

### 临床核医学患者防护要求

Requirements for patient radiation protection in clinical nuclear medicine

2017 - 05 - 18 发布

2017 - 11 - 01 实施

---

中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 一般要求 .....	1
5 正当性判断 .....	2
6 放射防护最优化 .....	3
7 医疗照射剂量约束 .....	4
8 异常医疗照射的调查与处理 .....	4
9 记录和档案 .....	5
附录 A（规范性附录）医疗照射的质量控制 .....	6
附录 B（规范性附录）接受临床核医学诊疗妇女哺乳中断时期的建议 .....	7
附录 C（规范性附录）成人剂量用于儿童的分数建议 .....	8
附录 D（规范性附录）患者剂量的估算方法 .....	10
附录 E（规范性附录）医疗照射的指导水平 .....	32
附录 F（规范性附录）接受临床核医学治疗妇女避免怀孕的时期建议 .....	35
附录 G（规范性附录）剂量约束及其剂量估算 .....	36
参考文献 .....	41

## 前 言

本标准第4章~第5章为强制性的，其余为推荐性的。

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由 GB 16361-2012《临床核医学的患者防护与质量控制规范》转化而来。与 GB 16361-2012 相比，主要技术变化如下：

- 将标准名称修改为“临床核医学患者防护要求”；
- 删除了临床核医学设备质量控制的相关内容；
- 删除了药物质量控制的一般要求内容及相关内容，保留了放射性药物施用量质量控制要求；
- 增加了儿童放射性药物施用量的具体算法；
- 增加了核医学患者出院管理的具体方法；
- 增加了胎儿剂量计算方法；
- 增加了儿童医疗照射指导水平的指导性建议；
- 细化了探视者和家庭成员剂量约束规定及控制方法。

本标准起草单位：中国医学科学院放射医学研究所、中国医学科学院肿瘤医院、中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所、四川省疾病预防控制中心。

本标准主要起草人：张良安、耿建华、张文艺、丁艳秋、焦玲、何玲、杨翊。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 16361-1996；
- GB 16361-2012。

# 临床核医学患者防护要求

## 1 范围

本标准规定了临床核医学正当性判断、放射防护最优化、医疗照射剂量约束和异常医疗照射的调查与处理等方面的患者防护要求。

本标准适用于将放射性核素用于临床核医学的诊断与治疗，不包括放射性粒子源植入的情况。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GBZ 120 临床核医学放射卫生防护标准

GBZ 179 医疗照射放射防护基本要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**放射性药物** radiopharmaceutical

以诊断或治疗人类疾病或生理状况为目的任何含有放射性原子的化学化合物。应用放射性药物时，不仅应像任何其他药物一样考虑其化学和生物学特性，还应考虑其辐射防护和安全问题。

### 3.2

**放射化学纯度** radiochemical purity

在含有以一种特定化学形态存在的某种放射性药物中，以该种特定化学形态存在的放射性核素质量占总放射性核素质量的百分比。

## 4 一般要求

### 4.1 对临床核医学诊断治疗单位的要求

4.1.1 核医学单位应制定全面的质量保证大纲，该大纲至少包括附录 A 中 A.1 建议的内容。

4.1.2 核医学单位应建立健全包括患者防护在内的管理制度和操作流程，该管理制度和操作流程至少包括附录 A 中 A.2 建议的内容。

4.1.3 应配备与其服务项目相适应并且性能合格的核医学诊疗设备（包括相关辅助设备）、放射防护与放射性药物施用量质量控制仪器、个人防护用品。

- 4.1.4 应按附录 A 的规范,使用活度计对施用的放射性核素活度进行抽样质控检测,抽样测量的准确度应优于 5%;应按国家相关规定定期对活度计进行检定或校准,取得合格和有效的检定或校准证书。
- 4.1.5 应设置与其服务项目相适应并且符合 GBZ 120 防护要求的各种工作场所及其相应防护设施;加强对注射或口服放射性药物后患者的管理。
- 4.1.6 应设立放射防护和质量保证管理组织,各类医技人员应在各自的工作中严格遵循防护和安全要求以及质量控制要求,并承担相应的责任。
- 4.1.7 应针对实施诊疗时可能出现的故障或失误,制定应急预案,并进行应急培训和演练,将可能出现的故障或失误所致后果减到最小。

#### 4.2 对临床核医学执业医师及相关人员的要求

- 4.2.1 执业医师开具的放射性药物诊疗申请及放射性药物处方应严格掌握适应证,对临床核医学诊疗敏感的患者严格控制这类诊疗。
- 4.2.2 核医学专业执业医师应逐例对开具的放射性药物诊疗申请及处方进行正当性审核,尤其应注意孕妇和哺乳妇女患者。
- 4.2.3 在临床核医学诊疗实施前,执业医师、护士及临床核医学技师有责任将可能的风险以口头或书面形式告知患者或其家属。
- 4.2.4 执业医师及其他相关工作人员,除应具备相应专业技能外,还应接受核医学诊疗的防护知识等技术培训。

### 5 正当性判断

#### 5.1 一般要求

- 5.1.1 所有新型临床核医学诊疗技术和方法,临床核医学部门在使用前都应通过正当性判断;已判断为正当的技术和方法,当取得新的或重要的证据并需要重新判断时,应对其重新进行正当性判断。
- 5.1.2 临床核医学医师应掌握各种医学影像诊疗技术的特点及其适应证,使用时应严格控制其适应证范围。新技术和方法即使已做过正当性判断,在用于新的适应证前,还应另行进行正当性判断。
- 5.1.3 执业医师在开具放射性药物诊疗申请及放射性药物处方前,应注意查阅以往患者检查资料,尽量避免不必要的重复检查。
- 5.1.4 为了避免对胎儿、胚胎和婴儿造成意外辐射照射,应对患者是否怀孕或哺乳进行询问。并将有关咨询说明张贴在临床核医学部门醒目位置处,特别是入口处和候诊区。
- 5.1.5 除本标准的规定外,还应满足GBZ 179中正当性判断的其他要求。

#### 5.2 诊断中的正当性判断

- 5.2.1 除有临床指征并必须使用放射性药物诊断技术外,宜尽量避免对怀孕和可能怀孕的妇女使用诊断性放射性药物;若必须使用时,应告知患者胎儿可能存在潜在风险。
- 5.2.2 除有临床指征并必须使用放射性药物诊断技术外,应尽量避免对哺乳期妇女使用放射性药物;若必须使用时,应建议患者按附录B的建议适当停止哺乳。
- 5.2.3 除有临床指征并必须使用放射性药物诊断技术外,通常不宜对儿童实施放射性核素显像检查,若需对儿童进行这种检查,应按附录C的建议减少放射性药物施用量,而且应可能选择半衰期短的放射性核素。

#### 5.3 治疗中的正当性判断

5.3.1 除非是挽救生命的情况，对怀孕和可能怀孕的妇女不应实施放射性药物的治疗，特别是含 I-131 和 P-32 的放射性药物。为挽救生命而进行放射性药物治疗时，应按附录 D 的方法对胎儿接受剂量进行评估，并告知患者胎儿可能存在潜在风险。

5.3.2 除非是挽救生命的情况外，宜尽量避免对哺乳期妇女进行放射性药物治疗；若必须使用时，应建议患者按附录 B 的建议适当停止哺乳。

## 6 放射防护最优化

### 6.1 一般要求

6.1.1 临床核医学执业医师审查放射性药物诊疗申请及处方时，应采用以下措施，使患者接受的剂量尽可能的低：

- a) 根据不同患者的身体特点选用适当的放射性药物及其施用活度，特别要注意儿童与器官功能损害的患者；
- b) 对非检查器官应尽量使用阻断放射性药物吸收的方法，并使其加速排除；
- c) 注意采用适当的图像采集和处理技术；
- d) 要充分应用已有的信息，避免一切不必要的重复照射；
- e) 应参考附录 E 中相应的医疗照射指导水平。

6.1.2 应有对放射性药物诊疗申请及处方进行验证的程序。

6.1.3 应对已施用放射性药物的患者提供书面和口头的指导，以便他们在出院后能有效的减少对家庭成员、护理人员和公众所造成的照射，特别是未成年人和孕妇。

### 6.2 诊断中的最优化要求

6.2.1 对患者进行临床核医学诊断中应注意和采取如下最优化措施：

- a) 使用放射诊断药物之前，应有确定患者身份、施药前患者的准备和施药程序等有关信息的程序；
- b) 对每个诊断程序，应适当考虑与该程序有关的医疗照射指导水平（附录 E）；
- c) 应正确详细记录患者的相关信息；
- d) 应选择适当的数据采集条件，以便能在达到必要的诊断预期目标下，患者接受的剂量最低。例如，为获取最佳品质影像，应适当选择准直器、能量窗、矩阵尺度、采集时间和放大因子等，以及单光子发射计算机断层成像（SPECT）或正电子发射计算机断层扫描（PET）的有关参数和放大因子；
- e) 采用动态分析时，为获取最佳品质影像，也应适当选取帧的数量、时间间隔等参数；
- f) 应确保准直器表面或其他部位不受到放射性污染；
- g) 在实施诊断后，尤其是在检查后的短时间内，应鼓励患者（特别是儿童）多饮水、多排泄，以加快肾脏排出放射性药物。

6.2.2 采用 Tc-99m 及其放射性药物进行核医学诊断时，可直接采用较小的施用剂量和延长成像时间来进行优化，此时通常不需要估算胎儿受照剂量；放射性碘等放射性核素易于穿过胎盘屏障、从而引起胎儿摄入，应按照附录 D 对胎儿受照剂量进行评估，以避免造成事故性照射。

### 6.3 治疗中的最优化要求

6.3.1 对已接受放射性药物治疗的妇女，应按附录 F 的建议在一段时期内避免怀孕。

6.3.2 已接受 I-131（碘）、P-32（磷酸盐）或 Sr-89（氯化锶）治疗的男性采取避孕措施 4 个月。

6.3.3 在对患者进行核医学治疗时，应采用以下最优化措施：

- a) 在使用放射治疗药物之前, 应有确定患者身份、施药前患者的准备和施药等有关信息的过程;
- b) 在给妇女使用放射性药物前, 应询问确认患者是否怀孕或哺乳;
- c) 要特别注意防止由于患者的呕吐物和排泄物造成的放射性污染。

#### 6.4 患者剂量管理

6.4.1 应确保给每例患者施用的放射性药物活度与处方量一致, 并在服药时记录。

6.4.2 在治疗程序中, 应有由具备专门知识的人员对每次治疗的辐射剂量进行评估并予以记录, 特别是婴儿和胎儿所受剂量。

6.4.3 需要进行剂量评估时, 应按附录 D 建议的方法进行。

#### 6.5 医疗照射指导水平

6.5.1 执业医师应参照医疗照射指导水平 (见附录 E), 以保证放射性药物施用活度的合理性。

6.5.2 使用指导水平的原则如下:

- a) 当患者剂量或施用活度显著低于相应的指导水平, 又不能提供有用的诊断信息或给患者带来预期的医疗利益时, 应按需要采取纠正行动;
- b) 当患者剂量或施用活度显著超出相应的指导水平时, 应考虑指导水平是否未达到辐射防护优化, 或医学实践活动是否保持在适当良好水平;
- c) 附录 E 中给出了一般成年患者的指导水平, 也给出了一般儿童的指导水平; 这些指导水平是对一般而言的, 仅具参考作用, 实施诊断检查的医师, 应根据患者的体质、病理条件、身体大小和年龄等具体情况, 确定合理的施用量。

### 7 医疗照射剂量约束

7.1 应向探视者和家庭成员提供有关的辐射防护措施 (例如限定接触或接近患者的时间, 控制与患者间的距离等) 及其相应的放射防护书面指导, 并对其所受剂量加以约束, 使其在患者的诊断或治疗期间, 以及出院后探视者和家庭成员所受的照射处于尽可能低的水平。

7.2 附录 G 中 G.1 给出了剂量控制的参考值, 对知情并自愿扶持患者人员、慰问者和探视者所受的剂量应加以约束, 特别是用 I-131 进行甲亢和甲状腺癌治疗、Sr-89 和 Re-188 缓解骨转移疼痛的患者, 在患者诊断检查或治疗期间所受的剂量不超过 3mSv。探视已食入放射性药物的患者的婴儿和儿童所受剂量应约束在 1mSv 以下。

7.3 对接受了 I-131 治疗的患者, 其体内放射性活度降至低于 400 MBq 之前不得出院, 对接受其他放射性药物治疗的患者仅当患者体内放射性活度低于附录 G 中 G.2 要求时才能出院。患者体内活度检测控制应按 G.3 推荐的方法进行。

7.4 对甲亢和甲状腺癌患者, 出院时应按附录 G 中 G.4 给出接触同事和亲属及到公众场所的合理限制和有关防护措施 (限制接触时间及距离等) 的书面建议。

### 8 异常医疗照射的调查与处理

8.1 以下事件和事故情况为异常医疗照射:

- a) 任何放射性核素治疗中, 出现患者或靶组织辨识错误, 或使用的药物、剂量, 或剂量的分次给予情况与执业医师处方有实质性不同;
- b) 任何诊断用药物的施用量远远大于处方值, 或多次重复照射, 或大大超过设定的指导水平;

- c) 任何设备故障、事故、错误或意外事件，使患者受到与诊疗计划不一致的照射，或受到其他非正常发生的潜在照射。

8.2 针对上述异常医疗照射，核医学单位应进行以下调查与处理：

- a) 计算或估计患者受到的剂量及其分布；
- b) 为防止同类事件再次发生所需的纠正措施，并立即组织实施所有纠正措施；
- c) 调查后应尽快向监管机构提交书面报告，说明事件的原因，以及上述 a) 和 b) 的内容；
- d) 应将事件情况告知患者及其医生。

## 9 记录和档案

9.1 核医学单位的相关记录至少包括下列内容：

- a) 每个患者所施用的放射性药物名称、类型、给药途径、分次给予的方式及其施用活度；
- b) 医学研究中志愿者所施用的放射性药物名称、类型、给药途径、分次给予的方式及其施用活度。

9.2 核医学单位应建立放射性药物使用档案，其内容包括放射性药物来源及主要特性、质量检测、储存、使用过程和放射性废物处置等的记录。应记录如下放射性药物的主要特性：

- a) 对颗粒状放射性药物，严格控制其颗粒的大小。例如，使用大聚体白蛋白 (MAA) 时，为避免引起肺动脉栓塞应将其 90% 的颗粒大小控制在  $10\mu\text{m}$ ~ $90\mu\text{m}$  范围，最大不应超过  $150\mu\text{m}$ 。
- b) 放射性药物产品应有热源反应结果、放射化学纯度分析结果和灭菌效果等的标识和说明。此外，还应标识以下内容：
  - 1) 放射性核素和药物的化学形态；
  - 2) 总放射性活度；
  - 3) 活度测量时间；
  - 4) 制造商名称和地址；
  - 5) 有效期；
  - 6) 可以追溯批号和批次的代码；
  - 7) 溶液情况下，要标明总体积；
  - 8) 其他相关参数。

核医学单位应将上述记录保存至规定的时间，并能有效提供使用。



**附录 A**  
**(规范性附录)**  
**医疗照射的质量控制**

### A.1 医疗照射质量保证大纲

医疗照射质量保证大纲至少应包括以下内容：

- a) 对新或维修过的显像器件和辐照装置，使用前应测量其相关的物理参数，并且以后对其进行定期测量；
- b) 患者诊断或治疗中使用的相关的物理参数和临床方法；
- c) 书面记录和操作的规范化程序（例如患者的病史和体征，诊断摘要，适应证和禁忌证等）；
- d) 确认使用的放射性药物及其使用程序与执业医师开具的处方相一致的验证程序；
- e) 剂量测定和监测仪器的校准及工作条件的验证程序；
- f) 对已制定的质量保证大纲进行定期听证及审查的程序。

### A.2 管理制度和操作流程

管理制度和操作流程至少应包括以下内容：

- a) 诊疗申请及处方的程序（包括患者的病史和体征，诊断摘要，适应症和禁忌证等内容）；
- b) 放射性药物使用程序（包括可靠的施药程序及药物施用量质控，患者信息及身份识别等内容）；
- c) 临床工作程序（包括放射性药物制备及转运，临床环境，患者的运送和准备，设备操作，采购规程和废物处理等内容）；
- d) 技术培训及经验收集程序（包括所有相关人员的培训和经验收集等内容）；
- e) 数据分析和处理程序（包括处理规程，设备性能，数据精确度和完整性等内容）；
- f) 结果报告程序（包括数据和图像分析，结果和进一步的建议等内容）。

### A.3 放射性药物施用量质控检测

应用活度计对放射性药物施用量进行抽样质控检测，图A.1 是的典型的活度计测量装置示意图。除定期按国家相关规定对其校准外，每周还应对活度计的稳定性检查一次。

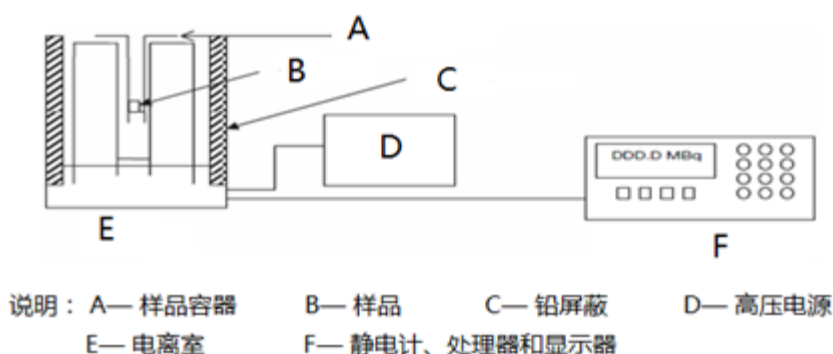


图 A.1 典型的放射性核素测量装置

附 录 B  
(规范性附录)

接受临床核医学诊疗妇女哺乳中断时期的建议

施用不同类型放射性药物后，需要妇女哺乳中断及其中断时期的建议列在表B. 1。

表 B. 1 施用不同类型放射性药物一定活度后对中断哺乳的建议

放射性药物	施用活度 MBq (mCi)	对中断哺乳的建议
镓-67 柠檬酸盐	$\geq 185$ (5)	中断
锝-99m大聚体白蛋白	$\geq 148$ (4)	中断12h
锝-99m高锝酸盐	$\geq 185$ (5)	中断4h
碘-131 NaI	$\geq 5550$ (150)	中断
锝-99m体内标记RBCs	$\geq 740$ (20)	中断12h
碘-123 NaI	$\geq 14.8$ (0.4)	中断
碘-123 间碘苯胍	$\geq 370$ (10)	中断48h
铊-201	$\geq 111$ (3)	中断96h
锝-99m白细胞	$\geq 185$ (5)	中断48h

注：此处采用的建议值来自2005年IAEA 40号安全报告附录IV的表17~19。

附录 C  
(规范性附录)

成人剂量用于儿童的分数建议

C.1 对儿童施用放射性药物时，其施用量用公式 (C.1) 计算。

$$A_{儿} = f \cdot A_{成} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$A_{儿}$ ——儿童放射性药物施用量，单位为兆贝可 (MBq)；

$f$  ——成人施用量施用于儿童的分数，其值列于表C.1；

$A_{成}$ ——成人放射性药物施用量，单位为兆贝可 (MBq)。

表 C.1 成人施用量施用于儿童的分数建议

年龄段	$f$	年龄段	$f$
初生至 1 个月	1/18~1/14	4 岁至 6 岁	1/3~2/5
1 个月至 6 个月	1/14~1/7	6 岁至 9 岁	2/5~1/2
6 个月至 1 岁	1/7~1/5	9 岁至 14 岁	1/2~2/3
1 岁至 2 岁	1/5~1/4	14 岁至 18 岁	2/3~全量
2 岁至 4 岁	1/4~1/3	—	—

注：以上资料基于《中国药典》1995年版。

表C.1 中 $f$ 值是一个范围值，具体取值可参看表C.2中，单位施用量引起的不同年龄有效剂量取值，即引起非成年人剂量大的 $f$ 值应向小的方向取值。

表 C.2 施用不同放射性药物所致不同年龄的有效剂量比

放射性药物	新生儿	1岁	5岁	10岁	15岁	成年
氟-18 FDG	21.5	4.75	2.70	1.75	1.20	1.00
镓-67 柠檬酸	11.6	4.9	3.0	2.00	1.20	1.00
锝-99m DTPA气溶胶	8.7	3.8	2.17	1.50	1.33	1.00
锝-99m DMSA (二巯基丁二酸)	9.6	4.1	2.44	1.67	1.22	1.00
锝-99m DTPA (二乙三胺五乙酸)	4.3	2.0	1.71	1.50	1.29	1.00
锝-99m HIDA/DISIDA	12.2	5.3	3.0	1.94	1.28	1.00
锝-99m HMPAO (六甲基丙二胺胍)	10.9	4.9	2.91	1.73	1.27	1.00
锝-99m MAA (大颗粒聚集白蛋白)	14.2	5.7	3.1	2.00	1.42	1.00
锝-99m MAG3 (巯基乙酰基三甘氨酸)	2.70	1.30	1.30	1.30	1.30	1.00
锝-99m MIBI (甲氧基异丁基异脒)	10.7	5.0	3.2	2.00	1.31	1.00
锝-99m MDP (亚甲基二膦酸盐和磷酸盐化合物)	13.1	5.4	2.92	1.88	1.23	1.00
锝-99m 锝	11.7	5.2	2.92	1.83	1.33	1.00
锝-99m 体内红细胞	11.7	5.2	2.83	2.00	1.32	1.00
锝-99m 体外红细胞	11.6	5.1	2.79	1.97	1.31	1.00
锝-99m SC (双半胱氨酸)	11.6	5.3	2.88	2.00	1.25	1.00

表 C.2 (续)

放射性药物	新生儿	1岁	5岁	10岁	15岁	成年
锎-99m 白细胞	15.4	5.7	3.0	1.92	1.31	1.00
铟-111 喷曲肽	11.0	4.75	2.63	1.88	1.38	1.00
碘I-123 碘化物	13.5	9.5	5.0	2.35	1.60	1.00
碘I-123 MIBG (间碘苄基胍)	8.8	3.82	2.29	1.53	1.24	1.00
碘I-131碘化物	15.4	11.2	5.8	2.56	1.65	1.00
碘I-131 MIBG (间碘苄基胍)	12.3	4.7	2.27	1.67	1.33	1.00
铊-201 氯化物	22.8	13.0	8.4	6.3	1.63	1.00
注：资料来自IAEA, Nuclear Medicine Resources Manual, 2006。						

附录 D  
(资料性附录)

临床核医学中患者接受剂量的估算方法

D.1 临床核医学中患者接受剂量的估算

服用放射性药物患者接受剂量按如下方法计算：

- a) 临床核医学诊疗中，用放射性活度施用量 ( $A$ ) 与单位施用量的患者不同器官所接受的吸收剂量 ( $d_T$ ) 的乘积来估算患者不同器官的剂量 ( $D_T$ )，即：

$$D_T = A \times d_T \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

$D_T$ ——患者 T 器官所受的吸收剂量，单位为毫戈 (mGy)；

$A$ ——放射性活度施用量，单位为兆贝可 (MBq)；

$d_T$ ——单位施用量下患者 T 器官所接受的吸收剂量，单位为毫戈每兆贝可 (mGy/MBq)。

- b) 在核医学患者剂量估算中，用有效剂量对全身接受剂量进行综合评价，有效剂量  $E$  用公式(D.2) 进行计算：

$$E = A \times d_E \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

式中：

$d_E$ ——单位施用量引起的患者的有效剂量，单位为毫希每兆贝可 (mSv/MBq)。

在表 D.1~D.4 中分别列出了成人 (>14 岁)、少儿 (≤14 岁且 >8 岁)、幼儿 (≤8 岁且 >3 岁) 和婴儿 (≤3 岁) 患者的  $d_T$  和  $d_E$  的值，这些建议值来自 ICRP Publication 53、CRP Publication 80 和 ICRP Publication 106。

注1：本附录各表中仅列出少数器官，不能用这些少量器官的数据估算有效剂量，因为接受剂量最大的器官有可能未列出，这样估算的结果可能会有数量级的差异。如果要估算有效剂量，请参看 ICRP 53, 80、和 106 号出版物。

注2：在进行核医学患者剂量估算时，应该用 ICRP 53、ICRP 80 和 ICRP 106 号出版物的方法及参数，不应使用 GB 18871-2002 附录 C 中表 C.3 的  $e(g)$ ，后者是连续摄入模式的估算，它仅用于职业照射。

D.2 临床核医学中胎儿接受剂量的估算

服用放射性药物的怀孕母亲所致的胎儿的有效剂量， $E_F$ 用公式 (D.3) 估算：

$$E_F = A \times d_F \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

式中：

$A$ ——放射性活度施用量，单位为兆贝可 (MBq)；

$d_F$ ——怀孕母亲服每 MBq 放射性药物致使胎儿的有效剂量值，单位为毫希每兆贝可 (mSv/MBq)，其值列在表 D.5 中。

当用公式 (D.3) 估算的胎儿剂量超过 100mGy 时，应建议患者终止怀孕或避免怀孕。

表 D.1 临床核医学中成人单位施用量患者接受的器官吸收剂量 ( $d_T$ ) 及有效剂量 ( $d_E$ )

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
氟-18	2-氟-2-脱氧-D-葡萄糖(FDG)	静脉	$1.5 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$
氟-18	氟化物	静脉	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$4.0 \times 10^{-2}$	$6.8 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-2}$
镓-67	柠檬酸盐	静脉	$8.2 \times 10^{-2}$	$5.6 \times 10^{-2}$	0.21	$6.2 \times 10^{-2}$	0.10
碘-123	白蛋白	鞘内(Cisternal)	$5.1 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$2.8 \times 10^{-2}$
碘-123	白蛋白	鞘内(Lumbar)	$1.2 \times 10^{-2}$	$4.4 \times 10^{-3}$	$7.3 \times 10^{-2}$	$9.4 \times 10^{-3}$	$3.9 \times 10^{-2}$
碘-123	白蛋白(HAS)	静脉	$1.5 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	$2.4 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$
碘-123	纤维蛋白原	静脉	$1.4 \times 10^{-2}$	$9.9 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-2}$	$2.7 \times 10^{-2}$
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉	$6.9 \times 10^{-3}$	$4.8 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-3}$	$4.4 \times 10^{-4}$	$1.2 \times 10^{-2}$
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能异常)	$7.9 \times 10^{-3}$	$5.3 \times 10^{-3}$	$6.4 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-2}$
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	$7.1 \times 10^{-3}$	$2.8 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$3.6 \times 10^{-4}$	$6.2 \times 10^{-2}$
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺闭塞,摄入0%)	$9.8 \times 10^{-3}$	$6.9 \times 10^{-3}$	$9.4 \times 10^{-5}$	$5.1 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-2}$
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 15%)	$1.2 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-3}$	$9.4 \times 10^{-3}$	1.9	$7.5 \times 10^{-2}$
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	$1.1 \times 10^{-2}$	$5.2 \times 10^{-3}$	$9.8 \times 10^{-3}$	3.2	0.11
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	$1.1 \times 10^{-2}$	$5.0 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-2}$	4.5	0.15
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	$1.1 \times 10^{-2}$	$4.8 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-2}$	5.7	0.19
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	$1.2 \times 10^{-2}$	$5.5 \times 10^{-3}$	$9.2 \times 10^{-3}$	0.63	$3.8 \times 10^{-2}$
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	$1.1 \times 10^{-2}$	$4.6 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	7.0	0.23
碘-123	碘代苯异丙胺(IMP)	静脉	$6.8 \times 10^{-3}$	$4.5 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-2}$	$5.9 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-2}$
碘-123	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	$8.2 \times 10^{-3}$	$5.7 \times 10^{-3}$	$6.4 \times 10^{-3}$	$5.6 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-2}$
碘-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服	$8.7 \times 10^{-3}$	$5.5 \times 10^{-3}$	$1.8 \times 10^{-2}$	$4.5 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-2}$
碘-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服(中度扩散软组织病早期)	$9.2 \times 10^{-3}$	$5.8 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-2}$	$4.7 \times 10^{-3}$	$2.5 \times 10^{-2}$
碘-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服(进行性扩散软组织病中期)	$9.8 \times 10^{-3}$	$5.8 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-2}$	$4.8 \times 10^{-3}$	$2.6 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉	$7.1 \times 10^{-2}$	$4.0 \times 10^{-3}$	$2.1 \times 10^{-2}$	$3.0 \times 10^{-4}$	$7.6 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	$3.2 \times 10^{-3}$	$9.4 \times 10^{-4}$	$9.4 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	$5.5 \times 10^{-2}$	$4.3 \times 10^{-3}$	1.6	$3.0 \times 10^{-4}$	$5.7 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	$2.7 \times 10^{-2}$	$4.4 \times 10^{-3}$	$8.7 \times 10^{-3}$	$4.5 \times 10^{-4}$	$3.4 \times 10^{-2}$

表 D.1 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
碘-131	白蛋白	鞘内(Cisternal)	0.43	0.39	0.72	0.64	0.84
碘-131	白蛋白	鞘内(Lumbar)	0.46	0.41	0.83	0.64	0.90
碘-131	白蛋白(HAS)	静脉	0.49	0.46	0.66	0.7	0.86
碘-131	二碘酪氨酸	静脉	0.11	$4.1 \times 10^{-2}$	$4.7 \times 10^{-2}$	$2.8 \times 10^{-2}$	0.22
碘-131	纤维蛋白原	静脉	0.24	0.22	0.39	0.43	0.56
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉	$1.6 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$4.0 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-3}$	$5.2 \times 10^{-2}$
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能异常)	$2.6 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-2}$	$6.5 \times 10^{-2}$
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	$6.1 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-2}$	0.11	$4.6 \times 10^{-3}$	1.5
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺阻塞,摄入 0%)	$4.2 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-2}$	$7.2 \times 10^{-2}$
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 15%)	$4.3 \times 10^{-2}$	$2.8 \times 10^{-2}$	$5.4 \times 10^{-2}$	210	6.6
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	$4.3 \times 10^{-2}$	$2.7 \times 10^{-2}$	$7.0 \times 10^{-2}$	360	11
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	$4.2 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$8.6 \times 10^{-2}$	500	15
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	$4.2 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	0.10	640	19
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	$4.4 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-2}$	$3.8 \times 10^{-2}$	72	2.3
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	$4.1 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	0.12	790	24
碘-131	碘化聚乙烯吡咯烷酮	静脉	0.10	$7.3 \times 10^{-2}$	0.18	$7.3 \times 10^{-2}$	0.97
碘-131	碘安替比林	静脉	$4.9 \times 10^{-2}$	$4.4 \times 10^{-2}$	$4.2 \times 10^{-2}$	$3.6 \times 10^{-2}$	$7.8 \times 10^{-2}$
碘-131	碘甲基-19-降胆固醇(NP59)	静脉	0.40	0.33	0.37	29	1.8
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	$4.4 \times 10^{-2}$	$3.4 \times 10^{-2}$	$7.2 \times 10^{-2}$	$4.4 \times 10^{-2}$	0.50
碘-131	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	$6.6 \times 10^{-2}$	$5.9 \times 10^{-2}$	$6.7 \times 10^{-2}$	$5.0 \times 10^{-2}$	0.20
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	口服	$5.8 \times 10^{-2}$	$4.5 \times 10^{-2}$	0.23	$3.9 \times 10^{-2}$	0.31
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	口服(中度扩散软组织病早期)	$6.5 \times 10^{-2}$	$4.8 \times 10^{-2}$	0.33	$4.3 \times 10^{-2}$	0.38
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	口服(进行性扩散软组织病中期)	$7.1 \times 10^{-2}$	$4.9 \times 10^{-2}$	0.53	$4.4 \times 10^{-2}$	0.34

表 D.1 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
碘-131	不吸收标记物(液体)	口服	0.42	$3.7 \times 10^{-2}$	$8.7 \times 10^{-2}$	$7.4 \times 10^{-4}$	0.93
碘-131	不吸收标记物(固体)	口服	0.42	$3.7 \times 10^{-2}$	$8.8 \times 10^{-2}$	$9.0 \times 10^{-4}$	0.95
碘-131	反三碘甲腺原氨酸(rT3)	静脉	0.11	$4.5 \times 10^{-2}$	$5.1 \times 10^{-2}$	$3.2 \times 10^{-2}$	0.22
碘-131	玫瑰红钠	静脉	0.40	$3.6 \times 10^{-2}$	$8.4 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-3}$	0.91
碘-131	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	$4.0 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	0.12	$2.1 \times 10^{-2}$	0.82
碘-131	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	0.30	$3.0 \times 10^{-2}$	$6.3 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-3}$	0.66
碘-131	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	0.16	$2.1 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-3}$	0.38
碘-131	甲状腺素(T4)	静脉	0.39	0.35	0.37	0.33	0.44
碘-131	三碘甲状腺氨酸(T3)	静脉	0.18	0.12	0.13	0.1	0.27
铟-111	气溶胶(肺快速清除)	吸入	$1.6 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$5.1 \times 10^{-3}$	$2.8 \times 10^{-2}$
铟-111	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	$7.4 \times 10^{-2}$	$3.1 \times 10^{-2}$	0.38	$5.5 \times 10^{-2}$	0.29
铟-111	博来霉素	静脉	$7.3 \times 10^{-2}$	$4.3 \times 10^{-2}$	0.13	$4.2 \times 10^{-2}$	0.16
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	鞘内(Cisternal)	$2.0 \times 10^{-2}$	$8.5 \times 10^{-3}$	0.14	$3.9 \times 10^{-2}$	0.12
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	鞘内(Lumbar)	$3.9 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	0.24	$2.1 \times 10^{-2}$	0.14
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉	$1.8 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$9.2 \times 10^{-3}$	$4.1 \times 10^{-3}$	$2.5 \times 10^{-2}$
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能异常)	$4.5 \times 10^{-2}$	$3.1 \times 10^{-2}$	$4. \times 10^{-2}$	$2.7 \times 10^{-2}$	$4.8 \times 10^{-2}$
铟-111	人类免疫球蛋白(HIG)	静脉	0.13	0.13	0.13	0.13	0.17
铟-111	铟	静脉	0.12	$5.3 \times 10^{-2}$	0.60	$6.4 \times 10^{-2}$	0.26
铟-111	不吸收标记物(液体)	口服	0.42	$3.0 \times 10^{-2}$	$9.7 \times 10^{-2}$	$4.6 \times 10^{-4}$	0.30
铟-111	不吸收标记物(固体)	口服	0.42	$3.0 \times 10^{-2}$	$9.7 \times 10^{-2}$	$6.0 \times 10^{-4}$	0.31
铟-111	奥曲肽	静脉	$2.7 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$7.6 \times 10^{-2}$	$5.4 \times 10^{-2}$
铟-111	血小板	静脉	$9.8 \times 10^{-2}$	$4.3 \times 10^{-2}$	0.36	$8.1 \times 10^{-2}$	0.70
铟-111	白血球	静脉	0.12	$4.5 \times 10^{-2}$	0.69	$6.1 \times 10^{-2}$	0.59
磷-32	磷酸盐	静脉	0.74	0.74	11	0.74	2.2



表 D.1 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
铯-89	铯	静脉	0.78	0.78	11	0.78	2.9
铈-99m	气溶胶(肺快速清除)	吸入	$3.3 \times 10^{-3}$	$2.1 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-3}$	$9.9 \times 10^{-4}$	$7.0 \times 10^{-3}$
铈-99m	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	$1.0 \times 10^{-3}$	$5.8 \times 10^{-4}$	$4.1 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-2}$
铈-99m	白蛋白	静脉(Cisternal)	$9.1 \times 10^{-4}$	$4.6 \times 10^{-4}$	$9.3 \times 10^{-3}$	$3.6 \times 10^{-3}$	$6.8 \times 10^{-3}$
铈-99m	白蛋白	静脉(Lumbar)	$4.8 \times 10^{-3}$	$9.3 \times 10^{-4}$	$3.0 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$
铈-99m	白蛋白(HAS)	静脉	$4.4 \times 10^{-3}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$7.5 \times 10^{-3}$	$4.9 \times 10^{-3}$	$7.9 \times 10^{-3}$
铈-99m	白蛋白微球体	静脉	$2.6 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-3}$	$4.6 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$
铈-99m	合成的柠檬酸盐	静脉	$4.8 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-3}$	$4.8 \times 10^{-3}$	$1.8 \times 10^{-3}$	$8.3 \times 10^{-3}$
铈-99m	变性红血球	静脉	$1.4 \times 10^{-3}$	$4.7 \times 10^{-4}$	$4.3 \times 10^{-3}$	$6.3 \times 10^{-4}$	$4.1 \times 10^{-2}$
铈-99m	二巯基丁二酸	静脉	$3.5 \times 10^{-3}$	$1.8 \times 10^{-3}$	$3.9 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-3}$	$8.8 \times 10^{-3}$
铈-99m	二乙烯三胺五乙酸	鞘内(Cisternal)	$8.9 \times 10^{-4}$	$4.4 \times 10^{-4}$	$8.5 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-3}$	$6.6 \times 10^{-3}$
铈-99m	二乙烯三胺五乙酸	鞘内(Lumbar)	$4.8 \times 10^{-3}$	$8.9 \times 10^{-4}$	$2.9 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$
铈-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉	$4.2 \times 10^{-3}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-3}$	$4.9 \times 10^{-3}$
铈-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能异常)	$4.9 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-3}$	$5.2 \times 10^{-3}$	$2.5 \times 10^{-3}$	$5.3 \times 10^{-3}$
铈-99m	红血球	静脉	$3.7 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-3}$	$6.1 \times 10^{-3}$	$5.7 \times 10^{-3}$	$7.0 \times 10^{-3}$
铈-99m	纤维蛋白原	静脉	$4.1 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-3}$	$7.3 \times 10^{-3}$	$4.9 \times 10^{-3}$	$8.1 \times 10^{-3}$
铈-99m	葡萄糖酸盐, 葡糖醇	静脉	$4.6 \times 10^{-3}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$3.9 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$9.0 \times 10^{-3}$
铈-99m	肝磷脂	静脉	$3.7 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-3}$	$5.7 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$7.3 \times 10^{-3}$
铈-99m	六甲基丙二胺胍	静脉	$6.6 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$3.4 \times 10^{-3}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$9.3 \times 10^{-3}$
铈-99m	人类免疫球蛋白	静脉	$3.9 \times 10^{-3}$	$7.6 \times 10^{-3}$	$5.5 \times 10^{-3}$	$4.6 \times 10^{-3}$	$7.0 \times 10^{-3}$
铈-99m	亚氨基二乙酸 (IDA) 的衍生物	静脉	$1.9 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-3}$	$3.9 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-4}$	$1.7 \times 10^{-2}$
铈-99m	亚氨基二乙酸 (IDA) 的衍生物	静脉(胆管闭塞)	$1.9 \times 10^{-3}$	$7.6 \times 10^{-4}$	$3.5 \times 10^{-3}$	$3.4 \times 10^{-4}$	$9.6 \times 10^{-3}$
铈-99m	亚氨基二乙酸 (IDA) 的衍生物	静脉(膀胱闭塞)	$1.9 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-3}$	$6.6 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-4}$	$1.8 \times 10^{-2}$

表 D.1 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
锝-99m	亚氨基二乙酸 (IDA) 的衍生物	静脉(实质性肝病)	$9.9 \times 10^{-3}$	$2.5 \times 10^{-3}$	$3.8 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-4}$	$1.3 \times 10^{-2}$
锝-99m	大胶体	静脉	$2.2 \times 10^{-3}$	$5.6 \times 10^{-4}$	$1. \times 10^{-2}$	$9.3 \times 10^{-4}$	$9.4 \times 10^{-3}$
锝-99m	大胶体	静脉(中度扩散软组织病早期)	$2.7 \times 10^{-3}$	$8.6 \times 10^{-4}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-2}$
锝-99m	大胶体	静脉(进行性扩散软组织病中期)	$3.3 \times 10^{-3}$	$9.5 \times 10^{-4}$	$2.3 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-2}$
锝-99m	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	$1.8 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-3}$	$2.5 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉	$5.4 \times 10^{-3}$	$3.7 \times 10^{-3}$	$9.3 \times 10^{-4}$	$1.3 \times 10^{-4}$	$7.0 \times 10^{-3}$
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉(肾功能异常)	$4.9 \times 10^{-3}$	$3.4 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-3}$	$7.3 \times 10^{-4}$	$6.1 \times 10^{-3}$
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉(急性单肾闭塞)	$3.8 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-4}$	$1.0 \times 10^{-2}$
锝-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(锻炼)	$8.1 \times 10^{-3}$	$3.7 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-3}$	$4.4 \times 10^{-3}$	$7.9 \times 10^{-3}$
锝-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(静止)	$9.1 \times 10^{-3}$	$3.8 \times 10^{-3}$	$5.5 \times 10^{-3}$	$5.3 \times 10^{-3}$	$9.0 \times 10^{-3}$
锝-99m	不吸收标记物(液体)	口服	$2.5 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-3}$	$4.7 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-4}$	$1.9 \times 10^{-2}$
锝-99m	不吸收标记物(固体)	口服	$2.6 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-5}$	$2.4 \times 10^{-2}$
锝-99m	青霉胺	静脉	$4.0 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-3}$	$6.8 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-2}$
锝-99m	高锝酸盐	吸入	$8.6 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-3}$	$3.4 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$
锝-99m	高锝酸盐	静脉	$1.0 \times 10^{-2}$	$2.8 \times 10^{-3}$	$3.6 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$
锝-99m	高锝酸盐	静脉(用阻断剂)	$4.3 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-3}$	$2.5 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$4.2 \times 10^{-3}$
锝-99m	高锝酸盐	口服(没用阻断剂)	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-3}$	$6.1 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$
锝-99m	磷酸盐, 磷酸盐	高骨摄入或肾功能严重衰竭	$2.9 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-3}$	$1.8 \times 10^{-2}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$8.2 \times 10^{-3}$
锝-99m	磷酸盐, 磷酸盐	静脉	$3.6 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$9.2 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-3}$	$5.7 \times 10^{-3}$
锝-99m	血纤维蛋白溶酶	静脉	$3.5 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-3}$	$5.9 \times 10^{-3}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$
锝-99m	血小板	静脉	$2.9 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-3}$	$7.3 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-2}$

表 D.1 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
锎-99m	小胶体	静脉	$2.3 \times 10^{-3}$	$4.8 \times 10^{-4}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$6.9 \times 10^{-4}$	$1.4 \times 10^{-2}$
锎-99m	小胶体	肿瘤内注射(6小时移除)	$4.1 \times 10^{-5}$	—	$8.6 \times 10^{-4}$	$4.7 \times 10^{-4}$	$1.2 \times 10^{-3}$
锎-99m	小胶体	肿瘤内注射(18小时移除)	$7.1 \times 10^{-5}$	—	$1.5 \times 10^{-3}$	$8.2 \times 10^{-4}$	$2.0 \times 10^{-3}$
锎-99m	小胶体(弥漫性疾病早期)	静脉	$2.9 \times 10^{-3}$	$5.7 \times 10^{-4}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$8.0 \times 10^{-4}$	$1.5 \times 10^{-2}$
锎-99m	小胶体(弥漫性疾病中期)	静脉	$3.4 \times 10^{-3}$	$8.0 \times 10^{-4}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-3}$	$1.8 \times 10^{-2}$
锎-99m	锎气体	静脉	$4.1 \times 10^{-4}$	$6.1 \times 10^{-5}$	$3.3 \times 10^{-3}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-2}$
锎-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(锻炼)	$7.6 \times 10^{-3}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$4.8 \times 10^{-3}$	$7.0 \times 10^{-3}$
锎-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(静止)	$8.4 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$5.7 \times 10^{-3}$	$7.6 \times 10^{-3}$
锎-99m	白血球	静脉	$3.9 \times 10^{-3}$	$1.6 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$
铯-201	铯的离子	静脉	0.73	0.45	0.16	0.22	0.22

表 D.2 临床核医学中少儿单位施用量患者接受的器官吸收剂量 ( $d_T$ ) 及有效剂量 ( $d_E$ )

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
氟-18	2-氟-2-脱氧-D-葡萄糖(FDG)	静脉	$3.0 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$2.1 \times 10^{-2}$	$3.6 \times 10^{-2}$
氟-18	氟化物	静脉	$2.3 \times 10^{-2}$	$2.1 \times 10^{-2}$	$8.8 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$5.2 \times 10^{-2}$
镓-67	柠檬酸盐	静脉	0.16	0.11	0.38	0.13	0.2
碘-123	白蛋白(HAS)	静脉	$2.9 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$4.6 \times 10^{-2}$	$4.0 \times 10^{-2}$	$5.0 \times 10^{-2}$
碘-123	纤维蛋白原	静脉	$2.7 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$4.5 \times 10^{-2}$	$4.0 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-3}$	$9.1 \times 10^{-4}$	$1.9 \times 10^{-2}$
碘-123	碘代安菲他命(IMP)	静脉	$1.5 \times 10^{-2}$	$9.6 \times 10^{-3}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$6.2 \times 10^{-2}$
碘-123	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	$1.6 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉	0.14	$1.1 \times 10^{-2}$	$3.4 \times 10^{-2}$	$8.4 \times 10^{-4}$	0.15

表 D.2 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能异常)	$1.5 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$7.4 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	$9.8 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$2.5 \times 10^{-3}$	$6.3 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	0.11	$1.2 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$8.0 \times 10^{-4}$	0.11
碘-123	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	$5.2 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$6.7 \times 10^{-2}$
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	$1.4 \times 10^{-2}$	$7.8 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-3}$	0.11
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺闭塞,摄入0%)	$1.9 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$2.4 \times 10^{-2}$
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 15%)	$2.5 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-2}$	4.5	0.17
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	$2.4 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-2}$	7.5	0.26
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	$2.4 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	11	0.35
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	$2.3 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-2}$	14	0.44
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	$2.6 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-2}$	1.5	$8.0 \times 10^{-2}$
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	$2.3 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	$2.1 \times 10^{-2}$	17	0.53
碘-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服	$1.8 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$3.6 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$4.7 \times 10^{-2}$
碘-131	白蛋白(HAS)	静脉	1.0	0.85	1.3	1.5	1.7
碘-131	二碘酪氨酸	静脉	0.21	$8.4 \times 10^{-2}$	$8.3 \times 10^{-2}$	$6.1 \times 10^{-2}$	0.44
碘-131	纤维蛋白原	静脉	0.5	0.42	0.78	0.9	1.1
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉	$2.6 \times 10^{-2}$	$2.7 \times 10^{-2}$	$6.9 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-3}$	$8.6 \times 10^{-2}$
碘-131	碘化聚乙烯吡咯烷酮	静脉	0.28	0.14	0.33	0.16	1.8
碘-131	碘安替比林	静脉	$9.8 \times 10^{-2}$	$8.7 \times 10^{-2}$	$7.9 \times 10^{-2}$	$7.7 \times 10^{-2}$	0.15
碘-131	碘甲基-19-norcholesterol (NP5)	静脉	0.80	0.67	0.72	73	4.4
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	0.11	$6.9 \times 10^{-2}$	0.14	$9.9 \times 10^{-2}$	1.0
碘-131	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	0.14	0.11	0.13	0.11	0.4
碘-131	反三碘甲腺原氨酸(rT3)	静脉	0.21	$9.1 \times 10^{-2}$	$9.1 \times 10^{-2}$	$6.9 \times 10^{-2}$	0.45
碘-131	玫瑰红钠	静脉	0.74	$8.7 \times 10^{-2}$	0.12	$3.7 \times 10^{-3}$	1.9

表 D.2 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
碘-131	甲状腺素(T4)	静脉	0.8	0.66	0.71	0.71	0.85
碘-131	三碘甲状腺氨酸(T3)	静脉	0.35	0.23	0.24	0.22	0.54
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能异常)	$5.1 \times 10^{-2}$	$4.7 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-2}$	$3.1 \times 10^{-2}$	0.12
碘-131	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	0.17	$3.1 \times 10^{-2}$	0.22	$4.3 \times 10^{-2}$	1.6
碘-131	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	0.55	$7.3 \times 10^{-2}$	$9.3 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-3}$	1.4
碘-131	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	0.29	$5.3 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$	$4.4 \times 10^{-3}$	0.78
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	0.12	$3.2 \times 10^{-2}$	0.18	$1.1 \times 10^{-2}$	2.6
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺闭塞,摄入0%)	$8.4 \times 10^{-2}$	$7.5 \times 10^{-2}$	$6.5 \times 10^{-2}$	$6.3 \times 10^{-2}$	0.14
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入0%)	$9.2 \times 10^{-2}$	$5.8 \times 10^{-2}$	$9.9 \times 10^{-2}$	510	15
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入25%)	$9.1 \times 10^{-2}$	$5.6 \times 10^{-2}$	0.13	840	25
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入35%)	$9.0 \times 10^{-2}$	$5.4 \times 10^{-2}$	0.16	1200	36
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入45%)	$9.3 \times 10^{-2}$	$5.6 \times 10^{-2}$	0.19	1500	46
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入5%)	$9.2 \times 10^{-2}$	$5.9 \times 10^{-2}$	$7.0 \times 10^{-2}$	170	53
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入55%)	$9.0 \times 10^{-2}$	$5.2 \times 10^{-2}$	0.22	1900	56
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	口服	0.13	$8.9 \times 10^{-2}$	0.53	$8.3 \times 10^{-2}$	0.64
碘-131	不吸收标记物(液体)	口服	0.78	$9.0 \times 10^{-2}$	0.13	$2.7 \times 10^{-3}$	2
碘-131	不吸收标记物(固体)	口服	0.78	$9.0 \times 10^{-2}$	0.13	$3.0 \times 10^{-3}$	2
铟-111	气溶胶(肺快速清除)	吸入	$3.0 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$
铟-111	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	0.14	$6.6 \times 10^{-2}$	0.73	0.14	0.56
铟-111	博来霉素	静脉	0.14	$8.9 \times 10^{-2}$	0.24	$9.8 \times 10^{-2}$	0.29
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉	$3.3 \times 10^{-2}$	$3.0 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$9.5 \times 10^{-3}$	$4.5 \times 10^{-2}$
铟-111	人类免疫球蛋白(HIG)	静脉	0.25	1.1	0.25	0.25	0.41
铟-111	铟	静脉	0.24	0.11	1.2	0.14	0.49
铟-111	奥曲肽	静脉	$5.1 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-2}$	$3.9 \times 10^{-2}$	0.18	0.1
铟-111	血小板	静脉	0.20	$9.1 \times 10^{-2}$	0.68	0.18	1.4

表 D.2 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
铟-111	白血球	静脉	0.24	$9.9 \times 10^{-2}$	1.3	0.13	1.2
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能异常)	$8.7 \times 10^{-2}$	$6.6 \times 10^{-2}$	$7.5 \times 10^{-2}$	$6.3 \times 10^{-2}$	$8.8 \times 10^{-2}$
铟-111	不吸收标记物(液体)	口服	0.76	$7.6 \times 10^{-2}$	0.15	$1.9 \times 10^{-3}$	0.6
铟-111	不吸收标记物(固体)	口服	0.75	$7.4 \times 10^{-2}$	0.18	$2.1 \times 10^{-3}$	0.61
磷-32	磷酸盐	静脉	1.6	1.6	26	1.6	5.1
铯-89	铯	静脉	1.6	1.6	27	1.6	6.5
钨-99m	磷酸盐, 膦酸盐	高骨摄入或肾功能严重衰竭	$5.9 \times 10^{-3}$	$3.9 \times 10^{-3}$	$3.7 \times 10^{-2}$	$5.4 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-2}$
钨-99m	气溶胶(肺快速清除)	吸入	$6.1 \times 10^{-3}$	$5.2 \times 10^{-3}$	$4.7 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-2}$
钨-99m	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	$2.1 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-3}$	$7.8 \times 10^{-3}$	$5.5 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-2}$
钨-99m	钨气体	吸入	$1.6 \times 10^{-2}$	$5.5 \times 10^{-3}$	$6.2 \times 10^{-3}$	$4.5 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-2}$
钨-99m	白蛋白(HAS)	静脉	$8.5 \times 10^{-3}$	$5.7 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$
钨-99m	白蛋白微球体	静脉	$5.0 \times 10^{-3}$	$3.7 \times 10^{-3}$	$8.4 \times 10^{-3}$	$6.1 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-2}$
钨-99m	合成的柠檬酸盐	静脉	$9.0 \times 10^{-3}$	$6.7 \times 10^{-3}$	$8.1 \times 10^{-3}$	$4.8 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-2}$
钨-99m	变性红血球	静脉	$3.9 \times 10^{-3}$	$11 \times 10^{-3}$	$8.4 \times 10^{-3}$	$1.8 \times 10^{-3}$	$8.4 \times 10^{-2}$
钨-99m	二巯基丁二酸	静脉	$7.0 \times 10^{-3}$	$3.7 \times 10^{-3}$	$6.8 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-2}$
钨-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉	$6.9 \times 10^{-3}$	$6.0 \times 10^{-3}$	$2.6 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-3}$	$8.2 \times 10^{-3}$
钨-99m	红血球	静脉	$7.0 \times 10^{-3}$	$4.4 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-2}$
钨-99m	纤维蛋白原	静脉	$7.9 \times 10^{-3}$	$5.3 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$
钨-99m	葡萄糖酸盐, 葡糖醇	静脉	$8.6 \times 10^{-3}$	$6.8 \times 10^{-3}$	$6.5 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-3}$	$1.6 \times 10^{-2}$
钨-99m	肝磷脂	静脉	$6.9 \times 10^{-3}$	$5.3 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-2}$
钨-99m	六甲基丙二胺胍	静脉	$1.2 \times 10^{-2}$	$4.4 \times 10^{-3}$	$5.9 \times 10^{-3}$	$6.3 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-2}$
钨-99m	人类免疫球蛋白	静脉	$7.2 \times 10^{-3}$	0.10	$1.1 \times 10^{-2}$	$9.5 \times 10^{-3}$	$2.1 \times 10^{-2}$
钨-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉	$3.5 \times 10^{-2}$	$4.1 \times 10^{-3}$	$6.3 \times 10^{-3}$	$4.2 \times 10^{-4}$	$2.9 \times 10^{-2}$
钨-99m	大胶体	静脉	$4.9 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-3}$	$1.8 \times 10^{-2}$
钨-99m	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	$3.5 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-3}$	$5.3 \times 10^{-3}$	$5.7 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-2}$

表 D.2 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
钨-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉	$8.7 \times 10^{-3}$	$8.1 \times 10^{-3}$	$1.6 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-4}$	$1.2 \times 10^{-2}$
钨-99m	青霉胺	静脉	$7.9 \times 10^{-3}$	$4.3 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$5.4 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-2}$
钨-99m	高钨酸盐	静脉	$1.8 \times 10^{-2}$	$5.8 \times 10^{-3}$	$6.6 \times 10^{-3}$	$5.5 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$
钨-99m	磷酸盐, 磷酸盐	静脉	$6.6 \times 10^{-3}$	$5.5 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$
钨-99m	血纤维蛋白溶酶	静脉	$7.2 \times 10^{-3}$	$4.3 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$7.2 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-2}$
钨-99m	血小板	静脉	$6.2 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-2}$	$7.6 \times 10^{-3}$	$4.4 \times 10^{-2}$
钨-99m	小胶体	静脉	$4.9 \times 10^{-3}$	$9.7 \times 10^{-4}$	$3.0 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-3}$	$2.9 \times 10^{-2}$
钨-99m	小胶体	肿瘤内注射(6 小时移除)	$4.8 \times 10^{-5}$	—	$9.2 \times 10^{-4}$	$6.2 \times 10^{-4}$	$1.4 \times 10^{-3}$
钨-99m	小胶体	肿瘤内注射(18 小时移除)	$8.3 \times 10^{-5}$	—	$1.6 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-3}$
钨-99m	钨气体	静脉	$1.1 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-4}$	$5.0 \times 10^{-3}$	$6.9 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-2}$
钨-99m	白血球	静脉	$7.2 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-3}$	$4.0 \times 10^{-2}$	$5.8 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-2}$
钨-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能异常)	$9.4 \times 10^{-3}$	$6.9 \times 10^{-3}$	$9.0 \times 10^{-3}$	$6.8 \times 10^{-3}$	$9.7 \times 10^{-3}$
钨-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉(肾功能异常)	$8.6 \times 10^{-3}$	$7.1 \times 10^{-3}$	$2.6 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-3}$	$1.0 \times 10^{-2}$
钨-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉(急性单肾闭塞)	$7.1 \times 10^{-3}$	$4.5 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-3}$	$4.5 \times 10^{-4}$	$1.7 \times 10^{-2}$
钨-99m	高钨酸盐	静脉(使用阻断剂)	$7.8 \times 10^{-3}$	$6.0 \times 10^{-3}$	$4.9 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-3}$	$7.7 \times 10^{-3}$
钨-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(锻炼)	$1.5 \times 10^{-2}$	$7.1 \times 10^{-3}$	$9.5 \times 10^{-3}$	$9.9 \times 10^{-3}$	$1.6 \times 10^{-2}$
钨-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(锻炼)	$1.3 \times 10^{-2}$	$5.1 \times 10^{-3}$	$4.7 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$
钨-99m	亚氨基二乙酸 (IDA) 的衍生物	静脉(胆管闭塞)	$4.7 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-3}$	$6.6 \times 10^{-3}$	$9.1 \times 10^{-4}$	$1.8 \times 10^{-2}$
钨-99m	亚氨基二乙酸 (IDA) 的衍生物	静脉(膀胱闭塞)	$3.4 \times 10^{-2}$	$5.4 \times 10^{-3}$	$9.8 \times 10^{-3}$	$4.2 \times 10^{-4}$	$3.5 \times 10^{-2}$
钨-99m	亚氨基二乙酸 (IDA) 的衍生物	静脉(实质性肝病)	$1.8 \times 10^{-2}$	$6.7 \times 10^{-3}$	$6.0 \times 10^{-3}$	$6.4 \times 10^{-4}$	$2.4 \times 10^{-2}$
钨-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(静止)	$1.8 \times 10^{-2}$	$7.5 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-2}$
钨-99m	替曲膦 (Myoview)	静脉(静止)	$1.5 \times 10^{-2}$	$5.0 \times 10^{-3}$	$4.8 \times 10^{-3}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$

表 D.2 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
钨-99m	不吸收标记物(液体)	口服	$4.8 \times 10^{-2}$	$3.8 \times 10^{-3}$	$7.5 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-4}$	$3.9 \times 10^{-2}$
钨-99m	不吸收标记物(固体)	口服	$4.8 \times 10^{-2}$	$3.9 \times 10^{-3}$	$8.0 \times 10^{-3}$	$2.1 \times 10^{-4}$	$4.8 \times 10^{-2}$
钨-99m	高钨酸盐	口服(未使用阻断剂)	$2.2 \times 10^{-2}$	$4.5 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-2}$
铊-201	铊的离子	静脉	2.0	8.3	0.28	0.54	1.2

表 D.3 临床核医学中幼儿单位施用量患者接受的的器官吸收剂量 ( $d_T$ ) 及有效剂量 ( $d_E$ )

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
氟-18	2-氟-2-脱氧-D-葡萄糖(FDG)	静脉	$4.4 \times 10^{-2}$	$3.8 \times 10^{-2}$	$3.2 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-2}$	$5.0 \times 10^{-2}$
氟-18	氟化物	静脉	$3.6 \times 10^{-2}$	$3.3 \times 10^{-2}$	0.18	$2.0 \times 10^{-2}$	$8.6 \times 10^{-2}$
镓-67	柠檬酸盐	静脉	0.24	0.18	0.71	0.20	0.33
碘-123	白蛋白(HAS)	静脉	$4.4 \times 10^{-2}$	$3.2 \times 10^{-2}$	$7.2 \times 10^{-2}$	$6.4 \times 10^{-2}$	$8.0 \times 10^{-2}$
碘-123	纤维蛋白原	静脉	$4.2 \times 10^{-2}$	$3.0 \times 10^{-2}$	$7.2 \times 10^{-2}$	$6.5 \times 10^{-2}$	$8.3 \times 10^{-2}$
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-2}$
碘-123	碘代苯异丙胺(IMP)	静脉	$2.4 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$3.8 \times 10^{-2}$	$2.5 \times 10^{-2}$	$9.4 \times 10^{-2}$
碘-123	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	$2.5 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉	0.21	$1.8 \times 10^{-2}$	$4.3 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-3}$	0.24
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能异常)	$2.4 \times 10^{-2}$	$2.1 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	$1.8 \times 10^{-2}$	$4.5 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-2}$	$4.9 \times 10^{-3}$	$9.2 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	0.16	$2.0 \times 10^{-2}$	$3.4 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-3}$	0.18
碘-123	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	$8.0 \times 10^{-2}$	$2.1 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-3}$	0.10
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	$2.3 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$3.0 \times 10^{-2}$	$2.1 \times 10^{-3}$	0.16
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺闭塞,摄入0%)	$3.0 \times 10^{-2}$	$2.5 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-2}$



表 D.3 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 15%)	$3.8 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$2.5 \times 10^{-2}$	9.8	0.35
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	$3.8 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	16	0.54
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	$3.7 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-2}$	$2.8 \times 10^{-2}$	23	0.74
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	$3.6 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-2}$	30	0.94
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	$4.0 \times 10^{-2}$	$2.1 \times 10^{-2}$	$2.4 \times 10^{-2}$	3.3	0.15
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	$3.6 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$3.0 \times 10^{-2}$	36	1.1
碘-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服	$2.8 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$5.9 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-2}$	$7.2 \times 10^{-2}$
碘-131	白蛋白(HAS)	静脉	1.6	1.4	2.2	2.4	2.8
碘-131	二碘酪氨酸	静脉	0.31	0.13	0.12	0.1	0.72
碘-131	纤维蛋白原	静脉	0.78	0.67	1.4	1.5	1.8
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉	$2.5 \times 10^{-2}$	$2.7 \times 10^{-2}$	$7.7 \times 10^{-3}$	$5.2 \times 10^{-3}$	$8.3 \times 10^{-2}$
碘-131	碘化聚乙烯吡咯烷酮	静脉	0.48	0.24	0.46	0.27	2.7
碘-131	碘安替比林	静脉	0.15	0.14	0.12	0.13	0.23
碘-131	碘甲基-19-降胆固醇 (NP59)	静脉	1.3	1.1	1.1	170	9.6
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	0.18	0.11	0.19	0.17	1.6
碘-131	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	0.23	0.19	0.19	0.18	0.61
碘-131	反三碘甲腺原氨酸 (rT3)	静脉	0.32	0.15	0.13	0.11	0.73
碘-131	玫瑰红钠	静脉	1.1	0.13	0.15	$7.9 \times 10^{-3}$	3.2
碘-131	甲状腺素(T4)	静脉	1.3	1.1	1.1	1.2	1.4
碘-131	三碘甲状腺氨酸(T3)	静脉	0.55	0.37	0.37	0.36	0.87
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能异常)	$7.9 \times 10^{-2}$	$7.4 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$	$5.1 \times 10^{-2}$	0.19
碘-131	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	0.29	$6.4 \times 10^{-2}$	0.29	$8.7 \times 10^{-2}$	2.4
碘-131	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	0.8	0.11	0.11	$7.4 \times 10^{-3}$	2.3

表 D.3 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
碘-131	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	0.42	$8.1 \times 10^{-2}$	$6.5 \times 10^{-2}$	$8.2 \times 10^{-3}$	1.3
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	0.19	$5.6 \times 10^{-2}$	0.23	$2.5 \times 10^{-2}$	3.8
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺闭塞,摄入0%)	0.13	0.12	0.11	0.1	0.21
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入0%)	0.14	$9.4 \times 10^{-2}$	0.14	1100	34
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入25%)	0.14	$9.2 \times 10^{-2}$	0.18	1900	56
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入35%)	0.14	$8.9 \times 10^{-2}$	0.22	2600	78
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入45%)	0.15	$9.2 \times 10^{-2}$	0.26	3300	100
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入5%)	0.14	$9.5 \times 10^{-2}$	0.1	370	11
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入55%)	0.15	$8.7 \times 10^{-2}$	0.29	4100	120
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	口服	0.2	0.14	0.96	0.14	1.0
碘-131	不吸收标记物(液体)	口服	1.1	0.14	0.15	$6.1 \times 10^{-3}$	3.2
碘-131	不吸收标记物(固体)	口服	1.1	0.14	0.16	$6.8 \times 10^{-3}$	3.3
铟-111	气溶胶(肺快速清除)	吸入	$4.3 \times 10^{-2}$	$4.1 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$7.9 \times 10^{-2}$
铟-111	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	0.21	0.10	1.2	0.22	0.84
铟-111	博来霉素	静脉	0.22	0.14	0.37	0.16	0.44
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉	$4.8 \times 10^{-2}$	$4.6 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$6.7 \times 10^{-2}$
铟-111	人类免疫球蛋白(HIG)	静脉	0.38	1.3	0.37	0.41	0.58
铟-111	铟	静脉	0.34	0.17	2.0	0.22	0.75
铟-111	奥曲肽	静脉	$8.1 \times 10^{-2}$	$5.5 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$	0.37	0.16
铟-111	血小板	静脉	0.31	0.14	1.1	0.29	201
铟-111	白血球	静脉	0.35	0.15	2.3	0.21	1.8
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能异常)	0.13	0.1	0.11	0.1	0.13
铟-111	不吸收标记物(液体)	口服	1.1	0.12	0.18	$4.5 \times 10^{-3}$	0.93
铟-111	不吸收标记物(固体)	口服	1.1	0.11	0.18	$5.1 \times 10^{-3}$	0.94

表 D.3 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
磷-32	磷酸盐	静脉	2.6	2.6	58	2.6	10
锶-89	锶	静脉	2.7	2.7	52	2.7	12
锝-99m	磷酸盐, 膦酸盐	高骨摄入或肾功能严重衰竭	$8.9 \times 10^{-3}$	$6.0 \times 10^{-3}$	$7.2 \times 10^{-2}$	$8.3 \times 10^{-3}$	$2.8 \times 10^{-2}$
锝-99m	气溶胶(肺快速清除)	吸入	$8.9 \times 10^{-3}$	$7.9 \times 10^{-3}$	$6.2 \times 10^{-3}$	$4.4 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-2}$
锝-99m	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	$3.4 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-3}$	$9.9 \times 10^{-3}$	$9.0 \times 10^{-3}$	$4.6 \times 10^{-2}$
锝-99m	锝气体	吸入	$2.3 \times 10^{-2}$	$8.2 \times 10^{-3}$	$8.5 \times 10^{-3}$	$9.7 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-2}$
锝-99m	白蛋白(HAS)	静脉	$1.3 \times 10^{-2}$	$8.8 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-2}$
锝-99m	白蛋白微球体	静脉	$7.7 \times 10^{-3}$	$5.7 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$9.8 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-2}$
锝-99m	合成的柠檬酸盐	静脉	$1.4 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$7.6 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-2}$
锝-99m	变性红血球	静脉	$7.0 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$3.2 \times 10^{-3}$	0.13
锝-99m	二巯基丁二酸	静脉	$1.1 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-3}$	$9.0 \times 10^{-3}$	$5.2 \times 10^{-3}$	$2.1 \times 10^{-2}$
锝-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉	$7.8 \times 10^{-3}$	$6.9 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-3}$	$9.0 \times 10^{-3}$
锝-99m	红血球	静脉	$1.1 \times 10^{-2}$	$6.9 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$2.1 \times 10^{-2}$
锝-99m	纤维蛋白原	静脉	$1.2 \times 10^{-2}$	$8.1 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$2.4 \times 10^{-2}$
锝-99m	葡萄糖酸盐, 葡糖腺	静脉	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$8.8 \times 10^{-3}$	$4.9 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-2}$
锝-99m	肝磷脂	静脉	$1.0 \times 10^{-2}$	$8.2 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-2}$	$4.3 \times 10^{-3}$	$2.1 \times 10^{-2}$
锝-99m	六甲基丙二胺胍	静脉	$1.7 \times 10^{-2}$	$6.1 \times 10^{-3}$	$8.0 \times 10^{-3}$	0.14	$2.7 \times 10^{-2}$
锝-99m	人类免疫球蛋白	静脉	$1.1 \times 10^{-2}$	0.12	$1.7 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-2}$
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉	$5.0 \times 10^{-2}$	$6.2 \times 10^{-3}$	$7.7 \times 10^{-3}$	$7.7 \times 10^{-4}$	$4.5 \times 10^{-2}$
锝-99m	大胶体	静脉	$7.9 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-3}$	$2.8 \times 10^{-2}$
锝-99m	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	$5.4 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-3}$	$7.2 \times 10^{-3}$	$9.0 \times 10^{-3}$	$3.4 \times 10^{-2}$
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉	$8.7 \times 10^{-3}$	$8.7 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-3}$	$4.4 \times 10^{-4}$	$1.2 \times 10^{-2}$
锝-99m	青霉胺	静脉	$1.2 \times 10^{-2}$	$6.9 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$8.7 \times 10^{-3}$	$3.4 \times 10^{-2}$
锝-99m	高锝酸盐	静脉	$2.6 \times 10^{-2}$	$8.7 \times 10^{-3}$	$9.0 \times 10^{-3}$	0.12	$4.2 \times 10^{-2}$

表 D.3 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
锎-99m	磷酸盐, 磷酸盐	静脉	$7.0 \times 10^{-3}$	$5.8 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-2}$
锎-99m	血纤维蛋白溶酶	静脉	$1.1 \times 10^{-2}$	$6.8 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$3.4 \times 10^{-2}$
锎-99m	血小板	静脉	$9.7 \times 10^{-3}$	$5.1 \times 10^{-3}$	$2.1 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$6.7 \times 10^{-2}$
锎-99m	小胶体	静脉	$7.7 \times 10^{-3}$	$1.8 \times 10^{-3}$	$5.1 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$4.3 \times 10^{-2}$
锎-99m	锎气体	静脉	$2.0 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-4}$	$6.6 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$4.7 \times 10^{-2}$
锎-99m	白血球	静脉	$1.1 \times 10^{-2}$	$5.1 \times 10^{-3}$	$7.1 \times 10^{-2}$	$9.3 \times 10^{-3}$	$3.4 \times 10^{-2}$
锎-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能异常)	$1.4 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$
锎-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉(肾功能异常)	$8.7 \times 10^{-3}$	$7.8 \times 10^{-3}$	$3.1 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$
锎-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉(急性单肾闭塞)	$9.2 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-3}$	$6.0 \times 10^{-3}$	$9.2 \times 10^{-4}$	$2.2 \times 10^{-2}$
锎-99m	高锎酸盐	静脉(使用阻断剂)	$1.1 \times 10^{-2}$	$8.7 \times 10^{-3}$	$7.2 \times 10^{-3}$	$8.4 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$
锎-99m	甲氧基异丁基异脞	静脉(锻炼)	$2.3 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-2}$
锎-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(锻炼)	$1.9 \times 10^{-2}$	$7.7 \times 10^{-3}$	$6.3 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-2}$

表 D.4 临床核医学中婴儿单位施用量患者接受的器官吸收剂量 ( $d_T$ ) 及有效剂量 ( $d_E$ )

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
锎-99m	亚氨基二乙酸 (IDA) 的衍生物	静脉(胆管闭塞)	$7.8 \times 10^{-3}$	$3.3 \times 10^{-3}$	$8.5 \times 10^{-3}$	$1.8 \times 10^{-3}$	$2.6 \times 10^{-2}$
锎-99m	亚氨基二乙酸 (IDA) 的衍生物	静脉(膀胱闭塞)	$4.9 \times 10^{-2}$	$8.6 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$7.7 \times 10^{-4}$	$5.4 \times 10^{-2}$
锎-99m	亚氨基二乙酸 (IDA) 的衍生物	静脉(实质性肝病)	$2.6 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$7.4 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$3.7 \times 10^{-2}$
锎-99m	甲氧基异丁基异脞	静脉(静止)	$2.5 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$3.0 \times 10^{-2}$	$2.4 \times 10^{-2}$	$2.8 \times 10^{-2}$
锎-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(静止)	$2.2 \times 10^{-2}$	$7.4 \times 10^{-3}$	$6.3 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2}$
锎-99m	不吸收标记物(液体)	口服	$6.8 \times 10^{-2}$	$6.5 \times 10^{-3}$	$9.2 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-4}$	$6.2 \times 10^{-2}$
锎-99m	不吸收标记物(固体)	口服	$6.9 \times 10^{-2}$	$6.6 \times 10^{-3}$	$9.8 \times 10^{-3}$	$4.7 \times 10^{-4}$	$7.6 \times 10^{-2}$
锎-99m	高锎酸盐	口服(未用阻断剂)	$3.3 \times 10^{-2}$	$7.3 \times 10^{-3}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$8.0 \times 10^{-2}$	$4.6 \times 10^{-2}$

表 D.4 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
铯-201	铯的离子	静脉	3.5	9.6	0.53	1.2	1.7
氟-18	2-氟-2-脱氧-D-葡萄糖(FDG)	静脉	$8.2 \times 10^{-2}$	$7.3 \times 10^{-2}$	$6.1 \times 10^{-2}$	$6.8 \times 10^{-2}$	$9.5 \times 10^{-2}$
氟-18	氟化物	静脉	$6.3 \times 10^{-2}$	$6.2 \times 10^{-2}$	0.38	$3.6 \times 10^{-2}$	0.17
镓-67	柠檬酸盐	静脉	0.45	0.33	1.5	0.38	0.64
碘-123	白蛋白(HAS)	静脉	$8.1 \times 10^{-2}$	$6.0 \times 10^{-2}$	0.13	0.12	0.15
碘-123	纤维蛋白原	静脉	$7.7 \times 10^{-2}$	$5.7 \times 10^{-2}$	0.13	0.12	0.16
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉	$2.1 \times 10^{-2}$	$2.4 \times 10^{-2}$	$3.8 \times 10^{-3}$	$2.8 \times 10^{-3}$	$3.4 \times 10^{-2}$
碘-123	碘代安非他命(IMP)	静脉	$4.7 \times 10^{-2}$	$3.2 \times 10^{-2}$	$6.8 \times 10^{-2}$	$4.7 \times 10^{-2}$	0.17
碘-123	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	$4.6 \times 10^{-2}$	$3.3 \times 10^{-2}$	$3.2 \times 10^{-2}$	$3.6 \times 10^{-2}$	$6.8 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉	0.36	$3.7 \times 10^{-2}$	$5.7 \times 10^{-2}$	$3.9 \times 10^{-3}$	0.47
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能异常)	$4.2 \times 10^{-2}$	$4.0 \times 10^{-2}$	$3.0 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$6.7 \times 10^{-2}$
碘-123	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	$3.6 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	$4.3 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	0.17
碘-123	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	0.28	$4.0 \times 10^{-2}$	$4.4 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-3}$	0.34
碘-123	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	0.14	$4.1 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$4.1 \times 10^{-3}$	0.20
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	$4.1 \times 10^{-2}$	$2.7 \times 10^{-2}$	$4.3 \times 10^{-2}$	$3.8 \times 10^{-3}$	0.27
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺闭塞,摄入0%)	$5.3 \times 10^{-2}$	$4.8 \times 10^{-2}$	$4.7 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-2}$	$6.7 \times 10^{-2}$
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 15%)	$6.8 \times 10^{-2}$	$3.8 \times 10^{-2}$	$4.3 \times 10^{-2}$	19	0.65
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	$6.8 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-2}$	$4.5 \times 10^{-2}$	31	1.0
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	$6.6 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-2}$	$4.8 \times 10^{-2}$	43	1.4
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	$6.5 \times 10^{-2}$	$3.3 \times 10^{-2}$	$4.9 \times 10^{-2}$	56	1.8
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	$7.0 \times 10^{-2}$	$4.0 \times 10^{-2}$	$4.1 \times 10^{-2}$	6.2	0.29
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	$6.4 \times 10^{-2}$	$3.2 \times 10^{-2}$	$5.2 \times 10^{-2}$	68	2.1
碘-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服	$5.1 \times 10^{-2}$	$3.8 \times 10^{-2}$	0.11	$3.3 \times 10^{-2}$	0.13
碘-125	不吸收标记物(液体)	口服	0.89	$4.9 \times 10^{-2}$	0.14	$1.3 \times 10^{-4}$	1.1
碘-131	白蛋白(HAS)	静脉	3.0	2.6	4.3	4.7	5.4
碘-131	二碘酪氨酸	静脉	0.54	0.26	0.21	0.19	1.4

表 D.4 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
碘-131	纤维蛋白原	静脉	1.5	1.3	2.6	2.9	3.6
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉	$4.3 \times 10^{-2}$	$4.9 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	0.16
碘-131	碘化聚乙烯吡咯烷酮	静脉	0.92	0.48	0.76	0.53	5.1
碘-131	碘安替比林	静脉	0.29	0.27	0.23	0.24	0.44
碘-131	碘甲基-19-降胆甾醇 (NP59)	静脉	2.4	2.1	2.2	320	18
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	0.34	0.22	0.32	0.31	3.1
碘-131	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	0.42	0.36	0.35	0.35	1.1
碘-131	反三碘甲腺原氨酸 (rT3)	静脉	0.56	0.28	0.23	0.22	1.4
碘-131	玫瑰红钠	静脉	1.8	0.27	0.18	$1.9 \times 10^{-2}$	6.3
碘-131	甲状腺素(T4)	静脉	2.4	2.1	2.1	2.2	2.6
碘-131	三碘甲状腺氨酸(T3)	静脉	1.0	0.71	0.68	0.70	1.7
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能异常)	0.14	0.14	$9.8 \times 10^{-2}$	$9.8 \times 10^{-2}$	0.36
碘-131	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	0.57	0.14	0.43	0.18	4.5
碘-131	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	1.3	0.22	0.14	$1.7 \times 10^{-2}$	4.5
碘-131	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	0.71	0.16	$8.3 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-2}$	2.6
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	0.34	0.12	0.31	$4.5 \times 10^{-2}$	6.8
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺闭塞,摄入 0%)	0.24	0.23	0.19	0.20	0.40
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 0%)	0.26	0.18	0.24	2000	62
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	0.26	0.18	0.29	3400	100
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	0.27	0.18	0.35	4700	140
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	0.28	0.18	0.41	6100	180
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	0.26	0.18	0.18	680	21
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	0.27	0.17	0.46	7400	220
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	口服	0.37	0.28	2	0.27	1.9
碘-131	不吸收标记物(液体)	口服	1.9	0.27	0.18	$1.6 \times 10^{-2}$	6.3

表 D.4 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
碘-131	不吸收标记物(固体)	口服	1.9	0.27	0.19	$1.7 \times 10^{-2}$	6.5
铟-111	气溶胶(肺快速清除)	吸入	$7.5 \times 10^{-2}$	$7.7 \times 10^{-2}$	$4.2 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-2}$	0.14
铟-111	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	0.35	0.19	2.4	0.40	1.5
铟-111	博来霉素	静脉	0.38	0.26	0.69	0.28	0.77
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉	$8.3 \times 10^{-2}$	$8.8 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-2}$	$2.8 \times 10^{-2}$	0.12
铟-111	人类免疫球蛋白(HIG)	静脉	0.69	1.8	0.67	0.76	0.99
铟-111	铟	静脉	0.56	0.31	3.9	0.4	1.4
铟-111	奥曲肽	静脉	0.14	0.1	$8.7 \times 10^{-2}$	0.69	0.28
铟-111	血小板	静脉	0.53	0.27	2.1	0.54	3.7
铟-111	白血球	静脉	0.56	0.28	4.5	0.38	3.2
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能异常)	0.23	0.19	0.19	0.18	0.23
铟-111	不吸收标记物(液体)	口服	1.9	0.23	0.22	$1.3 \times 10^{-2}$	1.7
铟-111	不吸收标记物(固体)	口服	1.9	0.22	0.22	$1.4 \times 10^{-2}$	1.7
磷-32	磷酸盐	静脉	5.4	5.4	120	5.4	22
铯-89	铯	静脉	5.6	5.6	11	5.6	25
钨-99m	磷酸盐, 膦酸盐	高骨摄入或肾功能严重衰竭	$1.6 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	0.14	$1.4 \times 10^{-2}$	$6.1 \times 10^{-2}$
钨-99m	气溶胶(肺快速清除)	吸入	$1.5 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$9.6 \times 10^{-3}$	$7.8 \times 10^{-3}$	$3.6 \times 10^{-2}$
钨-99m	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	$6.4 \times 10^{-3}$	$4.6 \times 10^{-3}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$8.5 \times 10^{-2}$
钨-99m	钨气体	吸入	$3.9 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-2}$	0.18	$7.1 \times 10^{-2}$
钨-99m	白蛋白(HAS)	静脉	$1.3 \times 10^{-2}$	$8.8 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-2}$
钨-99m	白蛋白微球体	静脉	$1. \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-2}$	$6.2 \times 10^{-2}$
钨-99m	合成的柠檬酸盐	静脉	$2.3 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$1.8 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-2}$	$3.9 \times 10^{-2}$
钨-99m	变性红血球	静脉	$1.2 \times 10^{-2}$	$4.1 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-2}$	$6.6 \times 10^{-3}$	0.22
钨-99m	二巯基丁二酸	静脉	$1.9 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-2}$	$9.4 \times 10^{-3}$	$3.7 \times 10^{-2}$
钨-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$5.6 \times 10^{-3}$	$5.8 \times 10^{-3}$	$1.6 \times 10^{-2}$
钨-99m	红血球	静脉	$1.9 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$3.7 \times 10^{-2}$	$3.6 \times 10^{-2}$	$3.9 \times 10^{-2}$

表 D.4 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
锝-99m	纤维蛋白原	静脉	$2.1 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-2}$	$4.3 \times 10^{-2}$
锝-99m	葡萄糖酸盐, 葡糖腺	静脉	$2.1 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$8.8 \times 10^{-3}$	$4.2 \times 10^{-2}$
锝-99m	肝磷脂	静脉	$1.7 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$3.2 \times 10^{-2}$	$7.8 \times 10^{-3}$	$3.8 \times 10^{-2}$
锝-99m	六甲基丙二胺胍	静脉	$2.7 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-2}$	0.26	$4.9 \times 10^{-2}$
锝-99m	人类免疫球蛋白	静脉	$1.9 \times 10^{-2}$	0.16	$3.1 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-2}$	$4.7 \times 10^{-2}$
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA) 的衍生物	静脉	$8.3 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-3}$	0.10
锝-99m	大胶体	静脉	$1.4 \times 10^{-2}$	$4.5 \times 10^{-3}$	$6.4 \times 10^{-2}$	$6.5 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-2}$
锝-99m	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	$1.0 \times 10^{-2}$	$6.2 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$6.3 \times 10^{-2}$
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉	$1.4 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$2.1 \times 10^{-3}$	$8.2 \times 10^{-4}$	$2.2 \times 10^{-2}$
锝-99m	青霉素	静脉	$2.2 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$2.4 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$5.9 \times 10^{-2}$
锝-99m	高锝酸盐	静脉	$4.5 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	0.22	$7.9 \times 10^{-2}$
锝-99m	磷酸盐, 膦酸盐	静脉	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$6.7 \times 10^{-2}$	$5.6 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-2}$
锝-99m	血纤维蛋白溶酶	静脉	$2.0 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$6.0 \times 10^{-2}$
锝-99m	血小板	静脉	$1.7 \times 10^{-2}$	$9.8 \times 10^{-3}$	$3.7 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-2}$	0.12
锝-99m	小胶体	静脉	$1.3 \times 10^{-2}$	$3.6 \times 10^{-3}$	0.10	$5.4 \times 10^{-3}$	$7.6 \times 10^{-2}$
锝-99m	锝气体	静脉	$4.2 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$8.7 \times 10^{-2}$
锝-99m	白血球	静脉	$1.8 \times 10^{-2}$	$9.2 \times 10^{-3}$	0.14	$1.7 \times 10^{-2}$	$6.2 \times 10^{-2}$
锝-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能异常)	$2.4 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$2.2 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉(肾功能异常)	$1.4 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-2}$	$5.0 \times 10^{-3}$	$4.4 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-2}$
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉(急性单肾闭塞)	$1.5 \times 10^{-2}$	$9.8 \times 10^{-3}$	$8.3 \times 10^{-3}$	$1.6 \times 10^{-3}$	$3.8 \times 10^{-2}$
锝-99m	高锝酸盐	静脉(用阻断剂)	$1.9 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	$1.9 \times 10^{-2}$
锝-99m	甲氧基异丁基异胍	静脉(锻炼)	$4.0 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$2.3 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-2}$	$4.5 \times 10^{-2}$
锝-99m	替曲膦( Myoview)	静脉(锻炼)	$3.1 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$9.3 \times 10^{-3}$	$4.0 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-2}$



表 D.4 (续)

核素	化合物	摄入方式	$d_T$ (主要关键器官) mGy/MBq				$d_E$ mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉(胆管闭塞)	$1.4 \times 10^{-2}$	$6.5 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$3.5 \times 10^{-3}$	$4.6 \times 10^{-2}$
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉(膀胱闭塞)	$7.9 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-2}$	$1.7 \times 10^{-3}$	$9.8 \times 10^{-2}$
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉(实质性肝病)	$4.2 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-2}$	$9.4 \times 10^{-3}$	$2.2 \times 10^{-3}$	$7.5 \times 10^{-2}$
锝-99m	甲氧基异丁基异脲	静脉(静止)	$4.5 \times 10^{-2}$	$2.1 \times 10^{-2}$	$4.4 \times 10^{-2}$	$4.5 \times 10^{-2}$	$5.3 \times 10^{-2}$
锝-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(静止)	$3.7 \times 10^{-2}$	$1.3 \times 10^{-2}$	$9.2 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-2}$	$4.3 \times 10^{-2}$
锝-99m	不吸收标记物(液体)	口服	0.11	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-3}$	0.11
锝-99m	不吸收标记物(固体)	口服	0.11	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.2 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-3}$	0.14
锝-99m	高锝酸盐	口服(未用阻断剂)	$5.3 \times 10^{-2}$	$1.4 \times 10^{-2}$	$2.6 \times 10^{-2}$	0.15	$8.4 \times 10^{-2}$
铯-201	铯的离子	静脉	8.3	13	1.1	2.3	2.8

表D.5 怀孕母亲服每MBq放射性药物致使胎儿的有效剂量值 $\alpha$ 

放射性药物	$d_F$ mSv/MBq	放射性药物	$d_F$ mSv/MBq
氟-18 FDG	0.027	锝-99m锝	0.011
镓-67柠檬酸	0.093	锝-99m体内红细胞	0.006
锝-99m DTPA气溶胶	0.006	锝-99m体外红细胞	0.007
锝-99m DMSA(二巯基丁二酸)	0.005	锝-99m SC(双半胱氨酸)	0.002
锝-99m DTPA(二乙三胺五乙酸)	0.012	锝-99m白细胞	0.004
锝-99mHIDA/DISIDA	0.0013	铟-111喷曲肽	0.082
锝-99m HMPAO(六甲基丙二胺脲)	0.0087	碘I-123碘化物	0.020
锝-99m MAA(大颗粒聚集白蛋白)	0.003	碘I-123 MIBG(间碘苄基胍)	0.018
锝-99m MAG3(巯基乙酰基三甘氨酸)	0.018	碘I-131碘化物	0.072
锝-99m MIBI(甲氧基异丁基异脲)	0.015	碘I-131 MIBG(间碘苄基胍)	0.110

表 D.5 (续)

放射性药物	$d_F$ mSv/MBq	放射性药物	$d_F$ mSv/MBq
锎-99m MDP(亚甲基二膦酸盐和磷酸盐化合物)	0.0061	铊-201氯化物	0.097
注：资料来自IAEA, Nuclear Medicine Resources Manual, 2006。			

附录 E  
(规范性附录)  
医疗照射的指导水平

## E.1 成人的医疗照射指导水平

表 E.1 给出了典型成年受检者各种常用放射性药物施用量的指导水平。

表 E.1 典型成年患者核医学诊断过程放射性药物施用量的指导水平

部位	检查	放射性核素	化学形态	每次检查常用最大活度 MBq
骨	骨显像	$^{99m}\text{Tc}$	MDP(亚甲基二膦酸盐和磷酸盐化合物)	600
	骨断层显像	$^{99m}\text{Tc}$	MDP 和磷酸盐化合物	800
	骨髓显像	$^{99m}\text{Tc}$	标记的硫化胶体	400
脑	脑显像(静态的)	$^{99m}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	500
			DTPA(二乙三胺五乙酸), 葡萄糖酸盐和葡庚糖酸盐	500
	脑断层显像	$^{99m}\text{Tc}$	ECD(双半胱氨酸乙酯)	800
			DTPA(二乙三胺五乙酸), 葡萄糖酸盐和葡庚糖酸盐	800
			HM-PAO(六甲基丙二胺胍)	500
	脑血流	$^{99m}\text{Tc}$	HM-PAO(六甲基丙二胺胍), ECD(双半胱氨酸乙酯)	500
脑池造影	$^{111}\text{In}$	DTPA(二乙三胺五乙酸)	40	
泪腺	泪引流	$^{99m}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	4
甲状腺	甲状腺显像	$^{99m}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	200
		$^{131}\text{I}$	碘化钠	20
	甲状腺癌转移灶(癌切除后)	$^{131}\text{I}$	碘化钠	400
	甲状旁腺显像	$^{201}\text{Tl}$	氯化亚铊	80
$^{99m}\text{Tc}$		MIBI(甲氧基异丁基异腈)	740	
肺	肺通气显像	$^{81m}\text{Kr}$	气体	6000 <sup>a</sup>
		$^{99m}\text{Tc}$	DTPA(二乙三胺五乙酸)-气溶胶	80
	肺灌注显像	$^{81m}\text{Kr}$	水溶液	6000 <sup>a</sup>
		$^{99m}\text{Tc}$	HAM(人血清白蛋白)	100
	肺灌注显像	$^{99m}\text{Tc}$	MAA(大颗粒聚集白蛋白)	185
	肺断层显像	$^{99m}\text{Tc}$	MAA(大颗粒聚集白蛋白)	200
肝和脾	肝和脾显像	$^{99m}\text{Tc}$	标记的硫化胶体	150
	胆道系统功能显像	$^{99m}\text{Tc}$	EHIDA(二乙基乙酰苯胺亚氨二醋酸)	185
	脾显像	$^{99m}\text{Tc}$	标记的变性红细胞	100
	肝断层显像	$^{99m}\text{Tc}$	标记的硫化胶体	200

表 E.1 (续)

部位	检查	放射性核素	化学形态	每次检查常见的最大活度 MBq
心血管	首次通过血流检查	$^{99m}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$ (高锝酸盐)	800
		$^{99m}\text{Tc}$	DTPA(二乙三胺五乙酸)	560
	心血池显像	$^{99m}\text{Tc}$	HAM (人血白蛋白微球)	800
	心和血管显像	$^{99m}\text{Tc}$	标记的正常红细胞	800
	心肌显像	$^{99m}\text{Tc}$	PYP(焦磷酸盐)	600
	心肌断层显像	$^{99m}\text{Tc}$	MIBI (甲氧基异丁基异腈)	600
		$^{201}\text{Tl}$	氯化亚铊	100
		$^{99m}\text{Tc}$	膦酸盐和膦酸盐化合物	800
$^{99m}\text{Tc}$		标记的正常红细胞	400 <sup>a</sup>	
胃, 胃肠道	食管通过和胃—食管反流	$^{99m}\text{Tc}$	标记的硫化胶体	40
		$^{99m}\text{Tc}$	标记的硫化胶体	12
	胃 / 唾液腺显像	$^{99m}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	40
	美克耳氏憩室显像	$^{99m}\text{Tc}$	$\text{TcO}_4^-$	400
	胃肠道出血	$^{99m}\text{Tc}$	标记的硫化胶体	400
		$^{99m}\text{Tc}$	标记的正常红细胞	400
肾、泌尿系统	肾皮质显像	$^{99m}\text{Tc}$	DMSA (二巯基丁二酸)	160
		$^{99m}\text{Tc}$	葡庚糖酸盐	200
	肾血流、功能显像	$^{99m}\text{Tc}$	DTPA(二乙三胺五乙酸)	300
		$^{99m}\text{Tc}$	MAG3(巯基乙酰基三甘氨酸)	300
		$^{99m}\text{Tc}$	EC(双半胱氨酸)	300
	肾上腺显像	$^{75}\text{Se}$	硒基-去甲胆甾醇	8 <sup>a</sup>
其他	肿瘤或脓肿显像	$^{67}\text{Ga}$	柠檬酸盐	300
		$^{201}\text{Tl}$	氯化物	100
	肿瘤显像	$^{99m}\text{Tc}$	DMSA (二巯基丁二酸), MIBI	400
	神经外胚层肿瘤显像	$^{123}\text{I}$	MIBG(间碘苄基胍)	400
		$^{131}\text{I}$	MIBG(间碘苄基胍)	40
	淋巴结显像	$^{99m}\text{Tc}$	标记的硫化铈胶体	370
	脓肿显像	$^{99m}\text{Tc}$	HM-PAO(六甲基丙二胺胍)标记的白细胞	400
	下肢深静脉显像	$^{99m}\text{Tc}$	标记的正常红细胞	每侧 185
$^{99m}\text{Tc}$		大分子右旋酞酐	每侧 185	

注：本表资料来自 IAEA 第 40 号安全报告的附录 VI。

## E.2 儿童的医疗照射指导水平

原则上，儿童的施用量指导水平可以用成人的指导水平乘以成人施用量用于儿童的分 $f$ （附录 C 表 C.1）得到，因此，儿童的指导水平随体重而变化。表 E.2 是一个儿童的指导水平的举例，资料来自 2010 North American Consensus Guidelines。

表E.2 儿童受检者部分放射诊断药物施用量的指导水平

放射性药物	建议施用活度（仅考虑了 体重） MBq/kg	最小用量 MBq	最大用量 MBq
碘-125-MIBG	5.2	37	370
锝-99m- MDP	9.3	37	—
氟-18-FDG 全身 <sup>a</sup>	3.7~5.2	37	—
氟-18-FDG 脑	3.7	37	—
锝-99m -DMSA	1.85	18.5	—
锝-99m -MAG3（不要血流显像）	3.7	37	148
锝-99m -MAG3（要血流显像）	5.55	37	148
锝-99m -亚氨基二乙酸(IDA)	1.85	18.5	—
锝-99m -MAA（有得-99m通气检查）	2.59	14.8	—
锝-99m -MAA（无得-99m通气检查）	1.11	14.8	—
锝-99m -高锝酸盐 Meckel憩室显像	1.85	9.25	—
氟-18-氟化钠	2.22	18.5	—

<sup>a</sup> 施用量范围低端应考虑较小的患者。施用量取值可以考虑患者的质量和 PET 扫描时间。

## 附录 F

## (规范性附录)

## 接受临床核医学治疗妇女避免怀孕的时期建议

对于使用下述放射性核素治疗后的妇女,表 F.1 给出了治疗用最大活度和治疗后避免怀孕时间的建议。此处采用的建议值来自 2005 年 IAEA 40 号安全报告附录 V 之表 20。

表 F.1 放射性核素治疗用最大活度和治疗后避免怀孕时间的建议<sup>a</sup>

放射性药物及形态	疾病	最大放射性活度	避免怀孕时间
		MBq	月
碘-131 碘	甲状腺毒症	800	4
碘-131 碘	甲状腺癌	5 000	4
碘-131 间碘苝胍	嗜铬细胞瘤	5 000	4
磷-32 磷酸盐	红血球增多(症)	200	3
锶-89 氯化物	骨转移瘤	150	24
Y-90 胶体	关节炎	400	0
Y-90 胶体	癌	4 000	1
Au-198 胶体	癌	10 000	2
Er-169 胶体	关节炎	400	0

<sup>a</sup> 即使施用活度小于表列的值,避免怀孕的时间也按此表建议处理。

附录 G  
(规范性附录)  
医疗照射剂量约束及其剂量估算

### G.1 医疗照射剂量约束控制方法

#### G.1.1 通用准则

患者家人或探访者与接受临床核医学诊疗的患者接触，应按如下方法控制接受的剂量：

- a) 孕妇及2岁以下儿童应尽量避免接触接受临床核医学诊疗的患者；  
b) 3-10岁儿童每次接触的剂量 $D_{3-10}$ 应满足如下不等式：

$$D_{3-10} \leq 1 \text{ mSv} \dots\dots\dots (\text{G. 1})$$

式中：

$D_{3-10}$ ——3-10岁儿童每次接触的剂量，单位为毫希（mSv）。

- c) 10岁以上人员每次接触的剂量 $D_{>10}$ 应满足如下不等式：

$$D_{>10} \leq 3 \text{ mSv} \dots\dots\dots (\text{G. 2})$$

式中：

$D_{>10}$ ——10岁以上人员每次接触的剂量，单位为毫希（mSv）。

一般不应超过1mSv，即使10岁以上的人员每次接触的剂量也不应超过3mSv。

#### G.1.2 接近患者人员的剂量估算方法

$D_{3-10}$ 和 $D_{>10}$ 均按如下方法估算：

- a) 离患者距离 $\geq 3\text{m}$ 的情况：

当患者家人或探访者与患者接触的距离 $\geq 3\text{m}$ 时，此时可用公式（G.3）估算其剂量：

$$D = A_R D_1 t / (1000 R^2) \dots\dots\dots (\text{G. 3})$$

式中：

$D$  ——患者家人或探访者接受的剂量，单位为毫希（mSv）；

$A_R$  ——放射性药物施用到患者后，某一时刻体内的放射性活度，单位为兆贝可（MBq）；

$D_1$  ——患者体内单位放射性活度所致体外1m处的剂量率，单位为微希平方米每小时兆贝可（ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ ），不同放射性药物的 $D_1$ 推荐值见表G.1；

$t$  ——接触时间，单位为小时（h）；

$R$  ——患者家人或探访者离患者的距离，单位为米（m）。

- b) 离患者距离 $< 3\text{m}$ 的情况：

患者家人或探访者与患者接触的距离 $< 3\text{m}$ ，此时若按反平方估算误差会较大，为此应按下式估算：

$$D = A_R D_1 t / (1000 R^{-1.5}) \dots\dots\dots (G.4)$$

式中：

$D$  ——患者家人或探访者接受的剂量，单位为毫希（mSv）；

$A_R$  ——放射性药物施用到患者后，某一时刻体内的放射性活度，单位为兆贝可（MBq）；

$D_1$  ——患者体内单位放射性活度所致体外1m处的剂量率，单位为微希平方米每小时兆贝可（ $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$ ），不同放射性药物的 $D_1$ 推荐值见表G.1；

$t$  ——接触时间，单位为小时（h）；

$R$  ——患者家人或探访者离患者的距离，单位为米（m）。

尽管公式（G.3）和公式（G.4）的估算误差较大，但对进行是否超过剂量约束的判断还是可行的。

表G.1 患者体内单位放射性活度所致体外1m处的周围剂量当量率

放射性核素	患者体内单位放射性活度所致体外1m处的周围剂量当量率 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$	放射性核素	患者体内单位放射性活度所致体外1m处的周围剂量当量率 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2(\text{h}\cdot\text{MBq})^{-1}$
正电子发射核素			
C-11	0.095	Cu-64	0.0187
N-13	0.095	Ga-68	0.086
O-15	0.095	Rb-82	0.102
F-18	0.092	I-124	0.119
其他放射性核素			
镓-67	0.0207	Sm-153	0.012
得-99m	0.0207	Yb-169	0.05405
碘I-123	0.0433	Re-188	0.0069
碘I-131	0.0583	Au-198	0.06
铟-111	0.0833	铊-201	0.0119
Re-186	0.00546	—	—
注：正电子发射核素资料来自AAPM 108-2009；其他核素资料基于IAEA在63号安全报告（2009）。			

c) 患者体内放射性活度（ $A_R$ ）估算方法：

患者体内放射性活度（ $A_R$ ）用公式（G.5）估算。

$$A_R = A_0 H / H_0 \dots\dots\dots (G.5)$$

式中：

$A_R$  ——测量时刻 $t$  滞留的的放射性活度，单位为兆贝可（MBq）；



$A_0$ ——施用给患者的放射性初始活度，单位为兆贝可（MBq）；

$H_0$ ——施药后首次测量的周围剂量当量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

$H$ ——时刻 $t$ 测量的周围剂量当量率，单位为微希每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

$H_0$ 和 $H$ 用图G.1的方法进行规范的测量。应在给患者施用放射性核素后、还没有任何排泄以前，尽快地用防护巡测仪进行首次周围剂量当量率（ $H_0$ ）测量；到需关注的某一时刻，在这个固定位置上，用上述防护巡测仪（而且校准因子相同）再次测量周围剂量当量率（ $H$ ）。将相应的值带入公式（G.5）就可以得到关注时刻患者体内放射性活度（ $A_R$ ）。

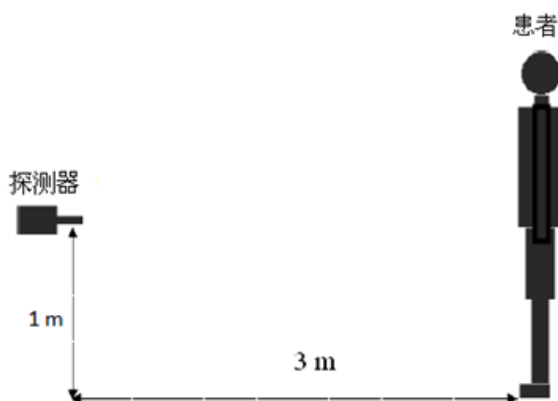


图 G.1 探测器与患者的相互位置

## G.2 患者出院的体内放射性活度要求

为确保放射治疗患者出院后，不至于使接触患者的家庭成员及公众超过相关的剂量约束或剂量限值，放射治疗患者出院时体内放射性活度应符合表G.2的要求。

表G.2 放射治疗患者出院时体内放射性活度的要求

放射性核素	主要发射 keV			半衰期 d	患者出院时体内放射性活度 要求 MBq
	$\beta_{\max}$	$\beta_{\text{ave}}$	$\gamma$ 及 $\chi$		
P-32	1710	695	—	14.26	$\leq 800$
Sr-89	1492	583	—	50.53	$\leq 200$
Y-90	2284	934	—	2.67	$\leq 2500$
镭-111	245	—	204	2.8047	$\leq 780$
碘I-131	606	—	364	8.0207	$\leq 400$
Sm-153	881	224	103	1.93	$\leq 2500$
Re-186	1070	349	137	3.8	$\leq 9000$
Re-188	2120	—	155	0.7	$\leq 9000$
Au-198	1372	—	411	2.696	$\leq 1000$
铊-201	167	—	61	3.038	$\leq 5100$

注：资来自IAEA在63号安全报告（2009）。

### G.3 患者出院时体内放射性活度控制方法

#### G.3.1 有 $\gamma$ 及 $\chi$ 发射的放射性核素

当施用给患者的是有 $\gamma$ 及 $\chi$ 发射的放射性核素，则可采用G.1.2中（3）款的方法检测患者体内的放射性活度。

#### G.3.2 无 $\gamma$ 及 $\chi$ 发射的放射性核素

当施用给患者的是无 $\gamma$ 及 $\chi$ 发射的放射性核素，则可采用G.1.2中（3）款类似方法检测患者体内的放射性活度，这时的距离可减少到30cm，测量仪器改为表面污染仪就可以了。

### G.4 出院患者辐射防护书面指导内容

对甲亢和甲状腺癌患者出院时的辐射防护书面指导至少应包括以下内容：

- a) 与同事和亲属的接触应符合表G.3的限制；
- b) 甲亢和甲状腺癌出院患者出门旅行的相关限制。

当出院时患者体内的碘I-131放射性活度为400MBq时，按表G.1，这时离患者1m处的周围剂量当量率=400×0.0583=23.3  $\mu$ Sv/h。显然，这样情况下参加1天以上的跟团旅游会给其他人员带去超过国家公众剂量限值的照射，为此这类患者的出行时间及旅游方式应符合表G.4的要求。

表G.3 甲亢和甲状腺癌患者出院后与同事和亲属接触的相关限制

施用量 MBq	治疗类型	不上班时 间 d	与伴侣不同床 时间 d	限制与<2岁童接触 的时间 d	限制与2~5岁儿童 接触的时间 d	限制与>5岁儿童 接触的时间 d
200	甲亢	0	15	15	11	5
400	甲亢	3	20	21	16	11
600	甲亢	6	24	24	20	14
800	甲亢	8	26	27	22	16
1850	甲状腺癌	3	16	16	13	10
3700	甲状腺癌	7	20	20	17	13
5550	甲状腺癌	10	22	22	19	16
7400	甲状腺癌	12	23	24	21	17

注：资料来自IAEA Safety Reports Series No. 63 TABLE 6。

表G.4 甲亢和甲状腺癌出院患者出门旅行的相关限制

离出院的天数 d	离患者1m处的周围剂量当量 率近似值 $\mu\text{Sv/h}$	自由行旅游	参团旅游
8	$\leq 11.5$	可以, 但与同伴保持距离 $>1\text{m}$	建议不参加
16	$\leq 5.7$	可以, 但与同伴保持距离 $>1\text{m}$	参加3天以内的短期旅游, 但与同伴保持距离 $>1\text{m}$
24	$\leq 2.8$	可以	可以, 但与同伴保持距离 $>1\text{m}$
32	$\leq 1.4$	可以	可以
注: 8天前建议不参与任何形式旅游。			

## 参 考 文 献

- [1] IAEA, Quality Management Audits in Nuclear Medicine Practices, 2008
- [2] IAEA Safety Reports Series No. 63, Release of Patients After Radionuclide Therapy, 2009
- [3] IAEA Safety Reports Series No. 40, Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine 2005
- [4] IAEA Technical Reports Series No. 454, Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, 2006
- [5] IAEA, Nuclear Medicine Resources Manual, 2006
- [6] AAPM Task Group 108-2009: PET and PET/CT Shielding Requirements
- [7] ICRP Publication 80 addendum to ICRP 53,, Radiation Dose to Patients from Pharmaceuticals. Annals of the ICRP. Vol 28 No 3 1998
- [8] ICRP Publication 86, Prevention of Accidental Exposures to Patients undergoing Radiation Therapy, Annals of the ICRP. Vol 30 No 3, 2000
- [9] ICRP Publication 88(Corrected Version), Doses to the Embryo and Fetus from Intakes of Radionuclides by the Mother , Annals of the ICRP. Vol 31 No 1-3, 2001
- [10] ICRP Publication 94, Release of Patients after Therapy with Unsealed Radionuclides Annals of the April 2005
- [11] ICRP Publication 105, Radiological Protection in Medicine, 2007
- [12] ICRP Publication 106 Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: Addendum 3 to ICRP Publication 53, Ann. ICRP 38(1-2), 2008
- [13] Michael J. Gelfand<sup>1</sup>, Marguerite T. Parisi<sup>2</sup>, and S. Ted Treves<sup>3</sup>, Pediatric Radiopharmaceutical Administered Doses:2010 North American Consensus Guidelines
-