

同位素的临床应用

(试用教材)

重庆医学院

1974年12月

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

只有从工农兵出发，我们对于普及和提高才能有正确的了解，也才能找到普及和提高的正确关系。

目 录

放射性同位素应用的基本常识

- 一、常用的基本概念复习..... (1)
- 二、放射性的测量..... (3)

放射卫生防护

- 一、辐射剂量学基础..... (5)
- 二、外照射的防护..... (6)
- 三、个人卫生防护..... (6)
- 四、放射性污染的清除及废物处理..... (6)

放射性同位素临床应用概况

- 一、脏器扫描的临床应用..... (8)
- 二、同位素在治疗方面的应用..... (9)
- 三、同位素诊断某些脏器功能..... (10)

¹³¹I 碘在甲状腺疾病诊断上的应用

- 一、甲状腺的解剖生理..... (11)
- 二、甲状腺的功能测定..... (12)
- 三、甲状腺扫描..... (13)

¹³¹I 碘在甲状腺疾病治疗上的应用

- 一、甲状腺机能亢进症..... (19)
- 二、甲状腺癌..... (20)

肝脏扫描的临床应用

- 一、原理..... (22)
- 二、方法..... (22)
- 三、图形分析..... (23)
- 四、临床意义..... (27)

放射性肾图的临床应用

- 一、肾图形成的原理与意义..... (28)
- 二、几种常见的肾图曲线..... (29)
- 三、肾图的临床应用..... (29)

肾脏扫描的临床应用

- 一、检查方法..... (31)
- 二、肾脏扫描的图形分析..... (31)
- 三、临床应用价值..... (32)

^{32}P 磷治疗真性红血球增多症

- 一、 ^{32}P 磷的药理作用 (33)
- 二、适应症与禁忌症..... (33)
- 三、治疗方法..... (33)

放射性同位素应用的基本常识

一、常用的基本概念复习

I. 原子结构 自然界中存在的一切物质,都是由各种不同的元素所组成,而构成某一元素的最基本的单位是该元素的原子。虽然不同元素的原子具有不同的性质,但是它们的结构却是十分相似的。在原子的中心是一个原子核,离开原子核很远的地方有电子绕着原子核并按照一定的轨道而运行。原子核带正电荷,电子带负电荷,原子核所带的正电荷恰好和各电子所带负电荷的总和相等,因此,整个原子是电中性的。

原子核是由两种基本粒子——即质子和中子构成。质子是一种带正电荷的粒子,一个质子所带的正电荷的电量正好和一个电子所带电量相同,但电性相反。质子的质量为 1.67243×10^{-24} 克。中子是一种不带电的中性粒子,它的质量略比质子重一些。原子和中子统称为核子。

Z个质子和N个中子结合成的原子核带有Ze的正电荷,Z就是这个原子核所带的电荷数,也就是它所属的元素的原子序数,并且也就是等于核外的绕行电子数。

$Z + N = A$, A就是那个原子核中的核子数,A被称为那个原子核的质量数。

根据目前的国际符号标准,一个含有A个核子及Z个质子的原子核符号用 ${}_Z^AX$ 来表示,这个符号中的X代表该元素的化学符号,左边上标代表质量数,左边下标代表原子序数。在 ${}_Z^AX$ 核中有Z个质子和(A-Z)个中子,例如由一个质子构成的最简单的原子核氢核可用 ${}_1^1H$ 代表,又例如有53个质子及78个中子的碘原子核可用 ${}_{53}^{131}I$ 来表示而, ${}_{79}^{198}Au$ 即表示含有79个质子, $198 - 79 = 119$ 个中子的金原子核。习惯上又常把符号的左防下标略去,例如将上面所举的写成 1H , ${}^{131}I$, ${}^{198}Au$,

II、同位素 自然界存在的元素,在元素周期表中有其固定的位置,就是有固定的原子序数。但以后发现有些元素的原子在周期表中占有相同的位置,原子序数相同,而它们却有不同的质量。这些元素的大部分的化学性质则也是相同的。之后又知道,这些原子序数相同而质量不同的原因,是由于原子核内中子数不同的关系。例如氢元素就有三种原子,就是氢(1H)原子核只有一个质子,没有中子,氘(2H)原子核中有一个质子和一个中子,而氚(3H)则有一个质子和两个中子。这种原子核中的质子数相同,但中子数不同的元素,它们在元素周期表中处于同一位置,就互称为同位素。

但同位素这名称不妥,故近代原子物理中把具有一定值Z及A的原子核称为核素。例如碘——131 (${}^{131}I$) 及金——198 (${}^{198}Au$) 是两种不同的核素, 1H 及 2H 也是两种不同的核素。只有属于同一种元素的不同种的核素,也就是凡是Z相同而A不同的核素,才是同位素。如 ${}^{131}I$ 和 ${}^{125}I$ 是两种核素,也可称为同位素。此外,A和Z都相同的核素,但核处

于不同能量的状态,例如 $^{99}_{43}\text{Tc}$ 和 $^{99m}_{43}\text{Tc}$, $^{113}_{49}\text{In}$ 和 $^{113m}_{49}\text{In}$ 等,则称为同质异能素,处于较高能量状态的同质异能素通常加一字母m,以和处于低能量状态的相区别。

现在我们已知的核素共有1500余种,它们分别属于105种元素,这些核素按其性质可以分成两大类,稳定和不安定的。稳定性核素是指结构不会自发地发生变化的核素;而不稳定的核素,即使不受外在原因的作用,它的核结构会自发地发生变化,由一种核素变成另一种核素,在变化过程中,核将放射出各种射线或在核外俘获一个绕行电子,这些现象统称为核衰变,这种不安定的核素又称为放射性核素。

应该注意,平时人们在口头上常把放射性核素与放射性同位素混淆起来,例如把 ^{131}I 与 ^{198}Au 互称为放射性同位素,实际上它们是两种不同的放射性核素,只有 ^{125}I 和 ^{131}I 才是元素碘的放射性同位素。不过目前为了顺循人们的习惯用法,我们在以后章节里对放射性核素及放射性同位素这两个名词也不加以严格的区分。

Ⅲ α 、 β 、 γ 射线的性质 我们知道放射性核素放出的射线,最基本的有三种,即 α 射线, β 射线和 γ 射线。 α 射线是带正电的粒子流,它的传播速率约2万公里/秒,带有两个正电荷,它的穿透力很弱,电离本领最强,一张纸就可以阻挡它的透过。 β 射线是带负电的高速电子流或是正电子流,它的传播速率约20万公里/秒,穿透力比 α 射线大很多,可以穿过铝箔,电离本领次之。 γ 射线是光子流,是电磁辐射(如可见光,紫外线和X射线等),它的波长很短而能量大,穿透能力极强,可以穿透很厚的金属。它不带电,具有一定的质量与能量,电离本领最弱,它的传播速度与可见光一样,每秒可行约30万公里。

这三种射线的穿透力比较如下图所示。

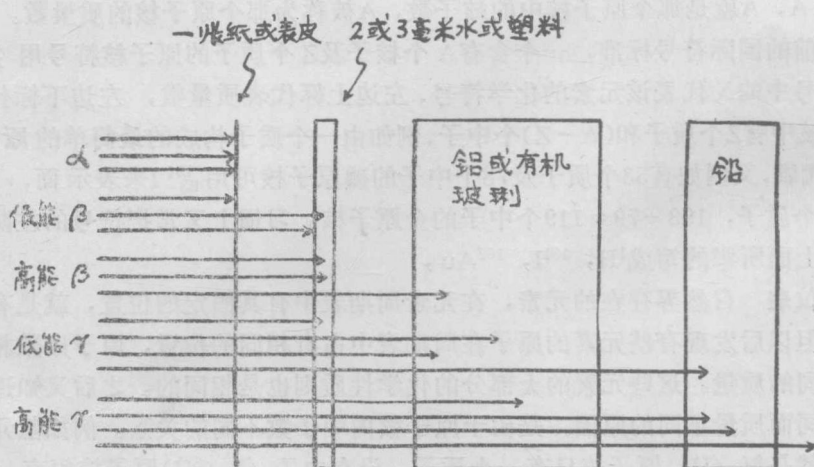


图1 各种射线的相对穿透力

α 射线易被一层很薄的物质吸收。 β 射线通常被几毫米厚的组织完全吸收(此处以水或塑料代表)。低能量 α 射线大部分(但不是全部)被几厘米组织或1—2毫米铅吸收。高能量 α 射线能部分穿透很厚组织或好几厘米厚的铅。

Ⅳ 核衰变规律和半衰期 各种放射性核素以极不一致的速度不断地进行着分裂,由老的元素产生新的元素,这就是核衰变。衰变后产生的新元素可以是稳定的,也可以是不

稳定的，不稳定的新元素将继续衰变，直到一个稳定的核形成为止。

假定取一定数量的某种放射性同位素，并测量它在每一单位时间内所放射出来的粒子数，则可以发现它的数值随时间的增长而逐渐减少，也就是说，放射性同位素每一个核的衰变并不是同时发生的，而是有先后的。这个规律可用下列公式表示：

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

N ——经过时间 t 后尚未衰变的原子核数目

N_0 ——当 $t = 0$ 时，原有原子核的数目

e ——自然对数的底， $e = 2.303$

λ ——衰变常数

t ——衰变时间

负号为随时间而减少

假若当 $t = 0$ 时，则 $N = N_0$ ，当 t 无限大时 ($t = \infty$)，则 $N = 0$ ， N 随时间延长而减少。衰变常数“ λ ”的定义就是：在单位时间内每一个核的衰变机率。所以“ λ ”值大时放射性同位素衰变得快，“ λ ”值小时则衰变得慢。

所谓半衰期是指放射性原子核数衰变到只有原来数目的一半所需要的时间。用符号 $T_{1/2}$ 表示。半衰期是可以直接测量的。例如：某放射性原子核原来有 1000 个，经过一个半衰期后剩下 500 个。这 500 个核，再过一个半衰期后只剩下 250 个。这 250 个核又再过一个半衰期后只剩下 125 个了。余此类推。

所有的放射性同位素，都有半衰期，但不同的放射性同位素的半衰期各不相同，例如， ^{131}I 的 $T_{1/2} = 8.06$ 天， ^{32}P 的 $T_{1/2} = 14.3$ 天， ^{24}Na 的 $T_{1/2} = 15$ 小时， ^{35}S 的 $T_{1/2} = 87.1$ 天， ^{60}Co 的 $T_{1/2} = 5.3$ 年， ^{238}U 的 $T_{1/2} = 45$ 亿年。此外，不论用什么方法或从什么地方获得的同一种放射性同位素的半衰期均相同，而外界条件如温度，压力，电场等因素对半衰期也不能发生任何影响。

V 放射性强度的单位 放射性的量度是以单位时间内（以秒为单位）原子核衰变的数目来表示，通常用的单位为居里（ Ci 或 C ）。

1 居里 = 3.7×10^{10} 个原子核衰变/秒。居里的单位太大，因此通常还用毫居里（ mCi ）和微居里（ μCi ）来表示，它们关系为：1 居里 = 1000 毫居里 1 毫居里 = 1000 微居里。

居里数相同的两种放射源只是表示这两种放射源在每秒钟内核衰变的数目是相同的。并不是表示所放射出来的射线数目是相同的。例如 ^{60}Co 衰变时除放射 β 射线外还放射 γ 射线，而 ^{32}P 衰变时则只放射 β 射线，并无 γ 射线。

单位质量或单位体积物质内所包含的放射性称比放射性，以居里/克或居里/毫升表示。也可用毫居里/克，毫居里/毫升表示。

二、放射性的测量

放射性测量的方法种类较多，其基本原理不外是利用射线经过一定物质时与其相互作用而产生的一些特殊现象，通过探测这些特殊现象从而测定射线的存在并判别它们的性质。在这里我们只简单介绍在临床上应用最普遍的两种方法的原理。

I. 利用射线通过物质时的电离作用 通常应用的盖革——弥勒计数管 (G-M 管) 就是利用射线的电离作用, 而产生脉冲式的电压改变的原理而制成。它是由一圆柱形金属筒中间安上一金属丝构成, 筒为阴极, 中间金属丝为阳极, 管内充以气体, 两电极间加以一定电压。射线进入管内将气体电离, 在两极间产生电脉冲, 通过电子学线路将其放大并记录下来, 这样以达到测量的目的。G-M 计数管不能分辨射线能量大小, 但附属电路简单是其优点。

II. 利用射线通过某种物质时所产生的荧光 当射线射在某些晶体上时, 晶体会产生荧光, 这种现象可以利用来探测射线, 闪烁计数器就是根据此原理制成的。它具有一个闪烁晶体 (如硫化锌、碘化钠等), 当射线进入闪烁体时会产生荧光, 然后再经过光电倍增管的放大, 最后把闪光讯号用电子学线路记录下来。

闪烁计数器测量效率较高, 而且可以根据脉冲的大小来判别或单独测量某种能量的射线。临床应用的扫描机就是由闪烁计数器配合适当的电子学设备及机械装置所构成。

放射卫生防护

一、辐射剂量学基础

在核子医学中,为了更好地取得诊断和治疗效果,为了更好地保障医务工作人员的身体健康,作为一个应用放射性核素的医务工作人员,必须具有辐射剂量的概念。

I. 辐射剂量的单位 剂量的单位是“伦”(或称“伦琴”)和“拉得”,它是表示进入物质的射线有多少能量被物质吸收掉,而前面所提到的放射性强度单位居里,则是表示一个放射源在单位时间内有多少个原子核衰变,这是两个截然不同的概念。

1. 伦(r): X射线或 γ 射线在1克物质(组织)中所消耗的能量为93尔格时称1伦。通常还使用毫伦(mr),微伦(μ r)等较小单位。

2. 物理当量伦(rep): 伦是只对X射线或 γ 射线而言,而对于其他射线则用物理当量伦。1物理当量伦是指任何射线在1克组织中所消耗的能量为93尔格的剂量。

3. 生物当量伦(rem): 生物体组织从不同的射线即使吸收相同的能量,产生的生物效应可以不同,因之所谓生物当量伦是指生物组织吸收任何射线的能量所引起的生物作用相当于1伦的X线或 γ 线所引起的生物作用。

4. 拉得(rad): 拉得系指射线的吸收剂量,定义是1克质量的任何物质吸收100尔格任何射线的辐射能量称为1拉得。

目前从应用上看来,外照射剂量的单位以伦为主,而内照射剂量则以拉得为主。

II. 最大允许剂量 人们生活在地球上,经常处于射线的照射之下,例如宇宙射线和天然放射性物质等给人们的照射每天大约有0.0004—0.0016rem。此外,人们作一次透视受到0.1~2伦照射,带夜光表的人可受到0.001伦/天的照射。对于这些,健康的人都能自然地适应而毫不影响健康。然而随着科学的发展,人们接触放射性物质的机会越来越多。因此,1950年国际上确定了确保人员安全的最大容许剂量问题,我国在60年也对此作出了规定。

所谓最大容许剂量是指用现代科学水平认为这样大的辐射剂量,在人的一生中的任何时候都不会引起对人体健康产生有害的影响。必须指出,最大容许剂量并不是一成不变的,即使在最大容许剂量下工作,仍应争取将照射的强度降低到尽可能低的程度。

最大容许剂量的标准主要有:

1. x射线、 γ 射线和 β 射线的最大容许剂量为0.05rem/天,其他射线为上述标准的十分之一。

2. 日剂量若超过0.05rem时,则每周的总剂量不得超过0.3rem。

3. 孕妇和授乳者一般不得参加放射性工作,在特殊情况下可短期参加,但所受照射的剂量不得超过上述标准的十分之一。

二、外照射的防护

外照射是指射线由体外对机体的照射。外照射源有 α 射线, γ 射线和强度大的 β 射线等放射源。外照射源的穿透本领一般都比较强,根据目前临床应用的要求,这里主要介绍对 β 和 γ 射线的外照射防护,一般要考虑下列几点:

I. 尽量使用放射性强度小的放射源 放射源的强度与射线的辐射剂量成正比关系,放射源越强,照射剂量越大。因此,为了安全防护起见,在不影响工作的条件下,应尽量使用强度小的放射源。

II. 缩短接触时间 接触放射源的时间与所受外照射的累积剂量也成正比关系,即接触放射源的时间越长,接受的累积剂量越大。为了减少操作人员的照射剂量,在不影响工作的情况下,应尽量缩短接触放射源的时间。在正式操作前对技术要熟练,初次操作可作空白练习,在正式操作时力求动作迅速。

III. 增加离放射源的距离 γ 射线的强度与距离的平方成反比,因而可采用远距离操作的方法来达到防护的目的。一般使用长柄钳或机械手等操作工具在防护方面是十分经济和有效的。

IV. 使用恰当的屏蔽防护 根据射线的类型及强弱,选择合适的屏蔽材料,计算屏蔽体的厚度,同时又要考虑不影响工作的开展。常用的屏蔽物有铝、有机玻璃等轻材料和铅、铅玻璃、水泥层等。轻材料一般用以屏蔽 β 射线较合适, γ 射线则常采用铅等重材料。至于屏蔽体厚度则须按一定方法计算或从有关防护手册中查得,在此不作详细介绍。

三、个人卫生防护

在医学上应用放射性核素诊断和治疗病人时,为了保障人员的健康与安全,必须实行综合性的卫生防护,其中包括同位素实验室的合理设计,放射性污染的清除,安全操作原则及个人卫生防护等。这里简单介绍个人卫生防护的一些主要措施。

I. 进入放射性工作场所时,应穿戴好个人防护用具、工作服(如围裙、袖套等)。

II. 在放射性工作场所严禁吸烟、进食或存放食具。

III. 每次工作结束,离开放射性工作场所之前,应先脱下所穿戴的防护衣具,并仔细洗手,(必要时淋浴)。污染用具一律不得带出。

IV. 个人防护用具中,手套接触放射性物质的机会最多,沾染机会也多,因此在工作时必须很好地保护手部皮肤不受感染。手套的正反面应有明显的标志,以免使用时发生交叉污染。手套使用前应检查是否完整,如有破损应立即更换。

四、放射性污染的清除及废物处理

关于放射性污染的清除,必须考虑污染的种类,被污染表面的特点,污染结合形式等具体情况进行考虑。一般凡是在污染后立即进行清除,往往比较容易;放置时间较长

越不容易清除,因此清除沾染越早越好。常用的清洗剂有清水,肥皂水,1%柠檬酸液,EDTA 肥皂水等。皮肤被沾染后,一般以普通肥皂清洗最为经济实用,并配以软毛刷。如经2—3次洗涤仍然超过容许标准,则可采用其它洗涤剂。

医院和医学研究单位产生的放射性废物有病人排泄物,多余的放射性废液,沾染放射性的废纸,玻璃以及实验动物尸体等。放射性废物如处理不当,不但对工作人员的健康有影响,更严重的还会污染环境,对广大居民带来危害。因此对这些废物必须加以合理收集和处理。主要的处理方法有:

I.放置 液体或固体放射性废物都可集中放置,听其自然衰变。一般需要放置10个半衰期,如 ^{131}I 碘的半衰期为8天,存置80天, ^{32}P 磷的半衰期为14.3天,存放143天之后再加处理。液体入下水道,固体作一般垃圾丢弃。这方法适用于半衰期短的同位素。

II.稀释 液体用大量水冲淡后放入下水道或利用下水道中污水稀释,这种方法适用于处理量较少,同位素寿命短的废液。一般放射性废气也可利用烟囱排入高空,让高空空气将之吹散稀释。

III.掩埋 对于半衰期长的,放射性强度大的废物可装在密闭容器内,积聚到一定量进行深土掩埋。掩埋地点必须考虑其永久性,以保障安全。

放射性同位素临床应用概况

同位素在医学上的应用虽然只不过仅仅二十多年的历史，但它的发展很快，根据有关资料报导，世界上生产的所有同位素中约有80—90%是用于医学工作的。

在使用同位素以前，人们对于某些生命现象及病理过程的认识是比较粗略的、片面的、甚至是静态的。后来同位素示踪方法给我们提供了有力的工具，使对人体内部新陈代谢的规律有了进一步的认识。不但能够逐步深入细致地追踪某一物质进入体内及细胞内的途径与去路，还能够客观地观察它们如何转变的过程。

当然，更重要的是，人们不仅在于懂得了客观世界的规律性因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。因此，同位素方法除了提高我们对生命科学及病理过程等基础医学的认识以外，也必然更广泛地应用于临床的诊断和治疗方面，为现代医学服务。

用放射性碘治疗甲状腺机能亢进和甲状腺癌，是同位素治疗中最成功的例子之一。³²磷，⁹⁰锶，¹⁹⁸金等其他同位素在治疗皮肤病，血液病，肿瘤等方面也有一定的疗效。而同位素在诊断上的应用，则远比治疗上的应用发展得更广泛，更深入。许多主要器官，目前都可以在短时间内在体外显示出明晰的形象；许多器官功能可于几分钟内在体外进行动态观察；许多微量存在于体液中的成分，如激素等也能够精确地测定出来。为此，为临床诊断提供了不少精确、迅速而又安全的诊断方法。

十几年来，特别是通过无产阶级文化大革命，在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国的同位素应用工作，从无到有，从小到大，有了很大的发展。目前全国各地开设同位素门诊与病房也已不少，有些地区同位素应用于诊疗工作且已深入农村、山区。当然，由于某些客观条件的限制，发展尚不平衡，但可以预计这终将是暂时现象而已。本节拟重点的介绍三个方面的简单概况。

一、脏器扫描的临床应用

随着放射性同位素在临床医学领域内的广泛应用，脏器扫描技术得到了进一步的发展。脏器扫描是探查脏器内放射性分布的体外显影技术，特别对深部脏器的肿瘤诊断有重要意义。近几年来，国内在肝脏、甲状腺、肾脏、脑、肺、胎盘和骨扫描等方面的工作已得到逐步开展，特别是肝脏扫描，已成为临床上肿瘤诊断的方法之一。

关于肝扫描、肾扫描与甲状腺扫描，将在以后叙述，这里只分别简单介绍其他脏器的扫描。

I. 脑扫描 常用扫描剂为¹³¹碘化人体清蛋白，²⁰³汞新醇，及^{99m}锝。^{99m}锝半衰期短，

能量低,病人的辐射剂量小,图形清晰,为目前比较满意的脑扫描剂。方法为检查前1~2小时先口服过氯酸钾200毫克,然后空腹口服 ^{99m}Tc 溶液10—15毫居里,15分~1小时后进行扫描。正常情况下,血脑屏障的存在影响着同位素在正常脑组织的聚集故表现放射性空白区。脑瘤生长时破坏正常的血脑屏障,毛细血管通透性增强,造成肿瘤内放射性的浓集,因而图形上表现为放射性增强。脑扫描是无痛苦又安全简便的检查方法,对脑瘤诊断有一定的正确性。

Ⅱ. 肺扫描 扫描剂系标记的 ^{113m}In —氢氧化铁悬浮液,病人取仰卧位,静脉注射500 μc 后,5—10分钟进行扫描。正常肺脏,由于放射性颗粒在肺脏微血管内的暂时阻塞,扫描图上呈现放射性的浓集,故可反映肺脏血管疾患,特别对肺栓塞,能显示出x线片不能反映的梗死病损区,对临床上很有帮助。

Ⅲ. 胎盘扫描 前置胎盘或低置胎盘是产科的急诊情况,若不予先发现每能导致阴道大量出血引起危险。用 ^{113m}In 扫描剂,因它可以暂时停留在血库内,注射后十分钟进行快速扫描,胎盘所在区即可出现放射性的浓聚区域。

Ⅳ. 骨扫描 用 ^{85}Sr 能进行骨扫描,它选择性集中于骨瘤及骨转移的癌组织内,并能在x线片未示明显改变时得到阳性扫描的图形。对成骨肉瘤和骨转移癌灶的临床诊断有一定帮助。

二、同位素在治疗方面的应用

^{131}I 治疗甲状腺机能亢进及甲状腺癌, ^{32}P 治疗真性红血球增多症等下文将详细说明,这里仅择要简单介绍其他治疗方面的应用。

胶体 ^{198}Au 或胶体 ^{32}P 磷酸铬局部注入肿瘤组织或体腔内(腹腔、胸腔、膀胱)可以长期停留在局部,而不易被吸入血液,但是可以抵达至局部引流区的淋巴腺,因之,可以用它进行间质及腔内治疗。这方法可以用于治疗手术未能切除的癌肿及癌性胸、腹水等,其中以卵巢癌、前列腺癌、乳腺癌、子宫颈癌等效果较佳。

^{32}P 或 ^{90}Sr 做成敷贴剂以治疗神经性皮炎,慢性湿疹等皮肤病都有较好的疗效。 ^{32}P 和 ^{90}Sr 都只有 β 射线,能量较弱,90%以上的射线在3毫米厚的皮肤部位可被吸收,因之不会损伤深层组织。过去常用一次大剂量照射,但易引起严重的皮肤反应,甚至造成皮肤萎缩、变薄,色素脱失及毛细血管扩张等永久性损害。目前常采用小剂量分次照射。

^{131}I 治疗脊髓空洞症现在也常为一般医院所乐于使用。方法有口服及椎管内注射法两种。口服较为方便,先用复方碘溶液封闭甲状腺,然后口服 ^{131}I 溶液250 μc ,隔三天再服250 μc 为一疗程,三个月后进行第二疗程,剂量照旧,这样一般3—5个疗程可达治疗目的。目前对于 ^{131}I 能使部分脊空症患者症状好转的原因尚未完全明了。一般偏向于认为是 ^{131}I 进入体内后射线对患处照射的结果,但尚难解释口服如此小量的 ^{131}I 即可产生疗效的原因。由于脊空症目前尚无特效疗法,而用 ^{131}I 治疗,方法简便,患者所接受的放射量远较放射疗法为小,故临床应用有其优点。

三、同位素诊断某些脏器功能

甲状腺是人体内重要的内分泌腺体，目前检查甲状腺机能状态的方法，不外乎基础代谢，血浆蛋白结合碘及同位素检查三种。其中以放射性同位素检查法最为准确可靠，因之应用范围日益广泛。再如对双侧肾功能的检查，使用同位素肾图，有安全、简便、对病人无痛苦等优点。临床上对肾绞痛的鉴别诊断，肾实质性病变，肾功能检查都有其优点。这两个方面都在下文专门介绍。

此外，诸如应用 ^{131}I 碘化血浆蛋白静脉注射，测定正常人及心脏病病人的心放射图和心输出量，心输出指数等以诊断心脏功能；应用 ^{131}I 碘化脂肪探测消化道疾患病人的脂肪吸收功能等在临床上也都已逐步应用。

¹³¹碘在甲状腺疾病诊断上的应用

应用同位素方法诊断甲状腺疾病可分为两类：甲状腺功能试验和甲状腺形态的研究，即甲状腺扫描术的应用。

一、甲状腺的解剖生理

甲状腺的功能是合成、储存和分泌甲状腺激素。正常成人的甲状腺重约20—30克。甲状腺位于颈前部甲状软骨和胸骨上切迹之间。

甲状腺激素的原料之一是无机碘化物。主要是摄取食物和水中的碘，每天约150—300 μ g，除食物和水外，碘的另一来源为体内甲状腺激素(T_4)和三碘甲状腺原氨酸(T_3)去碘过程中脱下的碘离子，每天大约为75 μ g。

口服碘化物后，碘很快被胃肠吸收而进入血液。甲状腺内的碘离子与血浆中的碘离子能自由交换，甲状腺大约每天需要70—100 μ g碘来合成甲状腺激素，不参与合成的那部分碘，大部分由尿排出，微量从汗及唾液排出。每天分泌的甲状腺激素，10%由胆汁排出，其余的激素在肝及肌肉中代谢和脱碘，脱下的碘由尿排出或被再吸收。

在正常情况下，甲状腺的活动受脑下垂体前叶分泌的促甲状腺激素(TSH)所控制，而T.S.H又受下视丘分泌的促甲状腺激素释放素(TRH)的调节。而TSH的释放与血清和组织内甲状腺激素的水平之间，又有相互制约的关系，即血中甲状腺激素的浓度下降时，TSH的释放增加，血中甲状腺激素水平高时，则T.S.H的释放就减少。

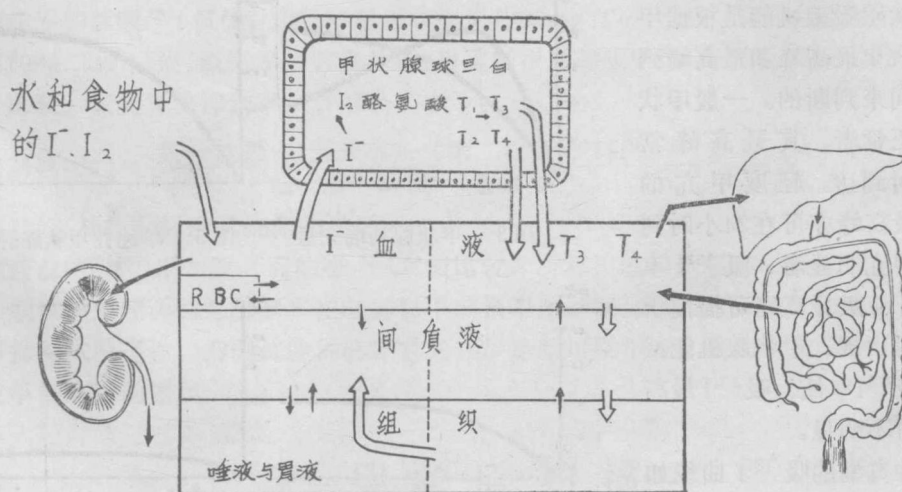


图2 甲状腺激素的代谢

二、甲状腺的功能测定

目前检查甲状腺机能状态常用的方法，不外乎采取基础代谢（BMR），血浆蛋白结合碘（PBI）和放射性同位素 ^{131}I 碘的检查三种。国内外大量资料表明， ^{131}I 碘检查法较为准确可靠，这是目前国内外用作甲状腺功能的最普遍的诊断方法。

用放射性 ^{131}I 测定甲状腺功能的方法很多，检查的种类可分为：

I. 甲状腺摄取 ^{131}I 的试验。

II. 放射性 ^{131}I 从尿中排出的速度和数量。

III. 甲状腺激素含量的测定。

第一种方法是目前最常用的检查法，其他二种少用，因此重点介绍第一种。

I. 甲状腺摄取 ^{131}I 的试验

1. 原理：

甲状腺有吸收碘及浓聚碘的能力。 ^{131}I 进入甲状腺后，被甲状腺吸收的数量和速度取决于甲状腺的功能状态。因而根据甲状腺集聚 ^{131}I 的最高百分率和吸 ^{131}I 高峰出现的时间，就能判断甲状腺的功能状态。

2. 方法与步骤：

检查前的2—4周内应停服影响吸 ^{131}I 碘功能检查的药品和食物。取与服用量相等的放射性 ^{131}I 液放入模型内作为标准源。给受检查者服用 ^{131}I 液2—5 μC ，于服后2小时，4小时，6小时及24小时分别测量甲状腺部位的吸 ^{131}I 率。标准源计数与甲状腺所得计数之比，即为甲状腺吸 ^{131}I 率。公式表示如下：

$$\text{甲状腺吸 } ^{131}\text{I} \text{ 率} = \frac{\text{甲状腺部位吸 } ^{131}\text{I} \text{ 脉冲数} - \text{本底脉冲数}}{\text{标准源脉冲数} - \text{本底脉冲数}} \times 100\%$$

3. 结果判断及临床意义：

甲状腺吸碘机能是根据甲状腺吸 ^{131}I 最高峰和最高峰到达的时间来判断的。一般甲状腺机能正常者，其最高峰常在24小时到达。轻度甲亢的吸 ^{131}I 最高峰亦可在24小时到达，但甲亢明显者，吸 ^{131}I 率增高， ^{131}I 吸最高峰可提前于4—6小时出现。甲状腺机能减退者，吸 ^{131}I 率低，吸 ^{131}I 最高峰24小时不明显。

各种类型的吸 ^{131}I 曲线如左：

各种类型吸 ^{131}I 曲线的临

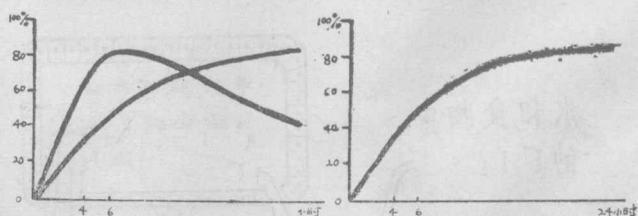


图3 甲状腺功能亢进

图5 单纯性甲状腺肿

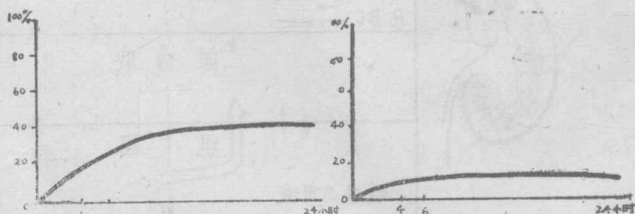


图4 正常甲状腺功能

图6 甲状腺功能低下

床意义:

吸¹³¹I率增高——甲亢患者,单纯性甲状腺肿,克汀病(甲状腺肿型),青春期及绝经期。

正常吸¹³¹I曲线——甲状腺瘤及囊肿,甲癌或甲状腺炎。

吸¹³¹I率降低——甲状腺功能低下,甲癌,慢性或亚急性甲状腺炎;垂体前叶机能减退。

4. 影响甲状腺吸¹³¹I碘率的因素:

许多因素皆可影响甲状腺的吸¹³¹I碘功能,而失去真实性,测量前要了解及避免对测定值影响的因素。如含碘药物,抗甲状腺药物,镇静剂等对¹³¹I的吸收有抑制作用,咖啡因,某些维生素有增强¹³¹I的吸收作用。食物和空气中的碘含量对甲状腺的吸¹³¹I率影响也很大,海边居住的人,甲状腺吸¹³¹I功能略低;山区的食物、土壤和水中含碘量少时,甲状腺吸¹³¹I能力高一些。因此由于各地区食物和空气及土壤中的碘含量各不同,所以各地区人的甲状腺吸¹³¹I率亦各有差异,重庆地区正常人甲状腺吸¹³¹I率4小时9—20%,6小时12—25%,24小时20—37%,甲亢吸¹³¹I率4小时32.5—64%,6小时39—66%,24小时40—78%。有些疾病情况影响甲状腺的吸¹³¹I功能。如显著浮肿时,¹³¹I多进入水肿液中,故甲状腺吸¹³¹I率偏低;肾功能损害时,由于肾对¹³¹I的排泄减少,甲状腺的吸¹³¹I率可轻度增加,但一般不超过正常人的10%。

II. 甲状腺的抑制试验

1. 抑制试验的作用原理:

甲状腺激素的合成和释放等过程,受垂体前叶TSH的控制和调节,垂体前叶TSH的分泌又受血中甲状腺激素的反馈抑制而维持垂体—甲状腺之间的平衡。在甲亢时这种平衡现象破坏,服用外源性甲状腺激素时,不能抑制垂体前叶TSH的分泌,因此吸¹³¹I率仍然很高。

2. 方法:

先作甲状腺吸¹³¹I试验,然后即服甲状腺素片60mg Tid×1—2周,或服用三碘甲状腺原氨酸20μg Tid×1周。服完甲状腺素片后,再重复甲状腺吸¹³¹I试验,并与服药前的吸¹³¹I试验相比较,以此算出抑制率,计算公式如下:

$$\text{抑制率}(\%) = \frac{(\text{第一次摄}^{131}\text{I百分率}) - (\text{第二次摄}^{131}\text{I百分率})}{\text{第一次摄}^{131}\text{I百分率}} \times 100\%$$

3. 抑制试验的标准及临床意义:

服药前的吸¹³¹I率与服药后的吸¹³¹I率相比较,所算出的抑制率在50%以上,这种现象叫抑制试验阳性,如果抑制率在50%以下或根本未抑制,反比服药前吸¹³¹I率高,这种情况叫抑制试验阴性。抑制试验的临床意义在于诊断可疑甲亢,鉴别甲亢与单纯性甲状腺肿或单侧突眼的原因。

(三) 甲状腺扫描

服示踪剂量的¹³¹I后,应用闪烁扫描仪,可以描记出甲状腺形态,大小,位置及甲