

# 放射性核素显像的地位及其与计算机断层和超声的比较和结合应用

1972年英国工程师Hounsfield<sup>[1]</sup>设计制造X线计算机断层仪,并由Ambrose<sup>[2]</sup>首先用于临床。这一技术的突破,是将电子计算机技术用于临床的一个典范,是X线诊断技术的一次革命。

70年代初灰度超声显像和超声心动图的制成,从而使超声诊断在临床上的应用有很大的发展。如心血管、妇产科、胆道疾病、肿瘤等疾病的诊断,超声显像起着重要的作用。

由于放射性核素和放射性药物的发展,如 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{201}\text{Tl}$ 、 $^{67}\text{Ga}$ 、 $^{123}\text{I}$ 等的临床应用, $\gamma$ 照像机与计算机的结合,放射性核素计算机断层(Emission Computed Tomography)的研制,促进了核医学的发展。

X线计算机断层(Computed Tomography)简称X线CT;超声显像(Ultrasolography)简称US;放射性核素显像(Radionuclides Imaging)简称RI。他们三者都是当前临床常用的显影成像诊断工具。由于创伤小,一般称为无损性诊断方法。

无损性诊断是临床医生和病人所易于接受的诊断工具。因为它检查简便,对病人痛苦少。如近年来发展的核磁共振显像<sup>[5]</sup>和红外线热图<sup>6</sup>诊断乳腺疾病即属于这一类诊断方法。

这些无损性诊断方法,从一角度看,它们是相互竞争,相互比较的。一种新方法的出现,对旧的是一种挑战,如X线CT和超声显像对核医学就是一个例子。从历史发

展看,一些古老的诊断方法将要被淘汰或放置不用,这是一种情况。但从另一角度分析,每一种手段,由于固有的物理、化学特性以及病人生理病理的特点,往往每种手段有其特殊的优点,但也有一定的缺点。诚然,听诊器自17世纪发明以来,经历了200多年,其间有心电图、心音图、心向量图、超声心动图、多普勒氏效应等许多仪器的发展和产生,但听诊器至今仍是临床医生人手必备的常规设备,并没有被这些仪器和新诊断工具所否定。在特定情况下,有经验的心脏科医生,首先作为诊断依据的,仍然是他用听诊器所得到的第一手听诊资料。

作为一个核医学工作者,如何来对待这些挑战,如何发挥核医学显像的特长,如何把X线CT、US和RI三者结合应用,是当前我们面对的实际问题。因为在北京、上海等一些大城市X线CT、US和RI诊断的共同使用已是很现实和立即面对的问题。

## 一、X线CT、US和RI三者的主要优点和各自的局限性

X线CT的原理:早期是用一窄条X线( $16\times 3$ 毫米)穿透病人身体,其相应对侧为碘化钠晶体或一排氙的探测器所接受,二者是相对运动。以早期头部断层为例,进行一次直线方向的扫描时可取得240个读数,然后回来后再旋转1度,为此重复一次,共转 $180^\circ$ 得180次扫描,这样共得到 $180\times 240=43200$ 个读数。所得的数据输入电子计算机内计算和图像重建,转送至电视荧光屏上

显示出横切面断层像。在组成图像时，将扫描所得断面分成 $80 \times 80 = 6400$ 个小的立方柱，称为基质（Matrix），每一基质代表 $3 \times 3 \times 8$ 或13毫米立方柱的组织，然后计算出每一基质内所含组织对X线的吸收值：

$$\text{组织的X线吸收系数} = \log \frac{\text{X线源的强度}}{\text{探测器测得的强度}}$$

组织对X线的吸收系数按Hounsfield的规定，以水定为0，则空气为-500，骨为+500，其单位为H或称为EMI单位。它对不同组织密度鉴别的准确度可小于0.5%，这是其突出的优点。实验证明脑灰质与白质X线吸收值的差为0.5~0.6%，也就是2.5~3EMI单位<sup>(7)</sup>。在CT图像中可清楚地区别出来。凡物质密度高（即吸收系数大）的组织，在荧光屏上呈白色；密度愈低的（即吸收系数小）组织呈黑色。新型的CT可用彩色电视屏显示，显影的基质增至 $512 \times 512$ 个，扫描时间缩短到2秒。

从上述基本原理可以看出，X线CT的物理基础是以各组织对X线吸收值不同为显影基础。脏器原子序数高，物质的密度大，其衰减值高。

X线CT的优点是能分辨出0.5%的衰减系数的差异。X线CT可将病变及其周围脏器的关系显示得很清楚。用 $526 \times 526$ 基质点显示图像轮廓清楚，影像细微。

其缺点：（1）每一断面CT扫描，病人所受的放射量为1~4拉德。取的断面多，病人受量大。（2）仪器贵，维修费用大，当前普及困难。（3）如病变与周围组织X线吸收系数无差异或二者近似则X线CT不能发现病灶。（4）它主要是静态显像，不能作代谢和功能检查。对运动迅速的心血管检查还不理想。

超声显像的原理：用石英、钛酸钡、锆钛酸铅等做成探头。实为一种换能器仪器产生的超声波，经探头作用于人体，从人体反射回来的超声振动波作用到探头中的钛酸钡晶体片上，由于正电压效应，在晶体片上产

生高频交变电压。所以探头是一个换能器。同一个探头既能发射又能吸收，它传递一个声波进入人体，又接受一个从被检查器官界面反射回来的声波，经探头接受转换成电压的变化，然后经高频放大后用有关电子线路处理，可显示在示波器上。如体内有含液体的囊性病变，液体内不存在声阻的差别，其反射系数为零，即不产生反射。超声诊断上称为液平段或液性暗区。超声对积液和囊性病诊断，探查血管的断面是相当可靠的。如原为均质的器官，有病变时其均质性受破坏，病变因声阻不同而产生反射波。新近发展的灰度分级，小探头内有数十个晶体片，用电子扫描方法收集讯息，它根据器官和病变内声阻不同分成8~10个灰度阴影予以显示。同时以实时（Real time）方式快速的将器官内部的结构和病变部位，根据不同的灰度显示出脏器活动时的动态变化。如心脏的跳动，人体的呼吸运动时伴随器官的活动。新型的超声还配备有小型的电子计算机进行分析运算。

超声显影的主要优点是病人不需接受任何X线，诊断用超声对人体几乎无损伤。小孩、孕妇都可应用。对含液体的囊性病变，血管的断面超声显示准确，适时灰度超声显像可显示器官的运动状况，如血管的跳动。在本章三种无损伤性诊断中，超声价格最廉，容易推广使用。但超声显像需要有经验、受过训练的医生操作。超声诊断的准确性与医生的经验有着密切的关系。

放射性核素显影是利用放射性药物参与体内的代谢，放射性药物选择性浓集在某一脏器和病变处，然后用 $\gamma$ 照像机将射线的分布显示出来。放射性核素计算机断层是以放射性药物作为体内放射源，显示放射性药物在器官某一体层断面的分布。当放射性药物通过血管途径进入体内或放射性药物通过代谢进入某一脏器， $\gamma$ 照像机可以快速的（每秒2~4张）记录这一动态过程。核医学的有

利之处, 它可以利用各种不同的放射性核素标记具有代谢特点的某些药物, 使放射性药物经过生理的途径进入某一器官。故放射性核素显影除显示形态外, 还能反应器官的代谢功能。这一特点是X线CT和US难于实现的。

放射性核素显影与X线CT相比, RI显影图像粗略, 影像不如X线CT细致清晰。RI显影不能显示周围脏器的关系。同时要配备专门设计的核医学场地和一定的仪器条件。而超声所需要的条件就简便得多。

## 二、X线CT、US和RI三者临床应用的比较

本文的着重点, 不是分别论述X线CT等临床诊断的价值和现状, 而是以某些疾病为对象讨论它们各自的诊断特点, 使被检病人的诊断准确, 节约开支和时间的条件下, 如何适当挑选和综合利用, 做到互相补充, 快速准确地为临床作出诊断。

### 1. 脑颅病变

Hayward<sup>[6]</sup>等报告366例结果, X线准确率为96%, 而RI的准确率为78%。因此X线CT在脑颅病变的诊断上有独特的优点, 已成为颅脑检查首选的筛选方法。

Evens<sup>[9]</sup>等对X线CT与RI用于颅脑诊断进行了比较, X线CT的优点如下:

(1) X线CT空间分辨好, 可显示较小的病变。理论上它的空间分辨率可达数毫米。而RI只能检查出较大的病变。

(2) X线CT可显示颅内各部位相互的解剖关系, 影像清晰。通过病变周围关系变化来协助诊断。而RI不能显示各组织的相互解剖关系。

(3) X线CT诊断病变范围广。如脑萎缩, 脑水肿, 眼眶病变, 中线病变等诊断的阳性率高。而RI对上述病变诊断上有困难。

(4) 凡密度与正常组织有差异的病变, 如囊肿, 脑积水, 钙化的脑膜瘤X线CT诊断准确。如加用造影剂, 对一些病变还可做出鉴别诊断。但X线CT也有其缺点:

(1) RI以示踪为基础, 可以做动态功能检查和反映病理生理的状态。如研究脑部的代谢RI方法较为优越。X线CT以密度改变为基础, 属形态显影, 静态显影。

(2) X线CT价格贵, 对危重病人不能去床边检查。而RI有移动式 $\gamma$ 照像机, 可去床边服务。

(3) 一些早期炎症病变, RI可显示而X线CT显示不佳。

Bragg<sup>[10]</sup>指出二者结合应用可提高颅脑病变的阳性准确率。

由于骨质对超声的吸收很严重, A型超声对颅脑的病变只能提示有无中线移位。超声显像用于颅脑疾病仍处于研究阶段。

### 2. 肝脏病变

Petasnick<sup>[11]</sup>指出, RI检查仍是肝脏显像的首选的筛选方法, 因为RI能比较简易地显示肝脏全部形态, 便于临床观察。在这点上它优于X线CT和US。

(1) 肝变形、肝萎缩和外压造成的肝缺损。

肝左叶先天变薄或缺损、肝硬化后萎缩变形、肝门区凹陷深或因右肾、胆囊、胰头病变对肝造成压迫, 这些肝的正常变异或因病变造成的压迫, 如用RI诊断, 均显示为缺损病变, 常与真正的肝肿瘤引起的占位病变不能区别。如用X线CT和US一起协助诊断, US能快速准确的证实肝左叶先天性缺损时有无肝左叶实质波的存在。其它肾肿瘤造成右下缺损病变, X线CT将解剖关系显示清楚。

### (2) 肝囊肿与肝实质病变的鉴别

RI检查疑为多囊肝或肝包虫病, 与US结合使用最为有用。US对囊性病变诊断简便、准确, 它显示标准的液性平段波和液性暗区, X线CT对囊性和实质性肿物的鉴别能力也很好。

### (3) 肝血管瘤和血管丰富的肿瘤

用肝血池扫描<sup>[12]</sup>的方法显示肝血管是一种简便可靠的诊断方法。如用X线CT诊

断, 需要注射碘油造影剂, 如60% Renografin 100毫升也可显示血管病变。

#### (4) 良性与恶性肝肿瘤的鉴别

RI可用多种核素联合检查, 如 $^{198}\text{Au}$ 扫描为缺损病变, 加用 $^{67}\text{Ga}$ 、 $^{76}\text{Se}$ -蛋氨酸做鉴别诊断, 其阳性的准确率为30~90%<sup>[13~14]</sup>。X线CT与US主要从形态上来分析, 如病变边缘的光滑或粗糙的程度, 边缘是否规则。X线CT检查病灶X线吸收系数的大小以及分析肿物内部是否均质、声阻的大小有无明显的光点和光团。但这些征像都是相对性的, 关于这方面的深入研究工作正在进行<sup>[15]</sup>。

US检查肝脏的优点是病人不须准备, 也无任何危险性, 需要时可重复检查, 很容易对病变做纵切、横切各种断面显示。对囊性液体病变的诊断准确。但缺点是检查医生须经验丰富, 仔细检查则需很长时间。如遇肠道存有气体、肋骨的阻挡, 病人过份肥胖则检查常不满意。

X线CT的优点是病变与周围的解剖关系显示清楚, 对囊性病变更容易做出诊断。其缺点是只能做出横断切面图像。如病人呼吸运动过大可影响其结果。

### 三、胰腺疾病

胰腺疾病是以广泛的症候和缺乏典型的临床症状为其特征, 因此5年生存率只有2%~5%, 主要是缺乏可靠的诊断方法。

近年来, 超声显像在胰腺疾病的诊断上有了明显的进步。超声主要是通过腹主动脉、肠系膜动脉来显示胰腺<sup>[16]</sup>。

Lawson的材料<sup>[17]</sup>指出, 在他的95例胰腺疾病中, 超声显像的准确率为94%。但须注意正常超声图并不表明无胰腺疾病, 在Lawson的病例中, 慢性胰腺炎中有50%为假阴性。由于肠道气体或肥胖, 技术上有时不满意, 故重复检查是必要的。

Samyle<sup>[18]</sup>认为, 超声显像对诊断黄疸是肝外梗阻还是肝内梗阻有较大的价值,

阳性率达90%。

X线CT是诊断胰腺疾病的有效方法, CT诊断胰腺癌的征象包括胰腺的增大, 形态的改变, 脂肪层的消失和胆道扩张。慢性胰腺在CT图上显示为体积缩小, 有钙质沉积。

Haagu<sup>[19]</sup>报导63例胰腺病人, 并经手术证实CT的准确诊断率为90%。

Shecody<sup>[20]</sup>报导, 有37例手术证实为癌。CT的准确率为84%。

X线CT的优点是有完整的横断面图像, 允许精确的估价原发病灶和其受累的其他器官。然而病人消瘦, 肠道气体多则图像显示不好。另外病人所受X线量大, 这些都是它的缺点。

放射性核素检查, 常被推荐做为胰腺功能检查的工具。正常胰腺图可90~95%的准确性证明胰腺是正常的<sup>[21]</sup>。如核素显影为异常图像, 它是非特异性的, 有较高的假阳性和假阴性。

Washburn<sup>[22]</sup>报导, 用 $^{11}\text{C}$ 标记的缬氨酸和色氨酸( $1\text{-}^{11}\text{C}$ )-DL-Valine 和 $^{11}\text{C}$ -Tryptophan 为显影剂, 用正电子计算机断层做胰腺扫描, 这些新的方法的临床效果还要进一步积累经验。

Braganza比较了46例用X线CT、US、RI检查过的胰腺患者, 提出US和RI功能结合检查。因X线CT检查有假阳性, 所以阳性率较高。但X线CT对证实为胰腺囊肿、胰腺钙化显示临近脏器的关系, 有它特别的价值。

### 四、胆道疾病

自从 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 亚胺二醋酸和吡哆醛(Iminodiacetic acid和pyridoxylidene<sup>[23,24]</sup>)研制成功后, 核医学为胆道功能检查做出了新贡献。

一般说来, RI检查主要是了解胆道功能, 而X线CT和US是提供形态上的材料, 查出胆囊有无结石和肿瘤。

RI对急性胆囊炎的诊断有重要价值

(26)。用 $^{99m}\text{Tc}$ -HIDA为显影剂,用 $\gamma$ 照像机动态观察急性胆囊炎时,由于炎症急惹,胆囊不充盈放射性药物,因而不显影。但胆总管和十二指肠可以被显示。这些特异性的表现对诊断急性胆囊炎准确性达97%,几乎没有假阳性,因此它灵敏度高。

对胆石症、慢性胆囊炎、梗阻黄疸RI也有所帮助,但胆红素在血中含量高于10毫克/100毫升则胆囊显示不良。

近年来,US已成为胆道疾病的重要诊断工具(26)。US对某些胆石显示不好,由于结石密度高而出现结石阻断超声波的典型阴影,可发现胆石的存在和数目。US可显示胆囊的大小和其周围的解剖关系。如胆囊肿大积液,US可显示典型的液性暗区。

黄疸病人US可显示胆管有无扩张或梗阻。如未见到胆管扩张和梗阻,则可排除外科黄疸,应多考虑患者为内科黄疸。

CT对胆道疾病的诊断不如US好,它可以显示肿大的胆囊和增厚的胆囊壁,但它对胆总管内结石的显示常不清楚(27)。

## 五、结 语

本文简要的介绍了X线CT、US和RI三种临床显像方法的原理及各自的优缺点。并以此为基础,针对临床常见的疾病提出选用三种方法的一些初步意见。如颅脑疾病,X线CT为首选方法,因它准确性高,适应的病种范围广(脑萎缩、血肿、囊肿、中线病变等均可显示)。RI对研究脑部代谢和功能动态检查是很有帮助的。

RI检查肝病仍然是最简便的首选方法,它可以快速地显示肝的形态,发现占位性病变。对肝囊性病变、正常变异或萎缩、外压缺损,用US和X线CT结合检查,能准确判定RI占位病变的性质。

胆道疾病,US检查应为首选的方法,它对判定胆道结石、胆囊扩大和积液、胆管的扩张有较大的诊断价值。RI检查主要用于胆道功能检查;对急性胆囊炎诊断,阳性率

高,有一定的特异性和灵敏度。

胰腺疾病,似乎US应为首选方法,因为它方法简便,阳性率高。少数(28)作者认为US结合RI做胰腺功能应做为胰腺疾病的主要诊断工具。但X线CT对胰腺疾病诊断即有相当的价值。

## 参 考 文 献

1. Housfield GN: Brit J Radiol 46: 1016, 1973.
2. Ambrose J: Brit J Radiol 46: 1023, 1973.
3. Taylor KJW, et al: Radiol 119: 415, 1976.
4. Jaszczak RJ, et al: J Nucl Med 18: 373, 1977.
5. Getreuer J, et al: J Natl Cancer Inst, 61: 53, 1978.
6. Stephen AF: Radiol 122: 123, 1977.
7. Pheleps ME, et al: Radiol 117: 573, 1975.
8. Hayward RW, et al: Radiol 117: 475, 1975.
9. Events RG, et al: Semin Nucl Med 7: 129, 1977.
10. Brag DG: Cancer Suppl 40: 500, 1977.
11. Petasnick JP, et al: Semin Nucl Med 9: 8, 1979.
12. 原子能科学技术资料选编第三期, 1976, 内部资料。
13. Kaplan E, et al: Semin Nucl Med 2: 139, 1972.
14. Kew M: Eur J Nucl Med 1: 247, 1976.
15. Mcdoneld DG: Current problems in Diagnostic Radiol 7: 1, 1979.
16. Ultrasonography of Digestive Diseases, weill FS: Thec V Mosby Company, 1978, New York.
17. Lawsan TW, et al: Radiol 128: 733, 1978.
18. Sample WF, et al: Radiol 128: 719, 1978.
19. Haagu JR, Radiol 124: 723, 1977.
20. Sheedy PF, et al: Radiol 124: 731, 1977.
21. Meale A, et al: Semin Nucl Med 2: 201, 1972.
22. washburn LC, et al: J Nucl Med 19: 77, 1978.
23. Studalnik RC, et al: Radiol 121: 657, 1976.
24. Frinau G: Eur J Nucl Med 1: 137, 1976.
25. Weismann HS, et al: Am J Roentgenol 132: 523, 1979.
26. Wieson RL, et al: Appl Radiol 7: 119, 1978.
27. Havrilla TR, et al: Am J Roentgenol 128: 765, 1977.
28. Braganza JM, et al: Clonical Radiol 29: 639, 1978.

(唐谨综述 赵惠扬审)