

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI  
**RENDICONTI**

---

GIORGIO MARIA INNOCENTI, TULLIO MANZONI

**Collegamenti transcallosali dei neuroni dell'area  
corticale somatica prima del Gatto**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,  
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 51 (1971), n.3-4, p.  
254-259.*

Accademia Nazionale dei Lincei

[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1971\\_8\\_51\\_3-4\\_254\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1971_8_51_3-4_254_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.** — *Collegamenti transcallosali dei neuroni dell'area corticale somatica prima del Gatto* (\*). Nota (\*\*) di **GIORGIO MARIA INNOCENTI** e **TULLIO MANZONI**, presentata dal Socio **G. C. PUPILLI**.

**SUMMARY.** — In 16 chloralose-anaesthetized, curarized cats, extracellular recordings (glass micropipettes) were obtained from 197 SI neurones, and each one was tested with appropriate electrical stimulation both of their cutaneous receptive fields and of contralateral SI, SII, and anterior lateral associative (ALA) cortical areas. The study of peripheral reactivity showed that 97 neurones were endowed with very restricted, contralateral fields (somatotopic units, Group I), whereas 66 had wide fields, often bi- or ipsilateral (non-somatotopic units, Group II), and the remaining 34 showed no signs of peripheral reactivity (unreactive units, Group III). The stimulation of contralateral SI cortical area proved to be effective on 51 neurones of the sample; 44 of these (22.3%) exhibited excitatory responses (most after latencies consistent with the hypothesis of callosal transmission), 7 more were inhibited. Six neurones of the excited group were driven also by contralateral SII stimulation (although after long latencies); no neurones driven by SII alone or by ALA were found. By correlating the two sets of responses, the highest transcommissural reactivity was seen to characterize Group II neurones (54.5% excited, 3% inhibited); in this respect Group I ranked far behind (8.2% excited, 5.1% inhibited) and Group III was totally unreactive (no units excited, nor inhibited). The prevalence of Group II neurones in the transcallosally-excited sample might betray hitherto unsuspected mechanisms for the interhemispheric transfer of peripheral messages, including those from distal portions of limbs.

Secondo i dati di ricerche anatomiche [1-3] l'area somatica prima (SI) del Gatto e del Primate è collegata per via transcallosale con l'area omonima dell'emisfero contralaterale. Tuttavia, sempre secondo queste ricerche, non tutte le porzioni di detta area sono egualmente provviste di proiezioni callosali. Tali connessioni infatti sono state rintracciate solo in quei focolai di SI nei quali, secondo i dati classici della organizzazione somatotopica [4], sono rappresentate le parti prossimali degli arti e le parti assiali del corpo. Da questi dati si sarebbe indotti a ritenere che, per quanto attiene all'area SI, un *transfer* interemisferico eccitatorio dei messaggi sensoriali somestesici non sia possibile per le informazioni che originano da campi recettivi localizzati nelle regioni distali degli arti.

Nostre precedenti ricerche microelettrodiche [5] eseguite nel Gatto a livello, dell'area somatica seconda (SII) hanno dato evidenza ad una organizzazione funzionale alquanto diversa e più complessa. Per i neuroni di SII la reattività transcallosale eccitatoria non sembra tanto correlata con tipi elettivi di reattività somatotopica ma piuttosto con la appartenenza della cellula ad un gruppo neuronico funzionalmente diverso, cioè a quello degli elementi non somatotopici. Si è visto infatti che nell'area SII il 75% circa

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

(\*\*) Pervenuta all'Accademia il 6 settembre 1971.

delle unità eccitabili per via transcallosale è costituito da neuroni <sup>(1)</sup> provvisti di campi recettivi periferici corrispondenti ad aree cutanee estese a segmenti tanto prossimali che distali degli arti, sia contra- sia ipsilaterali. Avendo presente che nella popolazione neuronica dell'area SI non si riscontrano solo neuroni di tipo somatotopico, come parrebbe stando agli esperimenti eseguiti in anestesia barbiturica [6], ma che in essa sono compresi anche elementi non somatotopici (almeno in particolari condizioni disinibitorie [7] ovvero in narcosi cloralosica [8]), abbiamo ritenuto opportuno estendere le nostre ricerche anche all'area SI. Si è voluto accertare se, in condizioni sperimentali che promuovono la comparsa di neuroni non somatotopici in SI, le proiezioni callosali eccitatorie di quest'area siano rintracciabili solo su neuroni somatotopici collegati con campi recettivi localizzati nelle regioni assiali del corpo e prossimali degli arti, come si era inferito dai dati delle indagini anatomiche ricordate all'inizio, ovvero se il legame transcallosale possa eccitare anche la componente neuronica non somatotopica, il che ovviamente estenderebbe all'area SI la possibilità di *transfer* eccitatorio interemisferico anche per informazioni di origine distale.

Gli esperimenti sono stati eseguiti nel Gatto durante la narcosi cloralosica (80 mg/kg i.p.), in preparati curarizzati e ventilati artificialmente (controllo continuo della  $p\text{CO}_2$  alveolare e della temperatura rettale). Per la tecnica di derivazione unitaria, per quella di stimolazione delle aree corticali e dei campi recettivi periferici, nonché per il procedimento sperimentale adottato, si rimanda alla Nota comunicata di recente in questa medesima sede [5].

Nella Tabella I sono riassunti i risultati dell'analisi unitaria di un campione di 197 neuroni isolati nell'area SI. Sul fondamento delle caratteristiche di reattività a stimoli periferici, 97 neuroni del campione (49,2%) possono ascrivere al Gruppo I della nostra precedente classificazione (cfr. [5]), essendo provvisti di campi recettivi periferici di tipo somatotopico, distribuiti in diverse sedi cutanee contralaterali come specificato nella Tabella. Altri 66 neuroni (33,4%) sono stati ascritti al Gruppo II, essendo collegati con campi recettivi di tipo non somatotopico, localizzati in ampie aree periferiche sia contralaterali che ipsilaterali, spesso estese a tutta la superficie del corpo. I restanti 34 neuroni (17,4%) sono risultati tutti inattivabili dalla stimolazione della periferia <sup>(2)</sup>, e per tanto sono stati inclusi nel Gruppo III. Tutte le unità del presente campione sono state isolate nel giro sigmoideo posteriore, in quella parte di corteccia delimitata anteriormente dall'avvallamento postcentrale (*postcentral dimple*, [4]), posteriormente dal solco ansato e lateralmente dal solco coronale.

(1) Il restante 25% dei neuroni di SII collegati con le aree dell'emisfero contralaterale, sono risultati di tipo somatotopico. In grande prevalenza, tali neuroni hanno esibito reazioni transcallosali di tipo inibitorio.

(2) Per queste unità, oltre agli stimoli elettrici sono stati applicati sulla cute anche stimoli fisiologici, sia tattili sia nocicettivi.

La stimolazione delle aree somatiche contralaterali ha provocato effetti eccitatori in 44 neuroni del nostro campione (22,3%). Con l'eccezione di 6 unità reattive anche alla stimolazione dell'area SII, in tutti questi neuroni gli effetti sono stati osservati esclusivamente con la stimolazione dell'area SI<sup>(3)</sup>. Di 76 unità su cui sono stati saggiati anche gli effetti della stimolazione dell'area associativa del polo rostrale del giro laterale (cfr. [5]), nessuna è risultata reattiva.

TABELLA I.

*Ripartizione di un campione di 197 unità dell'area SI secondo la reattività a stimoli periferici e transcallosali.*

GRUPPI(*)	CAMPI PERIFERICI	N. UNITÀ	REATTIVITÀ TRANSCALLOSALE		
			Unità eccitate	Unità inibite	Unità non reattive
I	Zampa anteriore contralaterale . . . . .	45	2	4	39
	Arto anteriore contralaterale (regioni prossimali) . . . . .	26	1	—	25
	Tronco, cinti scapolare e pelvico (aree contralaterali) . . . . .	14	4	1	9
	Zampa posteriore contralaterale . . . . .	8	—	—	8
	Arto posteriore contralaterale (regioni prossimali) . . . . .	4	1	—	3
	<i>Totali</i> (unità con campi ristretti e contralaterali) . . . . .	97	8	5	84
II	Diffusi, bilaterali o ipsilaterali . . . . .	66	36	2	28
III	Unità non attivabili (campo periferico non identificabile) . . . . .	34	—	—	34

(\*) Gruppo I, unità di tipo somatotopico; Gruppo II, unità di tipo non somatotopico; Gruppo III, unità non reattive a stimoli periferici.

Gli effetti eccitatori transcommisurali, le cui caratteristiche oscillografiche ed istografiche sono simili a quelle rilevate a proposito dell'area SII [5], sono stati osservati in grande maggioranza (36 unità; 81,8% del campione neuronico eccitato dagli impulsi transcallosali) in neuroni del Gruppo II (fig. 1). A questo gruppo appartengono le 6 unità reattive anche alla stimolazione di SII. Risulta così che più della metà (54,5%) dei 66 neuroni isolati nell'area

(3) La stimolazione di quest'area ha provocato in altre 7 unità effetti inibitori. Cinque di esse appartenevano al I Gruppo: la prevalenza di effetti inibitori nel controllo transcallosale delle unità somatotopiche era già apparsa dalle precedenti ricerche sull'area SII (cfr. [5]).

SI e provvisti di campi recettivi di tipo non somatotopico ricevevano proiezioni eccitatorie dall'altro emisfero (cfr. Tabella I). I restanti 8 neuroni eccitati dagli impulsi transcallosali (18,2% del campione) appartenevano al Gruppo I, che essendo costituito da 97 unità (vedi sopra) appare dunque assai scarsamente attivabile per via transcommissurale. Nessun neurone di Gruppo III è risultato eccitabile per stimolazione dell'emisfero contralaterale.

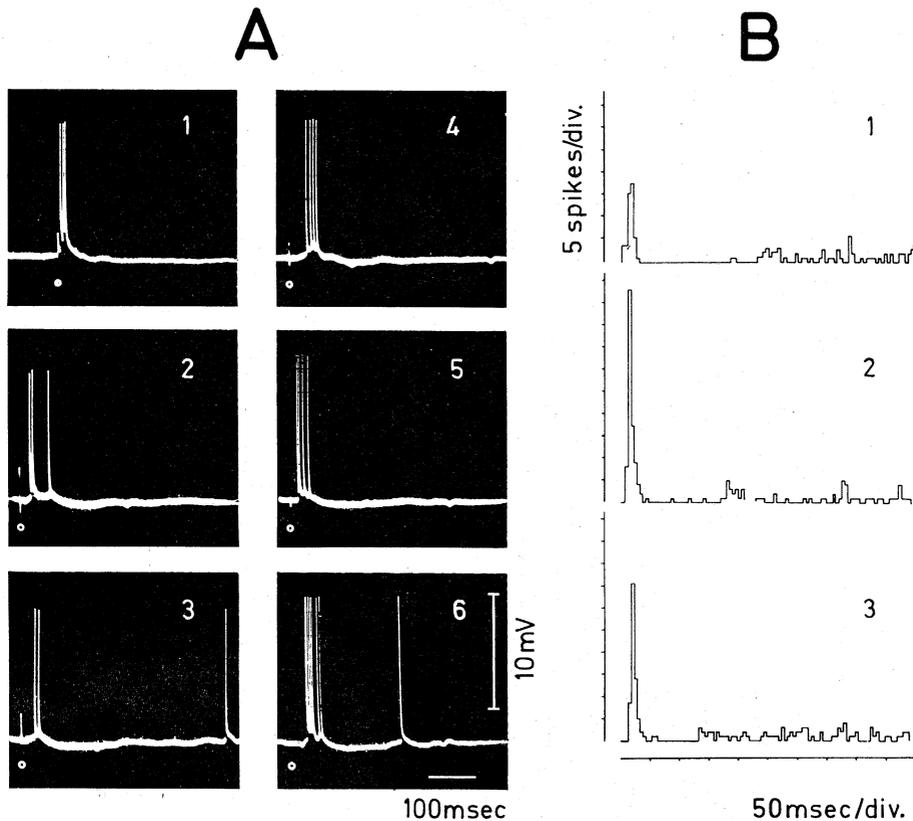


Fig. 1. — Effetti eccitatori provocati da impulsi di origine callosale e periferica in due neuroni corticali isolati nell'area somatica prima (SI). Preparato cloralosato e curarizzato (Gatto).

- A, registrazioni oscillografiche (derivazione juxtamembranaria) ottenute da un neurone non somatotopico di Gruppo II: 1, scariche provocate dalla stimolazione elettrica dell'area SI contralaterale (singolo *shock* di 7 V e 0,5 msec); 2-6, scariche provocate dalla stimolazione elettrica dei campi recettivi periferici (rispettivamente: porzioni distale e prossimale dell'arto anteriore contralaterale; porzioni distale e prossimale dell'arto anteriore ipsilaterale; porzione distale dell'arto posteriore contralaterale; 6 V, 0,5 msec).
- B, istogrammi post-stimolazione ottenuti da un'altro neurone non somatotopico di Gruppo II: 1, scariche provocate dalla stimolazione dell'area SI contralaterale (stessi parametri di A<sub>1</sub>); 2 e 3, effetti della stimolazione elettrica dei campi recettivi periferici (rispettivamente arto anteriore contralaterale ed ipsilaterale, parti distali; 5 V, 0,5 msec). Ciascun istogramma è stato ottenuto con 40 prove di stimolazione alla frequenza di 1/sec.

L'analisi delle latenze delle scariche provocate dalla stimolazione dell'area SI contralaterale rivela che i 2/3 circa delle unità hanno risposto dopo latenze comprese tra 2,4 e 10 msec (media: 6,1 msec), mentre per le restanti unità i valori di latenza sono risultati più elevati, tra 11 e 30 msec. Dai dati riportati nella letteratura [9-11] e dai risultati di nostre esperienze di stimo-

lazione diretta del corpo calloso [5], si può ritenere che latenze inferiori a 10 msec siano compatibili con la ipotesi di una mediazione transcallosale diretta SI—SI. In un solo neurone, appartenente al Gruppo II, le caratteristiche elettrografiche e funzionali di attivazione, nonché la breve latenza (2,4 msec) hanno fatto ritenere probabile una attivazione antidromica. Per quanto riguarda invece le 6 unità attivabili anche con la stimolazione dell'area SII, i valori di latenza sono risultati piuttosto elevati, e salvo un caso, compresi tra 25 e 50 msec.

Riguardo alla distribuzione topografica delle unità eccitate dagli impulsi transcallosali, quelle appartenenti al Gruppo I sono state isolate nei rispettivi focolai di proiezione, distribuiti secondo la nota organizzazione somatotopica dell'area SI [4]; le unità di Gruppo II sono state invece rintracciate in tutta l'estensione dell'area esplorata. Correlando i valori di latenza delle risposte transcallosali con la sede da cui le risposte stesse sono state derivate, si rileva che le risposte più precoci (inclusa quella antidromica) sono state fornite da neuroni di Gruppo I e II localizzati nella zona centrale di SI, corrispondente ai focolai di proiezione delle porzioni prossimali dell'arto anteriore contralaterale, nonché della metà contralaterale del tronco. Tuttavia, mentre in quest'area corticale i neuroni di Gruppo I avevano, ovviamente, campi recettivi localizzati nelle regioni periferiche ora specificate, quelli di Gruppo II erano attivabili anche da campi recettivi localizzati in altre regioni cutanee, incluse quelle distali. Per quanto riguarda infine la distribuzione laminare delle unità reattive agli impulsi transcallosali, esse sono state rintracciate indifferentemente in tutti gli strati corticali.

I risultati esposti, che verranno discussi in dettaglio nel lavoro *in extenso*, confermano l'ipotesi prospettata all'inizio. Anche nell'area SI infatti, pur essendosi riscontrate differenze significative riguardo a quanto era stato in precedenza osservato a livello dell'area SII [5], il legame transcallosale eccitatorio è stato rintracciato in misura preponderante sui neuroni non somatotopici. Questa osservazione non è in conflitto con quanto era stato rilevato dalle indagini anatomiche citate all'inizio [1-3]. Solo una parte assai piccola (2 su 53) di neuroni somatotopici collegati con le porzioni distali degli arti è risultata infatti eccitabile per stimolazione dell'area omonima contralaterale, e le risposte a più breve latenza sono state rintracciate in quei focolai di SI in cui le afferenze callosali terminano più profusamente [1, 2]. Tuttavia sia in questi focolai che in altri, nei quali la presenza di risposte transcallosali deve ascrivarsi alla mediazione di connessioni intracorticali nell'ambito della stessa area SI [12], la reattività transcallosale eccitatoria è comparsa assai spesso in neuroni del Gruppo II, vale a dire collegati con parti sia prossimali sia distali. Il significato di questo tipo di connessione transcallosale potrebbe riallacciarsi direttamente alla funzione attribuibile ai neuroni non somatotopici nei meccanismi di discriminazione sensoriale. Non si può escludere la ipotesi che questi neuroni, su cui convergono impulsi di varia origine e che sono presenti in entrambe le aree somatiche corticali, possano svolgere elevate funzioni d'integrazione sensoriale nell'ambito delle aree stesse.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] F. F. EBNER e R. E. MYERS, « J. comp. Neurol. », 124, 353 (1965).
- [2] E. G. JONES e T. P. S. POWELL, « J. Anat. », 103, 433 (1968).
- [3] D. N. PANDYA e L. A. VIGNOLO, « Brain Res. », 15, 49 (1969).
- [4] C. N. WOOLSEY, *Organization of somatic sensory and motor areas of the cerebral cortex*. In H. F. Harlow e C. N. Woolsey (Eds.), « Biological and biochemical bases of behaviour », pp. 63-81, Madison, Wisconsin Press (1958).
- [5] G. M. INNOCENTI e T. MANZONI, « Rend. Accad. Naz. Lincei, Cl. Sci. fis., mat. nat. », ser. VIII, 49, 431 (1970).
- [6] V. B. MOUNTCASTLE, « J. Neurophysiol. », 20, 408 (1957).
- [7] M. LEVITT e J. LEVITT, « Exptl. Neurol. », 22, 276 (1968).
- [8] I. D. ZIMMERMAN e N. R. KREISMAN, « Nature », 227, 1361 (1970).
- [9] B. A. MEYERSON, « Acta physiol. scand. », suppl. 312, 1 (1968).
- [10] H. NAITO, F. MIYAKAWA e N. ITO, « Brain Res. », 27, 369 (1971).
- [11] H. NAITO, K. NAKAMURA, T. KUROSAKI e Y. TAMURA, « Brain Res. », 19, 299 (1970).
- [12] E. G. JONES e T. P. S. POWELL, « Brain Res. », 9, 71 (1968).