

文章编号: 1001-098X(2002)04-0169-04

## 核医学显像评估生殖与性功能障碍

于建芳

**摘要:** 生殖道是一个复杂的解剖器官,它同时具有内分泌学和解剖学上的功能特征。核医学在检查生殖和性功能方面有一定价值,包括男性睾丸和阴茎海绵体的灌注情况,女性输卵管的传输情况及亚临床型精索静脉曲张。这些检查方法的成功应用证实了它们具有重要的临床实用价值。

**关键词:** 不育症;精索扭转;生殖;阳痿;放射性核素显像

**中图分类号:** R817.4 **文献标识码:** A

## Sintigraphy in the evaluation of disorders of reproductive and sexual function

YU Jian-fang

(Department of Nuclear Medicine, Shanghai 6th People's Hospital, Shanghai 200233, China)

**Abstract:** The genital tract is a complex anatomic region with overlapping endocrinologic, anatomic, and functional features. Nuclear medicine has value in examining functional aspects of reproductive and sexual function, ranging from testicular or cavernosal perfusion in the male, to fallopian tube transport in the female. Blood pool imaging has been helpful in detecting subclinical varicoceles. Proper understanding of the role that these tests play is important for their success and credibility.

**Key words:** infertility; spermatic cord torsion; reproductive radionuclide imaging; impotence radionuclide imaging

生殖道是一个复杂的解剖器官,它同时具有内分泌学和解剖学上的功能特征。用核医学方法评估生殖和性功能障碍具有重要价值<sup>[1,2]</sup>。

不育症——未采取避孕的正常性行为一年以上而未能怀孕,在已婚夫妇中的发生率近15%。本病的诊断主要依赖于血清学和放射学,女性放射性核素子宫输卵管造影术(radionuclide hysterosalpingography, RNHSP)和男性精索静脉曲张闪烁照相(varicocele scintigraphy)可无创伤性地确定不育症的病因,尤其是在其他检查方法失败的情况下。睾丸扭转也是引起男性不育的可能因素,通过放射性核素的方法可以较早确诊。勃起功能障碍包括阴茎异常勃起,可使性交失败而导致不育症,应用不同的放射性示踪剂、注射途径和介入手段可对勃起

障碍进行综合评估<sup>[3,4]</sup>。这种放射性核素检查方法在近20年来得到了发展<sup>[5-8]</sup>。

### 1 生殖功能疾病

#### 1.1 输卵管异常的RNHSP

将体积小于1 mL,剂量为18MBq的<sup>99m</sup>Tc<sup>m</sup>-HAM(<sup>99m</sup>Tc<sup>m</sup>-人白蛋白微球)悬浮液沉淀于子宫颈或附近,用针孔型或平行型准直器的γ-照相机迅速显像,并持续2 h或放射性标记物从两侧溢出到腹膜为止。显像体位可以帮助我们区别解剖学结构,例如侧斜位。也可以将放射性示踪剂置于子宫颈口外部或直接进入子宫腔。<sup>99m</sup>Tc<sup>m</sup>-高锝酸盐(<sup>99m</sup>Tc<sup>m</sup>O<sub>4</sub><sup>-</sup>)可代替<sup>99m</sup>Tc<sup>m</sup>-HAM,也有些人用<sup>99m</sup>Tc<sup>m</sup>-HMPAO(<sup>99m</sup>Tc<sup>m</sup>-六甲基丙二胺胍)标记的精子作为示踪剂<sup>[9]</sup>。

放射性标记物迅速通过子宫和输卵管直达卵巢或溢出到腹膜就可以认定为通畅。子宫输卵管角完全没有测到活性(角中断征)可以认定为同侧闭塞。给药方法、结构重叠和生物学变化可能影响分析。注意不要把阴道穹窿的放射活性误认为是子宫。

收稿日期: 2001-10-22

作者简介: 于建芳(1967-),女,上海人,上海市第六人民医院核医学科(上海,200233)主管技师,主要从事核医学显像研究。

审校者: 上海市第六人民医院核医学科 朱瑞森

因为RNHSP是用于那些想怀孕的妇女,所以要考虑辐射到卵巢的放射活性。放射性剂量的变化范围可相差100倍,这是根据最初假定的卵巢辐射量及滞留时间来计算的。操作技术对放射性剂量影响很大,应尽可能地改善和优化。经大致估算,多数卵巢所接受的辐射剂量为0.6~1.5 mGy/MBq。若用游离的 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ ,估计可降低至 $1/10^{10-11}$ 。

### 1.2 急性阴囊痛的阴囊显像<sup>[12-15]</sup>

对阴囊疼痛患者,阴囊显像的作用是排除睾丸扭转。扭转时睾丸因血流中断而缺血,随后即水肿、出血和不可逆的生精功能丧失,除非6~12 h内恢复血流灌注。远期副反应包括对侧睾丸的生精功能丧失——通过自动免疫机制。由于睾丸扭转迅速发展成梗死,要求快速确诊,故阴囊显像为核医学急诊项目之一。

阴囊显像的方法很多,标准方法是:患者取仰卧位,阴茎沿腹壁向头侧固定,与阴囊分开;双腿外展,以尽量降低重叠的大腿软组织活性;放一块铅板在阴囊下面,可降低大腿本底活性;弹丸注射 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ (可快速注射且价格便宜),建议成人550~750 MBq(15~20 mCi)。甲状腺摄取可用过氯酸钾(6 mg/kg)阻断。静态显像可获得高计数的感兴趣区。动态显像可获得一系列图像,不过所获信息并不比静态显像多。

正常情况下,由于所提供的灌注水平低,通常睾丸动脉血流和阴囊内活性是测不到的,阴囊静态显像可见对称均匀的微弱活性。阴茎血管活性表现为直线形或卵圆形的“热区”,位于阴囊上方,并随阴茎海绵体血池的放射性药物填充而逐渐明显。膀胱在显像开始时呈“冷区”表现,随后也因含 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{O}_4^-$ 的尿液的进入逐渐清晰。在老年患者,由于丰富的前列腺血管丛,有时在阴囊区域的上方可见放射性浓聚。

睾丸扭转早期为症状出现后5~7 h,中期可至24 h,晚期为24 h后甚至几周。早期静态显像表现为睾丸低灌注。动态显像不能辨别这一点。精索血流增加与睾丸扭转是不匹配的,有时会出现“结节征”,即精索血管从髂动脉一分出便突然中断。由于睾丸在显像前已经扭转,故显像也可能正常或表现为弥漫性充血。

在扭转中期,精索缺乏灌注,炎症和阴部血管反应性充血的加重可使中心缺损的睾丸外周放射性逐渐加深,有人称其为“牛眼”、“晕轮”或“外圈”

征,通常伴有睾丸功能的不可逆损伤,但若“晕轮”仅轻、中度加深,睾丸功能仍可恢复。动态显像可见到发炎的阴囊,无论阴部血管清晰与否。扭转晚期即睾丸梗死和显著的阴囊充血,可见明显的完全“晕轮”征。由于显像上扭转的中、晚期分界不明显,因此即使有明显的“晕轮”征,要完全排除睾丸的活力还是相当困难的。许多外科医生提议对这类患者即时探查。

睾丸附睾炎的发生在青年男性中要多于睾丸扭转,二者在临床上很容易相互混淆。睾丸附睾炎显像所见通常是在睾丸扭转的对侧,动态显像上表现为因精索血流增加所致的相关组织充血,严重时甚至可见阴部血管相关组织充血;静态显像提示血池活性增加,反映了牵涉的范围或程度。若是附睾炎,活性一般侧向浓聚于睾丸,睾丸炎的范围则广泛得多(由于血流和血池的关系)。双侧附睾炎经过详细的动态和静态显像检查,可以揭示阴囊双侧血流均匀增加。如果不处理,睾丸附睾炎可发展成脓肿。

### 1.3 精索静脉曲张的阴囊显像<sup>[16]</sup>

阴囊显像评估生殖功能障碍主要在于精索静脉曲张和睾丸扭转的诊断。精索静脉曲张和睾丸扭转所致的不育症可经外科手术治疗,所以及时确诊意义重大。

显像操作(药物、剂量、体位等)与前述急性阴囊痛的阴囊显像操作相同。

正常情况下,静态影像上的阴囊放射性分布是模糊均一的。一旦患者有精索静脉曲张,就表现为血池的增加(片状或分散状,并有一定强度)。临床上明显和不明显的精索静脉曲张都能在血池影像上观察到,灵敏度达90%。双侧异常可能难以确诊。

## 2 性功能障碍

### 2.1 血池显像

20世纪70年代初出现阴茎血池这一概念。用 $\gamma$ -发射体标记全身血池(首选 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}\text{-RBC}$ ),再用 $\gamma$ -照相机来获取阴茎放射性计数。用铅栅屏蔽周围背景活性,必要时可进行ROI(感兴趣区)分析和背景校正。海绵体内注射血管活性药物尤其是前列腺素E,实现阴茎勃起,这是一种比视觉性别刺激或全身性血管扩张剂更为有效且能重复进行的方法,但必须注意限制血管活性药物的注射体积,以免引起阴茎血液稀释。最后绘出TAC(时间-放射性活度曲线)并计

算有关数字指标。当然,也可以通过与合适的标准相比较得出绝对体积测量值。

最初研究侧重于阴茎勃起过程中TAC的变化,该法改进后可根据静脉血定量计算阴茎勃起后的体积。其他学者也开发了一些新的反映阴茎体积和血液变化的指标<sup>[7]</sup>。

通过阴茎显像和10 mL标准静脉血样计算出勃起过程中阴茎的绝对血流量。将随时间变化的阴茎放射性计数进行标准化,从而得到绝对血流速率(假定灌注相中静脉漏出忽略不计)。体部血流高峰与反映动脉完整性的血管造影指数之间有很好的相关性,与体内阻滞无明显相关。一种与血管造影评分相关性很好的参数,即高峰灌注前后1 min内阴茎血流体积变化值( $r = 0.96$ ),反映了阴茎膨胀高峰期维持灌注率的能力。双核素方法证实了这一点,因为在高峰灌注期静脉渗漏是可以忽略不计的,而且不影响未校正的灌注计算的准确性。

静脉无功能时,TAC典型表现为勃起后的放射性计数高峰不能维持。这种阴茎勃起行为的丧失已能定量检测,这些指标对鉴别静脉病变与动脉病变或非血管性病变是非常有用的。

在阴茎疲软和膨胀期均可见到TAC的摆动,对此目前难以作出令人信服的解释。该现象是发生于正常受试对象还是有心理疾患的病人还不能确定,但肯定与受试对象的阴茎刺激方法、镇静和焦虑水平有关。

阴茎异常勃起是阴茎勃起功能障碍的一种特别类型,即在无性欲的情况下阴茎持续性和疼痛性勃起。放射性血池研究可见阴茎血流的减少或不变。闪烁显像在定性评价灌注功能上是有用的,阴茎海绵体血流灌注减少可提示勃起障碍,但价值有限。

## 2.2 洗脱显像

在勃起阴茎海绵体内注射放射性示踪剂后研究放射活性的洗脱,对评价静脉机制是一种最有前途的方法,它反映了膨胀血流的流出情况。在稳定状态下,阴茎血流与体积相关,用数学方法解这个模型可以得到一个确切的血流/体积比值,而在非稳定状态下仅能得到一个定性结果。

阴茎海绵体内注射<sup>133</sup>Xe后血流从阴茎疲软状态下的3~8 mL/(100g·min)降至勃起状态下的0~4 mL/(100g·min)。高峰期间,血流开始是加速的[20~75 mL/(100g·min)],视觉刺激结束后2.5~4 min,

降至疲软状态的血流水平。在勃起功能正常的Peyronie病患者中,勃起开始后静脉关闭也是正常的,而勃起障碍患者可有视觉性刺激勃起引起静脉关闭不全,常常导致阴茎血流放射性的洗脱减少,而在患静脉病变的患者中常发生洗脱的增加。这一结果可能与下述事实有关:勃起是一动态过程,在不同的时间进行测量其结果相差很大;同时,勃起本身程度不一,取决于特殊刺激的类型和强度。

在阴茎疲软和勃起状态下,往海绵体内注射自体<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-RBC可观察海绵体腔的洗脱情况,用罂粟碱/regitine诱发阴茎勃起可使无静脉病变患者的半清除时间(2892s ± 1899s)比伴有静脉病变者明显延长(213s ± 123s),提示<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-RBC的半清除时间测定能有效地查出静脉病变,但结果与<sup>133</sup>Xe洗脱率不一致则说明与测定时的某些物理因素有关。

联合应用血池和<sup>133</sup>Xe洗脱的方法也可用来评估阴茎血流。从理论上讲,这种方法不需要假设一种稳定状态便能同时计算出实现勃起期间动脉流入和静脉流出的放射性计数。所以,此法成了评估阴茎勃起障碍的主要优势,但由于该法的技术难度高,目前仅用于实验研究。该技术使我们能更好地理解阴茎勃起障碍在病因学上各种影响因素之间的关系,并在一定程度上揭示其病因。

## 2.3 洗入显像

在注射放射性标记红细胞并解除置于阴茎根部的可膨胀套环后,可观察海绵体的动态血液灌注情况。该研究是在阴茎处于疲软相进行的,并在不同时相联合应用血管活性药物。初始,这些药物被套环阻滞在海绵体内,这样便使其在止血带放松前达到最大血管反应性,有动脉病变者和其他原因引起的勃起障碍者之间的血流增加值有明显的差别。因此,该法在诊断上具有一定的潜能。

通过测量阴茎(皮下)周围注射放射性标记红细胞后海绵体放射性活度的方法可研究稳定状态下阴茎疲软相血流,该法采用的不是曲线的初始部分,而是整个曲线。由于海绵体血流/体积比很低,所以需要在注射后10到20 min才能达到峰值。应用一种简单的模型,该曲线可拟合出一个经典方程,从而得到疲软相的血池和血流值。模型研究证实了该法的可行性,并已用于临床和动物实验<sup>[18,19]</sup>。

## 2.4 小结

放射性核素在阴茎勃起功能研究上的局限性

首先在于药物刺激。无论使用何种药物都不够完美,因为它们可能会产生次级水平的勃起。这可能是由于焦虑的影响,海绵体平滑肌的松弛可能不够完全。随着新型而更加有效的海绵体内治疗药物的发展,这种担心可能会有所缓解。

第二个局限性在于它不像其他方法那样包含海绵体内压力的测量和监控。这一点对 $^{133}\text{Xe}$ 洗脱法的有效性有明显的影响。因为只有在海绵体充盈的状态下,这种静脉关闭机制的信息才是有意义的。然而,显像时若允许压力监控和体积增加,可能会牺牲无创伤性这一最大的优势。

最后,随着全科医生对更新的治疗勃起障碍药物的掌握,完善的诊断评估作用和必要性便成了问题<sup>[20]</sup>。对这类患者的病因学评估终归是必要的,因而准确和定量的检查方法尤为重要。

### 3 结论

核医学在检查生殖功能和性功能方面具有一定的价值,其检查范围十分广泛,从男性的睾丸和阴茎海绵体灌注到女性输卵管的通畅性。与标准放射学检查相比,其优越性在于方法简便、可定量、灵敏度和可靠性高等。恰如其分地理解其作用有助于提高核医学检查的成功率和可信度。

#### 参考文献:

- [ 1 ] Laumann EO, Paik A, Rosen RC. Sexual dysfunction in the United States[J]. JAMA, 1999, 281: 537-544.
- [ 2 ] Wahl SI, Rubin MB, Bakal CW. Radiologic evaluation of penile arterial anatomy in arteriogenic impotence [J]. Int J Impotence Res, 1997, 9: 93-97.
- [ 3 ] Zuckier LS. Use of radioactive tracers in the evaluation of penile hemodynamics: history, methodology and measurements[J]. Int J Impotence Res, 1997, 9: 99-108.
- [ 4 ] Zuckier LS. The scintimetric evaluation of erectile dysfunction[A]. Freeman LM, eds. Nuclear Medicine Annual 1997 [C]. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1997. 181-207.
- [ 5 ] Yuan Z, Luo Q, Chen L, et al. Clinical study of scrotum scintigraphy in 49 patients with acute scrotal pain: a comparison with ultrasonography[J]. Ann Nucl Med, 2001, 15: 225-229.
- [ 6 ] Pavlica P, Barozzi L. Imaging of the acute scrotum[J]. Eur Radiol, 2001, 11: 220-228.
- [ 7 ] Minayoshi K, Okada H, Fujisawa M, et al. Hemodynamic evaluation of left testicular varicocele by scrotal scintigraphy [J]. Eur Urol, 2001, 39: 30-35.
- [ 8 ] Martin LA, Ellen Amato M, Fletcher J. Demonstration of scrotal disease on bone scintigraphy [J]. Clin Nucl Med, 2000, 25: 1017-1018.
- [ 9 ] Ozgur K, Yildiz A, Uner M, et al. Radionuclide hysterosalpingography with radiolabeled spermatozoa[J]. Fertil Steril, 1997, 67: 751-755.
- [ 10 ] Lundberg S, Wramsby H, Bremmer S, et al. Radionuclide hysterosalpingography is not predictive in the diagnosis of infertility[J]. Fertil Steril, 1998, 69: 216-220.
- [ 11 ] Lundberg S, Wramsby H, Bremmer S, et al. Radionuclide hysterosalpingography does not distinguish between fertile woman, before tubal sterilization, and infertile woman[J]. Hum Reprod, 1997, 12: 275-278.
- [ 12 ] Luker GD, Siegel MJ. Scrotal US in pediatric patients: Comparison of power and standard color Doppler US[J]. Radiology, 1996, 198: 381-385.
- [ 13 ] Bader TR, Kammerhuber F, Herneth AM. Testicular blood flow in boys as assessed at color Doppler and power Doppler sonography[J]. Radiology, 1997, 202: 559-564.
- [ 14 ] Siegel MJ. The acute scrotum [J]. Radiol Clin North Am, 1997, 35: 959-976.
- [ 15 ] Frush DP, Sheldon CA. Diagnostic imaging for pediatric scrotal disorders[J]. Radiographics, 1998, 8: 969-985.
- [ 16 ] Paz A, Melloul M. Comparison of radionuclide scrotal blood-pool index versus gonadal venography in the diagnosis of varicocele[J]. J Nucl Med, 1998, 39: 1069-1074.
- [ 17 ] Garcia EL, Iribarren IM, de Tejada IS. An update on the physiology of erection[A]. Morales A, eds. Erectile dysfunction. Issues in current pharmacotherapy[C]. London: Martin Dunitz Ltd, 1998. 1-26.
- [ 18 ] Buhl AE, Zuckier LS, Kappenman KE. Measurement of blood volume and flow in the flaccid and erect penis of cynomolgus monkeys[J]. Int J Impotence Res, 1996, 8: 185.
- [ 19 ] Zuckier LS, Benet A, Kikut J, et al. New radionuclide technique for studying penile hemodynamics[J]. Int J Impotence Res, 1996, 8: 165.
- [ 20 ] El-Sakka AL, Lue TF. A rational approach to investigation of the sexually dysfunctional man[A]. Morales A, eds. Erectile dysfunction. Issues in current pharmacotherapy [C]. London: Martin Dunitz Ltd, 1998. 50-69.