

# 核技术的医学应用

杨恩智 王保成 杨士亮

(空军后勤学院二系 徐州 221000)

自 30 年代起医学上就已开始应用原子核来治疗疾病,到了 60 年代核医学进入发展阶段,80 年代开展了  $\gamma$  照相和放射性核素发射计算机断层摄影术,进行了体外竞争放射分析法的各项实验,由此进入了现代核医学的高级发展阶段。

核医学是研究放射性核素及其辐射线的医学应用、医学理论基础的新兴学科。核医学不仅为分子生物学、遗传工程、免疫学等新兴学科的发展开辟了新的途径,而且对人类认识生命现象的本质、探讨疾病的病因和药物的作用原理等都有重要的作用。当今世界上每年接受放射性药物诊治的病人达数亿人次,核医学所消耗的放射性核素,占全世界放射性核素总产量的 50% 以上。我国放射性药物的研究一直是核技术的发展重点,至今已有 1000 多家医院开展了放射性药物的诊治工作,并已扩大到县级和乡级医院。核医学体现了医学科学的发展水平,它已成为医学科学现代化的重要标志之一。

## 一、核医学基础

在核医学中,能够用于诊断、治疗、研究的放射性药物包括放射性核素和放射性标记化合物。人工放射性核素通常由核反应堆、加速器、放射性核素发生器(医学上称为“母牛”)生产;放射性标记化合物是以人工放射性核素为原料,利用交换反应法、化学合成法、生物学合成法而制得的。目前,人类已掌握了 2000 多种天然和人工核素,其中,稳定性核素有 274 种,放射性核素有 1700 多种。在稳定性核素中,质子与电子总数有一定限度并保持一定比例,不具有此特性的放射性核素以五种衰变方式: $\alpha$  衰变、 $\beta^-$  衰变、 $\beta^+$  衰变、 $\gamma$  衰变及电子俘获而不断向稳定性核素转化。核医学主要应用的是放射性核素的衰变性质,但目前稳定性核素的应用也有了很大的进展。

核医学专用辐射仪器包括:脏器功能测定仪、闪烁扫描机、 $\gamma$  照相机、放射性核素发射电子计算机断层摄影(ECT)、 $\gamma$  手术刀等。

## 二、核诊断

1. 脏器功能检查与显象 放射性核素所放出的  $\gamma$  射线通常用于临床诊断。早在 1925 年,放射性示踪剂第一次被用到人体,测定了正常人及心脏病人的血流速度。在脏器功能检查方面,利用放射性示踪法既能测定许多生理量如血容量、血流量、肠道吸收量、心血输出量、射血分数等,也能测定血液中一些有形成分的生存时间和某些物质在机体内或组织器官内的运动率、分泌率、排泄率,以达到了了解和反映机体器官和系统的功能。在脏器显象方面,人体内大部分器官均可使用放射性核素及其标记的特异显象剂来进行体外检查,许多项目已成为临床诊断中价值较大的常规检查手段,如甲状腺、肝胆、脑、肾、心脏大血管、肺脏、胎盘等,其次还有骨髓、骨骼、胰腺、肾上腺、脾脏、胃、淋巴腺等。脏器显象的基本原理即为放射性核素的示踪作用:放射性核素注入人体后被器官或组织所吸收,并参与代谢过程,同时不断放出  $\gamma$  射线。根据放射性显象剂的分布(由一次扫描或一步成象的显象图分析得知),可在体外利用特殊探测器探知脏器的形态、位置、大小及脏器组织的结构变化(静态显象法);另外还可根据显象剂在脏器内和细胞内转移速度与数量变化,定时或在短时间内自动连续成象,对脏器功能和形态同时进行观察,了解局部组织或细胞内的生化过程(动态显象)。要达到脏器显象的最佳化以获得影像清晰、分辨率高、失真最小的显象图,必须注意显象剂的品种。这是由于不同的放射性核素其  $\gamma$  射线的能量不同,器官显象时, $\gamma$  射线的最合能量范围在 100—500keV 之间。能量太高,使空间分辨率降低;能量太低,

容易被组织吸收,对深部脏器病变的探测较困难.另外还必须注意显象剂的剂量和脏器的功能状态.对于短半衰期的放射性核素,可使用较大剂量;当脏器功能不良时,其浓聚显象剂的功能也不佳,因此应适当加大剂量或延迟显象时间.

2. 体外竞争性放射分析 机体内许多重要的活性物质(如激素、酶、蛋白质等)和生命现象的本质以及疾病的发生与发展均有密切的联系,体外竞争性放射分析法为研究这些超微量物质提供了新的方法,推动了基础医学和临床医学的发展.体外竞争性放射分析包括放射免疫分析法、竞争性蛋白结合分析法、放射受体分析法、竞争性酶结合分析法、放射微生物分析法等,其中,放射免疫分析技术建立最早,应用最广,而其他分析法的原理与之相同.

放射免疫分析技术是一种精确而简便的检验手段.医生对病人做出诊断或观察疗效指标通常要化验血,通过验血,不仅可了解各种血细胞的形态和数量,还可了解肝、肾等脏器的功能及血液的其他生化指标.但是,人体内许多活性物质含量极少,通常以毫微克、微微克计算,一般化验方法根本无法检出.放射免疫分析技术不需要把放射性核素注入体内而只需要取病人一滴血,利用灵敏度高、免疫反应特异性强的优点,可直接在体外进行检测.免疫反应是生物体对进入机体的一切异物(抗原)进行排斥,以保持机体内环境稳定性的一种特有反应,是一种抗原抗体反应.放射免疫分析技术的基本原理是:将抗原物质用已知量的放射性核素加以标记后,将能与它的特异性相结合的抗体(需进行测定的血清样品)混在一起,在一定温度和酸碱度下,被标记的抗原将与血清中的抗体相结合,通过测量放射性核素标记物的结合量,即可得知血清中被测物的浓度.

放射免疫分析技术可测定几百种活性物质,灵敏度比一般化学检验法高1万—100万倍.有代表性的应用包括:测定血清中甲胎蛋白(APF)的水平可诊断原发性肝癌;通过对患者血清的计数与阴性对照血清相比较,可判断是否患有乙肝;测定血中绒毛膜促性腺激素的

水平可确定是否怀孕;测定血清中肌红蛋白浓度,诊断心肌梗塞;测定胰岛素及皮质醇含量,可早期确定胰岛瘤、糖尿病、肾上腺皮质增生症等.

### 三、核治疗

据估计,全世界每年有几亿人次用核设备诊断和治疗疾病,核辐射仅治疗癌症患者,总共延长了他们几千万年的寿命.放射药物治疗可分为贴敷法、腔内照射法、体外照射法.

对于皮肤癌、血管瘤、慢性炎症等,可用贴敷法,即将 $^{32}\text{P}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 等做成膏药状,贴敷在病变上即可取得疗效.

腔内照射法用于内脏器官的癌症治疗时,常利用胶体类放射性药物,如胶体 $^{198}\text{Au}$ 、胶体 $^{32}\text{P}$ 等.它们的特点是:胶体 $^{198}\text{Au}$ 的化学性质稳定,颗粒均匀,可大剂量使用而且安全,其缺点是半衰期短, $\beta$ 射线能量低,且伴有 $\gamma$ 射线;胶体 $^{32}\text{P}$ 的半衰期较长(14.26天),使用方便,为纯放射源,其缺点是颗粒大小不均,易形成团块,且游离 $^{32}\text{P}$ 的含量较高,对造血系统有一定影响.放射性胶体治疗的具体方法有腔内治疗、间质治疗、静脉治疗、淋巴和穴位治疗五种,将放射 $\beta$ 射线的放射性胶体注射到患者的体腔、器官腔、肿瘤组织或其他病变组织内,依据 $\beta$ 射线的辐射作用对病变组织照射,达到治疗目的.据中国医学科学院肿瘤医院报道,此法仅治疗子宫颈癌的五年生存率平均为72.9%,远高于手术治疗.

腔内照射法还可用 $^{131}\text{I}$ 治疗甲状腺功能亢进.甲状腺具有高度选择性,摄取 $^{131}\text{I}$ 的能力强, $^{131}\text{I}$ 衰变时放出 $\beta$ 射线(最大能量为607keV),其射程仅几毫米,绝大部分被甲状腺组织吸收而很少影响其他组织. $^{131}\text{I}$ 有效半衰期为3—5天,由于在甲状腺组织内停留时间较长,因此甲状腺组织受到射线的集中照射而遭破坏,减少甲状腺激素的形成,达到治疗目的.另外,当甲状腺癌原发病灶手术切除后,尚有转移病灶存在,此时,可给病人 $^{131}\text{I}$ 以消除其转移灶.此法中 $^{131}\text{I}$ 的用量相当大,因此,必须在专门病房中进行.另外,用 $^{32}\text{P}$ 可治疗慢性造血增

# 形状记忆合金在军事上的应用

苏美开 王建江

(解放军 55197 部队, 济南 250022)

现代战争对兵器性能的要求越来越高. 形状记忆合金作为一种新型功能材料, 由于其独特的性能, 在许多领域得到了广泛应用. 本文简述了形状记忆合金在火炮、枪弹、战斗机等领域的应用情况.

所谓形状记忆合金是指具有形状记忆效应的合金, 而形状记忆效应指的是, 将某些金属材料变形后加热到某一特定温度以上时, 能恢复原来形状的一种效应. 现有数十种形状记忆合金材料被发现. 主要是: Ti-Ni、Cu-Al-Zn、Au-Cd、Cu-Zn-Su、Ag-Cd、Ni-Al-Co、Fe-Ni、Co-Ni 等. 若从动作的种类划分, 有如下几类: (1) 利用一次性的形状回复; (2) 利用反复的形状回复; (3) 利用双程记忆效应; (4) 利用滞弹性.

生性疾病, 用<sup>35</sup>S 治疗骨瘤等.

放射性核素的体外治疗法是用特种治疗机在体外对肿瘤进行远距离照射. 放射性核素(如<sup>60</sup>Co 等)放出的  $\gamma$  射线穿透人体各种组织, 从而起到杀灭癌组织的作用. 此法可适用于全身各部位的肿瘤, 尤其对鼻咽癌、喉癌、食管癌、口腔内部癌、宫颈癌、膀胱癌、骨癌等疗效较好.

目前, 利用重粒子射线治疗癌症是更为有效的方法. 据美国一家医院报告, 用快中子(能量在 14MeV 以上)治疗 800 例晚期头颈部癌症患者, 局部控制率达 76%, 远远高于超高压 X 射线疗法(19%). 中子射线治疗癌症有两种方式, 一是用放射性核素<sup>252</sup>Cf 贴敷在肿瘤上, <sup>252</sup>Cf 不断释放出中子、光子射线从而杀伤癌细胞. 二是利用治疗设备产生的中子射线施行体外照射法治疗, 中子杀伤癌细胞多为致死性, 各个分裂周期的癌细胞对中子都很敏感. 临床上, 中子射线已用于治疗腮腺癌、胰腺癌、膀胱癌、前列腺癌、骨和软组织肿瘤等. 但

若根据功能不同划分, 则有如下几种: (1) 仅仅利用形状的回复; (2) 利用形状回复与回复时的应力; (3) 用作执行元件; (4) 用作热能变机械能的转换材料.

目前, 被视为“魔术合金”和“聪敏合金”的形状记忆材料, 在许多领域得到了广泛应用, 在军事领域, 引起了各国兵器专家的高度重视.

## 一、在火炮上的应用

我们知道, 为了增加火炮威力, 延长其寿命, 对单筒炮管用增加壁厚的办法来提高身管强度极限是不恰当的. 应采用筒紧炮身和丝紧炮身的陶瓷复合炮管, 而目前采用的炮管收缩工艺是: 加热外管使其内径膨胀, 然后把常温的内管装入其中, 接着外管冷却收缩, 使内外管实现精确的挤压配合. 这种方法的问题是在装配

大约有 1/5 的患者可出现晚期后遗症, 因此使用中子射线治癌时应多加慎重. 另一种重粒子——负  $\pi$  介子治疗癌症的疗效和完全性均比 X 射线、 $\gamma$  射线高 10 倍左右.

对于肿瘤, 还可施行  $\gamma$  刀手术. 目前,  $\gamma$  刀主要用于人体脑部肿瘤. 用包含 201 束  $\gamma$  射线的装置(即  $\gamma$  刀)照射肿瘤 15 分钟, 肿瘤即被“切除”. 这里即不需麻醉, 病人也丝毫无痛苦. 自  $\gamma$  手术刀发明以来, 全世界共有数百万病人治疗癌病, 据 1992 年统计,  $\gamma$  刀对脑瘤的治愈率达 80%, 对小体积肿瘤的治愈率达 100%.  $\gamma$  刀已成为安全、准确、有效的脑外科工具.

核技术在医学上还有一个重要应用, 即对医疗用品、器械的辐射消毒. 该消毒法不需加热, 因此特别适用于热敏材料如塑料制品、乳胶制品、生物制品等, 而且具有杀菌彻底、操作简便、节约能源等优点. 随着电子学、核物理、电子计算机及其他新技术的进步, 核技术在医学上的应用将有更加广阔的前景.