

辐射与改善健康

核技术正以多种方式

帮助各国为 2000 年

达到人人健康的世界目标而奋斗

Mohamed Nofal

简单说来，健康的含意就是没有病。完全没有病是医学科学的最终目标，但现在还达不到。然而，朝这个方向努力的任何计划，都在设法创造防止生病的环境条件，试图及早诊断出疾病，并在疾病真的发生时以费用最低的方法治疗。正如世界卫生组织 (WHO) 说过的那样，与健康有关的核技术应用，在以多种方式帮助各国为 2000 年达到人人健康的目标而奋斗方面，正在起着重要的作用。

在过去 30 年中，国际原子能机构 (IAEA) 设立了许多合作项目和计划，它们涉及的领域主要是：

- 核医学。放射性核素已用来诊断和治病，在医学研究中，用于了解疾病的实质。

- 核分析技术。这些技术用于测定身体内、食物中及环境中的各种痕量元素。与探测体内状况以找出折磨我们的疾病线索的核医学技术不同，核分析技术检测我们直接接触的外部环境，因为外部环境的变化也许是某些疾病的发病原因。

- 辐射生物学。辐射生物学与利用辐射改变外部环境，或利用外部辐射根除疾病有关。例如，医疗用品的辐射消毒能消灭可能危害人类健康、环境中又

Nofal 博士是 IAEA 生命科学处处长。本文供稿人还有该处的 Ramanik Ganatra, Ramendra Mukherjee, Robert Parr 和 Monica Gustafsson。

* 关于 IAEA 在核医学及相关领域计划的更全面的报道，参见 *IAEA Bulletin* Vol.28, No.2 (1986) 和 Vol.25, No.2 (1983)。



图为正在向患者注射一种短半衰期的放射性同位素，以得到有关心率和肺功能的可视信息。(来源：UKAEA)

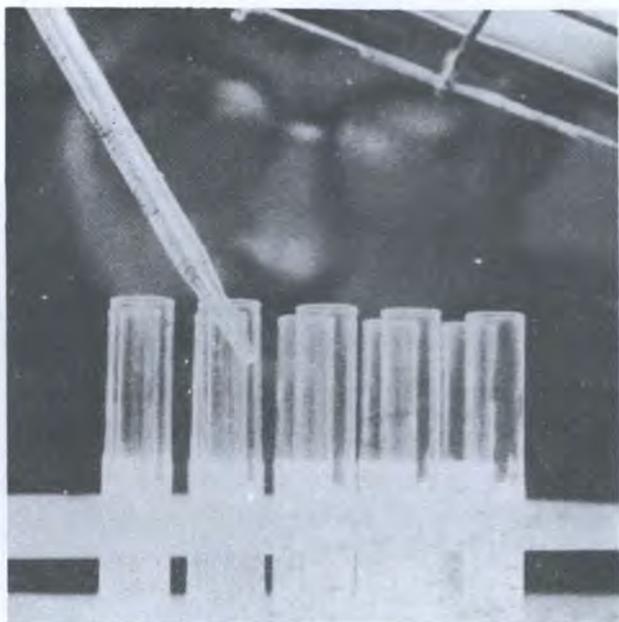
处处存在的微生物。放射治疗的目的在于杀死癌细胞，这些癌细胞在人体内部，但它们是人体所不需要的。

- 剂量学。这是解决辐射剂量可靠测量的科学，这种辐射剂量是为了从内部或从外部改变人体环境而有目的地施加的。

核医学

当今，仅在美国每年就要进行 1000 多万人次核医学诊断检查。进入普通医院的四名患者中，大约就有一人要接受核医学诊断检查。不仅接受核医学诊断的人次每年都有增加，而且诊断检查的种类也在迅速增多。不少发展中国家都在期待着 IAEA 的帮助，希望在他们的一级医院里装备核医学设施，以支助他们所从事的专业性医疗保健服务。已经拥有某种核医学设施的成员国，则要求使他们的核医疗部门升级。今年来自成员国要求对他们的核医学计划进行帮助的申请将近 70 项。

这种需求一方面反映了核医学在向横向和纵向发展；另一方面表现出人们有这样一种愈来愈大的担



放射性同位素被用于示踪患者体液样品中的酶和蛋白质。图为科学家正在制备供医疗放射免疫分析试验用的荧光物质。(来源: E.I. du Pont de Nemours & Co., Inc.)

心, 即这种技术将需要比较昂贵、比较精密的仪器; 所需放射性药物和标记化合物也将变得更复杂、更昂贵而且常常是专卖性的。鉴于核医学的费用在节节上升, 而为了维持它又需要大量的基础设施, 机构有必要通过技术合作支助、研究合同和教育工作, 持续不断地扶植发展中国家的核医学。

体外核医学。这是患者不必服用放射性药物的诊断方法。把放射性标记物质加入到盛有取自患者的各种临床洗脱物的试管中, 以测定在身体内循环着的微量的激素、维生素、营养物和药物。使用免疫反应试剂的放射免疫分析 (RIA) 是其中的主要方法。数百种具有诊断意义的生物物质可用这种方法测定。这是诊断学中最简单、最便宜和适应性最强的方法之一。

机构的活动包括帮助一些国家建立和改进实验室, 并协助他们发展当地的按国家或按地区生产试剂的能力。有一个项目是给亚洲和太平洋地区将近 14 个国家提供分析与甲状腺有关激素用的散装试剂。这种类型的分析在发展中国家中是极普遍的, 用散装试剂代替立即可使用的商业性药盒, 可将每名患者所需费用减少到通常费用的十分之一。一些国家已开始转向应用自己生产的或本地区研制的散装试剂。这种

适合当地的生产技术已逐渐向邻国转让和逐渐在地区内达到自给自足。拉丁美洲国家今年开始实施类似的计划。整个体外分析计划, 在操作的质量管理方面得到了 IAEA 培训活动的有力支持。

机构的其他工作涉及生物工艺学领域的新开发项目, 这些项目已使各种分析操作有了很大的改进。(例如单克隆抗体, 应用磁化的颗粒状试剂而避免离心分离, 以及应用固相分析系统使操作简单快速。) 只要有可能, 该计划就通过协调研究计划来促进这些分析技术的发展。

过去十年中, 这些分析主要用于测定血液中的激素含量。但现在的趋势是增加传染病诊断方面的应用。诊断血清性肝炎和爱滋病 (即获得性免疫缺乏综合症) 的免疫分析已经广泛流传, 目前正在开发能诊断发展中国家中更常见的许多其它疾病的新分析方法。IAEA 支助的研究计划包括开发供诊断疟疾、血吸虫病和结核病用的放射免疫分析方法。

体内核医学。核医学的主要特长是能够应用放射性示踪剂研究各种脏器的功能。最常见的体内应用是脏器显象。病人服用能有选择地定位于某种脏器的放射性药物, 然后用各种显象装置测绘出它们的分布情况。 γ 照相机能在几秒钟内显示出整个脏器, 如果再用上一台计算机, 就可以做各种脏器的序列性动态功能研究。整个显象领域正在迅速地扩大。机构的活动只在少数情况下提供仪器和其它辅助设施。但是, 机构主要通过向有兴趣的成员国提供培训和专家, 帮助它们开发人力资源。由于仪器仪表相当高级相当复杂, 机构便通过讲习班、文件和协调研究计划, 来引起人们对质量控制实践和维修保障的极大注意。IAEA 和 WHO 联合举办过一些科学专题讨论会和研讨会, 已经证明这是情报交换的重要渠道。

放射治疗

对癌症患者进行放射治疗以迅速杀死正在扩散的恶性癌细胞, 这是众所周知的。目前在特定的情况下, 也可将放射治疗与其它物理-化学疗法结合起来使用, 例如与温度 (高温) 或氧张力 (低氧细胞致敏物) 结合, 以便在比较低的辐射剂量下增进临床效果。1986 年, IAEA 和 WHO 联合举办过一次讨论发展中国家放射疗法的国际专题讨论会, 这次会议推动了对医疗保健的这个重要领域的探讨, 并有助于

明确许多国家的需要。* 许多技术合作活动也正在为放射治疗家、放射学家和医疗物理学家创造培训条件，以帮助他们提高癌症的放射治疗水平。

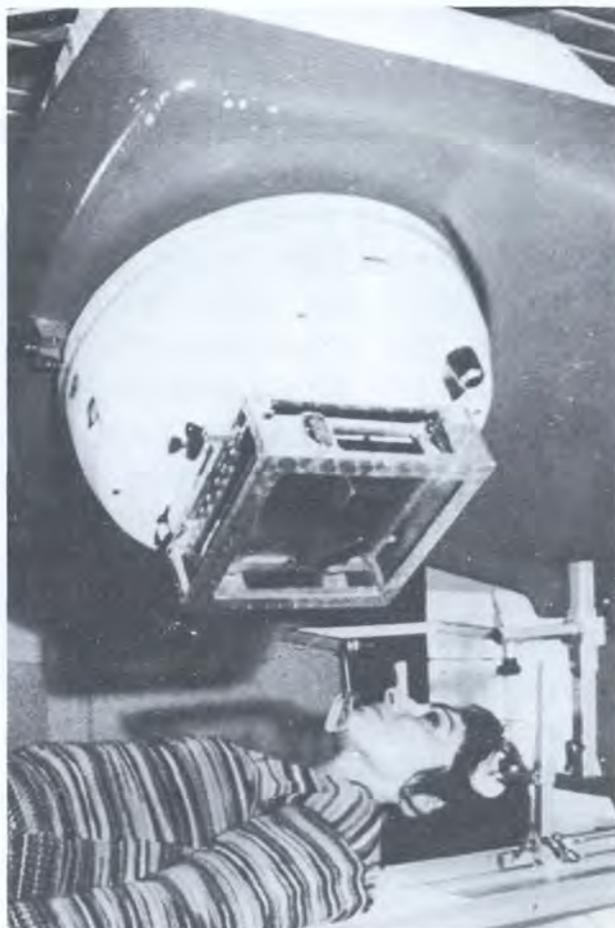
由 IAEA 和埃及政府共同组织的“埃及癌症项目”，是应用放射治疗以符合发展中地区的需求和社会经济条件的一个典型例子。此项目得到了 WHO 的配合和意大利的财政支助，其重点是用人工装入腔内的铯-137 辐射源近距离治疗宫颈癌。这个项目举办的 4 期培训班，对于将这个专业的专门知识传授给来自埃及和其它几个非洲国家的 95 名学员作出了贡献。（机构计划在 1989 年为非洲举行一次有关放射疗法的组织和培训的研讨会）。根据被称为区域性合作协定（RCA）的机构技术合作计划，亚洲及太平洋地区也正在推广放射疗法的应用。在马来西亚举办的一期培训班，就曾吸引了来自 11 个国家的放射治疗和医疗物理学方面的专家。虽然重点是宫颈癌，但 RCA 的这个培训班涉及更广泛的治疗技术，例如采用经典的镭-226 辐射源、新开发的镭-252 辐射源和远距离发射高剂量的“后装式”遥控装置。

核分析技术

人类营养研究。这是核方法能大显身手的一个领域。专家们认为，人类为了保持身体健康，总共大约需要 15 种不同量的痕量元素，例如碘、铁、铜、锌、钴和硒等。机构的计划正在促进这方面的研究工作，以测定不同国家中痕量元素的实际饮食摄入量，并将测定值与推荐的饮食许可量作比较。正在从 12 个工业化国家和发展中国家收集全部饮食样品。这是有史以来第一次，人们正在对被认为具有营养意义的所有微量和痕量元素（总计 24 种）进行营养评估。其中 17 种元素正在利用中子活化分析方法（NAA）进行测定。机构还开发了新的“全部饮食”参考物质，并在 33 个国家的 79 个参加单位帮助下对其中的 22 种元素作了检定。已报道的成果中约三分之一是由 NAA 测定的。初步的成果已经得出了有意义的结论，即在有些国家中，许多重要痕量元素的实际饮食摄入量远低于推荐的饮食许可量。

痕量元素缺乏引起的某些影响可能会急剧地显示出来和扩散开来，例如，仅在亚洲，估计就有 4 亿多

* 该专题讨论会的文件汇编可向 IAEA 购买。汇编代号为 STI/PUB/719。订购办法请看“最新出版物”栏。



外照射束流放射治疗设备。（来源：CEA）

人患有不同程度的缺碘症。但是，大多数痕量元素是以更为复杂且不易察觉的方式产生它们的影响的，仅在最近才有证据表明，痕量元素缺乏症可能比以前认识到的普遍得多。许多国家已在某些经选择的食物中添加碘和铁之类的元素，他们还积极支持添加铜、锌、硒和其它元素的研究工作。

与健康有关的环境研究。这一领域的研究工作也一直集中在使用与核有关的分析技术方面。重点放在有毒重金属（如汞、镉、铅和砷等）的研究方面。例如，已经证明，人的毛发是其中几种元素的环境和职业接触剂量的有用而灵敏的指示器。特别是对汞，据认为毛发能反映全身的含量。其它的研究计划涉及基本的监测方法，用于监测食物中有毒元素含量是否符合国家和国际条例规定的最大容许浓度；监测煤的飞灰和污泥之类的固体废物引起的环境污染。质量控制是这一工作的一个组成部分，并正在通过开发新的参考物质和新的参考分析方法而得到加强。

辐射生物学

发展中国家的医疗中心严重缺少消毒设施，这就是机构正在收到越来越多的要求建立小规模辐射消毒设施申请的原因。在 42 个国家中有 135 台大型 γ 辐照装置，其中 20 台在发展中国家，这 20 台中的大多数是在机构的技术和研究支助下建立的。注射器、针头、柳叶刀、输注管、导管、肠缝线、解剖刀、脱脂棉纱布、绷带、药物，甚至组织移植体等医疗用品是各国的医院均需要的。临床无意中使用了这些受微生物污染的医疗用品，会引起交叉感染，常常危及性命。钴-60 发出的 γ 射线在消毒上是很有效的，甚至能够对带包装的热敏塑料进行“冷”消毒，与传统的氧化乙烯灭菌剂不同，辐射不会给处理过的医疗用品留下任何有害健康的有毒残留物。

辐射生物学也正在用于人类营养研究。IAEA 和粮农组织 (FAO) 联合处，正在支助将核技术用于增加木薯营养价值的协调研究计划。木薯是许多热带国家的主食。

剂量学

IAEA / WHO 网。在计量学领域，只有极少数

几个国家建立了供电离辐射测量用的原标准。《国际米制公约》的成员国有可能将他们的本国测量标准与国际度量衡局 (IBWM) 的标准进行比较，或要求对他们次级标准进行校准。但是，参加该公约的 47 个成员国中，仅有半数左右有供剂量测量用的本国标准。由于电离辐射的应用已遍及全球，因而需要采取行动以解决由于缺乏适宜的校准设施所引的问题。因此，IAEA 建议应建立一些剂量仪校准实验室，其工作应能得到现有的原标准实验室的支援，并由 IAEA 和 (或) WHO 加以协调。这个次级标准剂量学实验室 (SSDL) 网是在过去十年中特别为发展中国家建立的。目前，这个网的成员实验室数已增加至约 60 个，其中 46 个在发展中国家。

大多数 SSDL 业已建成，可提供校准服务，并推动了放射治疗和辐射防护剂量学的质量保证工作。随着放射治疗应用范围的扩大，准确测量辐射剂量的要求必将提高。虽然无论是辐射防护还是环境辐射监测中所遇到的那种极低水平的剂量测量，对准确度的要求都不高，但切尔诺贝利事故后的经验已经表明，测量低剂量的剂量仪需要更好地校准，其可靠性也需进一步提高。为此已开始实施一项 SSDL 的质量保证计划。用现有的设施，就能确保对不同时间、不同场所



科学家正在观察单克隆抗体生产过程中的细胞培养情况。(来源：E. I. du Pont de Nemours & Co., Inc.)

核技术可用来判断和治疗甲状腺瘤。缺乏痕量元素碘能引起这种瘤。甲状腺功能可借助于有关激素的体外分析办法来估计；而它的解剖学和病理学的诊断，可用体内方法例如闪烁显象法来实现。当需要治疗时，有些甲状腺瘤可能适合于放射治疗。（来源：SEARO Regional Health Papers No. 10, World Health Organization Regional Office for South-East Asia, New Delhi, 1985.）



得出正确的结论。机构设在塞伯斯多夫实验室的剂量学股，是SSDL网的中心实验室。（有关该股工作的更详细情况，请参看《塞伯斯多夫实验室》一文）。

放射疗法的剂量比对。自1970年以来，放射疗法的邮寄剂量比对服务一直是由IAEA和WHO共同承担的。热释光剂量计（TLD）先在IAEA制备和标定，然后通过WHO邮寄给发展中国家的参加医院。这些剂量计在规定条件下照射到医院实验室确定的指定剂量。当它们返回至机构实验室后，对TLD作出评判，并将过高的偏差、产生偏差的可能原因和建议应采取的措施，通过WHO通知参加者。每年约邮寄出200套剂量计，其中约有100—150套剂量计返回并被测定。总计有650所医院得到过这种服务。平均说来，其中70%的医院的测量偏差在±5%以内，在70年代时只有60%的医院达到这个水平，

这无疑是一个进步。不过，据说此值达到90%是现实的，因此，在相当长的时间内仍需这种服务，并将这种服务扩大至所需的所有辐射性质，包括使用人体模型的服务。

高剂量的标准化和剂量保证服务。IAEA已开展高剂量辐射的“国际剂量保证服务”（IDAS），使剂量测定法成为辐射处理中的一种质量控制措施。 γ 和电子辐射的吸收剂量为10戈瑞至10千戈瑞的商业性和非商业性的辐照设施，均被邀请参加这种服务。自1985年6月以来，已为18个国家的27台辐照设施进行了200多次剂量核对。总的说来结果都很好，但总偏差在-20%到+24%之间。人们希望辐射处理剂量测定法的标准化，能为管理部门审批辐照产品提供判别依据，并为自由贸易提供国际出关放行的根据。



历史图片……



IAEA 的流动放射性同位素实验室，在 60 年代起过巡回培训中心的作用，在其访问过的国家中曾引起强烈的兴趣。图片所示为该实验室停放在墨西哥瓜纳华托大学时的情景。



IAEA 一直在包括尼日利亚在内的许多国家中支助利用辐射技术的昆虫防治项目。在尼日利亚实施的昆虫不育技术 (BICOT) 项目，已使目标农业区的采采蝇得到根除。这个与粮农组织 (FAO) 合办的项目最近已进一步扩大。



在 60 年代，约有 20 个国家根据一项研究项目把稻粒和植物秸秆样品送至 IAEA 的塞伯斯多夫实验室，以便用核技术分析肥料的利用情况。



1966 年，设在牙买加的英国研究委员会热带生物代谢作用研究所，使用由 IAEA 提供的设备研究过儿童营养不良症。



自 70 年代以来，IAEA 和世界卫生组织 (WHO) 一直在支助一个实验室网，以便帮助医疗、工业和其他目的的各种辐射应用获得可靠的剂量测量。图片所示是厄瓜多尔次级标准剂量学实验室 (SSDL) 中的一位技术员正在工作，该实验室是 IAEA / WHO SSDL 网中的 50 多个实验室之一。

在过去 30 年中，培训核技术应用方面的年轻科学家，一直是 IAEA 服务项目的重要组成部分。图片所示是乌干达坎帕拉的马凯雷 (Makerere) 大学的一名学生正在向机构的一位科学家请教。

