

INSTITUTO DE CARDIOLOGIA

Patrones de descarga de neuronas registradas en la región respiratoria del bulbo de la rata

Por los Dres.:

M. GARCIA,* O. S. SERGUEIEV**

Garcia. M. et al. *Patrones de descarga de neuronas registradas en la región respiratoria del bulbo de la rata.* Rev Cub Med 14: 3, 1975.

Se obtuvieron datos para establecer algún tipo de clasificación de las neuronas respiratorias del bulbo mediante registro de la actividad eléctrica extraocular con microelectrodo de cristal en el tallo cerebral de la rata narcotizada. Se hicieron sondeos sistemáticos en la región del *obex* 2 mm en dirección rostro-caudal del mismo y a todo lo ancho de la médula oblongada. Se analizaron 11R neuronas, de las cuales 45 eran reticulares (sus descargas no coincidían con alguna fase del ciclo respiratorio) y 73 respiratorias (sus descargas coincidían exactamente con determinada fase del ciclo). Se clasificaron los siguientes tipos de neuronas: inspiratorias y espiratorias completas, y transitorias o de interfase. Se considera que la población respiratoria en la rata guarda la misma relación que en los mamíferos superiores (población inspiratoria predominantemente rostral y espiratoria caudal a *obex*) y hacia las regiones laterales.

Las cuestiones de la regulación respiratoria ocupan uno de los lugares más importantes de la fisiología teórica aplicada y clínica (Salmoiraghi,

Burns,²³ M. V. Sergueievsky,^{25,26} Katz, Horres Shanon et al.²⁷ y otros).

Entre los diversos mecanismos reguladores, se le presta especial atención al mecanismo central que regula la respiración, localizado, según criterio de la gran mayoría de los investigadores, en el bulbo.

El conjunto de neuronas que compone el centro respiratorio y del cual nace el ritmo respiratorio incluye, a su vez, gran diversidad de neuronas de diferentes valores funcionales.

El registro de la actividad de estas células y su identificación fue posible debido a la utilización de la técnica de registro extracelular con microelectrodo de cristal, que permite recoger la actividad aislada de las células nerviosas.

Los primeros intentos para localizar las neuronas respiratorias activas mediante el registro directo mostraron que las llamadas neuronas inspiratorias cuyas descargas coinciden con la fase de inspiración están situadas en la región del bulbo delante de *obex* y las espiratorias detrás (Acharde Bucher,¹ Amoroso et al.³, Batsel,⁴ Woldring Dirken).³¹

*Departamento de fisiología. CNICM. Habana, Cuba

** Departamento de fisiología. Instituto de Cardiología, 17 y A. Vedado. Habana, Cuba

Complementario a esto, fue establecido que la gran mayoría de las neuropiratorias están localizadas en la llamada formación reticular lateral del bulbo, al mismo tiempo que en su zona medial se encontraron neuronas que descargan con ritmo continuo. L. SH. Gabdrakhmanov,¹⁶ I. A. Keder-Slepanova y A. N. Chctayev¹⁶ opinan que la zona lateral, donde se encuentra un gran número de neuronas respiratorias activas, es generadora de ritmo, pero la zona medial se considera como su sistema que garantiza, facilita e integra los parámetros de las neuronas de la zona lateral.

En el presente trabajo se ha prestado atención al estudio de los distintos tipos de neuronas, haciendo hincapié en las respiratorias, o sea, en aquellas células nerviosas de la formación reticular del bulbo cuya actividad de salva esta sincronizada con determinada fase del ciclo respiratorio. También se ha tratado de clasificar como sea posible las neuronas que muestran este tipo de motividad, correlacionándolas con las fases respiratorias. El trabajo de este tipo, donde utilizamos la rata como animal experimental, es uno de los primeros, ya que la mayoría de los mismos están hechos en perros o gatos.

MÉTODOS

Se realizaron experimentos agudos en 24 ratas adultas de uno y otro sexo. Se hicieron dos tipos de preparaciones: animales que respiraban espontáneamente por vía natural y animales traqueotomizados a los cuales se les había disecado y ligado complementariamente la arteria carótida de ambos lados. La narcosis fue con uretano en dosis de 1,7 mg por gramo de peso, intraperitoneal. Se hizo traqueotomía con ligadura de las arterias carótidas; la operación de acceso a la médula en la mayoría de los casos se limitó a eliminar la membrana atlantoccipital, en las restantes se eliminó una parte del hueso occipital, se emplearon

medidas para eliminar las pulsaciones del cerebro Baumgarten,⁵ R. M. Meschersky,¹⁸ La actividad eléctrica de las neuronas del bulbo se registró con microelectrodos de cristal lenoos con solución C1K 3M, la resistencia de éstos fue de 10-50 MQ; se acoplaba el electrodo a través de un seguidor catódico y después al preamplificador.

Los potenciales se observaban en la pantalla del osciloscopio de dos canales, desde cuya pantalla pasaron a la película. El segundo canal se utilizó para el registro mecánico de los movimientos respiratorios con un transducer de desplazamiento de carbon.

Simultáneamente con el visual, se realizó el control sonoro, lo que permitió tomar e identificar las descargas rítmicas de las neuronas que se estudiaron.

La búsqueda de las células respiratorias activas se realizó después de la preparación estereotaxica previa. Antes de la penetración del microelectrodo, este se colocó en relación con un punto de referencia conocido, de tal forma que el punto inicial de registro fuera obex. El estudio de la médula oblonga se realizó en los puntos situados en posición superior e inferior a obex y distaron unos de otros 500 micras en el eje sagital y frontal a toda la profundidad del tallo posterior Woltring y Dirken¹ (ver fig. 2).

Nosotros consideramos neuronas respiratorias aquellas cuyas descargas eran sincronicas con una u otra fase del ciclo respiratorio, o aquellas cuya actividad continua se modulaba con alguna fase de respiración, si estas no eran neuronas de salva. Mediante la elaboración del electroneurograma se determinaron:

T — Duración del ciclo respiratorio.
 α — Duración de la inspiración.
 $T-\alpha$ — Duración de la espiración.
 Δ — Tiempo de duración de la salva.
 F — Frecuencia media de descargas (número de *spikes* en salva ν -velo-

unidad del eje de tiempo (película),
en relación, $F = \frac{vn}{\Delta}$

Para una posible elaboración técnica y la comprobación de los datos obtenidos en diferentes objetivos y en distintas condiciones experimentales, se calcularon las magnitudes relativas:

$$\frac{\alpha}{T}; \frac{T \cdot \alpha}{T}; \frac{\Delta}{T} \quad (V. N. Efimov et al.)^{10}$$

Que expresan los parámetros en función del ciclo respiratorio.

El oscilograma registrado y elaborado fue de 118 neuronas.

RESULTADOS

Observaciones generales

La penetración de la punta del microelectrodo a través de las capas aisladas de la médula oblonga en ocasiones se acompaña de oscilaciones ininterumpidas cuya duración fue en límite varios mseg; la amplitud alcanzó el orden de 10-50 mv y tuvieron un carácter bifásico.

Casi siempre estas observaciones se encontraron en capas superficiales y algunas veces se valoraron como resultado de la penetración de la punta del microelectrodo en el cuerpo de las células o en sus dendritas.

Bastante frecuentemente (2 a 5 veces) fue posible, durante una penetración, fijar en la pantalla los spikes sucesivos a potenciales de acción que por su gran duración se consideraron como uno de los tipos de excitación posináptica o sináptica cuyas salvas se podían observar durante unos cuantos segundos.

Las unidades activas de salvas se podían delimitar exactamente a partir de la profundidad de 1,6-2,2 mm.

Estas neuronas se encontraron por doquier, pero su mayor cantidad se observó en la zona medial de la médula oblonga.

Durante la elaboración del oscilograma de tales neuronas, nosotros utilizamos solamente un parámetro: —frecuencia media de descarga, ya que estas neuronas tenían descargas continuas y frecuentes, prolongadas durante todo el período mientras la punta del microelectrodo se encontraba cerca de la célula sin lesionarla como resultado de la penetración. Como regla, la amplitud de los spikes de tales células alcanzó un gran valor. De los datos técnicos del registro suponemos que las dimensiones de tales células es muy grande. Es sabido que fundamentalmente en la formación reticular hay tales neuronas gigantes.

Del total, fue registrado por nosotros la actividad de impulso de 4-5 de tales neuronas. Tomamos 3 grupos de ellas: I grupo se caracterizó por la velocidad de impulso relativamente lenta en promedio de 5 impulsos/seg; II grupo de neuronas tuvo un nivel medio de impulsos de 14 impulsos/seg; el III grupo mostró una más elevada de 27 impulsos/seg. El cuadro I, da una idea de los parámetros de las neuronas respiratorias y reticulares. Por el momento no fue posible establecer donde están localizados exactamente los tipos distintos de neuronas reticulares y si desempeñan o no alguna función en relación con los impulsos de las neuronas respiratorias.

En la fig. 1 se observa el electroneurograma de tales neuronas.

Se ve perfectamente que los spikes están distribuidos notablemente durante ambas fases del ciclo respiratorio. La frecuencia de estas neuronas es de 8 y 39 imp/seg.

Neuronas respiratorias

En esta comunicación nos limitamos a describir 73 neuronas respiratorias. Nosotros calculamos la posibilidad de subdividir estas neuronas en cuatro grupos iguales cuantitativamente: inspiratorias, espiratorias, inspiratorio-espiratorias y espiratorio-inspiratorias.

CUADRO 1

ALGUNOS PARAMETROS REGISTRADOS DE LAS NEURONAS ESTUDIADAS ($M \pm m$)

Parámetros tipos de neuronas	$\frac{a}{T}$	$\frac{T-a}{T}$	$\frac{\Lambda}{T}$	Número de spikes en salva	Frecuencia media de descarga	Número de neuronas
Inspiratorias	0,56 $\pm 0,02$	0,44 $\pm 0,02$	0,58 $\pm 0,03$	21,1 $\pm 2,13$	25,4 $\pm 1,86$	32
Espiratorias	0,52 $\pm 0,03$	0,48 $\pm 0,03$	0,65 $\pm 0,04$	27,5 $\pm 4,38$	32,1 $\pm 4,26$	17
Inspiratorio —espiratorias	0,57 $\pm 0,03$	0,43 $\pm 0,03$	0,48 $\pm 0,05$	10,6 $\pm 1,08$	22,18 $\pm 4,59$	12
Espiratorio —inspiratorias	0,48 $\pm 0,01$	0,52 $\pm 0,01$	0,72 $\pm 0,06$	17, $\pm 3,03$	27,3 $\pm 3,25$	12
Reticulares	I 0,48 $\pm 0,01$	0,52 $\pm 0,01$	—	—	5 $\pm 0,22$	19
	II 0,51 $\pm 0,01$	0,49 $\pm 0,01$	—	—	14 $\pm 0,51$	17
	III 0,50 $\pm 0,03$	0,50 $\pm 0,03$	—	—	27 $\pm 0,91$	9

Total: 118

Ubicación de las neuronas respiratorias.

El hallazgo más frecuente de neuronas respiratorias se pudo observar en las regiones de la formación reticular situadas rostral y caudal a *obex* y un poco lateral de la línea media.

Si los limitamos a una pequeña área de sondeo en dirección rostro-caudal (2 mm superior a *obex* y 2 mm inferior) podemos notar que se encontraron neuronas respiratorias más frecuentemente en la región 1 mm superior e inferior a *obex*, aunque también se podían encontrar por todas las regiones adyacentes.

Se produce en efecto de que las neuronas respiratorias simulan una columna alargada que tiene relativamente poca medida de diámetro, se extiende desde -2 hasta + 2 mm y tiene la posibilidad de difundirse superior e inferiormente. La profundidad de la localización de las células respiratorias nerviosas en las zonas investigadas fue de 1,6 - 2,2 mm desde la superficie dorsal, sin embargo, entre ellas aparecieron unidades que si se difundían en la superficie de la estructura a una profundidad de aproximadamente 0,6 mm.

Esta región se encuentra situada en 0,5 mm en dirección medio-lateral (ver figura 2).

Otra zona donde encontramos gran cantidad de neuronas respiratorias (aprox. % del total) esta situada en un área comprendida entre 0,5-1 mm rostral a *obex* y 1,35-1,65 mm lateral a la línea media, a la misma profundidad que se señala para los otros grupos anteriormente relacionados.

Se nota que las neuronas inspiratorias tienden a distribuirse rostral a *obex* o a su nivel, al mismo tiempo que las neuronas de poblaciones opuestas se distribuían más caudal. Representantes de ambas poblaciones se encontraron igualmente en la región *obex*, formando como una zona mezclada.

Es necesario señalar que algunas veces fue posible registrar simultáneamente algunos miembros activos de poblaciones inspiratorias o espiratorias, lo que muestra relativamente que las neuronas respiratorias se encuentran en grupos. Además, dado el caso de encontrar unidades aisladas del tipo inspiratorio entonces los cambios insignificantes de la posición de la punta del microelectrodo se acompañaba con la revelación de otra unidad de actividad de salva también de la misma población, pero con otros parámetros de impulso. Por último, la utilización del microelectrodo con poca resistencia (cerca de 10MQ) confirma la localización en grupos de las neuronas, lo que se expresa por el aumento de ruido que acompaña el ritmo de la inspiración o la espiración cuando el microelectrodo se encuentra a una profundidad de 1,6 mm. En algunos casos, el registro de neuronas rítmicas con interferencia de ruido en la misma fase respiratoria expresa que la punta del microelectrodo se encuentra en las cercanías de las vías nerviosas activas en esa fase de la respiración.

Tipos de neuronas respiratorias

Mediante la agrupación de la actividad inicial de las neuronas de salva estudiadas, fueron utilizadas, como criterio fundamental, dos indicios principales: la sincronización de la salva con un lugar determinado del ciclo respiratorio y la configuración de la salva. Estos dos signos son parámetros constantes de la actividad de las neuronas respiratorias, las cuales permanecen invariables incluso después de grandes oscilaciones de la profundidad y frecuencia de los movimientos respiratorios. Por este indicio pudimos subdividir las neuronas respiratorias descritas en tres tipos: inspiratorias, espiratorias e interfásicas. Sin embargo, esto no excluye en lo absoluto que en los grupos de inspiratorias y espi-

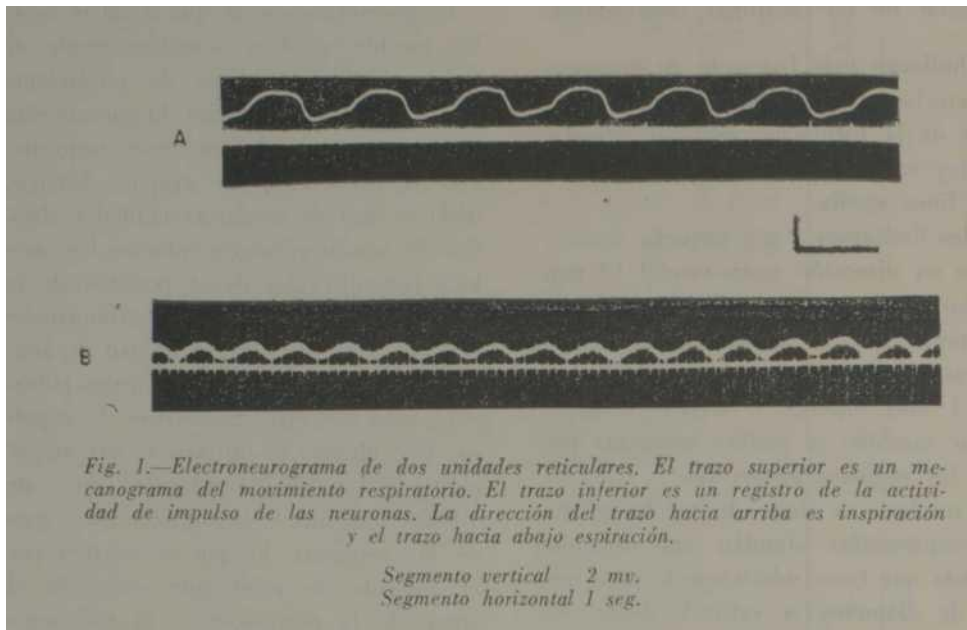


Fig. 1.—Electroneurograma de dos unidades reticulares. El trazo superior es un mecanograma del movimiento respiratorio. El trazo inferior es un registro de la actividad de impulso de las neuronas. La dirección del trazo hacia arriba es inspiración y el trazo hacia abajo espiración.

*Segmento vertical 2 mv.
Segmento horizontal 1 seg.*

ratorias haya subtipos. Nos fue posible hallar unidades tempranas y tardías de una u otra población en cuyas características nos detendremos en otro trabajo. El cuadro I da una idea sobre algunos parámetros más fundamentales de actividad de célula nerviosa respiratoria de salva. En tabla se incluyen datos relativos y promedio de la duración de las fases del ciclo respiratorio y de la duración de la salva.

No es difícil notar la ausencia de diferencias estadísticas, si se compara la duración de la salva entre todos los grupos, con excepción de tres casos: uno, entre inspiratorias y espiratorio-inspiratorias; segundo, inspiratorio-espiratorias y espiratorio-inspiratorias, y tercero, espiratorias e inspiratorio-espiratorias ($P < 0.05$. $P < 0,01$ y $P < 0.01$).

El número de spikes en salva para cada neurona fue relativamente constante (oscilando 4 en uno u otro sentido). Sin embargo, tuvo diferencias entre las neuronas de un mismo grupo.

Es mejor cantidad de spikes en salva fue encontrado en las neuronas espiratorias, el

número mínimo de *spikes* en salva fue encontrado en neuronas inspiratorio-espiratorias.

Se señala como hecho curioso que los valores de *spikes* en salva inmediatamente inferiores a los de las neuronas espiratorias fue el de las inspiratorias y los valores inmediatamente superiores a las inspiratorio-espiratorias lo obtuvieron las espiratorio-inspiratorias.

En relación con este parámetro (*spikes* en salva), se encontraron diferencias estadísticas entre las neuronas inspiratorias e inspiratorio-espiratorias por un lado y, por otra parte, se encontró diferencia entre las últimas y espiratorias ($P < 0,01$).

En cuanto a la frecuencia media de impulsos, los miembros de la población espiratoria obtuvieron los valores más altos.

Es de notar el hecho de que este parámetro no tuvo diferencias estadísticas en ninguno de los grupos respiratorios.

Cuando se comparó este parámetro entre las neuronas respiratorias y las reti-

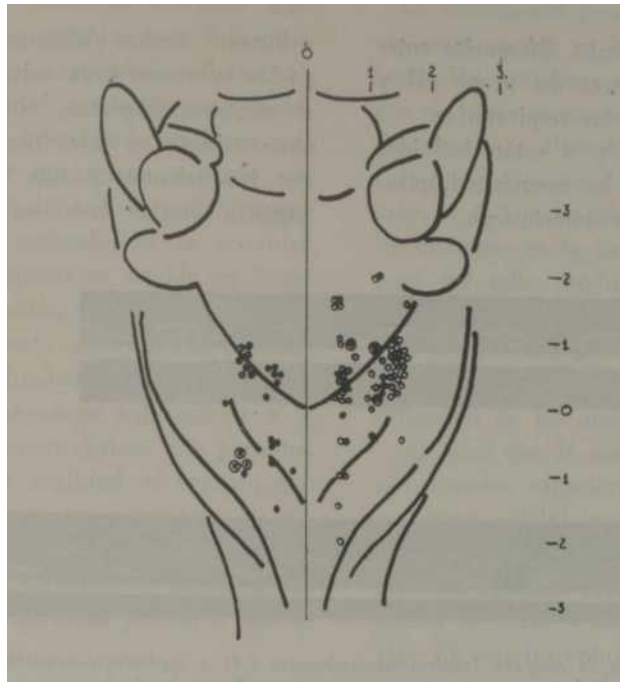


Fig. 2.—Esquema de la ubicación de las neuronas respiratorias del tallo cerebral posterior de la rata.

- O — Inspiratorias
- # — Espiratorias
- — F), transiciones.

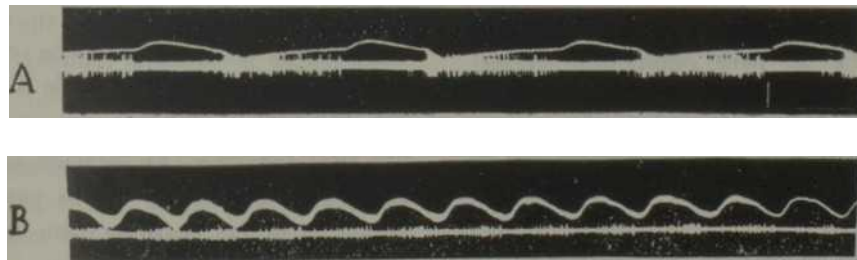
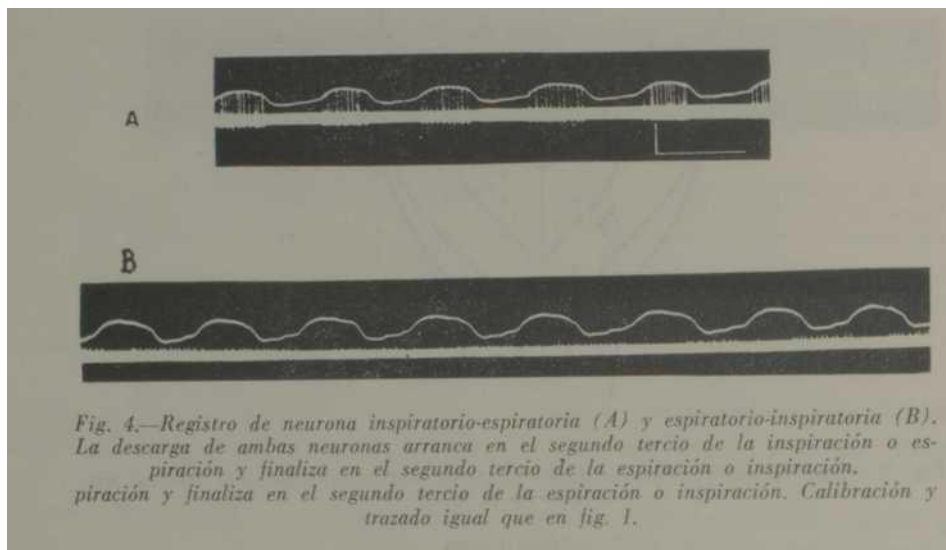


Fig. 3.—Patrones de registro de una neurona inspiratoria (A) y espiratoria (B). Se ve claramente que la descarga de la neurona A arranca un instante antes del comienzo de la inspiración y termina un poco antes de la espiración. En el caso B, la descarga arranca antes del comienzo de la espiración y finaliza junto con su terminación.

culares de los grupos I y II hubo diferencias. Sin embargo, no hubo diferencias entre las neuronas reticulares del grupo III y todos los grupos de las respiratorias. En las figuras 3 y 4 están incluidos los neurogramas de las neuronas inspiratorias, espiratorias e interfásicas.

Otras neuronas

Fueron hechas algunas observaciones en las neuronas cuya salva coincidía con el electrocardiograma, sin embargo, las observaciones en tales neuronas nos fueron insuficientes y nos limitamos solamente a



DISCUSION

Segun la determinación de *M. V. Serguievsky*,²⁴ el centro respiratorio es un sector limitado del sistema nervioso central donde ocurre el surgimiento de la actividad respiratoria, y cuya destrucción conduce a un paro respiratorio irreversible.

La cuestión referente a su ubicación se discute desde hace mucho. Nosotros señalamos que la ubicación relativa del centro respiratorio fue establecida con la ayuda de tres métodos fundamentales: transección o ablación, estimulación eléctrica y el registro eléctrico directo de la actividad de impulso o salva de las neuronas respiratorias. Señalamos además que los dos primeros métodos no pueden considerarse suficientemente fieles, ya que, en primer lugar, la transección y la ablación siempre van acompañadas con la destrucción de todo el sistema y la estimulación eléctrica excita no solamente las estructuras con funciones específicas respiratorias, sino aquellas que facilitan o influyen sobre las primeras; en segundo lugar, estos métodos son poco efectivos para el estudio de sistema de neuronas que no están agrupadas en un

núcleo compacto y para el estudio de las que están diseminadas y mezcladas entre sí y con muchos elementos nerviosos que tienen estas funciones. En relación con esto, el registro extracelular de los potenciales de acción de las neuronas tiene una preferencia evidente antes que los métodos restantes, ya que permite tomar la actividad de impulso de las células de la formación reticular con funciones dadas, identificar sus actividades con las fases del ciclo respiratorio, obtener la informa-

ción necesaria sobre los parámetros cuantitativos de los elementos nerviosos activos, observar sus cambios ante influencia farmacológica, su actividad refleja, etc.

*Adrian y Bronk*², mediante estimulaciones de variable intensidad, señalaron que las descargas de una misma neurona responden a la ley del todo o nada, ya que después de la estimulación la actividad de descarga siguiente es estable en forma y amplitud, además, siempre guardan un período de latencia determinado en relación con la estimulación y un patrón característico de descarga subsiguiente a la misma. Estas características nos permiten afirmar que, en realidad, el registro que hemos obtenido de los potenciales de acción son realmente de células nerviosas ya que sus características de descarga son similares a las obtenidas por otros autores por estimulación.

En todos nuestros registros los *spikes* de las neuronas tenían un forma difásica negativa y positiva. Es sabido que la amplitud de los *spikes* es una función de la distancia desde la punta del microelectrodo hasta la neurona activa. La forma de *spikes* positivos y negativos, la magnitud de la amplitud en límites de 1 mv. y más, permiten suponer que el microelectrodo se encontraba en la relación con la neurona, a una distancia de cerca de 50 y 75 micras. Además, la duración de los *spikes* fue de 1,5 mseg, lo que confirma que nuestros registros fueron obtenidos de neuronas. Por los datos de *Katsuki et al.*¹³, la obtención de potenciales de acción de fibras nerviosas aisladas es posible solamente con microelectrodos de líquido que tienen un diámetro de punta menor que 0,2 micras.

Nuestros microelectrodos, sin duda, tenían un diámetro de punta mayor, lo que excluyó la obtención de los potenciales de acción de las fibras nerviosas.

Todas las neuronas registradas fueron encontradas en la región *obex*, es allí donde se proyecta el centro respiratorio.

La localización predominante de neuronas respiratorias en la zona lateral de la formación reticular confirma los hallazgos de otros investigadores. Por ejemplo,

*Baumgarten*⁵, *Bianchi*⁸, *Haber et al.*¹²,
*I. A. Keder-Stepanova et al.*¹⁵, V.S.
*Vasilevsky, A.A Nuridzhanova*¹⁹

encontraron tales neuronas en la formación reticular lateral del tallo cerebral posterior, y *Merrill*¹⁹, registrando más de 1 000 neuronas, las localizó en el así llamado filete nervioso, lateral correspondiente a la localización de los núcleos retroambiguales.

Al igual que la mayoría de los autores mencionados anteriormente, nosotros encontramos células inspiratorias superior y espiratorias inferior a *obex*. Al nivel de *obex* fue posible registrar potenciales de acción de estas y otras células respiratorias. En nuestra opinión, hay algunas evidencias a favor del hecho de la unión de algunas neuronas respiratorias con igual actividad de fase en los distintos grupos (ver parte de los resultados).

Esto también corresponde a los datos obtenidos por *Batsel*⁴ y otros autores.

Es posible que estas pequeñas aglomeraciones formen el filete nervioso encontrado por *Merrill*¹⁹, el cual puede prolongarse hasta la estructura del puente, ya que *Tagaki, Nakayama*²⁹ y posteriormente *Cohen y Wang*⁹ encontraron neuronas respiratorias en el tallo cerebral y *Bertrand y Hugelin*⁷ identificaron los núcleos parabranquiales mediales que se componen de un 95% de neuronas respiratorias

o centro neumotaxico realmente, estuvo en lo cierto *Salmoiraghi*²² estando de acuerdo con *Cohen y Wang*⁹ en que la población de células inspiratorias y espiratorias se extiende en las estructuras reticulares del puente.

*Ondina et al.*²¹ establecieron que las áreas de la médula oblonga mediante cuya estimulación surgen la inspiración y la espiración, están claramente subdivididas en la rata. El centro inspiratorio se encuentra en el tercio superior de la oliva.

Las áreas espiratorias están diseminadas difusamente y situadas dorsal y caudal al centro inspiratorio. Por lo mismo se puede tomar como un hecho estos hallazgos de *Ondina et al.*²¹, ya que ahora es sabido que las localizaciones encontradas mediante la

estimulación eléctrica frecuentemente no corresponden a la ubicación de las neuronas del centro inspiratorio y espiratorio, ya que existe divergencia entre las informaciones obtenidas por estos dos métodos diferentes.

En relación con la característica electrofisiológica de los parámetros de las neuronas respiratorias, notamos que estas dependen fundamentalmente de las particularidades de la preparación preliminar del animal (sustancia anestésica, profundidad de la narcosis, vagotomía, descerebración, drogas, curare, grado de oxigenación, etc.) Por eso nosotros no podemos comparar exactamente

algunos de los parámetros existentes en nuestros registros, pero sería de mucha utilidad tener una idea de la posible variabilidad de los mismos, así por ejemplo, los resultados de V. N. Efimov *et al.*²⁰ (valores en el cuadro II) en comparación con los nuestros fueron los siguientes:

La diferencia que hay en los parámetros es completamente cierta, ya que los resultados en el primer caso fueron obtenidos en gatos y en el otro en ratas.

En lo que concierne a la cantidad de impulsos en salva, es necesario señalar que esta característica no es constante,

CUADRO II

INDICES COMPARATIVOS DE NEURONAS RESPIRATORIAS DE V. N. EFIMOV ET AL Y NUESTROS

Parametros Tipo de neuronas	a	T - a	A
	T	T	T
Inspiratorias	0,49	0,51	0,46
completas	0,56	0,44	0,58
Espiratorias	0,49	0,51	0,49
completas	0,52	0,48	0,65
Inspiratorio	0,49	0,51	0,55
espiratorias	0,57	0,43	0,48
Espiratorio-	0,45	0,55	0,70
inspiratorias	0,48	0,52	0,72
Cifra superior gato	Cifra inferior rata		

por ejemplo, Nesland *et al.*²⁰ encontraron en unos experimentos un predominio de la cantidad de *spikes* en las neuronas espiratorias y en otros en las inspiratorias. E. I. Soshnikov²⁸ encontró que en los animales con anestesia de nembutal la cantidad de

spikes en salva se diferencia menos (en un 4%) que sin narcosis (curare 33%).

La ausencia de diferencia en este parámetro casi en todas las variantes de comparación entre nuestras neuronas no se encuentra en contradicción con otros

investigadores. Este se refiere a la frecuencia media de la descarga en salva, por ejemplo, en los estudios de *Soshnikov*^{2S} y nuestros la frecuencia media de las descargas en las neuronas espiratorias fue mayor que en las inspiratorias, pero en los estudios de *Nesland et al.*²⁰ fue al contrario.

En lo que se refiere a las neuronas reticulares, algunas de estas están en completo acuerdo con muchos investigadores, quienes relacionan los grupos de neuronas reticulares en las así llamadas interneuronas, las cuales desempeñan una función fundamental. *E. I. Soshnikov*,^{2S} por ejemplo las nombra directamente neuronas reticulares del centro respiratorio.

Estas neuronas, llamadas reticulares de la región del centro respiratorio, que no descargan en el ritmo respiratorio, cambian la correlatividad mutua de sus flujos de impulsos en las fases de la respiración y tienen la capacidad de cambiar su ritmo de descarga bajo diferentes influencias en el aparato respiratorio. Esta forma colectiva de la participación de ellas en la respiración, por lo visto, refleja cambios periódicos de la estructura de algunos conjuntos del centro respiratorio, determinando las oscilaciones de su excitabilidad (*A. B. Kogan et al.*¹⁷).

Estas neuronas se encuentran en todos los lugares, sin embargo, todas no tienen una participación fundamental en la generación del ritmo respiratorio.

Se supone que las células reticulares de la zona medial del centro respiratorio forman un sistema de neuronas que dirige el sistema de las neuronas respiratorias de la formación lateral reticular (*I. A. Keder Stepanova, A. N. Chetayev*¹⁶, *R. SH. Gabdrakhmanov*¹¹).

Ultimamente esta hipótesis obtuvo una confirmación suficiente en los experimentos con la utilización de sustancias farmacológicas introducidas en inyecciones e ionoforesis en ambas zonas del centro respiratorio.

Esta establecido que la aplicación de esta acción en la zona medial siempre va acompañada de una reacción expresada por parte de las neuronas respiratorias más que en la zona lateral y de esta forma se han hecho las conclusiones sobre la participación de la zona medial de la médula oblonga en la forma del ritmo de las neuronas de la región lateral del centro respiratorio (*R. Sh. Gabdrakhmanov*¹¹).

Con estudios posteriores es posible aclarar exitosamente la función final en el original del ritmo respiratorio.

CONCLUSIONES

- 1 —En la zona respiratoria de la médula oblonga las neuronas encontradas tienen relación con las fases del ciclo respiratorio y con las neuronas que no son de salva.
2. —Las neuronas respiratorias están localizadas en la región *obex*: inspiratorias predominantemente rostral y espiratorias en zona caudal, no excluyendo que las neuronas con iguales fases y relaciones de distribución se encuentran en pequeños grupos.
- 3 — La singularidad de la disposición de las neuronas respiratorias sugiere que ellas forman una estructura especial situada en la formación reticular lateral del tallo cerebral.
4. —En la ubicación de la salva en el ciclo respiratorio y su configuración se separan tres tipos de neuronas de salva: inspiratorias, espiratorias y transitorias; además fueron encontrados diferentes subtipos de estas y otras.
5. —No se excluye que algunas de las neuronas reticulares registradas pueden estar relacionadas con el sistema de neuronas de la formación reticular medial que dirige el proceso de generación del ritmo de las neuronas de la zona lateral.

SUMMARY

Garcia, M. et al. *Patterns of neuronical discharges recorded in the respiratory area of the rat bulb.* Rev. Cub. Med. 14: 3, 1975.

Data for establishing a classification of the respiratory neurons of the bulb were obtained by recording extracellular electric activity with a glass microelectrode implanted in the brain stem of narcotized rats. Systematic probings were carried out in the obex region. 2 mm away in rostral caudal direction of the same and in the whole medulla oblongata. 118 neurons were analyzed; 45 of them were reticular (their discharges did not coincide with any phase of the respiratory cycle) and 73, respiratory (their discharges exactly coincided with a determined phase of the cycle). The following types were obtained: complete inspiratory and expiratory, and transient or interphasic neurons. It is suggested that rat respiratory neurons have the same relation as in superior mammalia (predominantly rostral inspirator) neurons and caudal expiratory neurons located toward obex and lateral regions).

RESUME

Garcia, M. et. al. *Patrons de decharge des neurones enregistres dans la region respiratoire du bulbe du rat.* Rev. Cub. Med. 14 : 3, 1975.

On a obtenu des donnees pour etabli une classification des neurones respiratoires du bulbe, par enregistrement de l'activite electrique extracellulaire avec microelectrode en verre dans la tige encephalique du rat narcotisee. On a fait des sondages systematiques dans la region de l'obex, 2 mm vers la direction rostro-caudale de celle-ci, ainsi que tout le long de la moelle oblongue. On a analyse 118 neurones dont 45 etaient reticulaires (leurs decharges ne coïncident avec aucune phase du cycle respiratoire) et 73 respiratoires (leurs decharges coïncident exactement avec une phase determinee du cycle).

On a classifie les suivants types de neurones: inspiratoires et expiratoires completes et transitoires ou d'interphase. L'ensemble de neurones respiratoires a la meme relation chez le rat que chez les mammiferes superieures (ensemble inspiratoire a predominance rostral et expiratoire, caudale vers obex) et vers les regions laterales.

РЕЗЮМЕ

Тапима М., һ.ж. *Одпауу паспнноВ НейроХОБ. саперНСТрНпоБаНННх НЗ "jih- xa?ejn>Hofi"* оџнаСН МсороВоро СТВОЈа Крпучу. Rev cub Med. 14:3,1975.

ИОСпеллСТВМ ВНеКЈеТОННОК перНСТрпайиН 3ЈеКТрКНеСКОфт аКТМВНОСТМ СТ6 - РЈНННННМЈ МЗКр03ЈИ6КТр0џаМН, В нрОџИТОБаТОМ М03ре НарКОТ0и'3Нр0БаННННХ Крпуч оОНарысеНн ииНхаТеји>Нне НейроНН. нрџОЈироБарали М03р б паиоНе обсх СНСТеМаНННеКНН 30НџНр0БаЈИСџ В рОСТрО КаяјјаЈИВНОМ НанпаВЈИ6НННН(2ММ) Н но ВСГК еи'о ниНрКНе .ЈроаНарои3КрпБаНн сјеКТрпиреКан аКТКВНОСТВ 118 Нейро- НОБ НЗ КОТОФНХ 45 ОиУИМ пеТМКјјНННННН Н 73-ЈМХаТејИВНННН (НХ па3рНН СОВ ноаји с онпејјеНННОК фа3ои БухаТејитНоро урауиа). Брбјјгһу сјејјуауКе тн ну јмхаТејиВНух НекроНОБ :МНнипаТопНне,3Кн;ипаТопНте Н непexoјуе. Ус- Т3НОВЈеН0,НТО ННХаТејИВНН НейроННтл паСпеБейННБТЧ В М03р0В0М СТВОЈе Крпуч аНарјорОТКНМ 06па30М, <иТ0 н у Оојее бнчуиХ МЈеКоннТаоии;:х (ННдипаТопНне ВТпе^ајиКСВ поСТрајибНее.а СКсмипаТопНбие-КаянајибНее обсх), јиОКажм3уНСВ В јиаТепајибННх оТБејјах пеииКјјмпНofi \$opwiam<и.

BIBLIOGRAFIA

1. —Achard O., V.M. Bucher. Courants d'action bulbares a rythme respiratoire. *Helv Physiol Acta*, 12: 265, 283, 1954.
2. —Adrian E. D. D. W. Bronk. The discharge of impulses in motor nerve fibre. I. Impulses in single fibre of the phrenic nerve. *J Physiol* 66: 80-101, 1-2, 1928.
3. —Amoroso E.C., et al. Central respiratory spike potentials. *Nature (London)* 167: 603-604, 1951.
4. —Batsel H.L. Some functional properties of bulbar respiratory units. *Exptl Neurol* 11: 341-366, 3, 1965.
5. —Baumgarten R V o n . Koordinationsformen einzelner Ganglienzellen der rhombencephalon Atemzentren. *Pfliig Archiv ges Physiol* 262: 573-594, 6, 1956.
6. —Baumgarten R., Von, u.a. Beitrag zur Lokalisationsfrage bulboreticulares respiratorischer Neurone der Katze. *Pfliig Archiv ges Physiol* 264: 217-227,3, 1957.
7. —Bertrand F., A. Hugelin. Respiratory synchronizing function of nucleus parabrachialis medialis: pneumotaxic mechanisms. *J Neurophysiol* 34: 189-207, 2, 1971.
8. —Bianchi, A.L. Localisation et etude des neurones respiratoires bulbares. Mise en jeu antidromique par stimulation spinale ou vagale. *J Physiol (France)*, 63: 5-40, 1, 1971.
9. —Cohen, M.I., S.C. Wang. Respiratory neuronal activity in pons of the cat. *J Neurophysiol* 22: 33-50, 1, 1959.
10. —Efimov, V.N., et al. The analysis of diversity of burst activity of respiratory neurons. *Biol Nauki No. 6*, 25-29, 1969.
11. —Gabbrakhmanov, R. Sh. The role of the medulla oblongata medial area in rhythmic activity of neurons of the respiratory center. *Sechenov Physiol J of the URSS* 58: 1514-1519, 10, 1972.
12. —Haber, E. et al. Localization spontaneous respiratory neuronal activities in the medulla oblongata of the cat: a new location of the expiratory center. *Am J Physiol* 190: 350-355, 2, 1957.
13. —Katsuki, Y., et al. Electronic responses of auditory neurons in cat to sound stimulation. *J Neurophysiol* 21: 569-588, 6, 1958.
14. —Katz S., A. D. Horres. Medullary respiratory neuron response to pulmonary emboli and pneumothorax. *J Appl Physiol*, 33: 390-396, 3, 1972.
15. —Keder-Stepanova I. A., et al. Interaction between the work of the respiratory neurons of the medulla oblongata. *Biophysica* 11: 123-128, 1, 1966.
16. —Keder-Stepanova I. A., A. N. Chetayev. On the structure of connections between the two zones of the medullary respiratory centre. *Biophysica* 15: 717-722, 4, 1970.
17. —Kogan, A. B., et al. On participation of the bulbar reticular neurons in the organization of the respiratory rhythm. *Sechenov Physiol J of the URSS*. 57: 673-677, 5, 1971.
18. —Meschersky, R. M. Tecnica de microelectrodo en la investigacion. Ed. 1, pp. 191, Medgiz. Moscu, 1960.
19. —Merril, E. G. The lateral respiratory neurones of the medulla: their associations with nucleus ambiguus, nucleus retroambiguus, the spinal accessory nucleus and the spinal cord. *Brain Res* 24: 11-28, 1, 1970.
20. —Nesland, R. S. et al. The graded response to stimulation of medullary respiratory neurons. *Exptl Neurol*, 14: 57-76, 1, 1966.
21. —Ondina D. M., et al. Respiratory centers in albino rat. *Am J Physiol* 198: 389-392, 2, 1960.
22. —Salmoiraghi, G. C. Functional organization of brain stem respiratory neurons. *Ann N Y Acad Sci* 109: 571-582, 1963.
23. —Salmoiraghi, G. C., B. D. Burns. Localization and patterns of discharge of respiratory neurons in brain stem of cat. *J Neurophysiol* 23: 2-13, 1, 1960.
24. —Serguievsky, M. V. Centro respiratorio de mamiferos y regulacion de su actividad. Ed. 1. Medgiz., 1950.
25. —Serguievsky, M. V. Sobre la regulacion de la respiracion, 124-127. Preceding: Cuestiones sobre la fisiologia y patologia de la respiracion. Kuibishev, 1968.
26. —Serguievsky, M. V. Peculiarities of regulation of normal breathing and breathing in altered milieu. *Sechenov Physiol J* 57: 1780-1787, 12, 1971.
27. —Shannon R., et al. First breath response of medullary inspiratory neurons to mechanical loading of inspiration. *Respirat Physiol* 16: 70-79, 1, 1972.
28. —Soshnikov, E. I. Sobre las cuestiones de la organizacion funcional del centro respiratorio, p. p. 22. Tesis de Candidato de Ciencias Medicas. Moscu, 1971.
29. —Tagaki K. T. Nakayama. Respiratory discharge of the pons. *Science* 128: 1206, 1958.
30. —Vasilevsky, V. S., A. A. Nuridzhanova. On functional characteristic of respiratory neurons of medulla. *Ukr Physiol J* 15: 300-309, 3, 1969.
31. —t'oldring S., M. N. J. Dirken. Site and extension of bulbar respiratory centre. *J Neurophysiol*, 14: 227-241, 1951.