

## Fisiología cardiovascular y respiratoria humana en respuesta al ejercicio: bases teórico-prácticas para su comprensión y evaluación no-invasiva

### Contenido

Características del curso .....	1#
Responsable - Docentes participantes .....	1#
Fecha de la actividad .....	2#
Lugar de la actividad .....	2#
Destinatarios.....	2#
Contenidos.....	2#
Programa .....	4#
Apoya y Financia .....	5#
Inscripciones .....	5#

### Características del curso

El curso es dictado por integrantes y colaboradores del 'Laboratorio de Investigación y Evaluación Biomédica en Reposo y Ejercicio (LIEBRE)', pertenecientes al Depto. de Fisiología, Facultad de Medicina y al Instituto Superior de Educación Física, de la Universidad de la República (UdelaR). El mismo consiste en tres semanas de actividad en las que se verá el funcionamiento de diferentes dispositivos empleados para valorar aspectos de la función y estructura cardiovascular, respiratoria y muscular humana en reposo y ejercicio. Los aspectos teóricos y prácticos de aspectos biológicos que se revisarán serán los necesarios para comprender las formas de medición de las diferentes técnicas, y los parámetros resultantes, que se emplean para evaluación con fines de investigación y/o diagnóstico. Especial énfasis se pondrá en que los cursantes tengan contacto con el equipamiento y participen de registros, de manera de experimentar las especificidades y habilidades que hay que tener en consideración para alcanzar registros de elevada calidad de variables biológicas. Asimismo, se pretende que los estudiantes vean en detalle el software de registro y análisis de señales y datos. Se discutirán aspectos técnicos del uso de los dispositivos (ejemplo, formas de calibración) y protocolos de registro y análisis que se desarrollan en el LIEBRE como parte de diferentes proyectos.

### Responsable - Docentes participantes

- **Prof. Adj. Dr. Yanina Zócalo** [Organizadora & Responsable]  
Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, UdelaR.  
yaninazocalo@gmail.com
- **Prof. Agdo. Dr. Carlos Magallanes**  
Departamento Educación Física y Salud, Instituto Superior de Educación Física, UdelaR.

- **Asistente, M.Sc. Mariana Gómez**  
Departamento Educación Física y Salud, Instituto Superior de Educación Física, Udelar.
- **Asistente, Dr. Santiago Rivoir**  
Cátedra de Medicina del Ejercicio y Deporte, Hospital de Clínicas, Facultad de Medicina, Udelar.  
Departamento Educación Física y Salud, Instituto Superior de Educación Física, Udelar.
- **Prof. Agdo. Dr. Daniel Bia**  
Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Udelar.

## Fecha de la actividad

- 12/06 al 28/06/2023

## Lugar de la actividad

- **Laboratorio de Investigación y Evaluación Biomédica en Reposo y Ejercicio (LIEBRE), Udelar**  
(<https://imagenologiachpr.edu.uy/liebre/>).  
Dirección: Bvar. Artigas 1590 / Lord Ponsomby 2410, LIEBRE, Depto. de Imagenología, Centro Hospitalario Pereira-Rossell, Montevideo, Uruguay.

## Destinatarios

Estudiantes de grado y posgrados académicos (PEDECIBA, ProMEF, PROINBIO).

## Contenidos

NOTA: los contenidos se detallan en un orden que puede diferir del que se vea en el curso.

---

**Aspectos teóricos:** Fundamentos teóricos del ciclo cardíaco, función ventricular y evaluación no-invasiva de la hemodinámica central mediante análisis de registros de cardiografía de impedancia ('Impedance Cardiography', [ICG]) y contorno de onda del pulso ('Pulse Contour Analysis' [PCA]). Implicancia de su registro en términos de valoración funcional, y de la clasificación de estados funcionales y hemodinámicos. Importancia de los diferentes índices y sus determinantes. Registros en reposo y en movimiento, de laboratorio y campo. Aspectos técnicos del equipamiento disponible para la evaluación no-invasiva.

**Aspectos prácticos:** Registros y análisis de la función cardíaca, y hemodinámica central mediante:

### Cardiografía por Impedancia

- Dispositivo: PhysioFlow, (<https://www.physioflow.com/>)
- Dispositivo: Z-Logic (Exxer, <https://exxer.com.ar/productos/z-logic/>)
- Dispositivo: Nicommo (<https://www.medis.company/en/methods/impedance-cardiography>)

### Pletismografía del pulso

- Dispositivo: Mobil-O-Graph (<https://www.iem.de/en/produkt/mobil-o-graph-pwa/>).
- 

**Aspectos teóricos:** Fundamentos teóricos de la respuesta cardio-respiratoria frente a situaciones de actividad física. Bases teórico-prácticas de los test cardio-respiratorios de ejercicio empleando ergoespirometría (Cardio-pulmonary

Exercise Test, CPET). Aspectos técnicos del equipamiento disponible para la realización de CPET. Análisis de protocolos de CPET. Análisis de registros.

**Aspectos prácticos:** Registros y análisis de la respuesta cardio-respiratoria y metabólica al ejercicio mediante:

#### Espirometría/Ergoespirómetro

- (Dispositivo: Metamax y Metalyzer, <https://cortex-medical.com>)

#### Oximetría del pulso

- Dispositivo NONIN (<https://www.nonin.com/products/3150-usb/>)

#### Electrocardiografía

- Dispositivo: CardioSoft (<https://www.gehealthcare.es/products/cardiosoft-v7>)
- 

**Aspectos teóricos:** Fundamentos de la acelerometría triaxial, para la valoración de actividad física, conductas sedentarias y sueño. Análisis de algoritmos de análisis y de estrategias de análisis de datos,

**Aspectos prácticos:** Registros con acelerometría triaxial y análisis de registros

#### Acelerometría Triaxial

- Dispositivo: Acelerómetros ActiGraph GT3X; Software ActiLife (<https://theactigraph.com/actigraph-wgt3x-bt>)
- 

**Aspectos teóricos:** Análisis de biotipo corporal y composición corporal mediante cineantropometría (modelos bi, tetra y pentacompartimental) y balanzas de bioimpedancia corporal. Implicancias funcionales y clínicas de las alteraciones de la masa grasa (MG) y masa magra (MM).

**Aspectos prácticos:** registro de masa corporal, pliegues cutáneos, diámetros óseos y circunferencias con posterior análisis de los registros.

#### Cineantropometría y Balanzas de Bioimpedancia

- Dispositivo: Omron HBF-514C, Omron Healthcare, Inc., Illinois, USA
  - Dispositivo: InBody-120, InBody Co., Seoul, Korea (<https://www.composicion-corporal-inbody.com/InBody-120.html>)
  - Herramientas: Plicómetro Slim Guide, Segmómetro y Calibres de diámetros pequeños y grandes Roscraft
- 

**Aspectos teóricos:** Fundamentos teóricos de la fisiología macro- y micro-vascular y de la generación y propagación de la onda del pulso. Implicancia de su registro en diferentes sitios del sistema arterial. Análisis de las diferencias entre presión aórtica central y periférica, y análisis de parámetros derivados de la onda del pulso mediante las técnicas de "Pulse Wave Analysis (PWA)" y "Wave Separation Analysis" (WSA). Significado de los diferentes índices (ejemplo, índice de aumento aórtico, índice de viabilidad sub-endocárdica, índice de reflexión) y sus determinantes. Implicancia (fisiológica y clínica) de los registros para valorar la presión aórtica central, amplificación del pulso, determinantes de

la onda del pulso (componentes incidentes y reflejados) y niveles de rigidez arterial local y regional (velocidad de onda del pulso – pulse wave velocity (PWV)). Aspectos técnicos del equipamiento disponible para la evaluación no-invasiva.

**Aspectos prácticos:** Registros y análisis de la fisiología arterial mediante:

#### Tonometría de aplanamiento

- Dispositivo: SphygmoCor, Atcor Medical (<https://atcormedical.com/>).

#### Pletismografía del pulso

- Dispositivo: Mobil-O-Graph, IEM (<https://www.iem.de/en/produkt/mobil-o-graph-pwa/>).

#### Oscilometría (aplicados para cuantificar el Índice Tobillo-Brazo)

- Dispositivos: Sistemas oscilométricos de medición de presión arterial, HEM-433INT; Omron (<https://omronhealthcare.com/blood-pressure/>)

---

**Aspectos teóricos.** Fundamentos teóricos de la evaluación 'latido-a-latido' de diámetros y espesores parietales arteriales, y perfiles de velocidad sanguínea mediante ecografía vascular (Modo B y Doppler). Análisis de diferencias regionales y sus determinantes. Cuantificación de diferentes índices de rigidez arterial local, y de índices hemodinámicos derivados de las señales Doppler. Implicancia de su registro en términos de valoración del sistema arterial del paciente. Caracterización histológica de placas de ateroma mediante análisis de imágenes. Fundamentos de la fisiología de la vasomotricidad vascular. Abordaje teórico y práctico de las técnicas de evaluación de reactividad vascular mediante isquemia transitoria y/o hiperemia reactiva (ejemplo, técnica de 'vasodilatación mediada por flujo' (flow-mediated dilation, [FMD]), y de diferentes índices que pueden derivarse de ellas.

**Aspectos prácticos.** Registros y análisis de perfiles de velocidad sanguínea, diámetros y espesores parietales y test de reactividad vascular, mediante:

#### Ecografía vascular

- Dispositivo: M-Turbo, Sonosite (<https://www.sonosite.com/es/products/sonosite-m-turbo>)
- Dispositivo: G86, Vinno Inc. (<https://vinno.es/ecografos/vinno-g86/>)

#### Software de análisis de señales ecográficas

- Dispositivo/Software: HemoDyn 4M, Dinap s.r.l. (<http://hemodyn.com.ar/producto.html>)
- Software: Carolab (<https://www.creatis.insa-lyon.fr/carolab/>)

## Programa

Fecha	Actividad (Horario)	Temática (Nombre abreviado)	Responsable
Lunes (12/06/2023)	Teórico (13.0 - 15.0 hrs)	Condición física. Capacidad Cardiorrespiratoria y Test Cardio-Pulmonar de Ejercicio (CPET) como herramienta para su evaluación: aspectos teóricos y técnicos.	Y. Zócalo
	Práctico (15.0 - 18.0 hrs)	Realización de CPET (Empleo de dispositivos: Metalyzer y/o Metamax; Cyclus2, Nonin).	Y. Zócalo / M. Gómez
Miércoles (14/06/2023)	Práctico (14.0 - 16.0 hrs)	Realización de CPET (Empleo de dispositivos: Metalyzer y/o Metamax; Cyclus2, Nonin).	Y. Zócalo / M. Gómez

	Teórico (16.0 - 17.30 hrs)	Test Cardio-Pulmonar de Ejercicio: aspectos teóricos del análisis de registro (9-panels de Wasserman).	Y. Zócalo
	Teórico (17.30 - 19.0 hrs)	Test Cardio-Pulmonar de Ejercicio: análisis de registros realizados.	C. Magallanes
<b>Martes</b> (20/06/2023)	Teórico / Práctico (13.0 - 15.30 hrs)	Acelereometría Tri-Axial: aspectos teóricos, técnicos y prácticos.	M. Gómez
	Teórico / Práctico (15.30 - 18.0 hrs)	Evaluación de la Composición y Biotipo Corporal: aspectos teóricos, técnicos y prácticos.	S. Rivoir
<b>Jueves</b> (22/06/2023)	Teórico (14.0 - 16.0 hrs)	Hemodinamia central: ciclo cardíaco y función ventricular	D. Bia
	Práctico (16.0 - 19.0 hrs)	Realización de registros con Cardiografía de Impedancia (PhysioFlow; NICCOMO), Pletismografía del pulso (Mobil-O-Graph).	Y. Zócalo / D. Bia
<b>Lunes</b> (26/06/2023)	Teórico (13.0 - 15.0 hrs)	Hemodinamia periférica: estructura y función arterial (1)	D. Bia
	Práctico (15.0 - 18.0 hrs)	Ecografía arterial (diámetros y espesores arteriales; velocidades sanguíneas; vasodilatación mediada por flujo).	Y. Zócalo / D. Bia
<b>Miércoles</b> (28/06/2023)	Teórico (14.0 - 16.30 hrs)	Hemodinamia periférica: estructura y función arterial (2)	D. Bia
	Práctico (16.30 - 19.0 hrs)	Realización de registros con Tonometría de Aplanamiento: rigidez arterial regional; gradiente centro-periferia de rigidez; presión aórtica central; amplificación del pulso.	Y. Zócalo / D. Bia
<b>Fecha a definir</b>	<b>Prueba escrita</b>		

## Apoya y Financia

- **PROGRAMA DE DESARROLLO DE LAS CIENCIAS BASICAS (PEDECIBA)**  
(Ministerio de Educación y Cultura - Universidad de la República).

## Inscripciones

- Enviar e-mail solicitando inscripción a: **Yanina Zócalo (yaninazocalo@gmail.com)**