

。 综述与编译 。

编者按: SPECT作为临床核医学最常用的影像设备,它的质量控制体现了对保证和提高临床检查质量的重要意义。随着越来越多的医院开展 SPECT验收测试和日常质控,核医学技术人员迫切希望手头上有一份权威的、全面的中文 SPECT质控资料。为此,本期特刊出世界公认的 SPECT性能测试 NEMA标准的一组中译文。

NEMA标准先后在1980年、1986年和1994年发布了三个版本,1980年版对闪烁相机主要性能测试方法作了简明扼要的图解说明;1986年版对闪烁相机性能测试方法进行了详细描述,并给出 SPECT性能测试方法;1994年版则在上述版本的基础上作了修改和完善,删去和增加某些测试项目,使之更加全面和更具可操作性。本组译文为1994年版:

NEMA Standards Publication NU 1-1994

PERFORMANCE MEASUREMENTS OF CSINTILLATION CAMERAS

published by National Electrical Manufacturers Association

本组译文由李小华高级工程师组织编译,参加翻译者有贺小红、岳殿超、李小华、吴克宁和欧阳习同志,全部译文经陈盛祖教授审校。

除了各章标题改编为相应的译文标题外,其余小标题的格式、编码均与原文保持一致,以便于对照使用。1994年版 NEMA标准共有8章,其中第7、8章为多晶体闪烁相机测试方法,因国内很少有此类闪烁相机,故本期没有译出。译文中提到的性能标准(Performance Standard)和次级标准(Class Standard)是针对 SPECT生产厂家而言,其中性能标准表示必须在每台出厂的 SPECT上进行测试,次级标准则无这一要求。

NEMA标准的参考资料 概念定义和测试设备

佛山市第一人民医院核医学科(广东,528000) 贺小红译 陈盛祖*审校

摘要:这是 NEMA标准的第一部分,包括 NEMA标准所引用的参考资料、基本概念定义和测试所需设备。

关键词: NEMA标准 基本概念 测试设备

1.1 参考资料(从略)

1.2 一般定义

除约定俗成的定义、性能定量测试及报告方法外,本出版物为 NEMA标准。

绝对线性度(Absolute linearity):在闪烁相机视野中, x 和 y 轴方向上的位置畸变形成或位移。

能窗(Energy window): γ 射线及 X射线被接收和处理的能量范围。能窗可以用能量的范围(如120~160keV)或能量峰值的百分比(如140keV的20%)来表示。当以百分比表示时,要注明特定的能量峰值,而且窗总是以能量峰值为对称中心的(如140keV 20%窗等同于一个126~154keV的窗)。

中心视野(CFOV):有效视野向所有方

* 中国医学科学院肿瘤医院核医学科(北京,100021)

向收缩到 75% 的区域

次级标准 (Class standard): 表明特定参数的值,或 γ 相机给定型号或序号的特定性能的典型特征值。次级标准的测量是对某一给定类型通过有限的测试仪器来实现的。

探头 (Detector): 闪烁相机的一个组成部分。探测入射的 γ 射线,用于显像和计数

微分线性 (Differential linearity): 在一定距离内,位置畸变或位移的程度

微分均匀性 (Differential uniformity): 均匀入射的 γ 射线在整个探头视野内单位面积计数密度的变化。

数字分辨率 (Digital resolution): 象素大小,用于模拟数据取样

能量分辨率 (Energy resolution): γ 相机对探测到不同能量 γ 射线的辨别能力。

半高宽 (FWHM): 点源或线源扩展函数峰值两侧下降到 50% 处两点间的宽度。

十分之一高宽 (FWTM): 点源或线源扩展函数峰值两侧下降到 10% 处两点间的宽度。

积分均匀性 (Integral uniformity): 有效视野内,均匀入射的 γ 光子在闪烁探头上大面积内最大计数密度的变化

输入计数率 (Input count rate): 在系统没有“死时间”的情况下,被能窗接收到的闪烁事件数 与观察计数率相同。在低计数率状态(如小于 4000cps),由于因“死时间”造成的计数丢失可以忽略不计,接收到的计数率与所观察到的计数率视为等同。

固有特性 (Intrinsic): 用来描述排除外围设备如准直器和显示设备的影响后,闪烁相机本身的性能参数

线性插值法 (Linear interpolation): 已知一条直线上两个值,求其中间值的计算方法。

线性 (Linearity): 进入探头的光子的真实位置与探测位置之间的位置畸变和位移的关系

观察计数率 (Observed count rate): 单位时间内闪烁相机的计数电路记录到的 γ 光子数

性能标准 (Performance standard): 表示适合每台 γ 相机的,且必须达到的测试指标。

光电峰 (Photopeak): 表示探头吸收所有光子能量的总和所产生的特性能量分布。

象素 (Pixel): 在数字存储器中,存储图像值的图像单元,表示在一个已知 (x, y) 坐标位置上, (x, y) 所限定的坐标区域。

散射 (Scatter): 由于介质(如水、有机材料和组织)与射线的相互作用,损失部分光子能量的现象。

灵敏度 (Sensitivity): 单位放射性活度所对应的观察计数率

空间分辨率 (Spatial resolution): 表示闪烁相机能准确地分辨出空间位置上两个分隔的放射源的能力。

能谱 (Spectrum): 探测到的 γ 射线计数与相应的 γ 射线能量的关系图。

标准差 (Standard deviation): 某一分布参数变化的统计学指标。在正态分布中,68% 的观察结果都在平均值正负 1 个标准差的变化中。

系统 (System): 表示在临床工作状态下带有准直器及机器框架的 γ 相机探头,用来表示探头的性能。

测试模型 (Test pattern): 当受到某特定 γ 射线源照射时,能投射出自身影像的铅制模型;测试闪烁相机的参数时用来控制输入。

有效视野 (UFOV): 探头用于探测 γ 射线及 X 射线的区域。由生产厂商提供一个区域范围。

1.3 测试设备、条件及结果

1.3.1 源的支持物及放置容器

需要多种放置源的容器,以满足不同测试方法的需要。每个源容器在相关的具体测

试中叙述源容器的制造精度及其材料,对于测试的准确性及重复性至关重要。经过细心的设计,使源的容器尽可能简单,并与测试时的精确度和准确度的要求相一致。

除非特别说明,各个方向的误差应该在10%以内。

1.3.2 放射源

需要多种不同形状和活度的放射源,主要为 ^{99m}Tc 、 ^{57}Co 在一些测试中可替代 ^{99m}Tc 。在多窗空间配准度的测试中要用 ^{67}Ga 。

在多晶体的一些测试中推荐用 ^{241}Am 点源。一般讲,如果所用的放射性核素能清晰地反映测试,也可用其来替代。应该注意的是,此处举出的一些源,应用时需要特别的执照。

1.3.3 测试条件

所有的测试应在与临床应用条件相一致

的情况下进行,并进行适当的校正:能量、线性和均匀性校正及正常计数率状态。

如果已有视野均匀性、能量或线性校正的话,所有的测试应在这些校正电路的基础上进行,并标明结果。所用的能窗也需指定。

任何附加测试,与上述测试条件或参数有变异的情况时,应分别说明,变异度应明确地指出。

如果为了质量保证(QA)或其它原因,制造商应用了本标准以外的放射性核素,应该阐明实际所用核素与标准测试所用的核素间的示踪能力的差异。

1.3.4 报告格式

报告特定的标准测试时,应标明“最差值”、“比较……好”、“最好”。在次级标准中,应报告测试项目的典型值。

单晶体闪烁相机测试方法:性能标准

佛山市第一人民医院核医学科(广东,528000) 贺小红译 陈盛祖*审校

摘要:这是NEMA标准的第二部分。包括:①单晶体闪烁相机固有空间分辨率测试方法;②单晶体闪烁相机固有空间线性测试方法;③单晶体闪烁相机固有能量分辨率测试方法;④单晶体闪烁相机固有泛源均匀性测试方法;⑤单晶体闪烁相机多窗空间配准度测试方法。

关键词:单晶体闪烁相机 固有性能 NEMA标准

2.1 固有空间分辨率

固有空间分辨率应作为机器的一项性能标准来测试。

2.1.1 测试条件

测试所用的核素为 ^{99m}Tc 。在不影响点源到探头的射线通量的条件下,放置放射源的容器应对墙壁、天花板和工作人员屏蔽,如图2-1所示。分析器的窗宽应在光电峰20%中心处。通过能窗的计数率不超过20kcps。

2.1.2 测试设备

测试设备由贴近晶体并覆盖整个视野的铅栅模型构成,模型内开有若干宽1mm的平行线槽,相邻两条线槽中心之间的距离为30mm(见图2-2,该图为一矩形铅栅的几何形状)。对于 ^{99m}Tc ,铅屏蔽的厚度要求为3mm。

2.1.3 测试步骤

将平行线槽铅栅置于相机探头上,线槽中心垂直于测量轴。点源须位于测试模型正中上方,其与模型之间的距离至少为UFOV范围内最大直线长度的五倍以上。垂直于线

* 中国医学科学院肿瘤医院核医学科(北京,100021)