

# Análisis del nado de espermatozoides de erizo de mar en tres dimensiones ante la presencia de una sustancia quimioatrayente.

Autores:  
Ana Paula López Saucedo  
Alejandra Ochoa Negrete  
Arianne Lupián Angulo  
Andrea Ortega Rodríguez  
Jorge Luis Hinojosa Magaña

Instituto de Biotecnología, UNAM

Profesor responsable:  
Dr. Enrique Galindo

Colegio Marymount

Asesores:  
Dr. Gabriel Corkidi  
Dr. Alfonso Rojas Domínguez

Área: Ciencias biológicas  
Proyecto con apoyo externo

## **Marco teórico**

El erizo de mar es un equinodermo, es decir de piel espinosa, perteneciente al reino *Animalia*. En su cuerpo presentan escudos calizos que forman un esqueleto y sirve como forma de protección. Viven en costas rocosas y se alimentan restos orgánicos. En México los erizos de mar son capturados en Baja California y abundan en distintas épocas del año.

Un erizo macho puede generar alrededor de  $10^{10}$  espermatozoides por cada eyacuación a diferencia de un hombre que produce  $10^8$  espermatozoides por eyacuación. La manera en la que se reproducen es soltando los óvulos y los espermatozoides en el agua al mismo tiempo. La fecundación toma lugar en el mar, por lo que, a pesar de que las hembras liberan millones de óvulos, es más probable que ocurra si los erizos se juntan en grandes grupos y sueltan sus células sexuales al mismo tiempo.

Las células sexuales de los erizos son muy comunes para el uso experimental ya que se obtienen con mayor facilidad. Los espermatozoides se extraen inyectando al erizo de mar haciendo que se contraigan los músculos y se liberen.

El nado libre de espermatozoides, que se lleva a cabo en agua de mar, es de forma helicoidal, es decir nadan en forma de espiral. Cuando los espermatozoides nadan bajo el efecto de cierta sustancia quimioatrayente (nado quimiotáctico) el nado de éstos es modificado. Por nado quimiotáctico se entiende que el espermatozoide es atraído por la sustancia quimioatrayente, cambiando su pH, concentraciones de calcio y propiedades eléctricas. También se altera la trayectoria del nado de espermatozoides, haciendo que este se dirija al óvulo. Esta sustancia contiene químicos similares a los presente en un óvulo.

Esto es una ventaja ya que es un modelo fácil de reproducir en condiciones iguales, sencillo de entender para así reproducir modelos más complejos. Un modelo es el conjunto de condiciones que se encuentran en el experimento que se realiza.

El estudio del comportamiento de las células sexuales podría generar conocimientos aplicables a la salud, como por ejemplo contribuir al desarrollo de fármacos para resolver problemas de infertilidad.

## **Antecedentes**

Los erizos de mar son equinodermos que pueden ser encontrados en todos los fondos marinos en profundidades que llegan hasta los 2500 m. Existen alrededor de 950 especies. Los erizos tienen dos tipos de reproducción: la sexual y asexual. Los regulares tienen cinco gónadas y los irregulares han perdido dos de ellas en el proceso evolutivo y se han quedado sólo con tres.

Anteriormente, estudiantes del Marymount realizaron un proyecto de investigación con espermatozoides de erizo de mar, pero su enfoque fue sobre cómo afectaba una sustancia la reacción acrosomal del esperma.

Actualmente, científicos del Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular del Instituto de Biotecnología de la UNAM llevan a cabo el proyecto "Distintas adenilil ciclasas modulan la movilidad del espermatozoide de erizo de mar mediando la fosforilación de proteínas", en el cual

explican que buscan afectar la movilidad de los espermatozoides de especies acuáticas al ser afectadas por pequeños péptidos. [1]

En este proyecto se analizará el nado libre del espermatozoide de erizo de mar en 3D y se usará la sustancia atrayente llamada *Speract*. Esta sustancia contiene químicos específicos similares a los que hay en un óvulo. El *Speract* modificará el patrón de nado, es decir, la velocidad y la trayectoria del nado del espermatozoide.

## **Objetivo**

**General:** Hacer una comparación de nado libre y quimiotáctico del espermatozoide.

**Específicos:** extraer datos de los videos, analizarlos y convertirlos en datos numéricos. Calcular la media y la desviación estándar aplicando la estadística. Hacer un promedio suponiendo que las trayectorias de los espermatozoides son parecidas. Sacar parámetros (trayectoria circular, es decir, de movimiento) y ver qué tan representativo es el movimiento del espermatozoide con respecto al grupo.

Hipótesis: El parámetro de nado de los espermatozoides de los erizos de mar se puede ver afectado por la presencia de la sustancia quimioatrayente llamada *Speract*.

## **Metodología**

En nuestro proyecto se pretende conocer los aspectos más elementales de los modelos de comportamiento de los espermatozoides al poder rastrear, capturar y entender sus movimientos en su estado natural y bajo la presencia de sustancias quimioatrayentes.

Utilizar un microscopio invertido que funciona a través de objetivos con el propósito de que la luz llegue por la parte de arriba para tener una imagen más precisa al observarla por la parte de abajo. El microscopio conformado por material piezoeléctrico de un cristal de cuarzo, servirá para hacer más clara la imagen del objetivo, en este caso la muestra quimiotáctica del espermatozoide.

Al cristal de cuarzo se le aplicará un voltaje, causando que este se expanda y se dilate. Esto quiere decir que el material piezoeléctrico convierte un tipo de energía en algo más y se convertirá la energía eléctrica a fuerza mecánica. La lente del microscopio se mueve a una velocidad muy rápida para poder ver muchos planos focales, en donde en cada plano se podrán observar imágenes de los espermatozoides. El microscopio cuenta con una cámara de televisión llamada "Red Lake" que puede tomar más de 5000 imágenes por segundo y con estas imágenes analizar la trayectoria. En nuestro experimento, en el cual la muestra estará formada por alrededor de 15 a 20 espermatozoides de erizo de mar, nadarán en 3 dimensiones, es decir, en planos y velocidades diferentes. El rastreo del movimiento de cada espermatozoide se hará a mano ya que no existe un programa que lo haga automáticamente.

Se agregará *Speract* una de las muestras y se analizarán los parámetros de nado (velocidad, trayectoria) para cada espermatozoide. El *Speract* se introducirá en estado líquido al agua, se diluirá y producirá una reacción de atracción parecido al que produce un óvulo.

Este experimento de nado quimiotáctico se comparará con el experimento testigo, que es en donde el espermatozoide se encuentra en nado libre. Finalmente se analizarán los resultados.

## **Resultados**

El proyecto se encuentra en proceso, sin embargo, se espera lograr hacer el rastreo de espermatozoides en 3 dimensiones, además de compararlo con el espermatozoide en nado libre, y en nado quimiotáctico cuando se libera el *Speract* (sustancia quimioatrayente).

## **Referencias**

[1] Corkidi G., Taboada B., Wood C.D., Guerrero A., Darszon A., (2008). Tracking Sperm in Three Dimensions. BBRC Biochemical and Biophysical Research Communications, 373: 125–129, pp.1

## **Bibliografía**

Darszon, A.(2007) Canales, iones y cómo el espermatozoide interpreta los mensajes del óvulo , Instituto de Biotecnología UNAM.

Consultado el 15/02/09.

Disponible en: [http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro\\_25\\_aniv/capitulo\\_03.pdf](http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_03.pdf)

Organización Wikipedia. Echinoidea. Consultado 16/02/09. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Erizo\\_de\\_mar](http://es.wikipedia.org/wiki/Erizo_de_mar)

Cortés M, Hidalgo R., Moreno M, Zarak A. (2005) Efectos de la capsaicina en la reacción acrosomal del espermatozoide del erizo de mar *S.purpuratus*. Proyectos Académicos. Colegio Marymount Cuernavaca. Consultado 15/02/09. Disponible: <http://www.marymount.edu.mx/ciencias/Efecto%20de%20la%20Capsaicina%20Proyecto.pdf>

Loza-Huerta A., Darszon A. y Beltrán Núñez C.(2008) Distintas Adenilil Ciclasas modulan la movilidad del espermatozoide de erizo de mar mediando la fosforilación de proteínas .Depto. Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular IBT-UNAM. Cuernavaca, México. Consultado el 15/02/09. Disponible:

[http://www.smb.org.mx/XXVIICONGRESO/Text/AREA-2/CARTELES/2\\_37.pdf](http://www.smb.org.mx/XXVIICONGRESO/Text/AREA-2/CARTELES/2_37.pdf)

Corkidi G., Taboada B., Wood C.D., Guerrero A., Darszon A., (2008). Tracking Sperm in Three Dimensions. BBRC Biochemical and Biophysical Research Communications, 373: 125–129

Corkidi G., Taboada B., Wood, C. D., Guerrero, A., Darszon A. Three-Dimensional Image Acquisition System For Multi-Sperm Tracking. IEEE ISBI International Symposium on Biomedical Imaging 2008: From Nano to Macro. Mayo 14-17 2008, Paris, Francia.

Taboada B., Darszon A., Corkidi G. Seguimiento y caracterización de trayectorias tridimensionales de microorganismos al nado libre. Memorias del SOMI XXII Congreso de Instrumentación, 30 Sept-4 Octubre 2007, Monterrey, Nuevo León, México, 2007, 5 p.p.

Corkidi G., Taboada B., Darszon A. Sistema de adquisición de imágenes para el seguimiento tridimensional de trayectorias de microorganismos al nado libre. Memorias del SOMI XXII Congreso de Instrumentación, 30 Sept-4 Octubre 2007, Monterrey, Nuevo León, México, 2007, 5 p.p.