 CT 扫 描,能在保证图像质量的同时,显著地降低有效辐射剂 量。采取管电压恒定(120 kV)、电流 40 mAs 并采用 iDose⁴-4 重建、30 mAs 采用 iDose⁴-5 重建或 20 mAs 采用 iDose⁴-6 重建,均能达到临床要求。

参考文献:

- [1] Schauer DA, Linton OW. NCRP report no. 160; ionizing radiation exposure of the population of the United States, medical exposure—are we doing less with more, and is there a role for health physicists? [J]. Health Phys,2009,97(1):1-5.
- [2] Kalra MK, Maher MM, Toth TL, et al. Strategies for CT radiation dose optimization[J]. Radiology, 2004, 230(3):619-628.
- [3] Heyer CM, Mohr PS, Lemburg SP, et al. Image quality and radiation exposure at pulmonary CT angiography with 100- or 120kVp protocol: prospective randomized study[J]. Radiology, 2007, 245 (2):577-583.
- [4] Kim MJ.Park CH. Choi SJ. et al. Multidetector computed tomography chest examinations with low-kilovoltage protocols in adults:effect on image quality and radiation dose[J]. Comput Assist Tomogr,2009,33(3):416-421.
- [5] Loeve M, Lequin MH, de Bruijne M, et al. Cystic fibrosis: are volumetric ultra-low-dose expiratory CT scans sufficient for monitoring related lung disease? [J]. Radiology, 2009, 253(1):223-229.
- [6] Li X, Samei E, DeLong DM, et al. Pediatric MDCT: towards assessing the diagnostic influence of dose reduction on the detection of small lung nodules[J]. Acad Radiol, 2009, 16(7): 872-880.
- [7] Rizzo SM, Kalra MK, Schmidt B, et al. CT images of abdomen and pelvis: effect of nonlinear three-dimensional optimized reconstruction algorithm on image quality and lesion characteristics[J]. Ra-

diology,2005,237(1):309-315.

- [8] Kalra MK, Maher MM, Blake MA, et al. Detection and characterization of lesions on low-radiation-dose abdominal CT images postprocessed with noise reduction filters [J]. Radiology, 2004, 232 (3):791-797.
- [9] Singh S, Kalra MK, Gilman MD, et al. Adaptive statistical iterative reconstruction technique for radiation dose reduction in chest CT: a pilot study[J]. Radiology, 2011, 259(2):565-573.
- [10] Funama Y, Taguchi K, Utsunomiya D, et al. Combination of a low-tube-voltage technique with hybrid iterative reconstruction (iDose) algorithm at coronary computed tomographic angiography[J]. J Comput Assist Tomogr, 2011, 35(4):480-485.
- [11] Hara AK, Paden RG, Silva AC, et al. Iterative reconstruction technique for reducing body radiation dose at CT: feasibility study[J]. AJR,2009,193(3):764-771.
- [12] Prakash P,Kalra MK,Digumarthy SR, et al. Radiation dose reduction with chest computed tomography using adaptive statistical iterative reconstruction technique; initial experience [J]. J Comput Assist Tomogr,2010,34(1):40-45.
- [13] Ziegler A, Köhler T, Proksa R. Noise and resolution in images reconstructed with FBP and OSC algorithms for CT [J]. Med Phys, 2007, 34(2):585-598.

(收稿日期:2012-09-11 修回日期:2013-11-05)

《磁共振成像》杂志 2014 年征订和征稿启事

《磁共振成像》杂志是由中华人民共和国卫生部主管、中国医院协会和首都医科大学附属北京天坛医院共同主办的国家级学术期刊,国内统一刊号:CN 11-5902/R,ISSN 1674-8034,国内外公开发行。该刊为双月刊,逢单月 20 日出版,大16 开,80 页。2010 年 1 月创刊,主编为戴建平教授。

该刊是国内第一本医学磁共振成像专业的学术期刊,目前已被美国《化学文摘》(CA)、美国《剑桥科学文摘(自然科学)》(CSA)、美国《乌利希期刊指南》、波兰《哥白尼索引》(IC)、中国核心期刊(遴选)数据库、中国学术期刊网络出版总库、 中文科技期刊数据库等数据库收录,已被 27 个国家和地区读者检索和阅读。

《磁共振成像》杂志注重内容的科学性、前沿性、实用性和原创性,重点报道磁共振成像技术的临床应用与基础研究, 内容包括人体各部位磁共振成像、功能磁共振成像、磁共振成像序列设计和参数优化、磁共振对比剂的优化方案、新型磁 共振对比剂的开发与应用、磁共振引导下介入治疗、磁共振物理学、磁共振成像的质量控制等,以及磁共振成像最新进展 和发展趋势。主要栏目设置如下:名家访谈、学术争鸣、海外来稿、视点聚焦、基础研究、临床研究、技术研究、讲座、综述、 读片、资讯、编读往来等,述评、经验交流等栏目也将陆续推出。该刊将为磁共振领域的科研和临床工作者搭建一个全新 的专业学术交流平台,成为医务工作者、医学院校、科研院所、图书馆的必备刊物!投稿具体要求详见本刊官方网站:http://www.cjmri.cn。收稿邮箱:editor@cjmri.cn。

欢迎广大读者订阅本刊,欢迎广大专业人员向本刊投稿!

定价 16元/本,96元/年。邮局订阅:邮发代号:2-855,全国各地邮局均可订阅。邮购:磁共振成像编辑部;地址: 100190 北京市海淀区中关村东路 95号 中科院自动化所智能大厦 9 层。请在汇款附言注明:订阅 XX 年第 X 期一第 X 期。编辑部电话/传真:010-67113815

(磁共振成像编辑部)