

CONDITORES

† PROF. BASÍLIO FREIRE — † PROF. GERALDINO BRITES — † PROF. MAXIMINO CORREIA

FOLIA ANATOMICA VNIVERSITATIS CONIMBRIGENSIS

MODERADORES

PROF. A. TAVARES DE SOUSA — PROF. HERMÊNIO CARDOSO
PROF. A. SIMÕES DE CARVALHO

INDEX

HERMÊNIO CARDOSO, TOSCANO DE MELO E COLABORADORES — <i>Linfografia Experimental no Canis familiaris</i>	N 1
J. VAQUERO CRESPO — <i>Botones terminales neuróglícos. Nuevo concepto del significado funcional de la relacion neuroglia-neurona</i>	N 2
M. M. PAULA BARBOSA e A. SOUSA PINTO — <i>Estudo das conexões entre as áreas auditivas e visuais do córtex do gato</i>	N 3
CELSE PONTES e A. SOUSA PINTO — <i>Projecção do córtex auditivo para o corpo geniculado medial no gato</i>	N 4

VOL. XLII



1973

« IMPRENSA DE COIMBRA, L.^{DA} »
M C M L X X I I I

FOLIA ANATOMICA VNIVERSITATIS CONIMBRIGENSIS

VOL. XLII

N.º 1

LYMPHOGRAPHIE EXPERIMENTALE DU CANIS FAMILIARIS *

PAR

HERMÉNIO CARDOSO

TOSCANO DE MELO

ET

COLLABORATEURS

En continuation des études du Prof. Maximino Correia qui en 1919 a présenté comme thèse de doctorat «Le Canal toracique chez l'homme», nous travaillons sur ce sujet au Laboratoire d'Anatomie Normale Docteur Maximino Correia.

Nos expériences se sont porté maintenant sur l'observation de la circulation lymphatique des membres, sa drainage, circulation colatérale et anastomoses du Canis familiaris. Nous cherchons soit dans les membres antérieurs, soit dans les membres postérieurs, après l'ablation

* Communication présentée au 57^e: Congrès de l'Association des Anatomistes et à la 22^e. Réunion de la Sociedade Anatómica Portuguesa, Lisbonne, 26-30 Mars 1972.



des ganglions lymphatiques visualisés, à vérifier comment se fait la circulation et si elle est possible.

Les chiens utilisés, sans race définie, sont indistinctement du sexe masculin ou féminin.

La technique utilisée, l'exploration radiographique directe, la méthode de Kinmouth modifiée (injection du produit de contraste directement dans les vaisseaux lymphatiques.

Technique — L'animal est placé sur la table opératoire sans préparation préalable.

Placé l'animal (position-decubitus dorsal) nous faisons la ponction d'une veine des membres. Nous injectons alors du pentotal pour anesthésie générale. Normalement le cathétérisme est fait par l'injection goutte à goutte de sorum physiologique. Après ce premier temps nous obtenons une radiographie toracique qui va servir de comparaison pour les postérieurs, soit pendant la réalisation du travail, proprement dit, soit celles qui auront lieu périodiquement.

Parmi des différents produits utilisés pour l'identification des vaisseaux lymphatiques nous avons choisi, dès le début de nos travaux le PBW (Prontosil Blue Violet) qui sous forme d'injection sous-cutanée (0,5 à 1 c.c.) appliquée un peu audessous de la région sur laquelle nous avons l'intention d'actuer est rapidement absorbé par les vaisseaux lymphatiques les colorant de bleu.

Après l'injection du produit colorant, nous procédons à la préparation du champ opératoire, immédiatement suivi d'une incision transversale de la peau en rapport aux membres et aux vaisseaux de la zone où nous allons intervenir.

Par une dissection soignée du tissu cellulaire sous-cutané (où se trouve des vaisseaux lymphatiques en nombre variable et déjà colorés de bleu) nous procédons à l'isolément d'un ou de plusieurs lymphatiques s'il y en a, séparant complètement les vaisseaux de son enveloppe-

ment fibro-conjonctif. Dépassé ce premier pas, nous commençons l'introduction d'un tube, en utilisant une aiguille n.° 30 adaptée à une seringue de sérum physiologique au moyen d'un tube de polietilène (P.E.10) et par des records. Ce tube de polietilène sert à montrer que l'introduction du tube a été réussie, car quand elle est réussie, en introduisant de petites quantités de sérum physiologique nous pouvons observer le grossissement des lymphatiques et la disparition du colorant. Alors avec soin nous coinçons l'aiguille et le vaisseau avec une pince.

Nous remplaçons ensuite la seringue contenant le sérum physiologique par une autre contenant le produit de contraste (lipiodol) montée sur un support avec un système de vis qui fera fonctionner le piston lentement et uniformément à chaque rotation. La 1.ère radiographie est faite avec l'injection de quelques dixième de centimètre cubique du produit de contraste montrant seulement le membre sur lequel nous travaillons et tient à nous certifier que le lipiodol est train d'être introduit dans le vaisseau.

Obtenue cette confirmation, nous introduisons la quantité totale du produit de contraste, par des impulsions successives qui varient, selon la finalité prétendue (Fig. 1).

Résultats observés — Ayant fait l'exérèse d'un ou de plusieurs ganglions d'une région et étant cette exérèse précédée de la ligature avec des fils de soie des vaisseaux afférents et efférents et montrée cette exérèse par des radiographies postérieures, la disparition de l'image présente dans des radiographies antérieures, est nette. Nous réalisons périodiquement de nouvelles radiographies et ainsi nous vérifions (Figs. 2, 3 et 4):

A la fin du 1er mois un nombre plus élevé de vaisseaux affluent à l'endroit où l'adenectomie a été pratiquée. Ils se terminent dans une cavité lacunaire qui occupe l'endroit des ganglions.

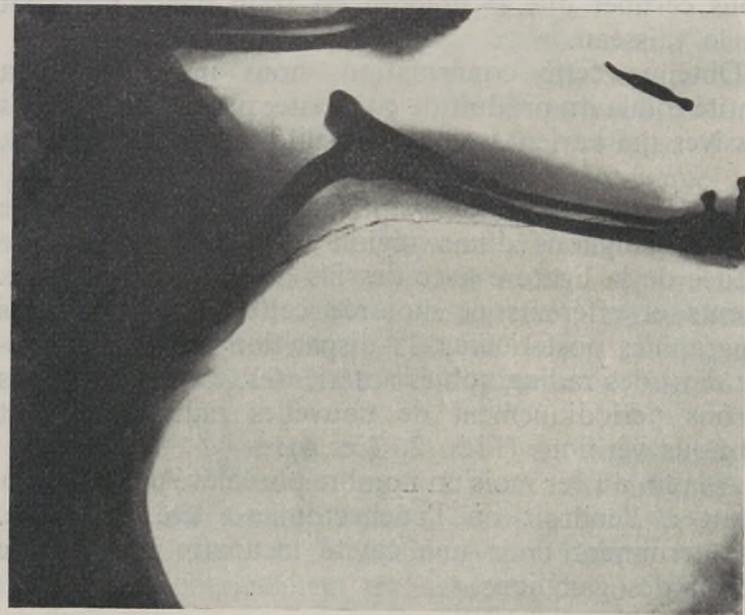


FIG. 1—Lymphographie du membre antérieur du Canis familiaris.

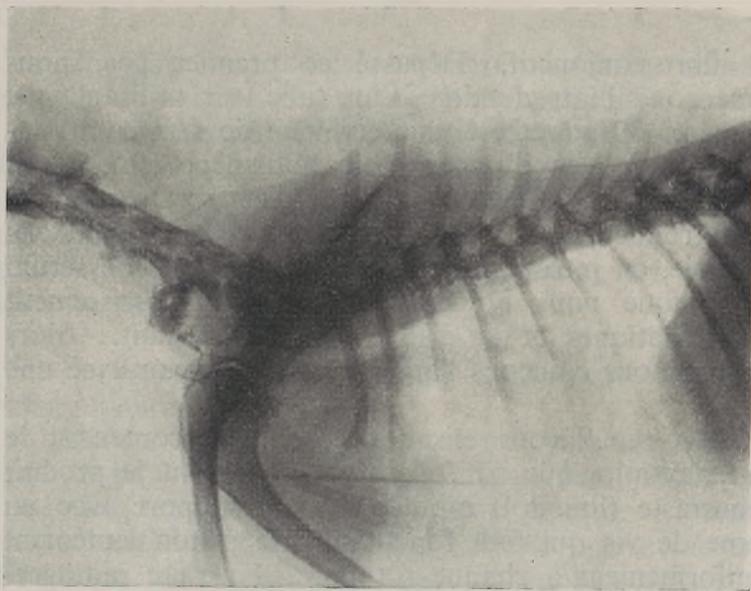


FIG. 2—Lymphographie, vaisseaux Lymphatiques, ganglion lymphatique surclaviculaire extirpé.

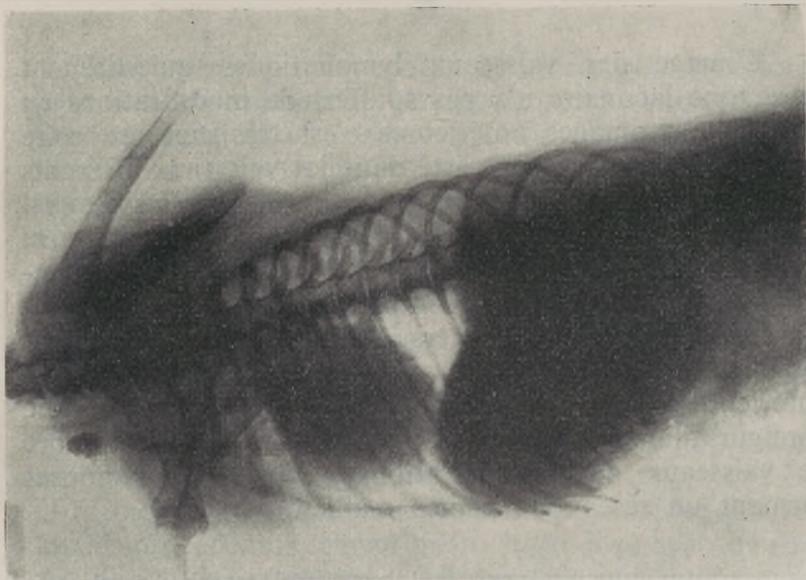


FIG. 4 — Ganglion lymphatique surclaviculaire.

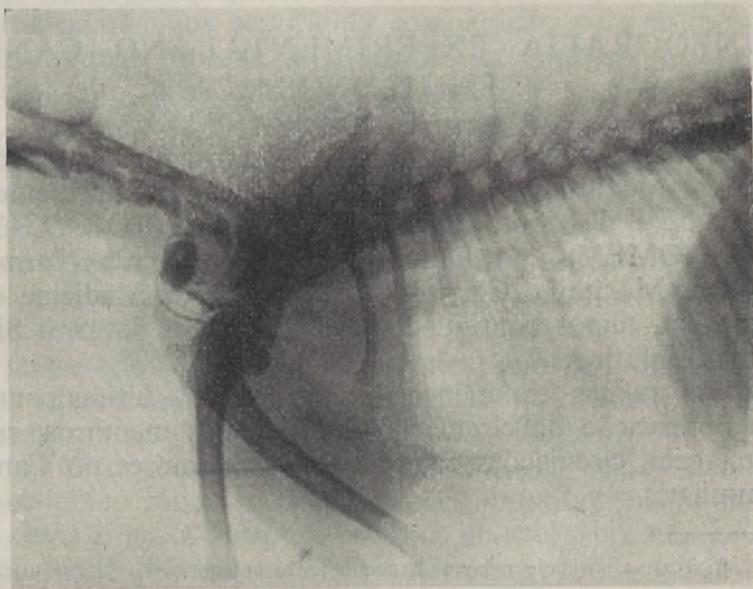


FIG. 3 — Vaisseaux lymphatiques et ganglion surclaviculaire.

L'image des vaisseaux lymphatiques qui drenent cette zone lacunaire n'a pas souffert de modifications en rapport aux images antérieures c'est très curieuse cette stase du produit de contraste dans les vaisseaux afférents et dans cette zone lacunaire qui se vérifie après six mois. Après ce période il n'y a plus de produit de contraste ni dans les vaisseaux ni dans la zone lacunaire. Des lymphographies postérieures montrent que les vaisseaux lymphatiques montent à travers des membres sans grand modification de calibre en rapport à la lymphographie antérieure à l'exérèse de nombreuses anastomoses et une configuration moniliforme. Il y a un très grand nombre de vaisseaux de néo-formation avec des anastomoses formant un réseau de petites mailles.

(Travail du Laboratoire d'Anatomie Normale.
Faculté de Médecine, Coimbra.
Directeur: Prof. Doutor HERMÉNIO CARDOSO).

LINFOGRAFIA EXPERIMENTAL NO CANIS FAMILIARIS *

Prosseguindo, podemos dizer, os trabalhos do Prof. Doutor Maximino Correia em 1919 que à data apresentou como tese de doutoramento «O CANAL TORÁXICO NO HOMEM», no Laboratório de Anatomia Normal Doutor Maximino Correia da Faculdade de Medicina de Coimbra, temos continuado a debruçar-nos sobre o Sistema Linfático.

As nossas experiências têm incidido, ultimamente, na observação da circulação linfática dos membros, sua drenagem, circulações colaterais e anastomoses no Canis Familiaris.

* Texto aumentado referente à comunicação anterior.

Procurámos, quer para os membros anteriores, quer para os membros posteriores, após ablação dos gânglios linfáticos visualizados, verificar como se processa em seguida a circulação ou se ela é possível.

Os cães utilizados, sem raça definida, são indiferentemente do sexo masculino ou feminino.

A técnica utilizada tem sido a exploração radiológica directa e dentro desta a de Kinmouth modificada (injecção do produto de contraste directamente no vaso linfático).

Técnica — O animal é colocado na mesa operatória sem qualquer preparação antecipada.

Colocado o animal em posição conveniente, decúbito dorsal, procedemos, em primeiro lugar à punção de uma veia de um dos membros. Através dela injectamos quantidade suficiente de pentotal para anestesia geral. Por norma o cateterismo é mantido com a injecção gota a gota de soro fisiológico.

Após este primeiro tempo obtemos uma radiografia torácica que nos servirá de comparação para as posteriores, quer durante a realização do trabalho propriamente dito, e as que periódicamente se seguirão.

Dentre os vários produtos utilizados para a identificação dos vasos linfáticos, temos optado, desde o início dos nossos trabalhos, pelo PBV (Prontosil Blue Violet) que injectado subcutâneamente (0,5 a 1 c.c.) um pouco abaixo da região onde pretendemos actuar, é rapidamente absorvido pelos vasos linfáticos corando-os de azul.

Injectado o produto corante, procedemos em seguida, à preparação do campo operatório, logo seguida de incisão transversal da pele em relação ao membro e aos vasos, na zona onde pretendemos intervir.

Por dissecação suave e cuidadosa do tecido celular subcutâneo (onde se encontram os linfáticos em número variável e nesta altura já corados de azul), procede-se ao isolamento de um ou vários linfáticos quando os houver,

separando completamente os vasos da sua bainha fibroconjuntiva.

Ultrapassado este delicado passo da intervenção, iniciamos a intubação, pròpriamente dita, para o que utilizamos uma agulha n.º 30 adaptada por intermédio de um tubo de polielileno (P.E. 10) por meio de records a uma seringa com soro fisiológico. Serve, este, para comprovar a intubação, pois se na realidade ela foi conseguida, ao injectarmos pequenas quantidades de soro fisiológico, observamos o engrossamento do linfático e o desaparecimento do corante.

Então, com cuidado, prendemos a agulha e o vaso que a contém com uma pinça (Bull-dog).

Substituímos, depois, a seringa contendo soro fisiológico, por uma outra com o produto de contraste (lipiodol) montada num suporte com um sistema de parafuso que accionará o êmbolo, lenta e uniformemente a cada rotação.

A primeira radiografia é feita com a injeccção de alguns décimos de centímetro cúbico do produto de contraste, focando apenas o membro em que intervimos e que tem por fim certificarmo-nos, de que na realidade o lipiodol está a ser introduzido no vaso.

Obtida a confirmação, por impulsos sucessivos vamos introduzindo a quantidade total do produto de contraste, que varia conforme a finalidade pretendida.

Resultados observados — A grande percentagem das linfografias realizadas mostram-nos os vasos linfáticos cada vez mais numerosos e de maior calibre à medida que se aproximam da raiz do membro, os gânglios poplíteos e inguinais e as cadeias ganglionares pélvicas dos membros posteriores e gânglios axilares e, por vezes, a visualização do canal torácico através do cateterismo do membro posterior.

Praticada a exérese de um ou mais gânglios, de uma ou outra região, precedida por laqueação dos vasos afe-

rentes e dos eferentes com fio de seda, comprovada a extirpação por radiografia ulterior, que nos mostra a ausência das suas imagens visíveis em radiografias anteriormente realizadas, periódicamente, tiramos novas linfografias e assim verificámos:

Ao fim do primeiro mês, um maior número de vasos linfáticos, que afluem à região onde foi praticada a adenectomia aonde terminam numa cavidade lacunar, que ocupa a situação dos gânglios.

A imagem dos vasos linfáticos que drenam essa zona lacunar, não sofre modificação em relação às imagens anteriores.

Curiosa a estase duradoura do produto de contraste nos vasos aferentes e nessa zona lacunar, que ao fim de seis meses ainda se verifica. Apenas cerca de dez meses depois verificámos o seu desaparecimento. Passado esse tempo não há produto de contraste nem nos vasos nem na zona lacunar.

Linfografias ulteriores mostram-nos que os vasos linfáticos sobem através dos membros sem grande modificação de calibre em relação à linfografia anterior à exérese, embora apresentem numerosas anastomoses e uma configuração moniliforme. Há numerosíssimos vasos de neoformação com muitas anastomoses formando rede de malhas pequenas.

Conclusões — As experiências realizadas no *Canis familiaris*, adulto, de raça vulgar permitiram observar pela exérese de gânglios linfáticos e pela linfografia algumas características pertinentes.

Obtiveram-se linfografias pela intubação e cateterismo de um vaso linfático do membro do animal, segundo a técnica Kinmouth modificada. Praticámos a adenectomia desses gânglios, com prévia laqueação dos vasos linfáticos aferentes e dos eferentes, podendo verificar-se pelas linfografias ulteriormente tiradas, ao fim de um mês, ao fim de seis meses e ao fim de dez meses, que havia

completa drenagem do produto de contraste através dos vasos linfáticos de neoformação, que estabeleceram continuidade aos linfáticos imediatamente superiores. Inicialmente, na situação dos gânglios linfáticos e após e adenectomia, forma-se uma zona intermédia, de aspecto lacunar, entre os linfáticos aferentes e os eferentes desses gânglios excisados.

Pela observação frequente da região onde foi praticada a adenectomia, não se notou a formação de edema ou estase, que modificasse o volume do membro.

Os vasos linfáticos de neoformação são muito numerosos e anastomosados, formando uma rede de malhas pequenas.

(Trabalho realizado na Secção de Anatomia Normal do Centro de Estudos Morfológicos da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Subsidiado pelo Instituto de Alta Cultura.

Director: Prof. Doutor HERMÉNIO CARDOSO INÁCIO)

BIBLIOGRAFIA

- 1 — ABBES, M. AND JULLIARD, G. — Considerations about the Lymphatic Neo-Circulation after Lymphadenectomy. *Progress Lymphology*, 19-22-Zurich, 1966.
- 2 — BLOM, J.M.H. AND OORT, J. — Leiden-Lipiodol and the Barrier Function of Lymphnodes — *Progress in Lymphology II*, p. 183-185, March 15-20, 1968, Miami, USA.
- 3 — CANHA, NORBERTO JAIME REGO — Exploração linfática dos membros inferiores. *Dissertação de Doutorado*, 574 p., Coimbra, 1967.
- 4 — CARDOSO, H., MELO, T. de — Lymphographie in vivo. *Bulletin de l'Association des Anatomistes*. XLIX, September, 1964.
- 5 — CARDOSO, HERMÊNIO E COLABORADORES — Linfografia experimental. *Folia Anat. Univ. Conimb.*, XXXVIII, 8, 1967.
- 6 — CASLEY-SMITH, J.R. — The Structure of Normal Large Lymphatics: How this Determines their Permeabilities and their Ability to Transport Lymph. *Lymphology*, 2, 1 (1969), 15-25. Georg Thieme Verlag. Stuttgart.
- 7 — DAMASCELLI, B., MUSUMECI, R., USLENGHI, C. — Instruments for Lymphography. *Lymphology*, 2, 4, 166-170, Bern, December, 1969.
- 8 — DEATON, J.G. — Thorain Duct Lymph Drainage in the Mouse: A Technique for Producing Lymphocyte-Depleted Animals. *Lymphology* 5 (1972), 115-120. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- 9 — DUMONT, A.E., MARTE I, A. — X-Ray Opacification of Hepatic Lymph Nodes Following Intravenous Injection of Tantalum Dust. *Lymphology*, 2, 3, 91-95, Bern, September, 1969.
- 10 — FERREIRA, A. DOS SANTOS — Les Grandes Voies lymphatiques abdomino-Thoraco-Cervicales. Lisboa, 1973.
- 11 — HARJOLA, P.-T., SCHEININ, T.M., WILJASALO, M. — Lymphographic and Venographic Observations after Iliofemoral Venous Obstruction in the Dog. *Lymphology*, 3, 2 (1970), 71-75.
- 12 — JACKSON, R.J.A. — Dublin — Chlorophyllated Lipiodol Ultra Fluid as a Contrast Medium: an Explanation for the Disadvantages Attending Use. *Progress in Lymphology II*, p. 179-180, March 15-20, 1968, Miami, USA.
- 13 — JOHNSON, R.A. — The Lymphatic Systems of the Heart. *Lymphology*, 2, 3, 95-108, Bern, September, 1969.
- 14 — KAINAL, F., MANNHEIMER, E., PELEGER, L., and THURNHER, B. — The Lymph Plexus of the Skin in Inhibition of the Flow in the Peripheral Lymphatic System. *Progress Lymphology*, 18-19, Zurich, 1966.
- 15 — KREEL, L. — Lymphangiographic Appearances in the Rat. *Lymphology*, 4 (1971), 144-150. Georg Thieme Verlag. Stuttgart.

- 16 — KŘEN, V., BARTOŠ, V., BRZEK, V. — Thoracic Duct Drainage during Lymphangiography. *Lymphology* 5 (1972), 106-110. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- 17 — LAUWERYNS, J.M., BOUSSANW, L. — The Ultrastructure of Pulmonary Lymphatic Capillaries of Newborn Rabbits and of Human Infants. *Lymphology*, 2, 3, 108-130, Bern, September, 1969.
- 18 — LEEDS, S.E., UHLEY, H.N., BASCH, C.M., ROSENBAUM, E.H., YOFFEY, J.M. — Comparative Studies of Lymph and Lymphocytes of the Thoracic Duct and Right Lymphatic Duct. I. Normal Dogs. *Lymphology*, 4 (1971), 53-57. Georg Thieme Verlag-Stuttgart.
- 19 — LEWIN, J.R., MULHERN, L.M. — Lymphatic Visualization During Contrast Arthrography of the Knee. *Lymphology* 5 (1972), 169-170 (Abstracts). *Radiology* 103 n.º 3 (1972) 577-579.
- 20 — MALEK, P., BELAN, A., BABICKY, F. AND KOLC, J. — Importance of Lymphaticovenous Communications in the Regeneration of Lymphatics. *Progress in Lymphology II*, p. 74-77, March 15-20, 1968, Miami USA.
- 21 — RATZLAFF, M.H. — The Superficial Lymphatic System of the Cat. *Lymphology*, 4 (1970), 151-159.
- 22 — REICHEL, A., VOGLER, H., OTT, J. — X-Ray Contrast Presentation of the Thoracic Duct by Enterally Resorbed Iodized Oil Emulsion in Cats and Dogs. *Lymphology*, 3 (1971), 95-99. Georg Thieme Verlag. Stuttgart.
- 23 — ROUVIÈRE, H. ET VALETTE, G. — Physiologie du Système Lymphatique. 160 p., Masson, Paris, 1937.
- 24 — ROXIN, T., BUJAR, H. — Lymphographic Visualization of Lymphaticovenous Communications and their Significance in Malignant Hemolymphographies. *Lymphology*, 3 (1970), 127-135.
- 25 — STERNS, E.E., E.R. VAUGHAN. — The Lymphatics of The Dog Colon. *Cancer*, 26, 218-231, 1970 *Lymphology*, 4, 1, 24, Bern, March, 1971.
- 26 — TEMMER, B. AND SIPUS, N., ZAGREB — Lymphography and Perivascular Lymphatic Spaces in Infants. *Progress in Lymphology, II*, p. 49-50, March 15-20, 1968, Miami, USA.
- 27 — TJERNBERG, B. — Critical Considerations on Lymphography — The Limitations of Morphological Diagnosis. *Lymphology*, 2, 2, 72-78, Bern, June 1969.
- 28 — TÖNDURY, G. — Embriology and Topographic of the Lymphatic System. *Progress Lymphology*, 10-11, Zurich, 1966.
- 29 — WELLAUER, J. — The Lymphatic System in History. *Progress in Lymphology*, 2-8, Zurich, 1966.
- 30 — WITTE, C.L., WITTE, M.H., COLE, W.R. — A Simplified Method for Cannulation of the Normal Canine Cervical Thoracic Duct. *Lymphology*, 3, 4, (1970), 159-161.

FOLIA ANATOMICA UNIVERSITATIS CONIMBRIGENSIS

VOL. XLII

N.º 2

BOTONES TERMINALES NEURÓGLICOS NUEVO CONCEPTO DEL SIGNIFICADO FUNCIONAL DE LA RELACION NEUROGLIA-NEURONA

POR

J. VAQUERO CRESPO *

INTRODUCCION

Tras las descripciones morfológicas de BIDDER (1857) y DEITERS (1885) sobre los elementos neuróglicos del Sistema Nervioso Central, queda establecido que éstas células están constituyendo, a expensas de sus prolongaciones, una trama fibrilar de sostén de las células nerviosas, concepto entrevisto por KÖLLIKER en 1863 y ratificado por CAJAL en 1901.

RANVIER en 1893 afirma que las fibras gliales no tienen ni principio ni fin y se continúan de una célula

(*) Laboratorio Cátedra de Histología y Embriología General. Departamento de Neurología. Hospital Clínico de S. Carlos. Facultad de Medicina. Universidad Complutense — Madrid.

a otra, siendo el cuerpo celular neuróglíco una zona de paso de estas fibras. A esta idea reticularista se oponen los trabajos de Cajal, quien establece que en la sustancia blanca la neuroglia está constituida por células de unas 10μ de diámetro de cuyo soma parten multitud de expansiones filamentosas en todas direcciones y que, recorriendo grandes distancias, con frecuencia llegan a la sustancia gris finalizando por una extremidad libre o estableciendo contacto con los vasos sanguíneos mediante una terminación pediculada.

Estas terminaciones pediculadas sobre los vasos sanguíneos llevan a Golgi a otorgar a la neuroglia una función trófica en virtud de la cual el astrocito sería un elemento de enlace, estableciendo un puente nutritivo entre la sangre y las neuronas.

Las relaciones anatómicas entre neurona y neuroglia han sido estudiadas por diversos autores, y así, MUGNAINI y WALBERG (1964) señalan un contacto directo entre las membranas plasmáticas de la glía satélite de la sustancia gris y las neuronas.

GONZÁLEZ AGUILAR y DE ROBERTIS (1963) señalan cómo en determinados puntos la membrana plasmática de la glía y la membrana de las terminaciones nerviosas se adhieren íntimamente.

SCHEIBEL (1958) demuestra que los oligodendrocitos se conectan a las neuronas por medio de prolongaciones con botones terminales análogos a los que presentan los cilindroejes.

FRIEDE (1970) niega la existencia de argumentos válidos para otorgar una misión nutritiva a la neuroglia respecto de la actividad neuronal.

VALENZUELA y CHACÓN (1960) describe en la neuroglia del cerebro, botones terminales de aspecto sináptico y demuestra idéntica actividad enzimática entre neuroglia y neurona, lo que le lleva a establecer la existencia de una participación activa de la neuroglia en la transmisión nerviosa.

En un trabajo anterior (Vaquero Crespo, 1972) hacíamos una revisión de las teorías acerca del significado neurobiológico de la célula astrocitaria y concluíamos con la posibilidad de desglosar la neuroglia astrocitaria en elementos activos en las funciones transmisoras del influjo nervioso y en elementos con una función primordial de relacionar la actividad global del Sistema Nervioso con las estructuras limitantes del mismo (Sangre; L.C.R.).

La realización de un estudio sistemático sobre la organización neuróglia de la médula espinal nos ha llevado a analizar la morfología de las prolongaciones astrocitarias y sus relaciones con las estructuras neuronales, con vistas a encontrar datos a favor de la participación neuróglia en la transmisión del influjo nervioso.

Ese es el objetivo del presente trabajo.

MATERIAL Y MÉTODO

Nuestro material de estudio está constituido por más de 200 cortes transversales de médula espinal de perros comprendidos entre 8 días y un mes de edad. Hemos utilizado la variante al Golgi propuesta por VALENZUELA y CHACÓN (1970), con ligeras modificaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dejando aparte las relaciones entre capilares y terminaciones neuróglia, hemos centrado nuestra atención sobre las relaciones que las fibras gliales muestran con las neuronas del asta anterior de la médula.

Es de destacar la mayor profusión de estas fibras en la sustancia blanca de la médula, a pesar de la mayor vascularización de la sustancia gris. En la sustancia gris de la médula existen astrocitos fibrosos en gran número, sobre todo a nivel de la lámina X de la clasificación de Rexed. Igualmente se encuentran abundan-



FIG. 1 — Fibras neuróglicas del cordón anterolateral de la médula dirigiéndose hacia la sustancia gris. Obsérvense los anillos y botones terminales.

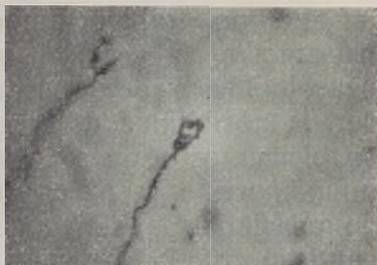


FIG. 2 — Detalle de un botón terminal de una fibra neuróglica.



FIG. 3 — Contacto de un botón terminal neuróglico con una prolongación neuronal.



FIG. 4 — Relación glía — neurona.



FIG. 5 — Contactos neurona — astrocito protoplásmico.



FIG. 6 — Anillos de una fibra glial en contacto con una dendrita.

temente entre los núcleos de motoneuronas. Por el contrario, los astrocitos protoplásmicos son escasos en la sustancia blanca aún cuando pueda constatar su presencia, sobre todo en el cordón lateral.

Las relaciones entre estructuras neuronales y neuróglicas se verifican, en la mayor parte de los casos, entre prolongaciones astrocitarias y prolongaciones neuronales. Tanto los astrocitos protoplásmicos como los fibrosos participan en esta disposición anatómica.

Con el método empleado se aprecia una gran cantidad de fibras gliales que con un aspecto arrosariado se dirigen desde los núcleos neuróglivos periféricos de la médula hacia la sustancia gris de la misma, terminando en su mayor parte, sobre prolongaciones de las motoneuronas de la lámina IX de Rexed.

Estas fibras gliales forman parte de lo que hemos designado como sistema neuróglivo medular de proyección transversal (VAQUERO CRESPO, 1972), y exhiben, en su trayecto y terminación, unas formaciones anulares que VALENZUELA y CHACÓN (1970) ha descrito como botones sinápticos neurogliales en virtud de sus características, análogas a las que presentan los aparecidos en axones neuronales. Estos anillos dan a la fibra glial el aspecto morfológico que hemos señalado, y en su mayor parte se intercalan entre tramos lisos de la prolongación neurógliva aunque pueden observarse como excrecencias laterales de la fibra, con un aspecto ovoideo, que se separan de ella en ángulo agudo, y en menos ocasiones en ángulo recto.

En estas formaciones, VALENZUELA y CHACÓN (1970) ha observado reacción AChE positiva, prueba evidente de la presencia a su nivel de mediador químico transmisor.

No hemos observado en nuestro material de estudio diferencias morfológicas de los botones neuróglivos según pertenezcan a astrocitos fibrosos o protoplásmicos, lo que constituye un argumento más en contra de la diferenciación morfofuncional entre ambos tipos celulares.



FIG. 7 — Contacto de un elemento neu-róglico con una prolongación neuronal.

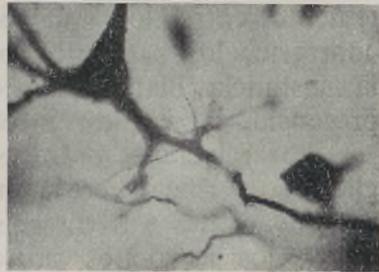


FIG. 8 — Astrocito en íntimo contacto con una prolongación neuronal.

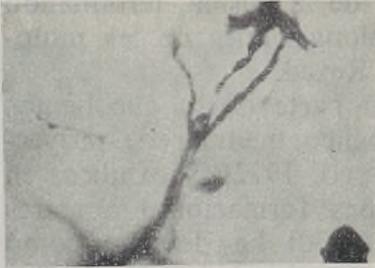


FIG. 9 — Botón terminal neu-róglico inser-tado en una bifurcación dendrítica.

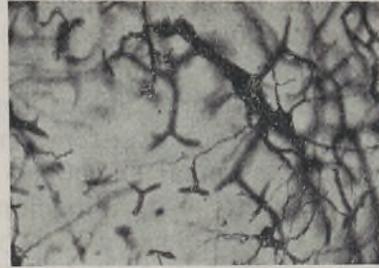


FIG. 10 — Astrocito emitiendo una pro-longación larga hacia una neurona.



FIG. 11 — Relación astrocito — neurona. Una fibra glial larga se inserta en el soma neuronal.



FIG. 12 — Astrocito de la médula espinal mostrando una prolongación que se bifurca en ángulo recto. El resto de las pro-longaciones exhiben botones terminales.

Los contactos entre fibras neuróglícas por medio de los botones terminales y las estructuras neuronales se establecen, en su mayor parte, sobre dendritas, particularmente en las porciones proximales de las mismas y en la vecindad de sus bifurcaciones, siendo raros los contactos botón neuróglíco-cuerpo neuronal.

Si analizamos la morfología del botón neuróglíco, observamos que cuando se intercala en la fibra glial, su estructura queda limitada a una formación anular, dando a veces el aspecto de un simple replegamiento de la fibra sobre sí misma, tras el cual continúa su trayecto. En la porción final de la fibra se presentan al corte como una esférula mostrando un material más impregnado en su parte proximal, que se prolonga por medio de un anillo más o menos elongado, que es el que suele establecer contacto con la prolongación neuronal.

La elaboración de la teoría moderodensa de la neuroglia (VALENZUELA y CHACÓN 1970) supone la consideración del astrocito como una especie de condensador intercalado que tocando al menos en dos puntos a las neuronas o a sus expansiones, tomaría la energía de la transmisión nerviosa y sería devuelta, en un momento posterior, solamente a la neurona sobre la cual está inserta ese astrocito.

Aún cuando aceptamos, según nuestras propias observaciones, las bases morfológicas que señalan una posible homologación entre neuroglia y neurona, creemos que existen argumentos para pensar en una cierta independencia de ambos elementos celulares, tal como muestra el estudio de la organización neuróglíca de la médula espinal.

Hemos investigado, a este respecto, la posibilidad de diferenciar morfofuncionalmente unas u otras prolongaciones astrocitarias, y hemos podido encontrar cómo, en determinadas regiones, los astrocitos muestran prolongaciones más o menos uniformes en cuanto a su longitud, a excepción de una de ellas, extraordinariamente

larga, que se dirige a establecer contacto con neuronas alejadas de la zona en que el elemento neuróglia se encuentra, exhibiendo, cerca de su terminación pequeñas espículas, menores que los anillos intercalados en la fibra y dispuestas en ángulo recto respecto a la misma.

En la sustancia blanca de la médula podemos, igualmente, encontrar astrocitos que exhiben unas prolongaciones uniformes a excepción de una de ellas, en principio gruesa, que rápidamente se divide dando colaterales en ángulo recto y proyectándose hacia astrocitos vecinos o estructuras neuronales.

Estas apreciaciones nos obligan a considerar que el astrocito puede homologarse morfofuncionalmente a cualquier neurona medular, y nos planteamos consecuentemente su posible integración en nuestros actuales conceptos neurofisiológicos.

CONCLUSIONES

1. — La densidad de estructuras neuróglia de la médula espinal es mayor en la sustancia blanca, lo que contrasta con la menor vascularización respecto de la sustancia gris.

2. — Ni por su distribución ni por sus características morfológicas creemos adecuada la clásica diferenciación entre astrocitos de la sustancia blanca y astrocitos de la sustancia gris.

3. — Las fibras neuróglia muestran anillos y botones terminales análogos a los que presentan las prolongaciones neuronales.

4. — Existen contactos entre estas estructuras de las fibras gliales y las neuronas.

5. — La forma más abundante de contacto tiene lugar entre botones terminales de la neuroglia y dendritas neuronales.

6. — Algunos astrocitos muestran evidencias de una diferenciación morfofuncional en sus prolongaciones, presentando, la más larga, divisiones en ángulo recto y mayor tendencia a establecer contactos con estructuras neuronales.

7. — Estos datos nos inclinan a considerar a la neuroglia astrocitaria como una pequeña neurona, activa en el proceso de la transmisión nerviosa.

RESUMEN

Se hace una descripción de los botones terminales de la neuroglia en la médula espinal del perro, utilizando una variante al método de Golgi-Valenzuela. Se señalan las relaciones anatómicas entre neuroglia y neurona y se discute la consideración del astrocito como un elemento activo en la transmisión del influjo nervioso.

SUMMARY

A description is made of the neuroglia terminal buttons in the spinal cord of the dog utilizing a variant of the Golgi-Valenzuela's method. It is pointed out the anatomical relations between neuroglia and neuron and it is discussed the consideration of the astrocyte as an active element in the transmission of the nervous influx.

RESUMO

O A. descreve os botões terminais da nevrógia da espinhal medula do cão, utilizando uma variante do método de Golgi-Valenzuela.

Observa as relações anatómicas entre nevrógia e neurónio e discute a função do astrócito como um elemento activo na transmissão do influxo nervoso.

BIBLIOGRAFIA

- ACHÚCARRO, N. — Notas sobre la estructura y funciones de la neuroglia. *Trab. Lab. Invest. Biol.*, 11; 189-217. 1914.
- — De l'évolution de la néuroglie et spécialement de ses relations avec l'appareil vasculaire. *Trab. Lab. Invest. Biol.*, 13; 169-212. 1915.
- ANDRIEZEN, W. — On a system of fiber cells surrounding blood vessels of the brain of man and mammals and its physiological significance. *Int. Mschr. Anat. Physiol.*, 10; 533-546. 1893.
- ARAKI, T., TERZUOLO, C.A. — Membrane currents in spinal motoneurons associated with the action potential and synaptic activity. *J. Neurophysiol.*, 25; 772-789. 1962.
- BAKAY, L. — The blood-brain barrier. Charles, C. Thomas. *Springfield.*, 111. 1956.
- BUNGE, M. B.; BUNGE, R. P. and PAPPAS, G. D. — Electronmicroscopic demonstration of connections between glia and myelin sheaths in the developing mammalian central nervous system. *J. Cell. Biol.*, 12; 448-453. 1962.
- CASTELLUCI, V. F. and GOLDRING, S. — Contribution to steady potential shifts of slow depolarization in cells presumed to be glia. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 28; 109-118. 1970.
- CHANG, J. J. and HILD, W. — Contractile responses to electrical stimulation of glial cells from the mammalian central nervous system cultivated in vitro. *J. cell. comp. Physiol.*, 53; 139-144. 1959.
- DE ROBERTIS, E. D. P. — Some new electron microscopical contributions to the biology of neuroglia. *Progress in Brain Research*. Vol. 15. *Biology of Neuroglia*. Roberts and Carrea. Ed. Amsterdam. Elsevier. 1-11. 1965.
- DENNIS, M. J. and GERSCHENFELD, H. M. — Some properties of identified mammalian neuroglial cells. *J. Physiol.* London, 203. 211-222. 1969.
- ECCLES, J. C. — The physiology of synapses. *Springer*, Berlín, 1964.
- FARQUHAR, M. G. and HARTMANN, J. F. — Neuroglial structure and relationship as revealed by electron microscopy. *U. Neuropathol. exp. Neurol.*, 16; 18-39. 1957.
- FRANK, K. and FOURTES, M. G. F. — Stimulation of spinal motoneurons with intracellular electrodes. *J. Physiol.* London, 134. 451-470. 1956.
- FRIEDE, R. L. — Papel de los pies gliales en el equilibrio electrolítico del cerebro. *Triang.*, vol. 9, 5; 165-173. 1970.
- GLEES, P. NEUROGLIA — Morphology and Function. *Springfield*. Charles, C. Thomas, 1955.

- GRAY, E. G. — Electron microscopy of neuroglial fibrils in the cerebral cortex. *J. Biophys. Biochem. Cytol.*, 6; 121-122. 1960.
- — Ultrastructure of synapses of the cerebral cortex and of certain specialisations of neuroglial membranes. En: *Electron microscopy in anatomy*. Eds. J. O. Boyd and al. Arnold. London, 1961.
- GROSSMAN, R. G. and HAMPTON, T. — Depolarization of cortical glial cells during electrocortical activity. *Brain Res.* 11; 316-324. 1968.
- HERTZ, L. — Neuroglial localization of potassium and sodium effects on respiration in brain. *J. Neurochem.*, 13; 1373-1387. 1966.
- HILD, W. and TASAKI, I. — Morphological and physiological properties of neurons and glial cells in tissue culture. *J. Neurophysiol.*, 25; 277-304. 1962.
- KUFFLER, S. W. and POTTER, O. O. — Glia in the leech central nervous system. Physiological properties and neuron-glia relationship. *J. Neurophysiol.*, 27; 290-320. 1964.
- LUX, H. D. and POLLEN, O. G. — Electrical constants of neurons in the motor cortex of the cat. *J. Neurophysiol.*, 29; 207-220. 1966.
- MC. CULLOCH, W. S. and PITTS, W. H. — A logical calculus of ideas immanent in nervous activity. 1943.
- NAKAI, J. — Morphology of Neuroglia. *Igaku Shoin. Ltd.* Tokio-Osaka. 1963.
- ORKUND, R. K.; NICHOLLS, J. G. and KUFFLER, S. W. — Effect of nerve impulses on the membrane potential of glial cells in the central nervous system of amphibia. *J. Neurophysiol.*, 29; 788-806. 1966.
- PAPPAS, G. D. and PURPURE, D. P. — Structure and function of synapses. *Raven Press. Publishers.* New York. 1972.
- POLAK, M. — Morphological and functional characteristics of the central and peripheral neuroglia. *Biology of Neuroglia. Progress in Brain Research.* Vol. 15; De Robertis and Carrea, Eds. Amsterdam. Elsevier., 12-34. 1965.
- POMERAT, C. M. — Pulsatile activity of cells from the human brain in tissue culture. *J. nerv. ment. Dis.*, 144; 430-449. 1951.
- RAMÓN Y CAJAL, S. — Algo sobre la significación fisiológica de la neuroglia. *Rev. Trim. Microgr.*, 2; 33-47. 1897.
- — *Histologie du Système Nerveux de l'Homme et des Vertébrés.* C.S.I.C., 1952-55. Madrid.
- REXED, B. — The cytoarchitectonic organization of the spinal cord in the cat. *J. Comp. Neurol.*, 96; 415-498. 1952.
- SCHOUSBOE, A., BOOHER, J. and HERTZ, L. — Content of ATP in cultivated neurons and astrocytes exposed to balanced and potassium-rich media. *J. Neurochem.*, 17; 1501-1504. 1970.

- SVAETICHIN, G. and *al.* — Nervous function based on interactions between neuronal and non neuronal elements. En: *Biology of Neuroglia. Progress in Brain Research.*, 15; 243-266. 1965.
- SYPERT, G. W. and WARD, A. A. jr. — Unidentified neuroglia potentials during propagated seizures in neocortex. *Exp. Neurol.*, 33; 239-255. 1971.
- TRACTENBERG, M. D. and POLLEN, D. G. — Neuroglia: Biophysical properties and physiologic function. *Science.*, 167; 1248-1252. 1970.
- VALENZUELA Y CHACÓN, J. — Sur les connexions des grains du cervelet avec les capillaires et identités du grain du cervelet et de la néuroglie. *Acta histochem.*, 37; 302-322. 1970.
- Etude histochemique et histologique de la néuroglie du cerveau. Descriptions des prolongements épineux de la néuroglie et des boutons terminaux et leur participation dans l'influx nerveux. *Acta histochem.*, 35; 220-232. 1970.
- Neuroglia. *Marbán*. Ed. Madrid. 1970.
- VAQUERO CRESPO, J. — Estudio de las relaciones anatómicas entre células y vasos sanguíneos en el territorio anterior de la médula espinal. *Clinica.*, 4; 2; 141-157. 1972.
- Significado neurobiológico de la célula astrocitaria. *Gac. Méd. Esp.*, 548; 237-242. 1972.
- Glioarquitectura de la médula espinal. *Invest. Clin.*, 13 (1): 15-27. 1972.
- Estudio anatómico de la organización neuróglia de la médula espinal. Memoria presentada a la Real Academia de Medicina de Granada. 1972.
- WARDELL, W. M. — Electrical and pharmacological properties of mammalian neuroglial cells in tissue culture. *Proc. Roy. Soc. London. Ser. B* 165; 326-361. 1966.
- WATANABE, S.; MITARAI, G. and TAKENAKA, S. — The glial cells in the cerebral cortex of the cat. *Proc. Int. Union Physiol. Sci.*, 24 th. Int. Congr., 7; 459. 1968.

FOLIA ANATOMICA VNIVERSITATIS CONIMBRIGENSIS

VOL. XLII

N.º 3

ESTUDO DAS CONEXÕES ENTRE AS ÁREAS AUDITIVAS E VISUAIS DO CÓRTEX DO GATO *

POR

M. M. PAULA-BARBOSA

E

A. SOUSA-PINTO

I — INTRODUÇÃO

O córtex auditivo do Gato subdivide-se em áreas com características anatómicas e propriedades fisiológicas relativamente conhecidas (15, 16, 18, 19, 20, 22), (Fig. 1). O estudo pormenorizado das conexões aferentes e eferentes de cada uma das referidas áreas, tem vindo a contribuir de modo relevante, para o esclarecimento do papel funcional de cada uma das suas subdivisões.

(*) Trabalho realizado no Instituto de Anatomia (Dir. Prof. Doutor Abel Tavares) da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, subsidiado pelo Instituto de Alta Cultura, projecto PMC/5 e pela OTAN, Research Grant 532.

de fibras de associação cortical auditivo-visual, nos dois trabalhos mais recentes estas não foram observadas.

Este trabalho tem por finalidade o estudo das conexões auditivo-visuais cortico-corticais. No seguimento dos trabalhos realizados neste Instituto (2, 5, 15, 16, 19, 20), contribui-se nesta comunicação para a melhor caracterização anátomo-funcional das subdivisões do córtex auditivo, evidenciando o substracto anatómico que permite a algumas dessas subdivisões entrarem em relação estreita com áreas visuais primárias.

II — MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizados 6 gatos adultos de ambos os sexos. Depois de anestesiados com uma injeção intraperitoneal de nembutal na dose de 30 mg. por quilo de peso os animais eram operados em condições assépticas. Em 4 casos, as lesões corticais foram provocadas por termocoagulação transdural. Na superfície previamente exposta da dura-mater encostava-se um filamento de metal previamente aquecido durante dois segundos. Nos restantes dois gatos as lesões corticais foram obtidas com um eléctrodo, introduzido no córtex depois de abertura cuidadosa da dura. Fazia-se passar pelo eléctrodo uma corrente anódica de 5 m Amp., durante 30 segundos. Na execução destes dois tipos de lesões, houve o maior cuidado em não lesar a substância branca subjacente ao córtex, e o de conseguir lesões, exclusivamente limitadas a cada uma das subdivisões do córtex auditivo.

A sobrevida permitida dos animais foi de 7 dias, findos os quais se procedia à cateterização da aorta abdominal no sentido rostral, perfundindo-se o sistema circulatório com 200 ml de uma solução de ClNa a 0,9%, seguida de 2 litros de uma solução de formol salino a 10%. A fixação dos cérebros continuava com a imer-

são em formol a 10%, à temperatura ambiente, pelo menos durante 14 dias.

Os cérebros eram cortados num micrótopo de congelação, por forma a obter-se cortes transversais, em série e com uma espessura de $25/\mu\text{m}$. De cada 10 cortes, 1 era escolhido para coloração.

Em todos os animais, foi usada a variante de WITTANEN (21) do método de NAUTA (13), seguido de contraste com tionina para assim se poder obter a exacta localização das lesões corticais.

III — RESULTADOS

a) *Lesão do Córtex Auditivo Principal (AI)*

No animal 94 procedeu-se a uma lesão extensa do córtex auditivo por termocoagulação transdural. Segundo o mapa de WOOLSEY (22), a lesão encontra-se exclusivamente limitada ao córtex auditivo principal. Na parte média da lesão houve uma ligeira destruição da substância branca.

No córtex visual encontraram-se algumas fibras degeneradas de passagem, na área 19 (Fig. 1 e 2), com maior densidade na face medial do hemisfério e só nas camadas mais profundas do córtex (v e vi).

b) *Lesão do Córtex Auditivo Secundário (AII)*

Foi obtida por termocoagulação transdural uma lesão relativamente extensa do córtex auditivo secundário no animal 70. A lesão é muito superficial, interessando apenas a camada I e a parte mais superficial da camada II.

A nível visual encontrou-se degenerescência de grande densidade, exclusivamente limitada à área 19 (Fig. 2). As fibras degeneradas, na sua maioria com características pré-terminais, encontram-se com maior densidade ao nível das camadas III e IV, se bem que sejam visíveis em todas as outras, com excepção da camada II.

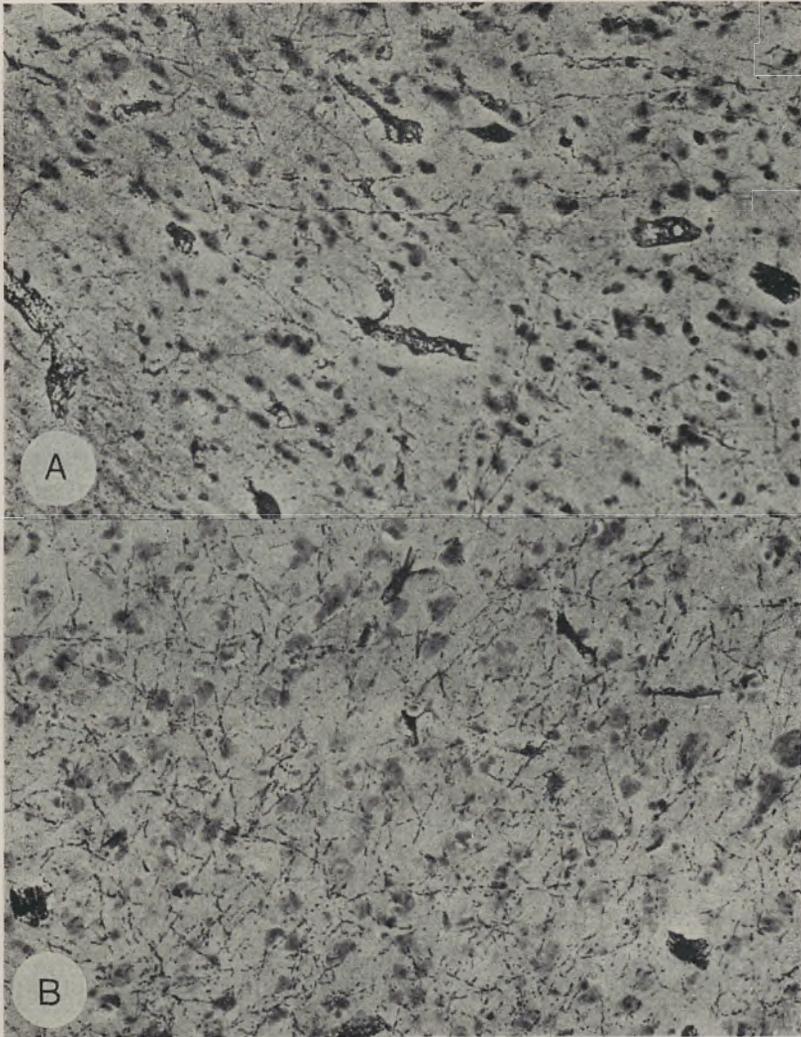


FIG. 2 — *A* — Aspecto da degenerescência na área 19 do animal 94. Junto à substância branca (ângulo inferior esquerdo), vêem-se fibras grossas e longas, caracteristicamente em degenerescência. *B* — Microfotografia da área 19 do córtex visual do gato 70. As fibras em degenerescência são mais finas que as do animal anterior ($\times 450$).

c) *Lesão do Córtex Auditivo Ectosilvico Posterior*

No animal 92, fez-se, por termocoagulação transdural, uma lesão na parte inferior da circunvolução ectosilvica posterior, que interessa todas as camadas corticais, sem que, contudo, chegue a atingir a substância branca subjacente.

No córtex visual, encontrou-se degenerescência densa, de tipo misto (terminal e pré-terminal), limitada à área 19. Nas camadas III e IV há um predomínio de degenerescência pré-terminal, ao passo que nas camadas V e VI abundam as fibras de passagem longas e grossas.

d) *Lesão do Córtex da orla Suprasilvica (SF)*

Com a introdução de um eléctrodo, obliquamente colocado em relação à superfície do córtex, na vertente inferior do sulco suprasilvico, conseguiu obter-se no animal 83 uma lesão pura da orla suprasilvica.

No córtex visual, encontrou-se degenerescência maciça, nas suas três subdivisões (Fig. 3), manifestamente terminal nas áreas 17 e 18 e mista na área 19. A degenerescência de maior densidade encontra-se nas camadas III e IV do córtex, sendo contudo notória a sua densidade nas outras camadas.

e) *Lesão do Córtex Auditivo Temporal (T)*

Com o auxílio de um eléctrodo obteve-se uma lesão no córtex temporal do gato 82. A lesão não interessa a substância branca subjacente.

No córtex visual, não se encontrou degenerescência.

f) *Lesão do Córtex Auditivo Insular (I)*

Por termocoagulação transdural, obteve-se uma lesão pura do córtex insular do animal 73.

Do mesmo modo que no animal anterior, não se observou degenerescência no córtex visual.

IV — DISCUSSÃO

O estudo das fibras de associação auditivo-visuais, está integrado num programa de trabalhos mais vasto: o estudo pormenorizado das conexões corticais e descendentes de cada uma das subdivisões do córtex auditivo,

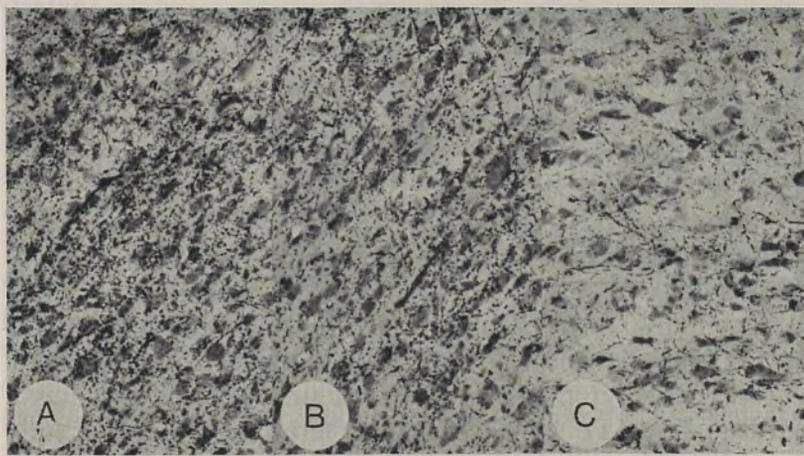


FIG. 3 — Microfotografias das três subdivisões do córtex visual do gato GSPCAU 83. *A* — Aspecto da degenerescência terminal visível na área 17. *B* — Degenerescência terminal, mas de menor densidade que no caso anterior, na área 18. *C* — Degenerescência mista, com algumas fibras grossas de passagem, visível na área 19 ($\times 350$).

tendo em vista uma melhor caracterização de cada uma destas áreas.

Os trabalhos mais recentes existentes sobre as conexões intracorticais homolaterais do córtex auditivo são da autoria de DIAMOND *et al.* (6) e de KAWAMURA (10). Nos dois trabalhos referidos foi usado apenas o método de Nauta chegando os autores a resultados bastantes concordantes um com o outro, uma vez que só encon-

traram fibras de associação extra-auditivas, para as áreas corticais justa auditivas e apenas a partir de algumas das subdivisões, ao contrário de METTLER (12) que, com o método de MARCHI, descreveu um forte contingente de fibras auditivo-visuais intra-corticais. KAWAMURA refere ter corado simultâneamente, em dois animais com lesões da circunvolução suprasilvica, séries alternadas pelo método de NAUTA e pelo de FINK-HEIMER (7), tendo os resultados observados sido em tudo idênticos. Com o método de WIITANEN, por nós usado, os resultados obtidos foram semelhantes aos de METTLER, mas bastante diferentes dos de KAWAMURA e DIAMOND *et al.*; encontramos degenerescência, abundante nalguns animais, a nível do córtex occipital.

Nos animais com lesões de AI, AII e EP, as fibras degeneradas encontraram-se ao longo de toda a área 19 de OTSUKA e HASSLER (14), com particular densidade no caso dos dois últimos. No animal com lesão pura de SF (subdivisão do córtex auditivo não estudada pelos autores atrás referidos) observou-se uma projecção macissa para as áreas 17, 18 e 19, o que, se atendermos à grande densidade da projecção dessa mesma subdivisão para o tubérculo quadrigémio superior (15, 16), nos permite pensar ser uma área da mais alta importância no que respeita às interrelações auditivo-visuais.

Não foram encontradas fibras de associação entre as subdivisões insular e temporal do córtex auditivo e o córtex visual. Este resultado negativo não é, pelo menos aparentemente, concordante com os conhecimentos até agora obtidos sobre estas duas subdivisões. Com efeito, LOE *et al.* (11) demonstraram que as células do córtex auditivo temporo-insular, respondem pelo menos a estímulos visuais, além dos auditivos. Do mesmo modo AVANZINI *et al.* (1) demonstraram existir nesta zona, actividade desencadeada por estímulos visuais e muito recentemente, COLAVITA (4) descreveu alterações marcadas do comportamento visual do animal depois

de lesões do córtex insulo-temporal. Estes factos fazem pensar que, deverão existir importantes conexões entre estas subdivisões auditivas e as áreas visuais. Por outro lado os trabalhos de HUBEL e WIESEL (8) e os de KAWAMURA (10), não revelaram a existência de fibras de associação cortical visuo-auditivas. Tais conexões, não foram também verificadas, nem neste nem nos outros trabalhos citados, podendo concluir-se, portanto, que a associação destas áreas auditivas temporal e insular à actividade visual deverá utilizar trajectos multissinápticos, presentemente desconhecidos.

Ao discutir os resultados obtidos no estudo de lesões do córtex auditivo, DIAMOND *et. al.* (6) assemelha-os aos verificados no córtex visual por HUBEL e WIESEL (8) e no córtex sensitivo somático por JONES *et. al.* (9). DIAMOND *et. al.*, verificando que não foram observadas conexões directas entre nenhuma destas corticais, mas que todas elas projectam para as mesmas áreas de associação cortical, sugere que seja a este nível, que se passam os complexos fenómenos de convergência sensorial. A descrição que apresentamos destas fibras de associação, vem provar que há possibilidade de uma interrelação directa entre as áreas corticais auditiva e visual, o que permite convergência de informação sensorial das duas origens, sem necessidade de interferência das áreas de associação do córtex. Além disso as nossas observações podem constituir o substrato anatómico para os resultados obtidos por BENTAL *et. al.* (3), que encontrou no córtex visual primário um grande número de unidades que respondem a estimulação auditiva.

A complexidade das interrelações auditivo-visuais intracorticais torna indispensáveis, como é evidente, estudos anatómicos e electrofisiológicos mais pormenorizados para o seu esclarecimento.

V — RESUMO

O córtex auditivo do Gato encontra-se subdividido em regiões com características morfo-funcionais diferentes. Neste trabalho estudou-se, com auxílio do método de WHITANEN (uma das variantes do método de NAUTA), as projecções do córtex auditivo, para o córtex visual do Gato. Demonstra-se que as fibras de associação com ponto de partida auditivo que terminam na área 19 do córtex visual, partem das subdivisões AI, AII e EP. A projecção auditivo-visual mais densa, tem início em SF, terminando macissamente em cada uma das três subdivisões (áreas 17, 18 e 19) do córtex visual. Os córtex insular e temporal, aparentemente, não projectam para o córtex visual. Discute-se os resultados obtidos comparando-os com os de outros autores que utilizaram métodos de coloração diferentes e aventam-se hipóteses para a possível importância funcional destas fibras de associação.

VI — BIBLIOGRAFIA

- 1 — AVANZINI, G., MANCIA, D., and PELLICCIOLI, G. — Ascending and descending connections of the insular cortex of the cat, *Arch. Ital. Biol.*, 107, 696-714, 1969.
- 2 — BARATA-FEYO, A. e SOUSA-PINTO, A. — Interhemispheric connections of the cat auditory cortex, *em preparação*.
- 3 — BENTAL, E., DAFNY, N. and FELDMAN, S. — Convergence of auditory and visual stimuli on single cells in the primary visual cortex of unanesthetized unrestrained cats, *Exp. Neurol.*, 20, 341-351, 1968.
- 4 — COLAVITA, F. B. — Auditory cortical lesions and visual pattern discrimination in cat, *Brain Res.*, 39, 437-447, 1972.
- 5 — CELSO PONTES e SOUSA PINTO, A. — Projecção do córtex auditivo para o corpo geniculado medial, no gato, *Fol. Anat. Univ. Conimb.*, vol. 42, 1973.
- 6 — DIAMOND, I. T., JONES, E. G. and POWELL, T. P. S. — The association connections of the auditory cortex of the cat, *Brain Res.*, 11, 560-579, 1968.

- 7 — FINK, R. P. e HEIMER, L. — Two methods for selective silver impregnation of degenerating axons and their synaptic endings in the Central Nervous System, *Brain Res.*, 4, 369-374, 1967.
- 8 — HUBEL, D. H. and WIESEL, T. N. — Receptive fields and functional architecture in two nonstriate visual areas (18 and 19) of the cat, *J. Neurophysiol.*, 28, 229-289, 1965.
- 9 — JONES, E. G. and POWELL, T. P. S. — The ipsilateral cortical connexions of the somatic sensory areas in the cat, *Brain Res.*, 9, 71-94, 1968.
- 10 — KAWAMURA, K. — Corticocortical fiber connections of the cat cerebrum, *Brain Res.*, na imprensa.
- 11 — LOE, P. R. and BENEVENTO, L. A. — Auditory-visual interaction in single units in the orbito-insular cortex of the cat, *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 26, 395-398, 1969.
- 12 — METTLER, F. A. — Connections of the auditory cortex of the cat, *J. Comp. Neurol.*, 55, 139-183, 1932.
- 13 — NAUTA, W. J. H. — Silver impregnation of degenerating axons, in «*New research techniques of neuroanatomy*», Windle, W. F., ed., Thomas, Springfield 1957, pg. 17-26.
- 14 — OTSUKA, R. and HASSLER, R. — Über Aufbau und Gliederung der corticalen Sehsphäre bei der Katze, *Archiv für Psychiatrie und Zeitschrift f. d. ges. Neurologie*, 203, 212-234, 1962.
- 15 — PAULA BARBOSA, M. M. — Conexões auditivo-visuais. Estudo experimental — J. Soc. Ciênc. Méd. Lisboa, na imprensa.
- 16 — PAULA BARBOSA, M. M. and SOUSA PINTO, A. — Auditory cortical projections to the superior colliculus, *Brain Res.*, 50, 47-61, 1973.
- 17 — POLJAK, S. — An experimental study of the association callosal, and projection fibers of the cerebral cortex of the cat, *J. Comp. Neurol.*, 44, 197-258, 1927.
- 18 — ROSE, J. E. — The cellular structure of the auditory region of the cat, *J. Comp. Neurol.*, 91, 409-440, 1949.
- 19 — SOUSA PINTO, A. — A área auditiva do córtex cerebral, *J. Soc. Ciênc. Méd. Lisboa. Na imprensa.*
- 20 — SOUSA PINTO, A. — Cortical projections of the medial geniculate body in the cat; *Erg. Anat. Entwickl. — Gesch.*, na imprensa.
- 21 — WIITANEN, J. T. — Selective silver impregnation of degenerating axons and axon terminals in the Central Nervous System of the monkey (*Macaca mulatta*), *Brain Res.*, 14, 546-548, 1969.
- 22 — WOOLSEY, C. N. — Organization of cortical auditory system; a review and a synthesis, in «*Neural mechanisms of the auditory and vestibular systems*», G. L. Rasmussen and W. F. Windle, Thomas, Springfield pp. 165-180, 1960.

ABREVIATURAS USADAS NAS FIGURAS E NO TEXTO

- A — 17 = Área visual 17
 A — 18 = Área visual 18
 A — 19 = Área visual 19
 AI = Córtex auditivo principal
 AII = Córtex auditivo secundário
 AIII = Córtex auditivo terciário
 EP = Córtex auditivo ectosilvico posterior
 I = Córtex auditivo insular
 Sea = Sulco ectosilvico anterior
 Sep = Sulco ectosilvico posterior
 SF = Córtex auditivo da orla suprasilvica
 SI = Sulco lateral
 Sps = Sulco pseudosilvico
 SsPs = Sulco esplenial
 T = Córtex auditivo temporal

FOLIA ANATOMICA VNIVERSITATIS CONIMBRIGENSIS

VOL. XLII

N.º 4

PROJECÇÃO DO CÓRTEX AUDITIVO PARA O CORPO GENICULADO MEDIAL NO GATO *

POR

CELSO PONTES

e

A. SOUSA-PINTO

I — INTRODUÇÃO

No estudo do córtex cerebral, a análise das conexões das áreas corticais com actividade definida, assume particular importância.

A parte tálamo-cortical da via auditiva tem sido muito estudada do ponto de vista fisiológico mas, só ultimamente começou a ser investigada em pormenor sob o aspecto das suas conexões. De facto, estudos recentes demonstraram a organização da projecção do

(*) Trabalho realizado no Instituto de Anatomia da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (Director: Prof. Doutor Abel S. Tavares). Subsidiado pelo Instituto de Alta Cultura (projecto PMC/5) e pela OTAN (Research Grant 532).

corpo geniculado medial para o córtex auditivo (5, 6, 18, 19, 22) tendo-se verificado que esta projecção está organizada de acordo com as diferentes áreas auditivas corticais demarcadas por WOOLSEY (24) com métodos neurofisiológicos. No entanto, as projecções descendentes do córtex para o tálamo são menos exactamente conhecidas (20, 16, 4), não se sabendo, nomeadamente, se as diferentes áreas auditivas têm projecções diversas para as subdivisões do corpo geniculado medial (MGB) tal como foram definidas por MOREST (11).

Foi precisamente no intuito de contribuirmos para o conhecimento desta projecção cortico-talâmica que realizámos o presente trabalho.

II — MATERIAL E MÉTODOS

Utilizámos 10 gatos, operados e sacrificados sob anestesia pelo «Nembutal» injectado intraperitonealmente, na dose de 30 mg/Kg. Causamos lesões corticais unilaterais quer por termocoagulação transdural, quer por inserção de um eléctrodo de 0,25 mm de diâmetro no córtex, através de um pequeno orifício da dura-mater. Pelo eléctrodo, que funcionava como ânodo, fazia-se passar uma corrente contínua de 2,5 mA durante 30 segundos.

Após um tempo de sobrevida de 6 ou 7 dias, os animais foram sacrificados por perfusão, durante 20 minutos, de 2000 ml de formol salino a 10%, precedida por 300 ml de soro fisiológico. Depois de um período de fixação em formol de pelo menos 10 dias, cortávamos os cérebros em série num micrótomo de congelação, tendo-se corado 1 de cada 10 cortes da série pelo método de WIITANEN (21), fazendo-se em seguida uma coloração de contraste pela tionina. As fibras em degenerescência, observadas ao microscópio de luz, eram lançadas em desenhos do contorno dos cortes, previamente executados mediante um aparelho de projecção.

Para a marcação das lesões do córtex, consideramos, de acordo com WOOLSEY (24), uma área auditiva principal (AI), localizada na circunvolução ectosilvica transversa, uma área auditiva secundária (AII), situada na circunvolução silvica transversa e ainda outras áreas relacionadas com a audição tais como EP, SF, I, T, todas circunscritas pelo sulco suprasilvico (Fig. 1 A).

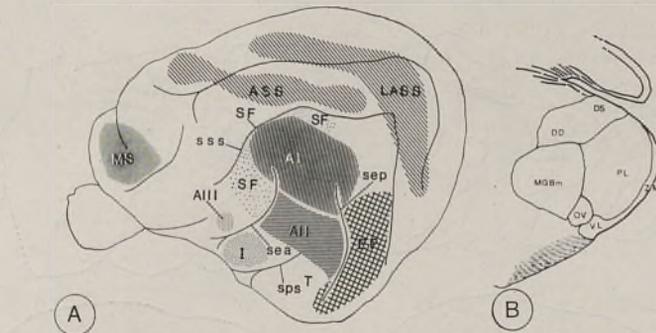


Fig.1

FIG. 1 — A — Áreas auditivas corticais (Woolsey 1960). B — Divisões do corpo geniculado medial (Morest 1964).

O corpo geniculado medial está subdividido em dois núcleos (Fig. 1 B): o magnocelular (MGBm) e o parvocelular, constituído este (MOREST, 1964) por um núcleo dorsal com duas subdivisões, superficial (DS) e profunda (DD), e por um núcleo ventral dividido por sua vez em partes lateral (PL), ventrolateral (VL), ovóide (OV) e marginal (ZM). De um modo geral as subdivisões mencionadas são identificáveis, com razoável precisão, nas preparações coradas pelo método de coloração que utilizamos.

III = RESULTADOS

1 — Lesões do Córtex Auditivo Principal (AI) (Fig. 2)

— Gato 68 (sobrevida de 6 dias). A lesão (termo-coagulação) parece não ultrapassar AI, destruindo apenas a sua camada I e a parte superficial da camada II.

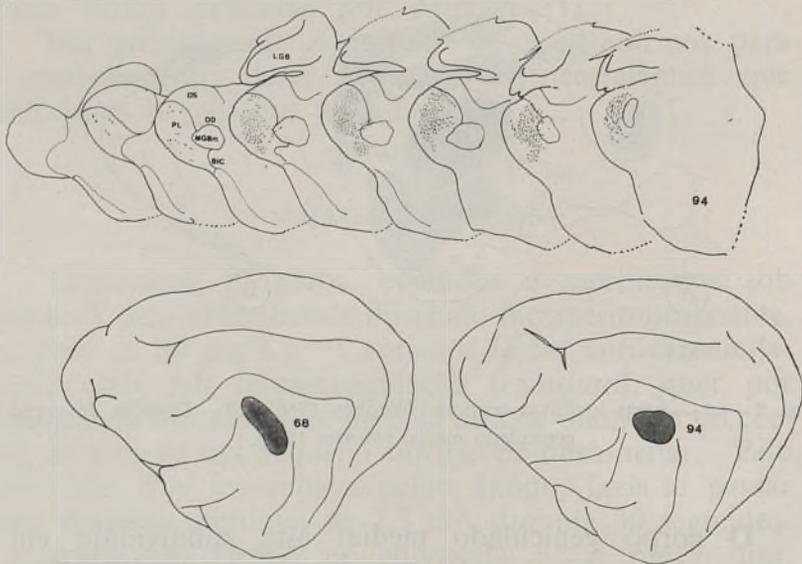


FIG. 2 — Esquema das lesões dos gatos 68 e 94 e da distribuição, no MGB, da degenerescência observado no gato 94.

Verificamos que esta lesão não provocou degenerescência no tubérculo quadrigêmio superior, o que é uma indicação da lesão ser restrita a AI (13).

— Gato 94 (sobrevida de 6 dias). A lesão (termo-coagulação), localizada em AI, atinge, além do córtex, uma pequena extensão da substância branca subjacente.

Em ambos os casos verificamos degenerescência abundante em PL do núcleo ventral, onde apareceram fibras degeneradas de médio calibre, com disposição lamelar. No gato 68 em que a lesão é muito superficial, a degenerescência é muito menos abundante do que no

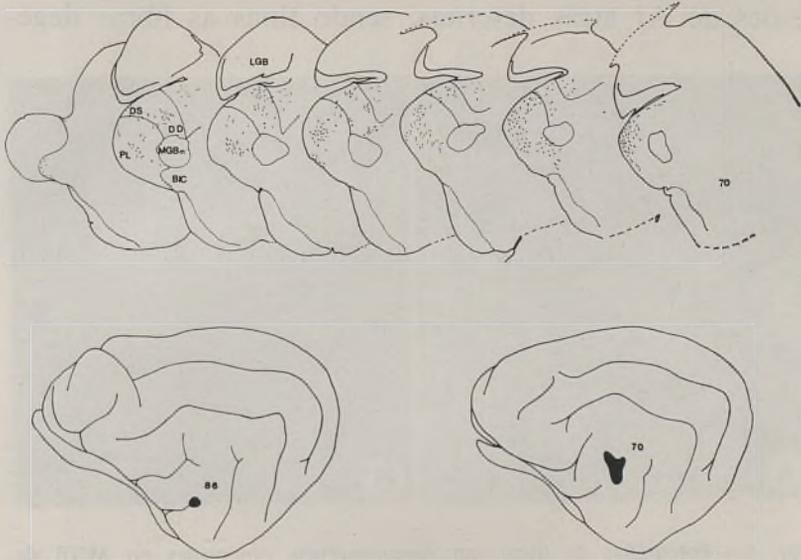


FIG. 3 — Esquema das lesões dos gatos 70 e 86 e da distribuição, no MGB, de degenerescência no gato 70.

gato 94. Existem também algumas fibras degeneradas em DD e no MGBm especialmente no gato 94 (Fig. 4 A).

2 — Lesões do Córtex Auditivo Secundário (AII) (Fig. 3)

— Gato 70 (sobrevida de 7 dias). A lesão (termo-coagulação) parece restrita a AII mas é possível que na sua parte dorsal inclua uma pequena parte de AI. É muito superficial, atingindo aparentemente apenas as camadas I e II.

— Gato 86 (sobrevida de 6 dias). Lesão (electrocoagulação) muito pequena de AII envolvendo especialmente o córtex da parede do sulco pseudo-silvico na sua extremidade superior.

Neste dois casos observamos degenerescência na PL do MGB, mas com muito menor densidade do que nas lesões de AI atrás descritas, sendo finas as fibras dege-

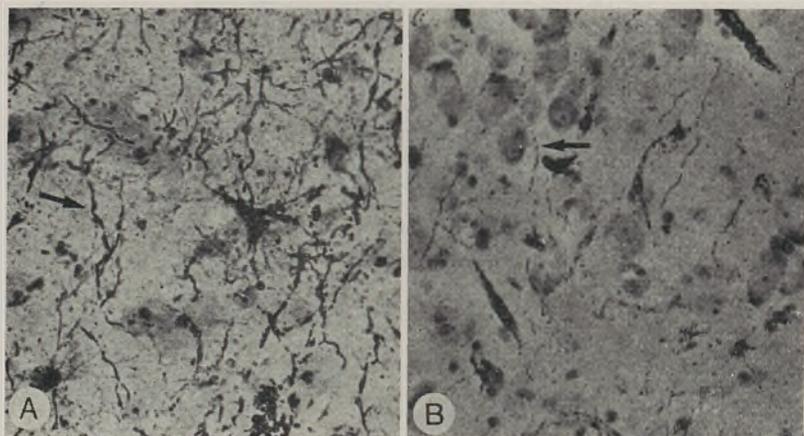


FIG. 4 — Fotografias de fibras em degenerescência observadas no MGB de:
A — Gato 94. B — Gato 70. As setas indicam fibras em degenerescência.

neradas (Fig. 4B). Existe também degenerescência no 1/3 médio do núcleo dorsal.

3 — Lesões da Orla Suprasilvica (SF) (Fig. 5)

— Gato 81 (sobrevida de 6 dias). Lesão (electrocoagulação) muito pequena de SF interessando a sua parte superficial, imediatamente junto ao sulco suprasilvico, na união do 1/3 anterior com os 2/3 posteriores.

— Gato 83 (sobrevida de 6 dias). Lesão (electrocoagulação) extensa de SF interessando a sua parte superficial, assim como uma extensão relativamente grande

da parte profunda na parede ventral do sulco supra-silvico.

Verificamos no MGB destes dois animais, a presença de algumas fibras degeneradas localizadas na metade rostral do núcleo dorsal bem como, com mais abundância, no MGBm.

4 — Outras lesões (*Ep, I, T, DCA*) (Fig. 5)

— Gato 79 (sobrevida de 7 dias). Lesão (electro-coagulação) de *Ep* ventral, próxima do sulco ectosilvico

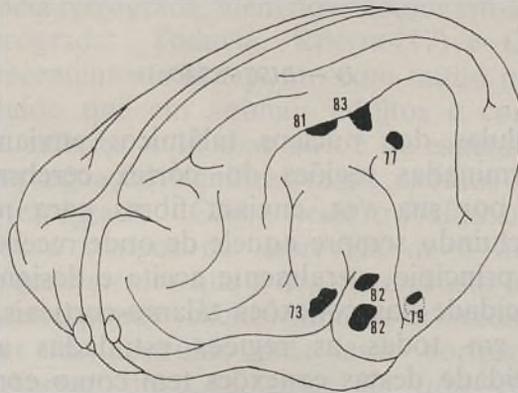


FIG. 5 — Esquema das lesões corticais dos gatos 73, 77, 79, 81, 82, 83.

posterior, de pequeno diâmetro mas atingindo todas as camadas do córtex. Encontramos degenerescência de fibras finas numa área restrita do 1/3 médio do núcleo dorsal, abrangendo as suas duas subdivisões.

— Gato 82 (sobrevida de 7 dias). Lesão (electro-coagulação) dupla na circunvolução sílvica posterior correspondendo ao córtex auditivo temporal. A lesão destrói todas as camadas do córtex. Não observamos degenerescência no MGB.

— Gato 73 (sobrevida de 7 dias). Lesão (termo-coagulação) da circunvolução sílvica anterior, atingindo

todas as camadas corticais. Esta lesão localiza-se portanto, na parte dita insular do córtex auditivo. Não observamos igualmente degenerescência significativa no MGB.

— Gato 77 (sobrevida de 7 dias). Lesão (electrocoagulação) localizada no 1/3 posterior da circunvolução ectosilvica transversa, atingindo a substância branca subjacente numa pequena extensão. Observam-se fibras de calibre médio em degenerescência no MGB, especialmente em DD e no MGBm, havendo também algumas em PL.

IV — DISCUSSÃO

As células dos núcleos talâmicos enviam axónios para determinadas regiões do córtex cerebral, regiões estas que, por sua vez, enviam fibras para núcleos do tálamo, incluindo sempre aquele de onde recebem aferentes. Este princípio, geralmente aceite e designado como da reciprocidade das conexões tálamo-corticais, tem sido verificado em todas as regiões estudadas até agora. A reciprocidade destas conexões tem como consequência que, quando se provoca uma lesão experimental no córtex, além de degenerarem os axónios córtico-talâmicos se verifica também degenerescência retrógrada das células talâmicas que enviam os seus axónios para a região lesada.

Os axónios em degenerescência anterógrada são impregnáveis selectivamente pela prata reduzida, utilizada nos diferentes métodos de coloração derivados do de NAUTA (12), tal como o de WIITANEN (21) usado neste trabalho. Cinco a dez dias de sobrevivida são o tempo óptimo para se obterem as melhores impregnações selectivas em muitos sistemas de fibras experimentalmente lesados. As células e os axónios em degenerescência retrógrada não são habitualmente impregnáveis pelos

métodos que usam a prata reduzida, sendo possível evidenciar essas células, geralmente apenas a partir dos dez dias de degenerescência, com o auxílio dos corantes de Nissl. No entanto, GRANT e ALDSKOGIUS (7) demonstraram recentemente que, em animais muito jovens, mais de 10 dias após a lesão, as células e os axónios em degenerescência retrógrada são impregnáveis com métodos derivados do de NAUTA. Este facto lança algumas dúvidas sobre se as fibras em degenerescência, impregnadas pela prata reduzida e observadas no tálamo em consequência de lesões corticais, não incluirão fibras em degenerescência retrógrada, além dos axónios em degenerescência anterógrada. Todavia, RINVIK (17) e GRANT (8) discutiram recentemente este ponto com muito pormenor, tendo concluído que em animais adultos e com tempo de sobrevida inferior a 10 dias não é de esperar a ocorrência de impregnação significativa de axónios em degenerescência retrógrada. Como neste trabalho utilizamos gatos adultos e tempos de sobrevida de 6 ou 7 dias parece lícito concluirmos que a degenerescência observada no MGB corresponde exclusivamente a axónios cujo corpo celular foi destruído pela lesão cortical correspondente. Apesar disso, e antes de tirar conclusões definitivas, parece-nos aconselhável procurar confirmar as conexões observadas, com outros métodos e procedendo a novas experiências, tanto mais que COWAN *et. al.* (2) descreveram recentemente um método autorradiográfico que permite seguir os axónios de células nervosas, sem objectivar simultaneamente as suas conexões aferentes. Estas novas experiências estão já em curso no nosso laboratório, e dos seus resultados daremos conta a seu tempo. No entanto, e uma vez que as condições experimentais utilizadas são geralmente aceites como suficientes para excluir a visualização de degenerescência retrógrada (17, 8) em muitos sistemas de fibras, incluindo conexões cortico-talâmicas (17), parece-nos que os presentes resultados constituem desde já uma indicação

relativamente segura da organização da projecção do córtex auditivo para o MGB.

As nossas experiências indicam que a parte mais importante da conexão auditiva cortico-talâmica se estabelece entre AI e PL do MGB, sendo exactamente recíproca da mais importante projecção cortical do MGB que se verifica a partir de PL para AI (18, 19). DIAMOND *et. al.* (4) observaram uma projecção semelhante. Todavia, estes autores descreveram ainda projecção de AI para o MGBm e para DD, enquanto que nestas mesmas zonas nós registamos apenas raras fibras em degenerescência que, muito provavelmente, deverão ser interpretadas como fibras de passagem. Este ponto poderá ser adequadamente verificado com a técnica autorradiográfica atrás referida. Se se não confirmarem, como sugerem para já os nossos resultados, as projecções descritas por DIAMOND *et. al.* (4) de AI para MGBm e DD, seria necessário rever a interpretação do conceito de projecção tálamo-cortical sustentante (23). A ausência dessas projecções não seria compatível com a interpretação desse conceito formulada por um de nós (18, 19) com base no seu estudo das projecções tálamo-corticais e nas cortico-talâmicas descritas por DIAMOND *et. al.* (4).

A diferença de densidade que observamos na degenerescência talâmica provocada por duas lesões de AI de diferentes profundidades, sugere que a maior parte dos eferentes cortico-talâmicos desta área têm origem em células das camadas profundas (V e VI) do córtex. Esta observação está de acordo com os conceitos clássicos (1), mas revela uma diferença previamente desconhecida entre AI e AII. Com efeito, as fibras eferentes do córtex parecem originar-se em AII sobretudo nas camadas superficiais, visto que no gato 70, em que a lesão destruiu apenas as camadas I e II, observámos degenerescência no MGB, havendo também abundante degenerescência de outros eferentes da área, tais como os destinados ao tubérculo quadrigémio superior (13) e ao córtex visual (14).

A projecção de AII para o MGB destina-se especialmente ao núcleo dorsal e à PL do núcleo ventral, parecendo ser quantitativamente menos importante do que a originado em AI e ser constituída por fibras muito mais finas. Estes factos estão de acordo e confirmam os resultados de DIAMOND *et. al.* (4) com a diferença de também aqui não termos observado a projecção de AII para o MGBm que esses autores referem, já que apenas encontramos raras fibras de passagem. É de notar ainda que esta conexão se apresenta como recíproca da projecção do núcleo dorsal para AII descrita por um de nós (18, 19), reciprocidade, todavia esta, não completa. O 1/3 posterior do núcleo dorsal tem projecção relativamente densa para AII (18, 19) mas, nos dois animais com lesão desta área cortical apresentados neste trabalho só verificamos a presença de degenerescência nos 2/3 anteriores dessa subdivisão nuclear. Parece necessário obter lesões mais extensas e profundas de AII para se poder conhecer completamente a sua área de projecção talâmica.

Apresentamos também uma lesão muito extensa de SF (gato 83), incluindo a parte profunda da parede ventral do sulco suprasilvico. Tanto quanto podemos verificar na literatura, as consequências das lesões de SF com extensão semelhante não foram ainda publicadas, não se conhecendo pois as projecções desta área cortical, que parece ser das áreas auditivas aquela que tem mais importantes conexões eferentes para áreas não auditivas, tais como o tubérculo quadrigémio superior (13) e o córtex visual (14). Porém os seus eferentes para regiões da via auditiva, como o MGB, parecem não ser muito numerosos, tendo-se verificado neste trabalho que se distribuem apenas ao 1/3 médio do núcleo dorsal, para as duas subdivisões superficial e profunda assim como para o MGBm. Esta última área talâmica envia uma projecção recíproca para SF (5, 9).

As lesões do córtex insular e temporal que pudemos estudar até ao momento (gatos 82 e 73, Fig. 5) não provo-

caram degenerescência no MGB o que sugere, de acordo com resultados citados por KUSAMA (10), que este núcleo talâmico não recebe fibras destas duas áreas auditivas corticais. Este facto apoia também a conclusão de não existir projecção do MGB para o córtex insulo-temporal, facto já apontado por SOUSA-PINTO (18, 19) em oposição às conclusões de DIAMOND *et. al.* (3), que descreveram uma projecção «sustentante» do polo caudal do MGB para estas áreas corticais. DIAMOND *et. al.* (4) descrevem também uma projecção do córtex auditivo insulo-temporal para o polo caudal do MGB, mas o exame das figuras publicadas por estes autores mostra que essa conclusão era baseada na observação de lesões que parecem atingir também AII, área esta que segundo o presente estudo se projecta para o núcleo dorsal, de que o polo posterior do MGB faz parte.

Parece-nos necessário acrescentar ainda um último comentário relativo à projecção observada por nós da parte caudal da circunvolução ectosilvica transversa (DCA) para o MGBm assim como para a subdivisão profunda do núcleo dorsal. Esta área cortical foi, historicamente, a primeira a ser considerada como a área auditiva do gato, por FERRIER em 1876. Estudos posteriores levaram a excluí-la das áreas auditivas corticais (23, 24, 18, 19) e os presentes resultados estão de acordo com esta interpretação, visto verificar-se não haver projecção de DCA para os núcleos talâmicos especificamente auditivos. Projecta no entanto para o MGBm e para o DD, apontados por POGGIO e MOUNTCASTLE (15) como áreas polissensoriais que recebem também informação com ponto de partida auditivo, o que sugere que esta área cortical esteja, provavelmente, envolvida no estabelecimento da complexa integração das funções auditivas com outras modalidades sensoriais.

V—RESUMO

As subdivisões do córtex auditivo, bem como as subdivisões do corpo geniculado medial, estão conectadas entre si, porém, a organização das fibras de conexão cortico-talâmica só parcialmente é conhecida.

Por isso estudamos esta projecção no Gato com o auxílio de métodos derivados do de NAUTA. Os resultados mostram que o córtex auditivo principal, assim como o secundário, têm projecções para a parte lateral do MGB, sendo a do primeiro muito densa, enquanto a do segundo se estende para o núcleo dorsal. A orla suprasilvica projecta-se para o núcleo magnocelular e para o núcleo dorsal. Outras áreas auditivas corticais (Ep, I, T) parecem ter projecções pouco importantes para o corpo geniculado medial.

VI—BIBLIOGRAFIA

- 1 — CAJAL, S. R. — Histologie du système nerveux de l'Homme et des vertébrés. Ed. Maloine (Paris) 1911.
- 2 — COWAN, W. M.; GOTTLIEB, D. I.; HENDRIKSON, A. E.; PRICE, J. L. and WOOLSEY, T. A. — The autoradiographic demonstration of axonal connections in the central nervous system, *Brain Res.*, 37 (1972) 21-51.
- 3 — DIAMOND, I. T.; CHOW, K. L. and NEFF, W. D. — Degeneration of caudal medial geniculate body following cortical lesion ventral to auditory area II in the cat, *J. Comp. Neurol.*, 109 (1958) 349-362.
- 4 — —; JONES, E. G. and POWELL, T. P. S. — The projection of the auditory cortex upon the diencephalon and brain stem in the cat, *Brain Res.*, 15 (1969) 305-340.
- 5 — GRAYBIEL, A. M. — Some thalamocortical projections of the pulvinar-posterior system of the thalamus in the cat, *Brain Res.*, 22 (1970) 131-136.
- 6 — — — Some fiber connections of the posterior thalamus in the cat, Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1971.

- 7 — GRANT, G. and ALDSKOGIUS, H. — Silver impregnation of degenerating dendrites, cells and axons central to axonal transection. I. A Nauta study on the hypoglossal nerve in kittens, *Exp. Brain Res.*, 3 (1967) 150-162.
- 8 — — — Neuronal changes central to the site of axon transection. A method for the identification of retrograde changes in perikarya, dendrites and axons by silver impregnation, in «Contemporary Research Methods in Neuroanatomy», edited by W. J. H. Nauta e S. O. E. Ebbesson. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 1970 173-183.
- 9 — HEATH, C. J. and JONES, E. G. — An experimental study of ascending connections from the posterior group of thalamic nuclei in the cat, *J. Comp. Neurol.*, 141 (1971) 397-426.
- 10 — KUSAMA, T.; OTANI, K. and KAWANA, E. — Projections of the motor, somatic sensory, auditory and visual cortices in cats, in «Correlative Neurosciences. Part A: Fundamental Mechanisms», eds. T. Tokizane and J. P. Schadé, Elsevier Amsterdam, 1966,, pp. 292-322.
- 11 — MOREST, D. K. — The neuronal architecture of the medial geniculate body of the cat, *J. Anat. (Lond.)*, 98 (1964) 611-680.
- 12 — NAUTA, W. J. H. — Silver impregnation of degenerating axons, in «New Research techniques of neuroanatomy», ed. W. F. Windle, Thomas, Springfield, 1957, pp. 17-26.
- 13 — PAULA-BARBOSA, M. M. and SOUSA-PINTO, A. — Auditory cortical projections to the superior colliculus, *Brain Res.*, 50 (1973) 47-51.
- 14 — PAULA-BARBOSA, M. M. e SOUSA-PINTO, A. — Estudo das conexões entre as áreas auditivas e visuais do córtex do gato. *Fol. Anat. Universitat Conimbr.*, 42, 3, 1973.
- 15 — POGGIO, G. F. and MOUNTCASTLE, V. B. — A study of the functional contributions of the lemniscal and spinothalamic systems to somatic sensibility (central nervous mechanisms in pain), *Bull. Johns Hopk. Hosp.*, 106 (1960) 266-316.
- 16 — RASMUSSEN, G. L. — Anatomic relationships of the ascending and descending auditory systems, in «Neurological aspects of auditory and vestibular disorders», ed. W. S. Fields and B. R. Alford, Thomas, Springfield, 1964, pp. 5-19.
- 17 — RINVIK, E. — A re-evaluation of the cytoarchitecture of the ventral nuclear complex of the cat's thalamus on the basis of corticothalamic connections, *Brain Res.*, 8 (1968) 237-254.
- 18 — SOUSA-PINTO, A. — A área auditiva do córtex cerebral. *J. Soc. Ciên. Méd. Lisboa. na imprensa.*
- 19 — — — Cortical projections of the medial geniculate body in the cat. *Erg. Anat. Entwickl.* — Gesch., na imprensa.

- 20 — WALTER, J. B. and RASMUSSEN, G. L. — Descending connections of auditory cortex and thalamus of the cat, *Fed. Proc.*, 19 (1960) 291.
- 21 — WIITANEN, J. T. — Selective silver impregnation of degenerating axons and axon terminals in the central nervous system of the monkey (macaca mulatta), *Brain Res.*, 14 (1969) 546-548.
- 22 — WILSON, M. E. and CRAGG, B. G. — Projection from the medial geniculate body to the cerebral cortex in the cat, *Brain Res.*, 13 (1969) 462-475.
- 23 — WOOLSEY, C. N. — Organization of somatic sensory and motor areas of the cerebral cortex, in «Biological and Biochemical Basis of Behaviour», eds. H. F. Harlow and C. N. Woolsey, The University of Wisconsin Press, Madison, 1958, pp. 63-81.
- 24 — — — Organization of cortical auditory system. A review and a synthesis, in «Neural mechanisms of the auditory and vestibular systems», ed. G. L. Rasmussen and W. F. Windle, Thomas, Springfield, 1960, pp. 165-180.

ABREVIATURAS USADAS NO TEXTO E FIGURAS

AI	=	Córtex auditivo principal
AII	=	Córtex auditivo secundário
AIII	=	Córtex auditivo terciário
ASS	=	Área cortical de associação auditiva precoce (Woolsey).
Bic	=	Braço colicular inferior
DCA	=	Ângulo dorso-caudal da circunvolução ectosilvica
DD	=	Divisão dorsal profunda do corpo geniculado interno
DS	=	Divisão dorsal superficial do corpo geniculado interno
Ep	=	Córtex auditivo ectosilvico posterior
I	=	Córtex insular
LASS	=	Área cortical de associação auditiva tardia (Woolsey)
LGB	=	Corpo geniculado externo (ou lateral)
MGB	=	Corpo geniculado interno (ou medial)
MGBm	=	Parte magnocelular do corpo geniculado interno
MS	=	Cortex sensitivo-motor somático
OV	=	Parte ovoide da divisão ventral do corpo geniculado interno
PL	=	Parte lateral da divisão ventral do corpo geniculado interno
sea	=	Sulco ectosilvico anterior
sep	=	Sulco ectosilvico posterior
SF	=	Orla auditiva suprasilvica
sps	=	Sulco pseudosilvico
sss	=	Sulco suprasilvico
T	=	Córtex auditivo temporal
VL	=	Núcleo ventrolateral da divisão ventral do corpo geniculado interno
ZM	=	Zona marginal da divisão ventral do corpo geniculado interno



FOLIA ANATOMICA VNIVERSITATIS CONIMBRIGENSIS

(Propriété du Laboratório de Anatomia Normal Doutor Maximino Correia
e do Instituto de Histologia e Embriologia)

EDITEUR: PROF. HERMÉNIO CARDOSO

Les FOLIA ANATOMICA VNIVERSITATIS CONIMBRIGENSIS publient des mémoires originaux et des études d'Anatomie descriptive et topographique, d'Anatomie pathologique, d'Histologie et d'Embryologie.

Les FOLIA, rédigées en portugais, sont suivies d'un résumé en français, en anglais ou en allemand, au choix de l'auteur. Les fascicules contenant une ou plusieurs FOLIA, paraissent au fur et à mesure que les articles sont imprimés, d'après l'ordre de réception des manuscrits.

Les manuscrits adressés à la rédaction ne sont pas rendus à leurs auteurs même quand ils ne sont pas publiés.

Les communications concernant la rédaction et l'administration des FOLIA ANATOMICA VNIVERSITATIS CONIMBRIGENSIS doivent être adressées à : Prof. Herménio Cardoso, Laboratório de Anatomia Normal Doutor Maximino Correia, Faculdade de Medicina, Coimbra, Portugal.