

NUCLEOS Y CONEXIONES CENTRALES DEL NERVI FACIAL DE *Salmo irideus* Gibb.

Por
ARSENIO FERNANDEZ LOPEZ

y
RAMON ANADON ALVAREZ

Departamento Interfacultativo de Morfología Microscópica.
Universidad de Oviedo.

RESUMEN

Se estudian en este trabajo los núcleos y raíces del nervio facial de *Salmo irideus* Gibb. El núcleo sensitivo forma una columna continua con los del glosofaríngeo y vago. El núcleo motor se subdivide en dos grupos, anterior y posterior con componentes dorsal y ventral cada uno. Se describe la citoarquitectura y conexiones de estos núcleos.

SUMMARY

Central nuclei and connections of nervus facialis of *Salmo irideus* Gibb. are studied in this work. The sensory nucleus forms a continuous column with those of the glosopharyngeus and vagus nerves. The motor nucleus has two portions, rostral and caudal. Both are divided in dorsal and ventral components. The citoarchitecture and connections of this nuclei are described.

INTRODUCCION

La estructura del rombencéfalo de teleósteos ha sido estudiada por numerosos autores. La mayor parte de las especies investigadas pertenecen a familias que presentan hipertrofias en alguno de los componentes sensitivos del rombencéfalo, bien centros gustativos, centros de la línea lateral o bien centros táctiles bulbares. Poca atención han merecido especies de características mas generalizadas. Acerca de los núcleos del nervio facial, si hacemos excepción de B. HALLER (1898), TELLO (1909), KAPPERS (1906) y BLACK (1917), los demás trabajos se han realizado en especies que presentan lóbulos faciales o vagales muy desarrollados (HERRICK, 1901; OLMSTED, 1920; ITO, 1971; LUITEN, 1975; FINGER, 1976; LUITEN y VAN DER PERS, 1977).

B. HALLER (1898) se debate entre el reticularismo y el neuronismo, y muchos de sus resultados son poco fiables, no diferenciando la naturaleza de las

prolongaciones neuronales ni el carácter aferente o eferente de las diversas raíces, aparte de describir muchas falsas raíces. Sus resultados están claramente sobrepasados a la luz de los conocimientos actuales. TELLO (1909) ha investigado individuos muy jóvenes de *Salmo fario*, por lo que tampoco es representativo del animal adulto, siendo con HALLER y VAN GEUCHTEN (1894) los únicos autores de los que tenemos referencia que hayan trabajado sobre el nervio facial en el género *Salmo*. Por ello intentamos estudiar lo más exactamente posible los componentes centrales y sus relaciones en una especie que pertenece a una familia primitiva en el polimorfo grupo de los teleósteos y que no presenta hipertrofias en su rombencéfalo.

MATERIAL Y METODOS

Para la elaboración de este trabajo se procesaron cuatro encéfalos de truchas de un año de edad aproximadamente. La longitud de éstas variaba entre veinte y veinticuatro centímetros de cabeza a cola. También se utilizaron dos alevines de dos centímetros y medio de longitud. Todas las series fueron cortadas transversalmente y las técnicas de tinción empleadas fueron las siguientes: Dos de los encéfalos de adulto fueron teñidos con violeta de cresilo según el método descrito por MARTOJA (1970), previa fijación por perfusión con formol al 10 %. Las secciones fueron hechas con un grosor de quince micras en ambos encéfalos. Uno de los alevines fue fijado en formol al 10 % por inmersión y cortado en secciones de diez micras, siendo después teñido de la misma manera que los anteriores. El otro alevín y uno de los encéfalos adultos se procesaron utilizando el método del nitrato de plata reducido de CAJAL, empleando como fijador alcohol amoniacal (GABE, 1968). El encéfalo adulto restante también fue procesado con el mismo método, pero utilizando la variante del hidrato de cloral (GABE, 1968). Todas estas series se cortaron con un espesor de quince micras.

RESULTADOS

El nervio facial de la trucha ingresa en el bulbo raquídeo como dos componentes independientes, uno sensitivo y otro motor. El componente sensitivo está formado por un único grupo de fibras, que ingresa en el bulbo entre las raíces dorsal y ventral del nervio lateral anterior. Este fascículo se dirige hacia la región del ventrículo inmediatamente dorsal al surco limitante de HISS (Fig. 1) y allí se hace descendente, formando una prominencia hacia el ventrículo con el mencionado surco como límite medial y el surco intermedio lateral como frontera dorsal. Este grupo de fibras descendentes, junto con las raíces sensitivas de los nervios glossofaríngeo y vago que se unen a él, forma el denominado fascículo solitario.

El fascículo solitario se muestra al principio como un tracto compacto de fibras, y a medida que se hace descendente se afloja y sus fibras van perdiendo

afinidad por las tinciones argénticas. Con el método del nitrato de plata reducido de CAJAL, variante al hidrato de cloral, se diferencian dos tipos de fibras, unas finas y bien teñidas y otras poco impregnadas con un contorno difuso y un aspecto granuloso. El fascículo solitario aumenta su diámetro y se va dorsalizando caudalmente debido a la progresiva desaparición de las crestas cerebelosas. Cuando las láminas alares se unen caudalmente cerrando el IV ventrículo, fibras del tracto solitario de ambos lados se cruzan, formando la comisura ínfima de HALLER.

Núcleo sensitivo

No podemos hablar de un núcleo sensitivo del nervio facial bien definido, ya que los núcleos sensitivos de los nervios facial, glossofaríngeo y vago se disponen como una única columna de células que rodea al fascículo solitario en su porción caudal. El extremo rostral de esta columna comienza aproximadamente a la altura de la raíz sensitiva del nervio glossofaríngeo. En los individuos jóvenes las neuronas que lo forman se disponen alrededor del fascículo solitario como un manto muy grueso de neuroblastos que delimitan medial y dorsalmente el fascículo, separado del ventrículo por el epéndimo (Fig. 2). Además de este manto dorsomedial aparecen neuronas en posición ventrolateral, muchas de las cuales pertenecen al núcleo dorsal (de la línea lateral), poco diferenciado en el joven. También aparecen algunas neuronas dentro del fascículo, aunque más escasas. El manto de neuronas que forma el núcleo sensitivo se continúa medialmente en el joven con un grupo de neuroblastos laterales al fascículo longitudinal medial, origen de los núcleos motores del facial, glossofaríngeo y vago, así como de la sustancia reticular, aunque ya están en parte diferenciados en el joven.

En la trucha adulta el manto dorsomedial aparece más reducido que en el joven, constando de una a varias hileras de células limitadas por los surcos de HISS e intermedio-lateral. Al desaparecer caudalmente la cresta cerebelosa y con ella el surco intermedio-lateral, el núcleo sensitivo ocupa la zona dorsomedial del bulbo. Por otra parte las neuronas situadas entre las fibras del tracto solitario son más numerosas que en la trucha joven. Su contorno es fusiforme o triangular y sus prolongaciones no parecen disponerse en una dirección determinada. Las neuronas que rodean al tracto son piramidales o piriformes por lo general, con un núcleo ovoideo que ocupa la mayor parte del soma. La mayoría de estas neuronas presentan una prolongación hacia el fascículo solitario.

Núcleo motor

El componente motor del nervio facial se inicia en el núcleo motor. Este está formado por dos grupos neuronales, anterior y posterior, situados en la región visceromotora limitada por los surcos de HISS e intermedio-medial. El grupo anterior es caudal a la entrada del nervio vestibular y sus neuronas dan

fibras que salen con la raíz motora del facial. El grupo caudal contiene al menos dos tipos de neuronas, unas que envían sus fibras a la raíz motora del facial y otras cuyos axones forman la raíz motora del nervio glossofaríngeo. En el individuo joven este grupo no se puede diferenciar de la larga columna de neuronas que constituyen el núcleo motor del vago, situadas caudalmente en la misma posición. En la trucha adulta es posible reconocer este núcleo como independiente.

El núcleo rostral del facial tiene una longitud de 800 micras aproximadamente y está formado a su vez por dos subgrupos, dorsal y ventral, no completamente separados, ya que se solapan en algunas ocasiones (Fig. 3). La porción dorsal la forman setenta u ochenta neuronas algo mayores que las de la porción ventral. Su morfología es variable, con somas alargados y a veces redondeados o poligonales. Los tamaños son bastante variables, oscilando entre 10 y 40 micras de ancho por 35 a 70 micras de largo. Su núcleo es ovoideo o redondeado, de 10 a 20 micras de diámetro, y situado en posición central. Presentan un nucleolo de 3 a 4 micras de diámetro. El citoplasma es muy basófilo, con grumos de NISSL distribuidos uniformemente.

El grupo ventral del núcleo motor anterior lo forman ciento sesenta o ciento setenta neuronas con morfología muy variable. Sus dimensiones son menores que las de las neuronas de la porción dorsal (10 a 28 micras por 25 a 43 micras). Sus caracteres son similares a los de las neuronas dorsales. El grupo caudal presenta asimismo dos subgrupos, uno dorsal y otro ventral. En este grupo caudal no hemos podido delimitar las porciones correspondientes al facial y al glossofaríngeo.

Entre las dendritas de las motoneuronas sobresalen las de trayecto ventral y ventrolateral, que establecen contacto con el tracto tecto-espinal directo y con el tracto gustativo secundario ascendente como conexiones más llamativas. Los axones de estas neuronas se dirigen dorsomedialmente acumulándose sobre el fascículo longitudinal medial y siguen en esa posición un trayecto ascendente hasta la altura de las neuronas de MAUTHNER. Se separan entonces del citado fascículo y se dirigen hacia la meninge atravesando la raíz descendente del trigémino para salir a nivel anterior del nervio vestibular, ampliamente separados de la raíz sensitiva. La raíz motora se denomina frecuentemente fascículo geniculado debido al arco que describe. Sus fibras se tiñen bien y poseen una vaina mielínica, diferenciándose perfectamente de las del fascículo longitudinal medial por su calibre claramente inferior. Al atravesar la raíz descendente del trigémino un grupo de fibras del fascículo geniculado parece unirse a éste.

DISCUSION

Los centros sensoriales de los nervios VII, IX y X experimentan en muchos teleosteos hipertrofias que modifican profundamente la organización encontrada en otros vertebrados. Tales hipertrofias se dan en silúridos, mullidos, lífidios y otras familias, alcanzando su mayor grado de diferenciación en los

ciprínidos, muy estudiados por diversos autores. En esta familia los lóbulos vagales alcanzan un alto grado de organización con una estructura de tipo laminar, lo que implica una elevada ordenación espacial de las aferencias sensitivas que alcanzan estos lóbulos, mientras que el lóbulo facial ofrece una estructura menos elaborada. Los centros viscerosensibles de la trucha responden a un tipo mucho más generalizado, con una columna sensitiva del facial, glossofaríngeo y vago de organización similar a la encontrada en pintarroja, rayas o tembladeras (ANADÓN, 1978 en prensa). El límite rostral de la columna sensitiva de la trucha coincide bastante bien con los límites de esta columna en selacios, de modo que podemos considerarlo como un carácter primitivo. Otros caracteres del rombencéfalo de trucha también confirman este patrón generalizado. Esta disposición primitiva no es excepcional en teleósteos, como cabría deducir de los trabajos realizados sobre el particular. Examinando «An Atlas of the Brains of Fishes of Japan» (TUGE, UCHIHASHI y SHIMAMURA, 1968) cabe pensar que por el contrario responde a una condición muy general en los teleósteos, representando las hipertrofias de este sistema sensorial la situación minoritaria.

A pesar de este menor desarrollo de la columna sensitiva se encuentra en la trucha un tracto gustativo secundario ascendente bien caracterizado, aunque de proporciones bastante menores al encontrado en los ciprínidos. Este tracto secundario está sin duda relacionado con los núcleos motores del V, VII, IX y X, lo que se manifiesta por la emigración de las neuronas desde la posición periventricular primitiva acercándose sus somas y dendritas a estos tractos. Si bien en *Ictalurus* (FINGER, 1976) se ha apreciado una subdivisión de este tracto, no es éste el caso de la trucha.

Las relaciones entre los núcleos motores del VII, IX y X son bastante variables según las especies de teleósteos. El núcleo motor caudal del VII se une a los del IX y X en *Tinca* (Ciprinoidea) y platijas (Pleuronectidae) (KAPPERS, 1906). Asimismo puede estar aislado el núcleo del VII y unidos los del IX y X, como en *Silurus* y *Ameiurus*, y por otra parte el núcleo motor del IX unido a algunos elementos del VII puede quedar completamente separado del X como en *Gadus*. En *Lophius* y *Orthogoriscus* los núcleos motores del VII y IX forman un gran complejo independiente de la columna del vago (BLACK, 1917; BURR, 1928; KAPPERS, 1936). TELLO (1909) admite una continuidad de los núcleos motores del VII y IX en la trucha, continuidad que no se manifiesta en nuestros ejemplares adultos y que es debida fundamentalmente al empleo de individuos muy jóvenes.

A pesar de esta variabilidad, en la mayor parte de los teleósteos estudiados la característica más notable es la subdivisión del núcleo motor del facial en dos subnúcleos, uno rostral y otro caudal, estando el caudal unido al grupo del IX y X en la mayoría de los teleósteos (KAPPERS, 1936). Esta división del facial, así como la encontrada a nivel del núcleo motor del trigémino de teleósteos es muy sugestiva. KAPPERS indica que la porción más rostral del núcleo motor del facial puede corresponder a la inervación de la musculatura del esófago y la más caudal

a los músculos relacionados con la respiración como el elevador o abductor del opérculo, señalando que una cosa similar ocurriría en el trigémino, sugiriendo que los núcleos rostrales están relacionados con la alimentación y los caudales con la respiración. LUITEN y VAN DER PERS (1977) en *Cyprinus carpio* consideran en base a sus experiencias que esta división responde más bien a una separación entre los elementos que controlan la expansión y contracción de la cavidad bucal. Lo curioso es que esta separación se da en teleósteos pero no en selacios aunque como se deduce de los estudios de BALLINTJN y HUGHES (1965) los movimientos de la bomba respiratoria de la trucha son esencialmente similares a los de la pintarroja. Como en selacios los núcleos motores del VII, IX y X forman una columna continua (ANADÓN, 1978 en prensa) eso quiere decir que en teleósteos existe una organización más elaborada de ese complejo.

La presencia de una porción ventral del núcleo motor del facial en la trucha y otros teleósteos ha sido atribuida por KAPPERS (1936) a la influencia del tracto gustativo secundario ascendente. En la trucha llegan más dendritas de la porción ventral a este tracto que de la porción dorsal. Son también importantes otras aferencias de estos núcleos desde la sustancia reticular, el hipotálamo y porciones del tálamo, así como núcleos motores del V, VII, IX y X como han demostrado LUITEN y VAN DER PERS (1977) en *Cyprinus* con inyección de peroxidasa. La conexión entre los lóbulos vagales y los núcleos motores del facial parecen realizarse en *Cyprinus* a través del llamado núcleo intermedio del vago, que posiblemente corresponda a alguna parte de la columna sensitiva del facial-vago de la trucha o sustancia reticular asociada ya que no existe en éste. No hemos encontrado por otra parte las dendritas hacia la raíz espinal del V citadas por VAN GEHUCHTEN (1894), que en nuestra opinión pertenecen a neuronas de la sustancia reticular y no al núcleo motor del facial.

La situación caudal del núcleo motor del facial va paralela a la posición caudal de la columna sensitiva respecto de la entrada del facial, condición que también ocurre en los selacios. Esto se relaciona con las estrechas conexiones que ocurren entre estas dos columnas.

El trayecto del fascículo geniculado concuerda bien con las descripciones de TELLO (1909) para la trucha y de KAPPERS y col. (1936) para otros teleósteos. Para KAPPERS (1906) el fascículo geniculado no sería la única raíz del núcleo motor del facial. Encuentra en *Gadus* otras fibras procedentes de este núcleo que se dirigen ventral y lateralmente hasta la raíz descendente del trigémino donde se hacen ascendentes, para sumarse al fascículo geniculado en su salida. TELLO (1909) afirma que un manojo de fibras del facial va a la raíz espinal del trigémino pero se hace descendente para salir con el nervio glosofaríngeo. Nosotros hemos podido observar un grupo de fibras del fascículo geniculado que al atravesar la raíz descendente del trigémino parecen unirse a esta, siguiendo así un trayecto diferente. Estas situaciones mencionadas pueden deberse a un camino erróneo que siguen estas fibras motoras aunque no descartamos que no pertenezcan al

facial motor. Uno de nosotros ha observado en la tembladera (ANADÓN, 1974, 1978) errores de trayecto en la salida del primer nervio eléctrico (componente especializado del facial motor) así como el camino de las fibras del fascículo geniculado (tracto intralobular del trigémino) hacia el trigémino para salir con él, hecho característico de esta especie. Consideramos por todo ello que estos grupos de fibras citados en teleósteos son muy probablemente componentes del facial.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro reconocimiento a los dueños y personal de la piscifactoría de Agüera por las facilidades que se nos dio en todo momento para la obtención del material.

BIBLIOGRAFIA

- ANADÓN, R. (1974).—Núcleos electromotores de la tembladera (*Torpedo marmorata* Risso). Trab. Inst. Cajal Inv. Biol., **66**: 103-131.
- Núcleos y conexiones primarias de los nervios branquiales de *Torpedo marmorata* Risso y otros selacios. Trab. Inst. Cajal Inv. Biol. (en prensa).
- ARIENS KAPPERS, C. (1906).—The structure of the teleostean and selachian brain. J. comp. Neurol., **16**: 1-109.
- ARIENS KAPPERS, C., HUBER, C. y CROSBY, E. (1967).—The comparative anatomy of the nervous system of vertebrates, including man. Vol. I. Ed. Hafner publishing company. New York.
- BALLINTJN, C. & HUGHES, G. (1965).—The muscular basis of the respiratory pumps in the trout. J. exp. Biol., **43**: 349-362.
- BLACK, D. (1917).—The motor nuclei of the cerebral nerves in phylogeny: A study of the phenomena of neurobiotaxis. Part I: Cyclostomi and pisces. J. comp. Neurol., **27**: 467-564.
- BURR, H. (1928).—The central nervous system of *Orthogoriscus mola*. J. comp. Neurol., **45**: 33-127.
- FINGER, E. (1976).—Gustatory pathways in the bullhead catfish. I. Connections of the anterior ganglion». J. comp. Neurol., **165**: 513-526.
- GABE, M. (1968).—Techniques histologiques. Ed. Masson et Cie. Paris.
- HALLER, B. (1898).—Vom Bau des Wirbelthiergehirns. Morphol. Jahrb., **26**: 345-641.
- HERRICK, C. (1901).—The cranial nerves and cutaneous sense organs of the North American siluroid fishes. J. comp. Neurol., **11**: 177-247.
- ITO, H. (1971).—Fine structures of the teleostean vagal lobe. Zeitschr. f. mikro-anat. Forschung **83** Bd: 65-89.
- LUITEN, P. (1975).—The central projections of the trigeminal, facial and anterior lateral line nerves in the carp (*Cyprinus carpio* L.). J. comp. Neurol., **160**: 399-418.
- LUITEN, P. and VAN DER PERS, J. (1977).—The connections of the trigeminal and facial motor nuclei in the brain of the carp (*Cyprinus carpio* L.) as revealed by anterograde and retrograde transport of horseradish peroxidase. J. comp. Neurol. **174** (4): 575-590.
- MARTOJA, R. y MARTOJA-PIERSON, M. (1970).—Técnicas de histología animal. Ed. Toray-Massón, S. A. Barcelona.
- OLMSTED, J. (1920).—The results of cutting the seventh cranial nerve in *Ameiurus nebulosus* (Lesueur). J. Expor. Zool., vol. 31, p. 369.
- TELLO, F. (1909).—Contribución al conocimiento del encéfalo de los teleósteos. Los núcleos bulbares. Trab. d. lab. de invest. biol. univ. de Madrid, vol.7, 1-29.
- TUGE, H., UCHIHASHI, K. and SHIMAMURA, H. (1968).—An atlas of the brains of fishes of Japan. Tsujiki Shokan Pu. Co. Tokyo. 240 págs.
- VAN GEHUCHTEN, A. (1894).—Le système nerveux des téléostéens. La cellule, T. X.

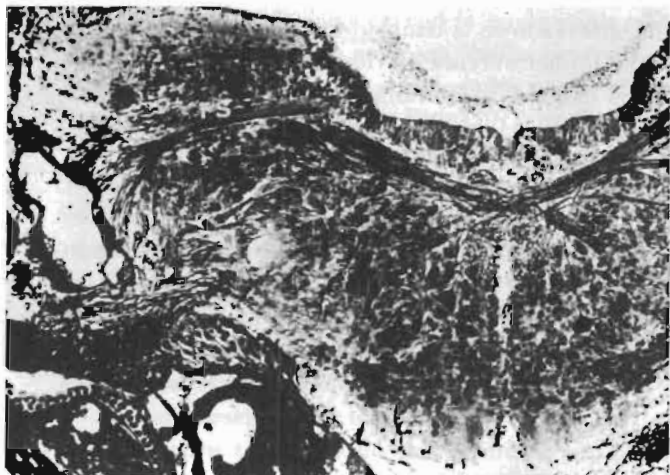


Figura 1
Sección transversal de alevín a nivel de la entrada del nervio vestibular (v). Obsérvese la raíz sensitiva del facial (rs) alcanzando la posición en que va a formar el fascículo solitario. $\times 315$ aumentos. Impregnación argéntica.



Figura 2
Sección transversal de alevín mostrando el fascículo solitario (fs) rodeado de las neuronas que forman su núcleo asociado. Obsérvese el grueso manto dorsolateral que bordea el fascículo. $\times 265$ aumentos. Tinción con violeta de cresilo.

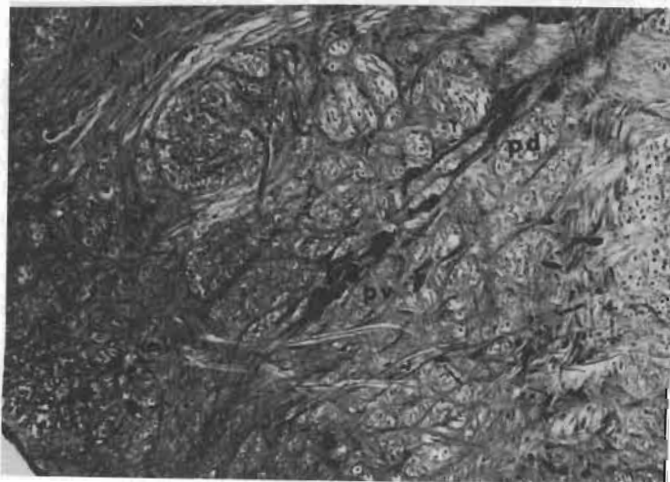


Figura 3
Núcleo motor anterior del facial en trucha adulta mostrando bien diferenciadas la porción dorsal (pd) y ventral (pv). $\times 185$ aumentos. Tinción con violeta de cresilo.