

神奇的外科手术刀—— γ 刀与X刀

刘东华 刘晓丽

(新乡医学院物理教研室 河南 453003)

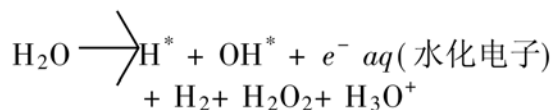
1968年, Leksell 在瑞典制造了世界上第一台立体定向放射治疗装置, 它以 γ 射线为破坏手段, 能像手术刀一样将病灶消除, 所以简称 γ 刀。另一种 X 刀是用电子直线加速器产生的 X 光子来作放射外科手术, 它始于 80 年代, 由意大利学者 Colombo 研制成功, 对应于 γ 刀被称为 X 刀。 γ 刀与 X 刀是一种不需开颅手术, 而能治疗脑肿瘤等疾病的无创性新技术, 对神经外科治疗起极大推动作用, 并形成立体定向放射神经外科学这门新的学科。

一、原理

X 射线与 γ 射线对生物体的作用基本相同, 主要是通过光电效应、康普顿散射、电子对产生 3 种方式转移能量。

高能 X 射线与 γ 射线、带电粒子(质子、 α 粒子)和非带电粒子(中子), 在生物体中被吸收时, 射线直接作用于具有生物活性的大分子, 如核酸、蛋白质(包括酶类)等, 使其发生电离、激发、或化学键的断裂, 而造成分子结构和性质的改变, 从而引起功能和代谢的障碍。实验证明: 辐射可引起 DNA 的断裂、解聚、合成障碍等, 此外还可引起某些酶的活性降低。这是辐射的直接作用。

射线可作用于体液的水分子, 引起水分子的电离和激发:



形成化学性质非常活泼的一系列产物, 如 H^* 、 OH^* 、 H_2O_2 、 e^-_{aq} 等自由基, 继而作用于生物大分子引起损伤。由于机体的多数细胞含水量很高, 一般达 70% 以上, 所以有机分子的辐射损伤几乎全是由水的辐射分解产物自由基的作用而引起。这是辐射的间接作用。

1906 年发表的著名的 Bergonnic-Tribondeau 法则指出: X 射线、 γ 射线对分裂能力很强的细胞、进行有丝分裂的细胞、以及未分化的细胞有着较强的作用。与健康脑组织相比, 在脑肿瘤与脑血管畸形的病理组织中, 病理细胞群有着较强的增殖能力, 因此常用较低剂量的高能射线来破坏这些细胞组织。

二、 γ 刀

γ 刀主要由中心体(^{60}Co 源)、准直器、及计算机系统组成。其结构见图 1 与图 2。

中心体为一个半球形的钢壳, 内有 201 颗小的圆柱形 ^{60}Co 放射源层($^{60}_{27}\text{Co} \longrightarrow \beta^+ + ^{60}_{28}\text{Ni} + \gamma$)。所有的 γ 源成辐射状地对准一个共同的焦点。每一个 γ 源都经过一个两段钨准直器作初级准直, 也叫外准直器。最后的准直器通过一个头盔到达, 每一个头盔上都有 201 个精确定位的准直器, 叫内准直器。

不久的将来, 具有自清洁特性的纳米材料可以应用到各个方面。到时候, 不仅我们的衣服不会轻易弄湿弄脏, 即使下雨室外的红旗依旧会高高飘扬。往各种玻璃、塑料、金属、漆器甚至磨光的大理石、大楼的玻璃幕墙上涂上纳米涂料, 都会具有防污、防尘的效果, 而且耐刮耐磨、防火, 戴上涂有纳米涂料的眼镜, 在寒冷的冬季人们就会避免从室外进入室内, 眼镜上蒙上一层水气的尴尬。这些都是纳米抗菌产品为我们创造的美好前景。

电子技术的发展在 20 世纪改变了人类的生产方式, 现代信息技术对人们的生活影响巨大, 而纳米技术会在 21 世纪极大地影响人类的生活, 其影响力

甚至会高于计算机技术对我们的影响, 这将会是一种让人意想不到的效果。毫无疑问, 纳米技术将会改变人们的衣、食、住、行、用、医疗等各方面。

纳米技术是一门刚刚兴起不久的尖端技术。现在纳米技术的水平就像是计算机技术 50 年代时的水平, 因此谁占领技术上的制高点, 谁就会在未来世界的发展中起到举足轻重的作用。纳米技术已经成为世界上发达国家竞相开发的项目, 现在美国、德国、日本等国家都在投巨资开发纳米技术。

目前, 我国在纳米技术的研究上与国际先进水平基本保持同步, 在有些领域甚至走在了前沿, 因此我们一定要抓住这个机遇, 抢占纳米技术的战略高地。

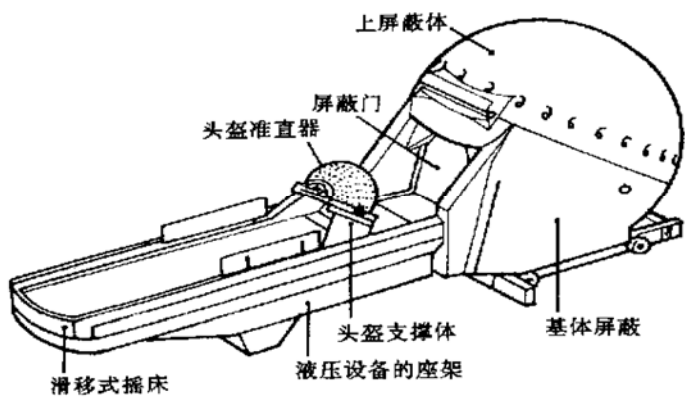


图1 γ 刀结构图

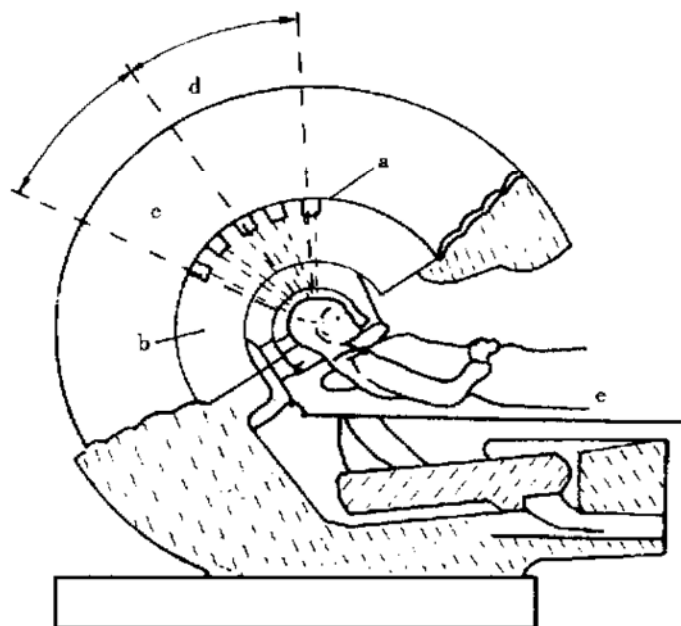


图2 γ -刀立体定位示意图

- a. ^{60}Co 源 b. 头盔管道 c. 防护壳
- d. 中心射源 e. 可移动手术台

γ 刀治疗前,患者必须带立体定向架先作CT或MRI,这样可从CT或MRI片子上得到病灶的形状、大小、位置。而这些数据称三维坐标值。

γ 刀治疗时,患者头颅要固定在头盔内(内准直器),根据已测得的坐标值把靶点移至半球形头盔的球心处,当选定的头盔位于源壳上开始治疗时,这201个内准直器都对准外准直器,而 γ 射线就是经过外准直器调节后,再通过内准直器聚焦到达头盔的球心处。

单条射线的能量是很低的,几乎不产生影响,但201条射线集中一点,这个点的能量就很高了,这个高能量能将病灶细胞彻底杀死。最后人体的免疫细胞对这些被杀死的组织及细胞进行消化、吸收、经肾排出。

三、X刀

现在的X刀主要由等中心直线加速器、立体定向仪、靶点定位系统、计算机组成。

高速电子打在厚靶上,产生反射式的X射线。高速电子(管电压为20MV以上)打在薄靶上,可产生前冲式的X射线,电子从靶的一面射入,X射线从靶的另一面射出,且随着管电压的升高,所产生的X射线最大强度方向逐渐趋向于电子束的入射方向,其他方向的强度分布所占比重逐渐减小。这就是直线加速器如何产生X射线的原理。

靶的立体定位由CT或(MRI)或血管造影来完成。靶点的定位系统如图3所示,支架固定于治疗床旋转平台上,支架的头环可在三维方向(即上下、前后,左右3个方向)上按靶影像所获取的靶坐标进行调节,以使靶被固定于治疗机的等中心点上(直线加速器绕G轴旋转,治疗床绕T轴旋转,X-ray沿准直仪纵轴C射出,三轴汇于颅内病灶上,这个点

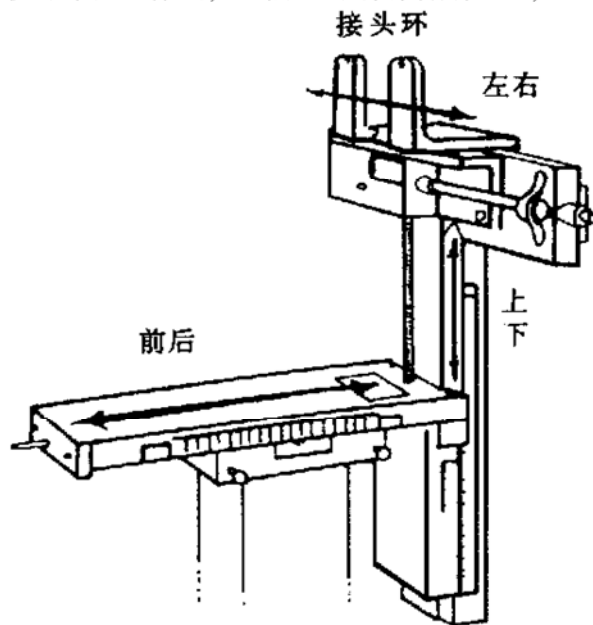


图3 靶点定位系统

为等中心点。在直线加速器与治疗床旋转过程中,三轴始终汇于颅内病灶处)。病人仰卧于治疗床上,根据治疗计划确定输出剂量率、旋转角度及初始角、停止角。直线加速器边旋转边照射,如图4所示。然后通过治疗床旋转平台将治疗床及头架旋转某一角度,可在此新的平面内重复上述旋转照射。根据治疗计划,可采用多个这样的非共面旋转平面作照射,X射线全都聚焦于靶点,而正常组织剂量被分散于一个较大的立体角区域内,则靶点处剂量集中,组织易被摧毁,而周围组织无损伤。图5所示。

四、X刀与 γ 刀的比较

X刀与 γ 刀技术只有在CT(MRI)技术成熟
现代物理知识

一种新型的轨道交通:磁悬浮列车

王克诚

杨发文

(中山大学附中 广州 510275) (高邮师范学院 江苏 225600)

据最近报道,上海市磁悬浮列车工程正式启动,这是上海市政府为解决快捷运送人流,改善城市交通做出的重大举措。报道说:“第一列磁悬浮列车将在2003年初在上海出现,这是一个从德国引进的合作项目。磁悬浮列车运行将从浦东地铁二号线一端的龙阳路到浦东国际机场,全长33千米,双线行驶,设计最大时速为450千米,单向运行时间8分钟。”那么,什么是磁悬浮(简称磁浮)列车呢?它是根据

什么原理运行的?它与传统列车有什么区别呢?

一、磁浮原理

磁浮有3个基本原理。第一个原理是当靠近金属的磁场改变,金属上的电子会移动,并且产生电流。第二个原理就是电流的磁效应。当电流在电线或一块金属中流动时,会产生磁场。通电的线圈就成了一块磁铁。磁浮的第三个原理我们就再熟悉不过了,磁铁间会彼此作用,同极性相斥,异性相吸。

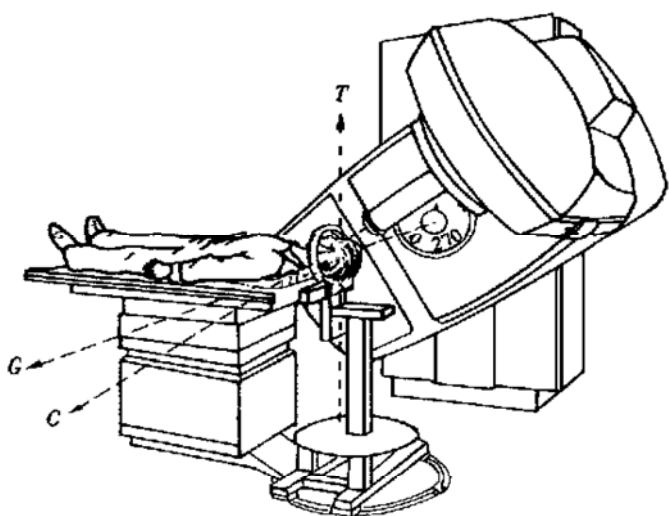


图4 治疗示意图

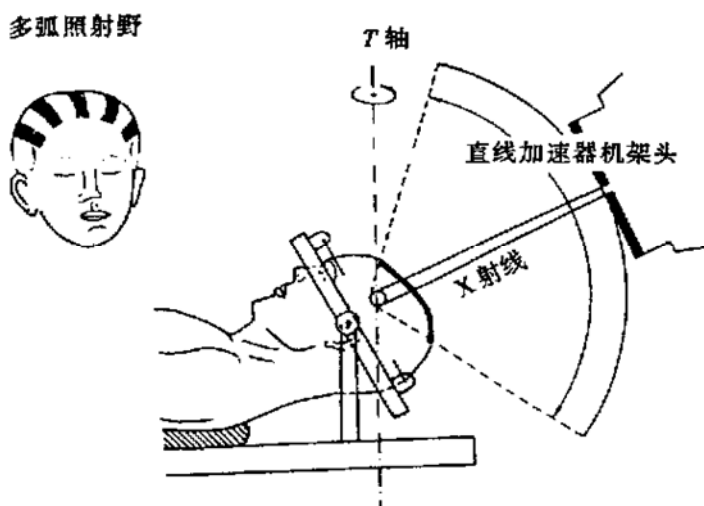


图5 等中心直线加速器用于放射神经外科的原理

后,才有突飞猛进的发展。 γ 刀与X刀要求靶点误差不能超过0.1mm,如果靶点聚焦于语言中枢上,照射后患者就不会说话,如果靶点聚焦于运动中枢上,照射后患者就会瘫痪。因此, γ 刀与X刀的定位系统相当精确,这一切通过计算机来完成。

X刀靶点范围大,可在4mm~50mm之间调节,而 γ 刀的靶点可在5mm~18mm范围调节。X刀造价比 γ 刀便宜。 γ 刀需处理核废料(^{60}Co 的半衰期为5.27年),且需建造屏蔽治疗室。X刀不限于颅内病灶治疗。

X刀与 γ 刀的适应症为所有的脑内良性、恶性肿瘤:脑膜瘤、垂体瘤、三叉神经瘤、听神经瘤等;脑动脉畸形、脑血管病;五官的肿瘤:鼻咽癌、眼球后肿瘤等;功能性神经疾病:三叉神经疼、帕金森氏病、癫痫等。

γ 刀与X刀的临床应用,给过去难以治疗或手术危险很大的病人带来了福音。X刀与 γ 刀是当今世界上脑外科领域最先进、最高科技的手术设备。现在人们正着手研究质子刀、中子刀及重离子刀,这些技术的应用,必将医学技术推向新的高度。