

健康与环境:探讨某些相互联系

研究人员正通过 IAEA 支助的项目

研究不断变化的环境条件对人体健康的影响

Gopinathan Nair,
Robert M. Parr
和 John Castelino

环境方面多种形式的可持续的发展,不只是一种旨在保护脆弱的地球生态系统的概念。对个人来说,这是改善健康状况所必需的。例如,目前世界上的数十亿人,遇到了由工业空气污染,有毒金属与有毒废物,以及能很快适应不良环境条件的威胁生命的各种寄生虫所引起的健康问题。随着地球的“健康”状况由于执行了可持续发展政策而得到改善,地球居民的健康也将得到改善。

国际原子能机构(IAEA)正在与一些国家的和组织的组织一道,千方百计地为加深对环境与人体健康之间的相互联系的科学认识而工作。在寻求复杂而令人困惑的问题的答案时,人们往往会使用核的及与之相关的技术。本文着重介绍这方面的某些工作,以便阐明问题与潜在解决办法的范围。

观察城市空气污染对肺的影响的核“窗口”

工业化使人类获益匪浅。在许多国家中,生活已变得更加社会化、更加舒适和更加丰富多彩。与此同时,工业化也带来了祸害,其一便是城市化。城市化的第一个伤害对象就是环境。就对人体健康的影响而言,空气污染是全球环境的所有变化中最值得注意的变化之一,它现在如此不祥地威胁着人类。污染是人口和经济活动的结果,而

这两者都在以相当高的速度增加。

对发展中国家来说,这种状况使他们处于进退维谷的境地。一方面他们需要大力推进工业化以实现经济增长;另一方面,他们没有可用来建设足以控制污染的工业安全系统的资源。大多数发展中国家兼顾不了经济迅速增长和环境保护这两个相互冲突的需要,往往屈服于经济学的压力。一些国家的政府只是最近才开始正视与此有关的危险。在许多这样的国家中,有关环境安全的法规尚未得到严格的遵守。

亚洲提供了一个触目惊心的能说明情况多么糟的例证。世界上人口超过 1000 万的城市有 13 座,其中亚洲却有 7 座。亚洲约有 10 亿人生活在拥挤和脏乱不堪的城市里。世界上空气污染最严重的 7 座城市中,有 5 座在亚洲。

空气污染是环境危害中最坏的,因为这种污染有可能越界迁移。使空气受到污染的主要根源是:机动车辆和火电厂燃烧化石燃料;木柴炉、焚烧炉和工业烟囱等设施排出的烟;以及农业生产、建筑工地和采矿场等处产生的尘埃。污染物通常是铅、二氧化硫、硫酸和硫酸盐、氮的氧化物、臭氧和光化学污染物、一氧化碳、挥发性有机化合物,以及包括气载变应原在内的高度弥散性有机物。所有这些污染物超过一定浓度时,都有害于人体健康。

自从 1952 年发生著名的伦敦雾事件以来,空气污染的健康影响都有详细的记载。这起事件引起的额外死亡约 4000 人。这个数据完全能证实严重的空气污染与死

Nair 博士是 IAEA 人体健康处核医学科科长, Castelino 先生是该科高级职员。Parr 先生是该处营养和与健康有关的环境研究科科长。

亡率直接相关。根据伦敦事件以来进行的许多研究工作的报道,甚至在污染程度较低的情况下死亡率也有所上升。关于空气污染事件的一些报道进一步表明,因呼吸系统疾病和心血管疾病急症入院的人数增加,为工人们申请健康/风险赔偿的事件增多。在有关实验室中进行的肺功能试验表明,在发生各种空气污染事件期间,人每秒钟的被迫呼气量(FEVI)增加。在空气污染程度不同的各个地区,FEVI 值是不同的。

现在还不了解空气污染引起高死亡率和高发病率的基础性机理。空气污染也许能增加肺渗透性,导致肺水肿。这样,肺泡中的气体交换将受阻,引起全身缺氧。众所周知,急性和慢性呼吸系统疾病患者对空气中的颗粒污染物是比较敏感的。

人体通常的防卫机制,诸如带有纤毛的膜和导气管表面的粘液中的免疫球蛋白,都不能保护肺免受吸入空气中污染物的伤害。充其量也不过是大颗粒因撞入上部导气管表面带粘液的膜中而到达不了肺的较深部位。自我感觉呼吸不畅和气短,是大家熟悉的急性接触污染空气的症状。

空气污染能够恶化原先已有的病情,使康复机会大大减小,对支气管炎、哮喘和心血管病等慢性疾病患者的害处尤其大。老年人较年轻人更易受空气污染的影响。

来自空气污染的危害多半与所谓的PM 10 颗粒有关。这种颗粒很细,能够深深穿入肺中。它们主要(但不只是)来自机动车辆排出的尾气。最近有人估算出,PM 10 颗粒在美国每年约杀死 60 000 人,在英国每年约杀死 10 000 人。其他国家的此种情况虽然基本上不了解,但现有的资料表明,很多地方都可能存在此问题。

需要生物标记物。例如,人接触一氧化碳的量可通过测量空气中的一氧化碳浓度,或测量血液中的碳氧血红蛋白估算出来。同样,接触周围空气中铅的量,可通过测量受影响居民血液和尿中的平均铅浓度估算出来。此类生物标记物能够帮助内科医生评估发病的风险。不过,目前在接触

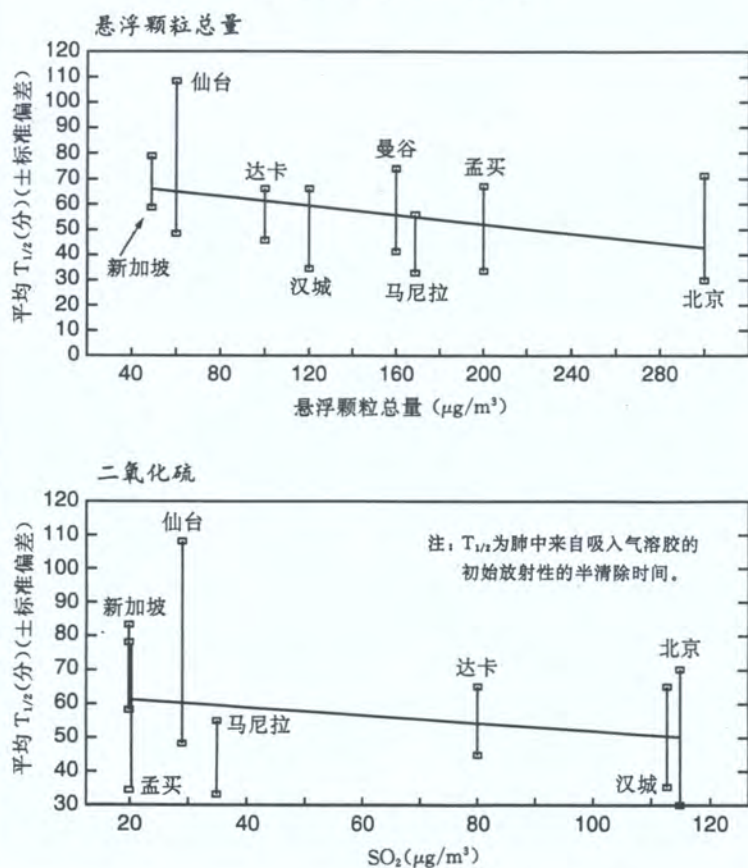
被污染空气对肺的影响方面,尚无生物标记物。

然而,核技术可以给这方面的科研工作提供工具,帮助填补这个空白。过去的 30 年中,核技术一直被用于有关肺和导气管的研究。例如,所获得的数据已能使一些重要的污染源得到鉴别和定量。

从技术方面讲,使用放射性核素作示踪剂有助于研究人员研究肺的呼吸功能,即血的灌注和肺换气。只是到了最近,粘液纤毛的清除作用及肺渗透性之类非呼吸功能才引起临床研究人员的注意。在有关这一内容的一项研究中,人们使用以二亚乙基三胺五乙酸(DTPA)钆-99 m 为示踪剂的气溶胶闪烁扫描技术使肺显像。这种用来测量肺泡-毛细血管膜渗透性的技术,是能够在任何核医学部门完成的一种快速、安全和简单的检验方法。先让患者吸入由一供气源提供的气溶胶,历时约 5 分钟,然后用一计算机化的 γ 照相机系统监测放射性离开肺区的清除率。这些测量结果被用来计算肺中初始放射性的半清除时间。肺泡微血管的任何损伤都将影响渗透性,这一点肯定能在肺清除率上反映出来。这种技术一直被用于诊断以能导致肺泡微血管损伤的肺部弥漫性炎为特征的多种肺病。

气溶胶闪烁扫描技术,已被参加 IAEA 最近的一项关于肺气溶胶吸入显像的协调研究计划(CRP)的研究人员采用。这些研究人员特别考察了城市空气污染对肺的影响。来自 10 座亚洲城市——达卡、北京、孟买、班东、仙台、汉城、拉合尔、马尼拉、新加坡和曼谷——的志愿受试者参加了这项研究。这些人都不吸烟,没有任何呼吸道症状,其胸部放射片正常。他们接受了标准的肺量测量肺功能试验。研究中使用的气溶胶供气系统,是由孟买巴巴原子研究中心(BARC)设计制造的,并经过了试验和验证,证明它适用于气溶胶吸入研究。这项研究还包括汇编这 10 座城市的年度空气质量数据,内容涉及悬浮颗粒总量(TSP)、二氧化硫(SO₂)、氮的氧化物(NO_x)、一氧化碳(CO)和臭氧。

亚太地区 IAEA 资助的一项研究的结果：
空气污染对肺渗透性的影响



这项研究的结果表明,肺功能即肺的渗透性有随着空气中污染物浓度的增高而改变的迹象。这种迹象与 TSP(对肺的影响最大的污染物)和 SO_2 浓度的关系非常明显。根据所获得的结果有理由认为,渗透性的改变是由肺部可能已发生的损伤造成的,而这种损伤是长时间接触周围污染空气所致,因为这些受试者本来是健康的不吸烟成人。因此,这些试验提供了一个可以观察城市空气污染对肺的影响的窗口。不过,尚需就本项研究结果继续做些工作,才能得出最后的结论。

从许多方面来看,IAEA 资助的此项研究在该领域里开辟了新天地,它提供了一种可用于检验环境污染对人肺的生理学影响的定量方法。由于肺是直接对环境开放的主要器官,因此现在看来把肺的损伤



在 IAEA 资助的空气污染研究工作中,受试者吸入放射性标记的气溶胶,以测量其肺的渗透性。

与呼吸道疾病的发病率更紧密地联系起来是合理的。这样做为更好地理解空气污染影响人体健康的机理开辟了道路。

IAEA 正在通过其在研究和技术合作领域的计划,资助关于空气污染、环境和健康方面的多种研究。例如,有 IAEA、联合国开发计划署和 IAEA 亚太地区合作协定(RCA)的国家参与的一项正在实施的联合项目,预计 1995 年将扩大。它的工作重点将放在使用同位素与辐射来加强工艺技术和支助环境上可持续的发展方面。目前,参加该项目的有亚太地区的 15 个国家,其内容还包括有关沉积物、土壤、水体和生物监测物的研究。

有毒重金属:

研究人通过食物和水受到的影响

若干世纪以来,人们一直在开采和提炼铅和汞之类有毒重金属。不幸的是,随着时间的推移,包括食物和饮用水在内的人类环境已被这些元素和其他元素所污染。(见第 13 页的表。)某些研究人员甚至认为,铅中毒是罗马帝国垮台的原因之一。

更为肯定的一个事实是：正如最近对格陵兰冰核所作的分析所证实的那样，人们从公元前的某个时期以来就一直在加重地球的铅污染。

今天，在有毒重金属的全球生物地球化学循环中，人的因素仍是最重要的。此外，由人类活动转入环境的所有金属的年总毒性，现在已超过了每年产生的所有放射性废物和有机废物的合计总毒性。

因此，关于评估环境污染对人的影响的许多国家计划和国际计划，都优先安排对有毒重金属的研究，这是不足为奇的。在联合国这一级，许多这样的计划都进入了“21 世纪议程”的范畴。所谓 21 世纪议程，系指 1992 年联合国环境与发展大会提出的有关可持续发展的的一组活动。

IAEA 支助的计划。 砷、镉、铜、铅和汞等，都是适合于用各种核的和基于核的技术来研究的有毒元素。所涉及的主要技术包括中子活化分析、能量色散 X 射线荧光分析、粒子激发 X 射线发射分析、电感耦合等离子体质谱分析，以及各种各样的同位素示踪研究方法。IAEA 正通过各种途径支助特定研究领域的工作。（见下页的表。）

核分析技术最有用的应用之一，与利用“生物监测物”有关。人的头发就是这样一种生物监测物的实例，它除了环境方面的用途外，还有历史方面的用途。（如目前仍在争论的有关拿破仑是否死于砷中毒，以及能否根据据说来自其尸体的一些头发样品的分析结果定为砷中毒的问题。）

头发分析的一种比较“有生命力的”应用，在目前正在进行的一项 IAEA 支助的研究计划中得到了证实。在该项计划中，头发正被用来监测孕妇及其新生儿受汞影响的程度。世界卫生组织（WHO）已提出，头发中的汞含量最好不超过 4—6 微克/克，否则新生儿便有遭受到神经学损伤的风险。

环境中的典型重金属及规定的某些限值

	空气中浓度限值 ¹	饮用水中浓度限值 ²	暂定的容许周摄入量 ³	摄入量的主要来源
砷	0*	10 µg/L	14 µg/kg 体重	被污染的饮用水
镉	10—20 ng/m ³ (城市空气)	3 µg/L	约 7 µg/kg 体重	职业；烟草的烟
铜		1 mg/L	0.35—3.5 mg/kg 体重	被污染的饮用水
铅	0.5—1 µg/m ³	10 µg/L	50 µg/kg 体重	职业；异食癖； ⁴ 来自加铅石油产品的沉降物
汞	1 µg/m ³	1 µg/L	5 µg 全部汞/kg 体重 3.3 µg 甲基汞/kg 体重	被污染的鱼；职业

* 一般认为不管浓度如何砷都是一种致癌因素。

1 以 1 年内的时间加权平均数计的浓度上限指导值（WHO）。

2 饮用水中浓度的上限指导值（WHO）。

3 成人可接受的最大周摄入量（WHO/FAO）。为求得适用于个人的可接受的最大周摄入量，此处列出的值须乘以千克为单位的体重。

4 异食癖指吃粘土、土壤、灰渣等非食物物品的那种习惯。对生活在被污染的环境尤其是带有老的铅基涂料的房屋中的幼儿来说，异食癖是他们的铅摄入量的重要来源。

IAEA 的工作表明，在几个发展中国家里的一些人群组中，已超过这个含量。进入人体的汞通常是由食用被污染的鱼所致。有些人（如生活在巴西亚马孙河流域的某些受试者）的头发汞含量特别高，可能与提取和提纯金时使用汞有关。该项目还包括研究汞的最重要的有机化合物甲基汞。

传染病和环境：设法适应各种变化

社会—经济的发展理应导致健康水平和生活质量的提高。然而，直到最近为止，发展往往渐渐地被看作环境退化、污染、发病率增加，以及原设想会受益于发展中的人中至少有一部分人的生活质量变坏的同义词。所幸的是，近来愈来愈多的人认识到，必须把健康和生活质量的改善与可持续的发展联系在一起，否则不利的后果将是不可避免的。

例如，许多农业发展方案可以导致环境发生助长疾病传播的变化。阿斯旺水坝及其相关的灌溉计划能增加棉花和谷物的

* 这种总毒性是通过将放射性废物或有机废物稀释到饮用水质量所需水量度量的。见 *Nature*, Vol. 3, 33 (May 1988) 所载 J. O. Nriagu 和 J. P. Pacyna 的文章。

在与健康有关的环境研究中应用核技术的 部分 IAEA 协调研究计划

年 份	数 目	题 目
1984—1989	14	头发无机分析作为评估人体内环境污染物负担的一种手段的意义
1984—1990	14	用核技术和其他技术测定的人从日常饮食中摄入的营养上重要的微量元素量
1985—1990	11	测定食品中有毒元素的核技术(RCA 地区)
1987—1992	20	核技术和核相关技术与在固体废物有关的环境污染研究中的应用
1987—1992	10	可用于分析农产品加工业的产品和食品中微量元素的核分析技术(ARCAL 地区)
1990—1995	10	用核技术和其他技术评估选定人群中的汞环境接触量
1992—1997	19	用核相关分析技术进行的有关空气污染的应用研究
1996—2000		用放射免疫分析和其他相关技术评估环境污染物
1995—2000		用核分析技术和相关分析技术进行的工作场所监测和职业人员的保健研究
1995—2000		提供环境研究用副标准(地区性的)参考物质**
1995—2000		环境生物监测和建立供发展中国家用的样品库**

* 参加国数目。

** 取决于能否得到预算外资源。

注:在 1992 年于德国卡尔斯鲁厄举行的 IAEA 学术讨论会的论文集《同位素和辐射在环境保护中的应用》(*Applications of Isotopes and Radiation in Conservation of the Environment*)中,有关于 IAEA 在该领域中的工作的更详细介绍。订购信息请见本刊 *Keep Abreast* 栏。

产量,但这些计划也使血吸虫病(一种很讨厌的使人虚弱的病,WHO 估计此种病影响到 70 多个国家的 2 亿人)发病率升高,因为这种病的传播媒介钉螺能在灌溉渠中繁殖。肯尼亚的姆韦亚—特贝里灌溉计划同样使该国的稻米达到了自给,但随着周围地区的移民和塔纳河下游的蚊子进入姆韦亚—特里贝,该计划把疟疾(WHO 估计此种病影响到 103 个国家的近 3 亿人)带入了该地区。在巴西,亚马孙河的开发导致利什曼病和疟疾的发病率猛增。对于利什曼病来说,作为森林循环的一个组成部分的白蛉,以及疟疾的传播媒介蚊子,叮咬来自巴西城市的在免疫方面准备不足的移民。这些到亚马孙河来开辟新天地的移民

却发现自己成了疟疾病原体的新靶子。

人们往往找不到有关巴西和哥伦比亚森林之类地区有哪几种蚊子是人疟疾的传播媒介的资料。80 年代初期,为了有助于防治疟疾,人们开发了一种方法,即利用以碘-125 标记的抗子孢子单克隆抗体(在由蚊子携带的疟疾病原体的感染阶段)与子孢子抗原相结合的免疫放射分析法(IRMA)。

此种方法能把恶性疟原虫和间日疟原虫(两种最常见的人疟疾形式)的子孢子与感染灵长类和其他动物的子孢子区分开来。因此,它可以明确地鉴定出携带人疟疾病原体的蚊种。随后研究这种媒介的生态学和个体生态,以便形成费用少效益高的防治办法。结论是,在房屋内及其周围繁殖和栖息并以人血为食的蚊虫,可以用喷洒 DDT 之类杀虫剂的方法防治。当然,如果得出这种媒介是森林栖息蚊的结论,这样处理当然不会奏效。

当 IRMA 方法与疟疾抗原 NANP 一起使用时,它能够测量人体内抗子孢子抗体的水平。这种抗体是作为人体对通过蚊咬进入体内的子孢子的响应而产生的。因为这种抗体的半存留期短,所以它反映的是以前 3—6 个月内发生的疟疾传播情况。这种检验方法可以用于比较不同地区的疟疾传播强度,和探测环境改善或采用防治措施所引起的变化。

工业化和与之相关的农村人口进城,使得在与机动车辆和工业引起的空气污染直接有关的健康问题之外又增添了许多健康问题。这常常意味着移民会集中居住在一些贫民窟中,那里过分拥挤的居住条件和较差的卫生条件会引起腹泻与分支杆菌腹泻等疾病发病率升高。

在许多都市中心买药容易,这会进一步导致滥用治疗药物,和出现抗药性病原体菌株。随着农村人口大批进城,他们把以往局限于农村地区的媒介和疾病也带进了城。例如在拉丁美洲的一些国家,南美洲锥虫病就是这样进城的。这种病的主要传播途径已不再是锥猎蝥虫而是血库,因为穷人们把他们的血连同血液传播的疾病一起

卖给了血库。

有效的诊断能有助于对疾病的防治。在为传染病诊断服务的化验室中,临床材料的首次分析通常是借助显微镜和培养基进行的。这两种方法的灵敏度和特异性都不高。况且培养法一般比较费时费事,某些病原体在培养基中也许不繁殖。放射免疫分析(所用的指示试剂用碘-125 标记)等免疫检验法,可以部分地满足快速诊断的需要。这些免疫检验方法尽管灵敏,但有时缺少特异性,尤其是在发展中国家中。在工业化国家中被列入“高度特异”类的检验方法,对流行于许多发展中地区的许多种微生物的宿主并不那么有效。

有时候,科学中的技术发展能产生认识上的飞跃和增加创新的潜力。随着脱氧核糖核酸(DNA)技术的发展,生物医学研究就已发生了这样的革命性变化。DNA 技术为分子生物学方面的一系列研究打开了大门。DNA 可用生化方法复制,也可以放大;核苷酸序列可以测定。DNA 的片段可以拼接,因而可用作能高特异地结合到 DNA 互补序列上的分子探针。DNA 探针之所以能获得成功,原因是可以用高比活度

放射性同位素对它进行标记。这一特点使得微生物学家能探知这种探针是否已结合到特定生物的互补的靶 DNA 上。DNA 探针能鉴别各色各样临床样品中的从病毒到蠕虫的各种病原体。

探针测定能否成功,部分地取决于临床样品中的生物的数量。某些疾病(诸如结核性脑膜炎、麻风病和南美洲锥虫病)以临床样品中病原体少著称。在这些场合,微生物学家要利用 DNA 技术的另一个方面:用聚合酶链式反应(PCR)放大 DNA。PCR 是一种供酶合成特定 DNA 使用的离体方法。

分子技术对于解决与传染病有关的临床问题来说拥有巨大的潜力。这类技术在发达国家中使用得越来越多,成了诊断化验室的支柱。由于许多这样的技术涉及到使用放射性核素示踪剂,因而 IAEA 正在通过支助研究、培训和散发资料等方面的各种计划,积极参与将有关技术传播给发展中国家的活动。

这项技术以及其他技术,在研究、预防和控制那些竭力适应不断变化的环境条件的传染病方面,总体上将会起更大的作用。□



在法国的巴马科, IAEA 和意大利支助的一个项目的参加者在学习如何使用分子技术研究疟疾。(来源: Castelino, IAEA)