

巴甫洛夫
高級神經活動雜誌
譯 叢



第一專輯

人民衛生出版社

巴甫洛夫
高級神經活動雜誌
譯 叢

第一專輯

一九五五年九月二十八日出版

目 錄

研究低等猿猴高級神經活動的一些結果·····	沃羅寧著 傅 韜譯 (1)
猿猴(恒河猴)衰老時高級神經活動的變化·····	施爾科娃著 麻世跡譯 (10)
論潰瘍病的皮層內臟發病機制·····	切爾諾魯茨基著 佟樹珍等譯 (19)
大腦兩半球皮層的機能狀態對血壓及血液系統的影響·····	切爾尼奧夫斯基、亞羅舍夫斯基著 楊枕旦等譯 (35)
大腦皮層的機能狀態對腎臟機能的影響問題·····	巴甫洛夫斯卡婭著 姜起立、耿則智譯 (47)
大腦兩半球皮層活動的機能變動對胃分泌機能及胃腸運動 機能的影响·····	烏希也維奇著 張榮寶譯 (57)
大腦兩半球皮層的機能狀態對機體吞噬細胞反應的影響·····	列羅伊茨卡婭、霍何洛娃著 王子棟譯 (65)
神經論思想在祖國血液學方面的發展·····	沃格拉里克著 黃備霞、谷梅英譯 (70)
在外界高溫作用於機體的條件下皮層與內臟相互關係的動態·····	列夫諾維奇著 徐學輝譯 (77)
在低溫對機體的作用的影響下大腦兩半球皮層與內臟在機能上的 相互關係·····	古邊科著 譚偉培譯 (84)
第一與第二信號系統的協同活動及相互作用在醫學方面的 研究·····	依萬諾夫-斯莫陵斯基著 許淑蓮、郭長榮譯 (92)
多血質狗的高級神經活動類型與外表行為的一致性·····	列列克謝耶娃著 傅 韜譯 (103)
確定狗高級神經活動類型的簡化實驗標準·····	科列斯尼柯夫、特羅施金著 楊汝葛譯 (108)
所謂隨意運動的生理機制的研究·····	斯基平著 郭長榮譯 (112)
條件反射學說是如何創立的·····	季霍米羅夫著 何瑞榮、傅紹堃譯 (116)
理解動物行為基礎的唯物觀點與唯心觀點·····	斯密爾諾夫著 徐 鈴譯 (119)

研究低等猿猴高級神經活動的一些結果

原載〔巴甫洛夫高級神經活動雜誌〕 1952 年第 1 期

沃 羅 寧 (Л. Г. Воронин)

蘇聯科學院巴甫洛夫生理研究所

I

從十九世紀初期起，猿猴的行為就引起了一些自然科學家的注意。在有關這一問題的大量文獻中，對於猿猴的思維、智慧活動、記憶、勞動與言語的能力都有過各種不同的論述。以觀察和實驗的方法所蒐集的、有關動物心理問題的大量事實，由於研究者們是以擬人觀的觀點出發，所以不能認為是可靠的。

對猿猴的高級神經活動（行為）的研究，只有從應用巴甫洛夫的客觀的條件反射方法來研究這一問題時起，才奠定了穩固的科學基礎。

從巴甫洛夫學說的觀點看來，神秘的「智慧活動」、「表象」、「記憶」及其他等——這些對於科學地認識動物心理範疇毫無幫助的東西，是一種企圖維護動物以至於人底「精神」生活在物質世界之上的特殊地位的陳舊形式。生理學者們，根據巴甫洛夫關於機體與環境統一的原則，來唯物地解釋高級動物行為中的一些複雜現象，這類現象似乎能證明牠們智慧的開端，因為這類現象是在解決實驗者所提出的困難任務時，突然產生出來的。

約有 30 年前，依萬諾夫-斯莫稜斯基在研究兒童高級神經活動時曾指出，小兒對新環境的「猜想」和「揣度」是小兒以前在或多或少的類似條件下獲得的經驗之轉移。

依萬諾夫-斯莫稜斯基寫道：「顯然，凱列爾（Келер）實驗中的類人猿之「智力反應」，雖然不是所有的也是大部分在類似上述機制中建立起來的。牠們在這些實驗以前的生活過程中，為了攫取食物曾獲得了許多攫取食物的各種各樣的條件性技能，而在這些實驗裏出現了一些二級條件接通，這些接通是既往經驗（主要是條件運動反應）靜態擴散的結果。」〔116〕

這一觀點，以後在類人猿身上用條件反射方法所進行的研究結果中，已經得到了證實（瓦楚洛 [5a]，施托金 [24] 等人）。毫無疑問，由於以此方法發現了高等動物行為的生理機制，我們才有可能對人的高級神經活動極為複雜（質和量兩方面的）的規律有所瞭解。

人與動物的生物學聯系的觀念以及作為社會生物的人之特點的觀念，應當成為比較生理學研究的基本出發點。巴甫洛夫院士選擇了高等動物作為研究高級神經活動的一般規律的對象，並不是偶然的，而同時他一貫地主張，在將動物實驗所獲得的資料用於人身上時，須要特別謹慎。

動物機體的神經系統，逐漸從基本的形式發展到人類所特有的、極為複雜的神經結構。如果認為現代動物的各種等級與動物界進化到人所經過的那些階段一樣，那是錯誤的、庸俗
簡單化觀

恩格斯在他的一部名著「勞動在從猿到人轉變過程中的作用」中極明確地指出，在上古的時候，高度發達的一種猿逐漸不再使用手在平地上行走。四肢功能的逐漸改變「就是——恩格斯說，——從猿變到人的有決定意義的一步」(註1)。現在在各種低等與高等猿猴中間還保有從四肢行走到兩腳行走的逐漸過渡階段的縮影(註2)。

斯大林同志在他的天才的著作「無政府主義還是社會主義」中曾說過，意識是從第一個生物所具有的興奮性中逐漸地、慢慢地產生出來的。就在這一著作中，斯大林第一次提出了自己的見解，後來斯大林把它發展成新舊事物鬥爭的馬列主義理論，這一理論對於瞭解新事物的發展規律及新舊事物在自然界、社會和思維中鬥爭的規律起着卓越的作用。

由於活的物質一定特性的逐漸積累，而產生某一發展階段的日新月異的、質的特點。自然界中不會無中生有——在日益發展過程中所產生的一切現象都是嚴格決定了的。舊現象的內部孕育着產生新現象的條件。產生具有高度發達的高級神經活動的人，需要動物界經過長期的發展過程。顯然，人類最近的祖先——類人猿(ископашные синантроп, питекантроп)——就已具有人類高級神經活動特性的萌芽。至於現代的動物，甚至高等動物，牠們還保有某些發展階段的一些特徵，在這些發展階段的基礎上逐漸產生了高度發達的動物——最接近人類的過渡階段。

如果羅然斯基(И. А. Рожанский [20])確實認為具有大腦兩半球皮層的動物存在着第二信號系統，而奧爾倍利(Л. А. Орбели [17])院士又談到高等動物的第二信號系統的萌芽，那麼，他們都是極端錯誤的。大家都知道，不論音節清晰的言語或言語的萌芽，在動物方面都是沒有的。

爲了容易瞭解起見，巴甫洛夫把高級神經活動分成第一和第二信號系統。第一信號系統在人與動物是有某些共同特點的，然而在作爲社會生物的人的形成過程中所產生的差別，使我們有可能確定，人的第一信號系統，就其實質來說，與第二信號系統是有密切聯系的，並且第二信號系統本身辯證地「解脫」和改變人和動物生物學聯系的共通特徵。

只有對巴甫洛夫的天才主張沒有充分的考慮，才會說出人的第一信號系統與動物的高級神經活動完全相同，可以尋求動物的高級神經活動中的第二信號系統的萌芽。

但是，毫無疑問地，在進化過程中蓄積了一些物質前提與條件，在這些條件的基礎上，於適當的外界環境下，可能產生機體信號活動的高級形式——言語機能。

II

猿猴是闡明人類高級神經活動生理前提的最適宜的研究對象。當然，對於猿猴的高級神經活動，只有考慮已有的、有關人類以及比猿猴發展還較晚的動物之這一機能的材料，才能有成效地進行研究。

由於在狗的實驗中獲得了一些事實，對大腦「現代生理學」的輪廓有了明確的認識之後，巴甫洛夫才開始更加注意到其他各種動物。類人猿引起了他的特殊的興趣。巴甫洛夫的學生

(註1) 恩格斯自然辯證法，中文本第137頁，人民出版社1955年版。

(註2) 參考恩格斯自然辯證法，頁同上。

(依萬諾夫-斯莫稜斯基、弗爾西柯夫[23a]、卡明斯基和馬堯洛夫[18]、多林[10]、烏希也維奇[22]、林德別爾格[15]及其他人)根據巴甫洛夫提出的課題,完成了許多研究高等和低等猿猴的工作。其中有些研究是具有預見性和指導性的,而另外一些則解答了所提出的某些個別問題。例如,首先闡明了運動條件反射的容易形成——只須結合數次就可以了,然而必須在猿猴對於實驗環境已經習慣了以後。其次指出,猿猴的皮層神經過程具有很大的靈活性,所以用巴甫洛夫實驗室對狗所採取的那種普通方法難於引起猿猴的實驗性神經官能症。只有在弱神經系統的猿猴身上,在去勢之後,才容易形成神經官能症狀態。再其次,猿猴的抑制過程稍弱於興奮過程。因此,在大多數猿猴,特別是在幼小猿猴身上,各種內抑制過程都不易形成。抑制集中得極為迅速(從2—3秒到1分鐘)。由條件反射消退、條件抑制和分化相而產生的後抑制,是不恆定的,時間很短,祇有幾秒鐘的時間。這些原始資料後來也由另外一些研究者們(卡明斯基[12]、巴姆[2]、瓦楚洛[56]及其他人等)證實過。在敘述研究猿猴所獲得的結果時,學者們多半都指出,這些結果取決於實驗動物神經型的特徵。同時,研究者們根據猿猴的一般行為和某些實驗資料(建立反射的速度、對溴和咖啡鹼的反應)判斷了牠們的神經型。

在研究的第一階段內(1940年以前),除了獲得這些一般資料外,還確定了許多研究猿猴的運動條件反射最方便的方法。曾經證明,用以記錄動物於實驗小室內走動的所謂「奔走法」的成效是很小的,因為此時所記錄的,不單單是條件反射運動,還有其他一些偶然的運動。最方便的是「抓握法」,最先應用此法研究高級神經活動的是依萬諾夫-斯莫稜斯基,以後是他的學生們。在用此法時,動物根據信號而學會按壓或不按壓動物室內所安裝的儀器裝置上的梨形球、槓桿或踏板。按壓槓桿的條件反射運動記錄在記波器的紙上,這上面還記錄着時間(秒)以及記錄着施與和停止刺激的那一剎那。

最近五年來(1945—1951),由於用這一方法研究猿猴的高級神經活動,我們才有可能在準確計算條件運動反應的強度及其潛伏期的條件下,完全客觀地判斷陽性和陰性條件反射建立的過程。在研究過程中還確定了:為了消除猿猴在新環境下長時間出現的並妨礙新條件聯系形成的防禦的和朝向探究反射,最好在經常飼養猿猴的室內進行實驗。此外,我們也用「抓握」方法研究了綁縛在實驗台架上(這是從前研究恆河猴的消化時所造的)的猿猴的運動條件反射[4]。猿猴被固定於實驗台架上,以便動物習慣於這種狀態之後,不能被各種運動所吸引,而且用「被動」運動(猿猴藉助於實驗者的手被迫用腳爪按壓)與某些刺激物(皮膚機械的、電的、聲音的、光的、本體感受的和內感受的)相結合的方法能建立條件反射。在實驗台架上,除了研究運動條件反射外,還可研究其他條件反射(瞬目、呼吸、心臟血管及其他等反射)。

在被綁縛的猿猴身上應用唾液分泌方法的這一嘗試未獲得成功,因為在動物口內的食物殘渣所引起的不斷分泌的基礎上來掌握唾液條件反射,是很難的。猿猴通常不是將食物立即嚥下,常有部分食物停留於腮囊內。而且即使是能觀察到條件反射,其分泌量也是極少的,至多不過 $\frac{1}{2}$ —1滴(科羅文Коровин的實驗)。因此,我們不能同意克里亞若夫(В. Я. Кряжев[14])在猿猴身上應用唾液分泌方法中所談到的樂觀看法。

1938—1940年和1945—1951年這一時期內,我們在不同種類的40隻猿猴(狒狒、獼猴

和綠色長尾猴)身上,進行了許多運動條件反射的研究,其結果在本文內加以簡述。

研究低等猿猴的高級神經活動的許多特性:模仿條件反射、朝向探究活動、對複雜刺激物與時間的條件反射、二級條件反射、痕跡條件反射、延緩條件反射及兩個或更多的無關刺激物間的暫時聯系,這是我們的基本目的。總的說來,我們的基本任務是研究猿猴大腦兩半球的分析綜合的特性,特別是研究作為全部高級神經活動及其外部表現——動物行為——基礎的皮層的基本神經過程的特性。研究過程中還闡明了:條件反射活動晝夜周期的特徵、條件反射保持的時間、某些藥物對條件反射的影響、猿猴的性機能生理變化和羣居的相互關係之破壞對牠們高級神經活動的影響及其他等問題。順便也蒐集一些有關解決測定和鑑定猿猴神經系統類型的方法問題的資料。

當然,在短時期內是不可能將所提出的任務完全解決的,因此本文內只能回答某些問題。

III

施托金在猿猴身上最先確定,由於一些動物模仿另一些動物,就有可能形成條件反射。我們曾進行過許多研究工作來闡明模仿在猿猴高級神經活動中的作用。結果證明,這一形成暫時聯系的方法無論在成年猿猴或幼年猿猴的羣居中都起着極重要的作用。當着其他猿猴的面,在猴羣首領或某一隻猿猴身上形成陽性條件反射及其分化相時,則其他猿猴也獲得了這些條件反射,而不用預先建立就能出現[6a]。

實驗時在母猿猴身邊的幼猿猴,特別容易模仿對複雜刺激物定型的條件反射。

在把實驗室內人工飼養的幼猿猴的一般行為和母猿猴親身馴養出的幼猿猴的一般行為加以比較時,曾發現後一類幼猿猴很早(3—4個月時,而不是7—9個月時)就出現姿態表情信號的階段和對不識物體的「生物謹慎」反應,例如所謂對蛇的本能恐懼。顯然,猿猴的許多先天反射,由於模仿成年猿猴而在個體發展中很早就出現[66]。

於模仿的影響下,猿猴能很容易克服對新的實驗環境的反抗態度,並能很快地恢復消退了的條件反射和朝向探究反射[6a]。

對低等猿猴模仿能力的研究,證明這種形成條件反射的方法,對牠們來說有很大的作用,並且這是猿猴為什麼在動物中間佔如此高的地位的原因之一,並不是像追隨托爾達依克(Торндайк [26])之後的阿羅諾維奇和霍岑(Аронович и Хотин [1])所想像的那樣:猿猴「對刺激物具有高度的敏感性」。

藉助模仿而形成的條件反射,如果不加以訓練的話,能保持多久,尚不清楚。但是猿猴的條件反射能保持很久這是我們在恆河猴身上已得到證明的[86]。在這隻猴停止8年實驗後的第一次實驗中,牠對複雜定型的刺激物的條件反射仍完全出現。瓦楚洛[56]和季赫[21]也指出過類似的事實。

猿猴藉助於模仿的能力和鞏固地保持獲得反應的能力,並藉助羣居先天反應的複雜系統,而形成「生活定型」,這種定型對研究牠們的高級神經活動來說,是一嚴重的障礙。雖然,由於牠們的神經過程具有很大的靈活性,即任何一種定型都極容易改造成新的,但是猿猴對周圍環境中的任何較重要的變化都反應出強烈的興奮,並且在該環境下所形成的條件反射活動發生障礙。例如,猿猴居住的籠子的改變、與其他相鄰的籠子的分離、實驗室內出現素日對猿猴

進行醫療檢查的人、其他猿猴所發出的「危險的」羣居信號及其他等，能很久地（從幾小時到10天）抑制住條件反射。

有趣的是，與正值月經性周期的母猿猴籠子相鄰的公猿猴性興奮時，牠的一切條件反射都消失。但是母猿猴在性方面（性周期、交配、分娩和授乳）的不斷變化並不影響牠的條件反射活動。例如，兩隻拉普支爾母猿猴（самка лапундеров）於四年的實驗過程中分娩2—3次，在分娩後經兩小時即進行的實驗中，條件反射活動未產生任何異常（施爾科娃 Ширкова 的實驗）。這一差別是自然的，因為母猿猴經常生活在上述某種狀態中，而且母猿猴只在一定條件下才能發生強烈的性興奮和迅速地停止性興奮。

由於睡眠與覺醒的單相更替，猿猴的條件反射活動明顯地表現出晝夜的周期性。傍晚，猿猴的一般興奮性逐漸降低，牠們對條件刺激物的反應較弱，條件反射比白天消退的快得多（20—24分鐘，而不是40—46分鐘）。

夜間，特別是熟睡期（從21—3點），不能引起被激醒的猿猴對聲和光刺激物的條件反射。這種熟睡狀態用每公斤體重0.06—0.12毫克劑量的苯丙胺（非納明 Фенамин）可「解除」。大劑量（每公斤體重1.8—2.4毫克）不論是白天或黑夜都能引起強烈的運動興奮和條件運動反射完全消退。

苯丙胺對於時間條件反射也有類似的作用（包洛季娜 О. Н. Болотина 的實驗）。猿猴在實驗室條件下形成的定型容易改造，這一點從卡明斯基和馬堯洛夫[13]的著作中已經瞭解到了。

在猿猴的實驗中，可以將已定型的刺激物重新配置起來，可以用一個刺激物代替其餘一些刺激物，可以製造「衝突」，即在陽性反應之後可以引起陰性反應，並且相反地，在陰性反應之後可以引起陽性反應。但是，在「生活定型」形成中起主要作用的、先天的羣居反應的正常經過一旦發生障礙時，後天獲得的定型成分即發生嚴重的障礙。這時由於皮層不能很好的抑制而出現皮層下的強烈活動，當時波得科帕耶夫（Н. А. Подкопаев）也注意到這一點，並向巴甫洛夫報告了自己在猿猴身上所進行的實驗。

就在上述這一情況下，在變化了的條件恆定時，雖然有困難，但也能形成新的定型。雖然舊的定型消退代之以新的，但是很可能在新的定型受外抑制影響而發生顯著障礙的一定時間內，舊的定型能完全重新出現。例如在阿拉伯狒狒（Павиан-Гамадрия）的實驗中，我們觀察到，當新的時間條件反射受到像羣居的相互關係破壞（把公猴的母猴給奪去）這種最強烈的刺激抑制住以後，舊的、約一年左右未應用過的時間條件反射重新出現。於8—9天過程中，公猴的神經官能症狀逐漸消失，舊的時間條件反射也逐漸消失了。

由於皮層神經過程的高度靈活性，猿猴較容易地擺脫「生活定型」的嚴重障礙，因為神經過程的靈活性在動物對於變化着的外界條件的適應中起着最主要的作用。同時它也是動物神經系統發展程度的主要標誌之一。

當然，猿猴「生活定型」之所以容易改造，不僅有賴於神經過程的高度靈活性，而且有賴於神經過程的強度和均衡性。關於神經過程強度的問題，一般的看法多半認為猿猴具有強的興奮過程和弱的抑制過程。於加爾別林、斯基平和高雷舍娃[9]的著作中就已經指出，猿猴不易建立分化抑制。後來在其他研究者的研究中又闡明了在條件抑制方面也是如此。建立內抑制之所以困難，正像我們根據親身研究出的資料所推想的一樣，不是因為抑制過程絕對地

弱，而是因為抑制過程與決定着猿猴神經系統對於周圍環境最小變化發生高度反應性的興奮過程來比較，抑制過程是相對弱的。通常對猿猴進行實驗的條件不恆定和猿猴的神經過程高度靈活性，這都是關於抑制過程弱的虛假結論的原因。根據我們在長時期（1—2 年）進行研究後盡量創建恆定的條件下的實驗所獲資料看來，許多猿猴在結合不到 10 次之後就形成了分化抑制，條件抑制在 2—10 次不強化後就出現斷續性的消退（間隔 $\frac{1}{2}$ —1 分鐘）（沃羅寧及其他人的實驗），對包括三個成分的鏈鎖刺激物所形成的條件反射於 100—200 次結合後發生延緩（施爾科娃和費爾索夫的實驗），而對於單一刺激物所形成的條件反射於 26—50 次結合後就發生延緩（沃羅寧的實驗）。

條件刺激物和條件抑制動因複合應用 8—10 次，結果形成了條件抑制（馬林諾夫斯基的實驗）。

猿猴的抑制過程很容易訓練。同時，抑制的可訓練性在皮層這一分析器中表現為陽性，而於另一分析器中則表現為抑制。我們曾觀察到，由於阿拉伯狒狒的號笛條件反射於 10—12 天當中每天斷續消退之結果，為了整個條件反射完全消退，只須用一次刺激物即可代替應用 4—5 次條件刺激物。以後又證明，要把反射從另一分析器（視覺的）中消退也是只須應用一次刺激物即可代替像號笛反射慢性消退以前那樣應用 3—6 次刺激物。

如果把號笛的短時錯後條件反射重新開始強化一個月，消退抑制的可訓練性則就可能破壞。現在為了消退對聲音和光刺激物的條件反射，還需要應用 3—5 次刺激物，而不給予食物強化。

顯然，這種訓練，是以對實驗的主要條件（不強化的刺激）形成陰性條件反射的機制為基礎的。猿猴易於覺察出來這一標誌，所以任何陽性刺激物，一次不強化，再也不能引起條件反射反應。

儘管抑制過程稍弱於興奮過程，然而，在建立分化、消退和條件抑制時所表現出的抑制同興奮極強烈的反抗和鬥爭的事實，也足以說明抑制過程的強度。這些內抑制是波浪式地建立的一一忽而抑制佔優勢，忽而興奮佔優勢，最後，抑制終歸戰勝，結果形成分化、消退或條件抑制。猿猴神經的抑制和興奮過程的相互關係之特性，在馬林諾夫斯基形成二級條件反射和條件抑制的一些實驗中表現得很清楚。如果同時應用條件刺激物與無關刺激物組成的複合物而不以食物強化，則經 6—10 次結合即形成條件抑制。如果相繼地應用無關動因和一舉用完條件刺激，則無關刺激有時表現抑制性質，有時表現為興奮性質。例如，條件刺激物和無關刺激物結合 115 次後，結果有 18 次出現二級條件反射，11 次出現條件抑制。如果無關刺激物和條件刺激物之間間歇 5 秒鐘時，則造成對於形成二級條件反射比較有利的條件。在這些情況下，無關刺激物引起 19 次條件反射和僅引起 5 次條件抑制。

這樣一來，在猿猴身上形成條件抑制和二級條件反射時所表現出的興奮與抑制過程間的關係，原則上與弗爾西科夫〔236〕在狗身上進行實驗所得的結果相同。

但是，在我們這些研究中，皮層過程間的這些關係却有另外一種量的表現，這是因為一般說來，猿猴與狗不同，其興奮過程強於抑制過程，而且它們之間的均衡狀態常常表現興奮佔優勢。興奮和抑制過程的一定均衡性就是決定一般行為的先決條件，在這一般行為的基礎上所產生的印象，就是所有猿猴都屬於強興奮的，不可阻遏的神經型。

我們曾經利用巴甫洛夫實驗室在狗身上藉助唾液條件反射法而研究出的那些檢查法來鑑定猿猴的神經系統類型[6c]。但是許多方法都是不太適用的（衝突，使神經過程過度緊張），因為在這些實驗中，猿猴的條件反射活動不論在實驗當日或次日都未發生任何變化。顯然，這些方法之所以無用，是因為猿猴的神經系統是比狗的神經系統更高度機化了的，而且也可能是因為運動條件反射與唾液條件反射間有特殊的差異。

但是，這些檢查法的大部分還是可以採用的。譬如，在陽性條件反射間斷消退時，抑制過程的強度及其與興奮過程均衡的程度表現得十分明顯。在神經過程均衡而抑制過程稍強的猿猴身上，於應用5—15次刺激物且不予強化時，條件反射即消退，但在興奮而不均衡的猿猴身上條件反射就得在應用35—40次刺激物而不強化時方能消退（沃羅寧，科洛文和施爾科娃的實驗）。同時，後一類猿猴的條件反射消退是呈波狀的。在對分化相的動力過程進行分析時也獲得了類似的結果。在興奮而不均衡的動物身上，分化相在結合40—60次後才形成，甚至訓練5—6個月以後還出現經常的「破裂」，但是在具有相當強的抑制過程和均衡性的猿猴身上，這種內抑制於結合10次左右就形成了，而且後來一直是沒有發生破壞。神經過程的靈活性和均衡性可由通過改造一對分化刺激物的信號作用而很好地測定出來。通常在18—25次結合後，在猿猴身上即可實現改造，但是在不够均衡的動物，這種改造是呈波浪式的。

在進行了對非食物的朝向探究反射的消退、檢查了每公斤體重0.2毫克劑量的苯丙胺的効力、分析了信號間條件反射的消退過程和信號間的間隔時間縮短及延長的影響以後，我們所獲得的資料，也與檢查神經系統類型的經典方法的結果相同。譬如，強而均衡的猿猴的朝向探究反射不到十分鐘即消退，比較興奮的猿猴則經過35—50分鐘，而最興奮的猿猴經2—3小時左右方能消退[8r]。

在興奮而不均衡的猿猴身上於開始實驗後，甚至經過一、二年之久仍然出現對環境的信號間反射，而均衡的猿猴經過25—50次之內的實驗，這類反射即不復出現。

把定型中的信號間的間隔時間延長和縮短，通常能引起大量的信號間反射，這是時間條件反射的出現和環境條件反射抑制解除的結果。在不太容易興奮的猿猴身上，信號間反射經1—2次實驗即消退，而在較易興奮的猿猴身上，經5次和更多次的實驗方消退（諾爾吉娜Норкина的實驗）。

根據大量的資料，我們可以作出這樣的結論：基本上猿猴的神經系統可以分為三種類型：強而不均衡型、強而均衡的活潑型和強而均衡的遲鈍型。最常見的是第一種類型，不常見的是第二種類型，而最少見的是第三種。至於最顯明的弱神經型的猿猴，大概是很少出現的，這可能是由於在自然條件下，具有弱神經型的神經特性的動物無法生活下去。但是在猿猴中間也有屬於弱神經型的。決定猿猴屬於某種類型的皮層兩種神經過程的基本特性，在猿猴的中樞神經系統高級部位的分析綜合活動的程度上，起着最主要的作用。

在研究猿猴高級神經活動的過程中，我們已蒐集了有關機體對刺激物的分析與綜合以及機體對刺激物的反應活動等問題的資料。在拉普支爾猿猴身上形成同時複合刺激物和鏈鎖刺激物的條件反射時，「複合中樞」（巴甫洛夫）很快形成起來。就在經過30—40次結合後，單獨應用複雜刺激物的個別成分就不能引起條件反射，而且應用先後次序變更的鏈鎖刺激物也沒有引起反應。因此，由於大腦兩半球皮層具有高度分析綜合的特性，動物能將整個刺激物同

其各部分區別開來和將一個複雜刺激物同另外一個複雜刺激物區分開來，也就是能夠將整體分成部分並能將部分結合成整體。

* 最近在用棕色捲尾猴作的實驗中曾觀察到類似的事實（費爾索夫的實驗）。在這種猿猴身上對鏈鎖刺激物的運動條件反射的延緩發生的特別快，鏈鎖刺激物中的每一個刺激物作用5秒鐘；當第一個刺激物作用時，猿猴發出「呬-呬-呬-呬」的食物聲，然後慢慢地走近食槽，而且只有在第二個刺激物作用末期和第三個刺激物作用的時間內才按壓槓桿。如果改變鏈鎖刺激物的順序或只用單個刺激物作用，則猿猴不表現出運動條件反射，而此反射的聲音成分呈相反的性質——「克爾-克爾-克爾」。

在研究運動條件反射形成過程時，曾觀察到猿猴應答性反應的分析與綜合能力比其他動物的這種分析與綜合能力較高。譬如，狗的條件反射運動最初具有廣泛的（彌散的）性質，並且鏈鎖運動反射的結構逐漸縮小（表現在不完美的反應上）〔6r〕，然而，猿猴的條件反射的恆定結構立刻就能以嚴格的協調和一定的運動形式建立起來。的確，在某些猿猴身上特別是綠色長尾猴（這類猿猴可能是低等猿猴中高級神經活動比較不發達的）於5—6個月過程中運動條件反射才逐漸發展到某種不完美的程度，這表現在：動物不能以全力按壓儀器裝置的槓桿，而是輕輕地、剛剛用腳爪觸動一下。狒狒的運動條件反射的不完善性只在牠們患有實驗性維生素丙缺乏症時，即神經活動衰弱的情況下才顯著地表現出來〔166〕。

運動條件反射是本體感受刺激物和條件反射運動的特有的複雜的複合物。別赫切列夫〔3〕在狗身上、依萬諾夫-斯莫稜斯基〔11〕在小兒身上以及我們在狗和猿猴身上觀察到的效應的汎化〔6r. д.〕，實質上不外是來自本體感受器的神經衝動之汎化，這如同在視、聽及其他皮層分析器中所表現的汎化一樣。經過長時間的訓練，狗逐漸能夠區別複雜刺激物的結構，經過訓練逐漸能改善自己的運動，結果消耗極少的能量即可攫取到食物。猿猴很快就能對複雜刺激物進行分析與綜合，並且，幾乎是立刻建立起某種攫取食物反應形式的運動條件反射的恆定結構。因此，在狗身上所謂不完美的反射逐漸發達起來，這些反射就是適應的表現——以捷徑獲取食物。而在猿猴身上則幾乎沒有這類現象，因為立刻就建立起最經濟的運動。

最近，在生理學中對兩個或幾個分化刺激物間的暫時聯系問題的一定興趣又重新活躍起來。在高等動物（狗）身上形成這種聯系的可能性在巴甫洛夫〔18〕實驗室裏和在克拉斯諾果爾斯基〔9〕和依萬諾夫-斯莫稜斯基實驗室的兒童身上都得到了證實。我們在對猿猴的一些研究中（羅科托娃的實驗），確定了，無關刺激物間的暫時聯系在個別的動物身上較易於形成，這顯然是與皮層的兩種基本神經過程的對比關係有關。這種聯系是鞏固而又顯明的聯系，因為聯合刺激物中任何一個刺激物（以食物強化的）的條件反射消退都要引起另外一個刺激物（不強化的）的消退。無關刺激物間的暫時聯系（聯想）從生物觀點看來，如果不考慮到任何一種成分的概括化（汎化）都能幫助動物理解周圍環境中與這種聯系相類似的成分的話，那麼它在某種程度上是無益的現象。當對從前某時與另外一些無關刺激物結合過而現在又成為條件刺激物的無關刺激物形成條件反射時，也出現這一成分的概括化，動物能長時間地保持着這種概括化。

雖然無關刺激物間的暫時聯系和第二與第三級的條件反射似乎是無益的現象，但是在這一機制中包含着深遠的生物學意義。由於這種暫時聯系在適當的條件下於動物身上能夠容易

[立刻] 形成條件反射。這似乎是動物的儲備可能性。如果從前對無關刺激物、對第二級或第三級條件刺激物所形成的暫時聯系不給予強化，則這種聯系遲早是要消退的。在這些聯系的機制中，我們看出人類高級神經活動複雜現象的生理前提之一。於進化過程中在質和量上已複雜化了的這些機制，不就是概括化和心理學家很久就對其本質進行猜測且毫無研究成果的各種聯想的基礎嗎？對於猿猴的中樞神經系統高級部位所表現出來的、決定猿猴行為（這種行為將猿猴提得比其他動物高一些）的許多現象，我們知道的還很少。無疑地，我們對於將猿猴同人截然分開的原因知道的比較多。

我們確信，高等動物，這乃是我們研究中的一個生物對象，這一對象使我們有可能觀察到物質前提累積的進化過程（雖然這種說法不太文雅），在這些物質前提的基礎上，藉助於生存的社會條件，發生和成長了人類高級神經活動的生理機制。

(傅 紹 譯)

參 考 文 獻

1. Г. Д. Аронович и Б. И. Хотин, Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы, Сб. 3-й, Госизд. 1921.
2. Л. А. Вам, Арх. биол. наук, 47, в. 3, 1937; физиол. журн. СССР, 27, в. 1, 1939; Бюлл. exper. биол. и медиц., 7, в. 2/3, 1939.
3. В. М. Бехтерев, Общие основы рефлексологии, М., 1930.
4. Н. Е. Бошнякова и Л. Г. Воронин, Изв. Акад. Наук СССР, сер. биол., № 6, 1943.
5. Э. Г. Вацуро, а) Исследование высшей нервной деятельности антропоида (шимпанзе), Изд. Акад. мед. наук СССР, 1948; б) Тр. физиол. лабор. им. акад. И. П. Павлова, 14, 1948.
6. Л. Г. Воронин, а) Физиол. журн. СССР, 33, № 3, 1947; б) Физиол. журн. СССР, 34, № 3, 1948; в) Журн. высш. нервн. деят., 2, 1950; г) Анализ и синтез сложных раздражителей нормальными и поврежденными полушариями головного мозга собаки, Изд. АМН СССР, 1948; д) Физиол. журн. СССР, 35, № 6, 1949; е) Тезисы докладов на IX конф. физиологов юго-востока РСФСР, Ростов н/Д, 1949.
7. Л. Г. Воронин, И. Н. Коровия, Л. Н. Норкина и Г. И. Ширкова, Тезисы докл. XIII совещ., посвящен. памяти И. П. Павлова, 1948.
8. Л. Г. Воронин и Г. И. Ширкова, а) Тезисы докл. XIII совещ., посвящен. памяти И. П. Павлова, 1948; б) Тр. Сухумской мед.-биол. ст., 1, 1948; в) Доклады Акад. Наук СССР, новая серия, 10, № 3, 1948; г) Бюлл. exper. биол. и медиц., 28, в. 9, 1949.
9. С. И. Гальперин, Г. В. Скипин и К. П. Голышева, Арх. биол. наук, 37, в. 1, 1935.
10. А. О. Долин, Физиол. журн. СССР, 21, 1936; Арх. биол. наук, 37, в. 1, 1935; 44, в. 1, 1936.
11. А. Г. Иванов-Смоленский, а) М. биол. журн., 11, 1927; б) Педиатрия, 13, № 3, 1929.
12. С. Д. Каминский, Динамические нарушения деятельности коры головного мозга, Изд. АМН СССР, 1948.
13. С. Д. Каминский и Ф. П. Майоров, Физиол. журн. СССР, 27, в. 6, 1939; 27, в. 1, 1939; Бюлл. ВИЭМ, 9/10, 1935.
14. В. Я. Кражев, Физиол. журн. СССР, 30, в. 4, 1941.
15. А. А. Линдберг, Арх. биол. наук, 33, в. 5/6, 1933.
16. Л. Н. Норкина, а) Тезисы доклад. IX конф. физиол. юго-востока РСФСР, Ростов н/Д, 1949; б) Бюлл. exper. биол. и медиц., 29, в. 6, 1950.
17. Л. А. Орбели, Вопросы высшей нервн. деятельности, стр. 788. М.—Л., 1949.
18. Н. А. Подкопаев и И. О. Нарбутович, Тр. физиол. лабор. акад. И. П. Павлова, 6, в. 2, 1936.
19. Ю. К. Панферов, Тр. II. Всесоюз. съезда физиол., 1926.
20. Н. А. Рожанский, Бюлл. exper. биол. и медиц., 27, в. 6, 1949.
21. Н. А. Тих, Стадная жизнь обезьян и средства их общения в свете проблемы антропогенеза, Автореф. докт. диссерт., Л., 1950.
22. М. А. Усевич, Арх. биол. наук, 38, в. 2, 1935.
23. Д. С. Фурсиков, а) Тр. II съезда физиологов; б) Русск. физиол. журн., IV, 1921.
24. М. П. Штолин, Тр. Инст. эволюц. физиол. и патол. высш. нервн. деятел. им. И. П. Павлова, 1, 1947.
25. Г. И. Ширкова, а) Бюлл. exper. биол. и медиц., 28, в. 8, 1949; б) Там же, 28, в. 9, 1949.
26. I. B. Thorndike, Behaviour Introduction to comparative Psychology, New York, 1914.

猿猴（恆河猴）衰老時高級神經活動的變化*

原載「巴甫洛夫高級神經活動雜誌」1954年第2期

施爾科娃（Г. И. Ширкова）

蘇聯醫學科學院蘇呼米（Сухуми）醫學生物學研究站

許多研究者都曾指出過衰老時高級神經活動的變化。從日常生活中也可看到人老時的健忘、喋喋多言和心地狹隘現象。關於衰老時皮層神經過程的變化問題，最初是在巴甫洛夫實驗室用狗進行實驗研究的。

研究是用實驗室飼養了很久的動物進行的，在動物衰老之前，就曾預先研究過牠們的高級神經活動。這些研究證明，當衰老時，原有的條件反射減弱並且變為不鞏固，而新的條件反射很難於形成（頓基赫 А. В. Тонких [28]；畢柳柯夫 Д. А. Бирюков [3]；彼得羅娃 М. К. Петрова [23]；米赫里遜 М. Я. Михельсон [19]；維爾日科夫斯基 С. Н. Выжиковский [9]；拉古季娜 Н. И. Лагутина [17]）。

衰老的狗，由於大腦兩半球皮層興奮性減弱，而不再經受得住複雜的刺激系統。牠祇能對僅由兩種刺激物構成的定型發生適當的反應，而且再進一步衰老時，甚至連這樣的作業也變得很困難（條件反射量減低了），祇能勝任極其簡單的定型——重複同一種刺激物（利克曼 В. В. Рикман 的實驗 [26]）。

因為這個緣故（大腦兩半球皮層的反應性減弱），不能給衰老的狗建立新的食物性條件反射，這時防禦性條件反射（酸反射）還是能够建立的（安得烈耶夫 Л. А. Андреев [1]）。

當衰老時，與興奮過程減弱同時，皮層的抑制過程也隨着減弱。這裏，據很多研究者的資料說明，抑制過程較興奮過程更早地發生障礙，並且在程度上也較深重。這點首先表現在：當陽性條件反射之間還保有正常的關係時，牢固的分化相出現了抑制解除（索洛維奇克 Д. И. Соловьевич [27]，亞羅斯拉夫采娃 О. П. Ярославцева [32]）；其次也表現在分化抑制集中的減弱上（雅科甫列娃 В. В. Яковлева [31]）。對於衰老的神經系統來說，形成新的、哪怕是粗糙的分化，也是很困難的，有時甚至是無法完成的（安得烈耶夫 [1]）。

當檢驗其他種內抑制（延緩抑制與消退抑制）時，也表明了，在衰老時這些內抑制的形成也同樣是很困難的（安得烈耶夫 [1]，亞羅斯拉夫采娃 [32]）。

在衰老時，神經過程的靈活性尤其嚴重地衰退。

對衰老的狗，雖然給以訓練和使用過溴化物，但也未能建立起痕跡條件反射（巴甫洛娃 А. М. Павлова [22]）。無論是改變定型或是給定型增加一種新的刺激物，都能或輕或重地

* 本文係在沃羅寧（Л. Р. Воронин）的指導下寫成。

引起衰老動物高級神經活動的障礙。轉變已經聯系起來的兩個刺激物的信號作用，對於動物來說，是頗難勝任的作業（庫依莫夫 И. Т. Кунмов [16]，波得科帕耶夫 Н. А. Подкопаев [24]）。至於使衰老的狗的興奮與抑制過程發生衝突，則會導致比年輕的狗更為嚴重的皮層障礙（亞羅斯拉夫采娃 [32]）。

實驗狗在衰老時，應用溴化物有時能暫時地恢復已降低的條件反射活動（巴甫洛夫 [21]；亞羅斯拉夫采娃 [32]；烏希也維奇 [29a]）。

鑑於溴化物對於抑制過程具有特殊的作用並且能通過正誘導提高興奮過程，因而烏希也維奇對經常陷入睡眠狀態的、衰老的狗進行了長時間的溴化物治療。催眠狀態得因此而消除。雖然狗的年齡已很大（12歲），但由於溴化物的作用，牠仍能應付改變定型的作業（即改變刺激物的順序和共間的時間間隔）。一旦停止投予溴化物，則狗便重新陷入睡眠狀態。

在使用溴化物的實驗中，以及在所有高級神經活動衰老性障礙的觀察中，都發現了這些障礙取決於動物的衰老程度和牠的神經型。

因此，根據巴甫洛夫實驗室對衰老狗的條件反射研究，可以確切地認為，在衰老時，大腦兩半球皮層的反應性降低，神經過程的靈活性減弱，以及皮層的抑制機能降低。巴甫洛夫也非常重視人在衰老時發生的神經過程的惰性，即停滯性。衰老的腦僅能對某一種刺激發生反應，這時對於所有其他刺激物的反應都因負誘導的結果而被抑制。因此，——巴甫洛夫寫道，——老年人在穿衣服，同時又在想着什麼，或對誰講着話，外出忘記戴帽子，拿這件東西當成另外東西等等。這種現象曾被誤稱為老年性「心不在焉」；其實正相反，這祇是不自主的、消極的和有缺點的精神集中。」 [216]

對狗在衰老時發生的高級神經活動的變化及其所表現的規律性的研究，使巴甫洛夫對老邁給以生理學的分析。由於這些研究，巴甫洛夫解釋了衆所周知的卡查金（Каталкин）的病例，該患者直到60歲（因衰老時抑制過程減弱）才解脫了繼續20年之久的緊張性猝倒症（кататоническое оцепенение）。

*

*

*

過去僅是用狗來進行對高級神經活動衰老性改變的實驗研究。利用神經系統更加高度發達的其他動物來研究這一問題，就會更有意義。為此目的，我們曾研究了一隻名叫「瑪雷什」的低等猿猴（恆河猴）的高級神經活動的年齡性變化。這隻猿猴在蘇聯醫學科學院蘇呼米醫學生物學研究站的條件反射實驗室內被觀察了17年之久。

卡明斯基（С. Д. Каминский）於1931—1934年，克里亞若夫（В. Я. Кряжев）於1938年，以及我們於1946—1950年，都曾經研究了這隻猿猴的條件反射。因為在1947年曾給「瑪雷什」作過腦部手術，這一手術影響了牠的高級神經活動，所以我們將不利用1947年以後所獲得的資料。

在所有這些年中，實驗都是在同樣的條件下進行的：同一個實驗室，同一個刺激的定型（以後由我們增加的、在下面所敘述的個別改變除外）。

「瑪雷什」在1927年6月6日運到蘇呼米猿猴養殖場，當時年約1.5—2歲，其特點為具有強烈的攻擊性。在5—6歲時（1931年）進行了第一次實驗。

此猴的高級神經活動是在隔音室內用食物運動性條件反射法（所謂奔走法）研究的。

首先，在給「瑪雷什」建立對一般刺激物的條件反射之前，研究此猿的高級神經活動的第一個人——卡明斯基〔13〕，在此猿的身上建立了實驗室內的位置反射：祇有當動物從隔音室的一定位置（從觀察窗口）走近食槽時，才能從裏面得到食物。這個反射非常鞏固，此後，即使在刺激的間歇期間，猿猴照例留在隔音室的這一個地方。應用下列刺激作為信號：一分鐘120次的節拍器（節-120），鈴聲，號笛，節-60（分化物），白光；這些刺激物在實驗進行時間內一律重複兩次。

無論是陽性反射或是分化反射都能迅速地建立與鞏固。以後（1931—1934年），這些反射更為牢固和準確：無論是興奮過程，或是抑制過程都能很好地集中。應用分化刺激的後抑制不明顯（10—15秒），未出現正誘導。15秒鐘的延緩反射（把強化錯後）也迅速地形成了，並穩固地保持下去。

曾試圖應用神經過程過度緊張的方法，給「瑪雷什」引起神經症，但未能成功。這隻猿猴能夠忍受為時20分鐘的分化性刺激的作用。這種抑制過程的緊張是很困難的任務，尤其對於猿猴更是如此。但是「瑪雷什」能經得住它；此時，祇觀察到很不顯著的高級神經活動的變化，其表現為對下一個陽性刺激物的反射消失，以及對其他刺激的反應的潛伏期延長。然而，在第2天又恢復了平素的條件反射活動。甚至在一次實驗中應用了3—4次的「衝突」（靈活性緊張）也未能使「瑪雷什」的高級神經活動發生破裂。「瑪雷什」也同樣能輕易地對付了定型的改變。

中斷了4年之後，於1938年（12—13歲），所有的陽性條件反射都保留無損，稍後（在第7次使用時）也出現了分化相，但是未能觀察到像以前那樣的條件反射活動的準確性。在信號的作用下，陽性條件反射雖然始終出現，但對強化時間的反應的錯後（延緩）卻極不規律。尤其是分化抑制的變化（減弱）更為明顯：30秒鐘的陰性刺激的作用，大部都伴有陽性反應。記得在1931年，「瑪雷什」曾經受了為時二十分鐘之久的分化抑制。外抑制消失極快。

以改變定型中刺激的排列順序的方法檢驗神經過程的靈活性，並未引起高級神經活動的障礙。

在戰爭年代裏（1941—1945），「瑪雷什」曾處於很艱苦的環境中。慢性飢餓和照顧不周顯然會導致早衰（註1）。「瑪雷什」已不像從前那樣是一個大猴羣的頭領了。很難認出，牠就是曾經配生過75隻幼猴的、最優秀的雄猴。從外表來看，牠已成了十足的衰老動物。牠的毛髮灰白、脫落，皮膚粗糙、發皺，牙齒幾乎全部脫落，左眼發生了內障。牠行動困難，隨身淋尿，而且衰弱到需要特別護理，為此，不得不將牠關在單獨的木籠裏。

1946年，到我們進行研究的時候，「瑪雷什」已年約21歲。

在我們的第一次實驗中就發現，雖然實驗中斷了8年（1938—1946），然而所有以前形成的條件反應（對隔音室一定位置的反應和對刺激定型的反應）仍然保持着，甚至在第一次實驗時就出現。但是，進一步觀察證明，條件反射很不鞏固，對條件刺激的反應時常缺如；同時，不僅條件反射，就是非條件反射有時也消失（表1）。

（註1）根據某些文獻資料記載，恆河猴在監禁的情況下能活30—35年。

表 1

實 驗 年 度	年 齡	節-120		鈴 聲		節-60 (分化物)		電 話 聲		白 光		備 註
		出現	鞏固	出現	鞏固	出現	鞏固	出現	鞏固	出現	鞏固	
		結 合 次 數										
1931~1934	6 歲	20	40	12	35	10	30	10	25	25	35	第一次實驗 實驗中斷4年後
1938	13 歲	1	1	1	1	7	37 不穩定	1	1	1	1	
1946~1947	21 歲	1	6 不穩定	1	7 不穩定	1	22 不穩定	1	5 不穩定	5	6 不穩定	實驗中斷8年後

由此可見，在這些年中不獨分化（與 1938 年相比）減弱了，而且陽性反射也減弱了，尤其是對弱刺激——白光的反射減弱了。

值得指出，雖然實驗中斷了 8 年，然而對節-60 的抑制性反應尚在第一次使用本信號時就出現了。但是它很不穩定，甚至在使用抑制性刺激 220 次之後，還出現了分化的抑制解除現象。然而，雖說舊有的分化不鞏固，但畢竟還保持着；可是新的分化却難於建立，儘管曾經給動物進行了多次的實驗性訓練並且特意地簡化了條件。譬如，我們用弱刺激（紅光）作為新的分化的信號，把它應用在刺激定型中一向引起「抑制」的位置上（代替節-60）。1947 年用這種新的刺激建立抑制性條件反射，22 歲的猿猴，這時所需要的時間與 16 年前（1931 年）形成第一次分化時所用的時間相等。儘管經過了長期訓練（326 次實驗），但我們也未能形成牢固的「延緩反射」——條件反射的潛伏期始終不到 5 秒。

在觀察 22 歲的猿猴的消退抑制時，發現了具有停滯性質的皮層過程的惰性。在用節-120 作急速的、間斷的（間隔時間為 1 分鐘）條件反射消退時所發展起來的抑制，是非常牢固的，以致在下一大實驗中所有反射都被抑制了。用燈光刺激使條件反射消退的結果，也出現了類似的情況。

在作神經過程靈活性的特殊實驗中，高級神經活動表現在停滯性方面的年齡性變化尤其顯著。

在實驗牢固定型時（改變刺激的排列順序），條件反射活動發生了障礙，而當其障礙達到深度時（以定型中的一個刺激——「白光」來代替所有的刺激），則出現了催眠狀態：無論將「光」放在定型中的哪一個位置上，所有對「光」的反射均告消失（表 2）。

在以後的兩個實驗日中，再應用通常的刺激定型時，則除了第二次分化刺激之後的刺激所引起的效應（正誘導）以外，發現有同樣的現象，並且在以後的實驗日中，條件反射仍不穩定，尤其是對「白光」的反射更不穩定。

再次地（經 16 日之後）用一種刺激（仍為「白光」）代替所有刺激，引起了較小的障礙。

給「馬雷什」應用刺激之衝突，並未引起像老狗身上那樣的高級神經活動的破裂。這是因為：這樣的方法是不會給猿猴造成神經過程靈活性的過度緊張的。譬如，在我們的實驗中有一隻與「馬雷什」同樣的小猿猴（名為「依祖母魯得」），其神經型比其他猿猴為弱（因此我們不能用牠作複雜刺激的實驗），但是牠却能很輕鬆地承擔住刺激的衝突。根據對猿猴

表 2

第 10 號實驗記錄 1946 年 8 月 20 日

以定型中的一個刺激——白光代替定型中所有的刺激
(括弧內註明應用在定型中的刺激)

時 間	刺激物編號	條件刺激	刺激單獨作用的時間	潛伏期 (秒)	非條件 反射	備 註
13 時 00 分	17	白 光 (鈴-120)	10	-	+	坐在「位置」上——觀察窗口旁，祇當給予食盤時才走向食盤。
13 時 03 分	18	白 光 (鈴聲)	10	-	+	坐在「位置」上。給予刺激時，頭扭轉過來，看它；搔背。當給予食盤時，方緩慢地走向食盤。
13 時 06 分	19	白 光 (鈴-60)	10	-	+	給予刺激時安靜地坐着。走去吃食。經 20 秒之久未從食盤處回到「位置」上來。
13 時 09 分	20	白 光 (號笛)	10	-	+	搖頭。背轉向食盤。走去取食，取到後返回「位置」。
13 時 12 分	21	白 光 (白光)	10	-	+	直到給予食物前，停坐在「位置」上。在食盤旁站立 25 秒，後吃食，留在食盤旁（「位置」反射消失）。
13 時 15 分	22	白 光 (鈴-120)	10	-	+	坐在食盤旁，取食後回到「位置」上。
13 時 18 分	23	白 光 (鈴聲)	10	-	+	當給予食盤時走過去，留在食盤旁。
13 時 21 分	24	白 光 (鈴-60)	10	-	+	坐在近食盤旁。
13 時 24 分	25	白 光 (號笛)	10	-	-	坐在食盤旁，給予食物時走向觀察窗口（走向「位置」），不取食。
13 時 27 分	26	白 光 (白光)	10	-	-	在「位置」上坐著不動。對食盤聲的反應是頭轉向後方，用爪搔鼻。用兩前爪抱頭。睡覺？

註釋：-反射缺失，+有反射。

高級神經活動的多年研究，沃羅寧[4]得出了結論，說明上述方法是不適用於研究猿猴的。

「瑪雷什」到 22 歲時不僅條件性內抑制的靈活性消失，同時非條件性外抑制的靈活性也消失了，抑制過程帶有停滯的性質。如果說以前（1938 年）「瑪雷什」在一次實驗過程中，就能迅速地脫離開某種無關刺激所引起的抑制狀態，那末現在（1947），在實驗的時候甚至是很微弱的、但並不是尋常的外界刺激——隔音室內的小箱，意外的門聲，高聲談話——都會抑制所有的條件反射達數天之久。例如，在第 34 號實驗之前曾把一隻空的小木箱放入隔音室內，這樣不僅在本次實驗中招致條件反射明顯的改變，而且也影響到以後的幾次實驗（圖 1）。

當然，猿猴由於其朝向探究反射高度發達，一般容易遭受抑制，然而通常（在上述外界刺激的情況下）牠們也容易從抑制狀態解脫出來。

在以後的實驗中，我們利用給予困難任務的方法來進行對「瑪雷什」的高級神經活動的實驗。正如依萬諾夫-斯莫稜斯其所指出的，「……衰老過程本身就已顯著地改變了動物的皮層動力，因而也就決定了皮層動力對困難任務的特殊關係。」[12]

1946 年末，我們應用了以三種音響的相繼複合物為形式的複雜刺激當作困難任務。「瑪雷什」比較能夠應付這些刺激，也就是說，已經形成了對陽性刺激物（音調-噪音-水泡音）的反射，和對第 2 音調-噪音-水泡音形成了（但不太鞏固）分化相[30a]。然而，對於「瑪雷什」來說，將一種複合刺激和另外一種變更了刺激順序的複合刺激進行鑑別，儘管經過長期

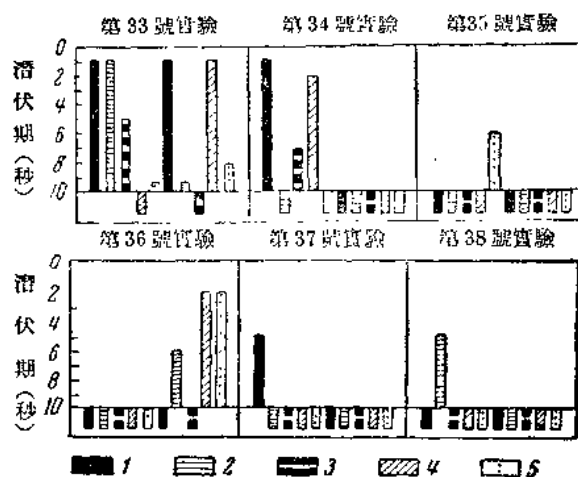


圖 1 外抑制對衰老猿猴高級神經活動動力的影響

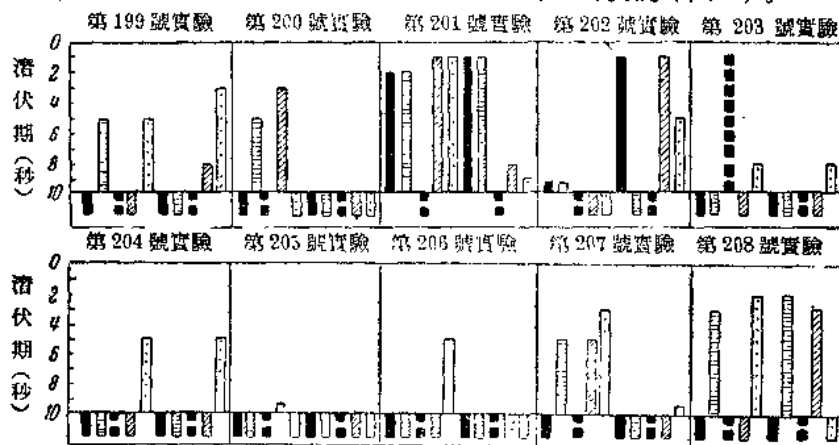
1——節-120, 2——鈴聲, 3——節-60 4——號笛, 5——白光。

的訓練（結合了595次），仍舊是難以勝任的；而其他的實驗猿猴，則能很輕便地完成此項任務〔30〕。

曾試圖對作用於視綜合分析器的附加刺激物建立條件反射，但這却引起了反常相的出現——對弱刺激比強刺激出現了較大的相應的反應（在強化的時間以前）。

大概，對複雜刺激建立陽性和抑制性反射，就是我們的實驗動物的大腦皮層活動能力的機能閾限。

在完全應用複合刺激的兩個月以後，又檢查了以前的單一的刺激的定型，結果表明，對於它們的反應或者是完全地，或者是部分地被抑制了。經過10天之久的訓練，也未能恢復。為使神經系統得到休息，實驗曾中斷了4—8天，然也無濟於事。（註2）這裏有一個特點，就是祇有對弱刺激（在我們的實驗中為燈光）的反射獲得了部分的恢復（圖2）。

圖 2 衰老猿猴在應用複合刺激之後高級神經活動的變化
標記與圖1同。

（註2）實驗中斷8年之後，未曾進行任何特殊措施用來恢復這些條件反射。