



放射防护基本要求

马明强

浙江省卫生监督所



内容

- ◆ 概 述
- ◆ 防护要求
- ◆ 相关标准



概况

- 20世纪90年代以来，X射线诊断学、介入放射学、核医学、放射治疗学等电离辐射医学蓬勃发展并不断广泛普及，接受各种医疗照射的受检者和患者越来越多，UNSCEAR2000年报告书进一步证实，医疗照射是不断增加的最大的人工电离辐射照射来源。



- 世界范围内，每年进行大约24亿人次的X射线诊断检查，3200万人次核医学检查程序和550万恶性肿瘤病例的放射治疗。我国的相应数字依次为2.4亿人次，78万人次和50万病例。
- 面广量多的医疗照射防护，已经成为涉及所有公众成员的重要公共卫生问题，为趋利避害，促进电离辐射医学应用更好地发展，切实加强医疗照射的防护是21世纪放射防护领域的重点课题。



- 随着医学技术的发展，最近几年来美国人开始流行自费接受全身X光电脑断层扫描（CT扫描），这种花费高达一千美金的自费全身CT扫描，宣称能够及早发现体内肿瘤。据《放射医学》期刊指出，CT扫描体检不仅导致许多假性肿瘤的检验报告和不必要的手术，也使病人暴露于致癌的危险当中。美国的一些X光专家警告说，CT扫描发现早期肿瘤的效果并不好，而接受这种检查的人们患上癌症的危险性并不比暴露在核爆炸辐射区的危险性小。



- 由哥伦比亚大学所做的调查发现，当人们接受一次CT扫描时，他们的身体就直接受到了辐射，CT扫描的辐射量（15mSv）大小相当于人们位于日本广岛和长崎原子弹爆炸中心2.5公里处接受的辐射量大小。从数字上来说，人们每接受一次全身CT扫描，他们的身体将会增加0.08%的致癌比率，相当于1200人当中就有一人不幸致癌。假如每年都进行这种检查，30年下来，致癌比例跃升至1.9%，相当于每50人当中，就有一人致癌。PET/CT因为是全身CT检查，还要用CT来做全身衰减校正，相当于人体接受两次全身CT的辐射量，辐射量更高（25mSv）和致癌比例可能更高，危害可能更大。同时，CT的X光能量与PET使用核素的能量相差甚远，用CT的X光来修正PET图像也会导致许多假性肿瘤的检验报告，或者对肿瘤的漏诊，这是最近大批PET/CT从美国市场被召回的重要原因。



- 最近，《新英格兰医学杂志》（影响因子高于Nature和Science）发文指出，CT扫描造成的辐射已成为美国人遭受辐射的第一大来源。许多CT扫描实际是不必要的，2000万的成年人和100多万的儿童遭受了无谓的风险。几十年来，美国2%的癌症源于CT扫描。报告还说，在一些发展中国家，由于缺乏监管，滥用CT的现象更严重。另一方面，目前在美国，有75%的公众、53%的放射医生和91%急诊科医生还不相信CT扫描能导致癌症。



- 2007年以来，越来越多的放射医生对滥用CT和PET/CT发出了警告。早期CT扫描具有严格的检查适应症，而今，由于新技术的注入应用CT诊断适应症范围越来越大，加上使用方便，临床医生越来越依靠于成像；由于医疗官司的增多，患者对CT检查也布满了期待，所以，CT的利用率大幅上升。现在，甚至将CT、PET/CT用于健康检查，已经完全超出了适应症范围。。



- 在日本用PET/CT进行体检和疾病筛查已经普及，PET/CT健康体检此后在台湾、香港和中国大陆全面开展，由于费用昂贵，主要对象是领导干部、企业精英、社会名流和部分中产阶级。PET/CT全身健康体检在美国和欧洲十分谨慎，原因在于担心CT的辐射对健康人群的损伤。CT危害的研究报告出台后，对这种用PET/CT健康体检的做法产生了强烈质疑和警告。报告暗示，PET/CT将被PET/MRI淘汰，因为MRI没有辐射损伤问题



放射防护的目的

- 防止发生确定性效应，把随机效应控制在可以接受的水平。
- ‘线形无阈’假设 - 随机性效应没有剂量阈值，任何小剂量的照射，都会引起癌症危险度的增加。增加的幅度，可由大剂量引起的危险度，按线性模型外推得到。
- ‘ALARA’原则 - 要尽量避免一切不必要的照射。我们接受的辐射剂量，要保持在可以合理做到的最低水平（As Low As Reasonable Achievable）。



放射防护体系

完整的放射防护体系：

实践的正当性

防护的最优化

个人剂量限值

三者同等重要，缺一不可。不能单把个人剂量限值当作尺子来用，不考虑实践的正当性和防护的最优化。必须全面贯彻整个放射防护体系。



个人剂量限值

用于	剂量限值	
	职业人员	公众
有效剂量	20 mSv/a	1 mSv/a
	5年平均, 任一年 ≤ 50 mSv	特殊情况, 允许5年平均
年当量剂量		
眼晶体	150 mSv	15 mSv
皮肤	500 mSv	50 mSv
手和足	500 mSv	-



二、放射防护要求

c57

GBZ

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 179—2006

医疗照射放射防护基本要求

Basic principles for radiological protection of medical exposure

2006-11-03 发布

2007-04-01 实施



中华人民共和国卫生部 发布



标准的结构

目 次

前言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 责任	3
5 医疗照射的正当性判断	4
6 医疗照射防护的最优化	5
7 设备要求	14
潜在照射	16
附录A(资料性附录)	18
附录B(资料性附录)	20
附录C(规范性附录)	22



一、医疗照射的正当性判断

1 正当性判断的基本原则

考察其实践活动对患者和社会是否有足够的利益，如果结论是否定的，则不应进行医疗照射实践，应尽可能采用不涉及医疗照射的替代方法。



正当性判断的几个主要方面

- a) 新方法和新技术使用前;
- b) 已判断为正当的医疗照射实践, 在下列情况下应重新对其进行正当性判断: 应用范围扩大, 当取得新的或重要的证据, 或每隔一定的周期;
- c) 对一些特殊人群应按病例进行正当性判断, 例如: 哺乳和怀孕妇女、生育年龄的妇女、儿童等;
- d) 某一项医疗照射被判断为不正当, 特殊情况下每一个例又必须使用这一照射时, 应案例对其进行正当性判断;
- e) 一些特殊和阳性率不高的群体检查, 例如, 乳腺癌的群体性检查等。



直接判断为不正当的几种情况

- a) 已有相关信息时，进行的重复性的诊断性照射；
- b) 没有或治疗计划系统不完善（包括不能准确实施）的治疗性照射；
- c) 怀孕妇女的腹部和骨盆区的照射；
- d) 将其作为透环和儿童体检的常规检查项目；
- e) 健康儿童作为生物或医学研的自愿者等。



二、医疗照射防护的最优化

- 最优化的主要内容
- 医疗照射防护的最优化主要包括以下内容:最优化的
一般要求、操作要求、质量保证、剂量约束(诊断指导水
平、对自愿者及公众的剂量约束)、程序性要求、培训
等。



1、最优化的操作要求

① 放射诊断最优化的主要措施

- a) 考虑适当设备，图像质量标准、指导水平、避免重复检查等因素后，为辐射敏感器官提供适当的屏蔽，应确保患者所受到的照射是达到预期诊断目标时所受剂量最小。
- b) 应建立放射学诊断及其运行参数的规范化规程，运行参数主要包括辐射发生器的参数（例如，管电压、管负载和毫安秒的范围）、焦点大小、胶片-荧光屏组合类型和胶片处理条件（例如所使用的化学药品、显影时间和温度）。



- c) 控制使用可携式或移动式放射设备，并应采取严格的辐射防护措施；
- d) 应尽量避免使用没有影像增强器的设备直接荧光透视检查，尽量避免使用普通荧光透视和数字影像群体检查方法，特别是妇女及儿童更不要使用这类方法进行群体检查，尽量避免对已怀孕或可能怀孕的妇女进行会引起其腹部或骨盆受到照射的放射学检查；慎重对待有生育能力妇女腹部或骨盆的任何诊断检查。



② 核医学最优化的主要措施

- a) 使患者所受到的照射，应是达到预期诊断目的所需要的最低照射量，避免不必要的重复检查，并重视医疗照射的有关指导水平的警示性意义；
- b) 尽可能避免使用长半衰期的放射性核素，根据患者的特点选用适当的放射性药物及其用量，对非检查器官使用阻断放射性药物吸收，注意采用适当的图像获取和处理技术；
- c) 控制对儿童、哺乳和怀孕妇女的核医学诊断或检查，根据患儿的体重、身体表面积或其它适用的准则减少放射性药物服用量；
- d) 治疗性程序中应计算并记录每一次的治疗性剂量。



三、医疗照射的质量保证

① 制定质量保证大纲

a) 通用质量保证大纲:

- 设备调试时应测量其物理参数，并做定期进行测量，应检验患者诊断或治疗中使用的相关因素；
- 应有监测仪器校准及工作条件验证程序，规范化操作程序，特别是与患者特征相一致的规范化程序，建立医疗照射实践与执业医师照射处方相一致的验证程序，并作书面记录；
- 制定纠正行动、追踪及结果评价的程序，对已制定的质量保证大纲进行定期和独立的听证审查程序。



c) **放射诊断的质量保证大纲应:**

- 影像质量、胶片废弃和患者剂量评价和分析;
- 在投入使用时和投入使用后定期对辐射发生器的物理参数（例如，千伏电压、毫安秒）的测量以及对显像装置（例如，洗片机）的检查。

d) **临床核医学质量保证大纲包括下列措施:**

- 制定可靠的施药、患者信息、患者准备、放射性药物制备、临床环境、患者的运送和准备、采购规程和废物处理程序;
- 重视核医学专家、物理学家、技师和所涉及的其他人员的培训和经验。



e) 放射治疗质量保证大纲:

- ▶ 质量保证规程应包括肿瘤的定位、患者固定、治疗计划和剂量施予，还应该包括设备、仪器和治疗计划系统（既包括硬件又包括软件）的质量控制，出现显著偏差时采取的行动，并注意外部对质量保证的监督作用；
- ▶ 不能将检查和验证结果作为实施全面校准的一种替代方式，应标明校准剂量测定仪器规范程序和相应的记录；
- ▶ 应该保证为治疗计划系统提供充分的服役和有效期的文件，使它成为质量保证大纲的组成部分。



b) 临床核医学

- ▶ 应确保施用放射性药物活度的准确性，并在服药时给予记录，应特别注意放射性杂质对病人剂量的影响，避免较长寿命杂质引起的吸收剂量的显著增加；
- ▶ 应注意测量放射性活度的仪器的质量控制，应该通过对仪器的常规质量控制，包括用定期效准方法；
- ▶ 应提供典型患者吸收剂量代表值的清单，并将它列在相关程序手册中，在特殊情况下，例如，胚胎和胎儿受照时，应计算个例的剂量；
- ▶ 在治疗性程序中应由有专门知识的人员对每次治疗剂量进行计算并予以记录。



② 剂量约束

- a) 应对生物医学研究志愿者、扶持患者人员、慰问者和探视者所受的剂量必须加以约束，以致他（或她）在患者诊断检查或治疗期间所受的剂量不超过5mSv。探视已施用放射性药物患者的儿童所受剂量应约束应在1mSv以下；
- b) 接受放射性核素治疗的患者应在其体内的放射性物质的活度降至一定水平后才能出院，以控制其家庭与公众成员可能受到的照射。接受了碘-131治疗的患者，其体内的放射性活度降至低于400 MBq 之前不得出院。必要时应向患者提供有关他与其他人员接触时的辐射防护措施的书而指导。



四、培训

- a) 应确保执业医师和医技人员有适当的理论和实践技术培训的时间, 以提升他们的放射学实践和辐射防护能力;
- b) 设立适当的课程, 通过培训并取得证书, 并作为执业者的任职资质条件;
- c) 取得资质的执业者还应当接受继续教育和培训, 特别是临床新技术应用时, 应组织这些新技术及其防护要求的培训;
- d) 鼓励各医学院校将辐射防护学科设置为他们的基础教育课程。



五、对诊疗设备的要求



一般要求

- ① 诊疗设备的监督管理
 - a) 所有使用中的放射设备均应处于辐射防护监督管理之下;
 - b) 每种放射学装置设备更新清单应上报辐射防护监督管理部门;
 - c) 放射学装置的所有者应执行适当的包括质量控制在内的质量保证程序、并对患者剂量和使用放射性活度进行估价;
 - d) 批准使用的放射学设备,应在设备故障和人为失误及性能规格方面符合国家有关标准的要求;
 - e) 在设备第一次用于临床目的前应对其进行验收测试,其后进行常规测试,在大修操作后也应对其进行测试;
 - f) 对于使用中的设备,应该制定特别的细则以指明在什么时候应该采取补救行动,包括必要时使该设备退役。



放射诊断设备的特别要求

- a) 应能清晰而准确地表示辐射发生器的操作参数，例如管压、过滤、焦点大小、源-像接收器距离、照射野大小、管电流和时间或它们的乘积；
- b) 辐射照相装置中应该使用自动曝光控制系统，还应具有达到 预置时间、管电流-时间乘积或剂量后自动停止照射的装置；
- c) 在透视检查装置中，应使用自动亮度控制(或剂量率控制)、脉冲X射线系统和影像保存持功能；应有在持续按下时(例如按下“事故自动关闸开关”)才能给X射线管通电的装置，并配备消逝时间的指示器和 / 或入射体表剂量监测器；
- d) 没有控制剂量率设备的荧光透视检查，即使判断为正当时也应限制其使用；没有影像增强器或相当的技术的直接荧光透视检查应尽可能地避免使用；
- e) 新的放射性诊断设备应用时，装备中应具有能在放射诊断操作时为执业者提供辐射量信息的设备。



临床核医学设备的特别要求

- a) 对于运行回旋加速器以产生放射性核素的正电子发射断层摄影装置，应符合在医院中准备与控制放射性药物的防护原则，对这种回旋加速器可不按医疗诊断或治疗用加速器进行防护要求，但应按放射性核素工业化生产类似的回旋加速器的防护标准要求；
- b) 在临床核医学中，其活度测量的活度计应具有方便给患者施用放射性药物的性能，并应使其本底辐射作用最低。



放射治疗设备的特别要求

- a) 辐射发生器和辐照装置要配备用于选择、可靠地指示和证实(在必要时和可行的话)运行参数的设备, 这些参数例如辐射类型、能量指示、射束改性器(例如过滤器)、治疗距离、照射野大小、射束方向和治疗时间或预置剂量;
- b) 辐照装置应是故障—安全式的, 即一旦电源中断, 放射源将会自动被屏蔽, 并且一直维持到控制盘重新启动射束控制机构时为止, 计算机系统应有保持照射记录的设计; 应采用不间断电源, 以确保已开始的治疗能安全完成;
- c) 高能放射治疗机应: 至少配备两个独立的用于终止辐照的“故障—安全”系统; 配备安全联锁装置或其他手段, 安全联锁使不能用控制盘选定的话, 临床就不能使用此设备;
- d) 把安全联锁装置设计成在联锁装置被旁路维修时只能在维修人员的直接控制下使用相应的器件、程序或钥匙操作此装置;



六、关键性技术问题的说明

① 放射治疗中的正当性判断

对在通常情况下，自愿者的治疗性生物医学研究辐射照射，应判断为不具有正当性。

按ICRP建议（ICRP Publication 84），应特别注意对孕妇的放射治疗的正当性判断。根据ICRP的资料（ICRP Publication 73），孕妇患癌症的较少（大约0.1%），但是，这对职业医生和患者都是一个主要应考虑的问题。



例如，仅在美国，每年大约有4000个孕妇，就面临是否进行放疗的问题。这种情况下，代价利益和伦理学的考虑与其它放射治疗是不一样的，其它情况下，利益和损伤都是患者本人，而此时母亲是主要受益者，胎儿确是主要受害者。这时的正当性判断主要决定于肿瘤是否靠近胎儿。如果，离胎儿较远，例如，孕妇胸部的照射，胎儿受到的是散射辐射，引起的是胎儿的随机效应（与孕期和照射场的远近有关），这时也许会造成儿童IQ指数减少。但对于骨盆区的治疗，胎儿有可能受到有用线束的照射，这时对胎儿的损伤会狠严重，通常会造成胎儿死亡。



② 临床核医学中的正当性判断

a) 在核医学诊断的情况下，在进行正当性判断时，职业医生应考虑可替代诊断形式（例如，超声及磁共振影像检查）的效果、利益和损伤。

b) 由于儿童组受医疗照射产生随机效应的风险较大，因此，在正当性判断时，儿科检查应特别重视，在进行一些高剂量检查时，必须仔细权衡利弊。

c) 在正当性判断时，孕妇检查也应特别重视，这时的检查要在明确有利于治疗时方能进行，如果检查的时间较长，应当估算胎儿的剂量。大多数 ^{99m}Tc 的诊断操作，不会引起高的胎儿剂量。多数放射性核素不能跨过胎盘，胎儿受到的照射来自母亲组织中的放射性，一些放射性药物（例如，碘的同位素）能跨过胎盘，并聚集在特定的器官或组织中，从而引起胎儿有意义的损伤。



- d) 为避免胚胎和胎儿受到非意愿照射，应对患者是否怀孕作出评估，为降低胚胎和胎儿受到非意愿照射的频率，劝告性的注意事项，应贴在核医学科内的几个地方，特别是接待区域。
- e) ^{131}I 和 ^{32}P 放射性药物能迅速跨过胎盘，因此，在对女性施用核素进行治疗前，必须判断清她们没有怀孕，除挽救生命，不应对孕妇用放射性物质对其进行治疗，或者是在孕后和哺乳期后在治疗。
- f) ICRP 84号出版物有一个重要的建议：是否终止妊娠按个例分别决定，它与多种因素有关，如果胎儿接受的剂量在100 mGy以下，就没有必要考虑终止妊娠，但接受剂量高于这一水平，可能会引起胎儿损伤，损伤的程度和类型与剂量和怀孕的阶段有关。



三、相关防护标准



X射线计算机断层摄影放射 卫生防护标准



内 容

- 一 概述
- 二 术语定义
- 三 CT防护性能要求
- 四 CT机房防护要求
- 五 CT安全操作要求



一、概述

GBZ165-2005 “X射线计算机断层摄影放射卫生防护标准”于2005年3月17日发布，于2005年10月1日实施，其目的是在加强X射线计算机断层摄影的放射卫生防护管理，保障X射线CT中有关工作人员，受检者和患者的健康与安全，促进X射线CT的合理应用。

从三个层面上阐述并规定了该标准的全部要求：

- X射线CT的防护性能要求；
- X射线CT的机房设施的防护要求；
- X射线CT的安全操作要求。

该标准适用范围较广泛，它不仅包括对X射线CT的生产过程设备的防护性能要求，也包括了对使用这种装置的机房设施和安全操作中防护要求。



二、X射线CT的防护性能技术要求

这一节包括该标准的核心内容和关键技术指标、检测与评价方法。但是，这些具体要求并没有在该标准中指出，而是在该标准的规范性引用文件的条款中指出，因此，为便于大家了解，把这些引用文件的重要条款加以阐述。



在该节中提出的三项防护性能技术要求

1. X射线CT中的X射线源组件和X射线管组件应有足够铅当量的防护层，使距焦点1m远处漏射线空气比释动能率小于1.0mGy/h（4.1.1条款）。（引自GB9706.11和GB9706.12标准）。

检测方法：在组件的窗口处用不小于10个半值层铅屏蔽块遮挡，在最高电压和最大管加载条件下距焦点1m处球面上测量。



2. X射线CT在给定条件下， $CTDI_w$ 不应超过下列值：头部50mGy，腰部35mGy和腹部25mGy（4.1.2条款）。（这是引自GB18871国家安全基本标准对CT的诊断指导水平要求）。

检测方法：使用国际标准的CT电离室 $CTDI_{100}$ （中心）和 $CTDI_{100}$ （周边）测量，利用公式计算出 $CTDI_w$ 值，体模的测量结果可分别代表患者颈部和头部的 $CTDI_w$ 值，必须注意在测量时要正确选择头部、腰部和腹部的CT运行状态是在临床的条件下。



三、X射线CT的杂散辐射防护

X射线CT周围的剂量分布称为杂散辐射，它由患者和CT周围物体发出散射线和X射线管泄漏辐射造成的。

- (1) 测量条件：必须在导致能产生单位电流时间乘积（mAs）最大局部剂量的负载和选择最高的X射线管电压条件下测量，使用一个圆柱形散射模体（水或PMMA材料），其尺寸为 $\Phi 32\text{cm}$ ，14到20cm长。测量区域包括在机架和患者床周围3m*3m的矩形空间，CT运转中心高度的水平面上测量。
- (2) 测量单位用mGy/mAs或 $\mu\text{Gy/mAs}$ 表示，有关测量数据应在随机文件上给出。



对CT设备安全防护性能要求检测项目包括

1. 定位光精度检测；
2. 患者诊断床定位精度检测；
3. 扫描架倾角检测；
4. CT剂量指数100 (CTDI₁₀₀) 检测，包括头模、体模中心和周边；



对于CT临床操作中质量控制检测项目包括

1. 层厚偏差检测;
2. 水CT值、噪声及均匀性检测;
3. 高对比分辨力检测;
4. 低对比分辨力检测;



对以上各个检测项目使用的主要检测设备包括

CT影像质量性能检测模体；

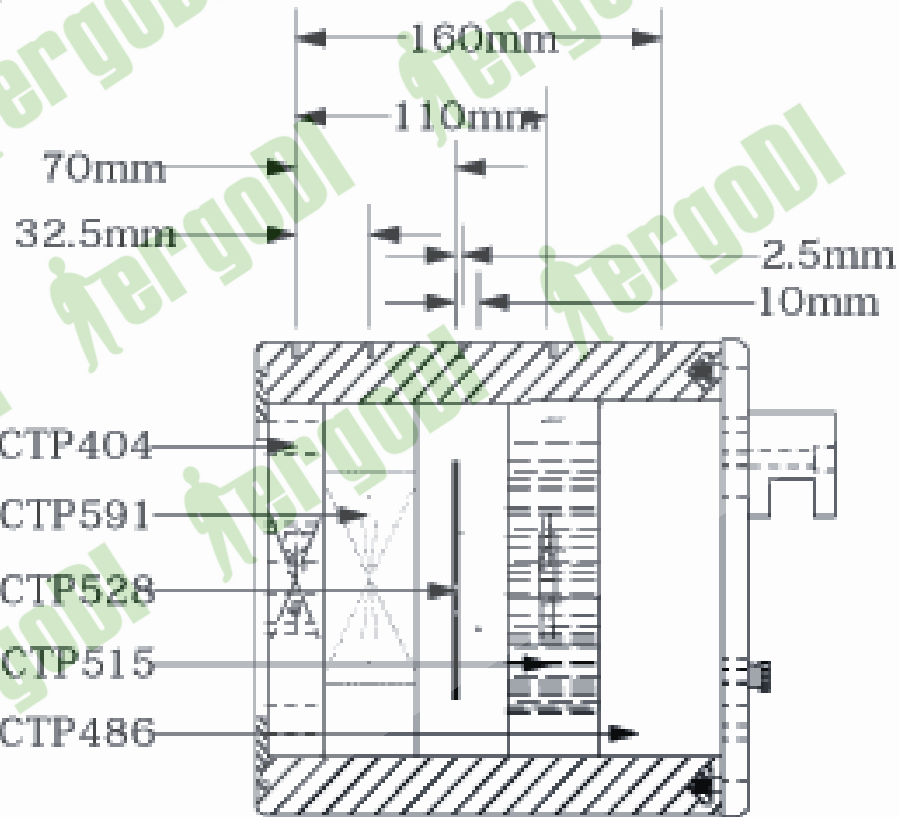
CT剂量检测仪器（包括笔形电离室和静电计单元）；

CT剂量模体（头模和体模）。



Catphan600性能模体

Catphan® 600





四、X射线CT的机房的防护要求

该标准提供四条机房防护要求，除一条需要进行数学计算或进行必要的检测外，其他3条都是一般性的，它们是：

1. CT机房的使用空间面积不应小于30平方米，机房内不应堆放无关杂物。
2. CT机房门外应张贴辐射警示标志，安装工作状态指示灯。
3. CT机房应保持良好通风。
4. CT机房的墙壁应有足够的防护厚度。机房高度以及门窗应符合放射防护要求。



五、X射线CT的安全操作要求

这一部分共有11条款，可以概括三种照射类型：职业照射、医疗照射和公众照射，体现三种不同人员照射和不同的防护要求。



(一) 对职业人员照射有三条

1. X射线CT工作人员所受职业照射的个人年剂量限值应符合GB18871的规定。

通常的CT检查，操作人员在控制室，不会受到扫描期间X射线照射，但是在CT透视介入放射学程序中，工作人员往往靠近患者床受到较高散射线照射，尤其是医生的手部受到高剂量照射。有报道在一次完整的CT透视程序中医生手部受到主线束照射剂量达120mGy，这样将限定医生只能每年做4次这种程序就会达到职业人员手部年剂量限值500mSv。



2. X射线工作人员应接受严格的上岗前培训并取得相应资格，熟练掌握专业技能和防护知识。
3. 在X射线CT检查的教学实践中，要求注意对学员的放射防护，并认真执行GB18871有关规定。

实际对于在放射科实习的学员应按职业人员标准要求，因为他们是在其工作过程中受到照射。



(二) 对公众照射的条款只有一条

4. 在X射线CT机房与周围环境的防护要求应符合GB18871的规定（见6.1条款），这已在上述机房设计中按公众年剂量限值分额考虑（每年0.3mSv），可以达到这一要求。



(三) 对受检者和患者医疗照射的条款有七条

1. 对X射线CT受检者和患者所受医疗照射的防护符合GB18871的规定（见6.1条款）。

这一条太原则化，实际上GB18871在第7章医疗照射的控制中，并没有对CT设备的患者或受检者防护的专门论述，但一些防护原则都包括在放射诊疗设备和放射诊断操作等各项条款的论述中。



2. X射线CT工作人员和有关临床医师应加强X射线CT检查的正当性判断，严格掌握适应症，并注意查阅有关各种检查资料，避免不必要的检查，合理应用X射线CT诊断（见6.3条款）。

在临床CT检查中，认真贯彻这一条非常重要，这是CT工作者和临床医师必须承担的一项责任和义务。目前存在一种普遍的倾向是（1）医师滥用CT检查；（2）医院间重复做CT检查；（3）用CT检查作为体检的一种常规方法，这些都是不正当的。



3. X射线CT工作人员应针对临床实际需要，正确选取并优化设备的工作参数，在满足诊断需要的同时，合理减少受检者与患者所受照射（见6.5条款）。

各国开展的CT剂量调查表明，任何一种特定部位CT检查，患者接受的剂量变化范围在10-40倍，甚至更高，造成如此大的原因就是不同的CT操作人员采用扫描参数不同所致，包括对管电流（mA），扫描长度，层厚度（准直），每旋转360度床的步进距（螺距），管电压（kVp）以及使用造影剂附加扫描等选择差别，因此，对它们严格的控制和认真优化选择，才能保持患者的剂量处于合理低水平。



4. 对孕妇和儿童的X射线CT检查应慎重进行，儿童受检者要采取固定措施。对受检者与患者均应注意非检查部位的防护（6.9条款）。

已有报道对妇女做盆腔CT检查，其子宫所受吸收剂量达到80mGy，因此，在通常情况下，对孕妇进行腹部或骨盆检查时应认真考虑它的正当性，但在急诊情况下，并不反对孕妇做这些部位的CT检查，但这时应通过使用监视器密切观察CT机主射线束的准直，能准确控制相关位置，尽量避开子宫位置是可能的。



对于女孩或年轻妇女做胸部CT检查应进行正当性分析，因为这一年龄组群体因辐射引起乳腺癌风险较高。调查表明对于成年妇女胸部CT检查所致乳房平均剂量为20-50mGy，相当于10-25次双侧单个投照方向的乳腺摄影检查腺体平均剂量。



对儿童CT检查应慎重进行的理由是：

- (1) 儿童的一些紧要器官或组织对辐射有高的致癌风险；
- (2) 临床上使用一些曝光参数往往与成年人相同，而对儿童所致的剂量往往高于成年人。



当对儿童进行CT检查时应采取降低剂量有效措施:

- (1) 采用低剂量扫描程序, 如降低mAs, 低噪声的影像重建方法, 针对儿童瘦小自动降低剂量方法等都可能使儿童剂量降低50%以上, 而又能达到可接受影像质量;
- (2) 对浅表器官采取屏蔽措施, 如女孩乳房屏蔽, 头颅CT检查时对儿童甲状腺屏蔽和眼晶体屏蔽。在不影响检查目的可考虑对儿童性腺屏蔽, 但对卵巢屏蔽较困难。
- (3) 采用低剂量技术对某些检查部位可明显降低儿童CT检查剂量, 如儿童胸部CT检查, 上颌骨和下颌骨检查和骨盆检查, 都可以使用较低mAs而不会对影像质量产生较大影响。



5. 施行X射线CT检查时，其他人员不得滞留在机房内。当受检者或患者须搀扶时，对搀扶者采取必要的防护措施。

必须知道，这些滞留在机房的其他人员（多为同时作CT检查的患者）是属于公众照射，对这些人应认为是不正当的一种意外照射，必须严加禁止。而搀扶者属于医疗照射，应和患者的防护相同，这些人员往往是家属或亲友，其使用防护措施多是佩戴防护屏蔽衣具。



6. X射线CT工作应遵守GB18871要求，重视并采取相应措施保证受检者与患者的放射防护与辐射安全（6.8条款）。

实际上，这一条与6.1条中内容相重复，只是从另一角度再一次强调遵守GB18871条款要求。



7. 在X射线CT检查过程中应对受检者与患者进行全程监控，有效防止发生各种意外情况。

由CT扫描机所致受检者或患者的意外事故几乎没有，这是因为生产厂家已遵照国际标准要求，在CT机设计与生产过程都已进行周密考虑，而采取某些应急措施，如对电击和机械故障防护，对意外过量辐射的防护等等安全设计。

然而，在螺旋CT中，可能会出现一种照射事故是诊视床出现机械性卡住而不能运动，此时X射线管仍在继续旋转对患者造成照射，这是因为CT的制动装置被诊视床被单缠住造成床的机械卡住。



(四) 其他，还有二条涉及对X射线CT设备的质量控制检测：

1. X射线CT应按有关规定做好设备的质量控制检测；
2. X射线CT工作人员应遵守各项操作规则，定期检查和检测设备的防护性能；



计算机X射线摄影 (CR) 质量控制检测规范



目 录

- 一、概述
- 二、基本结构和影象处理
- 三、检测概述
- 四、检测一般要求
- 五、检测方法和评价
- 六、结论
- 七、附表



一、概述

光激发发光储能磷光体（Photostimulable Storage phosphor, PSP）为一种晶体结构，在其晶体结构缺陷中可以储存被吸收的X射线能量，而得名称为储能磷光体，这种存储的能量形成潜影，在适当波长的可见光的激发下，可以把俘获的能量释放出来而发出可见光成为产生数字化影像的信号，这种在光激发下能发光的过程称为光激发光（Photostimulated Luminescence）。



在临床上利用光激发发光储能磷光体（PSP）作为X射线成像设备的名称有多种叫法，如计算机X射线摄影（Computed Radiography, CR），储能磷光成像（Storage Phosphor Imaging），数字储能磷光成像（Digital Storage Phosphor Imaging）和数字发光X射线摄影（Digital Luminescence Radiography）。最通用的一种叫法为计算机X射线摄影，而简称CR。



- CR是采用可重复使用的成像板代替增感屏胶片作为载体经X射线曝光，用激光扫描获得影像信息，通过光学系统收集和放大，计算机采集，得到数字化的影像显示的一种X射线摄影设备。



二、CR系统的基本结构和影像处理

(一) CR系统的基本结构

CR结构主要由信息采集、信息转换、信息处理、信息储存和信息记录等几部分组成。

CR成像设备核心部件为PSP探测器，又称成像板（IP），它是一种以碱土卤化物材料制成的化合物。当用低能红色激光束处理后，则存储的能量以光的形式发射，被光电倍增管所接受，把IP板上由X射线所致原始影像，经过这个中间转变过程，和计算机的一系列处理，最终得到一副数字化的X射线影像。



- CR系统的阅读装置分为暗盒型和无暗盒型二种。
- 图像处理装置包括计算机硬件和影像处理软件。
- 图像储存和记录装置包括：磁带、硬盘和光盘等储存元件，也包括应用激光相机把X线数字图象记录在胶片上和把储存的影像以“软拷贝”形式在工作站的监视器上显示。



(二) CR系统的IP影像处理

- CR运行中有三个影像处理的主要环节，它们包括：



- 第一环节，读出参数预处理（Readout parameter pre-processing）
- 其处理中心环节称为：“曝光数据识别”（Exposure data recognizer, EDR）。
- 这个环节的目的在于保证整个系统在一个宽的动态范围内自动获得最佳密度与对比度的影像，以便在最佳阅读条件下实现数字化。



第二个环节，影像显示功能处理也称为影像的后处理（Image postprocessing）或称影像灰阶处理（Image grayscale processing）

- 这个环节的目的在于通过下述各种特定处理, 为医生提供满足诊断要求的具有高诊断价值影像。其显示功能处理包括动态范围控制（Dynamic range control）、谐调处理（Gradation processing），空间频率处理（Spatial frequency processing）和特殊处理（Special processing）。



第三个环节，图像信息的存储和记录的处理 (Image archive and recording)

这种处理目的在于获得高质量的照片记录，不衰减影像质量前提下实施影像数据压缩，达到高效率存储与传输。这部分内容包括激光胶片打印机，CRT监视器，系统的软/硬件接口，以及网络化工作站，DICOM3.0标准，RIS，HIS 和PACS等远程网络传输功能等。



三、CR系统的质量控制检测概述

(一) 检测种型

- 1、验收检测—鉴定新安装设备是否满足约定指标。
- 2、状态检测—评价设备现状，识别超出基线值的原因。
- 3、常规检测（又叫稳定性检测）—经常性的一种对设备检测，评价早期变化。
- 4、核查检测—在临床应用中影象质量和病人剂量为主的一种检测。



(二) 性能检测项目

- 1、CR系统主机性能检测，包括以下：成像板背景噪声、成像板一致性、照射量指示校准、系统线性、激光功能、空间分辨力、低对比度分辨力、空间距离准确性、擦除完全性、混淆（叠）/滤线栅效应和通过量检验。
- 2、CR系统X线管和发生器性能检测（后述）



3、CR系统的附属设备性能检测

- (1) 激光打印机：可采用SMPTE检测方法或IEC检测方法两种，前者适用于验收或状态检测，后者适用于稳定性检测。
- ① SMPTE方法检测激光打印机，包括密度一致性、图像周边偏差度、非线性偏差度、低对比和高对比分辨率、灰阶水平、补偿处理效果和锐利度等性能检测。
- ② IEC方法：检测激光打印机，包括灰阶再现、低对比和高对比分辨率、影像几何特性、线状结构和临床参考影像等性能检测。



(2) 影像工作站的显示监视器：可以应用上述 SMPTE测试卡对监视器作多项参数检测和调整。此外，应该对监视屏的亮度和亮度均匀性进行检测，还应对观察室中环境照明条件作照度检测。



(3) 观片灯箱：多数CR系统以胶片形式作为最终影像载体向医师提供诊断依据。因此，观片灯箱的QC检测也很重要，这包括灯箱的亮度、亮度均匀性、光扩散性以及读片室环境中照度等检测。



四、CR系统质量控制检测的一般要求

- （一）影像质量控制检测一般采用非介入检测方法。对CR系统的检测分为验收检测（设备新安装或大修后）、状态检测（每年一次）和稳定性检测（每周、每月和每半年）。
- （二）验收检测前应对CR系统的所有供货清单盘点和核查。应对每一块成像板和暗盒进行目视检查，是否有表面缺陷或刮擦痕迹；检查暗盒的开启和合拢是否灵活。验收检测前对CR主机设备的外围附属的各种设备，如激光打印机、工作站影像监视器、胶片观片灯箱都应进行初始调试和检验。



- (三) 在验收检测中, 当对CR系统中管电压、曝光时间及有效焦点尺寸检测结果有异议时, 应分别采用GB/T11755.1、GB/T11757规定的介入检测方法和YY/T0063规定的狭缝测量法进行检测。
- (四) 当新安装的CR 系统投入临床使用后, 应定期进行状态检测和稳定性检测, 前后的检测条件应严格保持一致, 使各次检测结果有可比性。验收检测或状态检测表明其性能满意后, 应进行初始稳定性检测, 建立相关参数的基线值。



五、结 论

对CR系统的定期质量控制检测，保证系统的性能良好和维持最优化影象质量是非常重要的。由于CR系统比屏-片组合表现一些不同特点，如大量的调整参数，多种曝光菜单易出现不适当选择，硬件和软件故障，成象板损害和弄脏，过多伪影出现，表明必须进行定期QC 检测，包括每天、每月、每季度和每年不同的等级。



每天检测项目

- 1、检查系统运行情况和核实运行状态（阅读器、ID 终端和监视器）；
- 2、制作激光成像感度测量胶片条和测量胶片光密度；
- 3、如IP 状态不稳定，使用前彻底擦除；
- 4、对影像进行QC 检测，发现影像中有灰尘、颗粒、划痕、机械磨擦痕迹等马上取出该 IP并进行清洁处理。从库存中排除不能清洁干净的一些IP。



每月检测项目

- 1、必须擦除库存的所有IP（特别是不常使用IP）要随机抽检IP的暗噪声，保证都能满足要求；
- 2、采集QC模体影像，检查性能水平和储存在数据库的文件对超出限值范围采取矫正行动；
- 3、验证软拷贝工作站监视器校准，可使用简单SMPTE 视频检测模体或者使用AAPMTG-18所提供的对监视器QC检测方法。



每季度检测项目

- 1、必须执行对所有IP的清洁计划，用工厂提供清洁剂对IP进行清洁和再放入库存中。清洁频度取决于各现场条件，有的环境特殊需要每周一次，有的一年一次也可以；
- 2、进行定性和定量QC模体的分析，包括分辨力、对比度/噪声、激光束功能检验、曝光指示的准确性检验等；
- 3、评论废片率，确定不可接受影像的原因；
- 4、评论曝光指示数据库，确定曝光不足/曝光过度的原因，必要时实施校正行动，编写季度报告书。



每年或大修后检测项目

- 1、检测/评估影像质量，抽检影像处理算法的适用性；
- 2、核查验收检验程序和重新建立基线值，使用完整的视查和核查程序；
- 3、评论技术人员的QC活动和书写报告，评估废片分析活动和患者曝光的倾向，检查QC记录和对设备的维修历史记录。



结束语

关注患者的利益，保护患者的权益



由前述的内容我们知道，电离辐射在诊断和治疗疾病方面，为人类带来了巨大的利益。同时，因为采取了多种防护措施，已使放射工作成为一种比较安全的行业，也就是说，解决了放射工作人员的卫生防护问题（介入治疗目前尚未解决好）。但正如我们所知道的，电离辐射毕竟是一种影响健康的危害因素，虽然患者或受检者从放射诊断及治疗中获得了很大的利益，但那些不适当、不正确、随意的、重复的放射诊疗活动是否侵犯了病人的权益呢，是否应当关注患者的利益，保护患者的权益呢？答案是肯定的。



再次强调

(一) 医疗照射必须正当化

- 有明确的医疗目的
- 在保障诊断效果的前提下，优先采用对人体健康影响较小的诊断技术
- 严格执行检查资料的登记、保存、提取和借阅制度，不得因资料管理、受检者转诊等原因使受检者接受不必要的照射
- 对育龄妇女、婴幼儿和儿童慎用放射诊断检查
- 尊重患者的知情权，告知放射诊疗对健康的影响



(二) 对敏感器官或组织予以保护

人的眼晶体、甲状腺和性腺等器官组织对电离辐射较为敏感，在行放射诊疗时，放射诊疗工作人员应当采用铅防护眼镜、含铅的专用围脖、三角巾等对患者或受检者的这些敏感部位予以保护。

只要条件允许，应当用胸部摄影代替胸部荧光透视。



(三) 在保证诊断效果的前提下，尽量使用较小的照射剂量。

来自许多国家的资料表明，对于某一类型的X射线摄影检查（包括CT检查在内）来说，入射剂量的范围是很宽的，在获得同样影像效果的情况下，入射剂量的高、低之差达几倍、几十倍甚至上百倍。因此，现行的辐射源安全的基本标准提出了“医学诊断参考水平”的概念，规定了医学诊断检查的参考水平范围。这一规定目前是建议性的，尚未强制推行。

所以，对于特定的医学成像方案，应当提倡和建立最优化的参数值范围。



(四) 避免无意义的诊断检查

应当尽量避免对无症状的个体进行放射学检查，例如，在没有症状表明疾病累及心脏或肺部的情况下，进行常规X射线摄影；对无症状的事故受伤人员进行头颅X射线摄影。

应当尽量避免对无症状者的普遍筛查，例如对学生的定期体检及升学体检以及对无症状的食品从业人员的体检等活动，采用荧光透视的办法筛查肺结核。

保险公司出于利益的考虑，对投保人进行的体检中包括荧光透视或胸片摄影等。



(五) 在放射诊断时应孕妇和儿童作特殊考虑

与成年人相比，胎儿与儿童对辐射更为敏感。虽然诊断放射学和诊断核医学检查都不会产生导致畸形或智力减退的剂量。但问题在于，在宫内或儿童期受到诊断水平（几个到几十个mGy）的照射，会引起癌症。

在对育龄妇女进行检查时，必须确定患者是否已经或可能怀孕，胎儿是否处在主要的照射区域，以及检查是否会产生较高的剂量（如钡灌肠和骨盆CT扫描）。一般讲，远离胎儿的诊断性检查（接下页）



(五) 在放射诊断时应对孕妇和儿童作特殊考虑 (续)

如胸部或四肢X摄影、肺通气/灌注扫描等，在怀孕期间的任何时候都可以安全进行。此外一般来讲，在需要作放射诊断检查查明病情时如果不做诊断检查，带来的风险要比辐射带来的风险更大。

对儿童来讲，应当使用专门用于儿童的技术因素而不使用常规的成人因素，可以达到降低剂量的目的。在诊断放射学，要注意减少仅影响关注区域的射线束。由于儿童的体重和体表面积小，在核医学中要使用少于成人用量的较低的给药活度，这样即可以得到可以接受的图像，又降低了儿童剂量。

Thank you

