

# 低剂量 CT 扫描在副鼻窦检查中的应用

王新怡<sup>1</sup>, 李福生<sup>2</sup>

中图分类号: R814.42 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2005)04-0315-03

随着多层螺旋 CT 技术的应用, CT 扫描已成为评价副鼻窦病变的一种常规检查方法, 是安全进行鼻窦内窥镜外科手术的先决条件<sup>[1]</sup>。但 CT 扫描所产生的辐射影响则较少被关注, 为减少病人的受照剂量, 在保证图像质量的前提下, 应选择合理的低剂量扫描, 以降低邻近器官如眼晶体、角膜、甲状腺等器官的辐射危害。

## 1 低剂量 CT 扫描的提出及应用现状

自 20 世纪 70 年代 CT 问世以来, 经历了数次技术创新, 相继出现了滑环 CT、螺旋 CT 以及多层螺旋 CT(MSCT)等, 与 X 射线平片相比, 它明显提高了疾病的检出能力, 但其放射剂量也明显高于 X 射线平片, CT 辐射对人体的影响则较少被关注。据文献报道, 具有 10 mSv 有效剂量的成人腹部检查会增加致癌风险 1/2000<sup>[2]</sup>。更不容忽视的是, 儿童对于放射线影响的灵敏度是中年人的 10 倍多。一个小小的风险(0.35%)使得大量的检查(270 万/a)成倍增加, 于是个体患癌症的小风险成为一个较大的公众健康问题<sup>[3]</sup>。Ravenel<sup>[4]</sup>等根据 ICRP 提供的辐射危险系数计算出胸部 CT 扫描时各种技术参数条件下危险度, 例如, 在管电压不变的条件下, 280 mAs 时危险度为 30, 而 120 mAs 时危险度降为 13。大量文献证实, 过高的器官剂量可导致癌症, 特别是剂量超过 250 mGy 时易引发癌症。令人不安的是, 我们正使用过量的放射线来获取某一影像, 而这种影像的获得与用低于 CT 50% 的放射线所获得的影像并无差别<sup>[3]</sup>。为解决这一问题, Naidich<sup>[5]</sup>等于 1990 年提出了低剂量肺部 CT 扫描的概念, 即在其他扫描参数不变的情况下, 降低管电流成像亦能达到诊断要求。随着公众放射卫生和自身防护意识的提高, 低剂量 CT 扫描技术逐渐受到关注, 特别是多层螺旋 CT(MSCT)的问世以及人们在这一领域的深入研究使低剂量 CT 的临床广泛应用指日可待, 目前 CT 对肺、骨盆、颅脑及儿童的低剂量扫描已有研究。应用低剂量扫描技术进行副鼻窦扫描已得到国外放射界同行的关注并进行了相关研究。

## 2 扫描方法与辐射剂量的关系

副鼻窦检查常根据临床需要可直接采用冠状位或轴位两种不同方法扫描, 也可在轴位扫描的基础上进行冠状面或矢状面重建。单层螺旋 CT 也可进行横断面扫描冠状重建, 但重建的图像往往有较重的阶梯伪影, 其图像质量远远低于直接冠状扫描的图像<sup>[6]</sup>。随着多排螺旋 CT 出现, 应用多排探测器每旋转一圈可获得多层图像, 此意味着更快的速度、更大的扫描范围、更薄的层厚、显示更多的细节, 而功能性副鼻窦内窥镜手术前需要进行冠状副鼻窦 CT 检查以明确副鼻窦解剖及疾病的范围, 因平片不能提供鼻窦窦口复合体的细节解剖及潜在的外科危险而逐渐被 CT 代替<sup>[7]</sup>。Zammit 等<sup>[8]</sup>对四层 CT 当毫安秒(mAs)与管电压(kV)相同时进行鼻窦轴位和冠状位扫描时眼晶体吸收剂量进行研究, 结果显示病人眼晶体轴位扫描所接受的平均吸收剂量低于冠状位扫描时的平均吸收剂量。而 Moulin 等<sup>[9]</sup>对病人进行重叠轴位扫描后二维冠状重建的研究中提出相反意见, 检测到标准扫描和重叠扫描的病人所受到的吸收剂量分别为 22 mGy 和 42 mGy, 重叠扫描产生了较高的

辐射剂量, 建议二维重建技术只应用于有选择的病例(如外科手术前的筛窦顶的评价或者是无法做冠状位扫描必须过伸位的病人)。重叠扫描或重复扫描(如增强前后扫描)是非重叠扫描或重复扫描辐射剂量的 2~3 倍。采用薄层 CT 扫描较同一部位普通扫描的射线剂量增加大约 30%~50%<sup>[10]</sup>, 因此对大病灶不宜盲目采用薄层 CT 扫描。

## 3 扫描参数与图像质量、辐射剂量的关系

扫描参数中 mAs 值高、kV 值高、扫描层数多、扫描时间长、螺距小、层厚薄、扫描范围大、某一部位重复扫描、过分追求低噪声指标为求得精细的诊断影像而滥用高照射条件或超薄层(1 mm)扫描都会引起剂量水平的升高。Vade 等<sup>[11]</sup>把螺距系数从 10 增至 15, 在不丢失任何诊断信息的情况下放射剂量降低了 33%。而随意提高管电压, 在其他扫描参数不变的条件下, 管电压由 120 kV 增加到 140 kV, 射线量增加 30%~40%<sup>[12]</sup>。对性能良好的 CT 机, 图像噪声与剂量的平方根成反比, 降低 50% 的噪声需要增加 4 倍的剂量<sup>[10]</sup>。虽然评价 CT 图像质量的信噪比、噪声等价量子数(NEQ)等参数都与入射剂量成正比, 但在扫描时采用合理剂量, 受检者只需接受较低的扫描剂量即可获得较高信噪比的 CT 图像<sup>[13]</sup>。

一定条件下, 高 mAs 扫描可提高 CT 图像的质量, 但会增加受检者的辐射危害, 辐射剂量的一个主要决定因素是扫描设备管电流(mAs)的设定。mAs 的高低与辐射剂量密切相关, 降低放射剂量的方法可采用①降低管电流②增大螺距(实际上减少了扫描时间)。但增大螺距影响副鼻窦细节解剖结构和病变的显示, 因此, 降低 mAs 成为降低剂量的最适宜的手段。但必须注意的是, 在不同的扫描设备上产生相同的辐射剂量时所用的 mAs 设置可能因其他的因素而变化。所以, 直接对不同的扫描设备的 mAs 值进行单独比较是有限制的。对一个特定的 CT 机, 在一定的 kV 设置下, 剂量与 mAs 是成比例的, 但对于不同的扫描机在相同的 kV 设置下, 相同的 mAs 会得到完全不同的剂量。mAs 的设置应当由放射线专家和相应的内窥镜外科医生根据扫描质量的评价来决定。

## 4 CT 辐射剂量测量与病人所受剂量评价

CT 辐射剂量的测量与评价, 是 CT 设备质量保证(QA)计划的重要组成部分, 其目的在于及时发现造成病人剂量过高的原因, 力求在保证影像质量的前提下减少不必要的辐射。国外在 20 世纪 80 年代中期便开展此项研究, 并建立一项标准化规程。据文献报道, 对 CT 剂量的评价一般采用以下指标。

4.1 CT 剂量指数(CTDI) CIDI 是指在临床常规条件下当系统对一个组织层面做单层扫描时电离室测定的剂量; 国际电工委员会(IEC)将 CTDI(计算机断层扫描成像剂量指数)作为衡量 CT 辐射剂量的指标并要求对此进行质量控制。

CT 剂量指数(CTDI)与多层扫描平均剂量(MSAD)均为表征受检者剂量的性能参数, 在多数照射和测量实践中由于采用的断层厚度(T)与断层间隔(D)相同, 此时的多层扫描平均剂量在数值上等同于剂量指数<sup>[14]</sup>。国际原子能机构(IAEA)等组织 1997 年出版的《国际电离辐射防护和辐射源安全的基本标准》(IBSS)<sup>[15]</sup>, 为不同种类的医疗照射推荐了指导水平, CT 检查 MSAD 的指导水平为 50 mGy。随着 CT 机日益向功能化发展; 在某些特殊的诊断中需要较大剂量的照射, 应被视为允许的。因此, 我国在制定相关标准和法规时应与 IBSS 同样将 50 mGy 定

作者单位: 1 山东省千佛山医院, 山东 济南 250014

2 山东省医学科学院放射医学研究所

作者简介: 王新怡(1960~), 女, 山东潍坊人, 主任医师, 研究方向: CT 诊断。

为指导水平,不应定为强制执行的剂量限值。此外,为了满足影像质量保证的要求,仅仅给出指导水平的上限是不够的,过低的剂量将严重影响空间分辨力及低对比度分辨力等性能指标。从剂量分布数据并结合临床图像评估结果分析,剂量指数应保持在 20~50 mGy 为宜。

4.2 多/单层剂量比 是指多层连续扫描时期中一个层面的累积剂量与单次扫描时投射到该层面的剂量之比( $D_m/D_s$ ),通过照射量比来测定。

4.3 权重 CT 剂量学指数(CTDI<sub>w</sub>)和剂量长度乘积(DLP) 通常人们采用器官剂量和有效剂量来评价病人所受剂量,并将有效剂量做为评价辐射随机效应危险度指数。为了得到 CT 检查病人的器官剂量和有效剂量,人们通常采用两种方法。一是使用人体等效体模和热释光剂量计(TLDs)直接测量出组织或器官剂量;另一种是基于测量的 CT 剂量学指数(CTDI)并利用归一器官剂量转换因子计算出组织或器官的剂量。针对这一情形,人们提出了权重 CT 剂量学指数(CTDI<sub>w</sub>)和剂量长度乘积(DLP)来估算 CT 检查病人的器官剂量和有效剂量<sup>[16,17]</sup>。贾明轩等<sup>[18]</sup>研究认为 CTDI<sub>w</sub> 和器官剂量相差不大,所以在病人的辐射防护上,可直接采用 CTDI<sub>w</sub> 估算 CT 扫描区域内的组织或器官的吸收剂量。DLP 和有效剂量具有很好的相关性,并且呈线性关系。由于有效剂量和辐射随机效应呈线性正比关系,所以采用 DLP 评价 CT 扫描过程中病人辐射随机效应危险度具有重要的意义。

## 5 副鼻窦 CT 扫描图像质量的评价

现今国际上尚未对副鼻窦 CT 图像质量进行通用评价标准,不同的研究人员根据各自不同的研究目的和方法采用了不同的评价标准。Mafee<sup>[19]</sup>等通过尸解和 CT 冠扫,研究了大量对内窥镜鼻窦外科十分必要的解剖结构及其临床意义,在 CT 冠扫中窦口鼻道复合体的所有结构均可显示,并且能够发现鼻内窥镜检查难以发现的病变。而筛骨小凹低位是一个有潜在危险性的解剖变异,在手术时易被穿破,因此手术前冠状位 CT 检查尤其重要意义<sup>[20]</sup>。副鼻窦 CT 图像质量的评价通常采用的标准有:对窦口鼻道复合体、鼻窦钩突、额隐窝、上颌窦、筛骨漏斗管、筛骨中隔、筛骨小凹、纸板骨等解剖结构在不同的低剂量和标准剂量 CT 扫描所得结果中的显示能力和锐利程度和对鼻窦炎症性改变的显示能力进行比较,将不同剂量(mAs)扫描的图像进行评分分析,以确定减少 mAs 对于图像诊断质量的影响。Metin 等<sup>[21]</sup>对 60 名病人接受标准剂量与低剂量的冠状位鼻窦 CT 检查进行比较,观察解剖结构在低剂量和标准剂量 CT 扫描所显示能力和锐利程度来评分,结果低剂量组(60 mAs)和标准剂量组(200 mAs)的结果比较无统计学意义。Karabulut 等<sup>[22]</sup>对 30 名病人在解剖结构和解剖变异及炎性粘膜改变的显示能力上低剂量扫描和标准剂量扫描没有统计学差异。因此,在保证图像质量的前提下,CT 扫描可应用较低的剂量即可满足临床需要,眼晶状体、甲状腺的受照剂量也呈低水平。

## 6 副鼻窦扫描与邻近器官所受辐射剂量的关系

副鼻窦扫描中邻近器官的辐射由晶状体、甲状腺、骨髓和脑所受辐射剂量来决定,而眼晶体、甲状腺是对 X 射线较为敏感器官。通过降低管电流,副鼻窦邻近器官所受辐射剂量均有不同程度的降低。Schaib<sup>[23]</sup>通过四组副鼻窦扫描,对各受检者研究发现四组的图像质量无明显差异,而眼眶部的平均吸收剂量 50 mAs 组比 200 mAs 组降低了 77%,从 200 mAs 时的 13.5 mGy 降到 50 mAs 时的 3.1 mGy。这对减少眼晶状体、甲状腺等吸收剂量方面是很重要的。在多层 CT 扫描中眼部的吸收剂量实际上低于可以导致晶状体浑浊的阈值剂量即 0.5~2.0 Gy。MacLennan<sup>[24]</sup>进行 80 名病人冠状位鼻窦 CT 扫描研究中,眼晶状体所受的平均吸收剂量在 475 mAs、210 mAs、30 mAs 时分别为 70.3、17.6、4.7 mGy。应用低剂量技术时晶状体的吸收剂量应小于 10 mGy,以避免引起晶状体浑浊,而甲状腺的吸收剂量是最小的,大约 0.5 mGy<sup>[25]</sup>,建议有因功能性鼻窦内窥镜手术而

进行鼻窦冠状位 CT 检查的病人都应使用低 mAs 技术。根据文献报道,当病人同时接受冠状和轴位鼻窦扫描或三维 CT 鼻窦扫描时,有可能产生放射损害。一般来说,在传统扫描时,眼球的吸收剂量为 0.5 Gy,而在三维 CT 扫描时为 2.0 Gy,其中,大约有 1/3 被眼球吸收。如果吸收剂量大于 5 Gy,则有可能发生白内障<sup>[24,25]</sup>。

总之,副鼻窦主要有骨、空气及软组织组成,具有较好的组织密度对比度,其 CT 扫描可应用较低的剂量即可满足临床需要,降低了 CT 辐射剂量,从而降低对患者受照剂量,减少医源性辐射对人群的损害,同时可延长球管使用寿命,降低能源消耗。

## 参考文献:

- [1] Lund VJ, Savy L, Lloyd G. Imaging for endoscopic sinus surgery in adults[J]. Laryngol Otol. 2000, 114(5): 395-397.
- [2] Golding SJ, Shrimpton PC. Radiation dose in CT: are we meeting the challenge? [J]. Br J Radiol. 2002, 75: 1-4.
- [3] Slovis TL. CT and computed Radiography: the pictures are great; but Is the radiation dose greater than required? [J]. Am J Roentgenol. 2002, 179, 39-41
- [4] Ravenel JG, Scalazetti EM, Hudaw, et al. Radiation exposure and image quality chest CT examinations[J]. AJR. 2001, 177, 279-284.
- [5] Naidich DP, Marshallch, Gribbinc, et al. Low dose CT of the lung Preliminary observation[J]. Radiology, 1990, 175: 729-731.
- [6] Bernhardt TM, Rapp-Bernhardt U, Fessel A, et al. CT scanning of the paranasal sinuses: Axial helical CT with reconstruction in the coronal direction versus coronal helical CT[J]. Br J Radiol. 1998, 71, 846-851.
- [7] Zammit Maempel. Advances in ENT Imaging[J]. Malta Medical Journal. 2003, 13, 13-17.
- [8] Zammit-Maempel I, Chadwick CL, Willis SP. Radiation dose to the lens of eye and thyroid gland in paranasal sinus multislice CT [J]. Br J Radiol. 2003, 76, 418-420.
- [9] Moulin G, Chagnaud C, Wautier S, et al. Radiation dose to the lenses in CT of the paranasal sinuses[J]. Neuroradiology, 1996, 38, 127-129.
- [10] Nickoloff EL, Alderson PO. Radiation exposures to patients from CT: reality, public perception and policy[J]. AJR, 2001, 177, 285-287.
- [11] Vade A, Demos TC, Olson, et al. Evaluation of image equality using 1:1 pitch and 15:1 pitch helical CT in children: a comparative study[J]. PediatrRadiol. 1996, 26, 891-893.
- [12] 张平寅. CT 的剂量问题[J]. 医疗装备, 2003, 5: 5-7.
- [13] 李真林, 杨志刚, 余建群, 等. 多层螺旋 CT 肺部低剂量与常规剂量检查的放射剂量评估[J]. 临床放射学杂志, 2004, 2: 113-115.
- [14] 吴毅, 杜国生, 田中青. X 射线计算机断层摄影(CT)受检者剂量检测方法的研究[J]. 辐射防护, 1998, 18(3): 185.
- [15] 国际原子能机构. 国际电离辐射防护和辐射源安全的基本标准(安全 No. 115) [R]. 维也纳, 1997, 20, 266.
- [16] Goddard CC, AL Farsi A. Radiation doses from CT in the sultanate of Oman[J]. Bri J Radiol. 1999, 72, 1073-1077.
- [17] Hidajt N, Maurer J, Schroder RJ, et al. Relationship between physical dose quantities and patient dose in CT[J]. Bri J Radiol. 1999, 72, 556-561.
- [18] 贾明轩, 张焯, 刘为, 等. CT 检查所致病人剂量的简便估算方法[J]. 中华放射医学与防护杂志. 2001, 21(5): 374-376.
- [19] Mafee MF, Chow JM, Meyers R. Functional endoscopic sinus surgery: Anatomy, CT screening, indications and complications

## 江河水系放射性污染研究状况

曹敬丽, 许家昂, 邓大平

中图分类号: R145 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2005)04-0317-02

随着核技术的发展, 放射性废水的直接排放, 造成了局部水域的放射性核素污染; 例如: 1945~1980 年全世界共进行的 543 次大气层核试验和二战后期日本广岛、长崎原子弹爆炸产生了大量放射性裂变产物造成了全球范围内的人工放射性核素的污染; 1986 年 4 月前苏联切尔诺贝利核电站事故又导致大量放射性物质的泄漏, 污染了整个北半球; 另外, 燃煤发电、磷酸盐矿开采、稀土工业等发展, 使天然放射性核素发生了转移和再分布。这些放射性核素经自然沉降、雨水冲刷等造成了局部地区及全球江河水系的放射性污染, 对水体构成了一定的放射性污染, 从而危害人体健康。为此, 世界许多国家和地区对水体中放射性污染进行了多方面的研究。

## 1 水系污染研究内容

1.1 测量的主要放射性核素 水体放射性污染核素种类繁多, 其放射性水平的调查和测量国外主要根据污染核素进行选择, 如前苏联切尔诺贝利核事故后欧洲各国的调查<sup>[1~3]</sup>, 主要选取<sup>137</sup>Cs 和<sup>90</sup>Sr; 国内的调查核素的种类比较全面, 调查的天然放射性核素有<sup>3</sup>H、<sup>14</sup>C、<sup>22</sup>Na、<sup>40</sup>K、<sup>87</sup>Rb、<sup>238</sup>U 系、<sup>232</sup>Th 系等; 人工放射性核素有<sup>3</sup>H、<sup>14</sup>C、<sup>137</sup>Cs、<sup>90</sup>Sr、<sup>106</sup>Ru、<sup>144</sup>Ce、<sup>131</sup>I 等。

1.2 样品采集方法 沿水系流域按统计学要求布置采样点, 并在枯水期和丰水期各采样一次, 是国内外研究者采取的普遍做法。采集样品种类有水样、底部沉积物及沿岸土壤; 部分水域可采集有代表性的生物样品, 如鱼类、扇贝、藻类等; 有的研究者还采集沿岸的蔬菜、粮食、牛奶等。

1.3 测量分析方法 早期的分析方法多以化学方法为主, 随着核监测技术水平的发展, 现在大部分核素的测量采用物理测量方法。目前常采用的测量方法, 如总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 用蒸干—相对饱和法, <sup>90</sup>Sr 用硫酸盐 EDTA 络合沉淀法, <sup>137</sup>Cs、<sup>238</sup>U、<sup>226</sup>Ra、<sup>232</sup>Th、<sup>40</sup>K 等采用 $\gamma$ -谱法, <sup>3</sup>H 采用电解浓集液闪法等。

## 2 国内外江河水系核素污染状况

## 2.1 国外江河水系放射性状况

2.1.1 天然放射性核素 上世纪 50 年代前后主要对核工业废水污染进行调查, 近年来的研究文献多见于针对磷肥的施用、磷酸岩盐的开采含铀煤矿开采以及核企业的污染等造成的污染的研究, 如 1995 年, A. Martinez-Aguirre 和 M. Garcia-Leon 对某磷肥厂附近的河流中<sup>210</sup>Pb 分布的调查结果<sup>[4]</sup>, 水中为 1988、

1990、1991 年的最高值分别是 644、311、54.5 mBq/L; 底泥 1988、1990、1991 年的最高值分别是 1 207、848、559 mBq/g。在底泥中的分配系数的数量级达  $10^4$ , 底泥中的放射性水平与泥沙颗粒的大小没有关系; 1999 年, Dim L. A. 等对 Kubanni 河的 U、Th 浓度水平做了调查<sup>[6]</sup>; U、Th 的范围为 6.40~11.72 和 17.32~25.56 (ppm), Th/U 的比值在 20 cm 水深处为 2.32, 较 22 cm 水深处 2.35 略低。调查结果表明施用磷肥造成了此河流的 U、Th 放射性水平升高; 1997 年, St-Pierre S 等对法国南部 Rhone 河的放射性水平做了全面的调查<sup>[5]</sup>, 所调查的五种水生生物(水底植物、水底鱼类、浮游鱼类、浮游软体动物及食鱼鸟类)的受照总剂量率为 0.01~5  $\mu$ Gy/h, 在高剂量率范围内, 内照射和外照射的比例不稳定, 对于低剂量率内照射超过总剂量率的 80%, 贡献较大的三种天然放射性核素为<sup>214</sup>Bi、<sup>214</sup>Po 和<sup>40</sup>K, 其中<sup>40</sup>K 贡献最大(总剂量率的 20%), 对于外照射剂量率而言, 底泥的贡献比水的贡献高 250 倍。另外, 其他一些国家也对天然放射性核素进行了调查<sup>[7~9]</sup>。

2.1.2 人工放射性核素 世界各国对于人工放射性核素调查始于上世纪 50 年代前后, 主要调查大气层核试验造成的污染, 1979 年 3 月美国三哩岛的核事故震惊了全世界, 以及后来的切尔诺贝利核事故, 其放射性污染已引起多数国家的重视, 并对水体的污染进行了调查, 1997 年, St-Pierre S 等对法国南部 Rhone 河的人工放射性核素水平做了相应的调查<sup>[5]</sup>。此流域的人工放射性核素主要来源于沿岸核企业放射性废水的排放, 五种水生生物的受照剂量率为 0.003~1.13  $\mu$ Gy/h, 其中对水生生物未造成不良影响, 对于高剂量率, 外照射剂量率超过总剂量率的 70% (不包括食鱼鸟类和浮游鱼类), 对于低剂量率内照射剂量率超过总剂量率的 80% (不包括水底植物), 其中人工放射性核素主要有<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs+<sup>137</sup>Ba 和<sup>106</sup>Ru+<sup>106</sup>Rh; 1997 年, Kryshev II 等对俄国乌拉尔山脉地区做了环境放射性评价, 包括对 Techa 河和 Karabolka 河的放射性水平调查与评价<sup>[10]</sup>, 此区域的人工放射性核素主要来源于 1948 年开始运行的 Mayak 核企业, 在运行核企业的头几年向环境排放了大量的核废料。1949~1956 年约 1 017 Bq 的放射性废液被排入 Techa 河。1957 年, 此核企业发生了一起核事故, 向环境释放了大量人工放射性核素。1967 年的一场沙尘暴使沉积在地表面的放射性核素造成了再次污染, 据 Kryshev 等报道, 此河流中放射性水平最高在 1949~1951 年; 1951 年此水体的<sup>90</sup>Sr 和<sup>137</sup>Cs 分别为  $2.7 \times 10^4$  Bq/L 和  $7.5 \times 10^3$  Bq/L; 到 20 世纪 80 年代早期(约 30 年后), <sup>90</sup>Sr 的浓度约为 1951 年的 1/1000, 到 1997 年, 当地居民受到的平均辐照剂量为  $(0.5 \sim 0.4) \times 10^{-4}$  Sv/a 远低于急性暴露期(1950~1951 年和 1957~1958 年); 2000 年, Andrew 等对某核

作者单位: 山东省医学科学院放射医学研究所, 山东 济南 250062  
作者简介: 曹敬丽, 女, 山东曲阜人, 硕士研究生在读, 研究方向: 辐射防护与监测。

[J]. Am J Roentgenol, 1993, 735.

[20] 张跃珍, 李睿. 副鼻窦 CT 两种扫描方法的比较分析[J]. 实用医技杂志, 2002, 9(5): 324.

[21] Metin K, Arslan A, Akgoz Y, et al. Diagnostic efficacy of low dose paranasal sinus CT examination[J]. Tani-Girisim-Radyol, 2003, 9(3): 321-326.

[22] Karabulut N, Akti U, Kazi S. Comparison of low dose and standard dose CT in the evaluation of inflammatory diseases of paranasal sinuses[J]. Tani-Girisim-Radyol, 2003, 9(3): 315-320.

[23] Sohaib SA, Peppercom PD, Hornocks JA, et al. The effect of decreasing mAs on image quality and patient dose in sinus [J]. CT. Br J Radiol, 2001, 74, 157-161.

[24] Madenian AC. Radiation dose to the lens from coronal CT scanning of the sinuses[J]. Clin Radiol, 1995, 50(4): 265-267.

[25] Zammit-Maempel I. Radiation dose to the lens of the eye and thyroid gland from coronal sinus CT[J]. Br J Radiol Cong Supp, 1996, 69, 191.

(收稿日期: 2005-06-16)