

Expresión diferencial de diversas formas de inmovilidad en ratón y cobayo⁺

TOMÁS FREGOSO, SERGIO ZAMUDIO,
TERESA URIÓSTEGUI* y FIDEL DE LA CRUZ-LÓPEZ*

Departamento de Fisiología
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.
Prol. Carpio y Plan de Ayala, Col. Santo Tomás
Apartado Postal 42-186
11340 México, D.F.

FREGOSO, T.; S. ZAMUDIO; T. URIÓSTEGUI y F. DE LA CRUZ-LÓPEZ, 1998. Expresión diferencial de diversas formas de inmovilidad en ratón y cobayo. *An. Esc. nac. Cienc. biol. Méx.*, **43**: 75-84.

RESUMEN: La respuesta de inmovilidad (RI) se caracteriza por la ausencia de movimiento, así como por una incapacidad relativa para responder a estímulos externos. Puede inducirse en varias especies utilizando diversos tipos de manipulación sensorial.

El propósito del presente trabajo fue el de comparar diversas respuestas de inmovilidad en dos especies de roedores y estudiar la posible implicación del aprendizaje en tales respuestas conductuales.

Se probaron cuatro tipos de inducción de inmovilidad: Inmovilidad cataléptica (CAT); inmovilidad dorsal (ID); inmovilidad por pinzamiento (PIN) e inmovilidad tónica (IT) en ratón y cobayo, realizando 10 repeticiones por animal con intervalos interensayo de 30 s entre cada repetición.

La duración de la inmovilidad CAT exhibida por cobayos fue significativamente mayor que la de los ratones; pero en estos últimos la respuesta aumentó en forma progresiva conforme se realizaron las 10 repeticiones, lo que sugiere algún posible fenómeno asociativo en la expresión de la respuesta CAT que depende de la frecuencia de estimulación (cada 30 s). Sin embargo, la duración de la respuesta ID fue significativamente más alta en los ratones con respecto a los cobayos; mientras que la duración de la respuesta PIN fue oscilatoria durante las 10 repeticiones, sin verse claramente cuál de las dos especies fue más susceptible a esta RI. La respuesta IT no fue exhibida por los ratones, y en los cobayos fue de corta duración.

Se concluye que la duración de las diversas formas de inmovilidad probadas son moduladas en forma diferencial, dependiendo del estímulo disparador y de la especie estudiada, y se sugiere que, en el caso de los ratones, está asociada con procesos de aprendizaje por experiencia (memoria a corto plazo).

+ Este trabajo fue financiado parcialmente por CONACYT, proyecto 3554-M9311.

* Becario COFAA-IPN.

INTRODUCCIÓN

En la naturaleza se ha observado que muchas especies, bajo ciertas condiciones estresantes (*e.g.* ataque de un predador, transporte de crías, apareamiento), presentan un estado de inmovilidad denominado “respuesta de inmovilidad (RI)” [*e.g.* De la Cruz *et al.*, 1987]. Tal estado varía en sus componentes posturales pero, de manera general se caracteriza por ausencia de movimiento (Amir *et al.*, 1981), con una incapacidad relativa para responder a determinados estímulos y que puede ser inducida por diversas formas de estimulación sensorial (Klemm, 1977).

Existe una controversia con respecto a la posible existencia de una sola respuesta de inmovilidad que se induzca por diversos estímulos y que se exprese de acuerdo a las características propias de los diferentes grupos filogenéticos; o bien, está la posibilidad de que existan varias formas de inmovilidad con características propias para cada especie y, más aún, que diversas formas de inmovilidad coexistan en una misma especie (De la Cruz y Urióstegui, 1996).

La RI parece estar mediada por la interacción de varios neurotransmisores (*e.g.* serotonina, acetilcolina, péptidos opioides endógenos, GABA, dopamina, etc.) que actúan en zonas tales como los núcleos basales, el sistema mesolímbico, el núcleo reticular tegmento pontino, etc. (Baez *et al.*, 1976; Chesire *et al.*, 1983; Akil *et al.*, 1988); áreas que conforman una “vía final común” desde el tallo cerebral (sistema retículo-espinal bulbar y puente), incluyendo el sistema inhibitor ascendente de la línea media del bulbo raquídeo (Valencia, 1995).

En algunas formas de RI, el cuello es la región que recibe la mayor cantidad de estimulación, por lo que no sorprende encontrar un mapa somatotópico de esta zona en la materia gris periacueductal, relacionado también con factores de analgesia (Soper y Melzack, 1982).

Se ha mencionado la posible relación de este tipo de conducta (RI) con fenómenos que involucran la memoria a corto plazo (Amir *et al.*, 1981) o algún otro factor del aprendizaje que potencia estas respuestas de inmovilidad. Al respecto, algunos autores han propuesto que los mismos núcleos basales pueden interactuar, a través de vías colinérgicas, con sistemas más amplios de procesamiento de información (*e.g.* sistema prefrontal; Galicia y Brailowsky, 1996) que resultan en una modulación de las RI dependiente de la experiencia (exposición previa a un determinado estímulo disparador de la respuesta conductual estudiada).

Varios autores (*e.g.* Crawford, 1977) han planteado la problemática de comparar los resultados de diferentes trabajos, lo que tal vez se deba a la gran variedad de métodos de inducción de la RI que se emplean, por lo cual se sugiere la conveniencia de especificar los estímulos empleados para provocar una RI. Hasta el momento, son motivo de controversia las diferencias intra e interespecíficas de las diversas RI, entre otras razones por la escasez de datos disponibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 40 ratones machos adultos (25 – 45 g de peso corporal) y 40 cobayos

machos adultos (350 – 550 g de peso corporal) que fueron alojados en las cámaras especiales del Departamento de Fisiología de la ENCB (IPN) con alimento y agua *ad libitum* y con un ciclo de luz-oscuridad de 12:12 hrs. Todas las sesiones de experimentación comenzaron a las 9:00 a.m. en un cuarto de experimentación con temperatura ambiente (23 - 25°C). Se filmaron todos los experimentos para revisiones posteriores.

Se dividió a los animales en grupos de 10 sujetos cada uno. Cada grupo fue sometido a un método de inducción de RI específico.

Se escogieron cuatro métodos de inducción de inmovilidad, considerando el hecho de que incluyeran varias de las cuatro características comunes siguientes: 1) estimulación repetida, 2) presión en partes corporales (e.g. el cuello), 3) inversión postural y 4) restricción de movimientos (Klemm, 1977; Valencia, 1995). Además, en trabajos previos (De la Cruz *et al.*, 1995; De la Cruz y Urióstegui, 1996), se ha encontrado que la reproducibilidad de los resultados es muy constante usando los métodos descritos abajo.

INMOVILIDAD CATALÉPTICA (CAT). Se pellizcó suavemente la piel de la región dorsal del cuello del ratón durante 5 s y, a continuación, se colocó sobre dos barras paralelas horizontales suspendidas 30 – 50 cm de la superficie (separación entre ambas barras de 3 cm), de tal forma que las patas delanteras del sujeto se apoyaron sobre una de las barras y las patas traseras lo hicieron sobre la segunda barra (Amir *et al.*, 1981). En el caso de los cobayos se utilizó una barra rectangular de esponja (18.5 × 7.0 × 7.5 cm), sobre la cual se apoyaron las patas delanteras del animal (Zamudio, 1991). Se liberó al sujeto en tal postura y se midió el tiempo que permaneció así hasta que retiró alguna de sus extremidades de las barras (o de la esponja), o se desplazó de esta posición. Se tomó como límite máximo de medición 180 s.

INMOVILIDAD DORSAL (ID). Se tomó al animal por la parte dorsal de la piel del cuello y se levanto en el aire (De la Cruz y Junquera, 1993). La duración de la RI se midió desde el inicio de la respuesta (que fue instantánea) y hasta que el animal hizo movimientos de escape o dirigidos a la mano del experimentador (o hasta que transcurrieron 180 s.).

PINZAMIENTO DEL CUELLO (PIN). Se aplicó una pinza sobre la parte dorsal del cuello de cada ratón, con una presión suficiente para levantarlo totalmente (De la Cruz y Junquera, 1989). En el caso de los cobayos se aplicó una segunda pinza en la parte ventral del cuello para aumentar la presión en esa zona. Se invirtió al animal y se tomó el tiempo desde que fue liberado y hasta que recobró la posición prona, o hasta que transcurrieron 180 s.

INMOVILIDAD TÓNICA (IT). Se invirtió rápidamente al animal y se sujetó su cabeza y la parte ventral de su cuerpo, liberándolo cuando dejó de poner resistencia a tal manipulación (Ornstein y Amir, 1981; Regalado, 1986). Se midió el tiempo desde la liberación y hasta que recobro la posición prona, o cuando transcurrieron 180 s.

En cada método de inducción experimentado, cada animal fue probado 10 veces, haciendo intervalos interensayo de 30 s entre el final de una repetición y el inicio de la siguiente.

ANÁLISIS DE DATOS. Los resultados se analizaron con el método de ANVA bifactorial (*split - plot*) para medidas repetidas y con la prueba de Newman-Keuls cuando fue necesario.

RESULTADOS

INMOVILIDAD CATALÉPTICA (CAT). Cuando se comparó la respuesta CAT entre las dos especies, se encontró que los cobayos exhibieron una RI promedio de duración significativamente mayor que la de los ratones (ANVA bifact. $F_{1/18} = 30.682$, $p < 0.001$). Existieron diferencias significativas en los valores promedio de la inmovilidad con respecto a las repeticiones ensayadas ($F_{9/162} = 2.595$, $p < 0.019$, Fig. 1), pues mientras en los ratones la duración de la respuesta conductual tendió a aumentar progresivamente conforme se ensayaron más repeticiones, los cobayos presentaron valores altos de inmovilidad desde las primeras repeticiones (Fig.1). No se observó interacción significativa entre el método utilizado y las repeticiones ensayadas ($F_{18/162} = 0.785$, $p > 0.05$).

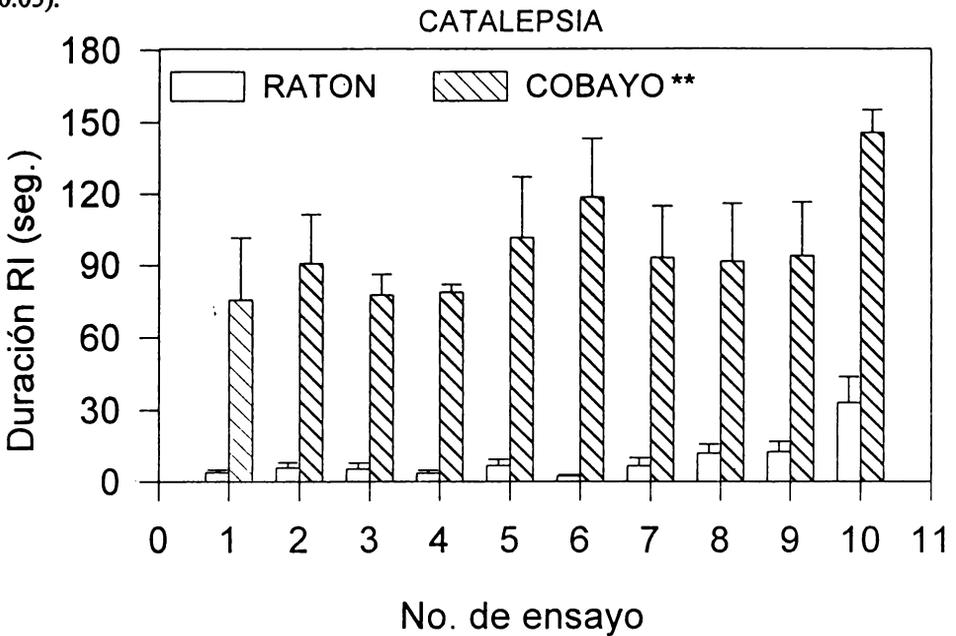


FIG. 1. CAT. Inmovilidad cataléptica promedio (media \pm EEM) en ratón y cobayo ($n = 10$) con intervalos interensayo de duración constante (30 s.) ** $p < 0.01$, ANVA bifactorial. Comparación entre especies.

INMOVILIDAD DORSAL (ID). Los ratones exhibieron una ID promedio significativamente mayor que la observada en cobayos (ANVA bifact. $F_{1/18} = 20.12$, $p < 0.001$). Aunque no existieron diferencias globales en las repeticiones ensayadas ($F_{9/162} = 0.792$, $p > 0.05$), se observó una tendencia al aumento en la duración de la respuesta en las últimas repeticiones ensayadas en los ratones. Además, la prueba de Newman-Keuls estableció que, de manera individual, la ID exhibida en las últimas repeticiones por los ratones fue significativamente mayor que la de los cobayos ($p < 0.05$, Fig. 2). No se encontró interacción significativa entre la inducción de este método de IR y las repeticiones ensayadas ($F_{18/162} = 1.635$, $p = 0.1094$).

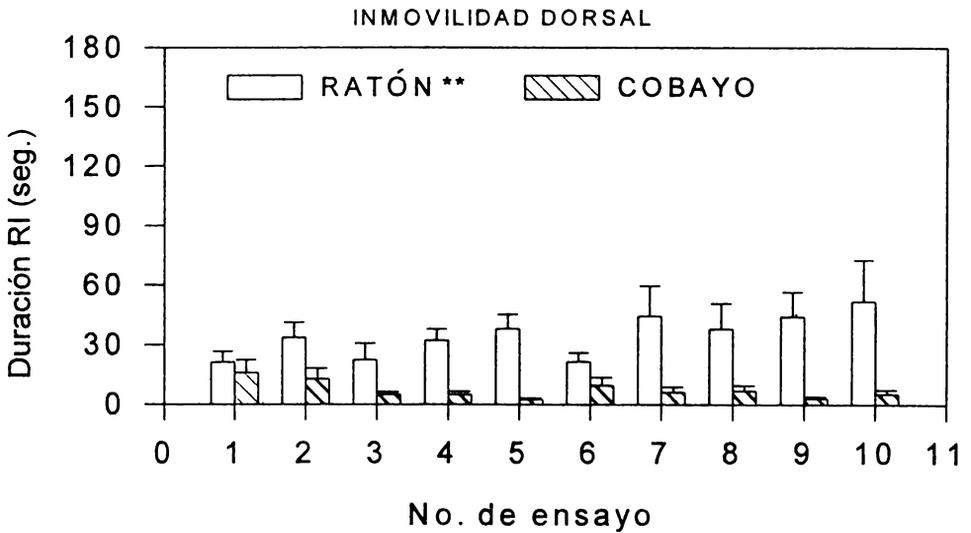


FIG. 2. ID. Inmovilidad dorsal promedio (media \pm EEM) en ratón y cobayo ($n = 10$) con intervalos interensayo de duración constante (30 s.) ** $p < 0.01$, ANVA bifactorial. Comparación entre especies.

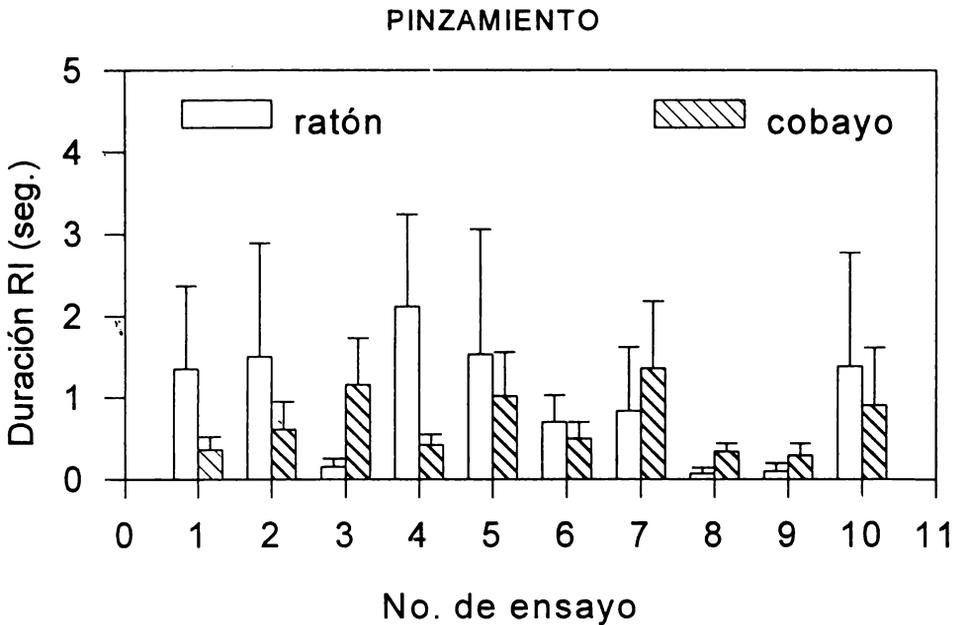


FIG. 3. PIN. Inmovilidad por pinzamiento promedio (media \pm EEM) en ratón y cobayo ($n = 10$) con intervalos interensayo de duración constante (30 s.)

INMOVILIDAD POR PINZAMIENTO (PIN). En general este método de inducción provocó una RI con valores de duración promedio oscilantes en las 10 repeticiones en ambas especies y no existió una evidencia para establecer cual de las dos especies, exhibió mayor duración de la RI (ANVA bifact. $F_{1/18} = 0.48$, $p > 0.05$). Así mismo, no existió un efecto significativo debido a la inmovilidad exhibida con respecto a las repeticiones ensayadas ($F_{9/162} = 0.609$, $p > 0.05$). No se encontró interacción significativa entre este método de inducción y las repeticiones ($F_{18/162} = 0.593$, $p > 0.05$; Fig. 3).

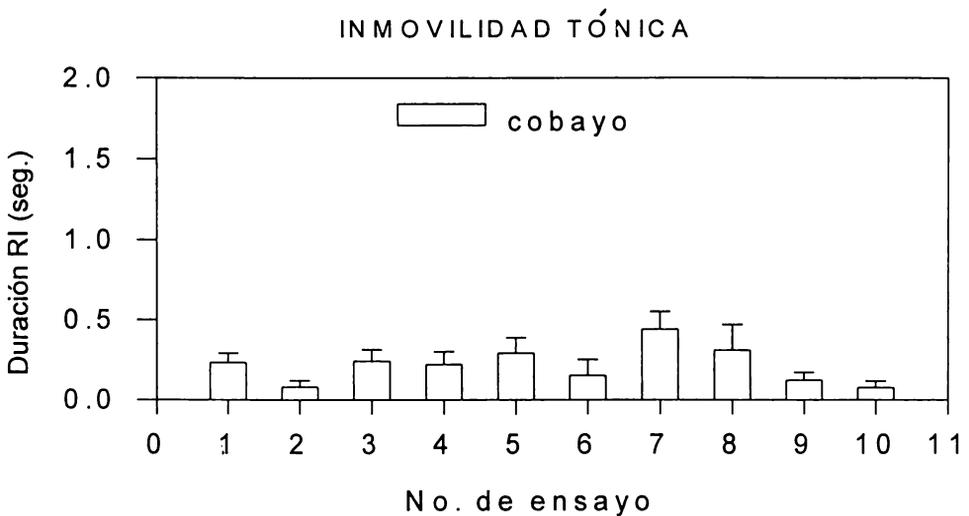


FIG. 4. IT. Inmovilidad tónica promedio (media \pm EEM) en cobayo ($n = 10$) con intervalos interensayo de duración constante (30 s.). Los ratones no fueron susceptibles a este método de inmovilidad.

INMOVILIDAD TÓNICA (IT). Este método de inducción no fue efectivo en los ratones, pues debido al tamaño de éstos, fue difícil para el experimentador colocarlos en posición supina y lograr que permanecieran inmóviles. En el caso de los cobayos, el método IT evocó una RI de muy poca duración en las 10 repeticiones ensayadas, sin existir diferencias significativas en la duración de la respuesta exhibida (Fig. 4).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que tres de las cuatro RI probadas (CAT, ID y PIN), tienen en común ser disparadas por la estimulación de la región del cuello, lo cual ya fue señalado por otros autores (e.g. Ornstein y Amir, 1981; De la Cruz, 1984). Sin embargo, es claro que la expresión cuantitativa de estas RI varía de acuerdo a la intensidad con la que se aplica el estímulo disparador y con las características de

la especie. Por ejemplo, la respuesta CAT fue exhibida por los cobayos con una duración considerablemente mayor; por el contrario, los ratones fueron más susceptibles al método ID (mientras que en éstos la duración de la respuesta fue alta en las últimas repeticiones, en cobayos tendió a disminuir conforme pasaron las repeticiones). Sin embargo, la respuesta PIN prácticamente fue exhibida con "igual grado" por ambas especies, independientemente de las repeticiones ensayadas. Esto nos lleva a pensar que los sistemas que controlan la expresión de las RI, además de variar dentro de la misma especie, también tienen una participación diferencial que depende de la especie estudiada.

Se ha demostrado que el tipo de conducta estudiada en este trabajo, se encuentra bajo la influencia de sistemas dopaminérgicos localizados en varias zonas del sistema extrapiramidal, como son los núcleos basales (De la Cruz, *et al.*, 1990; Standaert y Young, 1996), también se conoce que la participación de sistemas colinérgicos en estas mismas zonas del SNC, ejercen acciones sobre la expresión de las RI (Baez *et al.*, 1976). Sin embargo, aún no está claramente demostrado por qué los diferentes tipos de RI se expresan cualitativa y cuantitativamente en forma diferente (De la Cruz y Urióstegui, 1996).

La explicación a tal expresión diferencial de las RI, tal vez se pueda obtener considerando las características ecológicas de las especies estudiadas aquí; es decir, los ratones son roedores de pequeño tamaño y de naturaleza activa, mientras que los cobayos (que también son roedores) son considerablemente más grandes y menos activos. Esta diferencia se evidencia aun antes de manipular a los animales y se debe a las diferentes relaciones área-superficie que presentan ambas especies y, por lo tanto, a las diferencias en las tasas metabólicas por kilogramo de peso; pues mientras que en los ratones (masa corporal promedio de 0.025 kg) consumen 1.65 l de O₂ kg/h (lo cual se traduce en un valor alto de su tasa metabólica; Schmidt-Nielsen, 1990), animales como las ratas (masa corporal promedio de 0.290 kg) consumen 0.87 l de O₂ kg/h (lo que se traduce en un valor bajo de la tasa metabólica; Eckert *et al.*, 1988); en un animal todavía más grande como el cobayo (masa corporal de 0.400 kg.) los valores de consumo de O₂ por kilogramo de peso serán menores y por consiguiente su tasa metabólica será aún menor que en las dos especies anteriores. Esto se puede resumir en lo siguiente: "a mayor masa corporal/kg de peso, menor tasa metabólica", lo que indicaría que un animal pequeño (*e.g.* ratón) debe tener, entre sus características principales, ser conductualmente 'muy' activo para así cubrir adecuadamente sus necesidades metabólicas; mientras que un animal comparativamente mayor (*e.g.* cobayo) no necesita tal nivel de actividad. Esto se podría confirmar con lo observado en la figura 1, donde los cobayos exhibieron mayor duración de la respuesta CAT que los ratones, o con los resultados graficados en la figura 4, donde el método IT únicamente se pudo inducir con éxito en los cobayos. Pero tal razonamiento ya no se ajusta con lo encontrado en la figura 3 con el método PIN, siendo inducido indistintamente bien en las dos especies (sin predominio de la susceptibilidad en ratón o en cobayo); o en la figura 2, donde fueron los ratones en quienes se observó mayor susceptibilidad a la inmovilidad dorsal (ID). Por lo tanto, debe existir otro u otros factores que modulen más finamente esta conducta (junto con los sistemas dopaminérgicos y colinérgicos).

Varios autores mencionan que el aprendizaje puede jugar un cierto papel potenciador de las RI en ratones (*e.g.* Ornstein y Amir, 1981); al respecto, nosotros encontramos que esto puede ser cierto al menos en la respuesta CAT (Fig. 1) y tal vez en la ID (Fig. 2), donde se observó cierta tendencia de los animales a exhibir una duración

de la RI gradualmente mayor conforme se ensayaron más repeticiones. Pero esta tendencia aparentemente se pierde cuando se induce la respuesta PIN; esto tal vez se explique debido a que en esta respuesta, el estímulo disparador (pinzamiento en el cuello) es mantenido durante todo el tiempo que el animal permanece invertido, y quizá el "malestar" provocado por la pinza sobrepase a la acción de los sistemas neuronales encargados de evocar la RI (e.g. sistemas vestibular y trigeminal; Petrosini y Troiani, 1979) haciendo que el animal se "sensibilice" a la pinza (cada vez que se le aplica la pinza, el animal siente más dolor y dura menos tiempo inmóvil). Sin embargo, algunos autores han encontrado que, en respuestas tales como PIN, la inmovilidad se ve potenciada tanto por repeticiones sucesivas del estímulo (Amir *et al.*, 1981; De la Cruz y Junquera, 1993), como por bloqueo farmacológico de sistemas dopaminérgicos (Chesire *et al.*, 1983; De la Cruz *et al.*, 1990). Por otro lado, nosotros esperábamos que si bien las RI's probadas en cobayos no fueran cualitativa y cuantitativamente similares a las exhibidas por los ratones, suponíamos que al ser especies filogenéticamente cercanas (orden Rodentia), presentarían indicios de algún proceso asociativo en la expresión de la RI; pero, de acuerdo a nuestros resultados, parece que esto no fue el caso,

Al respecto, estamos llevando a cabo experimentos similares a los descritos en este trabajo, utilizando bloqueadores farmacológicos de sistemas dopaminérgicos (e.g. haloperidol) y opiopeptidérgicos (e.g. naloxona) y, al parecer, las dos especies difieren en el "grado" de exhibición de las diferentes RI independientemente de la manipulación farmacológica, manteniéndose las tendencias reportadas en este trabajo.

Los resultados del presente trabajo (Figs. 1 a 4), concuerdan con la hipótesis de De la Cruz y Urióstegui (1996) que mencionan la existencia de "múltiples sistemas de inmovilidad" que, si bien están controlados a nivel de cerebro medio, cerebro posterior y de médula espinal (De la Cruz *et al.*, 1995), también están sujetos a una modulación diferencial (dependiente del estímulo disparador y de la especie a la que se aplique) debida a regiones más anteriores en el SNC (e.g. núcleos basales; Teitelbaum, 1982; Standaert y Young, 1996) y, muy probablemente a regiones asociadas con el proceso de aprendizaje por experiencia que algunos autores consideran "memoria a corto plazo" (Ornstein y Amir, 1981; Valencia, 1995).

CONCLUSIONES

El propósito del presente trabajo fue comparar diversa respuestas de inmovilidad en dos especies de roedores y el posible papel que el aprendizaje pudiera tener en tales respuestas conductuales. Se probaron cuatro formas de inmovilidad (inmovilidad cataléptica, CAT; inmovilidad dorsal, ID; Inmovilidad por pinzamiento, PIN e inmovilidad tónica, IT) en el ratón y el cobayo y se efectuaron repeticiones de inducción de las RI haciendo intervalos interensayo de tiempo constante en los sujetos experimentados.

AGRADECIMIENTOS

Al doctor Eduardo Ramírez San Juan, por su valiosa asesoría en el análisis estadístico.

SUMMARY

The immobility response (IR) is a state of profound immobility and relative unresponsiveness to external stimuli. It can be induced in many species using several kinds of sensorial manipulations.

In this work, several immobility responses were compared on two species of rodents and studied the participation of learning in those behavioral responses.

Four IR's were tested in mouse and guinea pig (cataleptic immobility, CAT; dorsal immobility, DI; immobility by clamping the neck, PIN, and tonic immobility, TI) under constant intertrial intervals (10 trials with constant intervals of 30 s.).

The CAT's duration displayed in guinea pigs was significantly longer than in mice; but in the latter, the response was progressively enhanced along the 10 trials, which suggests an associative phenomenon in the CAT's expression depending on the frequency of stimulation (every 30 s). However, the duration of the DI response was significantly higher in mice compared to guinea pigs. The duration of PIN response in mice as well as in guinea pigs was oscillating along the ten repetitions, so there was no difference.

The TI response was not displayed in mice, and it was of short duration in guinea pigs.

We come to the conclusion that the IRs are modulated by differential manner, depending on the triggering stimulus and the specie and that in mice, the CAT response is associated to learning process by experience (short-long memory).

BIBLIOGRAFÍA

- AKIL, H.; D. BRONSTEIN and A. MANSOUR, 1988. Overview of the Endogenous Opioid Systems: Anatomical, Biochemical and Functional Issues. In: Endorphins, Opiates and Behavioural Processes. Rodgers, R. J. y S. J. Cooper (eds.) John Wiley and Sons, Gran Bretaña. p: 1-23.
- AMIR, S.; Z. BROWN; S. J. AMIT y K. ORNSTEIN, 1981. Body Pinch Induces Long Lasting Cataleptic Like Immobility in Mice: Behavioral Characterization and the Effect of Naloxone. *Life Sci.*, **28** (10): 1189-1194.
- BAEZ, L. A.; N. K. ESKRIDGE y R. SCHEIN, 1976. Postnatal Development of Dopaminergic and Cholinergic Catalepsy in the Rat. *Eur. J. Pharmacol.*, **36**: 155-162.
- CHESIRE, R. M.; J. CHENG y P. TEITELBAUM, 1983. The Inhibition of Movement by Morphine and Haloperidol Depends on an Intact Nucleus Reticularis Tegmenti Pontis. *Physiol. Behav.*, **98** (4): 739-742.
- CRAWFORD, F. T., 1977. Induction and Duration of Tonic Immobility. *Psychol. Record*, **27**: 89-107.
- DE LA CRUZ, L. F., 1984. Estudio de diferentes formas de inmovilidad inducidas por lesiones en el sistema nervioso por drogas y por manipulación sensorial. *Tesis doctoral*. ENCB, I.P.N.
- DE LA CRUZ, L. F. y J. JUNQUERA, 1989. Potentiation by Vestibular Stimulation of the Immobility Reflex Elicited by Clamping in Developing and Adult Rats. *Behav. Brain Res.*, **34**: 235-237.
- _____, 1991. Behavioral Regression During the Immobility Reflex Elicited by Clamping in Developing Rats. *An. Esc. nal. Cienc. Biol., Mex.* **36**: 61-69.
- _____, 1993. The Immobility Response Elicited by Clamping, Bandaging, and Grasping in the Mongolian Gerbil (*Meriones unguiculatus*). *Behav. Brain Res.*, **54**: 165-169.
- DE LA CRUZ, L. F.; J. JUNQUERA y M. RUSSEK, 1987. Ontogeny of Immobility Reactions Elicited by Clamping, Bandaging, and Maternal Transports in Rats. *Exp. Neurol.*, **97**: 315-326.

- DE LA CRUZ, L. F.; M. RUSSEK y J. JUNQUERA, 1990. Ontogeny of the Endorphinergic and Dopaminergic Modulation on the Immobility Reflex by Clamping in Rats. *Internat. J. Psychophysiol.* **9**: 171-177.
- DE LA CRUZ, L. F. y T. URIÓSTEGUI, 1996. The Differential Haloperidol Effect on the Immobility Response Elicited by clamping, Grasping, Bandaging, and Inversion in Guinea Pig, Hamster And Rat. *Behav. Brain Res.*, **78**: 195-199.
- DE LA CRUZ, L. F.; T. URIÓSTEGUI; S. ZAMUDIO; J. PACHECO; M. GARCÍA; L. QUEVEDO y E. CHUC, 1995. Potentiation of the Immobility Response Elicited by Bandaging and Clamping in Mesencephalic Rats. *Physiol. Behav.*, **58** (4): 737-742.
- ECKERT, R; D. RANDALL y G. AUGUSTINE, 1988. Fisiología animal. Mecanismos y Adaptaciones. 3a. ed. Interamericana McGraw-Hill. EUA. p: 564-568.
- GALICIA, C. O. y S. BRAILOWSKY, 1996. El cuero estriado: Más allá de las funciones motoras. *Ciencia*, **47** (3): 282-289
- KLEMM, W. R, 1977. Identity of Sensory and Motor Systems that are Critical to the Immobility Reflex ("Animal Hypnosis"). *Psychol. Rec.*, **27**:145-159.
- ORNSTEIN, K. y S. AMIR, 1981. Pinch-Induced Catalepsy in Mice. *J. Comp. Physiol. Psychobiol.*, **95**: 827-835.
- PETROSINI, L. y D. TROIANI, 1979. Vestibular Compensation After Hemilabyrinthectomy: Effects of Trigeminal Neurotomy. *Physiol. Behav.*, **22**: 133-137.
- REGALADO, M. R., 1986. Acerca de las ventajas de la inmovilidad tónica. *Cienc. Biol.*, **15**: 27-39.
- SCHMIDT-NIELSEN, K., 1990. Animal Physiology: Adaptation and Environment. 4a. ed. Cambridge University Press. Cambridge, EUA. p: 192-194.
- SOPER, W. Y. y R. MELZACK, 1982. Stimulation-Produced Analgesia: Evidence for Somatotopic Organization in the Midbrain. *Brain Res.*, **251**:301-311.
- STANDAERT, D. G. y A. B. YOUNG, 1996. Treatment Of Central Nervous System Degenerative Disorders. In: The Pharmacological Basis of The Therapeutics. Goodman y Gilman (eds.) 9a. Ed. McGraw-Hill. EUA. p: 503-519.
- VALENCIA, E. J., 1995. El Estado Inmóvil de la conducta. *Bol. Soc. Mex. Cienc. Fisiol.*, **2** (2): 10-15.
- ZAMUDIO, H. S., 1991. Aspectos neuroquímicos de algunas formas de inmovilidad. Examen predoctoral. ENCB, IPN. México, D.F.