

γ射线在核医学上的治疗作用

肖胜利 单能飞 郑好望

γ射线的产生及性质

自从 1896 年贝克勒尔 (Becquerel) 发现了天然性放射线以后, 人们对物质结构的研究进入了微观领域 (原子物理、核物理、粒子物理), 随后进一步的研究表明, 在放射性元素发生核衰变的过程中, 由于核衰变产生的新核处于不稳定状态, 总是要辐射出γ射线而达到稳定状态。这里的γ射线实质上是原子内放出的波长在 0.1nm 以下、带电量和静质量均为零、电离能力很弱、贯穿本领很强的高频电磁波——光子流。

研究表明, 在医学上γ射线除了可以用于医学成像外还可以用于医学治疗肿瘤, 医用γ射线可由 ^{60}Co 的衰变而产生, 这是由 ^{60}Co 的衰变特征所决定, 如图 1 所示。

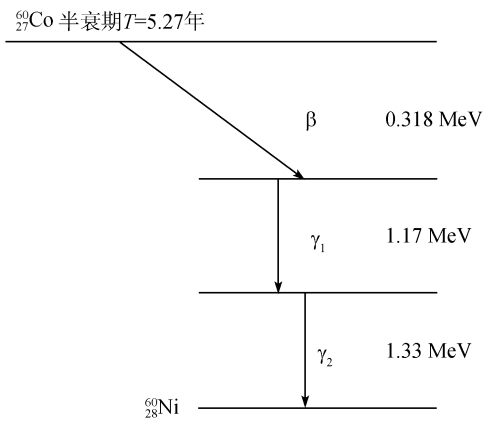


图 1

可以看出: 平均来讲, 每个γ光子的平均能量为 1.25MeV, 对人体可以引起生物效应, 尤其是病变细胞。下面主要介绍γ射线的治疗机理。

医学放疗

医学放疗分为远距离照射和近距离照射。远距离照射就是通过皮肤照射肿瘤; 近距离照射是指通过体腔或管道照射肿瘤, 如通过阴道照射子宫癌, 通过食道照射食道癌。利用 ^{60}Co 制成的放疗机产生的γ射线照射治疗肿瘤属于远距离照射中的一种, 主要用于手术切除前后, 肿瘤细胞有所扩散的病人。

研究表明, 由 ^{60}Co 制成的放疗机产生的γ射线, 其能量较高, 皮肤剂量低, 深部剂量高, 因而皮肤



反应已不再是限制照射剂量的因素, 是较为理想的外照射

设备, ^{60}Co 远距离放疗机, 结构简单, 不要水冷及空调, 无须监测, 问世以来发展较快。癌瘤组织一般生长迅速, 代谢旺盛, 对γ射线敏感性高, 而正常组织虽然也受到γ射线照射但对γ射线敏感性低, 故前者受到的破坏要大于后者, 控制辐射源 ^{60}Co 的辐射剂量, 利用敏感性的这种差别可以杀死癌瘤细胞, 这种外照射可以用于全身各个部位, 因此应用的范围非常广泛。

另外, 普通放射治疗是在一个疗程中采用多次分割照射方法, 利用正常组织在接受照射后易于修复, 而肿瘤组织不易再生的特点, 通过剂量的多次累加达到杀死肿瘤组织的目的, 但这种方法仍难以保证最大程度的杀死肿瘤组织而又避免对正常组织造成损伤。

医学γ刀

早在 20 世纪 40 年代, 核辐射就已经开始用于放射治疗, 但对病灶较小的脑肿瘤患者, 如何利用γ射线直接照射以最大程度地杀死癌细胞, 但又不损伤正常脑组织呢? 正是这个现实问题促使科学家们研制发明了如今的γ刀。γ刀全称为γ射线立体定向放射治疗系统, 它是一种融立体定向技术和放射外科技术于一体, 以治疗颅脑内肿瘤在 30mm 以下疾病为主的立体定向放射治疗设备, 如图 2 所示。

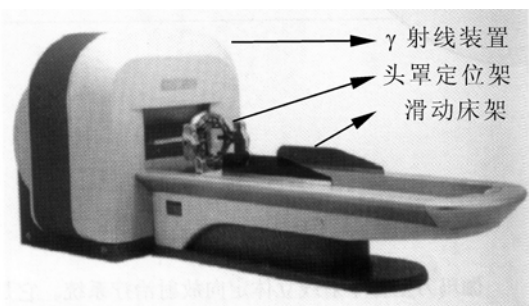


图 2

在计算机断层扫描 (Computed tomography: CT) 和磁共振成像 (Magnetic resonance imaging: MRI)

所进行的精确立体成像与定位后,利用 γ 射线几何聚焦原理,将经过规划的大剂量 γ 射线束集中照射于颅内的病灶处(称为预选靶点),一次性致死摧毁靶点内的组织,以达到类似外科手术切除的治疗效果。如图3所示,由于靶点区域放射剂量场梯度极大,使达到靶点的总剂量是组织的致死量,又可以使靶点周围组织仅受到少量或瞬间照射,以至于不受 γ 射线的过于损害,毁坏灶边缘锐利如刀割整齐,故称 γ 刀。

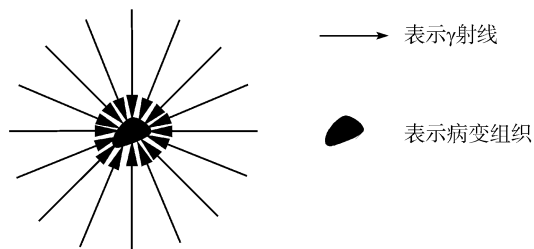


图3

γ 刀主要通过病变组织与正常组织受到的射线剂量的差异以达到治疗的目的,它比通过两者对放射线敏感性差异实现治疗目的的常规放疗有很大的优势。

当然要实现 γ 射线的几何聚焦,工程上设计了必不可少的“头罩”,它是用很厚的铅、钨等重金属制成,既可以对穿透的 γ 射线起屏蔽作用,又可以在“头罩”上特殊位置开孔让 γ 射线达到有效的几何聚焦。

对于静态 γ 刀而言,“头罩”一般开有201个孔,当病人带上这种“头罩”,头部进入 γ 射线装置后,201束 γ 射线将通过小孔射向预选靶点,确保201束 γ 射线精确交会于预选靶点。到了20世纪90年代,在静态 γ 刀的基础上我国自行设计并研制出了具有

自主知识产权的旋转 γ 刀,使设计更为合理,使用更为方便。旋转 γ 刀于1996年通过国家鉴定,1997年在美国通过FDA认证,它的“头罩”上开有30个特殊设计、大小不一的小孔。

旋转式 γ 刀则采用旋转聚焦的方式,装在旋转式源体上的30个 ^{60}Co 射线源绕靶点中心做锥面旋转聚焦运动,由于射线不是以固定路径穿越周围脑组织,故周围脑组织所受的照射剂量就更为分散,周围每个单位体积的组织只受到瞬时、几乎无伤害的照射,而在靶中心形成极好的聚焦效果,如图4所示。另外由于旋转式 γ 刀与静态 γ 刀相比,大大减小了射线源的数目,简化了结构,节省了装源时间和费用。

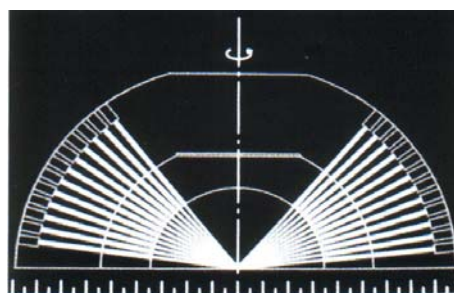


图4

与一般常规手术相比较, γ 刀具有如下优点:不需打开头颅,无手术创伤即可摧毁病变组织;可准确安全可靠的通过其他手术无法或难以通过的脑禁区,将特殊部位肿瘤切除;除了准备(定位、剂量规划)以外,整个照射时间不足半小时,且一次完成;治疗方案确定后,手术过程全部自动化,也可随时终止,安全方便,患者及家属和医护人员无思想顾虑。

(西安通信学院数理教研室 710106)



科苑快讯

HD 181327 恒星的周围充满彗星

一个由碎块构成的巨环位于HD 181327 恒星周围,好像是我们太阳系柯伊伯带(Kuiper belt)的翻版,但是要大多。柯伊伯带是海王星以外的一个富冰物质带,被认为是彗星的发源地。

马里兰州巴尔的摩市太空望远镜科学研究所的克里斯廷·陈(Christine Chen)带领一个研究小组,利用绕轨道运行的斯必泽太空望远镜和智利的双子座南座望远镜,研究了恒星HD 181327 周围的圆盘所

散发出的红外线。该恒星距地球约150光年。他们观察到,在波长大约63微米处其亮度达到顶峰,这正是水冰的特征。陈表示:“我们现在有证据证明该圆盘中的成分类似于我们太阳系的柯伊伯带。”

这个圆盘半径约为120亿公里,论大小大致是柯伊伯带的两倍。此外,该圆盘异常明亮,说明其中含有许多物质。因此,这个恒星系统可能充满着彗星。

(胡德良编译自:英国2008年9月New Scientist)