
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ROCCO RAFFAELE, FRANCESCA SANTANGELO,
SALVATORE SAPIENZA, ANTONIO URBANO

**Topografia e caratteri delle risposte evocate nella
corteccia cerebrale di Gatto a séguito della
stimolazione focale del corpo genicolato mediale
(pars magnocellularis)**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 49 (1970), n.6, p. 437–441.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1970_8_49_6_437_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. — *Topografia e caratteri delle risposte evocate nella corteccia cerebrale di Gatto a séguito della stimolazione focale del corpo genicolato mediale (pars magnocellularis) (*)*. Nota di ROCCO RAFFAELE, FRANCESCA SANTANGELO (**), SALVATORE SAPIENZA e ANTONIO URBANO, presentata (***) dal Socio G. C. PUPILLI.

SUMMARY. — This is a systematic study of the electrocortical responses evoked by focal stimulation of the magnocellular portion of the medial geniculate body (GMmc). The experiments have been performed on unanaesthetized cats (acute *cerveau isolé* and chronic, neuraxially-intact preparation). The results obtained show that the interrelationships between GMmc and the cerebral cortex are complex. The projections that have been identified concern several primary and associative cortical areas. In order of decreasing projection density, they can be ranged as follows: insulo-temporal, second acoustic, second somatic, first acoustic, anterior middle suprasylvian associative, first somatic and posterior middle suprasylvian associative areas. In the areas implied, the projections terminate in a diffuse mode and not in several discrete foci. Judging from latency values (1.5–6 msec), the responses appear to be mediated by several different projection systems both direct and indirect, and to utilize, to a lesser extent, also subcortical pathways projecting to the contralateral hemisphere.

Le proiezioni corticipete della *pars magnocellularis* del corpo genicolato mediale (GMmc) non riguardano, come è noto, un'area corticale specifica ma interessano aree corticali funzionalmente differenti, come aree acustiche, aree somatiche, e l'area vestibolare. I modi con cui il GMmc stabilisce i suoi collegamenti con la corteccia sono per altro ancora mal definiti [1–10]. Discordanze tra i diversi autori sussistono infatti circa la topografia e il carattere della distribuzione terminale delle proiezioni coinvolte; nella letteratura sono inoltre assai scarsi i dettagli concernenti la loro organizzazione temporale e i requisiti funzionali di cui sono dotate; la possibilità, infine, di proiezioni bilaterali non risulta finora accertata. Le presenti ricerche sono state intraprese con l'intento di eseguire uno studio sistematico delle risposte elettriche evocabili nella corteccia di Gatto a séguito della stimolazione focale del GMmc.

Le prove sperimentali si sono svolte su 13 animali non anestetizzati; 11 erano preparazioni acute *cerveau isolé* (decerebrazione elettrolitica pretenoriale sotto narcosi eterica) e curarizzate; due erano preparati cronicamente impiantati, col nevrasse integro e liberi di muoversi.

Per la stimolazione del GMmc si impiegavano elettrodi bipolari concentrici di acciaio, isolati eccetto che alla punta (diametro esterno: 0,5–0,7 mm; distanza interpolare: 0,5 mm; resistenza: 50–60 k Ω), che venivano guidati *in*

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

(**) Borsista del C.N.R.

(***) Nella seduta del 12 dicembre 1970.

situ con metodo stereotassico. Nel corso di ogni esperimento acuto si stimolava uno solo ovvero due focolai del GMmc situati nel percorso di un'unica penetrazione elettrodica dorsoventrale, ad una distanza di 0,7-1 mm l'uno dall'altro. Gli stimoli erano singoli *shocks* rettangolari (0,1-0,5 msec; 50-60 μ A) ovvero treni di impulsi (0,1-0,5 msec; 1-80/sec; 50-60 μ A), generati da uno stimolatore elettronico Grass S4G.

Le risposte corticali erano derivate comunemente mediante elettrodi unipolari di Ag-AgCl (elettrodo indifferente impiantato nell'osso frontale); in taluni esperimenti a scopo di raffronto, sono state eseguite derivazioni bipolari transcorticali, impiegando elettrodi di acciaio isolati fuorché alla punta e inseriti rispettivamente nella corteccia e nella sostanza bianca sottostante. L'attività elettrica evocata era registrata con un oscillografo a raggi catodici dopo opportuna amplificazione, ottenuta mediante due preamplificatori Grass mod. P6 disposti in serie (banda di frequenza: 0,001-2 kc). La posizione degli elettrodi stimolanti, come anche la estensione delle lesioni elettrolitiche decerebranti nei preparati acuti, erano controllate istologicamente su sezioni coronali dell'encefalo allestite al microtomo congelatore (colorazione con il metodo di Nissl o con ematossilina-eosina).

Nei nostri esperimenti i focolai di stimolazione sono stati complessivamente 22; i controlli istologici hanno mostrato che 18 erano situati nel contesto del GMmc, 2 in nuclei del gruppo posteriore (PO) e 2 nel lemnisco mediale. Le porzioni del GMmc sottoposte a stimolazione sono risultate nella quasi totalità dei casi (16 focolai) quelle caudali; quelle intermedie sono state attivate solo in 2 casi, mentre in nessun caso la punta degli elettrodi stimolanti era localizzata nelle porzioni rostrali. Le aree corticali esplorate comprendevano quasi tutta la superficie dorsolaterale dei due emisferi. I dati raccolti saggiando complessivamente 230 punti dell'emisfero ipsilaterale e 141 in quello contralaterale (rispetto al GMmc stimolato) si possono riassumere brevemente come segue.

Innanzitutto, si è visto che nel preparato acuto decerebrato i collegamenti funzionali corticipeti del GMmc riguardano solo l'emisfero ipsilaterale, mentre nell'animale cronico col nevrasso integro essi coinvolgono in una certa misura anche l'emisfero contralaterale. Una caratteristica delle proiezioni studiate è quella che le aree maggiormente reattive sono interessate in modo diffuso, e non per focolai parcellari sparsi.

Le proiezioni identificate *negli animali acuti cerevan isolé* (90 punti reattivi su 217 punti saggiati), tenendo conto della frequenza di comparsa e della ampiezza dei potenziali evocati, sono apparse più dense nelle aree insulo-temporale (I-T), uditiva seconda (AII) e somatica seconda (SII), ma sono state anche riscontrate, in ordine di decrescente densità, nelle aree uditiva prima (AI), associativa soprasilviana media anteriore (AMSA), somatica prima (SI) e associativa soprasilviana media posteriore (PMSA); le aree associativa pericrociata (PCA), motoria prima (MI), visiva prima (VI), visiva seconda (VII) e associativa laterale anteriore (ALA) non sono mai apparse attivabili con la stimolazione del GMmc.

La latenza media (\pm errore *standard*) calcolata per le risposte di tutte le aree ipsilaterali ($n = 137$) è risultata pari a $3,2 \pm 0,05$ msec (valori estremi: 1,50–6,00 msec). Come mostra l'istogramma di latenza riportato nella fig. 1, il 30% all'incirca delle risposte registrate ha presentato una latenza compresa tra 1,50 e 2,50 msec. Almeno per le risposte di più breve latenza, la possibilità di connessioni dirette pare dunque assai probabile. I valori della latenza media in ciascuna area attivata sono stati di $2,40 \pm 0,15$ msec per la AI ($n = 35$), $2,90 \pm 0,27$ msec per la SI ($n = 12$), $3,30 \pm 0,42$ msec per la I-T ($n = 24$), $3,30 \pm 0,61$ msec per la AII ($n = 34$), $3,6 \pm 0,15$ msec per la SII ($n = 20$) e $3,70 \pm 0,30$ msec per la AMSA ($n = 8$). Le risposte hanno presentato una ampiezza media (*peak to peak*) di $151,82 \pm 4,81$ μ V (valori estremi: 29,25–377,00 μ V), con i valori massimi in AII ($164,52 \pm 10,93$ μ V) e minimi in AMSA ($110,79 \pm 8,72$ μ V).

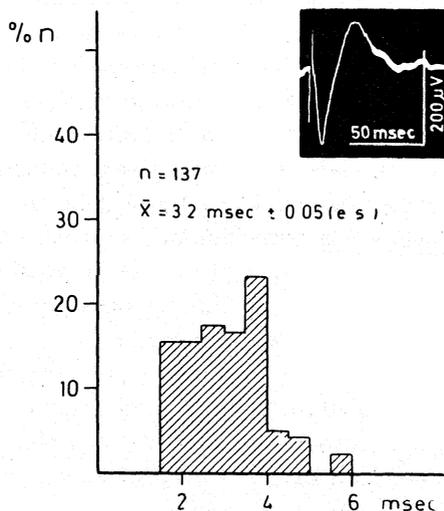


Fig. 1. — Iistogramma di latenza di risposte corticali ipsilaterali evocate a séguito della stimolazione del GMmc (15 focolai) in 11 gatti acuti *cerveau isolé*.

In ascissa, latenza in msec; in ordinata, numero delle risposte in percento del totale. In alto a destra è riprodotta una tipica risposta ad andamento difasico, derivata con metodo unipolare dall'area uditiva seconda (parametri di stimolazione: 0,2 msec; 50 μ A).

I potenziali mostrano di norma un andamento difasico con positività iniziale (fig. 1); meno frequentemente essi appaiono monofasici (negativi e talora positivi). La componente superficie-positiva si presenta quasi sempre più rapida e più ampia di quella superficie-negativa.

La reattività agli stimoli iterativi non è apparsa uniforme nelle diverse aree corticali esplorate. Si è osservata una minore affaticabilità delle risposte derivate dalle aree somatiche rispetto a quelle uditive e associative. Inoltre, per stimolazione a bassa frequenza (6–10/sec) di una stessa porzione del GMmc è stato possibile osservare risposte con carattere di « augmenting »

in punti reattivi a singoli *shocks*, e risposte a reclutamento (latenze superiori a 15 msec) in punti corticali che per tali stimoli erano risultati silenti, in corrispondenza delle aree AI, SII, AMSA, e PMSA (cfr. [11]).

Negli animali cronici col nevrassa integro i potenziali ipsilaterali (8 punti reattivi su 13 punti saggiati) hanno mostrato caratteri elettrografici e attitudine a seguire la stimolazione iterativa assai simili a quelli delle risposte ora descritte; per quanto concerne la loro distribuzione topografica, è da rilevare per altro la presenza di proiezioni in corrispondenza dell'area pericrociata. Le risposte contralaterali (3 punti reattivi su 13 punti saggiati) hanno interessato la SII e la PMSA. Rispetto a quelle ipsilaterali contemporaneamente registrate esse mostrano minore ampiezza e maggiore latenza; in un esperimento, ad esempio, i valori di ampiezza e di latenza della risposta nella SII contralaterale erano rispettivamente pari a 93,75 μV e 5,8 msec, contro valori di 231,25 μV e di 3,5 msec in quella ipsilaterale.

La possibilità che le risposte di cui abbiamo ora riferito siano dovute a diffusione fisica di corrente al di fuori del GMmc è esclusa sia dalla elettività che nell'ambito di questa struttura ha contraddistinto alcune sedi di stimolazione, sia dal fatto che gli effetti ottenuti stimolando strutture circostanti (nuclei del PO, lemnisco mediale) sono stati sostanzialmente diversi da quelli ora descritti, e per la topografia, e per la latenza delle risposte, ed infine anche per la loro capacità a seguire la stimolazione iterativa. Queste stesse osservazioni, entro certi limiti, rendono poco probabile la possibilità che le risposte studiate dipendano dall'attivazione di fibre di passaggio: una causa di errore che, ovviamente, non può mai essere eliminata.

Rinviando il lettore al lavoro *in extenso* per una discussione completa dei risultati, facciamo qui rilevare come le indagini mostrino che il GMmc intrattiene con la corteccia rapporti complessi. Le proiezioni da noi accertate riguardano infatti aree corticali diverse ed eterogenee, comprese aree associative, e hanno una distribuzione terminale del tipo diffuso anziché a piccoli focolai sparsi. A giudicare dai valori di latenza delle risposte, esse si attuano mediante sistemi tra loro diversi, diretti oltre che indiretti, e impegnano, seppure in parte non rilevante, vie sottocorticali dirette all'emisfero contralaterale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] J. E. ROSE e C. N. WOOLSEY, *Cortical connections and functional organization of the thalamic auditory system of the cat*. In H. F. HARLOW e C. N. WOOLSEY, « Biological and Biochemical Bases of Behavior », pp. 127-150. The University of Wisconsin Press, Madison (1958).
- [2] W. D. NEFF e I. T. DIAMOND, *The neural basis of auditory discrimination*. In H. F. HARLOW e C. N. WOOLSEY, « Biological and Biochemical Bases of Behavior », pp. 101-126. The University of Wisconsin Press, Madison (1958).
- [3] G. MACCHI, F. ANGELERI e G. GUAZZI, « J. comp. Neurol. », *III*, 387 (1959).
- [4] S. LOCKE, « J. comp. Neurol. », *II*6, 169 (1961).
- [5] J. R. PEACOCK e C. M. COMBS, « Exptl. Neurol. », *II*, 367 (1965).

- [6] W. R. MEHLER, *Some observations on secondary ascending afferent systems in the central nervous system*. In R. S. KNIGHTON e P. R. DUMKE, « Pain », pp. 11-32. Little, Brown e Co., Boston (1966).
- [7] M. E. WILSON e B. G. CRAGG, « Brain Res. », 13, 462 (1969).
- [8] R. S. KNIGHTON, « J. comp. Neurol. », 92, 183 (1950).
- [9] C. N. WOOLSEY, *Electrophysiological studies on thalamo-cortical relations in the auditory system*. In A. ABRAMS, H. H. GARNER e J. E. TOMAN, « Unfinished Tasks in the Behavioural Sciences », pp. 45-57. William e Wilkins, Baltimore (1964).
- [10] R. W. GUILLERY, H. O. ADRIAN, C. N. WOOLSEY e J. E. ROSE, *Activation of somatosensory areas I and II of cat's cerebral cortex by focal stimulation of the ventrobasal complex*. In D. P. PURPURA e M. D. YAHR, « The Thalamus », pp. 197-206. Columbia University Press, New York, London (1966).
- [11] E. GIANNAZZO, R. RAFFAELE, S. SAPIENZA e A. URBANO, « Electroenceph. clin. Neurophysiol. », accettato per la pubblicazione (1971).