

医疗保健领域的辐射剂量学： 扩大全球网络的所及范围

IAEA 和 WHO 联合采取措施
改进医院和放疗中心的质量保证服务

Peter Nette 和
Hans Svensson

早在 1968 年,在加拉加斯召开的一次国际专家小组会议上,人们就听到了一些令人不安的消息:在整个拉丁美洲,日常使用的钴-60 放射治疗设备有 50 多台,而合格的医学物理学家只有 5 位,根本没有从事仪器校准的实验室。这就是说,没有相应的体制能确保接受放射治疗的患者所受剂量的准确性。

加拉加斯会议是由国际原子能机构(IAEA)和世界卫生组织(WHO)联合召集的。会上的这些消息促使人们制订了一项行动计划,以便不仅在拉丁美洲而且在世界所有地区改善这种状况。

这项计划有 3 个组成部分:(1)为发展中国家的医院建立 IAEA/WHO 剂量比服务,帮助它们监测和修正治疗剂量;(2)建立 IAEA/WHO 剂量学实验室网,帮助有关国家使放射治疗中心的辐射测量标准化;以及(3)通过 IAEA 提供辐射剂量学方面的培训。

今天,这三个组成部分正在全世界实施,对于支持各国在改善接受放疗患者的治疗条件方面的努力,正在起着重要作用。

本文将从全球的角度回顾已取得的进展和仍然存在的问题。还将讨论为达到下述这一艰巨目标需要采取的措施,即建立一个世界范围的、把校核每年接受放疗的数以百万计患者所受剂量包括在内的质量

保证计划。

剂量学方面的服务和网络

恶性肿瘤就是癌,它将侵袭我们中的许多人。在工业化国家,一般有 20—30% 的人身患癌症。目前,发展中国家的这个比例从总体上看要低一些,主要是因为发展中国家人民的预期寿命较短。但这种状况很可能会随着早死原因的减少而改变。

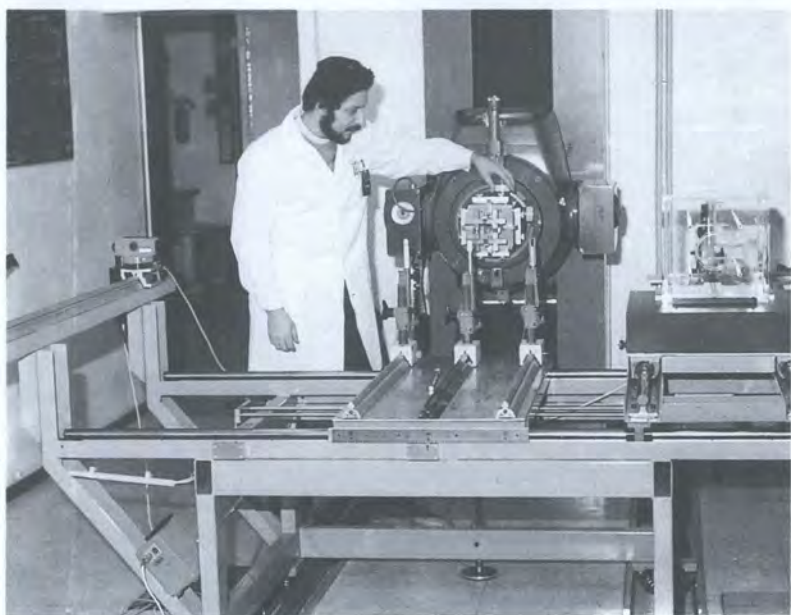
癌的治疗方法包括手术、化疗和放疗,或者是这三种方法的组合。在许多国家中,有 50—60% 的癌患者会接触到放疗,它们或作为治疗手段,或作为减轻疼痛的手段。

对于以治疗为目的的放疗来说,最重要的是将辐射集中到实质癌及其周围组织处,包括所谓的癌细胞微观扩散。辐照效应依赖于传给肿瘤或健康组织的辐射能量的多少——即肿瘤或组织的吸收剂量。由于水吸收辐射的方式与组织吸收辐射的方式相似,因此已经商定用水的吸收剂量作为描述辐照的物理量。必须以可达到的最高准确度测定这个量,并要考虑辐射损伤(破坏健康组织)和辐照效益(消灭肿瘤或控制肿瘤的生长)之间的微妙平衡。确定每一患者的剂量是一种高度专门化的工作,通常要在辐射肿瘤学家的密切配合下由医学物理学家完成。它是以合格的测量和计算技术为基础的。

辐射剂量学领域存在着若干种服务,可以通过各种渠道帮助各国。

IAEA/WHO 的邮寄 TLD 剂量比服务。IAEA 和 WHO 联合给参加医院提供使用

Nette 先生是 IAEA 塞伯斯多夫实验室剂量学股股长, Svensson 先生是 IAEA 人体健康处剂量学科前科长。



在 IAEA 的剂量学实验室中评价已辐照的 TLD(上)和标定电离室(下)。

小型辐射剂量计的比对服务,这种剂量计的学名为热释光剂量计(TLD)。它由封装好的氟化锂粉末构成,由设在奥地利塞伯斯多夫的 IAEA 剂量学实验室制备和标定。

在这种服务中, TLD 连同可拆装的辐照台架被邮寄给 WHO 的各个办事处,由它们分发给发展中国家中参加比对的放疗医院。TLD 在那里按照明确规定的患者治疗条件接受治疗装置发出的钴-60 射线束的照射,直至医学物理学家断定已达到规定剂量为止。TLD 小盒然后被返回到 IAEA 的

该实验室,以便评价其实际剂量。医院标出的剂量与 IAEA 的评价剂量之间的偏差通过 WHO 告知医院。偏差超过 5% 被认为是不可接受的,因而该医院用于治疗患者的辐射束需重新标定。

IAEA/WHO 副标准剂量学实验室网(SSDL)。加拉加斯小组会议的推荐意见之一是要使全世界放疗部门的辐射测量保持一致。在工业化国家,医院通过校准其剂量计实现与国家主标准的一致。遗憾的是,世界上现有的 13 个主标准剂量学实验室(PSDL)的工作负荷已很饱满,无力承担全世界其它数千家医院的标准剂量计的校准工作。因此,各国主管部门都指定各自的 SSDL 提供经认可的校准。

辐射计量学的一个要求是,标准化实验室应定期互相比较其标准。对于各个主标准来说,这种比对的组织工作由设在法国巴黎的国际度量衡局(BIPM)负责。

对于 SSDL 来说,这一要求同样适用,为此 IAEA 和 WHO 于 1976 年建立了一个国际 SSDL 网。它包括技术援助的内容,参加该网的多数发展中国家可据此接受财政资助和专家指导与咨询。今天,这个网已扩展到将近 60 个实验室,其中大多数在发展中国家。其行政和协调工作由 IAEA 和 WHO 分担,IAEA 还负责成员实验室的技术开发。

塞伯斯多夫的 IAEA 剂量学实验室起着该网络中心实验室的作用。许多国家的 PSDL 和某些国际团体——其中包括 BIPM、国际法定计量局和国际辐射单位与测量委员会(ICRUM)——给 SSDL 网的工作提供支持。此外,必要时可向常设的 SSDL 科学技术委员会请教。顾问们和咨询组也可帮助执行特定的项目(如起草技术报告、实施细则和手册等)。

当前的 SSDL 和 PSDL 的全球分布情况表明,多数国家已建立了辐射测量方法标准化方面的基础设施。然而,为了扩大这个网络的所及范围,特别是在非洲大陆,还要继续努力。

IAEA 的剂量学实验室。如前所述,设在距维也纳 30 公里的塞伯斯多夫的 IAEA

剂量学实验室,是 IAEA/WHO 的 SSDL 网的中心实验室。这个实验室的工作范围是:

- 组织各 SSDL 的剂量比对测量;
- 每年完成大约 100 个放疗中心的剂量比对;
- 给来自 SSDL 和医院的标准剂量计出具校准证明;
- 接待 SSDL 工作人员进行现场培训;
- 设计和开发专门供 SSDL 和医院使用的方法和器件;
- 开展国际剂量保证服务业务,为 IAEA 成员国的辐射处理设施服务。

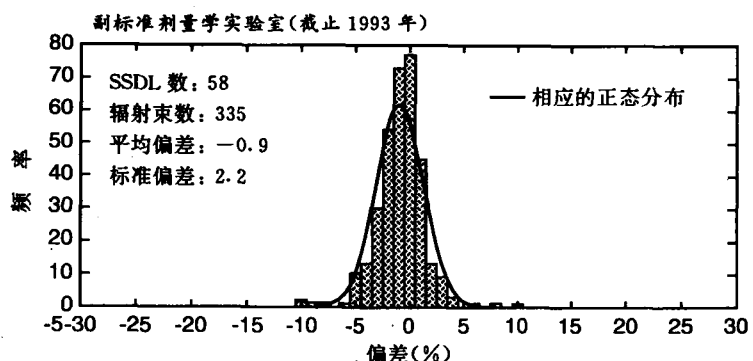
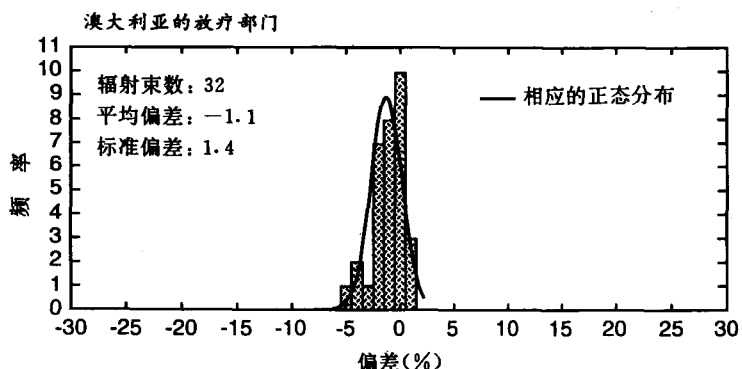
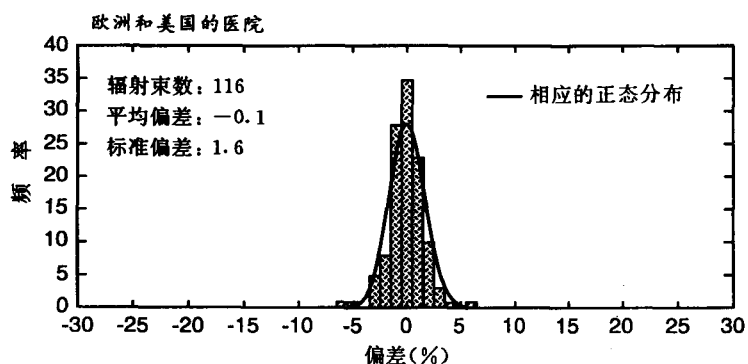
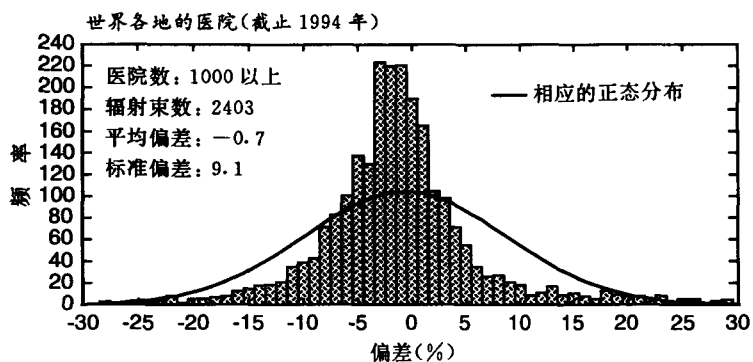
举例来说,该实验室已制备了 80 多批 TLD,以邮寄比对服务的名义寄出并加以评价。这项服务的所及范围已到达发展中国家的约 1000 家医院。

直到 1991 年,所有结果都来自钴-60 的辐照。从那时起,由于发展中国家中安装的医用加速器越来越多,该项服务已经扩充到包括来自此类加速器的 X 射线束。扩大后的这项服务得到了欧洲和美国的 12 个著名放疗中心的医学物理学部门的支持。这些部门给 IAEA 提供评价用标准辐照。组织了两次 TLD 比对,一次有欧洲和美国的 48 家医院参加,另一次有澳大利亚的所有放疗部门参加。(见附图。)它们可被看做工业化国家中有关辐射束校准状况的代表。

1991 年以来,IAEA 的这个实验室一直在给结果长期较差的那些 SSDL 和医院寄送跟踪性质的一组组 TLD,也就是说要求这些 SSDL 和医院反复进行比对测量。到目前为止,SSDL 的所有跟踪测量已表明情况有了改善,得出的结果在给定的容许限值以内。然而,在由发展中国家中的医院完成的跟踪测量中,甚至在进行了第二次跟踪测量之后,许多测量结果仍没有达到令人满意的地步。

在所有的比对测量中,IAEA 自己所进行的工作的质量也是受到监督的。按照 IAEA 的监督程序,一些 TLD 在 BIPM 的国际主标准剂量学实验室和(或)某些国家主标准剂量学实验室中用标准剂量进行辐照,然后由 IAEA 进行评价。结果表明,

由 IAEA 剂量学实验室组织的比对
所获得的结果:频率分布



一项 SSDL 测试计划： IAEA 的一项试点性研究的结果

阿根廷、印度和泰国的 3 个 SSDL，参加了 IAEA 的一项旨在加强放疗领域的质量保证服务的试点性研究。这项研究涉及到这 3 个 SSDL 已顺利通过的一些质量控制测试：

测试 1：要求各 SSDL 校准一组电离室剂量计。然后将它们的校准因子与 IAEA 预先确定的值比较。（泰国的这一测试目前尚未完成。）

测试 2：在比对作业期间，各 SSDL 使用它们自己的及 IAEA 提供的刻度曲线评价来自医院的 TLD。然后比较这些结果。

测试 3：IAEA 以一家“医院”的身份参与由每个 SSDL 组织的全国比对。

测试 4：SSDL 和 IAEA 将一批 TLD 送给这三国的医院进行辐照，IAEA 的 TLD 占 10%，SSDL 的 TLD 只送给本国的医院。SSDL 评价返回的属于它们的 TLD，IAEA 评价其自己的，然后比较这些结果。

IAEA 的 TLD 系统的剂量测量准确度约为 1%，远低于 SSDL 的容许限值(3.5%)和医院的容许限值(5%)。

质量监视网

根据对 IAEA 正在做的一项调查的答复，目前发展中国家中日常使用的钴-60 装置和医用加速器约有 2000 台。此外，在正在安装的加速器中，有越来越多的加速器也能生产治疗用电子束。因此，这项 TLD 服务需要相应扩大，提供电子束校准性检查。但各种设备涉及的范围很宽，超出了人数不多的 IAEA 剂量学实验室的能力范围。

如前所述，结果清楚地表明，发展中国家的辐射束校准工作必须大大改进，以便达到工业化国家的医院和 SSDL 已普遍达到的那种一致。对结果较差的那些单位的跟踪测量，只解决了一部分医院中的问题。因此，需要更多地关注这个问题，同时还应注意现场测量和与医学物理学家商讨。当然，这是由 IAEA 集中控制的质量控制服务所办不到的。

此外，若要使涉及患者治疗的剂量学

质量控制体系有效，一定不能把目光局限于辐射束校准上。它还必须检查从剂量处方到给患者投入剂量的每一个与剂量学有关的环节。只有那样，才能得知给每一位患者的肿瘤投入的剂量达到了所要求的高准确度，也只有那样，各个医疗中心才能分享它们的经验以找出最佳的治疗操作。

目前，欧洲各中心在 IAEA 的配合下正在进行有关一项质量控制计划的试点性研究。这样的计划需要在人体脏器模型中安放剂量计，以模拟患者正在接受放射治疗的情况。为了能覆盖欧洲的所有医院，要求几个参照中心参与 TLD 服务和跟踪已探知的不一致。

为了能在发展中国家实施这个欧洲方案，IAEA/WHO 已对这一方案做了一些修改。这几年中，阿根廷、印度和泰国的 3 个 SSDL 一直在按照 IAEA 的方法运营着它们本国的 TLD 放射治疗服务。因此，已邀请它们使用其 TLD 系统参与这项试点性研究。（见方框。）IAEA 将在这些中心连续监视 TLD 的工作质量，作为朝着世界范围内在吸收剂量的测定方法和吸收剂量测定值的准确度方面实现一致迈出的又一步。

在今后几年中，放疗在癌症治疗中的重要性可望增加，特别是在第三世界。为了引入现代化的治疗技术，有必要改进剂量测定术的准确度。从原则上说，质量保证计划理应确保所有接受以治愈为目的的治疗的患者所受到的剂量与处方剂量之差在 5% 左右。要在 2000 年之前建立起这样的质量保证计划，这确实是项艰巨的任务，因为它必须把校核每年接受辐照的几百万患者的剂量测量结果包括在内。

尽管与这样一种计划有关的多数工作必须分散进行，但由于 IAEA 和 WHO 一直在组织 SSDL 的工作，因而最有条件协调全球的这一努力。在欧洲质量保证网和在 IAEA 成员国中的三个 SSDL 中进行试点性研究，为的是更实际地看一看如何在其他地区的 SSDL 和医院之间建立类似的网。这就有可能产生一个具有大大改善几百万癌症治疗条件的潜力的全球计划。 □