

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ 165—2012
代替 GBZ 165—2005

X 射线计算机断层摄影放射防护要求

Radiological protection requirements for X-ray computed tomography

2012-08-25 发布

2013-02-01 实施

中华人民共和国卫生部 发布

前 言

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准 4.1、4.2、第 5 章~第 7 章是强制性的,其余为推荐性的。

本标准代替 GBZ 165—2005《X 射线计算机断层摄影放射卫生防护标准》。本标准与 GBZ 165—2005 相比,主要技术变化如下:

- 3.5、3.6 中增加了“容积 CT 剂量指数($CTDI_{vol}$)”和“剂量长度乘积(DLP)”的术语和定义;
- 5.3 中增加了机房外的空气比释动能率限值;
- 6.3.1 中增加了 CT 剂量测量需要的检测仪器;
- 6.3.3 中增加了多排探测器 CT 扫描时 $CTDI_{vol}$ 和 DLP 的检测方法;
- 附录中增加了 CT 检查加权 CT 剂量指数($CTDI_w$)、容积剂量指数($CTDI_{vol}$)和剂量长度乘积(DLP)的参考剂量水平。

本标准由卫生部放射卫生防护标准专业委员会提出。

本标准起草单位:江苏省疾病预防控制中心。

本标准主要起草人:余宁乐、周献锋、岳锡明、张乙眉、王进。

X 射线计算机断层摄影放射防护要求

1 范围

本标准规定了医用 X 射线计算机断层摄影装置(简称 CT)的防护性能、机房防护设施和安全操作的放射防护要求及检测要求。

本标准适用于 CT 使用中的防护。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 9706.11 医用电气设备 第二部分:医用诊断 X 射线源组件和 X 射线管组件安全专用要求

GB 9706.12 医用电气设备 第一部分:安全通用要求 三. 并列标准 诊断 X 射线设备辐射防护通用要求

GB 16348 医用 X 射线诊断受检者放射卫生防护标准

GB 17589 X 射线计算机断层摄影装置质量保证检测规范

GBZ 179 医疗照射放射防护基本要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

CT 剂量指数 computed tomography dose index;CTDI

沿着垂直于断层平面方向(Z 轴)上的吸收剂量分布 $D(z)$,除以 X 射线管在 360° 的单次旋转时产生的断层切片数 N 与标称层厚 T 之积的积分称之为 CTDI。积分区间有取 $-7T \sim +7T$,还有 $-50 \text{ mm} \sim +50 \text{ mm}$ 。凡取从 $-50 \text{ mm} \sim +50 \text{ mm}$ 积分的 CT 剂量指数表示为 $CTDI_{100}$,见式(1):

$$CTDI_{100} = \int_{-50 \text{ mm}}^{+50 \text{ mm}} \frac{D(z)}{NT} dz \quad \dots\dots\dots (1)$$

3.2

加权 CT 剂量指数 weighted computerized tomographic dose index;CTDI_w

在实际检测中分别测量 $CTDI_{100}$ (中心)和 $CTDI_{100}$ (周边)值,其中 $CTDI_{100}$ (中心)值是测量体模中心的 $CTDI_{100}$ 值; $CTDI_{100}$ (周边)值应是至少以 90° 为间隔的体模表面下 10 mm 处四个测量值的平均。加权 CT 剂量指数 $CTDI_w$ 定义见式(2):

$$CTDI_w = \frac{1}{3}CTDI_{100}(\text{中心}) + \frac{2}{3}CTDI_{100}(\text{周边}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

3.3

X 射线源组件 X-ray source assembly

X 射线管组件与限束系统构成的组件。

3.4

螺距 pitch

在螺旋 CT 中, X 射线管旋转一圈的移床距离(I)与总线束宽度($N \cdot T$)的比值称为螺距, 见式(3):

$$P = I / N \cdot T \quad \dots\dots\dots(3)$$

3.5

容积 CT 剂量指数 volume computed tomography dose index; $CTDI_{vol}$

代表多排探测器螺旋 CT 扫描整个扫描容积中的平均剂量, 定义见式(4):

$$CTDI_{vol} = CTDI_w / CT_{螺距} \quad \dots\dots\dots(4)$$

3.6

剂量长度乘积 dose length product; DLP

螺旋 CT 扫描的剂量长度乘积为容积 CT 剂量指数($CTDI_{vol}$)与沿 z 轴的扫描长度(L)的乘积, 见式(5):

$$DLP = CTDI_{vol} \times L \quad \dots\dots\dots(5)$$

4 CT 的防护性能要求

4.1 X 射线源组件安全应符合 GB 9706.11 和 GB 9706.12 的要求。X 射线源组件应当有足够铅当量的防护层, 使距焦点 1 m 远处球面上漏射线的空气比释动能率 $< 1.0 \text{ mGy/h}$ 。随机文件中应由设备生产单位提交符合法定资质的有效证明材料。

4.2 CT 随机文件中应提供等比释动能图, 描述设备周围的杂散辐射的分布。

4.3 CT 定位光精度、层厚偏差、CT 值、噪声、均匀性、CT 值线性、高对比分辨率、低对比可探测能力、诊断床定位精度、扫描架倾角指标应符合 GB 17589 的要求。

4.4 CT 在使用时, 应参考附录 A 中的成人和儿童诊断参考水平, 如高于诊断参考水平时, 应检查扫描参数, 确定在不影响影像质量时采取降低剂量的修正措施。

5 CT 机房的防护要求

5.1 CT 机房的设置应充分考虑邻室及周围场所的人员驻留条件, 一般应设在建筑物的一端。

5.2 CT 机房应有足够的使用空间, 面积应不小于 30 m^2 , 单边长度不小于 4 m。机房内不应堆放无关杂物。

5.3 CT 机房的墙壁应有足够的防护厚度, 机房外人员可能受到照射的年有效剂量小于 0.25 mSv (相应的周有效剂量小于 $5 \mu\text{Sv}$), 距机房外表面 0.3 m 处空气比释动能率应 $< 2.5 \mu\text{Gy/h}$ 。

5.4 CT 机房门外明显处应设置电离辐射警告标志, 并安装醒目的工作状态指示灯。

5.5 CT 机房应保持良好的通风。

6 CT 及机房防护检测要求

6.1 CT 质量控制检测

CT 应按 GB 17589 的方法和规范要求做好质量控制检测。质量控制检测包括验收检测、状态检测和稳定性检测。新安装或更换重大部件后应在使用前开展验收检测, 验收检测合格后方可使用。状态检测频率为每年 1 次, 检测应由具有相应资质的放射卫生技术服务机构进行。医疗机构应按 GB 17589

的检测项目和频度开展稳定性检测。

6.2 CT 机房防护检测

CT 机房周围辐射水平检测每年 1 次。在常用最大工作条件下,使用 X 射线剂量仪在机房外人员可达区域布点测量。关注点包括四面墙体、地板、顶棚、与机房连通的门、观察窗等,检测点距机房墙体或防护门距离为 30 cm,距地面高度为 130 cm,顶棚上方检测点距顶棚地面为 100 cm,机房地面下方检测点距楼下地面为 170 cm。检测结果以周围剂量当量率给出。

6.3 CT 剂量指数的检测

6.3.1 检测仪器

用于测量 CT 剂量指数的探测器一般应使用有效长度为 100 mm 的笔形电离室或 CT 长杆电离室。所用仪器应性能合适,经法定计量机构刻度和定期校准,并正确使用。

6.3.2 检测用模体

检测用模体选用 X 射线线性衰减系数与人体组织相近的物质(一般用 PMMA)制成均质圆柱形模体。头部模体的直径为 160 mm,体部模体的直径为 320 mm。模体应有能够容纳笔形电离室的孔(孔的直径一般为 13 mm),这些孔应平行于模体的对称轴,并且孔的中心位于其中心和以 90° 为间隔的模体表面下方 10 mm 处。对于在检测时不使用的孔,应用与模体材料相同的插入件完全填充空穴。

6.3.3 检测方法

CT 剂量指数的测量应根据不同扫描部位的 X 射线 CT 检查,分别选用符合 6.3.2 规定的相应测试模体,并放置在受检者支架上,位于扫描旋转轴中心。

分别使用常规成人头部、成人胸部、成人腹部的扫描参数,对模体进行扫描。在轴向扫描条件下,宜用笔形电离室测量,根据式(2)、式(4)计算 $CTDI_w$, $CTDI_{vol}$ 和 DLP ,并根据相应测试条件进行评判。

在螺旋扫描条件下,宜用 CT 长杆电离室测量,测量 $CTDI_w$, $CTDI_{vol}$ 和 DLP ,并根据相应测试条件进行评判。

7 CT 操作中的防护要求

7.1 CT 工作人员应接受上岗前培训和在岗定期再培训并取得相应资格,熟练掌握专业技能和防护知识,在引入新设备、新技术、设备大修及改装后,应需更有针对性的培训。

7.2 CT 工作人员应按照 GBZ 179 的要求,重视并采取相应措施保证受检者的放射防护与辐射安全。CT 受检者所受医疗照射的防护应符合 GB 16348 的规定。

7.3 CT 工作人员应针对临床实际需要,正确选取并优化设备工作参数,在满足诊断需要的同时,尽可能减少受检者所受照射剂量。尤其应注意对儿童的 CT 检查时,应正确选取扫描参数,以减少受照剂量,使儿童的 CT 应用达到最优化。

7.4 CT 工作人员应定期检查控制台上所显示出患者的剂量指示值($CTDI_w$, $CTDI_{vol}$ 和 DLP),发现异常,应找出原因并加以纠正。

7.5 应慎重进行对孕妇和儿童的 CT 检查,对儿童受检者要采取固定措施。

7.6 开展 CT 检查时,应做好非检查部位的防护,使用防护用品和辅助防护设施:铅橡胶,铅围裙(方

形)或方巾,铅橡胶颈套,铅橡胶帽子,严格控制对诊断要求之外部位的扫描(定位平扫除外)。

7.7 在 CT 检查过程中应对受检者与患者进行全程监控,防止发生意外情况。

7.8 施行 CT 检查时,其他人员不得滞留在机房内。当受检者或患者须携扶时,应对携扶者采取必要的防护措施。

7.9 在 CT 检查的教学实践中,学员的放射防护应按 GBZ 179 的规定执行。

附录 A
(资料性附录)
CT 检查的诊断参考水平

典型成年患者 X 射线 CT 检查的诊断参考水平见表 A. 1,成年患者 CT 检查的诊断参考水平(DRL)见表 A. 2,儿童患者诊断参考水平见表 A. 3。

表 A. 1 典型成年患者 X 射线 CT 检查的诊断参考水平

检查部位	$CTDI_w^a$ mGy
头部	50
腰椎	35
腹部	25
^a 表列值是由水模体中旋转轴上的测量值推导的,模体长 15 cm,直径 16 cm(头部)和 30 cm(腰椎和腹部)。	

表 A. 2 源于不同研究的成年患者 CT 检查的诊断参考水平(DRL)

检查部位	IAEA 研究数据 (Tsapaki 等, 2006) ^a	英国 SDCT 的 DRL (Shrimpton 等, 2005)	英国 MDCT 的 DRL (Shrimpton 等, 2005)	欧洲 SDCT 的 DRL (EC,2000)	欧洲 MDCT 的 DRL (Bongartz 等,2004)
头部	527	760	930	1 050	337
胸部	447	760	940	650	267
腹部	696	510	560	780	724
^a 该数据来自 6 个国家的 10 个有代表性的研究中心,包括 SDCT 和 MDCT,本表以 DLP(mGy·cm)作为剂量参考,所列数据为调查平均值的第三个四分位(75%)值。					

表 A. 3 儿童患者诊断参考水平(Shrimpton 等,2005)

检查部位及年龄 岁	$CTDI_w^a$ mGy	$CTDI_{vol}^a$ mGy	DLP mGy·cm
胸部:0~1	23	12	204
胸部:5	20	13	228
胸部:10	26	17	368
头部:0~1	28	28	270
头部:5	43	43	465
头部:10	52	51	619
^a $CTDI_w$ 和 $CTDI_{vol}$ 是利用直径为 16 cm 的剂量模体测量和计算得到的,本表所列数据为调查平均值的第三个四分位(75%)值。			