

## OVULACION Y POSTURA DEL SAPO *BUFO ARENARUM* HENSEL

### IV) Transporte de los óvulos hasta el oviducto

B. A. HOUSSAY

(Instituto de Biología y Medicina Experimental, Costa Rica 4185, Bs. Aires)

*Descripción.* — Durante la ovulación se desprenden del ovario varios millares de óvulos grandes bipigmentados y quedan libres en la cavidad celómica del sapo hembra quedando el ovario reducido a unas pequeñas franjas amarillentas con óvulos pequeños o medianos, sin pigmento, y pocos óvulos pigmentados negros.

Los óvulos libres se hallan en todas partes entre las vísceras, pero se acumulan preferentemente sobre la pared ventral y se deslizan entre ella y el hígado y pericardio, siendo llevados hasta un orificio, el *ostium abdominalis*, que constituye la boca de entrada del oviducto. Penetran por ese orificio y son llevados a lo largo del oviducto, el cual segrega una sustancia que los envuelve, formándose unos filamentos transparentes de una sustancia hialina sólida dentro de los cuales se hallan los óvulos bipigmentados en hileras de 1, a veces 2 y aún más. Estos cordones tienen un aspecto bonito como de collares.

Las cadenas de óvulos llegan al útero de cada lado. El útero de cada lado que normalmente es casi invisible, se presenta ahora con intensa congestión y forma un voluminoso saco lleno de cordones ovulares. La extremidad interna de los dos úteros desemboca en la cloaca por donde los cordones ovulares salen al exterior a través del ano. Si se ocluye el ano por una sutura una parte de

Los cordones ovulares penetran en la vejiga distendida por la orina.

La cronología de estos fenómenos ha sido descripta en notas precedentes publicadas este año en esta revista.

*Aparato ciliar.* — La cavidad general de la hembra adulta está recubierta por una serosa cuyo epitelio posee cilias vibrátiles. Estas no existen en el macho o la hembra inmadura, hechos ya descriptos en ranas (<sup>2</sup>). Existen cilias en la serosa que recubre la pared ventral y lateral del abdomen, desde un oviducto hasta el otro. Se han hallado en la cara externa del meso-ovario y no en la interna (<sup>2</sup>). No hay cilias en la serosa que rodea al aparato digestivo, ovario, riñón, vejiga, oviducto y pulmón.

La actividad ciliar es intensa sobre el hígado, el pericardio y las cúpulas anteriores de la cavidad celomática; en especial es marcada cerca del *ostium abdominalis*, en su orificio y en el embudo por el que comunica con el oviducto.

Las cilias son activas en cualquier momento, si la temperatura y humedad son convenientes, esté o no el sapo en período de actividad sexual. Durante la ovulación puede haber un poco más de líquido peritoneal. Después de ella suele haber disminución de actividad ciliar.

Se observa bien la acción ciliar observando directamente al microscopio. También se demuestran poniendo óvulos libres sobre el peritoneo humedecido. Los óvulos avanzan girando, si se evita la desecación. Sobre el hígado, a 22°, cada óvulo recorre 1 cm en 40 a 150 segundos, la mayoría en 40 a 60 segundos. Esto se observa tanto en hembras normales como en inyectadas con *pars distalis* que ovularon o no. Hay diferencias de velocidad en puntos próximos de la superficie del hígado o pericardio.

Las cilias llevan los óvulos hacia el *ostium abdominalis*, donde penetran entreabriendo los labios y luego desaparecen como si fueran tragados. Esto se debe únicamente a la acción de las cilias y no a contracciones activas del ostium. Cerca del ostium es posible observar que los óvulos pueden ascender algo contra la gravedad si se inclina convenientemente al sapo.

El transporte de los óvulos se debe a la acción de las cilias y a la presión abdominal coadyuvando accesoriamente los movimientos respiratorios y viscerales, la gravedad y la tensión superficial. Es frecuente que las hembras se muevan más que normal-

mente durante la ovulación y transporte ovular; algunas veces muestran movimientos abdominales activos.

La extirpación de los ovarios y todo el canal digestivo, de esófago a ano, no impide que si se colocan unos 20 cm<sup>3</sup> de óvulos libres en la zona abdominal suban luego y penetren por el ostium llenando los úteros. La evacuación es a veces incompleta o un poco lenta, pero puede ser casi total.

Confirmamos que cuerpos extraños de tamaño adecuado, puestos libres en la cavidad celómica, pueden ser llevados al oviducto, entrar en él y avanzar hasta el útero y a veces salir al exterior. Si se estimula la secreción y actividad ciliar del oviducto, por inyecciones de *pars distalis* de hipófisis de sapo, se forman y expulsan al exterior cordones hialinos que en lugar de óvulos contienen municiones (°) o semillas de *Celosia pyramidalis* (°). Observamos el fenómeno con semillas de *Celosia*, de *Amaranthus edulis* y *Amaranthus caudatus* o perlitas de vidrio en sapos hembras a los que se extirparon los ovarios. Aunque muchos resultados fueron deficientes por conglomerarse las semillas en el abdomen, la demostración fué satisfactoria en algunos casos.

Colocando 10 a 25 cm<sup>3</sup> de óvulos libres en la cavidad celómica, se observa que son llevados con rapidez hacia el ostium abdominalis y penetran en el oviducto. Esto se comprobó en hembras: a) no tratadas; b) que recibieron solución de cloruro de sodio (0,65 %) en las venas; c) con inyección venosa de 3 a 5 lóbulos distales de hipófisis de sapo. Al cabo de 10 minutos había ya óvulos libres hasta 3 a 7 cm dentro del oviducto; en 30 a 60 minutos algunos habían alcanzado la mitad; a las 3 horas había algunos en el útero, ya sea libres (sapo no tratados) o en cordones (sapos que recibieron hipófisis).

El tránsito es más rápido en sapos que habían recibido hipófisis entre 2 ½ y 5 horas antes y cuyos oviductos estaban en secreción y habían expulsado cordones hialinos vacíos en el útero. Introduciendo de 10 a 20 cm<sup>3</sup> de óvulos libres en la zona abdominal y sacrificando al cabo de ½ a 1 ½ hora, o sea entre 4 y 5 ½ horas después de la inyección hipofisaria, se hallaron en el útero algunos cordones hialinos sin óvulos y muchos llenos de óvulos. Resultó evidente que la inyección de hipófisis produjo: a) secreción glandular del oviducto antes de la ovulación, con formación de cordones hiali-

nos sin óvulos que pasan al útero; b) formación de cordones hialinos con óvulo; c) aceleración manifiesta del paso de los óvulos en el oviducto y el útero.

*Camino lateral.* — Extirpando el ovario de un solo lado y provocando la ovulación por inyección de *pars distalis* se observa que entran óvulos a los oviductos de ambos lados, en la rana (<sup>2</sup>) y el sapo. Entran en mayor cantidad del lado donde quedaba el

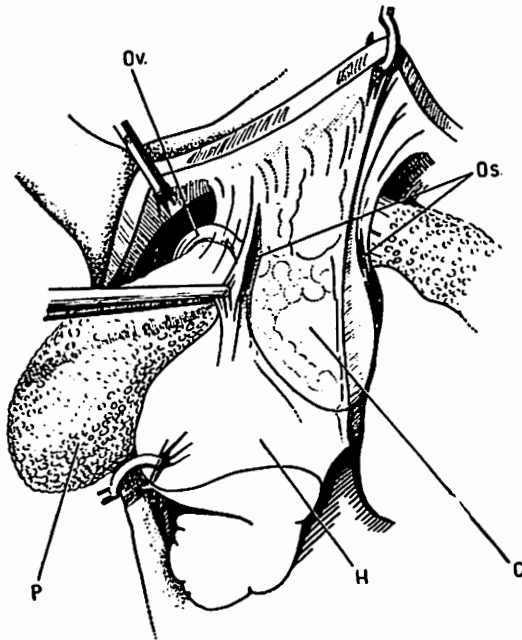


FIGURA 1

Ov.: Oviducto (*pars distalis*). Os.: *Ostium abdominalis*. P.: Pulmón. H.: Hígado. C.: Corazón

ovario. Así, en un caso se extirpó el ovario derecho y se inyectó subcutáneamente 3 mg de *pars distalis* seca, cerrándose el ano con una sutura. A las 24 horas había cordones de óvulos en ambos úteros, mayor cantidad (32 g) en el útero izquierdo, o sea del lado con ovario que en el útero derecho (12 g) donde se había extirpado el ovario. En algunos casos la diferencia fué aún mayor.

Si se introducen por una incisión dorsal 10 a 25 cm<sup>3</sup> de óvulos libres — recogidos de un sapo que ovulaba — en un lado del abdomen, casi todos los óvulos van al oviducto de ese lado y

pocos o a veces ninguno van al oviducto del otro lado. Esto se comprobó en hembras: a) no tratadas; b) inyectadas con solución salina; c) inyectadas por vía venosa con 2,5 lóbulos distales de hipófisis de sapo entre  $\frac{1}{2}$  y  $2\frac{1}{2}$  horas antes. En las que no recibieron hipófisis había óvulos libres en el oviducto y a las 4 horas había en el útero. En las inyectadas  $2\frac{1}{2}$  horas antes con hipófisis y sacrificadas a las 4 horas, había en el útero cordones hialinos sin óvulos y cordones hialinos con óvulos.

Cuando el sapo ovula, si bien los óvulos van más del mismo lado pueden ir al lado opuesto. Extirpando el ovario derecho y ligando el oviducto izquierdo e inyectando hipófisis, a las 24 horas quedan aún muchos óvulos libres en el abdomen, que no han sido expulsados; hay cadenas de óvulos en el oviducto y útero derecho, pero en menor cantidad que en la ovulación normal.

*Papel de la pared anterior.* — Se reseco el peritoneo parietal que recubre la pared ventral del sapo, extirpándose de oviducto a oviducto y desde el pubis hasta la bóveda anterior peritoneal, cuidando de respetar el hígado y el pericardio. La inyección de *pars distalis* de hipófisis produjo la ovulación y el pasaje de cadenas ovulares al útero y su expulsión por el ano. En varios casos la expulsión de los óvulos fué más lenta y menos completa que en la hembra no operada, pero algunas veces fué completa.

Se realizaron extirpaciones de la pared anterior del abdomen, desde el pubis hasta la altura de las cabezas del húmero y base del xifoideas, lateralmente hasta donde la piel lisa ventral limita con la piel verrugosa lateral. Según los casos se reseco: a) el músculo dejando el peritoneo y la piel; b) la piel sola; c) el peritoneo dejando piel y músculo; d) la piel y el peritoneo dejando la piel cosida con cuidado a lo largo del borde de la parte cortada; e) en algunos casos se extirpó toda la pared y se reemplazó por la piel ventral sacada a otro sapo hembra o macho y cosida en reemplazo de la pared reseca. A veces se hicieron resecciones parciales de la pared.

En estos numerosos experimentos se comprobó que la inyección de *pars distalis* de hipófisis de sapo (3 a 5 lóbulos) produjo la ovulación completa. Los óvulos entraron al oviducto, se hallaron cordones en el útero y fueron expulsados al exterior. En el mayor número de casos la expulsión fué lenta o incompleta. En

otros había cordones hialinos sin óvulos o con zonas sin óvulos alternando con otras con óvulos. En un cierto número de casos la expulsión fué completa y con cadenas de óvulos de aspecto normal o casi normal.

En los pocos casos en que no entraron óvulos al oviducto se comprobó: a) una tensión de la pared anterior que dificultaba el paso de los óvulos; b) adherencias de la pared ventral al hígado, con bloqueo del pasaje de los óvulos hacia el ostium.

El cierre de la pared abdominal con láminas de celofano nos dió malos resultados como a la Dra. de Allende (¹). Los óvulos no entraron al ostium o en muy escasa cantidad; el útero contenía cordones hialinos sin óvulos.

Todos los experimentos anteriores muestran que el peritoneo ciliado de la pared ventral, aunque lleva óvulos hacia adelante y ayuda netamente al transporte abdominal, no es completamente indispensable para que éste tenga lugar, siempre que quede intacta la zona esencial o sea el peritoneo ciliado cercano al ostium (hígado, pericardio, bóveda peritoneal anterior y sobre todo la zona ciliada vecina al ostium).

*Otros órganos.* — La extirpación del corazón, pulmón, estómago, intestino, páncreas, bazo, riñones, ovarios, etc. no impiden el transporte abdominal de óvulos y su pasaje al ostium y oviducto. Estos órganos no son necesarios, aunque el movimiento de algunos pueda ayudar al transporte de los óvulos, como ya se había comprobado en las ranas (²).

*Ostium abdominalis.* — Este orificio y la zona que lo rodea tienen el papel principal en la entrada de los óvulos al oviducto. Esto se debe a las cilias muy activas de dicha zona, cuyos movimientos convergen hacia la hendidura del *ostium abdominalis*. No hay intervención muscular activa en ese proceso.

Los dos *ostium abdominalis* están situados a uno y otro lado, en la parte externa de la cara ánteroventral del pericardio, a la altura de las grandes arterias de la base del corazón y la cara anterior de la aurícula. Están situados en la zona de la bóveda anterior del saco peritoneal, limitada en la línea media por un meso membranoso que une el pericardio a la pared esternal. El meso separa así dos fondos de saco a ambos lados de la línea media.

La boca del ostium es una hendidura ánteroposterior, de 3 a 5 mm de largo, que se extiende desde la inserción súperoexterna del pericardio hasta un corto ligamento del borde súperointerno del hígado. La hendidura tiene forma linear o semilunar con orificio hacia adentro. Levantando su labio ventral se observa un embudo triangular con epitelio ciliado, de 4 a 6 mm de largo en su boca y con 3 a 5 mm de largo. Se continúa insensiblemente con la pars recta del oviducto que contornea por encima la raíz del pulmón y pasa a la parte posterior de la cavidad celómica.

Si se destruyen las cilias de una banda de 3 a 5mm del peritoneo alrededor de la boca del *ostium abdominalis* o sólo las del embudo y la boca, ya no entran óvulos y no pasan al oviducto. La destrucción se puede hacer raspando con algodoncitos secos o húmedos con agua o alcohol. Los óvulos pueden ser tomados del abdomen de un sapo en ovulación y colocados (10 a 20 cm<sup>3</sup>) en el abdomen de un sapo inyectado o no con *pars distalis* de hipófisis. O bien los óvulos son los del propio ovario de una hembra inyectada con *pars distalis*.

En el lado en que se destruyeron las cilias vecinas al ostium no entran óvulos y no hay en el oviducto y el útero. Este último contiene cordones hialinos sin óvulos, si el sapo fué tratado con hipófisis. Del lado donde el *ostium abdominalis* quedó intacto se observa que entran los óvulos en abundancia. Si el sapo había recibido inyecciones de *pars distalis* se observan abundantes cordones con óvulos en el oviducto y el útero y son expulsados por el orificio cloacal si no se cerró por una sutura, como se hizo muchas veces para evitar la evacuación del útero.

Si se destruyen las cilias del peritoneo vecino a ambos ostium o del embudo que lo continúa, no entran óvulos en ninguno de los dos lados.

Las tentativas de transplantar el ostium a la piel o a otra zona peritoneal no tuvieron éxito, pues se hinchó y desaparecieron las cilias o se ocluyó por un exudado.

#### RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los óvulos liberados durante la ovulación son llevados a la parte más anterior de la cavidad celómica donde penetran por el

*ostium abdominalis* para seguir por el oviducto, el útero y la cloaca hasta su expulsión por el ano.

El transporte abdominal se debe: a) fundamentalmente a las cilia; b) coadyuvan los movimientos musculares y la presión abdominal; c) tienen papel accesorio los movimientos viscerales.

El peritoneo de la pared ventral posee cilia que ayudan netamente al transporte. Pero su papel no es indispensable, pues puede suprimirse las capas serosa y muscular de dicha pared dejando la piel, y en esas condiciones puede producirse el transporte de los óvulos hasta el *ostium abdominalis* y su entrada en él.

El papel principal en el transporte de los óvulos al oviducto se debe a las cilia de la zona hepática y pericárdica y en especial las que rodean el *ostium abdominalis* y el embudo que le sigue.

La destrucción de las cilia alrededor del *ostium abdominalis* o del embudito que le sigue impiden la entrada de los óvulos al oviducto.

Los óvulos libres, semillas u otros cuerpos extraños pueden ser llevados al oviducto y útero y expulsados al exterior.

Los óvulos son pasivos y su entrada por el *ostium abdominalis* se debe solamente a la acción de las cilia vibrátiles del peritoneo de esa región.

Los óvulos colocados en una mitad del abdomen van con marcada preferencia al oviducto y útero del mismo lado.

#### S U M M A R Y

Eggs set free from the ovary go to the cephalic part of the celomic cavity, where they penetrate into the oviduct through the *ostium abdominalis*. The eggs are carried to the *ostium* principally by movements of the cilia on the peritoneal surface and secondarily by contractions of the abdominal muscles and abdominal pressure; visceral movements also play an accessory part in this process. The peritoneal cilia of the ventral wall of the abdomen can be suppressed by the extirpation of the peritoneum and muscles without preventing the eggs entering into the oviduct. The cilia of the hepatic and pericardial regions, and those around the *ostium* are of greater importance. If the cilia around the *ostium* and *infundibulum* are destroyed no eggs enter into oviduct. Free eggs, seeds and other



small foreign bodies injected into the abdominal cavity are transported into the oviduct and from thence expelled out through the uterus and cloaca. Eggs placed in one side of the abdomen are taken in larger numbers to the ipsilateral oviduct, but also in minor quantities to the oviduct of the other side.

The eggs have a completely passive behaviour, they are transported into the oviduct by the movements of the abdominal cilia.

#### BIBLIOGRAFIA

1. *Allende I. L. de*: Aparato sexual femenino del "Bufo arenarum". Buenos Aires, S. de Amorrortu, 1938. — 2. *Rugh R.*: J. exp. Zoölogy, 1935, 71, 163.

