

定以及处置方法的选择取决于和病人及气溶胶有关的一些因素。在本评论中已介绍了与气溶胶性质有关的实验发现。与病人有关的因素包括年龄,一般健康状况,肺、肝和肾疾病既往史以及对治疗的态度。当审议灌注法的应用时,基本的生物学考虑是,通常麻醉的即刻危险与未来辐射诱发疾病的潜在结局间的权衡,由于辐射致病对生命的危险不是立刻发生的,所以病人对治疗的态度及其对所能进行的治疗的了解是重要的。与吸入

气溶胶有关的因素是:(1)吸入放射性物质的数量;(2)吸入的同位素种类;(3)与溶解度有关的气溶胶粒子的化学形式和(4)尤其与在肺内溶解度有关的粒子的大小。只有将与病人有关的因素和与吸入气溶胶有关的因素一起考虑后,才能制定一个合理的治疗方案。

[Muggenburg等, Health Phys 33(3), 213~220, 1977(英文)]

穆传杰译 姜会侠 赵兴成校

放射性核素在冠心病临床应用和研究中的进展

近几年来,放射性核素在冠心病临床上的应用,特别对急性心肌梗塞的诊断,已经取得了令人鼓舞的进展,如 ^{99m}Tc 标记的焦磷酸盐热区扫描, ^{201}Tl 心肌灌注扫描以及门电路心脏血池 γ 照相等,都有其特点,对心肌缺血诊断,采用 ^{201}Tl 心肌显像和运动试验相结合,也取得了较好的前景,本文拟重点介绍三个问题,即急性心肌梗塞的热区扫描,心肌灌注扫描和门电路心血池 γ 照相对左心功能的估量。

一、急性心肌梗塞热区扫描(或显像)

近年来,发现许多放射性药品可浓聚在急性梗死的心肌细胞内,这些包括 ^{203}Hg -新醇, ^{203}Hg (^{197}Hg)含汞荧光素及其衍生物, ^{131}I (或 ^{99m}Tc)-四环素, ^{67}Ga -枸橼酸盐, ^{99m}Tc -葡庚糖酸盐, ^{99m}Tc -磷酸盐等,其中以 ^{99m}Tc -焦磷酸盐应用最为广泛。1973年Holman于实验动物和病人身上证实,梗死的心肌组织对 ^{99m}Tc -四环素有明显的浓聚,可以用作急性心肌梗塞的诊断^[1],但 ^{99m}Tc -四环素血液本底高,需在静脉注射后24小时后,才显影清晰,限制了它在临床上早期诊断的应用。同年Bonte^[2]

也发现, ^{99m}Tc -磷酸盐骨扫描剂可以浓聚在实验性心肌梗死组织内,1974年此药应用于临床,1977年Parkey等报导³,用 ^{99m}Tc -焦磷酸盐作心肌扫描3000余例,取得了良好的效果,关于急性心肌梗塞(AMI)各种热区扫描剂比较见表1。

由表1可见,急性心肌梗塞的热区扫描剂很多,但尚在不断研究改进中,虽然用过 ^{99m}Tc 标记的各种磷酸盐,但 ^{99m}Tc -焦磷酸盐仍是应用最广的药物,这是因为 ^{99m}Tc -焦磷酸盐在体内较稳定,血液本底低,梗死心肌摄取率高,故显影清晰。关键的问题要保证 ^{99m}Tc -焦磷酸盐的放化纯度大于98%,游离的锝要尽可能少,因为 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 在氯化亚锡作用下,形成 $^{99m}\text{Tc-Sn-}$ 胶体,或 ^{99m}Tc 在体内标记红细胞,因而使心脏血池和肝脏显影,影响扫描图形的分析,也是产生假阳性的技术因素之一。 ^{99m}Tc -焦磷酸盐(5毫克),常用剂量为10~15毫居里,足够扫描或 γ 照相用。

扫描方法:①仪器设备,需要一台 γ 照相机,也可用彩色扫描机,但扫描机不理想,因显影时间长,增加病人负担。近年来应用移动式 γ 照相机(Portable gamma

表1 各种热区扫描剂的比较^[4,5]

核素及标记化合物	静脉注射	梗塞心肌放射性	应 用 情 况
	后显影时间	正常心肌放射性	
^{99m} Tc-四环素	24小时	8	已临床应用,肝可显影。影响下壁AMI的诊断
^{99m} Tc-焦磷酸盐	90~120分	25	已广泛应用 7 天内阳性率高
^{99m} Tc-甲撑二磷酸盐(mDP)	90~120分	30	临床研究中
^{99m} Tc-亚氨二磷酸盐(IDP)	90~120分	33	临床研究中
^{99m} Tc-多聚磷酸盐	90~120分	20	已临床应用
^{99m} Tc-葡萄糖酸盐	60分	10~14	已临床应用
^{99m} Tc-二巯丁二酸(DmSA)	60分	10~14	实验研究中
¹²⁵ I-肌浆球蛋白特异抗体			还在研究中
⁶⁷ Ga-枸橼酸盐	24小时		临床上未广泛应用
^{113m} In-乙二胺四甲撑磷酸盐 (EDPmP)	120分	40	实验阶段

camera), 十分方便, 可以推至冠心病监护病房(ccu)进行床边检查, 不仅对不宜行动的重病人有好处, 即使对较轻的病人, 也可减少了突然发生心律失常的危险。γ照像机如和电子计算机配合, 不仅可做心肌显像, 还可以定量地测定左心室功能。γ照相机心肌显像视野的均匀性比分辨率更为重要, 因为视野均匀性不好, 可能错误地解释为阳性心肌闪烁图, 降低了真正心肌梗塞诊断的符合率, 特别对心内膜下心肌梗塞或小的穿壁性梗塞容易误诊。资料处理, 无条件的单位也可不作, 但有10~15%的影像, 如经电子计算机处理后可提高诊断的准确性。

②体位: 病人显影常用体位为前后位, 左前斜位、左侧位。必要时采取右前斜位, 但未常规采用, 因此体位增加了左心室与探头的距离。每个体位收集的计数率, 可根据病人情况及照相机的性能而定, 当然计数率愈多, 分辨率愈高, 但也增加了病人的显像时

间。对位应以心脏为中心, 避免对位太低, 不然会使肾脏的影像误诊为心肌热区。

正常及异常图形: 由于^{99m}Tc-焦磷酸盐为骨扫描剂, 故正常情况下, 胸骨, 肋骨及脊柱均可显影, 放射性分布均匀, 相当于心肌部位无放射性浓聚。

当急性心肌梗塞发生后12小时, 于梗塞区可见到不同程度的放射性^{99m}Tc-焦磷酸盐浓聚, 浓聚的程度可分五级, 即0级, 无放射性浓聚。1⁺可见少量放射性在心血池内显影, 2⁺心肌内肯定有放射性聚集。3⁺心肌局部放射性浓度等于胸骨的放射性浓度。4⁺梗塞心肌内放射性浓度大于胸骨放射性浓度。一般认为2⁺级以上即为阳性。实验性心肌梗塞, ^{99m}Tc-焦磷酸盐在冠状动脉结紮后10~12小时即显影, 梗塞区超过左心室重量1%时呈阳性^[6]。标本的放射性可早至4~6小时即可探测出来, 但在活体内则不行。多数心肌梗塞病人最高摄取率在48~72

小时内, 6~7天后放射性摄取下降, 14天后阴转, 个别病人, 维持低水平的放射性浓集可达数周甚至数月之久, 是否为持续小量心肌亚临床水平的坏死, 尚有待进一步研究证实。应用 ^{99m}Tc -焦磷酸盐作心肌连续扫描, 不仅对观察心肌梗塞的演变过程有帮助, 而且还可以提高诊断的准确性^[3]。

病理生理: 焦磷酸盐被梗塞心肌摄取的确切机理仍然有争议, 可是, 有几点看法可供参考: ①焦磷酸盐在梗塞区的摄取与心肌血流有关, 放射性焦磷酸盐最大的蓄积量不是在梗塞区中心, 而是在中心区的周围, 故扫描图表现为炸面圈形。Zaret氏发现^[7], 放射性核素最大的摄取是在心肌血流量降低至正常的30~40%处, 如血流量降至此水平以下, 放射性摄取也减少, 当局部血流从0增加至30~40%时, 放射性摄取与局部血流之间呈正相关, 当血流量从40%增至80%时, 心肌摄取并不再增加, 反而减少, 但在80~100%血流量的边缘区内, 放射性核素仍可聚集, 说明单纯的心肌缺血, 也可能扫描阳性。由于此种与心肌血流相关的心肌摄取, 异常的焦磷酸盐蓄积量与心肌坏死程度(组织学及生化学判断)之间不是简单的线性关系。②在坏死的心肌细胞线粒体内发现有钙的沉积和类似羟基磷灰石的结晶形成, 此种结晶对 ^{99m}Tc -磷酸盐有化学的吸附作用^[8]。这一设想和骨扫描的原理近似。③也有人认为: 焦磷酸盐最大的蓄积并不是在坏死细胞的线粒体部份。如小鼠胚胎心肌培养标本内, 焦磷酸盐的摄取, 可以在没有钙的条件下产生。

^{99m}Tc -焦磷酸盐在梗死心肌的聚集量主要取决于受损心肌的血流量, 梗塞发生的时间以及心肌组织坏死的数量, 一般急性穿壁性心肌梗塞病人, 约80%为3⁺~4⁺显影, 20%为2⁺显影, 2⁺以下考虑为阴性。急性心内膜下心肌梗塞的病人, 只有40%为3⁺~4⁺显影, 60%的闪烁图为2⁺。3⁺~4⁺的图形, 局部定位比较容易, 2⁺以下的摄取, 定位比

较困难。一般认为: 前壁心肌梗塞位置靠前, 局部放射性浓集区随着病人体位的旋转, 病变均接近胸骨, 不易分开。而后壁心肌梗塞, 当病人旋转为左前斜位和左侧位时, 病变离开了胸骨而靠近脊柱, 下壁心肌梗塞, 于扫描图上可见到板状或片状的放射性浓聚带向胸骨左缘扩展。

临床价值: ^{99m}Tc -焦磷酸盐对急性心肌梗塞诊断的阳性率较高, 一般在90~95%^[9], Parkey氏1977年报导, 假阴性小于4%, 作者特别强调连续观察的重要性, Willerson^[10]于1975年报告202例病人检查结果, 其中101例确诊为急性心肌梗塞, 心肌扫描阳性者96例, 阳性率为95.9%, 心肌梗塞发生的时间均在6天以内, Stern^[11]等报告93例 ^{99m}Tc -二磷酸盐扫描结果(见表2)。

表2 93例 ^{99m}Tc -二磷酸盐扫描结果

诊 断	穿壁性 AMI	心内膜下 梗 塞	心肌梗塞 无心电图 改变	不稳定 生心绞痛	对照
例数	46	16	6	13	13
阳性	43	9	6	9	1*
可疑	2	1	1	1	1
阴性	1	6	1	3	12

*乳腺显影

对穿壁性心肌梗塞诊断的阳性率为93.5%, 对急性心内膜下心肌梗塞诊断的阳性率则较低, 为56.3%, 另有6例心肌梗塞病人, ^{99m}Tc -磷酸盐扫描阳性, 心电图无改变。Willerson于1975年^[12]报导15例临床确诊为急性心内膜下心肌梗塞病人 ^{99m}Tc -焦磷酸盐扫描全部阳性, 其中6例可以定位, 对照71例(心绞痛54例, 心包炎4例, 原发性心肌病1例)均为阴性。目前多数人认为 ^{99m}Tc -焦磷酸盐心肌扫描对诊断急性心肌梗塞是较敏感的, 特别对以下情况, 临床价值较大: ①对小的穿壁性心肌梗塞(3克以上)较心电图敏感, ②在陈旧性

心肌梗塞的基础上发生再梗塞,③心电图图形不典型,如心肌梗塞合并左束枝传导阻滞时。④人工瓣膜或冠状动脉搭桥术后酶活性升高的鉴别诊断^[13]。

关于此法的特异性,有两种意见:一种认为特异性较差,假阳性率达10~20%,另一种意见认为特异性尚可,假阳性率为8~10%。假阳性率高的主要原因是^{99m}Tc-焦磷酸盐质量控制不好,放化纯度不够,造成血液本底高,心脏血池显影。此外,据文献报导^[14],约30%的不稳定性心绞痛病人可有弥漫性心肌焦磷酸盐的摄取,造成假阳性,因此,用此法鉴别不稳定性心绞痛与非穿壁心肌梗塞是有困难的。造成假阳性的另一些因素是:反复心脏直流电转变,心脏挫伤,心瓣膜的钙化,或陈旧性梗塞区钙积聚,心脏肿瘤和左心室室壁瘤,胸壁或乳腺疾患等^[15],只要密切结合临床,排除上述可能干扰的因素,认真进行鉴别诊断,^{99m}Tc-焦磷酸盐热区扫描对急性心肌梗塞

的诊断还是有较大价值的。

二、心肌灌注扫描(显像)

心肌灌注扫描对探测心肌梗塞和一过性心肌缺血是一种无创伤性方法,早在60年代Carr等^[16]已应用¹³⁷Cs心肌扫描诊断心肌梗塞,以后陆续有⁸¹Rb、⁴³K、¹²⁹Cs、¹³N和²⁰¹Tl等核素作心肌灌注扫描的研究^[17],目前,认为²⁰¹Tl最好。理想的心肌灌注扫描剂必须具备以下的条件:①示踪剂必须不影响心肌的生理功能,②心肌对它的提取效率要高(90%以上),③迅速从血液清除,减少再循环,④示踪剂被心肌的摄取,正比于心肌局部血流灌注,⑤发射的γ光子能量在100~200千电子伏之间,没有β射线,⑥物理半衰期短,对人体辐射剂量低,⑦心肌摄取迅速,能反映注射示踪剂时心肌的灌注状态,⑧供应较方便。表3为各种心肌灌注扫描剂的比较。

表3 几种常用心肌灌注扫描剂比较^[18,19]

核素名称	物理半衰期	注射后扫描时间	γ能量(千电子伏)	用药剂量(毫居里)	吸收剂量(拉德/毫居里)
¹³¹ Cs	9.6天	120分	29.3	2~4	0.15~0.4
⁴³ K	22.4小时	10~20分	373~619	2.0	0.48~0.6
⁸¹ Rb	4.6小时	10分	511	2.0	0.08~0.22
¹²⁹ Cs	32小时	60~120分	372~549	1~2	0.17~0.24
²⁰¹ Tl	73小时	5~15分	69~83	2.0	0.07~0.24
¹³ N	9.96分	10分	511	1	0.005
^{134m} Cs	2.9小时	60分	128	2~4	0.24
¹¹ C-去甲肾上腺素	20分	10分	511		0.01

²⁰¹Tl首先由Kawana1970年提出,但当时生产比较困难,1975年Strauss等报告了临床应用的结果,嗣后,引起了人们广泛的兴趣。Warkers等自1974年应用²⁰¹Tl检查了1100多例心脏病人,取得了良好效果。

生物学考虑:²⁰¹Tl生物学特性与⁴³K

相似,可是较⁴³K为优,它们都迅速地被有功能的心肌细胞所摄取,摄取量与局部心肌血流量成正比,因此,称此为心肌灌注扫描,当心肌细胞功能丧失或局部心肌血流受损时,心肌对²⁰¹Tl的摄取减少,形成局部放射性稀疏或缺损区,故又称“冷区”扫

描。铊被心肌摄取的机理,最大可能是通过激活细胞膜的钠-钾ATP酶系统,铊似乎结合于酶系统的两个部位,而钾只结合一个部位,说明铊与钾在心肌的摄取是不一样的, ^{201}Tl 与 ^{43}K 在体内靶器官与本底的比值也不同,前者为2:1,后者为9:8^[10]。铊在血液内的清除亦非常迅速,半衰期少于30秒,8~10分钟后降至原注入量的2~3%,残余在血液内的放射性约65%存在于血浆内,33%在血细胞内^[20]。 ^{201}Tl 注射后10分钟,心肌摄取量为注入量的3.5%,高于钾,合适的显影时间为10~20分。按照Sapirstein原理,示踪剂最初的分布决定于器官血流量,以后,铊将按照许多参数重新分配,此时主要反映器官容量的改变而不是血流量的改变。

^{201}Tl 商品供应为氯化铊,无菌,无热原, pH5~6,溶于0.9%的生理盐水内,可供静脉注射用,它的最小中毒剂量比显影剂量高10,000倍,故对人体十分安全。

扫描方法:静脉注射 ^{201}Tl 1.5~2.0毫居里,以空腹,立位注射为好,可减少肝、胃对同位素的吸收而影响心肌扫描图形的分析。注完后10分钟,心肌开始显影,病人取前后位,40°或60°的左前斜位均可,一般可用直线扫描机或37个光电倍增管的 γ 照相机。直线扫描机没有视野均匀度的问题,它的分辨率主要取决于准直器,而准直器的聚焦深度为一平面,在焦点平面上下的分辨率均不如 γ 照相机,而且检查的时间也较长。 γ 照相机配合电子计算机,可以使影象更为清晰。

运动试验:为了检查心肌灌注的储备功能,必须做运动试验^[21],间隔至少一周,运动的方法可参阅心电图次极限量运动试验,运动时前臂静脉内保持一尼龙插管,并连接生理盐水缓慢输入,为运动结束前30秒注射 ^{201}Tl 用,注药后继续运动30秒,以便同位素从血液清除时保持运动状态,此点很重要。心肌梗塞病人,3个月内不应作运动试验。运动试验的目的,是为了更好地诊断

心肌缺血,Gould等将狗的一支冠状动脉狭窄到70%,在安静状态下,流向狭窄区的血流量没有明显减少,临床观察也表明,在安静状态下,有明显冠状动脉狭窄的病人,心绞痛一般不发作或发作较少,只有在活动或情绪激动时发作频繁,这是因为,在安静的条件下,通过狭窄还未闭塞的冠状动脉或侧枝循环,心肌尚可得到适当的灌注,Ritchies用标记的颗粒法和Maseri(1974年)用 ^{133}Xe 冠状动脉注射法测定冠状血流量均证实此点。但当运动以后,心肌耗氧量剧增,致正常的冠状动脉血流量可增高2~3倍,而已狭窄的冠状动脉,储备功能受损,冠脉血流量不能相应地增加^[22],局部心肌摄取 ^{201}Tl 减少,表现在扫描图上可以出现新的缺损或稀疏区,从而诊断心肌缺血。

正常心肌扫描图形:静脉注射 ^{201}Tl 后10分钟,左心室心肌即显影,形态呈卵圆形或U形,放射性分布均匀,相当于心腔部位放射性降低,正常左心腔长径约10~13厘米,宽度约6~8厘米(前后位),心肌壁厚,约2厘米。正常人右心室不显影,可能因为它比较薄,仅相当于左心室厚度的 $\frac{1}{3}$,右心室心肌血流量也较左心室少10%,(但在运动试验后右心室可显影),心房的肌肉更薄,故更难显影。

前后位扫描,可显示前壁,心尖部及下壁,但下壁的显示取决于心脏在胸腔内的位置,如心脏呈水平位,则下缘是心脏的下壁所组成,如心脏呈垂直位,则下缘为心尖所组成。左前位斜,主要观察室间隔,后壁和右心室,间隔的长度和形态也取决于心脏在胸腔的位置。后壁的中心点有一放射性增高区,可能为乳头肌显影。正常有55%的人心尖部由于肌肉菲薄,放射性分布较稀疏,稀疏区的范围通常小于2厘米。

分析扫描图时,要注意以下几个问题①心脏的位置,大小和形态;②心肌放射性的分布,心肌的厚度;③右心室心肌是否显

影, ④肝区放射性 与 心肌放射性的比较。

异常扫描图形:

1. 心肌梗塞

由于梗塞的心肌组织不摄取放射性铊, 故表现在扫描图上为局限性放射性缺损区, 有人认为, 在安静状态下 ^{201}Tl 扫描即可见缺损区, 表明为心肌梗塞, 如安静时没有, 仅在运动后出现缺损或稀疏区, 则表明为心肌缺血。Wackers报告 ^{201}Tl 对急性心肌梗塞诊断的阳性率很高, 特别在早期症状发作后6小时内, 几乎全部阳性, 24小时以后, 阳性率下降, 表4为200例急性心肌梗塞病人 ^{201}Tl 扫描结果。

表4 200例AMI ^{201}Tl 心肌扫描结果²³⁾

闪烁图时间	例数	缺损	可疑	正常
6小时内	44	44	0	0
6~24小时	52	46	5	1
24~48小时	36	21	13	2
48小时以上	68	54	8	6

梗死区的定位: 前壁、后壁和心电图定位比较一致, 心电图表现为下壁梗塞的病人, 闪烁图常扩展至后壁。

^{201}Tl 心肌扫描, 不能鉴别是新鲜的 还是陈旧性心肌梗塞, 故必须结合 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -焦磷酸盐心肌扫描, 才能提高诊断水平。

2. 运动试验对心肌缺血的诊断

如前所述, 在安静状态下, 冠心病病人如单纯缺血, 没有发生梗塞者, ^{201}Tl 扫描常阴性, 但在适当运动以后立即检查, 可以出现新的缺损或稀疏区, 有利于心肌缺血的诊断, 一般认为 ^{201}Tl 运动试验比较敏感。Bailey²⁴于1977年比较了63例经心血管造影证实为冠状动脉狭窄病人的心电图和 ^{201}Tl 运动试验, 心电图运动试验阳性率为65%, 而 ^{201}Tl 灌注扫描阳性率为75%, 21例单支冠状动脉病变, 心电图运动试验阳性者仅为46%, 而 ^{201}Tl 扫描阳性率为71%, 双支血管病变心电图和 ^{201}Tl 扫描阳性率相似。

Zaret氏认为, ^{201}Tl 心肌扫描和心电图运动试验相结合, 阳性率可达90%, 并能降低心电图的假阳性⁷²⁾, 如心电图运动试验阳性, ^{201}Tl 运动试验示阳性, 则可以肯定心肌缺血的诊断, 如心电图运动试验阳性, 而 ^{201}Tl 运动试验阴性, 必须进一步结合临床及其它检查, 全面分析, 才能作出正确诊断。最近, Gould²⁵⁾采用静脉注射冠状动脉扩张剂来代替运动试验, 初步表明, 此法比次限量运动试验敏感, ①冠状动脉扩张剂Dipyridamole(潘生丁)能使 ^{201}Tl 心肌显影图更清晰, ②心肌对 ^{201}Tl 的摄取率增高, ③临床使用Dipyridamole的剂量以0.142毫克/公斤/分为合适, 于第3~4分钟注入 ^{201}Tl 进行心肌显影, 看来比运动试验要简便。

3. 心肌病的鉴别诊断

Bulkley¹⁰⁾报导, 应用 ^{201}Tl 可以鉴别缺血性心肌病与特发性心肌病, 13例缺血性心肌病 ^{201}Tl 心肌扫描均阳性, 出现左心室外周40%以上的放射性缺损区, 2例有右心室扩大。8例特发性心肌病患者除1例外, ^{201}Tl 心肌扫描均未见明显放射性缺损区, 仅可见心腔扩大, 或在任何一个投影图缺损区的面积小于左心室外周的20%, 但这方面的临床价值有待进一步证实。

三、放射性核素估量左心室功能

1. 左心室喷血比数 (LVEF)

这是左心室泵作用的指标而不是心室肌肉收缩的指标。一般认为, 它比其它血液动力学指标如左心室充盈压、心排血指数敏感。Schelbert²⁶⁾等应用放射性核素心血管照相和高频左心放射性时间浓度曲线法测定了63例急性心肌梗塞患者的左心喷血比数, 发现在心肌梗塞的早期, LVEF即有明显改变, 63例中只有15例(23.8%)LVEF尚属正常。LVEF与急性心肌梗塞有无并发症有关, 27例急性心肌梗塞(AMI)无并发症组, LVEF平均为 0.52 ± 0.05 (正常为

0.64±0.06), 24例AMI并发轻到中度左心衰竭者, LVEF下降为0.40±0.05, 12例肺水肿患者, LVEF进一步降为0.33±0.07。35例LVEF和肺小动脉嵌顿压的相关系数为0.72。LVEF随诊观察与治疗的效果密切相关, 治疗后心功能有改善者, 此值亦增高, 占55%, 而病情恶化或死亡者, 此值明显下降。作者认为LVEF是左心室功能比较敏感的指标, 对心肌梗塞患者治疗效果的评价, 预后估量均有临床价值。Murray⁽²⁷⁾观察到同样的效果。

测定方法: 有两种, 一种是高频左心室放射性时间浓度曲线法, 应用γ照相机及电子计算机, 连续记录左心室放射性物质通过的时间浓度曲线, 显示许多的峰和谷, 它们代表左心室的收缩和舒张, 当校正本底计数后, 曲线的峰值相当于左心室舒张晚期的计数率, 而谷值则为收缩晚期的计数率。LVEF可根据下式求得

$$LVEF = \frac{\text{舒张晚期计数率} - \text{收缩晚期计数率}}{\text{舒张晚期计数率}}$$

本法的缺点是, 在这样短暂的心动周期内, 每次收集到的计数率是很有限的, 为了达到满意的精确度, 必须取3~5个心动周期的平均值计算。

另一种是门电路法, 通过一个门电路装置(Gating device)连接于γ照相机, 用病人自己的心电图, 心音图或颈动脉转动图来控制γ照相机的显影, 收集特定的心动周期内的放射性, 分别拍摄心脏在收缩期和舒张期的影像。例如以病人心电图的R波触发门电路中的延迟计时器, 就可以得到病人心脏在收缩期的计数, 它相当于T波下降支40毫秒内。舒张期则相当于P-R间期中的60毫秒内。一般要积累500~1000个心动周期, 时间约需10分钟, 重叠心脏在收缩期末与舒张期末的影像, 就可以判断心室壁局部活动情况和收缩功能, 并能测定心脏收缩晚期和舒张晚期容量, 左心室喷血比数, 心排量等指标。Schelbert曾用上述同位素法测

出的左心喷血比数和心血管造影值对比, 结果表明两者的相关系数为0.94, 非常相关。此法的优点是: 对病人无痛苦, 可以在床边检查, 结果准确可靠。

2. 左心室舒张晚期与收缩晚期容量

应用门电路法测得正常人的左心室舒张晚期与收缩晚期容量分别为81±4, 35±4毫升/米², 而急性心肌梗塞的病人, 随着左心功能的受累, 此值亦增加, 如Strauss⁽²⁸⁾报告38例AMI患者左心舒张晚期与收缩晚期容量分别为125, 82毫升/米², 左心室容量的增加都伴随有其他血液动力学检查的异常。

3. 心室壁局部运动失调

将门电路心血池的收缩晚期与舒张晚期的影像重叠, 可以观察心室壁局部运动情况, 从左心室几何中心到边缘的半径(r), 除邻近于瓣膜平面者外, 一般在收缩期应缩短其半径的20%以上, 否则, 可考虑为局部心肌收缩功能不良, 心室造影和同位素法对比的结果, 两者非常相似。

Pitt⁽²⁹⁾等主张²⁰¹Tl心肌灌注显影和门电路心血池照像联合应用, 对可疑急性心肌梗塞患者, 先作²⁰¹Tl心肌灌注扫描以确定有无心肌梗塞, 梗塞部位和范围, 继而作门电路心血池照相, 若在心肌显像可疑部位发现心室壁的活动异常, 则可作出诊断。此外, 还对予后的估量有帮助, 如²⁰¹Tl灌注扫描显示的缺损区较局限, 门电路法测出的左室喷血比数亦无明显降低, 提示这类病人的预后较好。否则, 预后不良。Bruschke等报告590例缺血性心脏病病人5年随诊结果, 单支冠状动脉狭窄组, 如左心喷血比数明显降低者, 5年死亡率为60%, 而左心喷血比数正常者, 5年死亡率仅7%, Murray等亦发现, 如喷血比数小于0.40, 死亡率较喷血比数正常者高14倍³⁰。Oldham等报告87例心外科手术病例, 喷血比数低者, 手术死亡率为55%, 而喷血比数正常者, 手术的死亡率仅4%, 其他作者有类似报导³¹。

参 考 文 献

1. Holman BL, et al, J Nucl Med 14 : 595, 1973.
2. Bonte FJ, et al, Radiology 110 : 473, 1974.
3. Parkey RW, et al, Sem Nucl Med 7 (1), 15, 1977.
4. Bonte FJ, et al, J Nucl Med 6 : 132, 1975.
5. Dewanjee MK, et al, Radiology 117 : 723, 1975.
6. Bruno EP, et al, Circulation 54 : 71, 1976.
7. Zaret BL, et al, Modern Concepts of Cardiovas Disease 116 : 37, 1977.
8. Parkey RW, et al, J Nucl Med 17, 771, 1976.
9. Henry I Russek : Cardiovascular Problems P 199, 1976.
10. Willerson JT, et al, Circulation 51 : 1046, 1975.
11. Stern S, et al, Eur J Cardiol 6 (3), 167, 1977.
12. Willerson JT, et al, Circulation 51(3) : 436, 1975.
13. Marcus ML, et al, Circulation, 56 : 335, 1977.
14. Donsky MS, et al, Brit Heart J 38 : 257, 1976.
15. Willerson JT, et al, Circulation 53, Suppl 1 : 128, 1976.
16. Carr EA, et al, J Clin Invest, 42 : 922, 1963.
17. Ledowitz E, et al, J Nucl Med 16 : 151, 1975.
18. 刘秀杰,放射医学(2) : 32, 1976.
19. Bulkley et al, Circulation 55 : 753, 1977.
20. Strauss HW, et al, Sem Nucl Med 7 : 49, 1977.
21. Mc Qowan RL, et al, Amer J Cardiol 40 : 6, 1977.
22. Lekowits E, et al, Year book of nucl med p275, 1976.
23. Wackers FJT, et al, Eur J Cardiol 4 : 273, 1976.
24. Barlay I K, et al, Circulation 55 : 79, 1977.
25. Gould K L, et al, Amer J Cardiol 41 : 279, 1978.
26. Schelbert HR, et al, Amer J Cardiol 38 : 407, 1976.
27. Murray PRM, et al : Year book of nucl med P 283, 1976.
28. Strauss HW, et al, ibid P283, 1976
29. Pitt B, et al, Amer J Cardiol 38 : 739, 1976.
30. Murray JA, et al : Amer J Cardiol 33 : 159, 1974.
31. Oldham HN, et al : Arch Surg 105 : 918, 1972.

[中国医学科学院阜外医院同位素室综述]

放射性核素计算机处理断层摄影术

计算机处理断层摄影术 (Computed Tomography, CT) 或称计算机辅助断层摄影术 (Computer Assisted Tomography, CAT), 此影像重建技术实际上早在1956年 Bracewell 氏便首先应用于无线电天文学上, 其目的是证实太阳发射微波的区域, 但微波天线不能聚焦在一点, 仅仅是薄束穿过

太阳表面像一条束带, 故设法将全部发射的束带进行测量, 由总束带即可重建出太阳放射性的图像。以后, 此技术在电子显微镜方面用于研究复杂的生物分子。1969年 Rowley 氏又将此技术用于光学方面。实际上, 在1963年此技术已开始于核医学领域中应用, 但开始的发展较为缓慢。1972年英国EMI公司制