

生理学的故事



巴夫洛夫像

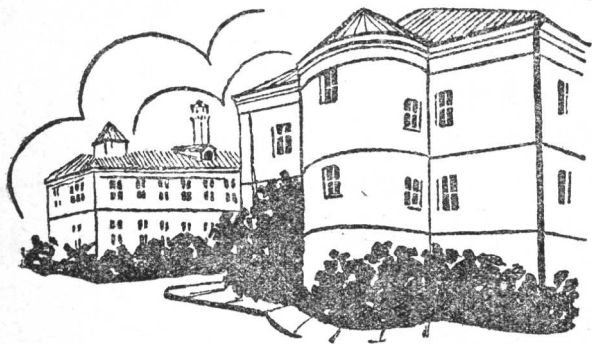
生理學的故事

目 錄

巴夫洛夫怎樣工作和他遺贈給青年的學者們

一些什麼.....	3
動物利用條件反射.....	19
關於「低級」感覺.....	32
一杯水的故事.....	41
戰爭中的視覺和聽覺.....	50
第六覺和第七覺.....	62
山地行軍.....	72
睡眠和失眠.....	83
在聲音和語言的技術室裏.....	95
俄羅斯的生理學大師.....	104
人體內貯藏的力量.....	122
生理學家幫助醫師.....	135
國際生理學者會議.....	148

生 理 學 的 故 事



生理學的故事

巴夫洛夫怎樣工作和他遺贈給青年的 學者們一些什麼

在涅瓦河的三角洲^(註一)，這條河分爲大涅瓦河和小涅瓦河，形成了一個藥劑島，島上有一條以院士巴夫洛夫爲名的街，在這條清靜的街上，設有列寧格勒著名的科學機關之一——實驗醫學研究所。

從前這裏僅是一個不很大的科學工作站，在那裏從事着抵抗一種可怕的疾病——狂犬病^(註二)的預防接種。在研

[註一] 三角洲 河水下流三角形的地方，由河流沖積而成。

[註二] 狂犬病 由犬咬傷而起的疾病，又叫恐水病。

究所裏有一個生理實驗室，俄國偉大的學者伊萬·皮特羅維契·巴夫洛夫就在那裏工作。

在研究所成立最初的幾年中，巴夫洛夫就已經發揮了驚人的科學和組織的天才。在研究各種生理學的問題上，特別是研究消化過程的時候，他很喜歡引起各種專門學者，譬如化學家們，關心到他的研究。對於志願獻身於科學的青年醫師們和大學生們，巴夫洛夫很高興地開了研究所的門。

各種試驗和研究都是在狗的身上進行的。這些狗都是因為被認為「有狂犬嫌疑」而送到藥劑島上的研究所裏來。

選擇作試驗用的動物是生理學家的工作中最重要的一部分。

狗所吃的食物幾乎和人相同，牠的消化管的主要構造也和人相似。因此利用狗作消化上的生理試驗，比其他的動物更為適當。

巴夫洛夫是一個優秀的外科醫師，他給動物施行了許多最複雜的手術。

讓我們由他一般所作的手術中，舉出一個例子來。

他把狗的腹部外皮和筋肉切開，找到牠的胃和腸，很技巧地切一個小口，在胃或小腸的孔（瘻管）裏，通入一個銀管，管的外形很像普通縫紉用的線軸。行手術後，把狗送入

「診療所」去，一般的情形狗很快就恢復了健康。

在進行試驗以前，銀管的外口，用塞閉緊，以免食物由管漏出。在試驗期間，將塞取下，用玻璃試驗管緊密地塞入孔——瘻管——內。

利用這種以及其他的手術，巴夫洛夫和他的學生們，可以觀察動物嚥下的食物怎樣進入胃——腸管的那一部分，怎樣在裏面運動，和嚥下後分泌何種液體。

現在發生一個問題：就是這類損害動物健康的試驗能不能避免呢？這一些試驗都是爲了在病人治療上或研究內臟工作的重要規律上，尋求新的途徑爲目的，因此這是必要的。生理學是生命的科學，它所以異於其他的科學，正是因爲在進行實驗時要利用活體而不是屍體。

我們知道在細菌學裏，用許多對疾病（天花、白喉、瘡疾和許多其他的疾病）鬥爭的方法，把人類武裝起來；動物的試驗，不僅已經起着而且現在也正起着決定性的作用。

此外，學者們對他們所研究的科學，因爲深信它所發生的作用，所以時常不惜冒着生命的危險，甚至於用自己的身體作試驗，有時竟因發展科學而犧牲了。

應當指出，巴夫洛夫是特別喜愛動物的人。他給動物施行手術時，一向都是預先將動物麻醉，像對待一個病人一樣；他小心地進行着手術，手術後，動物復原了，他是首先感

到快樂的人。

巴夫洛夫的一生中，在研究消化過程的工作上，幾乎耗費了二十年的時間。他想出了許多巧妙的手術，利用這些手術，他謹慎地詳細地研究了各種主要消化腺的工作情形，並闡明了消化管內食物作用的整個過程，結果巴夫洛夫和他的同事們改造了動物消化的學說。我們完全可以說現代人類消化生理學是巴夫洛夫的苦心結晶；醫師們現在正利用了生理學上基於動物試驗的各項原理去治療病人。

許多生理學家和醫師們，不僅從我們偉大祖國各地方，並且還從國外到巴夫洛夫的實驗室中來工作。

巴夫洛夫用他的研究幫助實用醫學解決了許多消化道——胃、腸、肝、胰臟——的複雜的疾病。

在他的實驗室中，他組織了天然胃液製造廠，這是對於胃腺作用不正常的病人極端重要的一件事。這個「製造廠」有一個特點：用活的狗代替了機器，這些狗整點鐘地站在工作台上，由瘻管向着預備的容器中分泌胃液。

這些狗預先要行兩次手術，裝上胃瘻管並切斷食道，把食道切斷的兩端，縫合到皮膚的創口上；無論狗吃進多少食物，一點也不能進入胃內，所有的食物，都經過開口而落向外面。在『假想進食』時，甚至於在進食過一小時——一小時半以後，大量胃液會由胃瘻管向外流出。為防止狗不致餓

死起見，將食物經由胃瘻管或切斷食管的下端，送入胃內，進行人工營養。

這些狗行過兩次和三次的手術後，仍保持着很好的健康，於是成為巴夫洛夫實驗室中主要的「設備」。這些狗站在工作台上，帶着貪食的慾望，整點鐘的吞嚥着肉類，吞下以後，即由食道開口漏入器皿中，並且整點鐘地由胃中經過瘻管向預置的玻璃器內流出胃液。

進行這種實驗，要有才能、技術熟練和實驗室工作的完善組織。取得的胃液，須經過精煉手續：就是濾淨和消除惡味，以後再分配給各醫院，並送往各藥房，以備病人購用。

巴夫洛夫研究消化器官工作，是全世界聞名的，但他並不因此種成就而自滿，不久以後，他便改換研究方向到生理學的另外一個新部門——他開始研究動物的高級神經機能，他一生最後的三十幾年中，特別努力於研究中樞神經系統的工作和大腦的工作，在這些部門中，同樣得到了特殊的成就，他的條件反射和高級神經機能的學說，奠定了他的世界榮譽的地位。

這些發現是怎樣獲得的？

巴夫洛夫看到不僅在食物進入狗的口中時，有胃液從瘻管流出，就是當狗看見了食物，甚至於聽到了餵狗用具的響聲，也有胃液流出。

這種試驗似乎是很平常的，當人們看到了美味的食品，或是聞到它的氣味，口中就會生出許多的唾液，也就是所謂流涎了。

巴夫洛夫看到了這種現象以後，就提出一個問題來：這種看見食物和聞到食物氣味後，唾液腺上的特殊作用是怎樣發生的？中樞神經系統的那些部分參加了這種工作。

人與動物的身體和周圍的環境，保持着不斷的密切的關係。這種身體和外界的聯繫是經感覺器官促成的，凡是我們看到的、聽到的、觸到的、聞到的或在味道上感覺到的一切——這一切都刺激眼耳等周圍的神經末梢。

聲音對於聽覺器官引起一些感覺細胞的刺激，氣味則刺激另外一些細胞，光和色則刺激眼中網膜的感光細胞，冷、熱、觸摸，就引起皮膚上各種神經末梢的興奮，這種神經末梢所生的興奮，順着神經導管（向心的）傳到腦髓中的神經中樞。

結果在脊髓或腦髓中，在中樞神經系統適當的部位，生出類乎興奮中樞來，由這裏發生新的衝動（註一），順着另外一些神經（離心的），將衝動送到我們身體的各器官。這種衝動就引起肌肉收縮和分泌唾液及其他消化液。這就是巴夫洛夫所看到的一切，它們指導着控制內臟器官——心、肺、

〔註一〕 衝動 一種無意識、無目的的活動。

胃等——的整個工作。

在大腦中樞參加下，對於感覺神經末梢的刺激，所發生回答性的反應，就叫作反射。

所以反射是由於感覺器官——神經導管和中樞神經系統的參加而發生的。在神經系統中，不是有一個而是有千百個神經系統，每一個都是應付着動物一定的需要，參加他的行動組織。

巴夫洛夫的反射學說，在他的論文「研究動物高級神經機能二十年來的經驗」中，曾有詳細的敘述。

人或動物必須有精確而靈敏的神經系統，他們才能够對感覺器官的刺激負責，同時才能發生各種有益的反射。中樞神經系統的外部 and 內部，對於外傷疾病和中毒，都保護的很周密。如果要研究動物的腦髓，應當先將腦髓的骨殼鑿開，這種試驗，應當在麻醉狀態下進行，在脊椎內很容易的找到脊髓，在頭顱內找到腦髓。脊髓和腦髓包藏在幾層膜中，經過這些膜向它供給血液、營養和保護的物質。

因為各種中樞對於外來的刺激防護的很好，所以腦髓在充分供給血液之下，利用大量的反射，支配着我們各種器官的機能，一直可以工作許多年。

動物的行為是怎麼一回事？動物一切的動作，譬如跳躍，是由於許多單根肌肉的收縮所促成的。每一根肌肉參加

動作時，嚴格地，用一定的力量，在一定的時間以內，進行收縮。這些受到神經系統影響的動作，一起構成所謂動物的行為。無論那一種肌肉，收縮的太早或太晚，或是未能充分地收縮，都會破壞行為的協調。這類複雜的肌肉和神經系統間的相互作用的例子，在任何動物的身上，都可以看得到。

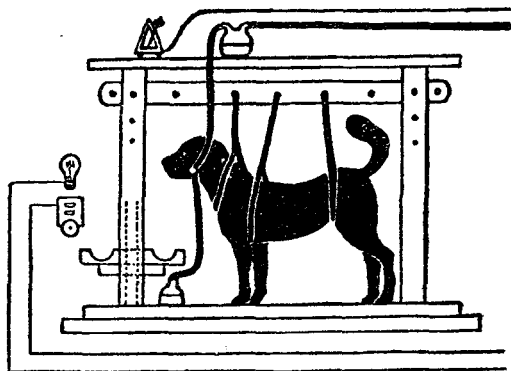
巴夫洛夫在許多年中，研究唾液腺的反射。最初，他試驗將食物送給動物時，觀察唾液腺起了什麼作用。結果證明了由於食物的種類不同，分泌出來的唾液有時多，有時少，並且它的成分也不相同。例如拿麵包皮給與動物時，分泌許多稀薄的唾液；給與肉類時，則分泌少量稠而粘的唾液。

腦髓內的興奮過程怎樣發生和怎樣促成反射，是不難觀察的。進入口內的食物刺激味覺神經末梢，於是把這種刺激順着向心神經傳到延腦，總唾液中樞就在延腦內，由那裏順着另外一些神經把回答的衝動傳給唾液腺，同時開始分泌唾液。

以上我們在巴夫洛夫的事蹟中所講的：狗不僅在食物進入口中時流出胃液，就是當狗看見了食物，甚至聽到了餵狗器皿的聲音，也有胃液流出，是不足驚奇的。

這種其他研究家都未曾注意的事情，竟推動了他研究高級神經系統——這是最複雜而有趣的身體機能之一。

巴夫洛夫看到這種因食物種類和食器聲音所發生的唾



第一圖 帶着唾腺瘻管的狗站在實驗台上。在牠的前面是銀食用具。頭下連接着玻璃器。

液分泌反射，和生理學家一般研究試驗的食物進入消化管內的反射，有許多不同之點。主要的區別在於這種因食物的形狀氣味所生的反射不是天生的，而是動物由於生活經驗的結果所養成的，也可以說這種反射是由於狗的一切環境或生活條件所造成的。這種新反射的發生需要一定的條件，沒有這些條件，反射就不能夠發生出來。如果狗從未在鈴聲響後進食過，則鈴響後即不能發生唾液分泌反射。相反的，如在狗進食前響鈴為號，則鈴響後唾液即由瘻管流出。作此種試驗，對於食物放置的遠近，或是過一些時候以後再給與食物，並不生何種影響。

動物一生所獲得的和養成的這種新反射，巴夫洛夫稱

之爲有條件反射。這種反射是不固定的，「善變的」，並且和許多的條件有關。它們可能出現，也可能過一會兒就消失了。

天生的反射，學者們很早就知道了，是不需要任何訓練和特殊條件的。這種反射，巴夫洛夫名之爲無條件反射。

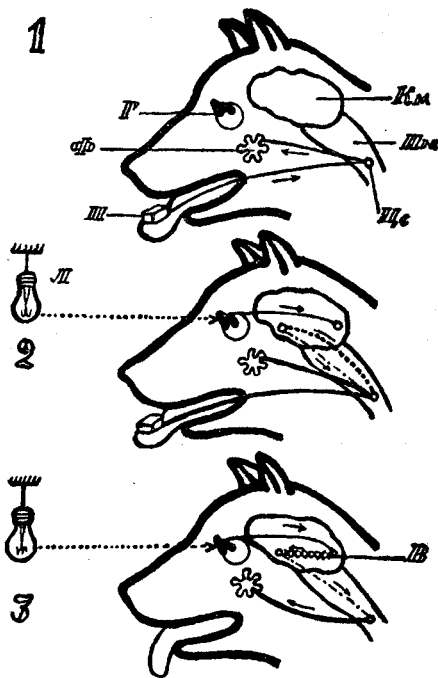
和敵人搏鬥的狗，牙齒的動作，爪的抓緊，以及動物嗅到乾麵包的氣味，分泌許多唾液——這一切都是無條件反射的例子。它們在動物生下來的時候就有，一直保持到死。這種反射是動物行爲的主要方式。雖然是主要方式，但並不是唯一的方式。

巴夫洛夫和他的同事們，用許多的試驗證明了，如果沒有食物的幫助，這種新的條件反射是不能出現的。天生的無條件反射或有條件訓練好的反射，都是條件反射的必要基礎。如果我們願意使聲音、光線或其他刺激引起唾液分泌，我們應當用食物「支持」這些刺激，或是用引起狗疼痛的刺激，或是用酸注入口中。

但是這一些成就並未能使巴夫洛夫的試驗止於此處。

當這些主要問題解決後，應當用手術的方法，將腦髓全部「皮層」也就是把大腦兩半球的外皮去掉，除掉高級動物大腦兩半球中最寶貴的一切生長細胞裝置後，有條件反射消失了，並且將來也不再出現了。

實行這種手術後的狗，還能走路、睡眠、吃東西。但牠永遠不能再搏鬥或是自取食物了，也不能認識牠的主人。這樣



第二圖 狗的腦髓內構成條件反射。Γ——眼， K_M ——腦髓外皮，Φ——唾液腺管， Π_M ——延腦，Π——食物， Π_c ——唾液分泌中樞，Л——燈，B——外皮細胞內的暫時聯絡。1——用食物刺激狗的舌部所生的無條件的唾液反射，2——構成條件反射的開始，3——條件反射——腦內構成暫時聯絡，光線出現時即流出唾液。

的狗在街上立刻會被牠遇上的第一輛汽車或是電車軋死。

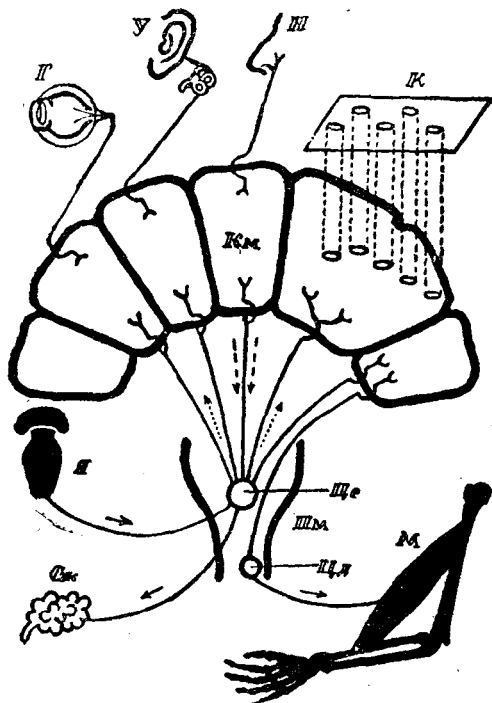
這樣完全正確地證明了動物的一切習慣，換句話說，就是他的行為，就是條件反射。而這些反射是和腦髓內佔一定地位的高級神經中樞的工作有連繫的。至於和走路以及其他普通動作有關的脊髓，在實行除掉大腦兩半球手術後，仍可繼續工作。

巴夫洛夫熱愛科學。由於巴夫洛夫所經歷的普通的實驗室中的經驗，由於上千次的觀察，由於痛苦的猶豫以及富有創造性的懷疑，這一些雖尚未得到明確的結論，但已產生了人和動物的高級神經機能和條件反射的有條理的科學體系。

當時有些人說，巴夫洛夫作的不是他分內的事，這些問題是兩千年來最偉大的心理學家們苦心研究毫無成績的問題。但巴夫洛夫並不注意這些惡言冷語，他依舊繼續他的中樞神經系統研究的工作。他是唯物論者，是動物界和人腦發達的達爾文進化論的後繼者，最後還是人道主義者，成為近代偉人之一，和作家高爾基、契訶夫等齊名。

一九二三年，當他的「研究動物高級神經機能二十年來的經驗」出版的時候，全世界的學者，對於這一個嶄新的莊嚴的科學的建築物及其所表現的均衡的美和裝飾的漂亮，表示驚喜的態度。

巴夫洛夫很公正地認為，人在生下以後，就有接受文化的能力，所謂「高級」和「低級」人種是不存在的，一切的



第三圖 唾液腺及運動器官（肌肉）的條件反射構成圖

Γ——眼，Y——耳，H——鼻，K——皮膚檢充器，KМ——大腦皮質，Я——舌，CЖ——唾液腺，IIIc——延腦內唾液反射中樞，IIIМ——延腦，IIc——脊髓內運動反射中樞，M——臂肌。