

一种崭新的X光技术-CT

CT-COMPUTERIZED TOMOGRAPHY

吴竞辉

一年一度的诺贝尔生理学及医学奖，今年颁发给两位CT (computerized tomography, 也有人称之为CAT, 这是computer assisted tomography 或computer axial tomography) 的发明者，一位是美国籍的 A. M. Cormack, 另一位是英国籍的 G. N. Hounsfield。什么是 CT? 它为什么这么重要, 重要到它的发明者可以这么快得到诺贝尔奖? 得奖者是何许人物? 应用 CT 连带会产生什么问题? 诸如此类的问题, 本文在此作一个简单的介绍。

首先, 我们借图来说明老式 X-光透视, X-光层析图像术 (tomography) 和计算机处理层析图像术, 也就是 CT 的不同。如图 1 所示, X-光透视所得到的是一张由胸部到背部的重叠影像。在底片上, 肋骨、肺以至脊椎骨的影像是重叠在一起的; 图 2 是 X-光层析图像术, 这种技术可将成像面限于较薄的范围内; 譬如说, 我们要知道肺叶某一个横截面有没有病灶, 这种方法可以使肋骨和脊椎骨的影像只是很模糊的散布在底片上, 而单独的使这个面呈现出清晰的影像; 图 3 显示目前最新的计算机处理层析图像术, 这种方法所得的图像仍是一个切面, 其厚度约 1 到 2 毫米, CT 比 X-光层析图像术优良的地方是: 在这个特定的横截面以外的物质根本不会在底片上造成模糊的背景, 因此就更加清楚了。为什么这种方法要利用计算机呢? 这是因为 X-光透视所得的资料并不是一张切片图像, 而是这个切面在某一个方向的投影; 如图 4 中所示, 平行的 X-光源对准心脏的一个截面扫描, 接收器或底片在另一端接收。所得的资料如图 4 中 A 所示, 是这个截面的投影; 将这个投影讯号输入计算机中储存起来后, 再把 X-光源及接收器在这个平面上转动到另一个方向, 作同样的扫描、接收和储存, 这样就得到同一个截面在第二个方向上的投影资料, 如此每隔一定的角度记录一次 (通常在 180 度之内每隔 1 度记录一次), 通过记录后, 才最后把全部的资料依据图像重组 (image reconstruction) 的原理计算, 就可以得到心脏的这个截面的清晰图像。

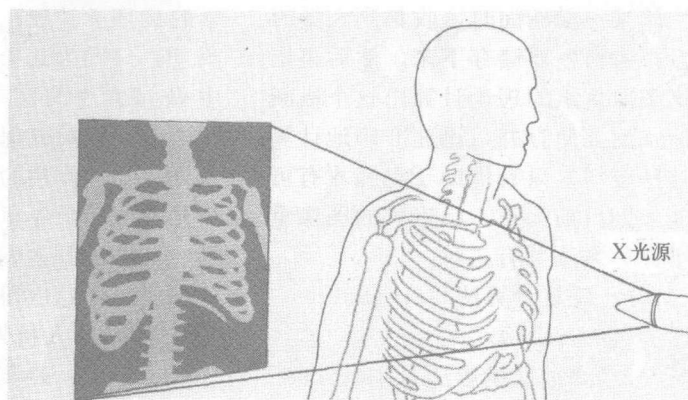


图 1: 普通的 X 光技术是 X 射线同一个原理散射 X 光源发射出来, 穿透人体投射在照相底片上。

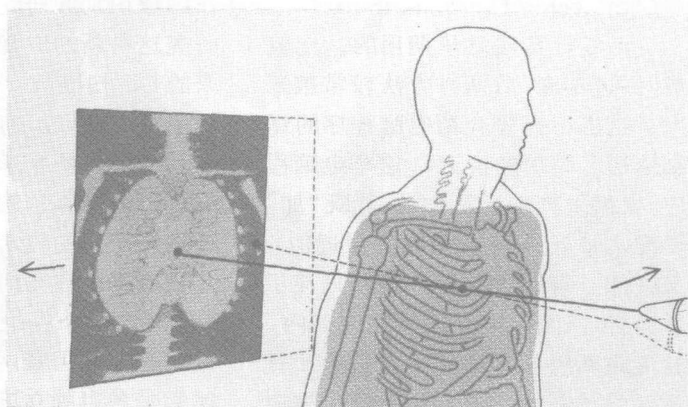


图 2: 层技术是使 X 光源和底片沿相反的方向移动, 从而使身体内只有一个平面对底片保持不动而得清楚的图象, 其他部分就不清楚了。

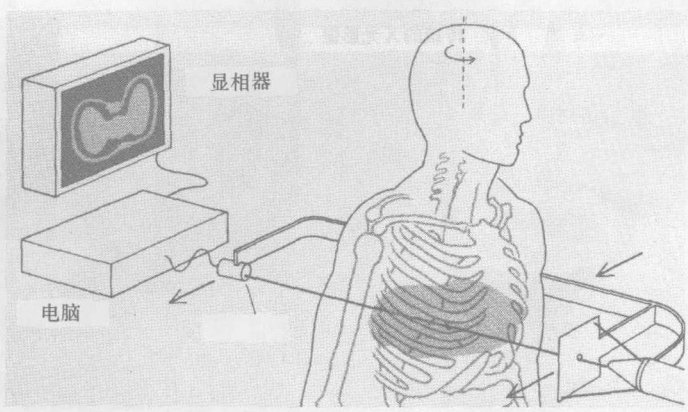


图 3: CT 是使 X 光源与接收器绕着身体旋转。接收下束的资料经计处理后在萤光幕上显出。

从以上的描述,我们可以看出,CT 技术的关键在于如何由X-光的投影资料,复原成一张横截面图。早在1917年,奥国的一位数学家J. Radon解决了这样的一个数学问题:任何物体都可由它的无穷多的投影来决定。可是,在实际应用里,投影的数目只可能是有限的,也因此,重新组合的形象,只是原物的近似体。当然,投影的数目越多,重组影像的真实性也越高。当X-光穿过物体某一横断面时,收集到大量的投影资料先要储存下来,然后再依据图像重组的理论计算出这个横断面。而要储存并且迅速准确地计算这些资料,只有借助于电脑才有可能。到目前为止,已发展的图像重组计算方法共有三种:

- 1) 反复计算法 (iterative method)
- 2) 滤过反投影法 (filtered back-projection)
- 3) 傅里叶转换法 (Fourier transform method)

反复计算法是早期用的,比较费时;近年来,后两种方法较常被采用。这里不打算介绍电脑程序的详细情形。简单的说来,这个电脑程序,根据上列的计算方法,能既“加”得准(“加”出来的像和原物很近似),又“加”得快(转了 360° ,只花了5分钟)。因此,在短短的时间内,就能重新组回了横断面,适合于日常医学诊断的需要。CT 最先被应

用于头部造影,并不是偶然的,头部外面有坚硬的头骨,里面是软如豆腐的脑髓。这几个部位对X-光的穿透性有着很大的差别,因此,一个程序能否把脑子的横断面正确地显示出来,得到像我们在解剖学教科书上看到的图片,就是这个程序的正确性的最好的检验。

以上就是CT 的发展概况。它的发明人之一柯马克(A.M. Cormack)现在是美国麻州特夫茨(Tufts)大学的物理学教授,他的专业是理论物理,只因为二十年前他曾在医院中做过六个月医学物理方面的工作,引起他对放射性物质如何穿过身体、如何作用的问题产生兴趣,于是在此后数年里,他做了些理论性的计算,并发表了一些报告。这些报告是他这次得奖的主要原因。另一位得奖人杭斯菲尔德(G.N. Hounsfield)是英国人,现任E.M. I.公司的电子工程师。他的工作首先是雷达,而后是电脑的设计,在作图像识别的研究工作中,促使他研究这种新的X-光技术,他研究出来的CT扫描机,使得Cormack的理论得以实践。有趣的是,他们两个人都没有博士学位,他们抓到了问题,就动脑筋解决,而发明了这项影响深远的技术。另一点有趣的是这两个人在当时探索同一个科学观念时,一个在伦敦,一个在剑桥,相距不远,但是两人却从未相遇,他们是各自独立进行研究的。

现在一般都认为CT是继X射线发现后,医学物理上最大的发明。这一次CT获得医学生理奖的一个意义是,反映出数学物理的发展在医学上也有极大的用处。CT的应用根本改变了医学诊断的面貌。身体各部的横断面在电视萤光幕上依次展现,一目了然,过去看不见或不易看见的部位,现在却清晰可见,使得许多疾病的诊断可以提早。这种检查的另一项优点是它的“非侵性”,许多过去费时、伤害身体的危险的检查可以不做或少做了,以减少病人的痛苦。

所以,纯由技术突破的观点看,CT的重要性是不容置疑的。但是如何正确地、有效地应用这项技术,则引起了很大的争论。

如何有效地运用这项技术的首要问题是,用CT看到的東西太多、太细了,以致有时反而不知如何下判断。举个例子:脑子内部的小小钙化,用普通的X光照相是看不出来的,用CT则看得很清楚,需不需要再做检查确定它的性质呢?若不作检查,会不会误诊?若花了人力、物力再作检查,却发现没有什么重要性,则又是一种浪费。类似这样的问题,在目前还没有任何定论。CT扫描机是非常昂贵的,目前的一般价格大约是50万美元一部,再加上保养费,使得成本提高许多,而每一次检查的收费也很高,目前约是250美元,许多人因此怀疑CT的成本与效率相比,是否值得?是否使用别的比较便宜的方法,如超声波或核子医学上的技术也可以达到同样的诊断目的?可惜的是目前这一方面的数据还不够多,不足以比较这几种方法的优劣。

若是这些比较技术性的问题能够得到澄清,下一个问题,也是争论最大的问题是:在全国这么大的范围内,应该如何适当地配置这项昂贵的仪器?现在有一些法律限制医院添置这些机器,以免间接加重一般人民的医药费用,但是到底需要多少以及如何分配,在目前是一直争论不休的。或许,下一个诺贝尔奖应颁发给解决这个难题的人。

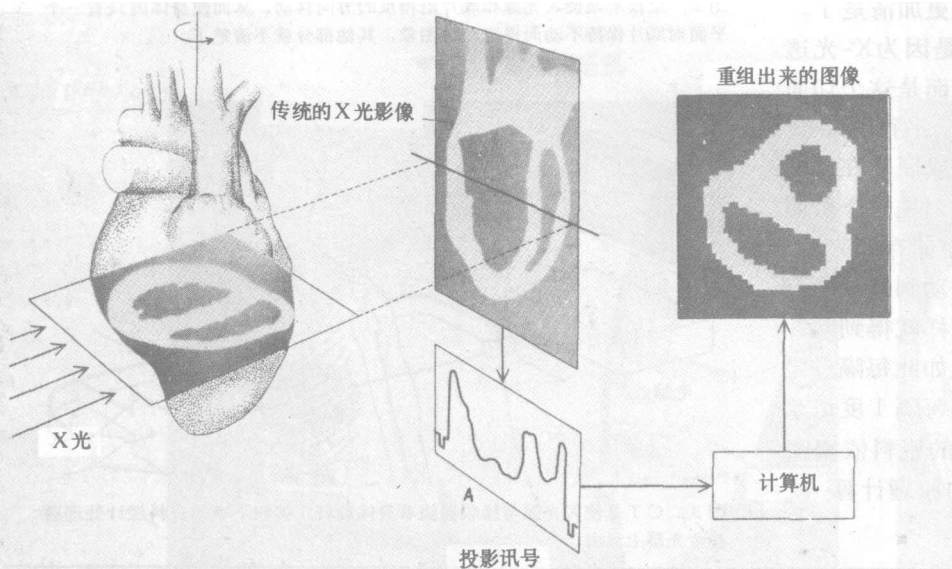
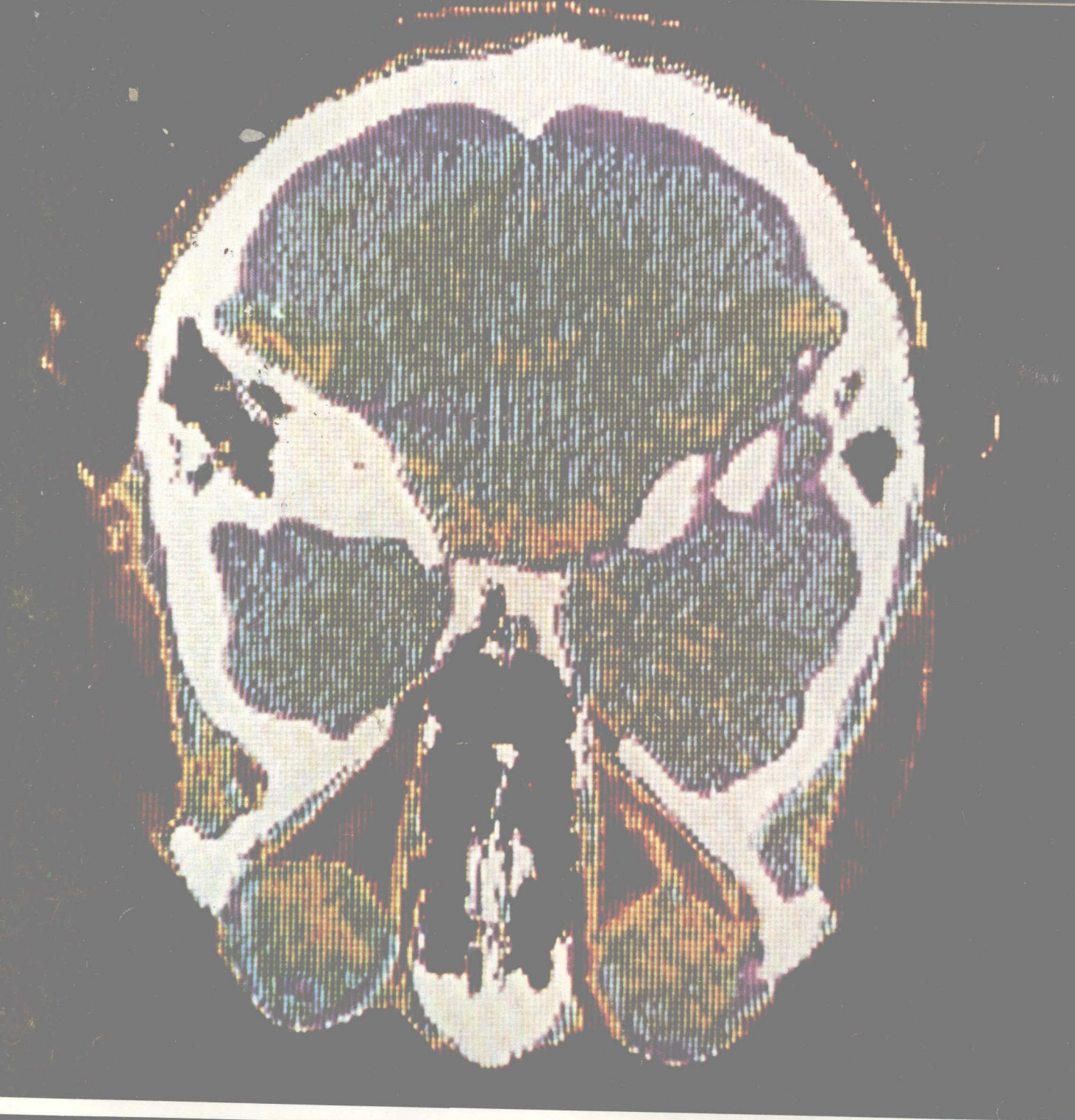


图4 心脏截面投影



上) 电脑层面X光照相术所拍摄的人类头颅照片

下) 在风洞中吹出来的气流形态——用高彩色
Schlieren摄影术在风洞中摄得 (见正文60页)

