

X 射线计算机断层摄影装置影像 质量保证检测规范

1 范围

本标准规定了医用 X 射线计算机断层摄影装置 (X-ray equipment for computed tomography, 以下简称 CT 机) 影像质量保证的检测项目与要求及其检测方法。

本标准适用于 CT 机的验收检测和使用中 CT 机的状态检测及稳定性检测。本标准不适用于 CT 机生产中的质量控制以及与 CT 机配套使用的影像硬拷贝系统。

2 定义

本标准采用下列定义。

2.1 CT 剂量指数 CT dose index

沿着一条垂直于断层平面直线从 $-7T$ 到 $+7T$ 对剂量剖面曲线积分, 除以标称层厚与单次扫描产生断层数 N 的乘积, 计算按式(1)。

$$CTDI = \int_{-7T}^{+7T} \frac{D(z)}{N \times T} dz \dots \dots \dots (1)$$

式中: T ——标称层厚;

N ——单次扫描所产生的断层数;

$D(z)$ ——一条沿着垂直于断层平面的直线 Z 的剂量剖面曲线。

注: 一次扫描包括许多层面。

2.2 CT 值 CT number

用来表示与 CT 影像每个像素对应区域相关的 X 线衰减平均值。

注: CT 值通常用 Hounsfield 作为单位。利用式(2), 将测得的衰减按照国际统一的 Hounsfield 标度转换为 CT 值。

$$\text{物质的 CT 值} = \frac{\mu_{\text{物质}} - \mu_{\text{水}}}{\mu_{\text{水}}} \times 1000 \dots \dots \dots (2)$$

式中: μ ——线性衰减系数。

按照上述标度定义 CT 值, 则必然有: 水的值为 0, 空气的值为 -1000 。

2.3 剂量剖面曲线 dose profile

将剂量表示为垂直于断层平面的直线上位置的函数。

2.4 半值全宽 full width at half-maximum

相当于曲线最大值一半处的曲线两点之间平行于横坐标的间距。

2.5 高对比分辨率 high-contrast resolution

即空间分辨力(见 2.12)

2.6 平均 CT 值 mean CT number

在一特定感兴趣区内所有像素 CT 值的平均值。

2.7 噪声 noise

在均匀物质影像中,给定区域 CT 值对其平均值的变异。其大小可用感兴趣区中均匀物质的 CT 值的标准偏差表示。

2.8 标称层厚 nominal tomographic slice thickness

CT 机控制面板上选定并指示的层厚。

2.9 感兴趣区 regio no finterest

在给定时间内对影像中特别感兴趣的局部区域。

2.10 灵敏度剖面曲线 sensitivity profile

CT 系统相关响应量作为垂直于断层平面的直线上位置的函数。

2.11 层厚 slice thickness

扫描野中心处灵敏度剖面曲线的半值全宽。

2.12 空间分辨力 spatial resolution;高对比分辨力 hlgh-contrast resolution

在物体与背景在衰减程度上的差别与噪声相比足够大的情况下,CT 机成像时分辨不同物体的能力。

注:1 通常,物体与背景的衰减系数之间的差别导致其相应的 CT 值相差几百 Hounsfield 时被认为是足够大。

2 高对比分辨力是空间分辨力的别称。

2.13 均匀性 uniformity

整个扫描野中,均匀物质影像 CT 值的一致性。

2.14 低对比分辨力 low-contrast resolution

CT 机分辨与均匀物质背景成低对比的物体的能力。

注:通常,认为物体与背景的衰减系数之间的差别小于 1% 时属于低对比。

2.15 基线值 baseline value

基线值是 X 射线诊断设备功能参数的参考值。是在验收或状态检测合格之后,由最初的稳定性监测得到的数值,或由相应的标准给定的数值。

2.16 验收检测 acceptance test

验收检测是 X 射线诊断设备安装完毕或重大维修后,为鉴定其影响影像质量的性能指标是否符合约定值而进行的检测。

2.17 状态检测 status test

状态检测是为评价设备状态而进行的检测。

2.18 稳定性检测 constancy test

稳定性检测是为确定 X 射线诊断设备或在给定条件下形成的影像相对于一个初始状态的变化是否仍符合控制标准而进行的检测。

3 检测项目与要求

检测项目与要求应符合表 1 中的规定。

4 检测方法

4.1 定位光标

4.1.1 采用均质材料制成圆柱形模体,其表面应有清晰易见的定位标记,内部嵌有与均质环境成高对

比的特定形状的物体,此物体的形状、位置应与模体表面定位标记具有严格的空间几何关系。

表1 CT机检测项目与要求

序号	检测项目	检测条件		验收检测		状态检测		稳定性检测	
				要求	要求	要求	周期	要求	周期
1	定位光精度,mm	头部模体		±2	±3	二年	—	—	—
2	层厚偏差(s),mm	s≥8		±10%	±15%	二年	s>mm时,±1.0mm s<2mm时,±50%	与基线值偏差	每月
		8>s>2		±25%	±30%	二年		每月	
		s≤2		±50%	±70%	二年		每月	
3	CT值(水),HU	头部模体		±4	±6	二年	与基线值偏差±4	每月	
4	噪声	头部模体		参照厂家数据		二年	基线值的±10%	每月	
5	均匀性,HU	头部模体		+5	+6	二年	与基线值偏差±2	每月	
6	高对比分辨力 mm或LP/cm	头部模体	剂量 50mGy	≤0.8mm	≤1.25mm	二年	基线值的+15%	每季	
		头部模体		≥6.25LP/cm	≥4.0LP/cm		基线值的-15%		
7	低对比分辨力 (对比度0.6%),mm	头部模体	50mGy	≤4.0	≤5.6	二年	—	—	
		头部模体		≤8.0	≤12.0				
8	CT剂量指数,mGy	头部模体	50mGy	参照厂家数据		二年	基线值的±20%	半年	
中心									
表面									
体部模体									
		中心							
		表面							
9	诊断床定位精度,mm	定位		±2	±2	二年	±2	每月	
		归位		±2	±2	二年	±2	每月	
10	扫描架倾角,(°)	±15		±2	—	—	—	—	

注:

- 1 头部模体直径可在15cm~22cm范围内,体部模体直径在30cm~32cm范围。
- 2 测低对比分辨力时,如所用模体对比度不是0.6%,可根据在同一剂量条件下,低对比分辨力与对比度乘积为一常数(称为对比细节常数)的特点进行推算。
- 3 大修后的验收检测可根据具体情况按状态检测要求执行。

4.1.2 将模体放置在诊断床上,使模体圆柱轴线垂直于扫描平面并处于扫描野中心位置,微调模体使表面定位标记与定位光标重合。

4.1.3 采用厂家说明书中给定的头部或体部扫描条件进行扫描。

4.1.4 在CT影像中测定高对比物体在扫描层面中所处的准确位置。

4.1.5 利用模体表面标记与内嵌的高对比物体的空间几何关系测出定位光标对实际扫描层面位置的偏差。

4.1.6 也可采用胶片法进行测量。

4.2 层厚

4.2.1 配置一圆柱形模体,内嵌有与均质环境成高对比的铝片,铝片平面与模体圆柱轴线成一定交角。

4.2.2 使模体圆柱轴线与扫描层面垂直并处于扫描野中心。

4.2.3 采用厂家说明书中给定的头部或体部扫描条件进行扫描。

4.2.4 调整 CT 影像的窗宽、窗位,窗宽调到最窄,调整窗位使背景影像恰好消失,测出背景的 CT 值和铝片的最大 CT 值,并记录。

4.2.5 将背景 CT 值与铝片最大 CT 值之和除以 2,其结果称为 CT 值的半值,并记录。

4.2.6 将窗位调至 4.2.5 记下的 CT 值半值处,窗宽仍保持最窄,测出铝片的斜面宽度(半值全宽),即为层厚。

4.2.7 如果用多个片状物组成的多斜面,同时按 4.2.4~4.2.6 的步骤分别测量,分别得出层厚值,再取其平均值为层厚。

4.3 CT 值、噪声及均匀性

CT 值、噪声及均匀性的检测方法,可以通过对模体进行扫描,测 CT 图像均匀性的同时获得 CT 值、噪声值。

4.3.1 配置均质(水或线性衰减系数与水相近的其他均匀物质)圆柱形模体。仲裁检测时采用水模。

4.3.2 使模体圆柱轴线与扫描层面垂直并处于扫描野中心。

4.3.3 采用厂家说明书中给定的头部和体部扫描条件分别进行扫描。

4.3.4 对每幅图像进行下列测量:

a)在图像中心取一大于 100 个像素点并小于图像 10% 面积(如 1cm^2 左右)的区域,测出此区域的 CT 值和噪声。

b)在相当于钟表时针 3、6、9、12 时的方向上,距模体边缘 1cm 处,每个位置的面积大小同于 a 条规定的区域,分别测出四个区域的 CT 值。其中与中心区域 CT 值的最大差值用来表示图像的均匀性。

4.4 高对比分辨力

4.4.1 检测高对比分辨力使用适合直接进行图像视觉评价的检测模体或者使用适合于测定调制传递函数的检测模体,仲裁检测时采用前一种模体。

4.4.2 用来直接进行图像视觉评价的检测模体必须具有周期性结构(如排列的孔洞或条纹),这种周期性结构之间的平均间距要相当于单个周期性结构自身宽度的 2 倍,周期性结构的有效衰减系数与均质环境的有效衰减系数相差应大于 10%。

4.4.3 将模体置于扫描野中心,并使圆柱轴线垂直于扫描层面。

4.4.4 采用厂家说明书中给定的头部扫描条件进行扫描,每次扫描模体中心位置处辐射剂量应不大于 50mGy。

4.4.5 调整观察图像的条件,使各种周期结构物图像达到最清晰状态,确定能区分开的最小周期性结构尺寸。

4.5 低对比分辨力

4.5.1 对于用来直接进行图像视觉评价的低对比分辨力检测模体来说,在它的检测面上应具有分布均匀及形状相同的周期性结构,这种周期性结构的有效衰减系数与环境的衰减系数应有小于 1% 的偏差。检测低对比分辨力时,应同时测出该偏差。

4.5.2 将模体置于扫描野中心并使模体轴线与扫描层面垂直。

4.5.3 采用厂家说明书中给定的头部和体部扫描条件进行扫描,每次扫描模体中心位置处辐射剂量应不大于 50mGy。

4.5.4 调整窗宽和窗位,环境材料平均 CT 值与周期性结构材料平均 CT 值之差再加上五倍的周期性

结构材料标准偏差值作为窗宽值,环境材料平均 CT 值与周期性结构材料平均 CT 值的平均值作为窗位值,确定能区分开的最小周期性结构尺寸。

4.6 CT 剂量指数

4.6.1 用 X 射线线性衰减系数与人体组织相近的物质(一般用聚甲基丙烯酸甲酯)制成均质圆柱形模体,头模 $\Phi 16\text{cm}$,体模 $\Phi 32\text{cm}$,分别在中心和距表层 1cm 处放置剂量探头,剂量仪表的相对误差应小于等于 5%。

4.6.2 将头模或体模置于扫描野中心,模体圆柱轴线与扫描层面垂直,探头的有效敏感中心位于扫描层面的中间位置。

4.6.3 采用厂家说明书中给定的头部和体部扫描条件进行扫描。

4.6.4 记录剂量仪表显示值。

4.7 诊断床定位

4.7.1 将一分度值为 1mm ,有效长度为 500mm 的直尺靠近诊断床面固定并与床面运动方向平行,在床面上作一与直尺刻度相对应的标记。

4.7.2 将 70kg 重物放在床面上。

4.7.3 分别对诊断床给出“进 300mm 和退 300mm ”的指令。

4.7.4 记录进、退起始点和终止点在直尺上的示值,测出定位误差和归位误差。

4.8 扫描架倾角

4.8.1 首先将扫描架倾角调至 0° ,将一斜率指示器固定在扫描装置的合适位置。

4.8.2 将扫描架分别前倾 15° 、后倾 15° 。

4.8.3 记录前倾、后倾时斜率指示器的示值,测量出误差。