

文章编号: 1001-098X(2003)04-0187-03

## CT 辐射剂量所面临的挑战

王 骏

**摘要:** 尽管 CT 检查仅占有所有检查的 2%, 而对于公众诊断性成像的接收剂量, CT 却占 20% 左右。具有 10mSv 有效剂量的成人腹部检查会增加致癌风险 1/2000。儿童对于放射线影响的灵敏度是中年人的 10 倍多, 女孩比男孩更敏感。剂量增加的原因有: CT 应用的偏差、使用方便的结果、多层 CT 的危机、未意识到“非耦合效应”。医护人员要进行很好的培训, 要意识到不断涌现的资料及实践中潜在的变化, 根据进展修正方案。像进行传统 X 射线摄影一样, “合理使用低剂量 (as low as reasonably achievable, ALARA)” 原则也很适合于 CT 的应用。

**关键词:** 计算机体层扫描; 辐射剂量; X 射线

**中图分类号:** R144.1 **文献标识码:** A

## Radiation dose in CT are meeting the challenge

WANG Jun

(Department of Radiology, General Hospital of Nanjing Military Region, Nanjing 210002, China)

**Abstract:** Despite comprising only 2% of all examinations, CT contributed around 20% of the collective dose to the population from diagnostic imaging. An abdominal examination in an adult with an effective dose of 10 mSv has been estimated to increase the lifetime risk of fatal cancer by 1 in 2000. Children are 10 times more sensitive to the effects of radiation than middleaged adults. Girls are more sensitive than boys. Variations in CT practice, ease of using, urgency in multislice CT, unaware of the “uncoupling effect” in CT may be contributing to increasing in radiation dose. We must train. An awareness of emerging and the implied changes in practice, with revision of protocols to take account of advances. The “as low as reasonably achievable (ALARA)” principle applies just as much to CT as it does to conventional radiography.

**Key words:** computed tomography; radiation dose; X-ray

CT 刚开始应用时, 被认为是射线剂量相对较高的技术, 由于运用 CT 的临床价值已超过了射线剂量的危害, 加之在脑部的检查中, 没有哪项技术能够达到 CT 的检查水平, 尤其对于恶性病变的患者, 因此 CT 的辐射剂量很少被关注。但是, 1989 年国际辐射防护委员会透露, 尽管 CT 检查仅占有所有检查的 2%, 而对于公众诊断性成像的接收剂量, CT 却占 20% 左右。随后的对英国的分析表明, 后一个数字可能会上升到 40%。美国一个部门宣称, 在接收剂量中, 现在 CT 已占到 67%, 而

具有 10mSv 有效剂量的成人腹部检查会增加致癌风险 1/2 000<sup>[1]</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, 女孩比男孩更敏感。一个小小的风险 (0.35%) 使得大量的检查 (270 万/年) 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。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>[2]</sup>。

### 1 剂量增加的原因

#### 1.1 CT 应用的偏差<sup>[1]</sup>

回顾临床经验表明, 曝光量、层数以及重复曝光在同一临床应用中有极大的差异, 但很少有

收稿日期: 2002-12-23

作者简介: 王骏 (1967-), 男, 南京军区南京总医院医学影像中心 (南京, 210002) 主管技师, 主要从事医学影像技术研究。

审校者: ①江苏省广播电视大学外语系 周 桔

②苏州大学放射医学与公共卫生学院 朱寿彭

明显的临床价值。在英国的调查认为,提供某一检查的(有效)剂量对于一个患者其科室间的变异系数为40,而在挪威为20。总之,资料证实公众剂量显著上升的趋势归因于CT使用的上升和每次检查剂量的增加。

### 1.2 使用方便的结果<sup>[1]</sup>

早期CT扫描受到严格的控制且开展这项检查意味着耗时。螺旋CT的引进显著地减少了检查时间,但可能导致实践中更大的、新的偏差,因为新技术引进时几乎没有什么技术指南。例如,造影增强的研究已更加广泛,多期造影增强也更为普遍。虽然多期造影增强技术已拓展了CT的应用,但当满足较少的增强期数时,它的应用可能是不合理的。也有资料证明,工作量的压力也可能加剧此问题,放射学家可能依赖用标准的“撒大网”(“catch all”)的方案进行CT检查,尤其对于没有经验的放射学大夫,更多的判读可能会使他们有更多的自信。因此,失去了CT辐射防护的关键因素之一,即由终止此项检查的放射学家在需要为临床管理提供信息时的监控,致使在当前环境中可能会发生“重复成像”。

### 1.3 多层CT的危机<sup>[1]</sup>

尽管事实上CT检查吸收剂量可能上升了40%,但此技术几乎毫无阻碍地因拓展检查、引进新的应用而被更广泛使用。介入CT和CT透视还有一个特殊问题:CT透视所使用的曝光率为传统X射线透视的10倍,操作者的手很容易就达到职业剂量的限制。如果在CT透视下进行操作,需要特别好的方法去防护患者和操作者。

### 1.4 “非偶合效应”未能应用<sup>[2]</sup>

“非偶合效应”指数字和电子控制使得最终影像与辐射剂量分离。放射学家想得到最好的影像,却没认识到放射线所致的代价。因为“图像清晰”,在众多病例中放射学家没必要为儿童设计特殊的方案。人们发现,CT越来越多地用于诊断普通疾病适应证,临床大夫也热衷于追随着,用CT诊断一切。也正是由于“图像清晰”,放射学家没有意识到当成人的辐射剂量用于新生儿或幼儿时,剂量效应上升50%以上。此结果是由于大物体(成人)中心剂量是表面剂量的一半,而对于小物体(儿童)的中心剂量几乎就是全部表面剂量。

## 2 具体做法

新的CT检查实施细则对目前的情况有了新的规定,该细则要求科室为患者防护引入稳固的程序,包括确保检查者的临床合理性和最佳技术的双重因素。在CT检查前,我们应首先考虑其他技术,特别是超声和MRI。如果CT检查在实践中成为可能的选择,那么除了确保检查参数适合于所需要的指征,对提出并接受诊治的要求应有严格的临床指导。迄今临床医生越来越依赖于成像,对于见习医生尤其如此,他们尚无临床经验但却能找到一个令人信服的权威结论。有些要求是不易拒绝的,如临床上患者胸痛,很难排除肺栓塞,CT肺动脉造影成了惟一筛选工具,除非为检查确定精确的临床标准。类似的限制也应用于“激励”新方法,如CT结肠造影、CT支气管造影。对于儿童的CT检查需要正当理由更为重要,因为由于长期内随机出现延时反应而导致较高的辐射灵敏度及有效剂量也可能较高的事实是相辅相成的。

### 2.1 合理使用低剂量<sup>[1]</sup>

在传统X射线摄影中经常发生过度曝光,CT无此现象。由于技术补偿了曝光参数中产生的较大偏差,一般影像与高质量影像间可能会有差异,但在较高曝光条件下所获得的影像不会立即显示。像进行传统X射线摄影一样,“合理使用低剂量(as low as reasonably achievable, ALARA)”原则也很适合于CT,放射学家操作时改变曝光剂量对患者具有重大意义,然而,这些因素也决定影像质量及其临床意义。在通常的一些检查中,如肝脏发现软组织病变,由于影像噪声降低了对比分辨率,需要通过增加曝光来改善;而在高对比区,像胸或骨骼,影像噪声不太重要,用尽可能低的曝光条件,尤其是降低管电流,以获得临床上可接受的影像。剂量降低50%在没有丢失诊断信息的胸部是可行的。实际上,临床客观性非常有限,影像质量不是关键,剂量降低25%是可行的。

厂商在确保患者剂量最低方面起了重要作用:欧洲委员会建议扫描架应显示患者剂量;国际电子技术委员会也推荐显示CT剂量指数加权(weighted CT dose index, CTDI<sub>w</sub>)、螺距的改变,不过一些厂商也涉及剂量-强度乘积(dose-length product, DLP)值。受到国际辐射防护委员会极力

推荐的另一个措施是主机管电流控制,根据体型进行曝光,且剂量可节约15%~50%。固体探测器的使用也可降低30%的剂量。总之,厂家有责任解释最高影像质量与最高辐射剂量之间的折衷选择,帮助放射学大夫发现使用较低剂量来得到较好图像的方法。

## 2.2 培训<sup>[2]</sup>

放射学家接受设备时,往往是物理学家帮忙,但没完全理解两种不同技术(高速或高质量)之间的折衷方法,以及何为“过量”,在可接受的影像质量的下降却不引起漏诊方面,大夫们做得很不好。因此,当一种新设备投入市场时,厂家必须训练在职人员,包括技术员及放射学家。

## 3 欧洲的CT质量标准指南<sup>[3]</sup>

此指南覆盖6个主要领域,已于2000年初出版,在网上可查到(<http://www.drs.dk/guidelines/ct/quality> 1)。工作委员会不可少的工作是确定剂量参考水平概念,剂量参考水平在传统X射线摄影中相对容易确定,但对CT却不易,因为剂量和各种检查的方式很复杂,对于一些成人和儿科患者的常规检查,建议用CTDI<sub>w</sub>和DLP的原始值。

目前对涉及CT的检查必须进行如下观察:

①做CT检查必须有明确的正当理由。这就意味着积极思考是否需要检查,它是否可以由超声、MRI取代;如果要做CT检查,是否符合当前的临床指南。

②必须以检查技术为目标进行临床应用,必须将曝光参数调控到最小剂量。

③为满足临床需要,使用一次螺旋曝光或连续扫描序列。

④当有明确临床资料支持应用对比增强扫描时,方可使用。

⑤管电流应尽可能地降到最小,尤其在高分辨率研究中。

⑥必须不断地研究文献,适时调整实际操作。

⑦影像中心应参与CT剂量的进一步研究。

CT辐射防护不应该变成主观遐想或臆断,但同时不能固步自封,这意味着所涉及的医护人员要意识到不断涌现的资料及实践中潜在的变化,根据进展修正方案,同时也意味着建立当地剂量审查以确保检查遵从可能的剂量参考水平,除非有临床正当理由才可超剂量。放射学家、物理学家、厂商以及国家监督机构必须齐心协力,将CT辐射剂量降到最小。人们必须充分意识到,儿童对于放射线有较强的敏感性,要以最低剂量获取诊断性影像<sup>[4]</sup>。

## 参考文献:

- [1] Golding SJ, Shrimpton PC. Radiation dose in CT: are we meeting the challenge? [J]. *Br J Radiol*, 2002, 75: 1-4.
- [2] 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.

(上接第182页)

- [4] Jeremic B, Shibamoto Y, Acimovic L, et al. Hyperfractionated radiotherapy alone for clinical stage I nonsmall cell lung cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 1997, 38: 521-525.
- [5] Cheung PCF, Mackillop WJ, Dixon P, et al. Involved-field radiotherapy alone for early-stage nonsmall cell lung cancer [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2000, 48: 703-710.
- [6] Hirota S, Tsujino K, Hishikawa Y, et al. Endoscopic findings of radiation esophagitis in concurrent chemoradiotherapy for intrathoracic malignancies [J]. *Radiother Oncol*, 2001, 58(3): 273-278.
- [7] Leigh BR, Lan DH. Severe esophageal toxicity after thoracic radiation therapy for lung cancer associated with the human immunodeficiency virus: a case report and review of the literature[J]. *Am J Clin Oncol*, 1998, 21(5): 479-481.
- [8] Watanabe H, Hirota S, Soejima T, et al. Endoscopic findings of esophagitis in concurrent chemo-radiotherapy for lung cancer[J]. *Nippog Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi*, 1998, 56(6): 271-276.
- [9] Oral EN, Bavbek S, Kizir A, et al. Preliminary analysis of a phase II study of a paclitaxel and Chart in locally advanced nonsmall cell lung cancer[J]. *Lung Cancer*, 1999, 25: 191-198.
- [10] Zimmermann FB, Geinitz H, Fexdmann HJ. Therapy and prophylaxis of acute and late radiation-induced sequelae of the esophagus[J]. *Strahlenther Onkol*, 1998, 174(3): 78-81.