

## 医务人员的放射防护

Hendee WR and Edwards FM

**摘 要:** 医务人员构成了从事放射性工作的最大部分, 尽管在过去二十年中 医务人员人数增加了约50%, 但他们的集体剂量当量却稳步减少。其变化的因素包括显像检查步骤 的变化, 对病人给药方式的变化及设备的更新等。为更有效地利用放射性和显示放射性信息, 显像 检查进入非放射性学科及非医院设施内, 以及从经济负担和法律上考虑来决定病人的治疗 及保 健等趋势, 可能最终会影响到医务人员的放射性照射。

### 引 言

病人及医务人员受到放射性照射是利用射线来改善个人健康状况的直接后果。过去二十年中, 放射医学检查的数量每年增加50%以上, 但医务人员集体剂量当量却逐年减少, 这是否反映了放射防护、新的显像技术及设备的改进, 及医学实践过程变化呢? 还是这些因素的联合作用? 这种趋势是否会持续下去?

### 医学职业照射工作人员

医学放射人员可分为两类: 受照射职员(一年中至少接受小到可探测的照射量)及潜在照射职员(接受到的照射 低于可探测限)。美国环境保护机构(EPA)估计: 1980年, 美国584 000名从事放射性工作人员中有306 000人因接受射线低于探测限而被认为潜在照射职员。

1980年, EPA对医务人员按不同工作、平均全身剂量及1980年的集体剂量进行了分类。由足医、按摩及兽医等医务人员构成的集体职业照射少于5%。医院、私人开业及牙医构成了数量最大的职业照射人群, 占集体职业照射的最大部分。牙医人数为医院及私人开业人数的总和, 实际上接受的照射很少, 集体剂量只有14%。

从剂量当量及集体剂量当量分布频率看, 其分布明显偏向低的年剂量当量。尽管

平均剂量当量为 $0.7\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ , 约53%的职业工作人员接受的剂量少于可探测水平, 88%的人少于 $1\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 。那些工作人员受到可探测照射的平均剂量当量为 $1.5\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 。在这组中, 75%的人接受的剂量小于 $1\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 。接受相对较高剂量当量的人员很少, 但他们却构成了相当大部分的集体剂量当量。在所有工作人员中接受剂量大于 $20\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ 的少于0.5%, 接受大于 $50\text{mSv}\cdot\text{a}^{-1}$ (推荐职业照射剂量的上限)的少于0.05%。

医学职业超时照射的分布还不太清楚。在一年中接受高剂量的人很可能由于工作的需要在连续几年中受到较高剂量的照射, 年复一年地重复同一工作, 例如一贯从事透视的人员被认为存在较高的重复照射。放射工作人员工种的轮换对超时照射的分布相对均匀些。

### 历史倾向

牙科检查及工作人员数目在1965~1980年中以每年5%的比率递增。同一期间, 牙医集体剂量当量每年减少3.5%, 1980年的数值几乎是1965年的一半。职业人员的剂量与病人剂量相联系, 并且牙科中大多数照射来自咬贴X拍片。这样, 职业人员和病人的照射遵从了同一规律。1965~1980年中咬贴照射量减少了四倍, 这主要是由于使用了更快感光的底片, 加强了X光的准直性, 改进

了质量控制。尽管1980年在所有医务人员中牙医占了44%，可他们的医学集体剂量当量只占了14%。很显然，对医务人员而言，集体剂量当量的影响，医学照射比牙科照射更有意义。

医院及私人开业的职业照射趋势为：1965~1980年医学检查及工作人员数目每年大约以5%递增，同一期间，医务人员每年集体剂量当量却减少约1.5%。因此，1980年集体剂量当量大约只是1965年的80%，估计为330人·Sv。躯体照射与牙科相比很不均匀，由于照射检查步骤很不一样，对病人在此期间集体剂量当量的估计并无用处。国家放射防护监测委员会（NCRP）1980年估计全美从事诊断放射学和核医学检查人员年有效剂量当量为123 000人·Sv。从1965~1980年，由胸、腹、脊椎X拍片所造成的躯体照射减少了20~25%，而检查数目增加了65%。

简单地说，尽管从1965~1980年间X射线的使用增加了，但医务人员的照射却明显减少。个人照射的减少不单纯是雇员数增加的结果，而是，集体剂量当量也减少了。

接受超过个人剂量限值的放射人员少于1%。如果仅满足于确信50mSv年剂量限值的话，医学放射工作人员的防护工作就会毫无问题。但更困难的是评价医学职业照射是否与可合理做到的尽可能低的原则（ALARA）一致。集体剂量的减少趋势至少提示进一步减少照射量是可以做到的。

### 一种医学职业照射的计算模式

为分析辐射照射的趋势，必须分清影响这些照射的主要因素。医学中这些因素可结合到下面简单的公式中。

对医务人员全身集体剂量当量 $[DE]_{WB_{coll}}$ 的影响因素：

$$[DE]_{WB_{coll}} = N_p \cdot f_p \cdot f_1 \cdot f_x \cdot X \cdot N \cdot f_{occ} \cdot C$$

$N_p$ 为公众的个数， $f_p$ 为每年作为病人进入健康保健系统的份额。 $N_p$ 与 $f_p$ 无论哪个增

加，病人数都会增加。 $f_1$ 是接受显像检查所占的份额，也包括了接受放射治疗的病人。这部分病人很少，是在严格监督下的常规照射，对医务人员的照射也很少。因此，放射疗法对医务人员职业照射影响不大。 $f_x$ 是确定成像过程中电离辐射所占的份额，它反映了电离与非电离显像技术的竞争性。现今，超声、磁共振成像（MRI）及内窥镜是不应用电离辐射的检查。对一个特殊的检查，有必要知道使用了多少放射性。每个显像检查的体内照射量以 $X$ 表示，每个显像检查的显像次数以 $N$ 表示。 $f_{occ}$ 是病人检查时射线散射到工作人员的份额，一般 $f_{occ}$ 是病人集体剂量转化为职业性集体剂量的份额，可以用它来估计由于照射病人而产生的医学职业照射。最后，医学职业照射一定要转化为有意义的剂量当量，这个转化用 $C$ 表示，要求考虑到辐射的空间分布和穿透性及不均匀的器官剂量修正为有效的全身剂量当量。转化因子 $C$ 必须包括揭示由于对照射量进行简单估算而造成的危险度的估计问题。

### 对医学职业照射趋势的分析

乘积 $N_p \cdot f_p \cdot f_1 \cdot f_x$ 代表进行电离辐射显像检查的病人数。从1965~1980年，全美人口增长了20%，X荧光检查数目增长了65%，牙科X射线检查增长了87%。1970年，对前面分类人口中10%的年长者（超过65岁）做X射线诊断检查占15%。到1980年，本组在医院检查人数超过25%，已增至人口数的11%。医学显像检查应用的增长很可能反映出老年人中发病率和创伤增加以及对该年龄组医学补偿有效性的增加。1965~1980年间，非电离辐射显像检查的影响相对较小，如磁共振成像直到80年代初才开始应用，1973年，超声在医学显像中只占0.5%，到1980年也只增加到4%。

X荧光主要用于检查上下消化道（UGI和BE）、特殊的血管和心脏导管检查，这

对医务人员构成了最大的照射源。1965~1980年, UGI和BE检查数目增加了47%, 1973~1980年特殊的血管检查与心导管检查数目增加超过100%, 1980年约8%的医学显像检查使用X荧光。在荧光检查增长率一般少于显像检查总增长率的同时, 1980年间却大大超过了人口增长率。

医学显像检查的增加, 在过去二十年中很富戏剧性, 与同期医学职业集体剂量的减少相矛盾。牙科照射中大部分病人及职业照射人员照射的减少归因于显像接收器敏感度的增强。而对诊断放射学, 答案就不太清楚了, 很可能包括改进了显像接收器的敏感度(特别对荧光法)、每个检查中荧光成像时间的缩短、用电视监视荧光成像以将病人与工作人员隔开一段距离及改进放射防护措施等。

### 未来的可能性

医学职业照射增加的因素:

首先是显像检查技术的应用不断增加。预计未来几年中美国人口会继续增加, 大多数人口增加是在那些以前就缺少健康保健而今天比几年前更缺少的地区。以后几年中, 老人们将是这个社会中年龄增长最快的群体, 这就需要保健, 从而促进了显像检查的增加。

新技术和检查方法的不断发展及在医学方面的首先应用会不断增加医学诊断和治疗过程中的显像检查。由于有利可图, 许多投资者所拥有的医院外保健中心很乐于应用如显像等检查技术。另外, 在防止医疗事故诉讼时, 防御医学(defensive medicine)实践的增长, 也影响到显像检查。

技术的发展是刺激显像检查增加的第二个主要原因。可以想象在医学中放射性应用增加的第三个原因是显像检查缓慢地但却是持续地向那些缺少经验和监督的领域过渡。例如, 未受过放射防护知识教育及射线应用

训练的非放射性人员操作显像检查的越来越多等。

可能减少医学职业照射的因素:

减少医务人员照射的因素包括诸如在医学中使用辐射的机构其费用日益减少等。由健康保健金融管理局(HCFA)对检查的补偿标准愈加严格, 许多雇主发展了健康保健预付款计划, 这对刺激病人检查也起了反作用。

医学照射也会因新技术的发展而减少。如磁共振成像会在心脏和大血管检查、心导管检查和血管造影的竞争中获得更完美的效果。

寻找加强医务人员给病人照射时的防护手段很重要。在以后几年中, 放射防护方面主要的挑战是把ALARA原则应用到未受到直接监督而对放射防护负有责任的人员中。

最后的因素是对放射性社会意识的增长及人们对它在社会和医学上应用的关心。一些对科技的不信任甚至害怕情绪的增长会影响到一些病人对显像检查的态度。

### 结 论

过去二十年中, 射线在医学方面的使用尽管增加了, 医学职业照射却减少了。这种减少体现在个人及集体剂量上, 主要反映了医学方面的新技术减少了病人及医务人员的照射。

现在, 医学曝光量很低, 实际上可能已足够低了, 但还是需要努力寻找降低对病人和医务人员危害的方法。

以后几年中, 医学职业性的照射是增加还是减少, 取决于显像检查及应用电离辐射检查的方法。许多影响应用的因素反映出要求提高保健费用及补偿机构严格控制检查费用。

[Health Phys 1990, 58(8): 251~257 (英文)]

赵 岩节译 马寄晓校