

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中外科学家发明家丛书

巴甫洛夫



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日诞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·德米特里叶维奇·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学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。

巴甫洛夫非常认真地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，就虚心地向请教老师，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N·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痿管。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，根本不适用于做研究工作。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，巴甫洛夫才从实验室里走出来，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：“你有一颗健康的的心脏，所以脉搏跳得很好。”赛拉菲玛非常奇怪，不解地问：“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时，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行的材料。

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，彼得堡一个大药房老板曾向巴甫洛夫提出购买制造胃液的专利权，企图高价出售牟取暴利，遭到巴甫洛夫的严辞拒绝。实验室的胃液仍按原来的低价出售。

1890 年，巴甫洛夫被任命为军医学院的药物学副教授。第二年，院方为他布置了一个实验室，并配备了助手，使他工作的物质条件有了很大的改善。这时，巴甫洛夫可以从事比较复杂而费用比较浩大的工作了。

为了说明胃中的消化过程，巴甫洛夫对“假饲”的结果从来就没有满意过。他将收集到的胃液加热到体温的程度，投入食物，便可以看到它们消化的过程。但是，这样还不能全面了解胃的功能，因为它看不出真正的食物进入胃腔后胃液是怎么分泌的。1893 年，巴甫洛夫首次想到，从胃壁裁开一小块，把它缝合成一个与胃腔隔开的盲袋状小囊，小囊的开口在腹部皮肤之外。

这个小囊与大胃的胃腔之间由胃内壁粘膜隔开，食物通过大胃时不会掉进小囊。但小囊与大胃之间保持着血液循环和神经联系，因此，从小囊开口可以得到纯净的胃液，而小囊的胃腺分泌活动就象一面镜子一样反映出整个胃的胃液分泌情况。制造这样一个小囊，曾经遇到许多技术上的困难，耗费了半年多时间，死了三十多条狗。一些同事都认为不可能成功了，劝巴甫洛夫放弃这个设想。但他坚持下去，终于获得成功。1894年，巴甫洛夫成功地完成了这个著名的实验，制成分离的小胃。人们把这个小囊称做“巴甫洛夫小胃”，或简称为“巴氏小胃”。

在安装小胃的狗身上进行的许多实验证明：被吸收的食物数量、种类和胃液数量有密切关系。消化腺使自己的活动性质以及分泌液的物质极其精确地适应于食物的量、类别和质。这种实验获得了关于消化腺分泌的全过程和消化液成份的基本材料，为搞清神经系统对整个消化过程的调节机制奠定了基础，对于营养学和医学有重大价值。

从1895年起，巴甫洛夫转向更多地研究其他消化腺和消化过程的整个联系。经过多年坚忍不拔的努力，巴甫洛夫终于揭开了消化生理的秘密，阐明了完整机体在正常生活条件下消化机能的内在规律；他所创造的慢性实验法，不仅使消化生理学焕然一新，也促进了整个生理学的改造和发展。

1897年，使他成名的著作《主要消化腺活动讲义》出版了。这部著作是巴甫洛夫二十年来实验室工作的总结。这本著作出版后，立刻在国外被译成好几种外国文字，几千封祝贺信从世界各地雪片似地飞来。这一年，巴甫洛夫终于获得了军医学院生理学正教授的职位。

1904年，巴甫洛夫由于在消化生理学方面的卓越成就而荣获诺贝尔奖金。他是世界上第一个领受诺贝尔奖金的生理学家，也是第一个领受诺贝尔奖金的俄罗斯科学家。但由于巴甫洛夫具有民主主义思想，支持青年学生的革命活动，受到沙皇官吏的敌视。他申请过彼得堡大学（谢切诺夫离去后出缺）生理学讲座，可是他的申请遭到了拒绝。巴甫洛夫很感悲伤，他感到遭受屈辱的苦味。沙皇政府的大臣吉里亚诺夫拒绝批准他担任托姆斯克大学的生理学讲座。由于另一个大臣的出面请求，吉里亚诺夫竟把这个职位给了不出名的梵里基。这件横行的事件引起了医学界进步人士的抗议。《医生》报上的一篇文章说“对于一个动物学博士梵里基被任命担任托姆斯克大学的生理学讲座……原来准备任命医学院生理学讲师巴甫洛夫来担任这个职位的计划并未得到实现，我们不能不表示深切的遗憾。巴甫洛夫曾经长时期被公认为俄国最好的生理学家之一，而且这里有很多理由可以证明他的优越资格，他不仅是一位医学博士，而且还是一位自然科学硕士，此外他又在波特金病院里不断地工作，并在进行工作中辅导别人。我们还知道，不任命巴甫洛夫，已经使在这类事件中极有经验的公正人士像伊·米·谢切诺夫教授都感到惊奇”。

后来，生理学家巴甫洛夫先后被托姆斯克大学、华沙大学选为物理学讲座的教授，但他都没有去。不久（1890年），他被任命为军医学院药理学教授。在这个职位上他工作了多年，直到转为该院生理学讲座为止。巴甫洛夫主持这个生理学部门连续长达30年之久。

1891年，巴甫洛夫受聘组织并主持新设的实验医学研究院的生理学部门，这是他个人一生和科学事业中的一个重要事件。他做这个部门的主任有45年之久，一直到他一生的结束。关于消化腺的典范实验，主要是在这里进

行的，这个实验把他的名字传遍全世界。接下来巴甫洛夫关于条件反射的研究工作，大部分也是在这里做的。这一研究工作，使他的名字永垂不朽，而且为他的祖国科学界赢得了荣誉。

巴甫洛夫的科学成就对沙皇政府并没有起过重要作用，他所有的科学成就在国内国外被承认了很久才受到沙皇俄国官方机关的正式承认。被国内外科学家公认的杰出的生理家在 46 岁那年才当上生理学教授。1901 年，巴甫洛夫被选为科学院通讯院士。他成为科学院正式院士，也是在他获得诺贝尔奖金三年以后的事情。在理论科目的主任中间，只有巴甫洛夫不得享用政府住宅。虽然官吏慑于巴甫洛夫在全世界的生理学威望，不得不以虚伪的殷勤态度对待他，但他们始终不断地对这位全世界闻名的“俄罗斯伟大生理学家进行阴谋，他们一贯煽动各种‘上流社会’的妇女反对巴甫洛夫在动物身上所作的实验，认为这是“罪恶”。正是由于她们的反对，使巴甫洛夫在出力最大的俄罗斯医师公会选举遭到失败。

科学是没有国界的，巴甫洛夫的成就为世界各国所公认。1907 年，英国皇家学会选他为最高级院士和外国籍会员。从此，牛津大学和其他各国大学选派优秀学生，前往追随巴甫洛夫就学。在他主持的研究部门里先后有 300 多位国内外的生理学家和医学家来学习。1908 年后，巴甫洛夫每讲授一小时课程的讲义，都当即被译成英、德、法等国文字分发给各国学府。

十月革命胜利后，巴甫洛夫的生活条件和工作条件逐渐得改善，使他得以实现伟大的研究计划。苏维埃政权在最困难的情况下保护了巴甫洛夫的科学研究机构。1921 年 1 月，列宁签署了人民委员会关于保证巴甫洛夫及其研究机构人员的科学研究工作有利条件的特别法令。这个命令是这样的：

鉴于伊·彼·巴甫洛夫院士特别杰出的科学贡献，和这些贡献对于全世界劳动人民的重大意义，人民委员会特命令：

一、组织一个有十大权力的特别委员会，并按照彼得堡苏维埃的建议，由下列委员组成：马·高尔基同志，彼得堡高等教育部长克里斯蒂同志及彼得堡苏维埃行政部委员长伯龙同志。授权该委员会在最短时间内为巴甫洛夫院士及其同事的科学工作创造最适宜的条件。

二、国家出版局须为巴甫洛夫院士的科学著作出版一种精装本，由共和国最好的印刷所印刷，以总结他最近 20 年来科学工作的成就。该书的国内外版权归伊·彼·巴甫洛夫保留。

三、工人粮食部须以热量等于两个院士配给量的特别食粮供给巴甫洛夫院士及其夫人。

四、彼得堡苏维埃须保证巴甫洛夫教授及其夫人终生使用他们所住的住宅，并供给该项住宅及巴甫洛夫院士的实验室以最好的设备。

人民委员会主席  
鸟·乌里扬诺夫（列宁）  
莫斯科、克里姆林宫  
1921 年 1 月 24 日

列宁这个历史性的命令是对这位可敬的俄罗斯科学家和青年苏维埃国家的爱国者信任的一种表示。后来，由于国家经济力量的迅速增长，苏维埃政府便有能够在短时间内为发展这位伟大学者的科学事业创造了更有利的条

件。

#### 四、条件反射学说

巴甫洛夫在研究消化生理学的最后一段时间里，观察到动物看到和嗅到食物即流涎、产生唾液和胃液的“心理性”分泌。这一现象就是我们平常所说的“馋得流口水”。为什么会发生“馋得流口水”这一现象？有人唯心地断定，那是因为狗与人一样有思想，它想吃，它希望吃，所以流口水；也有人认为，心理作用是灵魂活动，它是不可知的，不仅现在，将来也永远弄不清，但这一现象却促使巴甫洛夫开始对高级神经活动生理学进行研究。

巴甫洛夫的同事格林斯基于 1895 年重新改进了 1879 年第一次实施地唾液腺瘘管装置。手术仅用了 15 分钟。一系列的实验证明：动物看到食物和嗅到食物就已经能引起要求消耗一定浓度和数量食物的流涎。这种现象成为巴甫洛夫研究无条件反射和条件反射的出发点。

1903 年，巴甫洛夫出席在西班牙马德里举行的国际医学会议，作了一个题为《动物实验心理学和精神病理学》的报告，正式宣布了自己的决心和企图：用生理学的科学实验方法，来研究心理现象和大脑两半球的活动规律。这是一个数千年来科学所没有解决的重要问题。从第二年开始，巴甫洛夫就致力于研究反射和人的高级神经活动，一直到他生命的最后时刻。在长达 35 年时间内，巴甫洛夫为了这个任务坚持不懈地努力，终于取得了重大的胜利。

19 世纪许多学者已经确定了精神活动就是中枢神经系统高级部位的机能，但是这种见解基本上带有直观的性质，没有经过直接的可靠的实验材料所论证。究竟怎样去认识脑在起作用，其活动规律怎样，什么样的过程是这一活动的基础，这种过程的发生情况怎样等都还没有找到真正的答案，研究脑机能的生理学家都处于困惑状态中。巴甫洛夫说：“我们有权利这样说，从伽利略时代开始的势不可挡的的自然科学进程，第一次在脑的高级部位面前，或者一般地说，在动物与外在世界发生极其复杂关系的那个器官面前，显著地停顿下来了。这并不是没有原因的，这是自然科学的真正危急的关头，因为创造过并正在创造着自然科学的那个发展到高级形态的脑——人脑本身也变成了这一自然科学的研究对象了。”

巴甫洛夫吸取了达尔文的进化论和“俄国生理学之父”谢切诺夫的“反射论”的精华，系统地进行研究，他以狗和猿做实验对象，作了一系列各种不同的实验。研究开始时，巴甫洛夫对他暂时地称“心理性”的唾液分泌现象作了种种推测，并提出了一个比较合理的解释：“难道这种现象不是一种反射作用吗？它很可能是一种特殊类型的反射作用。”

反射这一概念是法国哲学家和自然科学家笛卡尔在巴甫洛夫出生前二百年提出的。笛卡尔认为，动物机体的每一种活动，都是对外界刺激的必然反应，而这些反应，是通过神经系统实现的。这种反应就叫反射。谢切诺夫认为，人类的意识也是一种反射活动，并企图尝试用生理学解释心理现象产生的方式。他的著作《脑的反射》是巴甫洛夫条件反射学的先声。但是，谢切诺夫的论述在当时并没有实验证明。

巴甫洛夫从谢切诺夫的论点出发。按照谢切诺夫的论点，动物和人都具有一种天生的、同现有解剖反射路线相合的、而且在出生时就具有充分功能能力的反射。比如，婴儿生下来会吮奶、吞咽、手指碰到烫的东西会马上缩回，睛眼突然看到强光瞳孔会缩小，食物进口会分泌唾液等等。这些都是人和动物先天就有的本能，不需要任何训练，而且能一直保持下去。巴甫洛夫

把这类先天性反射称之为“非条件反射”。

除了“非条件反射”以外，巴甫洛夫又发现了另一类反射，既获得性反射。这种获得性反射只有在个体发育期间才能形成。比如，只要把肉放在狗的面前，并没有让它吃到嘴里，狗就会流口水。巴甫洛夫认为，这是因为狗在以前多次吃肉的时候，首先看到了肉的形状，嗅到了肉的气味，然后，当肉进入嘴里时，味觉器官尝到肉的味道，便引起了非条件反射的唾液分泌。视觉、嗅觉、味觉器官所受到的刺激传入中枢，在狗的大脑皮层的不同区域，形成三个兴奋灶。久而久之，这三个兴奋灶之间的联系渐渐加强，得以巩固，以致肉的形状和气味一旦在狗面前出现，就可以如同肉已经吃到嘴里一样，引起唾液分泌的反射。这一类反射是后天形成的，巴甫洛夫把它称做“条件反射”。这就是所谓“心理性”分泌的生理过程。

条件反射不可能是先天就有的。巴甫洛夫做过这样的实验，他把肉投给一只出生后只吃奶而从来没吃过肉的狗，这只狗不仅不分泌一滴唾液，而且仅仅用鼻子嗅嗅，观察观察就走开了。巴甫洛夫把肉突然送到这只狗的嘴边，这只狗不但不张嘴来咬肉，反而把头转过去，避开了肉。

非条件反射是永存的，而条件反射则不是永存。如果生活条件有所变化，旧的条件反射便会消退，而新的条件反射又可以建立起来。巴甫洛夫是这样实验的，狗看到肉会流口水，巴甫洛夫就重复地只让狗看到肉而不让狗吃肉，结果是狗的唾液分泌会一次比一次减少，到后来，竟然一点都不分泌了。由此可见，条件反射的形成，发展与消退，能使动物对于它的生活条件和周围环境有更灵活和更精确的适应能力。

巴甫洛夫为了证实他的条件反射学说，科学地测定唾液分泌的情况，他在狗的颊部开刀，造成一个瘘管。狗的口腔里一共有三条唾腺：腮腺、颌下腺和舌下腺。巴甫洛夫把两个腮腺中的一个造成瘘管，瘘管的开口通往一个仪器，这是一台可以测出十分之一滴唾液分泌的高度灵敏的仪器。在具体实验的时候，让狗与外界的声和光等隔绝，只接受研究人员给予的刺激信号。实验的结果发现，至多只要几十次，就能使狗形成对某一信号的条件反射。

巴甫洛夫用与食物无关的条件如铃声或灯光来刺激狗，狗决不会见到灯光或听到铃声而分泌唾液。但若把铃声或灯光和食物联系在一起，即每次给狗喂食物时铃声响起来，或灯光亮起来，这样的实验少则几次，多则十几次，几十次后，即使不给狗吃食物，只要铃声响起来或灯光亮起来，就会使狗的唾液腺产生反应，分泌唾液。这是因为灯光或铃声造成的视觉刺激或听觉刺激和食物造成的味觉刺激，在大脑皮层里建立了暂时性的联系，所以狗对灯光铃声产生了条件反射。

刺激信号不仅仅是铃声和灯光，就连脚步声、流水声、甚至用棍子打狗、用烙铁烫狗、用针刺狗，只要同食物联系在一起，就都会形成条件反射，以致于狗挨了打、烫或刺、就立刻会垂涎三尺。因为狗对于刺激信号非常灵敏，经过特殊训练的狗这方面的能力更独特，警犬能毫无困难地分辨出多至 50 万种以上不同的气味。对警犬的训练就是应用了巴甫洛夫的条件反射学说。

无数次的实验证实了条件反射学说。巴甫洛夫发现了“条件反射”，就是发现了动物界和我们人类本身的基本的、同时也是最普遍的现象。巴甫洛夫说：“在狗身上试验唾液腺的反射，等于狗把许多事情告诉了我们。”

人为的实验可以制造某一重复刺激，作为形成条件反射的信号。动物或人类在自然界中，又是怎样从许多刺激中找出一些具有信号意义的刺激来

呢？研究表明，条件反射是由“内在和外在环境中的各种各样的初级的或最复杂的复合动因形成的，不过要受一种限制：为了感知这一切动因，在大脑半球中就必须有感受的要素”。巴甫洛夫认为，这主要是依靠大脑皮层的功能。他认为，条件反射是以非条件反射为基础形成的，可以设想在条件反射形成后，条件刺激的神经通路和非条件反射的神经通路之间必定发生一种新接通的暂时联系，暂时联系发生在大脑皮层的有关中枢神经之间，即在条件刺激的皮层兴奋灶与非条件刺激的皮层兴奋灶之间，由于多次结合强化，而建立了暂时联系，所以巴甫洛夫说：“外部动因与机体对外部动因所作的反应活动之间的经常联系理应叫做非条件反射，暂时性联系则应叫做条件反射。”巴甫洛夫认为，条件反射的一个极其重要特点就是反射的暂时性。

巴甫洛夫把感受器、传入神经纤维和相应的中枢神经部分比做简单的分析器。感受器官只具备初步的分析能力，每一种感受器官只能接受一种性质的刺激，如眼睛对光线，耳朵对声音，舌头对味道；当它们接受了一定的刺激后，就通过神经纤维传达到神经中枢的某个低级部位——这部位在脑干内，从而引起一定的动作，例如：眼睛遇到强光会缩小瞳孔，舌头一尝味道就会分泌唾液。这些都是简单的反射，也就是非条件反射。但是，大脑两球皮层好象是一个灵敏度极高的分析器总体，它能把刺激的强度和性质分析得很精细，同时也能把不同部位、不同强度以及不同时间出现的刺激，给以很好的综合，形成一个总的复合刺激，因而也就能引起各种各样极其复杂的反射，就是巴甫洛夫所说的条件反射。

巴甫洛夫通过实验来证实大脑皮层的功能。他用精细的手术把一只狗的大脑皮层（灰质）切除，而保留神经中枢的其余部分。结果，便制造了一个具有明显行为缺陷的严重的“残废者”。在这只狗身上属于非条件反射的本能行为都还存在，它仍然会走会跳，会吃食物，甚至也能生育；但是，在这只狗身上原先已建立起来的旧的条件反射则完全丧失了，而新的条件反射无论如何也建立不起来了。这只狗不再认识它的主人了，主人抚摸它，它无动于衷，恐吓它也不逃走；把食物放在它的面前它也不知道吃，根本也不流口水；它走来走去，到处乱嗅，不会根据食物的信号去找食物，只有当嘴巴偶然碰到食物时或把食物放入在它嘴里，它才会吃下去，如果没有人工饲养，这只狗必定会饿死无疑。所以实验证明：条件反射是大脑皮层的反射活动，是一种典型的大脑活动，是大脑复杂规律的一个基本环节。

巴甫洛夫的条件反射学说的生物学意义在于：他具体地、科学地阐明动物机体如何同它的周围环境建立精确的相互关系，根据对生命活动有的或不利的不同刺激信号，决定其行动，产生精确的反应，使动物机体本身更适应于生存环境，生存下去。动物在自然环境中会根据食物的信号（气味、颜色、形状等）去寻找食物，不是等待食物送上门来，掉到自己嘴里。动物也会根据危险的信号而避开危险，以保存自己的生命。尽管猛兽的形体和声音对于小动物来说不是致命的东西，但猛兽的爪和牙则可以毁灭小动物，如果弱小动物非要在猛兽的爪和牙接触到自己身上时才开始反应，那就太晚了。因此小动物在得到猛兽的形体和声音的信号时就要有所反应才能得到保护。当环境改变时，动物也会随着环境的变化而形成新的条件反射，来适应新的环境。

巴甫洛夫的条件反射学说在哲学上也具有重大的意义，条件反射学说同巴甫洛夫以后提出的两个信号系统学说有力地证明了这样一个观点：人的主观意识是客观现实在人脑中的反映。巴甫洛夫以自己的科学研究成果为辩证



唯物主义认识论提供了充分的自然科学基础。

列宁领导的苏维埃政府全力支持和关怀巴甫洛夫的科学研究工作，1923年，巴甫洛夫出版了《动物高级神经活动（行为）客观研究二十年经验》一书；他的《大脑两半球机能讲义》在1927年出版。这两部著作全面、系统的总结了巴甫洛夫及同事们20多年在高级神经活动方面的科学研究成果，也是科学界的宝贵财富。

苏维埃政府为了庆祝巴甫洛夫75岁诞辰，在苏联科学院里建立了一所以他的名字命名的新的生理学研究院。为了庆祝他80岁诞辰，从1922年起，在列宁格勒（彼得堡）附近的科尔吐什村建筑了一座特别的“新学城”。这个举世无比的大规模的生理研究机构也是以他的名字命名的，人们称之为巴甫洛夫城。研究院附设了治疗神经病和精神病的医院。使巴甫洛夫的理论与实际相结合的旧梦得以实现了：巴甫洛夫的研究院里装备着最新式的仪器；他的固定的科学和技术人员也增加了好多倍；还有比普通预算数字多得多的资金由他自己斟酌着使用；实验室里的科学研究成果也都能按期出版……总之，苏维埃政府在物质和精神上大力支持巴甫洛夫的研究工作。

巴甫洛夫的工作精力极其旺盛，进入高龄仍积极从事科学研究工作。他十分热爱自己的祖国，他同祖国科学的密切关系，使他同自己的祖国、同苏维埃政权同命相连，使他坚决拒绝了外国研究机构的邀请，以更高的热情忘我地投入科学研究之中。在他70多岁高龄时，他为自己又出了一个新的科学研究课题：在研究动物条件反射20多年的基础上，开始研究人脑的活动，开始了他一生中第三个时期的科学研究工作。

## 五、神经类型和两个 4 号系统的学说

巴甫洛夫在科尔吐什的研究院里，提出了关于高级神经活动类型的学说和两个信号系统的学说。

巴甫洛夫在研究狗的高级神经活动时注意到这样一个现象，不同的狗对于同一强度的条件刺激所发生的反应是不同的。用铃声与食物配合进行训练，有的狗只训练一二次就形成了条件反射；有的狗则需要训练十几次才能达到预期的效果。在形成条件反射后，狗分泌的唾液量也不同，有的狗听到铃声每分钟能分泌 10 滴唾液，有的狗至多只分泌 5 滴唾液。已经形成的条件反射的巩固程度也不同，如果只让狗听到铃声却不给它吃食物，有的狗许多次以后还能分泌唾液，有的狗只几次就不分泌了。为什么会产生这些差别？巴甫洛夫认为这是因为狗的大脑皮层兴奋过程的强弱不同。

同狗的大脑皮层兴奋过程的强弱不同一样，狗的大脑皮层的抑制过程也有强弱之分。巴甫洛夫做了这样一个试验，他以 1000 赫兹和 500 赫兹的音调刺激配合，前者给食物，后者不给食物，这样的反复若干次后，狗听到 1000 赫兹的音调时就分泌唾液，听到 500 赫兹的音调时一点也不分泌唾液。对于这一现象巴甫洛夫称为分化抑制，即前者引起兴奋过程，后者引起抑制过程。有的狗只要两种刺激交替出现几次，就能达到完全的分化，这说明这样的狗大脑皮层的抑制过程很强；有的狗则要许多次刺激才能达到完全的分化，这说明这样的狗大脑皮层的抑制过程很弱。

巴甫洛夫的研究表明，条件反射活动发生在大脑两半球的特定部位上。兴奋和抑制过程是大脑皮层的两个基本神经过程：兴奋过程引起反射；抑制过程制止反射的出现。在它们的相互作用、相互制约与相互平衡和协调下实现机体对外界环境精确的适应性。

根据大脑兴奋过程与抑制过程的力量强弱，这两种过程的强度是否均衡发展，以及这两种过程是否容易转变等三项特征的差异情形，巴甫洛夫把狗分为如下四种神经类型：

第一种为强而不均衡型，或称兴奋型。这一类型的特点是兴奋和抑制都很强，比较起来兴奋常占优势。这类型的狗富有攻击性，不容易约束。

第二种为镇静的强而均衡型。这一类型的特点是镇静、有节制而且警惕性高。

第三种为活泼的强而均衡型。这一类型的特点是活泼好动，反应灵敏。

第四种为弱型，或称抑制型。这一类型的特点是无论兴奋和抑制都很弱，但一般容易表现为抑制，比较胆小畏缩。

在这四个基本类型之外，还存在着许多不同程度的中间类型。

巴甫洛夫认为对于神经活动类型的最后形成，除了先天特征性，每一个动物的生活史或机体生活条件所引起的变化，也起着很重要的作用。神经活动是两种神经行为的混合性，是类型与环境影响的综合。巴甫洛夫是这样说的：“类型是动物神经行为的先天的或固有的形式——遗传型。但是，既然动物从出生的那天起就受到各种不同环境的影响，它必须对于这些影响用一定的活动来作反应，而这些活动常常逐渐变得固定起来，以至于终身存在。所以，动物最后所有的神经行为方式（遗传类型，也就是性格），是类型的特性与环境所造成的变化的混合物。”巴甫洛夫认为神经的主要遗传性质可能由环境对于机体的影响以及对机体施行一定的训练而予以改变。

巴甫洛夫在研究中发现，人的高级神经活动比动物大大发展了一步。人同样可以用光、声、嗅、触等感觉刺激作为信号，来形成各种条件反射，这些信号直接作用于眼、耳、鼻、舌、身等感受器官，这些都是现实具体的信号，这是与动物所共有的。此外，语言也可以引起条件反射反应，包括听到的语言和看到的文字，但并不是指它们的声音或形象，而是它们所包含的意义。例如，让小孩子吃糖，他一吃到糖就会有口水分泌，这是非条件反射。他吃过几次后，见到糖也会馋得流口水，这就是条件反射，属于对具体的信号的反应。当这个小孩子懂得语言后，听到别人议论糖时，他也会有口水流出来，这就是小孩子对语言——也就是抽象信号的反应，这也是一种条件反射，是人类所特有的机能。

巴甫洛夫指出：引起人类条件反射的有两类性质不同的信号：第一信号是具体的信号，第二信号（语言）是抽象的信号。人脑有两个信号系统，第一信号系统是对第一信号发生反应的大脑皮层功能系统，第二信号系统是对第二信号系统发生反应的大脑皮层功能系。动物只有一个信号系统，相当于人的第一信号系统，而人类才具有两个信号系统，这是人类区别于动物的主要特征。第二信号系统的发生与发展是人类社会的产物，人类由于社会劳动与相互交往产生了语言，这是人类对现实的概括和抽象化，人类借助它来表达其思维，并进行抽象的思维，属理性认识的生理基础。这也就使人类的高级神经活动和动物的高级神经活动有了本质上的区别。

巴甫洛夫根据神经的兴奋与抑制作用，把人类的神经类型分为三大类：

第一类为艺术型，这一类人的第一信号系统占优势，他们的形象的感情活动能力强，以画家、音乐家和作家为代表；

第二类为思想型，这一类人的第二信号系统占优势，他们的抽象的语言思维能力强，以数学家、语言学家和哲学家为代表；

第三类为中间型，这一类人具有第一信号系统和第二信号系统之间的活动能力，也就说没有哪一种特别发达。

在每个类型内，又有兴奋型、活泼型、安静型、抑制型之分，这反映出人类高级神经活动的个体差异。

对于上述人类神经的分类，巴甫洛夫自己也认为非常粗略。事实上，人的神经类型远比这些更为复杂，就是到今天仍在继续研究之中。

巴甫洛夫提出的两种信号系统学说，是有史以来第一次对人类特有的同高级神经活动所做的科学论述，它为研究人类脑皮层的活动开避了新的途径。

巴甫洛夫在研究高级神经活动基本规律和神经类型的同时，还研究了神经心理疾病的病理学原理。巴甫洛夫曾经对人类精神病、神经官能症进行过考察，发现这种病症是由于大脑皮层兴奋与抑制过程的平衡遭到破坏而引起的。巴甫洛夫认为神经系统的活动，在本质上具有兴奋和抑制两种过程，有时候，兴奋占优势，有时候，抑制占优势。大脑皮层的不同部位的细胞其兴奋和抑制状态也不相等，某一部分的细胞处于兴奋时，另一部分的细胞也许正处于抑制中。但就整个大脑皮层总的情况来说，人和动物在醒着的时候，兴奋占优势，而在睡眠的时候，抑制占优势。如果兴奋与抑制在大脑皮层内能很好地平衡，那么，高级神经活动就会处于协调状态，这时人类和动物的行为完全正常，如果兴奋与抑制的平衡被破坏了，大脑皮层的协调活动也必然要受到破坏，具体就表现为人和动物行为的失常。因此，兴奋和抑制的过

度紧张，或兴奋与抑制的直接冲突，都可导致神经异常的出现，巴甫洛夫用了一系列实验来证实强烈刺激造成兴奋和抑制的过度紧张，是引起神经异常的直接原因。

1924年9月23日，列宁格勒的涅瓦河闹水灾，河水淹没了巴甫洛夫实验室的动物房，巴甫洛夫和同事们全力抢救做实验用的狗。面对突然的水患，被关在笼子里的狗非常紧张和恐惧。虽然它们被救出来了，但是有的狗就因此得了神经异常症，先前形成的条件反射几乎完全没有了。巴甫洛夫采用了各种方法进行训练，使其中一只狗在两个月后恢复了条件反射活动。然后，巴甫洛夫做了一个复现水灾场景的有趣实验，他把皮管接在水笼头上，在这只狗正在进行条件反射实验时，让水从门缝里流入实验室的地板，同时让他的助手们摹拟发出水灾发生时的风啸声。那只狗的反应是迅速跳起来，两眼不安地注视着地面上的水，并企图从仪器架子上逃跑。原来造成条件反射的激刺信号，这时丝毫也不能引起这只狗的唾液分泌，倒是增加了它的兴奋状态，并且拒绝食物。虽然这是由于强烈刺激造成的兴奋的过度紧张，造成这只狗神经异常症的出现。

巴甫洛夫为了说明因为抑制过程过度紧张也能引起神经异常症，曾做了如下实验：每次圆形光斑出现时就给狗吃食物，椭圆形光斑出现时不给它吃食物。如此反复出现，狗便对圆形光斑产生兴奋，对椭圆形光斑产生抑制。椭圆长轴与短轴之比最初为2:1，后来逐渐改为3:2, 4:3, 最后为9:8，但是椭圆形的面积不变，并且和圆形的面积完全相等。由于差别越来越小，越来越不易分辨，所以其引起的抑制也就越来越强，狗就越来越紧张。当椭圆长短轴比达到9:8时，因为抑制过度紧张，结果有一天，这只狗的全部行为突然改变了：它开始嗥叫，并暴躁地咬仪器架子，不仅圆形光，连各种椭圆形的光都能引起它的唾液分泌反应。可见由于抑制的过度紧张，致使这只狗的大脑机能失调，产生了神经异常症。

巴甫洛夫还实验过：让狗接受一个兴奋性条件刺激之后，马上再接受一个抑制性刺激。在实验中，有的狗经受不住这种冲突得了神经异常症，这说明兴奋与抑制的直接冲突，也是产生神经异常症的一个因素。

神经异常症并不是在所有神经类型都会产生的。不同神经类型的动物发生神经异常症的可能性有所不同：弱型也就是抑制型动物最容易得神经异常症，强而不均衡型，即兴奋型的动物也比较容易得神经异常症，而强而均衡型的动物则不容易发生神经异常症，但也不是完全不会发生。

巴甫洛夫在进行研究工作的同时，对睡眠的机制进行深入的探讨。从1918年夏天起，巴甫洛夫就开始经常到列宁格勒一所精神病院去了解各种神经异常症的情况，特别对那种长期的所谓紧张症麻痹状态感兴趣。精神病院里有一位名叫卡察尔金的病人，从前患过一种病，在1896年受过精神性创伤，从此进入嗜眠状态。他一直睡了22年，借助橡皮管灌流汁维持生命，当年最早给他治病的医生已成为医学教授，教授的儿子即将从医科大学毕业，准备接替父亲继续给卡察尔金治病。巴甫洛夫对这位睡了22年的病人进行了长时间的观察和研究，他认为，卡察尔金实际上并没有病，他的嗜眠只不过是处于深度抑制状态，仿佛某些动物的冬眠。这种深度的抑制对于机体是有益的，而且是必要的，因为他的的大脑需要休息，这是一种保护性的反应。巴甫洛夫的观点是对的，果然，有一天，卡察尔金终于睡醒了，并且离开了医院，但他离开医院后就不知去向了，也许他在恍若隔世的街道上迷路走失

了。这对于巴甫洛夫的科学研究实在是十分遗憾的。

为了进一步深入研究睡眠机制，巴甫洛夫希望能开设附属于其实验机构的神经病院和精神病院。1937年，苏联政府满足了巴甫洛夫的意愿，使他的研究工作得以更顺利地进行。巴甫洛夫根据他当年研究的结果提出，可以用药剂及其他办法促进睡眠、加深睡眠、并延长睡眠的时间，来治疗神经异常症的病人，这就是睡眠疗法。在神经病院里，巴甫洛夫对那些被医生认为没有治愈希望的病人实行睡眠疗法。这些病人经过长时间的睡眠逐渐恢复了正常。特别是那些在战争中因炮火受惊而患神经异常症的病人，经过睡眠疗法，大多数痊愈了。神经病学的专家非常佩服巴甫洛夫的研究成果，他们说：“起初，我们以为你的方法白费，徒劳无功。现在，我们亲眼看到了你的成绩，不得不承认，睡眠疗法很有价值，很有意义。”

巴甫洛夫在一次医学会议上宣布了长期睡眠能治愈神经异常症的原因：“睡眠具有保护能力，能使大脑细胞得到休息。对于因神经中枢过度紧张而得神经异常证的病人，人工引起沉睡，可以抑制脑细胞的活动，从而使患者恢复正常。”

巴甫洛夫广泛地研究高神经活动的各个方面，努力为大脑生理学开辟了新的研究领域，为生理学的发展作出很大贡献。由于他对高级神经活动的研究，曾再次被提名授予诺贝尔奖金，但是委员认为其成果的重要早已被证明了，就没有进行专门的讨论。其实，按照巴甫洛夫的成就，他获得两次诺贝尔奖并不能说是过分的。

## 六、巴甫洛夫的思想言行

巴甫洛夫在科学上取得巨大成就，这不单是因为他有辉煌的天才和不屈不挠的意志，也因为他有一个科学家的罕有的特性和在科学研究中的高度完整性，使他在科学研究中成为一个卓越的组织者和领导者，突破前人已有的成就。他的多方面的创造天才包括了生理学中许多最重要的部门，并且留下了不可磨灭的功绩。

巴甫洛夫对于科学无限热爱。科学是他的本质，科学上的创造是他最大愉快的渊源。他在《自传》里写道：“我已经得到可以向生命要求的一切，我所研究的那些原理，完全得到了实现。我曾梦想过要在运用智力的工作中，在科学中，找到生活的幸福——而我已经真正找到了这种幸福，而且现在还不断地在这里面找到它。”在《给青年们的信》里，他表达了他对科学的态度：“科学需要一个人贡献出毕生的精力。假使你们每个人有两次生命，这对你们说来还是不够的。科学需要每个人有极紧张的工作和伟大的热情。希望你们热情地工作，热情地探讨。”

巴甫洛夫献身科学事业，忘我工作，不怕艰苦、不计较个人利益。波特金实验室的条件相当艰苦，他却长期在这里不懈地紧张工作。在经济生活非常紧张的情况下，他依然没有放弃自己的研究工作。并多方筹集资金建造用于研究犬类条件反射时的专用实验室——有名的“无声塔”。这个著名的建筑直到十月革命以后才得以完成。苏联国内战争时期，国家经济十分困难，列宁派高尔基登门拜访巴甫洛夫，问他需要什么帮助？他回答：“需要狗，狗！”高尔基又问他还需要什么？巴甫洛夫说：“给三匹马吧，即使是瘸的、伤的也无关紧要，只要有马就行，我们要用马来制造血清。”他要狗和马是为了科学实验用，他只字不提家中生活的困难。苏联政府曾专门派人送一些口粮、火腿、黄油给他，他不接受说：“我的同事没有这些东西，我就无权享受……”

为了克服食物供应不足的困难，他亲自带头在实验室旁边的空地上种植蔬菜。用自己的面包喂做实验用的狗。有时，夜里要做实验，但没有电灯。他们就秉松枝火照明进行手术，助手们常常关照他：请别烧着了他的大胡子。由于电车中断，他还坚持步行到学校给大学生们讲课和作实验示范。巴甫洛夫的研究一直未停止，他在1922年发表过这样的声明：“我们的研究工作一直没有停顿，并且正在不断继续。虽然在1919年到1920年间，工作遭遇外来的困难，象断电、寒冷、缺乏动物的饲料等，研究工作不免迟缓，可是从1927年起，情形逐渐改善，除仪器和图书方面稍感不足外，都逐渐恢复正常了。”

巴甫洛夫一生从事科学研究事业是按照循序渐进、虚心和热情努力去做的。1877年，巴甫洛夫还在讲大学的时候就已注意到，刺激与唾液“毫不相关”的坐骨神经，会增加或抑制唾液的分泌。但是，直到25年后，他才正式开始把神经和唾液腺的关联作用，作为关于条件反射学说的课题来研究。这说明了巴甫洛夫对科学研究的态度是认真谨慎、循序渐进的。

巴甫洛夫是世界上第一个在生理实验室内设立外科手术室的人。他给动物进行手术时，好象躺在手术台上的个人，要求助手们按照无菌外科的一切规则严格地消毒，并有次序有节奏地把所有器械、敷料和用具递给手术者。巴甫洛夫本人做起手术来，极其敏捷灵巧，而且十分准确。他能够在3至5

秒内把狗的颈皮切开，分出迷走神经并把它剪断。这种手术由他最好的助手来做也需要 90 秒钟，而这已经是非常迅速的了。巴甫洛夫施行狗的脊髓切断手术，只要 30 秒钟左右。他的闪电式的功夫，使一般人望尘莫及，以致他做完了某项手术，旁观者往往以为他还没开始呢！

与巴甫洛夫手术功夫相当的，是他的讲课。他具有一种难得的天才，即使对于最困难的题目，他也能以简括、生动和明白的方式来表达他的意见。据他早年的学生说，他在军医学院里对学生的讲课，始终是非常成功的。奥尔培里院士回忆说：“当我们开始系统地听伊凡·彼得洛维奇讲课时，从他最初的话里就已明白，他的演讲是非常生动和吸引人的，谁也不会错过他的课。他演讲的特色就是非常简明，解释得非常清楚、扼要，而同时内容又非常丰富，此外还伴随着很有趣味的实验。”巴甫洛夫喜欢用实例，不用叙述来教人。他讲起课来不是枯燥无地照本宣科和简单地灌输学说。他要求学生每个人都要学会用脑子思考，从事实和科学出发，而不要去相信那些不可靠的印象和臆测。巴甫洛夫认为：“要学习做科学上的艰苦工作。要研究事实，对比事实，积累事实。鸟的翅膀无论怎样完善，如果没有空气的支持，它就永远飞不上去。事实就是科学家的空气。没有事实，你就永远无法飞行。没有它，你的‘理论’就只不过是徒然的空想。”巴甫洛夫还要求学生开展不同意见的争论，他常说：“真理是从争论中诞生出来的。”

巴甫洛夫研究生理学，主要是应用实验的方法。他说：“观察仅仅是收集自然所给予的东西，而实验却是从自然取得所需要的东西。”经他的要求，科尔吐什科学城实验室的入口处清晰地刻着这样几个大字：“观察，观察，再观察！”每天早晨，巴甫洛夫一踏进实验室，实验室里立即就出现了一片紧张而和谐的气氛；傍晚，他离开实验室的时候，还要站在门口向他的助手们明确指示，今天还有什么没做好的，明天开始做什么。

巴甫洛夫深爱自己的祖国。在他前半生未被聘为教授时，国外一些大学先后聘请他去当教授，他却不去，宁愿继续在艰苦条件下为祖国科学事业贡献力量。以后，仍有国外的研究机构以高薪聘请他离开祖国，也遭到他的坚决拒绝。他时常说：“我做任何一件事情，总是力尽所能，首先为我的祖国服务。这是一种最强有力的鼓舞和最大的满足。”他多次对他的学生们说：“我愿意用我的全部生命，从事科学研究，来贡献给生育我、栽培我的祖国和人民！”

1927 年春天，巴甫洛夫 78 岁时，患了严重的胆结石病。他甚至以为自己得了癌。病情已经严重到非动手术不可的地步，医生们顾虑到他这么大年纪是不是受得了。有人提议：“正好有一个德国最有名望的医师这几天在列宁格勒开会，请他动手术，可以安全些。”巴甫洛夫知道后非常生气，他郑重的反对说：“我一点也看不出，德国医师的手术会比俄国医师高明！现在我国的外科已很发达，所以在任何情况下，我决不允许一个德国人来为我施行手术。”于是，由马尔契诺夫教授给他顺利地施行了手术，他很快就复元了。

在国外的時候，巴甫洛夫由于怀念祖国，总感到非常孤独，而想急于回国。回国的旅行，对于他来说永远是一件快乐的事情。赛拉菲玛·华西里叶芙娜回忆道：当伊凡·彼得洛维奇有一次从国外回来的时候，在边境的车站上竟脱下帽子。向祖国的土地深深的鞠了一个躬。

巴甫洛夫一生热爱真理，坚持真理。据他夫人和他早年的学生的回忆，

在他担任教授职位时起，他非常同情和支持大学生的革命运动；对军医学院院长的专制和沙皇官吏的暴虐，曾多年一贯地进行过斗争。日俄战争失败以后，沙皇的反动统治更加猖獗，巴甫洛夫认为：“只有革命才能挽救俄国。使国家遭受这样耻辱的政府，必须推翻。”

1913年，他的一位助手发表了一篇题为《条件反射生理学资料》的博士学位论文。沙皇的一些御用医学家企图否定它，准备在论文上加盖“所考学业，业已落第”的黑色印记，然后印刷500份，分送世界各地科学机构，以此打击巴甫洛夫及其学说。这位助手的论文答辩是相当成功的，但表决时却被否定了。巴甫洛夫愤怒地走到讲台上，他指出：“在这里进行着一件最不公平的勾当，”并宣布退出军医学院。然后，他愤然离开了会场。几个月以后，由于他的巨大威望和军医学院许多师生的支持，巴甫洛夫得以重返学院。当然，他所提出的条件，包括重新印刷论文批准学位的要求，都被接受了。

巴甫洛夫不仅坚持真理，而且也勇于作自我批评。有一次，巴甫洛夫做了一个手术，由于他的助手的疏忽，使这次准备了几个月的实验失败了。巴甫洛夫心里很是生气，他严厉地训斥了他的这位助手，并告诉他，“没有留在这里的必要了。”助手也觉得是自己的失职造成了实验的不成功，准备辞职。不料，当晚他就接到巴甫洛夫写来的短笺：“偶然的争吵不应妨碍正事。明天请你来帮我做实验。”还有一次，巴甫洛夫在课堂上做演示实验，由于他弄错了应当刺激的神经，因而没有收到预期的效果。巴甫洛夫没有文过饰非，也不敷衍了事，立刻同全体学生和旁听者讲明情况，向大家道歉，并请求大家允许他在下次讲课时补做这个演习实验。

巴甫洛夫的虚心表现在他乐于充分肯定别人的成绩和功劳。在《大脑两半球机能讲义》的序言中，巴甫洛夫衷心地感谢他的同事们的勤劳诚恳的合作，他写道：“我虽然鼓励、指导并集中了我们的共同工作，可是我本身却经常在他们的观察和思想的影响之下。我们不断地互相交流，几乎分不出界限，分不出哪一部分是属于谁的。”巴甫洛夫十分崇拜他心目中的导师谢切诺夫，在第十五届国际生理学会议开幕式上，尊称谢切诺夫为“俄国生理学之父”，是他“创立了我国第一个生理学派。”巴甫洛夫在用实验解决任何科学问题以前，总要和同事们作彻底的讨论，他非常注意别人的意见、劝告和批评，而且相当虚心。

巴甫洛夫为人谦逊、质朴。生活勤俭，不抽烟、不喝酒。他非常遵守时刻，从前甚至可以按照他到实验室工作的时间核对钟表。他对自己非常严格，也不容许别人松懈。他善于把在一起工作的人团结成一个统一、友爱的科研集体，但决不是靠行政管理方法而是靠他那高贵品质。巴甫洛夫喜欢体力劳动和各种运动，他在写给顿巴斯的矿工的信中写道：“我一生中不论过去和现在都喜爱智力劳动和体力劳动，甚至还可以说更爱后者，而当我在体力劳动中找出什么窍门的时候，也就是说将头脑与双手结合起来的时候，我更特别感到满意。”

巴甫洛夫是一个“彻头彻尾”的科学工作者，并也热心地参与各种社会生活。他曾非常活跃地做过多年俄罗斯医师分会副主席，后来又担任主席；他是医师体育会的组织者，并担任过多年的会长；他是彼得堡医师互助会名誉审查委员，后来担任了主席；在晚年，在他的领导下，组成了生理学会，创立了《生理学杂志》，组织了许多次大会。当第十四届国际生理学会议在罗马（1932年）举行的时候，他以苏联政府的名义，建议下次会议在苏联国



内举行，这个建议被代表们一致接受了。1935年，第十五届国际生理学会议在列宁格勒和莫斯科举行，85岁高龄的巴甫洛夫亲自领导筹备并主持了这次国际盛会。在会议上，这位受到全世界生理学家崇敬的老人，作了最后一次生动而精彩的报告，他热情歌颂了自己伟大的社会主义祖国，强烈地谴责了法西斯与战争，引起了与会代表的热烈反响。

第二年，这位老人不幸患了流感性肺炎。在病中，他还不忘观察和记录自己的病象。他觉得，日益临近的、不可避免的死亡，是值得研究的现象；就是死，也要死得象一位真正的自然科学家。2月27日，在巴甫洛夫最后失去知觉前的两小时，他喃喃地说道：“什么事情发生了？我这里出现了一些执拗的思想和不由自主的运动。显然是神经系统开始混乱了。赶快去请神经病理学家……”

巴甫洛夫离开人世前的1936年2月写了给苏联青年的信。这是他最后的出版物。他在这封信中号召苏联青年掌握科学并利用科学为人民和苏维埃政权的利益服务。

巴甫洛夫离开了我们，他在科学上的成就开创了生理学和医学的新纪元。荷兰生理学家乔登说：由于巴甫洛夫的工作，列宁格勒已变成了一座特殊的麦加城，成为全世界生理学家拜访的圣地。

高尔基曾高度评价巴甫洛夫是“一位经过坚强锻炼的和精雕细琢的极其稀有的人物。这种人物的经常功用就在于探究有机生命的秘密。他好象是自然为了认识自己本身而特意创造出来的一个极其完善的生物。”

英国科学家柏格在第十五届国际生理学会议上代表外国代表团向巴甫洛夫致辞说：“在自然科学的任何一个部门中，我想没有一个人像您在生理学方面这样突出的。”就是在这次会议上，巴甫洛夫被宣布为：“世界生理学家的领袖”。

苏联政府在巴甫洛夫的故乡梁赞城建造了巴甫洛夫陈列馆，并树立了巴甫洛夫纪念碑，以纪念这位伟人对科学和人类作出的伟大贡献。

