



# Secretaría de Salud

## Subsecretaría de Innovación y calidad

Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud

### *Guía tecnológica No. 23:* **Sistema de Prueba de Esfuerzo** (GMDN 35198)

**CENETEC, SALUD**  
Septiembre de 2005  
México





SECRETARIO DE SALUD  
**DR. JULIO FRENK MORA**

SUBSECRETARIO DE INNOVACIÓN Y CALIDAD  
**DR. ENRIQUE RUELAS BARAJAS**

DIRECTORA GENERAL DEL CENTRO NACIONAL DE EXCELENCIA TECNOLÓGICA EN SALUD  
**M. EN C. ADRIANA VELÁZQUEZ Berumen**

## Presentación



La información contenida en las Guías Tecnológicas desarrolladas en el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), está organizada de manera que pueda ser consultada con facilidad y rapidez para responder dudas o preguntas que frecuentemente se planteará la persona que toma decisiones sobre equipos médicos: ¿Qué es?, ¿Para qué sirve?, ¿Cómo seleccionar la alternativa más apropiada?. Estas guías incluyen información sobre los principios de operación, riesgos para pacientes y operadores además de alternativas de selección. También encontrará cédulas de especificaciones técnicas que pueden ser usadas para la adquisición de los equipos.

En la contraportada encontrará un cuadro con las claves y denominaciones de varias instituciones, correspondientes a los equipos descritos en esta guía. Se han incluido la Nomenclatura Global de Dispositivos Médicos (GMDN) que es útil para consultar información de diversos países del mundo; el Cuadro Básico de Instrumental y Equipo Médico del Sector Salud de México que puede usarse en nuestro país para adquisiciones; el Catálogo de Bienes Muebles y Servicios (CABMS) del Gobierno Federal, con fines presupuestales y de inventario; y finalmente el Sistema Universal de Nomenclatura de Dispositivos Médicos (UMDNS) del Instituto de Investigaciones y Cuidados de Emergencia (ECRI) por ser un importante centro colaborador de la Organización Mundial de la Salud, que cuenta con importante información técnica de referencia.

Las Guías Tecnológicas del CENETEC tienen carácter informativo no normativo. Las decisiones sobre la adquisición, actualización o retiro de determinado recurso tecnológico son responsabilidad de las autoridades médicas y administrativas competentes en cada caso particular.

**Nuestro agradecimiento por sus valiosas contribuciones a especialistas mexicanos de Instituciones Educativas, Empresas, Hospitales Públicos y Privados que participaron en la elaboración de estas guías.**

# Contenido



- Sección I. Generalidades ..... 1**
- 1.1 Principios de Operación.....1
- Sección II. Operación ..... 5**
- 2.1. Normas.....5
- 2.2. Clasificación de acuerdo con el riesgo ..... 6
- 2.3 Efectos secundarios y riesgos..... 6
- Sección III. Especificaciones Técnicas..... 7**
- Sección IV. Alternativas de selección y evaluación ..... 9**
- Sección V. Cédulas de Especificaciones Técnicas ..... 17**
- Equipo**
- 1. Sistema Digital para Prueba de Esfuerzo .....17
- Bibliografía ..... 19**
- Glosario ..... 17**

Los sistemas fisiológicos de monitoreo de la Prueba de Esfuerzo Cardíaca utilizan una banda sin fin o una bicicleta ergométrica para evaluar la respuesta del paciente a un esfuerzo físico. Los médicos utilizan estas pruebas para confirmar o descartar el diagnóstico de un problema de arterias coronarias. Este sistema también ayuda a determinar la capacidad funcional de un individuo para un trabajo, deporte o rehabilitación y ayuda en la práctica de la medicina preventiva.

En la actualidad, la prueba de esfuerzo consiste en la monitorización electrocardiográfica continua (generalmente un sistema de 12 derivaciones) con registros frecuentes de 3 derivaciones ó 12 derivaciones de acuerdo con las circunstancias clínicas, determinaciones frecuentes de la presión arterial y observación continua del paciente antes, durante y después del ejercicio.

La prueba de esfuerzo es una exploración que consiste en el registro electrocardiográfico durante la realización de un ejercicio físico dinámico de intensidad creciente. Su principal aplicación en cardiología consiste en la detección y evaluación de la cardiopatía isquémica, aunque puede emplearse con otros fines, como la evaluación de la capacidad física o el estudio de algunas arritmias o el pronóstico de algunas enfermedades cardíacas. El ejercicio físico suele realizarse andando sobre una cinta rodante o banda sin fin o pedaleando sobre una bicicleta ergométrica estática. En ocasiones puede combinarse con técnicas de imagen (ecocardiografía o gammagrafía cardíaca) para mejorar sus cualidades diagnósticas.

### 1.1 Principios de Operación

Los médicos evalúan la respuesta de un individuo a través del ejercicio físico mediante un sistema de Prueba de Esfuerzo, que en el caso del Sistema Cardíaco analiza el electrocardiograma (ECG).

El Sistema de Prueba de Esfuerzo Cardíaco utiliza comúnmente 12 derivaciones (en algunos casos se utilizan 16) electrocardiográficas para el registro de la señal de ECG mediante varios electrodos colocados sobre los miembros y a través del pecho del paciente. La señal de las diferentes derivaciones provee al médico de la completa representación de la actividad eléctrica del corazón, incluyendo la frecuencia cardíaca.

El ECG de una Prueba de Esfuerzo difiere del ECG en reposo en el tiempo de monitoreo y en los parámetros medidos. Un ECG en reposo típicamente mide de 15 a 30 segundos de la actividad eléctrica del corazón; los protocolos en una Prueba de Esfuerzo monitorean el ECG del paciente durante períodos más largos durante diferentes grados y niveles de ejercicio. La información del ECG obtenido es analizada y diferentes reportes son generados como resultado.

Antes de empezar la Prueba de Esfuerzo Cardíaca, los médicos toman 3 electrocardiogramas, en 3 fases diferentes: el paciente acostado, parado e hiperventilando. El propósito de esta toma es crear información que permita comparar al ECG durante el esfuerzo.

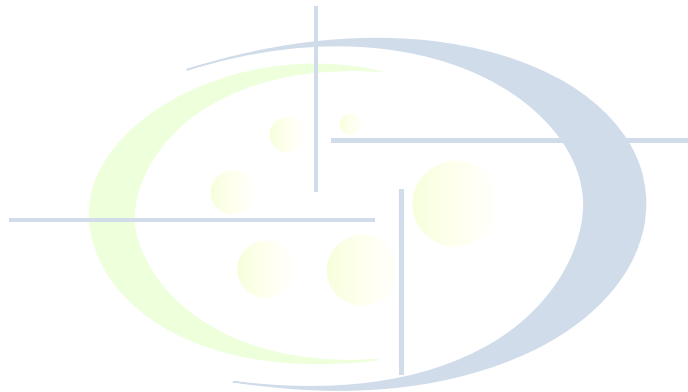
Una vez concluida esta etapa, se procede a llevar al paciente al esfuerzo de acuerdo con el protocolo elegido previamente, que considera el incremento de la velocidad y/o el grado de inclinación de la banda sin fin o el trabajo empleado en la bicicleta ergométrica. La mayoría de los equipos traen como protocolos estándares el de Bruce, el de Bruce modificado, el de Naughton, el de Balke o permite programar el protocolo propio del médico responsable. Cada operador podrá programar la frecuencia de tomas de la presión no invasiva, el criterio de la medición del segmento ST y las derivaciones desplegadas. El reporte final podrá incluir el registro completo del ECG, el resumen del compartimiento del segmento ST y el monitoreo de las arritmias.

Las mediciones de velocidad e inclinación son valoradas en función, de la frecuencia cardíaca y tensión arterial, estableciéndose los Mets (equivalentes metabólicos en la determinación del consumo de oxígeno por la frecuencia cardíaca y la edad), donde existen protocolos de exigencias de esfuerzo, una de los más extendidos, es el protocolo de Bruce que divide en seis etapas, la prueba con inicio velocidad en kilómetros o millas por hora y grados de inclinación.

Con la edad y sexo del paciente, podemos establecer las exigencias esperadas de frecuencias cardíacas en un rango de 100 % a 70%.

Cuando hablamos de ergómetros podemos tener dos tipos:

1. Banda sin fin: es una plataforma ergométrica y tiene la ventaja de requerir una actividad familiar a todas las personas como es el caminar y en ella el ejercicio desplaza toda la masa corporal, siendo, por tanto, el método ideal para evaluar la capacidad funcional en actividades donde intervenga el peso (caminar, correr, subir escaleras, etc.).
2. Bicicleta ergométrica: la bicicleta exige saber pedalear. Las personas no habituadas a esto no pueden evitar cierto grado de tensión psíquica y física provocada por la falta de habilidad. En la bicicleta el propio paciente regula su esfuerzo, que puede ser insuficiente cuando no hay adecuada motivación. Tiene la ventaja de mantener inmóvil el tórax y los miembros superiores durante el ejercicio, lo que facilita el control de la presión arterial y de la auscultación cardíaca y a veces del trazado electrocardiográfico.



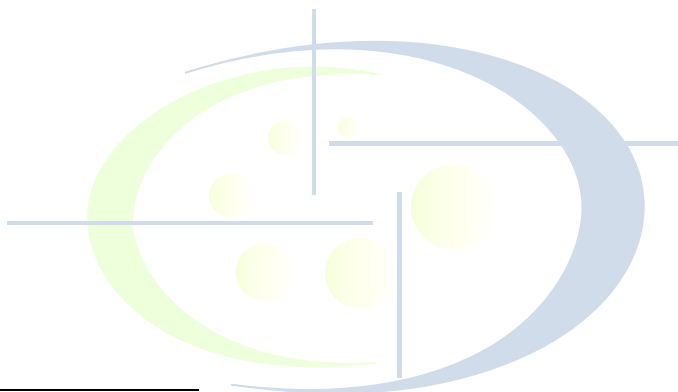
## Sección II. Operación

### 2.1. Normas

Las siguientes son algunas de las principales normas que tienen relación con los equipos y procedimientos de los Sistemas de Prueba de Esfuerzo.

Tabla: 1.- Normas relacionadas con los Sistemas de Prueba de Esfuerzo.

Nombre de la norma	Expedida por	Año	Carácter	
			Nacional	Internacional
IEC 60601-1-1 (1988-12). Medical electrical equipment — part 1: General requirements for safety.	IEC <sup>1</sup>	1988		X
AHA. Jan;91(2):580-615.1990. Exercise standards.	AHA <sup>2</sup>	1990		X
IEC 60601-1-am1 (1991-11). 1991. Medical electrical equipment — part 1: General requirements for safety. Amendment 1	IEC	1991		X
IEC 60601-1-1 (1992-06). 1992. Medical electrical equipment — part 1: General requirements for safety. Collateral standard: safety requirements for medical electrical systems.	IEC	1992		X
IEC 60601-1-1-am1 (1995-11). 1995. Medical electrical equipment — part 1: General requirements for safety. Section 1. Collateral standard: safety requirements for medical electrical systems. Amendment 1.	IEC	1995		X
NOM-137-SSA1-1995. Información regulatoria- especificaciones generales de etiquetado que deberán ostentar los dispositivos médicos, tanto de manufactura nacional como de procedencia extranjera.	SSA <sup>3</sup>	1995	X	
IEC 60601-1-am2 (1995-03). 1995. Medical electrical equipment — part 1: General requirements for safety. Amendment 2	IEC	1995		X
NOM-197-SSA1-2000. Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.	SSA	2000	X	
IEC 60601-1-2 (2001-09). 2001. Medical electrical equipment — part 1: General requirements for safety. Section 2. Collateral standard: electromagnetic compatibility — requirements and tests.	IEC	2001		X



<sup>1</sup> International Electrotechnical Commission.

<sup>2</sup> American Heart Association

<sup>3</sup> Secretaría de Salud

2.2. Clasificación de acuerdo con el riesgo

Tabla: 2 Clasificación de riesgo

Entidad	Riesgo	Razón
COFEPRIS <sup>1</sup>	Clase	Para aquellos insumos conocidos en la práctica médica y que pueden tener variaciones en el material con el que están elaborados o en su concentración y, generalmente se introducen al organismo permaneciendo menos de 30 días.
GHTF <sup>2</sup>	B: riesgo bajo moderado	Todos los dispositivos terapéuticos activos previstos para administrar o intercambiar energía.

<sup>1</sup>Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios, Secretaría de Salud

<sup>2</sup>Global Harmonization Task Force

2.3 Efectos secundarios y riesgos

Los riesgos asociados al uso de los Sistemas de Prueba de Esfuerzo son:

En ocasiones el esfuerzo inducido por utilizar pruebas de ejercicio estándares con capacidades vasculares y pulmonares comprometidas, puede provocar disturbios que requieren atención inmediata. Es por eso que tanto lo operarios entrenados como el equipo de resucitación de apoyo (desfibriladores, tanque de oxígeno, etc.) deberán estar disponibles, y el paciente deberá ser monitorizado de manera muy cercana y continua con el fin de no sobre ejercitarlo.

Como la prueba de esfuerzo tiene integrado un electrocardiógrafo es importante mencionar los riesgos asociados con estos equipos:

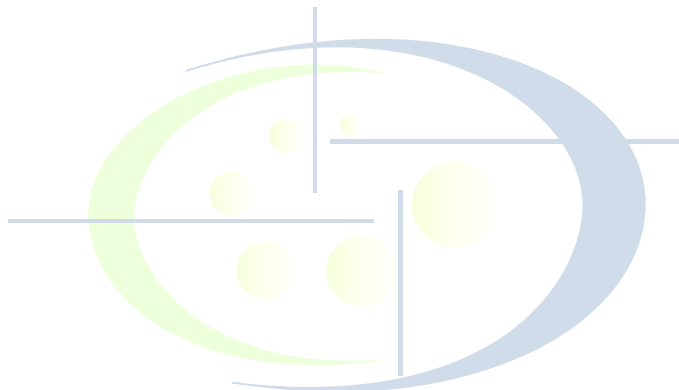
Los electrocardiógrafos tienen estándares de seguridad eléctrica, los cuales son cubiertos por casi todas las marcas, pocos problemas se identifican asociados a su uso. Algunos de ellos son los artefactos o ruido debido a cables rotos de los electrodos, deficiente limpieza de los electrodos, así como mala colocación de los mismos, movimiento del paciente, interferencia de los marcapasos, entre otros. La mayoría de los equipos incluyen filtros para reducir la interferencia, para bloquear las frecuencias producidas por el movimiento del paciente, circuitos que identifiquen la interferencia de marcapasos, indicadores visuales que muestren el mal contacto de los electrodos, etc.

La mala colocación de los electrodos puede provocar señales anormales que podrían dar un mal diagnóstico.

Por otro lado si la persona a evaluar es de constitución gruesa o demasiado delgada podría afectar en la obtención de ciertos parámetros.

El correcto posicionamiento de los electrodos es de vital importancia. Los electrodos deberán mantenerse en su empaque hasta el momento de ser utilizados. Estos deberán colocarse en cada derivación antes de colocarse en el paciente. Para pacientes masculinos con mucho vello en piernas, brazos y pecho se sugiere con un rastrillo desechable eliminar el vello de la zona para lograr un mejor contacto con el electrodo y por tanto una señal más clara.

Las unidades médicas deberán estar muy pendientes de la caducidad de los electrodos para siempre contar con una cantidad adecuada de estos para su óptimo funcionamiento y aprovechamiento.





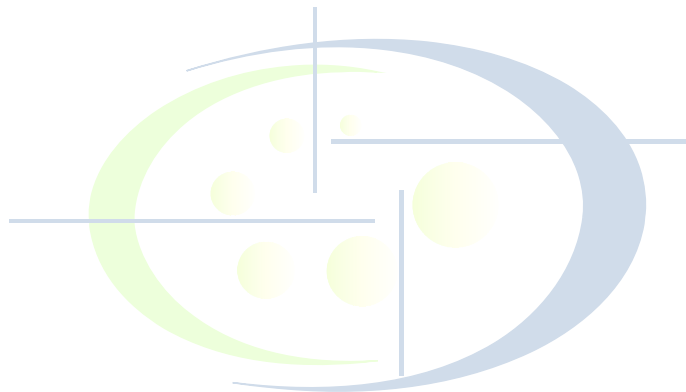
**Sección III. Especificaciones Técnicas**

El CENETEC, en conjunto con usuarios clínicos y proveedores, ha diseñado cédulas de especificaciones técnicas que pueden usarse en la toma de decisiones para adquisición de equipo.

La intención de la clasificación y del diseño de las cédulas es dar cabida en cada una de las categorías al mayor número posible de equipos de nivel tecnológico y rango de precios similares, sin descuidar la exigencia de calidad requerida para garantizar la correcta atención de los pacientes. Las cédulas de especificaciones técnicas se encuentran resumidas en la tabla siguiente y en la Sección V de esta guía. (Revisión noviembre 2004)

Tabla 3 Clasificación y resumen de características técnicas

Clasificación de equipo	Características técnicas
Sistema Digital de Prueba de Esfuerzo	<p>Sistema computarizado integrado por 2 elementos: Una estación de trabajo para programación de pruebas, adquisición, almacenamiento y análisis de eventos fisiológicos como respuesta al esfuerzo y una banda sin fin o bicicleta ergométrica para realizar el ejercicio.</p> <p>-Adquisición: Adquisición de las doce derivaciones simultáneas. Teclado alfanumérico completo tipo computadora para introducir los datos del paciente.</p> <p>-Despliegue: Despliegue de las doce derivaciones simultáneas, nivel diagnóstico, en pantalla Frecuencia cardíaca, medición del segmento ST en las doce derivaciones Con sistema de alertas para detectar arritmias o latidos ectópicos y condiciones tales como: desviación significativa del segmento ST, disminución de la frecuencia cardíaca Diferentes formatos de pantalla seleccionables o configurables por el usuario Capacidad de comparar mediante superposición los complejos actuales y de referencia en las doce derivaciones Monitor de 15" o mayor, TRC a color, de alta resolución, integrado a la estación de trabajo</p> <p>-Impresión: Impresión de 12 ó más derivaciones en una hoja tamaño carta 21.6 X 27.9 cm (8.5 X 11 pulgadas) Sensibilidad de al menos 5, 10 y 20 mm/mV Velocidad de registro de al menos 25 mm/seg</p> <p>-Almacenamiento: Capacidad de almacenamiento y despliegue del registro completo del ECG (Full Disclosure) Almacenamiento de mínimo 500 estudios o un disco duro de al menos 20 Gigabytes</p> <p>-Control del sistema: Protocolos de ejercicio predefinidos como mínimo: Bruce, Bruce modificada, Naughton, Balke y Farmacológico y modificables por el usuario Banda de esfuerzo sin fin o ergómetro controlados desde la Estación de Trabajo</p>



## Sección IV. Alternativas de selección y evaluación

Comercialmente existe una gran variedad de los Sistemas de Prueba de Esfuerzo que han sido diseñados para una gran variedad de aplicaciones clínicas.

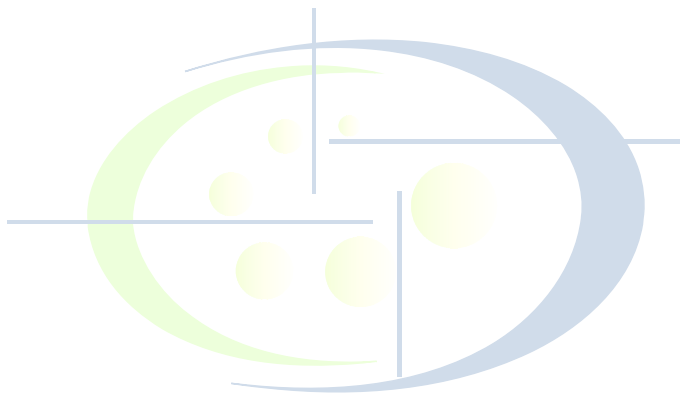
Antes de comprar un Sistema de Prueba de Esfuerzo es necesario analizar en presente y futuro, los requerimientos en volumen, los diagnósticos de los pacientes, facilidad de uso, métodos de análisis y almacenamiento y seguridad del paciente.

Algunos de los proveedores de Sistemas de Pruebas de Esfuerzo son capaces de entregar las bicicletas ergométricas o bandas sin fin de la misma marca del propio sistema. Esto puede ser útil, pues de otra manera en el caso de un problema es necesario llamar a otro proveedor que en muchas ocasiones no cuenta con personal de soporte y piezas de reparación en el país. Cuando los dos elementos no son de la misma marca o proveedor es necesario asegurarse de contar con contratos de mantenimiento y reparación para ambos elementos.

Para la mayoría de los Sistemas de Prueba de Esfuerzo Cardíaco, la banda sin fin debe operar a velocidades entre 0 y 7 millas por hora (0 a 15 km) y elevarse en una graduación de entre el 0 y el 25%.

Otro punto importante a considerar es la capacidad de actualizar el sistema en el futuro sin tener que cambiar el sistema por completo.

Es importante poner en consideración los costos de los consumibles tales como papel, electrodos, filtros, cables, etc.

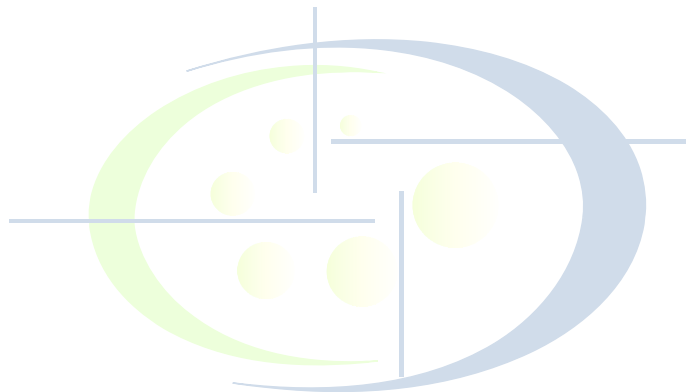


Sección V. Cédulas de Especificaciones Técnicas

1. Sistema Digital para Prueba de Esfuerzo

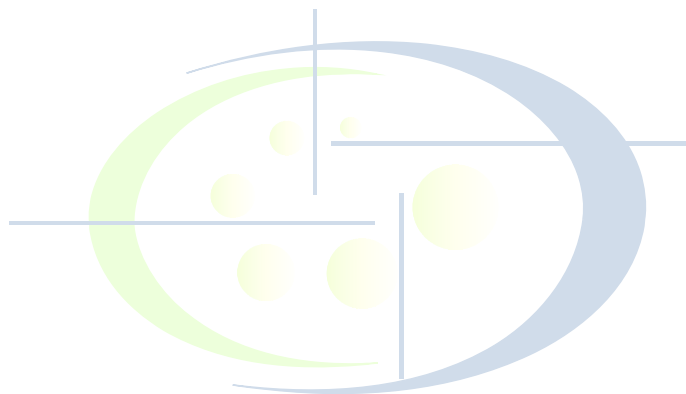
<b>NOMBRE GENÉRICO:</b>	<b>SISTEMA DIGITAL PARA PRUEBA DE ESFUERZO</b>	
<b>CLAVE:</b>	531.327.0257	
<b>ESPECIALIDAD(ES):</b>	Médicas.	
<b>SERVICIO(S):</b>	Cardiología. Rehabilitación Cardíaca. Hemodinamia.	
<b>DEFINICIÓN:</b>	Sistema computarizado integrado por 2 elementos: una estación de trabajo para programación de pruebas, adquisición, almacenamiento y análisis de eventos fisiológicos como respuesta al esfuerzo y una banda sin fin o bicicleta ergométrica para realizar el ejercicio.	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	<b>1. Adquisición:</b>	
	1.1 Adquisición de las doce derivaciones simultáneas	
	1.2 Sistema de detección de mala conexión de cualquier electrodo	
	1.3 Teclado alfanumérico completo tipo computadora para introducir los datos del paciente	
	1.4 Frecuencia de muestreo de mínimo 500 Hz y resolución mínima de 12 bits o resolución de 2.5 microvolts	
	<b>2. Despliegue:</b>	
	2.1 Despliegue de las doce derivaciones simultáneas, nivel diagnóstico, en pantalla	
	2.2 Frecuencia cardíaca, medición del segmento ST en las doce derivaciones.	
	2.3 Con sistema de alertas para detectar arritmias o latidos ectópicos y condiciones tales como: desviación significativa del segmento ST, disminución de la frecuencia cardíaca.	
	2.4 Diferentes formatos de pantalla seleccionables o configurables por el usuario.	
	2.5 Capacidad de comparar mediante superposición los complejos actuales y de referencia en las doce derivaciones.	
	2.6 Filtros para la estabilización de la línea base	
	2.7 Monitor de 15" o mayor, TRC a color, de alta resolución, integrado a la estación de trabajo	
	<b>3. Impresión</b>	
	3.1 Impresión de 12 ó más derivaciones en una hoja tamaño carta 21.6 X 27.9 cm (8.5 X 11 pulgadas)	
	3.2 Que genere reportes con la siguiente información:	3.2.1 Gráfico de tendencias de segmento ST, frecuencia cardíaca
		3.2.2 Resúmenes de los eventos registrados
3.2.3 Complejos promedios de cada derivación		
3.3 Sensibilidad de al menos 5, 10 y 20 mm/mV		
3.4 Velocidad de registro de al menos 25 mm/seg		
<b>4. Almacenamiento</b>		

	<p>4.1 Capacidad de almacenamiento y despliegue del registro completo del ECG (Full Disclosure)</p> <p>4.2 Almacenamiento de mínimo 500 estudios o un disco duro de al menos 20 Gigabytes</p> <p><b>5. Control del Sistema</b></p> <p>5.1 Protocolos de ejercicio predefinidos como mínimo: Bruce, Bruce modificada, Naughton, Balke y Farmacológico y modificables por el usuario</p> <p>5.2 Banda de esfuerzo sin fin o bicicleta ergométrica controlados desde la Estación de Trabajo</p>
<b>REFACCIONES:</b>	Según marca y modelo.
<b>CONSUMIBLES (cálculo de acuerdo a las necesidades de las unidades médicas):</b>	<p>1. Electrodo desechables autoadheribles</p> <p>2. Papel bond o térmico, tamaño 21.6 X 27.9 cm (8.5 X 11 pulgadas)</p>
<b>ACCESORIOS:</b>	<p>1. Banda sin fin con inclinación variable de 0-25 % y velocidad de al menos 0-15 km/h, con botón de paro de emergencia o bicicleta ergométrica de grado médico.</p> <p>2. Cable de paciente de 10 puntas</p> <p>3. Impresora láser o de arreglo térmico</p> <p>4. Gabinete o carro de transporte que integre la Estación de Trabajo.</p> <p>5. Con transformador de aislamiento de grado médico</p> <p>6. Unidad UPS o sistema que garantice el respaldo de la información de la estación de trabajo de al menos 900 VA.</p>
<b>INSTALACIÓN:</b>	Corriente eléctrica 120 V/60 Hz.
<b>OPERACIÓN:</b>	Por personal especializado y de acuerdo al manual de operación
<b>MANTENIMIENTO:</b>	Preventivo y correctivo por personal calificado.
<b>NORMAS:</b>	<p>(Deseable) ISO 9001-2000 o NMX-CC-9001-IMNC-2000</p> <p>Que cumpla con las siguientes normas: producto extranjero:(FDA, CE o JIS) y para producto nacional: Certificado de Buenas Prácticas de Manufactura (COFEPRIS)</p>
<b>OPCIONES: (Las configuraciones, tipos y cantidades de opciones deberán ser escogidas de acuerdo a las necesidades operativas de las unidades médicas.)</b>	1. Dispositivo de medición de presión arterial no invasiva con comunicación a la Estación de Trabajo



## Bibliografía

1. Webster, John G., Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation, Wiley Interscience, 1988, pag. 1254-1259.
2. Health Product Comparison System, February 2003, Physiologic Monitoring Systems, Stress Exercise, Cardiac.
3. [www.secpyr.org/libro\\_pdf/cap\\_3.pdf](http://www.secpyr.org/libro_pdf/cap_3.pdf)
4. [www.viatusalud.com](http://www.viatusalud.com)
5. [www.emedicine.com/med/topic2961.htm](http://www.emedicine.com/med/topic2961.htm)
6. [www.emedicine.com/med/byname/treadmill-and-pharmacologic-stress-testing.htm](http://www.emedicine.com/med/byname/treadmill-and-pharmacologic-stress-testing.htm)



- **Ergómetros:** Son equipos donde el trabajo se inicia a niveles bajos en todos los pacientes y se incrementa progresivamente de acuerdo a un ritmo dado, observando la respuesta del paciente mediante control clínico y electrocardiográfico continuo, hasta llegar a un grado de trabajo útil a los fines de diagnóstico o evaluación. Los **ergómetros** en sus variantes de bicicleta y plataforma ergométrica se diseñaron con el fin de que el test de esfuerzo pudiera ser: **mensurable**, al poder ser expresado el esfuerzo en unidades físicas, **reproducible**, de tal modo que el ergómetro conservara una calibración adecuada a lo largo del tiempo y que la metodología fuera uniforme para poder realizar estudios comparativos longitudinales a lo largo de la evolución de la enfermedad del paciente, **graduado**, al exigir al paciente niveles de carga progresivamente mayores, comenzando con esfuerzos livianos del tal modo que la prueba se pudiera adaptar a todos los tipos de individuos y por último **controlado**, tanto clínica como eléctricamente a fin de extremar el grado de seguridad e inocuidad de la prueba.
  - Banda sin fin: es una plataforma ergométrica y tiene la ventaja de requerir una actividad familiar a todas las personas como es el caminar y en ella el ejercicio desplaza toda la masa corporal, siendo, por tanto, el método ideal para evaluar la capacidad funcional en actividades donde interviene el peso (caminar, correr, subir escaleras, etc.).
  - Bicicleta ergométrica: la bicicleta exige saber pedalear. Las personas no habituadas a esto no pueden evitar cierto grado de tensión psíquica y física provocada por la falta de habilidad. En la bicicleta el propio paciente regula su esfuerzo, que puede ser insuficiente cuando no hay adecuada motivación. Tiene la ventaja de mantener inmóvil el tórax y los miembros superiores durante el ejercicio, lo que facilita el control de la presión arterial y de la auscultación cardíaca y a veces del trazado electrocardiográfico.
- **Met:** El gasto energético en reposo es de aproximadamente 3.5 cc/kg/min, equivalente a 1 MET. Expresar la capacidad física en cc/kg/min o en METs es lo mismo. Como referencia, un adulto sedentario tiene una capacidad aeróbica de 30 cc/kg/min(6.5 METs). El entrenamiento puede aumentar la capacidad aeróbica en un 25%.
- **Protocolo de Balke:** El protocolo de Balke se utiliza también en pacientes con capacidad física limitada y con problemas de adaptación a la marcha.
- **Protocolo de Bruce:** Tiene un desarrollo en etapas de 3 minutos. Representa un incremento de trabajo en 2-3 METs. Estos incrementos tan acusados tienen el inconveniente de sobreestimar la capacidad de ejercicio. Hasta los 9 minutos de ejercicio (3ª etapa) el trabajo es relativamente cómodo para la mayoría de la población de edad media. Niveles de esfuerzo superiores son difíciles de mantener sin sujetarse debido a la pendiente tan pronunciada (16%).
- **Protocolo de Bruce modificado:** Tiene dos etapas de calentamiento de tres minutos a 4.65 km/hr, 0º de inclinación y 4.65 km/hr y 5º de inclinación y es generalmente usado en individuos mayores o en aquellos cuya capacidad de ejercicio se encuentra limitada por la enfermedad cardíaca.
- **Protocolo de Naughton:** El protocolo de Naughton es muy suave y se utiliza en pacientes de edad avanzada, de condición física deficiente o en los casos en que no esté recomendado aplicar cargas de trabajo muy intensas.
- **Protocolo Farmacológico:** Es un procedimiento diagnóstico en el cual el esfuerzo cardiovascular es inducido por agentes farmacológicos (tales como adenosina y dobutamina entre otros) y utilizado en pacientes con capacidad funcional disminuida o en pacientes que no pueden ejercitarse. La prueba de esfuerzo farmacológica es usada en combinación con modalidades de imagen tales como: medicina nuclear y ecocardiografía.



## Datos de Referencia

### Sistema de Prueba de Esfuerzo

#### Sistema de Prueba de Esfuerzo (Stress Exercise Monitoring System, <specify>)

#### Definición según la GMDN

Dispositivo diseñado para el registro del electrocardiograma (ECG), esta señal es obtenida de los electrodos colocados sobre los miembros y pecho del paciente, mientras éste alcanza diferentes niveles de ejercicio en un dispositivo ergométrico. El sistema normalmente analiza los datos registrados, despliega los resultados, monitorea varias funciones, provee control sobre la carga de trabajo y entrega informes impresos que le dan al médico tratante una representación completa de la actividad eléctrica del corazón, incluyendo la frecuencia cardíaca.

#### Claves y Denominaciones

Nombre	GMDN <sup>1</sup>		UMDNS <sup>2</sup>	Cuadro Básico <sup>3</sup>	CABMS <sup>4</sup>	Cédulas CENETEC
Sistema de Prueba de Esfuerzo	35198 Sistema de Prueba de Esfuerzo	Sistema de Prueba de Esfuerzo Cardíaco 36145	Sistema Fisiológico de Monitoreo de la Prueba de Esfuerzo Cardíaco 17-723	Sistema de Monitorización Fisiológica en Prueba de Esfuerzo 531.327.0257	1090000186	Sistema Digital para Prueba de Esfuerzo

<sup>1</sup> Nomenclatura Global de Dispositivos Médicos, Global Medical Device Nomenclature (GMDN)

<sup>2</sup> Sistema Universal de Nomenclatura de Dispositivos Médicos, Universal Medical Device

Nomenclature System (UMDNS), (Emergency Care Research Institute – ECRI), 2000

<sup>3</sup> Cuadro Básico de Instrumental y Equipo Médico del Sector Salud, México, 2003

<sup>4</sup> Catálogo de Adquisiciones de Bienes Muebles y Servicios (CAMBS), México, 2003

Nota: Con el fin de que el contenido de las Guías Tecnológicas del CENETEC pueda ser cotejado con la información proveniente de diversos países y regiones del mundo, se ha preferido adoptar para los equipos que en ellas se describen, la Nomenclatura Global de Dispositivos Médicos (GMDN), (**GMDN 2003**)

Para mayor información sobre los temas de esta guía o en referencia a esta tecnología, favor de comunicarse al CENETEC, Tel. 52083939; [analisiscenetec@salud.gob.mx](mailto:analisiscenetec@salud.gob.mx), [cenetec@salud.gob.mx](mailto:cenetec@salud.gob.mx)

