

# ÚLTIMOS AVANCES EN BIOQUÍMICA Y FISIOLOGÍA DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO.

Curso 2015- 2016  
(Fecha última actualización: 1/10/2015)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Módulo 4. Itinerario B: Deporte y rendimiento	Últimos avances en Bioquímica y Fisiología del rendimiento deportivo.	1º	2º	3	Optativa
<b>PROFESORES*</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Jesús Francisco Rodríguez Huertas</li> </ul>			Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Despacho 4.13 E-mail: <a href="mailto:jhuertas@ugr.es">jhuertas@ugr.es</a> Tf: 958241000 - 20319		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS*</b> Martes y jueves de 9:30 a 11:30 (cita previa por correo electrónico)		
<b>POSGRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS POSGRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Máster Universitario en Investigación en Actividad Física y Deporte			Máster Universitario de Nutrición Humana		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Tener cursada la asignatura de Fisiología del Ejercicio o conocimientos avanzados en dicha materia.					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Últimos avances en la biogénesis mitocondrial y expresión génica y proteica que determinan el fenotipo del deportista adaptado al alto rendimiento.</li> <li>Actualización de los mecanismos fisiológicos inductores de fatiga.</li> <li>Actualización de los conocimientos sobre la producción y funciones del lactato: metabolito intermediario, regulador del metabolismo, disipación de la acidez en las células musculares, prevención de fatiga y papel en la expresión génica.</li> </ul>					

\* Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente.



- Revisión de las funciones adscritas a los transportadores monocarboxílicos (MCT1 y MCT4): regulación, expresión y programas de entrenamiento específicos.
- Estudio de cinéticas de VO<sub>2</sub> (Déficit y deuda de oxígeno): cuantificación, aproximaciones matemáticas y papel a la hora de evaluar las adaptaciones fisiológicas.
- Cálculo de la “potencia crítica”, como herramienta de evaluación del grado de entrenamiento e idoneidad del periodo de competición.
- Estrés oxidativo, suplementos nutricionales y expresión génica en el fenotipo del deportista de élite
- Bases fisiológicas de la eficiencia de los entrenamientos de alta intensidad y bajo volumen frente a los de baja intensidad y gran volumen.
- Aplicación de la Electromiografía en la detección de umbrales y en el conocimiento de grado de recuperación de lesiones musculares.
- Aplicación de la variabilidad de la Frecuencia Cardíaca en la evaluación de la salud de deportistas.

#### COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

##### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

- Aplicar los conocimientos adquiridos (conceptos, principios, teorías) y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio, de una manera autónoma o auto dirigida.
- Integrar conocimientos y emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales, demostrando una comprensión sistemática de un campo de estudio y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo
- Presentar públicamente ideas, razonamientos, procedimientos o informes de investigación o de asesorar a personas y a organizaciones de un modo claro y sin ambigüedades.

#### OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

##### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

###### Específicas (tipo A):

- Conocer y discernir lo que aportan las nuevas tecnologías en los conceptos claves de la Fisiología y Bioquímica del ejercicio.
- Conocer e integrar todas las funciones del lactato.
- Conocer la función de los transportadores monocarboxílicos del lactato, como se regula su expresión con programas de entrenamiento específicos y su relación con el umbral anaeróbico.
- Conocer los inductores celulares de la acidosis metabólica y sistémica y su integración y función en la fatiga.
- Utilizar las técnicas de laboratorio utilizadas para caracterizar los umbrales durante una prueba de esfuerzo máxima.
- Caracterizar los umbrales aplicando distintas herramientas y saber aplicarlas a distintas



prácticas deportivas.

- Calcular Deuda y déficit de oxígeno y relacionarlas con el grado de entrenamiento.
- Identificar y calcular la “potencia crítica” en base a registros de consumo de oxígeno.

#### **Transversales (tipo B):**

- 8. Capacidad de análisis y síntesis
- 9. Capacidad de organización y planificación
- 10. Capacidad de comunicación oral y escrita en lengua nativa
- 11. Conocimiento de inglés
- 12. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
- 13. Capacidad de resolución de problemas
- 14. Capacidad de aplicar dichos conocimientos en la evaluación de deportistas como método de retroalimentación en la planificación y posibles modificaciones del programa de entrenamiento.

#### **Personales**

- 15. Capacidad para trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otras personas
- 16. Capacidad para trabajar en equipos de carácter interdisciplinar
- 17. Habilidades en las relaciones interpersonales
- 18. Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad
- 19. Razonamiento crítico
- 20. Compromiso ético

#### **Sistémicas**

- 21. Capacidad para pensar de forma creativa y desarrollar nuevas ideas y conceptos
- 22. Iniciativa y espíritu emprendedor
- 23. Mostrar interés por la calidad de la propia actuación y saber desarrollar sistemas para garantizar la calidad de los propios servicios

#### **Otras Competencias**

- 24. Capacidad para asumir responsabilidades
- 25. Capacidad de autocrítica: ser capaz de valorar la propia actuación de forma crítica
- 26. Saber valorar la actuación personal y conocer las propias competencias y limitaciones
- 27. Relaciones profesionales: ser capaz de establecer y mantener relaciones con otros profesionales e instituciones relevantes
- 28. Saber desarrollar presentaciones audiovisuales
- 29. Saber obtener información de forma efectiva a partir de libros y revistas especializadas, y de otra documentación
- 30. Ser capaz de obtener información de otras personas de forma efectiva

#### **Nucleares (tipo C):**

- 31. Capacidad de aplicar dichos conocimientos en la evaluación de deportistas como método de retroalimentación en la planificación y posibles modificaciones del programa de entrenamiento.

#### **TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA**

TEMARIO TEÓRICO:



- Tema 1. Tipos de entrenamientos para maximizar la biogénesis mitocondrial, la expresión génica y proteica y el fenotipo del deportista de alto nivel.
- Tema 2. Origen, función y prevención de la acidosis metabólica en la práctica deportiva.
- Tema 3. Formación y funciones del lactato. Transportadores monocarboxílicos del lactato (MCT1 y MCT4): función, regulación y su papel en la variabilidad del umbral anaeróbico.
- Tema 4. Estrés oxidativo y suplementos nutricionales en la práctica deportiva.
- Tema 5. Bases fisiológicas de la eficiencia de los entrenamientos de alta intensidad y bajo volumen frente a los de baja intensidad y gran volumen
- Tema 6. Cinéticas del consumo de oxígeno en pruebas de esfuerzo (Déficit y deuda de oxígeno): cuantificación, aproximaciones matemáticas y papel a la hora de evaluar las adaptaciones.
- Tema 7. Electromiografía como herramienta en el cálculo de umbrales y en la recuperación de lesiones musculares.
- Tema 8. Variabilidad de la frecuencia cardiaca en la práctica deportiva.

#### TEMARIO PRÁCTICO:

##### Seminarios

- En función de los profesores invitados que normalmente nos visitan.

##### Prácticas de Laboratorio

- Práctica 1. Evaluación de la cinética del consumo de oxígeno en pruebas incrementales y a ritmo estable.
- Práctica 2. Cálculo de Deuda y Déficit de oxígeno a dos intensidades inferiores al umbral anaeróbico.
- Práctica 3. Variabilidad de la frecuencia cardiaca
- Práctica 4. Cálculo de umbrales mediante electromiografía en pruebas de potencia.

##### Salidas de campo (opcionales)

- Salida 1. Visita a las instalaciones del laboratorio SportLab.
- Salida 2. Visita a las instalaciones del Centro de Investigación Biomédica de la Universidad de Granada
- Salida 3. Visita al Centro de Alto Rendimiento Deportivo de Sierra Nevada.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Applied Exercise & Sport Physiology. Authors: Terry J. Housh, Dona J. Housh, Herbert A. deVries. 2011. ISBN 978-1-890871-71-0.
- "Nutrición y Ejercicio Físico". J. González-Gallego y Huertas JR. TÍTULO DEL LIBRO: Tratado de Nutrición. EDITOR: Ángel Gil Hernández. EDITORIAL: Editorial Médica Panamericana. AÑO: 2010.
- Exercise Physiology Laboratory Manual. William Beam and Gene Adams. Hargreaves, M. Spriet L. EXERCISE METABOLISM. HUMAN KINETICS BOOKS. 2ª ed., 2006.
- Huter-Becker, A. FISILOGIA Y TEORIA DEL ENTRENAMIENTO. PAIDOTRIBO. 1ª ed., 2006
- Kang J. BIOENERGETICS PRIMER FOR EXERCISE SCIENCE. HUMAN KINETICS BOOKS. 1ª ed., 2008
- Kenney, L.; Wilmore, J. and Costill, D. PHYSIOLOGY OF SPORT AND EXERCISE. HUMAN KINETICS BOOKS. 5ª ed., 2012
- López Chicharro, J. FISILOGIA DEL EJERCICIO. Editorial Médica Panamericana S.A. 3ª ed., 2006
- McArdle, W. and Katch, F. EXERCISE PHYSIOLOGY. NUTRITION, ENERGY, AND HUMAN PERFORMANCE. LIPPINCOTT. 8ª ed., 2014.
- Minuchin, Patricia. FISILOGIA DEL EJERCICIO. METABOLISMO INTERMEDIO Y REGULACION HORMONAL. NOBUKO. 1ª ed., 2005.



- Mooren, F. and Volker K. MOLECULAR AND CELLULAR EXERCISE PHYSIOLOGY. HUMAN KINETICS BOOKS. 1ª ed., 2005.
- Peter A Farrell, Michael J Joyne, Vincent J Caiozzo. ACSM'S ADVANCED EXERCISE PHYSIOLOGY (American College of Sports Medicine). LIPPINCOTT. 2ª ed., 2011.
- Plowman, S. and Smith, D. EXERCISE PHYSIOLOGY FOR HEALTH, FITNESS, AND PERFORMANCE. LIPPINCOTT. 3ª ed., 2010.
- Wasserman, K. PRINCIPLES OF EXERCISE TESTING AND INTERPRETATION. LIPPINCOTT. 5ª ed., 2011
- Wilmore, J.; Costill, D. and Kenney W.L., PHYSIOLOGY OF SPORT AND EXERCISE. HUMAN KINETICS BOOKS. 5ª ed., 2015.
- Tesis doctorales de nuestro grupo de investigación.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Revistas científicas con máximo índice de impacto.
- Energy sensing and regulation of gene expression in skeletal muscle Damien Freyssenet, J Appl Physiol 102: 529-540, 2007.
- Coordination of metabolic plasticity in skeletal muscle David A. Hood, Isabella Irrcher, Vladimir Ljubcic and Anna-Maria Joseph. The Journal of Experimental Biology 209, 2265-2275. 2006.
- Bicarbonate infusion and pH clamp moderately reduce hyperventilation during ramp exercise in humans. Francois Pe ´ronnet, Tim Meyer, Bernard Aguilaniu, Carl-E ´tienne Juneau, Oliver Faude, and Wilfried Kindermann. J Appl Physiol 102: 426-428, 2007.
- The Plasma Membrane Lactate Transporter MCT4, but Not MCT1, Is Up-regulated by Hypoxia through a HIF-1-dependent Mechanism. Mohammed S. Ullah, Andrew J. Davies, and Andrew P. Halestrap. The journal of biological chemistry. 281(14): 9030-9037, 2006.
- Immunohistochemical analysis of MCT1, MCT2 and MCT4 expression in rat plantaris muscle. Takeshi Hashimoto, Shinya Masuda, Sadayoshi Taguchi1 and George A. Brooks. J Physiol 567.1 (2005) pp 121-129.
- A New Look at the Origin, Function, and "Stem-Cell" Status of Muscle Satellite Cells. Patrick Seale and Michael A. Rudnicki. Developmental Biology 218, 115-124 (2000).
- ACTN3 Genotype Is Associated with Human Elite Athletic Performance. Nan Yang, Daniel G. MacArthur, Jason P. Gulbin, Allan G. Hahn, Alan H. Beggs, Simon Eastal and Kathryn North. Am. J. Hum. Genet. 73:627-631, 2003
- Interaction between signalling pathways involved in skeletal muscle responses to endurance exercise. Nathalie Koulmann, André-Xavier Bigard. Pflugers Arch - Eur J Physiol (2006) 452: 125-139.
- Plasticity in Skeletal, Cardiac, and Smooth Muscle Invited Review: Contractile activity-induced mitochondrial biogenesis in skeletal muscle. David a. Hood. J Appl Physiol 90:1137-1157, 2001.
- E. De Filippis, G. Alvarez, R. Berria, K. Cusi, S. Everman, C. Meyer and L. J. Mandarino. Nuclearencoded mitochondrial genes to exercise Insulin-resistant muscle is exercise resistant: evidence for reduced response of. FASEB J, March 1, 2008; 22 (3): 774-785.
- Lactate sensitive transcription factor network in L6 cells: activation of MCT1 and mitochondrial biogenesis. Takeshi Hashimoto, Rajaa Hussien, Saji Oommen, Kishorchandra Gohil and George A. Brooks. FASEB J. 21, 2602-2612 (2007).
- Quiles JL, Huertas JR, Ochoa JJ, Battino M, Mataix J, Mañas M. "Dietary fat (virgin olive oil or sunflower oil) and physical training interactions on blood lipids in the rat.". Nutrition.2003; 19: 363-368.
- Quiles JL, JR Huertas, M. Mañas, JJ. Ochoa, M. Battino, J. Mataix. "Oxidative stress induced by exercise and dietary fat modulates the coenzyme Q and vitamin A balance between plasma and mitochondria". Int. J. Vitam. Nutr. Res.; 1999; 69(4): 243-249.
- Quiles JL, JR Huertas, M. Mañas, M. Battino, J. Mataix. "Physical exercise affects the lipid profile of mitochondrial membranes in rats fed with virgin olive oil or sunflower oil". The British journal of



nutrition, 1999; 81: 21-24.

- Quiles JL, JR Huertas, M. Mañas, M. Battino, JJ. Ochoa, J. Mataix. "Plasma antioxidants are strongly affected by lipid peroxidation in rats under physical exercise and different dietary fats". BioFactors. 1998; 18: 119-127.
- Quiles JL, JR Huertas. M. Mañas, J.J. Ochoa, M Battino, J. Mataix. "Dietary fat type and regular exercise affect mitochondrial composition and function depending on the specific tissue in the rat". 2001; Journal of Bioenergetics and Biomembranes. 33(2): 127-134.
- Huertas, JR, M. Battino, M. Mañas, F.J. Mataix. "Dietary polyunsaturated fatty acids and peroxidative risks in sport practice. Alternatives". The Journal Sport Medicine and Physical Fitness, 1994, 34(2): 101-108.
- Wilbur RL, Stray-Gundersen J, Levine BD. Effect of hypoxic "dose" on physiological responses and sealevel performance. Med Sci Sports Exerc. 2007; 39(9):1590-9.
- Stepto NK, Coffey VG, Carey AL, Ponnampalam AP, Canny BJ, Powell D, Hawley JA. Global gene expression in skeletal muscle from well-trained strength and endurance athletes. Med Sci Sports Exerc. 2009; 41(3):546-65.
- Subudhi AW, Roach RC., Endurance performance at altitude., Curr Sports Med Rep. 2008 Feb;7(1):6-7.
- Tsujimoto, Y., Nakagawa, T., Shimizu, S., Mitochondrial membrane permeability transition and cell death. Biochim. Biophys. Acta 2006, 1757, 1297-1300.
- Viganò A, Ripamonti M, De Palma S, Capitanio D, Vasso M, Wait R, Lundby C, Cerretelli P, Gelfi C. Proteins modulation in human skeletal muscle in the early phase of adaptation to hypobaric hypoxia. Proteomics. 2008; 8(22):4668-79.

#### ENLACES RECOMENDADOS

- American College of Sports Medicine <http://www.acsm.org>
- Federación Española de Medicina del Deporte <http://www.femede.es/>
- Página web del profesor Jesús Rodríguez Huertas: <http://www.ugr.es/local/jhuertas> (Desfasada, pero que se mantiene por su valor histórico).
- Facebook de la asignatura, creado y coordinado por el profesor Jesús Rodríguez Huertas: <http://www.facebook.com/fisiologiadajejercicio.universidaddegranada>
- Twitter de la asignatura, creado y coordinado por el profesor Jesús Rodríguez Huertas: @SportPhysiol (<http://twitter.com/SportPhysiol>).

#### PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Debe de sumar un total de 75 h para el alumnado. Obligatoriamente 25 h presenciales y 5 h de evaluación

Primer cuatrimestre	Actividades presenciales							Actividades no presenciales			
	Temas	Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Visitas y excursiones (horas)	Exámenes	Otras actividades	Tutorías individuales (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Trabajo individual del alumno (horas)	Otras actividades
Semana 1		9	9	2		5		20	5	20	5
Total horas		9	9	2		5		20	5	20	5

#### METODOLOGÍA DOCENTE



### SESIONES TEÓRICAS:

Al comienzo de cada uno de los núcleos temáticos de la materia se realizará una breve sesión teórica apoyándose en la metodología de la lección magistral. Tras la sesión teórica se procederá a actividades dirigidas de tipo presencial y finalmente a las sesiones prácticas, dejando a los alumnos libertad y criterio para organizar las actividades no presenciales que deben incluirse en el curso.

### SESIONES PRÁCTICAS:

Las sesiones prácticas permiten la aplicación de los conocimientos teóricos y consisten en trabajo de laboratorio de forma autónoma por parte del alumnado con la supervisión del profesorado. En estas sesiones se instruirá a los alumnos en los conceptos esenciales de seguridad e higiene en el laboratorio y los conceptos de ética con experimentación humana.

### ACTIVIDADES DIRIGIDAS:

Presenciales: actividades de tipo seminario, de comentario de un artículo científico y de aprendizaje basado en la resolución de problemas. Para las actividades de tipo seminario se elegirá algún tema de interés, relacionado con la materia específica, que el alumnado pueda desarrollar y defender ante el profesorado y el resto de los alumnos del curso, tras lo cual se procederá al debate y discusión de lo expuesto entre todos los participantes del seminario. Para las actividades de lectura y comentario de un artículo científico se seleccionarán artículos relacionados con la materia que puedan estudiar y presentar en clase de manera que se familiaricen con la estructura de una publicación científica y distintas técnicas metodológicas. En las actividades de aprendizaje basado en problemas se propondrá a los alumnos un caso sencillo que esté relacionado con las enseñanzas impartidas; se acompañará la exposición del caso con material bibliográfico y los suficientes datos experimentales para que, con la tutela del profesorado, los alumnos procedan a realizar los cálculos propuestos.

No presenciales: En estas actividades el alumnado preparará su exposición de los artículos a discutir o trabajos.

### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

- **Prueba escrita (EV01):** Exámenes de ensayo, pruebas objetivas, resolución de problemas, casos o supuestos, pruebas de respuesta breve, informes y diarios de clase (35%)
- **Prueba oral (EV02):** Exposiciones de trabajos orales en clase, individuales o en grupo, sobre contenidos de la materia (seminario) y sobre ejecución de tareas prácticas correspondientes a competencias concretas (25%).
- **Observación (EV03):** Escalas de observación, en donde se registran conductas que realiza el alumno en la ejecución de tareas o actividades que se correspondan con las competencias (25%).
- **Técnicas basadas en la asistencia y participación activa del alumno en clase, seminarios y tutorías (EV04):** Trabajos en grupos reducidos sobre supuestos prácticos propuestos (15%).

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Cumplimentar con el texto correspondiente en cada caso.

