



## UNIDAD TEMÁTICA II: ERGOMETRIA, CARDIOLOGIA NUCLEAR, REHABILITACION CARDIOVASCULAR.

(contenidos temáticos correspondientes al año lectivo 2019)

### Objetivos:

El objetivo general de esta Unidad Temática es brindar al alumno la formación teórico-práctica necesaria para la correcta realización e interpretación de pruebas de diagnóstico de enfermedades cardiovasculares como son la ergométrica convencional, y estudios de perfusión miocárdica (esfuerzo y stress farmacológicos), así como programas de rehabilitación cardíaca.

### Objetivos específicos:

- Realización de prueba ergométrica convencional, estudios de perfusión miocárdica tanto de esfuerzo como de stress farmacológicos y participación en los programas de rehabilitación cardiovascular.
- Dominio de los diferentes perfiles 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. Obtención de trazados y registro de parámetros hemodinámicos durante las distintas etapas del estudio.
- Conocimiento cabal de los equipos con los que ha de trabajar, conocimiento de programas computarizados 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 surgidas en la realización de la prueba, relacionado tanto al equipamiento como a la situación clínica del paciente.
- Interpretación de los resultados obtenidos luego de la realización del estudio, interpretación de registros, e imágenes
- Mantenimiento de los equipos y del material de trabajo en general, y chequeo de cada uno de ellos.
- Comportamiento con los pacientes y adecuada integración al equipo multidisciplinario con el que tendrá que trabajar.
- Presentación personal

### Metodología:

El curso está dividido en dos áreas de trabajo:

- ✓ Clases prácticas.
- ✓ Clases teóricas.

**Las clases teóricas** son impartidas por los docentes de la carrera. Se realizan además exposiciones por parte de los alumnos, ya sea en forma individual o grupal, con supervisión del docente, previo acuerdo al tema a tratar.

Se tratan los puntos establecidos en el programa.

El material teórico utilizado es bibliográfico, publicaciones, consensos internacionales y nacionales, publicaciones en la red, trabajos monográficos.

**Las clases prácticas** enfrentan 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 mas 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.

Estas clases se realizan a través de:

- análisis e interpretación de los registros y parámetros e imágenes obtenidas, durante los estudios. Fundamentación teórica.

- búsqueda de material o investigación de temas teórico-prácticos.
- trabajos domiciliarios

- Fundamentos teóricos y prácticos del equipamiento utilizado. Chequeo, mantenimiento y calibración de los mismos. Conocimiento de manuales prácticos de funcionamiento.

### **Asistencia:**

Obligatoria: 80% de las clases brindadas

### **Ganancia del curso de la Unidad:**

- Por asistencia obligatoria del 80% de las clases brindadas y
- Por evaluación a través de la realización de dos parciales orales y/o escritos, en los cuales se tiene que alcanzar un 60% promedio.

### **Aprobación del curso de la Unidad:**

Examen final

### **Previaturas:**

Según Reglamento vigente

### **Contenidos temáticos:**

#### **TEORICO**

#### **I.ERGOMETRIA**

- 1) Definición.** Conceptos generales. Características de la prueba ergométrica.
- 2) Objetivos** de la prueba: como test diagnóstico, pronóstico, para evaluación de capacidad funcional, evaluación terapéutica.
- 3) Fisiología y fisiopatología 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. Variables biológicas comprendidas en el consumo de O<sub>2</sub> en relación a la PEG convencional
  - Respuesta cardiovascular al ejercicio: modulación del sistema nervioso autónomo en las diferentes fases de la prueba, modificaciones de la frecuencia cardiaca y de los

- parámetros hemodinámicos (gasto cardíaco, presión arterial).
  - Respuesta respiratoria al ejercicio: volumen minuto, relación ventilación perfusión, intercambio gaseoso.
  - Modificaciones electrocardiográficas durante el ejercicio: despolarización atrial, conducción intraatrial, conducción AV e intraventricular
  - 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, diferencias de género, etc.
  - Falsos negativos: niveles de ejercicio realizado, sensibilidad y especificidad según extensión y severidad de enfermedad arterial coronaria.
- 5) **Contraindicaciones** de la ergometría:
- Absolutas.
  - Relativas.
- 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 arritmico 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: repuesta presora normal y patológica.
- Análisis estadístico del test: Teorema de Bayes: determinación del porcentaje pretest y posttest, Score de Duke

## **PRACTICO**

- 1) Conocimiento del área de trabajo, rutinas, integrantes del equipo de trabajo.
- 2) Equipamiento: cicloergómetros, plataforma deslizante, electrocardiógrafos, programas computarizados para la adquisición de las pruebas, bandeja de reanimación cardiorrespiratoria.  
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 hemodinámicas 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.

## **II. CARDIOLOGIA NUCLEAR.**

### **TEORICO**

- 1) **Consideraciones generales** sobre flujo y reserva coronaria.
- 2) **Indicaciones** generales de los estudios en cardiología nuclear. Sensibilidad, especificidad, valor predictivo de los test funcionales.
- 3) **Principios básicos** en Medicina Nuclear.

- 4) **Radiofármacos** ( $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ) propiedades farmacodinámicas y farmacocinéticas.
- 5) **Equipamiento** utilizado para la obtención de imágenes: Gamacámara, colimadores.
- 6) **Estudios de Perfusión Miocárdica.** Descripción de protocolos
  - Estudio de Esfuerzo (ejercicio en banda o bicicleta ergométrica)
  - Estudio bajo efecto farmacológico (Agentes Inotrópicos y Vasodilatadores)
  - Preparación del paciente, suspensión de medicación.
  - Indicaciones y contradicciones del estudio.
  - Efectos secundarios de los fármacos utilizados.
  - Sensibilidad y especificidad de cada estudio.
- 7) **Estudios de la función Cardíaca:** Imágenes Gated-SPECT-Pool cardiovascular
  - Consideraciones Técnicas.
  - Protocolos de adquisición de imágenes SPECT.
  - Obtención de las imágenes SPECT: Proyecciones de eje corto, eje largo vertical y eje largo horizontal
  - Cuantificación de las imágenes SPECT: "bull's eye" o mapa polar.
- 8) **Interpretación de las imágenes.**
  - Análisis de artefactos.
  - Estudio Normal.
  - Estudio Anormal: defectos de perfusión. Localización, extensión, intensidad, grado de reversibilidad y análisis cuantitativo.
  - Estudio falso positivo o falso negativo (atenuación por interposición de partes blandas, hipercaptación digestiva, métodos para minimizar estos errores).
- 9) **Interpretación del estudio:** informe final.

## **PRÁCTICO**

- 1) Conocimiento del área de trabajo, rutinas, integrantes del equipo de trabajo.
- 2) Equipamiento: cicloergómetros, plataforma deslizante, electrocardiógrafos, programas computarizados para la adquisición de las pruebas, bandeja de reanimación cardiorrespiratoria.
- 3) Protocolización para utilización de los mismos, cuidado, chequeo y mantenimiento de los mismos.
- 4) Coordinación de estudios, indicaciones al paciente en cuanto a preparación y suspensión de la medicación de acuerdo al objetivo de la prueba y al tipo de estudio a realizar ya sea de esfuerzo o de stress farmacológico.
- 5) Realización del ECG en decúbito y previo al ejercicio, aplicación de contraindicaciones absolutas y relativas para iniciar el mismo.
- 6) Conexión del paciente. Derivaciones a registrar, aplicación de protocolos de ejercicio o de stress farmacológico (dipiridamol, dobutamina, adenosina) 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.
- 7) Valoración continua de los registros obtenidos, parámetros hemodinámicas y condición clínica del paciente. Considerar criterios de suspensión de la prueba.
- 8) Solución de problemas técnicos y complicaciones derivadas de la patología del paciente y posibles complicaciones originadas durante el estudio.

### III. REHABILITACION CARDIOVASCULAR.

#### TEORICO

- 1) **Objetivos principales** de la rehabilitación: prevención primaria y secundaria de las enfermedades cardiovasculares
- 2) **Objetivos específicos** de la misma en las diferentes patologías cardiovasculares:
  - a breve plazo: regreso a actividad ordinaria.
  - a largo plazo: educación, manejo de factores de riesgo, acondicionamiento físico para regreso a actividades habituales.
- 3) **Indicaciones y contraindicaciones.** Selección de los pacientes candidatos a ingresar en plan de rehabilitación según resultados de la evaluación funcional con PEG.
- 4) **Equipamiento** para la realización del mismo:
  - humano: cardiólogo, nemocardiólogo, deportólogo, fisiatra, nutricionista, asistente social, psicólogo.
  - equipos: ergómetros, colchonetas, monitores de parámetros hemodinámicos.
- 5) **Métodos y protocolos.**
  - oportunidad de comienzo: Fase Hospitalaria precoz, antes del alta y domiciliaria.
  - frecuencia, duración e intensidad de las sesiones.
- 6) **Resultados** de la rehabilitación cardiovascular: clínicos, hemodinámicos, y ergométricos.
- 7) **Evaluación del paciente en plan de rehabilitación:** oportunidad de la realización de la evaluación clínica, ergométrica, centellográfica, etc. y consecución según los resultados.

#### PRACTICO.

- 1) Realización de estudios previos al ingreso en planes de rehabilitación y una vez finalizados los mismos, ya sea ergometría convencional, o estudios de perfusión miocárdica.
- 2) Monitorización electrocardiográfica y hemodinámica durante las sesiones de rehabilitación. Registro de parámetros: frecuencia cardíaca, presión arterial, arritmias.
- 3) Conocimiento de los distintos niveles de exigencia física de cada paciente y control de etapas realizadas.
- 4) Mantenimiento, chequeo y calibración de los equipos utilizados.

#### **Bibliografía:**

- **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.
- **Fuster V, Alexander RW, O'Rourke:** Hurst, El Corazón: Prueba de Esfuerzo: V Froelicher. McGraw-Hill-Interamericana. Vol 1, 14:473- 491: 2001.
- **Braunwald E, Zipes D, Lobby P:** Braunwald's Cardiología: Prueba de Esfuerzo. Chaitman B. Marbán libros S.L. Vol. 1, 6:155-192: 2004.
- **Chicharro J L, Fernández A:** Fisiología del Ejercicio. Editorial Médica Panamericana 2da

Edición. Madrid -España 2004.

- **Ellestad M.H:** Prueba de Esfuerzo Bases y aplicación clínica, Ediciones Consulta S.A. 4era Edición, Barcelona – España: 2003.
- **Peidro R, Castellano J, Huberman A:** Normas y bases para la práctica de la Rehabilitación Cardiovascular y Ergometría. Soc. Arg. Car. Buenos Aires- Argentina: 1994.
- **Bermúdez C:** Prueba de Esfuerzo y Rehabilitación, ACJ, SUC Interamericana, Montevideo – Uruguay. 2000.
- **Beller G.A:** Cardiología Nuclear: ACCSAP- ACC/ESC Medical Trends S.L, versión en español, Buenos Aires- Argentina: 2000.
- **Bertolasi C. A:** Cardiología 2000. Inter- Medical Editorial. Buenos Aires- Argentina. Vol 1: 2000.
- **González L, Dorelle A, Gagliardi J, Gimeno G: Prácticas Cardiológicas. Editorial Científica Interamericana. Buenos Aires- Argentina: 2006.**
- **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.