

巴甫洛夫
生理研究所業績

I



人民衛生出版社

巴甫洛夫生理研究所業績

卷 I

K. M. 貝柯夫 主編

楊 汝 崑 譯

人 民 衛 生 出 版 社

一 九 五 六 年 • 北 京

內 容 提 要

本書是關於巴甫洛夫學說的現代論文集，其中收集論文五十餘篇，討論的全都是高級神經活動生理學與病理學的問題。本書前半部的論文大都是有關於動物的高級神經活動生理學與病理學問題，而後半部主要是討論人的中樞神經系統高級部位在正常與病理狀態下的活動，例如，人類自然睡眠和催眠性睡眠的腦電圖學研究、用運動描記法對兒童睡眠動力學的研究、癱瘓性神經症時皮質非條件和條件抑制的研究、關於慢性謔妄（妄想癡呆）時高級神經活動特徵的問題及其他等。

本書內容新穎，敘述簡明，實驗方法的描述與實驗結果的分析尤為詳盡，實為生理學者、病理學者及臨床各科醫師在實際工作中貫徹和深入研究巴甫洛夫學說的一本寶貴的參考書。

巴甫洛夫生理研究所業績

開本：287×1092/18 印張：24 $\frac{1}{3}$ 冊頁：4 字數：611千字

楊 汝 菴 譯

人 民 衛 生 出 版 社 出 版

（北京書刊出版業營業許可證出字第〇四六號）

• 北京崇文區觀音寺胡同三十六號 •

北京市印刷二廠印刷 • 新華書店發行

統一書號：14048·0851 1956年8月第1版第1次印刷

定價：（9）5.50元 （北京版） 印數：1—10,000

目 錄

人類內分析器的生理學資料	1
小狗神經系統類型性質的集體研究	15
狗的運動性時間條件反射	22
狗的無關刺激物痕跡作用暫時聯繫的形成	27
用鏈鎖刺激物的方法對高級神經活動的研究(報導Ⅳ)	33
用鏈鎖刺激物的方法對高級神經活動的研究(報導Ⅴ)	39
用鏈鎖刺激物的方法對高級神經活動的研究(報導Ⅵ)	49
條件防禦反射問題	58
子宮內感受性條件反射	69
胃機械感受器對高級神經活動的影響	74
內外感受性呼吸條件反射及其相互作用(報導Ⅰ)	81
內外感受性呼吸條件反射及其相互作用(報導Ⅱ)	90
狗的气体代謝與食餌條件反射	100
天然條件食餌反射與距離的關係	107
熱代謝集羣反射與防禦反射的相互關係	113
蜜蜂按照顏色和氣味對條件刺激物的分化	119
個體發生中大腦皮質對小腸運動活動的影響	130
家兔個體發生中條件反射活動的發生和發展	136
家兔個體發生中前庭器破壞對一般發育和反射活動的影響	144
猴的運動性鏈鎖條件反射研究資料	150
猴的運動性時間條件反射	157
猴的二級條件反射	163
猴的實驗睡眠	169
猴的藥物睡眠對生理機能晝夜周期性的影響	175
條件防禦反射形成時兩半球皮質听區的电反应	180
外抑制時大腦兩半球皮質對声音刺激的电反应	187
睡眠療法藥物的實驗研究(報導Ⅰ)	191
睡眠療法藥物的實驗研究(報導Ⅱ)	198
初生兒的若干非條件反應	204
乳幼兒對刺激物的對比條件反射	210
兒童對不同強度的同種刺激物的抑制條件反射	215
暗示各種年齡的催眠實驗	229
催眠夢遊相中大腦皮質工作能力的研究(報導Ⅰ)	233
催眠夢遊相中大腦皮質工作能力的研究(報導Ⅱ)	238

用測量皮表电阻的方法对人類睡眠動力学的研究	248
用測量皮膚电位的方法对睡眠動力学的研究	251
人類自然睡眠和催眠性睡眠的腦电图学研究	255
催眠夢遊和的腦电图学研究	261
用運動描記法对兒童睡眠動力学的研究	266
語言条件抑制物在醒觉和催眠状态下的作用	271
癲病性神經症時皮質非条件和条件抑制的研究	279
低頻电磁場对高級神經活動的作用	290
按運動描記材料探討發作性睡病時夜眠的特徵	297
保護性睡眠抑制在發作性睡病和其它類型睡眠疾患中的作用	301
皮質-皮質下疾病患者大腦皮質活動的变化与保護性睡眠抑制的關係	310
急性傳染性神經症的動力学中条件和非条件的防禦和朝向反射的特徵	319
關於慢性譫妄(妄想痴呆)時高級神經活動特徵的問題	324
通过催眠實驗从生理学角度上闡明精神病時的某些語言障碍	332
積極治療对精神分裂症患者在語言實驗中的語言反应的影响	341
皮質內臟病理学資料	354
研究患者既往歷對於確定他們高級神經活動類型和闡明罹病前中樞神經系 統机能状态的意义	384
論高血压病和潰瘍病患者前庭分析器机能的若干特徵	395
保護性抑制在潰瘍病的發病学和治療中的作用	403
植物神經系統神經節的形态学	413
人和若干哺乳動物的心臟感觉神經分佈	426

人類內分析器的生理學資料

報導 I 人類膀胱感受器受刺激時的內部信號活動^①

Э. Ш. АЙРАПЕТЬЯНЦ, Л. В. ЛОВАНОВА, Р. А. ЧЕРКАШИНА

(內感受性條件反射實驗室。主任——Э. Ш. Айрапетянц)

I

我們有意對我們的報告加以限制，只報導人類高級神經活動生理學中之若干新事實，至於藉動物實驗所積聚的內感受生理學原始資料，以及分析全部資料時所歸納出的那種概括結果，則留待下次詳細闡述。

毫無疑問，參加本次討論會的人，對於 И. М. 貝柯夫實驗室所獲得的基本事實都有充分的瞭解；這些事實為生理學新的一章，即為機體內部環境感受系統生理學，奠定了基礎。雖然如此，但也不可能使人不回想一下，巴甫洛夫以前的自然科學思維在尋求生理學和臨床學中首要問題之一，即內臟感受性問題，以及內臟中所發生的過程對動物和人類行為的影響問題的答案時，曾陷入絕境。在將近整整一世紀的時期中，很多答案，就其指標和結論而言，本身都含有許多矛盾，並且就研究對象的定義而言，也含有許多值得爭論的地方。[機體本身所產生之內部現象的龐大複合体]^②，由於主觀方法有原則上的缺陷，未能經受嚴格的科學分析。雖然如此，但這種主觀方法直到本世紀開始以前，却仍然是一種很盛行的研究方法，仍然是衡量有關整個機體活動的一切現象的唯一準則。

有關上述現象之本質的、第一個唯物主義的科學概念，是與 И. М. 謝切諾夫的名字相聯繫着的。我們都記得 И. М. 謝切諾夫早在 [大腦反射] 一書中證明自我感覺和自我意識的基礎 [不外是複雜程度不同的反射而已]^③ 時，就已指出這些現象與內臟受刺激時所形成的那些現象是同一個東西。雖然謝切諾夫在 [隨意運動] 章的開端就已預先向讀者聲明說，[讀者在這一章中將常常會感到生理實驗的缺乏……但所說過的一切將因此而有相當確鑿的根據]^④。可是謝切諾夫天才的預見和他堅定不移的一元論的思想不能不使我們感到驚奇。他並沒有做過直接的實驗，但他却肯定地說：人體內部環境所激起的過程，就是那些構成自我意識基礎的反射。謝切諾夫毫無猶豫地預言道：[……隨胸腔和腹腔器官活動而來的那種不定的曖昧感覺，皆屬自我意識現象之列。……遺憾的是，有關這方面的問題，研究起來極為困難，所以圓滿地解決這些問題，只好待諸來日。但這些問題的徹底解決實際上却又是極端重要的，因為所研究

① 1951年4月7日為紀念 И. И. 巴甫洛夫逝世15週年而召開的高級神經活動問題第14次大會上的報告。原題為「曖昧感覺生理基礎的資料」。

② 巴甫洛夫全集，卷Ⅲ，第一分冊，1951年俄文版，211頁。

③ И. М. 謝切諾夫：[哲學和心理學著作選]，1947年俄文版，181頁。

④ 同上111頁。

的这些感觉，始終为人類所固有，它的，重複出現比其它一切感觉，更为頻數，由此可見，它在心理發展方面，是強大的動力之一。〔^①〕

自古以來單憑經驗所發現之內臟活動与心理相關的丰富事实，在具有一般生物学意义的条件反射学說的立場加以闡述而言，已取得科学上的價值。研究对象開始成为顯而易懂的了，但是上述現象在科学上的可靠性——直到發現大腦兩半球皮質活動規律以後，纔十分明顯。

近數年來，〔有机体内世界，即有机体内所發生的器質性变化〕〔^②〕在我們 К.М. 貝柯夫實驗室裏，已成为生理学專門研究的对象了。它們像有机体与外部环境之相互關係所產生的現象一样，是用条件反射活動的規律來闡明的。

我們有一位同人研究証明：暫時（条件）聯繫，奠定了向大腦皮質不斷報導內部环境所發生之过程的基础。同時刺激內臟所形成的暫時条件反射，無可辯駁地証明內臟中有多种多样的感受器存在。內外感受性刺激物所制約的皮質規律之相同點，以及向皮質發出刺激的那个环境之特性所決定的相異點，使我們完全有根据說明：內部信号活動是動物一般信号活動的類型之一。很多事实都証明了內外环境信号活動的聯繫和相互制約。

因此，虽然尚待研究、尚待認識的东西〔比已經取得、已經認識的一點东西要多得多〕，〔^③〕但是錯綜複雜的、看來似乎絕望的內臟感受性問題，終於依靠巴甫洛夫的客觀方法，擺脫了危机；皮質-內臟生理学的各种規律解决了这一難題。从此以後，生理學者研究整个〔內部現象的複合体〕的根据，即研究無數內分析器裝置統一活動的根据，得以確立。

動物實驗所得到的材料，也使我們有可能踏上揭露人體內〔膈胸腔和腹腔器官活動面來的〕〔^④〕条件信号的道路。必須確定人類內部信号活動的特徵，進而確定它与第二信号系統相互作用的形式和性質。

首先必須証明：藉客觀方法可以揭露，內臟刺激的效应为通过皮質的反映性反射。其次則証明：藉暫時聯繫的机制可以使其再生。Айрапетьянц 和 Василевская 二氏於 1941 年共同進行了這一嘗試。

为了治療的目的，暫時在患者小腸部造一瘻狀瘻。將薄壁膠皮囊通過瘻孔置入腸中，這個膠皮囊，有時裝滿冷水，有時裝滿溫水。當然外感受性的干擾是必須去掉的。受試者最初對刺激呈泛化性反應，把它當作某種機械刺激，其後開始能分辨出腸牽引（腸段中膠皮囊之擴張）的終止和繼之而起的溫度刺激，但當時對寒冷和溫熱刺激，仍然混淆不分。經過多次對比以後，對腸內寒冷和溫熱刺激，才逐漸產生清晰的分化。在進一步研究中，故意使開紅灯伴之以寒冷的感覺，開藍灯伴之以溫熱的感覺。此後當灯光單獨作用時，例如當紅灯單獨作用時（在沒有內感受性溫度刺激的條件下），受試

① Н.М. 謝切諾夫：〔哲學和心理學著作選〕，1947 年俄文版，132—133 頁。

② 巴甫洛夫全集，卷Ⅱ，第二分冊，1951 年俄文版，108 頁。

③ 巴甫洛夫全集，卷Ⅳ，1951 年俄文版，413 頁。

④ Н.М. 謝切諾夫遺集，卷 1，1952 年俄文版，76 頁。

者並無多大困難，便能使那種腸內寒冷刺激感覺再生。藍燈則恰恰相反，它能使反映腸內溫熱刺激的言語反應，得以再生。

因此，這些試驗證明：人不論是直接通過內分析器，或是通過外感受性條件信號活動（即藉助於外分析器）都能夠精確地分化出內部的溫度刺激。

應該着重指出：這一過程是在第一與第二信號系統相互作用的條件下完成的。

我們的實驗也是詳細地研究人的內部信號活動，在這些研究中，我們主要是闡明皮質反應和植物性反應的性質和程度對內感受器的刺激和興奮強度底依賴關係。進行觀察時，對第一組受試者則刺激其胃粘膜感受器，對另一組則刺激其腸感受器，對第三組則刺激其膀胱感受器。

本報導將敘述有關膀胱反射的研究，這些研究完成於 1949~1950 年間。

II

由於某種疾病的關係，在三位受試者的恥骨上部附近分別造一暫時或永久的膀胱瘻狀瘻。因為觀察全部受試者所得到的事實在原則上都相同，所以我們祇將敘述對患者 P. 所觀察到的資料，這位患者最清晰地表現了我們所揭露的各種規律。患者 P. 是一位年邁的男子，精神十分爽健，熱愛生活，食慾旺盛，愛讀文藝作品，喜好步行，夏天自己種菜，並且他是自願而主動地到我們實驗室裏來的。血壓 145~85 毫米。血和尿的分析，都未發現任何異常的傾向。膀胱鏡檢查發現粘膜有輕度水腫，三角區組織稍顯充血。最近四年內，僅藉插入膀胱中之膠皮管通過瘻孔進行排尿。膠皮管的遊離端放入容尿器中，這個容尿器永遠由患者 P. 本人攜帶着。實驗時受試者躺在臥榻上，用屏障把他和我們隔開。

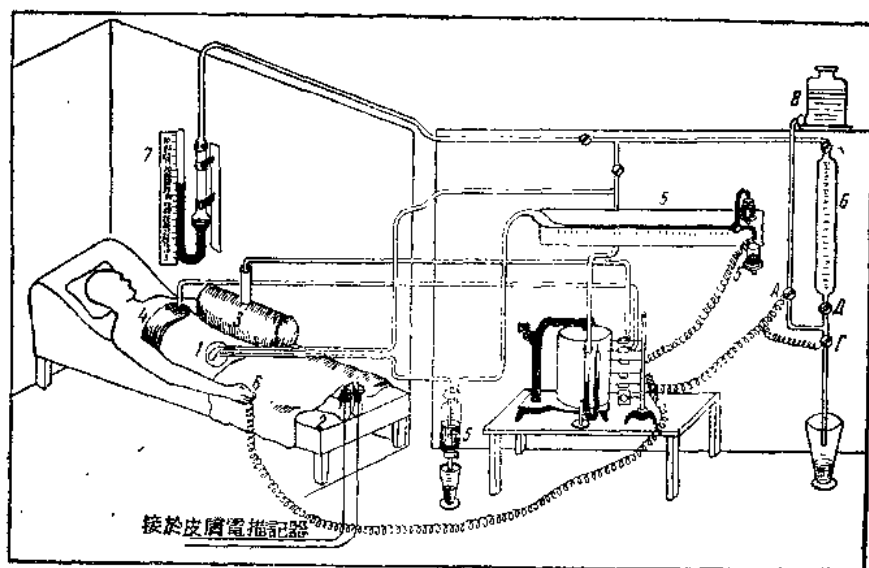


圖 1 膀胱刺激裝置模式圖

1. 膀胱瘻孔，膀胱內膠皮囊的脹大，膀胱內壓力的描記；2. 記錄皮膚電反應的電極；3. 容積描記器；4. 記載呼吸所用的圓帶；5. 泌尿量記載；6. 皮質反應（感覺）記載。其餘圖例在正文內已說明。

所選用之基本刺激物為膀胱壁的牽引（這種刺激可稱為機械感受性刺激或壓力感受性刺激）。實驗開始以前，將一個消過毒的薄壁膠皮囊通過瘻孔置入膀胱中，並用膠皮管使它与空氣壓入膀胱之裝置相連。膀胱內除了膠皮囊以外，另放入一薄膠皮導尿管，以便不斷向外導尿。這兩種操作完全不致引起受試者疼痛。空氣進入膠皮囊的方式是：液體由壓力為 200cm 水柱的水管進到特製的、劃有刻度的圓筒裏，並將同體積的空氣排出，這些空氣便充滿了膀胱中的膠皮囊。

膀胱刺激裝置的模式圖如圖 1 所示。打開栓 A 和栓 D 時，水由盛水器 B 進入劃有刻度的玻璃罐 E 中，排出同體積的空氣，這些空氣便充滿了膀胱中的膠皮囊。扭動栓 A 可以調節充氣速度。欲排出膀胱內膠皮囊中的空氣，可將栓 F 打開。玻璃罐中液面之下降程度，可用來檢查膀胱內膠皮囊中之氣體是否全部排出。當扭轉栓 A 和栓 F 時，在電動記波器上便自動地劃出了刺激開始和終止的記號。

這就是摹倣膀胱貯尿量之自然變化的刺激法——膀胱牽引法，它能興奮膀胱感受器，並能相應地引起自下而上的信號活動，結果引起各種程度的排尿慾。

為了描記內感受器興奮所引起的反射性變化，我們採取綜合暴露多種反應的方式，以便觀察所發生之各過程的繼時性和同時性。

首先要記載膀胱內壓力，因為它是膀胱本身狀況和膀胱受牽引程度以及膀胱排尿宿力的最重要的指標。為此，用一條管子使膠皮囊與水銀氣壓表相連，然後將水銀柱高度的變化描畫在記波器上。

膀胱被動擴張時，膀胱內壓力顯示出平穩的、幾乎是水平的直線，而當膀胱主動地抵抗時即當膀胱肌肉收縮時，膠皮囊則相應地受到壓擠，因而膀胱內壓力便以曲線之上升和增強的方式描繪出來。

膀胱擴張所引起的第二種反應指標，選擇的是腎泌尿機能。這裏著重要探溯膀胱感受器興奮程度與泌尿速率（增強——抑制）間的關係。尿液從膀胱通過導尿管流入密封的盛水器裏，並排出其中的空氣，被排出的空氣則又將液體從帶有刻度的玻璃管（即通常所用的「唾液測量器」型的刻度管）中排出。玻璃刻度管中流出的每滴液體，都能使記波器的電路接通，而被記載下來。因而，我們的方法能同時記載下泌尿總量和泌尿速度（強度），並且在任何時候都可以取尿做臨床分析。

我們順便指出：在研究胃分泌時，我們也曾用過這種方法；這種方法使我們能夠在予胃粘膜以機械刺激時，把運動狀況和分泌狀況同時記載下來。並且，除了不斷地測量胃液分泌量和速度以外，還可以在不停止描記的條件下，用任何時間間隔，取任意量的胃液試驗樣品來做分析。

第三種指標是呼吸變化，呼吸變化是以一般方法記錄下來的：在受試者的胸部套以圖帶，並使之與馬利氏鼓相連。

第四種指標是血管反應（動脈和靜脈管腔的總變化），這是衡量有機體機能變化的十分精確的準則。血管反應的記載是用臂容積描記器進行的。

第五種指標是皮膚電反射，它是植物性反應變化的銳敏標誌之一。記載皮膚電反射用鏡動式電流計（Гартман 和 Браун 公司出品，銳敏度 $=10^{-9}$ A）。電流計「光影」的波動被攝在活動膠捲上。為了將電流導入電流計，則使用安裝於受試者腳掌表面之上浸有食鹽水的銀質電極。

最後，第六种指标，即最後一种指标則为由於刺激膀胱感受器而發生的皮質反应，或按謝切諾夫的說法來講，就是膀胱能於受到一定強度的擴張時轉成各期排尿慾的自我感覺。为了簡化患者表現皮質信号的形式，在他們的手指上裝以電觸，当內感受性信号（感覺）發生時，受試者便以手指併攏（这样便接通了記波器的电路）來反应，一直到他能分析出的刺激物作用消失時再把手指散開。虽然受試者不能進行排尿動作，但当膀胱收縮時，按強度而清晰地分化出的排尿慾始終得以顯露。

III

机械刺激——膀胱壁的牽引——能引起十分明顯的植物性反应：血管反应、呼吸反应和皮膚电反射。这些反应的出現決定於下列諸条件：刺激物強度（本實驗中是注入膠皮囊中空气的体積）和空气進入膠皮囊的速度。而進入膠皮囊中的空气体積和速度能變成某种刺激的強度，这又決定於有机体机能状态，例如受試者的全身不適（感冒，流行性感感冒状态）或胃腸道障碍或因某种原因受試者在受試前夜發生了失眠。在这些情況下，膀胱中膠皮囊脹大的刺激強度能有激烈的变化。例如：当胃暫時處於病态時，就需要把膠皮囊內空气体積增加兩倍纔能引起植物性变化和膀胱感受器受刺激的感覺；同样，在另一次實驗中，受試者昏沉欲睡，這時，要引起他的植物性变化和膀胱受刺激的感覺，需要將牽引他膀胱的力量加強將近兩倍。這一切都說明膀胱感受作用（自下而上的信号活動）对中樞神經系統状态，主要是对大腦皮質状态的依賴關係。这些現象目前已成為我們專門研究的課題；關於这些研究的初步結果，放到本報告的後一部分中來講它。

膀胱內空气体積增大的速度是个重要因素。這裏已經十分明顯地發現了膀胱壁受牽引的速率與那些在檢查時由膀胱內一定体積空气而造成的反应之間的相依關係。並且，这种相依關係尤其顯著地表現在皮質信号方面，即膀胱膨滿感（受牽引的感覺）方面。空气進入膀胱中的速度愈大，引起感覺所需的刺激強度就愈小；空气進入膀胱中的速度愈小，引起感覺所需的刺激強度就愈大。例如，当空气進入膀胱中的速度為每秒 3.1 毫升時，僅在膀胱受到 22 毫升空气的牽引以後便出現感覺。而当速度為每秒 0.8 毫升時，則需要三倍多的空气（65 毫升）纔能產生膨滿感。最特徵的是：当刺激物緩慢地進入膀胱時，不發生皮膚电反射、呼吸反应和血管反应。当然，这些關係在每位受試者的每次實驗與每次實驗中間並不是絕對相同的；同样，它們在不同受試者身上也是經常有變動的。可是我們在这些事實中終於發現了一個共通的規律，就是：植物性反应和皮質反应的發生時間，乃是直接依賴於刺激力增長的速度。

在自然条件下，膀胱也能受到強度的牽引，也就是說，由於大量尿液的蓄積膀胱的容積也能激烈增大，可是排尿的信号却可能不發生。它們祇是在強烈抵抗進一步牽引時才出現。由此可見，膀胱感受器的兴奋不是膀胱壁被動受牽引的結果。兴奋和不同程度的自下而上的信号活動，乃是在實現排尿動作時膀胱壁的不同程度的收縮（緊張）的結果。膀胱內压力就是膀胱的这种状态的標誌。

膀胱內压力变化分兩個階段：頭一階段的特徵是緩慢的、逐漸的、均調的增長；第二階段的特徵是驟然發生的急劇上升，反映着膀胱壁的高度緊張（收縮）。第二階段立即引起植物性變動和感覺的形成，這種感覺穩固地停留很長時期（至兩分鐘）。

由第一階段向第二階段過渡時，膀胱內壓力曲線能有短時間的輕度上升，相應地也產生短時間的感覺（由3秒至9秒）。

待膀胱內壓力變化停止以後，無論是膀胱容積再怎樣地增大，也不復出現植物性反應和皮質反應——感覺。

下面是關於血管反應的例証（圖2）。以每秒0.3毫升的速度將空氣輸入膀胱裏的膠皮囊中。此時，在兩分鐘之內膀胱內壓力不發生變化，體積描記曲線也相應地保持常態（「零點」）。僅當膀胱中空氣體積達到70毫升時，膀胱才發生激烈收縮，膀胱內壓力曲線驟然上升，隨即出現顯著地血管舒張（伸入體積描記器裏的手腕的體積增大）。

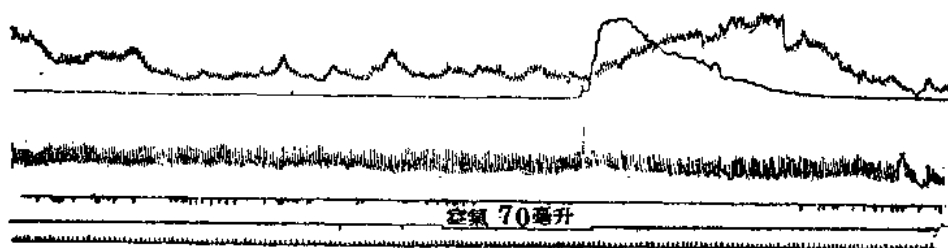


圖 2

曲線說明（由上至下）：體積描記曲線，膀胱內壓力曲線，呼吸曲線，
泌尿記號，刺激記號，時間記號 —3 秒。

這一規律也同樣清晰地表現在皮質反應中。

如前所述，受試者是以裝有電觸的拇指與食指的合攏來表示膀胱信號的出現的。已與受試者約好：如有感覺增強，受試者便做一次急速的散指和合指的動作，感覺增強幾次，這種動作就做幾次；合指時間是由感覺產生時起直至它完全消失時止。而當感覺減弱時，受檢者也做一次散指和合指的動作，但不是急速的，而是在散指與合指之間採取短的時間間隔。這種依賴關係表現於第三圖中。

當輸入膀胱中的空氣達到29毫升以後，再分別地添入一定量的空氣（5毫升，8毫升，5毫升）。每次添入時都產生持續一秒的感覺。待膀胱中空氣全量達50毫升時，就不再往膀胱中添加空氣了，因為壓力已呈現顯著的增強，現在就可以全然無誤地等待膀胱的進一步收縮、膀胱內壓力的急劇上升和隨之而產生的長期感覺，這一切都可在圖中清晰地看得出來。當膀胱壁呈現最高度緊張狀態的瞬間，即當膀胱內壓力的上升達到最高點時，在增高的膀胱內壓力曲線上又出現兩個新的上升波，與此同時，受試者驟然地做了兩次散指和合指的動作，因而說明他感覺到了兩次強烈的排尿慾。經過70秒以後，膀胱內壓力曲線又出現了增補的上升波，又出現了新的皮質反應。膀胱壓力在繼續着，感覺也在繼續着。膀胱內壓力曲線逐漸降落時，即膀胱收縮逐漸減弱時，受試者三次地表示了感覺消退。當膀胱內壓力回歸到上升前水平的平穩曲線時，感覺也隨之而消失。

由此可見，膀胱內壓力的上升（膀胱機械感受器的興奮）是皮質反應必然發生的先兆，是皮質反應的原因。

圖4所介紹的也是這種關係，但它也表示另一些規律。

由下圖可以看出，感覺經過一定時間以後，雖然膀胱內空氣尚未排除（即刺激物尚未拿掉），但仍然歸於消失。按與外感受器發生的類似過程的比較，應當把這種現象稱做順應。事實上，當膀胱中空氣體積增大時，皮質內發生爆發樣的反應，隨後很快就消失，所以繼穩定持久的感覺以後，儘管膀胱內存有同樣體積的空氣，仍不免出現感覺消失。我們曾做了通過各種時間間隔向膀胱內輸入空氣的試驗，每次出現的皮質反應後來都又歸於消失。雖然用這種方式把膀胱內空氣的體積增加得很大，但經過一定時間仍然開始了順應現象。在這裏，我們發現了動因（空氣體積）刺激力量與順應出現速度之間的依賴關係，例如：輸入的空氣的體積為27毫升時，順應是在12秒後發生；輸入的空氣的體積為30毫升時，順應是在15秒後發生；輸入的空氣的體積為43毫升時，順應是在72秒後發生。再強的刺激物（空氣的體積更大時）自然應當引起強迫的排尿慾，進而惹起穩固地皮質興奮和完成整體反射（排尿行動）的意向。但在我們的條件下，當受試者（膀胱造瘻者）表示強烈排尿慾到來時，我們馬上將空氣由膀胱中的膠皮囊裏放出來。因此，確定對更強刺激物的順應時間是不可能的。由下圖可以看出，當膀胱內空氣體積為50毫升時，順應是發生在96~100秒以後。

要瞭解在我們研究膀胱感受器時所發生的順應現象，必須注意膀胱內的壓力。所謂的順應每次都是出現在膀胱內壓力下降時，即出現在它轉回急劇上昇前的水平時。膀胱肌的緊張狀態（對膀胱壁進一步受牽引的主動抵抗狀態）一旦停止，機械感受器的興奮便消失，「由下而上的信號活動」（感覺）便消退。由此可見，雖然機械刺激物（膀胱內一定體積的空氣）未被排出，但在一定時期內，或是在膀胱內空氣體積再度增大以前，刺激物的作用却失去了它的功能。由此也可以明瞭所謂自發感覺和它們的消失，因為它們是新開始的上昇波和膀胱內壓力減退的後果。

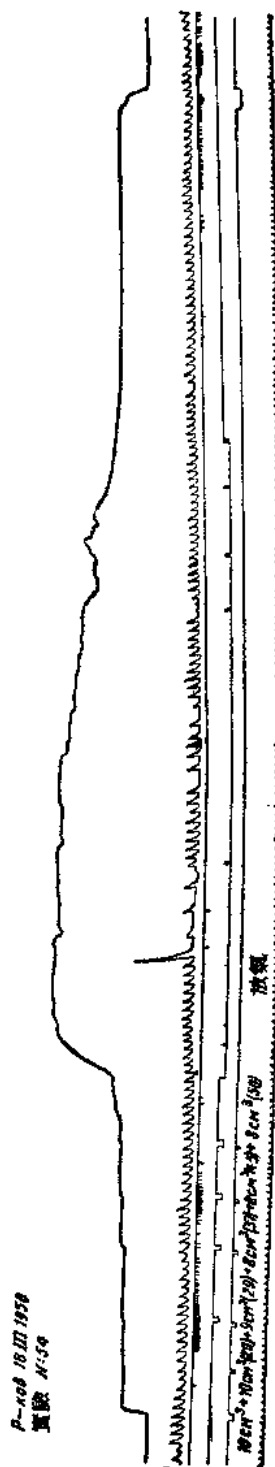


圖 3

曲線說明(由上至下): 膀胱內壓力曲線、呼吸曲線、泌尿推記、感覺記號、刺激記號、時間記號——3 秒。

皮膚電反射則稍有不同的性質，它是繼膀胱內壓力上升後立即發生的，其後緩慢地回歸正常；當膀胱內壓力重又上升時，它便再度出現。

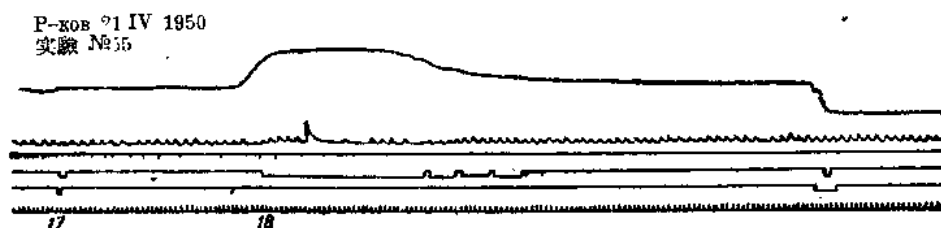


圖 4

註釋同圖 3

十分有趣的現象是皮膚反應的存在與膀胱內刺激動因的不存在之間的逆行關係。

圖 5 除表明上述規律以外尚表示着現在所談到的一些事實。這些事實的研究是按下列順序進行的。將膀胱內空氣的體積增至 52 毫升，待感覺消失即「順應」以後我們對受試者宣佈休息，但沒有把膀胱中的空氣排放出來。而受試者的行為表現却好像他的膀胱已經空了似的。接着做進一步觀察時，僅輸入 8 毫升空氣即足以引起感覺來，但這種感覺轉瞬即逝。如圖所示，其後兩次的空氣添入，未顯出上升的特徵。祇在空氣體積達至 83 毫升時，才第一次地出現了兩個小波，隨後是急劇的上升。當膀胱內壓力二次地急劇上升時，相應地產生了長時間的感覺。當這些變化正在向前發展時我們迅即放氣，即排除膀胱內膠皮囊裏的全部空氣。雖然如此，但感覺仍然還持續到 42 秒。感覺從第 27 秒開始逐漸下降：受試者曾給了三次感覺減弱的信號，後來表示感覺完全消退。

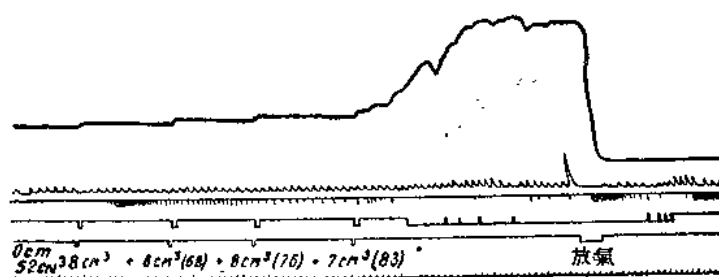


圖 5

註釋同圖 3

此種規律在第 6 圖中表現得更為明確。繼膀胱內壓力急劇上升引起了輕度皮膚反應（其間有兩次增強）以後進行急劇放氣。由此出現的現象是令人驚異的。如圖所示，在放氣以後已經過了三分半鐘，感覺卻仍然保留。

應該認為：空膀胱的肌肉在很長時間內不祇是停留在緊張狀態中，而且还做一次強有力的收縮，所以受試者又表示了一次感覺增強。據我們看來，這種現象乃是由兩

种相互重叠的兴奋所組成：一种是由兴奋的膀胱感受器繼續向皮質發放的信号的作用，另一种是当膀胱初次强烈收縮時發出的信号所引起的兴奋在大腦皮質中遺留下的後作用的影响。應該認為这是有關膀胱活動的整个对内分析器反应的結果。

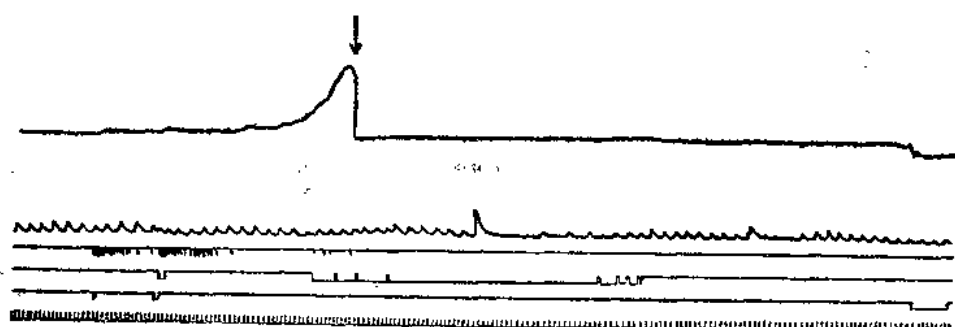


圖 6

註釋同圖 3

所描述的这种現象也表現在呼吸反应中。从第 3、4、5 圖中均可看出：繼膀胱压力急劇上昇以後，經過一定時間，有規律地恒常地發生深呼吸，長的休止期（15—45秒），隨其後出現顯著的呼吸減少，僅在膀胱內压力減退時方始恢復。

現在我們需要回頭來講第 6 圖，此圖所表示的是当膀胱內压力達到最高時急速放气的情形。請諸位注意，当膀胱空的時候，方才談到的呼吸变化羣（深呼吸、呼吸停歇和長的呼吸運動休止期）都完全保留，另外还發生了淺表呼吸。这一切現象完全肯定地說明：內感受器裝置一旦活動起來，不論招致这些現象的刺激物是否还繼續存在，都將引起內臟与內臟反射性或皮質与內臟反射性的規律反应。

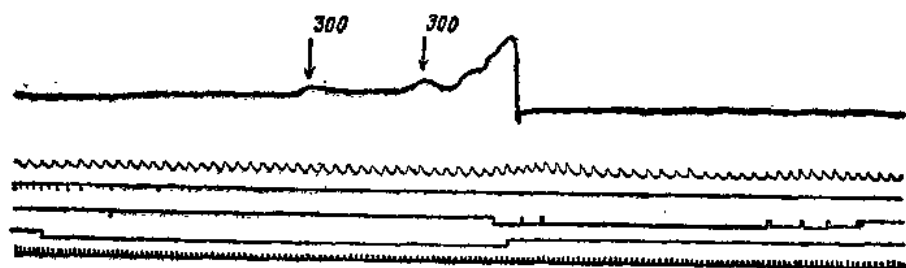


圖 7

从左向右的第 1 与第 2 个箭头表示 300 燭光的開亮時刻。

其餘註釋与圖 3 同。

为了強調說明在对外分析器活動中所知的各种規律也存在於对内分析器的机制中，我們曾做了一种試驗：在膀胱內压力上昇的第二階段中，即膀胱內压力開始發生急劇上昇時，使强烈的新異動因發揮作用。結果發現了外抑制現象，这是非常重要的。在受試者面前懸掛一个暫時尚未打開的 300 燭光的电灯——相当强烈的刺激物，慢慢地將空气注入膀胱裏的膠皮囊中。如圖 7 所示，当膀胱內压力開始上昇的瞬間，將强烈的灯光打開，此時曲綫停止進一步上昇——膀胱的進一步收縮受到抑制。可是膀

膀胱充气仍在繼續着,即刺激强度仍在增加着,所以經過一分鐘後膀胱內压力曲綫重又上昇,可是就在此時復將电灯打開,於是膀胱內压力的上昇又中斷了,虽然此時膀胱的牽引仍在加强中。經過 24 秒以後膀胱內压力的上昇逐漸恢復,並在第二个急昇波中出現了感觉。此後便發生了我們所熟習的規律:当空膀胱(放气以後)强烈收縮時仍有感觉存在。

除了断定对內分析器活動的外抑制这一事实以外,还必須強調其次一个顯著突出的事实,就是皮膚与內臟的联繫。腦皮質衝動能抑制和中止人類膀胱平滑肌的兴奋——抑制刺激動因的作用。

在多數受試者中我們都已經証明:胃腸的化学、温度、机械刺激和膀胱的牽引均能引起皮膚电位的顯著變動。我們不准备過於詳細地討論各种內感受器对各种刺激起反应時的皮膚电反射的比較值,我們祇想指出:皮膚电反射的特徵,是同种刺激物所引起的皮膚电反应的强度和持續時間並不恒定,並且它不能反映出每个內臟的特徵。可是皮膚电反射却是衡量內感受器状态,尤其是它們与高級神經活動相互關係的質的变化的十分銳敏的指标。由於从目視轉到波動攝影,这一指标的裨益擴大了好多倍。可惜我們還沒有把我們的方法改善得更好,还不能够將皮膚电反射的記載与其它指标的記載同時進行^①。

当以慢慢注入膠皮囊中的空气牽引膀胱的時候,皮膚电反射以及其他指徵,都未發生任何变化。但膀胱內压力的最初的上昇波就已影响了皮膚电反射,下一事实是很重要的:皮膚电反射的变化一般是發生在感觉出現以前的數秒鐘之內,或是这兩種反应同時發生。圖 8 提供的是这方面的一个例証。强度刺激以後經過 6 秒鐘,皮膚电反射有了激烈变化,而感觉却是在皮膚电反射發生以後經過 5~6 秒鐘才出現的。

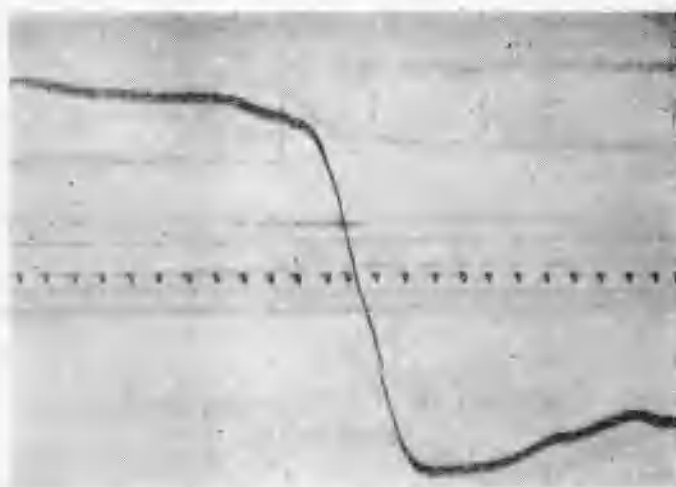


圖 8

由上向下表示:感觉記号,电流描記器,刺激記号,
時間記号(隔 3 秒)。

① 現在(1952 年)我們記載全部反应均用波動攝影計,同時描記刺激物和效应指徵。

弱的內感受性刺激物能引起皮膚電反射變化的事實是非常有意義的。膀胱受到一定程度的牽引時，膀胱內壓力能有輕度上升，從而造成皮膚電反射變化，但內感受器的這種興奮，還不夠引起新的「自下而上的信號活動」和皮質分析。

前面已經說過，我們在記載膀胱收縮（膀胱內壓力）的同時，可以把泌尿量和泌尿速度同時記載下來。每滴尿液都在記波器上留下記號。實驗證明，當膀胱內壓力開始上升時，尿液分泌便逐漸減少，當膀胱內壓力達到最高水平時，尿液分泌則完全停止，利尿受到完全抑制。而隨着膀胱內壓力的降低，尿液分泌又相應地逐漸恢復。這一規律在每次觀察中都能看到，它清晰地表現在上面列舉的幾個圖解中。

在圖3中可以看到，當膀胱內壓力逐漸上升時，尿液分泌是逐漸減慢，逐漸接近停止，而在膀胱內壓力開始急劇上升以後，泌尿隨之而完全停止，一直停止了6分40秒。圖4中利尿的減少是從膀胱內壓力的最初幾個上升波開始的，在膀胱內壓力急劇上升以後，尿液分泌一直完全停止了數分鐘之久。在圖5中，逐漸發生的泌尿減慢在膀胱壁強度緊張以後變成了泌尿的完全抑制（60秒）。Конради和Бебешина二氏在狗的慢性實驗中也見到了這一類現象。

可能有人要懷疑，用我們的觀察方法得到的這種現象是否是人為的呢？也就是說，是否是由於在膀胱收縮時導管受壓迫所造成的呢？或者是因為膠皮囊脹大以後機械地堵塞了輸尿管口所引起的呢？

可是，我們可以引証下面一些論據來否認這些推想。首先應該注意圖4，尤其是圖5，其中的尿液分泌不是隨同膀胱內壓力的上升立即中斷的，而是逐漸停止的，並且圖4中，最後兩滴尿液的記號是在膀胱內壓力強烈上升時記錄下來的。圖5中，在上升開始時有六滴，在上升達至最高點時，換句話說，在膀胱收縮最強時，有4滴。如果說最初就不是生理因素，而是物理因素在發揮作用，那麼這些滴尿液是哪裏來的呢？最後，當膀胱內壓力回到原有水平時，膀胱肌肉已經鬆弛，感覺也因之而消失，但尿液分泌卻仍處於受抑制狀態。甚至在放氣以後很長時間內，尿液分泌仍不恢復（圖4）。這一類事實，除在前述圖解中列舉的以外，還有很多。

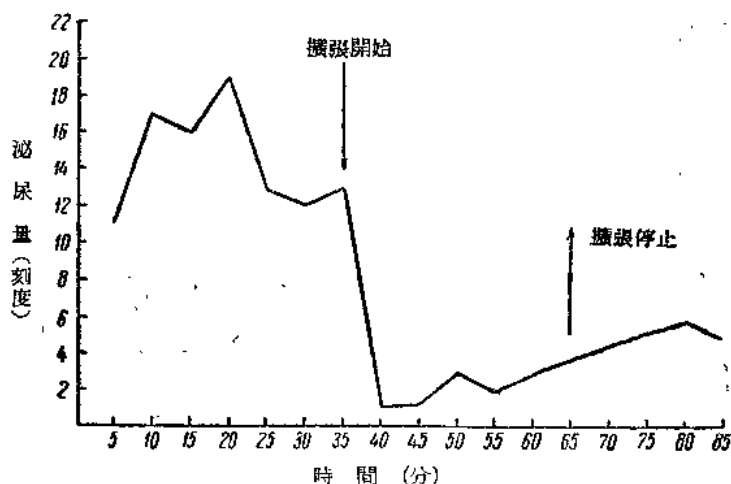


圖 9

在這方面我們預備描述一下 Айрапетьянц 和 Стефанович 二氏用貓做的急性實驗(1947)。給動物施以全身麻醉。將兩側輸尿管與膀胱分離開，把套管插入輸尿管中，再用膠皮囊把套管連通到刻度計上。實驗揭露了下列規律：膀胱擴張時，尿液分泌暫時受到明顯抑制；而擴張一旦停止，尿液分泌便緩慢地恢復。

現將此類實驗之一列於圖 9 中。

可見，我們上面所描述的事實，即人類膀胱感受器的一定程度的興奮對腎臟泌尿機能的強烈抑制，無疑是反射性的^①。這種反射性的變化和調節的生物學意義是顯而易見的，因為人和動物的膀胱肌肉的收縮（緊張）是在尿液充滿膀胱到了極限時發生的，而肌肉的主動抵抗正是為了把尿液由膀胱中排擠出去。事實上在這些條件下，膀胱是不可能再接受追加的尿液的。因而便發生了抑制現象，尤其是对腎臟泌尿機能的抑制。這種抑制是排尿活動佔優勢的結果。

IV

我們敘述的事實證明：膀胱感受器一定程度的興奮（表現在膀胱內壓力這一指標上），一方面引起植物性反應的發生和經過的重大變化，另一方面奠定了大腦皮質發生一定反應的反射基礎。這些內感受性信號——[自下而上的信號活動]（巴甫洛夫語）——反映到大腦皮質中，引起大腦皮質對它們的程度（我們實驗中是對膀胱膨脹程度），進行反射性的分析（感覺）。在其它很多各式各樣的例子中則將談到任何一個內臟對其生理狀態的依賴關係。

十分明顯，人的這種生理分析，是在第一信號（外感受和內感受）系統與第二信號系統交互作用的條件下實現的。因此，我們就設法來証實膀胱感受器受刺激時感覺發生的條件反射機制，以及那些到達效應器而完成來自膀胱的信號活動的過程的條件反射調節的機制。

我們解決這一課題時所採取的方法是將上述方法加以補充而成。

在受試者面前掛一有刻度的水式氣壓計，把這個氣壓計與膀胱裏的膠皮囊連結起來。當我們向膠皮囊中充填空氣來牽引膀胱時，同時便提高了氣壓計中的液面（圖 1）。除了像前面提的那樣告訴受試者在發生感覺時用手指將電極接連起來以外，不再給他任何補充的指示。不對受試者說明氣壓計的用途。

這樣一來，膀胱感受器的刺激每次都伴以視覺刺激——氣壓計中液體的移動，對於內感受性刺激的感覺，一般不是隨着液面上昇而發生。而是在液面恰恰到達數字 40 的時候發生的。

當上兩種因素在時間上多次重合以後，我們進行條件刺激物單獨作用的試驗。圖 10 中所描記的即此類觀察之一。試驗過膀胱膨大效應以後，將向膀胱內輸送空氣的管子上的栓頭閉住，這樣，空氣就不能進入膀胱了。現在我們將氣壓計中液面提高，當液面越過數字 40 而向更高數字移動時（如圖），受試者開始多次地把手指合攏和散

^① 目前，В. Л. Балакинина 和 Т. С. Баргударова 二氏在他們獨自設計的狗的實驗中，以新的研究結果証實了這些材料；他們同時進行導尿管的引出和膀胱癱的形成。在這個實驗中通過條件反射方法造成了腎泌尿機能的誘導抑制現象。