
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

ETTORE FADIGA, TULLIO MANZONI, SALVATORE
SAPIENZA, ANTONIO URBANO

Sincronizzazione elettrocorticale per effetto della stimolazione del nucleo del fastigio

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 41 (1966), n.1-2, p.
113-117.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1966_8_41_1-2_113_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. — *Sincronizzazione elettrocorticale per effetto della stimolazione del nucleo del fastigio* (*). Nota di ETTORE FADIGA, TULLIO MANZONI, SALVATORE SAPIENZA (**), e ANTONIO URBANO, presentata (***) dal Socio G. C. PUPILLI.

SUMMARY. — Low-frequency repetitive stimulation of the fastigial nucleus (concentric electrodes; 5–15/sec; 0,1–3 msec; 0,7–2,5 V) was seen to exert in the cat a definite synchronizing action on spontaneous electro-cortical activity, both in neuraxially-intact, unanesthetized animals (local 2% procaine), and in *encéphale isolé* preparations. The effect is opposite to the well-known arousal response elicited by high-frequency stimulation (100–300/sec) of the same nucleus. It occurs always bilaterally and it generally involves the whole extent of the hemispherical cortex, although in some cases the response predominates in the occipital regions. From the electrographic standpoint, the effect is sharply different from the recruiting response since it is marked by an increase of spontaneous spindling or by the appearance of stimulus-unrelated, high-voltage slow waves. As was already described for other synchronizing structures, the occurrence of such effect depends to some extent on the functional level obtaining in the cortex before the stimulus. The response appears at the beginning of the stimulation or after some delay, and often outlasts the stimuli for seconds or even minutes; it can still be evoked after bilateral interruption of the superior cerebellar peduncles. The functional significance of the results reported is briefly discussed.

Nella porzione caudale del tronco encefalico sono state di recente riconosciute strutture capaci di influire sul livello di attivazione elettroencefalografica mediante un'azione del tipo sincronizzante [Batini, Moruzzi, Palestini, Rossi e Zanchetti (1,2); Cordeau e Mancia (3); Magni, Moruzzi, Rossi e Zanchetti (4)]; tra queste strutture, che sono in prevalenza localizzate nel bulbo, importanza preminente è attribuita alla regione del nucleo solitario [Magnes, Moruzzi e Pompeiano (5); Bonvallet e Allen (6,7); Berlucchi, Maffei, Moruzzi e Strata (8)].

(*) Lavoro eseguito, col sussidio del C.N.R., nell'Istituto di Fisiologia umana della Università di Catania.

(**) Fruisce di una borsa ministeriale per l'anno accademico 1965–66.

(***) Nella seduta del 22 giugno 1966.

(1) C. BATINI, G. MORUZZI, M. PALESTINI, G. F. ROSSI e A. ZANCHETTI, « Science », CXXVIII, 30 (1958).

(2) C. BATINI, G. MORUZZI, M. PALESTINI, G. F. ROSSI e A. ZANCHETTI, « Arch. ital. Biol. », XCVI, 1 (1958).

(3) J. P. CORDEAU e M. MANCIA, « Electroenceph. clin. Neurophysiol. », XI, 551 (1959).

(4) F. MAGNI, G. MORUZZI, G. F. ROSSI e A. ZANCHETTI, « Arch. ital. Biol. », XCVII, 33 (1959).

(5) J. MAGNES, G. MORUZZI e O. POMPEIANO, « Arch. ital. Biol. », XCIX, 33 (1961).

(6) M. BONVALLET e M. B. ALLEN Jr., « C. R. Soc. Biol. », CLVI, 597 (1962).

(7) M. BONVALLET e M. B. ALLEN Jr., « Electroenceph. clin. Neurophysiol. », XV, 969 (1963).

(8) G. BERLUCCHI, L. MAFFEI, G. MORUZZI e P. STRATA, « Arch. ital. Biol. », CII, 372 (1964).

Le presenti ricerche sono state intraprese con l'intento di studiare se tra le formazioni rombencefaliche anche il nucleo del tetto possa provocare, per opportuni parametri di stimolazione, effetti di sincronizzazione elettroencefalografica, vale a dire modificazioni di segno opposto a quello della ben nota reazione di risveglio (*arousal* di origine cerebellare), ottenibile sottoponendo lo stesso nucleo a stimoli ripetitivi di alta frequenza [Moruzzi e Magoun⁽⁹⁾].

Gli esperimenti si sono svolti nel Gatto, impiegando animali col nevrasse integro o preparati «*encéphale isolé*», non narcotizzati e curarizzati. L'attività elettrica della corteccia cerebrale si derivava con la tecnica elettroencefalografica comunemente in uso (elettroencefalografo a penne scriventi), utilizzando il metodo monopolare o quello dipolare; per la stimolazione stereotassica del nucleo fastigiale (3-300/sec; 0,1-3 msec; 0,7-2,5 V) si impiegavano elettrodi dipolari concentrici del diametro esterno di 0,5-0,7 mm, isolati fuorché in punta; la posizione di essi veniva sistematicamente accertata col controllo istologico.

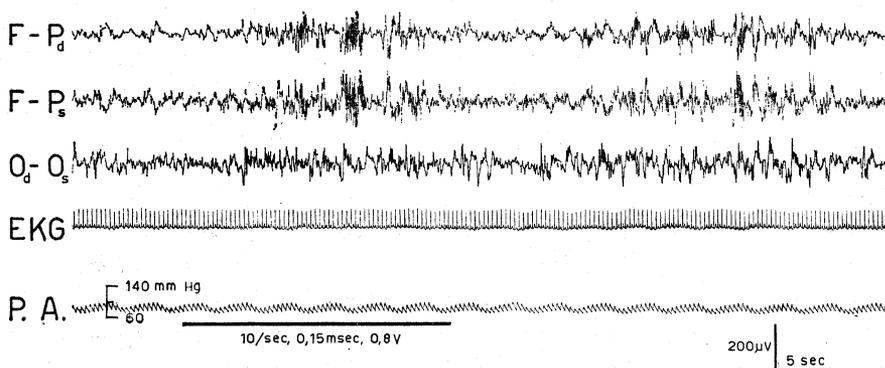


Fig. 1. - Gatto *encéphale isolé* e curarizzato: effetto di sincronizzazione elettroencefalografica provocato dalla stimolazione elettrica a bassa frequenza del nucleo fastigiale.

Registrazioni elettroencefalografiche in derivazione bipolare fronto-parietale destra (F-P_d) e sinistra (F-P_s), e occipito-occipitale (O_a-O_s); elettrocardiogramma (EKG); curva della pressione arteriosa femorale (P. A.). La linea orizzontale continua tracciata sotto le registrazioni indica il tempo di applicazione dello stimolo.

Si è visto che la stimolazione elettrica a bassa frequenza (5-15/sec) del nucleo del tetto determina, tanto nell'animale col nevrasse integro quanto nel preparato «*encéphale isolé*», una netta sincronizzazione dell'attività elettrica corticocerebrale spontanea (fig. 1). Detta risposta è sempre bilaterale e di norma riguarda in modo diffuso l'attività elettrica dell'intera superficie dorsale degli emisferi cerebrali; in taluni casi (specie nei preparati col nevrasse integro) essa prevale nelle derivazioni occipitali. Nell'aspetto elettrografico la sincronizzazione corticale è caratterizzata da un aumento dello *spindling* spontaneo ovvero, meno frequentemente, dalla comparsa di onde di accre-

(9) G. MORUZZI e H. W. MAGOUN, «*Electroenceph. clin. Neurophysiol.*», I, 455 (1949).

sciuta ampiezza e durata, che non tendono a seguire la frequenza dello stimolo e che non presentano fenomeni di reclutamento nemmeno per stimoli di poco sopraliminari.

Il quadro ora descritto compare all'inizio della stimolazione o con un certo ritardo, e frequentemente persiste per un certo tempo (secondi ovvero anche qualche minuto) dopo la fine dell'applicazione dello stimolo; talora alle prime stimolazioni del preparato l'effetto di sincronizzazione può essere scarso o assente, ma anche in questi casi le successive stimolazioni riescono di norma a provocarne l'insorgenza. La sincronizzazione corticale è invece impossibile dopo la elettrocoagulazione della sede di stimolazione nel fastigio o dopo lo spostamento degli elettrodi stimolanti al di fuori di detto nucleo.

In una certa misura, la possibilità di provocare una risposta sincronizzante è in rapporto con le caratteristiche dell'attività corticocerebrale spontanea che sono manifeste al momento della stimolazione: gli effetti di sincronizzazione sono, infatti, scarsi o assenti qualora i bioritmi corticali spontanei si presentino notevolmente attivati o, all'opposto, di per sé profondamente sincronizzati. Com'era prevedibile, sulla risposta corticocerebrale alla stimolazione del fastigio influisce la frequenza dello stimolo, nel senso che gli stimoli di frequenza alta (100-300/sec) provocano i noti effetti di *arousal*, anziché quelli di sincronizzazione: la frequenza critica per l'inversione del segno della risposta è di circa 30/sec. Anche l'intensità dello stimolo ha importanza a questo riguardo, giacché gli stimoli di bassa frequenza ma di voltaggio sopramassimale possono provocare effetti di desincronizzazione analoghi a quelli ottenibili con le alte frequenze. In sintesi, le condizioni ora enunciate sono le stesse individuate da Magnes, Moruzzi e Pompeiano⁽⁵⁾ a proposito degli effetti sincronizzanti ottenibili per stimolazione della regione del tratto solitario.

Come si è detto, la sincronizzazione corticale per stimolazione del nucleo del fastigio si palesa tanto nell'animale col nevrasso integro quanto nel preparato «*encéphale isolé*»: per questo stesso fatto risulta esclusa la possibilità che su detta risposta influiscano impulsi mediati dal midollo spinale ovvero variazioni emopressorie connesse con la stimolazione nucleare. Del resto, anche se ci si limita a considerare l'animale col nevrasso integro si deve ammettere che la risposta è difficilmente spiegabile con variazioni circolatorie poiché, contrariamente a quanto descritto per le alte frequenze di stimolazione fastigiale [Zanchetti e Zoccolini⁽¹⁰⁾], durante e dopo la stimolazione fastigiale con basse frequenze non si osserva nessuna modificazione della pressione intrarteriosa e della frequenza cardiaca.

Si può anche escludere la possibilità che la sincronizzazione corticale si debba all'attivazione orto- o antidromica di connessioni tra il fastigio e il complesso interposito-dentato [cfr. Carpenter, Brittin e Pines⁽¹¹⁾; Sperti

(10) A. ZANCHETTI e A. ZOCCOLINI, « J. Neurophysiol. », XVII, 475 (1954).

(11) M. B. CARPENTER, G. M. BRITTIN e J. PINES, « J. comp. Neurol. », CIX, 65 (1958).

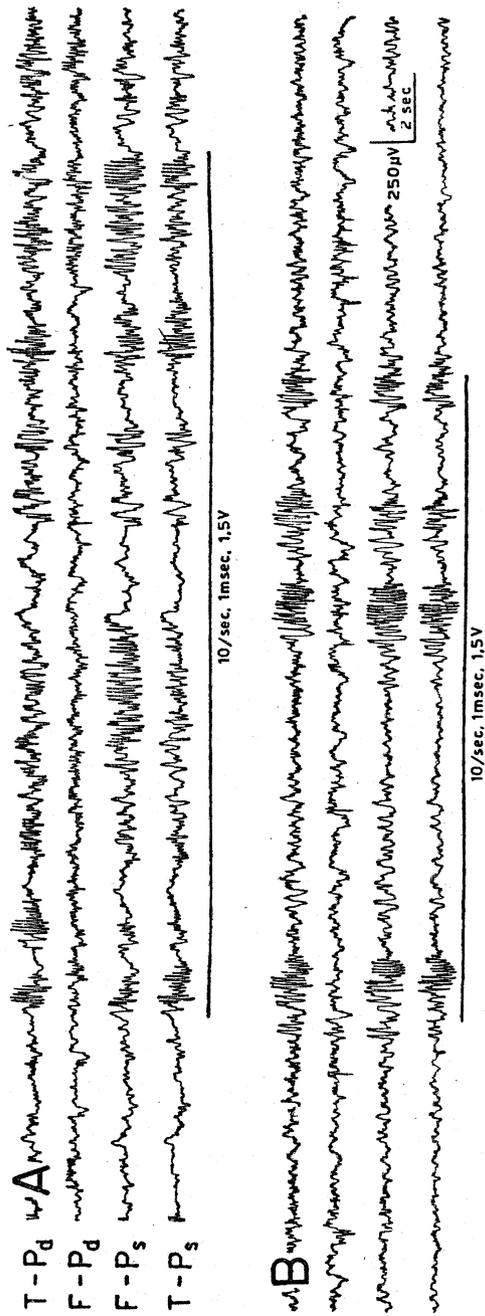


Fig. 2. - Gatto col nevrasse integro, curarizzato: persistenza dell'effetto di sincronizzazione elettroencefalografica da stimolazione fastigiale, dopo la interruzione dei peduncoli cerebellari superiori.

Registrazioni EEG eseguite dalle derivazioni temporo-parietale e fronto-parietale di destra e di sinistra (cfr. le indicazioni a fianco dei tracciati), avanti (A) e dopo (B) la elettrocoagulazione di entrambi i peduncoli superiori (a-2,5 mA, 20-30 sec ai piani stereotassici P 3,5 e P 4,5), controllata istologicamente. La linea orizzontale continua tracciata sotto le registrazioni indica il tempo di applicazione dello stimolo.

e Zatti ⁽¹²⁾; Cohen, Chambers e Sprague ⁽¹³⁾], giacché la sincronizzazione da stimolazione fastigiale è ancora evocabile dopo la distruzione elettrolitica bilaterale dei nuclei interposito e dentato ovvero, come si rileva nella fig. 2, dopo la interruzione delle loro efferenze mediante la elettrocoagulazione dei peduncoli cerebellari superiori [per la via seguita dalle proiezioni del nucleo interposito, cfr. ⁽¹³⁾], mentre non appare riproducibile dopo la interruzione dei peduncoli inferiori ⁽¹⁴⁾.

In conclusione, la sincronizzazione ottenibile stimolando il fastigio con basse frequenze sembra essere un effetto specifico, che si attua mediante vie efferenti contenute nei peduncoli cerebellari inferiori. Per quanto sulla base degli esperimenti ora riferiti non si possano a rigore escludere altre ipotesi odologiche, è verosimile che l'effetto di sincronizzazione sia principalmente mediato dalle fibre fastigio-reticolari; le quali, com'è, noto, stabiliscono ampie connessioni tra il nucleo del tetto e le strutture reticolari troncoencefaliche e diencefaliche [Carpenter, Brittin e Pines ⁽¹¹⁾; Thomas, Kaufman, Sprague e Chambers ⁽¹⁵⁾; Cohen, Chambers e Sprague ⁽¹³⁾ Walberg, Pompeiano, Westrum e Hauglie-Hanssen ⁽¹⁶⁾]. A ogni modo, l'effetto merita di essere riferito in quanto che esso mette in luce, nell'aspetto funzionale, un meccanismo sincronizzante a disposizione del cervelletto nella sua azione modulatrice sul livello di attivazione elettrocorticale.

(12) L. SPERTI e P. ZATTI, « Arch. Sci. biol. », XLI, 265 (1957).

(13) D. COHEN, W. W. CHAMBERS e J. M. SPRAGUE, « J. comp. Neurol. », CIX, 233 (1958).

(14) Del resto, la ipotesi di una partecipazione del complesso interposito-dentato nella genesi della risposta sincronizzante da noi descritta è resa improbabile dai semplici dati elettrografici: gli effetti EEG ottenibili con la stimolazione di questo complesso nucleare sono contraddistinti da reclutamento elettrocorticale [FANARDGIAN, « Fiziol. Zh. » (Leningrad), XLIX, 1058 (1963); riassunto in « Electroenceph. clin. Neurophysiol. », XVIII, 313 (1965)], e quindi sono diversi da quelli osservati nelle presenti ricerche.

(15) D. M. THOMAS, R. P. KAUFMAN, J. M. SPRAGUE e W. W. CHAMBERS, « J. Anat. », XC, 371 (1956).

(16) F. WALBERG, O. POMPEIANO, L. E. WESTRUM e E. HAUGLIE-HANSSSEN, « J. comp. Neurol. », CXIX, 187 (1962).