

第四届和平利用原子能国际会议文献

放射生物学和核医学文集

原子能出版社

第四届和平利用原子能国际会议文献

放射生物学和核医学文集

原子能出版社

内 容 简 介

本文集汇集了1971年9月6—16日在日内瓦召开的第四届和平利用原子能国际会议所发表的论文中的十一篇文章(《Peaceful Uses of Atomic Energy》Proceedings of the Fourth International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Vol. 13, 1972)。主要介绍了有关放射生物学和放射性同位素在生物学、医学上的应用等问题。可供从事放射生物学、核医学等方面工作人员以及大专院校有关专业的师生参考。

第四届和平利用原子能国际会议文献

放射生物学和核医学文集

原子能出版社出版

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

(限国内发行)

☆

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ · 印张 $5^{3/16}$ · 字数 137 千字
1977 年 2 月北京第一版 · 1977 年 2 月北京第一次印刷
印数 001—3700 · 定价: 0.50 元

统一书号: 15175 · 040

目 录

放射性同位素探测肾、胰、甲状腺和心脏的新技术	1
放射性核素在肿瘤诊断中的作用	25
放射治疗近期进展	48
质子束在苏联医学和生物学上的应用	58
血液体外照射用作免疫抑制治疗 (设备、剂量测定和临床经验)	72
用放射性同位素检查组织和器官中的血流	86
辐射在医学上的应用	99
分子与细胞水平的辐射损伤与修复	112
γ 射线和高能电子对恶性细胞的发育 和有丝分裂的影响	127
快中子放射生物学的近期成果及其对于 辐射防护和肿瘤放射治疗的意义	133
辐射的遗传效应	148

放射性同位素探测肾、胰、甲状腺 和心脏的新技术*

凯尔斯霍恩 (O. Kellershohn) 雷诺 (O. Raynaud)
西蒙娜 里卡尔 (Simone Ricard) 德克莱 (A. Desgrez)
里维埃 (R. Riviere) 德韦尔儒尔 (P. de Vernejoul)
巴里多尔 (L. Barritault)● 莫鲁西 (J. -P. Morucci)
朗西阿尔 (A. Lansiaert)●

本篇的目的是介绍在人的肾脏、消化、甲状腺和心脏等方面应用人工放射性元素进行功能探测所获得的结果。目前已成为日常应用的这些方法，是最近几年来在原子能委员会生物部 F·约居里医院所进行的工作的结果。下文将依次说明下列几种方法：

——通过肾脏对汞¹⁹⁷的摄取，来检查每侧肾脏的功能。

——从使用硒⁷⁵标记的硒基蛋氨酸得到的肝脏和胰脏的联合图象中，减去用胶体金¹⁹⁸得到的纯肝脏图象，从而使胰脏显象的方法。

——应用火花室使甲状腺精细显象的方法。

——分别应用不在心肌内弥散的核指示剂(以钨^{99m}标记的红细胞)、心肌摄取指示剂(铷⁸⁶或钾⁴²)测定心肌区域的放射性，然后将两种测量结果加以比较以测定冠状动脉血流量率。

* 文献编号 A/CONF. 49/P/631。

● 法国原子能委员会生物部 F·约·居里医院处，奥尔塞。

● 法国萨克莱核研究中心，法国原子能委员会物理电子学处。

1. 用肾脏摄取 ^{197}Hg 作肾脏功能的探测

1. 1. 引言

很长时间以来就已了解到汞对肾脏的亲合力。早在10年前，麦卡菲 (MacAfee) 和瓦格纳 (Wagner)⁽¹⁾ 就建议用一种汞利尿剂——汞²⁰³ 标记的3-氯汞基-2-甲基丙脒作成放射性同位素的图象和肾的闪烁图。不久后，雷诺 (Raynaud) 及其同事⁽²⁾ 指出，在注射 $\text{Hg}^{197}\text{Cl}_2$ 后，能得到类似的结果。这些作者发现，这种重金属基本上由肾皮质摄取，并且从对肾脏的辐射量考虑，他们强调汞¹⁹⁷ 比汞²⁰³ 优越。

目前研究工作表明，注射 HgCl_2 后，人的每侧肾脏吸收汞的量依赖于肾实质的功能状态。在汞的摄取水平和菊粉、对胺马尿酸 (PAH) 以及对胺马尿酸⁽³⁾ 的 T_m 的清除率之间，存在着统计学上非常显著的直线性关系。这种摄取水平（通过每侧肾脏外部计数很容易测出）可以认为是肾功能一种较好的定量标志。

这种试验对病人无害，也能为病人很好地忍受，在同一病人身上能重复进行几次。这一测定方法似乎特别适用于必须了解每侧肾脏的精确功能值时，尤其是在有肾脏高血压和阻塞性尿路病的病例中。

1. 2. 方法

静脉注射汞¹⁹⁷ 标记的氯化汞 500 微居里。由原子能委员会 (法国萨克莱) 制备的溶液的比放射性很高，每克汞大约 50—100 居里，因此稳定性汞的注射量极微，不超过 10 微克。给予肾脏的辐射剂量为 25 拉德左右。给儿童注射的放射性减少至最小剂量 200 微居里。

病人采取俯伏姿势测定其肾脏的摄取量。测定是从病人后面，采用在双侧肾脏闪烁扫描后能精确地调节至与肾脏的大小和形状相符合的准直系统进行的，或采用安泰尔泰克尼克公司 (Intertechnique) “Tridao” 装置作定量闪烁扫描。从测到的放射性中减

去探测器范围内的肾外放射性，并且考虑到从腰部表面至肾脏的距离，尚需应用一个校正系数。全部测定是按注射量计算出来的统一标准计算的，所得的结果以注射百分数表示。

正常人的肾脏摄取量，以注射剂量的百分数表示，右侧为 27 ± 3.5 ，左侧为 26 ± 3.5 ，其差异是由于肝脏摄取的干扰所造成。误差 3.5 代表两个标准差，因此确定的区间是 95% 的置信区间。变异系数为 7%。这种方法的可重复性是令人满意的。例如，在两个正常人中，其中一人相隔 12 个月，另一人相隔三周进行两次测定，所出现的差异都不超过标准差。总摄取量（左、右摄取量的和）为 53 ± 6 。

1.3. 结果

在严格限于一侧的肾病中，病肾的摄取量低，而健康肾较高以代偿对侧的不足，因此总的摄取量是正常的，即 53 ± 6 。当只有一个肾而该肾处于健康状况时，它的摄取量仍是 53 ± 6 。

两侧肾病时，总的摄取量（左和右肾）经常少于正常的 53 ± 6 。在只有一个病肾时，摄取量经常低于 47。

肾汞摄取水平的测定，对肾源性高血压和阻塞性尿路病特别有用。

1.3.1. 肾源性高血压

对 142 例由于肾血管或肾实质病原引起的高血压进行了研究。

a) 肾血管性高血压（45 例病人）。

——34 例病人基本上由于动脉造影而诊断为肾动脉狭窄。他们之中 22 人，包括图 1 的一例，摄取量显然不对称，靠近狭窄处减少，即全部病例有一侧动脉狭窄。其他 12 例的摄取量是对称的，一侧狭窄的诊断得不到支持，对于他们中的 2 例，包括图 2 中的一例，由于手术时未发现狭窄，可以认为是动脉造影的假阴性。3 例有来源于动脉粥样硬化的双侧性狭窄，因此，和对称性摄取量不相矛盾。剩余的 7 例按照动脉造影有轻度狭窄，但最后否定了他们的高血压起因于动脉狭窄。

—— 6 例患有肾动脉瘤。每 1 例中，在动脉瘤一侧的肾脏对汞的摄取量并未减少。

—— 5 例患肾动脉血栓形成。在这些病例中，摄取水平是侧枝循环所导致的血管再形成的极好的说明。在这些情况下，侧枝循环足以解释患侧和健侧的相同摄取量。

b) 由于一侧实质性肾病或基本上由一侧引起的高血压(97 例病人)。

—— 27 例患有肾盂肾炎或肾结核病。

—— 8 例患有部分发育不全。

—— 62 例患有“小肾”，对一些小肾没有组织学的证据。

在这些病例的 97 例中，肾的摄取量使我们能够估计病肾的残余功能和另一侧肾的功能。尤其是有可能使我们发现损害是单侧的或是双侧的。

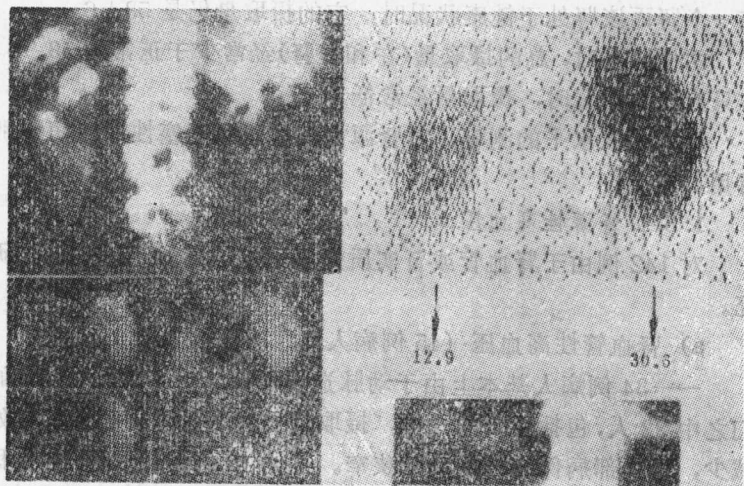


图 1 左肾动脉狭窄性动脉高血压。闪烁扫描图上左肾较小，摄取量减少但很均匀。汞($\text{Hg}^{197}\text{Cl}_2$)摄取水平不对称，左侧减少一半，右侧正常

c) 汞的肾摄取量和代偿性肥大。

在作过手术并在手术后复查的 14 例高血压病人中，研究了他们

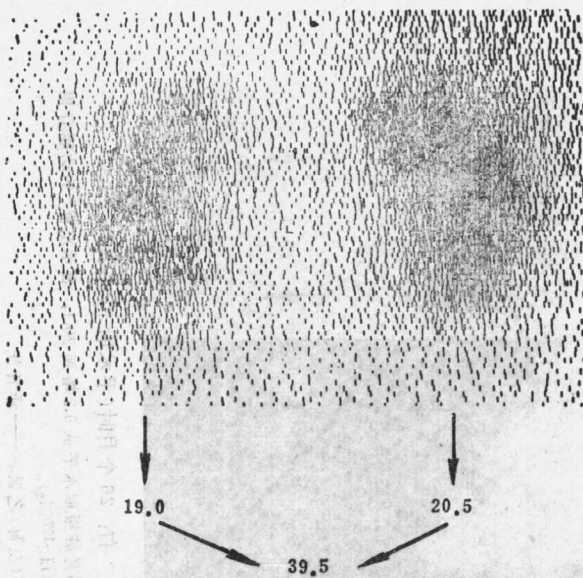


图2 动脉造影右肾动脉狭窄性动脉高血压。汞($\text{Hg}^{197}\text{Cl}_2$)摄取水平两侧均略微减少但对称,因此对存在单侧性狭窄产生怀疑。手术时没有发现狭窄

们的健肾代偿性肥大的发展情况。通常,当病肾被切除后,健肾的摄入量增加至正常的总摄入量 53 ± 6 。只有5例在手术后出现了正常的代偿性肥大,其总摄取量保持在正常水平。此5例病人的年龄均在25岁以下。其他9例病人,未出现代偿性肥大。此9例病人年龄均在25岁以上。

这些初步结果指出,似乎成年高血压病人丧失了发生正常代偿性肥大的能力。假如这个结果有更多的病例加以证实,这对治疗将有重大的指导意义。

1.3.2. 阻塞性尿路疾病

已检查了209例阻塞性尿路疾病的病人:

——43例患有肾盂输尿管狭窄,如图3内的例子。

——34例患有输尿管或膀胱输尿管狭窄。

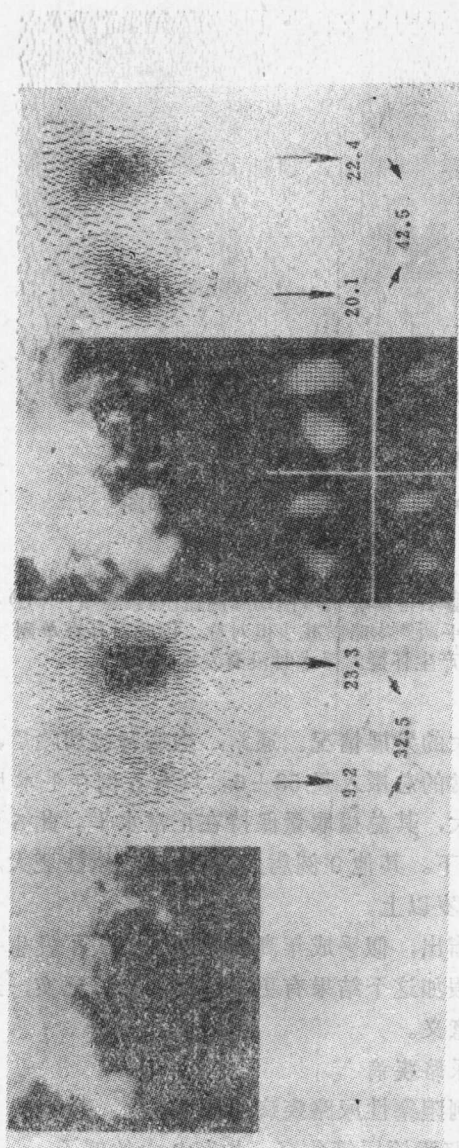


图3 左：在14个月时(手术前) 右：26个月时(手术后11个月)

一个14个月儿童左侧肾盂输尿管狭窄。手术后左侧肾脏摄取水平从9.2增到20.1，表示左肾*的功能有相当
 的改善，虽然尿路造影见到肾腔有顽固而很大的扩张($^{51}\text{CrDTPA}$)。

* 原文上是 right kidney (右肾) 似为 left kidney (左肾) 之误。——译者注

——79例患有膀胱输尿管狭窄。

——53例在检查的时候发现有肾盂积水或病因不明的输尿管扩大。

在所有这些病人中，不能考虑用输尿管插管检查每侧肾脏，(i)因为尿路的炎症，(ii)大多数病例的年龄很轻。肾汞摄取水平测定的最大用处在于：

——确定扩大了肾盂积水的肾脏的确切功能数值。这些大肾脏的尿路摄影图象大多不太清晰，这是因为对造影剂的浓缩能力差，并为积累在肾腔内的尿所稀释。汞的摄取水平可以确定出这些肾脏真正的功能数值。这样能帮助外科医生作出是进行切除手术（例如切除一侧肾）还是作挽救它的手术的选择。

——测定在尿路造影中显示出具有分泌能力的小肾的功能。摄取水平可以帮助决定这个肾脏是否值得挽救，或其功能是否完全无用。

——在禁忌使用输尿管插管的情况下，测定在尿路转向(Urinary diversions)中每侧肾脏的情况。

——如图4所示，控制内科或外科治疗的效率。事实上，在同一病人身上所作的摄取水平的测定能重复数次而无任何不利。

1.4. 结论

总结起来，肾汞摄取水平的测定对下列情况特别有用：

——在肾动脉狭窄的病例中，核实它们的单侧性，及其在高血压中所起的作用；

——在肾盂积水的病例中，对于静脉尿路造影图象不清晰的大肾，能准确地估计其功能值；

——确定肾脏的疾患是单侧或双侧的；

——估价内科或外科治疗的效果。

似乎可以得出这样的结论，汞¹⁹⁷肾脏摄取水平的测定试验，对病人不造成痛苦和危害，也能为病人很好的忍受，这种方法将次于其他常规肾功能探测方法，而处于被选择的地位。

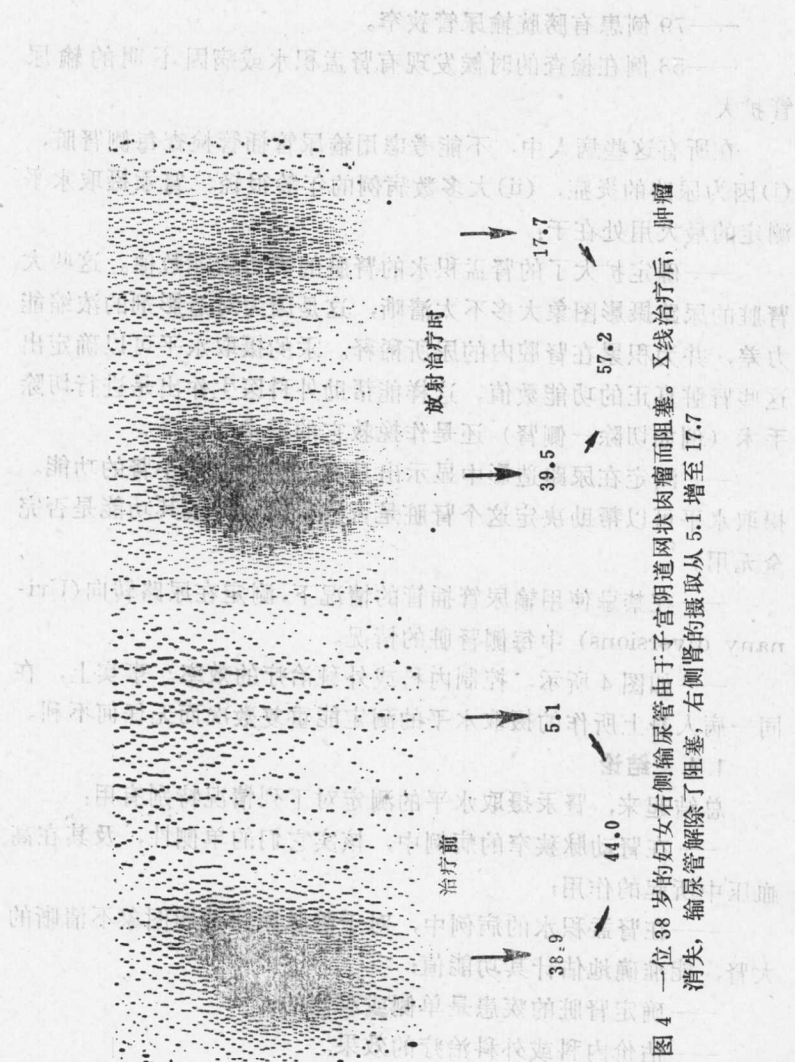


图4 一位38岁的妇女右侧输尿管由于子宫阴道网状肉瘤而阻塞。X线治疗后, 肿瘤消失, 输尿管解除了阻塞, 右侧肾的摄取从5.1增至17.7

2 用闪烁扫描图象的相减法使胰脏显象

2.1. 引言

胰脏的第一个闪烁扫描图象的成功,应归功于布劳(Blau)关于用 ^{76}Se 标记蛋氨酸和胰组织摄取蛋氨酸分子的研究工作⁽⁵⁾。虽然,胰脏内最适宜的摄取 ^{76}Se 基蛋氨酸的数量比肝脏内的大10倍。但肝脏的体积较胰脏大10倍,所以获得的两个器官的闪烁扫描图象有大致相同的密度。由于这两个器官之间的解剖关系密切,所以正确划清胰脏的图象是困难的。卡普兰(Kaplan)及其同事,从用一种纯粹嗜肝示踪的物质(即胶体的放射性金)得到的图象的信息中,减去从 ^{76}Se 基蛋氨酸肝胰图象中获得的信息,而首先克服了此种困难。这个技术已被许多作者改进了^(7,8)。在实际操作中,如果想避开由于少减或多减引起的严重错误,必需变动减去的肝脏图象的强度并显示出看来是连续的差分图象。下面所叙述的装置就是用来达到这一目的的⁽⁹⁾。

2.2. 方法

由安泰尔泰克尼克厂设计和发展的本装置包括以下几部分:

——一个把来自 γ 照相机的信息坐标进行编码的单元。在我们这里,信息来自常规的闪烁扫描器。这个单元也能使获得的图象的大小按照需要而改变;

——一台数字计算机,包括一个16384道的记忆存储器,每个道储存 10^6 个数据;一个显象的示波器;作加法或减法计算的存储器取出线路;一个显示这些道的内容的十进位输出记录器;

——一个光笔,用来标记由图象任意选择的面积,并使它们的信息内容显示出来;

——一个转移和计算单元,将4096道的一个分组中的数据乘上某一系数后,把这个分组中的图象转移到16384道存储器的其他三个相同的分组的任何一个分组中去,这个乘上的系数可以从0.001改变到9.999,所以实际上是可以连续改变的;

——一个中间磁带计算机，用来把存储器的内容转移至磁带上，又可从磁带重新注入存储器。由于它的存储作用，使得主存储器的容量能够扩大并将数据在计算机内处理。

存储器按四个 4096 道的分组来应用。它们中的两个分组能使两个图象同时得到，一个分组得到一个图象，其中之一相当于用胶体金得来的纯肝脏图象，另一个相当于用硒⁷⁵基蛋氨酸得来的肝胰* 图象。因此，这些图象是在 64×64 道的方阵上形成的，即每平方厘米为 4 道。其他两组留作转移和处理上述图象之用，如图 5 所示。

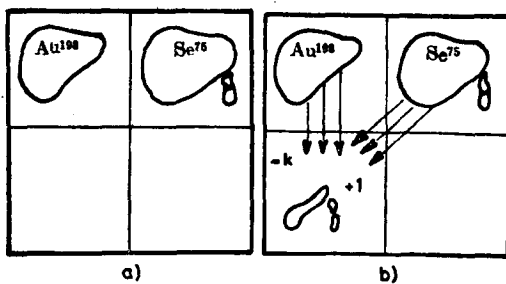


图 5 胰脏观察图象

- a. 用金¹⁹⁸和硒⁷⁵基蛋氨酸同时得到的图象；
b. 两个图象的转移和相减，产生胰脏的图象。

图 5 表示应用本装置去作成一个相减后的胰脏图象。胶体金¹⁹⁸和硒⁷⁵基蛋氨酸的图象分别存储在两个 4096 道的分组中，在屏幕上的两个相应的部分上显示出来（图 5 a）；将硒⁷⁵图象乘上系数 +1，金¹⁹⁸图象乘上能任意改变的系数 -K，然后一起转移到其余两个分组中的一个分组。这样得出来的差分图就出现在显示屏幕的相应部分上（图 5 b）。观察者可以单纯地根据显示的清晰度来调节系数 K 的数值，直到他认为在屏幕上显示出来的只有硒⁷⁵基蛋氨酸存在的那些部位的差分图象已经达到了最佳程度为止。

• 原文是 Hepatosplenic (肝脾的) 似为 Hepatopancreatic (肝胰的) 之误。
——译者注

2.3. 结果

图6表示用本方法得到的一个正常胰脏的图象。上部显示了肝脏的两个图象，左边的一个是用胶体金¹⁹⁸得到的，右边的一个是用硒⁷⁵基蛋氨酸得到。下面一半表示依次增加相减系数K的数值而得到的三个不同的差分图象。在右边的图象被认为最佳。这个图象清楚地显示出胰脏的典型解剖形状，头在左下部，体的狭窄部分在中间，尾在右上角，在右下角靠近肠子处还能看得见大浓度的硒⁷⁵基蛋氨酸。

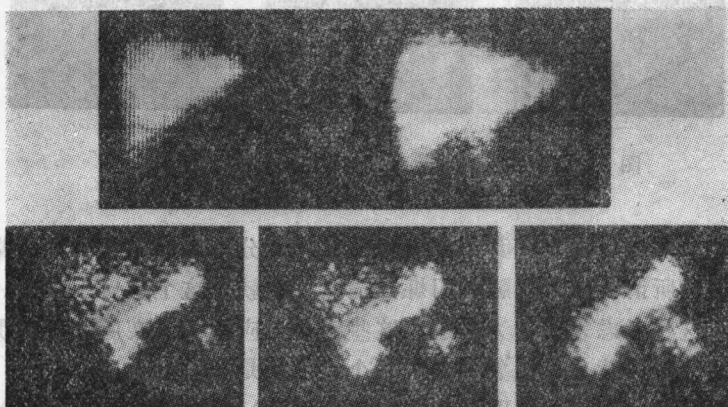


图6 胰脏图象

上左：用金¹⁹⁸得到的图象；

上右：用硒⁷⁵基蛋氨酸得到的图象；

下半从左至右，依次增加相减系数K的数值而得到的差分图象。

以往在肠内的这种放射性混淆了胰脏本身的放射性，是许多错误解释的根源，应用上述方法后就可以避免。这种类型的错误示于图7中，此图表示相当于三种相减因子的正常胰脏的差分图象，这些图象中的每一个都用两种不同的反差调节。最合适的图象显示在该图的右上角。它与图6所示的附着着肠的放射性在内的正常胰脏图象正好相符。在本例中，遇到这种情况，即附带的放射性超过了胰尾部的放射性，任何过多地增加反差，将使胰尾图象消失而保持了肠的部分的图象。这样就得到图7中右下角的

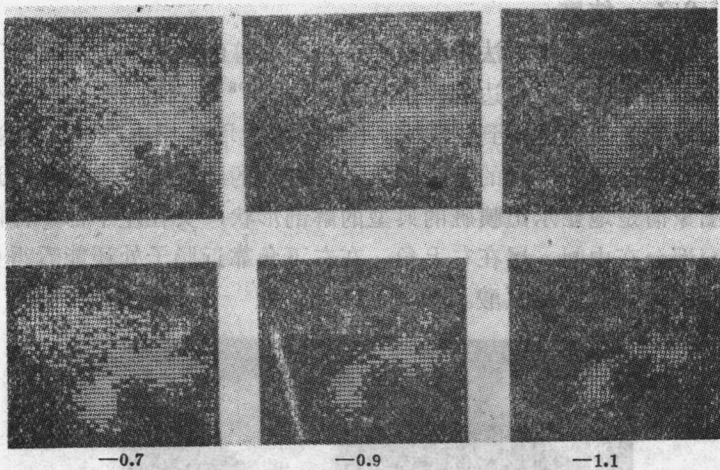


图7 用三种相减系数而得到的三个胰脏闪烁图象，
上排用弱反差，下排用强反差

图象，而这个图象和真正的胰脏图象是十分不同的。文献中常常描述的所谓“马蹄形”胰脏闪烁扫描图可能就是在这个错误引起的。

这些考虑表明，为了避免这些错误，应用如上文所描述的那种装置来连续分析图象相减的各个阶段，是如何的重要。

例如，图8（与图6的同样过程相当）示出了一例癌病例的胰脏图象。头和体几乎已消失，在肝胰的胶体金图象的右上角可以看到一个该癌的大大的肝脏转移癌。

2.4. 结论

应用本方法得到了大量的胰脏闪烁扫描图，这一方法较以往应用的那些方法似乎更为精确，根据所得的经验可以作出如下一些结论：

——在文献上描述过的根据闪烁扫描图象而得来的胰的各种解剖形态，似乎很难认为是正确的。唯一的变化很大的参数是相对于水平线的器官轴角。

——急性胰腺炎发病的头几天，闪烁扫描是“空白的”，如像腺体已消失似的。一等到恢复正常或发展成为慢性胰腺炎时又被观

察到了。

——在慢性胰腺炎时，看到的图象缺少均匀性，经常发现并有较早的和广泛的肠道放射性。

——如果肿瘤是十分大的话，则胰腺癌的闪烁扫描图显示出一个缺损或产生空白。

——只有依靠临床观察才能区别缺损是由于癌肿引起的，还是由于脓肿或其他任何非癌肿原因引起的。

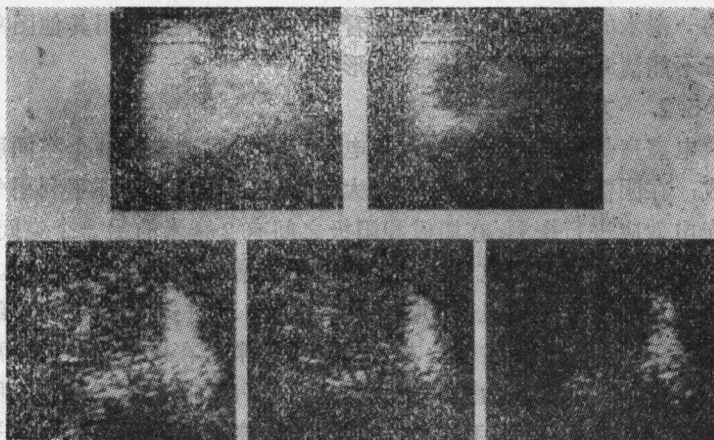


图 8. 显示肿瘤的图象

上：硒⁷⁶基蛋氨酸的图象在左边，金¹⁹⁸的图象在右边。看到一个大的胰腺的肝脏转移癌。

下：从右到左递次增加的三个相减系数的数值所给出的一个显示肿瘤的胰脏图象；

3. 用火花室照相造成甲状腺的精细显象

3.1. 引言

甲状腺是一个小的器官。因此，为了发现它在正常形状下发生的某些病理变化，需要应用有最大能力显示精细结构的同位素图象装置。闪烁扫描器或闪烁照相机的几何分辨率（即这些探测器对一个放射性点源的响应曲线的半峰宽度）最好也不过 5 至 6