IAEA BULLETIN

国际原子能机构通报

国际原子能机构旗舰出版物 | 2019年9月

在线阅读：
www.iaea.org/bulletin



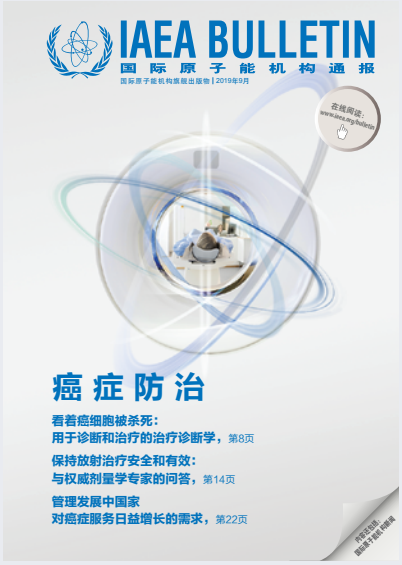
癌症防治

看着癌细胞被杀死：
用于诊断和治疗的治疗诊断学，第8页

保持放射治疗安全和有效：
与权威剂量学专家的问答，第14页

管理发展中国家
对癌症服务日益增长的需求，第22页

内容还包括：
国际原子能机构新闻



《国际原子能机构通报》

主办单位

国际原子能机构新闻和宣传办公室

地　　址：维也纳国际中心
PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

电　　话：(43-1) 2600-0

电子信箱：iaeabulletin@iaea.org

执行编辑：Nicole Jawerth

编　　辑：Miklos Gaspar

设计制作：Ritu Kenn

《国际原子能机构通报》可通过以下网址在线获得：

www.iaea.org/bulletin

《国际原子能机构通报》所载的原子能机构资料摘录可在别处自由使用，但使用时必须注明出处。非原子能机构工作人员的作品，必须征得作者或创作单位许可方能翻印，用于评论目的的除外。

《国际原子能机构通报》任何署名文章中表达的观点不一定代表原子能机构的观点，原子能机构不对其承担责任。

封面：国际原子能机构Anna Schlosman

请关注我们

IAEA

国际原子能机构（原子能机构）的使命是防止核武器扩散和帮助所有国家特别是发展中国家从核科学技术的和平、安全和可靠利用中受益。

1957年作为联合国下的一个自治机构成立的原子能机构是联合国系统内唯一拥有核技术专门知识的组织。原子能机构独特的专业实验室帮助向原子能机构成员国传播人体健康、粮食、水、工业和环境等领域的知识和专门技术。

原子能机构还作为加强核安保的全球平台。原子能机构编制了有关核安保的国际协商一致导则出版物《核安保丛书》。原子能机构的工作还侧重于协助最大限度地减少核材料和其他放射性物质落入恐怖分子和犯罪分子手中或核设施遭受恶意行为的风险。

原子能机构安全标准提供一套基本安全原则，反映就构成保护人和环境免受电离辐射有害影响所需的高安全水平达成的国际共识。这些原子能机构安全标准的制定针对服务于和平目的的各种核设施和核活动，以及减少现有辐射风险的防护行动。

原子能机构还通过其视察体系核查成员国根据《不扩散核武器条约》以及其他防扩散协定履行其将核材料和核设施仅用于和平目的的承诺情况。

原子能机构的工作具有多面性，涉及国家、地区和国际各个层面的广泛伙伴的参与。原子能机构的计划和预算通过其决策机关——由35名理事组成的理事会和由所有成员国组成的大会——的决定来制订。

原子能机构总部设在维也纳国际中心。外地和联络办事处设在日内瓦、纽约、东京和多伦多。原子能机构在摩纳哥、塞伯斯多夫和维也纳运营着科学实验室。此外，原子能机构还向设在意大利的里雅斯特的阿布杜斯·萨拉姆国际理论物理中心提供支持和资金。

癌症防治行动十年

国际原子能机构代理总干事科尔内尔·费卢塔

癌症是去年近1000万人死亡的原因。与癌症有关的死亡人数正在上升，发展中国家受到的打击尤其严重。

多年来，国际原子能机构一直致力于改善发展中国家获得核医学（包括诊断成像）、放射治疗和剂量学的机会。在过去十年中，在已故总干事天野之弥的领导下，帮助各国应对癌症负担成为原子能机构的优先领域之一。支持各国向越来越多的患者提供全面的癌症护理和更好的放射治疗服务，成为原子能机构的一个关键战略目标。

虽然仍有近60个国家的不到四分之一的患者能够获得放射治疗，但在过去五年中，至少有20个发展中国家获得放射治疗的机会显著增加。

其中一些国家受益于原子能机构的支持。我们的重点是传播知识和专业知识。我们为放射肿瘤学家、医学物理学家、放射学家和其他专业人员提供培训。我们还帮助各国获得设备。

原子能机构通过质量控制服务帮助确保患者的安全。在过去的50年里，我们进行了13500多次的剂量学审核，帮助世界各地2300多家机构确保患者接受正确剂量的辐射。

2015年，世界各国领导人通过了“联合国可持续发展目标”，其中包括到2030年将癌症等非传染性疾病的死亡人数减少三分之一的关键目标。核科学技术可以为实现这一目标作出重大贡献。

本期《国际原子能机构通报》比较深入地研究了世界范围内利用辐射防治癌症情况和原子能机构的作用，概述了癌症的生物学、诊断和治疗（第4页），并着重介绍了最近的重大进展，如图像引导近距离放射治疗（第10页）和治疗诊断学（第8页），包括新型放射性药物的生产（第6页）。

虽然辐射在我们如何防治癌症中起着关键作用，但安全对于它的有效使用至关重要。由原子能机构和世界卫生组织协调的剂量学实验室网络正在帮助专家确保辐射剂量可靠地符合国际标准，并且安全有效（第27页）。原子能机构的安全标准在帮助卫生当局建立癌症护理服务方面发挥着核心作用（第12页）。原子能机构开发的创新和具有成本效益的教育工具帮助各国超越地理和资金的限制，建立一个训练有素的国家专家（如放射肿瘤学家和医学物理学家）库（第24页）。

获得癌症护理需要建立有效的国家癌症防治系统。一些国家与原子能机构合作，通过其法律法规（第16页），而另一些国家则寻求援助，制定所谓的“银行可承兑文件”，使它们能够从贷款机构筹集资金（第18页）。许多国家还向原子能机构寻求培训、设备和专门知识（第22页）。

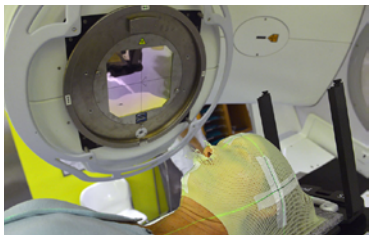
2019年9月的“科学论坛”将评估原子能机构在过去十年中对癌症防治的贡献。在为期两天的四次会议中，来自世界各地的主要科学家和专家以及原子能机构专家将回顾与建立和提供核与辐射医学以对抗日益加重的癌症负担有关的成功和挑战。我邀请您关注在线会议文集：www.iaea.org/scientific-forum。



“支持各国向越来越多的患者提供全面的癌症护理和更好的放射治疗服务，成为原子能机构的一个关键战略目标。”

—国际原子能机构代理总干事科尔内尔·费卢塔

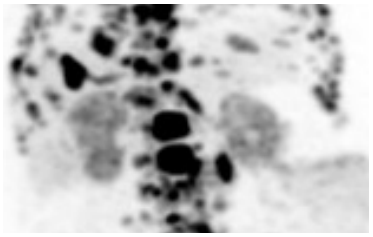
1 癌症防治行动十年



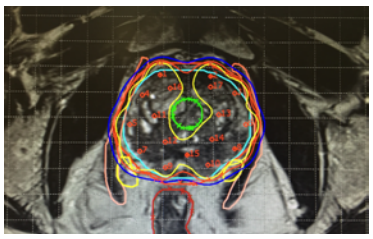
4 癌症、核医学、放射治疗和生物学：综述



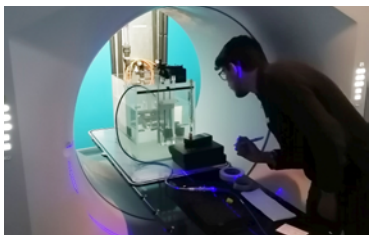
6 国际原子能机构助力治癌放射性药物在亚洲的发展



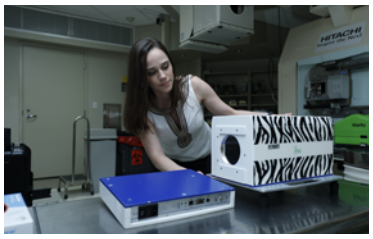
8 看着癌细胞被杀死：用于诊断和治疗的治疗诊断学



10 癌症治疗的新愿景：图像引导近距离放射治疗



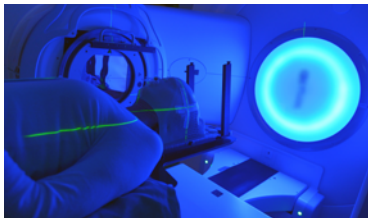
12 安全利用放射治疗日益强大的力量



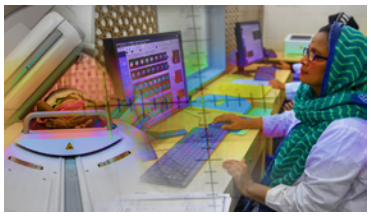
14 保持放射治疗安全和有效：与权威剂量学专家的问答



16 放射治疗癌症背后的法律：打开治疗大门



18 从规划到供资：银行可承兑文件与尼日尔第一个放射治疗装置



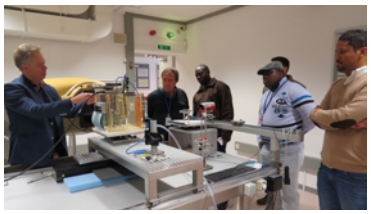
20 孟加拉国的癌症防治取得重大进展



22 管理发展中国家对癌症服务日益增长的需求



24 利用移动和在线技术重构癌症护理和教育



27 精准的剂量测定促进优质的癌症护理

世界观点

29 辐射在抗击癌症中需要发挥更重要的作用
文/ Mack Roach

30 癌症防治行动十年
文/ Cary Adams

国际原子能机构最新动态

32 当前和未来的核能领导人发出采取创新行动呼吁

33 中国通过利用核技术的试点研究成功抑制了蚊虫数量

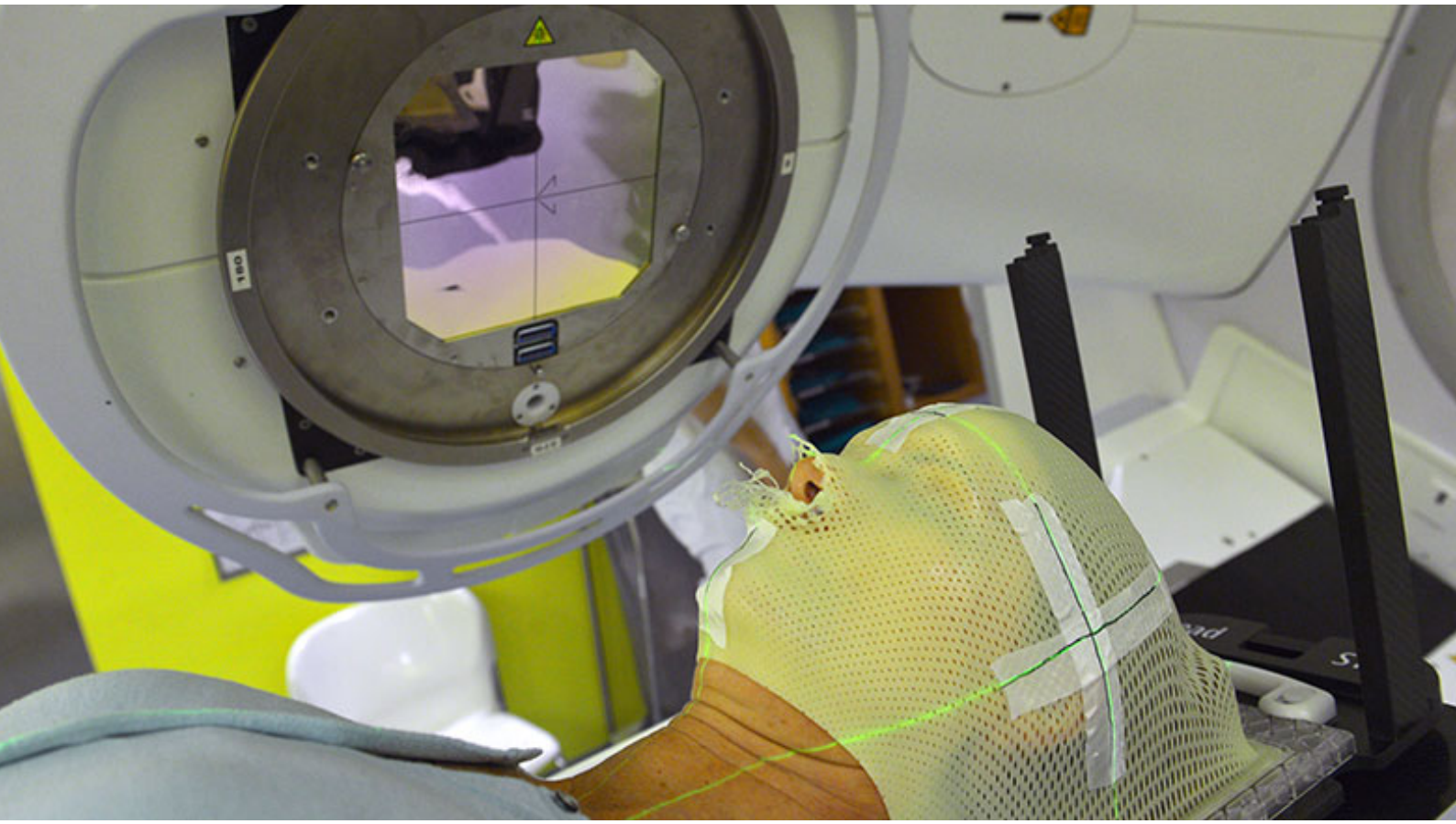
34 使用在线工具全面浏览国际原子能机构安全和安保出版物

35 原子能机构核知识管理短训班为700多名专业人员提供了培训

36 出版物

癌症、核医学、放射治疗和生物学综述

文/Nicole Jawerth



放射治疗面罩保持患者头部不动，以确保治疗过程中辐射始终准确地击中精确的靶区。（图/国际原子能机构D. Calma）

曾经被认为是无法控制和致命的癌症，现在可以利用核医学和放射疗法进行更早的诊断和更有效的治疗，为患者提供更好的生活质量，并且对许多患者来说，还有很大的治愈可能性。这些发展可归功于技术研究和创新的进步，它们变得越来越容易获得。

但癌症仍然是一种在全球范围内呈上升趋势的疾病，2018年夺去了960万人的生命，这一数字预计还会增加，预计2040年全球死亡人数会达到1630万人。

癌症发生时，体内细胞异常和无法控制地生长和分裂，往往形成称作肿瘤的团块。肿瘤可以用小剂量的辐射来诊断，然后用更高的剂量来治疗。确定肿瘤的类型及其大小、部位和扩散范围，对于选择适当的治疗方案至关重要，例如是单独采用手术、放疗、化疗或免疫疗法，还是联合使用这些方法。在适合采用放射治疗时，必须仔细选择所需的剂量，并用经过精确校准的设备将剂量传递到肿瘤部位，以最大限度地提高治疗过程的有效性，同时将危害降至最低。对所吸收的辐射剂量进行测量、计算和评估的科学称为剂量学（见第14页）。

核医学

核医学是医学的一个分支，涉及使用放射性药物诊断和治疗诸如癌症

这样的疾病。

放射性药物的选择基于要评估的癌症的部位和类型，以及它们是否用于诊断、治疗或两者兼而有之。放射性药物选定后将其注射、吸入或摄入患者体内。一旦进入体内，它就会寻找并聚集在癌细胞附近或内部，从而可以评估肿瘤部位或靶向放射传递。在已知的一段时间内，放射性药物会失去放射性。

诊断时，将含有极少量放射性物质的放射性药物（称为“示踪剂”）引入体内。在这种示踪剂在癌细胞内或癌细胞附近聚集起来后，使用专门的照相机检测所释放的辐射，然后生成显示患者体内病情的精确图像。这些图像有助于医疗团队了解患者的病情并制定治疗计划。在整个癌症护理过程中可以拍摄图像，以监测病情并对护理方案进行相应调整。

治疗时，选择放射性物质含量较高的放射性药物。这种示踪剂将射线聚集并传递到癌细胞，对癌细胞进行破坏并杀死。

在有些情况下，放射性药物既用于诊断又用于治疗。这称为治疗诊断学，是癌症诊断和治疗的最新进展之一（见第8页）。

放射治疗

辐射治疗，或称放射治疗，是由放射肿瘤学、医学物理学和辐射治疗技术方面的专家组成的团队进行的，这些专家接受了用电离辐射照射癌细胞的培训。根据癌症的类型和部位，专家可以使用发射辐射的机器产生的外照射辐射源（如钴-60），或是利用电发出光子辐射的直线加速器。他们还可以将辐射源直接置于肿瘤旁或肿瘤内部，这就是所谓的近距离放射疗法。放射治疗的最新进展之一是图像引导近距离放射治疗（见第10页）。

放射治疗要仔细选择足够强的辐射剂量，以有效地破坏癌细胞中的DNA，同时将对健康细胞的伤害降到最低。在小剂量辐射照射后，癌细胞通常不能像治疗区域内任何正常健康细胞那样有效地修复其DNA损伤。为了利用癌细胞和健康细胞之间的这种生物学差异，一个疗程的放射治疗可以分成多个小剂量在数周内进行，从而以最小的副作用尽最大可能摧毁肿瘤。了解在个别情况下确定最佳治疗方案的参数是称为放射生物学科学的一部分。

全世界每年有1400多万人被诊断出患有癌症。大约一半的癌症患者在治疗过程中的某个时间点接受放射治疗，并且通常与手术和化疗等其他方法结合使用。

国际原子能机构60多年来一直致力于促进放射医学在防治癌症方面的应用和进步。它通过培训和教育专业人员、装备设施和推动专家之间进行科学专门知识转让，支持世界各国发展和维持其国家癌症护理服务（见第22页）。国际原子能机构还协助规划、制定和审查国家癌症防治计划，包括为项目调动资源（见第18页）。



放射性药物是用于诊断或治疗目的、含有放射性物质的药物。（图/国际原子能机构S. Slavchev）

国际原子能机构助力治癌放射性药物在亚洲的发展

文/Miklos Gaspar



巴基斯坦拉合尔核医学和肿瘤学研究所的一位专家在给患者用放射性药物之前检查该药物的质量。（图/拉合尔核医学和肿瘤学研究所）

用于治疗癌症的放射性药物——含有放射性物质的医疗药物——已经在世界许多地区的医疗保健系统扎根，但它们在发展中国家现在才刚刚开始发展。在一定程度上得益于国际原子能机构的一个技术合作项目，这些能够延长患者预期寿命的药物目前正惠及更多的亚洲国家。这包括镥-177-DOTATATE，一种治疗神经内分泌肿瘤的放射性药物，这种肿瘤是致命的胃肠道肿瘤。正是通过该项目，该药物已成功生产，并且目前正在伊朗、约旦、巴基斯坦和泰国进行临床应用。

作为2018年12月结束的这项为期三年的放射性药物生产项目的一部分，国际原子能机构向来自20个国家的放射化学家、放射药剂师和技师提供了支持。他们接受了治疗性放射性药物开发、质量控制和使用方面的培训。在参与国中，已有4个国家在临床实践中使用这些放射性药物，100多名患者接受了治疗。

“这个项目通过引入以前没有的新的治疗方案，对改善癌症患者的管理产生了巨大的影响，”Amer Al-Hourani说，他是约旦皇家医疗服务研究所的放射药剂师，目前已有10名患者在该研究所接受了放射性药物治疗。

“这个项目通过引入以前没有的新的治疗方案，对改善癌症患者的管理产生了巨大的影响。”

—约旦皇家医疗服务研究所放射药剂师Amer Al-Hourani

靶向治疗放射性药物

放射性药物是用放射性同位素制成的医疗药物，放射性同位素通常与生物分子相关联，生物分子可以定向作用于人体内的特定器官、组织或细胞。自20世纪50年代初以来，放射性药物在各种疾病的诊断中的应用越来越普遍，而在治疗方面则用得少一些。随着核医学研究的最新进展，新的放射性核素和放射性药物的开发具有更大的靶向性，这增加了按用户要求制备和将放射性药物诊断和治疗方案结合起来的可能性。

项目参加者学会制备和使用的主要治疗药物是镥-177-DOTATATE。像镥-177-DOTATATE这种靶向治疗

性放射性药物，主要由肽（按一定顺序连接的氨基酸）等生物分子、抗体和化学上用发出β的放射性核素（如镥-177）进行放射性标记的蛋白质组成。

镥-177是首选放射性同位素，因为它在研究堆中生产出来后，存活时间足够长，能够与适当的生物分子连接或标记，送到医院，然后注射到患者体内。

一旦进入体内，生物分子就迅速直接将镥-177带到肿瘤部位，在肿瘤中聚集，然后用射线轰击肿瘤。由于这种分子只瞄准癌细胞，而且镥-177的寿期有限，因此这种技术能够最大限度地提高癌症治疗效果，同时最大限度地减少对人体健康细胞的损伤。它最常用于治疗胃、肠、前列腺和胰腺肿瘤。

如镥-177-DOTATATE等放射性药物的靶向性，使它们成为已通过淋巴系统或血流扩散到多个器官的癌症的有效治疗选择。在这种情况下，通过手术切除原发肿瘤部位是不够的，放射治疗需要将身体的大部分暴露在辐射之下，这使患者处于危险之中。对于免疫系统太弱而不能进行化疗的患者，它们也是首选的治疗方法之一，因为化疗是一种影响患者全身的治疗类型。

治疗患者，延长预期寿命

除了开发和采用镥-177-DOTATATE癌症护理服务，参与该项目的几个国家还一直在扩大他们的治疗诊断能力。治疗诊断是结合使用放射性药物进行诊断和治疗（详见第8页）的一种癌症护理方法。

例如，在巴基斯坦，通过原子能机构的部分资助，15名医生接受了培训并配备了设备，帮助建起了该国的治疗放射性药物服务。巴基斯坦每年新增癌症病例超过17万。

“拉合尔核医学和肿瘤学研究所建设的治疗诊断设施在巴基斯坦首开先河，是一个里程碑式的成就，”巴基斯坦拉合尔核医学和肿瘤学研究所副首席科学家Irfan Ullah Khan说。“虽然（原子能机构）项目已经结束，但我们（现）在巴基斯坦已掌握这项技术，因此我们在继续对患者进行成功的治疗。这真的改变了患者们的生活。”

作为第二阶段的支持，2019年初启动的一个为期三年的原子能机构后续项目协助参与原始项目的国家继续完成许可证申请和全面实施该方法，负责这项活动的原子能机构项目管理官员Mykola Kurylchyk说。

Kurylchyk说：“任何拥有研究堆的国家原则上都可以生产这些同位素，原子能机构致力于将这项技术提供给所有感兴趣的国家。”

从β到α

原子能机构这个项目还旨在帮助各国为使用α发射体作为放射性药物奠定基础。

α衰变发射出具有两个质子和两个中子的氦-4同位素。利用经历α衰变而不是β衰变的放射性物质的放射性药物对癌症治疗更有效，但更难生产。α粒子能量转移水平更高、射程更短。因此它们可以更好地穿透癌细胞，在破坏这些细胞方面的效果是β粒子的10倍。

“在各国掌握了生产和配发β发射体技术之后，更有效的靶向治疗的下一步便是α发射体的生产和使用。”原子能机构专门从事放射性同位素和放射性药物工作的化学家Amir Jalilian说。

原子能机构帮助科威特和泰国的专家掌握了此先进技术，这两个国家各有一家医院现正在利用这种技术进行治疗。得益于后续技术合作项目，一些其他参与国的专家计划在2021年前开始生产和使用α发射体。

看着癌细胞被杀死
用于诊断和治疗的治疗诊断学

文/Elisa Mattar和Nicole Jawerth

利用分子将放射性物质安全地载入人体内，可以帮助医生获得更准确的肿瘤图像，并更有效地清除癌细胞。这种将放射性药物的治疗和诊断用途结合起来的方法称为治疗诊断学。这是癌症护理最新进展之一，也是原子能机构通过技术转让和能力建设帮助向世界各国患者提供的几种方法之一。

“治疗诊断学有可能改变癌症治疗的理念，”黎巴嫩贝鲁特美国大学医学中心放射科临床放射学副教授Mohamad Haidar说。“这是一种非常有效的方法，可以让你看到你所治疗的东西，治疗你所看到的东西。其结果是，与化疗等其他治疗方法相比，患者的生活质量更好，预期寿命更长，副作用也最小。”

“治疗诊断学有可能改变癌症治疗的理念。这是一种非常有效的方法，可以让你看到你所治疗的东西，治疗你所看到的东西。”

—黎巴嫩贝鲁特美国大学医学中心放射科临床放射学副教授Mohamad Haidar

治疗诊断学虽然用于治疗甲状腺癌等一些特殊疾病已有70多年，但在过去的几十年里，它只是刚刚起步；医学和技术的进步带来了新的放射性药物和医疗设备的发展，打开了将治疗诊断学用于治疗前列腺癌、肝癌、胃肠系统癌和神经系统癌等癌症的大门。这包括使用名为镥-177-多塔泰的放射性药物治疗神经内分泌肿瘤（详见第6页）。

虽然治疗诊断学提供了改善患者预后的可能性，但还没有广泛应用；这种方法所需的技能和设施不同于其他癌症护理方法（如放疗、化疗和手术）很容易获得的技能和设施。

“通过原子能机构的支持，世界各国正在核医学和放射治疗方面建设设施和接受培训，并在准备好后安全地过渡到个性化医疗和先进方法，如治疗诊断学和体部立体定向放射治疗，”原子能机构人体健康处处长May Abdel-Wahab说。

治疗诊断学是如何工作的

在某些方面，与其他医用药物一样，治疗诊断学通过与细胞壁上称为受体的蛋白质分子相互作用而起作用。这些受体可以与外部分子结合，如激素和药物，它们激活受体并产生生化或电信号，告诉细胞该做什么，例如停止产生向大脑发出疼痛信号的化学物质。

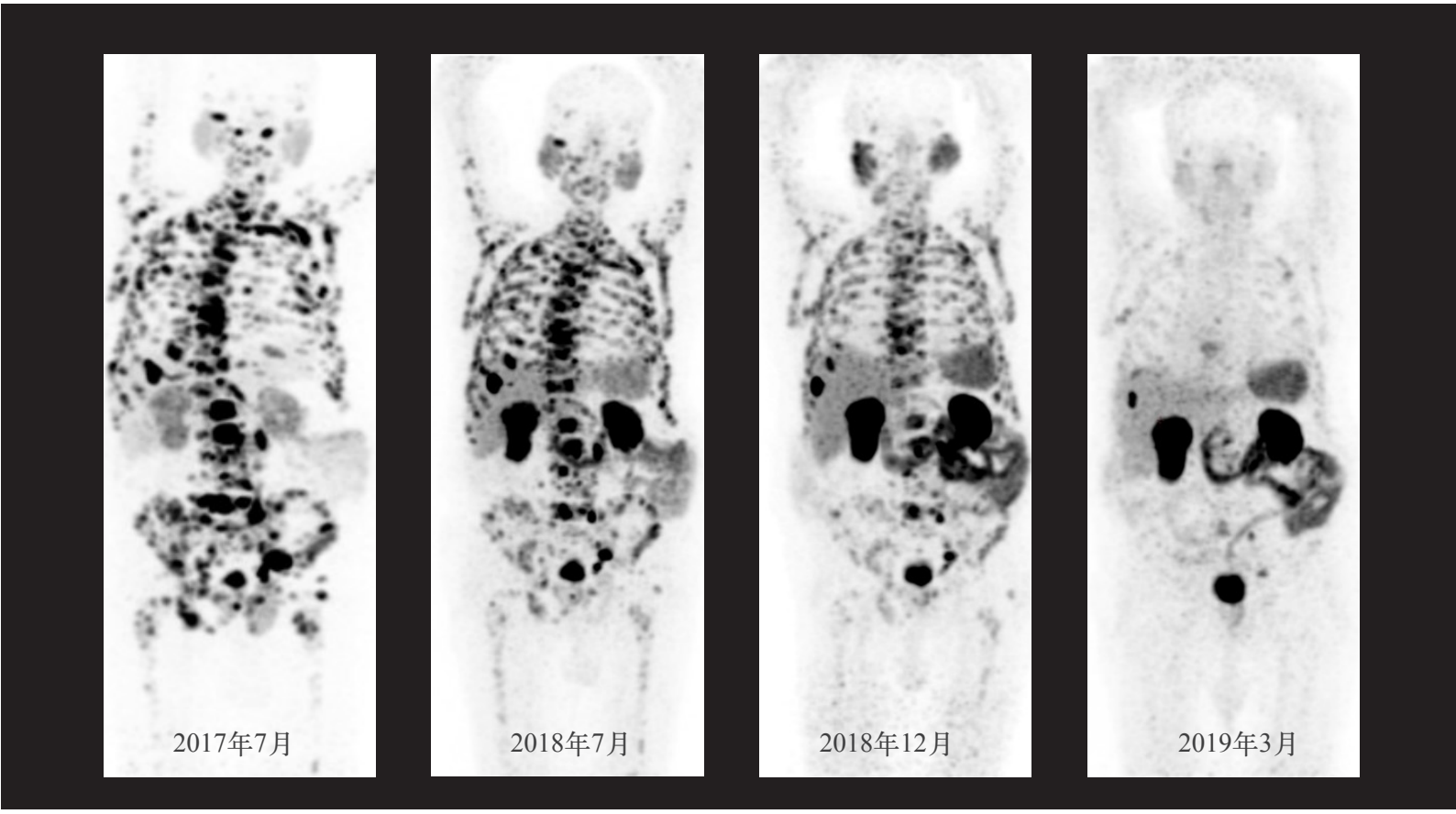
不同的分子被不同类型的受体所吸引。通过知道哪种分子与哪种受体结合，就可以创造出把正确的分子与止痛化学物质联系起来的药物，然后分子把这些化学物质带到正确的细胞受体产生疗效，比如说，停止头痛。

这与放射性药物相同；放射性物质与分子联系起来，这些分子是根据它们在某些癌症出现时如何与身体相互作用而选择的。然后这些分子将放射性物质载到目标肿瘤进行诊断成像或治疗。由于健康细胞没有与靶细胞相同的受体，因此放射性药物会绕过它们而不会损伤它们。

原子能机构核医学和诊断成像科科长Diana Paez说：“通过专注于每个患者具体需求的方法，治疗诊断学提供了从传统医学到个性化和精确医学的过渡；其结果是为合适的患者选择合适的治疗方法。”

先看，再治疗

对于诊断成像，含有少量放射性物质的放射性药物被注入、摄入或吸



入体内，然后通过身体输送到靶区。一旦药物聚集在靶细胞周围或内部，放射性药物所发出的微量辐射就会被一个特殊照相机扫描和检测出来。这样就产生了身体那个部位的图像。

根据诊断成像的结果，医生决定哪种疗法最适合患者。如果治疗诊断学合适，则为该患者选择一种放射性药物，并确定治疗所需的精确辐射量——剂量取决于肿瘤的类型和大小，以及患者的年龄和性别、病情的严重程度和靶器官。一旦放射性药物聚集在癌细胞周围或内部，它所发出的辐射就会破坏并杀死癌细胞，同时对周围健康细胞的伤害也会降到最低。患者通常要进行几次治疗，并拍摄进一步的诊断图像来监测进展。

“我们已经见证了对其他治疗方法来说几乎不可能的治疗诊断学的反映，”Haidar说。虽然目前他们每年只治疗几个患者，但Haidar和他在黎巴嫩的15名专家团队已经开始看到显著的结果。

“例如，我有一个82岁的前列腺癌患者，已经扩散到淋巴结和骨骼，在用其他方法治疗失败后，我们转向了治疗诊断学，”他说。“服用了两剂镥-177前列腺特异性膜抗原后，我们发现肿瘤病变明显减少，然后，在服用了另一种放射性药物锕-255前列腺特异性膜抗原后，几乎完全缓解。”

Haidar解释说，这些只是初步的发现，在治疗诊断学领域还有很多工作要做，以便更全面地了解其影响和潜在范围。他和他的团队计划继续与原子能机构合作，以推进他们的研究，完善他们的技能，并帮助培训该地区的其他人。原子能机构通过其技术合作计划向黎巴嫩提供了培训和捐赠设备，以支持其癌症护理服务的发展。

“未来，我们会看到治疗诊断学将扩展到乳腺癌和肺癌治疗中的应用，”他说。“如果我们能找到一种特别适用于这些很常见癌症的分子，它将对癌症生存率和生活质量产生很大的影响。”

治疗诊断学在对一位已经扩散到淋巴结和骨骼的82岁前列腺癌患者的治疗中取得的进展。治疗诊断学开始时的症状（最左边）到接近完全缓解（最右边）。

（图/贝鲁特美国大学医疗中心）

癌症治疗的新愿景：图像引导近距离放射治疗

文/Elisa Mattar



详细的医学图像有助于医疗卫生专业人员区分肿瘤、健康组织和器官，以确保放射源正确对准治疗部位。（图/ Auna Oncosalud）

技术的进步有助于为图像引导近距离放射治疗等技术铺平道路，这些技术能够带来更好的结果，为患者提供更好的生活质量。

“图像引导近距离放射治疗是一种高度个性化和精细调节的癌症治疗方法，有助于提高多种癌症的生存率，同时降低并发症的风险，”秘鲁Auna Oncosalud医院放射治疗科医学主任Gustavo Sarria Bardales说。“随着全世界癌症病例的增加，图像引导近距离放射治疗的使用为一些常见的癌症，如乳腺癌、前列腺癌和宫颈癌提供了安全、有效和高质量的治疗。进一步开发和实施这项技术，是扩大更多患者获得服务和为他们提供有效护理的大好机会。”

虽然近距离放射治疗（一种使用放射源的内照射放射治疗）100多年来一直是许多癌症的常用治疗方法，但由于医学成像、治疗规划和剂量传送方面的进步，图像引导近距离放射治疗在过去15年才成为可能。

图像引导近距离放射治疗旨在使辐射剂量杀死癌细胞的效果最大化，同时尽量减少周围健康细胞受到照射。它使用详细的三维医学图像来捕捉器官体积的变化，以便根据患者的需要定制和优化近距离治疗。这些图像显示了肿瘤和相关器官的确切大小

和部位，以便医疗团队精确规划并安全地将放射源直接放置在肿瘤旁边或肿瘤内部进行治疗。这种放置可以是临时性的，使用包含源的可拆卸敷贴器；也可以是永久性的，使用称为种子的源，这些源无限期地留在体内，随着时间的推移，种子源会失去放射性，变得无害。

对于某些类型的癌症，如宫颈癌，图像引导近距离放射治疗与体外射束放射治疗相结合，而对于其他类型的癌症，如乳腺癌和前列腺癌，图像引导近距离放射治疗可以用作一种排他性治疗。通过图像引导近距离放射治疗，可使用较高剂量的辐射直接对准肿瘤，这意味着健康组织接受的辐射剂量较低，因为源直接放置在肿瘤内或肿瘤旁边。

然而，原子能机构放射肿瘤学家Alfredo Polo Rubio解释说，将源放入患者体内需要不同学科的专业知识，如手术、成像和外形修整术，以及治疗规划。“这不是‘一刀切’的过程，因为每个患者的身体和每个肿瘤都不同，而近距离放射治疗是一种个性化治疗。将近距离放射治疗与成像相结合，使医疗团队更清楚地看到肿瘤和周围器官，并有助于放置放射源、评估肿瘤反应和更准确地调整辐射剂量。”

虽然图像引导近距离放射治疗因其高成功率而被认为具有成本效益，但它仍然昂贵。这项技术需要昂贵的软件和硬件来完成个性化治疗计划，还需要一支高素质的专家团队，从肿瘤学家到剂量师和放射治疗师，在某些情况下，还需要外科医生，以协助在患者体内放置放射源敷贴器。

世界上许多国家正在与原子能机构合作，发展其癌症治疗服务，并在这些服务条件成熟时采用创新方法，如图像引导近距离放射治疗。通过原子能机构的技术合作项目和协调研究项目，专家们得到培训和设备，以及接触专业网络的机会，以提高他们的专业知识。原子能机构还编制了导则和技术文件，以支持图像引导近距离放射治疗的实施，并指导专业人员从简单的技术过渡到更复杂的技术。

一些国家，如秘鲁，现正朝着图像引导近距离放射治疗的方向发展，以帮助应付日益增长的癌症负担。

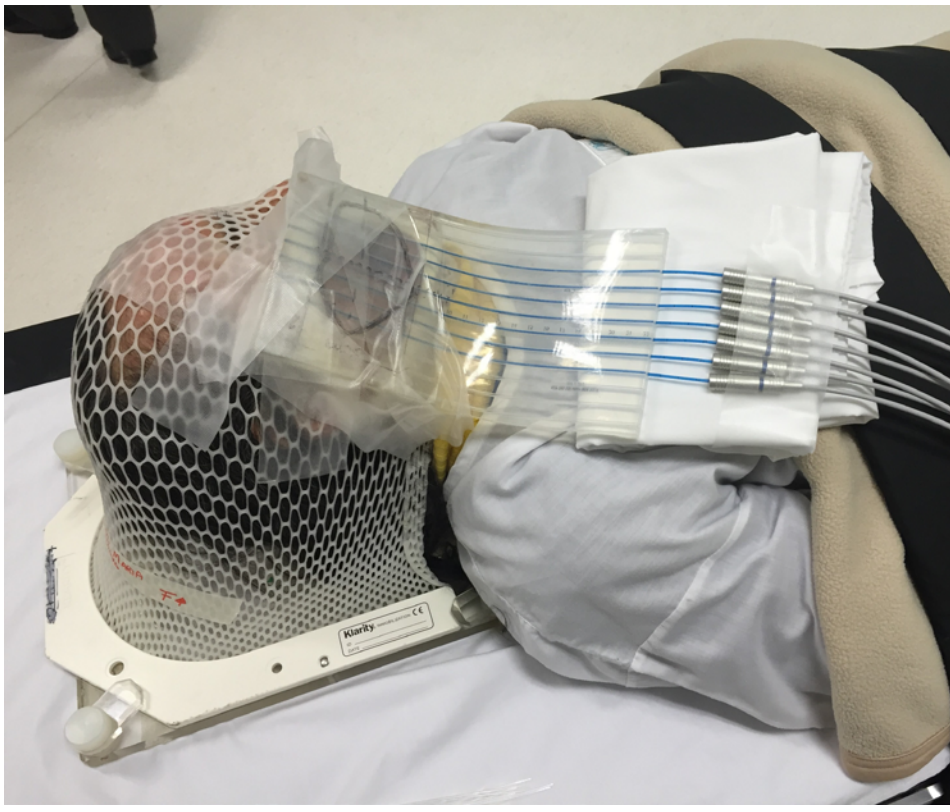
“癌症正在迅速成为秘鲁人的第一死因，而且还在继续增加，”Sarria Bardales说。秘鲁每年约有6.6万人被诊断患有癌症。“卫生系统还没有为这种流行病学转变做好准备，因此需要采用像图像引导近距离放射治疗这样的新解决方案。”

秘鲁已与原子能机构合作30多年，以建立其癌症护理服务。在过去五年中，这种合作包括建设秘鲁在图像引导近距离放射治疗方面的人力资源能力，并使秘鲁专业人员与这一特定领域的国际网络和专家联系起来。

“我们过去仅限于传统的二维和三维近距离放射治疗。现在，我们已经开始使用图像引导近距离放射治疗，并期待看到其使用的全部影响，”Sarria Bardales说。“我们预计，在接下来的十年里，图像引导近距离放射治疗将成为癌症患者的一种更标准的治疗方法，因为它是一种更个性化的方法，成功率更高，使其成为对各种癌症更具成本效益和更适合的治疗方法。”

“我们过去仅限于传统的二维和三维近距离放射治疗。现在，我们已经开始使用图像引导近距离放射治疗，并期待看到其使用的全部影响。”

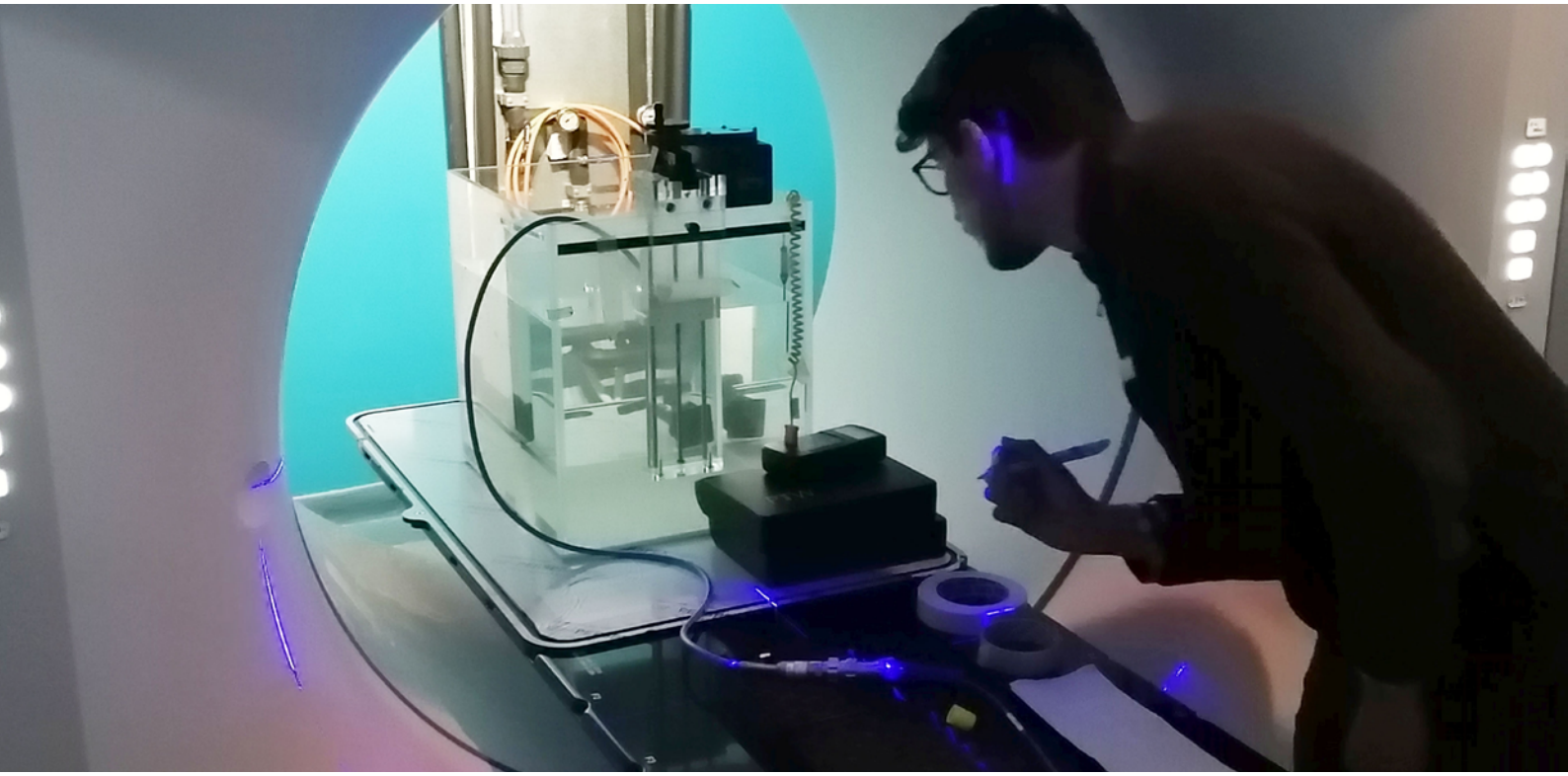
—秘鲁Auna Oncosalud医院放射治疗科医学主任Gustavo Sarria Bardales



近距离放射治疗涉及将放射源放置在患者体内或身上，这可以用线、管子或针头等工具来完成。（图/ Auna Oncosalud）

安全利用放射治疗日益强大的力量

文/Nathalie Mikhailova



专家在准备剂量测定设置，以确保辐射剂量是安全和准确的。
（图/泰吉堡医院）

放射治疗技术的进步使癌症治疗更加有力、更加精确、更容易实施。虽然这对患者意味着新的好处，但也为新的安全挑战打开了大门。

“引进新技术并不是没有风险。每台新机器的问题都有出错的可能性，因为放射治疗专业人员仍在学习机器的实际工作原理。他们不能简单地相信机器会做它应该做的事情。他们需要验证它，最好是通过详细的测试，”开普敦泰吉堡医院医学物理部主任、斯泰伦博斯大学高级讲师Christoph Trauernicht说。

20世纪初以来，辐射在癌症治疗中发挥着越来越重要且愈加不可或缺的作用。辐射治疗，或称放射治疗，是指将非常精确的辐射剂量瞄准肿瘤，杀死癌细胞。为此，可以采用X射线、伽马射线或电子等体外射束，或者采用将放射源放置患者体内或身上的方式。

当今，用辐射治疗癌症的最常用机器是直线加速器，其英文缩写为linac。全世界有超过1.2万台直线加速器在医院运行，且预计其普及率势必增加。

“随着技术的不断进步，安全地提供放射治疗变得更加重要。新技术提高了自动化，允许对辐射剂量进行更复杂的优化，但也需要额外的专业培训和不同的安全系统，以确保患者得到正确的治疗。”原子能机构辐射防护专家Debbie Gilley说。

大约50%的癌症患者在治疗期间的某个时候接受放射治疗。随着新发癌症病例的不断增加，放射治疗的需求也将不断增加。这也意味着，医学物理师和用于他们的辐射防护培训资源将继续在确保辐射医疗的安全有效应用方面发挥越来越大的作用。

原子能机构支持世界各国适应不断发展的技术和安全需求，通过出版导则出版物和情况说明简报、为医疗卫生专业人员和决策者组织研讨会以及与专业学会合作，采取了若干举措，以加强医学物理学领域。

这项工作以原子能机构改善获得高质量放射治疗的总体努力为指导，其中包括协助各国适用原子能机构关于辐射安全的安全标准。这些标准是与世界各国政府和组织密切合作制定的，并由专家定期修订和更新，以考虑到技术进步和新知识。

原子能机构支持了在非洲培训辐射卫生专业人员的工作，使他们能够安全有效地使用新机器，以便扩大成像和放射治疗服务，缩小在获得护理方面的差距。

“在患者获得放射治疗服务方面，南非的情况多种多样。公共部门和私营部门之间的差距很大，有些公共部门的患者要等上几个月才能接受治疗。这便是我们正在努力改变的事情，”Trauernicht说。

泰吉堡医院是南非最大的专科医院之一，每年约有1600名患者在此接受放射治疗。医院在2019年购置了第四台直线加速器。每一台到达该设施的直线加速器在用于患者之前，必须按照安全条例，经过验收测试、调试和许可证审批过程。这包括在专门设计的房间内安装机器、调试治疗规划系统和培训工作人员。

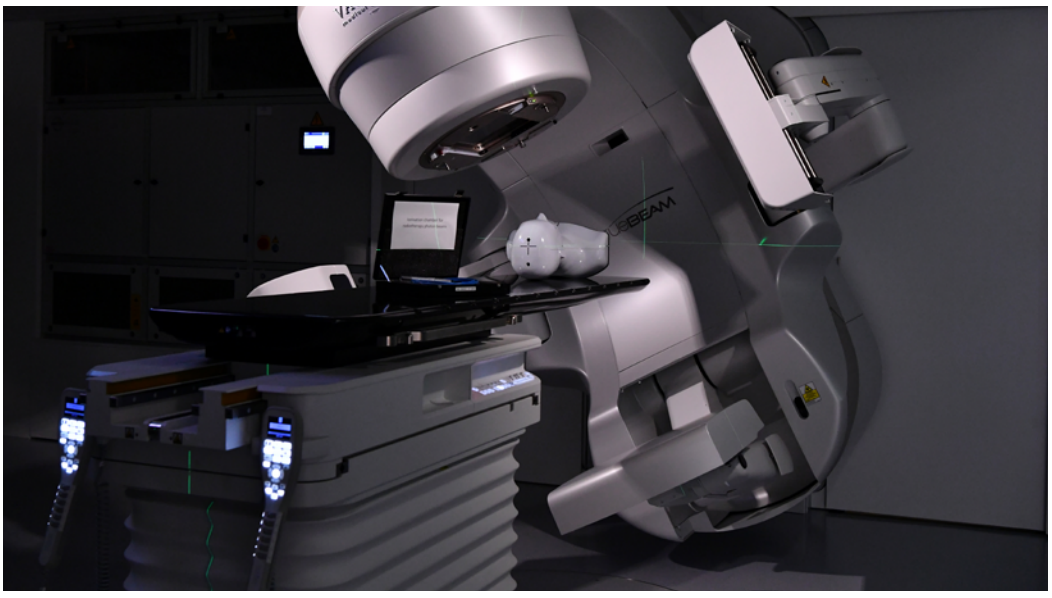
“通过购置新的放射治疗机，以及对我们服务的其他改变，我们希望缩短患者等待时间，可能缩短治疗时间，从而能够更快地接待患者。当然，也需要有足够的工作人员，”Trauernicht说。

但是推进放射治疗本身并不是辐射安全的唯一方面，Trauernicht补充说。“拥有一个强有力的国家监管机构是在制度层面确保实施安全的关键。在南非，我们有国家医学物理、放射照相、肿瘤学、放射学和核医学医师等许多国家学会，它们在确保安全方面都发挥着非常重要的作用。它们正试图在全国范围内进一步建立与提高意识有关的法规。”

南非继续完善其监管框架，以确保密切遵守原子能机构的安全标准。现行的条例规定，医学物理师必须参与放射治疗，应制定和实施安全计划。与此同时，通过AFROSAFE运动加强辐射防护教育等努力，以及由非洲医学物理组织联合会为认证医学物理培训计划所作的努力，区域活动正在获得势头。

“引进新技术并不是没有风险……他们不能简单地相信机器会做它应该做的事情。他们需要验证它，最好是通过详细的测试。”

—南非泰吉堡医院医学物理部主任Christoph Trauernicht



直线加速器是利用电力产生辐射的机器。（图/国际原子能机构D. Calma）

保持放射治疗安全和有效
与权威剂量学专家的问答

文/Nathalie Mikhailova

辐射是抗击癌症的关键，帮助挽救了世界上无数人的生命。但辐射剂量太小可能达不到有效治疗的作用，而辐射剂量太大则会造成伤害。这就是剂量学的用武之地。

剂量学是测量、计算和评估所吸收的辐射剂量的科学。它被医学物理师用来确保向患者传递辐射的机器是准确的，并且经过适当的校准。这对患者的安全至关重要。

那么，什么是剂量学？我们如何确保它是可靠的？为了了解更多信息，我们采访了美国德克萨斯大学医学系安德森癌症中心休斯顿质量保证中心影像和放射肿瘤学中心主任David Followill。休斯顿影像和放射肿瘤学中心是世界上最大的剂量学质量保证中心的所在地，它协助58个国家的2200家放射治疗中心开展工作。Followill作为休斯顿影像和放射肿瘤学中心的主任，拥有20多年的剂量学经验，一直致力于确保准确、一致和安全地为癌症患者提供放射治疗。

问：剂量学用于保持放射治疗的安全和有效，但我们如何确保剂量学本身是可靠的?

答：人类会犯错误。这些错误可能是使用X射线或电子束的个别错误，也可能是影响辐射传递的所有光束的系统性错误。除非有人仔细复核剂量，否则这些错误可能不会被注意到。我们在休斯顿影像和放射肿瘤学中心进行的剂量学审核，以及原子能机构和世界各地其他机构所做的审核，对于确保准确和一致的剂量至关重要。

审核是对诊所放射治疗进行的独立同行审查。诊所配有无源剂量计（设计用于测量辐射吸收剂量的装置），在对其进行照射后送回审核计划进行评价。审核结果确认诊所是否正确测量剂量，并帮助他们识别和纠正任何潜在的错误。让其他人再审查一遍，意味着他们可以对自己剂量测定的准确性充满信心。



“由于全球放射治疗机的数量在不断增加，我们一直在寻找提高效率和工作流程的方式。”

—美国德克萨斯大学休斯顿质量保证中心影像和放射肿瘤学中心主任David Followill

问：你认为在一个机构建立和维持一项健全的剂量学计划需要什么?

答：任何诊所的剂量学计划都需要从对医学物理师的完善培训开始。医学物理师不仅要知道如何使用剂量学设备，而且要真正了解其工作原理，才能判断读数是否正确。他们需

要时刻保持批判性，不断地审查他们的信息，如果犯了错误，愿意承认。

每个诊所还要有可靠的设备，并对这些设备不断地校准和进行质量保证审查，使其产生准确和一致的读数。借助额外的教育课程和同行评审论文，卫生专业人员可以继续了解和克服资源限制。只有这样，诊所才能确保患者得到尽可能准确的剂量。

问：国际合作，例如国际原子能机构与休斯顿影像和放射肿瘤学中心之间的合作，如何改善世界范围内的剂量学?

答：休斯顿影像和放射肿瘤学中心和国际原子能机构自20世纪80年代初就开始合作，可能是执行审核工作的两个最大实体。我们共同监督世界各地的许多机构，为当地医院制定计划，以及就如何最好地执行审核交流技术和知识。

我们还比较剂量学测量结果；我们对来自彼此计划的相同剂量计进行照射，以验证我们得到的是相同的剂量测量结果。我们不仅互相学习，而且从当地医院收到的结果中学习。

这些交流让我们对自己的制度充满信心，并相信实际上我们正在提出正确且精确的值。交流还让我们能够发现个别诊所可能没有发现的问题。通过这种方式，我们提高了执行审核的能力，了解了人们犯错的原因，提高了工作效率。由于全球放射治疗机的数量在不断增加，我们一直在寻找提高效率和工作流程的方式。

问：剂量学进展如何？您认为这个领域的前景会怎样?

答：这个领域在不断取得进展，但一个越来越普遍的发展是在给我们提供整个治疗实施情况的设备方面。这意味着我们可以使用不同的剂量测量设备，在患者接受治疗之前立刻测量部分或全部治疗。这种端到端的质量保证剂量学检查贯穿了从成像到实施放射治疗的全过程。通过这种方式，我们可以在对患者进行照射之前，在现场仔细复核系统将提供的实际剂量。

尽管如此，你必须始终确保任何放射治疗计划的基本组成部分都是正确的。我们仍然非常依赖简单的水模体（用于校准的实物模型）、离子室和静电计系统来进行测量。在审核方面，我们仍然在做基础工作，因为我们需要一些可以在诊所之间方便托运的东西。这种剂量学方式已经存在了几十年。它是标准，并且被广泛使用。



一名医学物理师在质子治疗中心现场审核期间进行设备设置。（图/医学系安德森癌症中心 J. Montgomery）

放射治疗癌症背后的法律：打开治疗大门

文/Laura Gil



当我们听到“癌症治疗”这个词时，脑海中浮现出医生、医院和机器的画面。但是在安装第一台机器或治疗第一个患者之前，应该有正确的法律法规。这可能需要数年的准备工作，各国不必独自完成：在制定安全可靠地使用辐射治疗癌症所需的法律架构（包括核法律）方面，国际原子能机构可向世界各国提供支持。

“我们如果没有核法律，就不会拥有监管机构，”莱索托外交及国际关系部法律官员Nyane Moeti说。“而我们如果没有监管机构，就无法提供核医学或放射治疗，因而也无法挽救癌症患者的生命。”

莱索托在国际原子能机构的支持下，于2018年颁布了第一部核法律。这个拥有240万人口的小国每年约有100名癌症患者前往南非接受治疗。随着新法律的实施和监管机构预计在2019年底前开始运作，专家们目前正在着手建设一个放射治疗设施。他们计划在三到四年内建成并运行该设施，使这些患者能够在家附近接受治疗。

“这项法律将在许多方面为莱索托提供帮助，”Moeti说。“它将使我们能够涵盖所有放射治疗条例，并将有助于我们按照国际最佳实践提供放射治疗服务。此外，随着这项法律的颁布，我们现在可以对放射源在医疗和其他行业如采矿业或建筑业的应用进行监管，确保使用者和进行这些活动的地区的安全。”

缺乏保护人民和环境的国家法律和监管框架，会限制全球供应商向各国出售放射源。

“需要有适当的法律和监管框架，以保证为患者的利益安全地使用放射治疗，同时保护工作人员，”国际原子能机构法律官员Fanny Tonos Paniagua说。

当各国现有的框架不符合国际标准时，它们需要制定或修订本国立

“如果我们没有核法律，我们就不会有一个监管机构。而如果我们没有监管机构，我们就无法提供核医学或放射治疗，因此也无法挽救癌症患者的生命。”

—莱索托外交和国际关系部法律官员Nyane Moeti

法，以保护人民和环境。在这种情况下，第一步是制定和通过一项核法律，建立对核技术使用的监管制度。核法律颁布后，第二步是创建国家监管框架，包括建立监管机构，以确保制定一般条例和技术条例，并通过许可、检查和执法行动，核实法律制度在国内使用放射源时得到实施。

国际原子能机构在评估、修订和起草国家法律方面提供立法援助。Tonos Paniagua说："根据我们与各国合作的经验，应尽早启动起草必要的立法进程，以防止与癌症治疗或其他相关领域相关的国家项目的实施出现延误。"

国际原子能机构援助

在过去10年中，国际原子能机构为82个国家通过或修订这些国家的核法律提供了双边立法援助，其中29个国家已经完成这一过程，其他许多国家处于最后阶段。例如，在牙买加，国际原子能机构自2011年以来一直在提供法律支持。

"我们需要制定适当的法律，首先用来维持和执行安全标准，其次是将对工作人员、患者和环境的风险降到最低，"牙买加前议会副首席法律顾问Erica Boswell-Munroe说。

2013年3月，应牙买加卫生部长的请求，国际原子能机构派出了一个癌症防治专家小组，对该国的癌症防治能力和需求进行深入评估。这项称为"治疗癌症行动计划"综合工作组访问评审的结果正在支持该国制定一项包括法律法规在内的综合国家癌症防治计划的工作。

牙买加卫生部的目标是进一步制定国家癌症防治计划。"我们认为有必要扩大我们的癌症护理服务，正如我们认为有必要最终确定随之而来的法律法规一样，"Boswell-Munroe说。"不止一次，我们无法进口放射源，因为我们没有制定适当的法律，因此无法授予必要的权限。"

2015年，牙买加在国际原子能机构的支持下通过了《核安全与辐射防护法》。该法除其他事项外，规定保护人们免受电离辐射照射，监测利用电离辐射和核技术的设施，以及促进牙买加遵守国际义务。

该法要求建立一个国家监管机构，以授予权限和制定业务标准，并监管和监测利用电离辐射和核技术的活动、实践和设施。

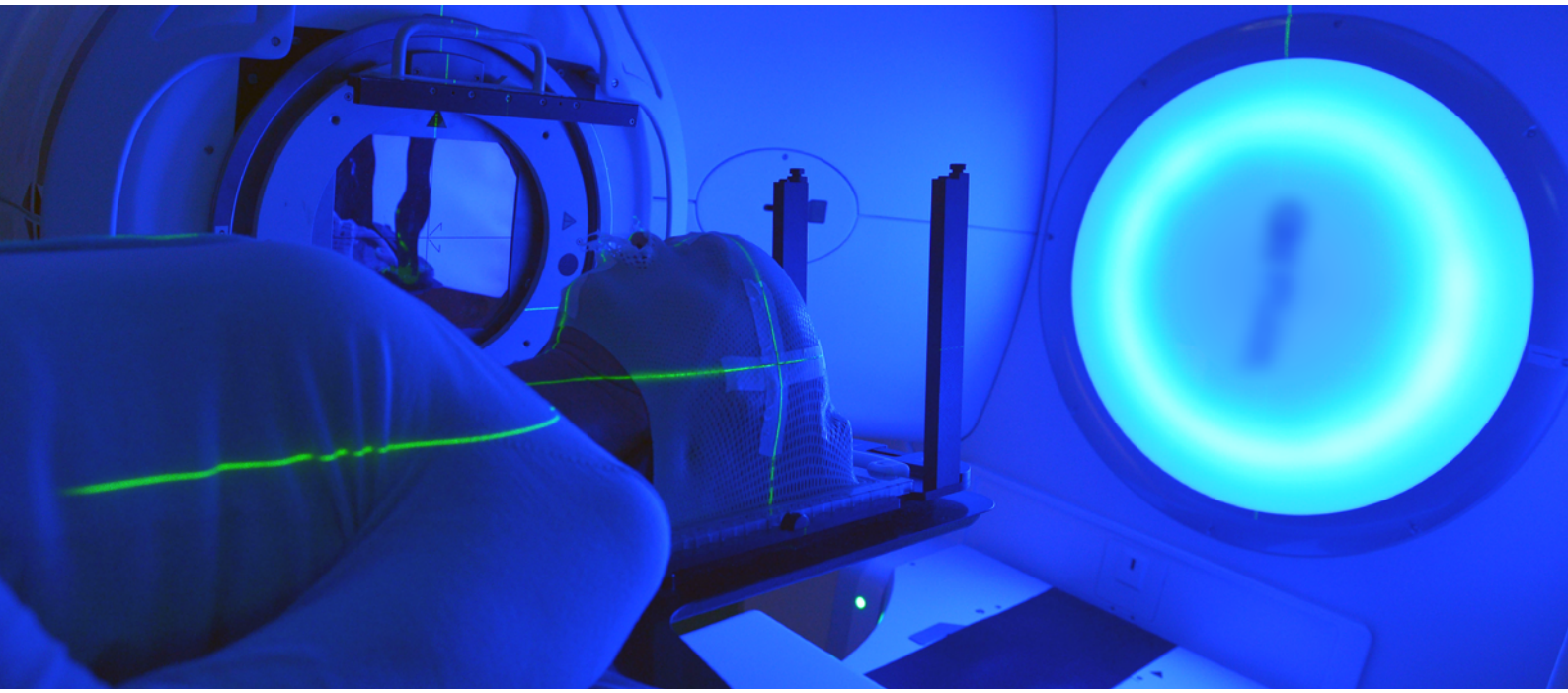
牙买加目前正在国际原子能机构技术合作计划的帮助下，对西印度群岛大学医院的核医学中心进行升级改造。该中心计划在2021年前完工，预计将成为该国唯一的公共核医学设施。



莱索托的代表与国际原子能机构的专家举行了为期三天的会议，讨论该国第一个癌症设施。从左至右：莱索托旅游、环境、旅游和文化部首席秘书Mamasiane Tieho；国际原子能机构技术合作司非洲处处长Shaukat Abdulrazak。（图/国际原子能机构J. Howlett）

从规划到供资：银行可承兑文件与尼日尔第一个放射治疗装置

文/James Howlett



放射疗法是患者的重要治疗选择。尼日尔计划每年为600多名患者提供放射治疗服务。
（图/原子能机构D. Calma）

尼日尔正在对其第一个放射治疗装置进行最后处理，此装置将在尼日尔首都尼亚美的国家癌症中心投入使用。对尼日尔及其包括原子能机构和伊斯兰开发银行在内的合作伙伴而言，这是一条漫长的道路。就人力和财力而言，建立新的放射治疗设施对任何国家来说都是一项重大而复杂的任务。要获得所需的捐赠者资金和支持，需要详尽的可行性文件（通常称为“银行可承兑文件”），概述癌症护理设施的基础设施、培训和设备需求。

“对于成员国而言，银行可承兑文件可完整描述所需的一切和所涉及的费用；对于捐助者来说，它们为这些迫切需要的设施的可行性和可持续性提供了理由和保证，”原子能机构治疗癌症行动计划处处长Lisa Stevens说。

原子能机构与包括尼日尔政府在内的各国政府密切合作，编写这种银行可承兑文件。文件编好后，可用于联系潜在的捐助者和资助机构。

各国在满足其健康和发展需求方面面临许多挑战，原子能机构致力于支持为改善低收入和中等收入国家获得有效癌症服务的机会所作的努力。为实现这一目标，重要的是与包括金融机构在内的广泛国际伙伴合作，以实施创新的解决方案，调动资源，分享技能和新技术，从而最好地支持利用核技术应对癌症。

“对于各国来说，满足日益增长的癌症服务需求是一项非常复杂的任务，特别是在非洲，护理极其有限，但这是可以做到的，”原子能机构技术合作司非洲处处长Shaukat Abdulrazak说，“需要政府最高层的承诺和参与，以确保新的放射治疗服务计划周密、资金充足和可持续。”

编制用于建立新的癌症护理服务的银行可承兑文件的最初步骤之一是审查国家在癌症防治方面的基础设施和能力。应尼日尔公共卫生部的要

求，原子能机构于2010年与世界卫生组织和国际癌症研究机构合作进行了一次“治疗癌症行动计划”综合评定工作组评审。这种评审是对一个国家癌症防治系统的全面评价，有助于当地官员更好地了解癌症状况。评审提出的建议，包括优先事项和循证干预措施，为原子能机构癌症相关技术合作项目的规划和实施提供支持。

在尼日尔进行的“治疗癌症行动计划”综合评定工作组评审强调需要制定癌症专家培训计划和建立放射治疗服务，并且最好应在全面国家癌症防治计划内对这些服务进行整合和协调。

尼日尔一直在与原子能机构、伊斯兰合作组织和伊斯兰开发银行合作，为扩大其癌症服务筹措资金。合作是在三个组织于2012年发起的更广泛伙伴关系框架内进行的。该框架还涉及与包括尼日尔在内的八个国家举行高级别研讨会，审查其癌症相关资金需求。原子能机构专家参加了研讨会，并与每个国家的国家规划小组密切合作，以编制银行可承兑文件。

“原子能机构的这种支持使尼日尔能够向伊斯兰开发银行提交强有力的循证供资请求，导致2014年11月获批资金346万欧元。这笔资金旨在用于购买一台直线加速器，并在摩洛哥和突尼斯为医学肿瘤学家、放射治疗师和放射物理师提供关于尼日尔政府在原子能机构协助下建立的放射治疗装置运作方面的培训，”伊斯兰开发银行尼日利亚阿布贾地区中心业务组负责人（健康）Mamadou Alpha Bah说。

2019年5月，尼日尔公共卫生部、尼日尔原子能高级管理局、伊斯兰开发银行和国家癌症中心的高级官员在原子能机构会见了一个专家小组，讨论完成放射治疗中心的最终步骤并规划支持根据原子能机构安全标准在尼日尔开始放射治疗的协调行动。

新中心设在国家癌症中心，将配备一批训练有素的专家，并将建立两个新的放射治疗屏蔽室，用于安置一台钴-60放射治疗机和一台治疗癌症的先进直线加速器。除其他外，它还将配备一台计算机断层成像（CT）模拟器、各种剂量计和一套治疗规划系统。新中心每年将为来自尼日尔及其邻国的约600名国家癌症中心患者提供放射治疗服务。

Stevens说，原子能机构与伊斯兰合作组织和伊斯兰开发银行等合作伙伴将继续在制定质量控制和管理程序及启动临床操作方面向尼日尔提供援助，以确保服务能在今后多年使患者受益。这包括原子能机构与伊斯兰开发银行以及其他伙伴之间关于妇女癌症的全球联合倡议等活动，目的是为挽救数百万妇女生命的全球努力做出贡献。这项倡议三分之一以上的活动计划在非洲大陆执行，尼日尔也做好了受益的准备。伊斯兰开发银行科学、技术和创新总裁首席顾问Hayat Sindi强调：“随着女性越来越需要优质的癌症护理，我们将共同努力，确保每个国家和每位患者都能获得救生服务。世界上每一个女性都有获得癌症诊断的权利，我们为参与这一跨越非洲和发展中国家的重要项目而感到自豪。”



非洲各地国家规划小组成员与原子能机构专家共同努力发展癌症防治服务。（图/原子能机构J. Howlett）

“原子能机构的这种支持使尼日尔能够向伊斯兰开发银行提交强有力的循证供资请求，导致2014年11月获批资金346万欧元。”

—伊斯兰开发银行地区中心业务组负责人（健康）Mamadou Alpha Bah

孟加拉国的癌症防治取得重大进展

文/Laura Gil

由于国际原子能机构的支持，一台新的核成像机现在孟加拉国建成并投入运行，每年又有500多名患者将能够得到重要医学检查。该设备是用于健康状况（例如癌症）先进核医学诊断的必不可少的工具。

“一些负担不起私立医疗费用的患者不得不排队等候三个月，这在某些情况下，可能会影响生死存亡，”辐射肿瘤学家、原子能机构在孟加拉国多个技术合作项目的对口人员Kamal Uddin说。

新的正电子发射断层成像－计算机断层成像（PET-CT）机将有助于扩大孟加拉国的患者护理。PET-CT扫描使医生能够拍摄患者体内发生的情况，以诊断癌症等疾病，并监测患者在治疗过程中的进展。

“我们非常焦虑，因为我们知道我们负担不起治疗费用。现在，我们可以来核医学和联合科学研究所做Mahbub所有的检查，而无需等那么长时间，而且费用全免。我们简直不敢相信。”

—在孟加拉国国家核医学和联合科学研究所接受医疗随访的年轻癌症患者之父Mohammad Murad

有所作为，挽救生命

对于小Mahbub Murad来说，PET-CT扫描改变了他的生活。2015年，孟加拉国国家核医学和联合科学研究所（NINMAS）的医生在对Mahbub进行PET-CT扫描时发现了一个恶性淋巴瘤，当时他三岁。医生对疾病处于晚期甚为担忧，他们开始对Mahbub采取化疗治疗。两次化疗后，他们再次使用PET-CT检查他的身体情况。

核医学和联合科学研究所 PET-CT负责人Shamim Momtaz Ferdousi Begum说，幸运的是，Mahbub恢复得如此之快，以致肿瘤学家停止了化疗。她说：“我们没有让他接受六次化疗，而是只接受了四次。而且他现在已经治愈，正在接受随访。”

“我们非常焦虑，因为我们知道我们负担不起治疗费用，”Mahbub的父亲Mohammad Murad说，“现在，我们可以来核医学和联合科学研究所做他所有的检查，而无需等那么长时间，而且费用全免。我们简直不敢相信。”

PET-CT扫描只是核医学程序的一种类型。这些程序要求使用称为放射性药物的医疗药物，这些药物含有医用放射性同位素(见第4页)。许多放射性同位素是由回旋加速器生产的，回旋加速器是一种粒子加速器。

目前，孟加拉国在一家私立医院每周运行两次回旋加速器。它是孟加拉国提供PET-CT扫描的公立和私立中心放射性药物的唯一来源。一个新的回旋加速器设施预计将于2019年底在核医学和联合科学研究所投入运行，它将每周进行四到五天的放射性药物生产。

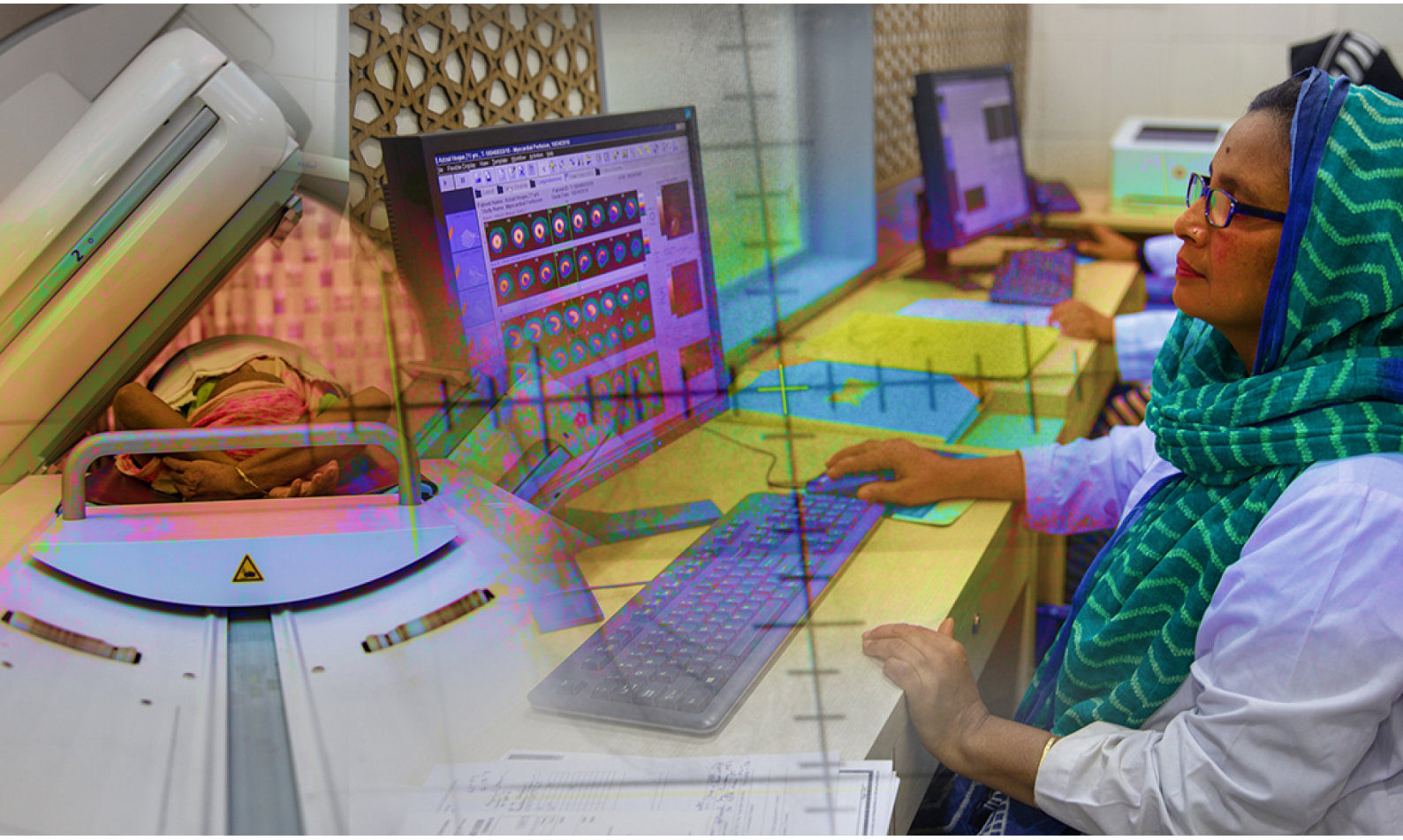
原子能机构核医学物理师Enrique Estrada Lobato说：“新的回旋加速器不仅将使现有的PET-CT机能够提高生产率，而且将使其他PET-CT设施能够开放，并为国家癌症管理做出贡献。”

升级放射肿瘤学服务

除了增强核医学外，孟加拉国还正在对放射肿瘤学进行重大升级，



Mahbub Murad和他的父亲Mohammad在他现已治愈的淋巴瘤的一次医疗随访中。（图/国际原子能机构L. Gil）



（图/国际原子能机构L. Gil和F. Nessim）

这得益于经过多年静静培训的员工队伍。自2012年以来，通过原子能机构技术合作计划支持的20项国家培训计划，来自公共和私营部门的若干放射肿瘤学家、医学物理师和放射技术专家参加了高级培训班。

“这有助于了解我们做得好坏，”国家癌症研究和医院研究所放射肿瘤学专科住院医师Nazmun Naher Shanta说。“让该地区高级专家证实我们所做的是正确的，会使我们对自己的方法充满信心，并提高我们提供的治疗质量。”

二十多年来，原子能机构一直在帮助孟加拉国加强癌症防治。除了对专家进行培训外，这种支持还包括提供辐射防护和监管导则，以及提供设施和设备。

艰难的现实

这一领域的专业人员面临着双重挑战。一方面，训练有素的工作人员缺乏。另一方面，人口在增长。虽然国际标准建议每100万居民使用1台放射治疗机，但孟加拉国1.66亿人口仍然只有24台放射治疗机。

此外，大多数患者在疾病晚期到达医院和医疗中心，因此通常唯一可用的治疗方法是姑息治疗，以减轻疼痛。这不仅是因为缺乏设施，还因为缺乏认识：患者即使有症状，通常也不会去医疗中心。

Uddin说：“如果我们解决这些问题，即通过提供获得护理的机会，提高认识和增加训练有素的医务人员，那么十年后情况将发生巨大变化。”他和其他许多业内人士一样，相信发展首都以外的中心是必由之路。

“孟加拉国有充满积极性、具有奉献精神的专业人员，并且正在获得更多的设备，”原子能机构负责与孟加拉国技术合作的项目经理Syahril Syahril说。“尽管前面还有挑战，但我们正在努力确保该国通过原子能机构的技术合作继续获得必要的援助。”

管理发展中国家对癌症服务日益增长的需求

文/James Howlett



在日本和原子能机构的支持下建立的尼加拉瓜第一台直线加速器。（图/尼加拉瓜国家放射治疗中心）

癌症不仅是人们的一个主要健康问题，而且也是一个对国家福祉和政府卫生预算造成严重后果的日益严峻的发展挑战。据世界卫生组织国际癌症研究机构估计，2010年癌症的年度经济费用总额估计为1.16万亿美元。随着每年有更多的人患癌症，这一数字预计将继续增加：2018年，全球癌症病例数量超过1800万，死亡数量为960万。到2030年，这些年度数字预计将上升到2400万例，死亡数量达到1300万。

许多低收入和中等收入国家无法提供足够的癌症诊断和治疗服务，必须将患者送往国外接受护理，因而费用高昂，可能给患者及其家庭带来负担。建立包括放射治疗设施和核医学部门在内的国家癌症护理服务是一项复杂的任务，需要仔细规划，以建立高度专业化的基础设施、设备和培训，并调动资金。

原子能机构长期以来一直在支持各国利用核技术促进健康。在癌症领域，它一直在转让技术，并建设人员和机构利用辐射技术进行癌症诊断和治疗的能力。原子能机构通过其技术合作计划，自2011年以来对2000多名医疗卫生专业人员进行了培训，并提供了超过1.72亿欧元，以协助各国发展国家癌症护理服务。仅在2019年，它就为全球超过125个癌症相关项目提供了支持。

原子能机构副总干事兼技术合作司司长杨大助说：“我们的目标是与我们的成员国，特别是低收入和中等收入国家的成员国合作，建设和加强它们在癌症防治方面的能力，以便更多的患者能够安全有效地得到治疗。”

原子能机构在这一领域的支持包括在这一进程的所有阶段建设人力资源的专门培训和专家建议，以及建立业务设施并能够提供服务所需的工具、材料和设备。

这种支持的影响可以在斯里兰卡等国家看到。斯里兰卡40多年来一直与原子能机构合作发展该国的癌症护

理服务。例如，在过去八年中，这种合作促进了核医学成像能力的提高，使训练有素的专家能够在斯里兰卡提供诊断服务。

在斯里兰卡中部，已在康提市建立了一个设备齐全的核医学部门，以补充该国南部城市加勒的一个类似设施。在北部贾夫纳附近也正在建立一个新的设施。2019年10月，斯里兰卡预计将接待一次原子能机构“治疗癌症行动计划”综合评定工作组评审访问，专家将在此访问中评定该国的进展并协助制定其未来癌症防治发展计划。

规划、供资、协作

许多国家与原子能机构合作，以便在癌症防治优先事项的规划、资金筹集和开展合作方面获得帮助。原子能机构协助组织和促进与捐助者、开发银行和金融机构的讨论。

例如，在尼加拉瓜，与卫生部密切合作，并在日本双边资助的支持下，该国的第一台直线加速器（一种先进放射治疗机器）于2019年5月在国家放射治疗中心落成。原子能机构支持对新系统的工作人员进行专家培训，以确保从现有临床实践有效过渡到最新的3D放射治疗，从而实现更安全、更优质的治疗。这是该国癌症治疗服务的一个重要里程碑，将允许执行高度专业化的放射治疗技术。

同样，蒙古的放射治疗服务也得到了改善，两台直线加速器于2019年6月投入使用。用于确保患者接受正确放射剂量的质量保证系统得到了升级，还引入了用于放射治疗服务的新技术和放射安全系统。此外，捐助者在2016年为一个最先进的癌症诊断和治疗系统提供了支助，通过原子能机构援助进行的培训帮助向该国引入了高精度3D放射疗法和其他现代技术。

随着各国为新设施的开放做准备，原子能机构与领先的国际医疗机构合作，提供专家培训和进修，以帮助确保癌症护理服务具有足够数量的训练有素的工作人员，例如肿瘤学家、放射学家和医学物理师。

培训专业人员

乍得首都恩贾梅纳利摩日大学医院母婴医院的肿瘤学家Fatima Haggar说，建立一支训练有素、随时可以操作新设施的国家熟练医疗专业人员队伍，需要在时间上精心安排，往往提前数年启动。“我们的新中心将在大约三年后开业，我们需要一段时间才能使所有工作人员都具备资格。”

乍得最近制定了一份规划和资助文件，以建立其第一个放射治疗设施，作为其2017－2021年国家癌症防治计划的一部分。原子能机构正在通过与政府分担长期和短期进修费用并提供咨询意见和专家评定，协助该国对工作人员进行必要的培训。

鉴于癌症治疗设施的规模和复杂性，只有在各国政府的密切参与和广泛利益攸关方的合作下，才能取得进展。各国政府需要将癌症确定为国家卫生优先事项，以确保在国家卫生计划、卫生预算、基础设施发展、筹资和能力建设等各个层面采取行动，解决国家癌症负担。

例如，对塞拉利昂这样的国家来说，政府最高层对癌症挑战的认识意味着，该国完全有能力在国家防治癌症方面取得进展。

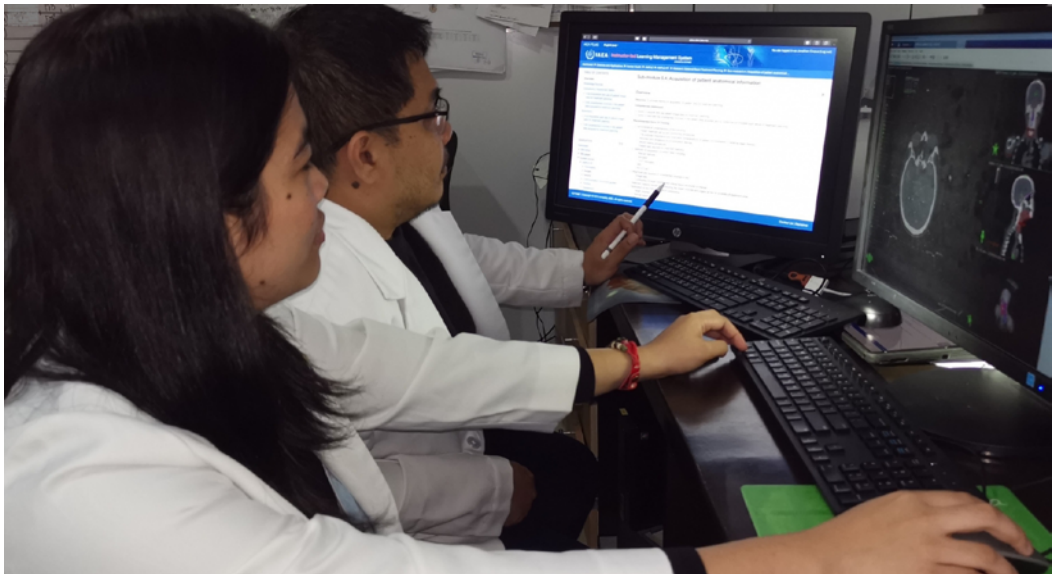
“我们的总统认识到癌症正在给国家造成巨大的负担，”塞拉利昂健康和卫生部的放射学家和联络人Frank Kosia说。“他的旗舰项目希望到2023年能够公开获得放射治疗。”原子能机构正在与塞拉利昂政府合作实现这一目标，为在拉卡医院建立放射治疗和核医学设施提供支持，该医院将扩大以满足这些服务。

“我们的目标是与我们的成员国，特别是低收入和中等收入国家的成员国合作，建设和加强它们在癌症防治方面的能力，以便更多的患者能够安全有效地得到治疗。”

—原子能机构副总干事兼技术合作司司长杨大助

利用移动和在线技术重构癌症护理和教育

文/Joanne Liou



（图/菲律宾南部医疗中心J. Corpuz）

手机和互联网使用的普及增强了获取信息的能力——将大量信息整合到一个触手可及的小巧工具中。十多年来，移动应用程序有效地简化了日常生活，现在它们已经扩展到癌症护理领域。

“原子能机构越来越多地利用信息和移动技术向全世界人民提供创新和具有成本效益的教育机会。”原子能机构人体健康处处长May Abdel-Wahab说。“通过开发节省资源的工具和服务，机会不受地理位置、资源可获得性或财政约束的限制，因此我们能够进一步支持各国在全球范围内扩大癌症护理的专业发展。”

随着技术不断改变生活和社会，移动应用程序、网上学习平台以及基于信息和通信技术的工具的越来越多的使用正在影响癌症护理，从协助诊断影像判读和教育从业者到指导治疗决定。这里重点介绍原子能机构的一些免费应用程序和网上学习课程。

TNM和FIGO癌症分期应用程序

TNM癌症分期应用程序是一个移动应用程序，它提供可导航的信息，帮助医生根据肿瘤的范围（T）和淋巴结的扩散（N）以及原发肿瘤部位生长－转移（M）情况来确定癌症患者的治疗水平和预后。TNM分期系统是一个用于记录癌症解剖范围的公认标准，由国际癌症控制联盟开发，定期更新。美国癌症联合委员会和国际妇产科联合会也使用这一系统。

TNM癌症分期应用程序由原子能机构与印度塔塔纪念中心和全印度医学科学研究所合作开发，列出65种癌症类型，涵盖100多种不同类型的肿瘤。原子能机构核医学和诊断成像科科长Diana Paez说：“这款应用程序压缩了一本上千页的书，并将其送到患者、医生和从业者手中。”用户可以输入患者的详细信息，例如肿块的大小，是否存在淋巴结，以帮助他们确定具体的治疗方案。

“包含此类信息的书籍很昂贵，并且当你对患者进行临床诊断时并不总是能够获得，”印度塔塔纪念医院放射科医生Palak Bhavesh Popat说。“在手机上提供离线和免费的应用程序，即

使是在偏远地区，也会进一步提高其实用性。”

这款应用程序自2015年推出以来，下载次数已超过52 000次。

2016年，原子能机构推出了一款专门针对妇科癌症的类似应用程序。FIGO妇科癌症管理应用程序由原子能机构联合塔塔纪念中心和全印度医学科学研究所，并与FIGO合作开发。FIGO应用程序已被下载近1万次，它评估女性生殖器官的癌症程度，以便进行妇科癌症的分期和治疗。2019年4月，该应用程序的宫颈癌分期和管理流程得到更新。

基于临床更新的新版本TNM和FIGO应用程序预计将于2020年10月发布。这两款应用程序在安卓（Android）和苹果（Apple）应用程序商店都有售，在巴西、印度、日本、墨西哥、泰国和美国下载量最大。

“这些应用程序反映了原子能机构和专业组织之间的合作，它们提供了一种允许免费获取高水平科学知识的方式，”Paez解释说。“尽管预算有限，但我们已经能够通过这些移动工具增加影响力和覆盖范围。”

远程辅助培训和网上学习工具

在扩展到应用程序之前，原子能机构已经启动一个广泛的项目，为核医学领域的远程学习开发培训模块。原子能机构远程辅助培训的发展始于20世纪90年代，从CD和DVD发展到自2009年起在线提供的“远程辅助在线培训”平台。该平台的内容定期更新，以保持相关性，并反映这一领域的发展。

“远程辅助在线培训”课程包括39个科目，学完大约需要900个小时，提供正式的评定和认证。如果从事兼职工作，可以在两三年内完成。如果使用原子能机构专家编写的教材，在原子能机构的支持和监督下，在当地实施“远程辅助在线培训”计划，则由国家承认的机构给予认证。

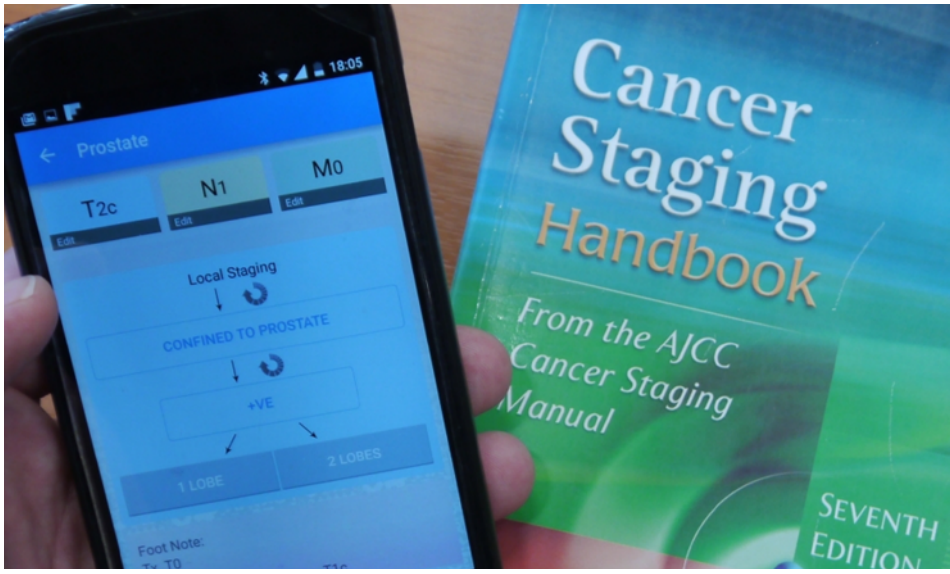
“过去，核医学技术人员在没有受过正规教育的情况下接受在职培训，”Paez解释说。“‘远程辅助在线培训’帮助人们利用当地导师、专题讲座、个案研究和评定，完成结构化的培训计划。”

来自非洲、亚洲、欧洲和拉丁美洲30多个国家的约700名专业人员完成了该计划。该计划有英文和西班牙文两种版本，已在阿根廷、哥伦比亚和泰国被采用为核医学技术人员的官方培训工具。

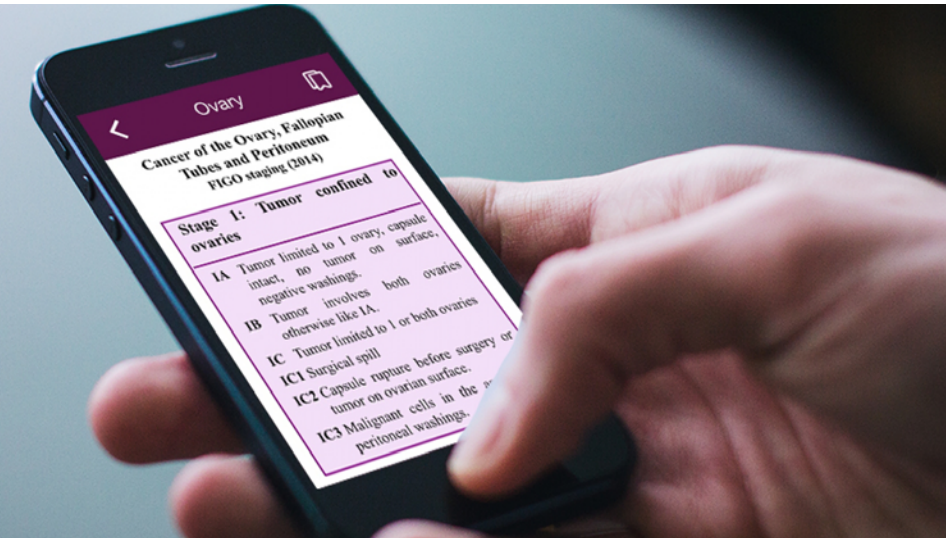
扩大在线资源

原子能机构继续通过有助于促进原子能机构出版物和资源的网上学习工具扩大其在线提供的内容。“这是对我们工作的延续和补充；我们的方案是从原子能机构已发布的导则开始，并通过培训班传播这些导则，在培训班期间，我们开发用于网上学习的材料，”原子能机构医学物理学培训官员Giorgia Loreti说。原子能机构开发在线课程，以便利获得放射医学在医学物理学等领域临床应用的最佳实践。

“在发布之前，我们花费大量时间测试网上学习模块，并进行广泛的质量控制，”Loreti说。“网上学习是



TNM癌症分期应用程序（图/国际原子能机构V. Fournier）



FIGO妇科癌症管理应用程序（图/国际原子能机构V. Fournier）

一个灵活的工具，它允许可访问的、结构化的但自定进度的学习。它通过使其具有互动性来增加学习体验的价值。”

例如，为了补充原子能机构于2019年发布的出版物《将图像引导放射治疗引入临床实践》，在与国际理论物理中心联合举办的培训班的基础上制作了一门网上学习课程。该网上学习课程面向医学物理研究生和专业人员，包括八个带有视频、幻灯片和自评定测试的模块，概述与图像引导放射治疗相关的物理和技术。

“我们知道，参加网上学习课程的学生可能无法进入典型的医学物理课程所提供的实践环节，也无法与讲师进行互动，”Loreti说。“我们制定了具体的自评定，以确保在学生进入下一个模块之前深入理解主题。”

补充培训

继“亚太地区高级医学物理学习环境”取得成功后，原子能机构正在为放射肿瘤学家开发类似的工具。预计将于2020年发布的“高级放射肿瘤学家教育平台”将用于补充专家和教育资源有限的地区的住院医师培训。

“我们意识到我们面临着放射肿瘤学家的短缺，特别是在低收入国家。目前，培养放射肿瘤学家的能力很小，专门知识也很有限，因此需要对学生进行更有效的培训，在专家不必长途旅行的情况下对专家提供支持，”原子能机构应用放射生物学和放射治疗科助理教育官员Ben Prajogi说。“我们将与学术机构和专业协会合作，提供优质学习资源，以支持实施全球能力本位课程。”

要访问原子能机构的免费网上学习课程，用户需要通过网络浏览器和Nucleus帐户访问因特网，Nucleus帐户可在nucleus.iaea.org上创建。



国际原子能机构首次虚拟会议

寻找新的方法来利用信息和通信技术的力量，有助于进一步扩大核科学和应用的范围。2019年9月，原子能机构举办了第一次虚拟会议：国际治疗诊断学虚拟会议（iViCT）。治疗诊断学是将放射药物的诊断和治疗应用结合起来诊断和治疗癌症的医学领域（详见第8页）。

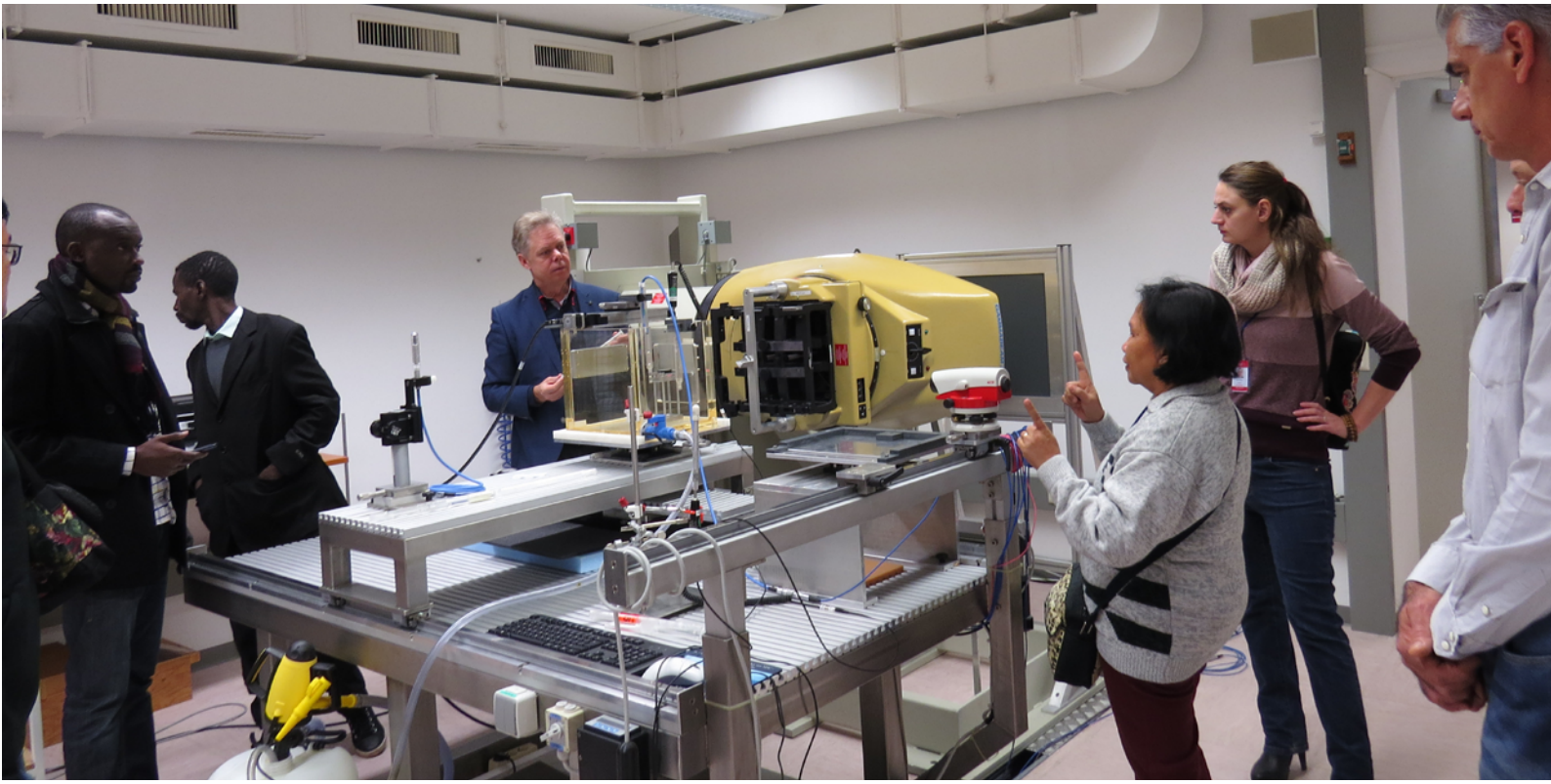
会议利用多个在线平台将核医学专家与全球观众联系起来。会上除了涵盖前列腺癌、神经内分泌肿瘤和分化甲状腺癌患者的讲座，还包括互动式病例介绍和一个国际专家小组介绍。参与者可以通过原子能机构应用程序、官方会议标签iViCT和WhatsApp进行互动，还可以通过WebEx参加问答环节。

Paez说：“虚拟会议是一个使我们有机会大大增加核科学和应用的覆盖范围的平台和手段，它使我们能够支持继续医学教育的进程，帮助我们优化现有资源。”为了适应不同的时区，会议在两个不同的时间段进行了直播，并在会议结束后在线提供了录音。

精准的剂量测定促进优质的癌症护理

原子能机构/世卫组织二级标准剂量学实验室网络

文/Aabha Dixit



半以上的癌症患者在治疗中的某个阶段需要进行放射治疗。即使辐射量与预期辐射剂量相差仅5%，治疗结果也会发生显著变化。为了向患者提供高度精准的辐射剂量，必须正确安装和操作测量设备。

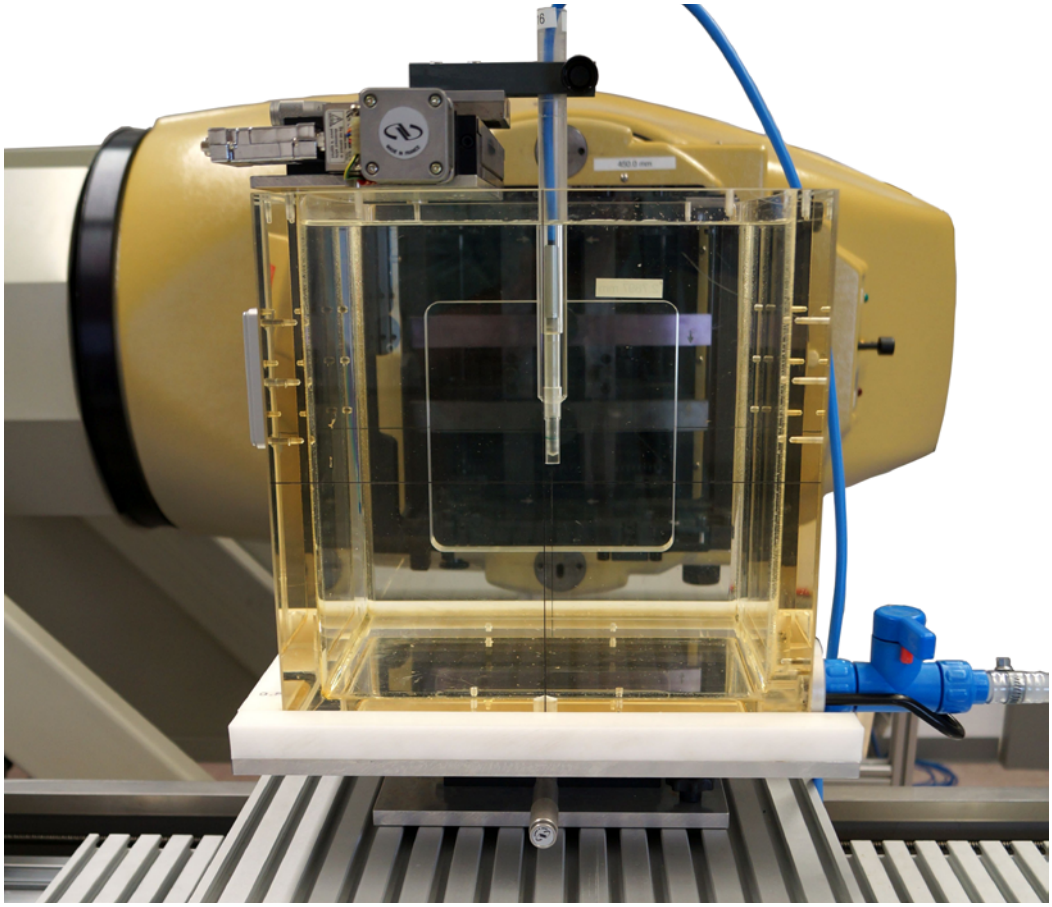
“精准的剂量测定是放射治疗的关键环节，”南非国家计量研究所电离辐射主任Zakithi LM Msimang说。“如果辐射剂量太低，则癌症可能无法治愈，另一方面，如果辐射剂量太高，则可能产生有害的副作用。”

辐射剂量使用称为剂量计的特定测量设备进行测量。这些设备在确保精准的剂量测定中起着核心作用。剂量学是测量、计算和评估辐射剂量的科学。为确保精准的剂量测定，需要定期校准测量设备。办法是对照由国家校准实验室（例如二级标准剂量学实验室）维护的国家参考标准，对设备的性能进行交叉检查。这些参考标准是可追溯的，并与国际单位制相关联。

“我们看不到辐射，因此我们必须确保测量设备正常工作，”原子能机构二级标准剂量学实验室官员放射医学物理学家Paula Toroi说。“放射治疗中的规定剂量水平通常基于国际研究和建议。为了确认这些建议中使用、然后在医院中测量的剂量具有可比性，需要对剂量测定设备进行校准，并且需要统一测量方法。二级标准剂量学实验室为剂量测定设备提供这些校准，并且还将测量结果与统一的国际剂量学标准联系起来。”

二级标准剂量学实验室网络是由原子能机构剂量学实验室提供有关如何进行剂量学精确校准的实践培训。

（图/国际原子能机构P. Toroi）



为放射治疗剂量计设置校准系统。
（图/国际原子能机构）

原子能机构和世界卫生组织建立的，旨在帮助各国提高剂量测定的精准性。它包括位于73个国家/地区的86个二级标准剂量学实验室，可对剂量计进行校准。原子能机构/世卫组织二级标准剂量学实验室网络的目的是提高辐射剂量测定的精准性和一致性，并促进各国之间的合作。

Msimang表示，“随着技术的飞速发展，培训和分享技能对于这一领域至关重要”，并补充说：“一些发展中国家才刚刚建立自己的国家校准实验室，二级标准剂量学实验室网络可以提供所需的精准支持。”

位于奥地利塞伯斯多夫的原子能机构剂量学实验室起着二级标准剂量学实验室网络核心实验室的作用。各国的测量标准是在实验室免费校准的，特别是对于那些不能直接使用初级标准剂量学实验室的国家，这些实验室确定用于辐射剂量测量的数量。

2019年6月，原子能机构的剂量学实验室启动了一个新的直线加速器设施，以进一步加强全球的剂量学服务和辐射安全，并支持对新的剂量学实践规范的研究。直线加速器是使用电产生高能X射线或电子束的机器。它们最常用于治疗癌症。

“有了新的直线加速器，原子能机构将能够满足其成员国不断增长的需求，包括对二级标准剂量学实验室剂量计进行直接校准，”原子能机构人体健康处处长May Abdel-Wahab说。“这种支持还将有助于增强对低收入和中等收入国家医院3400多个医疗直线加速器的审核服务。”

除校准服务外，原子能机构剂量学实验室还从事支持全球精准剂量测定的其他活动，包括比较和剂量审核，以使二级标准剂量学实验室和医院可以核对它们是否正确执行校准和测量。该实验室还在剂量学和放射医学物理学方面提供培训和开展研发。

“随着技术的飞速发展，培训和分享技能对于这一领域至关重要。一些发展中国家才刚刚建立自己的国家校准实验室，二级标准剂量学实验室网络可以提供所需的精准支持。”

—南非国家计量研究所电离辐射主任Zakithi LM Msimang

辐射在抗击癌症中需要发挥更重要的作用

文/Mack Roach III

政府机构（例如美国国家卫生研究院国家癌症研究所）以及制药和生物技术公司正在资助进行大量的肿瘤学和癌症研究。其中许多研究集中在新的化疗药物研发上。化学疗法的应用通常因癌症部位而异，例如顺铂适用于头部、颈部和肺部的癌症，各种形式的激素疗法适用于前列腺癌，替莫唑胺适用于脑肿瘤。另一方面，辐射可以治疗大多数实体瘤。

放射疗法在对抗各种各样的癌症方面放射性活度范围非常大。它用于治疗癌症已超过100年，并被证明具有极高的成本效益。这是因为一旦购买了放射设备，它基本上就可以产生所需数量的辐射，主要成本仅为电力和维护费用。这也就意味着机器使用得越多，单位患者治疗的成本效益就越高。与每个患者用尽且无法重复使用的特定药物不同，辐射束可以反复使用。此外，放疗可以作为手术的替代方法使用，特别是当手术对生活质量产生深远的负面影响时，例如喉癌和肛门癌尤其如此。放射治疗作为一种治疗方式具有如此高的成本效益在于，范围广泛的放射性活度、持续提供治疗的能力以及放射治疗机超过10年的预期使用寿命。

作为放射医学治疗多功能性的补充，核医学有助于检测非常小的癌细胞沉积，从而可以更好地进行癌症分期和肿瘤靶向治疗。辐射和核医学的这些属性使它们成为确保高质量癌症护理的重要组成部分。诸如原子能机构和世界卫生组织等许多国际组织在促进将这些治疗方式纳入全球标准肿瘤学组合方面发挥了关键作用，反过来，还帮助发展中国家的患者获得有效治疗，从而延长预期寿命和挽救生命。

未来的放射治疗方案

在动物和人类身上进行的大量研究表明，辐射有可能以独特和有针对性的方式刺激免疫系统。此外，新的令人兴奋的数据表明，在目前正在积极研究的辐射常规应用的“细微差别”方面，很有可能取得进一步极有希望的进展。这些“有细微差别的”的方法，如“闪束”、微束和迷你束，以及粒子辐射，很可能给癌症患者带来更小的毒性、更低的费用、更有效的治疗，并可能对世界范围内的癌症护理产生深远的影响，尤其是在发展中国家。

虽然现在已经具有很高的成本效益，并且对治愈我们最常见的癌症至关重要，但我预测，放射和核医学的作用可能会继续扩大。这些治疗方式的使用指向了一个极其乐观的未来，它们的“隐形”性质和远距离效力可能使它们成为我们有生之年将见到的最接近“魔法”的东西！



Mack Roach III医学博士、美国放射肿瘤学会会员和美国放射学院会员，就职于加州大学旧金山分校海伦·迪勒家庭综合癌症中心

癌症防治行动十年

文/Cary Adams



国际抗癌联盟首席执行官Cary Adams

过去十年将在今后几年中被视为癌症和其他非传染性疾病被确认为全球健康和发展问题的十年：举行了三次高级别会议；发布了世界卫生组织（世卫组织）新的《预防控制非传染性疾病全球行动计划》；所有国家都商定了到2025年帮助将过早死亡人数减少25%的目标；世界卫生大会在2017年就癌症问题达成了一项新的决议；非传染性疾病被纳入“联合国可持续发展目标”。这是一个达成协定并作出承诺的十年。

这些步骤并非偶然发生的。国际抗癌联盟在将癌症置于寻求确立非传染性疾病为全球优先事项的运动的核心方面发挥了关键作用。它与原子能机构和其他主要伙伴合作，带头支持这一全球运动。2009年，由国际抗癌联盟、世界心脏病联合会和国际糖尿病联合会组成了非传染性疾病联盟。其目标很简单：确保召开一次联合国非传染性疾病高级别会议，并确保非传染性疾病纳入可持续发展目标。一些人对联盟的早期不满，认为通过一组共同的风险因素对非传染性疾病进行分组几乎没有取得政治影响力。然而，非传染性疾病联盟在联合国系统中获得了信誉，并与一群坚定的国家合作，推动了2011年举行的高级别会议，并促使制定了世卫组织《预防控制非传染性疾病全球行动计划》和我们期望在2025年实现的9个目标。2014年和2018年举行了进一步的高级别会议，各国承诺制定和实施行动计划。非传染性疾病被纳入“可持续发展目标3”，其中承诺到2030年将非传染性疾病造成的过早死亡减少三分之一以上。这是一个在联合国领导下致力于一系列影响所有国家人民的疾病的前所未有的时期。

与此同时，国际抗癌联盟及其成员和合作伙伴敦促对癌症及其独特的风险因素采取具体行动。《世卫组织基本药物标准清单》于2017年全面更新，世卫组织一份题为《世卫组织癌症管理优先医疗器械清单》的新出版物也于当年发布。该出版物列出了每个国家有效管理癌症应具备的的核心技术。

对于国际抗癌联盟来说，原子能机构也是一个关键的合作伙伴；原子能机构参与癌症防治有助于确保广泛了解在预防和获得治疗的投资与姑息治疗之间保持平衡的必要性，以及多学科服务和护理的作用是癌症计划的核心，另外还有助于国家决策者从投

资带来的回报角度看待发展放射治疗服务的相关前期成本。

随着我们进入本十年的最后几个月，自然会问这样一个问题：“在全球一级达成的协定和作出的承诺是否对世界各国癌症患者的生活产生了实质性影响？”

根据国际抗癌联盟与国际癌症防治伙伴关系[1]合作对全球国家癌症防治计划和非传染性疾病计划进行的全球审查，答案是肯定的。在过去十年中，我们看到国家癌症防治计划的数量从2013年的66%增加到2017年的81%。诚然，许多计划仍然没有得到充分的资金支持，其实施的程度也可能受到质疑，但鉴于国际抗癌联盟认为政治意愿和计划的存在是解决任何国家癌症问题必要的先决条件，我们应该对表明我们正在取得实质性进展的证据感到欣慰。我们可以看到，得到政治支持并且国家癌症防治计划已公布和获得资助的国家正在采取步骤减少人们受危险因素的影响，例如实施更严格的烟草控制法，或对全民进行常见癌症筛查，或通过接种疫苗保护女孩免受人乳头瘤病毒感染。因此，更多防治计划的存在很好地表明，与本世纪初相比，如今癌症受到更高的重视。

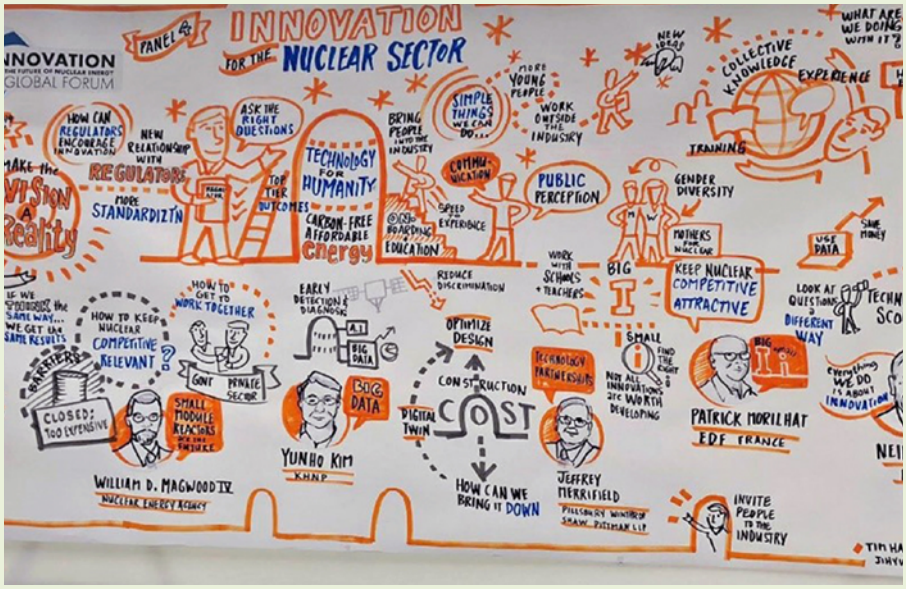
然而，要在全球公众健康中提高癌症防治水平，仍有许多工作要做。许多签署了《世界卫生组织烟草控制框架公约》的国家尚未对卷烟实施大幅提价。宫颈癌仍然是低收入和中等收入国家妇女死亡的主要原因。因此，国际抗癌联盟联合世卫组织，再次推动消除后代女孩和妇女的这种特殊癌症。虽然世卫组织的基本药物清单不断更新，但许多国家缺乏技术资源，无法确保向需要的人定期提供高质量的药物。此外，我们仍然看到全球在缓解疼痛的途径方面存在着巨大的、可避免的差距，数百万中、重度癌症疼痛患者无法获得阿片类镇痛剂。这些挑战是巨大的，但并非超出我们的能力范围。

在进入下一个十年之际，我们应该为过去十年在引导和鼓励所有国家提高其应对日益沉重的癌症负担的能力方面取得的成就感到欣慰！为了利用目前的势头，癌症倡导者必须迅速开展工作，动员公共和私营部门的其他民间社会团体和组织创造和维持能够对世界各地社区的健康和福祉产生积极影响的变化。

---

[1] Romero Y、Trapani D、Johnson S、Tittenbrun Z、Given L、Hohman K、Stevens L、Torode JS、Boniol M、Ilbawi AM；2018年，“国家癌症防治计划：全球分析”，《柳叶刀肿瘤学》19（10），e546-e555。

当前和未来的核能领导人发出采取创新行动呼吁



超过250位核工业的领导人、监管人员、研究人员、政府代表和技术提供者发出了加速采用创新解决方案维持和推进世界各地当前核电厂运行的“行动呼吁”。该“行动呼吁”强调了由原子能机构共同组织、6月10日至12日在韩国庆州举行的为期三天的“核能未来创新全球论坛”与会者所确定的四项创新。

这次活动的主要目标是应对核领域面临的最紧迫挑战，并探讨部署创新技术和工艺解决方案来维持甚至增强核安全同时降低成本的障碍和机遇。为此，与会人员重点介绍了与运行当前核电厂各方面有关的28项创新，其中前四项创新是：

1. 数字孪生（将某个过程在虚拟空间中重建成以计算机为基础的模型），用于提高核电厂性能和降低成本；
2. 先进制造，包括3D打印，用于应对供应链挑战；
3. 机器学习，用于更好地利用核电领域已有的大数据来优化维护；
4. 更具创新性的信息交流框架，用于共享有关研发、运行和维护的数据。

该“行动呼吁”成为在这次活动本身之外为部署和实施开发可操作项的基础。

这次论坛由原子能机构、美国电力研究所、英国国家核实验室、经济合作与发展组织核能机构以及韩国水电核电公司共同组织。韩国水电核电公司主办了这次活动。

“核工业是全球能源结构的重要组成部分，特别是在应对气候变化方面，因为它是零碳能源，”美国电力研究所副主席兼首席核能官Neil Wilmshurst说。“这个独特的论坛优先考虑了核工业所需的关键创新，认识到存在的障碍并致力于共同努力消除这些障碍。”

此次活动的参与者，从早期职业专业人员到行业领袖，都遵循以下原则：在各自组织内以及整个核能部门内进行合作、促进变革、打破陈规和有所作为。会议重点讨论了当今核能部门创新面临的挑战和核创新的成功范例等议题。在经合组织核能机构总干事威廉·马格伍德协调下与监管人员举行的圆桌讨论会提供了核能领域领导人的观点。

原子能机构核能司核电厂运行与工程支持小组负责人Ed Bradley表示：“年轻一代核专业人员与管理层紧密合作提供的有效支持，欣喜地表明创新将由当前和未来领导人共同参与推动。”

论坛讨论会主席、美国爱克斯龙电力公司创新总监Joan Knight补充说：“我很高兴能参与到推动核能领域更有力创新实践的努力中，并形成支持相关活动的态度。”

这是联合组织机构之间首次举办此类活动，2018年和2019年在维也纳举行的创新会议推动了这次活动。预计今后还将举办类似的论坛，作为分享有关行动进展、迎接新挑战、加强合作和促进新伙伴关系的平台。

英国国家核实验室副主任Rob Whittleston在闭幕式上说：“我们很高兴将在2020年举办下一届全球论坛。”

文/ Marianne Nari Fisher和Vincent Roué

中国通过利用核技术的试点研究成功抑制了蚊虫数量



白纹伊蚊是世界上最具侵入性的蚊虫物种。防治这种害虫的成功试点实验已于最近完成，有关成果发表在2019年7月17日的《自然》杂志。（图/原子能机构N. Culbert）

核昆虫不育技术与不亲和昆虫技术相结合，首次导致了对蚊虫数量的成功抑制，在防治携带登革热、寨卡病毒和许多其他破坏性疾病的蚊虫方面迈出了有前景的一步。最近，在原子能机构与联合国粮食及农业组织（粮农组织）合作支持下于中国广州开展的这种试点试验的成果发表在2019年7月17日的《自然》杂志。

昆虫不育技术是一种环保型害虫防治方法，涉及规模饲养和利用辐射对目标害虫进行绝育，随后在划定的区域进行系统的大面积空中释放不育雄虫。不育雄虫与野生雌虫交配，导致不产生后代，并随时间推移减少害虫数量。不亲和昆虫技术涉及让蚊虫感染沃尔巴克氏菌。这种细菌能部分地造成蚊虫不育，这意味着需要较低的辐射即可导致完全不育。由此更好地保持不育雄虫的交配竞争力。

虽然昆虫不育技术作为大面积虫害治理战略的一部分，已成功地用于防治果蝇和蛾类等各种植物和家畜害虫，但对蚊虫的防治仍须进行示证。

扩大利用昆虫不育技术防治各种蚊虫的主要障碍一直是要克服生产和释放足够多不育雄虫来压制野生数量的若干技术挑战。中国中山大学的研究人员及其伙伴在牵头协调全球开展昆虫不育技术研究的粮农组织/原子能机构粮农核技术联合处的支持下，现已成功地克服了这些挑战。

例如，研究人员利用以奥地利维也纳附近的粮农组织/原子能机构粮农核技术联合处实验室开发的模型为基础搭建的架子，每周饲养50多万只蚊虫。粮农组织/原子能机构粮农核技术联合处与这些研究人员密切合作，还开发并验证了用于成批次处理15万只蚊蛹的专用辐照器。

这项试点实验将昆虫不育技术与不亲和昆虫技术相结合运用，所取得的成果证实，几乎成功地灭除了白纹伊蚊（亚洲虎蚊）这种世界上最具侵入性的蚊虫物种的野生数量。为期两年的实验（2016年至2017年）覆盖了广州珠江中两个相对孤立的岛屿上32.5公顷的区域，涉及释放约2亿只感染沃尔巴克氏菌并经辐射的规模饲养成年雄性蚊虫。

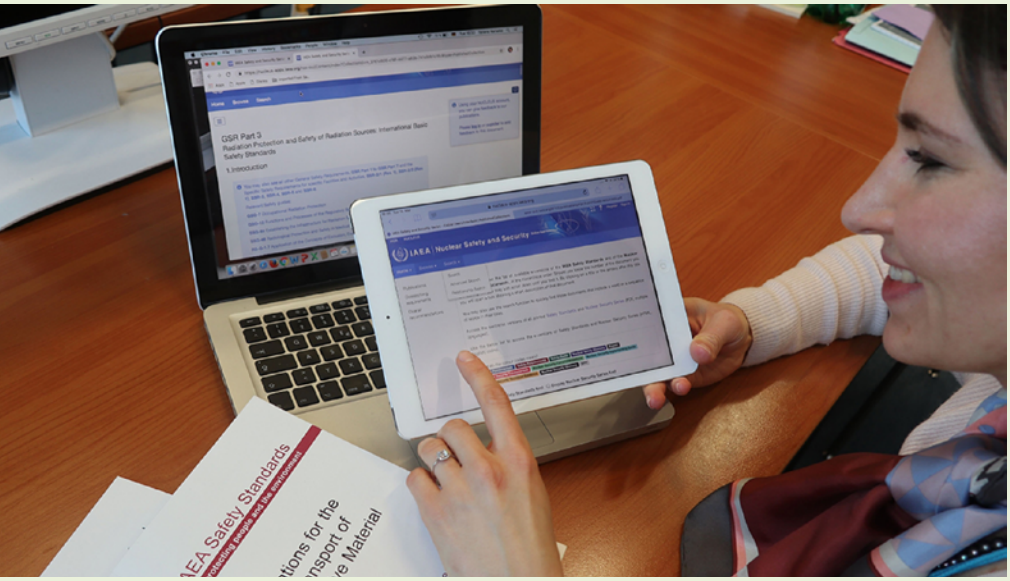
这项研究还表明了社会经济方面对于成功利用不亲和昆虫技术/昆虫不育技术方案的重要性。例如，在研究期间，由于蚊虫释放后讨厌的蚊虫叮咬因而减少，当地社区的支持度增加，社会接受度也随之增加；不亲和昆虫技术/昆虫不育技术方案要取得成功，当地社区需要一同参与并合作确保在整个区域统一综合利用该方案，以便有效地应对和控制这些害虫的移动。另一个方面是成本效益，未来全面操作干预的总成本估计为每年每公顷108～163美元，与其他防治战略相比，该成本被认为具有成本效益。

中国专家计划在不久的将来利用广州规模饲养设施生产的不育雄蚊，在范围更大的城市地区实验该技术，中山大学-密歇根州立大学热带病虫媒控制联合研究中心主任兼美国密歇根州立大学教授奚志勇说。运营该设施的公司利用与粮农组织/原子能机构粮农核技术联合处协作开发的先进蚊虫规模饲养和辐照设备。

开发昆虫不育技术防治蚊虫的全球合作在2015年至2016年寨卡流行病爆发后得到了加强。登革热的发病率现在呈上升趋势，向世界卫生组织（世卫组织）报告的病例数从2010年的220万增加到2016年的330多万。实际发病率要高得多，据世卫组织的一项估计表明，每年新感染病例为3.9亿。

文/Miklos Gaspar

使用在线工具全面浏览国际原子能机构安全和安保出版物



国际原子能机构《安全标准丛书》和《核安保丛书》收录了150多个出版物，所有出版物都包含多个交叉参考文献。许多重要领域不只被一个出版物所涵盖。为了能够在此庞大的资源中轻松查找全面信息，原子能机构开发了一种高级搜索工具，即“核安全和安保在线用户界面”，为用户提供多种方法来系统地浏览和搜索这些出版物。

《安全标准丛书》和《核安保丛书》就如何增强核技术的安全和安保向各当局和其他相关利益相关方提供指导。它们涵盖与核装置以及辐射源在医学、工业、农业和研究中的应用有关的活动。出版物的内容是由原子能机构与世界各国政府和组织密切合作制定的。这些出版物定期修订和更新。这两套出版物按等级结构进行组织，其中“安全基本法则”和“核安保基本法则”适用于所有活动，而较低级别的出版物则提供更具体的建议。

“核安全和安保在线用户界面”是原子能机构支持各国应用这些出版物的工作的关键部分。”原子能机构安全和安保协调办公室主任Gustavo Caruso说：“这是所有这些出版物均可完整访问的唯一平台。它还说明较高级出版物（陈述需要达到的条件）如何与较实用出版物（解释我们如何达到这些条件）相联系。”

“核安全和安保在线用户界面”使用户可以搜索具体的关键字或文本，并为他们提供高级语义搜索工具。这样，用户可以快速找到与所选主题领域或概念相关的特定要求、建议和导则。

Caruso先生说，该界面还使得专家能够更有效地修订出版物的内容。“这是在制定新标准和修订现有标准期间确保一致性的唯一方法，”他说。“该工具包括一个从授权用户收集反馈的机制，这有助于我们将新知识与现有内容联系起来，并允许针对主题而不是针对单个出版物进行有效的修订。”

该平台有数百个普通用户，包括安全标准各分委员会、安全标准委员会和核安保导则委员会的成员。仅从今年年初开始，在多个国家/地区进行培训班之后，已有1500多个新用户开始使用“核安全和安保在线用户界面”。

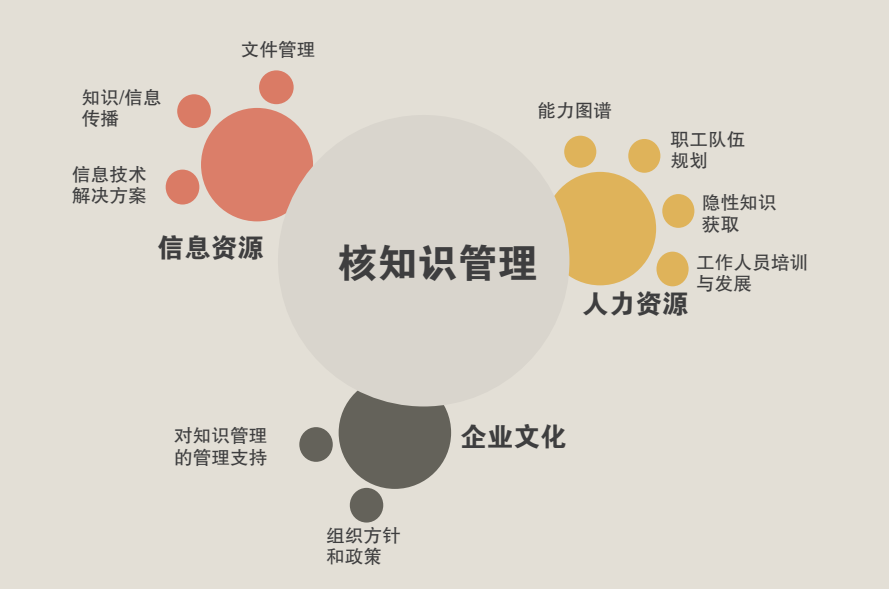
“此界面可节省大量时间。它是一站式搜索引擎，专门设计用于轻松访问原子能机构的核安全丛书和核安保丛书的内容，”澳大利亚辐射防护和核安全局助理局长兼评估与咨询高级科学家Fiona Charalambous说。“它帮助我从标准、技术报告等出版物中确定感兴趣的关键领域，帮助我高效地找到可能对我的工作有用的交叉引用。例如，我可以使用关键搜索词，并在特定上下文中跨标准、导则、建议和技术报告进行比较。”

“核安全和安保在线用户界面”提供有关出版物和已被取代的参考文献的更新信息，并载有参考文献和与其他相关原子能机构出版物的链接，例如原子能机构《技术文件丛书》。新添加的标准将包含与《国际原子能机构安全术语》中定义的链接，以帮助确保正确理解所使用的任何特殊术语。

“没有这个界面，您可能会迷失在《安全标准丛书》和《核安保丛书》的所有材料中。有了这个界面，您将能够找到所需的信息，”Caruso先生说。“‘核安全和安保在线用户界面’以这种方式为全球核安全和核安保做出贡献。”

文/Nathalie Mikhailova

原子能机构核知识管理短训班为700多名专业人员提供了培训



教育和培训是确保为管理复杂的核电计划预备好下一代核工业专业人员所必不可少的。帮助国家主管部门特别是发展中国家的国家主管部门获取和管理这些知识，是核电可持续性的关键。随着原子能机构与国际理论物理中心联合举办的第15届核知识管理短训班于8月9日结束，原子能机构自2004年设立核知识管理短训班以来，已完成对700多名年轻专业人员的培训。

迄今为止，由阿卜杜斯·萨拉姆国际理论物理中心和原子能机构联合组织的核知识管理短训班已经培训了来自80多个国家的专业人员，并为参加者提供了有关发展和实施核科学技术组织核知识管理计划的专门教育和培训。主题除其他外，包括人力资源发展以及制定管理核知识、核信息资源、知识损失和知识转让风险的政策和战略。

“核技术具有复杂性和多学科性。为了确保安全，每个国家不仅有责任在其核组织中建立足够的技术知识和专门知识，而且有责任保持这种知识和确保其可用性，”规划、信息和知识管理处处长黄玮说。“这就是原子能机构在本世纪初听从其成员国的呼吁建立一项知识管理计划的原因。”

近年来，核知识管理已成为核部门越来越重要的一部分，这不仅是因为能力建设需求、工作队伍老龄化、科学和工程计划领域学生入学率下降所带来的挑战，而且还因为拥有有效的知识管理计划对于发展可持续安全文化至关重要。

“我们已帮助我们的组织确定、传递、保存和传播关键知识，尤其是当我们面临老龄化工作队伍退休之时。”CChEN人力资源组织发展主管Belgica Villalobos说：“借助我2011年在短训班中掌握的工具，我已能够在智利核能委员会中实施‘内部’核知识管理系统。”

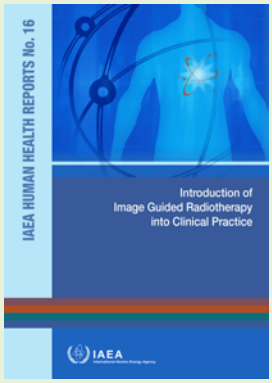
黄玮表示，通过培训和教育进行能力建设，并通过共享和汇集方法改善对现有知识的获取至关重要。核知识管理不仅直接影响人力资源，而且还影响信息和通信技术、过程和文件管理系统。现在和将来管理知识的能力都可能对与核安全有关的国家和组织战略产生重大影响。

南非核能合作组织资深科学家Lesego Moloko强调了该短训班的重要性，表示：“我当然会建议科学家、管理人员和人力资源专业人员都参加该短训班，以确保建立必要的技能传递机制。自从我从短训班回来后，南非核能合作组织设立了一个专门办公室，以确保在组织内部实施核科学技术的知识管理计划。”

“由于我们应成员国的更多请求，准备明年推出更多数量的核知识管理短训班，因此制定了新的标准化课程和模型，”原子能机构知识管理专家、该短训班科学秘书Maria Elena Urso说。这包括在线数字部分和传统课堂方法。

她说：“我们所有短训班的目的都是鼓励参加者思考未来，并将所学到的知识管理理论直接运用于他们的工作场所。”

文/Shant Krikorian

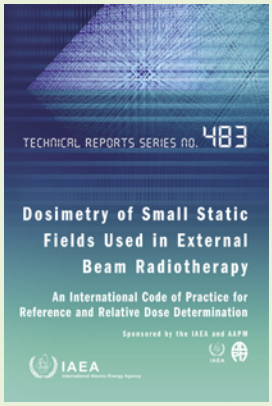


《将图像引导放射疗法引入临床实践》

本出版物提供放射治疗部门在安全有效地引入图像引导的放射治疗方面使用的导则和要达到的里程碑。体外射束放射治疗的最新进展包括治疗时在治疗室对患者治疗部位进行成像的技术。由于这项技术和相关的影像技术（称为图像引导放射疗法）被认为是放射治疗领域的发展前沿技术，因此本出版物述及放射治疗部门人员对治疗过程中所涉准备条件和资源的关切。它还提供根据患者预后支持图像引导放射疗法的当前例证情况。

国际原子能机构《人体健康报告》第16号；ISBN：978-92-0-103218-8；英文版；31欧元； 2019年

www.iaea.org/publications/12264/image-guided-radiotherapy

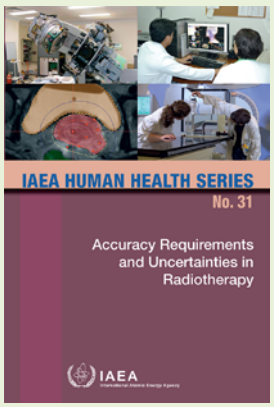


《体外射束放射治疗中使用的微弱静电场剂量测定》

本出版物提供可追溯到计量基本标准的统一参考剂量测定，并促进对国家内通用程序的遵守。它首先对物理学进行了概述，随后介绍了微弱静电场中参考剂量测定的一般形式。针对使用微弱静电场的特定临床机器，给出了使用适当的检测仪和方法测定场输出因子的实际实施导则。这一实践规范是通过与美国医学物理学家协会共同建立的国际工作组制定的。该领域国际统一准则将确保世界范围内在向放射治疗患者提供剂量方面的一致性，并将促进国际临床试验研究中的剂量标准化，对使用微弱静电场的各种放射治疗模式的结果进行比较。

《技术报告丛书》第483号；ISBN：978-92-0-105916-1；英文版；52欧元；2017年

www.iaea.org/publications/11075/dosimetry-of-small-static-fields



《放射治疗的准确性要求和不确定性》

本出版物是关于放射治疗准确性要求和不确定性的国际共识文件，目的是促进对患者进行更安全、更有效的治疗。本出版物述及与绝大多数放射治疗部门有关的准确性和不确定性问题，包括体外射束放射治疗和近距离放射治疗，涵盖临床、放射生物学、剂量学、技术和物理方面。

国际原子能机构《人体健康丛书》第31号；ISBN：978-92-0-100815-2；英文版；76欧元； 2016年

www.iaea.org/publications/10668/accuracy-requirements-and-uncertainties-in-radiotherapy

欲了解更多信息或订购图书，请联系：
国际原子能机构市场和销售股

Marketing and Sales Unit
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre
PO Box 100，A-1400 Vienna，Austria
电子信箱：sales.publications@iaea.org

ISSN 1011-257X 19-03264

研究堆国际会议：

应对挑战并抓住机遇，
确保有效性和可持续性

2019年11月25日至29日，阿根廷·布宜诺斯艾利斯



组办单位：

IAEA
国际原子能机构

主办方：
阿根廷政府

承办方：
国家原子能委员会

CN-277

在线阅览本期和其他各期《国际原子能机构通报》：
www.iaea.org/bulletin

更多了解国际原子能机构及其工作，请访问网址：
www.iaea.org

或通过以下方式关注我们：