

12. Volf V, Treatment of incorporated transuranium elements, IAEA, Vienna P.122, 1978.
13. 59172部队, 国外军事医学资料(^{239}Pu 医疗防护专辑), P. 64, 1971.
14. 龚治芬等, 解放军医学杂志 4: 109, 1979.
15. Volf V, Health Phys 27: 152, 1974.
16. Volf V, Health Phys 27: 273, 1974.
17. Плотникова ЛА, Мед Радиол 1: 49, 1964.
18. Lloyd RD, et al, Radiat Res 79: 630, 1979.
19. Rosen JC, et al, Health Phys 39: 601, 1980.
20. Schofield GB, Handling of radiation accidents, Vienna, P. 163, 1969.
21. 张仲仁等, 放射医学与防护 3: 56, 1980.
22. Smith VH, et al, Diagnosis and Treatment of incorporated radionuclides, Vienna,

- P. 517, 1976.
23. Mays CW, Health Phys 30: 247, 1976.
24. Slobodien MJ, et al, Health Phys 24: 327, 1973.
25. Fisher DR, et al, Health Phys 29: 780, 1975.
26. Planas-Bonue F, et al, Health Phys 31: 165, 1976.
27. Seidel A, et al, Health Phys 22: 779, 1972.
28. Lloyd RD, Health Phys 31: 281, 1976.
29. Volf V, Health Phys 31: 290, 1976.
30. Gemenetis E, et al, Health Phys 32: 489, 1977.
31. Ohlenschläger L, Health Phys 30: 249, 1976.
32. Ohlenschläger L, et al, Health Phys 35: 695, 1978.

核听诊器及其临床应用

北京朝阳医院 朱国泓综述

四川医学院 谭天秩审

核听诊器是一种描绘心脏时间——放射性强度曲线的仪器, 它带有小型微处理装置和门电路控制器。1976年, 美国Wagner命名为核听诊器^(1~3)。美国纽约市Bios工厂生产的核听诊器体积小、使用简便、宜于床边使用, 已在美英等国临床使用。现介绍核听诊器及其临床应用如下。

核听诊器的结构和性能

核听诊器由以下三部份组成, 其内部结构的方块示意图如附图⁽⁴⁾。

一、探头: 闪烁探头中的晶体为2英寸直径和1.5英寸厚的NaI(Tl)晶体, 其张角型准直器的直径为3.5英寸。探头的最大计数率可达14万计数/秒。探头装在长为50英寸的长臂顶端, 长臂有两段, 每段均可自由弯曲和转动, 可灵活地在胸前对位。核听诊器的晶体可接受能量为52千电子伏至300千电子伏的 γ 线, 但最适宜接受 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的140千电子伏 γ 线。探测系统还有放大器和门电路控制器等部件。

二、测量系统: 主要是微处理机。它是一

种小型电子计算机, 可以对脉冲信息进行分析 and 计算, 将信息编为12位数字的二位制字码, 并形成集成电量储存或打印出来。这种分析、计算至储存的一个周期仅需10毫秒。该微处理机的储存信息能力可达6千个供直接阅读的字码及4千个在运算过程中使用过而储存起来备查的字码。

三、记录显示装置: Bios厂用的是9英寸磷光储象显示器。这种显示器不仅显示数字, 还可清晰地显示曲线和图形。此外还有自动打印机和打字机键盘式控制器, 将已编排好的程序插件与字盘的某个键联接, 按动该键即可将测量结果显示或打印出来⁽⁵⁾。

整个记录显示柜为60公分×60公分, 高为150公分, 所占空间不大, 下有轮子可轻便地推至床边检查。核听诊器可以在-40℃至65℃的温度条件下, 在5~80%的湿度条件下正常工作。

核听诊器的工作原理

注入 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -过锝酸钠, 在体内标记红细

胞,短时间内不能透过血管壁,在血液内均匀分布。用核听诊器探头于心前区探测心室内放射性随心动周期而改变的规律。探头的晶体将放射性脉冲转换成电脉冲经放大器导入接口电路(见附图)。采用门电路控制的心电触发装置控制接口电路,使几百个心动周期相同位置(例如同是收缩末期)的脉冲集成脉冲束导入微处理机进行分析,计算在储象显示器和打印机上呈现出的时间——放射性强度曲线,并显示心室射血分数等心脏功能参数,供临床诊治时参考⁷⁾。

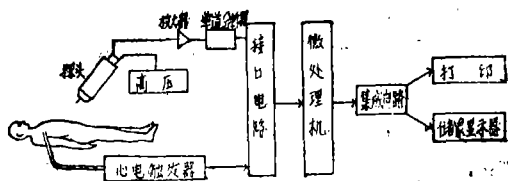


图:核听诊器结构的方块示意图

核听诊器的操作程序

一、首次通过程序

放射性药物由静脉注入机体运行到心脏,首次通过心脏时可测定与显示出静注后25秒期间左心室放射性强度的动态变化。对心室活动的任何一段时间间隔(如肺通过时间)都可以选出有关信息数据进行运算。

病人仰卧位或半坐位,探头对向第3~4肋间胸骨左缘旁2.5公分。联接心电图各导联,以“弹丸”式快速静脉注入放射性示踪剂。以50毫秒计数,记录心前区通过右心、肺、左心的时间——放射性强度曲线。微处理机可以自动地测出相对每搏量、心排血量比值和肺通过时间等参数。心排血量比值乘以患者血容量即可确定心排血量。

相对每搏量 =

$$\frac{\text{舒张末期脉冲数} - \text{收缩末期脉冲数}}{\frac{1}{2}[(\text{舒张末期脉冲数} + \text{收缩末期脉冲数}) - \text{本底脉冲数}]}$$

心排血量比值 = 心率 × 相对每搏量⁸⁾

二、位置监测

由于心脏是X、Y、Z三向搏动、左右室紧密相邻的,因此使用核听诊器测定左心室功能时,左心室的对位和本底区域的选择很重要。位置监测程序是让探头准确对位,从而能提高对左心室和本底计数测量方面的重复性,也是用来保证连续快速测量射血分数和射血率的可靠性。

将探头左前斜25°~30°,向脚部倾斜5°~10°,对向左心室,按位置监测键,荧光屏上的心室容量变化曲线即显示出来。适当调整探头的位置使心室容量曲线的峰与谷点匀称,各心动周期波均衡,来确定探头的位置。再将探头移向左下方,确定本底位置,按本底选择键,计算并储存本底计数。将探头移回上述左心室位,显示器上即出现射血分数等数据。

三、心室功能

探头的位置与位置监测时相同。按心室功能键,心电图R波开始触发心电脉冲,经门电路控制器导入处理机,直到预定的时间为止。微处理机收集、分析处理这些心电脉冲信息,荧光屏上显示左心室的心动周期综合曲线,并显示心率、射血分数、每搏量、射血率、相对舒张容量等数据。

$$\text{射血分数}\% = \frac{\text{ED} - \text{ES}}{\text{ED} - \text{本底计数}} \times 100\%$$

(下简称EF)

$$\text{射血率} = \frac{\text{ED} - \text{ES}}{\frac{1}{2}[(\text{ED} + \text{ES}) - \text{本底计数}]} \times \frac{1}{\text{左室射血时间}}$$

相对舒张末期容量

$$= \frac{\text{ED}}{\frac{1}{2}[(\text{ED} + \text{ES}) - \text{本底计数}]} \quad [8 \sim 9]$$

心电图及心动周期内各时间间隔也可显示。

四、R-R程序

有些心脏病患者常呈心律不齐,这可影响心电图门电路控制器接受脉冲信息的性能。核听诊器可形成R-R直方图,微处理机可自动地对直方图进行校正修整,去除异常图而形消除

心律不齐因素的影响。在计算数据时,它还可以调节平均R-R间隔、R-R分散数据等参数,从而保证有关左心室功能数据的准确与可靠。

五、打印

按打字盘上的打印键钮,可将上述程序中数据和曲线图形打印出来,在显示器上呈连续曲线的图象。这曲线是由代表原始数据点迹连贯而成。

临 床 应 用

一、不同示踪剂所作结果的比较

有两种示踪剂:1. ^{99m}Tc 锝体内标记红细胞法:取含焦磷酸钠10毫克、 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1毫克的安瓿,以每公斤体重20微克 SnCl_2 计算,静脉注射,30分钟后注射 ^{99m}Tc 锝洗脱液5~15毫居里^[4,6]。2. ^{113m}In 铟体内标记输铁蛋白法:取 ^{113m}In 铟洗脱液5~10毫居里,以0.45N NaOH调节pH至2.5~3.0,静脉注入^[4]。

刘秀杰等报告20例正常人同体先后以 ^{99m}Tc 锝与 ^{113m}In 铟法比较: ^{99m}Tc 锝法测得EF为 $57 \pm 7\%$, ^{113m}In 铟法测得EF为 $55 \pm 8\%$,二者无显著差异。11例正常人于60分钟内测得5次EF之重复性比较, ^{99m}Tc 锝法所得EF之变异系数为1.4~7.5(平均5.2)%, ^{113m}In 铟法所得EF之变异系数为3.1~5.4(平均4.8)%,认为两法均有良好效果^[4]。

Berger报告用Bios厂核听诊器 ^{99m}Tc 锝法所测EF值变异系数为5.9%。Tarkowska报告核听诊器所测EF、射血率、舒张末期容量三项的变异系数分别为2.63%、1.45%和0.31%,说明有良好的重复性^[6,9]。

二、正常值

Bios厂测定正常人50例以下参数:

1. EF $70 \pm 9\%$ (范围54~88%)
2. 射血率 3.45 ± 0.8 (2.43~6.44)
3. 心排血量比值 $80 \pm 14\%$ (53~168)
4. 相对舒张末期容量 1.51 ± 0.07 (1.37~1.63)
5. 相对每搏量 1.01 ± 0.14 (0.74~1.22)
6. 快速充盈时间(在主动脉瓣关闭后心

充盈时间) 0.24 ± 0.04 (0.16~0.35) 秒

射血分数EF为普遍采用的心功能指标。Berger报告休息状态71例左室EF为 $53 \pm 3\%$ ^[6], Strashun报告18例左室EF为 $76 \pm 8.1\%$ ^[8], Jones报告为 $67 \pm 8\%$ ^[12]。虽然都用核听诊器,但各实验室所测结果有所不同,故使用核听诊器的科室应建立自己的正常值。

三、运动试验测定射血分数

心力衰竭时EF下降,心排血量下降而舒张末期容量增加。EF的改变常早于心排血量,它是一个比较敏感的参数,运动试验测定EF对早期确诊冠心病是很有价值的,一般采用自行车测力计、活动平板、握力运动试验^[10]。刘秀杰报告28例正常人运动前EF为 $58 \pm 10\%$,经等容握力试验后增至 $65 \pm 13\%$ ^[4]。Jones报告正常人运动前EF为 $67 \pm 8\%$,经运动试验增加到 $80 \pm 3\%$ ^[12]。冠心病、心肌病人的EF经运动试验无明显增加,有的病人还下降示心脏的储备功能受损。Jones报告一支冠状动脉病变组运动后ET无变化,而多支冠状动脉病变组则EF明显下降,运动前后分别为 $60 \pm 14\%$ 和 $53 \pm 14\%$ ^[12]。核听诊器可以准确、快速、可靠地在床边测量射血分数。

四、冠心病监护

核听诊器体积小、移动方便、操作简单可靠,可放置床边测量心脏的血液动力学,尤适于监护心律不齐、不稳定心绞痛、心肌梗塞、充血性心力衰竭的患者。在现代化医院中核听诊器已成为冠心病监护的一个重要设备^[11]。

五、药物治疗心脏病

由于核听诊器可以在1分钟内测出左室射血分数,进行药物治疗前后EF对比,即可判断疗效和有无中毒,并据此调整药量及治疗方案。Alexander报告了测定EF可估计新药“意伽素”(doxorubicin)对心脏的毒性,可以适时地调节药量^[13]。

六、外科手术治疗心脏病

核听诊器可连续测定左心室参数,可用于心脏手术期间观察有无外科手术的危險情况发生。另外,在手术前后测定EF的变化可以判

断冠心病外科搭桥术的效果。Serafini报告冠状动脉搭桥术后,左室EF正常组死亡率1~4%,而左室EF明显降低组,死亡率高达29~55%^[14]。

七、心脏起搏器的监护

在应用心脏起搏器时,需要测量血液动力学的变化来监测心脏起搏器的效能。核听诊器可以及时测定即刻心搏和门电路心室功能,以调节起搏器的工作条件^[15]。

总的估价

核听诊器所测得的左室EF和用门电路控制的闪烁计数γ照相机所测得的左室EF经统计处理为密切正相关。Wagner报告44例患者同体用上述两法所测EF,其相关系数为0.92 ($P<0.001$)。说明两法同样准确可靠^[2]。

美国Picker4C型γ照相机有门电路控制器测定EF的装置,有影象又有数据比较理想。一般γ照相机只能在连续拍照并录相后再重放,

才能求得时间——放射性强度曲线及EF,出报告费时麻烦。

核听诊器不能显象,但在测定左心室功能上较简便、快速,适于作床边监测,造价较γ照相机低廉,易于普及。

参考文献

1. Wagner HN, et al, Am J Cardiol 38:797, 1976.
2. Wagner HN, et al, Am J Cardiol 43:975, 1979.
3. Wagner HN, et al, J Nucl Med 17:557, 1976.
4. 刘秀杰等,中华核医学杂志 1:3, 1981.
5. Bacharach SL, et al, J Nucl Med 18:1176, 1977.
6. Berger HJ, et al, Circulation 63:133, 1981.
7. Green MV, et al, J Nucl Med 19:380, 1978.
8. Strashun A, et al, Am J Cardiol 47:610, 1981.
9. Tarkowska A, et al, Eur J Nucl Med 5:333, 1980.
10. Berger HJ, et al, Am J Med 66:13, 1979.

转123页

放射免疫测定中的若干技术进展

上海第一医学院华山医院 张维仁综述 林祥通 林汉*审

过去的二十年中,放射免疫测定(RIA)技术已成为生物学及医学临床、科研工作不可缺少的工具之一。随着应用的日益广泛,RIA技术本身也有不少新的发展。本文仅对近年来RIA中新技术的主要方面作一扼要介绍。

一、蛋白质激素的¹²⁵I碘化技术^[1~3]

氯胺T法¹²⁵I碘化抗原,可获得高比放射性标记抗原,有利于提高RIA的灵敏度。但是氯胺T本身是一种氧化剂,标记反应中蛋白质激素因一些不稳定残基(如蛋氨酸)的氧化而发生严重变性,使抗原免疫活性和生物活性发生改变,影响与抗体的结合率及剂量反应曲线的斜率。此外,标记反应中,蛋白质与¹²⁵I碘源毒性物质的直接接触,也是标记抗原免疫活

性减低的原因之一。Bolton和Hunter对氯胺T法作了改良,先用¹²⁵I碘标记酰化剂3-(4-羟苯基)丙酸N-羧基琥珀亚胺酯,后者再与蛋白质分子的游离氨基反应,并以酰胺键与之结合,因此避免了蛋白质与¹²⁵I碘源以及氧化剂等的直接接触。用此方法制备了¹²⁵I碘标记的hGH、hTSH和hLH,比放射性分别达到170、120和55μCi/μg,经RIA法鉴定,用改良氯胺T法标记的蛋白质激素与氯胺T法制备者相比,具有相仿或较优的免疫活性。标记步骤较复杂是改良氯胺T法的不便之处。

七十年代初,应用乳过氧化物酶(LPO)催化¹²⁵I碘化反应获得成功。LPO法以酶及稀释的H₂O₂作氧化剂,不需应用还原剂终止反应(单纯稀释就能终止反应),反应温和,蛋白质变性损伤小,因此标记激素可保持完好的

* 中国医学科学院放射医学研究所

讨论,本法组内测定的重复性,其变动系数为5.7~14.8%,平均9.5%;而组间测定为3.4~14.7%,平均9.8%,重复性尚可;回收率也达到平均100.5%,稀释试验也能获得较好的结果。作者以过去使用的Dainabot社生产的CEA药盒(X)与应用本药盒(Y)就同一标本对109例进行测定的结果,两者相关系数 $r=0.93$,回归直线式 $Y=0.61X+0.93$,有显著相关。然而,就CEA高值范围看,本药盒比Dainabot药盒显示高值。总之,按上述结果可认为该药盒可靠性高,并具有1.测定前对血清标本无需作处理,操作方便,重复作只需血量0.2毫升;2.测定范围广,为0.5~81ng/ml;3.全部操作在室温下进行,约20小时即可完成;4.一个药盒所含同位素量小,在 $1\mu\text{Ci}$ 以下等优点,因此作为临床检查方法是适宜的。

本文研究结果正常值在2.5ng/ml以下,但在正常人具有随年龄增长而上升的趋向,且吸烟者比不吸烟者多数显示高值,特别是大量吸烟者呈现明显高值,故在判断结果时需注意。

有关CEA值在各种疾患患者血中的变化情况有过许多报告。作者应用Dainabot社生产的CEA药盒对消化系统疾患特别是肝胆疾患进行研究,发现血中CEA测定对脏器的特异性低,胃癌、结肠癌、胆囊胆管癌、胰腺癌阳性率都在60%以上,转移性肝癌为76.8%。并发现CEA上升率高,5ng/ml以上为61.0%,10ng/ml以上达46.3%,而且这些疾患多数病例随病程经过而上升。关于癌进展程度与血中CEA的关系,按结肠癌的Dukes分类及早期胃癌和有无转移等分类,观察到血中CEA值随癌症进展阳性率增高且呈现高值。血中CEA阳性病例,当病灶作手术完全切除后则转为阴性,残留转移灶或病灶不完全摘除病例,术后血中CEA值不变或上升,继而在复发病例,CEA则先于临床症状的出现而再次上升。从而作出了术后CEA值的追踪检查对手术疗效的判断、复发的早期发现、予后的判断是有价值的结论,本文研究结果再次证实了上述结论。

良性疾病中,肝炎、肝硬化、慢性胰腺炎、溃疡

性结肠炎、结肠息肉病、克隆氏病或消化性溃疡等都有部分病例显示CEA阳性。本文研究结果在肝炎、胃炎、慢性胰腺炎患者中也发现阳性病例,但良性疾病即使是阳性,血中CEA值低,均在10ng/ml以下。因此,若以5ng/ml以上为阳性,则在72例恶性疾患中有16例(22.2%),102例非肿瘤性疾患中仅2例肝癌变阳性(2.0%)。按上述,CEA阳性而低值时则不能立即作出恶性疾患的诊断,若持续高值或追踪观察逐渐增高的病例,则应疑为恶性疾患。

肝细胞癌阳性率为54.2%,多数显示低值,超过5ng/ml者仅1例。反之,转移性肝癌阳性率高且多数呈现高值。就肝癌范畴来说,CEA显示高值时转移性确诊率高,如CEA值低乃至在正常范围内,则原发性可能性大。血中CEA测定与AFP对比,对两者的鉴别则更有价值。肝硬化与肝细胞癌两者间的阳性率及CEA值几乎没有差别。总之,本文研究结果表明,对于肝硬化与肝细胞癌的鉴别或对伴发肝硬变的肝细胞癌的早期诊断,CEA的测定对此是无价值的。

作者最后指出:1.对本药盒的重复性,准确性、回收率及稀释试验等研究均获得满意的结果,与Dainabot社生产的药盒有良好的相关性,认为该药盒对测定患者血中CEA进而作经过观察及判断疗效是有价值的;2.本法正常人的正常值极限以2.5ng/ml为妥,超过2.5ng/ml以上则为阳性;3.恶性疾患中以胃癌、结肠直肠癌、胆道癌及胰腺癌等阳性率高,进展病例及肝转移病例显示高值。手术根治病例血中CEA值下降,而不能手术的病例反而上升;4.良性疾病中慢性肝炎、肝硬化、胆石症、慢性胰腺炎或胃炎的部分病例呈阳性,一般含量较低,超过5ng/ml则需疑为癌症;5.肝细胞癌CEA阳性率较低,且多数显示低值,与AFP对比时,与转移性肝癌的鉴别则更有价值,但与肝硬化无明显差异。

总之,用该药盒测定血中CEA值,对癌症的筛选、预后、疗效、复发的判断是有价值的。

(高炎摘 章永红校 张永令审)

上接77页

11. Marshall RC, et al, Circulation 58:808, 1978.
12. Jones RH, et al, World J Surg 2:811, 1978.
13. Alexander J, et al, N Engl J Med 300:

278, 1979.

14. Sargini AN, et al: Nuclear Cardiology Principles and Methods 1st ed. P.21 Plenum, New York, 1976.
15. Vera Z, et al, Br Heart J 39:1364, 1977.,