

# 核医学科技术操作规范

## 第一节 核医学显像诊断报告规范

影像核医学的检查报告包括：检查申请单、检查报告单和检查图像三个部分。

### 一、检查申请单

(一) 申请单由有关科室的医生填写，核医学科接诊医生补充。

(二) 申请单的内容：病人姓名和出生日期(年龄)、社会保险号、病历号、送检医生，送检原因，申请检查的类型或名称，申请日期。

(三) 申请单的补充内容：与检查有关的临床资料，其它相关的医学检查结果等。

### 二、检查报告单

(一) 报告单由核医学科医生填写。

(二) 报告单的内容：病人姓名和出生日期(年龄)、社会保险号、病历号(或住院号)、临床诊断，检查类型或名称，检查日期，放射性药物，给药剂量和途径，使用仪器。

(三) 报告内容

#### 1. 过程和材料

(1) 准备过程和实施程序；

(2) 影像采集的时间和方式(动态或静态、局部或全身、平面或断层、透射和发射成像、显像部位、……等)；

(3) 检查过程中的其它介入性程序的描述；

#### 2. 检查所见

(1) 评价影像质量；

(2) 静态检查：描述正常和异常放射性分布的部位和数量，以及浓集情况；

(3) 动态检查：描述放射性分布与时间的关系；

(4) 定量或半定量检查：列出器官或病灶摄取放射性的定量或半定量结果；

(5) 介入性检查：描述介入前后放射性分布的变化；

(6) 其它需要描述或说明的内容，如图像融合、非靶区组织的异常发现等。

3. 检查局限性的分析特殊情况(如：影响检查灵敏度和特异性的因素、病人配合的情况等)，可能对检查结果产生的影响。

4. 回应临床的要求报告应当回答或涉及临床送检提出的问题。

5. 比较和同一病人先前的检查和报告进行比较。

(四) 印象(结论或诊断)

1. 应当尽可能给出明确的临床诊断。

2. 可能的情况下，给出鉴别诊断。

3. 提出随访(包括时间)和/或行其它检查的建议，以便明确或证实目前的印象。

### 三、图像

选择与结论相关的、有代表性的图像。

## 第二节 内分泌系统操作项目

## 甲状腺静态显像

甲状腺静态显像是利用甲状腺具有摄取和浓聚放射性碘或摄取<sup>99m</sup>Tc-过锝酸盐的功能，通过显像仪器显示其甲状腺位置、大小、形态及其放射性分布状况，用于诊断和鉴别诊断某些甲状腺疾病。

### 一、适应证

1. 了解甲状腺的位置、大小、形态及功能状态；
2. 甲状腺结节的诊断与鉴别诊断；
3. 异位甲状腺的诊断；
4. 估计甲状腺重量；
5. 判断颈部肿块与甲状腺的关系；
6. 寻找甲状腺癌转移病灶，以助选择治疗方案，评价<sup>131</sup>I 治疗效果；
7. 甲状腺术后残余组织及其功能的估计；
8. 各种甲状腺炎的辅助诊断等。

### 二、禁忌证

妊娠、哺乳期妇女禁用“<sup>131</sup>I 行甲状腺显像，但使用“Tc-过锝酸盐无特殊禁忌。

### 三、操作方法

#### (一)病人准备

用“<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup> 甲状腺显像剂时，病人无需作特殊准备；用“<sup>131</sup>I 显像剂时，根据情况停用含碘食物及影响甲状腺功能的药物一周以上，检查当日空腹。

#### (二)显像剂

1. <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>：常规静脉注射剂量 74-185MBq (2-5mCi)。
2. <sup>131</sup>I 一碘化钠溶液：常规甲状腺显像口服剂量为 1.85-3.7MBq (50-100 ci)；寻找甲状腺癌转移灶口服剂量 74-148MBq (2-4mCi)。
3. <sup>123</sup>I 一碘化钠：空腹口服 7.4 - 14.8MBq (200 - 400 ci)。

#### (三)显像仪器

一般采用 SPECT 或照相机，也可应用传统的闪烁扫描机。

#### (四)显像方法

1. 甲状腺<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>显像：静脉注射显像剂后 20-30min 进行甲状腺显像。病人取仰卧位，肩下垫一枕头，颈部伸展，充分暴露甲状腺部位。采用低能通用准直器或针孔准直器，能峰 140keV，窗宽 20%，矩阵 128×128 或 256×256，放大 2-4 倍。采用定时或定计数采集图像，根据计数率大小确定采集时间，通常预置计数 200-500K 或采集 150-200s。常规采集前位像，必要时采集斜位或侧位图像。

2. 甲状腺癌转移灶和异位甲状腺显像：一般应用<sup>131</sup>I 显像。空腹口服<sup>131</sup>I 后 24h 行颈部甲状腺和异位甲状腺显像，范围包括颈部和胸骨后。寻找甲状腺癌转移灶显像时，空腹口服<sup>131</sup>I 后 24-48h 进行全身显像或颈区局部显像，必要时加做 72h 显像。病人一般取仰卧位，应用高能平行孔准直器，能峰 364keV，窗宽 20%。

3. <sup>123</sup>I 显像：空腹口服<sup>123</sup>I 后 6-8h 显像，应用低能准直器，能峰 159keV。

4. 甲状腺断层显像静脉注射<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup> 296-370MBq (8-10mCi) 后 20min 应用 SPECT 行断层显像，采用低能高分辨准直器，采集矩阵 64~64 或 128×128，放大 2 倍，探头旋转 360° 共采集 64 帧；对于吸碘功能良好者，每帧采集 15-20s，或每帧采集 80 - 120K 计数。采集

结束后进行断层重建，获得横断面、矢状面和冠状面影像。也可采用高分辨率针孔准直器行甲状腺断层显像，病人取仰卧位，肩部垫高，病人颈部尽量伸展，探头自甲状腺右侧到左侧旋转180°，采集30帧(每6.1帧)，每帧20-30s，矩阵128×128，应用针孔准直器采集时，不宜用身体轮廓采集，以尽量保持准直器与甲状腺距离相等，否则将影响检查结果，其断层重建方法与平行孔相同，但影像分辨率高于平行孔准直器。该法适合于甲状腺结节，尤其是探测较小结节。

5. 甲状腺重量的估计根据在前位甲状腺影像获得甲状腺面积和左右两侧甲状腺的平均高度，代入下式计算甲状腺重量。

甲状腺重量(g)：正面投影面积( $\text{cm}^2$ )×左右叶平均高度(cm)×k

k为常数，介于0.23-0.32，随显像条件不同而有差异，各单位可建立特定仪器条件的k值。

#### 四、注意事项

长期服用甲状腺激素、碘制剂或用过含碘x线造影剂等可影响甲状腺对 $^{131}\text{I}$ 的摄取。

### 甲状腺血流显像

甲状腺血流显像是将放射性核素经静脉“弹丸”式注射后，流经甲状腺时进行动态1照相，以反映甲状腺血流情况，作为甲状腺功能、甲状腺肿块鉴别诊断的参考依据。通常与甲状腺静态显像或阳性显像一次进行。

#### 一、适应证

1. 观察甲状腺功能亢进症和甲状腺功能减低时的甲状腺血流灌注；
2. 了解甲状腺结节血运情况，帮助判断甲状腺结节性质等。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

##### (一)病人准备

一般无需特殊准备。

##### (二)显像剂

一般与 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ -甲状腺静态显像或 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ 甲状腺阳性显像一次完成，显像剂体积为0.5-1.0ml为宜。

##### (三)显像方法

1. 病人取仰卧位，患者肩部放置枕头或棉垫，使颈部充分伸展暴露甲状腺。
2. 采用低能通用或低能高灵敏准直器，使甲状腺位于探头视野范围内，探头尽可能贴近颈部皮肤。
3. 以“弹丸”方式，自肘静脉注射 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ 或 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$  370-740MBq(10-20mCi)，同时起动机计算机进行动态采集，矩阵64×64，放大1.5-2.0，2s/帧，连续采集16帧；或1//帧，连续采集32帧。如甲状腺有结节，则自对侧肘静脉注射显像剂。
4. 动态采集结束后，根据显像目的和所用显像剂不同，可进行常规甲状腺静态显像或亲肿瘤阳性显像。
5. 采用ROI技术绘制出甲状腺血流和颈部血流的时间-放射性曲线，由曲线计算出甲

甲状腺动脉和颈动脉血流的峰时和峰值,以及甲状腺结节部位与对侧相应部位的甲状腺血流比值。

#### 四、注意事项

弹丸式注射时,宜选择较大的静脉血管,显像剂的体积应小于 1Hd,以保证弹丸注射的质量。

### 甲状腺吸 $^{131}\text{I}$ 功能试验

甲状腺吸  $^{131}\text{I}$  功能试验是了解甲状腺碘代谢的常用方法。甲状腺具有摄取和浓聚碘的能力,碘参与甲状腺激素合成、分泌的全过程。在空腹条件下,口服放射性 $^{131}\text{I}$ 后,经胃肠吸收并随血流进入甲状腺,并迅速被甲状腺滤泡上皮细胞摄取,其摄取量与速度与甲状腺的功能密切相关。因此,利用甲状腺功能测定仪获得不同时间的甲状腺摄碘率,以此来评价甲状腺的功能状态。

#### 一、适应证

1. 甲状腺功能亢进症 $^{131}\text{I}$ 治疗前治疗剂量的计算。
2. 甲状腺功能亢进症和甲状腺功能减低症辅助诊断。
3. 亚急性甲状腺炎或慢性淋巴细胞性甲状腺炎的辅助诊断。
4. 了解甲状腺的碘代谢或碘负荷情况,鉴别诊断高碘和缺碘性甲状腺肿。
5. 用于甲状腺激素抑制试验和甲状腺兴奋试验。

#### 二、禁忌证

妊娠期妇女、哺乳期妇女。

#### 三、操作方法

##### (一)病人准备

1. 很多含碘的药物、食物以及影响甲状腺功能的药物均能改变甲状腺摄  $^{131}\text{I}$  功能,如果患者服用或食用了上述药物或食物,在接受本检查前应停药一段时间,以免对测量结果产生影响。①含碘的食物,如海带、紫菜、海蜇、海鱼虾等,可抑制摄  $^{131}\text{I}$  率,根据食用量的多少,需停食 2-4 周;②含碘物,如碘化物、复方碘溶液、含碘片等,可抑制摄  $^{131}\text{I}$  率,根据服用量的多少和时间的长短,需停药 2 周;③影响甲状腺功能药物,如甲状腺片、抗甲状腺药,可影响摄  $^{131}\text{I}$  率,需停药 2-4 周;④某些中药,如海藻、昆布、贝母、牛蒡、木通等也能抑制摄  $^{131}\text{I}$  率,根据服用量的多少和时间的长短,需停药 2 周。

2. 检查当日患者应空腹。

##### (二)检查方法

1. 空腹口服  $^{131}\text{I}$  溶液或胶囊 74-370kBq (2-10 $\mu\text{Ci}$ ),服药后继续禁食 1h。
2. 开机预热,使甲状腺功能仪处于正常测量状态。
3. 测量本底计数。
4. 测量标准源计数。将与患者服用的等量  $^{131}\text{I}$  溶液或胶囊加入试管中,然后插入专用颈部模型内,测量标准源计数。标准源模型与患者甲状腺的几何位置应一致。
5. 患者于口服  $^{131}\text{I}$  溶液或胶囊后 2h、4h、24h(或 3h、6h、24h)分别测量甲状腺部位放射性计数以下方法计算出甲状腺摄  $^{131}\text{I}$  率。

6. 绘制摄<sup>131</sup>I率曲线，并注明各时间点的摄<sup>131</sup>I率及本实验室的正常参考值。

#### 四、注意事项

1. 严格控制含碘的药物、食物以及影响甲状腺功能的药物的影响是本项检查质控的关键。
2. 各单位应根据各自所用的设备条件和检测技术，建立自己的正常人参考值。
3. 摄<sup>131</sup>I率测定也可采用两个时间点，但应包括24h摄<sup>131</sup>I率。
4. 受检者服用量必须与标准源放射性活度相同。
5. 若短期内同一患者重复测量摄<sup>131</sup>I率，宜在口服<sup>131</sup>I率前先测定甲状腺部位<sup>131</sup>I残留本底，时予以扣除。

### 甲状旁腺显像

近年来发现，<sup>201</sup>Tl和<sup>99m</sup>Tc-MIBI除了能被心肌细胞选择性摄取外，还可以聚集于功能亢进的甲状旁腺组织，因而较广泛用于甲状旁腺显像，用于诊断甲状旁腺功能亢进。

#### 一、适应证

1. 甲状旁腺功能亢进的诊断与术前定位；
2. 异位甲状旁腺的诊断。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

(一)病人准备应用<sup>99m</sup>Tc-MIBI行双时相甲状旁腺显像时，检查前30min常规口服过氯酸盐400mg，封闭甲状腺。

##### (二)显像剂

1. <sup>99m</sup>Tc-MIBI 370MBq(10mCi)
2. <sup>201</sup>Tl 74MBq(2mCi)
3. <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>-185MBq(5mCi)

(三)显像方法目前常用的方法有三种。

1. <sup>201</sup>Tl“TcO<sub>4</sub>—显像减影法病人取仰卧位，固定头部，于肘静脉注射<sup>201</sup>Tl 74MBq(2mCi)，10rain后应用配备有低能高分辨或低能通用平行孔准直器的1照相机进行前位甲状腺部位显像，采集300s(或预置计数100K)，能峰80keV，窗宽20%，矩阵64×64或128×128，放大2-4，病人体位及头颈部保持不动，然后再静脉注射<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub> 74-185MBq(2-5mCi)，15min后将γ照相机的能峰调节至：140keV，重复甲状腺部位显像，除采集的能峰不同外，两次采集的条件应保持一致。最后，应用计算机图像处理软件将<sup>99m</sup>Tl甲状腺影像减去<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>—甲状腺影像，即得到甲状旁腺影像。也可将两种显像剂同时注射，15min后应用双核素显像法同时进行采集，再作相减处理。

2. <sup>99m</sup>Tc-MIBI<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>—显像减影法其方法与<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>—法基本上相同，只是不用改变采集能峰和窗宽位置，病人体位及准直器同前。静脉注射<sup>99m</sup>Tc-MIBI 185MBq(5mCi)，10-15min行甲状腺显像，然后再注射<sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub>—185MBq(5mCi)，10-15min后重复甲状腺显像，将前者甲状腺影像减去后者。即为甲状旁腺影像。

3. <sup>99m</sup>Tc-MIBI双时相法显像条件及显像剂用量与前相同。静脉注射<sup>99m</sup>Tc-MIBI后，于15min和2-3h分别在甲状腺部位采集早期和延迟影像，采集时间300s。其早期影像主要反映甲状腺组织，2-3h的延迟影像可反映功能亢进的甲状旁腺组织，此法比较简便，临床较

常用。

#### 四、注意事项

(一)约有 10%的人群有甲状旁腺异位,大多位于纵隔,对疑有甲状旁腺异位的患者,应加做胸部前位和后位显像。

(二)由于  $^{201}\text{Tl}$  或  $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$  可以被多种恶性肿瘤组织选择性摄取,分析结果时,应注意排除胸部疾患,尤其是肺部恶性肿瘤及其转移病灶所引起的局部放射性聚集。

(三)甲状旁腺显像诊断的阳性率取决于瘤体大小,大于 1.5g 者阳性率较高,但对于较小的腺瘤容易漏诊。对于增生的阳性率也较低。

(四)应用  $^{201}\text{Tl}$  显像法时,最好先作  $^{201}\text{Tl}$  显像,然后再作  $^{99\text{m}}\text{Tl}$ -过锝酸盐显像,因为  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  的康普顿散射可以进入到  $^{201}\text{Tl}$  的窗范围内,影响  $^{201}\text{Tl}$  显像的图像质量。

### 肾上腺皮质显像

胆固醇是合成肾上腺皮质激素的前身物,将放射性核素标记的胆固醇类似物引入体内后,同样能被肾上腺皮质所摄取并参与激素的合成,而且其摄取量的多少与皮质的功能有关,因此,通过肾上腺皮质显像可以显示肾上腺皮质的位置、形态、大小及其功能状态,有助于诊断某些肾上腺疾病。

#### 一、适应证

1. 肾上腺皮质腺瘤的诊断;
2. 异位肾上腺的定位;
3. 原发性醛固酮增多症的诊断;
4. 肾上腺皮质增生的诊断与鉴别;
5. 肾上腺皮质腺癌的辅助诊断。

#### 二、禁忌证

妊娠及哺乳期妇女不宜作此检查。

#### 三、操作方法

##### (一)病人准备

1. 封闭甲状腺注射显像剂前 3 天开始服用复方碘溶液,每天 3 次,每次 5-10 滴,直至检查结束,以减少甲状腺摄取游离放射性碘。

2. 在检查前停用利尿剂、ACTH、地塞米松、降胆固醇药以及避孕药等影响显像剂摄取的药物。

3. 在显像的前一天晚上,服用缓泄剂,以清洁肠道减少肠道的放射性干扰。

##### (二)显像剂

1.  $^{131}\text{I}$ -6-碘甲基-19-去甲基胆固醇 (NP-59)
2.  $^{131}\text{I}$ -19-碘代胆固醇 (NM-145)
3.  $^{131}\text{I}$ -6-碘代胆固醇

成人使用剂量为  $37\text{MBq}(1\text{mCi}) / 1.7\text{m}^2$  体表面积,儿童酌减。

##### (三)显像方法

1. 缓慢静脉注射显像剂,并注意观察病人有无不良反应,少数人可出现短暂的面部潮红、腰背酸胀、胸闷、心悸等反应,短期内可逐渐消失,一般无需特殊处理。

2. 注射显像剂后第 3、5、7 及 9 天,应用高能平行孔准直器的 1 照相机或 SPECT 分别

进行后位和前位肾上腺及其邻近部位的显像。矩阵  $64 \times 64$ ，能峰  $364\text{keV}$ ，窗宽  $20\%$ ，每帧采集计数  $50-100\text{K}$  左右或采集  $300\text{s}$ 。

4. 地塞米松抑制试验在常规肾上腺皮质显像后，为了进一步鉴别肾上腺皮质腺瘤与增生，可作抑制试验。本试验至少在常规显像后一个月进行。在注射显像剂前 2 天，开始口服地塞米松，每次  $2\text{mg}$ ，每 6h 一次，直至检查结束。其显像时间和方法与常规肾上腺皮质显像相同。

#### 四、注意事项

胆囊有时显影，在后位显像时易误认为右侧肾上腺，需注意区别，并要注意排除肠道的放射性干扰。

### 肾上腺髓质显像

间位碘代苄胍类化合物是一类肾上腺神经原阻滞剂，可选择性作用于肾上腺素能神经原受体，而肾上腺髓质富含肾上腺素能受体。因此，用  $^{131}\text{I}$  或  $^{123}\text{I}$  标记的间位碘代苄胍引入体内后可被肾上腺髓质摄取而显影，用以诊断嗜铬细胞瘤等肾上腺疾病。

#### 一、适应证

1. 嗜铬细胞瘤的定位诊断；
2. 确定恶性嗜铬细胞瘤转移灶的部位及范围；
3. 嗜铬细胞瘤术后残留病灶或复发病灶的探测；
4. 肾上腺髓质增生的辅助诊断；
5. CT 或超声显像有可疑的肾上腺病变，需进一步提供病变性质和功能状态者；
6. 恶性嗜铬细胞瘤  $^{131}\text{I}$ -MIBG 治疗后随访观察；
7. 神经母细胞瘤、副神经节细胞瘤及其转移病灶的辅助诊断；
- 8 不明原因高血压的鉴别诊断。

#### 二、禁忌证

妊娠期、哺乳期妇女。

#### 三、操作方法

##### (一) 病人准备

1. 检查前 3 天开始口服复方碘溶液每天三次，每次 5-10 滴，直至检查结束，以封闭甲状腺。
2. 检查前一周停用苯苄胺、利血平、安非他明、可卡因、去甲麻黄碱、生物碱、6-羟基多巴胺、胰岛素及三环抗抑郁剂等药物。
3. 显像前一天晚上，服用缓泄剂清洁肠道。

##### (二) 显像剂

1.  $^{131}\text{I}$ -MIBG：成人剂量  $37-74\text{MBq}$  ( $1-2\text{mCi}$ )，儿童酌减。
2.  $^{131}\text{I}$ -MIBG：成人剂量  $185-370\text{NBq}$  ( $5-10\text{mCi}$ ) 或  $370\text{MBq}$  ( $10\text{mCi}$ ) /  $1.07\text{m}^2$  体表面积。

##### (三) 显像方法

1. 缓慢静脉注射  $^{131}\text{I}$ -MIBG，注射速度应大于  $30\text{s}$ ，由于 MIBG 为去甲肾上腺素类似物，注入体内后有可能加速颗粒内贮藏的去甲肾上腺素排出，从而引起高血压升高，因此，在注射显像剂时必须密切观察病人情况，其速度不能过快，如有不适反应，应暂缓或停止注射。
2. 注射显像剂后 24 和 48h (必要时 72h) 应用  $\gamma$  照相机或 SPECT 行后位和前位显像，显像

的范围应包括头部、胸部、腹部和骨盆区域，以利于显示异位的髓质肿瘤，显像前嘱病人排空膀胱。必要时加斜位、侧位和全身显像。

3. 显像条件  $^{131}\text{I}$ -MIBG 应用高能平行孔准直器，能峰 364keV，窗宽 20%，矩阵  $64 \times 64$  或  $128 \times 128$ ，每帧图像采集 50-100K 计数或 300s。疑为异位嗜铬细胞瘤的患者可行前后位全身显像。

4. 最后一次显像结束时，如果对病灶定位有困难时，可应用小剂量肾脏显像剂（如  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DMSA 或 DTPA）作肾显像，也可同时用多窗作双核素采集。

5.  $^{123}\text{I}$ -MIBG 显像静脉注射显像剂后分别于 24h 和 48h 行前位和后位肾上腺平面显像，应用低能通用平行孔准直器，能峰 159keV，窗宽 20%，每个投影采集时间 24h 为 10min，48h 采集 15min，对于疑为异位嗜铬细胞瘤、恶性嗜铬细胞瘤转移灶或神经母细胞瘤的患者，应根据情况行从头颅至膝部的前后位全身显像。断层显像：于注射显像剂后 24h 进行，采用单探头或双探头 SPECT，低能高分辨准直器，矩阵  $64 \times 64$ ，探头旋转  $360^\circ$ ，采集 64 帧图像，每帧 20s，并可通过计算肾上腺（或嗜铬细胞瘤）/ 本底比值进行半定量分析。

#### 四、注意事项

1. 少数嗜铬细胞瘤因摄取显像剂较少，可以不显影，导致假阴性结果；
2. 病人服用某些影响肾上腺髓质摄取的药物或瘤体较小也影响显像的阳性率；
3. 肾上腺以外出现异常浓集灶时，应注意排除心脏、肝、脾以及肠道放射性聚集导致的假阳性结果；
4. 显像前一天晚上应服用缓泄剂，显像前应排空膀胱。

## 第三节 神经系统操作项目

### 脑血流灌注显像

某些具有小分子、零电荷、脂溶性高的胺类化合物和四配基络合物等可通过正常血脑屏障，被脑细胞所摄取，经代谢后形成非脂溶性化合物，从而能较长时间滞留脑内以满足显像的要求。这类物质在脑内的存留量与局部脑血流量呈正比，静脉注射后，通过断层显像设备所获得的局部脑组织的放射性分布即反映了局部脑血流量（regional cerebral blood flow, rCBF）。

#### 一、适应证

1. 缺血性脑血管病的诊断、血流灌注和功能受损范围的评价；
2. 癫痫致痫灶的定位诊断、儿童良性癫痫和儿童特发性癫痫的辅助诊断和鉴别诊断；
3. 痴呆的诊断与鉴别诊断；
4. 评价颅脑损伤后或其手术后脑血流灌注与功能；
5. 评价脑肿瘤的灌注情况；
6. 畸形（AVM）；
7. 诊断脑死亡；
8. 情绪障碍包括焦虑症、恐惧症、强迫症和癔症，精神分裂症、睡眠障碍的功能损伤定位及辅助诊断；
9. 其他：偏头痛、儿童孤独症（Autism）、注意缺陷多动障碍（ADHD）、抽动障碍、学习障碍（LD）、精神发育迟滞（MR）的功能损伤定位、治疗方法的筛选和疗效评价。

#### 二、禁忌证



无明确禁忌证。

### 三、操作方法

#### 1. 显像剂

(1)  $^{123}\text{I}$ -异丙基安非他明(IMF)用量 111-222 MBq(3-6 mCi)，弹丸式静脉注射。

(2)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -双半胱乙酯(EcD)用量 740-1110MBq(20-30mCi) / 1-2ml，弹丸式静脉注射。

(3)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -六甲基丙烯胺肟(HMPAO)用量 740-1110MBq(20-30mCi) / 1-2ml，弹丸式静脉注射。

(4)  $^{133}\text{Xe}$  是一种中性脂溶性惰性气体，多为吸入，用量 185-370MBq(5-10mCi) / 1-2ml。

(5) 显像剂要求：使用“乳标记化合物时， $^{99\text{m}}\text{Tc}$  标记化合物放射纯度应>90%，若低于此，则因游离  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  和其他杂质质量相对较多，使得头皮、颅骨、静脉窦、鼻腔及软组织内放射性浓集增高，易造成脑内放射性分布紊乱，甚至产生伪影。使用  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO 时，应在标记后 30min 内使用。

#### 2. 操作程序

(1) 使用  $^{123}\text{I}$ -IMP' 时，要用复方碘溶液封闭甲状腺，一般在检查前 2-3 天开始服用，检查后仍需服用 2-3 天，即连续服用 5-6 天。不同年龄的用量见表 15-1。

(2) 使用  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO 或  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ECD 时，注射前 30min-1h 令受检者空腹口服过氯酸钾 400mg，以封闭甲状腺、脉络丛和鼻粘膜，减少  $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$  的吸收和分泌。不同年龄的使用量见表 15-1。

表 15-1 不同年龄封闭药品的使用量

年龄	复方碘溶液	过氯酸钾
1 岁以内	每天 1 滴	150mg
1-4 岁	每天 2 滴	300mg
4 岁以上	每天 3 滴	450mg

(3) 视听封闭，令受检者闭目带黑色眼罩，用耳塞塞住外耳道口，5min 后由静脉弹丸式注射显像剂；

(4) 调节探头的旋转半径和检查床的高度，使其适于脑显像的要求；

(5) 令受检者平卧于检查床上，头部枕于头托中，用胶带固定体位，保持体位不变直至检查完毕；

(6) 若采用体外 OM 线显像时，调节头托使眼外眦和外耳道的连线与地面垂直；

(7) 使用 D-SPECT 时，接通呼吸机，将呼吸面罩戴在口鼻上，适当加压确保密封性，以防止  $^{133}\text{Xe}$  泄漏。

(8) 显像期间把检查房内的灯光调暗，保持室内安静。

#### 3. 仪器条件

(1) sPECT 探头配置低能高分辨型、通用型或扇型准直器。

(2) 探头旋转半径以 12-14cm。

(3) 采集矩阵  $128 \times 128$ ，旋转  $360^\circ$ ，5.6-6.0° / 帧，共采集 64 帧影像。

(4) 采集时间： $^{123}\text{I}$  标记物 40-60s / 帧， $^{99\text{m}}\text{Tc}$  标记物 15-20s / 帧。

(5) 倍数放大：圆形探头 ( $\phi 400\text{mm}$ ) Zoom 1.00，矩型探头 ( $500 \times 370\text{mm}$ ) Zoom 1.6-1.78。

(6) 能峰 140keV，宽度 20%。

(7) 脑组织的净计数率 40-80k / 帧或者 3-5k / s。

(8)  $^{133}\text{Xe}$  动态 SPECT (D-SPECT) 显像探头配置扇束准直器，能峰 80keV，宽度 20%；其他条件同上述。

#### 4. 影像重建条件

(1) 前滤波, 先用 Butterworth 低通滤波器滤波,  $^{123}\text{I}$  标记物推荐使用截止频率( $f_c$ )=0.5, 陡度因子( $n$ )=12,  $^{99m}\text{Tc}$  标记物推荐使用  $f_c=0.35-4.0$ ,  $n=12-20$ 。各单位应参照所用厂家仪器说明书推荐值或本实验室参考值。

(2) 反向投影重建, 用 Ramp 函数滤波反投影重建原始横断层影像, 推荐层厚 2-6 mm。

(3) 衰减校正, Sorenson 法和 Chang 法是常用的衰减校正法, 使用  $^{123}\text{I}$  标记物时, 推荐  $\mu=0.11\text{cm}^{-1}$ , 使用  $^{99m}\text{Tc}$  标记物时, 推荐  $\mu=0.12\text{cm}^{-1}$ 。

(4) 冠状和矢状断层影像制作, 层厚 2-6 mm。

(5) 三维表面影像(3DSD)重建, 阈值 30%-40%。

#### 5. 定量分析法

(1) 在断层影像某区域和镜像部位提取计数, 计算比值。

(2) 利用扇形区分割法提取某扇面区域和镜像扇面均数, 计算比值。

### 四、注意事项

1. 数据采集时患者头部位置变动, 会严重影响影像质量, 重建的断层影像见脑内各结构紊乱。为防止头部移位, 要用胶带强制固定。对神经或精神症状明显、小儿和不能合作的病人, 预先应给予镇静剂。

2. 封闭不够, 使用  $^{99m}\text{Tc}$  标记化合物时即便放化纯度 >90%, 但若未使用过氯酸钾封闭脉络丛、鼻粘膜或封闭不够时, 有时可见静脉窦轻度显影, 特别是鼻粘膜内放射性浓集明显, 影响影像的清晰度, 在进行 3DSD 显示时可见鼻腔显影, 严重干扰影像。

3. 有条件者可应用 PET 进行脑血流灌注显像。

## 脑脊液系统显像

脑脊液(CSF)显像是将不参与代谢过程, 只是作为指示剂的水溶性显像剂, 注入到蛛网膜下腔后, 它将混合在 CSF 中参与 CSF 循环, 指示 CSF 的生成数量、速率和被吸收入 m 的过程量。在体外用显像装置追踪, 以此来了解和判断 CSF 循环动力学功能, 以助疾病的诊断。

### 一、适应证

1. 脊髓肿瘤、脊髓炎症、脊髓蛛网膜炎、椎骨转移瘤或骨肿瘤等疾病脊髓蛛网膜通畅程度的诊断和鉴别诊断;

2. 脑积水的诊断与鉴别诊断, 包括大脑导水管先天畸形, 第四脑室正中孔或侧孔纤维化, 囊肿或肿瘤压迫等;

3. 交通性脑积水的诊断和鉴别诊断;

4. 脑萎缩的鉴别诊断, 如 Alzheimer 病、老年性痴呆、代谢性病变、脑动脉硬化症等;

5. 脑脊液漏的检测与定位诊断;

6. CSF 系统术后短路通道功能的评价;

7. 蛛网膜下腔出血和脑出血急性期时, CSF 循环功能和蛛网膜下腔通畅情况的评价;

8. 脑外伤和脑部术后 CSF 循环功能、蛛网膜下腔通畅情况, 脑穿透性畸形、蛛网膜囊肿等。

### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

### 三、操作方法

#### 1. 显像剂

(1)  $^{99m}\text{Tc}$ -二乙三胺五醋酸(D11PA)用量 74-185 MBq(2-5mCi)。体积 1 ml。

(2)  $^{111}\text{In}$ -DTPA 半衰期 2.8 天, 主要的能量 1.73keV 和 247keV, 用量 37MBq(1mCi), 体积 1ml, 适合观察 48-72 小时 CSF 循环情况, 对脑脊髓膜的辐射量不大。

## 2. 操作程序

(1) 检查前向受检患者简要说明本检查的价值和临床意义, 解除患者对穿刺操作的顾虑和紧张情绪, 求得积极配合。

(2) 疑有 CSF 漏者, 在检查前用棉球堵塞双侧鼻孔或双侧外耳道, 防止含有显像剂的 CSF 外溢干扰影像和污染检查床台。检查后测定鼻栓和耳塞是否有放射性, 以证实 CSF 漏是否存在。

(3) 腰椎穿刺术。采用常规方法, 由核医学科医师或神经科专科医师实施。

(4) 小脑延髓穿刺术。采用常规方法, 由神经科医师实施。

## 3 仪器条件

(1) SPECT 或 1 相机探头配置低能通用型准直器。

(2) 检查前准备。向患儿和患儿家长简要说明本检查的意义, 求得积极配合。疑有 CSF 漏者, 在检查前用棉球作鼻栓或耳塞, 堵塞双侧鼻孔或双侧外耳道。检查后测定鼻栓和耳塞是否有放射性, 证实是否有 CSF 漏。

(3) 给药方式, 在严格无菌操作下常规腰穿成功后, 接上装有显像剂的注射器, 用缓慢流出的 CSF 稀释至 2-3ml, 再缓慢将显像剂推注到蛛网膜下腔, 然后放入针芯, 超针盖敷料术毕。对颅压较高的患儿应按压腰穿局部 2-3min。防止显像剂外溢。腰穿后 4-6h 内要求患儿全身放松, 尽量去枕平卧, 防止出现低压性头痛。

(4) 影像采集条件, 一般分别于注射后 1h、3h、6h、24h 进行前位和后位全脑脊蛛网膜下腔显像。使用  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 时探头配置低能通用型准直器, 能峰 140 keV, 窗宽 20%; 使用  $^{111}\text{In}$ -DTPA 时探头配置中能准直器, 能峰取 173 和 247keV。窗宽 20%。两者采集矩阵皆为  $256 \times 1024$ , 扫描速度 15-20crn/min。1h 后的各次显像加撮头部前位、后位、左侧位和右侧位像, 采集矩阵  $256 \times 256$ ; 时间采集方式。每次采集时间要求放射性计数一致, 以便对比各次结果。对 CSF 循环速度较慢者, 可延迟至 48h 或 72h。

(5) 影像组合显示。将全脑脊腔影像和脑池影像或全脑脊腔断层像归一化后, 在同一屏幕上组合显示, 使其位置、大小和色调一致, 并摄片。摄片条件同第一节。

(6) 定量测定。用感兴趣区(ROI)勾画技术将全脑脊腔分割成四段, 头部为 C, 脊髓腔为 S, S 的下 2/3 为 L, C+S 为 T。 $^{111}\text{In}$ -DTPA 注入后 15rain 进行全脑脊腔显像, 求得全脑脊腔的总计数  $T^{15}$  作为 100% 的基数。比较不同时间的比率。

## 四、注意事项

1. 实施腰椎穿刺术和小脑延髓穿刺术时要严格遵守无菌操作规范。

2. 腰椎穿刺后要求患者全身放松, 去枕平卧 4-6h。若患者出现穿刺后低压性头痛, 平卧 4-6h 改善不明显时, 可嘱患者平卧多饮盐开水, 必要时静脉点滴 10% 的葡萄糖盐水 500-1000ml。对一些颅压较高的病人, 预防由于 CSF 压力突变产生脑疝, 穿刺术前做好抢救准备, 穿刺成功后 CSF 流出量和显像剂注入量应等体积。

3. 小脑延髓穿刺术的穿刺部位险要, 邻近生命中枢一延髓, 难度较大, 技术要求高, 应由神经科专科医师实施, 并严格遵守指征, 慎重行事, 以保安全。小脑延髓穿刺术适于因局部软组织炎症粘连, 腰椎板融合术后等不能施行腰穿者。

# 第四节 循环系统操作项目

## 心肌灌注显像

正常心肌细胞具有摄取某些显像剂的功能，且其摄取量与心肌血流量成正比例，缺血或坏死心肌的摄取功能减低或丧失，表现为心肌节段性放射性分布减低区或缺损区。主要用于冠心病的诊断，治疗方案的抉择，疗效判断及预后估价。

## 一、适应证

- (一) 心肌缺血的诊断，估价心肌缺血的部位、范围及程度。
- (二) 为选择冠状动脉造影术作准备。
  1. 胸痛、胸闷或心律失常者；
  2. 无明显症状但心电图异常者；
  3. 心电图运动试验阳性者；
- (三) 心肌梗死的定位诊断，判断梗死的范围及程度。
- (四) 室壁瘤的诊断。
- (五) 冠脉造影正常，怀疑有小血管异常致心肌缺血的判定。
- (六) 冠脉造影有 50% 以上的狭窄，评价冠脉狭窄的病理生理意义。
- (七) 血运重建 (PCA 或 CABG) 术前后的评价、疗效判断及术后再狭窄的监测等。
- (八) 血运重建术后再发心绞痛意义的判断。
- (九) 心肌存活的测定。
- (十) 冠心病治疗方案的决策及估价预后与动态监测。
- (十一) 心肌疾病的辅助诊断。
- (十二) 其他心血管病有否合并冠状动脉病变，如瓣膜病、主动脉瘤、高血压等。

## 二、禁忌证

只要病人能耐受检查，心肌灌注显像无绝对禁忌证 (但运动与药物负荷试验除外)。

## 三、操作方法

### (一) 病人准备

1. 做负荷心肌显像时，停用 B 阻滞剂和减慢心率的药物 48h，停用硝酸酯类药物 12-24h。
2.  $^{201}\text{Tl}$  心肌显像时最好空腹。

### (二) 显像剂心肌灌注显像剂主要有三大类：

- (1)  $^{201}\text{Tc}$ -氯化铊 ( $^{201}\text{Tl}$ )；
- (2)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -异腈类化合物，其中以  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -甲氧基异丁基异腈) 应用最广泛；
- (3)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  标记的其他化合物，如  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  标记的 tetrofosmin (P53) 等。

### (三) 显像仪器

平面显像采用  $\gamma$  照相机显像或 SPECT，断层显像应用单探头或多探头 SPECT 检查。

### (四) 显像方法

1. 几种不同的显像方案根据所使用的放射性药物不同而有差别，目前较常用的 SPECT 心肌灌注显像方案有以下几种：

(1)  $^{201}\text{Tc}$  运动-再分布显像法运动高峰时静脉注射  $^{201}\text{Tc}$  92.5-111 MBq (2.5-3mCi)，5min 行早期显像，3-4h 后行再分布显像，如需判断心肌细胞活力，可于再分布显像后再次注射  $^{201}\text{Tc}$  74MBq，5-10min 后行静息显像。

(2)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 运动-静息隔日显像法运动高峰注射  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  740-925MBq (20-25mCi)，0.5-1.5h 显像，隔日再注射 740MBq，1-1.5h 行静息显像。

(3)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 运动-静息显像-日法休息时注射 296-333MBq (8-9mCi)，1-1.5h 行静息

显像，1-4h 后行运动试验再注射 814-925MBq (22-25mCi)，0.5-1.5h 显像。

(4) 双核素显像休息时注射  $^{111}\text{In}$  MBq (3mCi)，15min 显像，第 60rain 行运动试验。再次注射  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 925MBq (25mCi)，15rain 后显像。该方案主要是为克服  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 两次注射法花费时间较长的缺点而设计的，运动及静息显像可以在 2h 内完成。

## 2. 显像条件

### (1) 采集条件

1) 平面显像：常规取前后位，左前斜  $30^\circ$ - $45^\circ$  和左前斜  $70^\circ$  三个体位，必要时加做左侧位和右前斜位  $30^\circ$ 。探头配置低能通用型或高分辨率准直器， $^{201}\text{Tl}$  能峰为 80keV，如有多道装置可加用 167 和 135keV 两组能峰，窗宽 25%， $^{99\text{m}}\text{Tc}$  能峰为 140keV，窗宽 20%。矩阵  $128 \times 128$  或  $256 \times 256$ ，每个体位采集 10 分钟或预置计数  $5 \times 10^5$ - $6 \times 10^5$ 。采集时探头应尽量贴近体壁，以提高分辨率和灵敏度。

2) 断层显像：受检者取仰卧位，双上臂抱头并固定，探头贴近胸壁，视野包括全心脏。探头从右前斜位  $45^\circ$  至左后斜位  $45^\circ$  旋转  $180^\circ$  或行  $360^\circ$  采集，每旋转  $3^\circ$ - $6^\circ$  采集 1 帧，30-40s/帧，共采集 30-60 帧。 $^{201}\text{Tl}$  和  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  能窗设置同平面显像，矩阵  $64 \times 64$ 。探头配置低能通用型或高分辨准直器。

3) 门控心肌显像： $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 图像较“TI 为好。平面和断层显像采集方法同上。用 ECG 作为门控信号，平面像每个心动周期采集 16 帧，R-R 窗宽为 15%，矩阵  $128 \times 128$ ，断层像每个心动周期采集 8-12 帧。R-R 窗值为 20%。矩阵为  $64 \sim 64$ ，由于每帧包含 8-12 分图，故采集时间要明显延长，以保证重建图像有足够的计数。减少统计误差对图像的影响。

### (2) 影像处理

1) 影像重建：目前大多数仪器的处理软件采用滤波反投影法进行断层影像重建，滤波函数类型和截止频率的选择应根据计数等因素来决定，各种机型的滤波器可不同，重建短轴，水平长轴和垂直长轴断面影像，每个断面厚度一般是 6-9mm。

2) 圆周剖面定置分析法：此法是分别在早期显像及延迟显像上进行。在本底扣除后，对影像进行多点加权平滑。以左心室腔的中心为中点，生成 60 个扇形区(每个扇形区  $6^\circ$ )。以这些扇形区的最大计数值的最高值为 100%。求得各个扇形区最大计数值的相对百分数。以此百分数为纵坐标。心脏  $360^\circ$  圆径为横坐标，绘制成圆周平面曲线，它表示心肌各扇形区的相对放射性分布。将早期显像和延迟显像的周边平面曲线偶联进行对比，计算延迟显像“Tc 的洗脱率。各单位需确定自己的正常参考值。

3) 极坐标靶心图(Bull, s eye)：在重建心肌短轴断层图像后，形成各个短轴心肌断面的剖面曲线，将心尖至基底部各断面的周边剖面曲线按同心圆方式排列，圆心为心尖部，圆最外层为基底部即靶心图。将原始靶心图上每个扇形区记数的百分值同该区的正常百分值进行逐个比较，凡低于正常均值 2.5 或 3.0 个标准差的部位用黑颜色显示称变黑靶心图，提示该区域的心肌灌注不正常。用靶心图来显示心肌放射性分布可相对客观和形象地评估正常、可逆性灌注缺损和固定性灌注缺损的范围，并可定量测定有病变心肌占左室心肌的百分率。

(3) 门控断层显像：重建短轴，水平长轴和垂直长轴三个断层影像，每个轴向断面在每个心动周期可获得 8-12 帧影像。影像重建时一般可将各轴向的舒张末期和收缩末期 1-2 帧影像分别叠加成舒张末期和收缩末期影像，以便于读片。

(4) 门控影像定量分析：可分整体左室功能测定与局部室壁运动评估，整体功能如计算左心室舒张末期容积(EDV)，收缩末期容积(ESV)及左室射血分数(LVEF)等。局部室壁运动可测定局部心肌增厚率与直接观察室壁运动情况。

## 四、注意事项：

(一) 在病人检查前应严格进行仪器的日常质控检查，放射性药物的外观及质量控制，如

药物来自奶站，应有正式的出厂检测报告，合格才用。

(二)对冠心病心肌缺血的诊断一定要结合负荷(运动或药物)试验及静息心肌灌注显像。

(三)检查前病人需停用有关药物，如抗心律失常或减慢心率以及硝酸脂类药物等，并取得病人合作。

(四) $^{201}\text{Tl}$ 心肌灌注显像检查时病人空腹，在注射 $^{201}\text{Tl}$ 后让病人坐起，可减少腹腔内脏及肺中因 $^{201}\text{Tl}$ 浓聚增加对心肌影像的干扰。

(五)用 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ 作显像剂，其标记率应大于95%，静脉注射后30rain进食脂肪餐，以排除胆囊内放射性干扰，如肝区放射性清除慢，可鼓励病人适当活动。

(六)检查过程中应使病人保持体位不动，并嘱病人在检查中保持平稳呼吸，以减少因膈肌运动对心肌显像的影响。不合作病人应加以固定。

(七)运动负荷必须严格掌握适应证，核医学医师在进行此项工作前，应在心脏内科进行专门培训，熟悉心电图的诊断及可能的急救措施，合格后才能独立实施此项检查，否则一般要求有专业心内科医生在场；在检查室内须配备心电监测仪，除颤器及必要的急救器械和氧气、药物等。

(八)在运动负荷试验过程中须密切观察病人情况以及心电图、血压变化，如出现较严重的情况，如血压下降、病人情况不好，应立即停止检查，并继续观察血压、心率、及心电变化，必要时请心内科医师进行处置。

(九)若遇到下列情况之一者，不管是否已达到预计心率，应终止试验：病人申述头晕头疼、面色苍白，大汗淋漓，步态不稳，视力模糊和阵发性咳嗽严重持续心绞痛，血压骤升或下降，若收缩压升高 $\geq 200\text{ mmHg}$ 或血压下降幅度 $\geq 10\text{ mmHg}$ ，心电图sT段下降 $\sim > 3\text{ mV}$ ，或sT波呈弓背向上提高3 mV，严重心律失常如频发室性心动过速等。

(十)进行早期及延迟显像时病人体位，数据采集和影像处理的条件必须保持一致，以利比较和定量分析，技术人员在显像采集过程中，应严格观察病人情况，不可离开岗位，有病情变化及时通知医师。

(十一)同一患者行负荷与静息心肌灌注显像时，对位尽可能一致，图像处理尤其是断层处理中，轴向，色阶，配对要一致，以更好判断有无异常。

(十二)详细了解病史，结合病人年龄、性别、典型症状以及其它检查结果，进行综合分析，才能得到更全面的诊断结果。

(十三)心率变化太大或心律不齐频繁者不宜做门控心肌灌注显像。

## 心肌灌注显像硝酸甘油介入试验

硝酸甘油，硝酸异山梨酯均为硝酸酯类药物，是一种扩张血管的药物。它们能扩张动脉、静脉和冠状动脉系统，降低体循环阻力，降低心脏前、后负荷，降低心肌耗氧量，改善心肌组织的血供和心肌代谢状态，改善缺血而存活心肌的血流灌注，不仅可提高心肌缺血诊断的准确性，且可用于评估心肌存活。

### 一、适应证

#### (一)提高诊断心肌缺血的准确性

负荷心肌灌注显像图像上见到心肌节段明显稀疏或缺损，静息心肌显像前可口含硝酸甘油。

#### (二)评估心肌存活

静息心肌灌注显像图像上有心肌节段性明显稀疏或缺损区，临床诊断考虑有心肌梗死者。

## 二、禁忌证

血压不低于 90 / 60mmHg 者均可做此项检查。

## 三、操作方法

### (一) 病人准备

询问病史，如病人一直服用长效硝酸酯类药物，检查前应停药 24 小时；如病人未服用过硝酸盐类药物，应小心谨慎；如适应证不明确。不应滥用。

### (二) 显像剂

$^{201}\text{Tl}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc-Tetrofosmin}$  作心肌灌注显像均可介入硝酸甘油。

### (三) 操作方法

显像条件与体位同一般心肌灌注显像，见本章第一节。

### (四) 操作程序

1. 诊断心肌缺血负荷显像图上见到呈心肌节段性放射性缺损区或明显稀疏区时，在静息显像注射显像剂前先舌下含硝酸甘油 0.6 mg，5min 时静脉注射显像剂 1.5-2.00h 行心肌显像。

2. 评价心肌存活可采用两种方法。

(1) 静脉注射法：静脉泵入硝酸异山梨酯从 30 $\mu\text{g} / \text{min}$  开始。每 3rain 增加 5 燃，同时监测血压与 ECG，当平均动脉压下降 8-10mmHg 时，静脉注入显像剂，1.5-2.0h 行静息显像，其结果与首次静息心肌灌注显像图进行对照分析。硝酸异山梨酯的总计量一般为 10-38mg。

(2) 口服法：舍下含服硝酸甘油 0.6mg，5 min 时静脉注射显像剂，1.5-2.0 h 行心肌显像，其结果与首次静息心肌灌注图像进行对照分析。

(3) 图像采集参照常规心肌灌注显像。

## 四、注意事项

(一) 以提高诊断心肌缺血准确性为目的者，应严格按适应证执行，即在首次心肌显像图上有放射性缺损区或明显稀疏区者。

(二) 在应用硝酸甘油前应测血压，血压低于 90 / 60mmHg 者不用，以防发生低血压。

(三) 静脉泵入硝酸异山梨酯时，要按规程进行，必须监测血压和 ECG。

(四) 长期口服长效硝酸甘油类药物患者，此试验的敏感性可能降低，可采用其它方法评价心肌存活，如  $^{201}\text{Tl}$  再注射法，低剂量多巴酚丁胺介入法，有条件的单位可行  $^{18}\text{F-FDG}$  心肌代谢显像。

## 平衡门控心血池显像

放射性核素标记人红细胞或血清白蛋白等，在心血管内与血液充分混匀后，用 1 相机或 SPECT 在体外探测，则心腔内的放射性强度与其血容量成比例，因而一个心动周期心腔内血容量的动态变化可由放射性强度的变化反映。由于单个心动周期时间短、获得计数太低，现采用 ECG 的 R 波触发门电路软件系统，采集数百个心动周期的放射性迭加在一起，形成一个综合性心动周期的影像，在此图像上圈定左、右心室的感兴趣区，即可由计算机生成左、右心室的时间-放射性曲线，其代表时间-容积曲线。根据此曲线可准确地分别计算左、右心室收缩功能、舒张功能与室壁局部功能的各种参数。

### 一、适应证

- (一) 观察心脏及大血管的形态、大小与功能状态。
- (二) 观察左、右心室在负荷试验下的心功能变化(包括运动与药物试验)。
- (三) 冠心病心肌缺血的诊断。
- (四) 评价冠心病患者的心功能状态, 病变累及的范围及程度, 预后判断及药物或手术治疗的疗效估价。
- (五) 心肌梗死患者静息与运动心功能的测定, 协助预后判断及治疗方案的选择。
- (六) 心室室壁瘤诊断及鉴别诊断。
- (七) 各种心脏病所致心功能不全时心功能的定量评价及疗效随访。
- (八) 心脏外疾病伴随心功能损害时心功能的评价。
- (九) 瓣膜病变的定性定量诊断, 包括心脏功能与返流量测定以及手术疗效的观察。
- (十) 各种心肌病的诊断与鉴别诊断;
- (十一) 监测心血管病人药物或介入性治疗前后心功能的改变;
- (十二) 心脏毒性药物使用过程中心功能监测;
- (十三) 心律失常病因寻找(如致心律失常性右心室发育不全等);
- (十四) 预激综合征旁道的定位, 手术或消融术疗效的观察;
- (十五) 室内传导阻滞诊断, 心脏起搏器安置后心脏激动顺序观察;
- (十六) 心脏手术或非心脏手术前心功能判断评价;
- (十七) 围手术期心功能评价与监测。

## 二、禁忌证

静息显像无绝对禁忌证, 运动和药物负荷试验的禁忌证见“心肌灌注显像”见本章心脏负荷试验节有关内容。

## 三、操作方法

### (一) 显像剂

1.  $^{99m}\text{Tc}$ -RBC 体内标记法: 先给病人静脉注射亚锡 PYP 1-2 支(按每公斤体重注射氯化亚锡  $20\mu\text{g}/\text{kg}$ ), 30min 后静脉注入  $^{99m}\text{Tc}$   $\text{O}_4$  洗脱液 740-925MBq (20-25mCi)。15min 后即可开始检查。

2.  $^{99m}\text{Tc}$ -RBC 体外标记法: 先从病人肘静脉抽取血液 5-10ml (肝素抗凝), 加入亚锡焦磷酸盐瓶中, 混合静置 30min 后, 加入  $^{99m}\text{Tc}$   $\text{O}_4$  洗脱液于瓶中混合, 静置 15min 后, 用无菌无热源生理盐水洗涤去掉游离  $^{99m}\text{Tc}$ , 所得  $^{99m}\text{Tc}$ -RBC 给受检者静脉注入。本法现已较少采用。

3.  $^{99m}\text{Tc}$ -人血清白蛋白 ( $^{99m}\text{Tc}$ -HSA)

### (二) 显像方法

1. 安置心电图电极, 连接 R 波触发器, 观察心电信号显示良好。

2. 体位: 常规采用前后位、30-45° 左前斜位(以分清左、右血池为准)、70° 左前斜位, 必要时可加用其他体位。

3. 采集方法和条件: 患者于安静状态下平卧。用心电图 R 波门控程序采集, 矩阵  $64 \times 64$ , 应尽量包括心脏及大血管, 但要减少甲状腺、肝、脾等脏器对心血池影像的干扰。可预置总计数, 一般采集 5000k-8000k 计数。亦可预置 400-600 个心动周期。为了剔除异常心跳或伪信号的干扰, 以采用缓冲心跳采集程序为佳, 一般设置心动周期可接受范围为平均心动周期值  $\pm 10\%$ 。每心动周期可预置采集 16-32 帧图像。

### (三) 负荷试验

可采用运动或药物负荷试验, 其原理及方法见本章“心脏负荷试验”节有关内容。运动



负荷时常规采用自行车功量计，方法如下：

1. 受检者检查前 24-48h 内停用硝酸甘油、减慢心率及治疗心律失常等药物。
2. 常规取 30-45° 左前斜位体位。
3. 运动前描记心电图，并记录血压、心率。
4. 作静息显像。
5. 按 Bruce 方案踏车运动，每级运动 3min，每级运动 2min 时进行门控采集，直至运动高峰时再采集图像一次。也可采用潘生丁、腺苷或多巴酚丁胺进行药物负荷试验。
6. 运动结束后 3min 或达到预计药物剂量时按上述条件再采集一次。
7. 计算负荷前，各级运动(或药物负荷)中以及负荷后各次检查的结果。

#### (四) 影像处理

使用软件处理心室电影，勾画左、右心室感兴趣区，生成心室容积曲线，计算收缩及舒张功能参数，进行时相分析等。

#### 四、注意事项

(一) 在检查过程中应密切观察病人情况，注意是否有异常不良反应，有些病情危重的患者，更应重视。

(二) 在 30-45° 左前斜位时应转动探头观察图像，以使左右心室达到最佳分隔的角度进行采集。如果左、右心室分隔不佳，会影响检查结果。

(三) 保证病人的心电图导联接触良好，心电示波上病人的 R 波清楚并可见正常触发信号。

(四) 如果病人装了起搏器，起搏信号有时与 R 波的信号均被计算机接受，此时，应重新调整起搏器与 R 波的振幅，以便计算机能准确识别 R 波。

(五) 在采集过程中病人不得移动体位。

## 首次通过心血池显像

经肘静脉“弹丸”式注射放射性药物，同时启动 1 相机快速连续照相，记录显像剂通过右心房、右心室、肺动脉、肺毛细血管、肺静脉、左心房、左心室流入主动脉的全过程。提供血液流向，循环时间及充盈顺序的资料，计算左、右心收缩期和舒张期的多项功能参数。

#### 一、适应证

1. 了解心脏各房室位置、形态和大小，观察心脏各房室、大血管及肺的显影顺序和时间。
2. 先天性心内分流的定性和相对定量测定。
3. 冠心病患者心室壁运动的观察与心室功能的判断，以及预后与疗效评估。
4. 心功能测定。

#### 二、禁忌证

婴幼儿不宜短时期内反复检查。

#### 三、检查方法

1. 放射性药物： $^{99m}\text{TcO}_4^-$  或  $^{99m}\text{Tc}$  标记物，如 HSA、RBC、DTPA、MIBI 等，可根据其它所需的结合显像项目选用。

2. 剂量：555-925MBq (15-25mCi)，儿童按 11MBq (0.3Ci) / kg 计算，显像剂体积小于 1ml。

### 3. 显像方法:

(1) 用  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  作为显像剂者, 检查前 1h 口服过氯酸钾 400mg 封闭甲状腺。

(2) 显像仪器为  $\gamma$  相机或 SPECT。

(3) 静息显像: 患者仰卧位, 配备低能型通用准直器或低能高灵敏准直器。将探头置于胸前部, 左前斜  $30^\circ$  或前位。预设采集程序: 矩阵  $64 \times 64$ , 20-50 帧 / s, 能窗 20%, 采集时间 20-30s。“弹丸”式注射显像剂的同时, 开启  $\gamma$  相机 (或 SPECT) 系统进行图像采集。

(4) 负荷试验: 通常采用踏车运动的方法, 患者取坐位  $\gamma$  相机探头与患者的相对位置同前, 运动达到终点后停止, 立即静脉“弹丸”式注射显像剂, 同时进行图像采集, 采用参数同静息显像。

### 四、注意事项

1. 高质量的“弹丸”式静脉注射显像剂是显像成功的基本条件。
2. 应配置大容量计算机。

## 心脏负荷试验

心脏负荷试验通常用于心肌灌注显像前或心血池显像测定心功能的过程中, 用于观察负荷前后心肌血流灌注的改变或心功能的变化。心脏负荷试验的方式有两种: 运动试验和药物负荷。

### 一、适应证

1. 冠心病心肌缺血的诊断及评估冠状动脉的储备功能。
2. 判断心肌梗死后仍有心绞痛者是否伴有心肌缺血。
3. 评价冠心病的预后及治疗效果。
4. 有支气管哮喘病史不能做潘生丁药物负荷时, 可用运动试验。

### 二、禁忌证

1. 急性心肌梗死 (<72h) 的患者。
2. 急性大范围心肌梗死。
3. 不稳定性心绞痛患者, 不宜作运动或多巴酚丁胺试验。
4. 不能进行有效运动, 或患有周围血管疾病、骨关节疾病、较严重的脑、肺、肾脏疾病的患者宜选用药物负荷试验。
5. 支气管哮喘病发作期、严重的慢性阻塞性呼吸道疾病。
6. 氨茶碱过敏者不宜作潘生丁负荷试验。
7. 严重心律不齐的患者。
8. 在使用支气管扩张药物的患者
9. 病窦综合症患者或 II、III 级房室传导阻滞患者。
10. 高血压患者中血压高于 180 / 100 mmHg (24 / 13kPa) 的患者。

### 三、检查方法

(一) 运动试验 运动试验的方法可采用踏车试验或活动平板。

1. 运动前建立通畅的静脉注射通道。
2. 将心电监护仪的电极按规定位置固定在患者胸前。
3. 观察心电图与血压的变化, 每 3 分钟测定一次, 直至运动试验结束后, 心电图心率、血压恢复正常。
4. 开始运动, 并逐渐增加运动负荷, 每 3 分钟增加一级负荷。
5. 当运动达到次极量或出现心绞痛、心电图 ST 段斜型下移  $\geq 2\text{mm}$  或血压  $>220 / 120\text{mmHg}$

时,即达到了运动试验的要求。判断运动次极量的标准:心率达到基础心率的1.8倍或达到该年龄预计的次极量运动心率(190-年龄)。

6. 做心肌灌注显像的患者,在达标时静脉注射显像剂,注射后继续运动1rain。

7. 做心血池显像测定心功能者继续进行踏车运动,保持体位和运动量不变,采集运动负荷条件下的心功能影像。

#### 8. 注意事项

(1)运动试验时,应由医生与一名技术人员负责,如核医学科医师对此试验不熟悉,应有心内科医师配合。

(2)须备有氧气、药物、除颤器等急救设备。

### (二)药物负荷试验

用于心脏负荷试验的药物有潘生丁(Dipyridamole)、腺苷(Adenosine)、多巴酚丁胺(Dobutamine)和三磷酸腺苷(ATP)四种。

#### 1. 潘生丁试验

(1)检查前询问病史,注意适应证选择,停用氨茶碱类药物及 $\beta$ 受体阻滞剂,忌饮含咖啡因类的饮料48h,停用硝酸盐类制剂12-24h。

(2)患者仰卧在检查床上,建立通畅的静脉注射通道。

(3)测量患者血压,连接心电图,心电监护并记录血压及症状。

(4)静脉注射潘生丁0.42mg-0.8mg/kg.min共计4min。潘生丁用生理盐水或5%葡萄糖稀释成5mg/ml,注射总剂量为0.56mg/kg。

(5)注药后患者如血压稳定可以坐起,以减少肺部血容量。

(6)潘生丁注射3min后静脉注射心肌灌注显像剂。

(7)出现持续心绞痛、支气管痉挛或其它严重副作用者,给予氨茶碱250rag加入25%葡萄糖或生理盐水10ml内,缓慢静脉注射,一般注入75mg-100mg即可使症状缓解。

#### 4. 注意事项

(1)试验时,应有医生在场,负责血压、心电监护。

(2)须备有氧气、药物、除颤器等急救设备。

#### 2. 腺苷试验

(1)检查前24h停用潘生丁、 $\beta$ 受体阻滞剂及氨茶碱类药物,忌饮含咖啡因类的饮料。12-24h停用硝酸盐类制剂。

(2)患者仰卧在检查床上,建立通畅的静脉注射通道。

(3)测量血压,连接心电图,心电监护并记录血压及症状。

(4)静脉缓慢滴注腺苷0.14mg/kg.min共计6min。

(5)于静脉滴注腺苷3mill末时,由对侧手臂静脉注射心肌灌注显像剂。

(4)注意事项(赋验时,应有心脏内科医生或有经验的核医学医师在场,负责血压、心电监护;②须备有氧气急救药物、除颤器等急救设备;③腺苷的副作用以胸痛最常见,其他尚有头疼、面部潮红、上腹部不适等,一般于减慢滴注速度或停止滴注腺苷1-2min后自行缓解。

#### 3. 多巴酚丁胺试验

(1)检查前48h停用 $\beta$ 受体阻滞剂,12-24h停用硝酸盐类制剂。

(2)患者仰卧在检查床上,建立通畅的静脉注射通道。

(3)静脉滴注过程中测量患者血压、心电图和记录有关症状。

(4)静脉滴注多巴酚丁胺,开始时间5-10 $\mu$ g/kg.min,逐级增加速度,每级5-10 $\mu$ g/kg.min,每级持续时间5rain,最大可达40 $\mu$ g/kg.min。

(5)出现下列任何征象,即为终止试验的指标:

- 1) 心率达到该年龄组预计的次极量运动心率。
- 2) 出现明显的心绞痛或严重心律不齐。
- 3) 心电图 ST 段压低  $\sim > 2\text{mv}$ 。
- 4) 血压增高, 收缩压  $> 200\text{mmHg}$  (26.7kPa)、舒张压  $> 120\text{mmHg}$  (16kPa)。
- 5) 血压降低, 较基础血压降低于  $> 23\text{mmHg}$  (3kPa)。
- (6) 达到终止试验的指标时, 静脉注射心肌灌注显像剂, 注射后继续滴注多巴酚丁胺

1mn。

#### (7) 注意事项

- 1) 试验时, 应有心脏内科医生或有经验的核医学医师在场, 负责血压、心电监护。
- 2) 须备有急救药物、除颤器、氧气等急救设备。
- 3) 多巴酚丁胺最常见的副作用有心悸、心前区闷痛、头疼、面部潮红、呼吸急促等, 少数病例可诱发室性早搏, 一般均较轻微, 无需特殊治疗, 若出现明显的心绞痛或频发室性早搏者, 可以将多巴酚丁胺的滴注速度降低一级, 同时静脉注射心肌灌注显像剂, 及时终止试验。

#### 4. 三磷酸腺苷 (A11P) 负荷试验

- (1) 测定患者血压、心率, 观察心电图变化;
- (2) 建立静脉通道, 以  $0.16\text{mg} / (\text{kg} \cdot \text{min})$  的速度缓慢注射 ATP, 共持续 5min;
- (3) 于第 3min 时静脉注射心肌显像剂或开始心功能显像;
- (4) 注意事项与其他负荷试验相似。

## 18F-FDG 心肌葡萄糖代谢显像

心脏是人体能量需求最高的脏器之一, 葡萄糖、脂肪酸等是心脏最主要的能量底物。这些底物经同位素标记后, 静脉注入被心肌细胞摄取, 可用于心肌断层显像。空腹时正常心肌以脂肪酸为主要代谢底物, 而心肌缺血时则表现为局部葡萄糖代谢的相对增加与脂肪酸代谢的降低。基于心肌的代谢特性, 应用葡萄糖类似物 18F-氟-脱氧-葡萄糖 (18F-DG) 可在体外用 PET 或符合线路 SPECT 敏地检测心肌葡萄糖在正常与异常状态下的代谢分布变化, 客观反映心肌的缺血程度及范围, 对准确鉴别正常、缺血和坏死心肌状态、正确评价冠脉再通术的适应证有重要意义。

### 一、适应证

1. 冠心病心肌缺血的诊断 (应与负荷试验结合)。
2. 心肌缺血范围与程度的客观评价与预后判断及心肌梗死区存活心肌的准确判断。
3. 冠状动脉再通术前适应证选择的必要指标。
4. 心肌病的鉴别诊断。
5. 冠心病心力衰竭病人, 如药物治疗效果不佳, 需考虑血运重建术或心脏移植术, 心肌 18F-FDG 显像有重要参考价值。

### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

### 三、显像方法

#### (一) 显像前准备:

1. 禁食至少 12-16 h 以上, 检查前不用咖啡类饮料。
2. 放射性药物注射前应监测患者血糖, 根据血糖结果, 将血糖控制在  $140-160\text{mg} \sim \text{dl}$ 。糖尿病患者, 注意调节血糖水平是显像是否成功的关键。
3. 放射性药物注射前 10min 及检查前的一段时间, 患者应完全处于休息状态。

## (二) 显像剂与使用剂量：

显像剂为 18 氟—氟化脱氧葡萄糖 (18F-FDG)。PET 显像时，成人静脉给予剂量为 260-370MBq (7-10mCi)；当使用 SPECT 进行符合显像时，剂量为 111-185MBq (3-5mCi)。而配有超高能准直器的 SPECT，因探测效率较低，18F-FDG 用量为 370MBq (10mCi) 或更高。

## (三) 图像采集

1. 透射显像采集：采集顺序、总计数与时间参照设备厂家的推荐方法。

2. 发射显像采集：位置与透射显像完全相同。

(1) 设备：PET、带符合线路的 SPECT 或配备超高能准直器的 SPECT。

(2) 动态采集：静脉“弹丸”注射 18F-FDG 后，立刻启动预设的动态采集程序，参考程序为 10s/帧×12.30s/帧×4, 5min/帧×2, 10min/帧×3；并定时抽取对侧静脉血供定量计算心肌 18F-FDG 摄取率。

(3) 静态采集：是临床最常用的方法。局部静态断层显像可在静脉注射 18F-FDG 后 45-50min 进行。

## (四) 图像处理：

对采集所得数据进行时间和组织衰减校正；根据仪器与图像条件选择合适的重建程序，有滤波反投影法，迭代重建法行图像重建，获得横断面、冠状面及矢状面三维断层图像。定量计算心肌 18F-FDG 摄取率应选择合适的生理及数学模型，但代谢动力学测定技术要求高，需特殊定量软件支持。

## 四、注意事项

1. 应保证在整个图像采集过程中心脏位于采集视野内。

2. 透射显像与发射显像问患者位置应保持完全一致。

3. 血糖直接影响心肌 18F-FDG 摄取与分布，必须严格控制血糖水平和影响血糖变化的各种相关因素。

## 放射性核素大动脉显像

人体循环系统有体循环系统和肺循环系统，各含有肺动脉系统和体动脉系统，前者发自右心室，后者发自左心室，其功能为推动血液的循环。经外周静脉“弹丸”式注射放射性核素后，经右心并快速流经肺动脉及其分支和肺毛细血管床，“弹丸”被稀释，但汇聚到左心后，仍呈高比活度的示踪剂流，经左室并快速充盈主动脉干及其主要分支，从体外对放射性核素首次流经各动脉主干及其主要分支进行动态观察和显影称为放射性核素大动脉显像。

### 一、适应证

1. 先天性肺动脉及其分支异常，如肺动脉特发性扩张，肺动脉和(或)瓣狭窄，肺隔离症。

2. 获得性肺血管疾病，如肺动脉血栓栓塞、大动脉炎累及肺动脉等。

3. 先天性和(或)后天性主动脉狭窄或扩张，如马一凡综合征。

4. 主动脉夹层动脉瘤。

5. 主要分支动脉的畸形、狭窄、阻塞，头颈部血管瘤和颈动脉体瘤等。

6. 肢体小动脉的供血情况。

### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

### 三、操作方法

## (一) 显像剂

原则上具有较高比活度的放射性核素及其标记药物均可用于大动脉显像，适宜 $\gamma$ 照相的显像剂是 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 及其标记物， $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 、 $^{99m}\text{Tc-EC}$ 等更为理想，可以减少游离 $^{99m}\text{Tc}$ 被甲状腺、唾液腺、胃粘膜等的吸收，减少内辐射吸收剂量。此外，还能减少本底，有利于重复显像。成人每次用量为740-925MBq(20-30mCi)，儿童用量酌减，计算公式为儿童用量=[身长(cm)/174]×成人用量。注射体积<1.0ml，最好在0.5ml左右。

## (二) 操作程序

1. 病人准备：无需特殊准备。不能配合的小儿或昏迷病人可预服镇静剂，并在检查过程中适当固定病人躯体。

2. 检查体位：病人一般取仰卧位，若病人情况不允许或检查部位有特殊需要，可以选用其他体位。在病人体位固定的情况下，为了更好的显露检查部位，可以调整探头角度，设定如下不同的显像采集体位。

(1)前位：探头平面与病人前胸壁平行，其中心对准胸骨角并尽量贴近胸壁，视野包括肺动脉、肺血管床、升及降主动脉、头臂血管及锁骨下动脉。

(2)左前斜70°位：左臂上举抱头，探头贴近左前胸壁，主要用于观察升主动脉、主动脉弓和降主动脉。

(3)其他：根据病变的部位不同，探头对准欲探测血管部位，以能清晰显示血管尽量避免其他组织器官遮蔽为原则，探测肢体动脉时应将探头尽量包括双侧肢体血管，以便左右对比分析。

3. 仪器条件：探头配置低能通用型准直器，能量140keV，窗宽20%，矩阵128×128或64×64。

### 4. 显像条件

(1)“弹丸”式静脉注射，常用方法是肘关节上缘结扎止血带，在远侧2-3cm处(尽可能接近止血带水平)穿刺贵要静脉，注入显像剂，快速松解止血带，同时启动1照相机并开始动态采集。

(2)采集条件一般采用帧式动态采集方法，即设定每帧采集时间(秒)，一共连续采集若干帧或若干秒。观察肺动脉和胸主动脉时，一般设定0.5-1.0s/帧；观察腹主动脉及肢体近端动脉时，可设定2-3/帧；检测肢体远端动脉分支或相应组织动脉血流灌注情况时，应设3-5g/帧。

探头采集开始时间的选择和总采集时间的设定根据检测部位的不同有所不同。观察肺动脉时，可在“弹丸”注射时或上腔静脉出现示踪剂时开始采集，共采集10s；升主动脉和降主动脉显像时，可在肺动脉显像时启动采集，共采集10s；检测肢体动脉时，一般在看到探头有效视野上缘出现示踪剂时立即启动采集，共采集20-30s。

## 四、注意事项

1. 高质量的“弹丸”式注射显像剂是大动脉清晰显影的重要条件，肘静脉穿刺应选择贵要静脉，因其回心路径短，分支少，药物“弹丸”不易解离。

2. 避免金属异物或起搏器对图像的影响。

## 放射性核素静脉显像

自静脉远端注入的放射性核素显像剂随静脉血液按向心端方向回流，依次充盈小、中、大静脉血管，采用1照相机，体外动态采集流经静脉血管的示踪信号，使静脉显影，并可显示静脉血流动力学变化，称为放射性核素静脉显像。下肢静脉系统有深、浅静脉之分，深、浅静脉之间有丰富的交通支相连，如果在注射部位的近心端适度结扎止血带，阻断浅静脉，

则远心端静脉注射的显像剂可经深静脉回流，从而选择性地使深静脉各段依次显影。

## 一、适应证

1. 先天性静脉发育异常，如双上腔静脉，大静脉异位引流；
2. 大静脉闭塞症，如上腔静脉阻塞综合征，下腔静脉阻塞综合征(如布一加综合征)等；
3. 肺动脉血栓栓塞症，寻找血栓来源；
4. 肢体水肿，上肢或下肢水肿病因的诊断和鉴别诊断，如下肢深静脉血栓形成；

## 二、禁忌证

无明确禁忌证。

## 三、操作方法

### (一) 显像剂

原则上任何具有较高比活度的放射性核素均可作为静脉显像剂，但由于 140keV 的  $\gamma$  射线能量更适合于  $\gamma$  照相机显像， $^{99m}\text{TcO}_4^-$  和  $^{99m}\text{Tc}$  的任何标记药物更适宜做为显像剂。

在临床工作中，可根据需要选择不同的显像剂，例如，怀疑下肢静脉血栓形成时，选用  $^{99m}\text{Tc-MAA}$ ；在检测上腔静脉病变时，最好不选择  $^{99m}\text{Tc-MAA}$ ；在计划第一次显像如不满意并准备立刻做第二次显像时，一般不选择  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 。

### (二) 病人准备

病人无需特殊准备，一般均取仰卧体位，有时注射部位血管不清楚，可将肢体下垂或浸泡在热水中数分钟；有时显像肢体水肿较重，可在注射前指压注射部位数分钟，有利于寻找穿刺静脉。

### (三) 操作程序

#### 1. 上腔静脉显像

(1) 探头对位：一般均采用前位，大视野巨型探头的有效视野上缘包括胸骨上切迹上方 3cm 处，左右包括两侧上臂。

(2) 仪器条件：探头配置低能通用或低能高分辨型准直器，能峰 140keV，窗宽 20%，矩阵为  $64 \times 64$  或  $128 \times 128$ 。

(3) 静脉穿刺及药物注射：取 5ml 注射器 2 支，各抽取显像剂 370MBq(10mCi) / 0.5ml-0.8ml。在双肘关节上方结扎止血带，选取贵要静脉穿刺，穿刺点尽量靠近止血带，“弹丸”式注入显像剂后，双侧同时松开止血带，同时开始动态采集，0.5-1.0s / 帧，共采集 6-8s。

#### 2. 上肢、锁骨下及上腔静脉显像

(1) 探头对位：采用前位，探头的有效视野下缘包括腕关节，左右包括双上肢。

(2) 仪器条件、静脉穿刺及药物同上腔静脉显像。双手背静脉穿刺，在探头启动前 5 秒同时、同速推注显像剂。

(3) 设置全身显像方式，速度 30cm / 分，全程 60cm，当探头自手向头方向开始移动时，推注显像剂，可以获得双上肢、锁骨下及上腔全程静脉影像。

#### 3. 下腔静脉显像

(1) 探头对位：采用前位，探头的有效视野上缘在乳头水平(包括部分左室)，于剑突左旁及脐旁做阳性体表标志。

(2) 仪器条件同上腔静脉显像。

(3) 于患者腹股沟股静脉内快速注射  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  370MBq(10mCi) / 1.0ml，在推注显像剂的同时行动态帧式采集，0.5s-1s / 帧，共 16 帧或 32 帧。

(4) 图像半定量分析：重现下腔静脉动态影像，分析以下指标：

1) 示踪剂到达剑突水平时间(AT)，正常值约 1-4s ( $2.56 \pm 0.71$  s)

2) 下腔静脉示踪剂半通过时间(HTT)。在下腔静脉上划取直径 0.5cm 的感兴趣区(ROI)，描记示踪剂通过 ROI 曲线，计算示踪剂从上升点到高峰下降二分之一高度点的时间(HTT)，正常值约 1-6s ( $3.22 \pm 1.24$ s)。

4. 下肢静脉显像先将探头有效视野下缘定在踝关节水平，左右包括双腿，根据足背静脉注射药物的方法和结扎止血带与否将下肢静脉显像分为下面几种方法。

(1) 足背静脉推注法

1) 操作程序：①取 2 支 5ml 注射器，各抽取相同体积和强度的示踪剂  $^{99m}\text{Tc-MAA}$  148MBq (2mCi) / 2ml (MAA 颗粒数含量的选择见注意事项)；②经足背静脉穿刺；③需要深静脉造影者，注射显像剂前适度结扎浅静脉；④在探头启动前 5s 注射显像剂，双侧持续推注。

2) 仪器条件：同上腔静脉显像。设置全身扫描程序，速度 20cm/min，自足向头动态采集，全程长度依病人身高而定，一般扫描上界包括肺底。

(2) 足背静脉输液法

1) 深静脉一步显像法：①取 0.9% 生理盐水 250ml 一瓶，连接三通输液器，双足背静脉穿刺建立输液静脉通路；②取 2 支 5ml 注射器，各抽取  $^{99m}\text{Tc-MAA}$  148MBq (4mCi) / 2ml。③在探头启动前 5s，经三通管双足背静脉同时注入  $^{99m}\text{Tc-MAA}$  1.0ml，然后转动三通，输液管继续滴注。④应用 1 照相机全身扫描程序，速度 20cm/min。⑤待探头视野上缘行至耻骨联合水平时，再次自足背静脉注入余下的 1.0 ml  $^{99m}\text{Tc-MAA}$ 。

2) 深-浅静脉两步显像法

第一步：浅静脉显像：①静脉通路建立：同上。②2 支 5ml 注射器，各抽取  $^{99m}\text{Tc-MAA}$  74-111MBq (2-3mCi) / 4ml；③首次药物注射，双足背静脉同时注入  $^{99m}\text{Tc-MAA}$  1.0ml；④动态采集：同深静脉一步显像法，速度 25cr // l'nl10；⑤再次注射药物：同深静脉一步显像法之。

第二步：深静脉显像：同深静脉一步显像法

#### 四、注意事项

1. 如果预计短时间内需重复检查，一般不选用  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ，可选择能被某些脏器迅速摄取的显像剂如  $^{99m}\text{Tc-植酸钠}$ ， $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  (或 EC)；如果行上腔静脉显像，一般不用  $^{99m}\text{Tc-MAA}$ ，以免肺影干扰上腔静脉影像。

2. 显像剂的放射性强度和 MAA 的颗粒数：一般成人为  $^{111}$ -185MBq (3-5mCi) 为宜，儿童用药强度酌减，计算公式为小儿投予量=[身长(cm) / 174] × 成人投予量。采用  $^{99m}\text{Tc-MAA}$  时，MAA 的颗粒数一般成人为一次用量 20-60 万，对于疑有重度肺血管床受损和严重肺动脉高压的病人，应考虑改用其它检查方法。

3. 有严重过敏史者，可考虑改行其它方法检查。

4. 下肢深静脉显像时，阻断浅静脉要适度。

## 第五节 骨骼系统操作项目

骨显像是核医学最常用的显像检查之一，能较为清晰地显示骨骼形态，而且，它能敏感反映骨骼的血液供应和代谢状况，因此，对于各种骨骼疾病的诊断、监测和疗效观察具有重要价值。因骨显像敏感性高，往往在骨骼疾病的早期就有异常表现。

骨显像方法包括：骨三相、骨四相、局部显像、全身扫描和全身分段显像及断层显像。

### 全身骨显像



全身骨骼显像是骨显像最常用的显像方式，它一次显像就能展示全身所有骨骼情况。由于全身骨显像的这一特点，非常有助于临床了解骨骼疾病的全身病变特点和分布特点，发现隐匿病灶，从而为诊断和治疗提供较为系统的影像学依据。

## 一、适应证

1. 有恶性肿瘤病史，早期寻找骨转移灶，治疗后随访。
2. 评价不明显原因的骨痛和血清碱性磷酸酶升高。
3. 已知原发骨肿瘤，检查其它骨骼受累情况以及转移病灶。
4. 临床怀疑骨折。
5. 早期诊断骨髓炎。
6. 临床可疑代谢性骨病。
7. 诊断缺血性骨坏死。
8. 骨活检的定位。
9. 观察移植骨的血供和存活情况。
10. 探查、诊断骨、关节炎性病变和退行性病变。
11. 评价骨病治疗前后的疗效。

## 二、禁忌证

无明确禁忌证。

## 三、操作方法

1. 病人准备无需特殊准备。静脉注射显像剂后，嘱咐受检者多进饮料，成年人在注射显像剂后 2 小时内饮水应达到 500-1000ml，检查前先排净尿液，以减少膀胱对图像的影响，注意不要让尿液污染病人的衣物和身体。请病人摘除金属物品。因疼痛而不能卧床者，先给注射镇痛药物。

2. 显像剂骨显像剂以含 P-C-P 键的磷酸盐化合物的应用最为广泛。主要有  $^{99m}\text{Tc}$ -MDP。它在体内较为稳定，血液清除率快。骨摄取迅速。成年人使用剂量 555-925MBq (15-25mCi)，体重高的病人可酌情加量；儿科病人剂量按 250Ci / kg 计算，最小剂量不应低于 2mCi。如因特殊原因所给显像剂的剂量低于上述剂量者，需适当延长采集时间，以弥补由此造成的计数率减低。显像剂使用方法为静脉注射。

3. 显像方法全身扫描和全身分段显像在静脉注射显像剂后 2-5 小时内进行，必要时可在 18-24h 内显像；肾功能正常的婴幼儿骨显像剂从软组织中的清除较成年人快，显像可在静脉注射显像剂

1. 5h 后进行。

(1) 仪器条件： $\gamma$ 相机或 SPECT 仪，配置低能高分辨准直器，或低能通用型准直器。

(2) 显像条件：能峰为 140keV，能窗窗宽 20%，使用全身采集软件，采集矩阵 256-1024 (全身扫描)，或 256-256 (全身分段显像)。显像方式有二：全身扫描，扫描速度为 10-20em / min 左右；全身分段显像，每个部位采集 2rain 以上，采集完毕后拼接成全身图像，或对图像分段拍片。图像采集时。探头应尽量贴近病人，设备条件允许下，可使用体表轮廓跟踪技术，以提高图像质量。

(3) 体位：病人仰卧于显像床，全身显像的常规采集体位为前后位和后前位。尽量让病人感觉舒适、放松；病人的左右肢体和躯干位置应尽量保持对称；双手五指分开平放。根据需要和病情。病人及图像采集可以采用其它体位。

## 四、注意事项

1. 注射显像剂后 2h 内病人饮用足够的水。
2. 避免尿液、显像剂对病人体表的污染。如发现已经污染，应先清除后再显像，或作断层显像予以鉴别。
3. 显像前去除身体上的金属物品以防导致伪影。
4. 近期使用钡剂者，病人需将钡剂排出后再约检查。
5. 在显像过程中让病人放松平躺，不得移动躯体。
6. 显像前病人排空小便。对因病不能排空小便者，如诊断需要，条件许可，可在显像前给病人导尿。
7. 对肾脏功能严重受损病人、严重水肿病人，如图像质量差，根据需要，在条件许可下可适当推迟显像时间，以等待显像剂从软组织中排除，提高骨 / 软组织对比度。
8. 对于因各种原因全身显像无法清晰展示的病灶，可采用局部显像或 / 和断层显像以提高图像分辨率和质量，清晰显示解剖结构和局部变化。

## 局部骨、关节平面与断层显像

与全身骨显像比较，骨骼、骨关节局部平面(包括特殊体位)和断层显像的优越性在于：①避免解剖结构重叠对显示病变部位和形态的影响；②提高深部解剖结构和病变的显示；③降低邻近组织或器官高放射性的影响；④区别体表放射性污染；⑤断层显像能获得靶与非靶组织的高信噪比和对比度，使诊断可靠性进一步提高。

常规采用静态显像，可以是局部平面(含特殊体位)、断层显像任选。对四肢小关节和深部结构(如股骨头)显像，有条件者也可采用针孔准直放大显像。

### 一、适应证

1. 常在全身骨显像基础上进行。当全身骨显像怀疑因解剖结构重叠、深部病变或受邻近组织和器官的放射性干扰等，可行骨、骨关节局部平面(包括特殊体位)和 / 或断层显像。
2. 临床和相关影像定位肯定，或病变仅位于局部骨骼、关节，或病变较为局限者，可直接进行局部平面(包括特殊体位)和断层显像。
3. 对既往有局灶性或局部骨、骨关节病变(如肿瘤、炎症、外伤等)进行定期随访。
4. 观察股骨头血供状况和移植骨的血供、成活状况。
5. 诊断与鉴别诊断局部应力性骨折、细微骨折和骨质疏松引起的节段性椎体压缩性骨折。
6. 诊断急性或早期骨髓炎，判断副鼻窦炎或鼻腔疾病侵犯邻近头颅骨骼。
7. 怀疑局部骨、骨关节疾病，但 x 线结果未见异常者，或虽有异常改变但需进一步鉴别诊断者。
8. 诊断局部骨关节功能紊乱(如颞颌关节功能紊乱等)。
9. 监测人工关节松动或是否合并感染。
10. 脊柱、髋髂关节疾病的诊断与鉴别诊断。

### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

### 三、操作方法

1. 显像剂骨显像剂同全身骨显像，但关节显像也可静脉注射  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ，成年人剂量为  $^{111}\text{-185MBq}$  (3-5mCi)。
2. 显像方法

(1)局部静态骨、骨关节平面显像：受检者准备同全身骨显像。

显像体位：根据具体情况病人取仰卧位、俯卧位或特殊体位，一般采集前位和后位两个体位，原则上检查部位、探头角度和影像采集帧数视临床要求而定。对不同部位可疑阳性病变，采用不同的特殊体位显像以帮助定位、定性诊断。

采集条件：采集时探头可配置低能通用型或低能高分辨率准直器，选择能峰 140keV，窗宽 20%，矩阵为 128×128 或 256×256，采集足够计数使骨影像显示清晰。对足骨和手骨局部显像，有条件也可应用针孔准直器。髋关节和儿童关节显像有条件时也可使用聚焦型准直器。

(2)骨、关节断层显像受检者准备：同局部静态骨、骨关节平面显像。

显像体位：骨、关节断层显像最好以平面显像或其他影像为基础，或在静态平面显像后继续做骨断层显像(检查前嘱病人再一次排尿)。病人仰卧或俯卧于 SPE(：T 检查床上，尽量舒适，固定肢体，保持体位对称。

采集条件：通常探头配置低能高分辨准直器或低能通用型准直器，能峰 140keV，窗宽 20%，矩阵为 128×128；探头尽量贴近病人体表运行，旋转角度为 180°或 360°，投影角度、帧数、采集时间视具体情况而定。

影像处理：根据诊断需要进行横断位、冠状位或矢状位单一或组合式影像重建，有条件和需要时可行三维影像重建。

#### 四、注意事项

1. 常规注意事项同全身骨显像，参见第一节。

2. 断层显像

(1)由于采集时间较长，病人可能在采集过程中移动，从而造成伪影，因此，应告诫病人采集时尽量不动，并让病人躺得舒服；用皮带固定手脚有助于病人保持体位，对于下背部疼痛的病人可以在其膝下放一个枕头。

(2)如果计数率低于下列数值，可适当增加采集时间：颅骨<1.5k / s、脊柱<2.5k / s、膝关节<1.5k / s、骨盆<2.5k / s。

3. 局部骨、关节平面显像

(1)为充分暴露病灶，显示其与周围组织的关系，正式采集前，应先选择体位和探头角度，在相机下仔细观察其效果，效果不佳者，宜再调节体位和探头，直至满意后再正式采集图像。

(2)对于不能平卧的病人，不必强调卧位，可采用其它体位，如坐位、站位。

### 骨血流显像

静态显像时骨摄取显像剂的程度反映了骨盐的代谢状况，而在许多骨、关节疾病中，骨盐的代谢状况相似。进一步了解病变血管空间的变异或血管形成的特征，对鉴别诊断和估计病程的时间有提示作用。不同的疾病或在疾病的不同时期，病变骨盐的代谢活跃状况与病变血管空间变异或血管形成程度的核素显像表现可以一致或者不一致。

血流相、血池相和常规静态骨显像合称为“三时相骨显像”。血流灌注相能显示血管走向，可得到大血管的位置、形态及充盈状况信息，显像剂浓聚或增高反映血管空间的变异。在血池相，显像剂摄取增高是由新生血管形成引起，是反应性肉芽组织和肿瘤的血管形成的特征。三时相骨显像适用于需了解局部病变血管空间变异或血管形成特征的各种骨骼、骨关节疾病。

#### 一、适应证

1. 骨肿瘤的诊断、鉴别诊断和骨旁软组织肿瘤的鉴别诊断。

2. 诊断和鉴别诊断骨骼(如股骨头)缺血坏死。
3. 观察、检测移植骨的血供、成活状况。
4. 评价、诊断与鉴别诊断骨骼、骨关节创伤(如应力性骨折等)。
5. 评价、诊断与鉴别诊断骨、关节炎症(如骨髓炎、骨骼肌脓肿等)。
6. 临床需要了解、判断局部病变血供或Ⅱ血管形成状况的各种骨骼、骨关节疾病。

## 二、禁忌证

无明确禁忌证。

## 三、操作方法

1. 显像剂：同全身骨显像，使用方法为“弹丸”式静脉注射。

2. 操作程序受检者准备：无需特殊准备。

采集体位：同局部静态骨、骨关节平面显像体位。

采集条件：探头配置低能通用型准直器，能峰 140keV，窗宽 20%，矩阵为 128×128；床边“弹丸”式静脉注射显像剂后即刻采集，血流灌注相为 1-3s / 帧，采集 20—60 帧；血池相在注射显像剂后 1-2min 采集，矩阵为 128×128 或 256×256，60s / 帧，采集 1-5 帧；延迟像在静脉注射显像剂后 2-6h 内进行，采集条件同局部静态骨显像。

3. 影像处理：使用 ROI 计数作时间放射性曲线，定量测定，计算血流灌注、血池和骨盐摄取比值。

## 四、注意事项

同全身骨显像。

# 骨矿物质含量测定

骨松症可分为原发性与继发性两类。原发性又可分为绝经后骨松症(I 型)，如高转换型骨松症和老年性骨松症(II 型)。继发型骨松症是由肾病、甲状腺功能亢进症、甲状旁腺功能亢进症、柯兴氏症、药物、营养、遗传、生活习惯等因素引起的骨矿物质减少，骨显微结构(主要是小梁骨)退化，骨脆性增加，易于骨折。骨松症诊断依靠临床症状，体征和实验室检查，实验检查中除了血和尿液有关骨代谢的生化指标以外，最主要是骨密度(BMD)测量。

## 一、适应证

1. 绝经后妇女
2. 早期绝经、无月经、全子宫及附件切除妇女
3. X 线提示骨质减少或椎体畸形
4. 轻度外伤即引起骨折
5. 长期使用皮质激素或甲状腺激素治疗
6. 类风湿性关节炎
7. 原发性甲状旁腺功能亢进症
8. 治疗效果的评价

## 二、禁忌证

无明确禁忌证。

## 三、操作方法

由于骨密度(BMD)的测定仪器有多种，测定方法不同，因此，本节主要介绍三种，即单光子吸收仪(SPA)；双光子吸收仪(DPA)和双能量 x 线吸收仪(DEXA)。

### (一) 单光子吸收仪 (SPA)

1. 目前 SPA 中使用 T<sub>1/2</sub> 为 423 年的 <sup>241</sup>Am 作为放射源, 其  $\gamma$  射线能量为 59.3keV, 使用中无需更换放射源。

2. 使用 SPA 作骨密度测定, 一般主张以前臂 1/3 作为测量部位。对位后按操作要求进行数据采集、数据分析与处理, 打印出报告。

### (二) 双光子吸收仪 (DPA)

1. DPA 是以放射性核素的两种能量的光子作为放射源, 常用的放射性核素为 <sup>153</sup>Gd, T<sub>1/2</sub> 为 242 天, 安装量为 1.0-1.5 居里, 它能释放 100keV 和 44keV 的两种  $\gamma$  射线, 可将骨骼与软组织对射线的吸收量进行校正而计算出骨骼的吸收量。

2. 测定的部位脊柱与股骨。操作方法按仪器说明书提供的步骤进行。

### (三) 双能量 X 线吸收仪 (DEXA)

1. 受检者取出体内金属物品, 平卧于检查床上, 并使受检者卧直与检查床平行, 对扫描范围正确定位, 并将双手置于扫描范围外。

2. 检查脊柱前后位时(12-4)使受检者双膝呈 90 度直角抬起(有专用垫), 以使脊柱与检查床密切接触; 检查股骨近端时, 使受检者双足内展(有专用支架)以使股骨颈充分显露, 并使股骨小粗隆位于股骨后方; 现代仪器, 不需移动病人即可作侧位检查。作全身检查时, 均不需用垫和支架。

3. 从计算机启动检查程序, 按操作要求(仪器的说明书)进行数据采集, 数据分析, 图形显示, 打印出报告。

## 五、注意事项

### (一) SPA 法

由于射线通过骨骼、软组织及脂肪, 软组织与脂肪对射线的衰减会影响测定结果, 所以为了克服这点, 必需作衰减校正。

### (二) DPA 法

1. 必须将骨骼及软组织对射线的吸收量进行校正。校正方法按仪器说明书中步骤进行。

2. 使用的 <sup>153</sup>Gd 放射源日渐衰减, 在计算骨密度时需加校正因素。定时更换放射源, 现已为双能量 X 线吸收仪取代。

### (三) DEXA

1. 在检查患者之前首先将仪器通电约半小时。

2. 将随仪器的模型(脊柱模型)置于检查床, 定位准确后作校验, 并与每日校验结果作比较, 只有校验结果在允许范围内, 方可开始检查病人。

### (四) 所得 BMD

会受到多种因素的影响, 除了仪器因素外, 病人的骨质呈高密度者(如骨质增生)会使有骨质疏松的 BMD 被抵消而呈正常值。

(五) 近期有钡剂检查或放射性核素检查者会影响检查结果。

## 第六节 呼吸系统操作项目

### 肺灌注显像

肺灌注显像自 20 世纪 60 年代中期建立以来, 经过 30 多年的临床应用, 目前已成为非

常成熟的无创性肺栓塞诊断方法。其主要机理是利用放射性颗粒在肺毛细血管内暂时的嵌顿，得到肺血流灌注平面影像或断层影像。由于放射性颗粒在肺内的分布与肺动脉血流灌注成正比，因而肺灌注显像代表着肺动脉血流分布。当肺血管出现狭窄或栓塞时，该血管辖区的肺血流减少或无血流，放射性颗粒不能随血流进入该区域，则在肺影像的相应区域出现放射性分布稀疏或缺损。通过对图像肺血流灌注分布状态的分析，结合临床症状、体征和其它检查结果，可以协助诊断肺栓塞等多种肺部疾病。

## 一、适应证

1. 肺动脉 m 栓栓塞症的诊断与疗效判断，结合肺通气显像及下肢深静脉核素造影可明显提高诊断的准确性。

2. COPD 等肺疾患肺减容手术适应证的选择、手术部位和范围的确定及残留肺功能的预测。

3. 原因不明的肺动脉高压或右心负荷增加。

4. 先天性心脏病合并肺动脉高压以及先天性肺血管病变患者，了解肺血管床受损程度及定量分

析，药物与手术疗效的判断，手术适应证的选择。

5. 全身性疾病(胶原病、大动脉炎等)可疑累及肺血管者。

6. 判断成人呼吸窘迫综合征(ARDS)和慢性阻塞性肺部疾病(COPD)患者，肺血管受损程度与疗效判断。

7. 肺部肿瘤、肺结核、支气管扩张等患者，观察其病变对肺血流影响的程度与范围，为选择治疗方法提供适应证以及对疗效的判断。

## 二、禁忌证

无明确禁忌证。

## 三、操作方法

### (一)显像剂

肺灌注显像剂主要包括核素标记的大颗粒聚合人血清白蛋白(MAA)或微球(HAM)等。MAA 目前应用更广泛。

### (二)显像方法

#### 1. 平面显像

(1)病人准备病人于检查前安静平卧，可给予吸氧 10min，以避免因肺血管痉挛所造成的局部肺放射性减低。

(2)注射示踪剂患者一般取平卧位，注射前将  $^{99m}\text{R-MAA}$  悬浮液振荡摇匀，静脉缓慢注射，成人使用活度一般为  $^{111}\text{-185MBq}$  (3-5mCi)，含蛋白颗粒  $2 \times 10^5 - 7 \times 10^5$  个，平均  $3.5 \times 10^5$  个，注射体积  $\geq 1$  ml，注射后 5min 即可显像。如检查是否有肺动脉高压血流分布图像时，可采用坐位注射。

(3)检查体位根据临床实际需要，一般平面显像常规取 8 个体位，即前后位(ANT)、后位(POST)、左侧位(LL)、右侧位(RL)、左后斜位(LPO)  $30^\circ$  和右后斜位(RPO)  $30^\circ$  以及左前斜位(LAO)  $30^\circ$  和右前斜位(RAO)  $30^\circ$ 。

(4)仪器条件将双肺同时包括在探头视野内，选用低能通用型准直器，建议每个体位采集计数为 500K，采集矩阵为  $128 \times 128$  或  $256 \times 256$ ，如采用  $256 \times 256$  矩阵，计数应增加。能峰 140keV，窗宽 20%。

#### 2. 断层显像病人准备与注射示踪剂同平面显像。

病人取仰卧位，双臂抱头，使探头尽量贴近胸部。探头配以低能高分辨率或低能通用型

准直器，旋转 360°，每 6° 或 5.6° 采集一帧，每帧采集 20-30s，共采集 60 帧或 64 帧，能峰 140keV，窗宽 20%，采集矩阵 64×64 或 128×128。采集过程中嘱病人平稳呼吸，以减少呼吸运动对肺显像的干扰。为避免呼吸运动对图像的影响，还可以采取呼吸门控采集。原始数据经滤波后行反向投影等断层图像处理，得到肺水平切面、冠状切面及矢状切面断层图像，层厚 3-6mm。

### 三、注意事项

1. 一次检查注射的蛋白颗粒数不宜过大，对一侧肺缺如、肺叶切除或已知肺血管床明显受损害者，注射颗粒数要相应减少。
2. 标记后的  $^{99m}\text{Tc}$ -MAA 一般要在 4h 内使用，否则会降解失效。
3. 准备氧气和急救药品。
4. 儿童做肺灌注显像时要按每公斤体重 2-3MBq (0.05-0.08mCi)。
5.  $^{99m}\text{Tc}$ -MAA 为悬浮液，抽取药时和注射前需振荡摇匀，注射时尽量避免回血，以防止血液与 MAA 凝聚成更大颗粒，引起不应有的栓塞，或造成持续不退的肺内大“热点”。
6. 由于 MAA 入血后受重力的影响，易向肺的低下部位沉降，故注射时应采用平卧位。只有在检查是否有肺动脉高压时，才使用坐位注射。
7. 注射速度要缓慢，特别是在肺血管床破坏严重的患者，如在慢性肺心病时，绝不可采用“弹丸”注射，以免引起急性肺动脉压增高造成意外。

## 肺通气显像

肺通气显像是将放射性气体或气溶胶经呼吸道进入双肺，其在肺内的分布与肺的通气量成正比。通过体外放射性显像装置，显示双肺各部位的放射性分布及动态变化影像，并可应用影像数据处理计算局部通气功能参数，估价肺的局部通气功能、气道通畅及肺泡气体交换功能状况。应用气溶胶显像，还可对支气管粘膜丝毛廓清机能、肺上皮细胞通透性等进行评估。

### 一、适应证

- (一) 了解呼吸道的通畅情况及各种肺疾病的通气功能变化，诊断气道阻塞性疾病。
- (二) 评估药物或手术治疗前后的局部肺通气功能，观察疗效和指导治疗。
- (三) 与肺灌注显像配合鉴别诊断肺栓塞和肺阻塞性疾病。
- (四) COPD 患者肺减容手术适应证选择、手术部位和范围确定及预测术后残留肺功能。

### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

### 三、操作方法

#### (一) 放射性惰性气体通气显像

1. 显像剂：常用  $^{133}\text{Xe}$  放射性气体， $\gamma$ 射线能量为 80keV，物理半衰期为 5.2 天。每次检查剂量放射性活度总量不低 370MBq。也可使用  $^{127}\text{Xe}$  和  $^{81m}\text{Kr}$  放射性气体。

2. 显像仪器条件：

(1)  $^{133}\text{Xe}$  肺功能仪由  $^{133}\text{Xe}$  吸入和回收两部分组成，包括面罩或口管，肺活量计， $^{133}\text{Xe}$  注入和排放管道系统、活瓣、 $^{133}\text{Xe}$  回收吸附装置。确保仪器无  $^{133}\text{Xe}$  泄漏。

(2)  $\gamma$ 照像机或 SPECT 显像设备探头配置低能高灵敏度或低能通用准直器。能峰 80keV，窗宽 20%。探头应尽量贴近受检者体表。

3. 操作程序

(1) 显像前准备：向受检者解释检查程序，使之处于安静状态，取坐位，背靠探头，视野内包括全肺。戴上呼吸面罩(如使用口管，须夹鼻)，接通肺活量计，先自然呼吸由呼吸机供给的气体，使其适应。

(2) 单次吸入显像：嘱受检者深吸气至肺最大容量，再深呼气至残气量，再次开始深吸气时，于呼吸机注入口快速注入  $^{133}\text{Xe}$ 。至最大肺容量时，屏气 10-15s，同时启动显像采集平面影像 1 帧，图像矩阵 256×256 像素，计数 300k-500k。

(3) 平衡期显像：受检者转为潮式呼吸，呼吸机改变供气方式，使受检者反复吸入  $^{133}\text{Xe}$  与空气混合气体，约 3-5min，待肺内和呼吸机的  $^{133}\text{Xe}$  平衡后(以显示计数率稳定为准)，深吸气至最大容量后屏气，启动显像采集平面影像 1 帧，图像矩阵和计数与单次吸入显像相同。

(4) 呼吸门控显像(必要时选择)：应用呼吸节律，触发呼吸门控发生器，同步采集每个呼吸周期不同时期的影像。一般每个呼吸周期分为 8-12 帧，图像矩阵为 128×128 像素。采集呼吸周期数由图像质量决定，并将若干呼吸周期影像进行迭加。

(5) 清除显像：改变呼吸机控制阀，进气管只吸入室内新鲜空气，呼出含有  $^{133}\text{Xe}$  的气体，经  $^{133}\text{Xe}$  回收装置吸附。启动动态影像采集，图像矩阵 128×128 像素，5-10s / 帧，采集时间 5-10min。必要时可在 10min 后进行延迟清除显像。

#### 4. 注意事项

(1)  $^{133}\text{Xe}$  放射性气体应符合放化纯度要求，运输及储存应按有关规定处理，不造成泄漏和环境污染。

(2)  $^{133}\text{Xe}$  肺功能仪供气方式控制阀准确灵活，回收装置有效，不泄漏。

(3)  $^{133}\text{Xe}$  射线能量低，影响图像质量，应尽量使探头接近体表，减少探测效率下降。

(4)  $^{133}\text{Xe}$  具有一定的脂溶性，且生物半衰期较短，为提高通气功能测定的准确性，操作中应熟练，尽量缩短操作时间。

### (二) 放射性气溶胶通气显像

1. 显像剂常用的放射性气溶胶为  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 溶液，也可使用相类似的放射性药物溶液(如  $^{99m}\text{Tc}$ -EHIDA 等)。用气溶胶雾化器雾化为直径  $<10\mu\text{m}$  的颗粒(3-10 $\mu\text{m}$  的颗粒沉积于细支气管，1-3 $\mu\text{m}$  的颗粒可达肺泡)，一次吸入的气溶胶颗粒肺内沉积约 5-10%。有条件者也可使用  $^{99m}\text{Tc}$  气(Techne-gas)进行肺通气显像，由于其颗粒小且更为均匀，故中央气道沉积较少，肺组织显像质量更优，显像方法与前者基本相同。

#### 2. 显像仪器条件

(1) 气溶胶雾化器接通雾化器各管口及医用氧气，使之处于工作状态。

(2)  $\gamma$ 照相机或 SPECT 探头配置低能通用准直器，能量 140keV，窗宽 20%。图像矩阵同灌注显像条件，采集 500K / 帧计数。

#### 3. 操作程序

(1) 显像前准备向受检者解释检查程序，嘱用嘴咬住口管，使用鼻夹，试吸氧气，使之适应此种呼吸。

(2) 放射性气溶胶吸入将 740-1480MBq (20-40mCi)  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 溶液，体积为 2-4ml，注入雾化器，控制气流量为 8-10L / min，使其充分雾化，经过过滤，产生雾粒大小合适的气溶胶。嘱受检者尽可能多地吸入气溶胶雾粒，吸入时间约为 5-8min。

(3) 图像采集受检者取卧位，采集前位、后位、左侧位、右侧位 4 帧影像或增加前后斜位共 6-8 帧影像。

#### 4. 注意事项

(1) 放射性显像剂应符合放化纯度要求，放射性活度总量不应低于 110MBq，体积不大于 4ml。

(2) 影响放射性气溶胶在肺内分布的因素与气溶胶颗粒大小，受检者吸入过程中的呼吸



方式和气管的解剖结构有关。因此应让受检者吸人气溶胶时平稳呼吸，以免呼吸频率加快，使气溶胶均匀分布于末梢肺组织，减少中央气道沉积增多。同时应嘱受检者减少吞咽动作，以免放射性气溶胶进入上消化道，影响图像质量，氧气流量应低于 7L/min，以保证雾粒质量。

(3) 受检者要练习空白吸入。如有痰时，应随时咳出后再行吸入雾粒。对哮喘患者必要时可在雾化剂中加入少量解痉

## 第七节 肿瘤操作项目

### 18F-FDG PET 肿瘤显像

18F-2-氟-2 脱氧-D-葡萄糖 (18F-FDG) 是一种广泛应用于临床的葡萄糖代谢显像剂。18F 由回旋加速器生产，通过湮灭辐射发射出两个方向相反，能量为 511keV 的两个  $\gamma$  光子，其半衰期为 109.8 min，适合 PET 或 PET-SPECT 进行正电子显像。FDG 的结构类似于葡萄糖，在细胞内的浓

聚量与葡萄糖的代谢水平呈正相关。多数肿瘤细胞在有氧环境中具有异常旺盛的葡萄糖酵解特性，体外显像可定位诊断肿瘤组织异常浓聚 18F-FDG。

#### 一、适应证

1. 脏器肿块良恶性的鉴别诊断。
2. 恶性肿瘤分期与分级及肿瘤转移灶的定位诊断。
3. 临床治疗后肿瘤残余或复发的早期判断。
4. 肿瘤放化疗后局部坏死与存活肿瘤组织的鉴别诊断。
5. 临床疗效的监测、肿瘤耐药的评价和预后随访。
6. 肿瘤生物学评价，包括肿瘤细胞增殖状态、受体及抗原表达和新药与新技术的客观评价。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、显像方法：

目前在临床上进行正电子显像的仪器主要包括 PET，带有符合线路的 SPECT 仪以及装备超高能准直器的 SPECT 仪。

#### (一) 显像前准备：

1. 禁食至少 4h 以上，部分患者腹部检查时可在显像前晚使用缓泻剂清肠。
2. 放射性药物注射前 10min 及检查前的一段时间，患者应完全处于休息状态；当进行脑部位显像时，患者还应进行视听屏蔽。显像前了解患者耐受能力，必要时使用镇静剂。
3. 放射性药物注射前应监测患者血糖。在高血糖状态下，肿瘤组织对葡萄糖的摄取可能降低。
4. 特殊部位的肿瘤应根据具体情况采取必要的显像前准备，以提高显像质量。

#### (二) 显像剂与使用剂量：

显像剂为  $^{18}\text{F}$ -FDG。成人一般静脉给予剂量为 185-555MBq (5-15mCi)；儿童一般给予放射性药物剂量为 5-10MBq / k (0.185-0.37mCi / kg)。

#### (三) 图像采集

1. 透射显像采集：固定体位并定位后行局部透射断层显像。采集顺序、总计数与时间参照设备厂家的推荐方法。

2. 发射显像采集：位置与透射显像完全相同。

(1) 动态采集：静脉“弹丸”注射  $^{18}\text{F}$ -FDG 后，立刻启动预设的动态采集程序，参考程序为 30s/帧 $\times$ 10，60s / 帧 $\times$ 5，5min / 帧 $\times$ 8；并定时抽取对侧静脉血供定量计算肿瘤  $^{18}\text{F}$ -FDG 摄取率。

(2) 静态采集：是临床最常用的方法。局部静态断层显像可在静脉注射  $^{18}\text{F}$ -FDG 后 45min 后进行。

3. PET 全身显像：用于发现身体任何部位具有异常  $^{18}\text{F}$ -FDG 摄取的病灶，特别是肿瘤原发灶或转移灶。图像采集与处理方法与局部断层采集基本相同。

4. FDG-SPECT 符合显像采集：显像前准备及透射显像与常规 PEq、基本相同。发射断层显像由于 SPECT 符合采集计数灵敏度限制，采集时间相对长于 PET，根据采集床位的不同一般需要 30-45min 或更长。图像处理一般使用迭代技术进行重建。。

#### (四) 图像处理：

对采集所得数据进行时间和组织衰减校正；根据仪器与图像条件选择合适的滤波函数进行图像重建，获得横断面、冠状面及矢状面三维断层图像用于视觉分析，局部  $^{18}\text{F}$ -FDG 异常浓聚常示为阳性表现。

半定量计算肿瘤各种摄取比值如肿瘤靶 / 本比值(即等范围兴趣区肿瘤与周围或对侧正常组织的放射计数比值)、标化摄取值  $\text{SUV}=(\text{局部放射性活度} / \text{ml 组织}) / (\text{实际放射性注射剂量} / \text{g 体重})$ 。

#### 四、注意事项

1. 局部断层显像时应注意将可疑病灶位于采集视野中心。
2. 放射性药物注射时应选择病灶对侧肘静脉进行注射。
3. 透射显像与发射显像间患者位置应保持完全一致。
4.  $^{18}\text{F}$ -FDG 摄取增加并非肿瘤的特异性表现，部分正常组织可见生理性摄取；局部炎症和手术伤口等也可浓聚  $^{18}\text{F}$ -FDG。
5.  $^{18}\text{F}$ -FDG 摄取减少可发生在肿瘤组织化疗或放射治疗后。。

### $^{201}\text{Tl}$ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 亲肿瘤显像

一些常用的心肌灌注显像剂，如  $^{201}\text{Tl}$  ( $^{201}\text{Tl}$  C1) 和  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI 也可被肿瘤细胞所摄取，称亲肿瘤或肿瘤阳性显像剂。静脉注入体内后，可随血流直接进入肿瘤细胞，呈较高浓集，应用 SPECT 仪可显示浓集于肿瘤部位的高放射性或“热区”为肿瘤疾病的定位诊断和疗效监测提供有价值的资料。

#### 一、适应证

##### (一) 颅脑肿瘤 ( $^{201}\text{Tl}$ )

1. 定性和定位诊断以及判断恶性程度；
2. 术后探测残留病灶，评估疗效和鉴别照射后坏死和复发。

##### (二) 甲状腺肿瘤 ( $^{201}\text{Tl}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI)

1. 甲状腺肿瘤良恶性病变的鉴别，可不停用甲状腺激素或 CT 造影后进行；
2. 探测和定位诊断甲状腺癌转移灶；
3. 分化型甲状腺癌  $^{131}\text{I}$  治疗后随访和疗效评估。

##### (三) 甲状旁腺肿瘤 ( $^{201}\text{Tl}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI)

1. 高血钙症甲状旁腺腺瘤的定位诊断；
2. 甲状旁腺腺瘤异位灶的探测；
3. 甲状旁腺肿瘤手术后疗效评估。

#### (四) 乳腺肿瘤 ( $^{201}\text{Tc-MIBI}$ )

1. X线乳腺摄片及超声检查呈高密度影，而难于鉴别其病变性质的乳腺肿块；
2. 乳腺癌淋巴结转移探测和辅助判断病期；
3. 高危人群的乳癌筛查。

#### (五) 肺部肿瘤 ( $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$ )

1. 鉴别肺部肿块良恶性病变辅助诊断；
2. 寻找纵隔淋巴结转移灶；
3. 判断肺癌耐药情况。

## 二、禁忌证

无明确禁忌证。

## 三、操作方法

### (一) 显像剂

1.  $^{201}\text{Tl}$  ( $^{201}\text{Tl Cl}$ ) 半衰期 73 h，用量为 111-185 MBq (3-5mCi)；
2.  $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$  半衰期 6 h，用量为 740 - 1110 MBq (20-30mCi)。

### (二) 给药途径

通常肘静脉注射。在疑有或确定病灶的对侧肘前静脉注射，若怀疑双侧病灶，可经足背静脉注射。动态采集时作“弹丸”注射，(注射液量<0.5ml)。

### (三) 体位

1. 甲状腺显像一般进行平面静态显像。患者仰卧，甲状腺充分暴露，取前位，必要时加侧位。动态或断层采集。
2. 乳腺显像患者俯卧于特制的乳腺显像检查床，或垫高上胸和腹部使双乳自然下垂，行左、右侧位采集；然后再取仰卧位，双臂上举充分暴露双乳、腋窝和锁骨上淋巴结区，进行前位采集，必要时加斜位采集。
3. 其它脏器显像者，可按所在器官常规显像体位。

### (四) 仪器条件和显像方法

1. 受检者事先无需特殊准备，向病人解释检查全过程；
2. 应用低能通用型或低能高分辨平行孔准直器，能峰”  $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$  140keV，窗宽 150A， $^{201}\text{Tl}$  70keV，窗宽 20%；
3. 早期相，注射后 10-20 min 采集，2-3h 行延迟显像；
4. 选择适当的放大倍数，矩阵 128×128 或 256×256，计数 300-600K；断层 360° 旋转，60° / 帧，矩阵 64×64，30-40s / 帧；动态采集，则 2s / 帧共 32 帧。

### (五) 图像处理

1. 采集后显像，根据目测放射性分布判断，病灶区浓集放射性高于对应正常组织为阳性，反之为阴性。
2. 半定量分析：应用 ROI 勾画法，分别计算早期相和延迟相肿物(T)与相应正常组织(N)的放射性摄取比值，及肿瘤滞留指数(RI)

延迟相摄取出值(T / N)-早期相摄取比值(T / N)

$$RI = \frac{\text{早期相摄取比值}(T/N)}{\text{早期相摄取比值}(T/N)} \times 100\%$$

#### 四、注意事项

(一)  $^{201}\text{Tl}$ 、 $\text{Tc-MIBI}$  在肿瘤内的集聚与清除受多种因素影响, 属非特异性显像剂, 有一定的假阳性和假阴性, 应结合病史、体征和其他相关检查进行综合分析;

(二) 显像的阳性率受仪器的分辨率影响较大, 小于 1 cm 的肿瘤及其转移灶常难以发现;

(三) 分析结果时, 应充分考虑体位、注射途径、注射技术或肿瘤的病理情况所致的伪影、假阳性和假阴性, 如乳腺导管癌、硬癌或并发出血呈假阴性, 纤维瘤则呈假阳性。

#### $^{99\text{m}}\text{Tc}(\text{V})-\text{DMSA}$ 肿瘤阳性显像

$^{99\text{m}}\text{Tc}(\text{V})-\text{DMSA}$  或  $[\text{}^{99\text{m}}\text{TcO}(\text{DMSA})_2]^-$ , 可被肿瘤细胞摄取, 但确切机制有待阐明, 它在血浆内可稳定存在, 但在肿瘤细胞内水解, 形成锝酸根,  $^{99\text{m}}\text{Tc}(\text{V})-\text{DMSA}$  特别在甲状腺髓样癌和一些软组织肿瘤有较高浓集。

##### 一、适应证

(一) 甲状腺髓样癌(MTc)的诊断, 确定手术范围, 探查残留病灶, 随访疗效和寻找复发和转移灶;

(二) 软组织肿瘤定性和定位, 探测转移灶和骨骼浸润的累及范围以及放疗和化疗的疗效评估;

(三) 肺部肿块的辅助定性定位诊断;

(四) 甲状腺以外的头颈部恶性肿瘤的定性定位诊断。

##### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

##### 三、操作方法

(一) 病人无需特殊准备, 向病人解释检查全过程, 接受检查前病人排空尿; 显像剂  $^{99\text{m}}\text{Tc}(\text{V})-\text{DMSA}$ , 可用商品药盒标记。

(二)  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  洗脱液注入肾皮质显像剂药盒制得, 用量 740-925MBq (20-25mCi) 儿童剂量减半, 静脉注射给药。

(三) 显像条件与方法低能通用型或高分辨率平行孔准直器, 能峰 1-40keV, 窗宽 10%, 矩阵 128×128 或 256×256; 受检者仰卧位, 包括患侧及健侧对应部位, 于静脉注射后 5-10min 和 2h 进行平面静态显像, 必要时加侧位和断层采集; 如有阳性摄取, 应加做远处静态显像或全身前、后位扫描, 可疑时, 加做 24h 后局部复查。

(四) 图像处理与分析选择显示最清晰图像, 熟悉了解各器官生理性摄取, 根据检测病灶放射性分布目测判读, 若病灶区浓集放射性高于对应正常组织者为阳性, 反之则为阴性, 亦可勾画出 ROI 后, 计算 T/N 比值进行半定量分析, 以提高阳性率。

#### 四、注意事项

(一) 对甲状腺髓样癌诊断的准确性极高, 但若患者治疗后, 病灶的阳性率会下降, 宜用  $^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$  作补充检查;

(二) 某些良性软组织肿瘤、炎症病灶、组织创伤亦可示阳性, 应密切结合病史、体征和其它检查资料进行综合分析。

#### $^{67}\text{Ga}$ 肿瘤与炎症显像

$^{67}\text{Ga}$  作为肿瘤显像剂已有 30 余年历史, 但肿瘤组织积聚  $^{67}\text{Ga}$  的机理至今尚未完全清楚。

一般认为无载体  $^{67}\text{Ga}$  类似 3 价铁离子，在 m 液中能与输铁蛋白等迅速结合，然后与肿瘤细胞表面的特异受体结合，部分进入肿瘤细胞而沉积在溶酶体中，正常或丰富的血液是实现此过程的必要前提。此外，瘤体血管通透性的增加也是一个重要因素。由于白细胞内含有丰富的乳铁蛋白， $^{67}\text{Ga}$  与之结合后随白细胞迁移到炎症部位，积聚于病灶处，故  $^{67}\text{Ga}$  也可进行炎症病变显像，但却因此而降低了诊断的特异性。

## 一、适应证

### (一) 肿瘤

1. 良恶性肿瘤的鉴别诊断。
2. 肿瘤及转移灶定位诊断，寻找原发部位不明的可疑肿瘤病灶。
3. 肿瘤与结节病的鉴别诊断。
4. 恶性黑色素瘤辅助分期及术后随访。
5. 对有胸水和肺不张的患者确定肿瘤扩散的范围及放疗的照射野。
6. 放疗和化疗效果的评价及复发或转移的判定。
7. 肺癌的辅助定性和辅助分期。
8. 骨骼病变的辅助定性。
9. 淋巴瘤①治疗前观察肿瘤是否亲和  $^{67}\text{Ga}$ ，辅助分期。②治疗中早期预测治疗反应，优化个体化疗方案。③治疗后治疗反应，诊断残留病灶。

### (二) 炎症

1. 发热待查患者检测隐匿性感染病灶。
2. 术后或外伤后发热患者检测深部感染病灶。
3. 骨髓炎的诊断与鉴别诊断。
4. 人工关节(髌及膝关节)假肢的松动与感染的鉴别诊断。
5. 应用免疫抑制和抗癌药物治疗的患者及艾滋病患者感染病灶的诊断与鉴别诊断。
6. 溃疡性结肠炎、crohn, s 病的诊断及部位与范围的检测和疗效判断。

## 二、禁忌证

无明确禁忌证。

## 三、操作方法

(一) 显像剂  $^{67}\text{Ga}$  丑的物理半衰期为 78h，通过电子俘获衰变发射 93、185、300 和 393keV 四种射线， $^{67}\text{Ga}$ -枸橼酸为静脉注射液，一般成人用量为 111-370MBq(3-10mCi)。

### (二) 显像方法

1. 病人准备于检查前 1 周停用铁制剂，腹部检查前 1 天服用缓泄剂并于检查前清洁灌肠(大剂量延迟显像可免做)。
2. 显像时间肿瘤检查时，一般于注射后 48-72 h 进行显像，大剂量给药后可推迟到第 7 天显像。炎症检查时，于注射后 6-8 h 和 24 h 各显像一次，必要时 48 h 复查。
3. 检查体位全身行前后位显像，局部行多体位显像，必要时作局部断层显像。
4. 仪器条件选用中能或高能平行孔准直器，采集 93、185 和 300keV 三个能峰，窗宽 20%-。平面显像矩阵 128×128 或 256 x256，采集 500k 计数；全身显像矩阵 256×1024，走速 15crn / min；断层显像矩阵 64×64 或 128×128，探头旋转 3600，帧 / 60，采集 30s / 帧必要时加作衰减校正。

## 四、注意事项

1. 显像剂要有质量保证，注射剂量要充足。
2. 选择好显像时间。
3. 要保证仪器的质量控制，正确选择显像条件。
4.  $^{67}\text{Ga}$  显像必须在淋巴造影前进行。

## 炎症显像

放射性核素炎症显像在隐匿性感染病灶的定位诊断、关节炎及炎症性肠道疾病等的鉴别诊断、疗效评估等方面，有着重要的临床价值。它根据炎症的病理过程，在体外显像，因而是一种简便、安全、无创伤而灵敏度很高的检查方法。常用的炎症显像剂有： $^{67}\text{Ga}$  一枸橼酸、放射性核素标记白细胞、放射性核素标记人免疫球蛋白(HiG)、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$  标记抗人粒细胞单克隆抗体(AK47 及 BW250 / 183)等。随着新的炎症显像剂的不断研制成功，炎症显像范围将不断扩大。

### 一、适应证

1. 发热待查病人检测隐匿性感染病灶；
2. 术后或外伤后发热患者检测深部感染病灶；
3. 腹腔或盆腔炎症 / 感染病灶的探测；
4. 骨、关节炎 / 感染病灶的检测及疗效评估，如骨髓炎、关节炎的诊断与疗效评估、人工关节的松动与感染病灶的鉴别诊断等；
5. 炎症性肠道疾病如溃疡性结肠炎、Crohn' s 病等的诊断、病变部位与范围的检测、疗效的评估；
6. 免疫抑制患者如接受器官移植的患者、接受抗癌药物治疗或放疗的恶性肿瘤患者及获得性免疫缺陷病(AIDS)患者、粒细胞减少症患者等感染病灶的诊断与鉴别诊断；
7. 血管炎症 / 感染病灶的检测，如血管移植片的感染等。

### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

### 三、操作方法

#### (一) $^{67}\text{Ga}$ 显像

1. 病人准备：病变位于腹部时，显像前一天最好不做胃肠道钡剂造影；于显像前二天口服缓泻药或前一天灌肠以清洁肠道。

2. 显像剂： $^{67}\text{Ga}$  一枸橼酸。

3. 显像方法

(1) 静脉注射  $^{67}\text{Ga}$ ，成人剂量 74-220MBq(2-6mCi)；儿童剂量 1.5-2.6MBq / Kg(0.04-0.07mCi/kg)，最小 9-18MBq(0.25-0.5mCi)，最大不应超过成人的最大剂量。

(2) 采集时间：药物注射后 4-8h 及 24h 显像，必要时加做 48-96h 显像。

(3) 显像条件：使用中能准直器，一般取 93、184 及 296keV 三个峰位。常规采集病灶部位前后位、后前位平面显像，必要时可行全身显像或局部断层显像。

(二)放射性核素标记白细胞显像放射性核素标记白细胞显像是目前公认的炎症显像的金标准。

1. 显像剂： $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO-白细胞。

2. 分离白细胞：抽取静脉血 30-40ml，置于消毒的枸橼酸一枸橼酸盐一葡萄糖(ACD)液(每 10inl 全血加 ACD 液 1.5-2ml)抗凝管中。为加速红细胞沉降，每 10ml 全血加入 6%羟乙

基淀粉 3ml 或 2%甲基纤维素盐水溶液 1.5-2ml, 轻轻摇匀, 并将沉淀管倾斜 30-45° 室温下静置 30-60min。移取富含白细胞的血浆, 450g 离心 5min(也可以根据各实验室离心机条件, 150g 离心 8min), 分离的上清液经 2000g 离心 5min 后, 吸取不含血细胞的自家血浆备用。白细胞中加入生理盐水 5ml, 制成白细胞悬液。儿童的抽血量取决于患儿的体重和外周血细胞计数, 最少为 10-15ml。外周血中性粒细胞数应大于  $1-3 \times 10^3 / \text{ml}$ 。

3.  $^{99\text{m}}\text{Tc-HMPAO}$  标记白细胞抽取新鲜标记的  $^{99\text{m}}\text{Tc-HMPAO}$  (370-1110MBq / 1-3ml), 加入白细胞混悬液内, 室温孵育 15-30min, 150g 离心 5min, 弃上清液。以生理盐水 10ml 清洗  $^{99\text{m}}\text{Tc-HMPAO}$ -白细胞 2 次, 每次均经 450g 离心 5min, 最后用不含血细胞的自家血浆 3-5ml 重新悬浮  $^{99\text{m}}\text{Tc-HMPAO}$  一白细胞。

#### 4. 显像方法

(1) 静脉注射  $^{99\text{m}}\text{Tc-HMPAO}$ -白细胞, 成人剂量为 370-1110MBq (10-30mCi), 儿童剂量 3.7-7.4MBq / kg (0.1-0.2mCi / 地), 最小 18-37MBq (0.5-1mCi), 最大不超过成人的最大剂量。

(2) 采集时间: 一般于药物注射后 1-4 小时显像, 必要时可于 16-24 小时显像。

(3) 显像条件: 低能平行孔准直器, 能峰 140Kev, 窗宽 20%。常规采集病灶部位前后位、后前位平面显像, 必要时可行全身显像或局部断层显像。

#### 四、注意事项

$^{67}\text{Ga}$  除炎症病灶外, 亦可浓聚于肿瘤部位, 故应结合临床综合分析显像结果; 经用抗生素或皮质激素治疗的患者,  $^{67}\text{Ga}$  显像可能会产生假阴性结果。标记好的白细胞应尽早使用 (最好在 2 小时内)。若使用静脉滴注, 禁止使用葡萄糖溶液, 以防止标记细胞聚集。

## 第八节 消化系统操作项目

消化系统核素显像是通过观测血流、代谢、功能、形态变化, 对消化系统器官、组织的生理功能和发病机制、疾病的发展过程等提供具有重要的信息, 是诊断消化系统疾病的有效手段。

### 肝脏胶体显像

#### 一、适应证

1. 肝脏位置、形态、大小的评估。
2. 肝库普弗细胞功能评价。
3. 肝脏占位性病变的部位、大小和累及范围的诊断。
4. 上腹部肿块的鉴别诊断, 了解腹部肿块与肝脏的关系。
5. 术前评估术后肝脏残留功能及手术切除范围的确定。
6. 肝脏弥漫性病变的病情评估和追踪观察。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

1. 病人准备: 受检者无需特殊准备。静脉注射显像剂 15 min 后显像。肝功能不良、门脉高压者显像开始时间适当延迟。

2. 显像剂: 临床常使用的显像剂为  $^{99\text{m}}\text{Tc-SC}$  或  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  植酸钠, 静脉注射, 平面显像时,

显像剂剂量为 74-148 MBq (2-4mCi)，断层显像时为 296-444 MBq (8-12 mCi)。

### 3. 显像方法

(1) 平面显像：通常受检者取仰卧位，必要时加做立位。显像仪配置低能平行孔通用或高分辨准直器。能峰 140keV，窗宽 20%，矩阵 128×128 或 256 ×256。常规采集前后位、右侧位、后前位影像，必要时加摄右前斜、左前斜、左侧位。预置计数 500K — 1000K，前后位影像采集时间作为其他体位影像采集的预置时间。

(2) 断层显像：受检者体位、准直器、能峰及窗宽同平面显像，矩阵 64×64。探头旋转 360°，每 3° — 6° 采集 1 帧，每帧采集时间 10-20s。原始图像重建获得横断面、冠状断面和矢状断面图像。

### 四、注意事项

1. 显像前 24h 内不宜进行钡餐检查。
2. 显像时除去衣物表面的金属物品。
3. 嘱受检者平静呼吸，以减少脏器位移的影响。

## 肝血流与肝血池显像

### 一、适应证

1. 肝血管瘤的诊断。
2. 评估肝内占位性病变的血流灌注状态。
3. 肝脏的 m 流灌注评价(如肝缸流量测定，肝动脉、门脉血流比的测定等)。

### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

### 三、操作方法

#### (一) 肝血流灌注显像

1-病人准备：受检者无需特殊准备。静脉注射显像剂前 1h 口服过氯酸钾 400mg。

2. 显像剂：常用  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ，555-740MBq (15-20mCi) 肘静脉弹丸式注射。

3-显像方法：受检者取仰卧位，置探头于前后位或后前位投影位置，视野包括部分心室、腹主动脉、肝脏、脾脏和肾脏。显像仪配置低能平行孔通用型或高分辨准直器。能峰 140keV，窗宽 15%-20%，矩阵 64×64 或 128×128。肘静脉弹丸式注射显像剂的同时启动显像仪进行连续动态显像。每 2s-帧，共计 30 帧。

4. 图像处理：对动态影像电影显示或应用 ROI 技术进行分析。

#### (二) 肝血池显像

1. 病人准备：受检者无需特殊准备。静脉注射显像剂前 1h 口服过氯酸钾 400rag。

2. 显像剂：常用  $^{99}\text{Tc}$  标记的红细胞，555-740MBq (15-20mCi)。

### 3. 显像方法

(1) 显像时间：常规平衡后血池相于注药后 5min、15min 和 30rain 各进行一次静态影像。延迟相于注药后 1. 5-2h 进行静态影像，必要时延至 4-6h。其采集和处理方法同肝胶体显像。

(2) 平面显像：受检者取仰卧位，置探头于前后位或后前位投影位置，或依据病灶在肝内的部位，置探头于最能清晰显示病灶的投影位置。显像仪配置低能平行孔通用型或高分辨准直器。能峰 140keV，窗宽 20%，矩阵 128×128 或 256×256。



(3) 断层显像：受检者取仰卧位，准直器、能峰及窗宽同平面显像，矩阵  $64 \times 64$  或  $128 \times 128$ 。探头旋转  $360^\circ$ ，每  $3^\circ - 6^\circ$  采集 1 帧，每帧采集时间 20-30s，重建原始图像获得横断面、冠状断面和矢状断面图像。

(4) 图像处理用 3D 显示技术，可更直观地显示肝血管瘤的“热区”病变，肝胶体和肝血流与血池显像的对比分析，可对肝内占位性病变作出更准确的判断。

#### 四、注意事项

1. 根据标记红细胞方法的不同，其标记率须达到各方法的质控要求。
2. 需进行肝胶体和肝血流灌注与血池显像时，二者检查时间间隔不宜少于 24h。

### 肝脏肿瘤阳性显像

肝显像以放射性浓聚区(热区)显示肝肿瘤病灶。其特点是利用与肝癌组织具有特殊亲和力的放射性核素、标记化合物或肿瘤特异抗体在肝癌组织中大量浓聚，直接显示肝癌的部位、大小、数量和形态，用于原发性肝癌和转移性肝癌的定性和定位诊断。肝肿瘤阳性显像的方法主要有“亲”肿瘤核素显像、标记药物肝肿瘤阳性显像、肝胆显像剂延迟显像、肝肿瘤放射免疫显像、 $^{99m}\text{Tc}$ 、肿瘤显像、肿瘤肝转移灶特异性显像等。

#### 一、放射性核素肝胆显像剂延迟显像诊断原发性肝癌

肝细胞癌起源于肝细胞，因此有可能摄取放射性肝胆药物。但正常肝组织摄取放射性核素肝胆药物后，迅即将其排入胆道系统，肝区放射性迅速降低。而肝细胞癌病灶缺乏有效的胆道系统，摄人的放射性肝胆药物无法及时排出。因此，放射性淤滞于病灶局部。一方面病灶部位放射性滞留，另一方面病灶周围正常肝组织放射性迅速降低甚至清除，衬托出病灶部位放射性核素浓聚，以“热区”显示。多数情况在延迟显像后病灶方能清晰显示。

##### (一) 适应证

1. 肝细胞癌的定性和定位诊断。包括小肝癌、AFP 阴性肝癌的诊断。
2. 搜寻肝细胞癌肝外转移灶。
3. 肝细胞癌手术后随访，尤其在 AFP 复又升高时。
4. 肝细胞癌、肝腺瘤、肝再生结节的鉴别诊断。

##### (二) 禁忌证

无明确禁忌证。

##### (三) 操作方法

1. 病人准备无特殊要求，若同时检查胆囊功能则需禁食(参见肝胆显像)
2. 显像剂  $^{99m}\text{Tc}$ -PMT 或  $^{99m}\text{Tc}$ -EHIDA、 $^{99m}\text{Tc}$ -DISIDA 等，静脉注射。剂量 555 MBq(15mCi)。
3. 仪器  $\gamma$ 照相机或 SPECT，低能通用平行孔准直器，能窗 20%，能峰 140keV。
4. 体位仰卧位。
5. 显像程序
  - (1) 静脉注射放射性药物。
  - (2) 在注入放射性药物的同时开启  $\gamma$  相机，作肝血流灌注动态采集，每秒 1 帧，共 60s。
  - (3) 早期影像：5min 时采集肝脏正位、右侧位、后位影像，500K-1000K 计数。
  - (4) 若需了解胆道功能，按胆系显影方法采集至 60min。
  - (5) 延迟显像：1、2、5h 分别采集肝脏正位、右侧位、后位静态影像。
  - (6) 必要时在延迟相加作全身扫描或断层显像。
6. 结果判断 5min 时的放射性稀疏、缺损区(或肝胶体显像、超声、MRI、CT 诊断为占位性病变)在延迟显像中表现为放射性浓集，等于或超过周围肝组织，为显像阳性。

#### (四) 注意事项

1. 为减少胆囊影的影响，检查前和检查过程中嘱病人进食。
2. 拍摄延迟相时尽可能将肠道排除在外，以显示肝影。
3. 注意肝细胞癌与肝腺瘤、肝再生结节及肝内胆管扩张的鉴别诊断。

#### 二、肝肿瘤放射免疫显像

以放射性核素标记抗肝肿瘤抗体作为阳性显像剂的肿瘤定位、定性诊断方法。标记抗体通过适当途径引入体内后与肿瘤细胞的特异抗原相结合，从而造成肿瘤部位放射性的高度聚集，通过放射性核素显像显示肿瘤及其转移灶。常使用<sup>131</sup>I、<sup>111</sup>In、<sup>90</sup>Y、<sup>186/188</sup>Re等核素标记的抗体，如抗AFP抗体、抗铁蛋白抗体等。其适应证注意事项详见有关章节。

使用<sup>67</sup>Ga、<sup>201</sup>Tl等“亲”肿瘤核素和标记抗肿瘤化疗药物进行肝肿瘤阳性显像的适应证、注意事项等详见有关章节。

### 肝胆动态显像

静脉注射能被肝细胞摄取并经胆道进行排泄的放射性药物，通过近似于处理胆红素的过程，将其分泌入胆汁，继而经由胆道系统排泄至肠道。动态显像可观察药物被肝脏摄取、分泌、排出至胆道和肠道的过程，了解肝胆系的形态结构和功能。

#### 一、适应证

1. 诊断急性胆囊炎，鉴别诊断慢性胆囊炎。
2. 鉴别诊断肝外胆道梗阻和肝内胆汁淤积（梗阻性黄疸和肝细胞性黄疸）；
3. 先天性胆道闭锁和婴儿肝综合症的诊断和疗效观察；
4. 诊断胆总管囊肿等先天性胆道异常；
5. 肝胆系手术如肝移植、胆道—肠道吻合术（Rous-Y手术）等术后的疗效观察和随访；
6. 肝细胞癌、肝腺癌、肝局灶性结节增生的诊断；
7. 异位胆囊的确定；
8. 肝胆功能的辅助评价；
9. 诊断十二指肠—胃反流。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

(一) 病人准备：检查前至少禁食4h。

(二) 显像剂<sup>99m</sup>Tc标记的乙酰苯胺亚氨二醋酸类化合物(<sup>99m</sup>Tc-lminodiacetic acid; <sup>99m</sup>Tc-IDAS)，如二乙基乙酰苯胺亚氨二醋酸(<sup>99m</sup>Tc-EHIDA)、三甲基溴乙酰苯胺亚氨二醋酸(<sup>99m</sup>Tc-Me-brofenin)，二异丙基乙酰苯胺亚氨二醋酸(<sup>99m</sup>Tc-DISIDA)和<sup>99m</sup>Tc标记的吡哆氨基类化合物(<sup>99m</sup>Tc-Pyridoxylidene amino acid; <sup>99m</sup>Tc-PAA)，如吡哆-5-甲基色氨酸(<sup>99m</sup>Tc-PMT)、<sup>131</sup>I玫瑰红等。

(三) 给药方法：静脉注射。

(四) 剂量

成人：血清胆红素 <2mg/dl	185MBq (5.0mCi)
2-10mg / dl	278MBq (7.5mCi)

>10mg / dl

370MBq (10mCi)

儿童:

7.4MBq / Kg (0.2mCi / Kg)

(不超过 37MBq 或 1mCi)

(五) 仪器大视野 1 照相机或 SPECT 仪, 低能通用平行孔准直器, 窗宽 15%, 能峰 140keV。

(六) 病人体位采用仰卧, 上腹部位于探头下, 以剑突、脐连线中点作为显像中心。

(七) 显像程序弹丸注射肝胆放射性药物, 开启 1 照相机。

动态采集: 注射后即刻, 每秒 1 帧采集 60s, 然后每分钟 1 帧, 采集 60min。

静态影像: 前位 500k-1000k 计数, 然后定同样时间每 5rain 采集一帧, 至 60min。

断层采集: 360° 采集, 3°-6° 1 帧, 每帧采集 10-30s 或计数达 100k。

高度怀疑急性胆囊炎而胆道排泄正常但 45-60min 胆囊持续不显影者, 缓慢(大于 1.min) 静脉注射 0.04mg / Kg 吗啡。必要时, 常规显像结束前(动态采集 60min 后或注射吗啡后 30min) 采集右侧位和左前斜位影像; 必要时进行 2-4h 甚至 24h 延迟显像, 必要时选用适当的介入试验。

#### 四、注意事项

1. 禁食时间过长或使用完全性静脉营养者可能造成假阳性。
2. 检查前 30 - 60rain 应缓慢静脉注射(4min 以上) sincalide 0.01-0.02 1xg / kg。
3. 检查前 6 至 12h 应停用对奥狄氏括约肌有影响的麻醉药物。
4. 必要时加摄其它体位, 如观察胆囊可加摄右侧位像或右前斜位像。诊断胆漏时, 需要通过多体位、多次延迟影像获得确诊。
5. 高度怀疑急性胆囊炎, 胆囊 60min 未显影时应加摄 3-4h 延迟像, 也可使用吗啡介入试验:
6. 胆总管梗阻、胆管狭窄等须在 18-24h 做延迟显像, 先天性胆道闭锁与重症婴肝综合征常难以鉴别。

## 十二指肠一胃反流显像

静脉注射放射性核素肝胆显像剂后, 经由肝脏快速摄取并分泌入胆道, 继而排至十二指肠, 十二指肠一胃反流的患者, 可见显像剂从小肠反流入胃的现象。为本病的诊断提供了一种简便、无创伤性的方法。

#### 一、适应证

1. 慢性胃炎、胃切除术后残胃胃炎、胃溃疡、胃癌、反流性食管炎及某些消化不良疾患检测肠一胃反流;
2. 观察十二指肠一胃反流治疗的效果。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

(一) 病人准备: 检查前至少禁食 4h。

(二) 显像剂: 主要有 <sup>99m</sup>Tc-EHIDA、<sup>99m</sup>Tc-DISIDA、<sup>99m</sup>Tc-Mebrofenin、<sup>99m</sup>Tc-PMI、等。

(三) 给药方法: 静脉注射。成人剂量 185MBq (5.0mCi); 儿童剂量 7.4MBq / Kg (0.2mCi / Kg), 不超过 37MBq 或 1mCi。

(四) 仪器大视野 Y 照相机或 SPECT 仪, 低能通用平行孔准直器, 窗宽 20%, 能峰 140keV。

动态采集：注射后即刻，每秒 1 帧采集 60s，然后每分钟 1 帧，采集 60rain。

静态影像：前位 500K-1000K 计数，然后定同样时间每 5rain 采集 1 帧，至 60min。

(五)病人体位：仰卧，上腹部位于探头下。

(六)显像程序

1. 弹丸注射肝胆放射性药物，开启 1 照相机。

2. 常规显像结束前(动态采集 60min 后或注射吗啡后 30min)采集右侧位和左前斜位影像。放射性药物进入十二指肠后，继续进行动态显像，连续 30-60min，探头视野包括肝脏、胆道、肠道和胃。

3. 使用计算机划定“感兴趣区”，可作出肠胃反流的时间—放射性曲线，并可定量反流程度。

4. 必要时进行 2-4h 甚至 24h 延迟显像。

(七)判断标准正常情况下胆汁不进入胃，表现为十二指肠空肠曲以上的胃区无放射性浓聚，促胆汁分泌后，胃部仍无放射性出现。当存在肠—胃反流时，经由肝、胆道排泄至肠的示踪剂逆流入胃，胃区出现放射性异常浓聚，造成胃显影，即可判断为十二指肠—胃返流。

四、注意事项

1. 如果胃部投影区难以确定或难以判断有无反流，可在检查结束以前口服 0.1-0.2mCi  $^{99m}\text{Tc}$ -IDA，然后再次显像以确定胃的位置和外形轮廓。

2. 由于  $^{99m}\text{Tc}$ -IDA 类药物没有副作用及禁忌证，且辐射剂量小，婴幼儿或老年人均可适用。因此这是一种简便易行、安全有效和无创伤性的核医学诊断方法。

## 门静脉分流显像

在正常情况下，经直肠给予放射性显像剂后，能迅速被直肠粘膜吸收，经肠系膜下静脉到达门静脉进入肝脏，并被肝细胞浓聚，然后回流到心脏。当存在门静脉高压时，门腔静脉之间有侧支循环形成的情况下，部分显像剂绕过肝脏直接进入心脏，导致肝血流减少。应用显像剂仪器可以对分流情况进行定量分析。

一、适应证

1. 慢性肝病、肝硬化患者，了解有无门静脉高压；
2. 门静脉高压的诊断及其疗效评价。

二、禁忌证

无明确禁忌证。

三、检查方法

常用的方法为经直肠给药法。

1. 显像剂及用量常用的有  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 、 $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI、 $^{99m}\text{Tc}$ -RBC，使用剂量为 370-740MBq / 2ml，或  $^{201}\text{Tl}$  111MBq / 2ml 等。

2. 检查方法

(1)病人准备检查前禁食 12h 以上，检查前晚服用缓泻剂清洁肠道；

(2)患者侧卧，将导管插入直肠 20cm 以上的肠腔中，经导管直接注入显像剂，然后注射空气 20ml；

(3)注射结束后，患者取仰卧位，将显像仪器探头对位于腹部和下胸部(包括心脏及肝脾)立即以 1 帧 / 4s 的速度进行动态采集，连续采集 5rain，矩阵 64×64 或 128×128。

(4)数据处理在心、肝中心及肝外(腹部)非大血管区(本底)勾画 ROI，获得心、肝区及

本底区的时间—放射性曲线，扣除本底曲线后，计算出心 / 肝 (H / L) 比值和门体分流指数 (SI)。

$$H / L = \frac{\text{心前区单位象素 ROI 计数}}{\text{肝区单位象素的 ROI 计数}}$$

$$S / L = \frac{\text{心前区 ROI 计数}}{\text{心前区 ROI 计数} + \text{肝区 ROI 计数}} \times 100\% \text{ROI ROI}$$

#### 四、注意事项

1. 使用  $^{99m}\text{Tc}$  为显像剂时，部分可被胃粘膜摄取，对结果产生干扰；
2. 在门静脉高压情况下，通过肝脏的显像剂减少，大部分直接快速进入心脏，故采集数据质量要求较高，否则影响结果的准确性。

### 肠道出血显像

人体红细胞被  $^{99m}\text{Tc}$  标记后 (体内或体外法标记) 或静脉注射  $^{99m}\text{Tc}$  标记胶体后，正常时胃肠壁含血量少基本不显影，如果肠壁有出血灶， $^{99m}\text{Tc}$  标记的红细胞或胶体从肠壁粘膜处逸出进入肠道，形成该部位放射性浓聚，从而可对胃肠道出血做出诊断并可大致定位。

#### 一、适应证

- (一) 寻找消化道出血 (尤其是下消化道出血) 的出血灶。
- (二) 肠粘膜炎症或溃疡性出血。
- (三) 胃肠道血管破裂性出血，异物刺伤，血管畸形，手术等。
- (四) 胃肠肿瘤出血。
- (五) 应激性粘膜溃疡出血。
- (六) 外伤性脏器破裂出血。
- (七) 胆道出血。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

##### (一) 显像剂

1.  $^{99m}\text{Tc}$  标记的自身红细胞。
2.  $^{99m}\text{Tc}$  - 硫胶体， $^{99m}\text{Tc}$  - 植酸钠。

##### (二) 显像方法

1. 体内标记红细胞显像法
  - (1) 注射显像剂前 30rain 口服 KCL04200mg 封闭胃粘膜。
  - (2) 静脉注射亚锡焦磷酸盐 1 支 (内含氯化亚锡 1mg)。
  - (3) 15rain 后病人取仰卧位，1 照相机或 SPECT 的探头自前位对准腹部 (包括剑突至趾骨联合)，矩阵  $128 \times 128$ 。
  - (4) 静脉注射  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  淋洗液 370MBq (10mCi)，立即开始以 2-5min 一帧进行动态采集，或间隔 5-10min 采集一帧，采集 60min，60min 仍为阴性者，需做延迟显像。

2.  $^{99m}\text{Tc}$  标记硫胶体或植酸钠显像法静脉注射  $^{99m}\text{Tc}$  标记硫胶体或植酸钠 185-370MBq (5-10mCi), 立即开始动态采集, 常分为两个时相, 第一时相每 2s 一帧连续采集 60s。第二时相 1min / 帧, 共采集 16 帧。由于  $^{99m}\text{Tc}$  胶体可迅速自血液中被网状内皮系统清除, 显像观察延迟至 60min 即可。

#### 四、注意事项

(一) 检查前病人停止用止血药, 特别是少量出血的病人。因为止血药常容易造成假阴性结果。

(二) 怀疑慢性间歇性出血的病人, 可延长显像时间或用多次显像, 以提高检出阳性率。

(三)  $^{99m}\text{Tc}$  标记硫胶体或植酸钠显像只适用于急性活动胃肠出血而不适用于间歇性出血的延迟显像及胆道出血显像。

(四) 怀疑出血点与大血管或脏器重叠时, 为避免假阴性出现, 可加作侧位显像。

### 异位胃粘膜显像

正常胃粘膜具有快速摄取过锝酸盐 ( $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ) 的特性, 异位的胃粘膜同样具有这种特性, 故在静脉注射  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  后异位胃粘膜可很快聚集  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  形成放射性浓聚灶而被探测。异位胃粘膜主要好发于胃以外消化道节段, 包括 Barret 食管、部分 Mickle 憩室和小肠重复畸形。前者好发于食管下端, 多由于长期胃-食管反流, 刺激食管上皮化生所致; 后二种为好发于空肠、回肠段的先天畸形。异位胃粘膜亦具有分泌胃酸和胃蛋白酶的功能, 可引起炎症溃疡和出血, 本项检查的阳性结果同时具有定位和提示病因的意义。

#### 一、适应证

(一) 下消化道出血疑有 Mickle 憩室和小肠重复畸形。

(二) 小儿下消化道出血病因过筛检查。

(三) 小儿慢性腹痛。

(四) 肠梗阻或肠套叠疑与 Mickle 憩室或小肠重复畸形有关。

(五) 不明原因的腹部包块。

(六) 成人食道疾患的鉴别诊断

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

##### (一) 显像剂

新鲜  $^{99m}\text{Tc}$  过锝酸盐淋洗液, 用量 370MBq (10mCi), 小儿酌减, 外周静脉注射给药, 不宜口服。

##### (二) 显像方法

1. 病人准备: 检查前禁食 > 4h。为保证显像效果, 不得使用过氯酸钾、水合氯醛等阻滞  $^{99m}\text{Tc}$  过锝酸盐吸收的药物、阿托品等有抑制作用的药物以及可刺激胃液分泌的药物。

2. 体位: 常规采集取前位, 在病灶显示最佳时, 可根据需要加作左或右侧位采集。

3. 探头视野范围: 食道显像以剑突为中心; 检查肠道病变时视野范围从剑突到耻骨联合。

4. 采集条件: 矩阵 128×128 或 256×256, 一般可用动态或间隔显像方式检查。例如动态相可每 5min 一帧、持续 30min, 60min 时再采集一帧。也可分别于 0、5、10、30、60min 显像, 总观察时间可为 60-120min。每帧计数 500K-1000K。

5. 食道显像可于病灶显示后, 饮水 200-300ml, 重复显像。

#### 四、注意事项

- (一) 严格禁食, 停用干扰、阻断胃粘膜摄取及促蠕动、分泌药物。
- (二) 腹内病灶性质难定时, 注意侧位显像。

### 胃食管反流测定和显像

胃食管反流系指食管下端括约肌不适当弛缓或经常处于松弛状态等功能障碍, 引起胃内酸性内容物反流入食管的表现。口服不为食管和胃粘膜吸收的酸性显像剂入胃后, 上腹部加不同的压力, 同时对胃和食管下段进行连续动态显像, 根据食管下段是否出现放射性及其与压力的关系既可判断有无胃食管反流及反流程度。

#### 一、适应证

- 1. 引起胃灼热和反酸的原因;
- 2. 反流性食管炎;
- 3. 小儿反复吸人性肺炎的病因;
- 4. 婴幼儿不明原因的呕吐;
- 5. 胃大部切除术后并发症;
- 6. 慢性肺部感染原因。

#### 二、禁忌证

食管与气管瘘患者。

#### 三、操作方法

(一) 显像剂常用的显像剂为  $^{99m}\text{Tc}$  一硫胶体或  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 制成的酸性显像剂, 内含 1.50ml 桔子汁、150ml 0.1N HCl、14.8-37MBq (0.4-1mCi)  $^{99m}\text{Tc}$ -硫胶体或  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 的混合液。婴幼儿检查时将上述显像剂加入牛奶中, 牛奶量按 300ml / 1.7m<sup>2</sup> 体表面积计算, 活度 7.4-11.1MBq (200-300 $\mu\text{Ci}$ )。

(二) 病人准备受检者禁食 4-12h。

#### (三) 显像方法

##### 1. 常规显像

(1) 在受检者腹部缚于带压力装置的腹带或者缚普通腹带, 在其下面放置血压计的充气气囊, 连接血压计。

(2) 嘱受试者 3min 内饮完 300ml 显像剂, 再服 15-30ml 清水以去除食管内残余放射性。10-15min 后仰卧于  $\gamma$  照相机探头下, 取前位显像, 视野包括食管和胃。

(3) 充气腹带逐级加压, 分别为 0、2、4、6、8、10、12、和 13.3Kpa, 每级加压后采集 30s。

(4) 采集条件探头配置低能通用或高灵敏型准直器, 能峰 140keV, 窗宽 20%, 矩阵 128  $\times$  128。

##### 2. 婴幼儿显像

(1) 显像剂经鼻饲入胃, 拔出鼻饲管。

(2) 鼻饲 5-10min 后开始显像, 婴幼儿检查可不用腹带加压, 2min / 帧连续采集 1h, 2-4h 内在胸部显像几次。

(3) 采集条件探头配置低能通用或高灵敏型准直器, 能峰 140keV, 窗宽 20%, 矩阵 128

×128。

### 3. 影像处理

(1) 用 ROI 技术获得各时相食管和胃的计数率，生成时间放射性曲线，观察曲线上是否出现尖峰及其数目。峰的高度与反流量成比例，其宽度反映反流发作的持续时间。

(2) 计算胃食管反流指数 (GERI)

$$\text{GERI}(\%) = \frac{E_n - E_B}{G_0} \times 100$$

式中  $G_0$  为压力 0 时，全胃内的放射性计数。 $E_n$  为某时或某压力时食管内的放射性计数， $E_B$  为食管本底计数率。

## 四、注意事项

1. 显像剂的配置方法及用量应严格按照方法要求。
2. 显像前应在视屏上观察食管部位有无残留放射性，若有，可再饮几口水之后再观察，如已无放射性才可进行系列显像。
3. 腹部加压时的压力要准确，否则会影响结果准确性。
4. 勾画食管部位 ROI 时，每帧胃轮廓要尽量一致。

## 食道通过时间测定

食管通过时间测定是了解食管运动功能的一种简便易行的方法。当含有放射性显像剂的食物被吞食后，随着食管的蠕动，放射性显像剂随之通过食管并进入胃。用 1 照相机连续采集此过程，即可获得食管通过食管时的影像变化和相应参数，如食管通过时间。

### 一、适应证

1. 原发性食管运动功能障碍性疾病。
2. 继发性食管运动功能障碍性疾病，如系统性硬化症、糖尿病合并周围神经病变等。
3. 药物、手术等疗效的观察。

### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

### 三、操作方法

1. 病人准备：检查前应禁食 4-12h。
2. 显像剂：应具备稳定的化学性质，在整个检查过程中保持原有状态不变，且不被食管、胃肠道粘膜吸收，常用  $^{99m}\text{Tc-SC}$  (硫胶体)，剂量 18.5-37MBq (0.5-1.0 mCi)。
3. 采集条件：患者取直立位，面向 1 照相机或 SPECT 探头，配备低能高灵敏或低能通用型准直器。设置能峰 140keV，窗宽 20%，矩阵 64×64，使视野上界为口咽部，下界为胃底部。
4. 嘱患者将含有 18.5-37MBq 的 15ml  $^{99m}\text{Tc-SC}$  溶液吸入口中，并保留在口腔内。在患者作一次弹丸式吞咽的同时启动计算机，0.5s / 帧，共 120 帧；随后 30s / 帧，共 8 帧。在整个检查过程中，自第一次吞咽以后每隔 30s 干咽一次。
5. 图像处理：采用感兴趣区 (ROI) 技术勾画出全食管及分段食管 (分为上、中、下段)，处理得到时间-放射性曲线，分析其通过时间及通过率，计算公式如下：

$$\text{Ct}(\%) = \frac{E_{\text{max}} - E_t}{E_{\text{max}}} \times 100\%$$



$C_t$  为时间  $t$  时的食管通过率； $E_{max}$  为开始吞咽后即刻的食管最大计数率； $E_t$  为时间  $t$  时的食管计数率。

#### 四、注意事项

1. 体位、显像剂种类和容积、吞咽频率等都会影响结果，故需注意方法的标准化，结果才会具有可比性。
2. 采集和干咽的方式以及参数的选择必须保持一致。
3. 患者头部取侧位，胸部紧贴探头，避免口接触到准直器造成污染。
4. 也可采用其它类型的显像剂，但应满足基本条件。

### 胃排空功能测定

将不被胃粘膜吸收的放射性显像剂标记的食物摄入胃内，经胃的蠕动传送而有规律地将其从胃排入肠腔，用 $\gamma$ 照相机或 SPECT 仪连续记录在此过程中胃的影像和胃区放射性计数下降的情况，计算出胃排空时间，以反映胃的运动功能。这是在生理状态下准确了解胃排空功能很好且常用的方法。

#### 一、适应证

1. 胃正常生理功能的评价。
2. 胃排空障碍原因的探讨。
3. 药物及手术治疗的疗效观察和随访。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

胃内固体食物的排空速度与液体食物不同，固体—液体混合食物与单纯一种食物的胃排空速度也不同，为适合不同类型食物检测的需要而建立了液体食物胃排空、固体食物胃排空以及固体—液体混合食物胃排空测定法等。通常液体食物胃排空检查对隐匿异常的检出敏感性不如固体食物胃排空检查法，所以，如果仅作一种食物的胃排空测定，应采用固体食物胃排空检查。只要条件允许，建议采用固体—液体混合食物胃排空测定法。

1. 病人准备隔夜禁食(至少 8h 以上)。
2. 试餐制备

固体食物的制备：取 37-74MBq (1-2 mCi)  $^{99m}\text{Tc}$ -SC 或  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA，加入到 120g 鸡蛋中搅匀，在油中煎炒至固体状，夹入两片面包中备用。有条件时，也可采用  $^{99m}\text{Tc}$ -Sc 或  $^{99m}\text{Tc}$ -植酸钠标记鸡肝。

液体食物的制备：取 37-74MBq  $^{99m}\text{Tc}$ -SC 或 DTPA，加入到 5% 葡萄糖(糖尿病患者用生理盐水) 300ml 中混匀备用。作固体—液体混合食物胃排空测定时，则应选用  $^{111}\text{In}$ -DTPA 11.1-18.5MBq (0.3-0.5 mCi)。

半固体食物的制备：取 TETA 树脂 250mg 与  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  混合，加生理盐水至 5ml，振荡 10min，获得 %  $^{99m}\text{Tc}$ -TETA 树脂，与 50g 麦片、2g 食盐配制成的麦片粥混匀备用，总体积 300。

3. 采集条件：采用低能通用型准直器，能峰 140keV，窗宽 20%，矩阵 128×128 或 256×256，使胃和大部分小肠于探头视野中。如做固体—液体混合食物胃排空测定时，用  $^{111}\text{In}$ -DTPA 标记液体食物，则应用中能准直器，能峰为 173keV 和 247keV，窗宽 20%，矩阵

同上，如无中能准直器时，可用高能准直器代替。

4. 患者在预先统一的时间空腹服用试餐，要求在 5min 内吃完。在做固体—液体混合食物胃排空检查时，先服固体食物，后服液体食物。从进食开始计时，在 5min(即服完试餐后)、10min、15min、20min 各采集 1 帧，随后每 15min 采集 1 帧，每帧采集 60s，连续观察 2h。若 2h 放射性计数尚未下降 50%，可继续延长观察时间。

5. 患者仰卧于探头下，或直立位面向探头。在两次采集之间的间歇期，允许患者适当走动，但每次显像的体位必须一致。每个时间点的采集，均同时作前位显像和后位显像，然后取平均值；如果用双探头 SPECT 采集，一次成像即可完成。

6. 采用 ROI 技术勾画出胃的轮廓，计算出各时间点全胃内放射性计数，绘出时间—放射性曲线，并按下述公式计算出各时间点的胃排空率。也可将胃区划分为近端胃、远端胃分别计算各自的胃排空率。

$$GEt(\%) = \frac{C_{max} - C_t}{C_{max}} \times 100\%$$

GEt：时间 t 时的胃排空率；C<sub>max</sub>：胃区内最大计数率；

C<sub>t</sub>：时间 t 时胃内的计数率(经衰变校正和衰减校正后)。

#### 四、注意事项

1. 正常人胃排空率和半排时间因显像剂类型、显像体位、食物组成、食物的温度、进食的速度及进食后的活动情况的不同而有差异。所以不同单位应针对各自的方法建立起自己的正常值；测量结果尚须经过衰变校正和衰减校正。

2. 试餐应合病人的口味，试餐的量应较平时饮食量相对减少。

3. 检测前 1-2 周应停药影响胃动力的药物。

4. 显像剂的标记率应>95%。在无川 In-DTPA 时，可考虑用<sup>111</sup>In-DTPA 代替。

5. 几个患者同时做检查时，要合理安排间隔时间，避免检查时间点互相冲突，以保证结果的准确性。

## 小肠通过时间测定

小肠通过时间测定是了解小肠运动功能的较好方法，是测定放射性核素标记的食物从十二指肠到盲肠的通过时间。利用与胃排空时间测定相同的原理，将不被胃肠粘膜吸收的放射性核素标记的食物摄入胃内，经过胃的蠕动排入肠腔，在体外用 1 相机或 SPECT 连续观察食物由胃进入小肠、排入结肠的整个过程，通过一定的方法计算出小肠通过时间和小肠残留率等参数，以了解小肠的运动功能。

### 一、适应证

1. 小肠运动功能障碍性疾病：如假性小肠梗阻、肠易激综合征、迷走神经切断术后腹泻等。

2. 平滑肌源性疾病：如淀粉样变性、系统性硬化症、皮肤炎等。

3. 周围神经系统疾病。

4. 胃肠运动功能障碍药物治疗前后疗效的观察。

### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

### 三、操作方法

1. 病人准备：隔夜禁食(至少 8h 以上)。

2. 试餐制备：37-74MBq(1-2 mCi)  $^{99m}\text{Tc}$ -SC 或 DTPA，加入到 120g 鸡蛋中搅匀，在油中煎炒至固体状，夹入两片面包中备用。

3. 采集条件：采用低能通用型准直器，能峰 140keV，窗宽 20%，矩阵 128×128 或 256×256，使胃小肠和结肠均在探头视野中。’

4. 患者在预先统一的时间空腹服用试餐，要求在 5min 内吃完。显像时，患者仰卧于探头下，从进食开始计时，在第 1h 内每 15min 采集 1 帧，每帧采集 60s；在第 2-4h 每 30min 采集 1 帧，直到 80%的试餐进入结肠。

5. 采用 ROI 方法分别画出胃区和结肠区 ROI，计算出每帧图像中各 ROI 计数，经衰减校正和衰变校正后，画出胃排空和结肠填充的时间—放射性计数曲线，用平均小肠通过时间法(结肠半填充时间—胃半排空时间)，或用反卷积分法按公式： $h(t)=r(t) * e(t)$  计算出小肠通过时间。

$h(t)$ ：小肠通过时间； $r(t)$ ：结肠填充时间； $e(t)$ ：胃排空时间；\*：代表反卷积。

#### 四、注意事项

1. 各 ROI 计数必须进行衰减校正和衰变校正，在显像过程中患者身体不要旋转，体位应保持一致，探头与患者之间的距离也应保持一致。

2. 由于在小肠与结肠之间、胃与结肠之间存在着重叠现象，测量结果尚需进行重叠校正。

3. 试餐的组成、采集过程等因素对结果均会产生影响，因此各单位应严格控制检查条件，并建立各自的正常值。

4. 在显像的前几帧，可较好画出胃的轮廓；在显像的后几帧，可较好画出结肠的轮廓。

### 唾液腺显像

唾液腺显像是了解唾液腺摄取、分泌、排泄功能及有无占位性病变的常用的方法。唾液腺小叶内导管上皮细胞具有从血液中摄取和分泌  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  离子的功能，静脉注射的  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  随血流到达唾液腺，被小叶细胞从周围毛细血管中摄取并积聚于腺体内，并在一定的刺激下分泌出来，随后逐渐分泌到口腔。因而在体外对唾液腺进行显像，可了解唾液腺位置、大小、形态和功能情况。

#### 一、适应证

1. 唾液腺功能的判断，如干燥综合症的诊断、唾液腺手术后残留腺体或移植唾液腺功能的判断。

2. 占位性病变的诊断，如淋巴乳头状囊腺瘤的诊断等。

3. 异位唾液腺的诊断等。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

1. 病人准备

检查前病人无须特殊准备，勿服用过氯酸钾。

2. 采集条件：采用低能高分辨型或通用型准直器，能峰 140keV，窗宽 20%矩阵 128×128 或 256×256。

3. 静脉注射  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  洗脱液 185-370MBq(5-10mCi)后，于 5、10、20、40min 后分别行前

位和左右侧位显像，视野中应包括整个唾液腺和部分甲状腺。然后舌下含服维生素C300-500mg 促使唾液腺分泌后，嘱患者漱口清洗口腔，并于清洗口腔前后分别显像。

4. 必要时，可采用弹丸式静脉注射显像剂，2s / 帧，共 30 帧，矩阵 64×64 或 128×128，以了解唾液腺的血流灌注情况。

#### 四、注意事项

腮腺造影可影响唾液腺摄取高锝酸盐的能力，故应在造影之前或在造影后数日再行本项检查。

## 尿素呼气试验

幽门螺杆菌(*Helicobacter pylori*, H. *pylori*)是急性与慢性胃炎、消化性溃疡的重要致病因素，并与胃癌的发生和发展有密切关系。我国普通人群中幽门螺杆菌的感染率达50%-60%，部分地区的感染率更高。由于幽门螺杆菌能产生活性较强的尿素酶，因此，尿素酶的存在是幽门螺杆菌感染和代谢活跃状态的依据。当胃内存在幽门螺杆菌时，口服示踪碳(C)标记的尿素被其产生的尿素酶分解，示踪碳以CO<sub>2</sub>形式经肺呼出。C-尿素呼气试验正是利用这一原理来检测幽门螺杆菌的感染，它是一种非侵入性、无痛苦、敏感而可靠的检查方法。根据示踪原子C不同，C-尿素呼气试验可分成两种，<sup>14</sup>C-尿素呼气试验和<sup>13</sup>C-尿素呼气试验。

#### 一、适应证

1. 有胃部不适，怀疑有幽门螺杆菌感染者。
2. 急慢性胃炎和胃、十二指肠溃疡患者。
3. 幽门螺杆菌根除治疗后疗效评价和复发诊断。
4. 幽门螺杆菌感染的流行病学调查与筛选手段。

#### 二、禁忌证

C-尿素呼气试验无明确禁忌证。<sup>14</sup>C-尿素虽有少量放射性，在孕妇和儿童中慎用，但并非禁忌。

#### 三、操作方法

1. <sup>13</sup>C-尿素呼气试验：收集本底气体样本后，将75mg的<sup>13</sup>C-尿素伴150ml的橘子水服下，静坐30分钟后，再一次收集气体样本。采用<sup>13</sup>C质谱分析仪或红外测定仪，测量<sup>12</sup>CO<sub>2</sub>中<sup>13</sup>CO<sub>2</sub>的含量，然后得出试验后与试验前的差值，以：DOB(delta over baseline)表示。

2. <sup>14</sup>C-尿素呼气试验：收集本底气体样本后，将37kBq(1μCi)的<sup>14</sup>C-尿素胶囊伴150ml的橘子水服下，静坐20分钟后，再一次收集气体样本。气体收集的具体方法是：试验者呼出的气体通过吹气管进入含有CO<sub>2</sub>吸附剂Hyamine Hydroxide的液闪测定杯中(1mmol / 2ml)，当闪烁杯中的指示剂变为无色时，正好溶解了1 mmol的CO<sub>2</sub>采用液体闪烁计数仪测定dpm / mmol CO<sub>2</sub>，得出试验后与试验前的比值。

#### 四、注意事项

1. 试验者必须停用抗菌素和铋剂至少30天。
2. 试验者必须停用硫酸铝和质子泵抑制剂至少2周。
3. 试验者禁食至少6h。
4. 正常值参考值应根据各实验室的机器性能，通过大量临床试验来决定。

5. 目前设备获得的  $^{13}\text{C}$ -或  $^{14}\text{C}$ - $\text{CO}_2$  测定值与幽门螺杆菌的感染程度无明确线性关系。
6. 在肺功能不良的患者可能会影响碳呼出的峰时与呼出量。

## 第九节 泌尿系统操作项目

### 肾动态显像

肾动态显像是检测泌尿系统疾患的常规核素检查方法,包括肾血流灌注显像和肾功能动态显像,可以为临床提供双肾血流、大小、形态、位置、功能及尿路通畅情况,是临床核肾脏病学的重要组成部分。

#### 一、适应证

1. 了解双肾大小、形态、位置、功能及上尿路通畅情况。
2. 估价肾动脉病变及双肾血供情况,协助诊断肾血管性高血压。
3. 了解肾内占位性病变区域的血流灌注情况,用以鉴别良、恶性病变。
4. 诊断肾动脉栓塞及观察溶栓疗效。
5. 监测移植肾血流灌注和功能情况。
6. 肾外伤后,了解其血运及观察是否有尿漏存在。
7. 腹部肿物的鉴别诊断,确定其为肾内或肾外肿物。
8. 肾实质病变主要累及部位(肾小球或肾小管)的探讨。
9. 急性肾功能衰竭病变部位的鉴别。
10. 非显像肾图疑有对位影响或不能区分功能受损与上尿路引流不畅而临床需要鉴别诊断。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

##### (一)显像剂

1.  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA 成人剂量为 370-740MBq,儿童剂量为 7.4MBq / kg(最小为 74MBq,最大为 370MBq)。
2.  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3 和  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -EC 成人剂量为 296-370MBq,儿童剂量为 3.7MBq / kg(最小为 37MBq,最大为 185 MBq)。
3.  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -GH 成人剂量为 370-740MBq,儿童剂量为 7.4MBq / kg(最小为 74MBq,最大为 370MBq)。
4.  $^{131}\text{I}$ -OIH 经典的肾小管分泌型显像剂,80%通过肾小球滤过排出,20%由肾小管分泌排出。成人剂量为 11.1MBq。
5.  $^{123}\text{I}$ -OIH 肾小管分泌型显像剂,80%通过肾小球滤过排出,20%由肾小管分泌排出。成人剂量为 37MBq。

##### (二)显像方法

1. 准备如夏季出汗较多或失水者,检查前 30-60min 饮水 300-500ml 或 8ml / kg,显像前排空膀胱。 $^{99\text{m}}\text{T}$  和  $^{123}\text{I}$  标记物为显像剂时,一般无特殊准备。
2. 体位常规肾功能显像:坐位或仰卧位,后位采集。移植肾的监测:仰卧位,前位采

集。

3. 操作程序肘静脉弹丸样注射显像剂,同时启动采集开关,行连续双肾动态采集,共20-40min。采集分为两个时相进行,肾血流相采集时每1-2s采集一帧,连续采集60s;肾功能相每15-60s采集一帧,连续采集20-40min,可根据病情需要设置。

4. 采集条件使用 $^{99m}\text{Tc}$ 或 $^{123}\text{I}$ 标记物为显像剂时,探头配置低能通用型准直器,能峰分别为140keV或159keV;使用 $^{131}\text{I}$ 标记物为显像剂时,探头配置高能准直器,能峰为360keV,窗宽20%,矩阵 $64\times 64$ 或 $128\times 128$ ,30-60s/帧。

5. 图像处理应用感兴趣区(ROI)技术分别勾画出双肾区及腹主动脉区或心影区,获取双肾血流灌注和功能曲线及相关定量参数。

#### 四、注意事项

1. 检查过程中,患者须保持体位不动。
2. 弹丸注射需高质量。
3. 显像药物标记率要大于96%。

### 肾静态显像

肾静态显像是通过有功能的肾小管细胞对特定药物的摄取,使肾脏清晰显影,从而为临床提供有关的肾脏信息,如肾脏的大小、形态、位置、分肾功能及占位性病变等。

#### 一、适应证

1. 了解双肾大小、形态、位置;诊断肾畸形和肾萎缩。
2. 肾内占位性病变、缺血性病变和破坏性病变(包括疤痕和外伤)的检测。
3. 分肾功能的测定。
4. 鉴别诊断腹部肿物与肾脏关系。
5. 观察尿毒症肾脏的影像与功能。
6. 肾血管性高血压筛查。
7. 肾盂肾炎的辅助诊断。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

##### (一)显像剂

1.  $^{99m}\text{Tc}$ -DMSA40%以上的显像剂与肾小管细胞结合。成人剂量为74-185MBq,儿童剂量为1.85MBq/kg(最小为222MBq)。

2.  $^{99m}\text{Tc}$ -GH参见第一节。成人剂量为370-740mCi,儿童剂量为7.4MBq/kg(最小为74MBq,最大为70MBq)。

##### (二)显像方法

1. 准备一般无特殊准备。不合作者(如儿童、意识障碍者)给予适量的镇静剂,以确保显像过程中保持体位不变。显像前排空膀胱。

2. 体位常规取仰卧位,有时也可取坐位。平面显像:后位、前位、左后斜位、右后斜位,必要时行左侧位和右侧位显像。

3. 操作程序静脉注射显像剂30min后,分别行双肾平面和断层显像。

4. 采集条件探头配置低能通用型准直器, 平面采集  $3 \times 10^5 - 5 \times 10^5$  计数或配置针孔准直器, 平面采集  $1 \times 10^5$  计数; 断层时, 探头配置低能高分辨准直器, 能峰为 140keV, 窗宽 20%, 矩阵  $64 \times 64$  或  $128 \times 128$ ,  $360^\circ$  椭圆旋转,  $3^\circ - 6^\circ / \text{帧}$ , 20-40s / 帧。

5. 图像处理平面影像无需特殊处理; 断层影像需重建, 选用适当的滤波函数, 进行衰减校正。

#### 四、注意事项

注射显像剂后, 建议患者多喝水, 将未与肾小管细胞结合的显像药物排除体外。

### 肾小球滤过率测定 (GFR)

单位时间内从肾小球滤过的血浆容量 (ml / min) 称为 GFR。通常采用只经肾小球滤过而无肾小管分泌的放射性药物, 如  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, 静脉注射  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 后, 它不与血浆蛋白结合, 首次随血循环通过肾小球时 95% 以上被滤过。根据放射性药物被清除的速度和数量计算 GFR。GFR 是判断肾功能的灵敏指标, GFR 的改变早于外周血肌酐、尿素氮的改变, 有利于早期诊断。此外, GFR 量的改变也可判断治疗效果。

#### 一、适应证

- (一) 综合了解肾脏的形态、功能和尿路通畅情况。
- (二) 对各种肾病的肾功能判断。
- (三) 对各种肾病的疗效观察。
- (四) 了解糖尿病对肾功能的影响。
- (五) 移植肾监护。
- (六) 病肾残留功能, 供选择病肾手术类型时参考。
- (七) 新药对肾功能的影响。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

##### (一) 显像剂准备

显像剂为  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA, 其放射化学纯度大于 95%, 使用量 185-740MBq (5-20mCi) (根据各单位所用显像设备而定), 体积小于 1ml。

##### (二) 受检者检查前准备

1. 检查前三天停用任何利尿药物或静脉肾盂造影检查。
2. 记录受检者的身高 (cm) 和体重 (Kg)。
3. 检查前排尿。

##### (三) 操作步骤

1. 将探头面朝上, 放置注射器测定架 (中心点位于探头中央, 高度 30cm), 将装有  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 的注射器插入测定架的孔中, 测定总计数, 时间为 1rain。
2. 体位: 取坐位或仰卧位, 探头贴紧背部, 使双肾全部和膀胱包括在探头视野内。
3. 采用常规弹丸式静脉注射显像剂, 同时启动采集程序, 进行动态采集。
4. 采集结束后按①的方法测定注射器的残留计数。
5. 采集条件探头配置低能通用型准直器, 矩阵为  $64 \times 64$  或  $128 \times 128$ , 第一时相为 1 s /

帧,采集 60 帧,第二时相为 1min / 帧,采集 17 帧,或 15s / 帧,采集 72 帧,总采集时间 18min。

6. 图像处理使用 ROI 技术勾画双肾轮廓,并在双肾下缘勾画新月形本底区,取出各计数率值,代入计算 GFR 公式内,算出 GFR。一般各单位照相机或 SPECT 均有编制的 GFR 处理软件,可按其说明书操作处理,算出 GFR 值。

#### 四、注意事项

1.  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 放化纯度必须大于 95%,过多的游离  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 会影响测定值。

2. 弹丸式注射的质量是准确定量 GFR 的保证,数据采集结束后应测定肘前部注射点的计数。如注射液漏至血管处,会使计数率大于 5%,将明显影响定量的准确性。尽管通过减除的办法可部分消除影响,但因遗漏到软组织的  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA 缓慢被吸收而影响定量数据。

3. 正确勾画双肾的轮廓和本底是获得准确 GFR 值的基础。

4. 在测定移植肾 GFR 时,病员应取仰卧位,探头贴近髂窝的移植肾部位,其余操作步骤同前述。

### 肾有效血浆流量(ERPF)

肾有效血浆流量(ERPF)系指单位时间内流经肾单位的血浆流量。通常采用肾小管分泌型放射性药物  $^{131}\text{I}$ -OIH、 $^{99m}\text{Tc}$ -EC 等进行测量。此类药物静脉注射后随血流进入肾循环,一次流经肾脏时几乎能完全清除掉该物质,这便是肾脏的最大清除率。因为肾脏只能清除流经肾脏那一部分血液中的显像剂,因此测定该显像剂的最大清除率,便可以算出单位时间流经肾脏的血浆量,即肾有效血浆流量。

#### 一、适应证

(一)各种急、慢性肾脏疾病的肾功能测定。

(二)各种肾外疾病时肾功能测定。

(三)各种肾病的疗效观察。

(四)移植肾监护。

(五)新药对肾功能的影响。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

##### (一)显像剂准备

显像剂为  $^{131}\text{I}$ -OIH 或  $^{99m}\text{Tc}$ -EC,其放射化学纯度大于 95%  $^{131}\text{I}$ -OIH 使用量为 9.25-11.1MBq(250-300 $\mu\text{Ci}$ );  $^{99m}\text{Tc}$ -EC 使用量为 185-370MBq(5-10mCi),体积<1ml。

##### (二)检查前准备

1. 检查前三天停用任何利尿剂或静脉肾盂造影检查。
2. 记录受检者身高(cm)和体积(kg)。
3. 检查前排尿。

##### (三)操作步骤



1. 将探头面朝上, 放置注射器测定架(中心点位于探头中央, 高度 30cm)将装有  $^{99m}\text{Tc-EC}$  或  $^{131}\text{I-OIH}$  的注射器插入测定架的孔中, 测定总计数, 时间为 1min.

2. 体位: 取坐位或仰卧位, 探头贴紧背部, 使双肾全部和膀胱包括在探头视野内。

3. 弹丸静脉注射(方法参见第二节 GFR 测定)后, 立即启动采集程序进行动态采集

4. 采集条件使用  $^{99m}\text{Tc-EC}$  时探头配置低能通用型准直器; 使用  $^{131}\text{I-OIH}$  时, 探头配置高能平行孔准直器。矩阵为  $64 \times 64$  或  $128 \times 128$ 。第一时相为 1s / 帧, 采集 60 帧, 第二时相为 1rain / 帧, 采集 17 帧; 或者 1.5s / 帧采集 72 帧, 总采集时间 18min。

5. 采集结束后按方法①测定注射器的残留计数。

6. 图像处理使用 ROI 技术勾画双肾轮廓, 并在双肾下缘勾画新月形本底区。取出各计数率值, 代入计算 ERPF 公式内算出 ERPF。一般各单位的照相机或 SPECI' 均有编制的 ERPF' 处理软件, 可按其说明书操作处理, 算出 ERPF 值。

#### 四、注意事项

1. 显像剂放化纯度必须大于 95%。

2. 弹丸式注射的质量是准确定量 ERPF' 的保证, 数据采集结束后应测定肘前部注射点的计数, 若注射液渗漏, 使注射局部计数率大于 5%, 会影响定量的准确性, 尽管通过减除的办法可部分消除影响, 但因遗漏到软组织内的显像剂被缓慢吸收而影响定量数据。

3. 正确勾画双肾的轮廓和本底区。

4. 测定移植肾 ERPF 时, 病员应取仰卧位, 探头贴近髂窝的移植肾部位, 其余操作步骤

### 同前述。肾图

肾图为双肾时间—放射性计数曲线, 反映肾脏的功能状态和尿路排泄的通畅情况。通常根据肾动态显像的影像系列获得。在无核医学显像仪器的单位和床前行移植肾监测时, 仍常规应用非显像核素肾图仪检测。

#### 一、适应证

1. 了解双肾功能及上尿路通畅情况。

2. 移植肾的监测。

3. 肾输尿管术后疗效观察。

4. 尿路反流的诊断。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

(一) 显像剂  $^{131}\text{I-OIH}$ , 描记法用量 0. 185-0. 37MBq; 显像法用量 11. 1MBq。  $^{99m}\text{Tc-MAG3}$  和  $^{99m}\text{Tc-EC}$  用量为 296-370MBq。

(二) 操作方法

(1) 准备检查当日常规饮水 200ml, 显像前排空膀胱。

(2) 体位常规肾图: 坐位或仰卧位, 后位测定。移植肾的监测: 仰卧位, 前位测定。

(3) 仪器条件调整仪器的探测条件, 使探头的探测效率处于同一水平。

(4) 采集和处理静脉弹丸样注射显像剂, 同时启动测定开关, 记录双肾区曲线, 然后通过计算机处理曲线, 计算有关定量参数。

#### 四、注意事项

1. 测定时探头需准确对位于双肾的部位,在静脉注射后 2 分钟之内,注意调整探头对位的准确性。
2. 检查过程中,患者须保持体位不动。
3. 弹丸注射需高质量。
4. 对近期内曾做静脉肾盂造影患者,应适当推迟检查时间。

## 肾功能检查介入试验

介入试验是充分利用药物或其他负荷方式,改变肾脏的正常或病理生理过程,获得更多的‘肾功能信息,达到诊断的目的。最常开展的有利尿剂介入试验和巯甲丙脯酸(Captopril)介入试验。

### 一、利尿剂介入试验

#### (一)适应证

1. 肾盂显像剂滞留的鉴别诊断。
2. 对机械性上尿路梗阻行解除手术后,肾动态显像示上尿路仍有显像剂滞留时,观察梗阻是否已经解除。
3. 随访单纯肾盂扩张的变化。

#### (二)禁忌证

无明确禁忌证。

#### (三)操作方法

1. 显像剂参见第一节和第五节。
2. 显像方法
  - (1)准备检查前 30-60min 常规饮水 300-500ml 或 8ml / kg。老年人和儿童最好留置尿管,若未插尿管,显像前须排空膀胱。
  - (2)体位参见第一节肾功能动态显像。
  - (3)操作方法
    - 1)肾显像与肾图操作程序同第一节和第五节。
    - 2)速尿使用剂量为 0.5mg / kg 体重。
    - 3)检查方法分为一次法和二次法。一次法是在常规显像采集和肾图描记结束后,即刻注射速尿,再继续采集双肾影像或肾图记录 20min,并计算利尿指数;二次法通常是常规肾图或肾动态显像与利尿介入检查分两次进行,两次检查需间隔一天以上,以排除残留放射性的干扰。
  - (4)采集条件和图像处理参见第一节和第五节。

#### (四)注意事项

1. 必须保证足够的水负荷。
2. 必须避免膀胱过度充盈造成的显像剂滞留假象。
3. 注射速尿后,至少采集双肾影像 20min 以上。

### 二、巯甲丙脯酸介入试验

#### (一)适应证

协助诊断肾血管性高血压。

#### (二)禁忌证

无特殊禁忌证。

### (三) 操作方法

1. 显像剂参见第一节和第五节。

2. 显像方法

(1) 准备停用血管紧张素转换酶抑制剂 1wk, B 受体阻滞剂 3d 以上。其它同第一节肾功能动态显像。

(2) 体位参见第一节和第五节。

(3) 操作程序在巯甲丙脯酸介入试验前, 常规行肾动态显像或肾图检查, 作为基础对照。检查当日, 口服巯甲丙脯酸 25-50mg (粉末状), 每隔 15min 测一次血压, 至 1h 时, 饮水 300-500ml 或 8ml/kg, 其它同第一节肾功能动态显像。

(4) 采集条件和图像处理参见第一节和第五节。

### (四) 注意事项

在口服巯甲丙脯酸前后, 必须定时监测血压, 以防血压突然降低。

## 阴囊显像

### 一、适应证

1. 睾丸扭转的诊断和病程分期、疗效评价。
2. 急性附睾炎、急性附睾-睾丸炎的诊断。
3. 睾丸附件、附睾附件扭转的诊断。
4. 阴囊创伤的诊断。
5. 阴囊包块的鉴别诊断。
6. 精索静脉曲张的诊断。

### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

### 三、操作方法

1. 病人准备: 受检者无需特殊准备。静脉注射显像剂前 1 h 口服过氯酸钾 400mg, ,

2. 显像剂: 1 临床常使用的显像剂为常用  $^{99m}\text{TcO}_4^-$ , 成人 555-740MBq (15-20mCi), 儿童最小用量不少于 185MBq (5mCi), 肘静脉弹丸式注射。

3. 显像方法: 受检者取仰卧位。双腿分开、外展, 将阴茎用胶带向上固定于耻骨或向一侧固定在大腿, 阴囊平放使其平行于准直器并处于显像视野中心。行血流灌注显像时不必用铅板遮掩腹股沟和大腿。能峰 140keV, 窗宽 20%, 矩阵 64×64。通常进行血流灌注动态显像和静态显像。①血流灌注动态显像: 肘静脉弹丸式注射显像剂, 于视野内出现示踪剂或 10s 后开始采集, 每 5s 一帧, 共 6-8 帧。②静态显像: 血流灌注显像之后随即行阴囊静态显像, 用和不用铅板遮掩腹股沟和大腿各采集一帧, 总计数 300K-500k。必要时可再行立位显像。

### 四、注意事项

1. 显像时使阴囊缝对准准直器中心, 视野应包括双侧髂动脉。

2. 静态显像时, 为了在影像上正确识别阴囊的左右侧, 可在阴囊缝处用胶布固定一铅条, 再采集一帧, 以作对比。

3. 静态显像应在注药后 15min 内完成, 以避免膀胱的放射性干扰、血管影像的减淡和非血管区放射性的增浓形成假阴性。

## 膀胱输尿管反流显像

膀胱输尿管反流系指排尿的同时尿液反流至输尿管肾区，是反复泌尿系感染的原因，以儿童多见。膀胱输尿管反流显像可以诊断膀胱输尿管反流及了解反流程度，分为间接和直接二种显像方法。间接法是待静脉注射的肾显像剂大部分排至膀胱时，用力憋尿和随即用力排尿，观察输尿管和肾内有无明显的放射性增加，如有则提示有膀胱反流存在。直接法是经导管将显像剂注入膀胱内，当不断充盈继而排尿的过程中观察输尿管或肾内有无放射性出现，如有表明有膀胱反流存在。

### 一、适应证

1. 反复泌尿系感染的原因探讨；
2. 观察下尿路梗阻或神经性膀胱患者有无尿反流存在及其程度；
3. 尿反流疗效随访观察；
4. 直接法更适于难以配合的幼儿及因肾功能不良或肾积水而无法行间接法显像者。

### 二、禁忌证

尿路急性感染期禁用直接法。

### 三、操作方法

#### (一)间接法

1. 显像剂  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  或  $^{99m}\text{Tc-EC}$ ，活度为 74-185 MBq (2-5 mCi)
2. 病人准备受检者进食饮水如常，显像前 30 min 饮水 300 ml，不排尿。
3. 显像方法。
  - (1) 受检者取坐位，将 1 照相机探头从后背对位膀胱及肾区。
  - (2) 采用低能通用平行孔准直器，矩阵  $64 \times 64$ ，能峰 140 keV，窗宽 20%。
  - (3) 静脉注射显像剂后，待显像剂已大部分从肾排出膀胱，肾区和输尿管放射性已明显减低时，开始进行显像。5s / 帧连续采集 40 帧。采集 1-8 帧时嘱受检者放松静坐；9-16 帧时嘱受检者用力憋尿，但尿液不能排出；17 帧开始用力排尿，保持体位不动直至结束。
  - (4) 影像处理用 ROI 技术获得膀胱、双肾和双输尿管(全程或某段)的各时相计数，绘制各自的时间-放射性曲线。观察曲线上是否出现上升段。

#### (二)直接法

1. 显像剂  $^{99m}\text{TcO}_4^-$  或  $^{99m}\text{Tc-DTPA}$  37MBq (1 mCi)
2. 病人准备显像前先排尿。按无菌操作将适当粗细的导尿管插入膀胱，导管连接一瓶 500 ml 生理盐水。当证实生理盐水可以顺利进入膀胱且无外漏时，用止血钳夹住导管。
3. 显像方法。
  - (1) 受检者仰卧，用  $\gamma$  照相机行后位显像，视野包括膀胱和双肾。
  - (2) 采用低能通用平行孔准直器，矩阵  $64 \times 64$ ，能峰 140 keV，窗宽 20%。
  - (3) 放开止血钳，待显像剂注入导管随生理盐水缓慢灌入膀胱。立即开始以 1min / 帧的速度连续采集。当受检者诉说膀胱已充盈到难以忍受即以充满时(小儿不能诉说膀胱是否充满，但当充满时会出现不安静和拇指上翘等表现)即让病人用力排尿。在整个排尿过程中连续动态采集，排尿后再采集两帧。
  - (4) 年龄较大的小儿和成人排尿时拔去导管，取坐位，背靠探头，视野包括膀胱和双肾。婴幼儿排尿时仍保持平卧，勿移动体位，不拔导管，以防污染。

### 三、注意事项

1. 行间接法显像尽可能前两天不进行静脉肾盂造影。
2. 显像前要训练受检者学会憋尿，显像时进行良好配合，注意收集尿液，防止污染。
3. 肾功能不良或肾积水患者，因肾区放射性下降缓慢无法进行间接法显像。
4. 放置导尿管时要按无菌操作进行，以防感染。

## 第十节 遵血与淋巴系统操作项目

### 骨髓显像

骨髓显像，可分别对骨髓组织中的红细胞生成类细胞、网状内皮类细胞和粒细胞生成类细胞进行。放射性胶体骨髓显像为最常用的骨髓成像方法。其原理是骨髓间质中的单核吞噬细胞具有吞噬和清除注入血液内的放射性胶体的功能而使骨髓显像。正常人和多数血液病患者，骨髓单核细胞的吞噬活性与骨髓造血功能相一致。因此，骨髓显像不仅能直接显示全身骨髓的分布和造血组织的总容量，而且还能显示身体各部位骨髓造血功能的变化，是研究骨髓功能和诊断造血系统疾病的重要手段。

#### 一、适应证

1. 再生障碍性贫血(再障)的诊断和鉴别诊断。
2. 检测白血病患者全身骨髓的分布和活性，观察化疗后骨髓缓解过程和外周骨髓有无残余病灶。
3. 急、慢性溶血性贫血的鉴别诊断和疗效观察。
4. 真性红细胞增多症的辅助诊断和疗效观察。
5. 提示骨髓穿刺和活检的有效部位。
6. 骨髓梗死、多发性骨髓瘤和骨髓肿瘤转移灶的定位诊断。
7. 其它造血功能障碍疾病。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

(一)病人准备无需特殊准备。

(二)显像剂骨髓显像的放射性药物主要有三类。表 22-1

表 22-1 骨髓显像的放射性药物

骨髓细胞类型	放射性示踪剂	通常剂量
单核吞噬细胞系统	$^{99m}\text{Tc}$ -硫胶体、植酸钠	555-740MBq
	$^{198}\text{Au}$ -胶体	37MBq
粒细胞系统	$^{111}\text{In}$ -HMPAO-白细胞	74-148MBq
	$^{99m}\text{Tc}$ -抗粒细胞单抗	370-740MBq
红细胞系统	$^{111}\text{InCl}_3$	37-148 MBq
	$^{59}\text{Fe}$ -柠檬酸盐	740KBq
	$^{52}\text{Fe}$ -柠檬酸盐	3.7MBq

#### (三)显像方法

1.  $^{99m}\text{Tc}$ -硫胶体静脉注射放射性  $^{99m}\text{Tc}$ -硫胶体 555-740MBq 后 20min-2h 进行全身前位和后位显像，必要时作局部显像。骨髓的单核吞噬细胞系统可被显影。局部显像时，第一幅显

像取胸廓后位，128-128 矩阵，700K 计数。以后图像的采集，时间设置与第一幅相同。

2. 抗粒细胞单克隆抗体  $^{99m}\text{Tc}$  标记的抗粒细胞单抗可用于骨髓显像及炎症或感染灶的定位显像。这种骨髓显像剂能提供非常好的中轴和四肢骨髓图像，检出异常部位及评价骨髓的分布。

静脉缓慢注射 370-740MBq / 0.25-0.5mg 盼跖 R 标记抗粒细胞单抗后 4-5 小时进行骨髓显像。

#### 四、注意事项

骨髓是人体对放射性损伤最敏感的组织之一。骨髓显像的放射性剂量主要作用于骨髓，应严格控制。因此，在骨髓显像时应避免使用长半衰期或有旺射线的核素或标记物。

##### (一) $^{99m}\text{Tc}$ - 硫胶体

1. 正常人中，85% 以上的放射性胶体聚集在肝、脾，这影响了骨髓中显像剂的摄取，由于放射性胶体在肝脏的摄取常使中央骨髓不清晰， $^{99m}\text{Tc}$ -硫胶体只能检出那些未被肝、脾重叠区域的骨髓局部病变。这对检查累及到骨髓的淋巴瘤和转移性疾病必须注意。

2. 正常成人的功能性造血骨髓(红髓)主要分布于躯干骨，称中央骨髓。四肢长骨的骨髓称为外

周骨髓，仅肱骨头和股骨近端 1/4-1/3 髓腔为功能性骨髓，其他部位已全部退化为黄髓而不再显影。胶体骨髓显像可以清晰地显示全身功能性红髓的分布及各部位骨髓的活性。

3. 用硫胶体进行的骨髓单核吞噬细胞系统显像，脾脏同时显影常能提供有用的信息。

##### (二) 抗粒细胞单克隆抗体

静脉注射显像剂后，90% 以上的循环粒细胞携带该粒细胞单抗，但并不影响粒细胞的功能或产生细胞毒性作用。静脉注射后 5h，小于 21% 体内总放射量为肝脏摄取，脾脏仅占 8.5%，而 85% 的  $^{99m}\text{Tc}$ -胶体显像剂则被肝脏摄取，15% 为脾脏摄取。

## 淋巴显像

在组织间隙内注入放射性标记的大分子或胶体物质，不能透过毛细血管基底膜而主要经毛细淋巴管吸收，并在向心性引流过程中部分被引流淋巴结窦内皮细胞所摄取，部分随淋巴液归人体循环，最后被肝、脾单核吞噬细胞系统清除、用  $\gamma$  照相机可显示各级引流淋巴结(链)的分布、形态、相互关系及淋巴引流功能状态。

#### 一、适应证

1. 了解局部引流淋巴结的解剖分布及生理功能。
2. 了解恶性淋巴瘤的累及范围。
3. 了解其他恶性肿瘤经淋巴系统转移的途径及程度。
4. 恶性肿瘤手术、放疗和化疗前后对比。
5. 淋巴结清除根治术后效果判断。
6. 经淋巴系统转移的恶性肿瘤的临床分期、治疗方案选择和预后判断。
7. 检测其他累及淋巴系统的良性疾病，包括：肢体淋巴水肿、乳糜尿、乳糜胸、腹水，乳糜心包和蛋白丢失性肠病。
8. 肢体水肿的病因诊断。

#### 二、禁忌证

无明确禁忌证。

#### 三、操作方法

(一) 病人准备无需特殊准备

(二) 显像剂

淋巴显像剂应具有胶体的颗粒分散度小，稳定性高，局部注射后清除速率较快，半衰期和 $\gamma$ 射线能量合适等特点。常用淋巴显像剂主要有三大类(见表 22-2)。

表 22-2 常用淋巴显像剂

显像剂类型	放射性示踪剂	通常剂量
胶体类	$^{99m}\text{Tc}$ -植酸钠	37-74MBq (1-2mCi)
	$^{99m}\text{Tc}$ -硫化锑	37-74MBq (1-2mCi)
蛋白类	$^{99m}\text{Tc}$ -HAS	74-222MBq (2-6mCi)
高聚物	$^{99m}\text{Tc}$ -脂质体	37-74MBq (1-2mCi)
	$^{99m}\text{Tc}$ -右旋糖酐	74-222MBq (2-6mCi)

其中， $^{99m}\text{Tc}$  标记的锑胶体和右旋糖酐(DX)是最常用的淋巴显像剂。

(三) 显像方法

1. 注射部位和显像体位注射部位和显像体位可参考表 22-3。

表 22-3 常用淋巴显像的注射部位和显像体位

显像区域	注射点	注射深度	显像体位、
颈淋巴	(1) 双侧耳后乳突部	皮下(0.5cm)	前、左右侧位
	(2) 口内上下齿咬合线中点	粘膜下(0.2cm)	
腋淋巴	双手 I、II 指蹼	皮下(0.5-1cm)	前、左右侧位
胸廓内淋巴	双肋弓下 1.2 cm, 中线旁 3cm	腹直肌后鞘前(3-6cm)	前位
腹股沟髂部	双足 I、II 足蹼	皮下(0.5-1cm)	前、后位
盆腔内淋巴	(1) 肛-尾骨尖连线中点	组织内(2-4 cm)	后、前位
	(2) 肛周 3 点、9 点		
病灶引流淋巴	病灶周缘	皮下或粘膜下	按需
纵隔淋巴	右下腹阑尾点下	腹腔内	前位

(1) 盆腔淋巴显像，必要时，注射可同时作直肠指诊协助，以防误注入直肠壁。

(2) 胸廓内淋巴显像，先注射患侧，显像一次后再注射健侧。

(3) 病灶引流淋巴的特殊投药法，通过内窥镜，将显像剂分 3-5 点注入胃肠道、膀胱、支气管粘膜下或前列腺等器官包膜下，以观察上述部位的淋巴结引流情况，一般取仰卧位，须根据注射部位及局部引流淋巴结生理特征决定体位。每人每次用量不超过 185MBq。

(4) 为改善效果，临床可联合应用上述方法(如胸骨旁+腋窝，或腹膜后+盆腔)，亦可在同一部位多点位注射。

2. 体表标志确定体表标志，有利于淋巴结解剖位置定位。常用体表标志见表 22-4。

表 22-4 淋巴系统显像体表标志点

显像部位	前位标志点	侧位标志点	后位标志点
------	-------	-------	-------

颈淋巴	下颏尖、胸骨上缘	外耳孔	
腋淋巴	肩峰、胸骨上缘	腋窝前、后缘中心	
胸廓内淋巴	剑突、胸骨上缘		
腹股沟，髂淋巴	耻骨联合、脐、剑突		尾骨尖、髂嵴
盆腔内淋巴	同上		尾骨尖、坐骨结节
其他	根据具体部位标出相关体表 解剖标志点		

### 3. 显像方式

(1) 局部显像：探头配置低能通用型孔准直器，时间采集 3-6min 或预置计数  $2 \times 10^5 - 3 \times 10^5$ 。对腋窝、锁骨上淋巴显像时，可用针孔准直器采集。

(2) 全身显像：全身、下肢和躯干部淋巴显像时，可采用全身扫描，扫描速度 10-20cm/min。肝脾放射性过强时，可用铅片屏蔽。

(3) 动态显像：为观察淋巴引流功能，可用颗粒小、淋巴引流快的显像剂。在远端注入显像剂后立即开始，以 30-60s / 帧速度采集至 20-30min 结束。

4. 最佳显像时间根据选用显像剂和检查目的决定显像时间。

以  $^{99m}\text{Tc}$ -硫化锑胶体为例：

(1) 盆腔、颈部、特殊部位分别在注射后 30min、60min 和 120min 显像；必要时延迟显像。

(2) 腹膜后、腋窝、胸廓内部位在注射后 120min 或 180min 显像，必要时延迟至 4h 甚至 6h 显像。以  $^{99m}\text{Tc}$ -DX 为例：

动态显像采集时在远端注入显像剂后立即开始，以 30-60s / 帧速度采集至 20-30min 结束。静态显像时间一般在注射后的 2h 内，必要时加作延迟采集。

### 四、注意事项

(1) 因注射部位特殊，检查前应向病人解释清楚，取得配合。

(2) 进针后注药前应回抽针芯，以确认针头不在血管内，不致将显像剂注入人体循环。

(3) 肢体远端投药时，病人肢体应作主动运动，有助于显像剂的淋巴回流。在该肢体淋巴水肿时尤为重要。在其它部位注射时，应在注射后在注射点不断按摩，促进淋巴回流。

(4) 双侧对称分布的淋巴结构显像时，原则上应先患侧注射及显像，然后在对侧以同法及同样条件注射显像剂。

(5) 如淋巴链不显影者应观察膈淋巴结(胸骨旁)、耳后淋巴结(颈部)及肝脏显像情况，以排除注射的技术误差。

## 脾脏显像

脾肿大原因较多，一般可分为五类：(1) 炎症性；(2) 充血性；(3) 增生性；(4) 浸润性；(5) 囊肿或肿瘤。脾肿大常伴有贫血、白细胞减少、血小板减少或其它一些血液异常。脾肿大也常伴有骨髓细胞增生，肿大的脾脏内红细胞，白细胞和血小板的破坏也是周围血液中全血细胞减少或其它血细胞异常的主要原因，且导致骨髓细胞增生。

### 一、适应证

1. 脾移植后观察脾移植组织小块的存活。

2. 脾破裂和脾梗死的诊断。



3. 发现先天性脾发育异常如无脾、多脾和副脾。
4. 充血性脾肿大评价。
5. 增生性脾肿大评价。
6. 探测脾内肿瘤、囊肿和血管瘤等占位性病变。
7. 脾脏位置和大小。
8. 左上腹肿块的鉴别诊断。

## 二、禁忌证

无明确禁忌证。

## 三、操作方法

### (一) 病人准备

无需特殊准备

### (二) 放射性药物

1. 胶体颗粒：铊。Au 胶体、<sup>99m</sup>Tc-植酸钠和硫化铊胶体。

(1) 均。Au 胶体的颗粒较小，为 20-35nm，大部分为肝摄取，脾内放射性仅占注射量的 2%-3%，因此正常时肝显影而脾常不显影。只有脾功能亢进，脾内吞噬功能活跃时才有足量的放射性胶体进入脾脏使脾显影。因此，不宜作为好的脾显像剂。

(2) <sup>99m</sup>Tc-植酸钠静脉注入血液后与血液中的钙离子螯合成 <sup>99m</sup>Tc-植酸钙胶体，其颗粒大小与 Au 相似为 20-40nm，正常时约 90% 被肝脏摄取，仅 2%-3% 进入脾脏，故肝显影时，脾常不显影，也不是理想的脾显像剂。

(3) <sup>99m</sup>Tc-硫胶体的颗粒较大，约为 300-1000nm，进入脾脏较多，约 8%-10%，因此也可作为脾显像剂，但尚不够理想。

2. 放射性标记变性红细胞红细胞变性有化学变性和热变性两种，其中 <sup>99m</sup>Tc 标记的热变性红细胞最常用：

3ml 生理盐水溶解亚锡酸焦磷酸钠药合(含氯化亚锡 1mg，焦磷酸钠 10mg)后立即自静脉注入体内，15min 后自肘静脉抽取 5-6ml 血置于 10ml 无菌有盖的刻度离心管中，离心管内含 2ml ACD 保养液，均匀抗凝后加入 185-370MBq (5-10mCi) <sup>99m</sup>TcO<sub>4</sub><sup>-</sup>，再次充分混匀。将离心管置于 49.5~C±0.5°C 水育箱中加热 30min 进行红细胞变性处理，取出后离心移去上清血浆，将管底的红细胞悬液用生理盐水稀释成 5ml 后自静脉注入患者体内。

### (三) 显像方法

标记的变性红细胞静脉注入病人后 30-60min 进行静态平面多体位显像。矩阵 256×256，采集计数 1000K。

## 四、注意事项

1. 在增生性脾肿大中，脾脏是红细胞破坏的主要场所，溶血性贫血与脾肿大有关。由于脾内胶体的清除与红细胞加速破坏之间存在着竞争性，脾脏 <sup>99m</sup>Tc 胶体的摄取在溶血加快时会明显低于缓解期。

2. 当脾内存在肿瘤组织，脾可很大，呈斑点状或面圈样形态改变，肿瘤部位呈放射性稀疏或缺损区。缺损与疾病恶化时占位的扩大及化疗后占位缩小有关。

3. 脾切除后可发展副脾，由于胶体被肝脏摄取明显，且不是特异性的，用放射性胶体显像有时很难显示出副脾的存在。改用 <sup>111</sup>In 标记的红细胞，血小板和淋巴细胞对脾切除后的残留脾或副脾组织显像有较好的特异性。

4. 应用 <sup>99m</sup>Tc-植酸钠时，脾显影的情况可作为脾功能亢进和亢进程度的一个指标，但不

能作为脾脏的可靠显像剂。

## 第十一节 甲状腺<sup>131</sup>I 治疗

### <sup>131</sup>I 治疗 Graves 病

甲状腺能高度选择性地摄取和浓聚<sup>131</sup>I，<sup>131</sup>I 在甲状腺内衰变发射的 B 射线对甲状腺发挥内照射治疗作用，使甲状腺功能亢进症缓解或痊愈。

#### 一、适应证

1. Graves 甲亢患者。
2. 对抗甲状腺药物过敏、或抗甲状腺药物疗效差、或用抗甲状腺药物治疗后多次复发、或手术后复发的青少年 Graves 甲亢患者。
3. Graves 甲亢伴白细胞或血小板减少的患者。
4. Graves 甲亢伴房颤的患者。
5. Graves 甲亢合并桥本氏病摄<sup>131</sup>I 率增高的患者

#### 二、禁忌证

1. 妊娠和哺乳患者。
2. 急性心肌梗塞患者。
3. 严重肾功能障碍的患者。

#### 三、治疗方法

##### (一) 病员的准备

1. 按甲状腺摄<sup>131</sup>I 率测定要求，禁用影响甲状腺摄<sup>131</sup>I 功能的药物和食物。
2. 进行常规体检，测定甲状腺摄<sup>131</sup>I 率，查血清甲状腺激素、TSH、TgA、MCA、TRAb，查血和尿常规，必要时行肝功及 ECG 检查。
3. 通过甲状腺显像结合扪诊估计甲状腺重量，必要时可进行 B 超检查。
4. 病情较重的患者，<sup>131</sup>I 治疗前应采用综合措施进行准备性治疗。
5. 向病员讲清<sup>131</sup>I 治疗的注意事项、疗效、可能出现的近期反应及远期并发症，病员应签署知情同意书。

##### (二) <sup>131</sup>I 剂量计算

计算<sup>131</sup>I 剂量有多种公式，以下为临床常用的公式之一，<sup>131</sup>I 在甲状腺内的有效半衰期为 5 天左右，每 g 甲状腺组织常用的计划剂量为 2.6-4.44MBq (70-120μCi)。

$$\text{剂量 (Bq 或 } \mu\text{Ci)} = \frac{\text{计划量 (Bq 或 } \mu\text{Ci) / g 甲状腺组织} \times \text{甲状腺重量 (g)}}{\text{甲状腺最高 (或 24h) 摄 } ^{131}\text{I 率 (\%)}}$$

##### (三) 剂量调整

1. 应考虑增加剂量的因素①甲状腺较大和质地较硬者；②年老、病程较长、长期抗甲状腺药物治疗效果不好者；③有效半衰期较短者。
2. 应考虑减少剂量的因素①病程短、年龄轻、甲状腺较小的患者；②未进行任何治疗或术后复发的患者；③前一次治疗后疗效明显，但未痊愈者；④有效半衰期较长者。

(四) 给药方法 <sup>131</sup>I 剂量小于或等于 555MBq (15mCi) 采用一次口服法，如 <sup>131</sup>I 剂量大于 555MBq (15mCi) 或有合并症的患者，可采用分次给药法，常首次给予总量的 1/2-2/3，3-7 天后补足总剂量。

(五) 重复 <sup>131</sup>I 治疗：<sup>131</sup>I 治疗 6 月后尚未痊愈的患者根据病情需要可考虑进行再次 <sup>131</sup>I

治疗。首次治疗疗效极差或无效的患者，3个月后可行第二次治疗并可适当增加<sup>131</sup>I剂量。

(六)如甲亢合并周期性麻痹、心脏病、突眼等，应采用相应措施综合治疗处理。

(七)早期反应：部分病员服<sup>131</sup>I后几天内出现乏力、食欲差、恶心、皮肤搔痒、甲状腺肿胀等反应，无须特殊处理，多数可自行消失，或可进行对症处理。个别病情严重的患者或服<sup>131</sup>I后并发感染的患者，应注意防止甲亢危象的发生，一旦出现，按内科治疗甲亢危象的方法处理。

(八)约有一半的Graves甲亢病人在缺乏治疗20-30年后变成甲状腺机能减退症，大多数是由于自身免疫导致甲状腺的破坏。<sup>131</sup>I治疗甲亢后发生甲低的机制还未完全阐明，可能与患者对射线的个体敏感性差异和自身免疫作用有关，目前没有有效的预防措施。早发甲低、晚发甲低和亚临床甲低，都应及时给予甲状腺激素制剂治疗，部分病人的甲状腺功能可能恢复，部分病人需长期甚至终生甲状腺激素替代治疗。

(九)少数患者于<sup>131</sup>I治疗后发生突眼或突眼加重，则应采取治疗突眼的相应措施。

(十)<sup>131</sup>I治疗后的随访：一般情况下<sup>131</sup>I治疗后每3个月复查一次，如病情需要则于<sup>131</sup>I治疗后每月随访一次，观察和检查的内容包括症状、体征、血清甲状腺激素、TSH、TgA、MCA、TRAb、血常规。甲亢治愈后，随访问隔时间可延长。

#### 四、注意事项

空腹口服<sup>131</sup>I，服<sup>131</sup>I后2h方能进食，嘱病员注意休息，防止感染和避免精神刺激，不要挤压甲状腺，忌碘一个月，一周内避免与婴幼儿密切接触，<sup>131</sup>I治疗后女性患者半年内不可怀孕，男性患者半年内应采取避孕措施。

### <sup>131</sup>I治疗自主功能性甲状腺结节

自主功能性甲状腺结节分泌过量的甲状腺激素，抑制垂体TSH的分泌，TSH水平降低使结节外正常甲状腺组织摄取<sup>131</sup>I功能下降。当给予患者治疗剂量<sup>131</sup>I时，自主功能结节摄取大量<sup>131</sup>I，<sup>131</sup>I发射的B射线发挥治疗作用。被抑制的正常甲状腺组织不摄取或极少量摄取<sup>131</sup>I，所以接受的照射剂量小，不被损害，随后可恢复其功能。

#### 一、适应证

自主功能性甲状腺结节，伴发心律不齐，心房纤颤，有手术禁忌证或不愿手术者。

#### 二、禁忌证

妊娠和哺乳患者；临床上不适于采用甲状腺激素作为<sup>131</sup>I治疗前后辅助用药的患者；怀疑甲状腺有恶性病变的患者；自主功能性结节摄B。I率过低的患者。

#### 三、治疗方法

1. 病人准备：治疗前病人的准备基本上与<sup>131</sup>I治疗甲状腺功能亢进症相同，但还应采用相应措施保护结节外甲状腺组织。当<sup>131</sup>I甲状腺显像显示结节外甲状腺组织未被完全抑制时，应当用外源性甲状腺激素抑制其<sup>131</sup>I摄取，直到再次<sup>131</sup>I显像证实结节外甲状腺组织不摄取<sup>131</sup>I，才能进行治疗。治疗前停用抗甲状腺药物防止内源性TSH升高。如因诊断使用过TSH的患者，<sup>131</sup>I治疗至少应在两周以后进行。

#### 2. <sup>131</sup>I剂量的确定

(1)标准剂量法：一次性给予<sup>131</sup>I 555-1110MBq(15-30mCi)，可参考结节大小、有效半衰期、<sup>131</sup>I摄取率及病人的其他情况酌情增减。

(2)算法：根据结节重量、<sup>131</sup>I摄取率和有效半衰期(T<sub>eff</sub>)进行计算，使每g结节组织的吸收剂量达200-300Gy。

$$\text{cGy} / \text{g} \times \text{结节重量}(\text{g}) \times 247$$

$$^{131}\text{I} \text{ 剂量 (kBq)} = \frac{\quad}{T_{\text{eff}}(\text{天}) \times ^{131}\text{I} \text{ 摄取率}(\%)}$$

结节重量 (g) =  $4 / 3 \pi \cdot X \cdot Y^2$

$X = 1 / 2$  结节长径

$Y = 1 / 2$  结节短径

### 3. 随访

结节可在治疗后 2-3 个月逐渐缩小, 甲亢的症状和体征也随之逐渐改善。3-6 个月后甲状腺显像可能的改变是: 热结节消失, 被抑制的结节外甲状腺组织功能恢复; 或结节变小, 周围甲状腺组织的功能未完全恢复, 如 6 月后还未痊愈者, 可考虑进行再次治疗。

## <sup>131</sup>I 治疗非毒性甲状腺肿

非毒性甲状腺肿是指无甲状腺功能亢进症的弥漫性或结节性甲状腺肿大, 是临床最常见的甲状腺疾病之一。未经治疗的非毒性甲状腺肿患者随病程进展可发生甲低或甲亢。用 <sup>131</sup>I 治疗非毒性甲状腺肿简单、安全、有效, 能明显缩小甲状腺, 复发率低, 可重复治疗。缺点是部分病人可能发生甲低。

### 一、适应证

确诊为非毒性甲状腺肿, 甲状腺明显肿大, 内科治疗疗效差, 有手术高危因素, 拒绝手术或术后复发者; 非毒性甲状腺肿患者, 为美容的目的要求 <sup>131</sup>I 治疗者。

### 二、禁忌证

妊娠和哺乳患者, 怀疑有甲状腺恶性病变者。

### 三、治疗方法

病人的准备和计算 <sup>131</sup>I 剂量的方法与 <sup>131</sup>I 治疗甲亢相同。每 g 甲状腺组织计划给予的 <sup>131</sup>I 剂量为 2.96-4.44MBq (80-120gCi), 根据患者的其他具体情况酌情增减。结节性甲状腺肿患者需要的 <sup>131</sup>I 剂量偏大, 一般应大于 3.7MBq / g。如病情需要, 半年后可考虑重复治疗。

<sup>131</sup>I 治疗非毒性甲状腺肿, 甲状腺体积缩小的程度与 <sup>131</sup>I 用量大小有关。<sup>131</sup>I 治疗后甲低需要给予外源性甲状腺激素替代治疗。

## <sup>131</sup>I 治疗分化型甲状腺癌

### 一、<sup>131</sup>I 去除分化型甲状腺癌术后残留甲状腺组织

分化型甲状腺癌(DTC)包括甲状腺乳头状癌、甲状腺滤泡癌和混合型甲癌(含有乳头状癌和滤泡癌的成分)。DTC 术后残留的甲状腺组织具有摄取 <sup>131</sup>I 的功能, 所以能用 <sup>131</sup>I 进行内照射去除。用 <sup>131</sup>I 去除 DTC 术后残留甲状腺组织的意义为: 消除隐匿在残留甲状腺组织中的微小 DTC 病灶, 降低 DTC 复发和转移发生的可能性; 残留甲状腺组织完全去除后, 由于 TSH 升高, 有利于通过测定 <sup>131</sup>I 水平和 <sup>131</sup>I 显像早期发现 DTC 转移灶和用 <sup>131</sup>I 治疗 DTC 转移灶; 给予去除剂量 <sup>131</sup>I 后进行的全身显像, 常可发现诊断剂量 <sup>131</sup>I 显像未能显示的 DTC 病灶, 这对制定病人随访和治疗方案有重要意义。

#### (一) 适应证

所有 DTC 患者术后有残留甲状腺组织, 其摄 <sup>131</sup>I 率大于 1%, 甲状腺显像甲状腺床有残留甲状腺组织显影者, 均应使用 <sup>131</sup>I 去除残留甲状腺组织。

#### (二) 禁忌证

妊娠和哺乳患者; 术后创口未愈合者; WBC 在  $3.0 \times 10^9 / \text{L}$  以下的患者; 肝、肾功能严

重损害的患者。

### (三) 治疗方法

#### 1. 病人准备

(1) 停止服用甲状腺片或 L-T<sub>4</sub> 4-6 周。或停用甲状腺片(或 T<sub>4</sub>)后, 改服 T<sub>3</sub> 周, 然后停用 T<sub>3</sub> 2 周。

(2) 忌碘 4 周。

(3) 测定血清 TT<sub>3</sub>、TT<sub>4</sub>、FT<sub>3</sub>、FT<sub>4</sub>、TSH、TSH、Tg、TgA、MCA; 测定甲状腺摄 <sup>131</sup>I 率和甲状腺显像, 摄 X 光胸片, 心电图、肝肾功能检测。

#### 2. 去除治疗

(1) 去除剂量: 常规给予 <sup>131</sup>I 3.7GBq(100mCi)。如在去除前已发现有功能性转移灶, 则 <sup>131</sup>I 剂量可达 5.55-7.40GBq(150-200mCi)。如术后残留甲状腺组织过多, 则可考虑适当减少去除剂量, 以减轻服用 <sup>131</sup>I 后引起的局部反应。

(2) 服用去除剂量 <sup>131</sup>I 后 5-7 天行全身显像, 有可能发现诊断剂量 <sup>131</sup>I 显像未发现的 DTC 转移灶, 为进一步随访和治疗方案的制定提供依据。

(3) 经去除治疗后的患者, 应常规给予甲状腺激素制剂, 一是起替代作用, 使机体处于正常的代谢状态; 另一方面, 外源性甲状腺激素可抑制体内 TSH 的分泌, 进而达到抑制 DTC 细胞生长的作用。应根据血清甲状腺激素水平调整患者服用的甲状腺激素制剂的剂量, 使 PSH 处于正常低限和甲状腺激素处于正常高限的水平。

(4) 治疗反应及处理: 服用 <sup>131</sup>I 后, 早期可能出现颈部肿胀, 恶心、呕吐等消化道症状, 可进行对症处理。部分患者早期可能并发唾液腺肿痛, 但很少引起远期的功能损害; 严重的骨髓功能抑制较少发生。如发生上述并发症, 则应采取相应的治疗措施。

3. 随访: 如住处具有一定的隔离条件, 患者体内残留 <sup>131</sup>I 剂量小于或等于 1.11GBq(30mCi) 就可出院。在去除治疗后 3-6 个月进行随访, 评价疗效。如甲状腺去除完全, 未发现 DTC 转移灶, 则 1 年后随访; 1 年后仍为阴性, 则 2 年后再随访; 2 年后随访阴性, 以后随访问隔时间可适当延长。随访应行常规体检, X 光胸片, 血清 TT<sub>3</sub>、TT<sub>4</sub>、FT<sub>4</sub>、TSH、Tg、TgA、MCA 测定, 甲状腺摄 <sup>131</sup>I 率测定, <sup>131</sup>I 全身显像, B 超检查。

4. 去除疗效评价: 当患者停用甲状腺片或 T<sub>4</sub> 4-6 周后, TSH 高于正常水平, 甲状腺床摄 <sup>131</sup>I 率小于 1%, 诊断剂量 <sup>131</sup>I 显像甲状腺床无甲状腺组织显影, 为完全去除, 否则为去除不完全, 应再次去除。

### (四) 注意事项

为了减轻颈部局部反应, 可让患者口服泼尼松, 持续用药 1 周左右; 服用 <sup>131</sup>I 后, 嘱病人多饮水, 及时排空小便, 减少对生殖腺、膀胱和全身的照射; 嘱病人每天至少排大便一次, 减少放射性对肠道的损害; 服用去除剂量 <sup>131</sup>I 后, 嘱病人含服维生素 C, 或经常咀嚼口香糖, 促进唾液分泌, 预防或减轻辐射对唾液腺的损伤。把 <sup>131</sup>I 治疗后女性患者一年内、男性患者半年内均须避孕。

## 二、<sup>131</sup>I 治疗分化型甲状腺癌转移灶

分化型甲状腺癌(DTC)的复发和转移灶如具有一定的摄取 <sup>131</sup>I 功能, 可用 <sup>131</sup>I 对其进行内照射治疗。

### (一) 适应证

1. DTC 病人经手术切除原发灶, <sup>131</sup>I 去除残留甲状腺组织以后, 复发灶或转移灶不能手术切除, 经 <sup>131</sup>I 显像显示病灶浓聚 <sup>131</sup>I, 一般状况良好的患者。

2. 残留甲状腺组织已被完全去除的 DTC 患者, 如 <sup>131</sup>I 显像未发现转移灶, 但 Tg 水平升高(等于或大于 10ng/L, 须考虑 TgA 对 Tg 水平的影响)。

### (二) 禁忌证

与<sup>131</sup>I去除DTC术后残留甲状腺组织治疗相同。

### (三) 治疗方法

1. 病人的准备：与<sup>131</sup>I去除术后残留甲状腺组织相同。如停用甲状腺激素制剂的时间未达到前述标准，但TSH>30mU/L，仍可进行<sup>131</sup>I治疗。

2. <sup>131</sup>I剂量的确定：根据DTC病灶的部位确定<sup>131</sup>I剂量，甲状腺床的复发病灶和颈部淋巴结转移，可给予<sup>131</sup>I 3.7-5.55GBq(100-150mCi)；肺转移者5.55-7.4GBq(150-200mCi)；骨转移者7.4-9.25GBq(200-250mCi)。如发生弥漫性肺转移，为防止放射性肺炎及肺纤维化的发生，要求给药48h后体内<sup>131</sup>I滞留量不超过2.96GBq(80mCi)。

3. 口服治疗剂量<sup>131</sup>I后应给予甲状腺激素制剂，尽快纠正甲低。并根据血清TSH和甲状腺激素水平及时调整患者服用的甲状腺激素制剂的剂量，使TSH处于正常低限和甲状腺激素处于正常高限水平，起到替代治疗和抑制治疗的双重作用。

4. 服用治疗剂量<sup>131</sup>I后5-7天行全身显像，观察病灶摄取<sup>131</sup>I的情况，并可能发现诊断剂量显像未发现的转移灶，对预测疗效、制定随访和治疗方案有帮助。

5. 治疗反应及处理同去除治疗。

6. 随访及重复治疗患者体内残留<sup>131</sup>I剂量小于或等于1.11GBq(30mCi)就可出院。一般在<sup>131</sup>I治疗后3-6个月进行复查。停止服用甲状腺激素(T4)4-6周，或停T4改服用T32周，再停T32周，行<sup>131</sup>I全身显像。<sup>131</sup>I显像发现转移灶摄取<sup>131</sup>I降低或消失，或发现的转移灶缩小或数目比治疗前减少，为治疗有效。Tg和Tga的水平降低或消失，是治疗有效的标志。DTC转移患者在前一次<sup>131</sup>I治疗后3-6月，如<sup>131</sup>I显像发现有异常浓聚灶，则应再次进行<sup>131</sup>I治疗，直到转移灶消失为止。如随访<sup>131</sup>I显像阴性，而血清Tg等于或大于10μg/L，高度提示体内有活动的DTC病灶，是再次治疗的指征。重复治疗确定<sup>131</sup>I剂量的原则与首次治疗相同。重复治疗的次数和累积接受<sup>131</sup>I总量没有严格限制，主要根据病情的需要和患者身体状况而定。

### (四) 注意事项

同去除治疗。

## 第十二节 <sup>32</sup>P 治疗血液病

磷(P)是人体细胞代谢不可缺少的元素，生长越快的组织需要磷越多。放射性核素<sup>32</sup>P与P有相同的生物化学特性，进入人体后主要聚集在生长迅速和代谢旺盛的组织内，如骨髓、淋巴结、肝和脾等，并参与RNA和DNA的合成。真性红细胞增多症(polycythemia vera)，原发性血小板增多症(essential thrombocythemia)等都是骨髓增生性疾病(myeloproliferative disorders)，在这些疾病的发生和发展过程中对磷的需求量增大，若给病人以<sup>32</sup>P，则会迅速被过度增生的造血组织大量摄取，异常增生的幼稚红细胞和巨核细胞较正常细胞分裂得快，摄取的<sup>32</sup>P就更多。由于<sup>32</sup>P发射β射线，其电离辐射的生物效应能使过度增生的血细胞中的RNA和DNA发生变化，从而抑制了血细胞的异常增生，达到治疗目的。所以可用<sup>32</sup>P治疗上述血液系统疾病。

### 一、<sup>32</sup>P治疗真性红细胞增多症

#### (一) 适应证

临床症状显著，红细胞计数 $\geq 6 \times 10^{12} / L$ ，血红蛋白在180g/L以上，血小板计数 $\geq 1 \times 10^{12} / L$ 者。

#### (二) 禁忌证

1. 白细胞计数 $<4 \times 10^9 / L$ ，血小板计数 $<1 \times 10^{12} / L$ 者。
2. 脑出血急性期。
3. 严重肝、肾功能不全或有活动性肺结核者。
4. 妊娠及哺乳期妇女。

### (三) 治疗方法

#### 1. 放射性药物

$^{32}P$  为反应堆生产的放射性核素，衰变时发出  $\beta$ -射线，其最大能量为 1.7MeV，平均能量 0.69MeV，物理半衰期 14.3 天，组织内最大射程 8mm，平均射程 4lnln。药用  $^{32}P$  为  $Na_2H_3P_04$  或  $NaH_2P_04$  化合物，一般制成口服液和注射针剂。

#### 2. 治疗前准备

(1) 用药前低磷饮食一个月。  
(2) 为防止脑血管意外，对严重患者可先采用放血疗法，每次放血 200-400ml，共放 1-2 次。

(3) 脾过大者应先采用 x 射线照射脾脏，使脾脏缩小再行  $^{32}P$  治疗。

#### 3. 给药方法与剂量

##### (1) 口服法

①一次口服法：一次口服  $^{32}P$  111-222MBq (3-6mCi)；

②多次口服法：每次口服  $^{32}P$  74-148MBq (2-4mCi)，两次服药间隔 7-10 天，总量达到 148-296MBq (4-8mCi)；

(2) 静脉注射法：原则上，静脉注射治疗时  $^{32}P$  剂量应较口服法少 25%，或按 2.775-3.7MBq (75-100uCi) / kg 体重给予首次量，总量不超过 148-222MBq (4-6mCi)。

治疗时， $^{32}P$  的剂量根据病人的体重，红细胞数，白细胞数，血小板数和临床症状的不同而有差异。

#### 4. 治疗后处理与随访

(1) 给药后病人继续低磷饮食一周，一般病人无特殊不适，不需特殊处理。

(2) 有效病例治疗后两周症状开始减轻，1-2 月白细胞和血小板先下降，2-3 月红细胞和血红蛋白下降，1-3 个月后脾脏缩小。

(3) 每月随访一次，注意监测射线对骨髓的抑制作用，及时对白细胞和血小板减少的患者进行处理。

(4) 若一次治疗疗效不佳，可重复治疗，但两次治疗的间隔时间不应 $<4$  个月。一年内  $^{32}P$  总量不得超过 555MBq (15mCi)。

(5) 需重复治疗时，如治疗后症状无缓解者，再次治疗剂量应适当增加；症状部分缓解，再次用量应适当减少。

(6) 多次  $^{32}P$  治疗无效者，应改用其他治疗方法。

## 二、 $^{32}P$ 治疗原发性血小板增多症

### (一) 适应证

原发性血小板增多症患者，有出血和血栓病史，血小板计数 $>10 \times 10^{12} / L$ ，白细胞计数 $<5.0 \times 10^{10} / L$ ，红细胞数基本正常。

### (二) 禁忌证

1. 各种原因引起的继发性血小板增多症。
2. 严重的脑、肺、肾栓塞病人。

### (三) 治疗方法

1. 用  $^{32}P$  治疗原发性血小板增多症的方法与治疗真性红细胞增多症的方法大致相同，

可采用口服或静脉注射的方法。

2. 首次<sup>32</sup>P用量 111-148MBq(3-4mCi)，或按每平方米体表面积注射 1.1MBq(3mCi)。根据病情可以适当增减，但首次注射量应不超过 185MBq(5mCi)。

#### (四) 治疗后处理与随访

1. 治疗后每隔 2 周复查血小板计数，以观察疗效和防止血小板下降过快。
2. 治疗后每 3-4 个月追踪观察一次，若发现血小板计数回升，可考虑再次治疗，再次治疗与首次治疗至少间隔 3 个月。
3. 重复治疗，<sup>32</sup>P 的用量应较前一次增加 25%，但每次用量不能超过 259MBq(7mCi)。
4. 若治疗后 6 个月疗效差，则应改用其他治疗方法。

## 第十三节 骨转移瘤和恶性骨肿瘤的核素治疗

骨转移瘤和恶性骨肿瘤的放射性核素治疗为一种姑息治疗，静脉注入治疗用亲骨性放射性药物后，在骨转移病灶或骨肿瘤部位出现较高的浓集。利用放射性药物发射的 B 射线对病灶进行照射，达到缓解疼痛、杀伤肿瘤细胞和提高生活质量的目的。

### 一、适应证

1. 转移性骨肿瘤并伴有骨痛患者；
2. 核素骨显像示骨转移性肿瘤病灶异常放射性浓聚；
3. 恶性骨肿瘤因种种原因未能手术切除或手术后有残留癌肿，且骨显像证实有较高的放射性浓集的患者；
4. 白细胞不低于  $3.5 \times 10^9 / L$ ，血小板不低于  $80 \times 10^9 / L$ ；

### 二、禁忌证

1. 近期 6 周内进行过细胞毒素治疗的患者；
2. 化疗和放疗后出现严重骨髓功能障碍者；
3. 骨显像仅见溶骨性冷区，且呈空泡者；
4. 严重肝肾功能损害者。

脊柱破坏伴病理性骨折和(或)截瘫的患者以及晚期和(或)已经历多次放疗、化疗疗效差者应慎重考虑后用药。

### 三、治疗方法

#### (一) 放射性药物

1. 氯化锶-89(<sup>89</sup>Sr-SrCl<sub>2</sub>): <sup>89</sup>Sr 是一种发射纯 B 射线的放射性核素，半衰期为 50.6d，β 射线最大能量为 1.46MeV，由加速器生产，价格较贵，是目前临床治疗骨肿瘤应用较多的一种放射性药物。

2. <sup>153</sup>Sm-EDTMP: <sup>153</sup>Sm 的半衰期为 46.3h，最大 B 射线能量为 810keV，同时伴有能量为 103keV 的 γ 射线。在用于治疗的同时可进行显像，是目前临床广泛应用于骨肿瘤治疗的放射性药物之一。

除上述两种放射性药物外，其他一些放射性药物也可用于缓减骨肿瘤引起的疼痛。

#### (二) 病人准备

1. 停用化疗或放疗至少 6 周。
2. 治疗前应做的检查：测量身高和体重，骨显像，x 射线检查，病理学、血常规检查，



肝、肾功能检查，电解质和酶学检查。

3. 测定病人对放射性药物的骨摄取率。

4. 病人可在门诊或住院接受治疗。治疗前应详细记录，包括年龄、性别、体重、身高、诊断及书面同意书等；

### (三) 用药方法

几种常用的放射性药物均采用静脉注射，如  $^{89}\text{Sr-SrCl}_2$ 、 $^{153}\text{Sm-EDTMP}$ 、 $^{188}\text{Re-HEDP}$  等。首先仔细观察药液颜色有无改变、包装有无破损，有无混浊或沉淀。使用前应仔细核对并记载药名、放射性活度、放射性比度、药液体积及生产日期与批号。注射时要求一次性全部进入血管，不宜漏出，最好使用三通管。

### (四) 推荐用药剂量

最佳用药剂量最好针对病人具体情况制定个体化治疗剂量。考虑因素包括患者的临床表现、病情轻重、影像学检查、实验室检查、病人对放射性药物的摄取率及红骨髓吸收剂量等资料，计算出用药量。详细计算方法参见《核医学临床应用指南》。以下用量仅供参考。

$^{89}\text{Sr}$ ：每公斤体重 1.48-2.22MBq(40-601~Ci)，成人一般为每次 111-148MBq(3-4mCi)。

$^{153}\text{Sm-EDTMP}$ ：每公斤体重 22.2-37MBq(0.6-1 mCi)。

博。Re-HEDP：每公斤体重 14.8-22.2MBq(0.4-0.6 mCi)。

### (五) 重复治疗指征

1. 骨痛未完全消失或有复发；

2. 第一次治疗反应好，效果明显，随访中血像变化不明显(白细胞 $>3.5 \times 10^9 / \text{L}$ ，血小板 $>80 \times 10^9 / \text{L}$ )，可重复治疗。

3. 重复治疗间隔时间根据放射性药物的半衰期、病情的发展和病人的身体状况而定。一般情况下， $^{153}\text{Sm-EDTMP}$ 、 $^{188}\text{Re-HEDP}$  宜间隔 1-4 周， $^{89}\text{Sr-SrCl}_2$  间隔 3 月或更长时间。

### (六) 用药后反应

1. 大多数病人在用药后短期内无不良反应，部分病人可有以下症状和体征，可给予对症处理。①恶心、呕吐；②腹泻或便秘；③蛋白尿、血尿；④皮肤红斑或皮疹；⑤脱发；⑥发烧或寒颤；⑦过敏所致的支气管痉挛。

2. 治疗后少数病人发生骨痛加重(闪烁现象)，约持续 2-5 天。

3. 部分病人可能出现白细胞、血小板计数一过性下降，经对症处理后恢复，发生不可逆骨髓抑制极为罕见。

### (七) 治疗后观察与随访

1. 观察期间应密切注意和记录骨痛消失，开始缓解、缓解维持和复发的时间；

2. 观察和记录食欲、睡眠和生活质量的变化，并和治疗前比较；

3. 根据病人临床表现与治疗反应要定期进行血像检查、生化检查；

4. 必要时进行 x 线检查和骨显像检查。

## 四、注意事项

1. 治疗应在核医学科医师指导下进行，在有专门防护条件的活性室注射放射性药物。

2. 治疗过程中，医务人员应按防护要求注意自身的安全防护，注意用药器皿的回收保管。

3. 应告诉病人该方法为姑息治疗，止痛有效率约为 80%—90%。

4. 应告诉病人该方法虽然有可能使病灶缩小或消失，但并不能完全治愈癌肿。

5. 应告诉病人本治疗方法的优缺点。病人应签署知情同意书。

## 第十四节 核素介入治疗

通过介入方法将放射性药物引入并使其集聚在病变部位中,利用放射性核素产生的辐射生物效应达到治疗目的。

### 一、腔内介入放射性核素治疗

(一)胸腹腔内介入治疗将放射性药物(如胶体等)注入由恶性肿瘤引起积液的胸腔或腹腔内,让其充分稀释并均匀分布。利用放射性胶体发射的 $\beta$ 射线对胸腔或腹腔的转移灶产生辐射生物效应,以减少或暂时停止积液的产生,达到姑息治疗的目的。

#### 1. 适应证

- (1)病理学检查证实有胸腹膜转移或积液中查见癌细胞;
- (2)反复多次胸腹腔穿刺仍有积液;
- (3)胸腹腔积液为渗出液;
- (4)胸腹腔内无大块肿瘤的存在;

#### 2. 禁忌证

(1)结核、肺炎、肺栓塞、胶原血管病、外伤、心脏病、肝硬化和脾功能亢进所引发的胸腹腔积液;

- (2)有明显恶液质,贫血或白细胞减少者;
- (3)体积小的包裹性积液;
- (4)伤口渗液或无法关闭体腔者;
- (5)儿童及妊娠妇女。

#### 3. 放射性药物

$^{32}\text{P}$ -胶体:胸腔疾病常用量为 185-370 MBq(5-10mCi) / 一侧胸腔

腹腔疾病常用量为 370-555 MBq(10-15mCi)

$^{198}\text{Au}$  一胶体:胸腔疾病常用量为 1850-2590 MBq(50-70mCi) / 一侧胸腔

腹腔疾病常用量为 3700-5550 MBq(100-150mCi)

其他如  $^{90}\text{Y}$  胶体等也可用于恶性胸腹腔积液的治疗。

4. 治疗方法进行胸腔或腹腔穿刺,应由核医学医师与临床有关科室的医师合作完成。

(1)恶性胸腔积液的治疗方法,先进行诊断性的胸腔穿刺,病人采用坐位略向前倾,双臂抬高放在床旁桌上勿移动,然后抽取液体。在注射  $^{32}\text{P}$  胶体前先抽去过量的胸腔积液,最好在治疗前注射 74-111MBq(2-3mCi)的  $^{99\text{m}}\text{TcS}$  胶体,显像观察其在胸腔中是否分布均匀,有无小腔形成,以及是否注入肺内或有无支气管胸膜瘘,若分布均匀则经导管注入 185-370MBq(5-10mCi)的  $^{32}\text{P}$  胶体,混有 50ml 的生理盐水,在注射部位盖上 5cm×5cm 大小的棉垫和弹性绷带,防止让  $^{32}\text{P}$  胶体漏出,注射后 1h,每 15min 改变一下体位,持续 2h-3h 为止。

(2)恶性腹腔积液的治疗方法:常规腹腔穿刺部位是脐与左髂前上嵴连线的中、外 1/3 交点;若有脾脏肿大可选用下腹部脐与耻骨联合的正中点。对手术后及反复穿刺过的病人,新的穿刺点应避开创伤疤痕。腹水呈局限性则应由超声定位。膀胱应排空,病人采卧位。使用腹膜透析导管,徐徐放入腹腔,抽出过多腹腔积液。最好在治疗前注射 74-111MBq(2-3mCi)的  $^{99\text{m}}\text{TcS}$  胶体,让病人多次左右翻动,然后显像观察  $^{99\text{m}}\text{TcS}$  在腹腔内分布是否均匀。若分布均匀,则注射 370-555MBq(10-15mCi)的  $^{32}\text{P}$  胶体和 500ml 的生理盐水,使放射性胶体能在腹腔内充分混匀。如腹腔内残留腹水较多,应适当减少生理盐水用量。灌注完毕,取出导管,盖上 5cm×5cm 大小的棉垫和弹性绷带防止  $^{32}\text{P}$  漏出。病人每 10rain 左右翻动,反复卧起睡下,直至 2h-3h 为止。

5. 治疗反应与处理  $^{32}\text{P}$  胶体治疗恶性腹腔积液，无明显的并发症。注入局限性积液时可引起放射性坏死，可在治疗前用  $^{99\text{m}}\text{TcS}$  胶体显像发现局限性积液的存在。 $^{198}\text{Au}$  胶体治疗由于放射性腹膜炎可引起恶心、呕吐和腹痛，一般在 2-3 天后自行消失，较重者对症处理后好转，个别病人出现白细胞减少，可自行恢复，若体质差，可给予营养剂和升血剂。少数病人可发生过敏反应，全身皮疹、面部浮肿，甚至高烧，可用抗过敏药物及全身支持疗法。

6. 其他腔内介入治疗的机制与方法均与胸腹腔介入治疗相似，不再赘述。如腹腔、心包腔、关节腔、囊肿腔、膀胱内、食道腔等。

#### (二) 血管支架放射性核素介入治疗

应由核医学医师与临床有关科室的医师合作完成。将放射源置于脏器管腔内(如冠状动脉、食道内)进行治疗的方法，属腔内介入治疗的一种，也称为近距离放射治疗，较常用的有治疗和预防冠状动脉再狭窄的放射性支架等。详见《核医学临床应用指南》

### 二、动脉内介入放射性核素治疗

经皮穿刺动脉插管，以超选择方法将导管插入肿瘤的供血动脉。经过导管把放射性药物引入并使其滞留在肿瘤局部，发挥栓塞、内放射及化学治疗等多种作用，达到治疗效果。核医学科医师应与临床有关科室医师合作动脉内介入放射性核素治疗。

#### 1. 适应证

- (1) 肿瘤血管丰富，有明确的单一动脉供血者；
- (2) 肿瘤供血无动脉畸形或变异者；
- (3) 肿瘤无显著的动静脉分流者。

#### 2. 禁忌证

- (1) 肿瘤血供差，坏死广泛者；
- (2) 肿瘤有动静脉瘘，且分流量大者；
- (3) 全身、插管局部和皮肤有急性感染尚未得到控制者；
- (4) 各种出血陛疾病。

3. 放射性药物：目前主要选用发射 B 粒子核素。常用的放射性核素有  $^{32}\text{P}$ 、 $^{90}\text{Y}$  和  $^{131}\text{I}$  等，常用的载体有玻璃微球、明胶微球、树脂微球、快速凝缩栓塞剂、碘化油、鱼肝油酸钠等。要求放射性核素与载体具有高机械稳定性、高化学稳定性，微球大小介于 46-761 $\mu\text{m}$  之间；放射性比度介于 370-1850MBq(10-15mCi) 之间，微球比重 < 2.5。

#### 4. 治疗方法

(1) 放射性微球必须制备成混悬液方能注射。由于微球比重大，一般应加甘油使之混悬，保证微球在注射中不会沉降。

(2) 动脉导管应尽可能放入到最接近肿瘤的动脉。若系表浅肿瘤可先经导管注射美兰，观察美兰是否集中分布在肿瘤部位；若系深部肿瘤可同时注射  $^{99\text{m}}\text{TcS}$  胶体或  $^{99\text{m}}\text{Tc-M}$  从，观察肿瘤部位是否有放射性集中浓聚。

(3) 放射性微球的总用量视肿瘤的大小而定，一般应保证肿瘤组织的吸收剂量达到 60-100Gy，故放射性微球的总活度为 1.85-3.7GBq(50-100mCi)；若肿瘤较大，活度甚至可达 7.4GBq(200mCi)。

#### 5. 注意事项

- (1) 穿刺部位有少量出血属正常，较大量出血要及时对症处理；
- (2) 注意穿破血管，一旦发生，要及时处理，如手术修补血管等；
- (3) 注意预防血管栓塞、导管栓塞、导管或导丝折断等。

### 三、云克治疗类风湿性关节炎

云克是亚甲基二膦酸盐及其与金属离子  $^{99}\text{Tc}$  的络合物，具有抗炎、镇痛和调节免疫功能

的作用。

#### (一) 适应证

类风湿性关节炎。

#### (二) 禁忌证

过敏体质，血压过低，严重肝、肾功能不良患者。妊娠及哺乳患者和儿童禁用。

#### (三) 治疗方法

云克由 A 剂和 B 剂组成，A 剂每瓶 5ml，内含钾锝(<sup>99</sup>Tc)0.05μg，B 剂每瓶内含亚甲基二膦酸(MDP)5mg 与氯化亚锡 0.5mg。使用前，无菌操作条件下，取 A 剂 5ml 注入 B 剂冻干品瓶中，充分振摇，使冻干物溶解，静置 5 分钟，然后静脉注射，每日一次，20 日为一疗程。根据病情需要，可适当增加剂量，延长疗程。

#### (四) 注意事项

偶见皮疹、注射局部红肿、纳差、乏力、月经增多，罕见全身水肿，严重时需停药处理。如药物发生变色或沉淀，应停止使用。心功能不全者慎用。

## 第十五节 肾上腺素能肿瘤的 <sup>131</sup>I-MIBG 治疗

自 1979 年美国密执安大学 Weiland 等报道 <sup>131</sup>I-MIBG 作为肾上腺髓质显像剂后，<sup>131</sup>I-MIBG 不但用于显像诊断嗜铬细胞瘤及其它神经内分泌肿瘤，还可用大剂量 <sup>131</sup>I-MIBG 治疗恶性嗜铬细胞瘤及神经母细胞瘤，经国内外学者临床应用证明，是一种疗效显著的治疗方法。

### 一、适应证

- (一) 不能手术切除的嗜铬细胞瘤
- (二) 手术后残余肿瘤病灶及术后预防性治疗
- (三) 转移性嗜铬细胞瘤
- (四) 恶性神经母细胞瘤
- (五) 能摄取 <sup>131</sup>I-MIBG 的其它神经内分泌肿瘤。如甲状腺髓样癌、类癌、化学感受器等。

### 二、禁忌证

(一) 白细胞低于  $4.0 \times 10^9 / L$ ，红细胞低于  $25.0 \times 10^{12} / L$ ，血小板低于  $9.0 \times 10^9 / L$  者不宜使用 <sup>131</sup>I-MIBG 治疗。

(二) 孕妇及哺乳妇女

### 三、治疗方法

#### (一) 治疗前准备

1. 在治疗前 3 天开始服用复方碘溶液，每次 5-10 滴，每日三次，直至治疗后二周。
2. 在治疗前 7 天停用影响 <sup>131</sup>I-MIBG 摄取的药物，如抗高血压及心血管药物：拉贝洛尔(Labe-terolol)，利血平；钙通道阻滞剂；三环抗抑郁药物；拟交感神经作用药物；胰岛素、可卡因及 α 神经元阻滞剂等。
3. 治疗前测定 24 小时尿儿茶酚胺，以便作疗效判断。
4. 治疗前，作肝、肾功能及血常规检查，如有异常，应暂停治疗。

5. 为了计算每克肿瘤组织接受的照射剂量, 在治疗前, 作诊断性  $^{131}\text{I}$ -MIBG 显像, 每 24 小时测定肿瘤的摄取率, 持续七天, 并计算最高摄取率和有效半衰期, 另外可通过 cT 或 B 超检查, 测定肿瘤的体积, 计算肿瘤照射剂量。

(二) 治疗方法: 每次静脉滴注  $^{131}\text{I}$ -MIBG 3.7-7.4GBq (100-200mCi), 两次治疗间隔时间一般为 4-12 月, 根据病情和病人身体状况可缩短治疗间隔时间。

具体操作:  $^{131}\text{I}$ -MIBG 溶液注入 250ml 生理盐水中, 缓慢静脉滴注, 约需 90-120 分钟, 滴注过程中检测脉率、血压, 必要时进行 EKG 监护。患者安置在放射性隔离室内治疗。治疗后一周作  $^{131}\text{I}$ -MIBG 全身显像

#### 四、注意事项

(一) 患者必须在治疗前按“治疗前准备”一项中所述, 作好准备。否则, 易引起甲状腺功能减退症或治疗无效果。

(二) 在治疗中必须缓慢静滴  $^{131}\text{I}$ -MIBG, 并时刻观察心率、血压的变化, 个别病例在治疗中发生 恶心、呕吐、高血压症状时, 应暂停静滴, 待症状缓解后再继续滴注。

(三) 个别病例在治疗后发生高血压危象时, 应收入 ICU 病房内严密观察和治疗。

(四) 长期使用可引起骨髓一过性抑制。当红、白细胞和血小板低于治疗标准时, 应暂停用药。

## 第十六节 放射性核素敷贴治疗

将一定剂量的发射  $\beta$  射线的放射性核素作为外照射源紧贴于病变部位, 通过  $\beta$  射线对病灶产生 电离辐射生物效应, 以达到治疗目的。 $\beta$  射线敷贴器是根据这一原理而设计。

### 一、 $^{90}\text{Sr}$ 敷贴器治疗应用

#### (一) 敷贴器构造

$^{90}\text{Sr}$  敷贴器由厂家制造, 其结构为厚度 1mm 的银片或高分子材料, 内含一定强度的  $^{90}\text{Sr}$  化合物, 外面用一层金属薄膜做保护层, 吸收如 Sr 所发射的 B 射线, 而用于治疗的几乎全是子体  $^{90}\text{Y}$  衰变为  $^{90}\text{Sr}$  过程中发射的 2.2MeV 的  $\beta$  射线, 其形状为圆形或方形, 出厂时已标定其放射性活度及表面剂量率; 由于  $^{90}\text{Sr}$  的半衰期较长 (28.5 年), 可以长期使用, 但每年需作一次衰变校正。敷贴器的大小常不等, 其活性区的面积有不同规格供选用, 某些敷贴器可以弯曲, 更有利于贴近病变皮肤。

#### (二) 适应证

1. 皮肤毛细血管瘤、瘢痕疙瘩、慢性湿疹、鲜红斑痣、局限性神经性皮炎和牛皮癣等;
2. 口腔粘膜和女阴白斑;
3. 角膜和结膜非特异性炎症、溃疡、翼状胬肉、角膜移植后新生血管、腋臭等。

#### (三) 禁忌证

1. 过敏性皮炎如日光性皮炎、夏令湿疹等;
2. 广泛性神经性皮炎、湿疹、牛皮癣等。
3. 各种开放性皮肤损伤与感染。

#### (四) 治疗方法

1. 使用前根据标定的活度及日期计算敷贴器现有活度剂量, 估算拟投给的剂量。

2. 治疗方法使用  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  公用敷贴器时,需用防护材料(如橡皮或塑料等)将病灶周围正常皮肤覆盖,避免受到不必要的照射。然后在敷贴器下放一层玻璃纸,用胶布或绷带将敷贴器固定于病变处,再将敷贴器上面放置大于敷贴器面积的防护材料并固定,记录敷贴时间,达到预定治疗剂量时及时取掉。

3. 治疗剂量与疗程一般采用分次疗法,如治疗一个疗程总剂量需 5-10Gy(500-1000rad),可分 4 次敷贴,每周 1-2 次;皮肤血管瘤总剂量需 15-25Gy(1500-2500rad),可分 8-10 次敷贴,每周 1-2 次,小儿酌减量;眼科疾患总剂量为 15-50Gy(1500-5000 rad),每次 3-10Gy(300-1000rad),每周一次。达到预定剂量或出现干性皮炎及眼部不舒反应即结束治疗。如治疗一疗程后未愈或有复发者,可于 3-6 个月后再进行下一个疗程治疗。也可采用一次治疗法,即总剂量一次敷贴后,2-3 月后再行第二疗程治疗。皮肤瘢痕应适当增加总剂量,手术瘢痕最好在伤口愈合拆线后及时治疗。

#### (五) 治疗反应

一般无不良反应,少数皮肤病患者可出现短时间敷贴局部皮肤发红,色素沉着,脱毛(发),表皮脱落等,可不必处理,随时间推移症状会减轻或消失。部分皮肤血管瘤治愈后可出现难以恢复的色素改变。极少数病人可出现局部水疱、红肿、上皮脱落及溃疡形成,应及时终止敷贴治疗并对症处理和随访观察。

#### (六) 注意事项

1. 对已照射的局部组织要减少摩擦,保持皮肤的卫生;
2. 治疗期间患处禁用热水烫洗、搔抓,避免造成损伤和感染;
3. 患处有破损或感染时,应终止敷贴治疗,并采用抗感染等对症处理。

## 二、 $^{32}\text{P}$ 敷贴治疗

### (一) 敷贴器的制备

$^{32}\text{P}$  敷贴器一般为临时配备,取厚薄与密度均匀的高级滤纸,剪成与病变大小一致的形状,作为支撑物,将所需放射性强度的  $^{32}\text{P}$  溶液用适量蒸馏水或生理盐水稀释混匀,均匀地涂在滤纸上,用红外线灯烤干或晾干。装于塑料薄膜袋中密封备用。 $^{32}\text{P}$  敷贴器的照射剂量可按下列公式计算,式中 1770 为  $^{32}\text{P}$  的电离常数, P、A、S 分别为照射剂量、放射性强度、敷贴面积。

$$P=A \times 1770 / S$$

### (二) 适应证

同  $^{90}\text{Sr}$  敷贴器治疗。

### (三) 禁忌证

同  $^{90}\text{Sr}$  敷贴器治疗。

### (四) 治疗方法

1. 先对病变部位做清洁处理(毛发部位应先去毛),然后将制备好的敷贴器按病损形状对齐贴紧并用医用胶布固定。

2. 剂量与疗程同  $^{90}\text{Sr}$  敷贴器治疗,应注意。 $^{32}\text{P}$  敷贴器制备与使用时的剂量衰减校正。因  $^{32}\text{P}$  敷贴器需根据病变形状专门制备,操作较麻烦,宜采用一疗程一次治疗法。

3. 敷贴一定时间达到预计的照射剂量后应立即去除敷贴器,切不可随意增加或减少敷贴时间。

### (五) 治疗反应

同  $^{90}\text{Sr}$  敷贴器治疗。

## (六) 注意事项

同  $^{90}\text{Sr}$  敷贴器治疗。

# 第十七节 组织间质治疗

将放射性核素或放射性药物直接注入或在影像学引导下置入病灶组织间质,达到治疗目的。该方法是介入治疗的一种,包括放射性药物直接注入组织间质法和放射性粒子植入法。

## 一、放射性药物注入法

将放射性药物(胶体、微球或其它放射性药物)直接注入或在超声波的引导下注入肿瘤组织内。

一般应视肿瘤的大小和形态,采用多点注射的方法、使放射性分布均匀,利用放射性药物发射的 $\beta$ 射线对肿瘤的照射,达到治疗目的。

### 1. 适应证

- (1) 原发肿瘤无法手术切除。
- (2) 肿瘤术后复发,难于再手术者。
- (3) 预计肿瘤经组织间质介入治疗后,可使手术切除成为可能者。

### 2. 禁忌证

- (1) 肿瘤组织穿刺易发生出血者。
- (2) 肿瘤伴有溃疡和感染者。

### 3. 治疗方法

(1) 注射方法:因肿瘤所在解剖部位不同而有较大的差异,最好在超声引导下进行注射。核医学科医师应与临床有关科室医师合作完成治疗操作。

- 1) 前列腺癌,在超声波引导下直接进行穿刺。
- 2) 原发性肝癌,在超声波引导下直接进行穿刺。
- 3) 颅咽管瘤,经颅底直接注射放射性胶体于肿瘤囊腔内。

其他部位的肿瘤注射的方法类似,但穿刺注射部位不同。另外,视肿瘤组织的大小还可采用多点注射的方法,力求放射性胶体或微球能分布均匀。

(2) 注射剂量:放射性胶体或微球的用量视实体肿瘤或肿瘤囊腔的体积而定。

1) 实体肿瘤的注射量;首先采用CT或核医学方法确定肿瘤的体积,然后按 $18.5\text{MBq}(0.5\text{mCi})/\text{cm}$ 的量注射,预计肿瘤组织的吸收剂量可达 $4000\text{--}6000\text{cGy}$ 。

2) 囊性肿瘤的注射量:肿瘤囊腔的体积可由CT检查确定,或腔内注入 $^{99\text{m}}\text{Tc-HSA}$ 用稀释法按下式方法计算:

$$\text{囊腔体积} = \frac{\text{注射 ml 数} \times \text{注射的每毫升计数} / \text{min}}{\text{平衡后的每毫升计数} / \text{min}}$$

无论采用何种方法求得囊腔的体积后,以 $37\text{MBq}(1\text{mCi})/\text{cm}^3$ 的量注射,囊壁辐照量可达 $20000\text{cGy}$ 。

### 4. 注意事项

治疗前应详细给病人介绍该方法,以得到病人及家属的理解与配合。注意选择放射性药物与剂量,用药后注意观察,如有局部反应,应及时对症处理。

## 二、放射性粒子植入法

组织间放射性粒子植入(也称近距离)治疗法,是将微型放射源(粒子)植入肿瘤内或受肿瘤浸润的组织中,包括恶性肿瘤沿淋巴途径扩散的组织,通过放射性粒子源发出持续低能量的 $\beta$ 射线,使肿瘤组织遭受最大程度的辐射损伤和破坏,而正常组织不受损伤或仅受轻微损

伤，以达到治疗目的。按粒子植入时间可分为永久性植入法和非永久性植入法。核医学科医师应与临床有关科室医师合作进行放射性粒子植入治疗。

#### 1. 适应证

- (1) 未经治疗的原发肿瘤；
- (2) 需要保留的重要功能性组织或手术将累及重要脏器的肿瘤；
- (3) 患者拒绝进行根治手术的肿瘤患者；
- (4) 预防肿瘤局部扩散或区域性扩散；
- (5) 转移性肿瘤或术后孤立转移灶失去手术价值者；
- (6) 无法手术或其他治疗方法无效者
- (7) 术中(后)残留病灶。

#### 2. 禁忌证

- (1) 肿瘤质脆，易致大出血者；
- (2) 肿瘤靠近大血管并有感染和溃疡；

#### 3. 治疗方法

对各种不同肿瘤的粒子植入治疗有不同的具体方法，首先要明确肿瘤的形态、位置、大小及与邻近器官、血管的关系，描绘出治疗的区域；其次要确定植入粒子的数量和位置，这取决于肿瘤的大小和放射源的活性强度；最后确定粒子植入的方式与方法。常用粒子种植治疗有三种方式。

- (1) 模板种植；
- (2) B 超和 CT 引导下种植；
- (3) 术中种植。

由于粒子种植在三维空间进行，每种放射性粒子物理特性不同，对每种核素需要制定一种特殊的三维治疗计划系统。可根据 B 超、CT、ECT、MR 等影像检查获得的肿瘤图像，进行模拟粒子种植的空间分布，决定粒子种植数目和靶区及周围危险器官的剂量分布，指导临床粒子种植。

操作程序：①完成治疗计划设计；②术前麻醉及使用镇静剂；③固定体位及重要器官；④应用 CT、B 超、MR、模拟机观察肿瘤位置；⑤用模板固定肿瘤在体表的位置；⑥消毒、插入植入针，检查针的位置；⑦植入粒子；⑧取出植入针体并消毒包扎；⑨用透视或超声检查粒子数；⑩检测工作环境。

#### 4. 注意事项

注意穿刺误入血管引起组织栓塞；注意误入放射区域内空腔脏器、吻合口瘘等；注意防止并发症；注意辐射防护。