

偶然与必然、多变与适应、证实与证伪 ——谈生命科学研究中的哲学体验

Philosophic Thinking in the Study of Life Science

朱剑虹

(南京医学院第一附属医院、江苏省人民医院脑外科副主任医师)

“一个民族想要站在科学的最高峰，就一刻也不能没有理论思维”(恩格斯)。不管自觉或不自觉，科学工作者也总是在一定的哲学思维指导下前进。作为一个青年科学工作者，我头脑中常常在想，当代科学是在什么样的概念框架中发展的？什么是科学的方法？对于各种各样的理论和假说应该从什么样的角度去评价并选择？在科研工作中，我越来越感受到哲学的价值。因为学习哲学一方面使自己更深刻地理解科学的本质意义，激发起探索真理的信心和信念；另一方面哲学使我们解放思想，开拓科研思维，对实际工作有很大的帮助。这里谈谈自己的几点体会。

一、科学发现的偶然与必然

青年科学工作者中常常谈论科学中的机遇，希望自己能抓住机遇。确实，科学发现有时带有偶然性，也就是说“找到了不在找的东西”。我所从事的血脑屏障研究中就曾戏剧性地多次发生这类的事，偶然性导致了科学的发现。

所谓血脑屏障是指脑的毛细血管和身体其它部位的毛细血管不同，它能构成严密的屏障阻止多种物质从血液进入脑。这对维持脑内环境的稳定具有重要意义。然而这一重要机制的最初发现却起源于一次偶然的试验。100年前，德国诺贝尔奖金获得者 P.Ehrlich 在某次实验中偶然发现注入动物静脉的染料能使脑以外的所有器官染色，但却不能使脑染色。但他并没有重视这一现象，认为这是脑对染料的亲和力比其它组织低所致。但他的学生不太相信老师的这一解释。他将染料注入兔和狗的脑脊液中，这时染料很快就使整个脑子染色，但却没有进入血液使其它脏器染色。这说明不是脑子对染料没有亲和性，而是有某种屏障把中枢神经系统和血液分隔开来。由此导出了血脑屏障的新概念。这一发现对于理解脑

的生理内环境起了革命性的推动作用。由于血脑屏障的存在很多药物难以进入大脑，要治疗脑的疾病（如脑肿瘤等）就必须打开这一屏障。另一次偶然的发现又帮助人们找到了开放血脑屏障的方法。美国学者 Ropport 在进行脑血管造影实验中发现，造影后本来不能进入脑的染料，却使脑染上色了。开始以为是造影剂中碘的作用，后来认识到是造影剂的高渗性使血脑屏障开放了。从此发明了用高渗剂可逆性开放血脑屏障的方法。在我本人的研究中也偶有过偶然的发现。一次我们在用 CT 增强法进行血脑屏障开放研究中，偶然发现颈动脉注射小剂量高渗剂甘露醇可使脑的血流量明显增加，而这种使脑血流量增加的方法可以帮助治疗因脑缺血引起的中风，尤其是脑血管痉挛引起的脑供血不足。然而我们起初的研究目的是脑肿瘤治疗。上述事例说明偶然现象常常反映了事物的某些本质，深入研究会导致重要的科学发现和科学进步。

唯物辩证法告诉我们偶然性中包含着事物发展的必然性，即必然发生的基础。仔细想来，这些偶然的发现的基础包括几个方面：一是一定的知识积累；二是必要的技术设备条件；三是观察者的思想准备。而三者中后者更为重要。首先研究者应有一定的洞察力，思想上要注意反常。但有时研究者常常把反常忽略过去，失之交臂，只好事后惋惜。另外，思想概念的准备是有重要作用的。人们或多或少总是受着传统概念和理论的影响，当反常出现并和头脑中现有概念、理论不符时，首先想到的不是理论错了，而是实验或观察错了。有的科学家对现有的理论感到不足，因此什么都想试试，对新事物的出现就抱有强烈的好奇心和追究力。有时年轻人或新手思想束缚较少，他们对于新事物也就比较敏感，例如上述 P.Ehrlich 的学生就是如此。

辩证唯物主义哲学认为偶然和必然是对立的

统一，必然性常常通过偶然性表现出来。联系许多最新的科学发现，我越来越感觉到人类认识客观世界时出现的许多偶然性现象是和自然界很多变化本身就具有偶然性是相一致的。从当今宇宙学的观点看，重元素的发生、生命的起源、意识的出现，虽然在必然性上有一定的基础和条件，但它们的出现都带有一定的偶然性和不可预测性。随着科学的不断发展在研究自然现象必然性的同时，越来越多的科学家日益重视对自然界中偶然现象的研究。同时我们也应认识到通过偶然现象导致重要的科学发现在科学史上只是一个方面。另一方面自然界发展的突变性和连续性是同时存在的，是对立的统一，因此科学发现和科学进步也就必然表现为偶然和必然的统一。因此一个成功的科学工作者必须同时具有重视传统和反对偶像崇拜两方面的品格，并在两者之间保持必要的“张力”。

二、生命的辩证法

在工作中我体会到科学工作者最容易理解辩证法，也最需要辩证法。我觉得，我头脑中的辩证法知识一半来自书本，一半来自科学工作本身。我是一个临床脑外科医生，工作中我需要经常观察病人的各种生命体征，如心率、呼吸、血压、体温等。我有时会发现临床观察和原来所学的医学理论不太一致。传统医学认为疾病和衰老都是起源于对正常、有序系统的压力，这种压力会干扰人体的正常周期节律，从而降低了有序性。而我在临床上常发现，当心脏和神经系统处于健康或年青时期，它们可能表现出最大程度的游走性和多变性。和一般直觉相反，日益增强的规律行为往往伴随着衰老和疾病。最近美国科学工作者在一项研究报告中认为不规则性和不可预见性是健康的重要特征，而另一方面多变性的降低和周期性的增强却和许多疾病相联系，并用非线性动力学上的术语“混沌”来描述这种生理状态下的无序性。直觉常使人们觉得，在静止状态下，人的心脏跳动似乎大致保持恒定。然而更仔细的分析表明健康人的心率甚至在静止状态下也有很大的波动。当我们记录正常人静止状态 24 小时的心率变化时就会发现，心率的曲线是凸凹不平和不规则的，并表现出非线性动力学上混沌的特性及长时间变化不规则性和短时间变化不规则性之间有自相似性。这表明控制心率的机制是处于一种固有的混沌状态。换句话说，甚至在没有任何外部刺激条件下心率也呈现出相当大的变化，而不是处于一种稳定的平衡状态。健康心脏跳动的这种混沌状态起源于神经系统，交感神经和迷走神经之间相互竞争的作用造成了这种不规

则性。最近有关正常人脑电图分析的研究表明混沌也是神经系统固有的正常特征之一。人体激素分泌的变化也存在着明显的混沌性波动。而许多疾病表现为日益增强的周期性行为，而且变化程度越来越下降。人们发现心脏病患者在发病之前数分钟到数日内心律常常变得比正常人更少变化。有时是出现高度周期性的速率振荡之后心脏就突然停止跳动。此外，癫痫，帕金森氏病等神经系统疾病也可能表现出丧失多变性或出现病理周期性。在正常情况下，健康人的白血球数的逐日变化呈现混沌的特点，而某些白血病病例白细胞则是周期性改变。为什么体内功能的多变性或混沌标志着健康而多变性的下降、周期性行为却可能预示着疾病呢？开始时我们百思不解。辩证法告诉我们，客观世界的变化是绝对的，静止或平稳是相对的。心脏和神经系统的这种多变性动态特征使它具有高度的适应性和灵活性。这种灵活性使得健康机体可以应付自然界中不可预见的多变性环境。大自然本身的多变性在生物进化过程中必然反映到生物机体的功能上，因为越适应大自然多变性的生物越能在生存竞争中保存下来。大自然的辩证法反映到了生命的辩证法中去，在认识生命辩证法的过程中，我们头脑中也就增强了辩证法思想，因为客观总是要反映到主观中去的。当用辩证法的观点研究生命现象中的非线性动力学时，我们认识到，人体作为一个开放系统，一些生理功能的多变性运动或混沌状态是有着重要的生物学意义的，它使整个系统的抗干扰能力增加，适应性增强。可以说：科学工作者头脑中的辩证法常常不是被灌输进去的，而是在科学本身的辩证法中吸取的，并又反过来指导科学研究。

三、科学中的证实与证伪

科学研究中，科学的理论和假设必须经过检验，“实践是检验真理的唯一标准”。但在进行验证时在科学方法上有证实和证伪两种。以前我认为一个理论只要经过“证实”的检验就可以了。学习了哲学以后我认识到证伪在某种程度上有着更重要的科学意义。因为唯物辩证法认为否定之否定比简单的肯定有着更深层的意义。从科学哲学上看，证实是归纳逻辑的表现，有时前提的真不一定传递到结论上；而证伪是演绎逻辑的一种特殊形式，它是一种否定后件的推理，结论的假必然要传递到前提上。一些科学哲学家甚至认为一个理论的科学地位的判据是它的可证伪性。科学理论的可证伪性是指从该理论推导出的结论在逻辑上或原则上有可能与一或一组实验观察发生抵触。如爱因斯坦从他的相对论推论出一些可观测

的效应,比如光线经过强引力场的附近会发生弯曲。这个推断是人们从未想到过的预见,如果这个效应观测不到就会构成对这个理论的反驳。1919年有一次日全蚀,英国科学家确实观察到星光在太阳附近有弯曲,从而从证伪的角度论证了相对论的正确性。

我在自己的科研实践中也遇到过证实和证伪的问题。在进行脑肿瘤的治疗研究时,我们用抗脑肿瘤单克隆抗体交联药物弹头对脑肿瘤作导向治疗。这样药物就具有特异性作用只杀伤脑肿瘤,而不杀伤正常细胞。在一次学术会议上报告了我们的研究成果,我们用很多指标来证实我们研制的导向药物具有抗肿瘤特异性。会后,在同一位日本教授讨论时,他说:“你的论文工作做得很好,你从证实的角度进行了很多实验,证明了药物的特异性,但你没有从证伪的角度提供更有力的证据。”我马上意识到我们的实验还不够全面。证实再多也不能代替证伪。于是我从证伪的角度设计了一组实验。因为单克隆抗体的特异性是来源于抗原抗体结合的特异性,如果我们把抗原封闭起来,抗体的特异性就应该没有了,如果还有,就说明我们理论被证伪了。实验结果是随着封闭抗体浓度的增加,导向药物的特异性杀伤力随即下降。当我们在第九届世界神经外科大会发表我们的论文时,受到了许多世界著名学者的好评。其中有一点就是认为我们实验做得很全面,从证实和证伪的不同角度显示了导向药物的高度特异性,是令人信服的。我在这次大会上被世界神经外科联合会(WFNS)授予“世界青年神经外科医师大奖”第一名。这也是我国学者第一次获得该项大奖。

证伪的思维方法不但有助于判断和评价科学的理论和假设,而且可以为科学家提供新的思路,导致重要的科学发现和发明。证伪方法中一个很重要的特点就是当你提出某个设想或理论时,必须规定在什么条件下你的设想可能被证伪,即可能出错。最近分子生物学中一项很重要的PCR技术的发明就是和发明者头脑中的证伪思维有关。PCR又称聚合酶链式反应,借助于它只要用一个DNA分子就能在一个下午扩增出1 000亿个同样的分子。这样有价值的技术是怎样发明的呢?而且在发明出来之前15年,实现

PCR的一切条件已经具备,可人们为什么没有想到它呢?发明者美国的Mullis最近说:这种简单得令人惊奇、可以无限量扩增DNA片段的方法是在完全意想不到的情况下,即驾车行驶在月光下的加利福尼亚山间公路上想出来的。而且当时他是在想设计一种测定DNA分子上核苷酸定序化的技术。他说“当时我思考着如何打开新的思路,设想各种可能使我的碱基定序化试验出现差错的种种问题”,也就是说他不断在试图证伪他的设计。他想到DNA样品中可能会有游离的核苷酸三磷酸盐,这样他的设计就可能出错,于是就想了很多办法去除掉游离的核苷酸。“我几乎每行驶一英里就萌发出一个可能的解决方法,随即又被否定了。后来我突然产生了一个从美学和经济学角度都不错的方法,分两次使用DNA聚合酶,也就是预先做一个假反应,使游离核苷酸结合到DNA上,随即加热使它们分离,再进行真反应。”但他又从证伪思维出发去想,假反应中如果延伸出许多碱基怎么办?如果延伸足以形成一条DNA链,将怎样呢?他突然醒悟到,实际上假反应将会使样品里的DNA分子加倍!他算到2的20次方是100万。也就是说只要重复20次试验,基因就扩增了100万倍。当他在实验室里证实重复20次就扩增100万倍后,PCR技术也就此诞生了。当许多分子生物学家看到PCR技术是如此简单,第一个反应几乎都是:“我怎么没有想到呢?”其实Mullis先生是在证伪另一个设计中发明了PCR技术。PCR的技术发明对我注意应用哲学思想是一个很好的启发。科学发现的偶然性其实就是在谋求某个确定目标的活动中不经意地为另一种自然现象的发生和观测造就了必然条件,随后又从这种不期而遇的偶然现象中发觉了某种必然性。证实、证伪科学方法的辩证运用有时可使我们开拓思路,去伪存真,最终导致发现和发明。良好的哲学思维是一个科学工作者最重要的素质之一。作为青年科学工作者,我们应该注意学习哲学,解放思想,开拓思维,用我们的智慧和创造使我们中华民族为世界科学的发展作出应有的贡献。

(责任编辑 蔡德诚)