

PET 帮助医生了解

酒精中毒症

林怀冰 编译

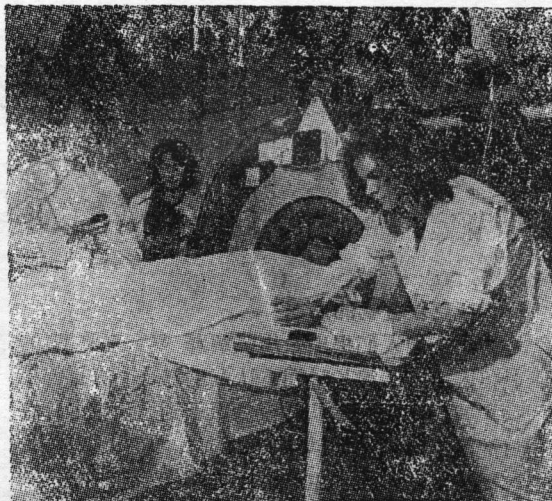


图 1

奈娃(图 1 右第 1 人)放下电话便向她的同事们宣布“35 单位已运来”! 周围的人顿时忙碌起来。奈娃是美国布鲁海汶国家实验室(BNL)正电子发射断层照相术医学部的研究人员,上述电话提醒她注意 35 毫居里的 ^{18}F FDG(^{18}F 氟-荧光去氧葡萄糖)正从 BNL 的回旋加速器运往 PETT。

PETT 是 Positron emission Transaxial tomography 的简称,即正电子发射断层照相术。其基本原理本刊前身“高能物理”1982 年第 3 期上曾有介绍。与普通 X 射线照相术相比较,后者射线源在体外,是一种透射式照相,图像只能显示人体组织的形态结构;而 PETT 射线源在体内,是一种发射式照相,其图像能提供人体生理及化学方面讯息。

近年来人们把放射性示踪技术运用于医学诊断上,有很大成效。BNL 化学部的研究人员多年来一直致力于发展新的放射性示踪物,1976 年他们研究出了合成 ^{18}F FDG 的方法。 ^{18}F FDG 是一种含有标记物的制剂,在 β^+ 衰变过程中不断发出正电子,用探测器探测这些正电子,就可间接得到人体内部的有效信息。 ^{18}F FDG 注入人体后产生的生理代谢作用与葡萄糖极相似,因为葡萄糖是大脑神经活动能量的来源,因此,大脑也能吸收和利用 ^{18}F FDG。可以应用 ^{18}F FDG 来研究脑对葡萄糖的消耗,测定葡萄糖的代谢速度借以了解脑的活动情况。 ^{18}F FDG 的半衰期为 110 分钟,这种比其他放射性示踪物衰减较慢的特性,使 ^{18}F FDG 目前较广泛地用于正电子断层照相术的研究中。

图 1 中一位酒精中毒症患者安静地躺在治疗床上,两条橡皮胶管与左臂静脉已连接好:一条管道准备每两秒钟抽一次血样本;另一条管道是为 ^{18}F FDG 送到时立即注入用。

^{18}F FDG 未送到之前有一阵忙乱活动, PET 的工作人员看起来好像田径赛的教练一样,跑表就挂在他们脖子上以准确测量 ^{18}F FDG 注射的时间。几分钟后,

^{18}F FDG 送到了,奈娃开始倒数:“3,2,1,开始!”掀动跑表, ^{18}F FDG 开始注入,示踪物开始流入患者血液,并流向大脑。病人头部放在 PETT 六号扫描器的环中,探头沿环形排列,用准直缝限制照相视野于人体大脑的某一段,即能记录 ^{18}F FDG 衰变时发射出的能量。这种正电子发射式断层照相术的照相速度快,所得图像清晰,效果良好。在 PETT 扫描图像中(如图 2),两张均为酒

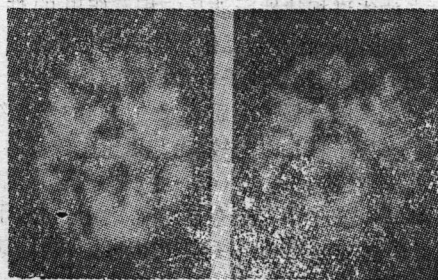


图 2

精中毒者的大脑图像,左侧图系尚未喝酒前,光亮区域代表新陈代谢活动积极。右侧图系喝酒后所拍摄,灰色区域代表新陈代谢减弱。这样通过大脑一层一层的彩色图像,就展示出了脑组织中葡萄糖新陈代谢的详细情况。

奈娃研究酒精中毒的第一步是观察非饮酒过度者与饮酒过度者之间的差异。要研究大脑慢性酒精中毒的影响,先在病人未喝酒前做一次大脑扫描,然后让其喝下已用普通饮料冲淡的 95% 纯酒精 3—4 英两,再做一次大脑扫描进行比较。通过大脑扫描图的对比,奈娃在一些酒精中毒者的图像里,发现通过大部分脑组织的血流增加,而流过小脑的血流则减少。人的小脑是负责协调人体运动的,流经小脑血量的减少,就可以很好解释为什么许多人喝醉酒后步态蹒跚,很难走在一条直线上。然而,并非全部酒精中毒者都出现小

夸克模型的演变过程



一、夸克复合物的形成

夸克是一种人们提出来用以解释 SU_3 对称性的粒子,但人们花了很长时间才认识到它是个真正的粒子。如果我们回忆一下从假设的原子到认识它的存在所走过的漫长历程,这就容易理解了。实际上,有些人仍然怀疑夸克的存在,主要原因是不能“看到”它。为了能够证明按对待其它基本粒子的方法那样去对待夸克是正确的,那么在理论上就需要对此加以验证,而不是非要直接“看到”它。

根据盖尔曼-茨韦格理论,夸克是一种带 SU_3 味量子数,自旋为 $1/2$ 费米子的三重态。换言之,它们是类似轻子的粒子。因为强子是夸克的复合物,所以不但它们的同位旋和奇异性,而且自旋都应取决于夸克的组合方式。人们也能够对强子激发态(共振)的特性做出预言。正像原子核和原子中存在无数共振态所揭示出来的能谱规律性所涉及的相互作用的性质一样,强子谱也应是夸克相互作用性质的一个重要表现。

现在,让我们模仿原子核和原子理论,设想一个夸克复合模型。因为强子由质量大约相同的夸克组成,所以它们与原子核加以比较,比与原子比较更为妥当。因此,介子由正、反夸克($q\bar{q}$)组成对应于重氢核 $p\bar{n}$ (质子-中子),重子由三个夸克(qqq)组成对应于氦核或氦-3 ppn 。重氢核和氦核是氢(p)的同位素,氦-3 是正常氦-4($ppnn$)的同位素。如果用 u 和 d 夸克取代质子和中子,氦核(r)和氦-3 原子核,分别对应于夸克模型中中子和质子的复合物。故:

$$r = p\bar{n}, \quad \text{He}^3 = ppn, \\ n = u\bar{d}, \quad p = uud.$$

在任何情况下,了解原子核结构的起始点,是假设短力程的引力作用于相对弱结合的核子之间。这样,与核子的静止能量相比,结合能比较小(大约 10% 的量级)。因此,核子的动能也小。引力不区分质子和中子,也不依赖于自旋的相对方向。在大多数情况下,这

些特性决定原子核各种能态的能谱。因为质子和中子之间有质量和电荷差别并存在与自旋有关的力等等原因,所以对上述情况加以修正,就能对核能谱做出准确的说明。

为何不对夸克模型采取同样办法呢?任何人都可考虑这样做。实际上,这些想法是由 F. 格塞、L·A·拉迪卡蒂和崎田分别独立提出的,后来人们把其称为 SU_3 对称性。实际上,这种推理对于了解各种物理定律的人来说,是没有说服力的,要对此进行说明,需要一些勇气。

其原因是,如果强子是夸克的弱结合态,那么,夸克显然就比强子轻,而且容易把强子分成组成它的夸克。例如,如果把 π 介子分成两个夸克,比 π 介子轻的夸克就应该飞掉,但 π 介子是进行强相互作用粒子中的最轻粒子。从未曾发现过单一夸克这一事实,我们必须得出这样的结论:夸克本身比强子重得多,同时,强子的结合能必须相应地大,以抵销大的静止能量。这宛如把一块重的石头丢入深水中,再把它捞出来很难一样。与汤川秀树的核力不同,用相对论理论就很难解释势能的行为。

二、原子核的类比

上述困难暂且不谈,我们先试试原子核的类比法。首先谈一下介子。如果内夸克力不取决于自旋,能量就会只取决于夸克的相对运动。一般说来,角动量 l 从 0 增加到 1, 2, 3..., 能量也增加,所以基态是 $l = 0$ 。以 $l = 0$ 态为例,总的自旋是 0 或 1, 这取决于每个量值为 $1/2$ 的两个夸克的自旋是平行的还是反平行状态,这里的宇称是负,所以该态可命名为 0^- 或 1^- 。上面的这个论据,与讲费米-杨模型中给出的论据完全相同。根据 $q\bar{q}$ 的组合,可形成 SU_3 的八重态和单态。 0^- 介子对应于包括 π, K 和 η 的赝标多重态。 1^- 粒子被称为矢量介子,并对应于 ω, ρ, K^*, ϕ 和其它共振态。这些是高于 0^- 介子能量时产生的介子,它们衰变成两

脑血流减少和共济失调,奈娃说:“个体对酒精反应各有差异——这个道理是清楚的。”

奈娃研究的第二步是观察饮酒过度的双亲对后代大脑新陈代谢活动的影响,她注意到这些后代本人并没有饮酒过度,然而他们的大脑扫描图像却常有类似酒精中毒者大脑反应。因此,奈娃说:“在酒精中毒者

中有一个亚群,其酒精中毒是有遗传性的。”更有趣的是当父亲有酒精中毒症,下一代的 PETT 图像往往显示典型的酒精中毒者的大脑反应;而当母亲有酒精中毒,则并不出现上述情况。这就是说:父亲可能是遗传学的罪犯,而母亲则不是。