

581

巴甫洛夫

高級神經活動雜誌

譯叢



1957 5 6 輯

第五專輯

人民衛生出版社

巴甫洛夫高級神經活動雜誌編輯委員會

主 編 庫帕洛夫 (П. С. Купалов)

副 主 編 沃洛霍夫 (А. А. Волохов)

委 員 阿斯拉光 (Э. А. Асратян)

貝柯夫 (К. М. Быков)

沃羅寧 (Л. Г. Воронин)

卡薩特金 (Н. П. Касаткин)

魯希諾夫 (В. С. Русинов)

薩爾基索夫 (С. А. Саркисов)

(根據“巴甫洛夫高級神經活動雜誌”1956年第1期的編輯委員會名單)

巴甫洛夫高級神經活動雜誌譯叢編輯委員會

主 任 趙以炳

副 主 任 丁 瓚 張錫鈞

常務委員 季鍾樸 徐誦明 劉思職 劉 永 王志均 周金黃

委 員 丁 瓚 王志均 伍正誼 朱濱生 沈霽春 沈傳淇 汪莖仁 季鍾樸
易見龍 林樹模 吳 襄 周金黃 胡正詳 徐誦明 徐豐彥 侯宗濂
孫國華 陳應謙 馮德培 張錫鈞 張昌紹 楊思孚 趙以炳 閻德潤
劉思職 劉 永 劉士豪 劉載生 諸相堯 蔡 翹 龍叔修

(委員姓名以筆畫爲序)

巴甫洛夫
高級神經活動雜誌
譯 叢

第 五 專 輯

書號: 1095 開本: 787×1092/16

印張: 17³/₄ 字數: 420 千字

1957年5月第1版-第1次印刷

• 編輯者 •

巴甫洛夫高級神經活動雜誌譯叢
編 輯 委 員 會
北京崇文區綫子胡同36號

• 出版者 •

人 民 衛 生 出 版 社
(北京書刊出版業營業許可證出字第〇四六號)
北京崇文區綫子胡同36號

• 發行者 •

新 華 書 店

• 印刷者 •

北 京 市 印 刷 二 廠
北京佟麟閣路71號

印數: 1-2,600

定價(9) 1.80 元

目 录

动物磷中毒时高級神經活动的障碍.....	克拉斯諾夫著	范君娣譯 (1)
重复的磷中毒时动物高級神經活动的改变.....	克拉斯諾夫著	文尙武譯 (10)
慢性錳 (MnO_2) 中毒对动物中樞神經系統高級部位活动的影响.....	科特里亞列甫斯基著	盧义欽譯 (19)
在机体适应寒冷过程中皮層性影响的作用.....	奧茲米多娃著	黃弘軒譯 (28)
关于充氧空气对老年人高級神經活动影响問題的实验材料.....	烏索夫著	楊孝兴譯 (35)
高級神經活动实验性破裂对动物神經性中毒过程之影响.....	科特里亞列甫斯基著	史志澄譯 (40)
实验性高級神經活动破裂对大白鼠葡萄球菌毒素中毒过程的影响.....	高尔舍列娃、霍扎克著	王玉民譯 (57)
实验性感应作用对动物 (豚鼠) 中樞神經系統高級部位特别是大腦半球皮層机能的影响.....	霍扎克著	王玉民譯 (73)
長期睡眠对于葡萄球菌毒素所引起的大白鼠高級神經活动变化的影响.....	高尔舍列娃著	刘汉明譯 (84)
关于在自然实验条件下在狗身上形成实验性高級神經活动破裂的問題.....	阿普切爾著	石 蕙譯 (95)
咖啡因对小白鼠高級神經活动的影响 报导 1 一次应用不同剂量的咖啡因.....	費道洛夫著	童恩蔭譯 (102)
咖啡因对小白鼠高級神經活动的影响 报导 2 中等剂量咖啡因的長期应用.....	費道洛夫著	黃厚聘譯 (110)
咖啡因对小白鼠高級神經活动的影响 报导 3 中小剂量咖啡因对分化抑制的影响.....	費道洛夫著	方 丁譯 (116)
咖啡因对狗的高級神經活动的直接作用和条件反射性作用.....	包里索娃著	張与健譯 (121)
苯丙胺对动物 (大白鼠) 中樞神經系統高級部位活动的影响.....	法捷耶娃著	梅 行譯 (128)
苯丙胺对第一和第二信号系統的条件联系的影响.....	法捷耶娃著	彭祥鄂譯 (145)
苯丙胺和非那丁的某些衍化物对家兔条件反射活动的影响.....	巴雷什尼科夫著	傅紹萱譯 (152)
那可蘭 (三溴乙醇) 对狗的高級神經活动的作用.....	索弗里雅賓著	江明性譯 (168)
論狗的实验性延胡索酸紧张症.....	捷里耶夫著	張席錦譯 (176)
皮層下結構損伤时腦皮層的反射-体液性調节.....	阿魯秋諾娃、布林科夫著	王大賞譯 (186)
关于人腦限局性病變时大腦兩半球的协同活动.....	哈列茨卡婭著	潘世成譯 (191)
神經系統活动过度緊張对小白鼠誘發性腫瘤發展的影响.....	克魯申斯基、莫洛德金娜、普里果仁娜、沙巴德著	李 嘉譯 (201)
神經性損伤在惡性腫瘤發生中作用的研究.....	梅林格著	陈守夏譯 (205)
切除听分析器核心后狗的条件反射.....	特罗費莫夫著	楊孝兴譯 (214)
人类高級神經活动在不同程度的發育不全情况下条件反射活动的特征.....	切普基著	張永和譯 (218)
关于頂叶腫瘤时皮層与皮層下神經活动的障碍問題.....	卡季納斯著	譚德培譯 (225)
狗在妊娠期間食物性条件反射和非条件反射的改变.....	弗罗里基斯著	羅智質譯 (232)
根据条件反射活动的变化分析心臟非条件反射的适应机制.....	邱姆布里則著	黃洵杭譯 (237)
論心臟某些机能障碍的皮層机制.....	薩希烏林娜著	沈宝銓譯 (243)
狗中樞神經系統貧血的后果.....	薩希烏林娜著	黃洵杭譯 (251)
中樞神經系統遭受过長期貧血的狗条件反射活动的特征.....	吳林、巴依達利耶娃著	謝竹藩譯 (260)
石蠟療法的条件性白血球反射.....	瓦西連柯著	楊孝兴譯 (268)
血氧缺乏时的条件反射性紅血球增多症.....	亞羅舍夫斯基著	張友会譯 (277)
大腦皮層对飢餓条件下的血压和食物性白血球反应的影响.....		

动物磷中毒时高級神經活动的障碍

原載“巴甫洛夫高級神經活动雜誌”1954年第4期

克拉斯諾夫 (С. К. Краснов) (薩拉托夫城)

現今已累积了很多有关各种毒物对中枢神經系統高級部位活动的作用机制方面的实验材料。

有一些研究家們 (齐托維奇、彼得罗娃、烏希也維奇、弗罗洛夫、多林、費道洛夫、捷里雅賓、拉札列夫、札庫索夫等) 获得了一些关于物質对中枢神經系統作用机制方面的宝贵材料。这些学者的著作使我們有可能更詳細地了解物質对神經系統的作用本質, 並且这些著作还強調指出, 神經系統对某些毒物的反应由于毒物的特性不同而有許多不同之处。

另一些研究家們 (科特里亞列甫斯基、高尔舍列娃、霍扎克、法捷耶娃、伊澤尔吉娜、諾尔金娜、卡尔潘科) 不但闡明了各种物質作用的特点, 同时还闡明了中枢神經系統对某些毒物的作用在反应上的最普遍的規律性。在延胡索鹼 (科特里亞列甫斯基 [4])、四乙鉛、葡萄球菌毒素 (高尔舍列娃 [1])、麦司卡林和痢疾毒素 (霍扎克 [10]) 中毒动物的实验中曾証明, 这时大腦兩半球的皮層中产生了深度的抑制, 应该把这种深度的抑制看成为防御-保护性抑制。

这种抑制伴有典型的时相現象, 它不只局限于大腦兩半球的皮層中, 且也扩散到神經系統的下級部位。防御-保护性抑制的这种現象是如此普遍, 以致把驟然看来是各种各样的中毒都彼此統一起来了。但是在保护性抑制的这种表現中也包含着某些特殊区别的原因, 这些特殊区别就造成了这种或那种中毒的症狀。

抑制过程發展时, 並不是均等地波及到中枢神經系統的各个部分, 而且其深度也不一致。这种不均等性当抑制在皮層下中枢發展时出現得特別强烈。显然, 在皮層下中枢伴随着抑制的时相現象决定了植物性障碍的明显的和特有的症狀, 这种植物性障碍是在每一中毒时都能發生的。在延胡索鹼、四乙鉛和麦司卡林中毒的实验中, 假如比較一下抑制的發展过程, 就很容易看到这种特点了。毒物作用时所获得的大腦兩半球的規律性反应, 同样也曾在苯丙胺 (法捷耶娃 [9]、諾尔金娜 [8]、腎上腺素和乙酰胆鹼 (伊澤尔吉娜 [3]) 的实验中見到。这些实验都綜合在伊万諾夫-斯莫連斯基 [2] 的工作中。

我們的实验任务是观察磷对动物高級神經活动作用中的这些普遍規律性的表現, 是研究磷作用中与葯物特性有关的一些特点。

关于磷对机体的影响問題, 在專門文献中已报导得很詳細了。磷中毒的临床学和病理解剖学是大家所知道的。在实验室中广泛地应用磷来造成动物实验性脂肪性营养不良也是大家所知道的。

但是关于在磷的作用下, 中枢神經系統活动的变化, 特别是它的高級部位——大腦兩半球皮層的变化, 在我們所能看到的文献中尚未有所描述。与此同时, 磷和磷制剂在医学临床

上的实际应用（在治疗癰病和神經衰弱症等时）已很广泛了。研究磷对高級神經活动的影响对磷生产过程的衛生和工業性中毒都有一定的意义。

与上述的主要任务相适应，我們的研究是在急性磷中毒时用实验来研究动物的高級神經活动的变化的。这一工作的結果將在本文中提出。

实验是在大白鼠身上进行的：

按运动性食物的方法在每只大白鼠身上形成了陽性和抑制性条件反射系統。应用蜂音器、紅光和藍光作为陽性条件刺激。分化是用啞的鈴声形成的。动物实验是按科特里亞列夫斯基(5)所建議的方法在一間特殊的小室中进行。小室和控制盤是按科特里亞列夫斯基盛情地介紹給我們的圖样裝置成的。

在动物实验的准备过程中，先查明动物的高級神經活动的类型特点。我們根据条件反射和分化形成的速度及普通应用于生理实验室中的一些特殊試驗的結果（延長分化相，兩晝夜飢餓等）来判定高級神經活动类型的特点。結果，按动物类型特点就把所有的实验动物分成四組。如表1所示，属于第一組的都是神經过程强的，但不均衡，且兴奋过程比抑制过程显著佔优势的动物。属于第二組的是神經过程强而均衡的，但是兴奋和抑制过程的灵活性都迟鈍的动物。从表1中可以看出，后一类型的动物，其陽性反射的消退和恢复是困难的；这些动物的特点是具有比較强的抑制性后作用。第三組动物的特点为具有强而均衡的神經过程，且兩种神經过程所表現的强度和灵活性都很好。第四組是高級神經活动弱型的动物，且兩种神經过程都有明显的減弱和惰性。

表 1 动物高級神經活动的特点（按組）

动物号	条 件 反 射 (蜂音器)		巩固的分化相 (应用的次数)、	条 件 反 射 (光)		分 化 相 延長試驗 (秒)	消 退 恢 复		后抑制	正誘导
	巩固的 (結合 次数)	潛伏期 (秒)		巩固的 (結合 次数)	潛伏期 (秒)		巩 固 的 (結合次数)			
第一組，强的，不均衡型。										
1	4	1.9	—	13	2.1	25	9	3	++	+
7	8	1.3	—	3	1.8	8.3	12	2	+	+
6	12	1.1	—	7	1.7	2.5	10	2	+	+
第二組，强的，均衡的迟鈍型。										
5	4	1.0	13	6	1.9	180	17	25	++	++
8	7	1.3	11	13	1.5	15	11	5	++	++
第三組，强的，均衡的，迅速型。										
2	22	1.5	2	23	1.7	180	7	2	++	++
第四組，弱型。										
3	104	1.7	31	89	2.1	23.2	—	—	+++	0
4	80	1.8	—	38	2.0	77	10	1	+++	0

在使实验动物中毒以前，我們先在20只健康大白鼠身上确定了磷的相应的有效剂量，並且研究了磷的中毒症狀。在本文中我們有意把磷中毒症狀的描述省略了，因为它們在病理学

各論和內科学参考書中(納烏宁[7])已有記載。

曾确定,符合我們需要的磷剂量是按动物每公斤体重給 10 毫克。用 1% 溶于灭菌杏油中的新鮮配制的磷溶液作皮下注射。总共使 8 只鼠中了毒,2 只作为对照用,目的为要除去杏油对高級神經活动的作用。条件反射的實驗是按以下次序进行的:注射后相隔半小时、相隔 2 小时,以后在 30~40 天内每天进行一次,以后实验隔天进行一次。

在研究高級神經活动的同时,还观察了复杂的非条件反射(食物反射、朝向反射和防御反射)的变化。还研究了痛觉和触觉的变化,记录了动物的体温、体重的变化、以及动物在实验室外和室内的行为。

給兩只对照鼠皮下注射 0.5 毫升灭菌的杏油,且按上述实验的次序进行了反射活动的研究(表 2)。

表 2

第 1 号大白鼠(对照的)

給刺激物 的时间	刺 激 物	刺 激 物 号	刺激物单独作用的 時間 (秒)	刺激物作 用的总时 間 (秒)	潛 伏 期 (秒)	条件反射 量(刻度)	自 然 条 件 反 射	自然条件 反射量(刻 度)
1953 年 10 月 25 日在注射杏油前								
17:24	蜂 音 器	445	5	10	1.2	22	+	—
17:26	紅 光	160	5	10	1.4	10	+	—
17:28	蜂 音 器	446	5	10	1.6	25	+	—
17:30	紅 光	161	5	10	1.1	18	+	—
17:32	鈴 声(分化)	124	—	10	—	—	—	—
17:34	蜂 音 器	447	5	10	1.2	22	+	—
17:36	紅 光	162	5	10	3.8	23	+	—
17:38	鈴 声(分化)	125	—	10	—	—	—	—
17:40	蜂 音 器	448	5	10	2.0	24	+	—
1953 年 10 月 26 日注射 0.6 毫升灭菌的杏油								
16:45	蜂 音 器	449	5	10	1.1	20	+	—
16:47	紅 光	163	5	10	1.3	12	+	—
16:49	蜂 音 器	450	5	10	1.8	15	+	—
16:51	紅 光	164	5	10	1.9	20	+	—
16:53	鈴 声(分化)	126	—	10	6.0	20	—	—
16:55	蜂 音 器	451	5	10	1.6	17	+	—
16:57	紅 光	165	5	10	1.3	13	+	—
16:59	鈴 声(分化)	127	—	10	6.0	6	—	—
17:01	蜂 音 器	452	5	10	1.6	5	+	—
注射后 2 小时								
19:00	蜂 音 器	453	5	10	1.0	16	+	—
19:02	紅 光	166	5	10	1.2	15	+	—
19:04	蜂 音 器	454	5	10	1.1	8	+	—
19:06	紅 光	167	5	10	1.0	20	+	—
19:08	鈴 声(分化)	128	—	10	8.5	20	—	—
19:10	蜂 音 器	455	5	10	1.2	22	+	—
19:12	紅 光	168	5	10	1.3	14	+	—
19:14	鈴 声(分化)	129	—	10	4.6	8	—	—
19:16	蜂 音 器	456	5	10	1.4	4	+	—

(續)

給刺激物 的時間	刺 激 物	刺 激 物 號	刺激物單 獨作用的 時間 (秒)	刺激物作 用的總時 間 (秒)	潛 伏 期 (秒)	条件反射 量(刻度)	自 然 条 件 反 射	自然条 件反射 量(刻 度)
1953 年 10 月 27 日注射后第 2 天								
18:03	蜂 音 器	457	5	10	1.0	20	+	—
18:05	紅 光	169	5	10	1.8	15	+	—
18:07	蜂 音 器	458	5	10	1.0	19	+	—
18:09	紅 光	170	5	10	2.0	20	+	—
18:11	鈴 聲(分 化)	130	—	10	—	—	—	—
18:13	蜂 音 器	459	5	10	0.5	20	+	—
18:16	紅 光	171	5	10	5.0	25	+	—
18:18	鈴 聲(分 化)	131	—	10	9.0	25	—	—
18:20	蜂 音 器	460	5	10	2.0	20	+	—
1953 年 11 月 2 日注射后第 7 天								
17:13	蜂 音 器	475	5	10	3.1	8	+	—
17:15	紅 光	181	5	10	0.8	10	+	—
17:18	蜂 音 器	476	5	10	1.2	10	+	—
17:20	紅 光	182	5	10	1.8	20	+	—
17:22	鈴 聲(分 化)	138	—	10	—	—	—	—
17:24	蜂 音 器	477	5	10	1.3	25	+	—
17:26	紅 光	183	5	10	1.5	15	+	—
17:28	鈴 聲(分 化)	139	—	10	2.1	25	—	—
17:30	蜂 音 器	478	5	10	2.3	25	+	—

从表中可以看出，單獨用杏油作皮下注射，除了暫時的解除分化以外，在鼠身上沒有引起任何高級神經活動的障礙。

注射 5 毫克磷后(表 3)，在第一晝夜並沒有引起動物反射活動和行為的嚴重障礙。反射活動的改變最初出現是在第 2～3 晝夜時，表現為早先形成的條件反射的逐漸消失。用弱刺激(光)形成的反射最先消失，以後是強刺激(蜂音器)所形成的反射。而在中毒第 3～4 晝夜時只留下一些對食物外形的自然反射了。在第 4～6 晝夜時，鼠的所有反射都消失，動物也死亡了(第 7 號鼠在第四天死亡)(表 4)。

在大多數動物中，人工反射的部分或全部消失還伴有時相現象的出現，最常見的是均等相和反常相。同時在每次單獨實驗終了時，神經系統的疲憊性增高了。條件反射活動的恢復是按下列次序進行的：開始先出現自然條件反射，以後(在第 9～10 晝夜時)出現人工條件反射，主要是對鈴聲的刺激，在第 11～12 晝夜時出現對光刺激的反射。反射活動的恢復也伴有呈典型時相現象的強度方面的障礙；這種障礙波狀地進行着且伴有某些反射(主要是對弱刺激的反射)的週期性的消失。到第 50～60 天時動物的條件反射活動才完全恢復。

在中毒后第 4 晝夜，也就是所有陽性的人工條件反射和自然條件反射消失時，動物就出現非條件反射活動上的變化。食物反射的量在第 6 晝夜時極度下降。朝向反射從第 5 天開始

受累, 到第 7 晝夜时減弱到極点。最晚起变化的是防御反射, 它在第 7 晝夜才被明显的被动的防御反应所代替。动物身上复杂的非条件反射的恢复是按相反次序进行的。最早恢复的是

表 3

第 6 号 大 白 鼠

給刺激物 的时间	刺 激 物	刺 激 物 号	刺激物單 独作用的 時間 (秒)	刺激物作 用的总時 間 (秒)	潛 伏 期 (秒)	条件反射 量(刻度)	自 然 条 件 反 射	自然条件 反射量(刻 度)	附 註
1953 年 11 月 25 日注射磷的前夕									
16:20	蜂 音 器	181	5	10	1.0	8	+	—	
16:22	藍 光	124	5	10	1.4	5	+	—	
16:24	蜂 音 器	182	5	10	1.0	7	+	—	
16:26	藍 光	125	5	10	1.3	12	+	—	
16:28	鈴声(分化)	51	—	10	—	—	—	—	
16:30	蜂 音 器	183	5	10	0.2	10	+	—	
16:32	藍 光	126	5	10	1.0	15	+	—	
16:34	蜂 音 器	184	5	10	0.4	12	+	—	
1953 年 11 月 26 日 15 时 25 分皮下注射 1% 磷的香油溶液 0.5 毫升注射后半小时									
16:05	蜂 音 器	185	5	10	0.7	10	+	—	
16:07	藍 光	127	5	10	0.4	3	+	—	
16:09	蜂 音 器	186	5	10	0.8	10	+	—	
16:11	藍 光	128	5	10	1.1	8	+	—	
16:13	鈴声(分化)	52	—	10	—	—	—	—	
16:15	蜂 音 器	187	5	10	1.1	8	+	—	經強化
16:17	藍 光	129	5	10	—	0	+	8	
16:19	蜂 音 器	188	5	10	0.7	12	+	—	
注射磷后 2 小时									
17:35	蜂 音 器	189	5	10	0.8	10	+	—	
17:37	藍 光	130	5	10	1.2	13	+	—	
17:39	蜂 音 器	190	5	10	0.9	15	+	—	
17:41	藍 光	131	5	10	1.5	5	+	—	
17:43	鈴声(分化)	53	—	10	—	—	—	—	
17:45	蜂 音 器	191	5	10	1.2	15	+	—	經強化
17:47	藍 光	134	5	10	—	0	+	15	
17:49	蜂 音 器	192	5	10	3.0	5	+	—	
1953 年 11 月 27 日注射磷后第 2 天									
15:28	蜂 音 器	193	5	10	1.7	11	+	—	
15:30	藍 光	133	5	10	1.1	9	+	—	
15:32	蜂 音 器	194	5	10	1.6	14	+	—	未經強化 未經強化
15:34	藍 光	134	5	10	—	0	+	4	
15:36	鈴声(分化)	54	—	10	—	—	—	—	
15:38	蜂 音 器	195	5	10	—	0	+	14	經強化 坐落不动
15:40	藍 光	135	5	10	—	0	—	—	
15:42	蜂 音 器	196	5	10	—	0	—	—	

(續)

給刺激物 的時間	刺 激 物	刺 激 物 号	刺激物單 独作用的 時間 (秒)	刺激物作 用的總時 間 (秒)	潛 伏 期 (秒)	条件反射 量(刻度)	自 然 条 件 反 射	自然条 件反射 量(刻 度)	附 註
1953 年 11 月 29 日中毒第 4 天									
15:30	蜂 音 器	202	5	10	—	0	—	—	
15:32	藍 光	139	5	10	—	0	—	—	
15:34	蜂 音 器	203	5	10	—	0	—	—	
15:36	藍 光	140	5	10	—	0	—	—	
15:38	鈴声(分化)	56	—	10	—	—	—	—	
15:40	蜂 音 器	204	5	10	—	0	—	—	
15:42	藍 光	141	5	10	—	0	—	—	
15:44	蜂 音 器	205	5	10	—	0	—	—	
1953 年 12 月 5 日中毒第 9 天									
16:20	蜂 音 器	225	5	10	—	0	+	12	未經強化
16:22	藍 光	157	5	10	—	0	—	—	
16:24	蜂 音 器	226	5	10	0.7	4	+	—	吃
16:26	藍 光	158	5	10	—	0	—	—	
16:28	鈴声(分化)	62	—	10	—	—	—	—	
16:30	蜂 音 器	227	5	10	—	0	+	4	吃
16:32	藍 光	159	5	10	—	0	—	—	
16:34	蜂 音 器	228	5	10	1.0	8	+	—	未經強化
1953 年 12 月 19 日中毒第 21 天									
15:30	蜂 音 器	273	5	10	3.2	9	+	—	
15:32	藍 光	193	5	10	—	0	+	11	吃
15:34	蜂 音 器	274	5	10	1.1	15	+	—	
15:36	藍 光	194	5	10	—	0	+	20	吃
15:38	鈴声(分化)	74	—	10	—	—	—	—	
15:40	蜂 音 器	275	5	10	—	0	+	20	吃
15:42	藍 光	195	5	10	—	0	+	25	吃
15:44	蜂 音 器	276	5	10	1.2	0	+	—	

防御反射，以后是朝向反射，最后是食物性非条件反射。在中毒后第 11 晝夜时非条件反射完全恢复了。同时动物还出现了許多植物性的扰乱：如毛髮蓬乱，体温降低到 35.6° ，呼吸次数减少到 1 分鐘为 120~94 次，全身無力及睡眠状态。

在条件反射活动障碍和恢复期間，条件反射的潛伏期沒有显著的变化。解除分化未曾出現。相反，在第 1 号、第 6 号、第 4 号的大白鼠身上，在中毒前都未能形成巩固的分化，在中毒症狀显示期，特別在恢复期，分化得到了巩固，而且变成为絕對的分化相。中毒前已形成了巩固的分化的动物，在中毒时当应用抑制性刺激物后，就出现了明显的正誘导。

表 4

第 7 号 大 白 鼠

給刺激物 的時間	刺 激 物	刺 激 物 号	刺激物單 独作用的 時間 (秒)	刺激物作 用的總時 間 (秒)	潛 伏 期 (秒)	条件反射 量(刻度)	自然条 件反射	自然条 件反射 量(刻 度)	附 註
1953 年 11 月 25 日 在注射磷之前夕									
16:38	蜂 音 器	168	5	10	1.0	11	+	—	
16:40	藍 光	109	5	10	1.3	15	+	—	
16:42	蜂 音 器	169	5	10	0.9	20	+	—	
16:44	藍 光	110	5	10	1.0	13	+	—	
16:46	鈴声(分化)	38	—	10	—	—	—	—	
16:48	蜂 音 器	170	5	10	0.7	3	+	—	
16:50	藍 光	111	5	10	2.8	10	+	—	
16:52	蜂 音 器	171	5	10	1.0	5	+	—	
1953 年 11 月 26 日 5 时50分皮下注射 1% 磷的杏油溶液 0.5 毫升注射后半小时									
16:21	蜂 音 器	172	5	10	1.3	18	+	—	
16:23	藍 光	112	5	10	1.2	3	+	—	
16:25	蜂 音 器	173	5	10	1.1	4	+	—	
16:27	藍 光	113	5	10	2.0	12	+	—	
16:29	鈴声(分化)	39	—	10	5.3	21	—	—	
16:31	蜂 音 器	174	5	10	0.6	25	+	—	
16:33	藍 光	114	5	10	—	0	—	—	
16:35	蜂 音 器	175	5	10	1.0	15	+	—	房間中有噪音
注射后 2 小时									
17:54	蜂 音 器	176	5	10	1.0	6	+	—	
17:56	藍 光	115	5	10	1.1	3	+	—	
17:58	蜂 音 器	177	5	10	1.0	3	+	—	
18:00	藍 光	116	5	10	—	0	+	5	
18:02	鈴声(分化)	40	—	10	0.1	15	—	—	
18:04	蜂 音 器	178	5	10	0.5	20	+	—	
18:06	藍 光	117	5	10	0.8	5	+	—	
18:08	蜂 音 器	179	5	10	0.4	8	+	—	
1953 年 11 月 27 日 中毒后第 2 天									
16:06	蜂 音 器	180	5	10	0.7	10	+	—	
16:08	藍 光	118	5	10	3.4	4	+	—	
16:10	蜂 音 器	181	5	10	1.4	8	+	—	
16:14	藍 光	119	5	10	—	0	—	—	
16:17	鈴声(分化)	41	—	10	—	—	—	—	
16:19	蜂 音 器	182	5	10	—	0	—	—	
16:21	藍 光	120	5	10	—	0	+	6	未經強化
16:23	蜂 音 器	183	5	10	—	0	—	—	

1953 年 11 月 29 日

12 时 5 分动物死亡。解剖时：胃膨胀，胃粘膜呈灰色，兩腎腫大，切開呈灰白色，無光澤，腫脹。肝腫大，肝實質無光澤，黃色，易撕破。沿肝臟血管發現有大量出血点。在心包膜和心內膜上有大量点狀出血点。中樞神經系統未發現有肉眼所見的改變。診斷：全身磷中毒，伴有中毒性肝萎縮現象。

所有这些綜合起来，使我們可以推想，磷能改变动物高級神經活动，而且主要是改变抑制过程，使抑制过程高度增强，导致过度緊張，随之产生典型的超限抑制，或按庫帕洛夫的說法“抑制过程的病理性扩散”〔6〕。慢性小量磷中毒的專門性实验的設計可以使这个問題得到彻底的解决。

發現了一个事实，就是高級神經活动的变化是直接取决于其所形成的条件反射系統的巩固性。在我們的实验中，第1号、第3号、第4号大白鼠在中毒时，其結合的次数要比其他动物超过一倍和二倍，与此相符，这些鼠的高級神經活动变化的症狀比較輕，而且也是暂时性的（表5）。从表5中可以看出，在第4号大白鼠身上未發現有一切反射完全消失的現象。只有对弱刺激的反射消失了，而对强的刺激——声音的反射只有部分的消失。

表 5

第 4 号 大 白 鼠

給刺激物 的时间	刺 激 物	刺 激 物 号	刺激物單 独作用的 時間 (秒)	刺激物作 用的总時 間 (秒)	潛 伏 期 (秒)	条件反射 量(刻度)	自 然 条 件 反 射	自然条 件反射 量(刻 度)	附 註
1953 年 11 月 30 日注射磷之前夕									
17:30	蜂 音 器	331	5	10	0.5	10	+	—	
17:32	紅 光	113	5	10	0.9	8	+	—	
17:34	蜂 音 器	332	5	10	1.2	10	+	—	
17:36	紅 光	114	5	10	1.2	10	+	—	
17:38	鈴声(分化)	51	—	10	—	—	—	—	
17:40	蜂 音 器	333	5	10	0.3	12	—	—	
17:42	紅 光	115	5	10	0.9	9	+	—	
17:44	蜂 音 器	334	5	10	0.4	11	+	—	
1953 年 12 月 1 日 15 时 40 分皮下注射 1% 磷溶液 0.45 毫升中毒后半小时									
16:12	蜂 音 器	335	5	10	1.7	25	+	—	
16:14	紅 光	116	5	10	1.0	10	+	—	
16:16	蜂 音 器	336	5	10	1.0	8	+	—	
16:18	紅 光	117	5	10	2.2	20	+	—	
16:20	鈴声(分化)	52	—	10	—	—	—	—	
16:22	蜂 音 器	337	5	10	0.6	12	+	—	
16:24	紅 光	118	5	10	3.9	18	+	—	
16:26	蜂 音 器	338	5	10	1.5	5	+	—	
1953 年 12 月 2 日中毒后第 2 天									
16:30	蜂 音 器	343	5	10	0.7	10	+	—	未經強化
16:32	紅 光	122	5	10	—	0	+	15	
16:34	蜂 音 器	244	5	10	—	0	—	—	經強化
16:36	紅 光	123	5	10	—	0	+	10	
16:38	鈴声(分化)	54	—	10	—	—	—	—	
16:40	蜂 音 器	245	5	10	—	0	—	—	
16:42	紅 光	124	5	10	1.0	12	+	—	
16:44	蜂 音 器	346	5	10	1.2	5	+	—	

(續)

給刺激物 的時間	刺 激 物	刺 激 物 號	刺激物單 獨作用的 時間 (秒)	刺激物作 用的總時 間 (秒)	潛 伏 期 (秒)	条件反射 量(刻度)	自 然 条 件 反 射	自然条件 反射量(刻 度)	附 註
1953 年 12 月 5 日中毒后第 5 天									
15:56	蜂 音 器	355	5	10	0.5	5	+	—	
15:58	紅 光	131	5	10	0.8	10	+	—	
16:00	蜂 音 器	356	5	10	2.0	6	+	—	
16:02	紅 光	132	5	10	—	0	—	—	
16:04	鈴聲(分化)	57	—	10	—	—	—	—	
16:06	蜂 音 器	357	5	10	0.5	7	+	—	
16:08	紅 光	133	5	10	1.1	7	+	—	
16:10	蜂 音 器	358	5	10	0.5	10	+	—	

至于动物的类型特点对中毒过程的影响，則在我們的實驗中，強而不均衡型的动物（第 1 組）中毒最严重。但是認為此問題已經获得徹底解决是不可能的，因为屬於第 1 組的动物都是比較“年輕”的，因此反射比較不巩固。可能由于这样，这一組动物的高級神經活动在中毒时也比其他动物遭受了更加严重的变化。

总结上述材料可以說，在动物磷中毒时，产生了中樞神經系統高級部位的典型抑制反应。这表现在所形成的条件反射、自然食物反射的消失和大腦皮層的时相状态中，除此以外，机体复杂的非条件性軀体性和植物性反射也消失或減弱了。

所有这些使我們这样相信，在磷中毒时，同样在其他毒物中毒时，最初發生了皮層細胞的規律性反应，表现为防御-保护性抑制。这种抑制不仅仅局限于皮層，而且还向皮層下部扩散，因而造成机体非条件反射性和植物性反应变化的复杂症狀。其特点为条件反射活动障碍的出現要比非条件反射活动障碍的出現早得多，而其恢复却比非条件反射活动障碍晚得多。因此，在磷中毒时首先是大腦皮層活动的改变，而后再發展成中毒的一般症狀。在恢复期，皮層的机能最后才恢复正常，有时其恢复需要很長一段時間。

結 論

1. 給大白鼠皮下注射磷（每公斤体重10毫克），引起了中樞神經系統大腦兩半球皮層及其低級部位的机能改变，这些改变首先表现为过去所形成的条件反射全部或部分的抑制、出現时相状态、食物性自然反射的消失、后来表现为非条件反射和植物性反应的減弱。

2. 所有这些现象都說明磷中毒时，在中樞神經系統中产生了深度的抑制，这种抑制是防御-保护性抑制。

3. 中樞神經系統高級部分活动改变的性質和深度，直接取决于动物神經系統的类型时点和在动物身上所形成的条件联系的巩固性。

(范君媿譯 江明性校 吳 襄审)

参 考 文 献

1. Л. С. Горшелева, Реф. н.-и. раб. мед.-биол. науки, № 7, 106, 1949; Журн. высш. нервн. деят., 1, вып. 5, 1951; 1, вып. 3, 1951; 3, вып. 3, 1953.
2. А. Г. Иванов-Смоленский, Реф. н.-и. раб. мед.-биол. науки, № 7, 103, 1949; Очерки патофизиологии высшей нервной деятельности, Медгиз, 1952.
3. А. Ю. Изергина, Реф. н.-и. раб. мед.-биол. науки, № 1, 145, 1947; № 7, 117, 121, 1949.
4. Л. И. Котляревский, Журн. высш. нервн. деят., 1, вып. 4, 1951; 2, вып. 4, 1952; В кн. 50 лет учения акад. И. П. Павлова об условных рефлексах, Изд. АН СССР, 1953, стр. 285.
5. Л. И. Котляревский, Журн. высш. нервн. деят., 1, вып. 5, 1951.
6. П. С. Купалов, Журн. высш. нервн. деят., 2, вып. 4, 1952.
7. Б. Наунин, В кн. Руководство по частной патологии и терапии, 15, 1880, стр. 286.
8. Л. Н. Норкина, Реф. н.-и. раб. мед.-биол. науки, № 7, 147, 1949.
9. В. К. Фаддеева, Реф. н.-и. раб. мед.-биол. науки, № 1, 157, 1947; № 7, 112, 116, 1949; Журн. высш. нервн. деят., 1, вып. 2, 1951.
10. Л. Е. Хозак, Реф. н.-и. раб. мед.-биол. науки, 1, 144, 1947; Журн. высш. нервн. деят., 2, вып. 2, 1952.

重复的磷中毒时动物高級神經活动的改变

原載“巴甫洛夫高級神經活动雜誌”1955年第2期

克拉斯諾夫 (С. К. Краснов)

在前一篇論文中[2], 我們曾經获得了一些实验材料, 証明將磷以每公斤 10 毫克的剂量由皮下注入动物体内时, 在大腦皮層的活动引起了一系列复杂的变化。这些变化首先表现在發生瀰漫性保护性抑制方面, 繼而在条件反射恢复的过程中出現时相現象。当时曾發現: 沿着皮層扩散的保护性抑制也蔓延到某些皮層下中樞的領域內, 引起动物的非条件反射活动的改变。同时也發生了一系列的植物性神經的机能障碍。观察証明: 抑制發展的特征与速度以及抑制的深度很明显地是依动物高級神經活动类型的特征为轉移的。

高尔舍列娃的实验[1]証实, 以葡萄球菌的毒素使动物中毒, 除上述的改变外, 尚引起皮層的反应性升高, 这在以同样的毒素使动物重复中毒时, 就很明显地在中毒过程上反映出来。

高尔舍列娃在自己的实验材料中指出: 当重复地用葡萄球菌毒素使动物中毒时, 动物的高級神經活动的机能障碍就更加严重而且持續的时间也更長。这表现在很迅速地出現条件反射的完全抑制, 时相状态既著且深, 並且动物条件反射活动恢复正常所需的时间也延長了。

为了进一步研究在注射中毒剂量的磷时动物高級神經活动变化的特征这一問題, 我們就着手研究重复中毒时的这些变化。

实验是在已經受过一次磷中毒並且其条件反射活动已完全恢复了的 7 只大白鼠身上进行的。

磷的重复注射依高級神經活动完全恢复的期限而定，平均是在第一次注射后，經 2~3 个月才进行。

向动物的皮下重复注射磷的剂量与第一次的剂量相同（每公斤体重 10 毫克的磷，溶在無菌杏油內使成为 1% 的溶液）。

注射之后，实验是按照前一个研究中同样的程序进行的。

給动物重复注射中毒剂量的磷很明显地加速了並且改变了一般的中毒情形。由于重复中毒的結果，仅有一只鼠仍生存；这种剂量对所有其余的鼠都是绝对致死的剂量。动物在中毒的第三天与第四天出现了严重的磷中毒现象而死亡。

当重复中毒时，动物的非条件反射活动出现了明显的障碍。表 1 引証了实验动物某些复杂的非条件反射的障碍所持續的时间与开始的速度的对比材料。如果說在第一次注射后非条件反射方面的改变在中毒的第 4 天到第 7 天之内出现，並且平均持續 2~7 天的話，那么在重复中毒后，这种改变从第 2 天就已出现，且一直持續到第 20 天（仍然生存的那只鼠）。

表 1 注射中毒剂量的磷时动物的复杂的非条件反射障碍的持續时间与开始速度的比較（以天計）。

实验动物的编号	第 1 次中毒后						第 2 次中毒后					
	食物反射		朝向反射		防御反射		食物反射		朝向反射		防御反射	
	障碍的出现	障碍持續的时间	障碍的出现	障碍持續的时间	障碍的出现	障碍持續的时间	障碍的出现	障碍持續的时间	障碍的出现	障碍持續的时间	障碍的出现	障碍持續的时间
1	4	3	4	2	5	1	2	—	3	—	3	—
2	4	2	5	3	6	1	2	—	2	—	2	—
3	4	7	4	6	7	1	2	20	3	12	3	9
4	3	4	4	2	4	1	2	—	2	—	2	—
5	4	4	5	4	6	3	2	—	2	—	2	—
6	4	7	5	5	6	2	2	—	2	—	3	—
8	3	7	5	4	4	4	2	—	3	—	3	—

至于說到植物神經的机能障碍，比如：鼠毛聳立、尿液分泌增加、体温改变、呼吸頻率改变以及其他现象，在重复注射磷后这些机能障碍的现象同样也有很明显的特征。

特別引起我們注意的是体温的改变不符合于呼吸頻率的改变。在第一次中毒时，呼吸运动的次数与体温的降低接近正比，而在重复中毒时，体温虽然明显降低，呼吸却反而加快，当体温降到 35.6°C 时，呼吸每分鐘可达到 130 次或 130 次以上。所有这些现象都說明在重复中毒时植物神經的机能障碍具有更复杂、更严重的特征。

当研究动物条件反射活动的改变时，在实验中用磷重复中毒以后，其定型完全符合于第一次中毒的定型。

讓我們引証第 3 号大白鼠的实验记录（表 2~3）作为例証，該鼠是經過第一次中毒和重复中毒的，其中毒现象比其余的几只要輕微得多。

我們从分析第 3 号大白鼠在第一次与第二次磷中毒后所得到的材料中得知：在这两种情况下动物的条件反射活动的改变，均出现在中毒后的第二晝夜。但是在第一次注射后，条件反射的改变是渐渐發展的，而且是不显著的，在应用分化相之后条件反射消退；而重复中毒后，在第二天几乎所有的人工条件反射就已消失，而且在实验的終期連自然条件反射也消失

了。如果說在第一次中毒之后条件反射活动进一步改变的特征是个别的一些条件反射消退以及大多数呈均等相的时相状态的话，那么当重复中毒时主要的变化是反常相，有时甚至是超反常相，並且在中毒的第三天所有的条件反射全部消退。

表 2

第 3 号大白鼠第 1 次注射磷的结果

給刺激的 时 間	条 件 刺 激 物	刺 激 物 編 号	刺激物單 独作用的 時間(秒)	刺激物作 用的全部 時間(秒)	潛 伏 期 (秒)	条件反射 量(刻度)	自然条件 反 射	自 然 条 件 反 射 量(刻 度)	附 註
1953 年 12 月 16 日 注射 前夕									
17时20分	蜂 音 器	378	5	10	0.6	30	+	—	加以强化
17时22分	紅 光	128	5	10	1.1	24	+	—	
17时25分	蜂 音 器	379	5	10	0.7	15	+	—	
17时27分	紅 光	129	5	10	0.9	18	+	—	
17时29分	电鈴(分化)	57	—	10	3.3	35	—	—	
17时31分	蜂 音 器	380	5	10	—	0	+	10	
17时33分	紅 光	130	5	10	0.8	35	+	—	
17时35分	蜂 音 器	381	5	10	0.9	20	+	—	

1953 年 12 月 17 日 注射 1% 磷的香油溶液 0.5 毫升

注射后半小时

15时15分	蜂 音 器	382	5	10	0.9	30	+	—	
15时17分	紅 光	131	5	10	1.1	19	+	—	
15时21分	蜂 音 器	383	5	10	0.6	30	+	—	
15时23分	紅 光	132	5	10	1.0	20	+	—	
15时25分	电鈴(分化)	58	—	10	—	—	—	—	
15时27分	蜂 音 器	384	5	10	0.7	18	+	—	
15时29分	紅 光	133	5	10	0.7	25	+	—	
15时31分	蜂 音 器	385	5	10	1.5	15	+	—	

注射后 2 小时

16时45分	蜂 音 器	386	5	10	0.9	30	+	—	
16时47分	紅 光	134	5	10	0.9	15	+	—	
16时49分	蜂 音 器	387	5	10	0.6	10	+	—	
16时51分	紅 光	135	5	10	1.1	17	+	—	
16时53分	电鈴(分化)	59	—	10	—	—	—	—	
16时55分	蜂 音 器	388	5	10	1.3	30	+	—	
16时57分	紅 光	136	5	10	0.9	10	+	—	
17时00分	蜂 音 器	389	5	10	0.7	20	+	—	

1953 年 12 月 18 日 中毒后第 2 天

15时40分	蜂 音 器	390	5	10	0.5	35	+	—	緩慢地进食 不动地坐落
15时42分	紅 光	137	5	10	0.8	10	+	—	
15时44分	蜂 音 器	391	5	10	0.5	18	—	—	
15时46分	紅 光	138	5	10	1.6	8	+	—	
15时48分	电鈴(分化)	60	—	10	—	—	—	—	
15时50分	蜂 音 器	392	5	10	—	0	+	6	
15时52分	紅 光	139	5	10	—	0	—	—	
15时54分	蜂 音 器	393	5	10	—	0	+	5	

(續)

給刺激的 時 間	条 件 刺 激 物	刺 激 物 編 号	刺激物單 独作用的 時間(秒)	刺激物作 用的全部 時間(秒)	潛 伏 期 (秒)	条件反射 量(刻度)	自然条件 反 射	自 然 条 件 反 射 量(刻度)	附 註
-------------	--------------	--------------	-----------------------	-----------------------	--------------	---------------	-------------	-------------------------	-----

1953年12月21日中毒后第5天

16时09分	蜂 音 器	402	5	10	1.7	6	+	—	
16时11分	紅 光	148	5	10	2.0	12	+	—	
16时13分	蜂 音 器	403	5	10	1.0	25	+	—	
16时15分	紅 光	149	5	10	0.7	20	+	—	
16时17分	电鈴(分化)	63	—	10	3.2	22	+	—	
16时19分	蜂 音 器	404	5	10	0.6	18	+	—	
16时21分	紅 光	150	5	10	2.6	20	+	—	
16时23分	蜂 音 器	405	5	10	0.8	21	+	—	

1954年1月12日中毒后第26天

17时00分	蜂 音 器	467	5	10	1.2	16	+	—	
17时02分	紅 光	221	5	10	2.0	10	+	—	
17时04分	蜂 音 器	468	5	10	1.0	15	+	—	
17时06分	紅 光	222	5	10	1.9	8	+	—	
17时08分	电鈴(分化)	85	—	10	—	—	—	—	
17时10分	蜂 音 器	469	5	10	0.8	10	+	—	
17时12分	紅 光	223	5	10	1.0	10	+	—	
17时14分	蜂 音 器	470	5	10	0.9	11	+	—	

1954年1月19日中毒后第32天

20时07分	蜂 音 器	491	5	10	0.8	17	+	—	
20时09分	紅 光	299	5	10	3.0	11	+	—	
20时11分	蜂 音 器	492	5	10	1.1	25	+	—	
20时13分	紅 光	300	5	10	2.1	15	+	—	
20时15分	电鈴(分化)	91	—	10	—	—	—	—	
20时17分	蜂 音 器	493	5	10	1.0	18	+	—	
20时19分	紅 光	301	5	10	1.8	22	+	—	
20时21分	蜂 音 器	494	5	10	0.8	20	+	—	

表 3

用磷使第 3 号大白鼠重复中毒的結果。

給刺激的 時 間	条 件 刺 激 物	刺 激 物 編 号	刺激物單 独作用的 時間(秒)	刺激物作 用的全部 時間(秒)	潛 伏 期 (秒)	条件反射 量(刻度)	自然条件 反 射	自 然 条 件 反 射 量(刻度)	附 註
-------------	--------------	--------------	-----------------------	-----------------------	--------------	---------------	-------------	-------------------------	-----

1954年3月13日注射前夕

16时52分	蜂 音 器	523	5	10	0.6	10	+	—	
16时54分	紅 光	323	5	10	1.1	9	+	—	
16时56分	蜂 音 器	524	5	10	2.5	25	+	—	
16时58分	紅 光	324	5	10	3.0	15	+	—	
17时00分	电鈴(分化)	99	—	10	—	—	—	—	
17时02分	蜂 音 器	525	5	10	1.8	15	+	—	
17时04分	紅 光	325	5	10	3.5	10	+	—	
17时06分	蜂 音 器	526	5	10	1.2	14	+	—	

(續)

給刺激的 時間	條件刺 激物	刺激物 編 號	刺激物單 獨作用的 時間(秒)	刺激物作 用的全部 時間(秒)	潛 伏 期 (秒)	條件反射 量(刻度)	自然條件 反 射	自 然 條 件 反 射 量(刻度)	附 註
------------	-----------	------------	-----------------------	-----------------------	--------------	---------------	-------------	-------------------------	-----

1954年3月14日注射1%磷的杏油溶液0.5毫升

注射后半小時

13時50分	蜂 音 器	527	5	10	1.7	8	+	—	
13時52分	紅 光	326	5	10	0.9	20	+	—	
13時54分	蜂 音 器	528	5	10	1.2	8	+	—	
13時56分	紅 光	327	5	10	1.2	10	+	—	
13時58分	電鈴(分化)	100	—	10	9.5	20	+	—	
14時00分	蜂 音 器	529	5	10	—	0	+	10	吃食物
14時02分	紅 光	328	5	10	3.7	14	+	—	
14時04分	蜂 音 器	530	5	10	4.8	5	+	—	

注射后2小時

15時20分	蜂 音 器	531	5	10	1.1	25	+	—	
15時22分	紅 光	329	5	10	1.9	25	+	—	
15時24分	蜂 音 器	532	5	10	1.3	20	+	—	
15時26分	紅 光	330	5	10	2.3	16	+	—	
15時28分	電鈴(分化)	101	—	10	—	—	—	—	
15時30分	蜂 音 器	533	5	10	0.6	18	+	—	
15時32分	紅 光	331	5	10	3.9	11	+	—	
15時34分	蜂 音 器	534	5	10	1.5	26	+	—	

1954年3月15日中毒后第2天

17時04分	蜂 音 器	535	5	10	—	0	+	10	緩慢地進食
17時06分	紅 光	332	5	10	1.7	18	+	—	
17時08分	蜂 音 器	536	5	10	2.3	10	+	—	
17時11分	紅 光	333	5	10	—	0	—	—	
17時13分	電鈴(分化)	102	—	10	—	—	—	—	
17時15分	蜂 音 器	537	5	10	1.4	6	+	—	
17時17分	紅 光	334	5	10	—	0	—	—	
17時19分	蜂 音 器	538	5	10	—	0	—	—	

1954年3月18日中毒后第5天

16時15分	蜂 音 器	547	5	10	—	0	—	—	
16時17分	紅 光	340	5	10	3.4	8	+	—	
16時19分	蜂 音 器	548	5	10	1.5	5	+	—	
16時21分	紅 光	341	5	10	—	0	+	11	
16時23分	電鈴(分化)	105	—	10	4.3	10	—	—	
16時25分	蜂 音 器	549	5	10	—	0	+	20	
16時28分	紅 光	342	5	10	—	0	—	—	
16時30分	蜂 音 器	550	5	10	—	0	+	10	