

C. Bienestar Animal I, II

RESPUESTA CARDÍACA, ACTIVIDAD NATATORIA Y CONSUMO DE OXÍGENO DE LUBINAS SOMETIDAS A NATACIÓN Y EVENTOS DE ESTRÉS

Esther Hoyo-Alvarez¹, Joaquim Tomàs-Ferrer², Wout Abbink³, Martin J. Lankheet⁴, Pablo Arechavala-López¹, Arjan P. Palstra³

¹ Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA-UIB/CSIC).

² Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuicultura (LIMIA-IRFAP).

³ Animal Breeding and Genomics, Wageningen University & Research, Wageningen.

⁴ Experimental Zoology Group, Wageningen University & Research, Wageningen.

Resumen

El uso de biologgers para monitorear el comportamiento y bienestar en peces de acuicultura es cada vez más común. Estos dispositivos permiten medir parámetros fisiológicos y comportamentales como la frecuencia cardíaca y la actividad natatoria, cruciales para entender el metabolismo y las respuestas de los peces ante eventos de estrés. En este estudio analizamos la relación entre la respuesta cardíaca, la aceleración y el consumo de oxígeno en 18 lubinas con biologgers implantados durante pruebas de natación y eventos de estrés. Los resultados muestran una correlación positiva entre el consumo de oxígeno, la actividad cardíaca y la aceleración durante las pruebas de natación, así como un aumento significativo en la frecuencia cardíaca y la aceleración durante los eventos de estrés, indicando una mayor demanda de oxígeno. En conclusión, este estudio destaca la importancia de monitorear la fisiología y el comportamiento de la lubina en situaciones de estrés, lo que puede contribuir a mejorar las prácticas de manejo y el bienestar en la acuicultura.

Introducción

El uso de biologgers como herramientas para monitorizar el comportamiento y el bienestar en peces de acuicultura está cada vez más extendido. Estos biosensores permiten medir parámetros fisiológicos como la frecuencia cardíaca y la aceleración, que se relacionan con el consumo de oxígeno durante eventos de estrés en los que una mayor demanda de oxígeno va asociada a ajustes cardiovasculares para mantener el metabolismo. La capacidad natatoria y el estudio del metabolismo aeróbico y anaeróbico son primordiales a la hora de evaluar el estado fisiológico de los peces y su habilidad para afrontar eventos de estrés. Las pruebas de natación y la exposición a eventos de estrés estandarizados permiten estudiar los componentes aeróbico y anaeróbico del metabolismo, a través del consumo de oxígeno, el ritmo cardíaco y la aceleración de los peces. Actualmente, no existen estudios que relacionen la respuesta metabólica y cardíaca frente a eventos estresantes en lubina (*Dicentrarchus labrax*), una de las especies más importantes en la acuicultura mediterránea. El objetivo principal de este estudio es caracterizar la actividad metabólica y fisiológica de la lubina analizando la relación entre la respuesta cardíaca, la aceleración y el consumo de oxígeno en individuos sometidos a pruebas de natación y eventos de estrés.

Material y Métodos

Para este estudio, se usaron 18 lubinas adultas de 500g alojadas en un tanque circular de 600L a una temperatura controlada de 22.5 ± 0.45 °C y alimentadas diariamente con pienso comercial en las instalaciones de la Universidad de Wageningen (CARUS - WUR, Wageningen, Holanda). A 12 de estos individuos se les implantaron biologgers de ritmo cardíaco y aceleración (DST milli-HRT ACT; Star-Oddi®, Islandia). La implantación se llevó a cabo bajo anestesia (2-fenoxietanol 0.3 ml/L), seguida de una fase de recuperación de 10 días en un tanque de cuarentena (Palstra et al., 2024). Las pruebas de natación se realizaron en 3 túneles de 127 L (tipo Blázka), aumentando gradualmente la velocidad del flujo de agua desde 0 hasta 1 m/s en intervalos de 0.2 m/s por hora (Arechavala-Lopez et al., 2021). Se registró la frecuencia cardíaca y la aceleración externa en intervalos de 10 minutos. Para la prueba de estrés, los peces

se trasladaron a un tanque de 600L y se sometieron a cuatro eventos de estrés, que consistieron en reducir el nivel de agua del tanque hasta que la aleta dorsal emergía y luego rellenar el tanque. Los eventos se diferenciaron en la duración del tiempo con el nivel de agua bajo y la inclusión de persecución con redes de mano en el cuarto evento (Palstra et al., 2024). Se incluyeron periodos de recuperación de 40 minutos entre eventos y se monitorizó la actividad cardíaca y la aceleración hasta 3 horas después de la prueba. Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité Central Holandés para Experimentación Animal (CCD), número de proyecto AVD40100202115078, así como por el Comité de Experimentación Animal (DEC) y la Autoridad para el Bienestar Animal (IvD) de la Universidad de Wageningen.

Resultados y Discusión

Durante la prueba de natación no se detectaron diferencias significativas en la velocidad óptima de natación entre los individuos del grupo control y los individuos marcados (U_{opt} Control = 0.737 m/s, U_{opt} Logged = 0.740 m/s; p-valor>0.05). El consumo de oxígeno (MO_2) aumentó exponencialmente con las distintas velocidades de natación ($R^2 = 0.461$), pasando de 290.14 ± 22.60 mg/kg.h al inicio y alcanzando máximos de 495.26 ± 22.70 mg/kg.h en la velocidad más alta. Además, existe una correlación lineal positiva entre el MO_2 y la frecuencia cardíaca, así como entre el consumo de oxígeno y la aceleración externa conforme aumenta la velocidad de natación ($R^2=0.45$ y $R^2=0.48$ respectivamente). En la prueba de estrés se detectó un aumento de la frecuencia cardíaca y la aceleración externa durante los eventos de estrés, seguido por una disminución de dichos parámetros durante el período de recuperación entre eventos. La frecuencia cardíaca en los 3 primeros eventos de estrés mostró una tendencia creciente, aunque no significativa (p-valor>0.05), mientras que en el cuarto evento sí que hubo un aumento significativo respecto a los tres primeros eventos, llegando a alcanzar valores medios de 110 bpm (p-valor < 0.01). En cuanto a los períodos de recuperación entre eventos de estrés, la frecuencia cardíaca disminuyó, aunque sin llegar a alcanzar los valores basales ($HR_{rec}= 82-95$ bpm; $HR_{basal}=63$ bpm). Pasadas 3 horas desde la finalización de la prueba, la frecuencia cardíaca tampoco alcanzó los valores basales, mostrando valores similares a los registrados durante el primer evento de estrés ($HR_{final}=78$ bpm). En los momentos de estrés, se registraron aumentos significativos en la aceleración externa comparado con los períodos de recuperación (p-valor < 0.001). Estos resultados subrayan la utilidad de los sensores de ritmo cardíaco y aceleración en peces de acuicultura para monitorear su bienestar. Durante el estrés, ambos indicadores aumentan, señalando una mayor demanda de oxígeno y ajustes cardiovasculares. Por este motivo, es esencial controlar el oxígeno durante procedimientos estresantes en acuicultura.

Palabras clave

Respuesta cardíaca, aceleración, biologgers, consumo de oxígeno, capacidad natatoria, respuesta al estrés

Bibliografía

Arechavala-Lopez, P., M. J. Lankheet, C. Díaz-Gil, W. Abbink, y A. P. Palstra. 2021. Swimming activity of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) in swim-tunnels: accelerations, oxygen consumption and body motion. *Frontiers in Animal Science*. 2, 679848.

Palstra, A. P., W. Abbink, W. E. Agbeti, L. Kruijt, P. Jéhannet, y M. J. Lankheet. 2024. Heart Rate and Acceleration Dynamics during Swim-Fitness and Stress Challenge Tests in Yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi*). *Biology*. 13(3), 189.

Agradecimientos

Este estudio forma parte del proyecto ACTIVEBASS, financiado por AQUAEXCEL3.0. Esta comunicación se ha podido llevar a cabo gracias a la beca JAE Intro ICU otorgada a E. Hoyo-Alvarez, al contrato Ramón y Cajal (RYC2020-029629-I) concedido a P. Arechavala-López. Los autores agradecen al personal de CARUS por su ayuda e implicación en el estudio.

Correo del Autor

ehoyo@imedea.uib-csic.es