

中外科学家发明家丛书

巴甫洛夫



中国国际广播出版社



44-655
453B-7 · 092

中外科学家发明家丛书

巴甫洛夫

高志敏 编著

目 录

- 一、学生时代 (1)
- 二、“巴甫洛夫神经” (7)
- 三、揭示消化生理的秘密 (14)
- 四、条件反射学说 (21)
- 五、神经类型和两个信号系统的学说 (29)
- 六、巴甫洛夫的思想言行 (36)

伊凡·彼得洛维奇·巴甫洛夫，是著名的俄国生理学家，被誉为“世界生理学家的领袖”，生于1849年，卒于1936年。巴甫洛夫在心脏生理、消化生理和高级神经活动生理等三个领域的研究有重大贡献。他的研究证明，温血动物心脏有特殊的营养性神经，能使心跳变化。他证明，消化系统与大脑皮质的调节关系。他还研究了高级神经活动的条件反射，对于医学、心理学等都有重大影响。晚年，从事第二信号系统的研究。

一、学生时代

伊凡·彼得洛维奇·巴甫洛夫，1849年9月26日出生于俄国中部小城梁赞城。他的曾祖父和祖父都是当地的贫苦农民；他的父亲彼得·德米特利叶维奇·巴甫洛夫是一个贫穷教区的青年牧师。

彼得牧师家的生活并不宽裕，迫使自己种点蔬菜和果树，他的妻子则替人家做包饭，每天增加收入点戈比，以贴补家用。

巴甫洛夫是家中的长子，从小就帮着父亲在菜园和果园里工作，帮着母亲料理家务，他是父母的好帮手。他热爱劳动，又十分懂事。有一次，巴甫洛夫和伙伴们一起到森林里去采野果和蘑菇，许多小孩子随采随吃，小巴甫洛夫却把采到的东西装满了一篮子，带回家同父母弟妹一起享用。对于体力劳动和运动的爱好，在巴甫洛夫的一生中，始终不曾有

过改变。掘土施肥、铺设和清扫园径、种植花卉、骑自行车、划船、游泳等都是巴甫洛夫的嗜好。他常说体力劳动和运动使他很感到“肌肉的愉快”。

巴甫洛夫的父亲秉性正直，酷爱读书。他省吃俭用，挤出钱来购买了许多进步书籍，如别林斯基、赫尔岑、车尔尼雪夫斯基等人的著作。彼得牧师阅读这些反沙皇书刊，遭到梁赞城一些反动官吏的反对，以至于连小巴甫洛夫7岁时发生的一次意外——他从高墙上跌到石子路上，被摔成重伤，病了很久，也被官吏们幸灾乐祸的嘲笑为是彼得牧师读那些进步书刊的“报应”。

由于跌断了腿骨，小巴甫洛夫11岁才上学。他进的是梁赞教会小学，毕业后，升入当地的教会中学。这所学校的教师中有几位拥护当时的进步思想，他们深刻地影响了小巴甫洛夫。教会中学里教的主要是神学，巴甫洛夫一有空就爬到阁楼上，阅读父亲藏在那里的进步书籍。父亲忠告他的儿子：每一本书，都要连着读两遍，以后还要经常再去读它。这句话，巴甫洛夫一生一直遵循着，而且他还教导他的学生们也这样做。

19世纪60年代，俄国伟大的民主思想家和启发者别林斯基、赫尔岑、车尔尼雪夫斯基、杜勃罗留波夫、比萨列夫等对社会生活和科学上的反动思想进行艰苦的斗争，他们旨在唤醒群众自觉争取自由、争取实现崇高的进步理想。他们也在自然科学，尤其在生物学方面传播唯物论的观点。车尔尼雪夫斯基的“不怕恶势力、不怕强暴、不怕屠杀！”的无畏

精神使巴甫洛夫深受感动。比萨列夫特别强调自然科学的作用，认为普及科学就能消灭贫穷和愚昧。巴甫洛夫后来在《自传》中回忆道：“在 60 年代的文化，尤其是在比萨列夫著作的影响下，我们学习的兴趣都转向自然科学方面了；我们中间有许多人，包括我自己在内，决定将来在大学里攻读自然科学。”那时候巴甫诺夫深受“俄国生理学之父”伊·米·谢切诺夫的伟大著作《大脑反射》的影响，对他唯物世界观的形成和一生致力于生理学，尤其是高级神经活动方面的研究，起了重要的作用。

小巴甫洛夫出生于一个虔诚的宗教家庭，但他不相信“上帝”的存在。他曾对他的弟弟和朋友说过这样的话：“如果一切都是由上帝创造的话。那么上帝又是谁创造的呢？”年青的巴甫洛夫坚决拒绝宗教职业，尽管这是教会学校毕业生的一般命运。1870 年，当巴甫洛夫得知未读完中学最后一年课程的学生也准予投考大学时，便毅然放弃了再过一年就可以得到的中学毕业文凭。他和他的兄弟德米特里来到彼得堡，一起考入了彼得堡大学。在大学里，巴甫洛夫和弟弟都在自然科学系，研究自然科学。

巴甫洛夫兄弟二人在大学的生活相当清苦。他们持有梁赞地方政府发给的“家境贫困证明书”，可以免缴学费。由于学习成绩优异，他们获得奖学金。但奖学金数额非常少，两兄弟不得不兼做家庭教师来维持日常生活。为了节省几个戈比的马车钱，两兄弟每天步行上下学。

巴甫洛夫在大学里选定动物生理学作为主修课程，同时

选修化学。弟弟德米特里则将化学作为主修课程。当时在彼得堡大学执教的有著名化学家、元素周期律的发现者门捷列夫以及著名的生理学家齐昂教授等。

巴甫洛夫非常认真的学习他选修的全部课程，但他对于主修科目的导师齐昂教授有着一种十分复杂的感情。

齐昂先生是生理学教授，同时也是个唯心主义者，他反对大学生们参加革命活动，并且非常狂妄。例如，他曾在机体内发现了一种特殊的神经，便多次在课堂上说：“你们每一个人的心脏里，都有着我的神经。”学生们都对齐昂采取敌视的态度，甚至不准他进入校门。有时齐昂上课时不得不请两名宪兵站在教室的门口来“维持秩序”。最后，齐昂终于敌不过学生们反对他的风潮，悻然辞去了教职。

然而，齐昂却是一位有天才的科学家和灵巧的实验家，是一名出色的教授。巴甫洛夫对于生理学的兴趣很快就得到发展。巴甫洛夫在他的《自传》里写道：“那时候，这门学科是很发达的。我们有许多很有声望和才能的教授来给我们讲课。我选了动物生理学作主课，化学作副课。我们这些生理学学生。对齐昂的印象是很深的。他能够把最复杂的生理学问题巧妙地加以简单的解释，又有灵敏的手术技巧做各种实验。对于这些，我们实在是很神往的，没有人会忘记这样的教授。”

齐昂教授在实验科学方面的手法异常熟练而精巧。有一次，齐昂要在解剖狗的脊髓神经后出席学校召集的教务会议。为了免得下课后回家换衣服的麻烦，他就穿着大礼服，戴上白手套，进入了实验室。因为他手术做得十分准确和迅速，竟

一点没有让狗血弄脏衣服。巴甫洛夫对此非常佩服，并终身难忘。

巴甫洛夫在大学学习期间，不仅认真刻苦地学习科学文化知识，还努力掌握运用各种手术器械的技巧。巴甫洛夫是个“左撇子”，从小习惯用左手做事和干活，他的左手比右手有力和灵巧。为了使实验得心应手，巴甫洛夫硬是训练自己两只手都能灵活操作。渐渐地，即使是相当精细的手术，他也能很快并且准确地完成了。齐昂教授非常赏识巴甫洛夫的实验才能，解剖运动时常叫他做助手。在齐昂教授那里，巴甫洛夫可以系统地训练他的外科技能。巴甫洛夫非常谦虚谨慎，遇到自己没有十分把握的时候，就虚心地请教老师，使他的每次手术都能获得成功，后来，大学里别的教授也都请他担任实验助手。这期间的训练和实践对于他以后的实验具有非常重大的意义。

在大学的学习和教学实验中，巴甫洛夫对于有关消化的生理学发生了浓厚兴趣。

人们早就发现：吃入口中的食物团块，经过食道进入肠胃进行消化，会变成糜糊。对此研究者们就认为：食物在胃里是由酸性媒质进行消化；在肠道里是由碱性媒质进行消化；认为胆汁是由肝脏分泌出的消化液等等。研究者们大多用离体器官或在经麻醉解剖的动物身上进行实验，使得其结果不十分精确，有时甚至还互相矛盾。

巴甫洛夫对于消化的情况非常感兴趣，他常常想这样一个问题，就是怎样可以在不破坏有机体的正常生理活动的条

件下，研究它的消化情况，揭示消化的秘密。当时有人在这方面做过尝试。18 世纪时，一位科学家曾迫使鸟类把装着不同食物的管子吞食下去，使之在消化道内经历一段时间后再将它们拉出来，观察和研究食物的变化。有的研究人员为了了解胃液的成分有些什么和它的性质，将一块海绵拴在一根线上，迫使兽类吞下去，然后再将海绵拉出挤出胃液，进行研究。前人的研究无疑为巴甫洛夫后来的研究奠定了基础。

巴甫洛夫在大学学习期间，主要是在奥夫让尼可和齐昂的实验室工作。在学习期间，他已经下功夫研究了消化腺的活动和神经对血液循环的影响。在大学第四年——1857 年，巴甫洛夫在齐昂教授的指导下，与他的同学 M·L·阿法纳希也夫合作，进行了有关胰腺神经的生理问题研究，完成了关于胰腺的神经支配的第一篇科学论文——《论支配胰腺的神经》。在这篇论文里巴甫洛夫提出了他关于消化生理学的观点，他认为过去所有的一切研究消化生理的方法都是不够合适的，必须想出另外的办法。显然，唯一的方法就是剖开通向消化器官的进路，同时又能维持动物生命和健康的精细的外科手术。巴甫洛夫认为“让解剖学家去解剖身体，观察和试探每一个器官吧。而生理学家要在活的没被损伤的机体上研究生理过程。”

论文使巴甫洛夫获得了彼得堡大学校方赠予的金质奖章。从此，巴甫洛夫开始了生理学方面的研究。

这一年，巴甫洛夫出色地完成了大学学业，获得自然科学硕士学位。

二、“巴甫洛夫神经”

才干出众、精力充沛的巴甫洛夫怀着热烈的希望、满腔热情走上了独立生活的道路。在沙皇俄国的黑暗日子里，青年科学工作者的工作条件是非常艰苦的。要想找到工作，是很困难的。大学毫无例外地受着统治阶级的控制，杰出的学者受到迫害；教授中间形成了各种小集团，彼此间有着无休止的阴谋诡计和无原则的纠纷争斗。在这种情况下，最感到痛苦的是那些勇敢、诚实、进步的科学家和那些不愿同流合污，而只想如何最能有所贡献于祖国科学的进步学者。俄国著名的胚胎学家、免疫学的细胞学派的创立者之一梅契尼科夫就由于反动势力的迫害，离开了俄国。谢切诺夫为了支持梅契尼科夫，愤然辞去内外科医学院生理学教研室主任的职务，以示抗议。

巴甫洛夫似乎非常幸运，接替谢契尼科夫生理学讲座的齐昂教授非常赏识他的这位学生，齐昂教授聘请他为生理学教研室的助教。巴甫洛夫考虑到自己经济的拮据，接受了齐昂教授的聘请；同时，他又考入医学院的三年级，当一名插班生继续求学。巴甫洛夫进医学院学习的目的并不是为了做医生，而在于得到医学博士学位后，可以有资格当一名生理学教授。巴甫洛夫这时所想的是，要尽自己最大的努力去设法完成他在《论支配胰腺的神经》论文中所提出的任务，即在“活的没被损伤的机体上研究生理过程。”

齐昂教授在内外科医学院没能待多久就去巴黎定居了。继任的教研室主任无真才实学，是一个靠沙皇当局势力到学院混饭吃的庸才，巴甫洛夫觉得同他无法合作，而毅然辞去了助教的职位，放弃了薪俸。但他仍然作为一名大学生在学院里听课学习。1876年，巴甫洛夫又去这个学院兽医学部生理实验室当实验员，继续研究胰腺和神经对心脏活动的影响。1877年，巴甫洛夫曾去德国布累斯拉夫里，在著名科学家R·赫登海因教授的实验室作短期的参观学习。

1878年，巴甫洛夫应俄国著名临床医师波特金教授之邀，到他的医院主持生理实验室的工作，名义上是实验员，实际上是实验室的领导者。在这里，巴甫洛夫主要研究血液循环、消化生理、药理学方面的有关问题。1879年，巴甫洛夫作了第一次著名的手术，在胰腺里装了一个固定的瘘管。这一年巴甫洛夫修完了内外科医学院的课程。由于学习和科研的出色成绩，他又一次荣获了学院颁发的金质奖章，并经考试合格留医学院深造两年，同时，继续在波特金实验室研究生理学。巴甫洛夫对波特金教授给予的帮助是难以忘怀的，他经常带着感激的心情回忆波特金，他说：“波特金是医学和生理学二者合理、有效结合的最优秀的体现者。”

波特金在当时是科学医学派的代表人物，他努力用生理学与病理学的精确知识来代替传统医学的经验主义，用科学实验的方法来解决临床学上存在的许多问题，波特金的一个重要科学理论——即神经系统在人体和动物机体的正常活动和病理活中，起着主要的作用，后来它被巴甫洛夫加以发展。

波特金教授的教学和科研工作很忙，没有多少时间来指导实验室的具体实验研究，所以，实验室的工作实际上是巴甫洛夫一人独挡一面。1886年，他被正式任命为实验室主任。

巴甫洛夫主持的实验室听起来堂而皇之，实际上只是一间非常陈旧狭小的屋子。这所小屋子原来如果不是守门人的住屋，也是一间浴室，根本不适于做研究工作。这里缺少实验设备，还经常缺乏资金来购买实验用的动物，但巴甫洛夫却在那里展开了热烈的研究活动。这是巴甫洛夫第一个实验室，他在这里度过了十多个年头一直到1890年。巴甫洛夫的研究工作几乎完全是自主的，这使他有发展他固有的才能，完全自由地发挥他的创造天才。巴甫洛夫坚忍不拔，有着惊人的工作能力，不屈不挠的意志和无穷尽的精力。这些特性充分表现为他带来了杰出的理论方面和实用方面的成绩。巴甫洛夫从事于血液循环和消化生理以及某些药物上的研究，迅速发展成为一个理论家和实验家，同时也成为大规模的复杂的科学研究计划的组织者和领导者。

在这个实验室里所度过的岁月里，巴甫洛夫在生活上充满了贫困、艰辛，但他却认为这段时间非常重要和有成果。他常常带着特殊的热情如此回忆这段时光：“虽然这个实验室有某些不利的情况，最主要的当然是经济上的不足，我却认为在那里度过的岁月，对于我在科学界的未来，很有益处。首先是完自主，其次是有机会专心从事实验工作。”

巴甫洛夫的许多朋友却不理解他。还是他刚毕业的第二年的除夕，朋友们在他家里等他回来，当时天下着雪，彼得

堡市议会大厦的大钟敲了十一下。一个朋友不耐烦地说：“巴甫洛夫真是个怪人。他毕业了，又得过金牌，照理可以挂牌做医生，那样既赚钱又省力。可他干吗要进生理实验室当实验员呢？他应该知道，人生在世，时日不多，应该享享福，寻寻快活。”听了他的话，一位名叫赛拉菲玛·华西里叶芙娜的教育系的女学生站了起来说道：“你不了解他。不错，人的生命是短促的。但正因为如此，巴甫洛夫才努力地工作。他经常这么说：‘在世界上，我们只活一次，所以应该珍惜光阴，过真实的生活，有价值的生活。’”

夜深了，巴甫洛夫仍未回家，朋友们渐渐散去，赛拉菲玛来到实验室的门口等待巴甫洛夫。钟声响了十二下，已经是1881年元旦了，巴甫洛夫才从实验里走出来，他看到等候他的赛拉菲玛非常感动，他们手挽手走在雪地上。忽然，巴甫洛夫按着赛拉菲玛的脉搏说：“你有一颗健康的心脏，所以脉搏跳得很好。”赛拉菲玛非常奇怪，不解的问：“你这是什么意思？”巴甫洛夫回答道：“要是心脏不好，就不能做科学家的妻子。因为一个科学家，把所有的时间和精力都放在研究工作上，收入又少，又没空兼顾家务。所以做科学家的妻子，一定要有健康的身体，才能够吃苦耐劳，不怕麻烦地独自料理琐碎的家务。”赛拉菲玛立即回答道：“你说得很对，我一定做个好妻子。”就在这一年，他们结了婚。虽然他们的经济经常拮据，婚后避暑回彼得堡已身无分文。但赛拉菲玛把生活安排得井井有条，使巴甫洛夫能全心全意地工作，回家后得到很好的休息。

在波特金的实验室里，巴甫洛夫独立进行了关于血液循环方面的研究工作。为了研究血液循环，巴甫洛夫在他的早期科学事业中献出了将近 15 年的时间。当时他的兴趣主要是集中在两个问题上：血液循环器官靠着反射作用而进行的自动调节以及离心神经对心脏所起的作用的性质。在研究过程中，巴甫洛夫亲自实践了在正常的健康的完整的动物机体身上研究生理过程的方法。巴甫洛夫创造并应用了一种崭新的生理学实验法。这种方法与当时一般人采用的“急性”或活体解剖实验法不同，叫做“慢性实验法”。

在巴甫洛夫以前，许多生理学家常用孤立的、静止的观点来研究动物的一些器官的生理功能，即把某一个需要研究的器官从动物身上迅速取下，置于实验室，在短暂时间内观察研究它的机能；或用麻醉剂、破坏大脑等方法，使动物失去知觉和生存能力，再进行解剖，观察所要研究的器机能，这就是“急性实验法”，又叫“分析实验法”。这样的方法虽有一定优点，如实验对象简单，取材方便，可很快地获得实验结果等，但它忽视了动物的整体性，因为一个离体的器官或被麻醉的动物都不是正常生活的动物及其器官，不能如实地说明每个器官在动物体内正常的生理机能，特别是不能消除因麻醉而使血液循环器官的神经系统反射活动所受的影响。巴甫洛夫提出了“综合生理学”概念，他的“慢性实验法”采用坚持不懈的训练方法，把活的动物完整地置于正常的环境下，通过长期观察和分析，立足整体，研究有关器官在动物体内正常的机能。他在研究血液循环生理学，能使经过长

久地训练的实验狗习惯地躺在实验台上，不经麻醉，安静地忍受复杂的实验手术，如切开皮肤与皮下组织，暴露动脉，把动脉联接在血压计上，测量血压，等等。通过这样的实验，研究动物动脉的生理机能，调节血压的机制，以及食物、营养、大量饮水对动脉血压高低的影响，揭示出许多有关心脏、血管等血液循环器官活动的自动调节反射方面的新的重要规律，如他在实验中曾先将动物的迷走神经切断，数天后待通往心脏的阻抑纤维枯萎后，再用电刺激迷走神经，观察血管在神经作用下的适应活动和迷走神经对血压的调节作用。通过这些实验，证明了各血管的神经末梢能迅速而敏锐地感触到动脉血压较明显地增高或降低。由于这些感觉神经末梢信号器发出相应的冲动而产生的反射，心脏的工作和血管通路的状况就起了变化，使动脉血压迅速恢复到原有水平。由此得出结论：有机体内心脏、血管系统经常进行自动调节活动。这些重要规律的发现是对科学的极其宝贵的贡献。

巴甫洛夫对心脏离心神经的研究花了很多精力和时间。1883年他在《心脏的离心神经》博士论文中确证了心脏离心神经中有一类神经能在心脏跳动次数不变的情况下加强它的收缩，另有一类神经则能变动的心脏跳动次数而不变动它的收缩强度。此外，他还设想另一类与之对抗的神经，能减弱和缓慢心脏的收缩。巴甫洛夫揭示了四条独立的神经对心脏功能发挥阻止、加速、抑制和兴奋作用。这是前人没有发现的。以后，人们把这种神经纤维称为“巴甫洛夫神经”。

巴甫洛夫对血液循环中神经调节问题的研究，大大推动

了药物对心血管系统的影响的研究，从而在治疗各种心血管系统疾病方面起了巨大的作用。

这篇重要的论文使巴甫洛夫获得了博士学位、讲师职称和一枚金质奖章，并被选派出国考察两年，这篇论文综合了这一时期巴甫洛夫的成果。

在研究血液循环生理的过程中，巴甫洛夫还有一个卓越的发现：血液循环不经过肺部时，血液很快就凝结了，而经过肺部时，则久久不凝结。他下了结论：当血液流经肺部时，就有某种抗凝的物质混进来。很多年以后，科学从肺组织内分离出一种强烈的抗凝的物质，进一步证实了巴甫洛夫的论断。

巴甫洛夫强调神经系统对机体活动过程作用的理论，学术界称为“神经论”，成为后来的科学家建立神经系统机能的理论基础。

巴甫洛夫的科学研究成果是相当出色的，但他在生活却依然贫困。在《心脏的离心神经》论文通过的那一年，他的妻子为他生了个儿子。夏天，巴甫洛夫没钱让妻儿在彼得堡附近租房避暑，而把他们送到遥远的南方农村——赛拉菲玛的姐妹那里。因凑不够钱买火车票，只好让他们先乘车到梁赞老家，再请父亲帮忙。在漫长的旅途中，巴甫洛夫的爱子病夭在荒僻的乡村里。

有时巴甫洛夫手头没有一个钱，寄宿在实验室，或借住在友人的家中，他的同事和学生想了一个不露声色的办法帮助他：请他系统地讲授关于心脏神经支配的全部课程，然后

凑了一笔钱交给他，作为讲课的酬劳。结果，巴甫洛夫分文未留，用全部的钱买了讲这个课程所需要的狗。

1884——1886年，巴甫洛夫出外考察和研究。在以后的两年中，他到过德国的布累斯拉夫里、莱比锡、海岱山和奥地利的维也纳，在一些著名教授的实验室里进行考察和研究工作。

三、揭示消化生理的秘密

巴甫洛夫从国外考察归来后，继续从事有关消化生理方面的创造性的研究。这个课题，是他一直非常感兴趣的。早在大学四年级时，他就发表过关于消化系统研究的第一篇科学论文，到他单独领导实验室后，就把这一研究工作推向了纵深。他从1879年到1897年用了18年的时间集中研究这方面的问题。1906年到1911年他又进一步加强这方面的研究工作。

研究消化生理的过程是很困难，大多数的消化液汁（如胃液、胰液、胆汁、肠液），只在食物进入胃肠道时才分泌出来；而当食物移动时，这些消化液又互相混合，很难确定它们的成分与作用。在巴甫洛夫以前，消化生理学是生理学中一个落后的领域，以前的学者只对一些消化腺活动及整个消化过程活动的规律性有些模糊的概念，例如某些生理学家当时就认为胃腺和胰腺没有分泌神经。巴甫洛夫创造了关于消化系统的一整套著名的外科手术，经过长期反复的实验和研

究,获得了关于消化系统生理学的基本的和切实可靠的材料。

巴甫洛夫在健康的动物身上安装瘘管,如胰腺瘘、唾液腺瘘、输胆管末端瘘等。这些瘘管是通向几乎整个消化道的“窗口”。通过这些“窗口”,可以精确地观察各种腺体的分泌活动,收集消化液供全面研究之用。

1889年巴甫洛夫成功地做了一个著名实验。他在安装胃瘘的狗的颈部割断食管,将管口缝在颈部皮肤的创口上,等手术后狗已恢复和健康的狗没有多少差别时,就进行“假饲”试验,给狗吃肉、吃面包或其他食物,咽下去的食物自食管切断处落下,并未进入胃部。但假饲开始几分钟后,胃液分泌也就开始了,且大量迅速增加能持续几十分钟乃至几小时。如果切断狗的迷走神经,假饲即不再引起胃液的分泌。通过实验,巴甫洛夫得出如下结论:食物先引起味觉器官的兴奋,这种兴奋通过味觉神经传至延髓,而后再由延髓通过迷走神经传至胃腺,也就是进行着从口腔到胃腺的反射。把两根迷走神经切断,自延髓至胃腺的兴奋通道中断,假饲时胃腺便没有反应。

后来用类似的实验证明胰腺和胃腺等主要消化腺分泌都受神经的调节支配。巴甫洛夫的经典性实验在重要的理论和实际问题方面把生理学引上了正确的道路。

巴甫洛夫的实验室可以制造胃液,每天大约能收集到20公升的胃液。这些胃液经过过滤去除气味和杂质后,卖给医院。这样,既使胃酸过低或胃液缺乏的病人得到治疗,又可以用出售胃液的收入购买实验用品和动物。当时,彼得堡一