

低剂量螺旋 CT 的原理及临床应用

黄洁惠, 宋 歌, 石 磊

(浙江省肿瘤医院, 浙江 杭州 310022)

摘 要: 随着低剂量螺旋 CT 临床应用的开展, 如何灵活应用低剂量螺旋 CT 影像技术手段, 已成为临床工作的研究重点。本文总结了低剂量螺旋 CT 降低辐射剂量的常见方法及原理, 并就低剂量螺旋 CT 的主要临床应用进行了阐述。

主题词: 低剂量 CT; 临床应用

中图分类号: R73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-170X(2016)04-0316-06

doi: 10.11735/j.issn.1671-170X.2016.04.B013

The Principles and Applications of Low-dose Spiral CT

HUANG Jie-hui, SONG Ge, SHI Lei

(Zhejiang Cancer Hospital, Hangzhou 310022, China)

Abstract: With the development of low-dose spiral CT, how to use the imaging technology of low-dose spiral CT in a flexible way become focus of clinical work. This article summarizes the common methods and principles of how to reduce the radiation dose, and expounds the main clinical applications of the low-dose spiral CT.

Subject words: low-dose CT; clinical application

回顾 CT 技术的发展我们可以发现螺旋 CT 技术的迅猛发展极大地拓展了 CT 的应用范畴, 导致临床对 CT 检查的依赖性增强, 普通 X 线检查中许多投照位置将完全被 CT 取代, 尤其是在肺部疾病的多种检查手段中^[1-3], CT 无疑是最敏感、最有价值的方法之一, 然而目前的状况却是: 多层螺旋 CT 的普及率越来越高, 临床上应用范围越来越广, 患者接受 CT 检查的概率及频率越来越高, 但是同部位 CT 检查的剂量远大于普通 X 线检查。根据最新的研究报告^[4]指出公众接受 X 线照射剂量每增加 1mSV, 将增加 $4.1\% \times 10^{-4}$ 的恶性肿瘤发病率, 也就是说, 每一百万人中有 4 人会因为辐射而诱发癌症。因此如何在保证图像质量满足诊断要求的情况下, 尽可能降低辐射剂量水平, 成为当前医学影像学界探讨的热点问题^[5-10]。本文总结了低剂量螺旋 CT 降低辐射剂量的常见方法及原理, 并就低剂量螺旋 CT 在胸部、腹部、头颅、颌面部、咽部及全身血管方面的主要临

床应用进行了阐述。

1 降低剂量的方法及原理

1.1 降低管电压(KV)

根据曝光量公式 $E = K(V)^n \text{mAs}^{[1]}$ (其中 K 为常数, V 为管电压), 在 80~150kVp 时, $n=2\sim3$, 而管电压 80~150kVp 范围内的 X 射线, 其照射剂量转换为器官有效剂量的权重因子是基本不变的^[12], 因此可以认为受检者辐射剂量随管电压的下降而成指数规律的降低, 并与管电压的 2~3 次方成正比。但降低管电压不仅意味着辐射剂量减低, 同时图像分辨率也会降低, 因此在实际应用中应根据受检者体形特点及体质量给予适当调整, 特别是对于儿童等敏感人群^[13]进行 CT 检查时, 在不影响图像质量的前提下, 应选择适当的管电压值来降低受照者的辐射剂量。

1.2 降低管电流(mA)

X 线球管电流决定了 X 线的量, 即管电流愈大, 电子撞击阳极靶的 X 线剂量也愈大。管电流量与辐射剂量之间呈线性相关。保持管电压不变, 降低管电

基金项目: 浙江医学高等专科学校科研基金项目(2014XZB01)

通讯作者: 石 磊, 主治医师, 博士; 浙江省肿瘤医院放射科, 浙江省杭州市拱墅区半山桥广济路 38 号(310022); E-mail: shilei_mr@163.com

收稿日期: 2015-08-15; **修回日期:** 2015-09-20

流,是目前降低辐射剂量的主要方法,也是目前最应用的方法^[6,7,14]。目前,有以下2种方法来降低管电流。

固定毫安秒:是指降低的毫安在整个扫描过程中固定不变。该方法是目前低剂量CT研究中最常用的方法。

自动毫安秒:自动曝光控制(automatic exposure control, AEC)装置是指球管在曝光过程中随时自动地调节管电流以适应患者的体形、密度,在保证影像质量的前提下,以尽可能低的辐射剂量来完成扫描。应用该装置减少了固定毫安秒中因管电流始终不变而形成的多余射线量,提高了射线的利用效率,充分体现了射线防护的最优化原则,但也使得对辐射剂量的评估变得更为复杂。

1.3 增加螺距(Pitch)

螺旋CT扫描时,在其他扫描条件不变的情况下,随着螺距的增加,扫描时间随之缩短,因此受检者的辐射剂量亦会减少。但螺距加大,层面敏感性曲线增宽,使影像在z轴的空间分辨力下降^[14],故增加螺距来降低辐射剂量的方式需要保证在不影响图像质量的情况下进行。

1.4 迭代重建图像

迭代重建算法使用与滤波反投影(FBP)算法相同的数据作为原始数据重建图像,以减少图像噪声为重点。迭代重建可以选择性地识别和消除图像中的统计误差和噪声,获取与FBP相比具有较低噪声的图像。不会因为X线剂量降低而增加噪声或因为使用后处理过滤器而降低病灶的识别率^[8]。

既往采用的FBP技术对于成像过程的假设较简单,在一定程度上限制了低剂量扫描的发展;而ASIR重建算法^[15]较复杂、更接近实际,考虑到了数据的统计噪声性质,并利用迭代的方法在原始数据中间加以抑制,可在不改变空间分辨力的前提下降低图像噪声。而基于模型的迭代重建(MBIR,商品名VEO)^[16]是最近发展起来的一种新的迭代重建算法,结合了数据收集系统内光子和电子噪声统计模型,而且考虑了光学系统模型,从而产生更加准确的重建图像。

1.5 双源CT降低剂量

所谓双源CT(DSCT)就是通过两套球管和探测器采集图像,这两套采集系统安装在机架内相同扫描平面上(同一个滑环上),互成90°位置,机架旋转

90°即可采集到足够成像的X射线量^[17]。DSCT不需要进行多扇区采集,能够在一次心跳过程中采集心脏图像,与以往扫描剂量最少的CT相比,在典型心率条件下,DSCT可以减少50%以上的剂量^[18]。进行心血管CT应用时DSCT可以用最快的扫描时间(0.33s)和大螺距(1.5或2)来工作实现对全身血管成像的研究。

1.6 其他降低剂量的方法

减少扫描次数:了解受检者病情,正确定位,掌握强化造影时相,减少人为因素造成的重复扫描;适当进行遮盖;对孕育期妇女、儿童等特殊人群和晶状体、性腺等敏感器官^[19]使用铅衣进行适当遮挡。

2 低剂量螺旋CT的临床应用

由于低剂量CT具有以下优点:①大大降低了受检者的X线辐射剂量,消除了部分患者对X线的恐惧心理,适用于人群普查和肺癌高危人群的筛查以及儿童的肺部检查^[20,21]。②低剂量CT肺部扫描虽然图像噪声稍有增加,但所获得的影像信息及图像质量基本可以满足诊断要求,特别是低剂量CT全肺扫描加薄层靶扫描^[22],即先用低剂量(10mAs)行全肺扫描,再对可疑病灶行常规剂量(120mAs)靶CT薄层扫描^[23],可以使患者的辐射剂量降低,又获得更多的影像诊断信息,大大提高了病变的检出率和诊断准确性。③降低了X线球管的损耗,延长了球管的使用寿命,节约了成本。因此,低剂量CT近年来得到了广泛的关注,也在临床中得到充分的应用。

2.1 胸部低剂量CT扫描

由于正常肺组织中含有大量气体属于高对比结构器官,加上其X线吸收率相比其他部位小,因而使得低剂量CT在肺部的应用非常适合。江一峰等^[24]研究表明,常规剂量(250mAs)和低管电流剂量(50mAs、30mAs和21mAs)扫描时,测得不同密度材料的CT值均值无差异,表明低管电流扫描不影响CT值测量的准确性,在此基础上又得出30mAs是能够发现包括2.5mm磨玻璃结节的肺部病变,又能最大限度减少患者辐射的最优电流值,且此剂量条件下扫描相同范围的CTDI_w和DLP均为常规剂量的12%,为临床扫描方案的制订提供了参考依据。既往肺癌普查主要依靠X线胸片来检出结节,其灵敏度远不如胸

部 CT。传统 X 线平片的有效剂量是 0.06~0.25mSv, 标准剂量(200mA)CT 的有效剂量是 3~27mSv^[25], 而低剂量胸部 CT(25mA)的有效剂量是 0.3~0.55mSv, 较标准剂量胸部 CT 的辐射剂量降低 2~10 倍^[26], 接近 X 线胸片剂量, 但灵敏度和特异性大为提高。目前低剂量 CT 在国外已经用于早期肺癌筛查, 使用低剂量 CT 扫描能够提高病变的检出率, 降低死亡率^[27~29]。

2.2 腹部低剂量 CT 扫描

腹部因脏器多且结构复杂, 经常需要多期重复扫描, 这使得患者接受射线的剂量会增加, 加上下腹部扫描不可避免会扫到性腺, 因此腹部低剂量 CT 扫描方式的应用十分必要。低剂量螺旋 CT 扫描可用于对肠梗阻、泌尿系结石、消化道穿孔等急腹症检查, 殷瑞根等^[30]学者对急腹症患者行 KUB 平片和低剂量螺旋 CT(120kV, 50~80mA)扫描, 结果显示低剂量 CT 对急腹症检出高于平片, 而且低剂量 CT 的剂量指数只为常规剂量的 17.6%。并且指出对于肠梗阻患者低剂量螺旋 CT 不仅能显示其扩张肠管内的气液平面, 而且能提示梗阻原因。Heneghan 等^[31]应用低剂量螺旋 CT 扫描肾、输尿管结石和输尿管阻塞的检出率分别是 91%、94%和 91%。对于消化道穿孔患者少量气体, 低剂量 CT 也能够发现。对于急性胰腺炎患者, 可以很好提示胰腺增大、肾周筋膜增厚和腹腔积液, 但是不能明确显示胰腺实质密度, 不易区别坏死性还是单纯性胰腺炎。由于腹部实质脏器对比度差异较小, 所以国内外学者^[32]采用低管电压、高管电流的技术来改善胰腺和胰腺周血管的强化程度, 从而改善肿瘤的清晰度。Marin 等^[33]用 140kV 管电压和 385mA 管电流与 80kV 管电压和 675mA 管电流两组条件对血管肝脏肿瘤患者进行扫描, 得出富血供肝脏肿瘤图像在低管电压时得到明显改善, 同时患者所受的辐射剂量减少。

2.3 颌面部低剂量 CT 扫描

2.3.1 鼻窦及鼻旁窦低剂量 CT 扫描

鼻窦 CT 扫描过程中, 不可避免地要扫到眼球, 而晶状体对 X 线敏感, 过量照射可致白内障^[34]。鼻窦是位于人体头面部的一系列含气的骨性腔隙, 本身具有良好的自然对比度, 这是该部位行低剂量扫描的生理基础。鼻窦以慢性鼻窦炎、鼻息肉及囊肿等病变为主(特别是儿童及青少年), 这使在有良好自然

对比度的鼻窦区行低剂量扫描成为可能^[35]。张洪标等^[36]对少年组采用 40mAs、成年组采用 50mAs 进行扫描, 虽然图像噪声有所增加, 但可以通过调节窗宽窗位弥补, 不影响诊断, 而辐射剂量分别下降 72.8%~73.4%和 68.5%~71.2%。

2.3.2 眼眶部外伤低剂量 CT 扫描

眼眶的各种组织结构存在较大的密度差, 空间分辨力高, 而低管电流扫描对图像的空间分辨力影响较小, 使眼眶部低剂量 CT 扫描成为可能, 有文献^[37]显示眼眶部低剂量 CT 可查出眶骨骨折、眶内气肿、眶内血肿、眼球破裂、晶状体脱位、眶内异物等病变。低剂量 30mA、50mA 扫描条件所获得的图像绝大部分图像质量以较好为主, 对眼眶部外伤各种病变 CT 征象的显示与常规剂量相同, 对球内小血肿亦能清晰显示。综上, 当眼眶部管电流低至 30~50mA 扫描, 既可清晰显示眶内结构, 满足诊断需要, 又降低了眼晶状体的辐射剂量。

2.4 咽部低剂量 CT 扫描

目前国内大部分医院在做咽部螺旋扫描时, 基本采用常规剂量或仅凭经验适当降低扫描剂量, 因此大多数被检者受过量辐射, 容易对邻近部位的重要组织器官如眼晶体、甲状腺、造血组织等造成放射线损害, 甚至会诱发甲状腺癌, 而低剂量照射可以明显减少诱发甲状腺癌的机会^[38]。因此, 在不影响临床诊疗所需图像质量的前提下尽量降低 CT 辐射剂量显得尤为重要。我国有学者做过研究, 统计学结果表明 120kV、50mA 是咽部检查的最佳剂量^[39], 既保证了咽腔及咽周围软组织的图像质量, 又达到降低患者辐射剂量的目的。

2.5 颅脑低剂量 CT 扫描

由于婴幼儿颅骨及脑组织发育尚不成熟, 对应的组织密度不高, 其颅骨菲薄、颅缝未闭^[40], 对电离辐射较成人敏感, 易造成潜在性的损伤, 又因其颅骨、脑组织及脑室系统三者间自然对比度好, 所以低剂量 CT 扫描适用于婴幼儿颅脑病变检查。刘昌盛等^[41]采用 120kV、50mA 行儿童低剂量头颅螺旋 CT 检查, 得到图像既能满足临床诊断要求, 又能减少辐射剂量, 单次扫描 CTDI_W 从 20.5mGy (120kV, 150mAs)降至 6.76mGy, 下降幅度达到 66.67%。

2.6 全身多器官大血管及冠状动脉成像

双源 CT 特有的 Flash 螺旋扫描模式采用大螺

距扫描,螺距最大可达 3.4mm,扫描时间极短,不需屏气,2~3s 即可完成从颅底至盆腔的大范围扫描,这为进行低剂量、大范围血管 CTA 成像提供了可能^[42]。应用此技术,患者仅需注射一次造影剂、接受一次低剂量曝光即可完成全身、多器官大血管成像,在检查体部大血管的同时又可对冠状动脉病变^[43,44]进行筛查,有效地减少了患者的检查次数、缩短了检查时间,降低了检查费用,具有很高的临床应用价值和经济价值。

综上所述,应用低剂量 CT 检查技术的关键是要掌握影响 CT 辐射剂量的各种参数对图像质量的影响,根据具体检查目的选择合理的低剂量螺旋 CT 扫描方案。

参考文献:

- [1] Liu SY, Yu H. Actively promote the clinical applications of low-dose chest CT scans[J]. Chinese Journal of Radiology, 2010, 44(1): 6-7. [刘士远, 于红. 积极推进胸部低剂量 CT 扫描的临床应用[J]. 中华放射学杂志, 2010, 44(1): 6-7.]
- [2] Brawley OW, Flenaugh EL. Low-dose spiral CT screening and evaluation of the solitary pulmonary nodule[J]. Cancer Network, 2014, 28(5): 441-446.
- [3] Wang D, Hu XH, Zhang SZ, et al. Image quality and dose performance of 80 kV low dose scan protocol in high-pitch spiral coronary CT angiography: feasibility study[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2012, 28(2): 415-423.
- [4] Pan ZQ, Zhou YZ, Zhou PK, et al. International commission on radiological protection in 2007[M]. Beijing: Atomic Energy Press, 2008. 50-51. [潘自强, 周永增, 周平坤, 等. 国际放射防护委员会 2007 年建议书[M]. 北京: 原子能出版社, 2008. 50-51.]
- [5] Zhang YC, Zhu XZ. Progress of low-dose spiral CT scan [J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2010, 26(7): 1376-1378. [张彦彩, 朱小忠. 螺旋 CT 低剂量扫描研究进展[J]. 中国医学影像技术, 2010, 26(7): 1376-1378.]
- [6] Luo LM, Hu YN, Chen Y. Research status and prospect for low-dose CT imaging [J]. Journal of Data Acquisition & Processing, 2015, 30(1): 224-234. [罗立民, 胡轶宁, 陈阳. 低剂量 CT 成像的研究现状与展望 [J]. 数据采集与处理, 2015, 30(1): 224-234.]
- [7] Zhang L, Yu H, Liu SY. Advances of early lung cancer screening with low-dose spiral CT[J]. International Journal of Medical Radiology, 2011, 34(6): 535-538. [张丽, 于红, 刘士远. 低剂量 CT 早期肺癌筛查的应用进展[J]. 国际医学放射学杂志, 2011, 34(6): 535-538.]
- [8] Chen JH, He W, Zhao LQ, et al. Effect of adaptive statistical iterative reconstruction to decrease low-dose chest CT image noise [J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2011, 27(12): 2398-2402. [陈疆红, 贺文, 赵丽琴, 等. 适应性统计迭代重建技术降低胸部低剂量 CT 图像噪声的效果[J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(12): 2398-2402.]
- [9] Mo JX, Sun J, Dai GS, et al. Explore of design of parameters for clinical research trials of low-dose CT [J]. Medical Information, 2011, 24(12): 128-130. [莫景雄, 孙捷, 戴国胜, 等. CT 低剂量研究中扫描参数的前瞻性设计[J]. 医学信息(下旬刊), 2011, 24(12): 128-130.]
- [10] Patz Jr, Edward F, Pinsky, et al. Overdiagnosis in low-dose computed tomography screening for lung cancer [J]. JAMA Internal Medicine 2014, 174(2): 269-274.
- [11] Yuan WD. X-ray photography[M]. Beijing: People's Health Publishing House, 1999. 7. [袁聿德. X 线摄影学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999. 7.]
- [12] Chrismer JA, Kofler JM, McCollough CH. Estimating effective dose for CT using dose-length product compared with using organ doses: consequences of adopting international commission on radiological protection publication 103 or dual-energy scanning[J]. AJR, 2010, 194(1): 881-886.
- [13] Xiang Li, Ehsan SW, Paul Segars, et al. Patient-specific radiation dose and cancer risk for pediatric chest CT [J]. Radiology, 2011, 259(3): 862-874.
- [14] Zhang Y, Zhao B. Low dose spiral CT scan technique [J]. Journal of Medical Imaging, 2011, 21(9): 1438-1441. [张翼, 赵斌. 低剂量螺旋 CT 扫描技术[J]. 医学影像学杂志, 2011, 21(9): 1438-1441.]
- [15] Prakash P, Kalra MK, Diquemarty 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.
- [16] Wu YY, Wang WQ, Liu B, et al. Impact of reconstruction techniques on routine dose chest CT image quality: comparison of FBP, ASIR and VEO[J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2012, 28(3): 2007-2010. [吴瑶媛, 王万勤, 刘斌, 等. FBP、ASIR 和 VEO 三种重建算法对常规剂量胸部 CT 图像质量的影响[J]. 中国医学影像技术, 2012, 28(3): 2007-2010.]
- [17] Liu C. Clinical application of dual source CT [M]. Beijing: People's Health Publishing House, 2009. [柳澄. 双源

- CT 临床应用[M]. 北京:人民卫生出版社, 2009.]
- [18] Li F, Yang G, Zhu ZM. Investigation on technical principle and clinical application of dual-source CT[J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2009, 30(2): 112-113. [李峰, 杨刚, 朱宗明. 双源 CT 的技术原理与临床应用的探讨[J]. 医疗卫生装备, 2009, 30(2): 112-113.]
 - [19] Yang XF, Zhang Q, Zhao JP, et al. Study on radiation dosage, distribution and protection measures of subjects' body surface at sensitive organs by mobile CT scanning[J]. Medical & Pharmaceutical Journal of Chinese People's Liberation Army, 2012, 24(7): 32-34. [杨新芳, 张强, 赵进沛, 等. 移动 CT 扫描受检者敏感器官体表辐射剂量及辐射场分布与防护措施的研究[J]. 解放军医药杂志, 2012, 24(7): 32-34.]
 - [20] Huang CC, Xu WG, Peng XB, et al. Use of low-dose spiral CT in children with chest disease[J]. Diagnostic Imaging & Interventional Radiology, 2010, 19(1): 44-46. [黄楚昌, 许卫国, 彭秀斌, 等. 低剂量螺旋 CT 扫描技术在儿童胸部病变中的应用探讨 [J]. 影像诊断与介入放射学, 2010, 19(1): 44-46.]
 - [21] Shang WL, Zhang HP, Yang SY, et al. Role of low-dose spiral CT scan in lung cancer screening: a meta-analysis [J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Sciences), 2011, 32(1): 38-42. [尚文丽, 张和平, 杨拴盈, 等. 低剂量螺旋 CT 对高危人群肺癌筛查价值的 Meta 分析[J]. 西安交通大学学报, 2011, 32(1): 38-42.]
 - [22] Wang MJ, Wang PJ, Tian JM, et al. Evaluation of low-dose and target spiral CT scanning technique in the diagnosis of pulmonary nodules[J]. Journal of Clinical Radiology, 2003, 22(7): 537-540. [王敏杰, 王培军, 田建明, 等. 低剂量和靶螺旋 CT 扫描技术在肺结节诊断中的价值[J]. 临床放射学杂志, 2003, 22(7): 537-540.]
 - [23] Li L, Luo DH. The clinical application of low-dose CT scanning[J]. Chinese Journal of Oncoradiology, 2009, 2(4): 146-149. [李琳, 罗德红. 低剂量 CT 扫描技术的临床应用[J]. 中国肿瘤影像学, 2009, 2(4): 146-149.]
 - [24] Jiang YF, Ye JD, Ding XY, et al. Experimental study of sensitivity in pulmonary nodules detection with low-dose 64-slice spiral CT[J]. Journal of Practical Radiology, 2010, 26(1): 115-119. [江一峰, 叶剑定, 丁晓毅, 等. 64 层螺旋 CT 低剂量扫描检测肺小结节敏感性的实验研究 [J]. 实用放射学杂志, 2010, 26(1): 115-119.]
 - [25] Diederich S, Lenzen H. Radiation exposure associated with imaging of the chest: comparison of different radiographic and computed tomography techniques[J]. Cancer, 2000, 89(11): 2457-2460.
 - [26] Zhu XH, Yu J, Huang Z. Low dose chest CT: optimizing radiation protection for patient[J]. AJR, 2004, 183(3): 809-816.
 - [27] The National Lung Screening Trial Research Team. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening [J]. New Engl J Med, 2011, 365(5): 395-409.
 - [28] The International Early Lung Cancer Action Program Investigators. Survival of patients with stage I lung cancer detected on CT screening [J]. New Engl J Med, 2006, 355(17): 1763-1771.
 - [29] The National Lung Screening Trial Research Team. Results of initial low-dose computed tomographic screening for lung cancer[J]. New Engl J Med, 2013, 368(21): 1980-1991.
 - [30] Yin RG, Wu SC, Wang DQ, et al. The primary application of low-dose multi-slice CT in acute abdominal disease [J]. Journal of Clinical Radiology, 2005, 24(7): 609-612. [殷瑞根, 吴树春, 王冬青, 等. 低剂量多层螺旋 CT 在急腹症中的初步应用[J]. 临床放射学杂志, 2005, 24(7): 609-612.]
 - [31] Heneghan JP, McGuire KA, Leder RA, et al. Helical CT for nephrolithiasis and ureterolithiasis: comparison of conventional and reduced radiation-dose techniques[J]. Radiology, 2003, 229(2): 575-580.
 - [32] Marin D, Nelson RC, Barnhart H, et al. Detection of pancreatic tumors, image quality, and radiation dose during the pancreatic parenchymal phase: effect of a low-tube-voltage, high-tube-current CT technique—preliminary results[J]. Radiology, 2010, 256(2): 450-459.
 - [33] Marin D, Nelson RC, Samei E, et al. Hypervascular liver tumors: low tube voltage, high tube current multidetector CT during late hepatic arterial phase for detection—initial clinical experience [J]. Radiology, 2009, 251(3): 771-779.
 - [34] Hein E, Rogalla P, Lingebiel R, et al. Low-dose CT of the paranasal sinuses with eye lens protection: effect on image quality and radiation dose[J]. Eur Radiol, 2002, 12(7): 1693-1696.
 - [35] Yin RG, Miao CM, Dou Y, et al. The preliminary application of low-dose multi-slice CT for investigating the diseases of paranasal sinus[J]. Journal of Practical Medical Imaging, 2007, 8(2): 76-78. [殷瑞根, 缪川梅, 窦毅, 等. 低剂量多层螺旋 CT 在鼻窦病变中的初步应用 [J]. 实用医学影像杂志, 2007, 8(2): 76-78.]
 - [36] Zhang HB, Wu JB, Huang WH, et al. Applied value of low-dose CT scanning in nasal sinus examination[J]. Journal of Medical Research, 2010, 39(5): 84-86. [张洪标, 吴家标, 黄婉红, 等. 低剂量 CT 扫描在鼻窦检查中的应用价值[J].

- 医学研究杂志,2010,39(5):84-86.]
- [37] Jia RG,Fu CY,Wang Y,et al. Diagnostic value of different low-dose CT scanning in orbital trauma [J]. Chinese Imaging Journal of Integrated Traditional and Western Medicine,2004,2(2):100-104.[贾荣国,付成叶,王勇,等. 不同低剂量 CT 扫描对眼眶部外伤病变的诊断价值[J]. 中国中西医结合影像学杂志,2004,2(2):100-104.]
- [38] Yi CH,Sun JH,Liang RS,et al. Low doses of nasopharynx multislice spiral CT scanning of clinical research [J]. National Medical Frontiers of China,2013,8(15):92-93.[易城辉,孙继洪,梁荣生,等. 鼻咽部低剂量多层螺旋 CT 扫描的临床研究[J]. 中国医疗前沿,2013,8(15):92-93.]
- [39] Yi CH,Sun JH,Liang RS,et al. Multislice spiral CT low-dose scanning in children nasopharyngeal examination in clinical application [J]. National Medical Frontiers of China,2013,8(14):10-11.[易城辉,孙继洪,梁荣生,等. 多层螺旋 CT 低剂量扫描在儿童鼻咽部检查中的临床应用[J]. 中国医疗前沿,2013,8(14):10-11.]
- [40] Xiao LP,Zhou SN,Xie XL. Clinical application of low dose spiral CT in neonatal cranial scan [J]. Guide of China Medicine,2013,11(6):399-401.[肖丽萍,周仕年,谢县林. 低剂量螺旋 CT 在新生儿头颅扫描中的临床应用[J]. 中国医药指南,2013,11(6):399-401.]
- [41] Liu CS,Wei WZ,Zheng XH,et al. Diagnosis and radio-protection with low dose CT scanning in infant and child's intracranial disease [J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology,2004,20(1):103-104.[刘昌盛,魏文洲,郑晓华,等. 低剂量 CT 扫描对婴幼儿颅脑病变的诊断与防护价值[J]. 中国医学影像技术,2004,20(1):103-104.]
- [42] Yang L,Shi GF,Li Y,et al. Application of dual-source CT Low-dose flash mode in systemic CT angiography[J]. Medicine & Philosophy,2014,35(3B):50-53.[杨丽,时高峰,李扬,等. 双源 CT 低剂量 Flash 螺旋模式在全身大血管成像中的应用[J]. 医学与哲学,2014,35(3B):50-53.]
- [43] Entrikin DW,Leipsic JA,Carr JJ. Optimization of radiation dose reduction in cardiac computed tomographic angiography[J]. Cardiology in Review,2011,19(4):163-176.
- [44] Wu CH,Xue YJ,Xu YQ,et al. Dual-source CT coronary angiography using the high-pitch mode in diagnosing the coronary artery stenosis[J]. Journal of Jiangsu University (Medicine Edition),2013,23(4):345-349.[吴春华,薛跃君,许轶群,等. 双源 CT 大螺距扫描技术在冠状动脉狭窄诊断中的应用[J]. 江苏大学学报,2013,23(4):345-349.]

《肿瘤学杂志》编辑部关于启用稿件远程处理系统的通知

本刊已启用稿件远程处理系统,该系统包括作者在线投稿/查询、主编办公、专家审稿、编辑办公等功能,通过网上投稿、网上查稿、网上审稿,实现作者、编辑、审稿专家的一体化在线协作处理,从而构建一个协作化、网络化、角色化的编辑稿件业务处理平台。对于广大作者而言,该系统最大的优点是支持在线投稿,方便作者及时了解稿件处理进程,缩短稿件处理时滞。

使用过程中具体注意事项如下:

(1)第1次使用本系统投稿的作者,必须先注册,才能投稿。注册时各项信息请填写完整。作者自己设定用户名和密码,该用户名密码长期有效。

(2)已注册过的作者,请不要重复注册,否则将导致查询稿件信息不完整。如果遗忘密码,可以致电编辑部查询。

(3)作者投稿请点击“作者登录”,登录后按照提示操作即可。投稿成功后,系统自动发送回执邮件,作者投稿后请随时关注邮箱提示,也可随时点击“作者登录”,获知该稿件的审理情况、处理进展、审稿意见等。

(4)网上投稿成功1周内,请将以下文件邮寄至编辑部:①单位介绍信;②作者投稿无学术不端行为承诺书(本处理系统中下载后填写);③文章若属于基金项目资助,附上基金项目批文的复印件。编辑部收到上述文件后,稿件将进入审稿程序。

稿件远程处理系统启用后,本刊只接受网上投稿,不再接收电子邮件投稿和纸质稿。

《肿瘤学杂志》网址:<http://www.chinaoncology.cn>

如有任何问题,请与编辑部联系!联系电话:0571-88122280。