

- (8):1593-1600
- 14 Kung MP et al. J Nucl Med, 1990; 31(5): 648-654
- 15 潘中允. 国外医学·放射医学核医学分册, 1991; 15(2): 74-82
- 16 Chabriet H et al. J Nucl Med, 1992; 33(8): 1481-1485
- 17 Hyttel J. Eur J Pharmacol, 1983; 91: 153-154
- 18 Farde L et al. Psychopharmacology, 1987; 92: 278-284
- 19 Chumpradit S et al. J Nucl Med, 1989; 30: 803
- 20 Billings J et al. Life Sci, 1989; 45: 711-718
- 21 Rzezatarski WJ et al. J Med Chem, 1984; 27: 156
- 22 Weinberger DR et al. Arch Neurol, 1991; 48(2): 169-176
- 23 Zeeberg BR et al. Life Sci, 1992; 51(9): 661-670
- 24 Comar D et al. Eur J Pharmacol, 1981; 75: 21-26
- 25 Samson Y et al. Eur J Pharmacol, 1985; 110: 247-251
- 26 Innis RB et al. J Nucl Med, 1991; 32(9): 1754-1761
- 27 Beer HF et al. J Nucl Med, 1990; 31(6): 1007-1014
- 28 Holl K et al. Int J Rad Appl Instrum (B), 1989; 16(8): 759-763
- 29 Schubiger PA et al. Nucl Med Commun, 1991; 12(7): 569-582
- 30 Kung HF et al. J Nucl Med, 1986; 27: 972
- 31 Chumpradit S et al. J Med Chem, 1989; 32: 543-547
- 32 Tewson TJ et al. J Nucl Med, 1986; 27: 971
- 33 Gitler MS et al. Neuropharmacology, 1990; 29(6): 603-608
- 34 Ranson RW et al. Life Sci, 1990; 46(15): 1103-1110
- 35 Bomanji J et al. Nucl Med Commun, 1991; 12(1): 3-13
- 36 Frost JJ et al. J Nucl Med, 1987; 28: 699

## 核素心室造影评价左心室舒张功能

上海医科大学附属中山医院 杜微云综述 杨一峰 陈颢珠 蒋长英\*审校

**摘 要:**核素心室造影根据心室相对容量随时间变化的规律,较客观地分析了左室舒张功能。对临床上冠心病、肥厚性心肌病、高血压性心脏病的早期诊断,病情判断,药物作用的评价有较大意义。但在看待各舒张功能指标时要考虑到这项技术不能提供左室内压力的资料,对左室舒张功能的全面评价不够完善;此外还要考虑生理因素及技术因素的影响。

核素心室造影对全面认识心脏舒张功能可以提供关于容量变化方面的信息,但不能直接测量左房与左室内压力。因缺少压力变化的数据,故采用核素方法评价病理及治疗介入时的舒张功能要很慎重。尽管如此,核素

心室造影可得到左室舒张功能的一个方面——容量变化的资料。由此,通过电脑专用程序可以分析出许多有意义的舒张功能指标。

左室舒张功能可由几种核素技术评价,如一次通过法心室造影、门电路平衡法心室

造影及非显像核素法等。无论哪一种方法测定左室舒张功能,其依据都是对心室时间-活性曲线的分析。由于左室活性与容积成正比,左心室活性随时间的变化率与左室容量随时间的变化率成正比,因而可从时间-活性曲线中计算出左室舒张功能的有关参数。

### 一、几种常用指标<sup>[1,2]</sup>

高峰充盈率(Peak Filling Rate, PFR):即心室容量在舒张期中随时间变化最快的速率。常发生于快速充盈期。核心脏计算机从时间-活性曲线上计算一次导数,舒张期中导数值最大的为PFR。准确确定PFR的位点很重要,在某些病理情况下,PFR发生在心房充盈期而不是快速充盈期。

高峰充盈率时间(Time to Peak Filling Rate, TPFR):从心室容量最小点到PFR点的时间间隔。

充盈分数(Filling Fraction, FF):舒张充盈期的前半或前1/3时间内充盈量占搏出量的比例称为1/2或1/3充盈分数(1/2FF或1/3FF)。由于1/2FF和1/3FF依心率不同而变化,因此也有用心动周期矫正的充盈分数如1/3FF/心动周期。

等容舒张、快速、慢速、心房充盈期(Iso-volumic Relaxation Period, Rapid, Slow, and Atrial Filling):采用适当的采集和处理,可显示出整个充盈期,确定等容舒张期、快速充盈期、慢速充盈期和心房充盈期,以及它们各占心搏出量的多少。

### 二、影响左室充盈的因素

左室舒张功能反映了多种因素相互间的复杂作用。病理情况下,左室的主动松弛、顺应性、局部运动协调、左室后负荷、舒张早期左房左室间的压力差、心包对心室的制约等发生异常改变,均可导致舒张功能发生变化,

因而在判断结果时要综合考虑。

生理因素对心室舒张功能也有影响,分述如下:

心动周期的影响<sup>[3]</sup>:快速充盈的指标受心动周期长短的影响。心动过速使心室舒张期充盈时间缩短,尤其是舒张晚期几乎消失。心室充盈的速率和时限随心率变化而变化,舒张后期缩短使快速充盈期与心房收缩期重叠,即心室的主动松弛充盈与心房收缩心室被动充盈相混合。因此,心率增加使左室早期舒张充盈加速不能反映心室的实际主动舒张充盈,对运动负荷试验时的功能分析更应注意。

年龄的影响<sup>[3,4]</sup>:实验证明,增龄使左室舒张功能下降。正常人随年龄的增加,左室快速充盈率及对心搏出量的贡献下降。因而,在判断病人尤其是老年患者左室充盈功能是否正常时,应慎重考虑年龄的因素。

心脏负荷的影响:心脏负荷的改变可影响心室的舒张,心脏射血早期负荷增加可延迟心室松弛,这是由于收缩早期负荷增加使心肌收缩位点增加,因而射血后位点松弛所需时间也延长;而心室射血期负荷增加使射血期缩短,加快了心室早期舒张充盈。

### 三、影响左室舒张功能评价的技术因素

心动周期的波动:心动周期的波动对心室充盈功能的评价影响较大,数据采集必须除外期前收缩及紧跟期前收缩后的搏动,调整至窦性心律。可以通过表模式采集、心房起搏使心率恒定、一次通过法分析一个心动周期和高时间分辨率的非显像法心室造影等方法,减少心动周期变化导致的影响。对于规则的心动周期可采用帧模式采集。

帧模式采集得到的时间-活性曲线,由于心率变动,在曲线后面部分可产生失真。为解决此问题,Betocchi等<sup>[5]</sup>用10ms的帧时间将表模式采集到的数据重建,由R波前向加后

向门控产生混合曲线;Clements等<sup>[6]</sup>以帧式采集为基础从交替R波触发门控产生混合的时间-活性曲线,从成对的心动周期中采集资料,这些成对混合的第一个周期包括了完整的舒张充盈曲线,用以分析心室充盈的所有时相。

非显像核素法也用于舒张功能的研究,但一些研究发现,射血分数(EF)与对比血管造影相比为中度相关。可能是由于此法取样不是整个心室,依心室局部功能的不同,EF值可能估计过高或过低。可以设想,评价舒张功能也会有相似的问题。

由一次通过法获得的时间-活性曲线,对研究舒张功能是否准确也存在疑问。因含放射活性的血液在左室充盈时受到不含放射活性血液的不同程度的稀释,左室放射性变化不能准确代表心室容量的变化<sup>[7]</sup>。

时间平滑:时间平滑过程在核素心室造影中常规应用,使图象变得悦目,但它可能会带来显著的系统误差,尤其在时间分辨不良的情况下,对PFR的估计过低<sup>[8]</sup>。

时间分辨率:高峰充盈率的准确计算需要时间分辨率高的心室容量曲线。静息时采集 $>40\text{ms/帧}$ 会使PFR估计过低<sup>[8]</sup>。

归一参数:在本法中PFR的初始单位是每秒放射性计数(Counts/s),然后归一成生理指标,如每秒容量(ml/s),每秒舒张末期容量(EDV/s)或每秒心搏量(SV/s)。一般采用的以舒张末期容积归一的单位易受EF值的影响。必要时,应采用多种归一化参数综合分析<sup>[9]</sup>。

#### 四、核素心室造影与其他技术比较

一些报告比较了对比血管造影及放射性核素法测定舒张期容量随时间的变化。1986年,Seals等研究认为,门电路核素血管造影与对比血管造影间PFR无明显相关<sup>[10]</sup>;但Magorien等用对比心室造影和核素心血池

显像测定的PFR与TPFR很相近<sup>[11]</sup>。1991年,Villari等也用这两种方法比较了PFR,相关良好( $r=0.87, P<0.001$ )<sup>[12]</sup>。

还有一些研究将核素造影与Doppler超声心动图评价舒张功能作了比较,在超声心动图数据中建立了可与PFR相比较的变量,相关良好<sup>[13]</sup>。

核素心室造影测定心室功能有以下优点:①以数百次心动周期叠加后的数据来评价左室功能,减少统计误差;②放射性计数法测量心室容量不受心室腔几何形状的影响,也不必作各类自吸收因素纠正;③专用计算机按特定程序自动分析,系统误差少。

#### 五、临床应用

核素心室造影测定心室舒张功能在临床上应用于冠心病和以心肌肥大为特征的心肌疾病的研究,对于疾病早期诊断并判断病情的严重程度、评价药物作用是很有意义的。

冠心病:许多研究表明,一些冠心病人在总体收缩功能正常时,静息状态下的左室舒张功能即可能下降<sup>[14]</sup>。由于心肌局部纤维化及缺血的综合因素,使心肌局部舒张功能不协调,导致左室舒张充盈功能的总体水平下降,其异常的程度可反映冠心病的严重程度和预后<sup>[15,16]</sup>。冠心病患者运动时舒张早期充盈速度和充盈量减少,左室舒张末压增高,使运动受限。故运动时舒张功能异常程度又可预测运动诱发缺血的程度<sup>[17]</sup>和心肌梗塞的预后分析<sup>[18]</sup>。一些病人在成功地施行冠状动脉成形术后,心室局部或总体舒张功能得以改善或恢复,揭示舒张功能受损是可逆的<sup>[19,20]</sup>。

肥厚性心肌病:左室肥厚和僵硬、舒张功能下降是该病的特征<sup>[5]</sup>。肥厚性心肌病舒张功能的下降是由于心室被动舒张弹性减弱(包括肥厚严重程度、纤维化和细胞排列紊乱)及左室主动松弛受损。肥厚性心肌病病人

左室充盈受损是运动耐力下降和临床预后不良的因素之一<sup>[21]</sup>。

原发性高血压:高血压病人也常有左室舒张充盈指标的异常<sup>[24]</sup>,研究认为有以下机理:①高血压早期即可出现左室舒张早期松弛异常,因高血压引起慢性阻力负荷增加,致使氧供失调、左室去活化过程减慢、舒张期松弛延缓;②左室心肌肥厚、心肌间质胶原纤维成份增加、心肌硬度增加导致心室充盈功能受损<sup>[22]</sup>;③心室充盈受损亦见于无明显左室肥厚患者,可能是由于后负荷增加所致<sup>[23]</sup>。

### 参 考 文 献

- Clements IP et al. Mayo Clin Proc, 1990; 65:1007-1019
- Bonow RO. Circulation, 1991; 84(suppl I): I-208-I-215
- Fifer MA et al. Circulation, 1983; 68(suppl III): III101
- Arora RR et al. J Am Coll Cardiol, 1987; 9: 1255-1260
- Betocchi S et al. J Am Coll Cardiol, 1986; 7: 74-81
- Clements IP et al. Am Heart J, 1988; 116: 113-117
- Bonow RO et al. Circulation, 1982; 65: 640-641
- Bonow RO et al. Am J Cardiol, 1989; 64: 921-925
- Gadsboll N et al. Eur Heart J, 1991; 12: 194-202
- Seals AA et al. J Nucl Med, 1986; 27: 1908-1915
- Magorien DJ et al. Circulation, 1983; 67: 844-853
- Villari B et al. J Nucl Med, 1991; 32: 1849-1853
- Bowman LK et al. J Am Coll Cardiol, 1988; 12: 937-943
- Yamagishi T et al. Circulation, 1984; 69: 933-942
- Perrone-Filardi P et al. Am J Cardiol, 1991; 67: 356-360
- Mitchell GD et al. Am J Cardiol, 1988; 61: 536-540
- Pouleur H et al. Circulation, 1990; 81: (suppl III): III-87-III-92
- Clements IP et al. Am J Cardiol, 1991; 67: 1245-1250
- Bonow RO et al. Circulation, 1985; 71: 297-307
- Carroll JD et al. Circulation, 1985; 72: 119-129
- Newman II et al. J Am Coll Cardiol, 1985; 5: 1064-1074
- Inouye I et al. Am J Cardiol, 1984; 53: 120-126
- Zile MR et al. Circulat Res, 1989; 65: 406-416
- Fouad-Tarazi FM. Herz, 1990; 15: 393-398

## <sup>201</sup>Tl 心肌灌注显像的临床应用进展

上海建工医院

上海市第六人民医院临床核医学研究室

沈钰如综述

马寄晓审核

**摘 要:**介绍<sup>201</sup>Tl 心肌灌注显像在冠心病诊断应用方面的进展,修改操作方案的依据和临床应用效果。重点讨论两次注射<sup>201</sup>Tl 和用潘生丁、腺苷、多巴酚丁胺等药物代替运动试验的方法和临床应用现状。改进的操作方式对诊断冠心病,判断心肌缺血的范围和严重程度,鉴别缺血还是纤维斑痕,以及预测手术治疗的效果等,都有重要意义。