

## **PROGRAMA DE CURSO**

**Marzo -Junio 2024**

*Unidad temática II: Ergometría, Cardiología Nuclear y Rehabilitación Cardiovascular*

### **1- UBICACIÓN CURRICULAR Y PREVIATURAS**

Se desarrolla en modalidad anual durante el 2<sup>do</sup> semestre del 2<sup>er</sup> año de la carrera de la Licenciatura en Neumocardiología, Escuela Universitaria de Tecnología Médica (EUTM), Facultad de Medicina (FMed), Universidad de la República (UdelaR).

Para poder cursar la unidad curricular Unidad temática II: Ergometría, Cardiología Nuclear y Rehabilitación Cardiovascular es preciso haber aprobado la Unidad Temática I: Electrocardiografía basal, ambulatoria (HOLTER) y monitoreo ambulatorio de la presión arterial (MAPA).

### **2- EQUIPO DOCENTE A CARGO Y ÁREAS ACADÉMICAS INVOLUCRADAS**

Las clases se dictarán en el Centro Cardiovascular Univeristario (CCVU), Servicio de Ergometría, Cardiología Nuclear y Rehabilitación Cardiovascular del Hospital de Clínicas, en conjunto con la Cátedra de Cardiología, FMed, Hospital de Clínicas, UdelaR.

Docentes: Prof. Agdo. Lic. NC Pablo Marichal; Asist. Lic. NC Valentina Selios.

Docente responsable área académica involucrada: Prof. Adj. Dr. Federico Ferrando, Cátedra de Cardiología FMed, UdelaR.

### **3- FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS GENERALES:**

El objetivo general de esta Unidad Temática es brindar al estudiante la formación teórica práctica necesaria para la correcta realización e interpretación de las pruebas funcionales en cardiología no invasiva, como son la ergometría convencional (PEG), y estudios de perfusión miocárdica (EPM), así como la participación en los diferentes programas de rehabilitación cardíaca.

Los Objetivos específicos son:

- Realización de la PEG, EPM con esfuerzo ergométrico y estrés farmacológico y participación en los diferentes programas de rehabilitación cardiovascular.
- Dominio de los diferentes protocolos de trabajo adoptados para cada paciente de acuerdo a su patología cardiovascular.
- Correcta conexión del paciente de acuerdo a los diferentes equipos utilizados para el registro de los diferentes parámetros cardiovasculares.

- Obtención de los diferentes trazados y registros de parámetros hemodinámicas durante las diferentes etapas del estudio.
- Conocimiento cabal de los equipos con los que ha de trabajar, conocimiento de programas informáticos para la obtención de registros y monitorización electrocardiográfica, y tener la capacidad de enfrentarse a equipamiento desconocido.
- Actuar con conocimiento y solvencia frente a complicaciones técnicas-clínicas surgidas en la realización de los diferentes estudios.
- Interpretación de los resultados obtenidos e interpretación de registros electrocardiográficos, hemodinámicos, e imágenes de perfusión miocárdica.
- Mantenimiento y chequeo del equipamiento y del material de trabajo en general.
- Adecuada integración al equipo multidisciplinario con el que tendrá que trabajar.

#### 4- METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA

El curso está dividido en dos áreas de trabajo:

- Clases teóricas.
- Clases prácticas.

Las **clases teóricas** son impartidas por los docentes de la carrera de acuerdo a los puntos establecidos en el programa (Contenido temático) que se detalla más adelante, de forma presencial o virtual utilizando las diferentes plataformas digitales (TICs) a tal fin. Se realizarán además exposiciones, seminarios por parte de los alumnos, ya sea en forma individual o grupal, con supervisión del docente, previo acuerdo al tema a tratar.

El material teórico utilizado es en base a la bibliografía, seminarios, publicaciones, consensos internacionales y nacionales, trabajos monográficos estarán disponibles en la plataforma EVA.

Las **clases prácticas** enfrentarán directamente al estudiante con los pacientes, y a la dinámica de trabajo, ubicándolo en su rol dentro del equipo multidisciplinario de salud. Aprenderá a enfrentar situaciones que más adelante serán las de su ámbito laboral.

Por otro lado, estas clases buscan dar los conocimientos suficientes para realizar un correcto trabajo con el paciente, cumpliendo así los objetivos planteados en cada estudio. Brindan un manejo adecuado de los distintos sistemas de registro, programas de computación, y de todo el equipamiento del servicio de ergometría. La frecuencia de clases prácticas va en función de la demanda de los diferentes estudios de cada servicio.

#### Recursos virtuales:

- Plataforma educativa de la Universidad de la República EVA (Entorno Virtual de Aprendizaje) <http://eva.fmed.edu.uy> Neumocardiología, UTI II: Prueba de Esfuerzo, Cardiología Nuclear, Rehabilitación Cardíaca.
- Canal de Youtube. <https://www.youtube.com/>
- Plataforma virtual ZOOM.

## 5- CONTENIDOS TEMÁTICOS

### CONTENIDO TEÓRICO

#### I. ERGOMETRIA

1) Definición. Conceptos generales. Características de la PEG.

2) Objetivos e indicaciones de la PEG: Diagnóstica; Pronóstica, Evaluación de capacidad Funcional; Evaluación terapéutica e indicaciones en poblaciones especiales.

3) Fisiología del ejercicio:

- Utilización de sustratos, metabolismo, vía aeróbica, vía anaeróbica, umbral anaeróbico.
- Consumo de O<sub>2</sub>: aporte de O<sub>2</sub>, principio de Fick, relación del consumo de O<sub>2</sub> durante el ejercicio.
- Respuesta cardiovascular al ejercicio: modulación del sistema nervioso autónomo en las diferentes fases de la prueba, modificaciones de la frecuencia cardíaca y de los parámetros hemodinámicos (Gasto Cardíaco, Presión Arterial, Doble Producto).
- Respuesta respiratoria al ejercicio: volumen minuto, relación ventilación perfusión, intercambio gaseoso.
- Modificaciones electrocardiográficas durante el ejercicio: conducción sinoauricular, conducción auriculo-ventricular e interventricular.

Modificaciones normales de la repolarización (punto J, onda T).

4) Impacto clínico de la PEG convencional: Indicaciones de la prueba ergométrica: Clasificación de las indicaciones: clase I, II, III. (*American College of Cardiology/American Heart Association y Consensos de la Sociedad Uruguaya de Cardiología*).

- Niveles de evidencia: A, B, C.
- Evaluación riesgo –beneficio, bases estadísticas del uso del test (Teorema de Bayes, probabilidad pretest y postest, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, certeza diagnóstica.
- Falsos positivos: BRI, HVI, WPW, digital, alteraciones electrocardiográficas basales, etc.

- Falsos negativos: niveles de ejercicio realizado, sensibilidad y especificidad según extensión y severidad de enfermedad arterial coronaria.

5) Contraindicaciones absolutas y relativas de la ergometría.

6). Equipamiento necesario para la realización de la ergometría:

- Cicloergómetros mecánicos o electromagnéticos, plataforma deslizante. Ventajas y desventajas, unidades de medidas utilizados.
- Electrocardiógrafo, esfigmomanómetro, equipamiento de reanimación cardiorrespiratoria, desfibrilador, medicación, O<sub>2</sub>, ambú, laringoscopio.
- Programas computarizados para la obtención de registros durante la ergometría.
- Conocimiento del funcionamiento de los distintos equipos y mantenimiento.

7) Protocolos de trabajo:

- Con bicicleta ergométrica: incrementos de carga, tipo de pacientes estudiados.
- Con plataforma ergométrica: protocolo de Bruce, protocolo de Naughton.
- Pruebas máximas y submáximas.
- Pruebas continuas o intermitentes.

8) Metodología de trabajo:

- Coordinación del estudio: objetivo de la prueba, medicación a suspender, instrucciones al paciente.
- Etapa preesfuerzo: ECG 12 derivaciones en decúbito y sentado, historia clínica, examen físico, PA basal. Conexión del paciente. Derivaciones utilizadas.
- Etapa intraesfuerzo: registro electrocardiográfico en cada etapa de la prueba, toma de presión, monitorización electrocardiográfica.
- Criterios de detención de la prueba: electrocardiográficos, clínicos, y hemodinámicos
- Etapa postesfuerzo: registro electrocardiográfico, toma de presión, monitorización electrocardiográfica.

### 9) Resultados de la prueba:

- Modificaciones electrocardiográficas: criterios de positividad, cambios del segmento ST, medición del segmento ST, infradesnivel del ST (ascendente, descendente, horizontal), y supradesnivel del ST.
- Modificaciones clínicas durante la ergometría: angor típico, atípico, dolor precordial no anginoso.
- Otras modificaciones electrocardiográficas: onda R, onda T.

### 10) Prueba ergométrica en la cardiopatía isquémica.

- Utilidad diagnóstica de la prueba en la enfermedad coronaria conocida o sospechada dolor torácico, angina crónica estable, manejo de Tabla de probabilidad de Diamond y Forrester).
- Síntomas de la enfermedad coronaria: angor típico, atípico, dolor no anginoso. Utilidad de la prueba como herramienta pronóstica (Estratificación de riesgo según Score de Duke), la cardiopatía isquémica crónica (angina crónica estable, síndromes coronarios agudos estabilizados).

### 11) Post síndrome coronario agudo.

- Con y sin sobreelevación del segmento ST.
- Breve clasificación de los mismos.
- Oportunidad de la realización de la prueba y protocolos a utilizar (bajo nivel de esfuerzo, máxima limitada por síntomas, pruebas máximas).

### 12) Ergometría post revascularización miocárdica:

- Revascularización miocárdica por cirugía cardíaca o por angioplastia. (Utilidad de la prueba para identificar reestenosis u obstrucción de los puentes, así como la evaluación de pacientes revascularizados con nuevos síntomas).
- Evaluación del tratamiento realizado para seguimiento longitudinal del paciente o frente a la aparición de otros síntomas (disnea, palpitaciones) y para inserción a programa de RH CV.

### 13) Valor pronóstico de la prueba ergométrica.: estratificación según resultados del Test.

- Score de Duke.
- Capacidad máxima de ejercicio.

- Isquemia inducida por ejercicio (configuración ST cuantificación, derivaciones comprometidas, duración de los cambios electrocardiográficos, variables clínicas: angor, disnea, hipotensión arterial).

- Incompetencia cronotrópica.

- Recuperación de la Fc al postesfuerzo.

- Arritmias supraventriculares y ventriculares durante el test. Aparición e implicancias diagnósticas y pronósticas

**14) Determinación de capacidad funcional:**

- Relación con consumo de O<sub>2</sub>: mets

- Tablas de relación entre actividades y consumo de O<sub>2</sub>.

**15) Prueba ergométrica como valoración terapéutica:**

- Evaluación de tratamientos farmacológicos (HTA, Arritmias) y no farmacológicos (ablación por RF).

- Evaluación post tratamientos intervencionistas o quirúrgicos.

- Evaluación de planes de rehabilitación.

**16) Prueba ergométrica en otras enfermedades cardiovasculares:**

- Miocardiopatías dilatadas y no dilatadas. Evaluación de clase funcional, riesgo arrítmico y en vistas a trasplante.

- Enfermedad valvular. Utilidad del test para evaluación funcional.

- Insuficiencia cardíaca. Test de tolerancia al ejercicio. Determinación del consumo de O<sub>2</sub> y su utilidad en la práctica clínica. Parámetros indicadores de trasplante cardiopulmonar. Utilidad del test en el seguimiento longitudinal pre y post-trasplante

- Evaluación de los pacientes con Marcapasos y cardiodesfibriladores.

**17) Prueba ergométrica en poblaciones especiales: ancianos, diabéticos, deportistas, mujeres, niños (con y sin cardiopatía congénita).**

**18) Prueba ergométrica y presión arterial.**

### 19) Informe de la prueba ergométrica.

- Resumen historia clínica, factores de riesgo cardiovascular, medicación.
- Electrocardiograma basal.
- Resultados de la prueba: positiva, negativa, suficiente, insuficiente, concluyente.
- Capacidad funcional: METs, clase funcional.
- Prueba presora: respuesta presora normal y patológica.
- Análisis estadístico del test: Teorema de Bayes: determinación del porcentaje pretest y postest, Score de Duke

### CONTENIDO PRÁCTICO

1) Conocimiento del área de trabajo, rutinas, integrantes del equipo de trabajo.

2) Equipamiento: cicloergómetros, plataforma deslizante, electrocardiógrafos, programas informáticos para la adquisición de las pruebas, bandeja de reanimación cardiopulmonar.

Protocolización para utilización de los mismos, cuidado, chequeo y mantenimiento de los mismos.

3) Coordinación de estudios, indicaciones al paciente en cuanto a preparación y suspensión de la medicación de acuerdo al objetivo de la prueba.

4) Realización del ECG decúbito y previo al ejercicio, aplicación de contraindicaciones absolutas y relativas para realizar el estudio.

5) Conexión del paciente. Derivaciones a registrar, aplicación de protocolos de ejercicio de acuerdo al ergómetro utilizado. Conocimiento de protocolos de trabajo de acuerdo a los objetivos planteados en el estudio y a la patología del paciente. Obtención de registros electrocardiográficos y monitorización durante las distintas etapas de los estudios.

6) Valoración continua de los registros obtenidos, parámetros hemodinámicos y condición clínica del paciente. Considerar criterios de suspensión de la prueba.

7) Solución de problemas técnicos y complicaciones derivadas de la patología del paciente y posibles complicaciones originadas durante el estudio.

## 6- CARGA HORARIA

La asistencia a todas las actividades virtuales, presenciales, actividades en EVA requerirá de un total de 200 horas de dedicación.

La carga horaria estará distribuida según la siguiente tabla:

	<b>Horas teóricas Docente/estudiante</b>	<b>Horas Prácticas/Taller/Seminarios Actividades EVA- dedicación por parte del estudiante, elaboración de trabajos</b>
<b>Horas no presenciales</b>	<b>90</b>	<b>95</b>
<b>Horas presenciales</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>Total de horas</b>	<b>95</b>	<b>105</b>

## 7- FORMAS DE EVALUACIÓN, GANANCIA Y APROBACIÓN DEL CURSO

La asistencia obligatoria (> 80% de las clases dadas) y 2 instancias de parciales (1<sup>er</sup> evaluación teórica y 2<sup>do</sup> evaluación práctica, con un % de aprobación promedio de 60), determinarán la aprobación del curso. No existirá exoneración para esta Unidad curricular.

Para aprobar la Unidad Curricular se realizará un examen final escrito presencial de tipo múltiple opción de hasta un máximo de 60 preguntas con 4 opciones (1 sola correcta) en los dos primeros períodos reglamentarios.

A partir del 3<sup>er</sup> período reglamentario, los exámenes podrán eventualmente ser orales cuando el número de estudiantes se adecue a dicha modalidad de evaluación.

Se aprueba con el 60% con ambos métodos.

## 8- ORGANIZACIÓN DEL CURSO

### Calendario

- Fecha de inicio: **Clase inaugural: lunes 11 de marzo 2024; 09:00 hs. (Presencial)**  
**Centro Cardiovascular Universitario (CCVU) Hospital de Clínicas.**
- Se publicará en EVA, en sección ‘Novedades 2024’.
- Matriculación EVA (Entorno Virtual de Aprendizaje)

**Prácticos presenciales.** CCVU, Piso 2, Puerta 16 - Servicio de Ergometría. Hospital de Clínicas.

**1er Parcial:** a confirmar.

**2do Parcial:** a confirmar

**Fin de rotación:** 31 de mayo.

**1er Período de examen:** 17 al 21 de junio

## 8- ORGANIZACIÓN GENERAL

### Cronograma de clases 2024

Se realizarán de 2 a 3 CLASES TEÓRICOS semanales (19:00 hs.) de los diferentes temas, (Lunes, martes, miércoles y jueves virtual, 19:30 hs)

Se realizarán CLASES PRÁCTICAS los días lunes y miércoles 09:00 hs. en CCVU y de lunes a viernes se complementarán las clases prácticas en Cardiología Nuclear una vez que se tengan los conocimientos teóricos para acceder al área.

<b>Tema</b>
Definición, Conceptos generales de la PEG
Definición, Conceptos generales de la PEG II
Fundamentos y generalidades de la Cardiología Nuclear I
Fundamentos y generalidades de la Cardiología Nuclear II
Fisiología del Ejercicio: Respuestas y adaptaciones metabólicas, cardiovasculares y respiratorias al Ejercicio I
Fisiología del Ejercicio: Respuestas y adaptaciones metabólicas, cardiovasculares y respiratorias al Ejercicio II
Interpretación y análisis estadístico I.
Interpretación y análisis estadístico II
Protocolos de la PEG, Modificaciones del segmento ST en la PEG.
Respuesta de la PA en la PEG. Seguridad y Riesgos de la PEG.
Utilidad de la Prueba de esfuerzo en la evaluación y manejo del paciente con arritmias y trastornos de la conducción.
Casos Clínicos: Estudios de perfusión miocárdica (EPM) I
Casos Clínicos: Estudios de perfusión miocárdica (EPM) II
PEG: Más allá del Infradesnivel del segmento ST
Indicaciones y contraindicaciones de la PEG
Cuando la PEG se transforma en una prueba de alto riesgo
Informe de la PEG.

## 9- BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- 1- Gibbons RJ, Beasley JW, et al: ACC/AHA guidelines for exercise testing: A report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force of on Practice Guideleins. J Am Coll Cardiol 30: 260-315: 2002.
- 2- Fuster V, Alexander RW, O'Rourke: Hurst, El Corazón: Prueba de Esfuerzo: V Froelicher. McGraw-Hill-Interamericana. Vol 1, 14:473- 491: 2001.
- 3- Braunwald E, Zipes D, Lobby P: Braunwald's Cardiología: Prueba de Esfuerzo. Chaitman B. Marbán libros S.L. Vol. 1, 6:155-192: 2004.
- 4- Chicharro J L, Fernández A: Fisiología del Ejercicio. Editorial Médica Panamericana 2da Edición. Madrid -España 2004.
- 5- Ellestad M.H: Prueba de Esfuerzo Bases y aplicación clínica, Ediciones Consulta S.A. 4era Edición, Barcelona – España: 2003.
- 6- Peidro R, Castellano J, Huberman A: Normas y bases para la práctica de la Rehabilitación Cardiovascular y Ergometría. Soc. Arg. Car. Buenos AiresArgentina: 1994.
- 7- Bermúdez C: Prueba de Esfuerzo y Rehabilitación, ACJ, SUC Interamericana, Montevideo – Uruguay. 2000.
- 8- Beller G.A: Cardiología Nuclear: ACCSAP- ACC/ESC Medical Trens S.L, versión en español, Buenos Aires- Argentina: 2000.
- 9- Bertolasi C. A: Cardiología 2000. Inter- Medical Editorial. Buenos AiresArgentina. Vol 1: 2000.
- 10- González L, Dorelle A, Gagliardi J, Gimeno G: Prácticas Cardiológicas. Editorial Científica Interamericana. Buenos Aires- Argentina: 2006.
- 11- Arós F, Boraita A et al: Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en Pruebas de Esfuerzo. Sociedad Española de Cardiología. Rev. Esp. Cardiol, Vol. 53: Núm. 8, Agosto 2000

**Información Complementaria:** Bibliografía adicional, presentaciones de los teóricos, seminarios, casos clínicos estarán durante el curso en la plataforma EVA.

Prof. Agdo Lic. NC Pablo Marichal  
Director Licenciatura en Neumocardiología  
Escuela Universitaria de Tecnología Médica.  
Facultad de Medicina – UdelaR.  
Montevideo-Uruguay.