

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

# RENDICONTI

---

FRANCESCO ROBUSTELLI

## Acquisizione della reazione condizionata di salvaguardia nel topo

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,  
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 38 (1965), n.4, p. 565–572.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1965\\_8\\_38\\_4\\_565\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1965_8_38_4_565_0)>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

---

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma  
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)*

*SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>



**Psicologia.** — *Acquisizione della reazione condizionata di salvaguardia nel topo.* Nota di FRANCESCO ROBUSTELLI, presentata (\*) dal Socio D. BOVET.

Sia nel campo della psicologia pura, che in quello della psicofarmacologia e della psicogenetica, le « shuttle box » si sono dimostrate una delle tecniche migliori per lo studio delle reazioni condizionate di « avoidance » (salvaguardia). Sulla scia di Warner [22] e Sivadjian [19] che le usarono per primi, un considerevole numero di Autori le ha da allora adottate dandone versioni differenti in funzione delle necessità specifiche delle proprie ricerche. In tempi più recenti, però, l'estensione sempre più massiccia dell'analisi statistica alle scienze del comportamento animale ha posto in primo piano la necessità dell'automatizzazione, più completa possibile, di queste tecniche allo scopo di ottenere dati più esatti e in maggior numero.

Entrambi i problemi, sia quello della tecnica in se che quello della sua automatizzazione parziale o completa, hanno avuto numerose soluzioni per ciò che riguarda lo studio della reazione condizionata di « avoidance » nel ratto. Ora, però, sarebbe opportuno trovare soluzioni analoghe anche per il topo.

Due fondamentali direttive improntano di sé il crescente numero di ricerche sul comportamento del topo. Esse sono dettate dai recenti sviluppi della psicofarmacologia e della psicogenetica.

Dal punto di vista psicofarmacologico, così come l'uso di tecniche differenti si va dimostrando sempre più utile per determinare gli eventuali limiti delle conclusioni basate sui risultati ottenuti con una sola tecnica (16,23), per la stessa ragione non può sfuggire l'utilità di estendere la ricerca anche a differenti specie animali, per ovviare al pericolo di generalizzazioni suggerite dagli effetti osservati su una sola specie. L'effetto della clorpromazina sull'estinzione di un riflesso condizionato, per esempio, sembra essere differente nel ratto e nel topo, come è dimostrato dalle esperienze di Ader e Clink [2], Miller, Murphy e Mirsky [15] e Denenberg, Ross e Ellsworth [8]. Questi ultimi Autori richiamano, appunto, l'attenzione su « the need for caution in generalizing the findings from one species to another until adequate comparative studies have been conducted ».

Dal punto di vista psicogenetico, il topo è assunto ad una posizione di primo piano a causa del gran numero di ceppi « inbred » che di esso si posseggono ed in generale del successo con cui questo animale è stato usato nelle ricerche di genetica [6, 17, 20, 21].

(\*) Nella seduta del 10 aprile 1965.

Denenberg [5] ha messo a punto una tecnica per lo studio del condizionamento classico del topo. Essman e coll. [1, 9, 10, 11, 14] hanno studiato le reazioni di tipo « step down » e « step through ».

Limitati gli esempi di condizionamento strumentale di fuga e di « avoidance »: il « pole climbing » di Wolf, Swinyard e Clark [23], il « runway », di Henderson [13], un apparecchio a due camere di Denenberg, King e Ehrenfeld [7].

Vere e proprie « shuttle box » sono state usate da Royce e Covington [17] e da Savateev [18].

In questa Nota viene riferito sulla messa a punto di una tecnica interamente automatica che permette sia la programmazione di tutto il ciclo di condizionamento in una « shuttle box » per topi sia la registrazione delle risposte condizionate, incondizionate e non motivate date dall'animale durante il ciclo stesso.

#### DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIO.

L'apparecchio si compone di tre parti principali:

- 1° la gabbia;
- 2° il programmatore elettronico;
- 3° il dispositivo di registrazione.

La gabbia (fig. 1) è lunga 400 mm, larga 100 mm, alta 200 mm ed è costruita in plexiglass opaco, tranne il coperchio di plexiglass trasparente allo scopo di permettere dall'alto l'osservazione dell'animale.

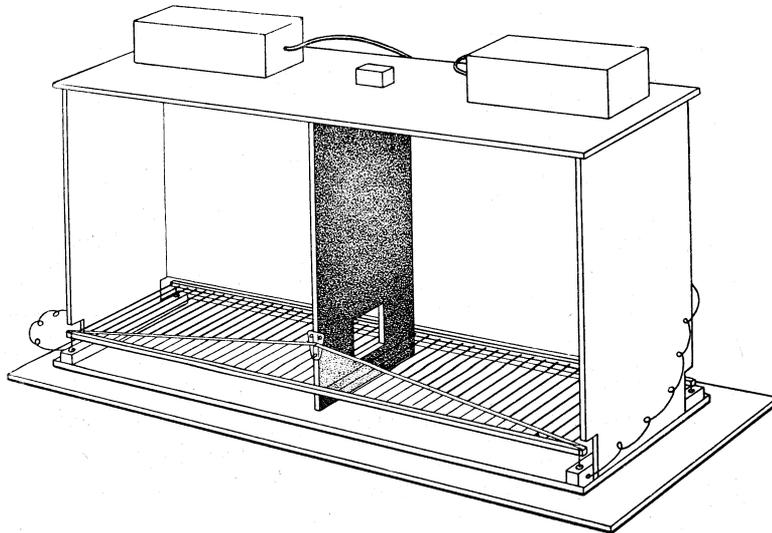


Fig. 1.

Il pavimento è costituito da sbarrette di acciaio inossidabile di 1,5 mm di diametro, distanti 7 mm l'uno dall'altra e disposte parallelamente all'asse minore. Esso è bilanciato su un perno centrale e munito ai quattro angoli di quattro contatti che pescano in quattro corrispondenti vaschette ripiene di mercurio. L'estrema sensibilità del bilanciamento assicura l'inclinazione del pavimento immediatamente dopo che il topo, anche di piccole dimensioni,

ne ha oltrepassato la linea mediana. L'inclinazione, a sua volta, determina l'affondamento dei due contatti del lato corrispondente nel mercurio delle due vaschette sottostanti, con la conseguente chiusura del circuito, che permette di registrare il passaggio dell'animale. Sotto il pavimento è disposto un cassetto per raccogliere gli escrementi.

Al centro della gabbia le pareti interne sono percorse da una scanalatura verticale che permette l'inserimento di un tramezzo di plexiglass nero con un'apertura quadrata di 30 mm di lato al livello del pavimento. In basso, oltre l'apertura, il tramezzo attraversa il pavimento e si continua fin sul cassetto.

Sul coperchio si trovano due lampadine da 220 V-10 W, una da ciascun lato, che illuminano le due rispettive metà della gabbia.

Il programmatore e il dispositivo di registrazione sono stati accuratamente descritti altrove [3, 4, 12].

Una caratteristica fondamentale del programmatore consiste nella possibilità che esso offre di modificare, indipendentemente l'una dall'altra, le variabili del programma, cioè: la durata totale dell'esperimento, la qualità e l'intensità dello stimolo condizionato acustico o luminoso, la durata dello stimolo condizionato che può essere costante o variabile (nel secondo caso lo stimolo condizionato cessa appena l'animale è passato nell'altra metà della gabbia), la durata e l'intensità dello stimolo incondizionato, la distanza fra lo stimolo condizionato e quello incondizionato, l'intervallo fra i successivi cicli di condizionamento. Infine, alcune variabili (durata dello stimolo condizionato, durata dello stimolo incondizionato, distanza fra lo stimolo condizionato e lo stimolo incondizionato, intervallo fra i successivi cicli di condizionamento) possono ripetersi identiche o cambiare ad ogni ciclo durante una stessa seduta.

Il dispositivo di registrazione si compone di due differenti sistemi di registrazione che funzionano contemporaneamente. Il primo permette di registrare tutti i passaggi dell'animale da una metà all'altra della gabbia, cioè tutte le reazioni condizionate, incondizionate e non motivate. Il secondo permette di registrare esclusivamente i passaggi dell'animale che avvengono nell'intervallo di tempo che va dall'inizio dello stimolo condizionato all'inizio dello stimolo incondizionato, cioè solamente le reazioni condizionate.

#### CONDIZIONAMENTO CON UN SEGNALE ACUSTICO.

Gli esperimenti sono stati eseguiti con due ceppi di topi albini, il Swiss e l'ACF. Gli animali erano di sesso maschile e di peso variabile fra 22 e 32 grammi (peso medio: 26,5 grammi).

Prima di iniziare le prove, gli animali sono stati tenuti nella gabbia per 10 minuti. Nei programmi che implicano più giorni di prove questo periodo di adattamento è stato ripetuto ogni volta e ridotto a 5 minuti nei giorni successivi al primo.

In tutti gli esempi riportati in seguito la corrente usata come stimolo incondizionato è stata ottenuta utilizzando una d.d.p. di 70 V con una resistenza in serie di 70 K $\Omega$ . Uno scambiatore, che ritmicamente modifica la polarità di ogni sbarretta del pavimento, impedisce che l'animale, poggiando su due sbarrette dello stesso segno (senza d.d.p.), non venga all'occorrenza percorso dalla corrente.

Nel programma adoperato, lo stimolo condizionato acustico, costituito dal suono di un campanello, di durata variabile, cessa con la risposta motoria, condizionata o incondizionata. L'intervallo fra lo stimolo condizionato e lo stimolo incondizionato è costante (5 sec.). La durata dell'intero ciclo di condizionamento è anch'essa costante (30 sec.). È inserito il tramezzo che divide in due parti la gabbia.

Un singolo ciclo di condizionamento si realizza nel modo seguente:

1° al tempo 0, mentre l'animale si trova nella metà sinistra della gabbia, ha inizio il segnale acustico. A questo punto, nel caso di una risposta condizionata, l'animale passa nella metà destra della gabbia entro 5 sec.;

2° al tempo 5 sec., il pavimento della metà sinistra della gabbia viene percorso da corrente determinando l'immediata fuga dell'animale (risposta incondizionata) attraverso

l'apertura del tramezzo. L'intensità della corrente che percorre il pavimento è stata stabilita in modo da provocare una pronta reazione di fuga in tutti gli animali. L'esistenza di animali che, tralasciando la reazione di fuga, rimangono temporaneamente immobilizzati all'arrivo dello shock («freezing»), è da considerarsi eccezionale nel topo (Denenberg [5]);

3° dopo un intervallo di 30 sec., la corrente viene tolta dal pavimento della metà sinistra e ha inizio un nuovo ciclo, durante il quale l'animale, per evitare o sfuggire la corrente, è costretto a passare da destra a sinistra.

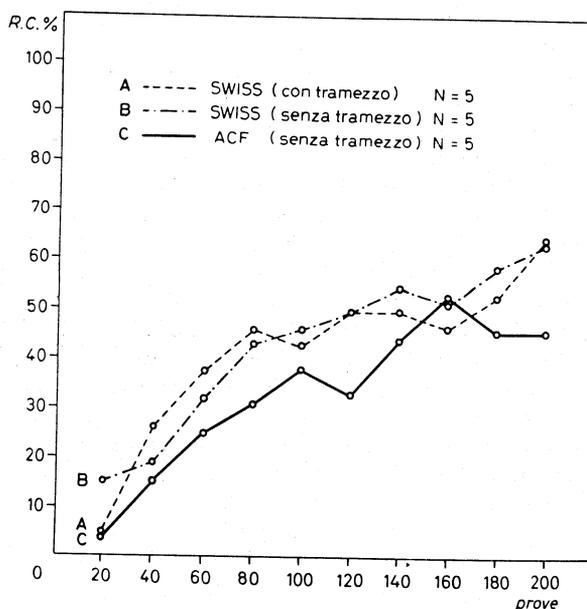


Fig. 2.

Curve di condizionamento di animali addestrati in una seduta unica di complessive 200 prove, della durata di 1h e 40' (stimolo condizionato acustico). In ordinata la percentuale media di risposte condizionate. In ascissa i periodi successivi di 20 prove (10'). Le percentuali medie (con gli errori standard) dei successivi periodi di 40 prove (20') sono le seguenti:

Prove	1-40	41-80	81-120	121-160	161-200
A	15,0 ± 3,3	41,5 ± 11,0	46,5 ± 15,3	48,5 ± 11,0	59,0 ± 14,7
B	16,0 ± 5,7	38,5 ± 13,6	43,5 ± 14,8	45,5 ± 16,1	50,0 ± 14,5
C	10,0 ± 4,4	28,0 ± 10,2	35,5 ± 14,5	48,5 ± 15,8	46,0 ± 15,3

Se l'animale, dopo essere passato nella metà della gabbia priva di corrente, con una reazione condizionata o incondizionata, torna nella prima metà nell'intervallo di tempo che decorre dal 5° al 30° secondo del ciclo, trova il pavimento percorso da corrente e contemporaneamente riode il segnale acustico. Questi passaggi che non seguono né lo stimolo condizionato né quello incondizionato, definiti «risposte non motivate» o «risposte addizionali», si sono dimostrati molto rari con tutti i programmi usati.

Nelle condizioni descritte, è stato osservato, in ambedue i ceppi, la progressiva comparsa del condizionamento in animali «naïve».

Riportiamo i risultati ottenuti, sottoponendo gli animali sia ad un'unica seduta costituita da 200 cicli che ad una serie di 10 sedute quotidiane di 100 cicli ciascuna.

Nella fig. 2 è rappresentato l'andamento del processo di condizionamento come esso si realizza durante una seduta unica di complessive 200 prove, della durata di 1<sup>h</sup> e 40'. I punti nel grafico corrispondono alla percentuale media di risposte condizionate date dagli animali dei rispettivi gruppi in periodi di 20 prove (quindi 100 % di risposte condizionate = 20). La curva C si riferisce ad una variante di questo programma, costituita dall'assenza del tramezzo.

Nella fig. 3 sono rappresentate le curve di condizionamento di alcuni singoli animali appartenenti al ceppo Swiss addestrati col tramezzo, allo scopo di dare un'idea concreta dell'andamento del processo di condizionamento come si realizza nelle condizioni proprie di questo programma. Le curve A e B si riferiscono a soggetti che presentano un andamento graduale del processo di condizionamento. Il soggetto della curva C ha invece raggiunto il suo livello definitivo fin dal quarto periodo di 20 prove (cioè dopo 40 minuti di addestramento). La curva D riguarda un soggetto di prestazione bassa.

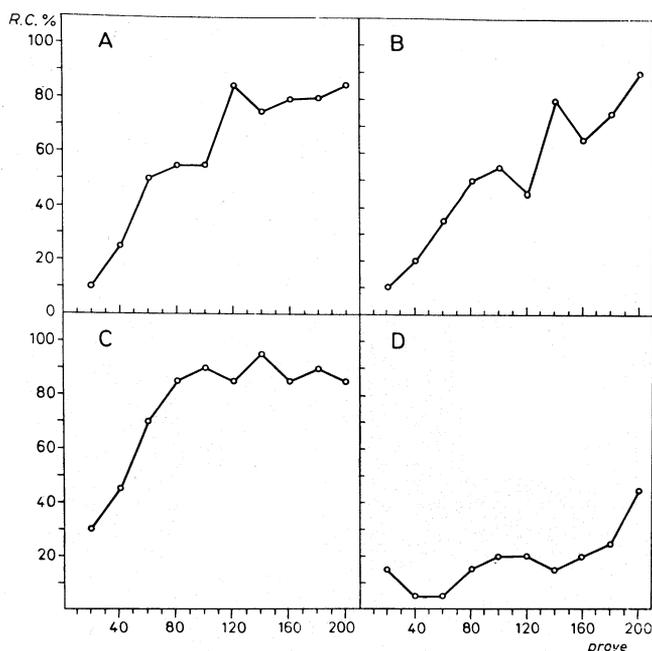


Fig. 3.

Curve di condizionamento di quattro animali del ceppo Swiss addestrati in una seduta unica di complessive 200 prove, della durata di 1<sup>h</sup> e 40' (stimolo condizionato acustico - programma col tramezzo). In ordinata la percentuale di risposte condizionate. In ascissa i periodi successivi di 20 prove (10').

Nella fig. 4-A vengono rappresentate le prestazioni di animali che sono stati addestrati secondo lo stesso tipo di programma (col tramezzo), ma non in una seduta unica, bensì in 10 sedute giornaliere costituite ciascuna da 100 prove. L'esperimento ha come scopo principale quello di accertare la stabilità dei livelli di prestazione raggiunti dagli animali e la possibilità quindi di usare questa tecnica per quelle esperienze di psicofarmacologia che vengono eseguite con animali già addestrati e che presuppongono appunto una sufficiente stabilità dei loro livelli di prestazione.

#### CONDIZIONAMENTO CON UN SEGNALE LUMINOSO.

Adoperando parametri temporali analoghi è stato esaminato in quali condizioni fosse possibile la sostituzione dello stimolo condizionato acustico con uno stimolo condizionato luminoso.

In questo caso, le due metà della gabbia vengono alternativamente illuminate per un periodo di 30 secondi, e l'arrivo della luce precede di 5 secondi l'elettrizzazione del pavimento.

Un singolo ciclo di condizionamento si realizza nel modo seguente:

1° al tempo 0 la luce si accende nella metà sinistra della gabbia, nella quale si trova l'animale. Contemporaneamente si fa buia la metà destra;

2° al tempo 5 sec., il pavimento della metà sinistra della gabbia viene percorso da corrente;

3° dopo un intervallo di 30 sec., la corrente viene tolta dalla metà sinistra e ha inizio un nuovo ciclo, durante il quale la metà destra è illuminata e quella sinistra è al buio. Come nel caso precedente, sono considerate risposte condizionate i passaggi da una metà all'altra della gabbia effettuati entro 5 secondi dall'arrivo della luce.

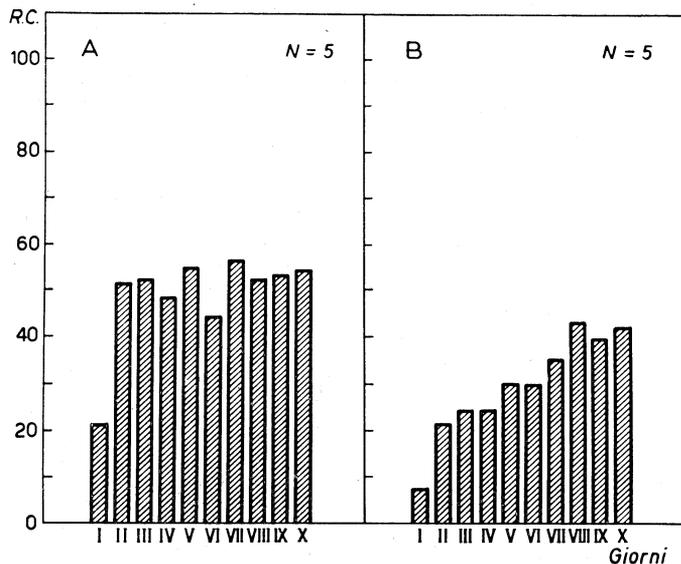


Fig. 4.

Andamento del processo di condizionamento di animali del ceppo Swiss addestrati in 10 sedute giornaliere costituite ciascuna da 100 prove (programma col tramezzo). In ordinata la media delle risposte condizionate. In ascissa i giorni. A: stimolo condizionato acustico. B: stimolo condizionato luminoso.

L'andamento del processo di condizionamento come si realizza in un campione di individui appartenenti al ceppo Swiss, addestrati in 10 giorni con 100 prove al giorno, è illustrato nella fig. 4-B. Il confronto con i risultati conseguiti nelle prove con stimolo condizionato acustico indica che lo stimolo condizionato luminoso porta ad un condizionamento più lento e che, anche dopo 1.000 prove, il livello medio di prestazione è più basso negli animali addestrati con stimolo luminoso.

Col tipo di programma e coi ceppi da noi adoperati, si è potuto osservare la grande variabilità dei dati corrispondenti ai singoli animali e la totale assenza di condizionamento in alcuni di essi. Nella fig. 5 è rappresentato l'andamento del processo di condizionamento come si realizza in quattro singoli animali addestrati secondo lo stesso programma della fig. 4-B, appartenenti sia al ceppo Swiss che a quello ACF. La curva A si riferisce ad un soggetto che ha raggiunto con relativa rapidità il suo definitivo livello di condizionamento. La curva B riguarda un animale che non si è affatto condizionato. Nelle curve C e D abbiamo l'esempio di animali che presentano un andamento molto graduale del processo di condizionamento.

Considerando un criterio costituito dal 40% delle risposte condizionate, si osserva che è stato raggiunto rispettivamente il 2°, il 7° ed il 6° giorno dagli animali delle curve *A*, *C* e *D* e non è mai stato raggiunto dall'animale della curva *B*.

In conclusione, da quanto esposto, risulta che il topo è suscettibile di un condizionamento di fuga e di salvaguardia («avoidance») con stimolo condi-

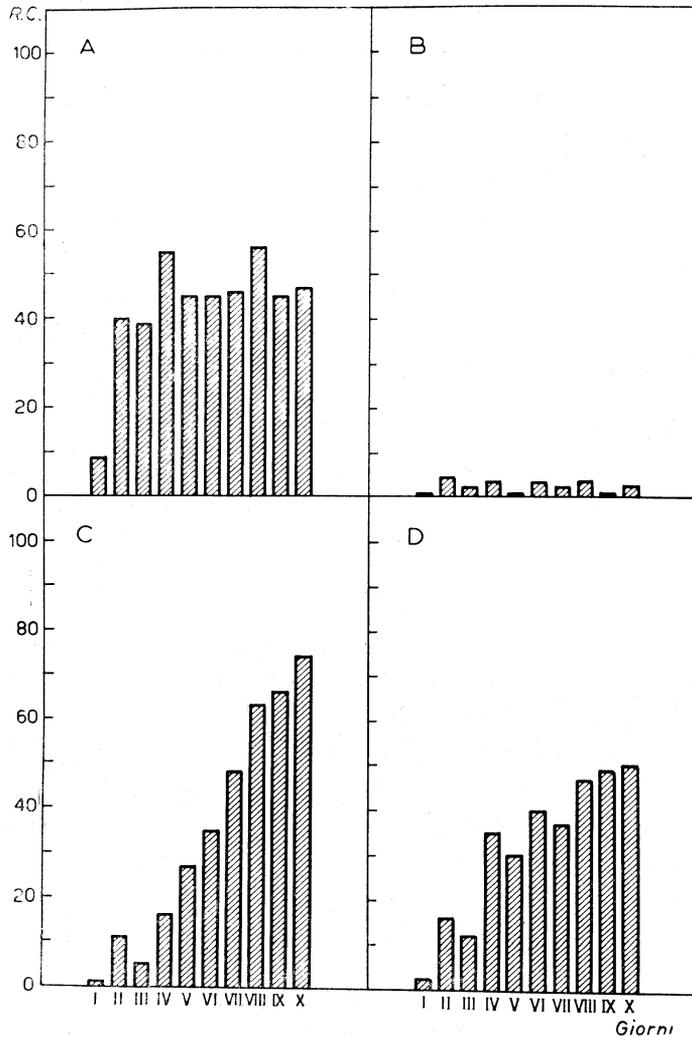


Fig. 5.

Andamento del processo di condizionamento di quattro animali del ceppo Swiss addestrati in 10 sedute giornaliere costituite ciascuna da 100 prove (stimolo condizionato luminoso - programma col tramezzo). In ordinata il numero di risposte condizionate. In ascissa i giorni.

zionato sia acustico che luminoso. Si può prevedere che l'impiego di una attrezzatura interamente automatica, come quella qui descritta, si dimostri particolarmente utile, sia per la durata delle prove di condizionamento necessarie che per la notevole variabilità individuale.

## BIBLIOGRAFIA.

- [1] ABT J. P., ESSMAN W. B. and JARVIK M. E., « Science », 133, 1477–1478 (1961).  
[2] ADER R. and CLINK D. W., « J. Pharmacol. exp. Ther. », 121, 144–148 (1957).  
[3] BOVET D., GATTI G. L. and FRANK M., « Sci. Repts. Ist. Super. Sanità », 1, 127–138 (1961).  
[4] BOVET D., GATTI G. L., PECORI-GIRALDI J. and FRANK M., in ROTHLIN E. (Ed.), *Neuropsychopharmacology*, vol. 2, Amsterdam, Elsevier Publ. Co., pp. 143–146 (1961).  
[5] DENENBERG V. H., « J. Psychol. », 46, 211–226 (1958).  
[6] DENENBERG V. H., « Science », 130, 3373, 451–452 (1959).  
[7] DENENBERG V. H., KING J. A. and EHRENFELD D. W., « Physiol. Zool. », XXXI, 3, 244–247 (1958).  
[8] DENENBERG V. H., ROSS S. and ELLSWORTH J., « Psychopharmacologia », 1, 59–64 (1959).  
[9] ESSMAN W. B. and ALPERN H., « Psychol. Rep. », 14, 731–740 (1964).  
[10] ESSMAN W. B. and JARVIK M. E., « Psychol. Rep. », 8, 311–312 (1961).  
[11] ESSMAN W. B. and SUDAK F. N., « J. comp. physiol. Psychol. », 56, 366–369 (1963).  
[12] FRANK M., BOVET D. and GATTI G. L., « Sci. Repts. Ist. Super. Sanità », 1, 139–152 (1961).  
[13] HENDERSON N. D., « J. comp. physiol. Psychol. », 57, 284–289 (1964).  
[14] JARVIK M. E. and ESSMAN W. B., « Psychol. Rep. », 6, 290 (1960).  
[15] MILLER R. E., MURPHY J. V. and MIRSKY I. A., « A.M.A. Arch. Neurol. Psychiat. », 78, 526–530 (1957).  
[16] ROBUSTELLI F., MCGAUGH J. and BOVET D., « Psychol. Rep. », 13, 103–106 (1963).  
[17] ROYCE J. R. and COVINGTON M., « J. comp. physiol. Psychol. », 53, 197–200 (1960).  
[18] SAVATEEV N. V., in *Physiologičeskaja rol acetylcholina i syskanie novych lekarstvennyh*, Leningrado, pp. 54–56 (1957).  
[19] SIVADJIAN J., « Compt. rend. », 199, 884–886 (1936).  
[20] THOMPSON W. R., « Canad. J. Psychol. », 76, 145–155 (1953).  
[21] THOMPSON W. R., « J. Heredity », 47, 147–148 (1956).  
[22] WARNER L. H., « J. genet. Psychol. », 41, 57–90, 91–115 (1932).  
[23] WOLF H. H., SWINYARD E. A. and CLARK L. D., « Psychopharmacologia », 3, 438–448 (1962).