

271 : 377, 1964.
 27. Busse W : J Nucl Med 14 : 837, 1973.
 28. El-Zayat A, et al : J Nucl Med 13 : 616, 1972.
 29. Gilday D C : Aroer J Roentgeol

115 : 739, 1972.
 30. James A E, et al : Radiol 100 : 99, 1971,
 31. Inkley S R, et al : J Nucl Med 13 : 439, 1972.

(北京朝阳医院同位素室 朱国弘 综述)

放射性同位素心血管照相的临床应用

放射性同位素心血管照相是近十年来发展的一项新技术,它通过放射性核素静脉内的快速注射,应用 γ 照相机和数据处理系统,快速连续记录放射性物质通过心脏及大血管的流程,观察心脏及大血管内放射性核素的动态变化,从而了解心脏各房、室的形态和功能,达到诊断的目的。为了得到清晰、良好的图象,首先要求有足够的放射性强度,但又不增加对病人过多(尤其是儿童)的照射剂量。因此必须应用低能量、短寿命的同位素。同时要求放射性物质到达心脏时呈“弹丸”(Bolus)方式,以免被血液稀释,影响图象的诊断,这就要求放射性比度高,注射体积小,注入的速度要快,乃是检查能否成功的关键。

仪器和示踪剂

常用的仪器是大晶体碘化钠(铊)、高分辨率准直器(20,000~40,000孔)的 γ 闪烁照相机,显象记录装置为磁录相、电影或35毫米定时照相机,每秒拍摄2~4张,或直接输给电子计算机进行数据处理和显示。近年来,特别强调电子计算机的应用,它可以提高影象的分辨率,并能进行数据处理,得到有关心脏功能的定量资料,如计算心排量、喷血、收缩期末与舒张期末容量、每搏

血量等,为临床的诊断与处理提供可靠的数据。

示踪剂:常用的有 ^{99m}Tc -高锝酸盐, ^{105}Yb -DTPA,或 ^{99m}Tc -人血清白蛋白,其性能见表(1)

表1 常用心血管照相示踪剂

同位素名称	物理半衰期	γ 射线能量 (千电子伏)	注射剂量	对人体 照射量 (拉德)
^{99m}Tc - 过锝酸盐	6小时	140	8~10毫居 小孩0.2 毫居/公斤	0.03~ 0.16
^{105}Yb - DTPA	32天	63(45%) 198(35%)	7~10 毫居/成人	0.3

此外,最近的文献报导,有用 ^{191}Ir (^{191}Os)- ^{191m}Ir 发生器, ^{191}Os 的物理半衰期15.3天,子体 ^{191m}Ir 物理半衰期仅4.9秒, γ 射线能量129千电子伏适合于 γ 照相机,由于物理半衰期非常短,其对人体的照射剂量更低,故可以采取多体位的 γ 照相。

检查方法

体位:病人一般采取前后位,探头的视野应包括整个心脏、两肺野、上至胸骨上窝、下至剑突及腹主动脉。为了显示左心房,可采用左前斜位或改良的左前斜位(在左前斜位基础上,以病人左腋前线对准探头

中心，然后将探头的下端升起，与病人正前位成30度角，适当上升探头位置，使心脏仍在探头视野内）。

注射部位和方法：常用的注射部位是肘前静脉，但有15~20%的病人由于形成的“丸弹”不好，检查不满意。Treves介绍颈外静脉注射，成功率可达95%。注射的方法有两种，一种是应用三通针头，注射同位素的体积不超过1毫升，注入后，迅即用生理盐水冲洗，使成一“弹丸”进入心脏。另一种方法是：事先用止血带阻断静脉回流，同位素注入静脉后，迅速松开止血带，使同位素与静脉血一道冲入心脏，为了监测同位素进入心脏的情况，一般于上腔静脉区描绘一时间、放射性稀释曲线，如此曲线上升和下降均很陡直，表明注射的方法是满意的，结果可靠，如果此曲线上升和下降都斜平，表明注射的方法不合适，所得的结果不可靠。

适 应 证

1. 拟诊为先天性或某些后天性心脏病，可作为进一步检查的初筛试验。
2. 对心血管造影剂有过敏史者。
3. 病情较严重，预计不能耐受心血管造影检查者。
4. 外科手术前后疗效的观察或随诊。
5. 内科病人需了解心脏功能或心室壁肌肉的运动情况。

正常图象及循环时间

1. 正常图象：

从连续闪烁摄影的一系列图象中，大致可分为四个不同过程的时相变化。

(1) 上腔静脉及右心房显影，正常约1~3秒，长条形，右心房体积不大。

(2) 右心室及肺动脉充盈，通常约为3~6秒，上腔静脉与肺动脉间呈一空白带，形成U字形。

(3) 肺部显影，通常少于8秒。

(4) 左心房、左心室及降主动脉显影，通常为5~12秒，若心内无分流时，在腹主动脉显影的同时，肺部放射性应基本消失。

2. 放射性时间强度曲线：

如将上腔静脉、右心室、肺、左心室和腹主动脉部位的放射性时间浓度曲线，利用电子计算机同时予以描记，不但能看到曲线的形态，且能计算各部位的循环时间，对诊断先天性心脏病右到左分流的部位很有意义。其正常值为：

上腔静脉→右心室约1.5秒。

上腔静脉→肺约3秒。

上腔静脉→左心室约6秒。

上腔静脉→降主动脉约7.0秒。

先天性心脏病的应用

先天性心脏病可分左到右分流、右到左分流、和无分流者三组，同位素心血管照相，可以帮助了解：

1. 分流性质的判断：对先天性心脏病首先要明确是左到右分流，还是右到左的分流，同位素心血管照相，有助于两者的诊断。见示意图1

1—A为正常循环。

1—B为先天性心脏病左到右分流，当心内存在一左到右分流时，放射性核素通过缺损的部位，由左心体循环分流到右心肺循环，因此，肺部和缺损部位发生同位素的反复循环，故在腹主动脉显影以后，肺部及分流部位又再度充盈，使得肺部放射性持续不消失，形成一种脏污(Smudge)现象，而正常肺部的放射性应基本消失。

1—C为右到左的分流，即正常情况下左心和腹主动脉应在肺部显影以后才显影，当有右到左分流时，在肺动脉显影的同时，左心和腹主动脉提前显影，且肺部放射性始终较少。

2. 分流部位的判断：根据分流部位不

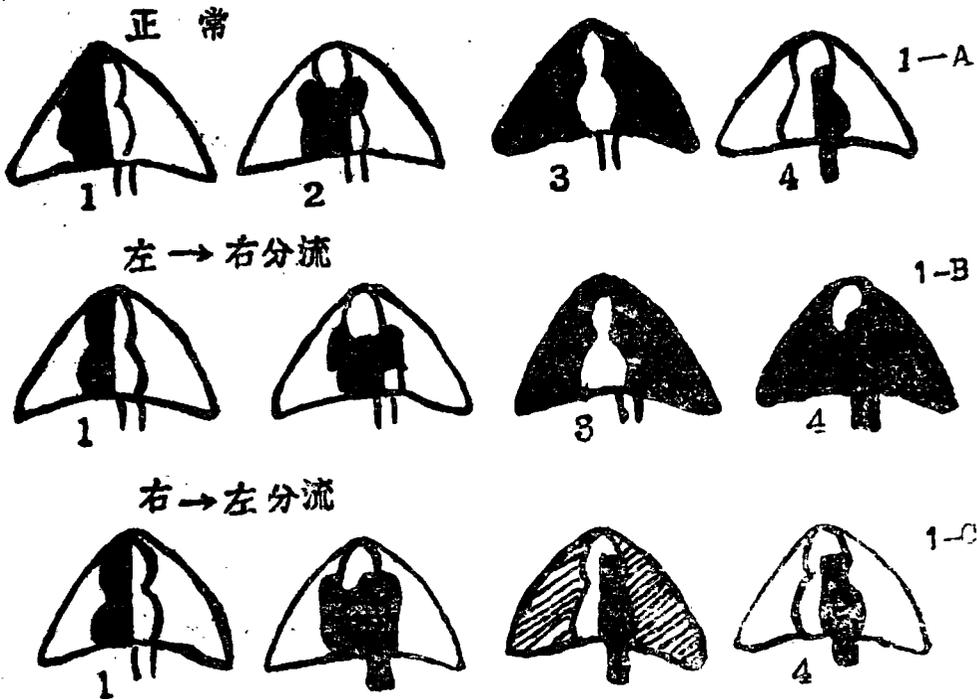


图1 先天性心脏病心血管照相特点示意图

同，病理生理改变的特点也不相同，同位素照相的表现如下。

(1) 房间隔缺损 (ASD) :

①右心房扩大②右心房首次显影后，可见同位素浓度的突然减弱，尤以分流量大时更显著，可能为来自左心房分流血液稀释所致。③肺动脉段突出④当肺首次显影后，由于分流血液再循环之故，右心房、右心室及肺部持续显影，特别是右心房的显影和扩大是诊断房间隔缺损的关键。⑤由于示踪剂主要集中于肺和右心，故左心及腹主动脉相对显示不清。

(2) 室间隔缺损 (VSD) : 其同位素照相的特征为①左心室增大或两心室均增大。②肺动脉段突出，有肺动脉高压改变。③右心室、肺部在左心房、左心室显影后再度显影并呈“脏污”现象，持续不消退，右心房则不再显影。④由于右心室、肺部持续显影，致使主动脉轮廓显示不清。

(3) 右到左分流的定位：同样是根据放射性示踪剂在左心提早出现的部位而定，如心房部位存在一右到左分流时，当右心房显影后，左心房立即显影。心室部位的分流，例如法鲁氏四联症，当右心显影后，左心室和主动脉的放射性立即出现，而左心房的显影是在放射性通过肺部以后才显示，同时可见肺动脉流出道的狭窄和右心室的扩大。

(4) 无分流组：例如肺动脉瓣狭窄，同位素心血管照相的特点为：①放射性同位素在右心停留的时间延长，②肺动脉瓣狭窄区缩小③肺动脉主干有狭窄后的扩张，④右心室腔由于肌肉肥厚而相对变狭小。

3. 分流量的估计：

右到左分流量可根据血氧分析、临床症状来估计。从同位素心、血管照相估计左到右分流的量，目前大致有两种方法。

(1) 肺稀释曲线法：正常情况下，示踪剂通过肺部某一区域的稀释曲线是：放射性

迅速达到高峰，然后以指数方式迅即下降直至再循环。如有左到右分流时，肺部放射性物质反复再循环，故其下降明显缓慢。如以放射性达到高峰的时间定为 T_1 ，高峰浓度为 C_1 ，则取同样的时间为 T_2 ，下降支 T_2 部位的浓度为 C_2 ，则：

$$\frac{C_2}{C_1} \times 100, \text{ 正常少于 } 30 \sim 46\%。$$

当分流量愈大，下降支愈缓慢，比值亦愈大，可作为半定量的方法。Malts 等认为此方法误差较大，与无左到右分流组的交叉比较多。因此，有人提出将肺稀释曲线下的面积分为三部分，见示意图(2)

第一部分简称 Q_p ，代表放射性物质第

一次通过肺循环的总量，第二部分称 Q_{pr} ，代表分流血量，两者之差即为体循环血流量 (Q_s)，

$$\text{肺循环血流量/体循环血流量} = Q_p/Q_s$$

$$\text{例如 } Q_p = 1860 \text{ 毫米}^2$$

$$Q_{pr} = 1060 \text{ 毫米}^2$$

$$Q_s = 1860 \text{ 毫米}^2 - 1060 \text{ 毫米}^2 = 800 \text{ 毫米}^2$$

$$\text{则 } Q_p/Q_s = 1860/800 = 2.32。$$

本法也是经验公式，可测分流量在 1.40~3.0 之间，其实用价值如何，尚有待进一步验证。

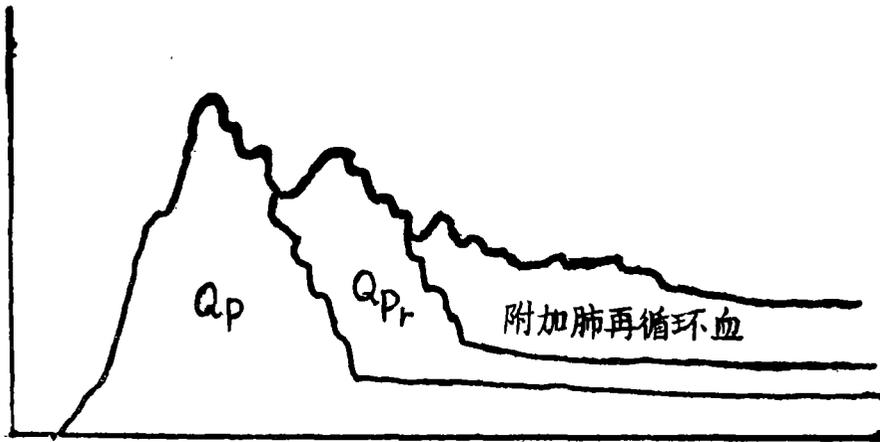


图2 肺血管稀释曲线分区示意图

后天性心脏病的诊断

应用同位素心血管照相，对后天性心脏病可诊断上腔静脉阻塞、心包积液、心肌病，二尖瓣病（关闭不全或狭窄），肺动脉高压、大动脉炎、左房粘液瘤、左心室室壁瘤等。本文由于篇幅关系不拟一一描述其方法，重点介绍在冠心病、心肌梗塞并发症诊断上的应用。

1. 心室壁瘤 (Ventricular Aneurysm)：心肌梗塞后，约1/10的病人

发生室壁瘤。临床上在心尖部可触及一收缩期的冲击感，心电图 ST 段持续抬高，T 波倒置和异常 Q 波。同位素心血管照相和心电图 R 波控制的门电路相结合，可以分别拍摄左心室收缩期和舒张期的影象，如将此两种影象重叠，就能清楚地显示左室壁局部的收缩动作失调。Geffer 等报导，静脉注射 15~20 毫居的 ^{99m}Tc -人血清白蛋白，然后记录心脏收缩期与舒张期的影象，梗死的心肌区无活动，而室壁瘤表现为心脏动作不同步，并可提出阶段性的心室容积改变。

2. 乳头肌断裂 (二尖瓣关闭不全和肺动脉高压)：本并发症的临床表现是：心尖部粗糙的收缩期杂音，顽固性的充血性心力衰竭，由于乳头肌的缺血坏死，产生急性二尖瓣关闭不全和肺动脉高压。表现在同位素心血管照相上，可见：①左心房、左心室扩大，主动脉弓突出②个别病人还可见右心房，右心室的增大，③由于左心房有回流，故左心房、左心室持续显影，④循环时间延长，肺动脉段有不同程度的扩大，有肺动脉高压的反映。

3. 心包积液同位素照相的特点为：心腔不大，心影周围有一圈放射性空白区，将心影与肺血管影、肝影分开，一般心包积液在 200 毫升以上，诊断是不难的。

小 结

本文重点介绍放射性同位素心血管照相对某些先天性心脏病及后天性心脏病诊断上的应用，方法简便、无痛苦、安全可靠、可以作为复杂的心导管检查和心血管造影的初筛试验，和其他无创伤性方法相配合，可以相辅相成，进一步提高临床诊断水平。

参 考 资 料

- (1) Pierson RN, et al: Quantitative Nuclear Cardiology, John Wiley & Sons, New York, 1975.
- (2) Yames AE, et al: Pediatric nuclear medicine, W B. Saunders 1974.
- (3) Treves S: Amer J Cardiol. 38(6): 711, 1976.
- (4) Donato L: Semin Nucl Med (3): 111, 1973.
- (5) Zaret BL, et al: N Engl J Med 284(21): 1165~1170, 1971.
- (6) Kriss JP, et al: J Nucl Med 7: 367, 1966.
- (7) Treve S, et al: Circulation 54: 2753, 1976.
- (8) Kriss JP, et al: Circulation 43: 792, 1971.
- (9) Zaret BL, et al: J Nucl Med 13: 81, 1972.
- (10) Strauss HW, et al: Am Cardiol 28: 575, 1971.

(北京市阜外医院 刘秀杰综述)

更 正

本刊1977年第1期目录页“下接封三”和“上接封二”应删去；33页倒数1行“Causal”应为“Causal”；35页左倒数1行“mohindra”应为“Mohindra”；53页左倒数8行“Brandom WF等；Res52:”应为“Brandom WF等；Radiat Res 52:”；63页右倒数1行“蒲端章”应为“蒲瑞章”；第56页右倒数24行“外表离子”应为“外来离子”；第57页左第15行“王老新”应为王志新”；第56和60页底边“国外医学参考资料”应为“国外医学参考资料”；第30页第23行“陈桂章摘译 金为翘、杨家宽校”应为“陈桂章摘译”；目录页，1977年第二主要内容预告中“8.寻找化学辐射防护剂，(二)”应为“8.寻找化学辐射防护剂的进展(二)”；第26页左倒数16行“爆作”应为“爆炸”；第28页左第12行“Kavyomeres”应为“Karyomeres”；第29页表2倒数1行“照对例2”应为“对照例2”。