



ENCUENTROS EN LA BIOLOGÍA

AÑO 2, NÚMERO 12, ENERO 1994

ENCUENTROS EN LA BIOLOGÍA es editado por

Editor ejecutivo
Salvador Guirado

Comité editorial
Ramón Muñoz-Chápuli
Antonio de Vicente
José Carlos Dávila
Francisco Cánovas
Francisca Sánchez Jiménez
Luis Javier Palomo
Antonio Flores
Félix L. Figueroa

Colabora en este número
Borja Fernández

2

¿"Ven" las aves el campo magnético?

3

"...el aroma de mi hogar"

4

El gen T

Editado con la colaboración del I.C.E. de la Universidad de Málaga

DIFERENCIACIÓN EPITELIO-MESÉNQUIMA

Una de las principales incógnitas que se le plantean a la biología celular y del desarrollo, se refiere a los mecanismos mediante los cuales se desarrollan los diferentes fenotipos celulares.

El primer tejido que aparece en un embrión de vertebrado es de naturaleza epitelial. La célula epitelial es una entidad gregaria y con polaridad ápico-basal. Se adhiere a sus vecinas mediante uniones laterales, se relaciona basalmente con una matriz extracelular, y enfrenta su extremo apical al ambiente externo o interno. Por el contrario, la célula mesenquimática, rodeada tan sólo por matriz extracelular, adopta una morfología estrellada o alargada. Esta morfología le permite migrar desde su epitelio de origen hasta regiones del embrión que, en ocasiones, se encuentran muy alejadas de su punto de partida. Allí, la célula mesenquimática se diferencia a un tipo celular definitivo, pudiendo llegar a formar parte de la musculatura abdominal, de un ganglio nervioso periférico o de una válvula cardíaca. Esta versatilidad morfogenética convierte a la célula mesenquimática en una pieza esencial del desarrollo embrionario. Todas las células mesenquimáticas del cuerpo de un vertebrado derivan de epitelio embrionario. La transición o transformación epitelio-mesenquima constituye, por tanto, un proceso crucial en la evolución animal hacia planes de desarrollo más complejos.

Pero ¿cómo se transforma una célula epitelial en mesenquimática? Las células epiteliales se encuentran usualmente dispuestas sobre una membrana basal. Uno de los primeros pasos en la transformación consiste en digerir dicha membrana basal, para lo cual la célula epitelial ha de secretar las proteasas adecuadas. Seguidamente, la célula en dife-

renciación desarrolla procesos filopodiales en su extremo basal, que "arrastran" a la célula hacia la matriz extracelular. Pero para romper la línea epitelial, la futura célula mesenquimática ha de eliminar las uniones laterales con las células epiteliales vecinas (desmosomas, zónula ocludens, etc.). Es necesario regular la expresión de moléculas de adhesión celular (CAM), así como iniciar la síntesis de nuevas moléculas de adhesión al sustrato (SAM). Por otra parte, la célula tiene que cambiar su forma, alargarse. Para ello, es necesaria la presencia de microtúbulos y filamentos intermedios de vimentina, que la célula ha de producir si no estaban ya presentes. Todos estos cambios, necesarios para la transición, requieren determinadas transformaciones ultraestructurales, como aumentar el retículo endoplasmático o polarizar el aparato de Golgi hacia la superficie basal. Parece claro que una transformación de estas características no supone una cuestión trivial para una célula embrionaria.

Durante los primeros estadios del desarrollo embrionario, células epiteliales de origen tanto ectodérmico como mesodérmico, se transforman en células mesenquimáticas. La misión de estas células consiste en migrar a diferentes regiones del embrión con el fin de formar tejidos tan diversos como hueso, cartílago o músculo. En estadios más avanzados del desarrollo, se ha observado que el proceso de transición epitelio-mesenquima también puede ser usado por el embrión como mecanismo de "remodelado". Durante el desarrollo del paladar, por ejemplo, dos masas de células mesenquimáticas rodeadas de epitelio han de fusionarse. Las células epiteliales que quedan encerradas en la línea de fusión se transforman en mesenquimáticas, completándose así el proceso de fusión [Fitchetty y Hay, *Dev. Biol.*, 131, 455 (1989)]. Otro ejemplo lo constituye la formación de las válvulas cardíacas, cuyas células derivan de la transformación del endotelio en zonas muy concretas del corazón. En los últimos años, cada vez son más los estudios que muestran cómo la

El animal que rueda

El invento de la rueda fue un avance fundamental de la civilización, pero es sorprendente que un sistema de locomoción tan extensamente usado por los humanos no haya sido desarrollado en la naturaleza. Los seres vivos corren, reptan, nadan e incluso vuelan, pero no ruedan ni se desplazan sobre ruedas. Este tema fue discutido ya por Stephen Jay Gould en uno de sus fascinantes ensayos. ¿Realmente ningún animal rueda? Parece que deberemos revisar esta cuestión, según un grupo de biólogos de la Universidad de California en Berkeley [Full et al., *Nature*, 365, 495 (1993)]. Existe un crustáceo estomatópodo en las playas arenosas de la costa pacífica de Panamá llamado *Nannosquilla decemspinosa*, que mide 2-3 cm de longitud. Su cuerpo alargado y sus cortas patas le impiden caminar fuera del agua. Cuando las olas lo arrojan a la playa, este crustáceo es capaz de rodar a 72 revoluciones por minuto hasta volver al mar. Grabaciones en vídeo mostraron que alrededor del 40% de cada revolución se produce como una auténtica rueda, aunque el resto del tiempo el animal debe extender y flexionar el cuerpo para tomar impulso.

Evitar lo amargo

De todos los sabores fundamentales quizás el amargo sea el menos tolerable. En ocasiones determinados fármacos producen

transición epitelio-mesénquima participa, como mecanismo de "remodelado", en la morfogénesis de diversos órganos. "La naturaleza ha sido ingeniosa al crear tales transformaciones para solventar problemas morfogénéticos muy diferentes." [Hay, *Seminars in Dev. Biol.* 1, 347 (1990)].

Uno de los aspectos recientemente más estudiados sobre la transición epitelio-mesénquima ha sido la activación del proceso. Experimentos con cultivos de células endoteliales en geles de colágeno sugieren que el proceso de transformación es activado epigenéticamente. La activación e inducción del endotelio, en la zona de formación de las válvulas cardíacas, parecen estar mediadas por una fracción de material particulado secretado por el miocardio a través de la matriz extracelular. [Mjaatvedt y Markwald, *Dev. Biol.* 136, 118 (1989)]. Aunque aún no se conoce con certeza la naturaleza de la señal inductora, el factor de crecimiento TGF β 3 parece ser uno de los componentes del material secretado por el miocardio embrionario. Experimentos in vitro utilizando oligonucleótidos complementarios o "antisentido" al mRNA de TGF β 3, dieron como resultado que estos oligonucleótidos era capaz de inhibir la diferenciación en un 80% de los ensayos [Potts, et al., *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 88, 1516 (1991)]. B. F.

¿"VEN" LAS AVES EL CAMPO MAGNÉTICO?

El hecho de que algunos animales son capaces de orientarse gracias al campo magnético terrestre está fuera de duda pero ¿cuáles son los mecanismos de detección de un campo tan débil?. Tiburones y rayas son capaces de percibir los débiles campos eléctricos inducidos por su propio movimiento a través de las líneas del campo terrestre, y en bacterias, insectos, peces y aves se han localizado minúsculos cristales de magnetita que pueden funcionar como "brújulas celular-

res". Sin embargo, hace 16 años, M.J.M. Leask propuso una hipótesis sorprendente: que los campos magnéticos pueden detectarse por los fotorpigmentos visuales mediante un fenómeno de "bombeo óptico" [Leask, *Nature*, 267, 144 (1977)]. El fenómeno, muy complejo, se basaría en la reversión de espín que algunos electrones de la rodopsina experimentarían al ser excitados por la luz. Los electrones con espín desapareado confieren especiales propiedades paramagnéticas a la molécula. Aunque este fenómeno es muy raro, entre los miles de millones de moléculas de rodopsina contenidas en la retina se generaría una población no despreciable de moléculas magnetizadas muy sensibles a la dirección del campo magnético exterior. Esta hipótesis no ha sido hasta ahora tomada en cuenta por varias razones. Hay especies que se orientan en total oscuridad o volando de noche, cuando la rodopsina no es excitada por la luz. Por otra parte no se conoce cómo el sistema nervioso podría percibir el comportamiento de la rodopsina magnetizada. Sin embargo, habrá que volver a revisar la hipótesis de Leask a la luz de un experimento realizado por biólogos australianos [Wiltshcko et al., *Nature*, 364, 525 (1993)]. Sometieron a unos pájaros (el ojo de plata, *Zosterops lateralis*) al clásico experimento de orientación en jaulas, sin referencias exteriores, pero esta vez controlaron un nuevo factor: la longitud de onda de la iluminación. Los pájaros se orientaron sin problemas bajo luz blanca, azul o verde, pero resultaron totalmente desorientados cuando se iluminaron con luz roja, a una longitud de onda (633 nm) probablemente insuficiente para causar reversión de espín. Podría pensarse que los pájaros simplemente son incapaces de ver a esta longitud de onda, pero diversos datos muestran que esto no es así. Es preciso añadir que el ojo de plata migra durante el día, pero es improbable que en un migrador nocturno ocurra el mismo fenómeno.

En apoyo de la hipótesis de Leask se cuenta también la observación, hasta ahora inexplicable, de que las jóvenes palomas mensajeras (pero no los adultos) tienen dificultades en orientarse a su regreso cuando son transportadas en total oscuridad [Wiltshcko y Wiltshcko, *Nature*, 291, 433 (1981)]. Por si fuera poco otro