

巴甫洛夫的偉大成就 替 代 反 射

(又名條件反射)

C. H. BEST
N. B. TAYLOR 原著



山河書店出版
宗鐵生譯

1951

巴甫洛夫的偉大成就

替 代 反 射

(又名條件反射)

C. H. BEST

N. B. TAYLOR

宗 鉄 生

山 河 書 店 出 版

替代反射

版權
★
所有

原著者 C.H.BEST
N.B.TAYLOR

譯者 宗 鈇 生

出版者 山 河 書 店

發行者 山 河 書 店

開封吳勝角

印刷者 復興印刷所

1951.6.30.初版 1 — 2000冊

譯 序

關於介紹巴甫洛夫學說的書籍，坊間尚不易覓得，爲此，我乃將 Best and Taylor 著：『 The Physiological Basis of Medical Practice 』中第LXX章『 Conditioned Reflexes Sleep 』全部譯出，以饗讀者。此章的後一段是講睡眠的生理以及關於睡眠的學說，因自巴甫洛夫的替代反射發現後，對於睡眠的學說影響頗大，遂一併將此段譯出。

本書的譯名大部是參照吳襄著『生理學大綱』及蔡翹著『人類生理學』二書所翻譯的，其餘的一些譯名除依據中華博醫會出版的『高氏醫學辭彙』外，尚有一小部分是譯者自撰。

譯者才疏學淺，又因付印倉促，錯誤之處，一定難免，如蒙匡正，不勝感激。

一九五一年四月宗欽生識於開封

替 代 反 射

(CONDITIONED REFLEX)

定 義

如我們所熟知，通常的反射，是具有種別上的遺傳性的，它並不依賴以往的經驗，其反射途徑的建立可說是與生俱來。巴甫洛夫(Pavlov)稱這類反射為原始反射(Inborn or Unconditioned Reflex)。例如，食物放在初生小犬口裏引起的唾液分泌即是。這種反應完全依靠口內受納器(味覺、觸覺等等)的刺激。在另一方面，當幼小的動物第一次看到或聞到一塊肉片時，結果並沒有唾液分泌出來。但若此動物以往食肉時即不時看到或聞到肉片，那末此時就有很多的唾液分泌產生了。這類完全依靠以往經驗而產生的反應，巴甫洛夫特叫做替代反射或獲得反射(Conditioned or Acquired Reflex)。它的反射途徑在出生時並未完全建立，乃是經過若干訓練而後發達的。很明顯地，年長動物的反應是由於過去兩種刺激：應用至口內受納器的刺激及食物的出現或其香味(即視覺或嗅覺的刺激)，業已取得聯繫的結果。前者叫做原始的刺激(Unconditioned Stimulus)，後者則叫做替代刺激(Conditioned Stimulus)。不但食物本身的性質可作為替代刺激，甚而與食物無關的環境改變，亦可作為替代刺激，祇要這些刺激的出現與喂食同時。

替代反射可以是興奮性的，如唾液的分泌；或者是阻遏性的。前者稱為正的或興奮的(Positive or Excitatory)，後者稱為負的或阻遏的(Negative or Inhibitory)反射。

原书缺页

原书缺页

即被忍却下去，它們便不再引起防禦反射了；這是因為被主屬的食物反射所抑制的緣故。在另一方面，如刺激（如刺激在骨骼上）引起了嚴重的損傷，或者甚而危及動物的生存時，防禦反射自當佔優勢了。

最足令人尋味的是經連續注射嗎啡後所引起的反射。在狗，嗎啡的注射可引起嘔吐和流涎，繼之以酣睡。當一連串的注射以後，這些反應可發生在僅僅瞥見注射筒或前次為其注射藥物的助手來臨時，而注射無作用的液體尤為有效。

第二及第三替代反射（Secondary and Tertiary Conditioned Reflexes）。第二項刺激與業經完全穩定的替代刺激聯合使用時可作為該項替代刺激的替代刺激。設若用一個電震擾刺激前足掌為原始刺激，觸撫後足掌為替代刺激，如是所作之防禦替代反射業經穩定後，乃以第二項中性刺激（如水的起泡聲）在初發替代刺激（觸撫後足掌）前數秒鐘使用若干次後，發覺此第二項刺激（水的起泡聲）遂亦獲得替代的性質了，以後如單獨使用時亦可惹起防禦反射。又若以第三項刺激（例如響叉響）恰在第二項刺激前一簡短時期內使用，而其初發替代刺激及原始刺激則均省略不用，那末，以後此第三項刺激之單獨使用遂亦能惹起替代反射。不過要建立第四項順序的替代反射尚不可能，而對於建立第二項順序以外的食物替代反射亦未完成。

陳跡替代反射（Trace Conditioned Reflexes）。為欲建立此項反射原始刺激之使用須在替代刺激後一個時期，當此反射建立後，隨替代刺激而起的替代反應亦必在與此二刺激使用之間距（Interval）相等之期間後發生。例如，使用一個觸覺的刺激於皮膚約半分鐘然後拿開，一分鐘後，再注射酸於口中，如此若干次後，遂察知正當觸覺的刺激單獨使用時，雖然並無分泌物產生，而此反應的發生却恰在一分鐘以後。又如一條動物以規定的間距來饋食，例如每三十分鐘，遂察知在一連串的饋食以後，雖不給予食物，唾液即可在每隔約三十分鐘的期間內自然而然地分泌出來了。這例子說間距（Time Interval）的本身無疑地亦已獲得了替代反射的性質。

替代反應在生物學上的重要性

替代反射的養成大部分促成了動物及人類的行為。當每日的生活經驗逐漸地豐富起來，一連串的替代反射便由是順應而生，從而堆積起各種聯繫。由環境引起的刺激不斷地喚起各種不同的替代反應，以此並可作為導引動物抉擇其行動的信號。依靠了訓練和教育，很多複雜的反射均可使之建立起來，例如使動物表演各種技藝的基礎亦在此。一個字的音響（命令）或訓練者的某一動作均可作為引起動物某些動作的替代刺激。在訓練和教育兒童時，替代反射同樣地負起了顯著的任務。動物之神經系統愈較發達則產生之替代反射愈複雜，雖然我們很難說某些反射——如一道閃光或音響所引起的流涎，是一種智慧舉動的表現，但一種動物產生替代反應的能力仍然可作為此種動物智慧的測量。替代反射同樣在性心理學方面負有重要的任務，並且依照巴氏的學說，它與腦的引導有很大的關係。替代反射之在日常生活環境中逐漸地形成的叫做自然的（Natural）替代反射。如以一些實驗或特殊的訓練方法所引起的叫做人為的（Artificial）替代反射。雖然二者之間並無明顯的區別。

替代反射的阻遏（INHIBITION OF CONDITIONED REFLEXES）

對於替代反射的阻遏作用，巴氏則將之分為外阻遏或間接阻遏（External or Indirect）及內阻遏或直接阻遏（Internal or Direct）二種。

A. 外阻遏（External Inhibition） 替代反射可為某種刺激所阻遏而此刺激之方式與替代刺激本身全然不同。這種阻遏除起源於替代反射所引起之腦外尚可溯源於腦之某一部分。例如室內存在清潔

一種滋擾因素，突然的叫囂，奇特的嗅味，一道閃光，一項新鮮的事物，均可促使替代反射的減滅。反之，若在安靜的環境下，這種反射是很容易被惹起的。照巴氏的說法，這種引起動物好奇心而轉移其注意力的外來刺激便惹起了一種審察反射 (Investigatory Reflex)。這名詞便表明着這種純粹的原始反射的意義了，它包括聳耳，轉眼和以頭轉向滋擾發生的處所幾種動作。設若這些外來的刺激屢次重覆地使用，那末它的阻遏功能也就逐漸減低以至於消滅；將動物置於新奇的環境下所惹起的替代反應起初往往被阻遏以後才慢慢地回復起來。種一痛刺激亦可激起原始的防禦反射 (Unconditioned Defence Reflex) —— 狂吠，掙扎以及其他一些運動反應等對於替代反應均促成了阻遏的作用。

B. 內阻遏 (Internal Inhibition)。此可在下列諸題中討論之：
(1) 替代反射的泯滅 (Extinction of the Conditioned Reflex)
(2) 替代阻遏 (Conditioned Inhibition)，(3) 延擱的阻遏 (Inhibition of Delay)，及 (4) 鑑別阻遏 (Differential Inhibition)。

(1) 替代反射的泯滅 設若一種替代反射業經屢次地重覆過若干次，而每次的原始刺激 (例如食物替代反射中的餵食) 均省略不用；那末每當一次重覆試驗後其反應必逐漸轉弱。這表示它的潛匿期 (Latent Period) 已逐漸加長而最後此反射乃歸於消滅。這時我們說這反射業經泯滅 (Extinction)。但若每當數次重覆試驗後則於替代刺激後加一原始刺激，那末反射就不會被泯滅了。這時我們說前項刺激已被後者所增強 (Reinforced)。例如，設若一種食物的替代反射業被嗚聲器的音響所穩定，那末後者的單獨使用在起初即能很快地喚起大量的唾液分泌。但若多次使用替代刺激之後均不給予餵食 (即不予增強 Not Reinforced)，唾液分泌即逐次減少以至於完全停止。一小時或二時後此反射乃又自然地回復起來。泯滅的原因是由於大腦皮層對反射的阻遏作用。並不是單純地由於唾液腺或神經中樞的疲勞，可由下列的事實看出：當反射完全泯滅以後，替代刺激的增強可促成反射的回復。再

者，在重複試驗若干次後，祇要經常給予增強，反射仍可繼續其原有強度。

當反射業經泯滅以後，某些外在的刺激又能暫時的逐去阻遏，這就恰像外在的刺激能够阻遏替代反射的興奮程序一樣，同樣地，它能够阻遏阻遏程序，這叫做脫阻遏（Dis-inhibition）或阻遏的阻遏（Inhibition of Inhibition）。

（2）替代阻遏（Conditioned Inhibition） 設若在一種正替代反射業經堅固地建立以後，即用另一種刺激伴隨此替代刺激試驗若干次，而增強刺激均予省略。於是當單獨使用替代刺激（並給予定規的增強刺激）時，雖然仍能促成此一貫如常的反應，但若與此外加的刺激聯合使用時，則此反射完全無效。例如，一種食物的替代刺激業已為節拍器的節奏所作成，其後即以喇叭聲器與節拍器同時發出音響而此二聯合刺激之後並予以餵食，如此經若干次試驗後，節拍器能喚起流涎，但此二聯合刺激（節拍器與喇叭聲器）則完全無效。這喇叭聲器的音響便叫做替代阻遏者（Conditioned Inhibitor），而它所產生的阻遏作用，則稱之為負的或阻遏的替代反射（Negative or Inhibitory Conditioned Reflex）。通常為欲示範此項阻遏作用，初發替代刺激（Primary Conditioned Stimulus）與替代阻遏者必須重疊使用（但與此二刺激或先或後使用無關）。設若一個刺激於他一個刺激開始前一秒鐘或二秒鐘即停止，則此項阻遏作用並不產生。再者，若第一與第二刺激間之時距為十秒或十秒左右，則後者遂產生一第二順序的正替代反射。

（3）延擱的阻遏。 設若正當建立一種食物替代刺激之際，替代刺激在原始刺激出現前僅繼續一至五秒之潛匿期，於是此替代反應（唾液的分泌）便立即隨替代刺激之開始便產生了。這就是說，此反射僅有一極簡短之潛匿期。設若如此的同時反射（Simultaneous Reflex）業經建立以後，這樣再逐日地重複試驗，不過當此反射未經增強以前每次的替代刺激須逐步地延長其時間。於是此潛匿期亦

逐漸加長且與此二刺激使用之間距 (Interval) 成正比。幾乎同時出現的反射遂亦轉變為延擱的反射 (Delayed Reflex) 了。換言之，增強作用的延緩促使替代刺激的前一部分被阻遏；而當此替代刺激之後一部分作用發生時，唾液分泌隨即開始並增加其分泌直至原來增強作用發生時的一刹那。

(4) 鑑別阻遏 (Differential Inhibition)。此將於下節討論之。

上列各種內阻遏的例子表明了大腦皮層具有高度的區別力和適應力 (Discriminative and Adaptive Power)。雖然這些調節作用純然是非出於意志的 (Automatic)，然而它們的作用却很精細而且具有明顯的目的。例如當在泯滅的狀況下時，對食物並不發生無用的流涎表明業已被覺察 (Recognized)。顯然，替代阻遏的目的是與正替代反射同，而延擱的阻遏乃是一種調節作用，它很經濟地將分泌反應調節至與食物如數出現的一刹那。

內阻遏不但在上列諸例中發現，一切正替代反射假使重複試驗了一個相當的時期以後（大約數星期至數月以至數年不等，依各種不同的動物而異）雖然經常予以增強，亦均將漸被阻遏。它們逐漸變弱而其潛匿期則逐漸加長，終至於消滅。替代反射具有這種逐漸被阻遏的趨勢是有遺傳性的。替代刺激之時間愈長所成之反射（即延擱反射）則愈較同時反射（隨替代刺激開始後一短暂之間距即附加之原始刺激所建立的反射）之消滅為易。

大腦皮層的分析 and 綜合功能

對於生物體所處的環境內，有着無數的刺激原 (Agencies)，但大多數可說是中性的，因為它們既不產生有益的亦不產生有害的作用。除此以外，其作用不是有一定的生理意味 (Physiological Value)，就是對動物的生存有危害。經過神經系統的分析機器，對於後者所

引起的刺激方具有替代的性質。對於動物有關係的各項刺激原（有益的或有害的）所引起的刺激乃被收拾起來作為反應的信號。因此，它們在生物學上極具重要性。大腦皮層同時並具有綜合的機極用以將各個刺激集會成複合的替代反射（Conditioned Complexes）。

分析者 (THE ANALYZERS)

巴氏將生物體具有區別力的神經機構分為若干神經分析者（Nervous Analyzers）。它們包括各種特覺神經，關節和骨骼肌的傳入神經以及和它們相關的受納器和中央接合枝。他於是稱之為視覺、聽覺、嗅覺、味覺、皮膚和運動分析者（Visual, Auditory, Olfactory, Gustatory, Cutaneous and Motor Analyzers）。每組的受納器特別對其所屬各種刺激（如光、聲等）發生反應。每組分析者的中央部分——即大腦皮層中的反射末端，對於其自身所屬各種刺激的強度和性質具有非常精細的區別力。例如，視覺分析者能够區別各種視覺刺激的強度和性質，聽覺分析者區別聲音的強度、高低度和音色，運動分析者區別來自肌肉和關節的不同的本體刺激（Proprioceptive Messages）——其他各種分析者以此類推。

在過去，對於這些分析者（即特覺器官）的研究大部分是基於以人為實驗對象所得的主觀材料。無論如何，替代反射的發現對於研究分析功能方面，業已貢獻了一個可信賴的方法，這方法是純粹客觀的，因此乃可被應用在各種動物實驗上。例如流涎的替代反射便很容易用來精確的測定和計算時間。

概括性和鑑別性 (GENERALIZATION AND

DIFFERENTIATION)

設若對於每秒振動800次（800C.P.S.）的音叉所發之音響業已完成一個替代反射，此時可發覺較此振動較高或較低之音調亦具同樣的替代性質。又如於某一定皮膚區域所施之觸撫刺激而完成之替代反射

，則其鄰近區域所施之刺激亦為有效。雖然，所施之刺激離原來之區域愈遠其反應亦愈弱。這種現象——刺激的概括性(Generalization of Stimuli)，如巴氏所稱，同樣可見於嗅覺，視覺以及其他各種分析者的情形下。雖則如此，設若某一定的原有刺激(例如每秒振動300次的音調)之後必給予增強，而這種或高或低的音調之後則不予增強，於是只有每秒振動800次的音調才能引起反應了。我們乃謂這些相似的刺激業已從初發刺激中獲得鑑別性(Differentiation)。巴氏將這種現象歸屬於「內阻遏」中，叫做鑑別阻遏(Differential Inhibition)。他認為分析者原初在大腦皮層部分的興奮程序(Eacitatory Process)是很廣播的，但因經過這些相似刺激的不增強作用(Non-reinforcement)從而由內阻遏產生的拮抗(Antagonism)遂使此作用局限於某一小部分皮層區域內，此區域相當於其受納器所接受初發刺激的部位。

介於各種不同刺激間的鑑別性，其程度可用以估計大腦兩半球的分析能力，且往往令人驚訝不止。以下的例子是從巴氏文獻中摘錄下來的。

1. 聽覺刺激

(a) 高低調的鑑別(Differentiation of Pitch)

初發刺激300 C.P.S. (Cycles Per Second)。

鑑別刺激812 C.P.S.

(b) 節律的鑑別(Differentiation of Rhythm)。

初發刺激節拍器每分120次。

鑑別刺激節拍器每分118次。

(c) 強度的鑑別(Differentiation of Intensity) 對於二音強度的區分極為微小。祇要一個刺激後立即繼以別一個刺激入耳就能覺察。相隔17小時的二個刺激，狗仍能很圓滿地鑑別出來。

(d) 音色的鑑別和音響的方向(Differentiation of Timbre

and Direction of Sounds)也可試驗出來，但此鑑別性的正確度則無法決定。

2. 視覺刺激

- (a) 運動的方向或物體位置的鑑別 (Differentiation of Direction of Movement or of the Position of an Object)。

初發刺激 圓盤內順時針轉動。

鑑別刺激 圓盤的逆時針轉動。

- (b) 圖形的鑑別 (Differentiation of Figures and Shapes)

如圖二所示的圖案均能鑑別出來。

映幕上放出的發光圓圈與一組同等光度的橢圓形很容易被鑑別出來；這一組橢圓形首一個具有1:2的二軸，其餘各個則逐漸向圓形而變更。鑑別力的喪失恰在二軸之比為8:9時。

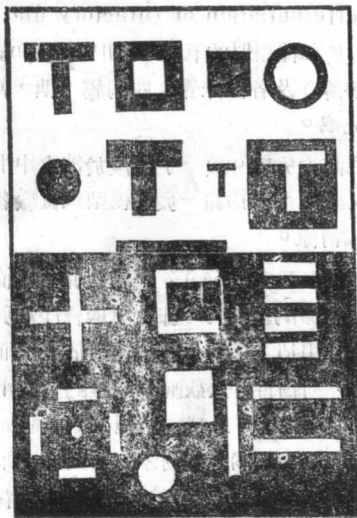


圖2。這些不同的圖案均被一隻狗完善地鑑別出來了，以左上角的字母T為正刺激，其餘的黑底圖案及白底字母T均能由此而鑑別出來；另外一隻狗，以白十字為正刺激，而其餘的白底圖案亦可鑑別出來。(From Pavlov, Conditioned Reflexes, Oxford University Press)

(c) 明暗的鑑別 (Differentiation of Luminosity) 對於人眼看來濃淡似乎相同的二個灰色部分 (甚至二個同時放在一起看)，狗能很圓滿地將它們鑑別出來當此二刺激 (初發刺激和鑑別刺激) 相隔為一分鐘時。

(d) 顏色的鑑別 (Differentiation of Colors)。除一條狗外，其餘的完全缺乏，這條狗甚至還給予一個不可靠的成績。所以狗的色彩視力即使不是完全缺乏，就有也是非常退化的。

3. 皮膚和本體刺激的鑑別 (Differentiation of Cutaneous and Proprioceptive Stimuli)。對於各種觸覺刺激的鑑別亦經試用。例如，與粗糙或光滑面的接觸，對鈍尖頭所排列成的各式模具的觸壓，用小刷在不同方向的爬抓。應用溫度變更的一些刺激於不同的區域以及介於各種被動運動間 (例如與伸屈相反的膝屈曲) 的鑑別亦均經具體地試驗出來。

4. 嗅覺與味覺刺激的鑑別 (Differentiation of Olfactory and Gustatory Stimuli)。對於各種相似的氣味 (如 *Vanillin*, *Amylacetate*, *camphor* 等等) 及各種味覺 (如肉鬆、糖、乾酪等等) 的鑑別均經試驗完成。

人類的血管舒縮替代反應亦經試驗完成。以一手浸沒於冰水中用以激起對側一手血管收縮的原始反應，可以搖鈴一發光模型或實驗者喚喊一字和被試者的楚語作為替代刺激。

「實驗神經病」(Experimental Neurosis)。當一條動物面臨着一個疑難時，這疑難需要應用極微的鑑別力，即當阻遏程序和興奮程序發生衝突時，此時不是阻遏作用佔上手就是興奮作用佔上手而壓制其對方的程序。若前者佔優勢，動物將進入欲眠或深睡的態度下；若在後者佔優勢，神經上的騷動便發生了，此時甚至極大的區別亦不能做到。舉一例來說，欲使一動物區別二個視覺刺激，一圓形一卵形，前者之後隨即予以餵食 (正刺激 *Positive Stimulus*)，而後者

則不予增強(負刺激 Negative Stimulus)。當每次卵形試驗逐漸趨向圓形時鑑別亦漸難完成。此實驗必須很平穩地進行直至圓形之軸達到8:9之比時,此動物遂變難以駕馭的,在籠中狂吠和鼻鳴,並與其圈套掙扎,對於所有卵形和圓形均不能區別。直待長時期的休息以後,動物對此二圖形的鑑別力方始恢復。這種情形,即如巴氏所稱的『實驗神經病』同樣地被安徒生(Anderson)和列台(Liddell)兩氏在羊和豬的實驗中引起。這種情形在某些實例中發現相延很久,剛志氏(Gantt)曾報告過類似的狀況相延達四年之久的。在後者的實例中,這種神經病的發生由於鑑別二個聽覺替代刺激(兩個極相類似的音調)而引起的衝突所致。這些關於實驗神經病的有趣觀察已給予腦生理學一道曙光。它們具有重要的心理學上的意義並藉此對於人類某些神經狀況的解釋作一引導。

刺激的綜合 (SYNTHESIS OF STIMULI)

替代反應的發生乃是大腦皮層具有綜合或聯繫力的證據。以混合刺激(即各個刺激的集合)不論其作用在同一或相異的分析者而促成複合替代反射的實驗,可作為進一步的證據。

茲以同時刺激作用在同一分析者上——即以同等強度的三個音調(83,236和736 C.P.S.)的弦所完成的食物替代反射為例。其後固地以每一音調試驗均能引起反應。二個不同音調所引起的反應幾乎相等但較此混合弦為弱。

又以二個同時的刺激組成的混合刺激作用在不同的分析者上為例。設若各組刺激個別地應用而並不予以增強,則可發現其中二者之一為有效而另一則無效。如以同時應用觸覺刺激和 10°C 的溫覺刺激所組成的混合刺激對於酸所作成的替代反射為例。則發現單獨應用觸覺刺激的效果相當於混合刺激而溫覺刺激則完全無效。由於混合刺激中的各個組成刺激的不等強度,應用於同一分析者所作的實驗證明決定此等個別應用的刺激的效果者,厥為二者之間的比較強度。因此,上例