



ENCUENTROS EN LA BIOLOGÍA

AÑO 2, NÚMERO 11, DICIEMBRE 1993

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

Colabora en este número
Félix L. Figueroa

2

Lesiones inducidas por isquemia y reperfusión

3

Noticias

4

Nueva proteína para el coco

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

RITMOS CIRCADIANOS Y CIRCANUALES EN ALGAS

La existencia de ritmos endógenos circanuales de crecimiento en muchas especies animales es conocida desde hace muchos años. Los ritmos circanuales se sincronizan al año natural a través de la medida de la longitud del día que actúa como "zeitgeber" o factor de sincronización ambiental. La demostración de estos ritmos en algas es muy reciente. El grupo del Prof. Lüning en la "Biologische Anstalt Helgoland" (Hamburgo) ha observado que las macroalgas pardas *Pterigofora californica* y *Laminaria setchelli* forman nuevos frondes cada 7-8 meses bajo condiciones constantes (iluminación continua). Las plantas que se exponían a ciclos anuales de 12 meses, 6 meses o 3 meses desarrollaron 1, 2 o 4 ciclos de crecimiento respectivamente en un calendario anual. Las plantas de un ciclo producían un solo fronde, las de dos ciclos dos frondes más pequeños y las de cuatro ciclos cuatro más pequeños todavía; manipulando la longitud del día se fabricaban auténticos "rosarios algales". Los días cortos son una señal persistente de estimulación del crecimiento mientras que los días largos parecen bloquear la expansión del talo. La longitud del día sería una señal ambiental que funcionaría a modo de interruptor.

Además de los ritmos circanuales, recientemente se ha demostrado la existencia de ritmos de crecimiento circadianos en algunas macroalgas [Lüning, *J. Phycol.* 28, 794 (1992)], éstos se han determinado empleando la técnica de análisis de imagen mediante cámaras de vídeo CCD y digitalización de la imagen cada 10-20 minutos. Esta técnica permitirá en los próximos años estudiar la fotomodulación rápida del crecimiento en algas como se hace en plantas terrestres con otra técnica basada en la conversión de señales mecánicas produ-

cidas por el movimiento de filamentos fijados al tallo de la planta en señales eléctricas amplificadas.

El crecimiento de las algas no se produce de un modo continuo sino siguiendo ciclos de período diferente. Así, por ejemplo, en el alga roja *Porphyra* en ciclos de 12h de luz / 12h de oscuridad, el crecimiento se produce sólo durante las 4 primeras horas del día, manteniéndose constante el resto del día y durante la noche. En luz blanca continua, en cambio, se presentan ritmos circadianos durante 4-5 días rompiéndose paulatinamente después de ese período. Algas pardas como *Laminaria* crecen en ciclos de 12h luz / 12h oscuridad durante el período de luz completo.

El factor de sincronización ambiental diario es objeto de controversia. Algunos autores creen que la señal ambiental sincronizadora de algunos procesos bioquímicos y fisiológicos es el cambio drástico de intensidad de luz azul al principio y al final de día. La luz azul estimula en el laboratorio, por ejemplo, la síntesis de clorofila, el transporte y la reducción de nitrato y la síntesis de enzimas fotosintéticos como Ribulosa bifosfato carboxilasa / oxigenasa; éstas y otras enzimas del ciclo de Calvin siguen un ritmo de síntesis circadiano. Así, los ritmos circadianos fotosintéticos detectados en algunas algas podrían estar modulados por luz azul. Otros autores proponen como señal moduladora diaria de procesos fisiológicos a la proporción de luz roja/roja lejana; ésta cambia bruscamente en las horas cercanas al amanecer y atardecer, y también presenta cambios en ambientes de sombra (doses vegetales y aguas profundas en sistemas acuáticos). El fotorreceptor fitocromo, que se activa con luz roja e inactiva con luz roja lejana, detectaría estas señales ambientales y modularía la tasa de crecimiento o producción de determinadas enzimas. En el laboratorio se ha demostrado la acción de este fotorreceptor en multitud de respuestas fisiológicas que van desde respuestas rápidas como movilización de calcio hasta respuestas lentas fotomorfogénicas como floración o germinación de semillas. Tras la detección

Efectos de la música

Siempre se ha dicho que la música estimula las funciones cerebrales, pero hasta ahora no se había intentado demostrar esto de forma experimental. Tres neurobiólogos de la Universidad de California han realizado un estudio con resultados sorprendentes [Rauscher et al., *Nature*, 365, 611 (1993)]. 36 estudiantes se enfrentaron a tres pruebas de razonamiento espacial de las usadas en la evaluación del coeficiente de inteligencia. Antes de cada prueba los estudiantes, divididos en tres grupos, fueron sometidos durante 10 minutos a la audición de la sonata para dos pianos de Mozart (K488), o técnicas de relajación o a silencio absoluto. Pues bien, el resultado de las pruebas realizadas después de escuchar a Mozart fue significativamente mejor (un 8-9%) que el de las pruebas realizadas tras la relajación o el silencio. Este resultado fue independiente del orden en que se efectuaron las audiciones. También se comprobó que el efecto beneficioso de la música se extingue más allá de 10 ó 15 minutos después de acabar la audición. Los autores se preguntan acerca de los mecanismos cerebrales que explican el fenómeno, si otras funciones cognitivas son igualmente facilitadas por la música y si diferentes estilos musicales tendrían diferentes efectos. Tal vez sea conveniente escuchar a Mozart antes de los exámenes...

de la señal ambiental (proporción de luz roja/roja lejana o cambios en luz azul) por los fotorreceptores, ésta se amplifica y transforma en señal química como paso previo al desencadenamiento de la respuesta; se ha propuesto al calcio como amplificador químico o mensajero secundario que conduce, en la cadena proteína $G - Ca^{+2}$ - Calmodulina, a la fosforilación y por lo tanto activación de ciertas proteasas implicadas en el control de determinadas respuestas como movimiento de plastos en el alga verde *Mougeotia*, germinación de esporas de musgos, crecimiento de protoplastos de trigo, etc.

El fotorreceptor fitocromo se caracterizó hace unos 15 años en plantas etioladas (angiospermas); ahora se tiene evidencia bioquímica de otros fitocromos tanto en angiospermas como briófitos y algas. En los últimos años se han aislado diversos genes del fitocromo y se intenta explicar la gran diversidad de respuestas por la acción de estos distintos fitocromos [Furuya, *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 44, 617 (1993)]. La evidencia molecular del fotorreceptor azul en plantas en cambio es sumamente reciente [Ahmad y Cashmore, *Nature*, 366, 162 (1993)]. A pesar de atribuirse gran número de respuestas a la luz azul a flavinas y pterinas, aún no se ha aislado el fotorreceptor. El aislamiento de un gen (HY 4) en *Arabidopsis*, ausente en mutantes insensibles a la luz azul, y que codifica para una proteína similar a ciertas fotoliasas microbianas con regiones de unión para cromóforos azules (FADH₂, pterinas y deazaflavinas) abre un futuro prometedor para el aislamiento del fotorreceptor azul y para determinar su mecanismo de acción.

La cuestión primordial en relación con la fotomodulación de los ritmos sería ¿cómo actuarían los fotorreceptores propuestos: fitocromo y fotorreceptor azul, en la modulación de los ritmos? o ¿cuál es el mecanismo molecular usado por las células para generar ritmos de crecimiento o fotosíntesis circadianos? Se ha demostrado que la síntesis de proteínas afecta la expresión del reloj y que es necesario el mantenimiento de ciertas propiedades de la membrana citoplasmática. Ciertamente en muchos de los procesos fotorregulados, los fotorreceptores parecen actuar como in-

terruptores relacionados con la membrana celular: al afectarse ésta se alteraría el mecanismo interruptor. La fotoestimulación rápida de la capacidad fotosintética y del transporte de nitrato y nitrito en algas por luz azul se explica por la acción de un fotorreceptor de luz azul que interacciona con algún sistema de transporte en la membrana. El sistema Ca^{+2} -Calmodulina, indicado antes como sistema de amplificación en muchas respuestas fotomorfogénicas, es necesario para el mantenimiento de ritmos circadianos fotosintéticos [Lonergan, *Plant Physiol.* 93, 110 (1990)]. Así, el mecanismo molecular del reloj biológico sería común al de otras respuestas fisiológicas donde determinados fotones (por ejemplo azules) o proporciones de fotones (rojos/rojos lejanos) actuarían como señales moduladoras. Este mecanismo podría ser todavía más general pues no sólo lo iniciaría luz de una determinada composición espectral sino también podría iniciarse con señales químicas como por ejemplo hormonas. F.L.F.

LESIONES INDUCIDAS POR ISQUEMIA Y REPERFUSION

El sistema circulatorio de los vertebrados suministra a las células del organismo el oxígeno y los nutrientes necesarios para la vida. Es un hecho conocido que la falta temporal de aporte de sangre a un tejido, la isquemia, causa graves perjuicios que pueden acarrear incluso la muerte celular. Lo que quizás sea menos conocido es que, en ocasiones, los daños sufridos por un órgano tras un episodio de isquemia se deben no sólo a la falta de oxígeno sino al restablecimiento de su suministro. En ocasiones, el perjuicio producido por el nuevo aporte de oxígeno supera incluso al debido a la anoxia temporal. Es lo que se conoce como "la paradoja del oxígeno" o la lesión inducida por reperfusión (LIR). Existen muchos casos en los que se produce LIR. Uno de los más conocidos es el que ocurre en el corazón después de un infarto de miocardio, pero también se produce LIR