

学习的生理基础

田 纲 祁乃成 著

科学技术文献出版社

(京) 新登字130号

内 容 简 介

《学习的生理基础》是作者根据30多年来对人类学习的生理特点的研究并参考有关文献写成的专著。本书包括生得的活动和行为，解剖生理素质与学习，刺激与感觉，记忆与学习，注意与学习，感情、兴趣与学习，条件学习，试行学习，学习的基本规律等内容。据查，从人类生理的角度系统地阐述学习问题，在国内外尚属首次。

本书可供教育科学与心理科学的研究人员、师范院校师生以及中小学的干部、教师参考。

学习的生理基础

田 纲 祁乃成 著

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号 邮政编码100038)

北京昌平星城印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092毫米 32开本 8.5印张 182千字

1992年6月第1版 1992年 6月第1次印刷

印数：1—2100册

社科新书目：296—174

ISBN 7-5023-1634-5/G·441

定 价：7.00元

前 言

什么是学习？答案是各式各样的。我们通常把读书、听讲、练习和进行实验等活动叫做学习。其实，耳濡目染，在社会和生活实践中使人的思想、行为发生变化的过程，无一不是学习。所谓“活到老，学到老”，正是说明人的一生是在学习中度过的。因为人是生活在一个发展变化的社会环境中，无论你是自觉还是不自觉，总要随着社会环境的发展变化而调整着个人的认识和行动。也就是说衣、食、住、行，生活习惯，待人接物，对待某一事物的好恶等等，都是学习来的。虽然如此，对青少年来说，学校学习则是其主要方面。因此，我们在这里讨论“学习”，也就侧重于这方面了。

在我国，九年义务制教育正在实施，未来的全部青少年都将从九年义务教育中获得包括品德、智力、体质的全面训练，使其发展成为有道德、有理想、有文化和守纪律的一代新人。九年义务制教育的内容和教育方法，一方面取决于我国社会主义现代化建设的需要，一方面也必须遵循青少年身心发展的基本特点。为此，了解和掌握青少年的学习规律，则成为广大教育工作者应该研究和探讨的课题，以便不断地改革教育内容和教育方法，使青少年的学习更具成效。

“以教师为主导，以学生为主体”的提法，反映了教与学这一对主要矛盾的双边关系。教的目的是引导或指导学生学好，学生要学好必须主动地自觉地学习。遗憾的是，对此，

目前我们还没能很好地解决。不管学生是否能接受，硬把所教内容塞给学生的教法，被动地接受知识，甚至厌学，这些现象还相当普遍。要解决这一问题，首先要求教师要充分了解学生学习中的基本特点，并根据这一特点进行教育内容和教育方法的改革，循循善诱地引导学生，启发他们学习的自觉性，指导他们主动地学习，这是教师主导作用的真正体现。至于学生在教学中的主体作用，虽然在众多的教育学的教学论中提出了种种不同的教学原则可资借鉴，但大多是从教师怎样教的角度提出来的，不能完全适合如何指导学生怎样学的需要；众多的心理学中，虽然在不同程度上涉及到了学生的学习原则与规律，但由于不同学派的不同观点，致使广大教育工作者莫衷一是，从而影响了教育教学目的的更好完成。

经过多年的思考与实践，结合我国的实际情况，试图在“学习”这一领域内，探索一些规律性的东西，则是本书撰写的初衷，能否达到这一目的，还需广大读者从理论和实践中加以检验、品评，以期使其完善起来。

作者

1991年6月

目 录

第一章 学习的概念	(1)
一、人和动物的两种活动.....	(1)
二、复杂多致的生得活动.....	(3)
三、本能活动及其发生与发展.....	(6)
四、在本能基础上形成的学习.....	(11)
第二章 学习的内在因素	(14)
一、人的整体发育与学习.....	(14)
二、神经系统是学习的主导因素.....	(18)
三、情感、兴趣与学习.....	(45)
四、人的本质差异与学习.....	(55)
五、外界条件转化来的学习内因.....	(64)
第三章 学习的外界条件	(67)
一、学习对象以外的外部因素.....	(67)
二、刺激.....	(71)
三、激发性刺激.....	(81)
第四章 记忆与学习	(88)
一、记忆的基本过程.....	(88)
二、记忆的种类.....	(90)
三、记忆的生理机制.....	(93)
四、遗忘.....	(102)
五、遗忘的防止.....	(107)

第五章 注意与学习	(111)
一、注意的概念及其表现	(111)
二、注意的种类	(114)
三、注意的生理过程	(118)
四、注意力的保持	(124)
第六章 学习的类型	(134)
一、条件学习	(134)
二、试行学习	(156)
三、其他类型的学习	(175)
第七章 学习理论研究的现状	(190)
一、行为生物学与行为生理的研究	(190)
二、实验心理学及认识论的研究	(199)
三、对学习记忆研究的展望	(216)
第八章 学习规律与教学	(219)
一、学习的发展基础	(223)
二、学习的动机、兴趣与主动学习	(240)
三、学习的螺旋式上升	(247)
四、学习的强化性原则	(256)

第一章 学习的概念

人和动物尽管在学习的主动性上，在学习内容的复杂性上，有很大差别，但都可以进行学习，在这一点上是共同的。为了弄清学习这一活动是怎样发展的，以及如何给“学习”下一恰当定义，对其进行生理学和生物演化方面的考察是必要的。

一、人和动物的两种活动

人和动物的各式各样活动，无论是表露在外的，或机体内部的，以至“心理”的活动，不外乎两大类：一类是先天获得的所谓“生得的活动”，一类是在后天经验中获得的所谓“习得的活动”。习得活动的获得过程就是学习。

生得的活动也好，习得的活动也好，都有它们产生的因素，一是机体内部的因素，一是机体外部条件的变化。这里所说的内部因素，是指机体结构功能上的固定素质；外部条件变化是指刺激因素。例如，把食物放在嘴里，由于食物的味道、软硬程度等都是刺激因素，它作用于口腔内的感受器（能接受这些刺激的装置），而后才能发生流唾液的反应。所以，这种活动的外部因素是食物刺激，而内部因素则是通过感受装置活动引起一系列的神经活动，最后把这个刺激信息传到分泌唾液的腺体，使唾液大量分泌。具备了这两个因素

才能产生活动。

生得的活动，它的内部因素是先天的遗传的具体结构或固定的装置所形成的。所以，由于口腔受食物刺激而流唾液的活动是生得的活动。通常我们还可以看到另外一种现象：从未吃过酸梅的人，初次见到酸梅，只会引起对它的好奇与观察（这种好奇与观察活动，也是生得的活动），但当他吃过酸梅以后，再见到酸梅时就会流唾液，这时流唾液的活动就成为习得的活动了。

习得活动的感受器不是口腔内的感受器，而是视感受器。与视感受器兴奋直接相联系的固定的反应结构不是流唾液，而是看到的酸梅，虽然只是看到酸梅却引起了流唾液的反应。这说明活动的内部因素发生了变化，是由于吃过酸梅及对酸梅“认识”的经验引起的。

生得活动与习得活动都要有内外因素的表现存在，不同的是，生得活动是由于先天形成的固有结构功能对刺激的固定反应，因此它具有种族的特点。例如，人口腔内遇到酸刺激都会流唾液；园蜘蛛都会织网；蜜蜂都会营巢等等。而习得活动，则只能在后天经过学习的个体中产生，也就是同一种类内的不同个体习得的活动不同。例如，不同个体的狗经过不同的训练，就会具有不同的习得活动，有的会“算术”，有的会钻圈等等，因此，它具有个体的特点。习得活动的关键在于训练条件（学习）。

是不是无论动物是高等的还是低等的，在相同的训练条件下，都能学到同一性质的活动呢？答案是否定的。这是由于习得活动是机体固有结构功能发生变化的结果，所以，这种变化本身存在着可能与不可能的区别。有的动物可以学到

比较复杂的活动，有的动物只能学到比较简单的活动。总之，不同种动物之间存在着学习能力的差异。高等动物和人相比较，这种差异主要是神经系统，特别是被脑的结构与功能所决定。

个体之间的学习能力也不可能完全一致，但学习的基本能力相差不是很大。个体之间学习能力的差异除神经系统结构功能因素外，与个体出生后的环境因素有关。例如，人在人类社会中生长发育，学习能力不会有太大差别；从小被狼养大的狼孩，与普通儿童相比，学习能力就相差悬殊了。

综上所述，我们可以看到，生得的活动和能力，是习得的活动和能力的基础；反过来，习得活动的产生与后天学习的发展；也会影响生得活动长期历史的进化。否则，无法解释人以及动物界已经存在的各式各样复杂的生得活动的来源。

二、复杂多致的生得活动

生得活动可以分为三大类：趋向与背向活动、反射活动和本能活动。

趋向与背向是指对某些刺激发生全身趋向性的活动或背离性的活动而言。由于低等动物本身结构功能的原始，有时趋向、背向活动与反射活动很难区分。特别是那些尚无神经系统的动物的主要活动方式。例如，草履虫、绿眼虫等，有趋向光源处移动的趋光性；有背离某些化学物质刺激的背化性。在高等动物的某些种类中，当其神经系统还没有完成发育的阶段，这种趋性与背性也常常被发现，例如，用初生尚

未睁眼的小鼠做实验，可以发现它有背光和趋触活动（趋触是指对所接触的物体发生趋附反应）。应该指出的是，小鼠这种背光和趋触活动，是发生在神经系统没有完成发育的阶段。所以，我们只要提到趋性和背性，一般是指低等动物对刺激反应的低级反应形式，有了神经系统的动物体，它对刺激的反应形式则属于反射活动了。

简单的反射活动，在只有网状神经系统的腔肠动物中是可以观察到的，例如，用机械刺激作用于水螅的触手，如果刺激微弱象水蚤的游动那样，触手伸长企图把刺激物抓住；如果刺激猛烈，触手缩回，甚至全身蜷缩成团。初看似乎象是趋、背向活动，但它比趋、背向活动更迅速、更准确，加之水螅已出现了神经网络，虽然没有神经中枢，还是可以把它看成是简单的反射活动。

有了神经中枢的动物，神经系统的结构就可以分出有专管刺激信息传入中枢的传入神经元和传出信息使反应装置发生运动的传出神经元。复杂的中枢结构中，在传入神经元之间，还插入中间神经元或中间神经元的网络。所以，完整的反射活动是由感受器、传入神经、中枢、传出神经和效应器等五部分组成。

以人和动物的瞳孔反射为例，弱光的刺激作用于视网膜。引起视神经的信息传入，到相应的中枢，交换成传出神经，支配瞳孔的散大肌活动，使瞳孔扩大；强光的刺激则支配瞳孔的括约肌活动，使瞳孔缩小。这种反应是天生的固有反应，五个组成部分的联系是固定的，视器官和神经系统的结构是先天组织好了的。我们人类这种活动很多，凡是神经直接支配的活动，几乎全是反射活动。例如，心脏活动、肠

胃道运动、消化液分泌、血管口径的变化等以及肢体对刺激的直接应答反射等。

我们常常遇到这种情况，可以不加思索地“自动”完成某些动作。例如，正在走路时，迎面飞来一个皮球，可以低头躲过；走路时不留心被石块绊了一下，可以自然地找到重心不致跌倒；腿上突然落下一只飞虫，顺手便可以把它拂掉等等，这些活动都是在无意识之中进行的，都是简单的反射活动。虽然是简单的反射活动，但这些反射活动的中枢可以在瞬间辨别刺激的来源并发出指令，使许多参与活动的肌肉协调地运动起来，不仅迅速地对刺激发生反应，还使反应具有一定的准确性和协调性。

复杂的反射活动是许多简单反射的连锁活动。例如，吞咽反射，当食物团或饮水等到达口腔后方，唇紧闭，两颊紧缩，舌向上压，悬雍垂向后上方活动，鼻咽孔被堵塞，喉头上举，喉管的开口处被堵塞，咽头扩张形成阴压，才使食物或水进入食道。这一系列的活动秩序井然地在瞬间完成。其中任何一个动作都是一个简单的反射活动，这许多简单反射形成了一个配合密切、有规律的活动整体。它们之间所以能够紧密连接，常常依赖前一活动结果或活动过程中的肌收缩变化形成肌本身感受装置的刺激，或周围其他感受器的刺激，从而形成新的传入冲动所引起下一活动的动因。这对反射活动的协调性、准确性以及一系列连锁活动都是十分重要的。我们把一个活动的产生作为神经系统的新的输入叫做反馈。神经系统的反馈装置是使反射活动协调产生连续性的主要结构。

依靠各种反馈活动，神经系统可以完成各种“自动调

节”的功能。例如，当人的血压上升或下降时，在血管内的压力感受器就会发生兴奋变化，通过神经的传入，使血压调节的中枢兴奋，进而调节血压，使之趋于正常，血中 CO_2 量变化时，会使血管内化学感受器兴奋，从而调节了血流量、流速以及压力，使之适于对 O_2 及 CO_2 运输的要求。不仅神经系统本身依靠反馈活动调节各种反射活动，就连内分泌系统的分泌活动，不论其是否直接与神经调节有关，也主要是依靠反馈来进行调节的。例如，血中某种激素量的多少，常成为调节该内分泌腺活动的动因。对高等动物和人来说，这种调节也间接地受神经支配。

还有许多复杂的生得活动，我们习惯上叫它们做“本能活动”。有些本能活动的过程与神经系统结构的关系，目前我们还不十分清楚，尽管有的环节不清楚，但是我们说本能活动是一个复杂的反射活动的连锁是有充分根据的，因为神经系统的基本功能就是反射活动。巴甫洛夫即把简单的反射活动和本能活动统称为“非条件反射”不无道理。

习得活动是在本能活动的基础上发展起来的产物。因此，对本能活动作进一步地分析，将更加有利于说明习得活动的获得过程的规律。

三、本能活动及其发生与发展

本能活动是在适应其生活环境中经过长期演化所形成的。作为生物机体的基本规律，是它本身的整体性及其与生活环境的统一性。整体性与环境相统一的特点是合乎个体与种族生存的合目的性*的具体表现。所以，不论是生得的活

动，还是习得的活动，应该说都有其一定的合目的性。也就是说，机体的本能活动，是在长期历史的发展进程中适应其生活环境的产物，并不是生物自我意识或是某种神秘力量所创造的，是与机体的生存息息相关的。

我们通常把本能活动分为：基于生理需求的本能活动，基于群栖与社会生活需求的本能活动，以及其他种种本能活动。

（一）基于生理需求的本能活动

基于生理需求的本能活动，大体上可分为三大类：与取得营养、食物有关的本能活动；与保存个体生命免于受伤害有关的本能活动；与种族繁衍有关的本能活动。

第一类，即索饵本能。它包括猎取或寻觅食物，保存以及分辨食物等多种活动。不同种类动物都有独特的本领，园蜘蛛结网捕捉昆虫，猫头鹰捕捉田鼠等等，都是极其明显的实例。但是，有些活动究竟是属于本能的还是后天学习的，并不是易于分辨的，往往需要通过从动物初生即隔离饲养来进行观察与辨别。例如，非洲的一种兀鹰，喜食鸵鸟蛋，遇到鸵鸟蛋，它便叼起一个石块，从高空把石块抛下击破蛋壳而后取食。经过隔离饲养长大后的兀鹰，也会用石块把鸵鸟蛋击破取食，这说明用石块击破鸵鸟蛋的复杂活动是一种本能活动。又如，猫吃老鼠，通常我们认为这一活动是本能活动，实验证明，它是后天学习来的。如果从小把猫和老鼠养在一起，它们之间能和睦相处，只有小猫看到过大猫捕食老

*生物的各种组织结构，生命、生活特点，都具有其合理性。这种合理性就是合乎生存目的的所谓“合目的性”。这与认为生物体都能有目的地决定其结构功能的目的论，完全不同。

鼠后才捕食老鼠。这里有必要说明的是，野生的肉食动物的捕猎行动是属于本能活动的，与家养的猫吃老鼠不能等同看待。

第二类，即性本能与育儿本能。这一本能活动随动物种类的不同而不同。

从性本能来看，有些雄鸟在交配前在雌鸟面前跳舞；有的显示美丽的羽毛；有的显示优美的歌喉。一种棘鱼，雄鱼到发情期，腹部产生红色，当遇到腹部膨大的雌鱼即跳起求婚舞，雌鱼遇此情景与之接近，而后雄鱼把雌鱼带至它事先营造好的巢附近，并游来游去指示巢的入口，雌鱼进巢排卵，然后雄鱼在卵上排精。这一系列行动形成了固定的程序，如果顺序被打乱，全部活动便不能完成，则需重新再来。

从育儿本能来看，动物越是高等，幼儿本能越是精致。卵生动物一般具有保护受精卵的本能，鸟类较为典型，当它们的卵产到足够一次的孵化量时，把卵集到一起进行孵化。在孵化过程中，还不断地转动每个卵，以使其受热均匀；如果孵化期有敌害接近，它们会发生威吓的声音以赶走敌害；孵化期内除了摄食、排便以外是不肯离开的。至于哺育幼雏和带领幼雏觅食也都是不必经过学习而进行的。动物的育儿本能是与动物的生活习性、幼儿的生长发育特点相适应的。例如，草食动物不能营巢，其幼仔出生多能自己行动、奔跑等；肉食动物的幼仔出生后多不能独立生活，需在母体抚育下经过一段时间以后才能自己行动、奔跑等。

第三类，即防御本能。无论消极防御，还是积极防御，其结果都是要免于自身受到伤害。防御本能的表现是各式各

样的，例如，呆伏不动的装死；向刺激相反方向的逃避；向刺激对象发出警告叫声或威吓姿势；向刺激对象进行攻击等等。防御本能多是按固定顺序进行的。例如，雄鸡对突来的刺激，先是不动，继而引颈观察，当刺激靠近时，它羽毛乍起显示威吓动作，刺激再靠近时，它便高声鸣叫着飞奔而去。

(二) 基于群栖与社会生活需求的本能活动

严格地说，只有人类才有真正的社会生活。但是，有些群栖的动物确实有其一定的组织结构和不同的“社会”分工。我们熟悉的蜂、蚁之类是如此，其他的群栖动物，也常常有其“首领”和种群之间“占据地盘”的划分。这许多现象，连同群栖本身，都与上述的三类生存本能的完善化有关，是保护种族，使种族繁衍的自然演化与发展的产物。

有利于群栖生活的活动，最主要的是个体之间的彼此的通讯联系活动。不同种的动物，它们个体之间的通讯方式不尽相同，有的使用不同的叫声；有的运用不同的体态姿势；有的放出各种各样的气味等等，通过这些来向同类表达有关的信息内容，借以形成区分同类、寻觅食物、躲避敌害等共同行动的信号。例如，蜜蜂的跳舞姿式可以告诉同伴们蜜源的方向及距离；蚂蚁释放的带有特殊气味的物质可以指示同伴们找到食物的途径；雁群中担任警戒的雁的长鸣可以唤起同伴们急速起飞逃避敌害等等，所有这一切都属于本能活动。

猿猴、猩猩之类群栖的生活活动更加复杂。例如，同族之间相互摩抚，既表示友好，也表示甘愿顺从对方的意思，

这种现象是表现在种群相对稳定的时候，一旦需更换“首领”时，则出现另一种情况：健壮的雄猴个体之间展开激烈地搏斗，当胜负分晓之后，胜利者表现出特定的姿式，让同群的全部成员承认它的首领地位，实现以后，种群内才又恢复其平静的生活。这种现象虽然复杂，但它同样是属于本能活动。

（三）其他的各类本能活动

凡不是与个体或群体生存直接相关的本能活动都可以归为其他本能活动。但是，这些活动的结果也能找到与生存有间接的关系。突出的实例是动物对新异环境的探索行动和某些幼小动物的游戏活动。

动物在一个新异的环境中，往往四处探索，这种探索既非寻觅食物，又非寻找同伴儿，可以通过实验证实它确实是在对新环境进行“了解”。有人认为这是一种冀求自由的反应，就象把野生的动物放在笼中，它们总是左碰右撞地想逃出笼外，以期得到自由似的。总之，不论它们是寻求自由也好，还是在“了解”新环境也好，都找不到与“生存”有什么直接关系，至多是能分析出与“生存”的间接关系来。

幼小动物的游戏也是一种本能活动。游戏就更难说它与“生存”有什么直接或间接关系了。很多实验证明，它虽无直接关系，但有间接关系，这就是在复杂的环境中，进行多种游戏的个体，与在单调环境中很少游戏的个体，它们脑的发育是不同的，前者的发育程度要好于后者。

探索行动，游戏活动，可以由本能活动发展到习得活动。例如，警犬是在它先天的灵敏的嗅觉探索道路、寻觅食

物踪迹的本能活动基础上，加以训练（学习）驯成的。

人类在婴儿期起初发出哼呀声音、伸手、蹬腿等等，都是初期的游戏，这是本能活动；后来经过模仿可以进行手指一伸一屈的“抓挠”；到幼儿期可以搭积木等等。这“抓挠”、搭积木等等较为复杂的游戏则是后天学习来的。所以，游戏对人来说是进行某些复杂学习的重要基础。因此，在幼儿教育中游戏的作用是不容忽视的。

综上所述，种种本能活动与动物的生存与发展有着直接或间接的联系，都有其合乎目的性的特点。从没有神经系统的趋、背活动，到有神经系统的反射活动以及作为复杂的反射连锁的本能活动，都是动物体在适应生活条件中长期历史演化的结果。在这里面，结构与功能的相互关系是值得注意的，由简单的趋、背活动，到复杂的本能活动，都是以其固有的组织结构为基础。生活环境的变化，首先是功能发生适应性的变化，而后使固有的结构发生可塑性变化，如果这种变化经过若干世代的重复，从而影响了遗传物质时，就有可能形成新的本能。我们还看到功能、结构的变化过程，就是学习的过程，所以，后天的习得活动与先天的生得活动之间，从历史演化上看也是互为因果关系的。从动物实验来看，则更清楚地表明学习是在本能的基础上进行的。

四、在本能基础上形成的学习

为了探寻学习的动因，不妨接受“凡是动物的活动都有其内驱力（活动的动机）”的假设。初次接触“内驱力”，很容易误解为动物的活动是有目的的，因而认为这是唯心的假