

# 放射性同位素 诊断学讲义

(第一册)

中国人民解放军第一军医大学第一附属医院

放射科同位素室编

一九七七年九月

# 目 录

|                                                     |       |
|-----------------------------------------------------|-------|
| 综述.....                                             | ( 1 ) |
| 甲状腺吸碘 <sup>131</sup> 功能测定及 T <sub>4</sub> 抑制试验..... | ( 8 ) |
| 碘 <sup>131</sup> 甲状腺扫描 .....                        | (11)  |
| 锝 <sup>99m</sup> 脑扫描.....                           | (13)  |
| 冠状动脉血流指数测定.....                                     | (20)  |
| 金 <sup>198</sup> 胶体做肝脏扫描 .....                      | (22)  |
| 放射性同位素肾图.....                                       | (29)  |
| <b>资料汇编</b> .....                                   | (34)  |
| 甲胎蛋白的放射免疫圆盘电泳定量.....                                | (34)  |
| 人绒毛膜促性腺激素 (HCG) 的放射免疫测定法.....                       | (38)  |
| 三碘 <sup>125</sup> 甲状腺原氨酸红细胞摄取试验诊断甲状腺机能状态 .....      | (49)  |
| 铟 <sup>113m</sup> 胎盘扫描 .....                        | (51)  |
| 5-碘 <sup>131</sup> 尿嘧啶的临床应用 .....                   | (55)  |

## 綜 述

随着原子能科学的飞跃发展，放射性同位素已经广泛应用于自然科学的各个领域。从一八九五年X射线发现后一八九六年继而发现了自然放射线，到现在八十一年之间，那些看不见，摸不着而又确实存在的物质——放射线，能够随着人类的要求服务于人类了。

在工业、农业、考古、能源、畜牧业、渔业等等方面，可以说放射性同位素生存于自然界，渗透于自然科学的各个领域，并且促进了各种科学研究的发展。就如神秘的考古学中“年龄”的推算来讲吧，用放射性同位素“活化分析”的技术，可以方便、准确的从一根毛发、一粒化石得到距今的年龄。又如农业和畜牧业中，用适量照射改变种子和牲畜的遗传，获得优良品种。在工矿科学研究中那就更为广泛。

放射性同位素在医学中广泛应用并形成一门独特的“核子医学”也是五十年代以来的事。

我国解放以前深受帝、官、封三座大山的压迫，谈不上使用更精尖的技术。解放后，在毛主席、党中央的正确领导下，发扬“独立自主、自力更生”精神，根据“古为今用”“洋为中用”的方针，努力于发展自己国家的科学技术。五六年、五八年我国各大城市开展了放射性同位素诊疗工作，并且举办了数期训练班。可是在刘少奇等反革命修正主义路线的破坏下刚刚播下的种子没有得到适宜的条件。参加过训练的人员改行了；刚兴建的实验室砍掉了，原来大型的实验室缩减了；有的甚至关门了。无产阶级文化大革命以来，打倒了资产阶级司令部，清除了修正主义的干扰，我国科研人员，尤其是我国工人阶级，勇登科学高峰，近年来同位素产品绝大部分自给，各种仪器基本能够自己生产，推动了这门科学的向前发展。

根据七五年北京会议精神，要尽快的把放射性同位素诊疗工作普及到 $\times$ 、 $\times$ 级医疗单位。现在许多专区已经有了同位素室、许多驻军医院也在兴建之中。我国现在放射性同位素诊疗工作，不但大城市、大医院能做，而且有小型轻便的仪器和合适的同位素，使山区、海岛、边远地区也能做。

放射性同位素在医学上的应用即“核子医学”。从应用范围来看它包括：同位素诊断学、同位素治疗学，这是在临床方面的。在基础理论及本学科的研究方面有：放射生物学、放射化学、放射剂量学、放射毒理学及放射物理学等等。

同位素诊断学，可以在体内进行，也可以在体外进行，那只是方法学的不同。而它们都是通过查示同位素的行踪（示踪），达到诊断疾病之目的。所以，同位素诊断实际上就是将广义的“示踪法”概念用到临床医学上。

体内示踪的方法，有把探测仪器置入体内的，但通常是把示踪剂（同位素）摄入后在体表探测。如：脑扫描、甲状腺碘<sup>131</sup>功能测定、甲状腺T<sub>3</sub>（或者T<sub>4</sub>）抑制吸取（碘<sup>131</sup>）试验（Suppressian-uptake test）及抑制释放（碘<sup>131</sup>）试验（Suppressian-release test）、甲状腺扫描、肺扫描、心脏扫描、心放射图及冠状动脉血流指数（C·F·I）、肝脏扫描、脾功能测定及脾脏扫描、胃扫描、胰腺扫描、肾上腺扫描、肾扫描、肾图、骨扫描、脊柱和脊髓扫描、胎盘扫描、血容量测定等等。有人把甲状腺吸碘<sup>131</sup>功能测定、甲状腺扫描、肝扫描和肾图称为“四大常规”。

体外测定的方法，免除了放射性进入机体，而且灵敏度高，比较准确。象放射免疫新技术对一些疾病的早期诊断正在起到或将要起到重要作用。譬如胎儿甲种球蛋白测定，胰岛素测定、人绒毛膜促性腺激素测定及黄体激素测定等。

除上述方法之外，还有许多项目，根据本讲义的要求这里只讨论有关常用诊断项目。为了叙述方便，先讨论一下有关问题。

放射性同位素是指在门捷列夫元素周期表中居于同一位置（即原子序数相同）化学性质相同而原子质量数不同的，结构不稳定的，能够经过自然衰变放出射线的元素。

放射性衰变（蜕变、裂变）是指的某元素为了达到自身核与周围电荷的平衡，发生核分裂的现象。

每一种放射性元素都按时间指数的函数规律，核分裂现象逐渐减少，放出的射线亦随之减少。当射线减少到原来的一半，所需要的时间，叫做半衰期（ $T_{\frac{1}{2}}$ ）。每一次核分裂都放出一个射线，用探测仪器在某一方面探测到的计数，只能说明从这一方向吸收到的射线记录，通过推算可以知道该放射性物质的强度。

放射性强度的单位是：

居里（ $3.7 \times 10^{10}$ 次衰变/秒）代号Ci

毫居里（ $3.7 \times 10^7$ 次衰变/秒）代号mCi

微居里（ $3.7 \times 10^4$ 次衰变/秒）代号 $\mu$ Ci

在诊断技术中，使用强度只在微居里、毫居里水平的，短半衰期的，毒性小的元素。

当要用到长半衰期同位素时，可以想办法使其生物半衰期变短，也就是说加速它的排泄，缩短在体内停留时间，从而减少对人体的照射剂量。

强度和剂量、两个概念完全不同。放射性强度是说明单位时间里有多少次核衰变，也就是单位时间内放出射线的多少；而放射性剂量则是射线照射物体后，单位物体吸收射线的多少。也就是说，剂量的大小是指的吸收体吸收射线的多少，而不是放出射线多少。

剂量的单位是：

伦琴（1Cm<sup>2</sup>空气中形成 $2.083 \times 10^9$ 个离子对）

毫伦（等于 $\frac{1}{1000}$ 伦琴）

微伦（等于 $\frac{1}{1000}$ 毫伦）

放射剂量，在同位素诊断中意义不大，这里只从概念上与放射性强度加以区别，其计算与测量从略。

放射性元素在不停的衰变，它的放射性强度也在不断的变小，又是怎么知道它现在的放射性强度的呢？用测量的办法当然准确可靠，但我们临床医学上，要知道某种同位素现在的放射强度，主要是用计算的办法（当然在不知道其原来强度和计算日期时非用测量办法不可）。

放射强度的计算：

一、公式法；

二、查表法；

方法和举例：

放射性同位素的衰变公式：

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

式中：N……衰变后现有强度；

$N_0$ ……未衰变原有强度；

$e^{-\lambda t}$ ……函数值；

$\lambda$ ……放射性元素的衰变常数。

可以从  $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$  求得 ( $T_{\frac{1}{2}}$  = 半衰期)

t……经过衰变的时间。

例如：七七年二月十八日收到北京发来 $I^{131}$ 邻碘马尿酸钠注射液一罐，于二月十三日计算的放射强度是10毫居里，问我室实际收到了多少？

第一步：求出 $e^{-\lambda t}$ 值：

$$I^{131} \text{ (碘}^{131}\text{) 的 } T_{\frac{1}{2}} = 8.1 \text{ 天} \quad \therefore T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} \quad \therefore \lambda = \frac{0.693}{8.1} = 0.085$$

从二月十三日到二月十八日经过五天衰变 ( $t=5$ )

$$\text{代入: } e^{-\lambda t}, \quad e^{-0.085 \times 5} = e^{-0.425}$$

查 $e^{-x}$ 表0.425得0.657 ( $e^{-x}$ 表见附后 $e^{-x}$ 函数表)

第二步：代入公式  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$\therefore N_0 = 10 \text{ mci} \quad e^{-\lambda t} = 0.657$$

$$\therefore N = 10 \times 0.657 = 6.57 \text{ mci}$$

答：我室实际收到 $I^{131}$ 邻碘马尿酸6.57mci

除用公式计算外还可用简单的查表法计算其结果，略有差异，但差异不大，不影响结果。查表须知道：1.衰变天数；2.原有强度。

如：10mci，衰变5天后现有强度是多少？在碘 $^{131}$ 衰变表中以衰变天数查函数值；

查表：五天函数值=0.6532

那么：10mci五天后还有

$10 \times 0.6532 = 6.532$ 毫居里，此结果比上面公式计算所得6.57mci少0.038mci，

即38 $\mu$ ci。

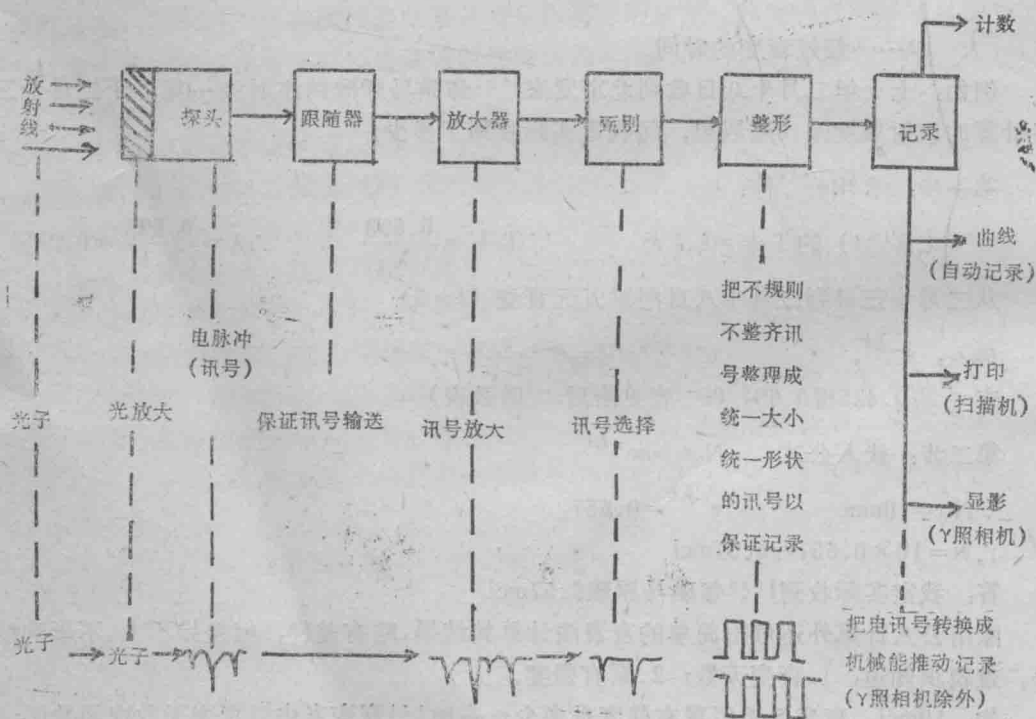
$10\text{mci} = 10 \times 1000\mu\text{ci} = 10000\mu\text{ci}$

相差  $\frac{38}{10000} = \frac{3.8}{1000} = \frac{0.38}{100}$

放射性同位素诊断方法，是利用带放射性物质进入人体（或不进入人体而作血、组织、分泌物的放射免疫学检查）后用“跟踪”仪器测量其吸收、分布和排泄情况并用数据、曲线、图象或用照片等形式记录下来，然后对照正常标准（指标）摸出规律，得到区别差异的根据，达到诊断的目的。

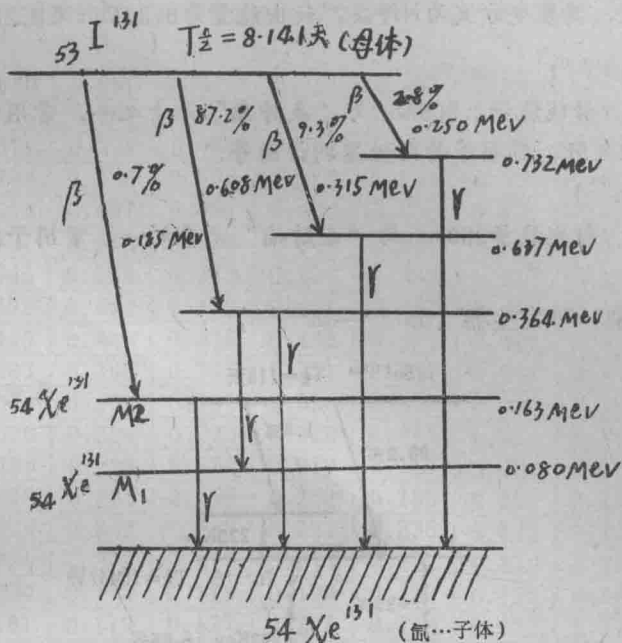
常用的同位素诊断仪器有：六十四进位定标器（基本上已被淘汰），十进位自动定标器，国产字码管自动闪烁定标器（有半导体和电子管的两种），肾图仪、扫描机（有彩色扫描机和黑白扫描机两类）， $\gamma$ 照相机等等，这些仪器我国都能生产。现在国外又开始推广全身扫描机。

不管何种仪器，不管是国内、国外生产的其工作原理基本上是一样的。都具有光能 $\rightleftharpoons$ 电能转换，电能 $\rightleftharpoons$ 机械能的转换性能；都具有探测器（光电转换器、探头）讯号放大器、讯号处理（甄别器）以及讯号记录（记录器）等结构如下图所示：



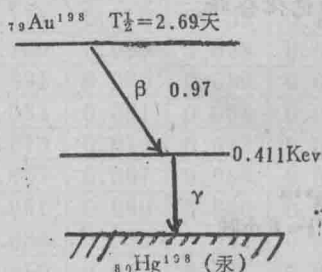
常用于诊断的几种放射性同位素及其标记化合物简介:

$^{131}_{53}\text{I}$



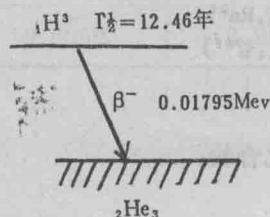
可以化合成多种化合物应用范围广。

$^{198}_{79}\text{Au}$



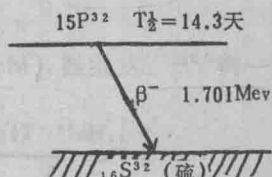
一般以胶体金注射液形式多于肝脏扫描和腔内注射治疗肿瘤。

$^3_1\text{H}$  (氚)



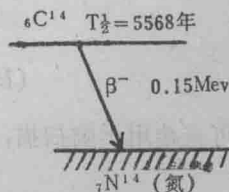
常用于制作标记化合物

$^{32}_{15}\text{P}$



常用于肿瘤定位, 标记化合物及皮肤病的治疗等。

$^{14}_6\text{C}$



常用于制作标记化合物

$^{51}_{24}\text{Cr}$  ( $^{51}_{24}\text{Cr}$ )

$T_{1/2}=27.8$ 天，其衰变方式为K俘获，放出能量为0.32MeV及0.267MeV的 $\gamma$ 射线。

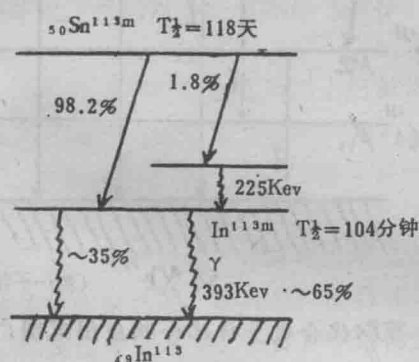
$^{169}_{70}\text{Yb}$  ( $^{169}_{70}\text{Yb}$ )

$T_{1/2}=32$ 天、 $\gamma$ 射线能量0.308MeV为“来肿瘤”元素之一，常用于40岁以上病员胸腔肿瘤的阳性定位及肝、肺癌等的阳性鉴别诊断等。

$^{67}_{31}\text{Ga}$  ( $^{67}_{31}\text{Ga}$ )

$T_{1/2}=78$ 小时 $\gamma$ 射线能量388Kev为“来肿瘤”元素之一，常用于肿瘤的阳性定位扫描。

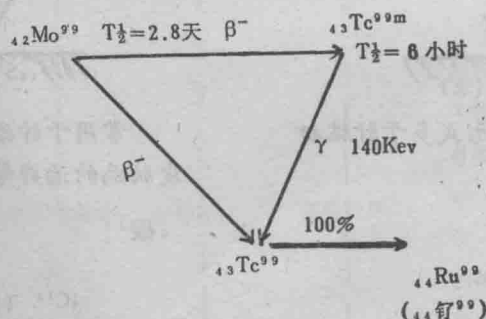
$^{113}_{50}\text{Sn}$ — $^{113\text{m}}_{49}\text{In}$ 发生器 ( $^{113}_{50}\text{Sn}$ — $^{113\text{m}}_{49}\text{In}$ )



衰变方式: It

常用其子体 $^{113\text{m}}_{49}\text{In}$ 制作各种标记化合物。

$^{99}_{42}\text{Mo}$ — $^{99\text{m}}_{43}\text{Tc}$  发生器 ( $^{99}_{42}\text{Mo}$ — $^{99\text{m}}_{43}\text{Tc}$ )



( $^{99}_{42}\text{Mo}$ — $^{99\text{m}}_{43}\text{Tc}$ 衰变简图)

其子体可直接用于脑扫描，也常用于制作各种标记化合物。

$e^{-x}$  函数表

| X   | 0      | 1     | 2      | 3     | 4      | 5      | 6     | 7      | 8      | 9     |
|-----|--------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
| 0.0 | 1.000  | 0.990 | 0.980  | 0.970 | 0.961  | 0.951  | 0.942 | 0.932  | 0.923  | 0.914 |
| 0.1 | 0.905  | 0.896 | 0.887  | 0.878 | 0.869  | 0.861  | 0.852 | 0.844  | 0.835  | 0.827 |
| 0.2 | 0.819  | 0.811 | 0.803  | 0.795 | 0.787  | 0.779  | 0.771 | 0.763  | 0.756  | 0.748 |
| 0.3 | 0.741  | 0.734 | 0.726  | 0.729 | 0.712  | 0.705  | 0.698 | 0.691  | 0.684  | 0.677 |
| 0.4 | 0.670  | 0.664 | 0.657  | 0.651 | 0.644  | 0.638  | 0.631 | 0.625  | 0.619  | 0.613 |
| 0.5 | 0.607  | 0.601 | 0.595  | 0.589 | 0.583  | 0.577  | 0.571 | 0.566  | 0.560  | 0.554 |
| 0.6 | 0.549  | 0.543 | 0.538  | 0.533 | 0.527  | 0.522  | 0.517 | 0.512  | 0.507  | 0.502 |
| 0.7 | 0.497  | 0.492 | 0.487  | 0.482 | 0.477  | 0.472  | 0.468 | 0.463  | 0.458  | 0.454 |
| 0.8 | 0.449  | 0.445 | 0.440  | 0.436 | 0.432  | 0.427  | 0.423 | 0.419  | 0.415  | 0.411 |
| 0.9 | 0.407  | 0.403 | 0.399  | 0.395 | 0.391  | 0.387  | 0.383 | 0.379  | 0.375  | 0.372 |
| 1.0 | 0.368  | 0.364 | 0.361  | 0.357 | 0.354  | 0.350  | 0.347 | 0.343  | 0.340  | 0.336 |
| 1.1 | 0.333  | 0.330 | 0.326  | 0.323 | 0.320  | 0.317  | 0.314 | 0.310  | 0.307  | 0.304 |
| 1.2 | 0.301  | 0.298 | 0.295  | 0.292 | 0.289  | 0.287  | 0.284 | 0.281  | 0.278  | 0.275 |
| 1.3 | 0.273  | 0.270 | 0.267  | 0.265 | 0.262  | 0.259  | 0.257 | 0.254  | 0.252  | 0.249 |
| 1.4 | 0.247  | 0.244 | 0.242  | 0.239 | 0.237  | 0.235  | 0.232 | 0.230  | 0.228  | 0.225 |
| 1.5 | 0.223  | 0.221 | 0.219  | 0.217 | 0.214  | 0.212  | 0.210 | 0.208  | 0.206  | 0.204 |
| 1.6 | 0.202  | 0.200 | 0.198  | 0.196 | 0.194  | 0.192  | 0.190 | 0.188  | 0.186  | 0.185 |
| 1.7 | 0.183  | 0.181 | 0.179  | 0.177 | 0.176  | 0.174  | 0.172 | 0.170  | 0.169  | 0.167 |
| 1.8 | 0.165  | 0.164 | 0.162  | 0.160 | 0.159  | 0.157  | 0.156 | 0.154  | 0.153  | 0.151 |
| 1.9 | 0.150  | 0.148 | 0.147  | 0.145 | 0.144  | 0.142  | 0.141 | 0.140  | 0.138  | 0.137 |
| 2.0 | 0.135  | 0.134 | 0.133  | 0.132 | 0.130  | 0.129  | 0.128 | 0.126  | 0.125  | 0.124 |
| 2.1 | 0.123  | 0.123 | 0.120  | 0.119 | 0.118  | 0.117  | 0.116 | 0.114  | 0.113  | 0.112 |
| 2.2 | 0.111  | 0.110 | 0.109  | 0.108 | 0.107  | 0.106  | 0.105 | 0.103  | 0.102  | 0.101 |
| 2.3 | 0.100  | 0.099 | 0.098  | 0.097 | 0.096  | 0.095  | 0.094 | 0.094  | 0.093  | 0.092 |
| 2.4 | 0.091  | 0.090 | 0.089  | 0.088 | 0.087  | 0.086  | 0.085 | 0.085  | 0.084  | 0.083 |
| 2.5 | 0.082  | 0.081 | 0.081  | 0.080 | 0.079  | 0.078  | 0.077 | 0.077  | 0.076  | 0.075 |
| 2.6 | 0.074  | 0.074 | 0.073  | 0.072 | 0.071  | 0.071  | 0.070 | 0.069  | 0.069  | 0.068 |
| 2.7 | 0.067  | 0.067 | 0.066  | 0.065 | 0.065  | 0.064  | 0.063 | 0.063  | 0.062  | 0.062 |
| 2.8 | 0.061  | 0.060 | 0.060  | 0.059 | 0.059  | 0.058  | 0.057 | 0.057  | 0.056  | 0.056 |
| 2.9 | 0.055  | 0.055 | 0.054  | 0.053 | 0.053  | 0.052  | 0.052 | 0.051  | 0.051  | 0.050 |
| 3.0 | 0.050  | 0.045 | 0.041  | 0.037 | 0.033  | 0.030  | 0.027 | 0.025  | 0.022  | 0.020 |
| 4   | 0.018  | 0.017 | 0.015  | 0.014 | 0.012  | 0.011  | 0.010 | 0.009  | 0.008  | 0.008 |
| 5   | 0.007  | 0.006 | 0.006  | 0.005 | 0.005  | 0.004  | 0.004 | 0.003  | 0.003  | 0.003 |
| 6   | 0.003  | 0.002 | 0.002  | 0.002 | 0.002  | 0.002  | 0.001 | 0.001  | 0.001  | 0.001 |
| X   | 7      |       | 7.5    |       | 8      | 8.5    |       | 9      | 10     |       |
|     | 0.0009 |       | 0.0006 |       | 0.0003 | 0.0002 |       | 0.0001 | 0.0000 |       |

# 甲状腺吸碘<sup>131</sup>功能测定及T<sub>4</sub>抑制试验

## 一、概述:

甲状腺吸碘<sup>131</sup>功能测定,是放射性同位素应用于医学临床最早方法之一,已有几十年的历史了。原始方法要测定四次以上,还要收集尿液测定排泄量,较为烦琐。现在只用1—2次测定不要测尿中排泄量,方法简单准确。有些单位使用静脉注射法,不要求空腹,而且得到结果也快。此种测定方法凡有同位素业务的医院都在开展,是一种满意的诊断技术。

T<sub>4</sub>抑制试验,是甲状腺吸碘<sup>131</sup>功能测定的辅助诊断方法之一,适用于当甲状腺吸碘<sup>131</sup>率高于正常值而又不能确定“甲亢”时的鉴别诊断。该试验也可用T<sub>3</sub>进行。这是广泛使用的简单方法,还有一些如碘<sup>131</sup>—T<sub>3</sub>血红蛋白涂炭法、碘<sup>131</sup>—T<sub>3</sub>葡聚糖凝胶沉淀法和T<sub>3</sub>抑制释放法等等这里就不介绍了。

临床价值见表:

## 二、原理:

碘<sup>131</sup>系碘的放射性同位素元素,半衰期8.1天,它有能够满足体外测定的γ射线。(γ射线能量0.364百万电子伏)

甲状腺有摄取血液中的碘制造甲状腺激素的功能,而且进入人体内的碘90%以上被甲状腺吸收,并经甲状腺更新排出甲状腺,所以碘是主要经甲状腺代谢的无机元素之一。

用放射性碘<sup>131</sup>测定甲状腺代谢速率可以较准确的反映甲状腺的功能。

## 三、方法:

将碘<sup>131</sup>稀释成每0.1ml含4—5μci的液体,每0.1ml分装一杯同时用同一支移液管取0.1ml上液作为标准源放入一固定形态、大小、铝薄小碟内。上午七点半钟病人空腹服入一杯I<sup>131</sup>稀释液,三小时后病人仰卧诊断床上(有些单位采用坐位测定)进行测定。

1. 先测没有病人无放射源时的仪器计数100秒,并将此计数作为自然本底计数记录下来。
2. 测标准源计数100秒钟同样记录下来。
3. 最后测病人颈部计数亦为100秒钟记录下来。按公式计算吸碘<sup>131</sup>率:

$$\frac{\text{颈部计数} - \text{自然本底计数}}{\text{标准源计数} - \text{自然本底计数}} \times 100\% = \text{甲状腺吸碘}^{131}\text{百分率。}$$

用各种方法诊断甲状腺机能亢进症时的正确率

| 测定方法                                 | 作者     |        |        |        |       |       |      |      |       |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|-------|
|                                      | Little | Skanse | Roswis | Terner | Werer | Bannr | 上海   | 北京   | 天津    |
| 病史及体检(%)                             |        |        | 90     |        |       | 25—90 |      |      |       |
| 胆固醇(%)                               |        |        |        |        |       | 20—50 |      |      |       |
| MBR(%)                               | 67     | 51     | 54—64  | 67     | 50    | 50—70 | 84.7 | 88   | 47.8  |
| 血清蛋白结合碘(%)                           | 98     | 86     |        | 80     |       | 70—85 |      | 67.5 | 74.3  |
| 24小时尿排碘率(%)                          |        |        |        |        |       | 70—85 |      |      | 91.8* |
| 碘 <sup>121</sup> 清除率(%)              |        |        |        |        |       | 75—90 |      |      |       |
| 碘 <sup>131</sup> 转换率(%)              |        |        |        |        |       | 80—95 |      |      |       |
| PBI(%)                               |        |        |        |        |       | 80—95 |      |      |       |
| 甲状腺吸 I <sup>131</sup> 率(%)           | 98     | 95     |        | 95     | 80    | 80—90 | 94   | 99   | 92.4  |
| T <sub>3</sub> 及 T <sub>4</sub> 抑制试验 |        |        |        |        |       | 80—95 |      |      |       |

※ 48小时尿内排碘<sup>131</sup>率

#### 四、结果分析:

视三小时测定结果必要时次日七点半钟做24小时吸收率测定。但一般“甲亢”主要靠三小时测定结果判定。“甲低”主要靠24小时结果判定,我室正常值:三小时8—25%,24小时15~50%,如果三小时低于8%,24小时低于15%排除各种人为因素后又有临床表现者即可诊断为甲功“低下”。

如果三小时明显高于正常,或者三小时比24小时结果还高又有临床表现者,排除其他因素后即可诊为甲功亢进。另外,吸碘<sup>131</sup>率增高有很多情况,最常见的是“缺碘性甲肿”“青春型甲肿”及神经官能症,需要认真考虑和进一步检查。如三小时结果在25—40%24小时在40—50%这样的范围内,且临床体征又不典型,又有某些症状相似“甲亢”怎么办呢?这就要做抑制试验,如T<sub>4</sub>抑制试验,T<sub>3</sub>抑制试验,碘化钾、维生素u抑制试验,或者做抑制释放试验。抑制试验我室只做T<sub>4</sub>法。抑制试验原理是通过增高血液T<sub>4</sub>浓度使垂体形成“反馈抑制”从而了解垂体 $\rightleftharpoons$ 甲状腺关系正常与否。方法同三小时吸碘<sup>131</sup>测定一样,仅仅投了甲状腺片60mg3/日连续一周,(有些原来未经确诊就自行服抗甲药的病人,颈部因服药而肿大,经服一周甲状腺片后有减小者)结果分析要以抑制前减去抑制后结果,得到两次差,然后以抑制前结果做分母,以抑制前后两次差做分子,乘以100%,得到被抑制下的百分数,如果这个百分数>30%即为阳性说明被抑制下来

了，如果这个百分数在50%以上对排除甲亢更有意义，说明垂体 $\longleftrightarrow$ 甲状腺关系正常。如果某些“甲亢”不是“垂体 $\longleftrightarrow$ 甲状腺学说”所致，那么这个试验是无意义的。

#### 五、适应症：

1. 凡疑有“甲亢”或“甲低”的。
2. 凡“甲亢”或“甲低”的内外科治疗要观察疗效的。
3. 要与“甲亢”或“甲低”做鉴别诊断的。

#### 六、注意事项：

1. 凡要做此项检查者均需按通知单注意事项准备（见后附通知单）。
2. 妊娠三个月以后的妇女一般不主张反复做此检查。
3. 该检查对人体毫无不适，对健康均无影响，适用于各种年龄的病员，医务人员应向病员作必要的解释。

#### 附：通知单

## 甲状腺吸碘<sup>131</sup>功能测定

### 通 知 单

\_\_\_\_同志：

请在\_\_\_\_月\_\_\_\_日上午七点半来我院同位素室作检查，并注意以下事项：

一、当日上午不吃早餐来服药，一小时后可吃早饭，三小时后检查，必要时第二天上午八时吃过早饭再查第二次。每次检查前后均可自由活动。

二、在检查前两周内不能用下列食物和药物：

海蜇、海带、海藻、昆布、紫菜、发菜、鱼肝油、碘喉片、三溴片、鲁米那、利血平、各种激素、抗甲状腺药物、磺胺类、碘酒消毒皮肤、维生素u、钡餐透视或碘油 X 光造影等。

三、妊娠三个月以上不宜作此检查，喂奶期间可以检查，但服药后须停奶两天。

四、检查前请先办好手续，加盖付费图章后来我室检查。

五、凭本通知单可作同位素检查时请假证明（两个上午）。

中国人民解放军第一军医大学第一附属医院同位素室

年 月 日

# 碘<sup>131</sup>甲状腺扫描

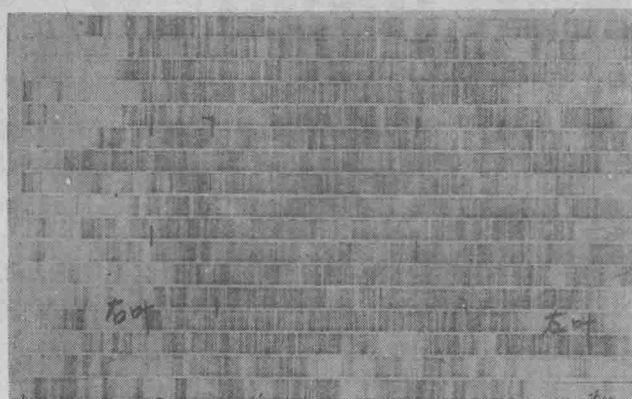
## 一、概述:

甲状腺扫描是同位素扫描中最早开展的项目。主要用以了解甲状腺形态、位置、大小, 碘<sup>131</sup>的分布情况以及配合吸碘<sup>131</sup>功能测定观察甲状腺吸碘<sup>131</sup>功能。还可以从扫描图上的面积估计甲状腺重量等。

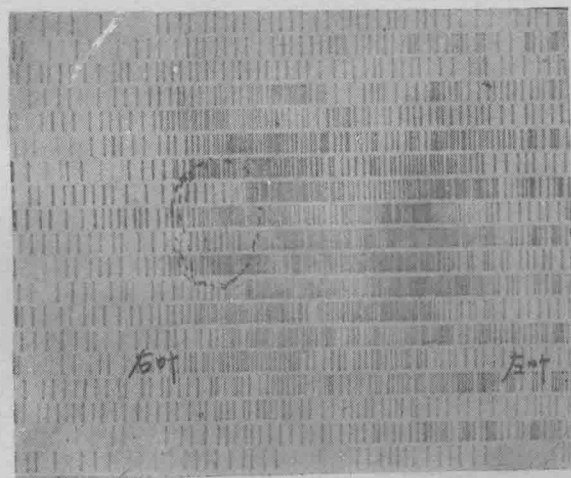
## 二、方法:

病员空腹服入碘<sup>131</sup> (黑白扫描机50 $\mu$ Ci, 彩色扫描机100~150 $\mu$ Ci) 后, 24小时进行扫描, (按吸碘<sup>131</sup>率投药时, 彩色扫描, 须保证在甲状腺内有25~30个 $\mu$ Ci的碘<sup>131</sup>)。取仰卧位, 充分暴露颈前区, 一般扫完颈前区即可, 当有异位甲状腺或考虑到腺癌转移时, 则应探查舌后、胸骨后、肺部及其他部位。

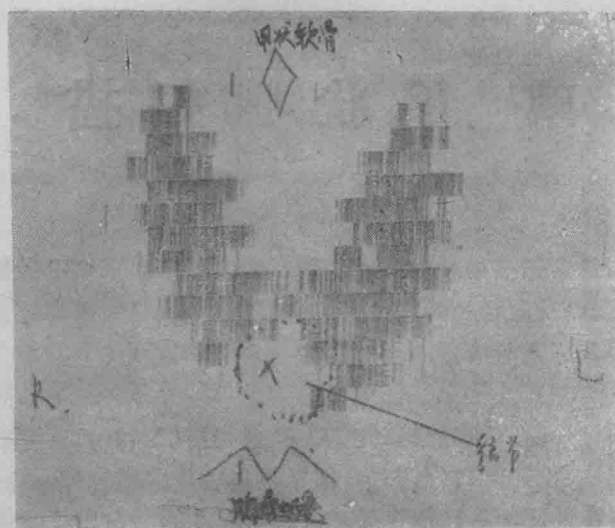
### 甲状腺扫描图:



正常甲状腺扫描图



甲状腺右叶中外侧结节为一“温结节”。结节区尚有I<sup>131</sup>分布。



甲状腺峡部下方之结节为一“冷结节”，没有影响甲状腺正常形态。

所谓“冷结节”是因为结节区没有  $I^{131}$  分布。

冷结节 常见于囊肿、癌肿、纤维化等。

温结节 则常见于一般良性功能性结节。也可以向“热结节”与“冷结节”转化。

热结节 一般“热结节”为功能增高的结节，常有“甲亢”症状，有腺癌者之结节，亦可出现热结节。

### 三、适应症与注意事项：

凡有甲状腺结节性肿，或颈前区肿物需弄清与甲状腺的关系的，或甲状腺癌，了解有否转移的，以及考虑有异位甲状腺的均可做甲状腺扫描。但须按照“甲状腺吸碘  $I^{131}$  功能测定注意事项”准备，并能配合者，才能做。

## 钼<sup>99m</sup> 脑 扫 描

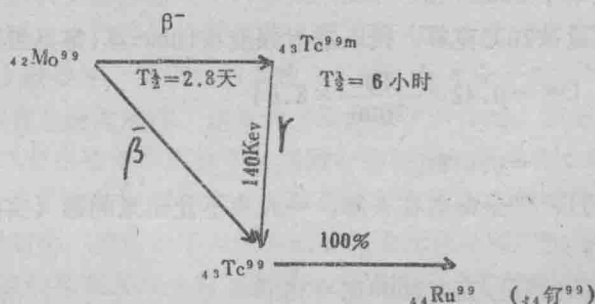
50年代以前,配合颅脑专科的辅助诊断有化验、X线等。50年代以后,尤其是近些年来放射性同位素跟上来了。从P<sup>32</sup>手术室定位到后来用I<sup>131</sup>—人血清白蛋白、Hg<sup>203</sup>等做脑扫描,接着其他放射示踪剂用于脑扫描技术的也有报导<sup>(8)</sup>、<sup>(1)</sup>、<sup>(2)</sup>、<sup>(3)</sup>。

我室74年开诊,75年开展了脑扫描、尤其是76年有了国产彩色扫描机以后,对于脑扫描更有所感受,这里只着重我室的情况作些粗浅的介绍,以利我院临床应用中参考。

### 一、放射示踪剂的一般性质:

钼<sup>99m</sup> (Tc<sup>99m</sup>),是从“Mo<sup>99</sup> (钼<sup>99</sup>)—Tc<sup>99m</sup>发生器”中用生理盐水淋洗下来的Mo<sup>99</sup>的子体产物<sup>(1)</sup>、<sup>(3)</sup> (daughter product)。它是以高价态高钼<sup>99m</sup>酸盐形式(Tc<sup>99m</sup>O<sub>4</sub><sup>-</sup>)存在<sup>(2)</sup>。因为每次用前得从“发生器”中淋洗,很有些相似于挤牛奶,所以文献中又把这种“发生器”叫做“母牛”。至于它的性质和优缺点国内外都有较清楚的报导,65年美国《核子医学》<sup>(3)</sup>及我国75年全国展览会资料中论述得较详细。一条“母牛”除去运输衰变后只能做7~8个病人,成本贵,这是它的缺点。它的优点是淋洗后可以直接口服,比较方便、容易掌握,子体Tc<sup>99m</sup>半衰期短,病人受照剂量小(静脉注入10毫居里,全身受照剂量100毫拉得约0.1伦<sup>(4)</sup>) ; γ射线能量低,容易防护。

Mo<sup>99</sup>—Tc<sup>99m</sup>衰变图(简图):



图中Mo<sup>99</sup>衰变成Tc<sup>99m</sup>的半衰期(T<sub>1/2</sub>)等于2.8天;

Tc<sup>99m</sup>衰变成Tc<sup>99</sup>的半衰期 等于6小时;

Tc<sup>99</sup>衰变成Ru<sup>99</sup> (钌<sup>99</sup>)的半衰期 等于2.1×10<sup>5</sup>年(21万年)。

扫描用的是Tc<sup>99m</sup>,而不是Tc<sup>99</sup>。如果病人服入10毫居里(mci)6小时后只有5 mci了,再过6小时后只有2.5mci了,而且1 mci Tc<sup>99m</sup>衰变后只产生<10<sup>-5</sup>微克的Tc<sup>99</sup>

( $\frac{1}{100000}$ —微克)， $Tc^{99m}$ 又基本上无放射作用<sup>(5)</sup>。所以，病人做一次 $Tc^{99m}$ 脑扫描，

无论从放射剂量还是化学毒性方面都没有影响。工作人员使用铅围裙就可以防护。

关于脑扫描的具体剂量，国内外文献中均未查到，国外资料也只有距离1 cm处的外照射剂量率 ( $\Gamma=0.7\gamma/\text{mci}\cdot\text{hr}$ ) 和内照射全身剂量 [10mci约0.2拉得 (Rad) 等于0.238 rep (伦)，略大于国内报导数值(0.119rep)]。这里为了便于叙述，我们试用甲状腺剂量推算一下：据国内75年北京展览会文献报导，甲状腺在1 mci时约受照100毫拉得 (换算成伦琴等于119毫伦，0.119伦)。甲状腺重量按30克算。

$$\text{公式: } D\gamma = K\gamma \cdot C \cdot g \cdot 1.44T \quad (6)$$

$D\gamma$ ……剂量 (伦/克组织)

$K\gamma$ ……放射线电离常数 (各种元素，各种射线都有它自己的电离常数)

$C$ ……每克组织中含有的放射性强度 ( $\frac{\text{mci}}{\text{克}}$ )

$g$ ……几何因素 (我们不是精确计算这里可以不用)

$1.44T$ ……放射元素的平均寿命 (其中 $T$ 是半衰期)

先求出 $Tc^{99m}$ 的 $K\gamma$

$$\therefore \text{甲状腺 } D\gamma = 0.119 \quad C = \frac{1}{30} \quad T^{99m} T_{\frac{1}{2}} = 6$$

$$\text{代入公式: } 0.119 = K\gamma \cdot \frac{1}{30} \cdot 1.44 \times 6$$

$$0.119 = K\gamma \times 0.285$$

$$\therefore K\gamma = \frac{0.119}{0.285}$$

$$= 0.42\gamma \cdot / \text{mci} \cdot \text{hr}$$

成人头部的重量按2000克算，投入放射强度按10mci算，每克组织总照射剂量等于：

$$D\gamma = 0.42 \times \frac{10}{2000} \times 8.64$$

$$= 0.018 \text{ 伦}$$

如果把10mci的 $Tc^{99m}$ 全部放在头部，一点也不让出来的话 (实际到头部的很少) 平均总受照剂量等于：

$$0.018 \text{ 伦/克} \times 2000 \text{ 克} = 36 \text{ 伦}$$

就是这个数值，也远较用同一方法计算的注入 $300\mu\text{ci}$ — $Au^{198}$ 脑扫描剂量 (66伦左右) 小得多。因为所服入的 $Tc^{99m}$ 示踪剂只不过是从脑血液到脑脊液流过，并非脑特异性吸收，因此，大脑受照剂量更小。

$$Au^{198} \text{ 脑部剂量: } D\gamma = 2.4 \cdot \frac{0.3}{2000} \cdot 1.44 \times 64 \quad (Au^{198} \text{ 的 } K\gamma = 2.4)$$

$$= 0.033 \text{ 伦} \quad (T = 64\text{h}\gamma)$$

0.033伦/克 $\times$ 2000克=66伦 (实际也没这么大)

比 $I^{131}$ —人血清白蛋白脑扫描受照剂量(148伦)更小。用同样方法计算如果一次脑扫描投入放射强度是200 $\mu$ ci (0.2mci) 那么:

$$D\gamma = 2.65 \cdot \frac{0.2}{2000} \cdot 1.44 \times 194.4 \quad (I^{131} \text{ 的 } K\gamma = 2.65)$$

$$= 2.65 \times 0.0001 \times 279.9 \quad (T = 194.4 \text{ h}\gamma)$$

$$= 0.074 \text{ 伦/克}$$

整个头部受照剂量:

$$0.074 \text{ 伦/克} \times 2000 \text{ 克} = 148 \text{ 伦} \quad (\text{实际上没有这么大})$$

以上计算方法是把注入所有强度集中在一起的粗略方法,结果不准确,但从同一公式计算的结果数字中可知 $Tc^{99m}$ 的辐射剂量是最小的。

## 二、适应症:

由于该项检查安全、方便,到目前为止来我室检查者年龄、性别不受限制(3岁~67岁的男、女性)。病情不受限制,只要能想办法把示踪剂服进去就行。

## 三、临床价值:

脑扫描的临床价值是相当可观的,但也是有限的。它同其他扫描一样适用于定位诊断而不适用于定性诊断。而且在定位诊断中有它独特的优点,可以直接从图纸上看到占位性病变的位置、形态、大小,病人无痛苦,操作又方便。但是,一般认为对于“脑膜瘤”、“星形细胞瘤”等阳性率较高,而对“少枝胶质母细胞瘤”的阳性率则低(全国展览会)。

我室病例选择不严,虽然已做了38例,阳性的仅仅8例(占21%)。8例阳性中,经手术及病理切片证实的5例(脑膜瘤2例、多形性胶质母细胞瘤1例,星形细胞瘤2例),其他3例中2例属于转移性(1例肺癌大脑转移,未手术死亡,1例门诊病人多发性颅骨肿瘤颅内转移,未得到结论),另一例可疑中线血管畸形尚未证实。

$Tc^{99m}$ 脑扫描据文献报导,假阴性结果数字不低。美《核子医学》65年第6期报导114例 $Tc^{99m}$ 脑扫描中有3例假阴性,这3例分别是脑下垂体瘤,肝胚体脂肪瘤和肺腺癌大脑转移;北京 $Tc^{99m}$ 发生器协作组报导7例脑肿瘤扫描结果中有5例假阴性;上海瑞金医院报导8例手术证实的脑肿瘤中有5例假阴性;上海市六院报导手术证实的两例病人中有1例两次扫描阴性;我室经手术证实的5例中尚未见假阴性结果,其中有一例(N754007)  $T^{99m}$ 脑扫描和X线血管造影均认为有颅内占位性病变存在,并且指出了位置,但第一次手术未发现肿块,经会诊后第二次手术取出了肿瘤。有一例3岁小孩不便做脑血管造影,就是根据扫描定位进行手术的。肿瘤形成囊腔,在扫描图中显示出来了,但由于我们经验不足,不认识是什么东西,手术时抽出了90毫升液体,肿瘤实质“沉”在囊腔下部,扫描图中显示颜色深、浓度高,而囊腔部分颜色浅。这启发我们很大,也说明了彩色脑扫描很值得使用。

## 四、检查注意事项