



中华人民共和国国家标准

GB 16361—2012
代替 GB 16361—1996



临床核医学的患者防护与质量控制规范

Specification for patient radiological protection and
quality control in nuclear medicine

2012-06-29 发布

2012-10-01 实施

中华人民共和国卫生部
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 患者防护与安全要求	2
6 质量控制要求	6
附录 A (资料性附录) 临床核医学诊断医疗照射的指导水平	9
附录 B (资料性附录) 接受临床核医学诊疗妇女哺乳中断时期的建议	11
附录 C (资料性附录) 接受临床核医学治疗妇女避免怀孕的时期建议	12
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	13
附录 E (资料性附录) 接近核医学治疗患者的人员的剂量估算方法	34
附录 F (资料性附录) 临床核医学医疗照射质量控制通用内容	36
附录 G (资料性附录) 放射性核素测量装置和活度计性能质量控制检验	37
附录 H (资料性附录) 核医学设备质量控制检验和核查	39

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。

本标准代替 GB 16361—1996《临床核医学中患者的放射卫生防护标准》。

本标准与 GB 16361—1996 相比,主要技术变化如下:

- 原标准主要依据的国内标准是 GB 4792—1984《放射卫生防护基本标准》;本标准则主要依据现已代替 GB 4792—1984 的新版基本标准 GB 18871—2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》和 GBZ 179—2006《医疗照射放射防护基本要求》。
- 原标准主要依据的国际标准是 ICRP 出版物 52《Protection of the Patient in Nuclear Medicine, Ann. ICRP 17(4), 1987》;本标准则主要依据 IAEA 安全报告 No. 40《Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine, 2005》,以及 IAEA 安全报告 No. 63《Release of Patients after Radionuclide Therapy, 2009》和 IAEA 技术报告 No. 454《Quality Assurance for Radioactivity Measurement in Nuclear Medicine, 2006》。
- 标准名称由《临床核医学中患者的放射卫生防护标准》改为《临床核医学的患者防护与质量控制规范》。
- 将原标准第3章~第7章的内容整合、归纳成现标准的第4章和第5章,并有较多补充和修改。
- 增加了第6章有关质量控制的要求。
- 附录由2个增加到8个,并在各附录中分别给出其相应出处。

本标准由中华人民共和国卫生部提出并归口。

本标准起草单位:中国医学科学院放射医学研究所、四川省疾病预防控制中心。

本标准主要起草人:张良安、张文艺、焦玲、丁艳秋、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。

临床核医学的患者防护与质量控制规范

1 范围

本标准规定了临床核医学患者防护的基本要求、患者防护与安全以及质量控制要求。
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,但不包括粒子源植入的情况。

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。

GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

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

为了诊疗目的可施用到人体内的任何载有放射性核素的化合物。除放射性特性外,在化学和生物的考虑上,放射性药物与其他药物一样。

3.2

放射性核素纯度 radionuclidic purity

特定的放射性核素及其短寿命子体的放射性活度占放射性总活度的分数。

3.3

放射化学纯度 radiochemical purity

放射性核素按所需的化学形式存在的质量分数。

注:如不能达到放射化学纯度的要求,可能导致放射性药物组织靶向特异性变差,造成对非靶器官的照射。

3.4

化学纯度 chemical purity

不论放射性存在与否,按所需的化学形式存在的质量分数。一般来说,在放射性药物中,仅对有化学毒性或影响放射药物生理过程的杂质提出化学纯度的要求。

3.5

放射性比活度 specific radioactivity

单位质量放射性药物中所含的以约束和游离形式存在的放射性核素活度和活度浓度。

3.6

放射性核素发生器 radionuclide generator

可从含长半衰期核素(称为母体)的制剂中分离其衰变所产生短半衰期核素(称为子体)的装置,俗称“母牛”。

4 基本要求

4.1 对临床核医学诊断治疗单位的要求

4.1.1 临床核医学诊断治疗的单位(以下简称为核医学单位)应符合《放射诊疗管理规定》中针对临床核医学诊断治疗(以下简称为诊疗)规定的人员与设备等执业条件和其他有关要求,以及 GB 18871—2002 和 GBZ 179 等相关技术标准的要求。

4.1.2 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)、患者防护与质量控制检测仪器、个人防护用品。

4.1.3 按照有关规定,定期对检测仪器进行检定或校准,取得合格和有效的检定或校准证书。当检测仪器经重大维修后,应重新进行检定或校准。

4.1.4 应设置与其服务项目相适应并且符合 GBZ 120 防护要求的实验室、检查室、注射室、治疗病房和候诊区等各种工作场所及其相应防护设施。

4.1.5 应注意配置与其服务项目相适应并且结构合理的各种专业人员,包括具备临床核医学资质的执业医师和临床核医学技师等,并对他们积极开展患者防护与安全和质量控制等知识的培训与考核。

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 应制定临床核医学诊疗质量保证计划,建立健全包括加强患者防护在内的管理制度,从管理制度和质量控制程序上保证临床核医学诊疗的正确实施。

4.1.8 应针对实施诊疗时可能出现的故障或失误,制定应急预案,并进行培训和应急演练,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 仅具相应资格的执业医师才能对患者开具放射性药物治疗的处方,并应凭此处方给患者施用治疗性放射性药物。

4.2.2 执业医师应逐例进行正当性判断,只有符合正当性要求的才能开具放射性药物诊疗处方。

4.2.3 执业医师及相关人员应严格掌握适应证,对临床核医学诊疗敏感的患者施用放射性药物时更应严格控制。

4.2.4 在临床核医学诊疗实施前,执业医师及相关人员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。

5 患者防护与安全要求

5.1 正当性判断

5.1.1 在确定核医学诊疗前应首先作出正当性判断,以确保按临床需要得到的诊疗预期利益将超过该诊疗可能带来的潜在危险。

5.1.2 所有新型临床核医学诊疗技术和方法,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。

5.1.3 临床核医学医师应掌握相应医学影像诊断技术的特点及其适应证,使用时应严格控制其适应证范围。即使新型临床核医学技术和方法已做过正当性判断,在用于新的适应证前还应另行进行正当性判断。

5.1.4 用放射性药物诊断时,应参考有关医疗照射指导水平,采用能达到预期诊断目所需要的最低放

放射性核素施用量。并注意查阅以往的患者检查资料,以避免不必要的重复检查。

5.1.5 对哺乳和怀孕妇女施用诊断性放射性药物,应特别注意进行正当性判断。因特别需要对怀孕妇女进行影像检查时,应对其胎儿所受吸收剂量进行评估。

5.1.6 除非是挽救生命的情况,孕妇不应接受放射性药物的治疗,特别是含 ^{131}I 和 ^{32}P 的放射性药物。放射性药物的治疗,通常应在结束怀孕和哺乳期后进行。为挽救生命而进行放射性药物治疗时,若胎儿接受剂量不超过 100 mGy,可以不终止怀孕。

5.1.7 为了避免对胎儿和胚胎造成意外辐射照射,应对患者是否怀孕进行询问、检查和评估。并将有关咨询说明张贴在临床核医学部门有关的场所,特别是入口处和候诊区。

5.1.8 仅当有明显的临床指征时才可以对儿童实施放射性核素显像检查,并根据患儿的体重、体表面积或其他适用的准则尽可能减少放射性药物施用量,还应选择半衰期尽可能短的放射性核素。

5.1.9 除上述的规定外,还应满足 GBZ 179 中正当性判断的其他要求。

5.2 放射防护最优化



5.2.1 一般要求

5.2.1.1 执业医师在开具放射性药物处方时,应做到:

- a) 在能实现预期的诊断目标情况下,使患者接受的剂量尽可能低;
- b) 要充分应用已有的信息,避免一切不必要的重复照射;
- c) 应有核医学实际的医疗照射与放射性药物诊疗处方相一致的验证程序;
- d) 在实施核医学诊断检查时,应参考相应的医疗照射指导水平(参见附录 A)。

5.2.1.2 执业医师、技术人员及其他影像工作人员,在能达到可接受的图像质量的情况下,应使患者接受的剂量尽可能的低。为此,应采用以下措施:

- a) 根据不同患者的特点选用可供使用的适当的放射性药物及其施用活度,特别是对儿童与器官功能损害的患者;
- b) 对非检查器官使用阻断放射性药物吸收的方法,并加速排除;
- c) 注意采用适当的图像获取和处理技术;
- d) 执业医师、技术人员及其他影像工作人员,除应具备相应专业技能外,还应接受核医学诊疗的质量控制要求和防护知识等的技术培训。

5.2.1.3 除非有很明显的临床指征,对怀孕妇女接受诊疗时所施用的放射性药物应注意控制。妇女在施用放射性药物期间应避免怀孕。

5.2.2 临床核医学诊断中的最优化要求

5.2.2.1 应按技术说明书和相关标准要求建立核医学检查设备的运行条件,以便在取得最佳影像时,患者接受剂量最小。

5.2.2.2 核医学工作人员应对已施用放射性药物的患者提供书面和口头的指导,以便他们在出院后还能有效地限制其护理人员及公众所受的照射,减少与其家庭成员如未成年人和孕妇,特别是与其配偶的接近。

5.2.2.3 对每一个患者应做到:

- a) 施用放射诊断药物之前,应有程序确定患者身份、施药前患者的准备和施药程序等有关信息;
- 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;
- 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、准直器的张角等,

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)的有关参数和缩放(zoom)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) 应特别小心,以确保准直器表面或其他部位不会受到污染而导致影响影像质量;
- 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;
- h) 利尿剂或利胆剂等药物一般不干扰检查程序,却能影响放射性药物在特定器官内的贮存或沉积。这种方法有时被用来增加检查的特异性,而且也对辐射防护产生积极的影响。

5.2.2.4 对接受放射性核素诊断的哺乳期妇女,应按附录 B 的建议实施哺乳中断。

5.2.2.5 对怀孕妇女,应按以下方式进行医疗照射最优化处理:

- a) 采用锝-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。由于此核素穿不过胎盘屏障,因而不会导致胎儿受到高剂量照射,此时通常不需要估算胎儿受照剂量。但若使用其他放射性核素(例如碘或镓),宜进行胎儿剂量计算和风险评估;
- b) 应鼓励孕妇多喝水和多排尿,以便通过孕妇肾脏迅速清除放射性药物。对易于穿过胎盘屏障被胎儿摄入的放射性药物,例如放射性碘,要避免对胎儿引起的事故性照射。

5.2.3 临床核医学治疗中的最优化要求

5.2.3.1 应有以下最优化措施:

- a) 在施用放射治疗药物之前,应有程序确定患者身份、施药前患者的准备和施药程序等有关信息;
- b) 在给妇女施用放射性药物前,要判断患者是否怀孕或哺乳;
- c) 给患者口头或书面指导,以减少对其家庭成员和公众所造成的照射;
- d) 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;
- e) 按治疗剂量接受放射性药物后的住院患者,其出院时间应符合 GB 18871—2002 和 GBZ 179 的要求。

5.2.3.2 凡是接受放射性药物治疗的哺乳妇女,应按附录 B 的建议终止一段时间的哺乳。

5.2.3.3 除非是挽救生命,不对怀孕妇女施行放射性药物治疗。对已接受放射性药物治疗的妇女,应按附录 C 给出的建议在一段时期内避免怀孕。

5.2.3.4 若给男性施用治疗剂量的、处于离子化学状态且具有较长寿命的放射性核素,有可能使精液中有大量的这种放射性核素,影响精子的质量。建议已接受碘-131(碘)、磷-32(磷酸盐)或放射性锶(氯化锶)治疗的男性,在 4 个月内不要有房事。

5.2.4 临床核医学使用放射源的校准要求

5.2.4.1 临床核医学使用的密封放射源,核医学单位应通过校准使之可追溯到标准剂量实验室。

5.2.4.2 临床核医学使用的非密封放射源,核医学单位应使用活度计测量其活度,并通过对活度计的定期校准使之可溯源到次级标准。

5.2.4.3 核医学单位应通过规范性的质量控制来评价活度计等测量设备的有效性,并积极参加国家组织的相关比对。

5.2.5 加强患者剂量管理的要求

5.2.5.1 应确保给每例患者施用的放射性药物的活度与处方量一致,并在服药时记录;在有可能存在放射性杂质时应特别注意,短寿命核素药物伴有较长寿命杂质会显著增加患者的吸收剂量。

5.2.5.2 供测量注射器或装注射剂的瓶内活度的活度计,应注意质量控制,通过对仪器的常规质量控制,包括对校准的期间核查,来保证测量的准确性,并可追溯到次级标准。

5.2.5.3 利用附录 D 中 D.1 的剂量学方法可以计算各类诊断患者的吸收剂量或有效剂量的典型值,由此得到一份相当于 D.2 所列不同年龄组患者的主要器官吸收剂量或有效剂量的典型数据表。应在相关程序文件或作业指导书中给出这类方法和数据以供使用。在特殊情况下,例如胚胎和胎儿受照时,应计算各例的剂量。

5.2.5.4 在治疗的程序中,应由有专门知识的人员对每次治疗剂量进行计算并予以记录。

5.3 医疗照射指导水平

5.3.1 执业医师应参考 5.3.2 使用医疗照射指导水平(参见附录 A)的原则,以保证施用活度的合理性。

5.3.2 使用指导水平的原则如下:

- a) 当剂量或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) 当剂量或活度显著超出相应的指导水平时,应考虑指导水平是否已达到辐射防护优化,或医学实践活动是否保持在适当良好水平;
- c) 附录 A 中的指导水平仅适用于一般成年患者。因此实施诊断检查的医师,应对患者的体质、病理条件、身体大小和年龄等具体情况给予仔细的考虑,有可能需要偏离通常的施用量;
- d) 当技术改进后,如有必要,应对指导水平的使用作出适当的修正。

5.3.3 鼓励专业学术机构和核医学单位对常用诊断程序中典型成年患者所用的活度开展调查,并对施用活度与影像质量平行地进行评估。

5.4 有关剂量约束

5.4.1 接受放射性药物诊断或治疗的患者,通常的公众剂量限值不适用于其探视者和家庭成员所造成的照射,此时可遵循下述剂量约束要求。但是,这些剂量约束不适用于患者在医疗诊断或治疗过程中所受到的照射。

5.4.2 核医学单位应按照 GB 18871—2002 附录 B(资料性附录)中 B1.2.2 所规定的要求,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等)及其相应的书面指导,并对其所受剂量加以约束,使其在患者的诊断或治疗期间所受的剂量不超过 5 mSv。探视已食入放射性药物的患者的婴儿和儿童所受剂量应不超过 1 mSv。

5.4.3 对接受放射性药物治疗的患者,应对其家庭成员提供辐射防护的书面指导。对接受放射性药物治疗的住院患者,仅当其家庭成员中的成人所受剂量不可能超过 5 mSv、其家庭成员中的婴儿和儿童以及其他公众所受剂量不可能超过 1 mSv 时,才能允许患者出院。探视者和家庭成员所受剂量的估算方法以及剂量约束相对应的放射性药物施用量可参见附录 E。

5.4.4 接受了碘-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。

5.5 异常医疗照射的调查与处理

5.5.1 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,或使用了错误的药物、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。

5.5.2 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出书面报告,说明事件的原因,以及上述 5.5.2 a) 和 5.5.2 b) 的内容;
- d) 应将事件情况告知患者及其医生。

5.6 记录保持

5.6.1 核医学单位的相关记录至少包括下列内容:

- a) 每个患者所服用的放射性药物及其类型、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服用的放射性药物及其类型、给药途径、分次给予的方式及其施用活度。

5.6.2 核医学单位应将上述记录保存规定的时间,并能有效提供使用。

6 质量控制要求

6.1 质量控制方案和程序

6.1.1 核医学单位应制定全面的质量保证大纲,它应包括:

- a) 对新的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) 检验患者诊断或治疗中使用的相关的物理因素和临床因素;
- c) 用程序规范化书面记录和操作(例如患者的病史和体征、诊断摘要、适应证和禁忌证等);
- d) 确认施用的放射性药物及其施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和独立的听证及审查的程序。

6.1.2 核医学单位应制定完整的质量控制方案,通常包括附录 F 中的内容,应特别注意放射性药物的准备和贮存、仪器设备的性能、放射废物管理等。核医学服务一般结果的分析应包括对工作人员和患者的剂量、患者和有关医生的满意度、工作量指标、记录和临床稽核等内容。

6.1.3 核医学单位应组织具有相关专业资质的专家建立规范的质量控制程序,其内容至少应包括:

- a) 处方案序(包括患者的病史和体征、诊断摘要、调查的适合性和禁忌证等内容);
- b) 放射药物施用程序(包括可靠的施药程序、患者信息及身份识别和患者准备等内容);
- c) 临床工作程序(包括核准的供方和材料、贮存、放射性药物制备、临床环境、患者的运送和准备、设备性能、采购规程和废物处理等内容);
- d) 技术培训及经验收集程序(包括核医学专家、物理学家、技师和所涉及的其他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、图像审读、结果和进一步的建议等内容)。

6.2 放射性药物及其质量控制

6.2.1 对放射性药物的要求

6.2.1.1 为确保安全和有效使用放射性药物,这类药物不但应满足药品标准的要求,而且也应符合放射性药物的要求。对所施用的放射性药物,应符合以下要求:

- a) 严格控制其放射性核素纯度,通常应按制造商规定的技术指南进行控制。当使用一个“母牛”

发生器洗脱所需的放射性核素子体时,母体核素也有可能转移到洗脱液中,这些长半衰期母体核素作为杂质不但会影响影像质量,而且会对患者产生不必要的辐射剂量。所以在使用“母牛”发生器时,为了保证所用子体的放射性核素纯度符合要求,应在每次使用前对其淋洗下来的母体进行不同时期的活度测量,以推算其放射性核素纯度。有条件的可以用能谱分析方法确定其放射性核素纯度。

- b) 严格控制其化学纯度,使其带有毒性的化学杂质和影响放射药物生理过程的化学杂质符合相关的国家标准要求。
- c) 按步骤 a) 中的方法,严格控制其放射化学纯度。如不能达到放射化学纯度的要求,有可能导致放射性药物组织靶向特异性变差,造成对非靶器官的照射。
- d) 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 $10\ \mu\text{m}\sim 90\ \mu\text{m}$ 范围,最大不应超过 $150\ \mu\text{m}$ 。
- e) 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。



6.2.1.2 应确保放射性药物的有效施用量,特别是改变放射性核素标记物时。

6.2.2 放射性药物的质量控制

6.2.2.1 核医学单位应对相关的作业环境的微生物、药物颗粒和放射性污染进行定期监测,对放射性核素纯度进行验收检测;按计划对所有相关设备进行日常预防性保养,并对其定期校准。

6.2.2.2 核医学单位对放射性药物的质量控制,应以质量控制的过程和程序控制为重点,应要求所有作业程序都有书面形式且得到严格遵守,并按质量体系的要求准确记录和保存。

6.2.2.3 核医学单位应建立放射药物使用档案,其内容包括原始材料、验收检测、日常检测、放射性物料的储存、生产过程和放射性废物处置等的记录,以及环境空气中气溶胶监测、辐射检测、工作站性能、仪器校准和工作人员辐射剂量等的记录。

6.2.2.4 应使用气体井型电离室型放射性核素活度计测量放射性药物放射性,以确保注射器或瓶中放射性药物所给活度的准确度。

6.2.2.5 附录 G 中 G.2 是应用气体井型电离室型活度计进行放射性核素测量的典型装置,其测量范围应在 $1\ \text{MBq}\sim 10\ \text{GBq}$,其准确度应小于 $\pm 5\%$;

6.2.2.6 应在放射性药物施用前测量其活度,记录其测量时间和结果等。活度测量应按附录 G 中 G.3 中的要求进行。

6.2.2.7 应有用于活度计稳定性检查的参考源,典型的是 $5\ \text{MBq}$ 铯-137 或 $100\ \text{MBq}$ 钴-57 等长寿命密封(通常用树脂)放射源。

6.3 设备的质量控制

6.3.1 设备的质量控制检测

6.3.1.1 质量控制检测包括验收检测、状态检测和稳定性检测,其检测项目参见附录 H。所有检测及

其结果应有完整记录并按规定保存。

6.3.1.2 设备安装和大型维修后,应进行验收检测,以验证设备是否符合国家相关技术规范或制造商认证的技术规格。采购的合同条件应明确规定供应商责任,以便于解决任何验收检测确定的不符合项。

6.3.1.3 除验收检测外,对使用中的核医学设备还应进行状态检测和稳定性检测。验收检测和状态检测应由核医学单位委托具有相应资质的服务机构进行。

6.3.2 设备的安装和管理

6.3.2.1 对于核医学大型设备项目,应注意选址和小心安装,应同时考虑电力需求、本底辐射水平、屏蔽要求,以及温度和湿度的环境限制等因素。

6.3.2.2 对每一种类型的设备维护及其使用应建立相应的、规范的作业指导书,其中应说明仪器维护和使用方法,检测的方法和频度。



附录 A (资料性附录)

临床核医学诊断医疗照射的指导水平

表 A.1 给出了典型成年受检者各种常用的核医学诊断的活度指导水平,表中的值引自 GBZ 179,其中带*者则转引自 IAEA 安全报告 No. 40 的附录 VI。

表 A.1 典型成年患者核医学诊断过程放射性活度的指导水平

部位	检查项目	放射性核素	化学形态	每次检查常见的最大活度/MBq
骨	骨显像	^{99m}Tc	MDP(亚甲基二膦酸盐和磷酸盐化合物)	600
	骨断层显像	^{99m}Tc	MDP 和磷酸盐化合物	800
	骨髓显像	^{99m}Tc	标记的硫化胶体	400
脑	脑显像(静态)	^{99m}Tc	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}Tc	ECD(双半胱氨酸乙酯)	800
		^{99m}Tc	DTPA(二乙三胺五乙酸),葡萄糖酸盐和葡庚糖酸盐	800
		^{99m}Tc	HM-PAO(六甲基丙二胺肟)	500
	脑血流	^{99m}Tc	HM-PAO(六甲基丙二胺肟),ECD(双半胱氨酸乙酯)	500
	脑池造影	^{111}In	DTPA(二乙三胺五乙酸)	40
泪腺	泪引流	^{99m}Tc	TcO_4^-	4
甲状腺	甲状腺显像	^{99m}Tc	TcO_4^-	200
		^{131}I	碘化钠	20
	甲状腺癌转移灶(癌切除后)	^{133}I	碘化钠	400
	甲状旁腺显像	^{201}Tl	氯化亚铊	80
		^{99m}Tc	MIBI(甲氧基异丁基异腈)	740
肺	肺通气显像	^{81m}Kr	气体	6000*
		^{99m}Tc	DTPA(二乙三胺五乙酸)-气溶胶	80
	肺灌注显像	^{81m}Kr	水溶液	6000*
		^{99m}Tc	HAM(人血清白蛋白)	100
		^{99m}Tc	MAA(大颗粒聚集白蛋白)	185
	肺断层显像	^{99m}Tc	MAA(大颗粒聚集白蛋白)	200
肝和脾	肝和脾显像	^{99m}Tc	标记的硫化胶体	150
	胆道系统功能显像	^{99m}Tc	EHIDA(二乙基乙酰苯胺亚氨二醋酸)	185
	脾显像	^{99m}Tc	标记的变性红细胞	100
	肝断层显像	^{99m}Tc	标记的硫化胶体	200

表 A.1 (续)

部位	检查项目	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}Tc	TcO_4^-	800
		^{99m}Tc	DTPA(二乙三胺五乙酸)	560
	心血池显像	^{99m}Tc	HAM(人血白蛋白微球)	800
	心和血管显像	^{99m}Tc	标记的正常红细胞	800
	心肌显像	^{99m}Tc	PYP(焦磷酸盐)	600
	心肌断层显像	^{99m}Tc	MIBI(甲氧基异丁基异腈)	600
		^{201}Tl	氯化亚铊	100
		^{99m}Tc	膦酸盐和磷酸盐化合物	800
		^{99m}Tc	标记的正常红细胞	400 *
胃肠道	食管通过和胃-食管反流	^{99m}Tc	标记的硫化胶体	40
	胃排空	^{99m}Tc	标记的硫化胶体	12
	胃/唾液腺显像	^{99m}Tc	TcO_4^-	40
	美克耳氏憩室显像	^{99m}Tc	TcO_4^-	400
	胃肠道出血检查	^{99m}Tc	标记的硫化胶体	400
		^{99m}Tc	标记的正常红细胞	400
肾、泌尿系统	肾皮质显像 	^{99m}Tc	DMSA(二巯基丁二酸)	160
		^{99m}Tc	葡庚糖酸盐	200
	肾血流、功能显像	^{99m}Tc	DTPA(二乙三胺五乙酸)	300
		^{99m}Tc	MAG3(巯乙酰三甘肽)	300
		^{99m}Tc	EC(双半胱氨酸)	300
	肾上腺显像	^{75}Se	硒基-去甲胆甾醇	8 *
其他	肿瘤或脓肿显像	^{67}Ga	柠檬酸盐	300
		^{201}Tl	氯化物	100
	肿瘤显像	^{99m}Tc	DMSA(二巯基丁二酸), MIBI	400
	神经外胚层肿瘤显像	^{123}I	MIBG(间碘苄基胍)	400
		^{131}I	MIBG(间碘苄基胍)	40
	淋巴结显像	^{99m}Tc	标记的硫化锑胶体	370
	脓肿显像	^{99m}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}Tc	标记的正常红细胞	每侧 185
		^{99m}Tc	大分子右旋酐酞	每侧 185

附录 B

(资料性附录)

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,妇女哺乳中断时期的建议列在表 B.1。此处采用的建议值及分类均来自 2005 年 IAEA 安全报告 No. 40 附录 IV 的表 17~表 19,其中带*者(铟-111 白细胞)的原数据有误,现按原资料的施用活度(MBq)作了修正。

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
A 类放射药物		
镓-67 柠檬酸盐	185(5)	中断
锝-99m 二乙烯三胺五乙酸	740(20)	不用中断
锝-99m 大聚体白蛋白	148(4)	中断 12h
锝-99m 高锝酸盐	185(5)	中断 4 h
碘-131 NaI	5 550(150)	中断
B 类放射药物		
铬-51 乙二胺四乙酸	1.85(0.05)	不用中断
锝-99m 二异丙基亚氨二醋酸	300(8)	不用中断
锝-99m 葡庚糖酸盐	740(20)	不用中断
锝-99m 人血清白蛋白微球	300(8)	不用中断
锝-99m 甲氧基异丁基异腈	1110(30)	不用中断
锝-99m 亚甲基二磷酸	740(20)	不用中断
锝-99m 焦磷酸盐	740(20)	不用中断
锝-99m 体内标记 RBCs	740(20)	中断 12 h
锝-99m 体外标记 RBCs	740(20)	不用中断
锝-99m 硫化胶体	444(12)	不用中断
铟-111 白细胞*	0.5(0.135)	不用中断
碘-123 NaI	14.8(0.4)	中断
碘-123 邻碘马尿酸钠	74(2)	不用中断
碘-123 间碘苄基胍	370(10)	中断 48 h
碘-125 邻碘马尿酸钠	0.37(0.01)	不用中断
碘-131 邻碘马尿酸钠	11.1(0.3)	不用中断
铊-201	111(3)	中断 96h
锝-99m 二乙烯三胺五乙酸喷雾剂	37(1)	不用中断
C 类放射药物		
锝-99m 白细胞	185(5)	中断 48 h
锝-99m 巯基乙酰三甘氨酸	370(10)	不用中断
Xe-133 气体	—	不用中断

附 录 C
(资料性附录)

接受临床核医学治疗妇女避免怀孕的时期建议

C.1 对于施用下述放射性核素治疗后的妇女,表 C.1 给出了治疗用最大活度和治疗后避免怀孕时间的建议。此处采用的建议值均来自 2005 年 IAEA 安全报告 No. 40 附录 V 的表 20。

C.2 即使施用活度小于表中所列的值,避免怀孕的时间也按此表建议处理

表 C.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

放射性药物及形态	疾病	最大放射性活度 MBq	避免怀孕时间 月
碘-131 碘	甲状腺毒症	800	4
碘-131 碘	甲状腺癌	5 000	4
碘-131 间碘苄基胍	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	关节炎关节	400	0
Y-90 胶体	癌	4 000	1
Au-198 胶体	癌	10 000	2
Er-169 胶体	关节炎关节	400	0



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方法如下：

- 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 器官所接受的吸收剂量,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) 在核医学病人剂量估算中,为了对全身各器官受照剂量有个综合评价指标,可借用辐射防护评价中不同器官的组织权重因子 ω_T ,计算有效剂量 E 如下：

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

式中：

d_E ——单位施用量下病人的有效剂量,单位为毫希每兆贝可(mSv/MBq)。

D.2 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,这些建议值来自以下出版物：

- a) ICRP Publication 53, Radiation dose to Patients from Radiopharmaceuticals, Oxford 1987；
- b) ICRP Publication 80 addendum to ICRP 53, Radiation Dose to Patients from Pharmaceuticals, Annals of the ICRP, Vol 28 No 3 1998；
- c) ICRP Publication 106 Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals; Addendum 3 to ICRP Publication 53, Ann. ICRP 38(1-2), 2008。

D.3 本附录使用时还要注意的是：

- a) 本标准附录 D 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。
- b) 在进行核医学病人剂量估算时,应该用 ICRP 53,80 和 106 号出版物的方法及参数,不应使用 GB 18871—2002 附录 B 中表 B3 的 $e(g)$,后者用的是连续摄入模式,仅用于职业照射。

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	
碳-14	菊粉	静脉	9.5×10^{-4}	9.5×10^{-4}	9.5×10^{-4}	9.5×10^{-4}	1.1×10^{-2}
碳-14	菊粉	静脉(肾功能反常)	9.7×10^{-3}	9.7×10^{-3}	9.7×10^{-3}	9.7×10^{-3}	1.9×10^{-3}
铬-51	铬(III)氯化物	静脉	4.0×10^{-2}	3.1×10^{-2}	4.9×10^{-2}	3.1×10^{-2}	0.11

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	
铬-51	变性的红血球	静脉	1.8×10^{-2}	5.7×10^{-3}	2.8×10^{-2}	6.6×10^{-3}	0.40
铬-51	乙烯二胺-四乙酸	静脉	1.6×10^{-3}	1.2×10^{-3}	7.4×10^{-4}	5.6×10^{-4}	2.0×10^{-3}
铬-51	乙烯二胺-四乙酸	静脉(肾功能反常)	4.6×10^{-3}	3.7×10^{-3}	4.0×10^{-3}	3.1×10^{-3}	5.2×10^{-3}
铬-51	乙烯二胺-四乙酸	口服	3.9×10^{-2}	3.4×10^{-3}	8.1×10^{-3}	6.1×10^{-5}	3.4×10^{-2}
铬-51	红血球	静脉	8.2×10^{-2}	6.3×10^{-2}	0.14	0.12	0.26
铬-51	不吸收标记物(液体)	口服	3.9×10^{-2}	3.4×10^{-3}	8.0×10^{-3}	5.7×10^{-5}	3.4×10^{-2}
铬-51	不吸收标记物(固体)	口服	3.9×10^{-2}	3.4×10^{-3}	8.1×10^{-3}	7.0×10^{-5}	3.4×10^{-2}
铬-51	血小板	静脉	3.2×10^{-2}	1.3×10^{-2}	0.19	2.2×10^{-2}	0.24
铜-64	铜	静脉	1.1×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.2×10^{-2}	5.3×10^{-2}
铜-67	铜	静脉	6.0×10^{-2}	5.1×10^{-2}	7.5×10^{-2}	5.4×10^{-2}	0.22
铬-51	白血球	静脉	3.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}	0.23	1.7×10^{-2}	0.19
氟-18	2-氟-2-脱氧-D-葡萄糖(FDG)	静脉	1.5×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.9×10^{-2}
氟-18	氟化物	静脉	1.3×10^{-2}	1.1×10^{-2}	4.0×10^{-2}	6.8×10^{-3}	2.7×10^{-2}
镓-67	柠檬酸盐	静脉	8.2×10^{-2}	5.6×10^{-2}	0.21	6.2×10^{-2}	0.10
碘-123	白蛋白	鞘内(Cisternal)	5.1×10^{-3}	3.1×10^{-3}	3.3×10^{-2}	1.2×10^{-2}	2.8×10^{-2}
碘-123	白蛋白	鞘内(Lumbar)	1.2×10^{-2}	4.4×10^{-3}	7.3×10^{-2}	9.4×10^{-3}	3.9×10^{-2}
碘-123	白蛋白(HAS)	静脉	1.5×10^{-2}	1.0×10^{-2}	2.4×10^{-2}	1.7×10^{-2}	2.6×10^{-2}
碘-123	纤维蛋白原	静脉	1.4×10^{-2}	9.9×10^{-3}	2.4×10^{-2}	1.8×10^{-2}	2.7×10^{-2}
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉	6.9×10^{-3}	4.8×10^{-3}	1.3×10^{-3}	4.4×10^{-4}	1.2×10^{-2}
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能反常)	7.9×10^{-3}	5.3×10^{-3}	6.4×10^{-3}	3.0×10^{-3}	1.3×10^{-2}
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	7.1×10^{-3}	2.8×10^{-3}	1.3×10^{-2}	3.6×10^{-4}	6.2×10^{-2}
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺闭塞, 摄入 0%)	9.8×10^{-3}	6.9×10^{-3}	9.4×10^{-5}	5.1×10^{-3}	1.3×10^{-2}
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 15%)	1.2×10^{-2}	5.3×10^{-3}	9.4×10^{-3}	1.9	7.5×10^{-2}
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	1.1×10^{-2}	5.2×10^{-3}	9.8×10^{-3}	3.2	0.11
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	1.1×10^{-2}	5.0×10^{-3}	1.0×10^{-2}	4.5	0.15
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	1.1×10^{-2}	4.8×10^{-3}	1.0×10^{-2}	5.7	0.19
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	1.2×10^{-2}	5.5×10^{-3}	9.2×10^{-3}	0.63	3.8×10^{-2}
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	1.1×10^{-2}	4.6×10^{-3}	1.1×10^{-2}	7.0	0.23
碘-123	碘代苯异丙胺(IMP)	静脉	6.8×10^{-3}	4.5×10^{-3}	1.4×10^{-2}	5.9×10^{-3}	3.2×10^{-2}
碘-123	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	8.2×10^{-3}	5.7×10^{-3}	6.4×10^{-3}	5.6×10^{-3}	1.3×10^{-2}
碘-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服	8.7×10^{-3}	5.5×10^{-3}	1.8×10^{-2}	4.5×10^{-3}	2.4×10^{-2}
碘-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服(中度扩散软组织病早期)	9.2×10^{-3}	5.8×10^{-3}	2.3×10^{-2}	4.7×10^{-3}	2.5×10^{-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-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服(进行性扩散软组织病中期)	9.8×10^{-3}	5.8×10^{-3}	3.3×10^{-2}	4.8×10^{-3}	2.6×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉	7.1×10^{-2}	4.0×10^{-3}	2.1×10^{-2}	3.0×10^{-4}	7.6×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	3.2×10^{-3}	9.4×10^{-4}	9.4×10^{-3}	1.1×10^{-3}	3.3×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	5.5×10^{-2}	4.3×10^{-3}	1.6	3.0×10^{-4}	5.7×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	2.7×10^{-2}	4.4×10^{-3}	8.7×10^{-3}	4.5×10^{-4}	3.4×10^{-2}
碘-125	白蛋白(HAS)	静脉	0.20	0.16	0.37	0.26	0.34
碘-125	二碘酪氨酸	静脉	2.7×10^{-2}	5.0×10^{-3}	1.3×10^{-2}	4.5×10^{-3}	3.6×10^{-2}
碘-125	纤维蛋白原	静脉	5.3×10^{-2}	4.3×10^{-2}	0.11	8.4×10^{-2}	0.12
碘-125	邻碘马尿酸钠	静脉	1.8×10^{-3}	1.1×10^{-3}	6.3×10^{-4}	2.2×10^{-4}	1.0×10^{-2}
碘-125	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能反常)	3.6×10^{-3}	2.7×10^{-3}	4.2×10^{-3}	2.2×10^{-3}	1.0×10^{-2}
碘-125	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	2.2×10^{-3}	7.6×10^{-4}	3.4×10^{-2}	5.8×10^{-5}	0.35
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺闭塞, 摄入 0%)	6.4×10^{-3}	5.0×10^{-3}	8.3×10^{-3}	4.7×10^{-3}	1.2×10^{-2}
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 15%)	6.9×10^{-3}	3.6×10^{-3}	1.7×10^{-2}	140	4.3
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	6.9×10^{-3}	3.6×10^{-3}	2.3×10^{-2}	240	7.1
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	6.7×10^{-3}	3.5×10^{-3}	3.0×10^{-2}	330	9.9
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	6.7×10^{-3}	3.4×10^{-3}	3.7×10^{-2}	420	13
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	7.0×10^{-3}	3.7×10^{-3}	1.0×10^{-2}	47	1.4
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	6.6×10^{-3}	3.4×10^{-3}	4.3×10^{-2}	520	16
碘-125	碘化聚乙烯吡咯烷酮	静脉	7.5×10^{-2}	5.8×10^{-2}	0.23	6.1×10^{-2}	1.2
碘-125	碘安替比林	静脉	7.6×10^{-3}	5.9×10^{-3}	1.0×10^{-2}	5.7×10^{-3}	1.3×10^{-2}
碘-125	碘酞酸盐	静脉	3.3×10^{-3}	2.4×10^{-3}	3.3×10^{-3}	1.8×10^{-3}	9.7×10^{-3}
碘-125	碘酞酸盐	静脉(肾功能反常)	1.3×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.8×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.9×10^{-2}
碘-125	不吸收标记物(液体)	口服	0.12	2.1×10^{-3}	3.3×10^{-2}	8.6×10^{-8}	0.15
碘-125	不吸收标记物(固体)	口服	0.12	2.1×10^{-3}	3.3×10^{-2}	1.6×10^{-7}	0.16
碘-125	反三碘甲状腺原氨酸(rT3)	静脉	2.7×10^{-2}	5.6×10^{-3}	1.4×10^{-2}	5.1×10^{-3}	3.6×10^{-2}
碘-125	甲状腺素(T4)	静脉	0.11	7.7×10^{-2}	0.14	8.1×10^{-2}	0.12
碘-125	三碘甲状腺氨酸(T3)	静脉	4.1×10^{-2}	1.8×10^{-2}	3.6×10^{-2}	1.8×10^{-2}	4.9×10^{-2}
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	4.1×10^{-2}	4.7×10^{-2}	2.8×10^{-2}	0.22
碘-131	纤维蛋白原	静脉	0.24	0.22	0.39	0.43	0.56

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	邻碘马尿酸钠	静脉	1.6×10^{-2}	1.2×10^{-2}	4.0×10^{-3}	1.4×10^{-3}	5.2×10^{-2}
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能反常)	2.6×10^{-2}	2.2×10^{-2}	1.9×10^{-2}	1.4×10^{-2}	6.5×10^{-2}
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	6.1×10^{-2}	1.4×10^{-2}	0.11	4.6×10^{-3}	1.5
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺闭塞, 摄入 0%)	4.2×10^{-2}	3.7×10^{-2}	3.5×10^{-2}	2.9×10^{-2}	7.2×10^{-2}
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 15%)	4.3×10^{-2}	2.8×10^{-2}	5.4×10^{-2}	210	6.6
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	4.3×10^{-2}	2.7×10^{-2}	7.0×10^{-2}	360	11
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	4.2×10^{-2}	2.6×10^{-2}	8.6×10^{-2}	500	15
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	4.2×10^{-2}	2.6×10^{-2}	0.10	640	19
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	4.4×10^{-2}	2.9×10^{-2}	3.8×10^{-2}	72	2.3
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	4.1×10^{-2}	2.6×10^{-2}	0.12	790	24
碘-131	碘化聚乙烯吡咯烷酮	静脉	0.10	7.3×10^{-2}	0.18	7.3×10^{-2}	0.97
碘-131	碘安替比林	静脉	4.9×10^{-2}	4.4×10^{-2}	4.2×10^{-2}	3.6×10^{-2}	7.8×10^{-2}
碘-131	碘甲基-19-降胆甾醇(NP59)	静脉	0.40	0.33	0.37	29	1.8
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	4.4×10^{-2}	3.4×10^{-2}	7.2×10^{-2}	4.4×10^{-2}	0.50
碘-131	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	6.6×10^{-2}	5.9×10^{-2}	6.7×10^{-2}	5.0×10^{-2}	0.20
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	口服	5.8×10^{-2}	4.5×10^{-2}	0.23	3.9×10^{-2}	0.31
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	口服(中度扩散软组织病早期)	6.5×10^{-2}	4.8×10^{-2}	0.33	4.3×10^{-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)	7.1×10^{-2}	4.9×10^{-2}	0.53	4.4×10^{-2}	0.34
碘-131	不吸收标记物(液体)	口服	0.42	3.7×10^{-2}	8.7×10^{-2}	7.4×10^{-4}	0.93
碘-131	不吸收标记物(固体)	口服	0.42	3.7×10^{-2}	8.8×10^{-2}	9.0×10^{-4}	0.95
碘-131	反三碘甲状腺原氨酸(rT3)	静脉	0.11	4.5×10^{-2}	5.1×10^{-2}	3.2×10^{-2}	0.22
碘-131	玫瑰红钠	静脉	0.40	3.6×10^{-2}	8.4×10^{-2}	1.3×10^{-3}	0.91
碘-131	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	4.0×10^{-2}	1.5×10^{-2}	0.12	2.1×10^{-2}	0.82
碘-131	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	0.30	3.0×10^{-2}	6.3×10^{-2}	1.4×10^{-3}	0.66
碘-131	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	0.16	2.1×10^{-2}	3.5×10^{-2}	1.9×10^{-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	1.6×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.1×10^{-2}	5.1×10^{-3}	2.8×10^{-2}
铟-111	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	7.4×10^{-2}	3.1×10^{-2}	0.38	5.5×10^{-2}	0.29
铟-111	博来霉素	静脉	7.3×10^{-2}	4.3×10^{-2}	0.13	4.2×10^{-2}	0.16

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	
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	鞘内(Cisternal)	2.0×10^{-2}	8.5×10^{-3}	0.14	3.9×10^{-2}	0.12
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	鞘内(Lumbar)	3.9×10^{-2}	1.1×10^{-2}	0.24	2.1×10^{-2}	0.14
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉	1.8×10^{-2}	1.2×10^{-2}	9.2×10^{-3}	4.1×10^{-3}	2.5×10^{-2}
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能反常)	4.5×10^{-2}	3.1×10^{-2}	$4. \times 10^{-2}$	2.7×10^{-2}	4.8×10^{-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	5.3×10^{-2}	0.60	6.4×10^{-2}	0.26
铟-111	不吸收标记物(液体)	口服	0.42	3.0×10^{-2}	9.7×10^{-2}	4.6×10^{-4}	0.30
铟-111	不吸收标记物(固体)	口服	0.42	3.0×10^{-2}	9.7×10^{-2}	6.0×10^{-4}	0.31
铟-111	奥曲肽	静脉	2.7×10^{-2}	1.7×10^{-2}	2.2×10^{-2}	7.6×10^{-2}	5.4×10^{-2}
铟-111	血小板	静脉	9.8×10^{-2}	4.3×10^{-2}	0.36	8.1×10^{-2}	0.70
铟-111	白血球	静脉	0.12	4.5×10^{-2}	0.69	6.1×10^{-2}	0.59
磷-32	磷酸盐	静脉	0.74	0.74	11	0.74	2.2
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	3.3×10^{-3}	2.1×10^{-3}	2.7×10^{-3}	9.9×10^{-4}	7.0×10^{-3}
铈-99m	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	1.0×10^{-3}	5.8×10^{-4}	4.1×10^{-3}	1.9×10^{-3}	1.5×10^{-2}
铈-99m	白蛋白	静脉(Cisternal)	9.1×10^{-4}	4.6×10^{-4}	9.3×10^{-3}	3.6×10^{-3}	6.8×10^{-3}
铈-99m	白蛋白	静脉(Lumbar)	4.8×10^{-3}	9.3×10^{-4}	3.0×10^{-2}	2.3×10^{-3}	1.1×10^{-2}
铈-99m	白蛋白(HAS)	静脉	4.4×10^{-3}	2.9×10^{-3}	7.5×10^{-3}	4.9×10^{-3}	7.9×10^{-3}
铈-99m	白蛋白微球体	静脉	2.6×10^{-3}	1.7×10^{-3}	4.6×10^{-3}	2.2×10^{-3}	1.1×10^{-2}
铈-99m	合成的柠檬酸盐	静脉	4.8×10^{-3}	3.0×10^{-3}	4.8×10^{-3}	1.8×10^{-3}	8.3×10^{-3}
铈-99m	变性红血球	静脉	1.4×10^{-3}	4.7×10^{-4}	4.3×10^{-3}	6.3×10^{-4}	4.1×10^{-2}
铈-99m	二巯基丁二酸	静脉	3.5×10^{-3}	1.8×10^{-3}	3.9×10^{-3}	1.5×10^{-3}	8.8×10^{-3}
铈-99m	二乙烯三胺五乙酸	鞘内(Cisternal)	8.9×10^{-4}	4.4×10^{-4}	8.5×10^{-3}	3.0×10^{-3}	6.6×10^{-3}
铈-99m	二乙烯三胺五乙酸	鞘内(Lumbar)	4.8×10^{-3}	8.9×10^{-4}	2.9×10^{-2}	1.3×10^{-3}	1.1×10^{-2}
铈-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉	4.2×10^{-3}	2.9×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.0×10^{-3}	4.9×10^{-3}
铈-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能反常)	4.9×10^{-3}	3.3×10^{-3}	5.2×10^{-3}	2.5×10^{-3}	5.3×10^{-3}
铈-99m	红血球	静脉	3.7×10^{-3}	2.3×10^{-3}	6.1×10^{-3}	5.7×10^{-3}	7.0×10^{-3}
铈-99m	纤维蛋白原	静脉	4.1×10^{-3}	2.7×10^{-3}	7.3×10^{-3}	4.9×10^{-3}	8.1×10^{-3}
铈-99m	葡萄糖酸盐,葡萄糖醇	静脉	4.6×10^{-3}	2.9×10^{-3}	3.9×10^{-3}	1.1×10^{-3}	9.0×10^{-3}
铈-99m	肝磷脂	静脉	3.7×10^{-3}	2.2×10^{-3}	5.7×10^{-3}	1.1×10^{-3}	7.3×10^{-3}
铈-99m	六甲基丙二胺胍	静脉	6.6×10^{-3}	2.4×10^{-3}	3.4×10^{-3}	2.6×10^{-2}	9.3×10^{-3}
铈-99m	人类免疫球蛋白	静脉	3.9×10^{-3}	7.6×10^{-3}	5.5×10^{-3}	4.6×10^{-3}	7.0×10^{-3}
铈-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉	1.9×10^{-2}	1.5×10^{-3}	3.9×10^{-3}	1.4×10^{-4}	1.7×10^{-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(胆管闭塞)	1.9×10^{-3}	7.6×10^{-4}	3.5×10^{-3}	3.4×10^{-4}	9.6×10^{-3}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉(膀胱闭塞)	1.9×10^{-2}	1.9×10^{-3}	6.6×10^{-3}	1.5×10^{-4}	1.8×10^{-2}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉(实质性肝病)	9.9×10^{-3}	2.5×10^{-3}	3.8×10^{-3}	2.3×10^{-4}	1.3×10^{-2}
锝-99m	大胶体	静脉	2.2×10^{-3}	5.6×10^{-4}	$1. \times 10^{-2}$	9.3×10^{-4}	9.4×10^{-3}
锝-99m	大胶体	静脉(中度扩散软组织病早期)	2.7×10^{-3}	8.6×10^{-4}	1.5×10^{-2}	1.0×10^{-3}	1.4×10^{-2}
锝-99m	大胶体	静脉(进行性扩散软组织病中期)	3.3×10^{-3}	9.5×10^{-4}	2.3×10^{-2}	1.1×10^{-3}	1.7×10^{-2}
锝-99m	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	1.8×10^{-3}	1.1×10^{-3}	3.2×10^{-3}	2.5×10^{-3}	1.1×10^{-2}
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉	5.4×10^{-3}	3.7×10^{-3}	9.3×10^{-4}	1.3×10^{-4}	7.0×10^{-3}
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉(肾功能反常)	4.9×10^{-3}	3.4×10^{-3}	1.5×10^{-3}	7.3×10^{-4}	6.1×10^{-3}
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉(急性单肾闭塞)	3.8×10^{-3}	2.0×10^{-3}	3.0×10^{-3}	1.7×10^{-4}	1.0×10^{-2}
锝-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(锻炼)	8.1×10^{-3}	3.7×10^{-3}	5.0×10^{-3}	4.4×10^{-3}	7.9×10^{-3}
锝-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(静止)	9.1×10^{-3}	3.8×10^{-3}	5.5×10^{-3}	5.3×10^{-3}	9.0×10^{-3}
锝-99m	不吸收标记物(液体)	口服	2.5×10^{-2}	1.3×10^{-3}	4.7×10^{-3}	2.0×10^{-4}	1.9×10^{-2}
锝-99m	不吸收标记物(固体)	口服	2.6×10^{-2}	1.3×10^{-3}	5.0×10^{-3}	3.1×10^{-5}	2.4×10^{-2}
锝-99m	青霉素	静脉	4.0×10^{-3}	2.2×10^{-3}	6.8×10^{-3}	2.0×10^{-3}	1.3×10^{-2}
锝-99m	高锝酸盐	吸入	8.6×10^{-3}	2.7×10^{-3}	3.4×10^{-3}	1.9×10^{-2}	1.2×10^{-2}
锝-99m	高锝酸盐	静脉	1.0×10^{-2}	2.8×10^{-3}	3.6×10^{-3}	2.2×10^{-2}	1.3×10^{-2}
锝-99m	高锝酸盐	静脉(用阻断剂)	4.3×10^{-3}	3.0×10^{-3}	2.5×10^{-3}	2.4×10^{-3}	4.2×10^{-3}
锝-99m	高锝酸盐	口服(没用阻断剂)	1.2×10^{-2}	1.9×10^{-3}	6.1×10^{-3}	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}
锝-99m	磷酸盐, 膦酸盐	高骨摄入或肾功能严重衰竭	2.9×10^{-3}	2.3×10^{-3}	1.8×10^{-2}	2.4×10^{-3}	8.2×10^{-3}
锝-99m	磷酸盐, 膦酸盐	静脉	3.6×10^{-3}	2.4×10^{-3}	9.2×10^{-3}	1.3×10^{-3}	5.7×10^{-3}
锝-99m	血纤维蛋白溶酶	静脉	3.5×10^{-3}	2.2×10^{-3}	5.9×10^{-3}	2.9×10^{-3}	1.1×10^{-2}
锝-99m	血小板	静脉	2.9×10^{-3}	1.7×10^{-3}	7.3×10^{-3}	3.2×10^{-3}	2.2×10^{-2}
锝-99m	小胶体	静脉	2.3×10^{-3}	4.8×10^{-4}	1.5×10^{-2}	6.9×10^{-4}	1.4×10^{-2}
锝-99m	小胶体	肿瘤内注射(6 h 移除)	4.1×10^{-5}	—	8.6×10^{-4}	4.7×10^{-4}	1.2×10^{-3}
锝-99m	小胶体	肿瘤内注射(18 h 移除)	7.1×10^{-5}	—	1.5×10^{-3}	8.2×10^{-4}	2.0×10^{-3}
锝-99m	小胶体(弥漫性疾病早期)	静脉	2.9×10^{-3}	5.7×10^{-4}	2.2×10^{-2}	8.0×10^{-4}	1.5×10^{-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	小胶体(弥漫性疾病中期)	静脉	3.4×10^{-3}	8.0×10^{-4}	2.6×10^{-2}	1.0×10^{-3}	1.8×10^{-2}
锝-99m	锝气体	静脉	4.1×10^{-4}	6.1×10^{-5}	3.3×10^{-3}	2.9×10^{-3}	1.5×10^{-2}
锝-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(锻炼)	7.6×10^{-3}	2.9×10^{-3}	2.9×10^{-3}	4.8×10^{-3}	7.0×10^{-3}
锝-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(静止)	8.4×10^{-3}	2.4×10^{-3}	2.9×10^{-3}	5.7×10^{-3}	7.6×10^{-3}
锝-99m	白血球	静脉	3.9×10^{-3}	1.6×10^{-3}	2.3×10^{-2}	2.9×10^{-3}	1.1×10^{-2}
锌-62	锌	静脉	4.8×10^{-2}	3.8×10^{-2}	0.35	3.9×10^{-2}	0.49
锌-65	锌	静脉	6.5	5.9	9.1	5.4	11
铊-201	铊的离子	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 (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
碳-14	菊粉	静脉	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}	2.1×10^{-2}
碳-14	菊粉	静脉(肾功能反常)	2.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	3.8×10^{-2}
铬-51	铬(Ⅲ)氯化物	静脉	8.8×10^{-2}	5.6×10^{-2}	8.7×10^{-2}	6.7×10^{-2}	0.21
铬-51	变性的红血球	静脉	3.5×10^{-2}	1.2×10^{-2}	5.2×10^{-2}	1.7×10^{-2}	0.83
铬-51	乙烯二胺-四乙酸	静脉	2.7×10^{-3}	2.5×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.2×10^{-3}	3.4×10^{-3}
铬-51	红血球	静脉	0.16	0.11	0.26	0.26	0.52
铬-51	血小板	静脉	6.3×10^{-2}	2.6×10^{-2}	0.42	4.8×10^{-2}	0.53
铬-51	白血球	静脉	6.5×10^{-2}	2.8×10^{-2}	0.52	3.6×10^{-2}	0.43
铬-51	乙烯二胺-四乙酸	静脉(肾功能反常)	9.1×10^{-3}	7.2×10^{-3}	7.1×10^{-3}	6.8×10^{-3}	9.7×10^{-3}
铬-51	乙烯二胺-四乙酸	口服	7.0×10^{-2}	8.2×10^{-3}	1.2×10^{-2}	2.3×10^{-4}	7.7×10^{-2}
铬-51	不吸收标记物(液体)	口服	7.0×10^{-2}	8.2×10^{-3}	1.2×10^{-2}	2.2×10^{-4}	7.7×10^{-2}
铬-51	不吸收标记物(固体)	口服	7.0×10^{-2}	8.2×10^{-3}	1.2×10^{-2}	2.4×10^{-4}	7.8×10^{-2}
铜-64	铜	静脉	2.8×10^{-2}	2.0×10^{-2}	2.8×10^{-2}	2.3×10^{-2}	0.1
铜-67	铜	静脉	0.13	0.11	0.14	0.12	0.41
氟-18	2-氟-2-脱氧-D-葡萄糖(FDG)	静脉	3.0×10^{-2}	2.6×10^{-2}	2.2×10^{-2}	2.1×10^{-2}	3.6×10^{-2}
氟-18	氟化物	静脉	2.3×10^{-2}	2.1×10^{-2}	8.8×10^{-2}	1.3×10^{-2}	5.2×10^{-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	2.9×10^{-2}	2.0×10^{-2}	4.6×10^{-2}	4.0×10^{-2}	5.0×10^{-2}
碘-123	纤维蛋白原	静脉	2.7×10^{-2}	1.9×10^{-2}	4.5×10^{-2}	4.0×10^{-2}	5.3×10^{-2}

表 D.2 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) 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	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	2.3×10^{-3}	9.1×10^{-4}	1.9×10^{-2}
碘-123	碘代安非他命(IMP)	静脉	1.5×10^{-2}	9.6×10^{-3}	2.6×10^{-2}	1.5×10^{-2}	6.2×10^{-2}
碘-123	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	1.6×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	2.6×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉	0.14	1.1×10^{-2}	3.4×10^{-2}	8.4×10^{-4}	0.15
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能反常)	1.5×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.2×10^{-2}	7.4×10^{-3}	2.4×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	9.8×10^{-3}	2.2×10^{-3}	1.9×10^{-2}	2.5×10^{-3}	6.3×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	0.11	1.2×10^{-2}	2.6×10^{-2}	8.0×10^{-4}	0.11
碘-123	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	5.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.1×10^{-3}	6.7×10^{-2}
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	1.4×10^{-2}	7.8×10^{-3}	2.2×10^{-2}	1.0×10^{-3}	0.11
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺闭塞, 摄入 0%)	1.9×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.7×10^{-2}	1.2×10^{-2}	2.4×10^{-2}
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 15%)	2.5×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.7×10^{-2}	4.5	0.17
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	2.4×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.8×10^{-2}	7.5	0.26
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	2.4×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.9×10^{-2}	11	0.35
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	2.3×10^{-2}	1.1×10^{-2}	2.0×10^{-2}	14	0.44
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	2.6×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.7×10^{-2}	1.5	8.0×10^{-2}
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	2.3×10^{-2}	1.0×10^{-2}	2.1×10^{-2}	17	0.53
碘-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服	1.8×10^{-2}	1.2×10^{-2}	3.6×10^{-2}	1.1×10^{-2}	4.7×10^{-2}
碘-125	白蛋白(HAS)	静脉	0.42	0.33	0.78	0.56	0.68
碘-125	二碘酪氨酸	静脉	6.1×10^{-2}	1.2×10^{-2}	2.8×10^{-2}	1.0×10^{-2}	7.6×10^{-2}
碘-125	纤维蛋白原	静脉	0.11	8.7×10^{-2}	0.24	0.18	0.24
碘-125	邻碘马尿酸钠	静脉	4.7×10^{-3}	5.1×10^{-3}	1.6×10^{-3}	5.0×10^{-4}	2.0×10^{-2}
碘-125	碘化聚乙烯吡咯烷酮	静脉	0.17	0.12	0.63	0.14	2.3
碘-125	碘安替比林	静脉	1.6×10^{-2}	1.4×10^{-2}	2.1×10^{-2}	1.3×10^{-2}	2.6×10^{-2}
碘-125	碘酞酸盐	静脉	7.4×10^{-3}	6.9×10^{-3}	7.2×10^{-3}	4.2×10^{-3}	1.9×10^{-2}
碘-125	反三碘甲状腺原氨酸(rT3)	静脉	6.3×10^{-2}	1.3×10^{-2}	3.0×10^{-2}	1.2×10^{-2}	7.7×10^{-2}
碘-125	甲状腺素(T4)	静脉	0.22	0.16	0.3	0.19	0.23
碘-125	三碘甲状腺氨酸(T3)	静脉	8.9×10^{-2}	3.7×10^{-2}	7.5×10^{-2}	4.1×10^{-2}	0.10
碘-125	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能反常)	8.1×10^{-3}	7.4×10^{-3}	9.0×10^{-3}	5.2×10^{-3}	2.0×10^{-2}
碘-125	碘酞酸盐	静脉(肾功能反常)	2.7×10^{-2}	2.2×10^{-2}	3.8×10^{-2}	2.4×10^{-2}	3.7×10^{-2}
碘-125	邻碘马尿酸钠	性静脉(单肾结石)	7.2×10^{-3}	3.8×10^{-3}	8.6×10^{-2}	1.5×10^{-4}	0.6
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺闭塞, 摄入 0%)	1.4×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.7×10^{-2}	1.1×10^{-2}	2.3×10^{-2}

表 D.2 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 0%)	1.8×10^{-2}	8.8×10^{-3}	5.1×10^{-2}	260	8.0
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	1.8×10^{-2}	8.6×10^{-3}	7.5×10^{-2}	440	13
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	1.7×10^{-2}	8.2×10^{-3}	9.9×10^{-2}	620	19
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	1.7×10^{-2}	8.0×10^{-3}	0.12	790	24
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	1.8×10^{-2}	9.1×10^{-3}	2.7×10^{-2}	88	2.7
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	1.7×10^{-2}	7.7×10^{-3}	0.15	970	29
碘-125	不吸收标记物(液体)	口服	0.29	7.3×10^{-3}	6.8×10^{-2}	1.4×10^{-6}	0.33
碘-125	不吸收标记物(固体)	口服	0.29	7.3×10^{-3}	6.8×10^{-2}	2.4×10^{-6}	0.34
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	8.4×10^{-2}	8.3×10^{-2}	6.1×10^{-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	2.6×10^{-2}	2.7×10^{-2}	6.9×10^{-3}	3.1×10^{-3}	8.6×10^{-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	9.8×10^{-2}	8.7×10^{-2}	7.9×10^{-2}	7.7×10^{-2}	0.15
碘-131	碘甲基-19-降胆甾醇(NP59)	静脉	0.80	0.67	0.72	73	4.4
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	0.11	6.9×10^{-2}	0.14	9.9×10^{-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	反三碘甲状腺原氨酸(rT3)	静脉	0.21	9.1×10^{-2}	9.1×10^{-2}	6.9×10^{-2}	0.45
碘-131	玫瑰红钠	静脉	0.74	8.7×10^{-2}	0.12	3.7×10^{-3}	1.9
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(肾功能反常)	5.1×10^{-2}	4.7×10^{-2}	3.5×10^{-2}	3.1×10^{-2}	0.12
碘-131	玫瑰红钠	静脉(胆管阻塞)	0.17	3.1×10^{-2}	0.22	4.3×10^{-2}	1.6
碘-131	玫瑰红钠	静脉(膀胱阻塞)	0.55	7.3×10^{-2}	9.3×10^{-2}	3.7×10^{-3}	1.4
碘-131	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	0.29	5.3×10^{-2}	5.3×10^{-2}	4.4×10^{-3}	0.78
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	0.12	3.2×10^{-2}	0.18	1.1×10^{-2}	2.6
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺阻塞, 摄入 0%)	8.4×10^{-2}	7.5×10^{-2}	6.5×10^{-2}	6.3×10^{-2}	0.14
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 0%)	9.2×10^{-2}	5.8×10^{-2}	9.9×10^{-2}	510	15
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	9.1×10^{-2}	5.6×10^{-2}	0.13	840	25
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	9.0×10^{-2}	5.4×10^{-2}	0.16	1200	36
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	9.3×10^{-2}	5.6×10^{-2}	0.19	1500	46

表 D.2 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	9.2×10^{-2}	5.9×10^{-2}	7.0×10^{-2}	170	53
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	9.0×10^{-2}	5.2×10^{-2}	0.22	1900	56
碘-131	大聚体白蛋白(MAA)	口服	0.13	8.9×10^{-2}	0.53	8.3×10^{-2}	0.64
碘-131	不吸收标记物(液体)	口服	0.78	9.0×10^{-2}	0.13	2.7×10^{-3}	2
碘-131	不吸收标记物(固体)	口服	0.78	9.0×10^{-2}	0.13	3.0×10^{-3}	2
铟-111	气溶胶(肺快速清除)	吸入	3.0×10^{-2}	2.6×10^{-2}	1.9×10^{-2}	1.2×10^{-2}	5.3×10^{-2}
铟-111	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	0.14	6.6×10^{-2}	0.73	0.14	0.56
铟-111	博来霉素	静脉	0.14	8.9×10^{-2}	0.24	9.8×10^{-2}	0.29
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉	3.3×10^{-2}	3.0×10^{-2}	1.6×10^{-2}	9.5×10^{-3}	4.5×10^{-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	5.1×10^{-2}	3.5×10^{-2}	3.9×10^{-2}	0.18	0.1
铟-111	血小板	静脉	0.20	9.1×10^{-2}	0.68	0.18	1.4
铟-111	白血球	静脉	0.24	9.9×10^{-2}	1.3	0.13	1.2
铟-111	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能反常)	8.7×10^{-2}	6.6×10^{-2}	7.5×10^{-2}	6.3×10^{-2}	8.8×10^{-2}
铟-111	不吸收标记物(液体)	口服	0.76	7.6×10^{-2}	0.15	1.9×10^{-3}	0.6
铟-111	不吸收标记物(固体)	口服	0.75	7.4×10^{-2}	0.18	2.1×10^{-3}	0.61
磷-32	磷酸盐	静脉	1.6	1.6	26	1.6	5.1
铈-89	铈	静脉	1.6	1.6	27	1.6	6.5
镱-99m	磷酸盐, 膦酸盐	高骨摄入或肾功能严重衰竭	5.9×10^{-3}	3.9×10^{-3}	3.7×10^{-2}	5.4×10^{-3}	1.7×10^{-2}
镱-99m	气溶胶(肺快速清除)	吸入	6.1×10^{-3}	5.2×10^{-3}	4.7×10^{-3}	2.7×10^{-3}	1.3×10^{-2}
镱-99m	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	2.1×10^{-3}	1.5×10^{-3}	7.8×10^{-3}	5.5×10^{-3}	3.1×10^{-2}
镱-99m	镱气体	吸入	1.6×10^{-2}	5.5×10^{-3}	6.2×10^{-3}	4.5×10^{-2}	2.3×10^{-2}
镱-99m	白蛋白(HAS)	静脉	8.5×10^{-3}	5.7×10^{-3}	1.3×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.5×10^{-2}
镱-99m	白蛋白微球体	静脉	5.0×10^{-3}	3.7×10^{-3}	8.4×10^{-3}	6.1×10^{-3}	2.2×10^{-2}
镱-99m	合成的柠檬酸盐	静脉	9.0×10^{-3}	6.7×10^{-3}	8.1×10^{-3}	4.8×10^{-3}	1.5×10^{-2}
镱-99m	变性红血球	静脉	3.9×10^{-3}	11×10^{-3}	8.4×10^{-3}	1.8×10^{-3}	8.4×10^{-2}
镱-99m	二巯基丁二酸	静脉	7.0×10^{-3}	3.7×10^{-3}	6.8×10^{-3}	3.1×10^{-3}	1.5×10^{-2}
镱-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉	6.9×10^{-3}	6.0×10^{-3}	2.6×10^{-3}	2.0×10^{-3}	8.2×10^{-3}
镱-99m	红血球	静脉	7.0×10^{-3}	4.4×10^{-3}	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.4×10^{-2}
镱-99m	纤维蛋白原	静脉	7.9×10^{-3}	5.3×10^{-3}	1.3×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.5×10^{-2}
镱-99m	葡萄糖酸盐, 葡萄糖醇	静脉	8.6×10^{-3}	6.8×10^{-3}	6.5×10^{-3}	3.0×10^{-3}	1.6×10^{-2}

表 D.2 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
锝-99m	肝磷脂	静脉	6.9×10^{-3}	5.3×10^{-3}	1.1×10^{-2}	2.6×10^{-3}	1.4×10^{-2}
锝-99m	六甲基丙二胺胍	静脉	1.2×10^{-2}	4.4×10^{-3}	5.9×10^{-3}	6.3×10^{-2}	1.7×10^{-2}
锝-99m	人类免疫球蛋白	静脉	7.2×10^{-3}	0.10	1.1×10^{-2}	9.5×10^{-3}	2.1×10^{-2}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA) 的衍生物	静脉	3.5×10^{-2}	4.1×10^{-3}	6.3×10^{-3}	4.2×10^{-4}	2.9×10^{-2}
锝-99m	大胶体	静脉	4.9×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.9×10^{-2}	2.0×10^{-3}	1.8×10^{-2}
锝-99m	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	3.5×10^{-3}	2.2×10^{-3}	5.3×10^{-3}	5.7×10^{-3}	2.3×10^{-2}
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉	8.7×10^{-3}	8.1×10^{-3}	1.6×10^{-3}	2.7×10^{-4}	1.2×10^{-2}
锝-99m	青霉胺	静脉	7.9×10^{-3}	4.3×10^{-3}	1.1×10^{-2}	5.4×10^{-3}	2.3×10^{-2}
锝-99m	高锝酸盐	静脉	1.8×10^{-2}	5.8×10^{-3}	6.6×10^{-3}	5.5×10^{-2}	2.6×10^{-2}
锝-99m	磷酸盐,磷酸盐	静脉	6.6×10^{-3}	5.5×10^{-3}	1.7×10^{-2}	2.3×10^{-3}	1.1×10^{-2}
锝-99m	血纤维蛋白溶酶	静脉	7.2×10^{-3}	4.3×10^{-3}	1.1×10^{-2}	7.2×10^{-3}	2.2×10^{-2}
锝-99m	血小板	静脉	6.2×10^{-3}	3.3×10^{-3}	1.4×10^{-2}	7.6×10^{-3}	4.4×10^{-2}
锝-99m	小胶体	静脉	4.9×10^{-3}	9.7×10^{-4}	3.0×10^{-2}	1.7×10^{-3}	2.9×10^{-2}
锝-99m	小胶体	肿瘤内注射(6 h 移除)	4.8×10^{-5}	—	9.2×10^{-4}	6.2×10^{-4}	1.4×10^{-3}
锝-99m	小胶体	肿瘤内注射(18 h 移除)	8.3×10^{-5}	—	1.6×10^{-3}	1.1×10^{-3}	2.4×10^{-3}
锝-99m	锝气体	静脉	1.1×10^{-3}	2.0×10^{-4}	5.0×10^{-3}	6.9×10^{-3}	3.1×10^{-2}
锝-99m	白血球	静脉	7.2×10^{-3}	3.2×10^{-3}	4.0×10^{-2}	5.8×10^{-3}	2.2×10^{-2}
锝-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能反常)	9.4×10^{-3}	6.9×10^{-3}	9.0×10^{-3}	6.8×10^{-3}	9.7×10^{-3}
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉(肾功能反常)	8.6×10^{-3}	7.1×10^{-3}	2.6×10^{-3}	1.5×10^{-3}	1.0×10^{-2}
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸 (MAG3)	静脉(急性单肾闭塞)	7.1×10^{-3}	4.5×10^{-3}	5.0×10^{-3}	4.5×10^{-4}	1.7×10^{-2}
锝-99m	高锝酸盐	静脉(使用阻断剂)	7.8×10^{-3}	6.0×10^{-3}	4.9×10^{-3}	5.0×10^{-3}	7.7×10^{-3}
锝-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(锻炼)	1.5×10^{-2}	7.1×10^{-3}	9.5×10^{-3}	9.9×10^{-3}	1.6×10^{-2}
锝-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(锻炼)	1.3×10^{-2}	5.1×10^{-3}	4.7×10^{-3}	1.1×10^{-2}	1.2×10^{-2}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA) 的衍生物	静脉(胆管闭塞)	4.7×10^{-3}	1.9×10^{-3}	6.6×10^{-3}	9.1×10^{-4}	1.8×10^{-2}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA) 的衍生物	静脉(膀胱闭塞)	3.4×10^{-2}	5.4×10^{-3}	9.8×10^{-3}	4.2×10^{-4}	3.5×10^{-2}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA) 的衍生物	静脉(实质性肝病)	1.8×10^{-2}	6.7×10^{-3}	6.0×10^{-3}	6.4×10^{-4}	2.4×10^{-2}
锝-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(静止)	1.8×10^{-2}	7.5×10^{-3}	1.1×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.8×10^{-2}
锝-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(静止)	1.5×10^{-2}	5.0×10^{-3}	4.8×10^{-3}	1.3×10^{-2}	1.3×10^{-2}
锝-99m	不吸收标记物(液体)	口服	4.8×10^{-2}	3.8×10^{-3}	7.5×10^{-3}	1.5×10^{-4}	3.9×10^{-2}

表 D.2 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
锝-99m	不吸收标记物(固体)	口服	4.8×10^{-2}	3.9×10^{-3}	8.0×10^{-3}	2.1×10^{-4}	4.8×10^{-2}
锝-99m	高锝酸盐	口服(未使用阻断剂)	2.2×10^{-2}	4.5×10^{-3}	1.1×10^{-2}	3.7×10^{-2}	2.9×10^{-2}
锌-62	锌	静脉	0.12	7.2×10^{-2}	1.1	8.2×10^{-2}	1
锌-65	锌	静脉	14	8.6	16	11	19
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 (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
碳-14	菊粉	静脉	3.4×10^{-3}	3.4×10^{-3}	3.4×10^{-3}	3.4×10^{-3}	3.3×10^{-2}
碳-14	菊粉	静脉(肾功能反常)	3.4×10^{-2}	3.4×10^{-2}	3.4×10^{-2}	3.4×10^{-2}	6.1×10^{-2}
铬-51	铬(Ⅲ)氯化物	静脉	0.14	8.9×10^{-2}	0.12	0.11	0.31
铬-51	变性的红血球	静脉	6.1×10^{-2}	1.8×10^{-2}	7.0×10^{-2}	2.8×10^{-2}	1.3
铬-51	二乙烯三胺五乙酸	静脉	3.3×10^{-3}	3.0×10^{-3}	1.8×10^{-3}	1.9×10^{-3}	3.9×10^{-3}
铬-51	红血球	静脉	0.25	0.17	0.41	0.42	0.8
铬-51	血小板	静脉	9.4×10^{-2}	4.0×10^{-2}	0.74	7.7×10^{-2}	0.82
铬-51	白血球	静脉	9.3×10^{-2}	4.3×10^{-2}	0.94	5.7×10^{-2}	0.67
铬-51	乙烯二胺-四乙酸	静脉(肾功能反常)	1.4×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.5×10^{-2}
铬-51	乙烯二胺-四乙酸	口服	0.10	1.2×10^{-2}	1.4×10^{-2}	5.3×10^{-4}	0.12
铬-51	不吸收标记物(液体)	口服	0.10	1.2×10^{-2}	1.4×10^{-2}	5.1×10^{-4}	0.12
铬-51	不吸收标记物(固体)	口服	0.10	1.2×10^{-2}	1.4×10^{-2}	5.7×10^{-4}	0.12
铜-64	铜	静脉	4.6×10^{-2}	3.4×10^{-2}	4.3×10^{-2}	3.9×10^{-2}	0.15
铜-67	铜	静脉	0.22	0.18	0.23	0.2	0.61
氟-18	2-氟-2-脱氧-D-葡萄糖(FDG)	静脉	4.4×10^{-2}	3.8×10^{-2}	3.2×10^{-2}	3.5×10^{-2}	5.0×10^{-2}
氟-18	氟化物	静脉	3.6×10^{-2}	3.3×10^{-2}	0.18	2.0×10^{-2}	8.6×10^{-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	4.4×10^{-2}	3.2×10^{-2}	7.2×10^{-2}	6.4×10^{-2}	8.0×10^{-2}
碘-123	纤维蛋白原	静脉	4.2×10^{-2}	3.0×10^{-2}	7.2×10^{-2}	6.5×10^{-2}	8.3×10^{-2}
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉	1.2×10^{-2}	1.2×10^{-2}	2.4×10^{-3}	1.5×10^{-3}	1.9×10^{-2}
碘-123	碘代苯异丙胺(IMP)	静脉	2.4×10^{-2}	1.6×10^{-2}	3.8×10^{-2}	2.5×10^{-2}	9.4×10^{-2}
碘-123	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	2.5×10^{-2}	1.8×10^{-2}	1.8×10^{-2}	1.9×10^{-2}	3.7×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉	0.21	1.8×10^{-2}	4.3×10^{-2}	1.7×10^{-3}	0.24

表 D.3 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) 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(肾功能反常)	2.4×10^{-2}	2.1×10^{-2}	1.7×10^{-2}	1.2×10^{-2}	3.7×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	1.8×10^{-2}	4.5×10^{-3}	2.7×10^{-2}	4.9×10^{-3}	9.2×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	0.16	2.0×10^{-2}	3.4×10^{-2}	1.5×10^{-3}	0.18
碘-123	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	8.0×10^{-2}	2.1×10^{-2}	1.9×10^{-2}	2.0×10^{-3}	0.10
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	2.3×10^{-2}	1.3×10^{-2}	3.0×10^{-2}	2.1×10^{-3}	0.16
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺闭塞, 摄入 0%)	3.0×10^{-2}	2.5×10^{-2}	2.6×10^{-2}	2.0×10^{-2}	3.7×10^{-2}
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 15%)	3.8×10^{-2}	2.0×10^{-2}	2.5×10^{-2}	9.8	0.35
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	3.8×10^{-2}	1.9×10^{-2}	2.6×10^{-2}	16	0.54
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	3.7×10^{-2}	1.8×10^{-2}	2.8×10^{-2}	23	0.74
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	3.6×10^{-2}	1.7×10^{-2}	2.9×10^{-2}	30	0.94
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	4.0×10^{-2}	2.1×10^{-2}	2.4×10^{-2}	3.3	0.15
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	3.6×10^{-2}	1.6×10^{-2}	3.0×10^{-2}	36	1.1
碘-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服	2.8×10^{-2}	2.0×10^{-2}	5.9×10^{-2}	1.8×10^{-2}	7.2×10^{-2}
碘-125	白蛋白(HAS)	静脉	0.69	0.54	1.3	0.93	1.1
碘-125	二碘酪氨酸	静脉	0.10	2.3×10^{-2}	4.4×10^{-2}	1.7×10^{-2}	0.12
碘-125	纤维蛋白原	静脉	0.18	0.14	0.40	0.30	0.39
碘-125	邻碘马尿酸钠	静脉	9.2×10^{-3}	1.1×10^{-2}	2.8×10^{-3}	8.3×10^{-4}	3.1×10^{-2}
碘-125	碘化聚乙烯吡咯烷酮	静脉	0.34	0.20	1.0	0.25	3.5
碘-125	碘安替比林	静脉	2.8×10^{-2}	2.5×10^{-2}	3.5×10^{-2}	2.2×10^{-2}	4.1×10^{-2}
碘-125	碘酞酸盐	静脉	1.3×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.2×10^{-2}	6.9×10^{-3}	3.0×10^{-2}
碘-125	反三碘甲状腺原氨酸(rT3)	静脉	0.10	2.5×10^{-2}	4.7×10^{-2}	2.0×10^{-2}	0.12
碘-125	甲状腺素(T4)	静脉	0.37	0.26	0.5	0.31	0.38
碘-125	三碘甲状腺氨酸(T3)	静脉	0.15	6.4×10^{-2}	0.12	6.9×10^{-2}	0.17
碘-125	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能反常)	1.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.5×10^{-2}	8.7×10^{-3}	3.2×10^{-2}
碘-125	碘酞酸盐	静脉(肾功能反常)	4.6×10^{-2}	3.8×10^{-2}	6.3×10^{-2}	3.9×10^{-2}	6.0×10^{-2}
碘-125	邻碘马尿酸钠	性静脉(单肾结石)	1.5×10^{-2}	8.5×10^{-3}	0.14	3.4×10^{-4}	0.88
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺闭塞, 摄入 0%)	2.4×10^{-2}	2.1×10^{-2}	2.9×10^{-2}	1.8×10^{-2}	3.7×10^{-2}
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 0%)	3.1×10^{-2}	1.6×10^{-2}	7.7×10^{-2}	5.10	15
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	3.1×10^{-2}	1.6×10^{-2}	0.11	840	25
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	3.0×10^{-2}	1.5×10^{-2}	0.15	1200	36
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	3.0×10^{-2}	1.4×10^{-2}	0.18	1500	46

表 D.3 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	3.2×10^{-2}	1.7×10^{-2}	4.2×10^{-2}	170	5.1
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	2.9×10^{-2}	1.4×10^{-2}	0.22	1900	56
碘-125	不吸收标记物(液体)	口服	0.48	1.9×10^{-2}	9.7×10^{-2}	9.9×10^{-6}	0.54
碘-125	不吸收标记物(固体)	口服	0.48	1.9×10^{-2}	9.8×10^{-2}	1.6×10^{-5}	0.56
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	2.5×10^{-2}	2.7×10^{-2}	7.7×10^{-3}	5.2×10^{-3}	8.3×10^{-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-降胆甾醇(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	反三碘甲状腺原氨酸(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	7.9×10^{-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(肾功能反常)	7.9×10^{-2}	7.4×10^{-2}	5.3×10^{-2}	5.1×10^{-2}	0.19
碘-131	玫瑰红钠	静脉(胆管闭塞)	0.29	6.4×10^{-2}	0.29	8.7×10^{-2}	2.4
碘-131	玫瑰红钠	静脉(膀胱闭塞)	0.8	0.11	0.11	7.4×10^{-3}	2.3
碘-131	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	0.42	8.1×10^{-2}	6.5×10^{-2}	8.2×10^{-3}	1.3
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	0.19	5.6×10^{-2}	0.23	2.5×10^{-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	9.4×10^{-2}	0.14	1100	34
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	0.14	9.2×10^{-2}	0.18	1900	56
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	0.14	8.9×10^{-2}	0.22	2600	78
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	0.15	9.2×10^{-2}	0.26	3300	100
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	0.14	9.5×10^{-2}	0.1	370	11
碘-131	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	0.15	8.7×10^{-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	6.1×10^{-3}	3.2

表 D.3 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
碘-131	不吸收标记物(固体)	口服	1.1	0.14	0.16	6.8×10^{-3}	3.3
铟-111	气溶胶(肺快速清除)	吸入	4.3×10^{-2}	4.1×10^{-2}	2.6×10^{-2}	2.0×10^{-2}	7.9×10^{-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	4.8×10^{-2}	4.6×10^{-2}	2.2×10^{-2}	1.5×10^{-2}	6.7×10^{-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	8.1×10^{-2}	5.5×10^{-2}	5.3×10^{-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(肾功能反常)	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	4.5×10^{-3}	0.93
铟-111	不吸收标记物(固体)	口服	1.1	0.11	0.18	5.1×10^{-3}	0.94
磷-32	磷酸盐	静脉	2.6	2.6	58	2.6	10
铈-89	铈	静脉	2.7	2.7	52	2.7	12
铈-99m	磷酸盐, 膦酸盐	高骨摄入或肾功能严重衰竭	8.9×10^{-3}	6.0×10^{-3}	7.2×10^{-2}	8.3×10^{-3}	2.8×10^{-2}
铈-99m	气溶胶(肺快速清除)	吸入	8.9×10^{-3}	7.9×10^{-3}	6.2×10^{-3}	4.4×10^{-3}	2.0×10^{-2}
铈-99m	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	3.4×10^{-3}	2.3×10^{-3}	9.9×10^{-3}	9.0×10^{-3}	4.6×10^{-2}
铈-99m	铈气体	吸入	2.3×10^{-2}	8.2×10^{-3}	8.5×10^{-3}	9.7×10^{-2}	3.7×10^{-2}
铈-99m	白蛋白(HAS)	静脉	1.3×10^{-2}	8.8×10^{-3}	2.0×10^{-2}	1.9×10^{-2}	2.3×10^{-2}
铈-99m	白蛋白微球体	静脉	7.7×10^{-3}	5.7×10^{-3}	1.1×10^{-2}	9.8×10^{-3}	3.3×10^{-2}
铈-99m	合成的柠檬酸盐	静脉	1.4×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.1×10^{-2}	7.6×10^{-3}	2.2×10^{-2}
铈-99m	变性红血球	静脉	7.0×10^{-3}	1.7×10^{-3}	1.1×10^{-2}	3.2×10^{-3}	0.13
铈-99m	二巯基丁二酸	静脉	1.1×10^{-2}	5.3×10^{-3}	9.0×10^{-3}	5.2×10^{-3}	2.1×10^{-2}
铈-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉	7.8×10^{-3}	6.9×10^{-3}	3.3×10^{-3}	3.2×10^{-3}	9.0×10^{-3}
铈-99m	红血球	静脉	1.1×10^{-2}	6.9×10^{-3}	2.0×10^{-2}	1.9×10^{-2}	2.1×10^{-2}
铈-99m	纤维蛋白原	静脉	1.2×10^{-2}	8.1×10^{-3}	2.0×10^{-2}	1.9×10^{-2}	2.4×10^{-2}
铈-99m	葡萄糖酸盐, 葡糖醇	静脉	1.3×10^{-2}	1.1×10^{-2}	8.8×10^{-3}	4.9×10^{-3}	2.4×10^{-2}
铈-99m	肝磷脂	静脉	1.0×10^{-2}	8.2×10^{-3}	1.7×10^{-2}	4.3×10^{-3}	2.1×10^{-2}
铈-99m	六甲基丙二胺胍	静脉	1.7×10^{-2}	6.1×10^{-3}	8.0×10^{-3}	0.14	2.7×10^{-2}
铈-99m	人类免疫球蛋白	静脉	1.1×10^{-2}	0.12	1.7×10^{-2}	1.5×10^{-2}	2.9×10^{-2}
铈-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉	5.0×10^{-2}	6.2×10^{-3}	7.7×10^{-3}	7.7×10^{-4}	4.5×10^{-2}

表 D.3 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	红骨髓	睾丸	甲状腺	
锝-99m	大胶体	静脉	7.9×10^{-3}	2.3×10^{-3}	3.2×10^{-2}	3.5×10^{-3}	2.8×10^{-2}
锝-99m	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	5.4×10^{-3}	3.3×10^{-3}	7.2×10^{-3}	9.0×10^{-3}	3.4×10^{-2}
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉	8.7×10^{-3}	8.7×10^{-3}	1.5×10^{-3}	4.4×10^{-4}	1.2×10^{-2}
锝-99m	青霉素	静脉	1.2×10^{-2}	6.9×10^{-3}	1.5×10^{-2}	8.7×10^{-3}	3.4×10^{-2}
锝-99m	高锝酸盐	静脉	2.6×10^{-2}	8.7×10^{-3}	9.0×10^{-3}	0.12	4.2×10^{-2}
锝-99m	磷酸盐, 磷酸盐	静脉	7.0×10^{-3}	5.8×10^{-3}	3.3×10^{-2}	3.5×10^{-3}	1.4×10^{-2}
锝-99m	血纤维蛋白溶酶	静脉	1.1×10^{-2}	6.8×10^{-3}	1.5×10^{-2}	1.2×10^{-2}	3.4×10^{-2}
锝-99m	血小板	静脉	9.7×10^{-3}	5.1×10^{-3}	2.1×10^{-2}	1.2×10^{-2}	6.7×10^{-2}
锝-99m	小胶体	静脉	7.7×10^{-3}	1.8×10^{-3}	5.1×10^{-2}	2.9×10^{-3}	4.3×10^{-2}
锝-99m	锝气体	静脉	2.0×10^{-3}	3.3×10^{-4}	6.6×10^{-3}	1.1×10^{-2}	4.7×10^{-2}
锝-99m	白血球	静脉	1.1×10^{-2}	5.1×10^{-3}	7.1×10^{-2}	9.3×10^{-3}	3.4×10^{-2}
锝-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能反常)	1.4×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.5×10^{-2}
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉(肾功能反常)	8.7×10^{-3}	7.8×10^{-3}	3.1×10^{-3}	2.4×10^{-3}	1.1×10^{-2}
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉(急性单肾闭塞)	9.2×10^{-3}	5.0×10^{-3}	6.0×10^{-3}	9.2×10^{-4}	2.2×10^{-2}
锝-99m	高锝酸盐	静脉(使用阻断剂)	1.1×10^{-2}	8.7×10^{-3}	7.2×10^{-3}	8.4×10^{-3}	1.1×10^{-2}
锝-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(锻炼)	2.3×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.9×10^{-2}	2.3×10^{-2}
锝-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(锻炼)	1.9×10^{-2}	7.7×10^{-3}	6.3×10^{-3}	2.2×10^{-2}	1.8×10^{-2}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉(胆管闭塞)	7.8×10^{-3}	3.3×10^{-3}	8.5×10^{-3}	1.8×10^{-3}	2.6×10^{-2}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉(膀胱闭塞)	4.9×10^{-2}	8.6×10^{-3}	1.2×10^{-2}	7.7×10^{-4}	5.4×10^{-2}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉(实质性肝病)	2.6×10^{-2}	1.1×10^{-2}	7.4×10^{-3}	1.1×10^{-3}	3.7×10^{-2}
锝-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(静止)	2.5×10^{-2}	1.1×10^{-2}	3.0×10^{-2}	2.4×10^{-2}	2.8×10^{-2}
锝-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(静止)	2.2×10^{-2}	7.4×10^{-3}	6.3×10^{-3}	2.7×10^{-2}	2.2×10^{-2}
锝-99m	不吸收标记物(液体)	口服	6.8×10^{-2}	6.5×10^{-3}	9.2×10^{-3}	3.0×10^{-4}	6.2×10^{-2}
锝-99m	不吸收标记物(固体)	口服	6.9×10^{-2}	6.6×10^{-3}	9.8×10^{-3}	4.7×10^{-4}	7.6×10^{-2}
锝-99m	高锝酸盐	口服(未用阻断剂)	3.3×10^{-2}	7.3×10^{-3}	1.6×10^{-2}	8.0×10^{-2}	4.6×10^{-2}
铊-201	铊的离子	静脉	3.5	9.6	0.53	1.2	1.7
锌-62	锌	静脉	0.2	0.12	2.2	0.14	1.6
锌-65	锌	静脉	21	13	23	17	28
锌-69m	锌	静脉	8.4×10^{-2}	4.8×10^{-2}	0.8	5.6×10^{-2}	0.61

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 (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
碳-14	菊粉	静脉	6.9×10^{-3}	6.9×10^{-3}	6.9×10^{-3}	6.9×10^{-3}	6.5×10^{-2}
碳-14	菊粉	静脉(肾功能反常)	7.0×10^{-2}	7.0×10^{-2}	7.0×10^{-2}	7.0×10^{-2}	0.12
铬-51	铬(III)氯化物	静脉	0.26	0.17	0.21	0.2	0.55
铬-51	变性的红血球	静脉	0.11	4.2×10^{-2}	0.11	5.6×10^{-2}	2.3
铬-51	二乙烯三胺五乙酸	静脉	5.8×10^{-3}	5.4×10^{-3}	3.2×10^{-3}	3.5×10^{-3}	7.1×10^{-2}
铬-51	红血球	静脉	0.45	0.33	0.76	0.79	1.5
铬-51	血小板	静脉	0.16	7.7×10^{-2}	1.5	0.15	1.5
铬-51	白血球	静脉	0.15	8.0×10^{-2}	1.9	0.1	1.3
铬-51	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能反常)	2.5×10^{-2}	2.1×10^{-2}	1.8×10^{-2}	2.0×10^{-2}	2.7×10^{-2}
铬-51	二乙烯三胺五乙酸	口服	0.17	2.4×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.4×10^{-3}	0.23
铬-51	不吸收标记物(液体)	口服	0.17	2.4×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.3×10^{-3}	0.23
铬-51	不吸收标记物(固体)	口服	0.17	2.4×10^{-2}	1.7×10^{-2}	1.5×10^{-3}	0.23
铜-64	铜	静脉	9.1×10^{-2}	6.9×10^{-2}	8.2×10^{-2}	7.8×10^{-2}	0.28
铜-67	铜	静脉	0.44	0.38	0.44	0.41	1.2
氟-18	2-氟-2-脱氧-D-葡萄糖(FDG)	静脉	8.2×10^{-2}	7.3×10^{-2}	6.1×10^{-2}	6.8×10^{-2}	9.5×10^{-2}
氟-18	氟化物	静脉	6.3×10^{-2}	6.2×10^{-2}	0.38	3.6×10^{-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	8.1×10^{-2}	6.0×10^{-2}	0.13	0.12	0.15
碘-123	纤维蛋白原	静脉	7.7×10^{-2}	5.7×10^{-2}	0.13	0.12	0.16
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉	2.1×10^{-2}	2.4×10^{-2}	3.8×10^{-3}	2.8×10^{-3}	3.4×10^{-2}
碘-123	碘代安非他命(IMP)	静脉	4.7×10^{-2}	3.2×10^{-2}	6.8×10^{-2}	4.7×10^{-2}	0.17
碘-123	间碘苯甲胍(MIBG)	静脉	4.6×10^{-2}	3.3×10^{-2}	3.2×10^{-2}	3.6×10^{-2}	6.8×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉	0.36	3.7×10^{-2}	5.7×10^{-2}	3.9×10^{-3}	0.47
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能反常)	4.2×10^{-2}	4.0×10^{-2}	3.0×10^{-2}	2.2×10^{-2}	6.7×10^{-2}
碘-123	玫瑰红钠	静脉(胆管阻塞)	3.6×10^{-2}	1.0×10^{-2}	4.3×10^{-2}	1.0×10^{-2}	0.17
碘-123	玫瑰红钠	静脉(膀胱阻塞)	0.28	4.0×10^{-2}	4.4×10^{-2}	3.5×10^{-3}	0.34
碘-123	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	0.14	4.1×10^{-2}	2.6×10^{-2}	4.1×10^{-3}	0.20
碘-123	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	4.1×10^{-2}	2.7×10^{-2}	4.3×10^{-2}	3.8×10^{-3}	0.27
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺阻塞, 摄入 0%)	5.3×10^{-2}	4.8×10^{-2}	4.7×10^{-2}	3.7×10^{-2}	6.7×10^{-2}
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 15%)	6.8×10^{-2}	3.8×10^{-2}	4.3×10^{-2}	19	0.65
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	6.8×10^{-2}	3.7×10^{-2}	4.5×10^{-2}	31	1.0
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	6.6×10^{-2}	3.5×10^{-2}	4.8×10^{-2}	43	1.4

表 D.4 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	6.5×10^{-2}	3.3×10^{-2}	4.9×10^{-2}	56	1.8
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	7.0×10^{-2}	4.0×10^{-2}	4.1×10^{-2}	6.2	0.29
碘-123	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	6.4×10^{-2}	3.2×10^{-2}	5.2×10^{-2}	68	2.1
碘-123	大聚体白蛋白(MAA)	口服	5.1×10^{-2}	3.8×10^{-2}	0.11	3.3×10^{-2}	0.13
碘-124	碘化物	静脉(甲状腺闭塞, 摄入 0%)	0.42	0.4	0.29	0.31	0.56
碘-125	白蛋白(HAS)	静脉	1.4	1.1	2.6	1.8	2.2
碘-125	二碘酪氨酸	静脉	0.19	4.9×10^{-2}	8.0×10^{-2}	3.4×10^{-2}	0.24
碘-125	纤维蛋白原	静脉	0.36	0.29	0.8	0.59	0.77
碘-125	邻碘马尿酸钠	静脉	2.0×10^{-2}	2.5×10^{-2}	5.6×10^{-3}	1.6×10^{-3}	6.0×10^{-2}
碘-125	碘化聚乙烯吡咯烷酮	静脉	0.81	0.41	2.1	0.51	6.6
碘-125	碘安替比林	静脉	5.6×10^{-2}	5.1×10^{-2}	7.2×10^{-2}	4.4×10^{-2}	8.0×10^{-2}
碘-125	碘酞酸盐	静脉	2.8×10^{-2}	2.9×10^{-2}	2.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}	5.7×10^{-2}
碘-125	反三碘甲状腺原氨酸(rT3)	静脉	0.20	5.3×10^{-2}	8.7×10^{-2}	3.9×10^{-2}	0.24
碘-125	甲状腺素(T4)	静脉	0.72	0.53	1.0	0.62	0.76
碘-125	三碘甲状腺氨酸(T3)	静脉	0.28	0.13	0.24	0.14	0.33
碘-125	邻碘马尿酸钠	静脉(肾功能反常)	3.0×10^{-2}	3.0×10^{-2}	3.0×10^{-2}	1.7×10^{-2}	6.0×10^{-2}
碘-125	碘酞酸盐	静脉(肾功能反常)	9.1×10^{-2}	7.9×10^{-2}	0.13	7.8×10^{-2}	0.12
碘-125	邻碘马尿酸钠	性静脉(单肾结石)	5.0×10^{-2}	2.1×10^{-2}	0.24	2.2×10^{-3}	1.6
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺闭塞, 摄入 0%)	4.8×10^{-2}	4.4×10^{-2}	5.9×10^{-2}	3.6×10^{-2}	7.3×10^{-2}
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 0%)	6.2×10^{-2}	3.4×10^{-2}	0.14	790	24
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 25%)	6.2×10^{-2}	3.3×10^{-2}	0.21	1300	40
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 35%)	6.0×10^{-2}	3.1×10^{-2}	0.27	1900	56
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 45%)	5.9×10^{-2}	3.0	0.33	2400	71
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 5%)	6.3×10^{-2}	3.6×10^{-2}	8.0×10^{-2}	270	8.1
碘-125	碘化物	静脉(甲状腺摄入 55%)	5.8×10^{-2}	2.8×10^{-2}	0.4	2900	88
碘-125	不吸收标记物(液体)	口服	0.89	4.9×10^{-2}	0.14	9.3×10^{-5}	1.0
碘-125	不吸收标记物(固体)	口服	0.89	4.9×10^{-2}	0.14	1.3×10^{-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
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	4.3×10^{-2}	4.9×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.0×10^{-2}	0.16

表 D.4 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
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	反三碘甲状腺原氨酸 (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	1.9×10^{-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(肾功能反常)	0.14	0.14	9.8×10^{-2}	9.8×10^{-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	1.7×10^{-2}	4.5
碘-131	玫瑰红钠	静脉(实质性肝病)	0.71	0.16	8.3×10^{-2}	1.7×10^{-2}	2.6
碘-131	邻碘马尿酸钠	静脉(单肾结石)	0.34	0.12	0.31	4.5×10^{-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	1.6×10^{-2}	6.3
碘-131	不吸收标记物(固体)	口服	1.9	0.27	0.19	1.7×10^{-2}	6.5
铟-111	气溶胶(肺快速清除)	吸入	7.5×10^{-2}	7.7×10^{-2}	4.2×10^{-2}	3.7×10^{-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	8.3×10^{-2}	8.8×10^{-2}	3.5×10^{-2}	2.8×10^{-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	8.7×10^{-2}	0.69	0.28

表 D.4 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
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(肾功能反常)	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	1.3×10^{-2}	1.7
铟-111	不吸收标记物(固体)	口服	1.9	0.22	0.22	1.4×10^{-2}	1.7
磷-32	磷酸盐	静脉	5.4	5.4	120	5.4	22
铈-89	铈	静脉	5.6	5.6	11	5.6	25
铈-99m	磷酸盐, 膦酸盐	高骨摄入或肾功能严重衰竭	1.6×10^{-2}	1.1×10^{-2}	0.14	1.4×10^{-2}	6.1×10^{-2}
铈-99m	气溶胶(肺快速清除)	吸入	1.5×10^{-2}	1.5×10^{-2}	9.6×10^{-3}	7.8×10^{-3}	3.6×10^{-2}
铈-99m	气溶胶(肺慢速清除)	吸入	6.4×10^{-3}	4.6×10^{-3}	1.6×10^{-2}	1.6×10^{-2}	8.5×10^{-2}
铈-99m	铈气体	吸入	3.9×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.4×10^{-2}	0.18	7.1×10^{-2}
铈-99m	白蛋白(HAS)	静脉	1.3×10^{-2}	8.8×10^{-3}	2.0×10^{-2}	1.9×10^{-2}	2.3×10^{-2}
铈-99m	白蛋白微球体	静脉	1.0×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.8×10^{-2}	1.7×10^{-2}	6.2×10^{-2}
铈-99m	合成的柠檬酸盐	静脉	2.3×10^{-2}	1.9×10^{-2}	1.8×10^{-2}	1.4×10^{-2}	3.9×10^{-2}
铈-99m	变性红血球	静脉	1.2×10^{-2}	4.1×10^{-3}	1.7×10^{-2}	6.6×10^{-3}	0.22
铈-99m	二巯基丁二酸	静脉	1.9×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.4×10^{-2}	9.4×10^{-3}	3.7×10^{-2}
铈-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉	1.3×10^{-2}	1.3×10^{-2}	5.6×10^{-3}	5.8×10^{-3}	1.6×10^{-2}
铈-99m	红血球	静脉	1.9×10^{-2}	1.3×10^{-2}	3.7×10^{-2}	3.6×10^{-2}	3.9×10^{-2}
铈-99m	纤维蛋白原	静脉	2.1×10^{-2}	1.5×10^{-2}	3.5×10^{-2}	3.5×10^{-2}	4.3×10^{-2}
铈-99m	葡萄糖酸盐, 葡糖醇	静脉	2.1×10^{-2}	1.9×10^{-2}	1.3×10^{-2}	8.8×10^{-3}	4.2×10^{-2}
铈-99m	肝磷脂	静脉	1.7×10^{-2}	1.5×10^{-2}	3.2×10^{-2}	7.8×10^{-3}	3.8×10^{-2}
铈-99m	六甲基丙二胺胍	静脉	2.7×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.4×10^{-2}	0.26	4.9×10^{-2}
铈-99m	人类免疫球蛋白	静脉	1.9×10^{-2}	0.16	3.1×10^{-2}	2.9×10^{-2}	4.7×10^{-2}
铈-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉	8.3×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.9×10^{-3}	0.10
铈-99m	大胶体	静脉	1.4×10^{-2}	4.5×10^{-3}	6.4×10^{-2}	6.5×10^{-3}	5.0×10^{-2}
铈-99m	大聚体白蛋白(MAA)	静脉	1.0×10^{-2}	6.2×10^{-3}	1.2×10^{-2}	1.6×10^{-2}	6.3×10^{-2}
铈-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉	1.4×10^{-2}	1.6×10^{-2}	2.1×10^{-3}	8.2×10^{-4}	2.2×10^{-2}
铈-99m	青霉素	静脉	2.2×10^{-2}	1.3×10^{-2}	2.4×10^{-2}	1.6×10^{-2}	5.9×10^{-2}
铈-99m	高铈酸盐	静脉	4.5×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.5×10^{-2}	0.22	7.9×10^{-2}
铈-99m	磷酸盐, 膦酸盐	静脉	1.2×10^{-2}	1.1×10^{-2}	6.7×10^{-2}	5.6×10^{-3}	2.7×10^{-2}
铈-99m	血纤维蛋白溶酶	静脉	2.0×10^{-2}	1.3×10^{-2}	2.6×10^{-2}	2.2×10^{-2}	6.0×10^{-2}

表 D.4 (续)

核素	化合物	摄入方式	d_T (重要器官) mGy/MBq				d_E mSv/MBq
			卵巢	睾丸	红骨髓	甲状腺	
锝-99m	血小板	静脉	1.7×10^{-2}	9.8×10^{-3}	3.7×10^{-2}	2.3×10^{-2}	0.12
锝-99m	小胶体	静脉	1.3×10^{-2}	3.6×10^{-3}	0.10	5.4×10^{-3}	7.6×10^{-2}
锝-99m	锝气体	静脉	4.2×10^{-3}	1.1×10^{-3}	1.1×10^{-2}	2.0×10^{-2}	8.7×10^{-2}
锝-99m	白血球	静脉	1.8×10^{-2}	9.2×10^{-3}	0.14	1.7×10^{-2}	6.2×10^{-2}
锝-99m	二乙烯三胺五乙酸	静脉(肾功能反常)	2.4×10^{-2}	2.0×10^{-2}	2.2×10^{-2}	1.9×10^{-2}	2.6×10^{-2}
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉(肾功能反常)	1.4×10^{-2}	1.4×10^{-2}	5.0×10^{-3}	4.4×10^{-3}	1.9×10^{-2}
锝-99m	巯基乙酰基三甘氨酸(MAG3)	静脉(急性单肾闭塞)	1.5×10^{-2}	9.8×10^{-3}	8.3×10^{-3}	1.6×10^{-3}	3.8×10^{-2}
锝-99m	高锝酸盐	静脉(用阻断剂)	1.9×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.5×10^{-2}	1.9×10^{-2}
锝-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(锻炼)	4.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	2.3×10^{-2}	3.5×10^{-2}	4.5×10^{-2}
锝-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(锻炼)	3.1×10^{-2}	1.3×10^{-2}	9.3×10^{-3}	4.0×10^{-2}	3.5×10^{-2}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉(胆管闭塞)	1.4×10^{-2}	6.5×10^{-3}	1.2×10^{-2}	3.5×10^{-3}	4.6×10^{-2}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉(膀胱闭塞)	7.9×10^{-2}	1.6×10^{-2}	1.4×10^{-2}	1.7×10^{-3}	9.8×10^{-2}
锝-99m	亚氨基二乙酸(IDA)的衍生物	静脉(实质性肝病)	4.2×10^{-2}	2.0×10^{-2}	9.4×10^{-3}	2.2×10^{-3}	7.5×10^{-2}
锝-99m	甲氧基异丁基异腈	静脉(静止)	4.5×10^{-2}	2.1×10^{-2}	4.4×10^{-2}	4.5×10^{-2}	5.3×10^{-2}
锝-99m	替曲膦(Myoview)	静脉(静止)	3.7×10^{-2}	1.3×10^{-2}	9.2×10^{-3}	5.0×10^{-2}	4.3×10^{-2}
锝-99m	不吸收标记物(液体)	口服	0.11	1.2×10^{-2}	1.1×10^{-2}	1.2×10^{-3}	0.11
锝-99m	不吸收标记物(固体)	口服	0.11	1.3×10^{-2}	1.2×10^{-2}	1.6×10^{-3}	0.14
锝-99m	高锝酸盐	口服(未用阻断剂)	5.3×10^{-2}	1.4×10^{-2}	2.6×10^{-2}	0.15	8.4×10^{-2}
锌-62	锌	静脉	0.39	0.24	4.5	0.27	3.1
锌-65	锌	静脉	37	23	39	29	48
铊-201	铊的离子	静脉	8.3	13	1.1	2.3	2.8

附录 E
(资料性附录)

接近核医学治疗患者的人员的剂量估算方法

E.1 资料来源

本附录引自 IAEA 安全报告 No. 63 的附录 II 及其表 II-1(带*者系原数据计算有错,给予了修正。)

E.2 一般估算方法

- a) 施药后某一时刻 t , 患者体内滞留的放射性活度估算: 用一个辐射防护水平的辐射巡测仪器, 在离患者 3 m 处进行规范的测量。最好选取一个固定测量点, 使患者到测量点的距离为 3 m。应在患者施用核素后、还没有任何排泄以前, 尽快地进行首次剂量率测量; 到以后某一时刻 t , 在这个固定位置上再次测量剂量率。这时满足式(E. 1)的关系:

$$A_R = A_0 D / D_0 \quad \dots\dots\dots (E. 1)$$

式中:

- A_R —— 测量时刻 t 滞留的放射性活度;
 A_0 —— 患者施用的放射性活度;
 D_0 —— 施用后首次测量的剂量率;
 D —— 测量时刻 t 的剂量率。

尽管这样的估算误差较大, 但对进行是否超过剂量约束的判断是可行的。

- b) 对于接近患者人员的剂量估算: 考虑到该人员与患者接触的距离可能小于 3 m, 此时剂量与距离不遵从平方反比关系, 可按式(E. 2)近似估算:

$$D = D_1 x^{-1.5} \quad \dots\dots\dots (E. 2)$$

式中:

- x —— 与患者的距离, 单位为米(m);
 D —— 与患者距离为 x (m)处的剂量率;
 D_1 —— 与患者距离为 1 m($x=1$ m)处的剂量率。

E.3 与剂量约束值相关的施用量估算

为了方便, IAEA 在安全报告 No. 63 (2009) 中, 推荐了和有关剂量约束值相应的施用量值(表 E. 1)。表中数值意味着施用该药物量后可能的最大剂量估算结果是 5 mSv 或 1 mSv, 也就是说施用量只要不超过表中数值, 剂量就不会大于 5 mSv 或 1 mSv 的剂量约束。

表 E. 1 不同核素治疗时, 与剂量约束 5 mSv 和 1 mSv 相应的施用量

核素	不同剂量约束相应的施用活度 MBq		核素	不同剂量约束相应的施用活度 MBq	
	5 mSv	1 mSv		5 mSv	1 mSv
Ag-111	19 000	3 800	Cr-51	4 800	960
Au-198	3 500	700 *	Cu-64	8 400	1 680 *

表 E.1 (续)

核素	不同剂量约束相应的施用活度 MBq		核素	不同剂量约束相应的施用活度 MBq	
	5 mSv	1 mSv		5 mSv	1 mSv
Cu-67	14 000	2 800 *	Sc-47	11 000	2 200 *
Ga-67	8 700	1 740 *	Se-75	89	18
I-123	6 000	1 200	Sm-153	26 000	5 200
I-125	250	50	Sn-117m	1 100	220 *
I-131	1 200	240	Tc-99m	28 000	5600
In-111	2 400	470	Tl-201	16 000	3 200 *
Re-186	28 000	5 600 *	Yb-169	370	74 *
Re-188	29 000	5 800	—	—	—

附 录 F
(资料性附录)

临床核医学医疗照射质量控制通用内容

本附录资料主要摘引自 IAEA 安全报告 No. 40 附录 II 的表 3。

表 F.1 临床核医学质量控制通用内容

组 成 部 分	影响质量的因素
一般要求	患者病史记录 适当的程序 禁忌证 咨询专家的经验与能力
组织机构及责任	质量保证组织机构 主要责任人(院长、科主任、医师、技师、护士、工程师等各自的责任)
日常管理	日常管理 部门工作量
员工的培训及经验	操作人员的培训及经验 核医学医师的专业及服务知识培训 员工辐射防护的培训及经验
患者护理	患者鉴别 患者准备 提供给患者的指导和信息 等候时间
患者检查/治疗	放射性药物的可靠供应 放射性药物的质量 放射性药物的储存 放射性药物的准备 放射性药物的管理 设备的性能和维护 数据采集规程 检查/治疗的优化 临床剂量学 程序手册
设备性能鉴定	设备性能 处理方案
辐射防护	设施设计 非密封源的安全接收和储存 放射废物管理 安全设施 个人监测 健康监护 工作场所监测 应急程序 地方性法规

附录 G

(资料性附录)

放射性核素测量装置和活度计性能质量控制检验

G.1 资料来源

本附录资料主要摘引自 IAEA 技术报告 No. 454 的附录 VII。

G.2 测量装置

典型的放射性核素测量装置示意于图 G.1。

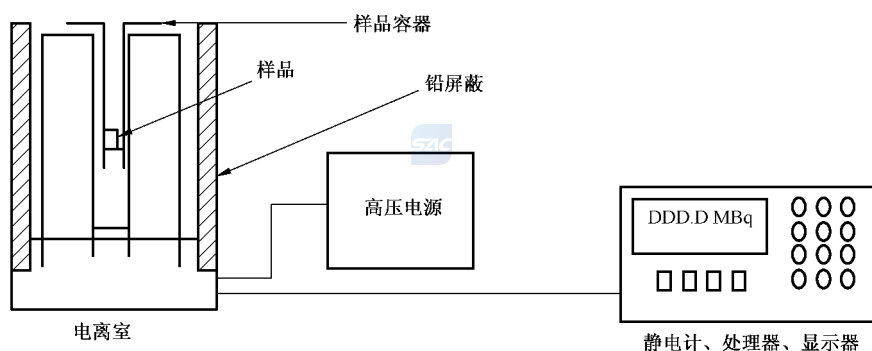


图 G.1 典型的放射性核素测量装置

G.3 活度计性能质量控制检验

G.3.1 源响应的重复性检验

通过长时间对同一个仪器检验源响应的测量，确定活度计对同一个仪器检验源响应的重复性，它反应了静电计重复性和电离室气体压力恒定程度。理想情况下，至少有一个相对长寿命，而且几何条件可重复的源用于每天测量的检验。尽管 ^{57}Co 、 ^{60}Co 或 ^{226}Ra 可用于这种用途，但 ^{137}Cs 有长的半衰期和放射性核素纯，做这类源较好。

G.3.2 源响应检验

- 用一个已经校准的活度计对仪器检验源进行测量(例如，用 ^{137}Cs 校准的活度计测量 ^{137}Cs 仪器检验源)；
- 测量活度计的本底，第一步中的读数应扣除本底，也可采用本底自动扣除的方法；
- 对于每个使用的源，记录其活度测量、模型和仪器的序列号、放射性核素仪器检验源的身份、活度计及其校准日期；
- 如果检验结果超出预期值的 $\pm 2\%$ ，应核查原因，或程序检验不符合。

G.3.3 相对响应检验

这种检验是为了确保活度计对特定放射性核素的测量不发生改变，其检验程序与源响应检验的程

序基本相同。

- a) 用已经校准的活度计对常用的一种放射性核素进行测量；
- b) 测量活度计的本底,第一步中的读数应扣除本底,也可采用本底自动扣除的方法；
- c) 对于每个使用的源,记录其活度测量、模型和仪器的序列号、放射性核素仪器检验源的身份、活度计及其校准日期；
- d) 对常用的放射性核素源,重复测量值超出 $\pm 2\%$,程序检验为不符合。

G.3.4 线性检验

此检查可确认,只要在活度计的应用范围,对每个放射性核素测量的活度都是正确的。在活度计的应用范围内(1 MBq~最大活度)读数值的线性是一个重要的特性,对 ^{99m}Tc 最大值的典型值为150 GBq。

- a) 时间衰变方法如下:
 - 1) 取一个装有刚洗脱出来的 ^{99m}Tc (其活度为日常应用的最大活度)的注射器或小瓶,将其放入活度计中;用活度计的范围选择开关,选择适当的活度测量范围,并对其进行活度测量;测量值扣除本底后用 MBq 表述;在线性检验记录表上记录日期,以分计的时间和净活度值;
 - 2) 每隔 2 h 重复一次上述的测量过程,直到放射性活度低于 1 MBq;每次测量都应注意用范围选择开关选择适当的测量范围和日期信息记录(月、日、小时);
 - 3) 样品的活度由第一次测量确定,其活度水平一般取 20 MBq~40 MBq 范围,并用式(G. 1)进行衰变修正的计算:

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (G. 1)$$

式中:

- A —— t 时刻的放射性活度;
- A_0 —— $t=0$ 时刻的放射性活度;
- λ ——衰变常数,可用式(G. 2)计算:

$$\lambda = \ln 2 / T_{1/2} \dots\dots\dots (G. 2)$$

式中:

$T_{1/2}$ ——半衰期,不同核素的半衰期列在表 G. 1 中。

表 G. 1 临床核医学施用的主要放射性核素的半衰期($T_{1/2}$)

核素	$T_{1/2}$	核素	$T_{1/2}$	核素	$T_{1/2}$
^3H	12.3 a	^{11}C	0.340 h	^{13}N	9.97 min
^{15}O	2.04 min	^{18}F	1.83 h	^{32}P	14.3 d
^{51}Cr	27.7 d	^{75}Se	120 d	^{81m}Kr	13 s
^{87}Ge	0.312 h	^{89}Sr	50.5 d	^{90}Y	2.67 d
^{99m}Tc	6.02 h	^{111}In	2.83 d	^{113m}In	1.66 h
^{123}I	13.2 h	^{125}I	60.1 d	^{131}I	8.04 d
^{127}Xe	36.4 d	^{133}Xe	5.24 d	^{169}Er	9.30 d
^{197}Hg	64.2 h	^{198}Au	2.69 d	^{201}Tl	3.04 d

- 4) 记录测量活度,计算活度,死时间,活度计型号,校准时间和检验时间。
- b) 屏蔽方法详见 IAEA 技术报告 No. 454。

附 录 H

(资料性附录)

核医学设备质量控制检验和核查

本附录资料摘引自 IAEA 安全报告 No. 40 附录 II 的表 4。

表 H.1 核医学设备质量控制检验和核查

设 备	验收和状态检验	稳定性检验
样品计算系统	计数(和/或)定时功能 能量校准 能量分辨 ^a 灵敏度 计数精度 ^a 能响线性 ^a 本底 活度响应线性 几何响应 预设分析仪设施 ^a	分析仪峰设置 本底
伽玛相机, 包括 SPECT 系统和计算机系统	脉冲振幅分析窗口设置 能响线性 ^a 能量分辨 固有均匀性 ^a 系统均匀性 固有线性 ^a 固有空间分辨率 ^a 系统空间分辨率 计数率特性 ^a 灵敏度 全身均匀性 ^a 全身分辨率 机头屏蔽泄漏 ^a 像素大小 ^a 计算机计时 ^a 旋转中心位置 断层均匀性 断层空间分辨率 总显像特性 ^a	脉冲振幅分析窗口设置 均匀性 灵敏度 本底 旋转中心位置 准直器设置
胶片处理器	本底雾水平 速度 ^a 灵敏度	本底雾水平

表 H.1 (续)

设 备	验收和状态检验	稳定性检验
PET	校准核查 均匀性 空间分辨率 ^a 散射系数 ^a 灵敏度 计数率丢失和随机计数 ^a 扫描截面面积校准 符合计时的漂移 能源阈值漂移 探测器环的机械运动 可移动横隔定位 激光准直 衰减校正精度 ^a 死时间校正精度 散射校正精度 ^a 随机符合校正 ^a 精度	校准核查 归一化 空白扫描 扫描截面面积校准
^a 在状态检验时,可以不必检验。		

