

世界胃肠组织全球指南



# 内镜室的放射防护

最小化内镜室患者和员工的放射线照射：  
**ASGE/IAEA/WGO 联合指南**

杜颖 译 戴宁 审校

浙江大学医学院附属邵逸夫医院消化科（310016）

2009年12月

*评阅组:*

Lance Uradomo

Henry Cohen

Michael Fried

John Petrini

Madan Rehani

---

## 内容

- 1 介绍
- 2 消化科的放射
- 3 放射效应
- 4 员工和患者的放射防护
- 5 级联化流程：考虑可及资源的处理选择
- 6 特殊情况
- 7 附录：放射量和单位
- 8 参考资料

---

## 1 介绍

电离放射被用于医学诊断和治疗。大多数的消化科医生都熟悉使用 X 线技术诊断消化道异常疾病，评估腹部的实质性脏器，并协助放置治疗装置。为使患者和员工避免暴露于不必要的潜在有害辐射，在所有情况下，应确定使用放射技术的合适的适应证。治疗使用放射不在这份指南的范围内。

---

## 2 消化科的放射

消化科中电离放射技术的使用正在经历一个转型期。过去，消化科医生进行多种放射介入操作，包括消化道造影，小肠活检管的放置，食道扩张，辅助结肠镜检查，以及通过内镜下逆行胰胆管造影（ERCP）进行胆胰系统的诊断和治疗。目前消化科大多数的 X 线暴露是由于 ERCP，腔内支架的放置和扩张。进行 ERCP 操作的消化科医生可能在专门的医疗中心工作，每天做数个 ERCP。在所有使用透视和/或 X 线仪器时，消化科医生应该尽可能减少患者、自身和其他医护人员的放射风险。

当使用透视辅助结肠镜检、扩张或腔内支架放置时，建议尽可能缩短透视时间。

在进行 ERCP 时，导管和导丝的位置需用透视确定。注射造影剂后，透视下可评估胆管和胰管系统，并帮助判断是否存在疾病。根据所使用仪器的特性，通常会采用保存最后的透视图像，点片或系列摄片以记录检查所见。最后还需要透视辅助治疗—比如进行括约肌切开术、取石术、活检或细胞学检查，以及支架植入。今后，其他可以直视导管解剖结构的仪器可能会减少对透视的需求。

对患者而言，辐射的来源是来自 X 线管的 X 射线束的直接照射。据估计，患者在 ERCP 中接受大约 2-16 分钟的透视，进行治疗操作的患者受到辐射的时间明显更长。研究已经发现在 ERCP 中使用大约  $13-66 \text{ Gy/cm}^2$  的区域辐射剂量值（DAP）。已有报道每次操作的有效剂量在 2 至 6 mSv 之间。

对内镜医生和工作人员而言，X 线辐射的主要来源是来自患者的散射辐射，而非直接的 X 射线束的照射。已发现穿铅衣的内镜医生每次手术所受的平均放射剂量是 0.07 mSv。虽然铅衣很好地保护了内镜医生的身体，但未遮盖的区域还是会受到大量的照射。就每次手术的平均放射剂量而言，已有报道对眼睛在 0.1–1.7 mGy 之间，对手大约 0.5 mGy。辅助人员的放射剂量通常会更小一些，这取决于他们在 X 光源附近的位置和时间，因为通常他们站得离患者比较远。

### 3 放射效应

X 线包括电离辐射，比如  $\gamma$  线或其他类型的由放射物质释放的辐射。它们导致经过介质的电离。电离可以导致 DNA 破坏或细胞死亡。对放射效应的问题需要进行解释，因为通常是对放射的恐惧或漠视而非实际的放射危险或效应指导了对放射风险的认知。

放射效应大致可以分成两类：*确定效应*，如白内障，不孕，皮肤损伤和脱发；以及*随机效应*（肿瘤和遗传效应）。确定效应（主要是白内障和脱发）已有记录发生在介入放射科医生和心内科医生中。在消化科医生中尚无发生这些效应的报道。因为目前消化科医生接受的放射量比介入放射科医生和心内科医生少。

对人体造成的伤害取决于人体吸收的放射量，这被称为放射剂量或简单的“剂量”。确定效应有一个阈值；但无论多小，任何辐射量都可能产生随机效应。随机效应遵循的原理是产生效应的概率与放射剂量成正比。在此基础上，国际组织达成一个共识“达到尽可能低的水平”（ALARA）。但是这并不意味着在较低剂量的放射水平上一定会发生致癌或遗传疾病效应（每年数个毫西韦特的剂量）。这与过马路发生车祸的风险类似。一个人过马路的次数越多，发生车祸的可能性就越大。一个人可能过了 100 次马路都没有发生车祸，但每过一次马路发生车祸的可能性就增加。因此，ALARA 原则很重要。

记录做 ERCP 或透视检查的消化科医生所受辐射水平的放射效应是不可能的——特别是使用恰当的放射防护和原则时，全身的有效剂量大约 0–3 mSv/年。国际放射防护委员会(ICRP)推荐并被大多数国家接受的剂量极限是 20 mSv/年。如果每年的剂量极限超过 20 mSv，推荐任何一年的剂量不超过 50 mSv 或 5 年的总剂量不超过 100 mSv。剂量极限是基于下列方法计算出来的：一生的工作是从 18 岁到 65 岁（47 年），每年的放射剂量为 20 mSv，总放射剂量为  $20 \times 47 = 940$  mSv(大约 1 Sv)，这将导致肿瘤的风险增加 1/1000，这已超过了癌症的自然发病率。

### 4 员工和患者的放射防护

消化科医生可能会问是否有可能在整个职业生涯中受到辐射但不受任何放射效应的伤害。回答是肯定的，如果在最优化的条件下这是有可能的，当：

- 仪器定期检测，而且运作良好。
- 使用个人防护设备（合适的等值于 0.25–0.35 mm 铅的防护衣，包绕型的，甲状腺防护围脖，防护眼镜或头/脸和腿部的防护罩）。基于近期的数据，目前已发现保护眼睛免患白内障比过去所认为的更重要）。
- 使用个人监控设备评估放射暴露。
- 使用适当的技术，同以下讨论。

虽然手可以耐受更多的放射（剂量极限是每年 500mSv），最好是不要将手直接放在主要的放射光束下，而不是戴上铅手套。

在某些情况下对患者的防护可能是很大的挑战。直到大约 10 年之前，放射防护项目大多数基于对员工防护的考虑。大多数国家采用强制监测工作中接触射线的员工所受的放射剂量，并保存终生的放射剂量记录。患者的防护被认为是次要的，因为有错误的假设认为患者一生中仅进行几次有电离辐射的检查。人们一直认为剂量极限这一概念不适用于患者，因为人们认为使用放射后得到的医疗益处很重要。但是，放射损伤的病例，特别是皮肤损伤的病例，已被记录发生于心内科或放射科接受介入治疗并需要长时间透视（1 小时或更多）的患者，或者在同一部位进行反复操作的患者中。目前患者防护变得更加重要，因为人们已认识到患者有更高的潜在放射暴露，因为患者在多次 CT 扫描检查中所受到的辐射可能高于一些医护人员一生接受的辐射。

早期对员工防护的重视确实提高了员工安全。美国原子能辐射效应科学委员会公布的数据显示在医疗中受到电离辐射员工的平均有效放射剂量每年低于 2 mSv [1]。这低于人们从自然放射源接受到的辐射，即背景辐射（比如，宇宙辐射、氡、来自建筑材料、土地和食物的辐射）。背景辐射取决于很多因素，主要与居住的地点有关。全球平均剂量是每年 2.4 mSv，但是在一些地区可能每年高达 10mSv，因为在这些地区的土壤中含有较高的放射性物质，而且局部氡的含量较高。

患者的放射剂量取决于许多因素，主要包括下列因素：

#### 患者因素：

- 体重或躺在 X 线球管下身体部位的厚度。球管下身体部位比较厚的患者需要更高的放射剂量以获得有质量的图像。
- 年轻患者。与成年患者相比，儿童患者的组织（包括甲状腺、性腺和乳腺）更易受到放射效应的损伤。
- 患者的病情和操作指征。复杂的诊断和需介入治疗的疾病与更高的剂量相关。
- 既往放射暴露。这可能增加放射损伤的风险。
- 对放射敏感的某些患者（比如，运动失调性毛细血管扩张症），结缔组织疾病（盘状狼疮），和糖尿病。

#### 仪器因素

- 制造厂家对透视剂量比率的设置。
- X 线源相对于患者和员工的位置。将 X 线管放在患者下方（操作台下方）对员工的离散辐射较少。
- 脉冲频率。较低的脉冲（比如每秒 7.5 或 15 frames）产生的每次操作总放射剂量较低。
- 适当的质量控制。正常运作的透视仪器和个人防护设备是放射安全的重要组成部分。
- 图像保存和采集功能。这使得用户可以花时间回顾透视图像，而不需要持续的 X 光暴露。

- 透视时间和较高剂量的报警水平。这是一个有效的提醒，使透视时间尽可能缩短。
- 使用数字化 X 线机器。虽然这些较新的仪器能够减少放射剂量，但是它们可能因增加图像的清晰度而产生无法发现的过度放射暴露，从而导致放射剂量的增高。

### 操作相关因素

- 透视时间
- 瞄准，以减少暴露的区域
- 获取放射图像的数量
- 放大
- 患者和图像接受器之间的距离（图像增强器或平板探测器）
- X 线管和患者之间的距离以及球管角度。

可以通过优化上述因素最小化患者放射剂量，而同时又保证成功手术所需要的高质量图像。特别需要采取下列推荐的步骤：

- 增加 X 线管和患者之间的距离
- 将图像接受器尽可能地靠近患者
- 仅在必需时把脚放在踏板上
- 减少拍摄图像的数量
- 瞄准的 X 线光束
- 使用脉冲透视
- 避免放大
- 减少对放射敏感器官的暴露，比如乳腺
- 减少斜位观测

---

## 5 级联化流程：考虑可及资源的处理选择

在现代化设施和比较陈旧的设施中，放射防护是一样重要的。关键是获取足够的病史，评估既往的放射操作，放射敏感史，以及其他可能影响放射暴露的因素。在所有的情况下，要求遵循 ALARA 原则。以下提供的治疗选择是相对于可及资源的。

### 第一级：高资源水平

- 由合适的放射管理部门发放的许可证
- 对仪器和防护设备进行常规和定期的质量控制检测，保持最好的运作状态
- 最后的图像采集，使用最优脉冲频率的脉冲透视。
- 个人防护设备，比如防护衣，铅玻璃护目镜，甲状腺围脖，铅瓣和防护屏

- 所有员工恰当地使用个人放射剂量测量仪
- 参与机构的放射安全项目
- 员工站在图像接受仪边，而不是站在 X 线源边，最大化员工和放射源之间的距离
- 使用适当的技术最小化对患者的放射剂量（比如，将 X 线管尽可能地远离患者，将图像接受器尽可能靠近患者，瞄准，低放大）
- 记录患者的放射暴露因素—透视时间以及放射剂量和面积的乘积，被称为剂量面积乘积(DAP)
- 通过培训确保员工，特别是新员工了解对自身和患者的放射剂量
- 通过合适的专业机构的认证

### 第二级：平均资源水平

- 由合适的放射管理部门发放的许可证
- 员工防护设备（铅衣）
- 主要操作者适当地使用个人放射剂量测量仪
- 员工站在图像接受仪边，而不是站在 X 线源边，最大化员工和放射源之间的距离
- 使用适当的技术最小化对患者的放射剂量（比如，将 X 线管尽可能地远离患者，将图像接受器尽可能靠近患者，瞄准，低放大）
- 记录对患者的放射暴露因素—透视时间以及放射剂量和面积的乘积，被称为剂量面积乘积(DAP)
- 通过培训确保员工，特别是新员工了解对自身和患者的放射剂量

### 第三级：低资源水平

- 由合适的放射管理部门发放的许可证
- 员工防护设备（铅衣）
- 员工站在图像接受仪边，而不是站在 X 线源边，最大化员工和放射源之间的距离
- 使用适当的技术最小化对患者的放射剂量（比如，将 X 线管尽可能地远离患者，将图像接受器尽可能靠近患者，瞄准，低放大）
- 记录对患者的放射暴露因素（透视时间）
- 通过培训确保员工，特别是新员工了解对自身和患者的放射剂量

---

## 6 特殊情况

### 怀孕

当一个怀孕患者需要进行 ERCP 治疗时，应该通过严格遵循上述良好技术以优化操作流程。另外，如果原级 X 射线束有阻碍胎儿发育的可能，在 X 线源和胎儿之间放置一件铅衣是有效的。对于由患者体内的离散辐射导致的胎儿放射暴露，一件外置的铅衣防护是无效的。应该调整患者的体位（仰卧，俯卧或

侧卧），最小化胎儿的暴露[2]。推荐 X 线束后前位照射，因为这样可以增加母亲组织对射线的阻挡，使得胎儿放射剂量比前后位照射降低 20–30%。侧卧位也增加对胎儿射线的阻挡，但是患者的入射剂量率是正面照射的 3-7 倍。因此，侧位照射导致更高的胎儿放射剂量[2]。

另外一种可以完全避免放射暴露的技术是不使用透视进行 ERCP，而使用导丝引导的插管技术。可以使用胆道镜确定石头已被清除。但是，这种方法在技术上具挑战性，只有很有经验的胆道内镜医生才可以操作。

## 儿童

所有上述的推荐均适用于儿童，而且需要通过阻挡射线或随时调整射线光束以特别保护甲状腺和年轻女孩的乳房。

---

## 7 附录：放射量和单位

**吸收剂量**是在给定时间每单位体重吸收的能量。以焦耳每千克( $\text{J kg}^{-1}$ )表示，国际制单位格雷(Gy)。在ICRU 报告 74 [3] 和 IAEA 技术报告 457 [4]中有更详细的阐述。

**器官剂量**是由ICRP[5,6]定义的一个量，指一个器官平均的吸收剂量，它与随机效应（主要是诱导肿瘤）的概率相关，即器官受到的总能量除以器官总重量的商。以焦耳每千克( $\text{J kg}^{-1}$ )表示，国际制单位格雷(Gy)。

**剂量当量**。一个器官或组织的**剂量当量**是用一个放射权重因子校正的器官剂量，这个权重因子考虑了产生随机效应偶然放射的相对生物学效应。X 线的校正因子在数值上是 1。以焦耳每千克( $\text{J kg}^{-1}$ )表示，国际制单位西沃特(Sv)。

**有效剂量**是一个 ICRP[5,6]定义的量，指所有相关组织和器官剂量当量的加权和，目的是“用一种与总随机效应相关性良好的方法表示对多个不同组织不同放射剂量的总和”。所以它也适用于整个人体吸收剂量分布不均匀的情况。以焦耳每千克( $\text{J kg}^{-1}$ )表示，国际制单位西沃特(Sv)。

患者有效剂量的使用必需谨慎，如对联合国的 UNSCEAR 2000 报告中所指出：

委员会一直指出...不应该直接使用这些有效剂量评估医学放射暴露的使用对个体或人群造成的损伤，比如，ICRP 给出的名义死亡概率系数...因为在特定患者人群之间由于潜在人口统计学差异（如健康状态，年龄和性别）导致的不确定性，这些评估是不恰当和无意义的。已有数据指出，有效剂量大约可能低估对年轻患者诊断放射暴露的损伤一半，至少高估对老年患者的诊断放射暴露损伤 5 倍...虽然有上述说明，诊断放射学中的实践被总结于附录中，为比较方便，主要列出进行各个操作时个体的放射暴露有效剂量，同时也考虑了操作的数量和对暴露人群的总有效剂量[ref. 1, pp. 296–7]。

所以可以使用有效剂量甚至总体剂量来评估医学诊断放射暴露，只要是这仅仅用于比较，并且用于相同或类似的患者人群。如果用于不同人群间的比较，则需要考虑额外因素或者进行显著的校正。

**空气比释动能**是每单位质量释放的所有带电粒子的动能总和。一些早期发表的文献已经描述了如何用空气吸收剂量进行测量。最近的文献和一份即将发表的IAEA实践章程指出确定空气剂量，特别是在一个界面附近进行测量，存在着实验技术困难。事实上，放射剂量测量仪监测的不是从空气放射吸收的能量，而是通过对电离产生带电粒子的放射转化而来的能量。因为这些原因，IAEA实践章程和ICRU报告 74 推荐使用空气比释动能而不是空气吸收剂量。单位为焦耳每公斤( $\text{J kg}^{-1}$ )，国际制单位格雷(Gy)。

校正适用于空气中确定的量，比如进入表面的空气比释动能（而不是进入表面空气剂量），计算机断层扫描空气动能指数（而不是计算机断层扫描剂量指数），比释动能面积辐射（而不是剂量面积辐射），以及空气比释动能区域长度（而非剂量长度辐射）。

上述推荐适用于空气。当研究组织时，使用必要的校正系数评估皮肤的吸收剂量以获得组织从空气比释动能吸收的辐射剂量是正确的。

**集体剂量**是指总有效剂量乘以暴露人群的大小。集体剂量常用的衡量单位是人西沃特。

---

## 8 参考资料

- 1 United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources and effects of ionizing radiation: report to the General Assembly, with scientific annexes. New York: United Nations, 2000 [<http://www.unscear.org/docs/reports/annexd.pdf>].
- 2 Baron TH, Schueler BA. Pregnancy and radiation exposure during therapeutic ERCP: time to put the baby to bed? *Gastrointest Endosc* 2009;69:832–4 [PMID 19327473].
- 3 International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). Patient dosimetry for X rays used in medical imaging (Report 74). *J ICRU* 2005; 5(2):1–113 [doi:10.1093/jicru/ndi018].
- 4 International Atomic Energy Agency (IAEA). Dosimetry in diagnostic radiology: an international code of practice. (Technical Reports Series, no. 457, STI/DOC/010/457). Vienna: IAEA, 2007 [[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf)].
- 5 International Commission on Radiological Protection (ICRP). 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP 60). *Ann ICRP* 1991;21(1–3):1–201 [superseded by ref. 6 below].
- 6 International Commission on Radiological Protection (ICRP). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP 103). *Ann ICRP* 2007;37(2–4):1–332 [Chinese, French, German, and Italian translations available, [http://www.icrp.org/annals\\_list.asp](http://www.icrp.org/annals_list.asp)].