
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

ANTONIO BAVA, ETTORE FADIGA, TULLIO MANZONI,
MARIA MARICCHIOLO

Natura della «inibizione trasversale» tra nuclei talamici di relais somatico

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 46 (1969), n.1, p. 101–105.*
Accademia Nazionale dei Lincei

[<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1969_8_46_1_101_0>](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1969_8_46_1_101_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/>

Fisiologia. — *Natura della «inibizione trasversale» tra nuclei talamici di relais somatico* ^(*). Nota di ANTONIO BAVA, ETTORE FADIGA, TULLIO MANZONI e MARIA MARICCHIOLO, presentata ^(**) dal Socio G. C. PUPILLI.

SUMMARY. — According to previous evidence, the transfer of the ascending messages through the nucleus *ventralis posterolateralis* (VPL) of one side is reduced by conditioning volleys produced by direct stimulation of the contralateral VPL. The conditions of the experiments and the time-course of the interaction were such as to suggest the existence of some «transversal inhibition» between the VPL nuclei of the two sides. The present experiments are intended to assess whether the inhibitory effect is presynaptic or postsynaptic in nature. To this end, direct single-shock stimulation of the VPL impinged upon by the transversal volleys was employed, in order to obtain the typical orthodromic potentials from the radiation, on the one hand, and the antidromic potentials from the afferent prenuclear pathways, on the other. After conditioning stimulation of the contralateral VPL, of the two components characterizing the orthodromic response only the second one (β component) underwent reduction, thus suggesting the existence of inhibition at presynaptic level. Accordingly, the antidromic potentials exhibited clear increase in amplitude, as is to be expected when presynaptic terminals are depolarized by presynaptic inhibition. Both lines of evidence therefore converge in pointing at presynaptic mechanisms for the «transversal inhibition» between the VPL nuclei.

Secondo risultati sperimentali comunicati in precedenza in questa medesima sede e concernenti alcune caratteristiche funzionali dei *relais* talamici delle vie somestese nel Gatto [Bava, Fadiga e Manzoni ⁽¹⁾], in tale specie si osserva un decremento di ampiezza dei potenziali derivabili, per stimolazione lemniscale, dalla radiazione sottocorticale di un lato ogni qual volta lo stimolo è preceduto dall'attivazione del nucleo *ventralis posterolateralis* (VPL) del lato opposto. Per le caratteristiche dell'interazione, che erano incompatibili con l'ipotesi di un intervento di componenti occlusive, e per le condizioni stesse degli esperimenti, che permettevano di escludere l'intervento di circuiti pre-talamici o talamo-cortico-talamici, gli effetti erano stati spiegati ammettendo la esistenza di relazioni reciproche di tipo inibitorio («inibizione trasversale») tra i nuclei VPL dei due lati; queste relazioni vengono così ad affiancarsi a quelle di tipo eccitatorio già dimostrate in precedenza in altre condizioni sperimentali [Bava, Fadiga e Manzoni ⁽²⁻⁴⁾].

(*) Lavoro eseguito, col sussidio del CNR, nell'Istituto di Fisiologia umana dell'Università di Catania.

(**) Nella seduta dell'11 gennaio 1969.

(1) A. BAVA, E. FADIGA e T. MANZONI, «Rend. Accad. Naz. Lincei», Classe Sci. fis., mat. nat., Serie VIII, 44, 856 (1968).

(2) A. BAVA, E. FADIGA e T. MANZONI, «Rend. Accad. Naz. Lincei», Classe Sci. fis., mat. nat., Serie VIII, 40, 912 (1966).

(3) A. BAVA, E. FADIGA e T. MANZONI, «Electroenceph. clin. Neurophysiol.», suppl. 26, 182 (1967).

(4) A. BAVA, E. FADIGA e T. MANZONI, «Arch. ital. Biol.», 106, 204 (1968).

Rimaneva tuttavia da accertare se il processo inibitorio fosse di natura presinaptica o postsinaptica: le ricerche di cui ora riferiamo sono state eseguite con questo scopo.

Gli esperimenti sono stati effettuati su gatti curarizzati e soccorsi con respirazione artificiale (anestesia eterica durante l'intervento operatorio; accurata anestesia locale novocainica durante le osservazioni sperimentali), nelle condizioni tecniche generali già descritte in precedenza [Bava *et al.* ⁽¹⁾; cfr. ⁽⁵⁾]. Il procedimento sperimentale specificamente seguito in queste ricerche si può desumere dallo schema della fig. 1: la stimolazione diretta del nucleo VPL, effettuata mediante sottili elettrodi coassiali di acciaio (conduttore esterno 500 μ , conduttore interno 50 μ), consentiva di derivare i potenziali ortodromici dalla radiazione messa allo scoperto (fig. 1, I: derivazioni monopolari con elettrodi di Ag—AgCl) ovvero i potenziali propagati antidromicamente lungo le fibre afferenti al nucleo stesso (fig. 1, II e III: derivazioni monopolari effettuate mediante elettrodi di profondità del diametro di mm 0,5 alla punta: *killed-end recording*). Per disporre di informazioni su entrambi i contingenti diretti al complesso ventrobassale, questi ultimi potenziali erano derivati sia dai nuclei di Goll e di Burdach (contingente lemniscale puro) sia dal nucleo cervicale laterale [via spinotalamica di Morin ⁽⁶⁻⁷⁾]; ovviamente, si sceglievano i nuclei del lato opposto a quello della stimolazione. Gli stimoli erano di voltaggio compreso tra 5 e 15 V e provocavano correnti dell'intensità di 0.05–0.15 mA, valori simili a quelli impiegati da altri AA. [Andersen, Brooks, Eccles e Sears ⁽⁸⁾] per esperimenti eseguiti studiando con analoga tecnica l'inibizione afferente.

Come è noto, il potenziale ottenuto in queste condizioni dalla radiazione (fig. 1, I) consta di una componente precoce (componente α), dovuta all'eccitazione diretta dei pironofori di una parte delle cellule talamo-corticali di *relais*, e di una seconda componente più tardiva (componente β), dovuta all'eccitazione indiretta di altre cellule di questo tipo, non coinvolte nella prima risposta e stimulate per via transinaptica da terminazioni afferenti direttamente attivate dallo stimolo elettrico nella compagine del nucleo. Naturalmente, l'ampiezza relativa delle due componenti dipende dalla intensità dello stimolo impiegato; è ovvio però che, *ceteris paribus*, la riduzione della componente α esprime una diminuita eccitabilità dei pironofori e pertanto rivela una condizione di inibizione postsinaptica, mentre la riduzione della componente β rivela uno stato di inibizione nelle terminazioni presinaptiche. L'inibizione presinaptica, d'altra parte, si manifesta anche con un aumento di ampiezza dei potenziali antidromici, per il noto abbassamento di soglia che in questa condizione si verifica nelle terminazioni afferenti

(5) A. BAVA, E. FADIGA e T. MANZONI, « Arch. Sci. biol. », 51, 248 (1967).

(6) F. MORIN e J. V. CATALANO, « J. comp. Neurol. », 103, 17 (1955).

(7) F. MORIN e L. M. THOMAS, « Anat. Rec. », 121, 344 (1955).

(8) P. ANDERSEN, C. MCC. BROOKS, J. C. ECCLES e T. A. SEARS, « J. Physiol., London », 174, 348 (1964).

[cfr. Andersen *et al.* (8); cfr. Wall (9)]; il sistema, dunque, si presta bene all'analisi delle componenti di un effetto inibitorio. Nel nostro caso, esso era ottenuto facendo precedere alla stimolazione del VPL in esame (fig. 1, S₂) la stimolazione del VPL contralaterale (fig. 1, S₁), secondo la nota tecnica del doppio stimolo. Lo stimolo condizionante era costituito da un singolo

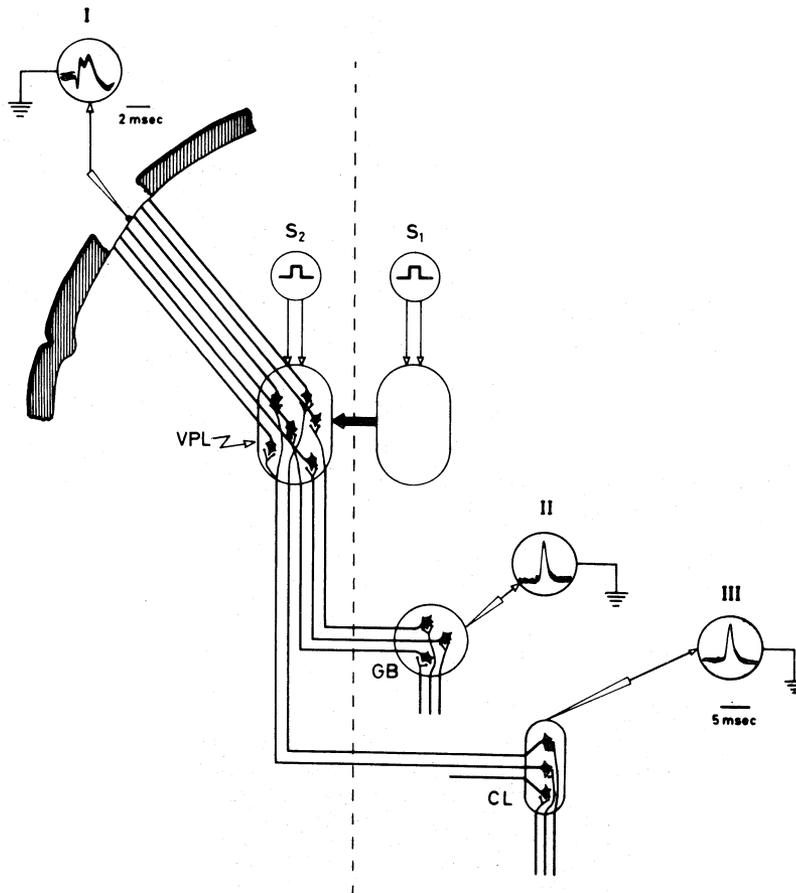


Fig. 1. — Schema del procedimento sperimentale seguito nelle ricerche descritte nel testo.

Le scariche provocate dalla stimolazione (S₂) del nucleo VPL di un lato vengono derivate in via ortodromica dagli assoni recisi delle cellule talamo-corticali di *relais* (I: si notino le componenti α e β) e, in via antidromica (propagazione retrograda asinaptica), dai nuclei contralaterali di Goll e Burdach (II) e cervicale laterale (III). Su queste risposte (gli esempi riportati in figura derivano da tracciati originali ottenuti sovrapponendo 5-6 sweeps, con positività verso l'alto), gli effetti dell'attivazione (S₁) del nucleo VPL contralaterale vengono saggiate con la tecnica del doppio stimolo.

impulso rettangolare (0,2-0,5 msec) ovvero da brevi treni di 3-4 impulsi della frequenza di 60-300/sec, per durate totali di applicazione pari a 7-10 msec; lo stimolo *test* era sempre un singolo impulso. Facciamo rilevare che nella presente ricerca gli stimoli non potevano evocare significanti risposte

(9) P. D. WALL, « J. Physiol., London », 142, 1 (1958).

eccitatorie nel VPL in esame, giacchè deliberatamente si erano evitate le condizioni sperimentali a cui è subordinata la loro comparsa [cfr. (5)]. Naturalmente, dopo le prove elettrofisiologiche veniva eseguito per tutti i preparati l'esame anatomico ed istologico dell'encefalo, al fine di accertare la sede degli elettrodi di stimolazione e di derivazione.

La fig. 2 presenta in sintesi i principali risultati ottenuti. Dall'analisi delle modificazioni di ampiezza a cui per condizionamento contralaterale vanno incontro i potenziali ortodromici derivati dalla radiazione, risulta

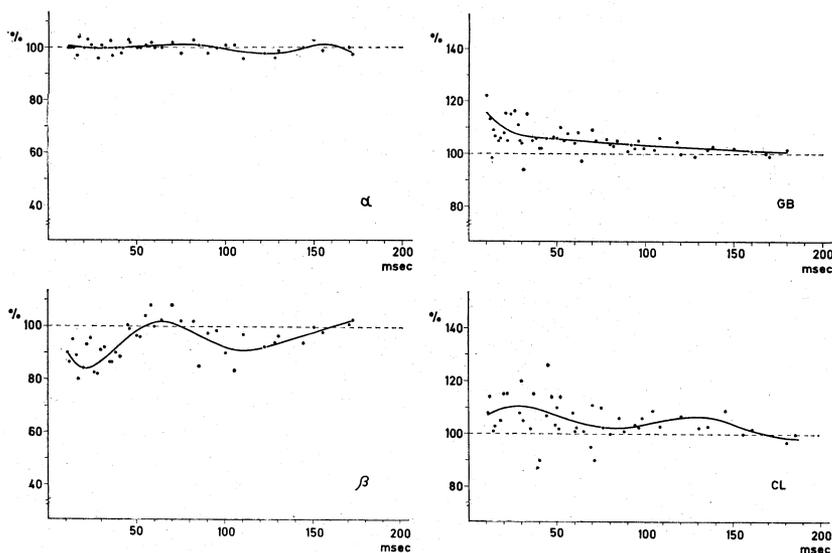


Fig. 2. - Influenze contralaterali sugli effetti ortodromici ed antidromici della stimolazione diretta del nucleo VPL.

Esperimenti eseguiti con la tecnica del doppio stimolo (cfr. fig. 1, S_1 e S_2), usando come stimolo condizionante un breve treno d'impulsi, e un singolo impulso come stimolo *test*. In ogni grafico, le ordinate indicano l'ampiezza delle risposte *test* (in percento dell'ampiezza della risposta incondizionata) ottenute in due diversi esperimenti, e le ascisse l'intervallo tra lo stimolo condizionante e quello *test*. Ciascun valore indicato è la media delle ampiezze di almeno dieci risposte; le curve sono state calcolate secondo il metodo dei *best-fitting-squares*. Grafici di sinistra: variazioni della risposta ortodromica derivata dalla radiazione (cfr. fig. 1, I). Grafici di destra: variazioni dei potenziali antidromici (cfr. fig. 1, II e III). La riduzione della componente ortodromica β e l'aumento di entrambi i potenziali antidromici postula la effettività di una inibizione presinaptica pura, in atto sia sul contingente lemniscale dell'*input* al VPL sia su quello neospinotalamico. Si noti che l'impiego di treni d'impulsi come stimolo condizionante impedisce in questi esperimenti di apprezzare l'intervallo minimo tra S_1 e S_2 compatibile con l'interazione; in altre prove, eseguite con singoli impulsi, tale intervallo è risultato essere pari o inferiore a 2 msec. Per ulteriori commenti vedasi il testo.

chiaramente (fig. 2, diagrammi di sinistra) come l'attivazione inibitoria già posta in luce nelle ricerche precedenti abbia alla sua base una riduzione della componente β , e non di quella α , che rimane praticamente invariata durante tutto l'intervallo di interferenza esplorato (150-200 msec): l'inibizione sembra dunque essere presinaptica ed avere carattere puro, giacchè non è complicata da concomitanti fenomeni di inibizione postsinaptica. La natura presinaptica è confermata dall'esame dei diagrammi riprodotti a destra nella fig. 2, i quali si riferiscono alle variazioni di ampiezza osservate,

sempre per condizionamento contralaterale, nei potenziali antidromici propagati in via retrograda lungo le fibre afferenti: sia dalla via lemniscale propriamente detta (fig. 2, GB), sia da quella neospinotalamica (fig. 2, CL), si derivano potenziali alquanto più ampi che di norma, come deve attendersi quando lo stimolo *test* coglie il VPL durante uno stato di parziale depolarizzazione dei terminali presinaptici.

Oltre che al riconoscimento della natura presinaptica del fenomeno inibitorio, l'esame delle curve ottenute nelle presenti condizioni sperimentali porta ad alcune considerazioni collaterali. Prima di tutto, si conferma nelle sue grandi linee l'andamento temporale della « inibizione trasversale » definito dalle ricerche precedenti ⁽¹⁾, secondo le quali essa è massima nei primi 50 msec susseguenti allo stimolo condizionante, e si estingue nel volgere di 140-150 msec. Si conferma inoltre che nel VPL sono sottoposte ad inibizione per parte del nucleo omonimo contralaterale sia *relais* del contingente lemniscale puro sia *relais* dei sistemi spinotalamici (via neospinotalamica). Infine, si conferma la misura approssimativa dell'inibizione stessa, che in fase massimale riduce del 20-30 % l'ampiezza dei potenziali ortodromici. Merita poi rilievo un aspetto che nelle precedenti ricerche ⁽¹⁾ era comparso solo in modo confuso e senza sufficiente costanza, vale a dire, la possibilità di un andamento ciclico della curva dell'inibizione. Si rileva dall'esame della fig. 2 come in alcuni grafici l'ampiezza delle risposte *test*, dopo essersi riaccostata una prima volta alla norma al termine della fase di inibizione massimale, si riduca di nuovo mentre si esplorano intervalli tra 100 e 150 msec, quasi che intervenisse una ripresa dei fenomeni inibitori. Questo andamento richiama alla mente il fenomeno analogo già osservato nel nucleo VPL da Andersen *et al.* ⁽⁸⁾ per l'inibizione presinaptica afferente. Nel nostro caso si rileva nella curva risultante dalle variazioni della componente β del potenziale ortodromico (fig. 2, β) e in quella che si riferisce alla risposta antidromica derivata dal nucleo cervicale laterale (fig. 2, CL); solo ulteriori ricerche potranno chiarire perché non si sia manifestato anche nei potenziali antidromici derivati dalla via lemniscale pura.

La possibilità di fenomeni inibitori presinaptici nel complesso ventrobasale per stimolazione afferente è già documentata nella letteratura [Poggio e Mountcastle ⁽¹⁰⁾; Eccles ⁽¹¹⁾]. Secondo i presenti risultati, fenomeni di ugual natura sono anche promossi, per via transcommissurale, quando si attivi il VPL del lato opposto. Non solo dunque si può suggerire l'ipotesi, già avanzata nella precedente nota ⁽¹⁾, che la ritrasmissione corticipeta di una informazione sensoriale proveniente da una metà del corpo implichi l'attenuazione dei concomitanti messaggi che provengono dalla metà opposta; si può anche aggiungere che verosimilmente questo accade per un effetto inibitorio sui terminali delle fibre afferenti del *relais* talamico.

(10) G. F. POGGIO e V. B. MOUNTCASTLE, « J. Neurophysiol. », 26, 775 (1963).

(11) J. C. ECCLES, « Austral. Ann. Med. », 13, 102 (1964).