

脑显象



颅相学家认为他们能通过头骨表面的隆起来了解脑功能。那似乎是牵强附会，但他们想从头骨外面了解脑子的志向一直以来令人着迷。现在我们真正地能做到一通过先进的现代脑显象技术，现代扫描器使用不同的方法显示美妙的神经细胞和纤维通路的结构的图象、脑血流图和脑新陈代谢能量图，还有当我们做不同的事情时，测量神经系统的活动性。

走向现代技术

神经学家和神经心理学家尝试去了解结构与功能的关系，他们通过对死后的脑结构测量与生前异常心理和行为的的关系的研究，在这方面有了不少的了解，用这种方法，脑的演讲区域被Broca发现。这种方法有成功的一面，但它也有所限制。你不能简单地下结论，由于脑损伤而失去的功能不代表那个区域的正常功能，例如，一个缺损也许会发生因为那个地区被切除或与其它正常情况下有交通的区域失去联络所至。而且有可能由其它未损坏的脑区域代偿损坏的区域执行它正常时的功能，这是为人所知的可塑性。最后，很少病理性损害被限制于一个精确的功能区域；并且对患者的研究，在他们活着时到死后分析脑部也许是长时间的延迟。

结构脑显象技术在30开年前开始发展起来。由医疗物理学家新发明的功能性显象方法受到了特别的重视。这些使我们能一直接看见在头骨里的脑——当它思想、学习或作梦时。

它怎么有效地工作

监测神经元活动的电生理学技术的根据是被激活的神经元上膜电位的变化。脑扫描技术则是监测激活神经元必需的新陈代谢能量的变化。

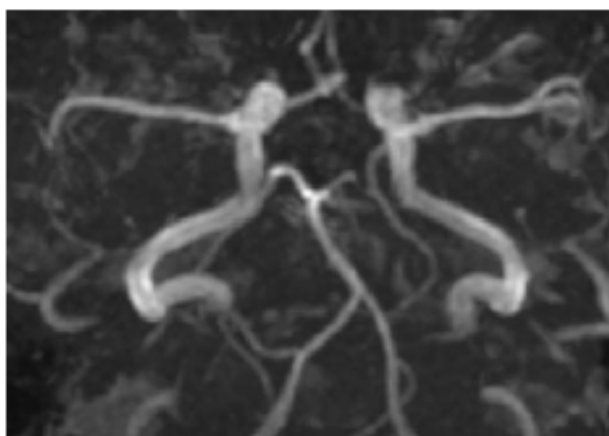
移动带电性的离子进出神经元(是突触和动作电位的基础)的电化学梯度需要能量运作，这能量的源泉是葡萄糖的氧化作用。葡萄糖和氧气经大脑循环被运输到脑部，由于**神经血管联接**，在脑活动区域，局部血流增大，这发生非常迅速。现代脑显象的设备测量在局部脑血流的变化，使用它们作为神经系统的活动指数。

第一个被开发的功能性技术叫做**正电子放射X线体层照相术**，这个程序要注射能附着于特定的生物化合物(例如与神经递质受体结合的药物的)放射性追踪剂入人实验者。探测器圆环在实验者的头部记录 γ 微粒由核同位素散发进入脑然后衰变的时间和部位，正电子放射X线体层照相术可以提供脑血流的变化图，这些测量导致了感觉、运动和认知脑功能的地方化。正电子放射X线体层照相术有几个不利之处，主要一个是它需要注射放射性追踪剂，这意味着，许多人无法作正电子放射X线体层照相术扫描，譬如孩子和育龄妇女，并且在扫描期间测量的次数有限。

另外一个技术，叫做**核磁共振**，是非侵入性的，不需要放射性物质。它允许任何年龄的人被扫描



左边：由E. M. I销售Beatles的唱片纪录获得的利润被用来帮助支付第一部脑扫描器，这和以后的机器使神经科学家对脑的研究有新的方式方法。右边：一台现代核磁共振扫描器。受试者躺在床上，移入磁铁圆环作扫描，需要30分钟到1个小时的时间。



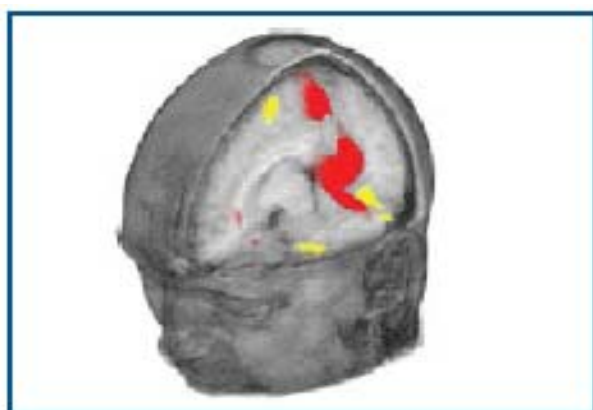
脑血管的图象。血流变化可被测出和作为神经活动指数。

。核磁共振可提供非常幼细的微粒的脑结构图象,新发展的叫做**扩散张量显象**的扫描器可显示白质纤维连接脑区的图象。

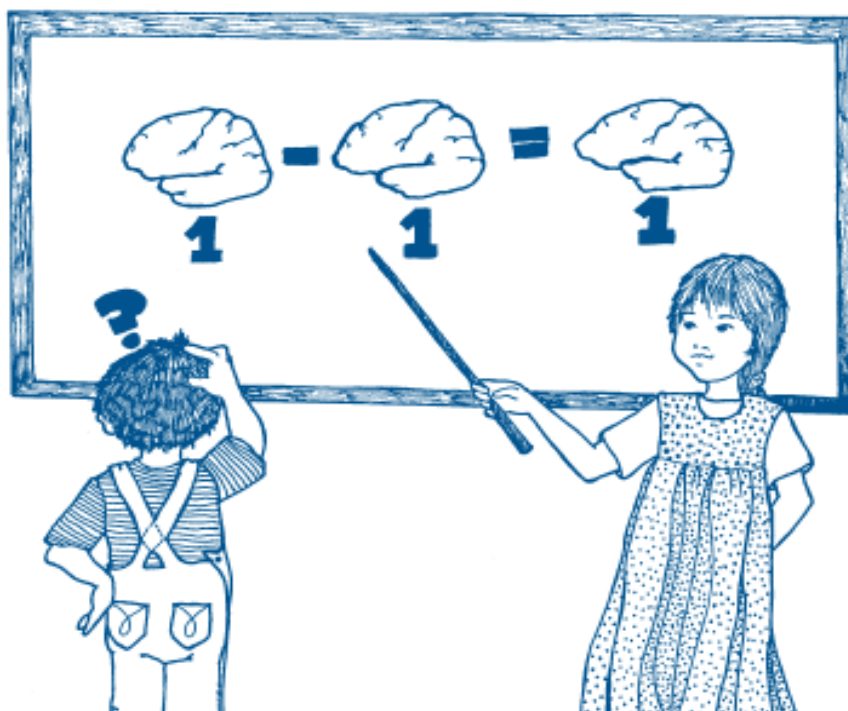
核磁共振的最扣人心弦的技术应用是提供脑功能的图象,这叫做**功能性核磁共振**。这个技术根据血中氧合血红蛋白和去氧合血红蛋白的磁性上的区别(因此在功能性核磁共振的信号称为**血液氧合水平依赖信号**)。当神经元的活动增加引起离子的移动导致需要能量的离子泵的激活时,有能量新陈代谢的增加和氧气消耗,这导致去氧合血红蛋白的增量和磁性信号的减弱。然而,氧气消耗增加后几秒钟内局部大脑血流增量。大脑血流量的增加超出氧气消耗量的增加量,因此,在氧合血红蛋白量相对地增加,信号增大。大脑血流增加的确切机制虽然尚未明,但相信与神经递质-相关的信号发出有关。

使用它

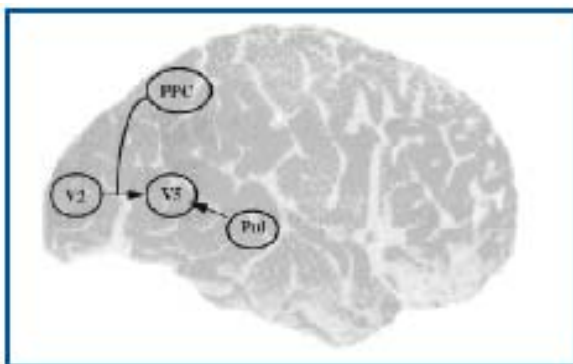
你大概是相当擅长于减数。但你曾经设法减去脑子吗?难怪那男孩看起来迷惑了(动画片)。脑在2和3维图象的减法对数据分析很重要。当人们进行严格受控制的任务时,多数功能性核磁共振的研究介入测量血液氧合水平依赖信号,在扫描期间,受试者躺在磁铁洞里,他们对刺激的行为反应被监测。刺激有多种,视觉方面,让受试者观看一个屏幕,听觉方面,通过耳机让受试者听取。它可验证不同的现象,例



通过计算机技术,由正电子放射X线体层照相术和核磁共振扫描器获得的图象确切地显示出脑血流发生变化的部位。

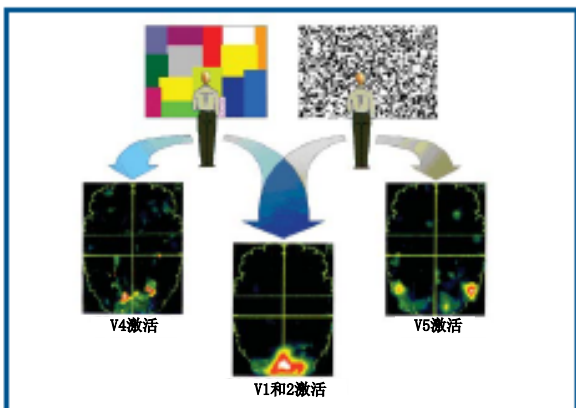


如感受、学习、记忆、思想或计划。通常设计二项非常相似的任务，一个紧跟在另一个之后，这想法是，第一任务应该是实验者感兴趣的，另一个则不是。之后获得的脑图象彼此被减去从而产生重要脑程序活动变化的2维图象，这些图象由计算机堆积产生3维图象的有效的减法(见前页的动画片)。新发展意味着非常简要的想法或脑事件(少至一两秒的过程)都可被测定，这就是与事件相关的功能性核磁共振。数据分析精密方法用来测试完成任务期间的信号变化在统计上是否可靠。一个广泛使用的分析方案使图象数据的处理规范化，它叫做统计参数测绘(SPM)，SPM图基于颜色，黄色为活动“最热的”范围，蓝色和黑色为“冷”区域。



V5区域的激活反映运动的感知，这个区域的输入来自皮层的V2区域和在脑更深部的枕部，顶骨后皮层(PPC)控制信息流程，有效的连通性分析使这些相对运作得以进行。

与新的神经心理和其它显象研究结果相结合，这多脑区介入导致对脑记忆系统理解的重新修正。并且，新数学技术被发展来看不同脑区的神经活动在复杂任务期间的互动和互联——以有效的连通性著名。这种测量法允许我们了解脑的区域怎么合作而不只是看到单独的功能热点，希望的是，这些新技术与高强度磁性能提供更加精确的图象，告诉我们关于神经元网络在感受、想法和行动的无线控制下如何交流。



一个人在扫描时显示不同的视觉图像，所有这些会引起初级视觉皮层V1和V2“发亮”，使用聪明的减法技术，显示了颜色处理(左边)是在V4区域，而行动处理(小点任意在屏幕活动—右边)激活V5区域。

当某些功能被运用时，脑显象科学家可毫无保留地指出“发亮”区域。如果一个人观看一个经常变化的棋盘样式，可观察到激活作用主要在视觉皮层，应用移动和有色样版激活视觉系统的不同的区域，给我们提供了不少关于人的视觉系统组织的新信息。相似的方法被用来研究其它感觉形式，定位思维方式也帮助辨认介入诵读的脑区——譬如变换视觉词成一个音系学代码、编组音素入整个一个单词、提取意思的过程，等等。任务学习也被研究了，包括期待痛觉和真正感觉得痛的脑区域的分离工作。

但是，随着研究的进行，有了各种各样的惊奇。一个早期的例子是意想不到的在长期记忆任务无法看到内侧颞叶发亮。然而，更新的测试范例——一些包括虚拟现实——显示记忆处理活动与其它区域有关，例如，额前皮层和楔前区。

研究尖端



Nikos Logothetis是一位年轻研究员，他对了解在脑内神经元的活动与脑显象实验的信号之间的关系做出主要贡献。

最近电子记录与功能性核磁共振结合的实验显示了突触活动和血液氧合水平依赖信号之比动作电位放电要有更加密切的关系，因此，与动作电位输出相比，血液氧合水平依赖信号是一个脑内突触处理更加可靠的指数。这对血液氧合水平依赖信号的解释就功能局部化来说有重要涵义。

