
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

EUGENIO RIVA SANSEVERINO, CLAUDIO GALLETTI,
MARIA GRAZIA MAIOLI

**Effetti sull'attività unitaria della corteccia visiva
provocati mediante variazioni del livello di
illuminamento ambientale nel Gatto non
anestetizzato**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 50 (1971), n.5, p. 614–618.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1971_8_50_5_614_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. — *Effetti sull'attività unitaria della corteccia visiva provocati mediante variazioni del livello di illuminamento ambientale nel Gatto non anestetizzato* (*). Nota di EUGENIO RIVA SANSEVERINO, CLAUDIO GALLETTI e MARIA GRAZIA MAIOLI, presentata (**) dal Socio G. C. PUPILLI.

SUMMARY. — In the present investigation the effects evoked by prolonged adaptation at different light backgrounds have been studied on the maintained discharge of single neurons in the striate area 17 and non-striate areas 18 and 19 of the cat cerebral cortex. The animals were unanaesthetized, Flaxedil paralyzed and artificially ventilated under continuous control of the CO₂ expired. Two or more of four fairly different light backgrounds, corresponding to $2 \cdot 10^{-3}$, $4 \cdot 10^{-2}$, $9 \cdot 10^{-2}$ and $2 \cdot 10^{-1}$ cd/m², were presented in random sequences to the cat eyes. The adaptation time for each luminous level was 45–60 min; the greater the difference in light background between two consecutive levels, the longer was the adaptation time. The analysis of the data obtained from the cortical neurons showed that the mean frequency of the discharge was directly related to changes in the level of the light background for striate neurons, whereas it was inversely related for non-striate neurons.

Nella presente memoria sono riferiti i risultati ottenuti in una serie di esperimenti programmati per l'analisi degli effetti indotti da diversi livelli di illuminamento ambientale sulla frequenza di scarica di singoli neuroni della corteccia visiva. Durante tale studio, particolare attenzione è stata posta alla suddivisione dei neuroni corticali in base all'area visiva di appartenenza; a tale scopo, ci si è valse dei risultati della fine analisi mielo- e cito-architettonica che della corteccia visiva è stata svolta da Otsuka e Hassler [1], e da Sanides e Hoffmann [2] in quest'ultima decade.

Gli esperimenti sono stati eseguiti su 10 Gatti adulti del peso di 2,0–3,5 kg. La preparazione dell'animale è stata fatta secondo la tecnica descritta minutamente in precedenti lavori (Poggio, *et alii* [3], Riva Sanseverino, *et alii* [4 e 5]). Ricorderemo in questa sede che la derivazione extracellulare dell'attività elettrica da singole unità neuroniche corticali è stata fatta adottando la tecnica della camera chiusa, impiantata il giorno precedente quello dell'esperimento acuto [3]. Sotto anestesia generale mediante Nembutal (35 mg/kg per via intraperitoneale), si eseguiva una circoscritta trapanazione del cranio in corrispondenza della corteccia visiva. Sull'osso delimitante il foro, veniva fissato un cilindro rigido (camera) orientato secondo noti riferimenti stereotassici. Si procedeva inoltre all'impianto di tre o quattro coppie di elettrodi a vite per derivazioni elettroencefalografiche quale utile mezzo per il riconoscimento dello stato di attività cerebrale. Si chiudeva poi la cute con punti

(*) Lavoro eseguito, col sussidio del Consiglio Nazionale delle Ricerche, nell'Istituto di Fisiologia umana dell'Università di Bologna.

(**) Nella seduta dell'8 maggio 1971.

di sutura e si poneva l'animale in ambiente termoregolato per il recupero dall'anestesia. Il giorno successivo si procedeva, sotto breve anestesia con trifluoroetano, alla cannulazione della trachea e di una vena periferica, alla sezione bilaterale dei tronchi simpatici al collo (cfr. [6]), e al fissaggio della camera in un dispositivo di contenzione a forma di ponte appositamente costruito. Gli animali venivano quindi immobilizzati mediante gallamina e soccorsi con respirazione artificiale sotto continuo controllo della percentuale di CO₂ espirata. La paralisi muscolare veniva mantenuta mediante infusione continua, per via intravenosa, di gallamina (15 mg/kg/h) diluita in *dextran* al 5 %; la velocità di infusione era di 6 ml/h. Dopo incisione della dura meninge, la camera veniva riempita con soluzione fisiologica di Krebs a pH controllato di 7,4 e chiusa con un coperchio trasparente attraverso il quale venivano fatti passare microelettrodi di tungsteno, inseriti nella corteccia sotto controllo stereomicroscopico. Tutti gli esperimenti sono stati condotti su Gatti le cui cornee erano protette con lenti a contatto. Alla distanza di 1 metro dal presunto piano pupillare degli occhi del Gatto era posto uno schermo di vetro translucido che una sorgente illuminava uniformemente; i livelli luminosi utilizzati sono stati $2 \cdot 10^{-3}$, $4 \cdot 10^{-2}$, $9 \cdot 10^{-2}$ e $2 \cdot 10^{-1}$ *cd/m*², misurati mediante fotometro universale Bechstein. Tra la presentazione di un livello luminoso e quello successivo si lasciavano intercorrere 45–60 min per l'adattamento e quindi si procedeva alla registrazione, su nastro magnetico analogico (Registratore Hewlett-Packard, mod. 3900) e per la durata di 10–40 min consecutivi, dell'attività unitaria del neurone in studio. In molti casi, la registrazione non veniva interrotta al variare del livello luminoso prescelto, allo scopo di rilevare possibili modificazioni delle frequenze di scarica occorrenti per effetto del nuovo illuminamento. Sono state infine eseguite misurazioni quantitative dell'attività unitaria registrata sul nastro magnetico; a tal fine si è fatto uso di un contatore numerico (Computer of Average Transients, T.M.C., mod. 400 C) e di una calcolatrice Olivetti Programma 102. La identificazione delle località corticali dalle quali si era derivata attività unitaria secondo le comuni tecniche elettrofisiologiche, è stata fatta mediante ricostruzione delle tracce microelettrodiche, eseguita su fotografie ingrandite di sezioni istologiche colorate con tionina secondo il metodo di Nissl.

Gli effetti provocati dalle modificazioni dell'illuminamento ambientale sull'attività unitaria della corteccia visiva sono stati esaminati su 51 unità neuroniche, delle quali 20 unità appartenenti all'area 17 o area striata, 16 unità all'area 18 o area parastriata e 15 unità all'area 19 o area peristriata (cfr. [1 e 2]).

Le variazioni della frequenza media di scarica di neuroni visivi che le modificazioni del livello luminoso inducono, possono distinguersi in variazioni transitorie e variazioni di lunga durata. Di regola, le prime precedono le seconde e hanno una durata di 1–8 min; le seconde di solito persistono fino a quando non venga variato nuovamente il livello luminoso. Le variazioni transitorie della frequenza di scarica possono essere in aumento ovvero in diminuzione per modificazioni unidirezionali dell'illuminamento. Tale risultato

è stato ottenuto in misura più o meno accentuata per tutti i neuroni esaminati, cioè appartenenti a una qualsiasi delle tre aree visive.

Le variazioni durature hanno la costante caratteristica di essere in relazione diretta con la modificazione del livello luminoso per neuroni appartenenti all'area 17 (fig. 1) e di essere in relazione inversa con le modificazioni del livello luminoso per neuroni delle aree visive 18 e 19 (fig. 2).

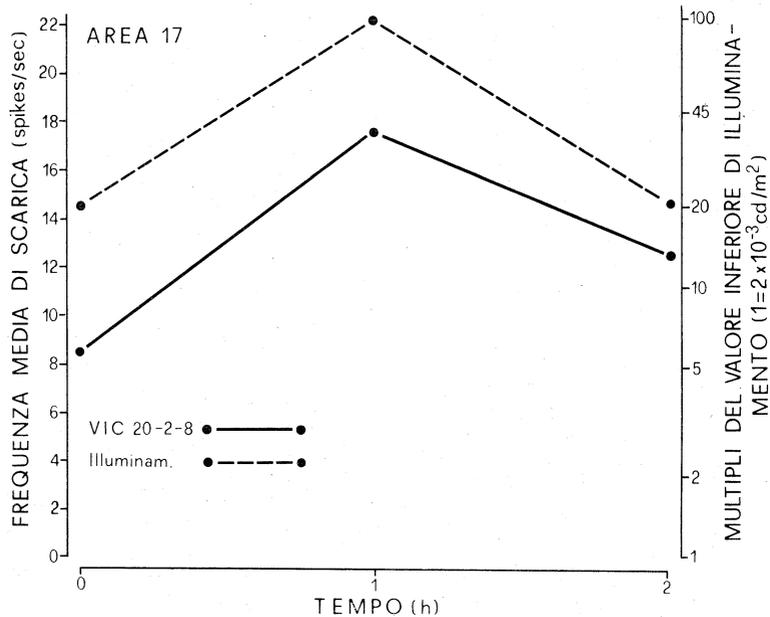


Fig. 1. - Variazioni della frequenza media di scarica di una unità neuronica isolata nell'area striata (area 17) della corteccia visiva di Gatto.

Sull'asse delle ascisse è riportato in ore il tempo reale delle osservazioni. Sull'asse delle ordinate a sinistra, è indicata la frequenza media di scarica del neurone. Sull'asse delle ordinate, a destra, sono riportati su scala logaritmica i multipli del valore inferiore di illuminamento prescelto; il livello eguale ad 1 corrisponde a $2 \cdot 10^{-3} \text{ cd/m}^2$. Nel grafico pertanto, i livelli luminosi presentati al Gatto sono stati pari a $4 \cdot 10^{-2}$ e $2 \cdot 10^{-1} \text{ cd/m}^2$. Si noti come al crescere dell'illuminamento (linea tratteggiata) si osservi un aumento della frequenza media di scarica (linea continua) e come al diminuire del livello luminoso vi sia un concorrente abbassamento dell'attività unitaria.

Inoltre, le maggiori variazioni percentuali della frequenza di scarica si sono ottenute quando si variava il livello di adattamento da $4 \cdot 10^{-2}$ a $9 \cdot 10^{-2} \text{ cd/m}^2$ per neuroni dell'area striata e da $9 \cdot 10^{-2}$ a $4 \cdot 10^{-2} \text{ cd/m}^2$ per neuroni dell'area parastriata e di quella peristriata.

La costanza dell'andamento descritto dimostra ancora che, nell'ambito di un'area della corteccia visiva, neuroni appartenenti a strati diversi rispondono allo stesso modo alle variazioni del livello di illuminamento ambientale.

Le modificazioni della frequenza media di scarica indotte dall'aumento ovvero dalla diminuzione del livello luminoso non sembrano dipendere dal tipo di organizzazione funzionale del campo recettivo del neurone in esame (ON, OFF, sensibile a stimoli stazionari ovvero a stimoli in moto). Infine, non abbiamo rilevato evidente correlazione tra ritmo elettroencefalografico

e variazione della frequenza media di scarica allorchè si procedeva ad innalzare ovvero a diminuire il livello di illuminamento ambientale.

È stata eseguita inoltre una preliminare analisi quantitativa dei dati ottenuti. In particolare oltre alla frequenza media di scarica, si è provveduto alla raccolta di un altro parametro statistico, cioè il valore modale degli intervalli *interspikes*, ricavato, per ciascun campione di attività unitaria registrata

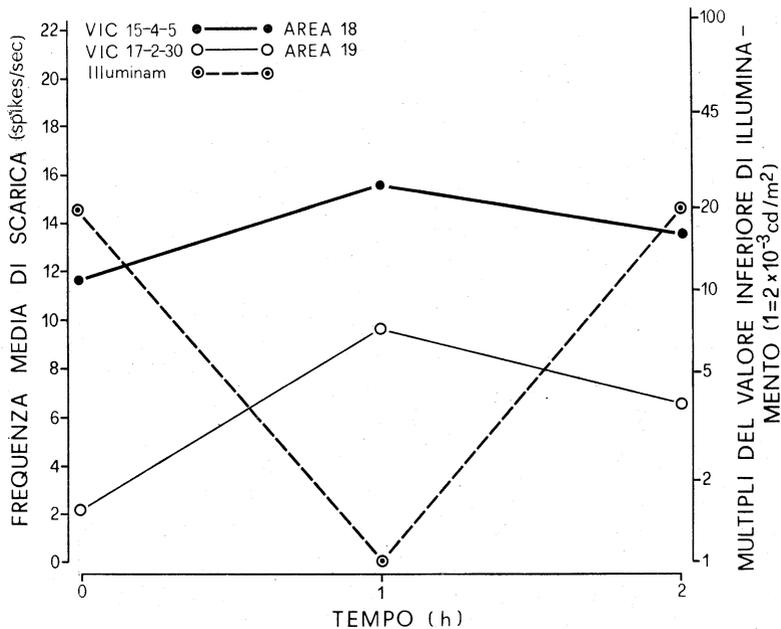


Fig. 2. - Modificazioni della frequenza media di scarica di due unità isolate nell'area parastriata (area 18) ed in quella peristriata (area 19) della corteccia visiva di Gatto.

Leggenda come nella fig. 1. In questo grafico i livelli luminosi presentati al Gatto sono stati pari a $4 \cdot 10^{-2}$ e $2 \cdot 10^{-3}$ cd/m^2 . Si noti come al decrescere dell'illuminamento (linea tratteggiata) si accompagni un aumento della frequenza media di scarica (linee continue) e come al crescere del livello luminoso si associi una diminuzione del valore medio della scarica neuronica.

durante diversi livelli di illuminamento ambientale, dagli istogrammi d'intervallo. Tale misura è stata determinata solo per le registrazioni che mostravano variazioni di lunga durata, mentre essa non è stata possibile per le registrazioni che mettevano in evidenza variazioni transitorie, le quali sono caratterizzate, per il breve tempo in cui si manifestavano, da grande variabilità della frequenza di scarica. Eccezion fatta per qualche caso, il valore modale di campionamenti di intervalli *interspikes*, ottenuti in condizioni di diversi livelli luminosi, non ha subito modificazioni di rilievo, tale risultato essendo stato ottenuto per l'intera popolazione neuronica.

Considerati globalmente, i risultati ottenuti hanno mostrato che, tra i quattro diversi illuminamenti ambientali utilizzati nella presente ricerca, il livello di adattamento più idoneo è risultato quello di $9 \cdot 10^{-2}$ cd/m^2 per neuroni dell'area 17 e di $4 \cdot 10^{-2}$ cd/m^2 per neuroni delle aree 18 e 19. La costanza dei

risultati è verosimilmente da mettersi in rapporto con i bassi livelli di illuminamento utilizzati durante la sperimentazione; tale interpretazione trova sostegno in recenti osservazioni (Barlow e Levick [7], Sakmann e Creutzfeldt [8]) secondo le quali l'impiego di livelli luminosi elevati è responsabile di risposte incostanti da parte delle cellule gangliari della retina.

Infine, poichè i risultati ottenuti nella presente indagine hanno mostrato che la moda degli intervalli *interspikes* non subisce rilevanti modificazioni per effetto di diversi livelli luminosi, ci sembra di poter ritenere verosimile che le variazioni della frequenza media di scarica osservate non dipendano da un modificato modello di scarica del neurone corticale, ma piuttosto da un processo originatosi a livelli precorticali.

BIBLIOGRAFIA

- [1] R. OTSUKA e R. HASSLER, « Arch. Psychiat. Z. ges. Neurol. », 203, 212 (1962).
- [2] F. SANIDES e J. HOFFMANN, « J. Hirnforsch. », 11, 79 (1969).
- [3] G. F. POGGIO, F. H. BAKER, Y. LAMARRE e E. RIVA SANSEVERINO, « J. Neurophysiol. », 32, 892 (1969).
- [4] E. RIVA SANSEVERINO, F. H. BAKER, Y. LAMARRE e G. F. POGGIO, « Boll. Soc. ital. Biol. sper. », 45, 44 (1969).
- [5] E. RIVA SANSEVERINO, P. CERVELLATI e L. F. AGNATI, « Arch. Sci. Biol. », 54, 57 (1970).
- [6] R. W. RODIECK, J. D. PETIGREW, P. O. BISHOP e T. NIKARA, « Vision Res. », 7, 107 (1967).
- [7] H. B. BARLOW e W. R. LEVICK, « J. Physiol. », 202, 699 (1969).
- [8] B. SAKMANN e O. D. CREUTZFELDT, « Pflügers Arch. », 313, 168 (1969).