

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

# RENDICONTI

---

FRANCO MAGNI, GIUSEPPE MORUZZI

## **Influenza delle scariche del fascio piramidale sulla formazione reticolare del tronco encefalico**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,  
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 32 (1962), n.6, p.  
1006–1010.*

Accademia Nazionale dei Lincei

[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1962\\_8\\_32\\_6\\_1006\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1962_8_32_6_1006_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.** — *Influenza delle scariche del fascio piramidale sulla formazione reticolare del tronco encefalico* (\*). Nota di FRANCO MAGNI e GIUSEPPE MORUZZI, presentata (\*\*) dal Socio G. MORUZZI.

È noto che durante la sincronizzazione dei ritmi elettrici corticali prodotta dalla anestesia barbiturica [Adrian e Moruzzi<sup>(1)</sup>] o dalla sezione del tegmento mesencefalico [Whitlock, Arduini e Moruzzi<sup>(2)</sup>] scariche corticofughe di impulsi percorrono il fascio piramidale in stretta coincidenza temporale con le onde lente dell'elettrocorticogramma della corteccia motrice. D'altra parte, durante la fase del sonno spontaneo caratterizzata dalla presenza di onde lente nell'elettroencefalogramma, è possibile registrare onde sincrone dalla formazione reticolare [Sharpless e Jasper<sup>(3)</sup>; Jouvét<sup>(4,5)</sup>].

Lo scopo di queste ricerche è lo studio del significato funzionale della attività sincrona della formazione reticolare; con particolare riguardo al problema del mantenimento dello stato di sonno caratterizzato da attività sincrona della corteccia cerebrale. Gli esperimenti qui presentati riguardano solo un aspetto preliminare del problema, cioè la possibilità di attivazione post-sinaptica dei neuroni reticolari da parte di scariche di impulsi percorrenti il fascio piramidale.

Numerose ricerche anatomiche hanno dimostrato la esistenza di proiezioni alla sostanza reticolare da parte di varie aree corticali [Cajal<sup>(6)</sup>, Brodal<sup>(7)</sup>]. In particolare è stato dimostrato che un grande numero di collaterali dirette alla sostanza reticolare si origina dalle fibre del tratto corticospinale a livello bulbare, pontino e mesencefalico [Kuypers<sup>(8)</sup>; cfr. Rossi e Zanchetti<sup>(9)</sup>]. Da un punto di vista fisiologico è stato possibile suggerire, in base a prove indirette, che il risveglio elettroencefalografico prodotto

(\*) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisiologia di Pisa e nel centro di Neurofisiologia del C.N.R., sezione di Pisa, con il sussidio del PHS research grant B-2990, del National Institute of Neurological Diseases and Blindness, N.I.H., Public Health Services, U.S.A.

(\*\*) Nella seduta del 12 giugno 1962.

(1) E. D. ADRIAN and G. MORUZZI, « J. Physiol. », XCVII, 153 (1936).

(2) D. G. WHITLOCK, A. ARDUINI and G. MORUZZI, « J. Neurophysiol. », XVI, 414 (1953).

(3) S. SHARPLESS and H. JASPER, « Brain », LXXIX, 655 (1956).

(4) M. JOUVET, *Correlations neurophysiologiques des liaisons diachroniques*, « Actualités neurophysiologiques », pp. 113-154 (II serie), Paris, Masson, 1960.

(5) M. JOUVET, « Arch. ital. Biol. », C, 125 (1962).

(6) S. RAMON Y CAJAL, *Histologie du système nerveux de l'homme et des vertèbres*, 2 vols. Paris, Maloine, 1909-11.

(7) A. BRODAL, *The reticular formation of the brain stem: anatomical aspects and functional correlations*. Edinburgh, Oliver & Boyd, 1957.

(8) H. G. J. M. KUYPERS, « J. Anat., London », XCII, 198 (1958).

(9) G. F. ROSSI and A. A. ZANCHETTI, « Arch. ital. Biol. », XCV, 199 (1957).

dalle stimolazioni della corteccia cerebrale sia mediato dalla sostanza reticolare [cfr. Rossi e Zanchetti <sup>(9)</sup>]. Inoltre sono state descritte modificazioni delle attività di singoli neuroni in seguito a stimolazione della corteccia motrice [von Baumgarten, Mollica e Moruzzi <sup>(10)</sup>].

Gli esperimenti sono stati eseguiti su gatti decerebrati a livello pre- o intercolliculare sotto anestesia da etere; in un secondo tempo si metteva allo scoperto la faccia ventrale del bulbo e della porzione caudale del ponte. Un pozzo di olio di paraffina mantenuto alla temperatura di 37-39° C copriva le parti esposte dell'encefalo. In un gruppo di esperimenti elettrodi stimolanti bipolari concentrici venivano posti, col metodo stereotassico, nel fascio piramidale, in corrispondenza del *pes pedunculi* a livello mesencefalico. In un altro gruppo di animali la stimolazione del fascio piramidale si otteneva ponendo manualmente un elettrodo dello stesso tipo in contatto col fascio piramidale in corrispondenza della faccia ventrale del ponte e del bulbo. Elettrodi monopolari (diametro della punta di circa 50  $\mu$ ) o bipolari concentrici venivano introdotti col metodo stereotassico nella sostanza reticolare del bulbo e del ponte per la registrazione dei potenziali bioelettrici di queste regioni. Brevi treni di 5-10 impulsi rettangolari, della durata di 0,2 msec ciascuno, succedentesi ad una cadenza di 500/sec e di intensità variabile da 5 a 13 Volta, venivano usati per stimolare il fascio piramidale. La registrazione dei potenziali bioelettrici veniva fatta in oscillografia catodica con i metodi « unipolare » e « bipolare » attraverso preamplificatori a R.C. La corretta localizzazione degli elettrodi stimolanti veniva controllata in ogni esperimento facendo passare attraverso essi un lungo treno di impulsi rettangolari ad una cadenza di 100/sec: quando l'elettrodo era correttamente piazzato si ottenevano movimenti di flessione strettamente localizzati agli arti contralaterali. Alla fine di ogni esperimento la posizione degli elettrodi registranti e stimolanti veniva marcata con una lesione elettrolitica e identificata in seguito su sezioni colorate con i metodi di Nissl e di Weil.

1. *Risposta della sostanza reticolare alla stimolazione del fascio piramidale.* -

La stimolazione del fascio piramidale, eseguita con la tecnica sopra descritta, evoca nella sostanza reticolare mediale del bulbo e del terzo caudale del ponte una variazione di potenziale positiva seguita da una oscillazione negativa di minore ampiezza. Questo complesso positivo-negativo ha una breve latenza, aumenta di ampiezza con l'aumento del numero degli stimoli applicati al fascio piramidale, raggiungendo il massimo con una salve di 5-10 stimoli, ed ha una durata totale di 30-40 msec. L'ampiezza della risposta registrata da ogni singolo punto della formazione reticolare è circa la stessa, sia che venga stimolata la piramide ipsilaterale o quella contralaterale al punto di registrazione.

(10) R. VON BAUMGARTEN, A. MOLLICA und G. MORUZZI, « Pflügers Arch. ges. Physiol. », CCLIX, 56 (1954).

La mappa della fig. 1 mostra la distribuzione medio-laterale e dorso-ventrale della risposta a livello di una sezione trasversa condotta in corrispondenza del margine rostrale del bulbo, all'altezza del piano stereotassico P 10. La massima intensità della risposta si registra nel *Nucleus Reticularis Gigantocellularis* della sostanza reticolare bulbare e nel *Nucleus Reticularis Pontis Caudalis* [Meessen e Olszewsky<sup>(11)</sup>]; la risposta si fa sempre più piccola mano mano che si passa ad esplorare regioni più laterali e più dorsali.

Esplorazioni condotte a livelli più rostrali e più caudali del tronco dell'encefalo hanno permesso di registrare questa risposta da una zona della

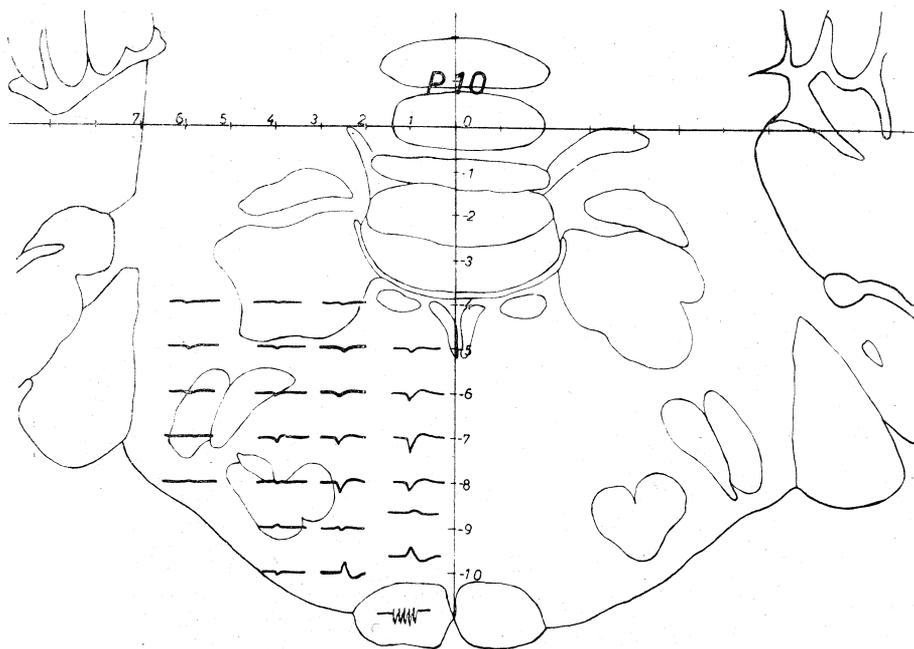


Fig. 1.

sostanza reticolare compresa tra le olive inferiori ed il terzo medio del ponte, senza apprezzabili variazioni di forma o di latenza.

2. *Origine piramidale della risposta.* - Due ordini di prove permettono di concludere che la risposta è dovuta alla eccitazione delle fibre del tratto cortico-spinale e non alla eccitazione, per diffusione di corrente, di altre strutture viciniori, come la sostanza nera e il lemnisco mediale.

1) Basta sollevare l'elettrodo stimolante mesencefalico di soli 2 mm per vedere scomparire completamente la risposta reticolare: controlli istologici dimostrano che essa è legata alla stimolazione del *pes pedunculi*.

(11) H. MEESSEN and J. OLSZEWSKY, *A Cytoarchitectonic Atlas of the Rhombencephalons of the Rabbit*, Basel, New York, Karger, 1949.

2) La sezione del fascio piramidale, eseguita sulla superficie ventrale del bulbo in corrispondenza del margine caudale del ponte, fa scomparire completamente la risposta reticolare alla stimolazione del *pes pedunculi*.

3) Dopo la sezione di cui a 2) la risposta ricompare quando un elettrodo stimolante viene portato in contatto con la piramide appena caudalmente al punto della sezione. D'altra parte, Magni, Melzack, Moruzzi e Smith <sup>(12)</sup> hanno dimostrato con la stessa tecnica che la risposta reticolare ad una salve piramidale permane invariata dopo sezione del fascio cortico-spinale ad un livello immediatamente rostrale alla *decussatio*. Questi risultati dimostrano che la risposta reticolare è causata dalla attivazione delle fibre piramidali e delle collaterali che da esse si dipartono a livello bulbo-pontino.

3. *Natura post-sinaptica della risposta reticolare.* - Due ordini di fenomeni dimostrano che la deflessione positivo-negativa registrata dalla sostanza reticolare mediale del ponte e del bulbo in seguito a stimolazione del fascio piramidale è l'espressione di una attivazione post-sinaptica dei neuroni reticolari.

1) È noto che la stimolazione con corrente continua del *lobus anterior* del cervelletto provoca la scomparsa della rigidità da decerebrazione per intensità di 0,5-1,5 mA [Mollica, Moruzzi e Naquet <sup>(13)</sup>]. Ora, la risposta reticolare alla stimolazione piramidale viene costantemente inibita dalla polarizzazione superficie positiva del cervelletto, per intensità di corrente dello stesso ordine.

2) In una serie di esperimenti due elettrodi stimolanti vennero introdotti nel *pes pedunculi* d'ambo i lati, e la stimolazione del fascio piramidale di un lato, veniva seguita a intervalli di tempo variabili da quella del fascio piramidale del lato opposto. La risposta a questo secondo stimolo veniva depressa per tutti gli intervalli da 0 a 35 msec circa dopo lo stimolo alla prima piramide; la massima depressione si osservava per intervalli compresi tra 4 e 12 msec. Anche quando lo stimolo alle due piramidi veniva applicato simultaneamente la risposta reticolare era sempre di ampiezza inferiore alla somma algebrica delle risposte ottenute dalla stimolazione separata dei due fasci piramidali. Sembra verosimile ammettere che questo risultato sia l'espressione di un fenomeno di occlusione a livello dei neuroni reticolari; esso sarebbe inspiegabile se la risposta fosse di natura presinaptica (salve d'impulsi piramidali).

Gli esperimenti descritti in questa sezione perciò conducono alla conclusione che la risposta reticolare è l'espressione della attivazione post-sinaptica dei neuroni reticolari prodotta da impulsi che ad essi arrivano attraverso

(12) F. MAGNI, R. MELZACK, G. MORUZZI and C. J. SMITH, « Arch. ital. Biol. » XCVII, 357 (1959).

(13) A. MOLLIKA, G. MORUZZI et R. NAQUET, « EEG. Clin. Neurophysiol. », V, 571 (1953).

le collaterali del fascio piramidale e che sugli stessi neuroni reticolari esiste una ampia convergenza di impulsi provenienti dalle fibre cortico-spinali di entrambi i lati.

Concludendo, le presenti ricerche sono in perfetto accordo con i numerosi dati della letteratura anatomica; esse dimostrano che impulsi corticospinali raggiungono ed attivano dei neuroni situati nella sostanza reticolare mediale del bulbo e del ponte, attraverso le numerose collaterali che da esse si dipartono a livello bulbo-pontino. Le proiezioni di questi neuroni (ascendenti o discendenti), le strutture con le quali si mettono in rapporto e di conseguenza il problema della importanza della loro attivazione nei confronti della regolazione delle attività posturali e del ritmo sonno veglia dovranno essere chiariti con ricerche future.