

Acción de los Núcleos Septales sobre la ingestión de líquidos y el condicionamiento motor instrumental en gatos

DRA. HILDA SANCHO UGALDE *

RESUMEN

Se trató de examinar el papel que ejercen los núcleos septales sobre la ingestión de los líquidos y el aprendizaje motor instrumental en el gato. Los resultados en cuanto a ingestión de líquido, señalan discrepancias con los reportes de trabajo previos realizados en ratas, lo que se interpreta como una organización neuronal específica. Se encuentra una influencia dual del septum (facilitatoria e inhibitoria) sobre los procesos del aprendizaje motor instrumental.

Introducción

En base a los siguientes hechos:

1. Que la ingestión de agua y sal, en ratas, perros y cabras depende de mecanismos centrales (2-22-33).
2. Que esos mecanismos hipotalámicos, aparentemente son modificados por la acción de estructuras límbicas, entre ellas los núcleos del septum (11-13-16-22) y los núcleos del complejo amigdalino (10).
3. Que se ha descrito que el septum ejerce una influencia sobre los procesos de motivación y de aprendizaje en las ratas. 1-6-12-17-18-34).

Se postula que el septum ejerce una influencia inhibitoria sobre:

- a) los procesos de ingestión de los líquidos y por lo tanto, la lesión electrolítica practicada a nivel de los núcleos septales, incrementan la motivación del animal, lo que lo lleva a ingerir mayores volúmenes de líquidos y
- b) los procesos de respuestas condicionada motora, por lo tanto, la lesión electrolítica incrementaría el número de apretones de palanca.

Método

Se utilizaron gatos (Ss), de ambos sexos, cuyos pesos oscilaron entre 1650 y 2500 g, que fueron entrenados en una cámara tipo Skinner y una jaula. La cámara de 46.0 cm de largo, 46 cm de ancho y 46 cm de altura, está discretamente sonooamortiguada e iluminada por un foco de 3 watts. En uno de sus lados tiene un tablero de "inteligencia", (Lehigh Valley Electronic), que contiene:

1. Un operador, consistente en una palanca, colocado al lado derecho y que al ser presionado por el animal, este obtiene un refuerzo alimenticio, además mide la respuesta condicionada instrumental (RCM).
2. Un estímulo discriminativo, consistente en una luz de 3 watts, colocada a 4 cm encima de la palanca. El animal recibe la leche como recompensa si presiona la palanca cuando la luz está encendida, y no cuando está apagada.
3. Un administrador de recompensa o bebedero, consistente en una escudilla que administra 0.5 ml de leche, cada vez

* Depto. de Fisiología.
Facultad de Medicina.
Universidad de Costa Rica.

que el animal presiona la palanca cuando la luz discriminativa está encendida. Además, se tiene adjunto un tablero con instrumentos de control como:

Un reloj que marca el tiempo durante el cual se mantiene encendida la luz discriminativa y contadores, digitales automáticos, del número de apretones de palanca ejecutados: 1.- Cuando la luz está encendida (aciertos) y 2.- cuando la luz está apagada (errores).

Los sonidos extraños y los ruidos del tablero de control, se enmascaran mediante un ruido blanco. La cámara completa tipo Skinner, se encuentra colocada en un cuarto sonoamortiguado, que disminuye considerablemente los ruidos extraños que pueden disturbar al animal y que está iluminado tenuemente.

La medición de la ingestión de agua, se realizó en una jaula de madera de 65.5 cm x 47 cm x 47 cm, con el piso de rejillas y una de sus paredes de vidrio. Cerca de la pared izquierda, se colocaron siempre dos recipientes con una separación entre ellos de 50 cm cuya posición siempre fue la misma. Uno contenía 100 ml de agua y otro 100 ml de solución salina 0.9%. Esta jaula, se mantuvo en una posición tal, que la temperatura ambiente fuera casi siempre, la misma.

Procedimiento de condicionamiento

Se llevó a cabo de la siguiente forma: Los Ss permanecieron en ayunas durante 23 horas. La sesión se iniciaba en la cámara de Skinner, en donde se anotaba el número de aciertos que realizaba el animal, durante períodos de un minuto, en sesiones que duraban 12 minutos. Al cabo de ese tiempo el Ss se trasladaba a la jaula en donde disponía de agua y solución salina al 0.9% durante 30 minutos, al cabo de los cuales se medía la cantidad de líquidos ingeridos y luego se trasladaba a su jaula de estar, donde se le proporcionaba una ración de carne, a razón de 30 g por kilo de peso corporal. Este procedimiento se repetía durante tres días seguidos y posteriormente se iniciaba el procedimiento de supresión de la respuesta condicionada motora, de la siguiente forma: en la cámara de Skinner cada período de un minuto con luz encendida era seguido por 20 segundos durante los cuales la luz discriminativa estaba apa-

gada durante ese período el Ss no debía de apretar la palanca, si lo realizaba, no obtenía leche. El resto del entrenamiento continuaba igual.

Al completar 6 sesiones (tres de luz más de tres de luz y no luz) se practicaban las lesiones electrolíticas o las falsas lesiones 24 horas después se reanudaba el condicionamiento, continuándose durante 20 sesiones. Las lesiones, que se llevaron a cabo después de la sexta sesión de condicionamiento instrumental, fueron bilaterales y se realizaron mediante electrodos monopolares de acero inoxidable, aislados en toda su longitud, excepto 1 mm de su punta, la cual tiene 0.3 mm de diámetro que se introdujeron al cerebro con ayuda de un aparato estereotáxico.

Para pasar la corriente directa (6 m Amp. durante 90 segundos) a través de este electrodo, una varilla metálica de 10 cm era introducida en el recto y utilizada como electrodo indiferente.

Los gastos eran anestesiados con nembutal (30-40 mg/kg de peso) aplicado por vía intraperitoneal. Las coordenadas utilizadas (15) fueron para el núcleo septal, región anterior: A = 14.5; L = 1.0; H = + 3.0 y para la región posterior: A = 15.0; L = 1.0; H = + 3.2.

Los animales fueron asignados al azar, a cualquiera de los siguientes grupos:

1. Un grupo experimental, formado por 5 sujetos, a los que se les practicó lesión del septum en su parte anterior (Sa).
2. Un grupo experimental, formado por 5 sujetos, a los que se les practicó lesión del septum en su parte posterior (Sc).
3. Un grupo control, a los cuales se les practicó el procedimiento quirúrgico hasta la trepanación sin introducción de los electrodos (falsa lesión).

Todas las lesiones fueron bilaterales.

Técnica histológica

Al finalizar las experiencias los sujetos se sacrificaron, mediante una sobredosis de nembutal, se perfundía intraventricularmente el cerebro, primero con solución salina isotónica, luego con solución de formol al 10%. Posteriormente se les extraía el cere-

bro, el cual se mantenía en formol al 10% durante un tiempo mínimo de 2 semanas, al cabo de las cuales, se realizaron cortes histológicos seriados por congelación, de 40-50 micras de grosor. A algunos cortes se les realizó tinción de Nissl, para análisis histológico más detallado.

Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de varianza para medidas repetidas, (8) y una prueba de "t" de Student, (19).

Resultados

1. El examen histológico del material de todos los animales experimentales se presenta en la figura A.
2. No se notaron cambios conductuales.
3. Ingestión de líquidos: durante las sesiones de habituación al equipo experimental, y que en promedio fueron 6, los Ss ingerían agua, en un promedio de 11.95 ml \pm 2.3; y solución salina cuyo promedio fue de 19.06 ml \pm 2.1. A medida que aprendían a presionar la palanca de la cámara de Skinner para obtener leche como reforzamiento, su ingestión de los otros líquidos disminuyó notablemente, hasta que llegó a 0 ml diarios, cuando ya habían aprendido a apretar la palanca. Esto persistió en todos los animales tanto en las 6 sesiones previas a la lesión electrolítica como en las 20 sesiones posteriores, a la misma.
4. Condicionamiento motor instrumental: Todos los animales aprendían a presionar la palanca indistintamente con la cabeza o con alguna de las extremidades anteriores. Antes de la lesión, todos los grupos se comportaron en forma semejante como se muestra en la Tabla I.

Consecutivamente a las lesiones septales, se observó que el número de apretones de palanca que el animal realizaba, eran diferentes en la condición de luz y en la condición de oscuridad como se muestra en la Tabla II y Figura 2.

TABLA I

REPRESENTA EL PROMEDIO DE ACIERTOS Y ERRORES DE LOS DIFERENTES GRUPOS ANTES DE LA LESION

	ACIERTOS	
	X	DS
CONTROL	8.38	2.09
Sa	10.10	3.08
Sc	8.21	3.86

	ERRORES	
	X	DS
CONTROL	18.57	7.93
Sa	23.71	4.78
Sc	19.50	3.86

NOTA: De acuerdo a la prueba T, las pequeñas diferencias que se observan no son estadísticamente significativas. (Sa = septum anterior; CS = septum posterior).

TABLA II

REPRESENTA EL PROMEDIO DE ACIERTOS Y ERRORES DE LOS DIFERENTES GRUPOS DESPUES DE LA LESION Y LA ESTADISTICA CORRESPONDIENTE

LUZ ENCENDIDA

	ACIERTOS	
	X	Ds.
CONTROL	9.28	1.76
Sa	14.77	5.80
Sc	10.65	3.40

ESTADISTICA

T		
Cont. vs Sa	2.0263	<0.05
Cont. vs. Sc	0.8042	<0.05

LUZ APAGADA

ERRORES

	X	Ds.
CONTROL	25.73	7.17
Sa	35.86	8.28
Sc	17.68	3.72

ESTADISTICA

	T	P
Cont. vs. Sa	2.0679	<0.05
Cont. vs. Sc	2.2293	<0.05

En la condición de oscuridad (errores) se observó que los gatos del grupo Sa hacen un mayor número de errores por sesión, que los controles y estos a su vez mayor que los Sc. Estas diferencias son estadísticamente significativas $P < 0.05$.

Como consecuencia de cada apretón de palanca en la condición de luz encendida, los sujetos obtenían 0.5 ml de leche como reforzamiento; en la Figura 3 se muestra el promedio diario de la ingestión de leche de los animales control y los lesionados.

Las diferencias que se notan no son estadísticamente significativas, $P > 0.05$. El análisis de varianza para coeficientes de regresión muestra que efectivamente los gatos aprenden a ingerir leche.

Se observó que los gatos que fueron sometidos a lesiones a nivel del área septal, no presentaron el llamado síndrome septal (Reactividad a la manipulación con intentos de morder y de escapar) como ha sido reportado en ratas, (3, 9, 14, 24, 31).

Sin embargo, este síndrome parece que no es un hallazgo general a través de las especies, sino un hecho específico de especie (20, 31, 32, 35).

a) Ingestión de líquidos:

Los resultados en cuanto a la ingestión de los líquidos después de las lesiones septales son muy sorprendentes, pues están relativamente en desacuerdo con la mayoría de los reportes hechos, en este aspecto, ya que señalan un aumento o disminución considerable en la ingestión de líquidos, en relación con los sitios lesionados. Es de señalar como un hecho importante, que en todos los experimentos se han utilizado ratas, y en este caso se utilizaron gatos, lo cual nos da una variación en la especie utilizada, y quizás este sería uno de los principales factores para explicar la ausencia de la polidipsia ya que se sabe que el gato es un animal que ingiere poco líquido, lo que sugiere que el control de la ingestión de líquidos depende, primordialmente de la actividad hipotalámica. Asimismo, el aporte de agua y de sodio que normalmente ingiere el gato es muy bajo, y este podría estar suministrado en la cantidad de carne que recibían diariamente los sujetos experimentales. Por lo tanto, estas hallazgos pueden deberse al tipo de alimentación que recibieron esos animales o a una organización neuronal específica.

b) Condicionamiento motor instrumental.

El incremento del número de apretones de palancas mostrado por los Sa tanto en la condición de aciertos como en la de errores, sugiere, que la porción septal anterior, puede tener una influencia inhibitoria sobre la RCM.

En contraste, las lesiones del septum posterior, producen una disminución del número de apretones de palanca en la condición de luz discriminativa apagada, lo que sugiere que esta porción tenga una influencia facilitadora, tal como lo señalan otros trabajos (21).

La interrogante que puede plantearse en seguida es: sobre qué estructuras actúa el septum?

Este podría ejercer su influencia sobre el núcleo caudado, ya que algunos trabajos (5, 36), señalan que las lesiones del núcleo caudado producen incremento de la actividad motora, lo que según los autores, permite postular que el núcleo caudado parece ser el posible sitio en el que se originan o cuando menos pasan las influencias inhibitorias que actúan sobre la respuesta

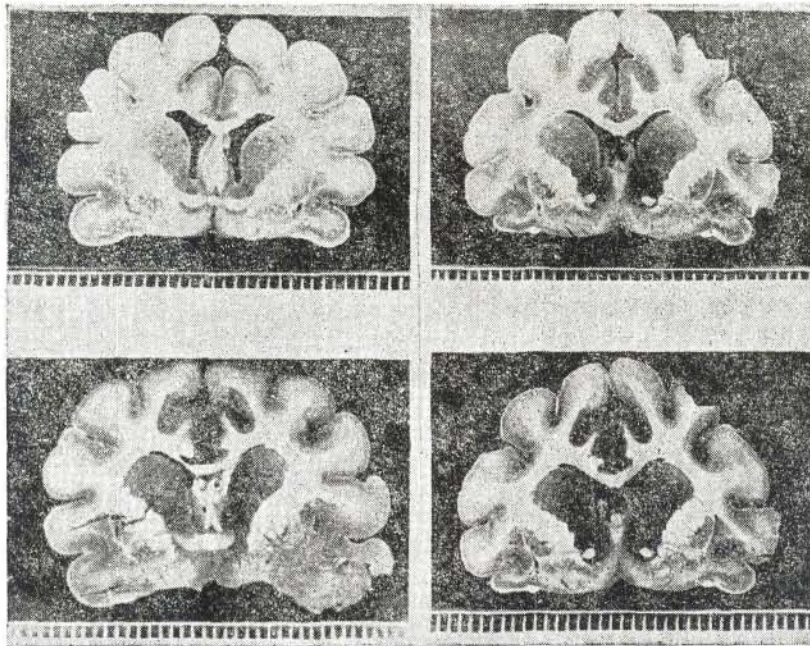


FIGURA 1

Muestra la extensión del área lesionada en los grupos a) septal anterior b) septal posterior.

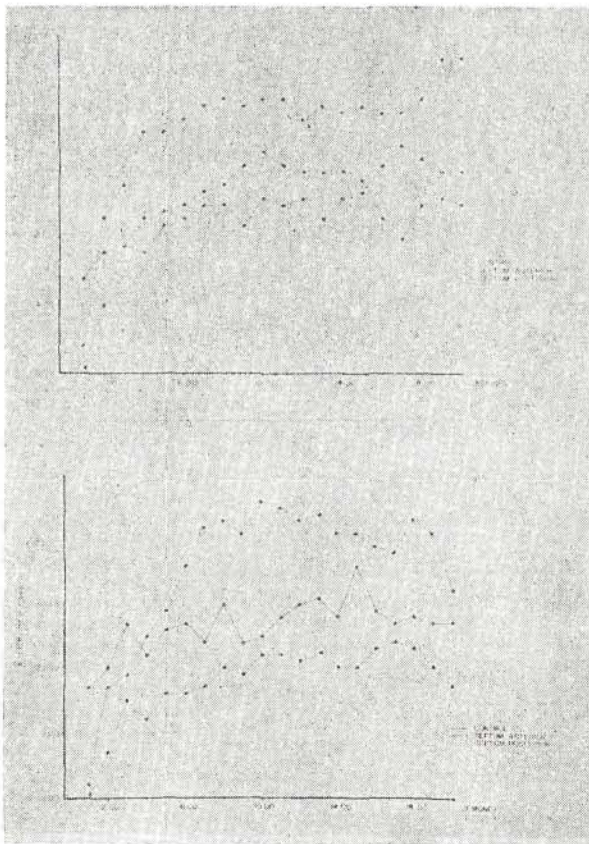


FIGURA 2

Muestra el promedio de aciertos y errores realizados en cada una de las 20 sesiones post lesión del grupo a) control b) septum anterior y c) septum posterior.

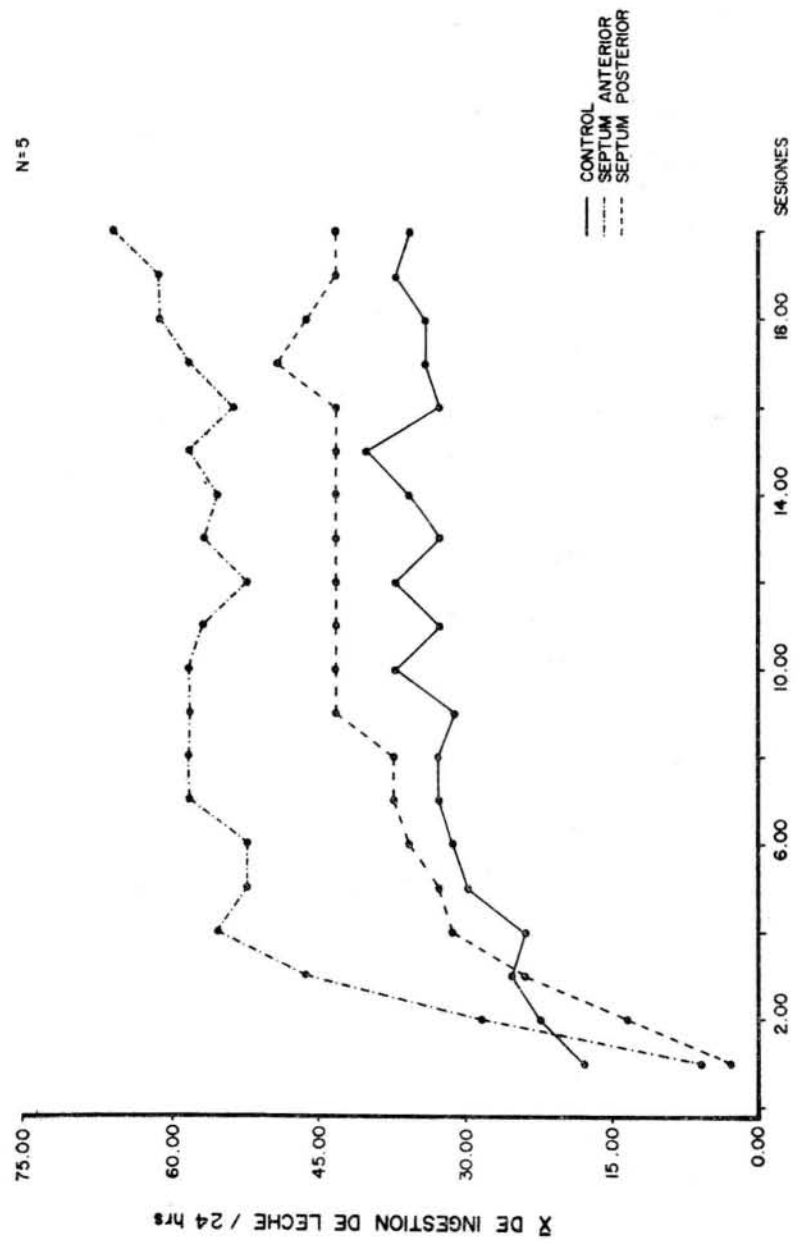


Fig. 3.—Muestra el \bar{X} de la ingestión de leche en 24 horas en cada una de las 20 sesiones post-lesión del grupo: a) control; b) septum anterior y c) septum posterior.

aprendida. Otros autores (26, 27), señalaron que el núcleo caudado podría ser la estructura integradora de la que depende la manifestación de la respuesta motora condicionada y además se sabe que el septum posee conexiones con el N. caudado. Ahora bien, quedaría por contestar la siguiente pregunta: ¿cuál es la vía de salida de las acciones del núcleo caudado? Actualmente se postula que esos efectos pueden realizarse por intermedio del globo pálido y del putamen o a través del núcleo entopenduncular, principales conexiones eferentes del núcleo caudado (7, 25).

Con los resultados descritos se puede concluir que el septum ejerce una influencia dual, facilitadora o inhibidora, sobre el núcleo caudado, sitio de integración de las respuestas condicionadas motoras.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—ALBERT, D.J. y MAH, C.J.
Passive avoidance deficit with septal lesions: disturbance of responses inhibition or responses acquisition. *Physiol. Behav.* 11: 205-213, 1973.
- 2.—ANTUNEZ-RODRIGUEZ, J. y COVIAN, M.R.
Specific changes in water and adipsia for water and sodium chloride after hypothalamic lesions. *Acta Physiol. Latinoam.* 15: 251-259, 1965.
- 3.—BEATTY, W.W., BEATTY, P.A., O'BRIANT, D.A., GREGORIE, K.C. y DAHL, B.L.
Factors underlying deficient passive-avoidance behavior by rats with septal lesions. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 85: 502-514, 1973.
- 4.—BRUST-CARMONA, H., PEÑALOZA-ROJAS, J.H. CHONG-KING, C., GRIMBERG, J., PRADO R. y ZIMMERMAN, R.
Efectos de la inyección de anestésicos y adrenalina en el Núcleo Caudado sobre la respuesta instrumental y su inhibición condicionada. IX Congreso Interamericano de Psicología, México, D.F., 98, 1967.
- 5.—BRUST-CARMONA, H. y ZARCO-CORNADO, I.
I. Instrumental and inhibitory conditioning in cats. II. Effect of paleocortical and caudate nucleus lesion. *Bol. Estud. Med Mex.*, 27: 61-70, 1971.
- 6.—BRUST-CARMONA, H. y GARCIA, M.M.
Bases neurológicas del aprendizaje instrumental. Sistemas de reforzamiento positivo y negativo. *Ciencia, Méx.* XXVIII 3: 91-97, 1973.
- 7.—CROSBY, E.C. HUMPHREY, T. y E.W.Q. LAUER.
Correlative anatomy of the nervous system, Edit. The Macmillan Company, New York, 1962.
- 8.—DANFOREL, M.B., HUGHES, H.M. y McNEE, R.C.
On the analysis of repeated measurements experiments. *Biometrics*, 1960.
- 9.—DONOVICK, P.J., BURIGHT, R.G. y BENTSEN, E.O.
Presurgical dietary history and the behavior of control and septal lesioned rats. *Develop. Psychobiol.* 8: 13-25, 1974.
- 10.—FONBERG, E.
Amygdala functions within the alimentary system. *Acta Neurobiol. Exp.* 34: 435-466, 1974.
- 11.—GENTIL, C.G., MONGENSON, G.J. y STEVENSON, J.S.E.
Electrical stimulation of septum, hypothalamus and amygdala and saline preference. *Am. J. Physiol.* 220: 1172, 1971.
- 12.—GREEN, R.H. BEATTY, W.W. y SCHWARTZBAUM, J.S.
Comparative effects of septohippocampal and caudate lesions on avoidance behavior in rats. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 64: 444-452, 1967.
- 13.—HARVEY, J.A. y HUNT, H.F.
Effects of septal lesions on thirst in the rat as indicated by water consumption and operant responding for water reward. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 59: 49-56, 1965.
- 14.—HOBBS, S., ELKINS, R.A. y PEACOCK L.L.
Taste-aversion conditioning in rats with septal lesions. *Behav. Biology.* 11: 339-245, 1974.
- 15.—JASPER, H.H. y AJMONE-MARSAN, C.A.
Stereotaxic atlas of the Diencephalon of the cat. Edit. The National Research Council of Canada Ottawa, Canada, 1954.
- 16.—KAADA, B.R., RASMUSSEN, E.W. y KVEIN, O.
Impaired acquisition of passive avoidance behavior by subcallosal, septal hypothalamic and insular lesions in rats. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 55: 661-670, 1962.
- 17.—MAYER, A.
Variations de la tension osmotique du sang chez les animaux preives de liquides. *Compt. Rend. Soc. Biol.* 52: 153-155, 1900, citado por Fitzsimons, J.T. *Thirst, Physiol. Rev.* 52: 468-552, 1972.
- 18.—McCLEARY, R.A.
Response specificity ni the behavior effects of limbic system lesions in the cat. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 54: 605-613, 1961.
- 19.—McGUIGAN, F.J.
Experimental Psychology. A methodological approach. 2nd. ed. Prentice Hall, inc. Englewood Cliffs New Jersey, 1968.

- 20.—MEYER, P.M., DALBY, D.A., GLENDENNING, K.K., LAUBER, S.M. y MEYER, D.R.
Behavior of cats with lesions of the septal forebrain or anterior sigmoid neocortex, *J. Comp. Physiol. Psychol.* 85: 491-501, 1973.
- 21.—MOGENSEN, G.J.
Hypothalamic Limbic Mechanisms in the control of water intake. En: A. Epstein, H.R., Kissileff y E. Stellar (Eds). *The Neuropsychology of Thirst: New findings and advance in concepts.* Washington, D. C. V.H. Winston y Sons. p. 119-142, 1973.
- 22.—MONTEMURRO, D.G. y STEVENSON, J.A.F.
Adipsia produced by hypothalamic lesions in the rat. *Canad. Bioch. Physiol.*, 25: 31-37, 1957.
- 23.—NEGRO-VILAR, A., GENTIL, C.G. y COVIN, M.R.
Alterations in sodium chloride and water intake after septal lesions in the rat. *Physiol. Behav.* 2: 167-170, 1967.
- 24.—POMPI, K.F.
Immediate effect of septal area damage on DRL performance in the rat. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 86: 523-630, 1974.
- 25.—POWELL, E.W., y HINES, G.
The limbic systems: an interface. *Behav. Biol.* 12: 149-164, 1974.
- 26.—PRADO, A.R.
Efectos de la microinyección de atropina, KCL y novocaína en el núcleo caudado, sobre una respuesta condicionada instrumental. Tesis sin publicar para obtener el grado de licenciado en Psicología, U.N.A.M., México, D.F., 1970.
- 27.—PRADO, A.R. GRIMBERG, Z.J. y BRUST-CARMONA, H.
Bloqueo de respuestas motoras condicionadas e instrumentales por la microinyección de KCl 3M en el núcleo caudado. V Congreso Latinoamericano de Ciencias Fisiológicas, Caracas, Venezuela, 1971.
- 28.—PRADO-ALCALA, R.A., GRINBERG-ZYLBERBAUM, J., ALVAREZ-LEEFMANS, J. y BRUST-CARMONA, H.
Suppression of motor conditioning by injection of KCl 3M in the caudate nuclei of cats. *Physiol. Behav.* 10(1): 59-64, 1973.
- 29.—SEGAL, M. y LANDIS, S.C.
Afferents to the septal area of the rat studied with the method of retrograde axonal transport of horseradish peroxidase. *Brain Res.* 82: 263-268, 1974.
- 30.—SINGH, D.
Comparison of behavioral deficits caused by lesions in septal and ventromedial hypothalamic areas of female rats. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 81 (2): 370-379, 1973.
- 31.—SLONICK, M., McMULLEN, M.F. y FLEISCHER, S.
Changes in emotionality following destruction of septal in albino mice. *Brain Behav. Evol.* 8: 241-252, 1973.
- 32.—SODETZS, F.J., MATAŁKA, E.S. y BUNNELL, B.N.
Septal ablation and effective behavior in the golden hamster. *Psychonom. Sci.* 7: 189-190, 1967.
- 33.—STEVENSON, J.A.F., WELT, L.G. y ORLOFF, J.
Abnormalities of water and electrolyte metabolism in rats with hypothalamic lesions, *Amer. J. Physiol.* 161: 35-39, 1950.
- 34.—THOMAS, J.B. y McCLEARY, R.A.
One-way avoidance behavior and septal lesions in the rat. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 86: 751-759, 1974.
- 35.—WOODRUFF, M.L. y LIPPINCOTT, W.
Hyperemotionality and increased immobility after septal lesions in the rabbit. En *Neuroscience abstracts. Society for Neurosciences. 5th Annual Meeting, New York City, Vol. I, pág. 536, 1975.*
- 36.—ZARCO, P.I.
Mecanismos de aprendizaje. Efectos de lesiones de la paleocorteza y del núcleo caudado sobre respuestas condicionadas instrumentales. U.N.A.M. México. Tesis sin publicar para obtener el grado de Médico Cirujano, 1968.