

El ayuno prolongado altera el estado redox del cerebro de verrugato (*Umbrina cirrosa*)

Gabriel Cardenete¹, Amalia E. Morales¹, María Carmen Hidalgo¹, Antonio J. Caballero¹, Emilia Abellán², Marta Arizcun²

¹ Dpto. Zoología. Universidad de Granada. Campus Fuentenueva s/n. 18071 Granada

² Plta. de Cultivos Marinos, Instituto Español de Oceanografía, Puerto de Mazarrón, Murcia, España

Introducción

El verrugato es un esciénido con altas probabilidades de convertirse en una especie de cría habitual; sin embargo es poco lo que se conoce aún de su fisiología y metabolismo, así como de sus respuestas ante cambios en las condiciones ambientales; entre éstos, el ayuno, una circunstancia que puede resultar habitual en los teleosteos y provocar no sólo movilización de reservas y reorganización metabólica, sino un estado prooxidante general que podría provocar daños oxidativos en los tejidos (Sies et al., 2005). Estudiamos los efectos de un ayuno prolongado en el cerebro esta especie, un órgano que por su importancia, actividad y contenido lipídico, debería mostrar un fuerte control homeostático de su estado redox.

Asimismo, se han seguido los cambios diarios de algunas defensas antioxidantes y del daño oxidativo a lípidos, para comprobar si existen variaciones circadianas.

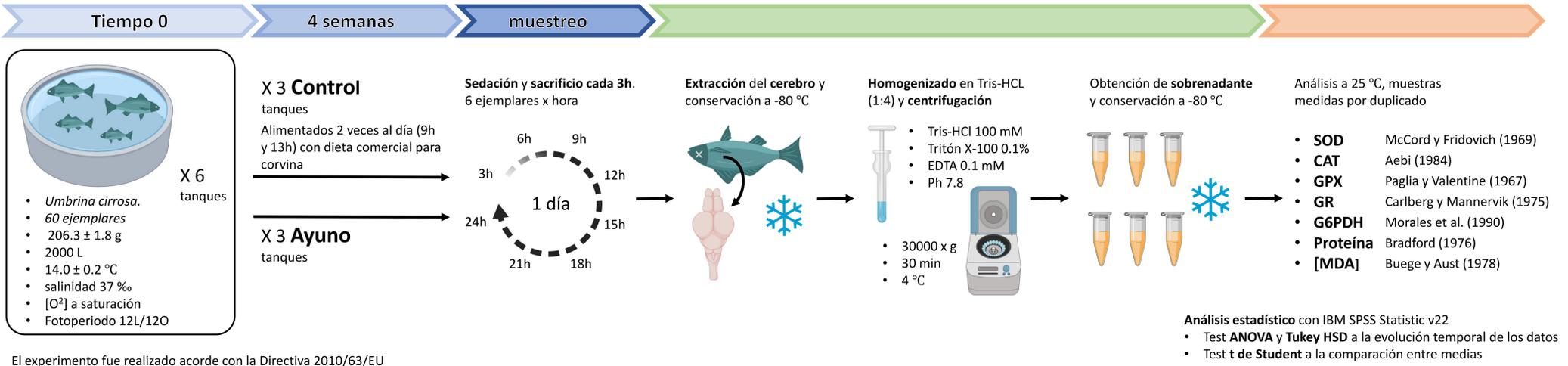


Material y métodos

TRATAMIENTOS

PROCESAMIENTO DE MUESTRAS

MEDIDA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA



Resultados y discusión

Se producen oscilaciones diarias en la actividad de algunas de las enzimas estudiadas que a veces se modifica por la ausencia de alimentación; sin embargo, no se aprecian patrones claros circadianos. En el caso del daño oxidativo a lípidos (Fig. 1) los valores permanecen relativamente constantes en situación de normalidad, mientras que el ayuno provoca una **pérdida de la homeostasis** y subidas significativas en gran parte del día. Estos cambios ponen de manifiesto la **importancia del momento de muestreo**, por lo que el promedio de los valores diarios parece más representativo del estatus real de los animales (Tabla 1).

Es evidente que el ayuno está provocando una situación de **estrés oxidativo** tal y como ocurre de manera generalizada en otros tejidos (Sies et al., 2005). El nivel de defensas antioxidantes (especialmente SOD y CAT) es menor en cerebro que en hígado de esta especie; algo común en otros peces, entre ellos esturión y trucha arcoíris (Sanz et al., 2013; Hidalgo et al., 2017). El daño oxidativo a los lípidos, si bien es menor que en el hígado de esta especie (Cardenete et al., 2016), supera al de otras especies estudiadas (Hidalgo et al., 2017). Hay una **falta de respuesta de las defensas antioxidantes cerebrales** ante el ayuno y posiblemente un efecto del estrés oxidativo sobre la permeabilidad de la barrera hematoencefálica (Lochhead et al., 2010); ambas podrían ser la causas de que el cerebro, pese a lo que cabría esperar, no esté especialmente protegido en esta especie ante el estado prooxidante provocado por el ayuno.

La falta de respuesta de actividad antioxidante frente al ayuno es más evidente en la actividad GR, la cual muestra una disminución significativa en comparación con la situación control (Tabla 1); esto podría deberse a la escasez de sustrato sobre el que actúa la GR en los peces no alimentados, ya que, mientras que SOD o CAT tienen como sustrato a especies reactivas generadas en la situación de estrés, GPX y GR catalizan reacciones sobre el glutatión, un tripéptido cuya síntesis podría comprometer o interferir en otras funciones importantes del metabolismo, y por tanto podría escasear en una situación de ayuno. Se han notificado resultados similares en músculo de verrugato, en los que el ayuno aumenta la actividad SOD, mantiene sin cambios la actividad GPX y CAT, y disminuye la actividad G6PDH y GR (Hidalgo et al., 2017).

	SOD U/mg prot	CAT mU/mg prot	GPX-Se mU/mg prot	GR mU/mg prot	G6PDH mU/mg prot	MDA nmol/g tejido
Control	120.7 ± 5.4	6.2 ± 0.3	50.5 ± 2.5	11.3 ± 0.4	1.08 ± 0.09	36.6 ± 1.5
Ayuno	129.1 ± 4.0	6.6 ± 0.4	45.6 ± 1.9	10.3 ± 5.4*	1.11 ± 0.15	68.5 ± 5.4*

Tabla 1. Media diaria de la actividad de enzimas antioxidantes y daño a lípidos (MDA) en cerebro de verrugato alimentado y tras 4 semanas de ayuno. * indica diferencias entre tratamientos (p < 0.05)

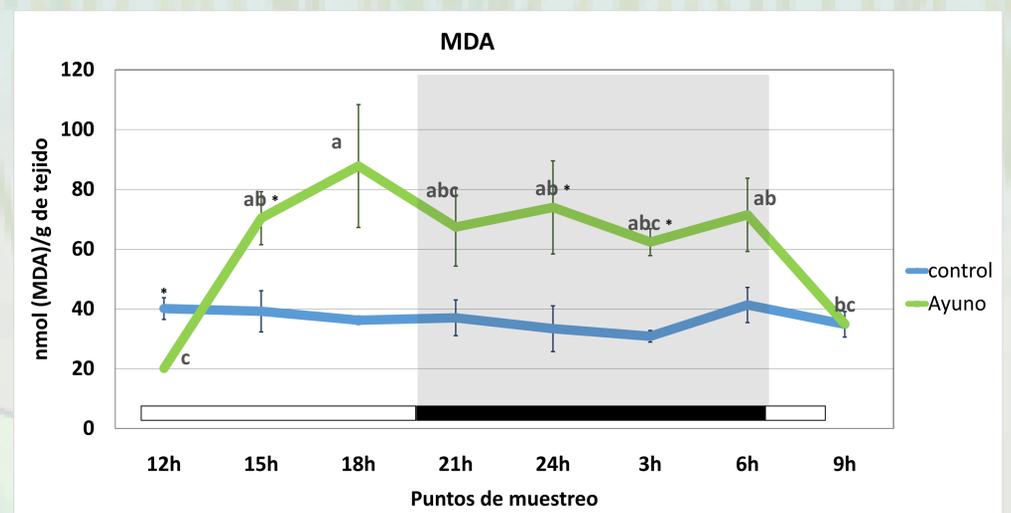


Figura 1. Evolución diaria del daño oxidativo a lípidos (MDA) en el cerebro de *Umbrina cirrosa* de animales alimentados y tras 4 semanas de ayuno. Letras distintas indican diferencias significativas dentro del mismo tratamiento (p < 0.05). * Indica diferencias significativas entre tratamientos (p < 0.05) para cada hora concreta. La banda inferior indica las horas de luz (fotofase) y oscuridad (escotofase)

Bibliografía

- Cardenete, G., Hidalgo, M. C., Arizcun, M., Pedrosa, M. A., Hernández, N. y Morales, A. E. (2016). Ritmicidad circadiana de las defensas antioxidantes en hígado de verrugato (*Umbrina cirrosa*). Efecto de la frecuencia de alimentación. Actas XI Reunión del GEIRL: 60. Granada, España.
- Hidalgo, M. C., Trenzado, C. E., Furné, M., Beltrán, A., Manzaneda, C., García-Gallego y M., Sanz, A. (2017). Tissue-specific daily variation in the oxidative status of sturgeon (*Acipenser naccarii*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): a comparative study. Fish Physiology and Biochemistry, 43(4): 1105-1115.
- Lochhead, J. J., McCaffrey, G., Quigley, C. E., Finch, J., DeMarco, K. M., Nametz, N. y Davis, T. P. (2010). Oxidative stress increases blood-brain barrier permeability and induces alterations in occludin during hypoxia-reoxygenation. Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism, 30(9): 1625-1636.
- Sanz, A., Trenzado, C. E., Castro, H. B., López-Rodríguez, M. J. y de Figueroa, J. T. (2013). Relationship between brain and liver oxidative state and maximum lifespan potential of different fish species. Comparative Biochemistry and Physiology, 165A(3): 358-364.
- Sies, H., Stahl, W. y Sevanian, A. (2005). Nutritional, dietary and postprandial oxidative stress. The Journal of nutrition, 135(5): 969-972.
- Hidalgo, M. C., Morales, A. E., Arizcun, M., Abellán, E. & Cardenete, G. (2017). Regional asymmetry of metabolic and antioxidant profile in the sciaenid fish shi drum (*Umbrina cirrosa*) white muscle. Response to starvation and refeeding. Redox biology, 11, 682-687

Agradecimientos

Trabajo financiado por el Proyecto de Investigación 15275/PI/10 de la Fundación Séneca, C.A. de Murcia. Al personal de la Planta de Cultivos Marinos de Mazarrón del Instituto Español de Oceanografía por su extraordinaria colaboración.