



Artículo de revisión

Prueba de Esfuerzo bajo control Electrocardiográfico. Revisión de Guías Internacionales y Normas Cubanas.

Exercise Stress Test under Electrocardiographic control. Review of International Guidelines and Cuban Standards.

Eduardo Rivas Estany,¹ José D. Barrera Sarduy,¹ Genoveva Henry Luis,¹

¹ Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Cuba

Resumen

Se realizó una revisión de las principales Guías internacionales y de las normas cubanas referentes a las Pruebas de Esfuerzo (PE) bajo control electrocardiográfico con el objetivo de actualizar el correspondiente protocolo de actuación en nuestro país. Se revisan las indicaciones de dichas pruebas, con mayor énfasis en su valor diagnóstico y de evaluación terapéutica y pronóstica en las enfermedades coronarias, así como en la hipertensión arterial, arritmias cardíacas, cardiopatías congénitas y en Medicina Deportiva. Se señala la sensibilidad y especificidad de tales pruebas y su relación con el número de vasos coronarios enfermos, así como del valor de la determinación de la capacidad funcional del sujeto evaluado por su valor en la determinación del estado de la función cardíaca: disminución de un 50% o más se corresponden con disfunción sistólica de ventrículo izquierdo.

Se señalan también las contraindicaciones absolutas y relativas de la PE, así como sus criterios de interrupción, que bien aplicados reducen su riesgo de complicaciones. Son citados los criterios de positividad clínicos y electrocardiográficos de isquemia del miocardio durante el ejercicio físico, así como que se ofrecen elementos hemodinámicos adicionales para realizar una mejor interpretación de dicha prueba.

Finalmente se hace una mención sobre la PE Cardio-respiratoria o ergoespirometría y se señala su valor en la evaluación objetiva de la capacidad funcional en individuos sanos, enfermos y en deportistas, mediante la determinación del consumo de oxígeno, así como en la estratificación pronóstica de pacientes con enfermedades cardiovasculares, particularmente con insuficiencia cardíaca.

Se concluye que las PE mantienen plena vigencia al considerar su utilidad diagnóstica y pronóstica, así como su amplio empleo, bajo costo y poco riesgo.

Palabras Clave: Prueba de esfuerzo, Ejercicio, Capacidad funcional, Prueba cardio-respiratoria, Enfermedad coronaria

Abstract

A review of the main international guidelines and of the Cuban standards referring to the Exercise Stress Test (ExT) under electrocardiographic control was carried out with the objective of updating the corresponding protocol of action in our country. The indications of these tests are reviewed, with greater emphasis on their diagnostic value and therapeutic and prognostic evaluation in coronary heart disease, as well as in arterial hypertension, cardiac arrhythmias, congenital heart disease and in Sports Medicine. The sensitivity and specificity of such tests and their relationship with the number of diseased coronary vessels, as well as the value of the determination of the functional capacity of the subject evaluated by its value in determining the status of cardiac function are indicated: decrease in a 50% or more correspond to left ventricle systolic dysfunction.

The absolute and relative contraindications of ExT, as well as its interruption criteria, that when are well applied reduce their risk of complications. The clinical and electrocardiographic criteria of myocardial ischemia during physical exercise are cited, as well as that additional hemodynamic elements are offered to make a better interpretation of such test.

Finally, a mention is made about Cardio-respiratory ExT or ergospirometry and its value is indicated in the objective evaluation of functional capacity in healthy, sick individuals and athletes, by determining oxygen consumption, as well as in the prognostic stratification of patients with cardiovascular diseases, particularly with heart failure.

It is concluded that the ExT remain fully valid when considering their diagnostic and prognostic utility, as well as their wide employment, low cost and low risk.

Key Words: Exercise stress test, Exercise, Functional capacity, Cardio-respiratory test, Coronary disease.

Introducción

El ejercicio físico es empleado como método fisiológico por excelencia para cumplir con el fundamento de las pruebas de esfuerzo (PE) consistente en aumentar los requerimientos de oxígeno del miocardio para poner de manifiesto un flujo sanguíneo coronario reducido no evidente en reposo, para lo cual es necesario un estrechamiento >50% de la luz arterial, así como para determinar el estado de la función cardíaca.^{1,2} La isquemia del miocardio durante el ejercicio se evidencia usualmente mediante alteraciones del segmento ST.

La electrocardiografía de esfuerzo es una de las técnicas no invasivas más utilizadas para evaluar a pacientes con padecimientos cardiovasculares sospechados o confirmados. El objetivo fundamental de esta prueba es además del diagnóstico de isquemia del miocardio, la precisión del pronóstico mediante, entre otras cosas, la determinación de la capacidad funcional, y de la probabilidad y extensión de una enfermedad coronaria, así como evaluar los efectos de un tratamiento médico o quirúrgico.^{3,4}

Así, el American College of Cardiology, la American Heart Association (ACC/AHA)^{1,5}, y el American College of Sports Medicine ⁶, han actualizado y publicado recientes Guías para la realización de las PE que coinciden en muchos aspectos con las publicadas por la Sociedad Europea de Cardiología (SEC)⁷ y con la Sociedad Interamericana de Cardiología (SIAC)⁸, así como con las normas cubanas ^{9,10} y que pueden ser empleadas en nuestro país y otros de Latinoamérica. En tales Guías y normas se aborda el uso de dichas pruebas en determinados síndromes clínicos que incluyen:

- Angina crónica estable
- Síndromes coronarios agudos
- Revascularización coronaria
- Insuficiencia cardíaca congestiva
- Evaluación cardíaca peri-operatoria
- Cardiopatía valvular
- Cardiopatía congénita
- Hipertensión arterial pulmonar y sistémica
- Arritmias cardíacas
- Síncope
- Uso del ejercicio en pruebas de imagen del corazón

Indicaciones de la Prueba de Esfuerzo:

- Diagnóstico de la cardiopatía isquémica
- Evaluación pronóstica de la enfermedad coronaria

- Evaluación del tratamiento anti-isquémico
- Evaluación de la capacidad funcional
- Detección precoz de la hipertensión arterial
- Evaluación de las arritmias
- Evaluación de las cardiopatías congénitas y de la disfunción valvular
- Medicina deportiva
- **Diagnóstico de la cardiopatía isquémica:**

La PE se utiliza con mayor frecuencia en el diagnóstico del dolor precordial o torácico sospechoso de enfermedad coronaria; se efectúa también en adultos con cardiopatía isquémica conocida, con angina estable o inestable que ha sido estabilizada con tratamiento médico, para evaluar su efectividad. También puede indicarse a pacientes que han sufrido un infarto de miocardio o que han recibido un procedimiento de revascularización coronaria, ya sea por métodos quirúrgicos o intervencionistas, para precisar la probable existencia de isquemia residual. (Fig.1)



Fig. 1: Paciente de 67 años de edad, portador de un infarto cardíaco de zona infero-lateral de dos meses de evolución, al que se le efectúa una prueba de esfuerzo evaluativa con el objetivo de estratificar su riesgo e incorporarlo a un programa de rehabilitación cardíaca integral estructurado. La prueba se realiza en un veloergómetro mecánico vertical aplicándose cargas de trabajo continuas con incrementos de 25 watts cada 3 minutos hasta alcanzarse alguno de los criterios de interrupción.

Para analizar la aplicación diagnóstica de la PE en enfermedad coronaria es necesario considerar su sensibilidad y especificidad. Utilizando como gold standard la angiografía coronaria, el electrocardiograma (ECG) de esfuerzo tiene en general una sensibilidad del 68% y una especificidad del 77%.

Es conocido que a mayor número de vasos enfermos, mayor será la sensibilidad del ECG de esfuerzo.³ De manera que en presencia de enfermedad de un vaso la sensibilidad oscila entre el 25 y el 71% en dependencia de que el vaso lesionado sea la arteria coronaria descendente anterior izquierda, seguidos por la coronaria derecha o aquellos con una lesión aislada de la circunfleja izquierda. En presencia de enfermedad multivaso la sensibilidad es del 81% y la especificidad del 66%. En la enfermedad de la arteria coronaria izquierda principal o de 3 vasos, es de 86 y 53% respectivamente. Es necesario precisar que la angiografía coronaria es un estudio que analiza las condiciones anatómicas de las arterias coronarias, efectuado en reposo, mientras que la PE estudia la presencia de isquemia del miocardio durante el ejercicio físico. La angiografía es un estudio anatómico, mientras que la PE es un estudio funcional, por tanto ambas pruebas se complementan.

El ECG de esfuerzo suele ser menos sensible en presencia de un infarto de miocardio extenso de cara anterior pues la necrosis cancela la respuesta isquémica al ejercicio, también influye la cantidad de derivaciones electrocardiográficas utilizadas. Las derivaciones V4 a V6 aportan alrededor del 80% de la información diagnóstica relacionada con la depresión del segmento ST inducida por el ejercicio en pacientes con ECG normal en reposo.

La especificidad disminuye cuando se incluye a pacientes con posibilidad de mostrar pruebas falsas positivas, como en las cardiopatías valvulares, hipertrofia ventricular izquierda, trastornos de conducción intraventricular, síndrome de pre-excitación, fibrilación auricular, depresión marcada del segmento ST en reposo, o tratamiento con digitálicos u otras drogas que producen cambios en la repolarización ventricular, entre otras causas.³

-Evaluación pronóstica de la enfermedad coronaria:

La PE no sólo proporciona información sobre el diagnóstico, sino además y más importante aún sobre el pronóstico, de manera que puede estimar con adecuada precisión la gravedad y pronóstico, a corto y largo plazo, de la enfermedad coronaria.^{10,11} Desde hace años se acepta la realización de una PE después del infarto de miocardio antes del egreso hospitalario para estratificación de riesgo y pronóstico.⁹ Las variables empleadas en este caso son: la presencia de isquemia o angina inducida por el esfuerzo, la determinación de la capacidad funcional, la respuesta de la presión arterial y la presencia de arritmias cardíacas durante el ejercicio.

Para la estimación del pronóstico a largo plazo es necesario considerar, mediante el análisis de estas variables, una posible disfunción ventricular izquierda, la extensión de la enfermedad coronaria, la presencia de inestabilidad eléctrica y otras patologías extra-coronarias asociadas.^{11, 12}

-Evaluación del tratamiento anti-isquémico:

La indicación de una PE tempranamente después de un procedimiento de revascularización, ya sea por método quirúrgico o intervencionista, tiene el propósito de evaluar el resultado inmediato de éste o guiar la rehabilitación¹³; en la fase tardía, después de los 6 meses, determinará la presencia de reestenosis o de progresión de la enfermedad coronaria.

La PE también puede ser utilizada para valorar la respuesta al tratamiento médico al determinar la respuesta isquémica inducida por el ejercicio antes y después del tratamiento.

- Evaluación de la capacidad funcional:

La capacidad funcional es un parámetro esencial de la PE pues valora el grado de acondicionamiento físico del paciente evaluado, así como indirectamente, el estado de la función cardíaca. Disminuciones de un 50% o más de la capacidad funcional o determinaciones de clases funcionales deterioradas (Clase III o IV según la New York Heart Association), se corresponden con disfunción sistólica de ventrículo izquierdo.⁹

La determinación de la capacidad funcional es de utilidad también para diseñar el entrenamiento físico como parte de un programa de rehabilitación en pacientes después de un infarto del miocardio, procedimientos de revascularización coronaria, insuficiencia cardíaca, etc. También puede determinar la reincorporación laboral o a actividades recreativas o deportivas en estos pacientes en función de sus respectivos consumos energéticos.

-Detección precoz de la hipertensión arterial:

Ha sido demostrado que la elevación patológica de la presión arterial durante el ejercicio es un factor pronóstico para el desarrollo de hipertensión arterial establecida.¹⁴ La respuesta hipertensiva sistólica al ejercicio en individuos normotensos ofrece mayor riesgo de complicaciones cardiovasculares que la ausencia de dicha respuesta y es considerada como un marcador de morbilidad y mortalidad.^{10,15,16} La respuesta hipertensiva diastólica se asocia con la presencia de cardiopatía isquémica.

- Evaluación de las arritmias:

Diversos trastornos del ritmo se inician con el ejercicio, por eso la PE constituye un medio para su documentación, por el contrario otras arritmias pueden finalizar con él.^{17,18} El significado de las arritmias provocadas por el ejercicio y su capacidad de predecir futuros eventos continúa en estudio. Pueden ser realizadas PE a pacientes portadores de arritmias cardíacas, que no constituyan contraindicación para la realización de dicha prueba, incluyendo fibrilación auricular, para evaluar respuesta a tratamientos anti-arrítmicos o incorporación a un programa de rehabilitación cardíaca. (Fig.

2).

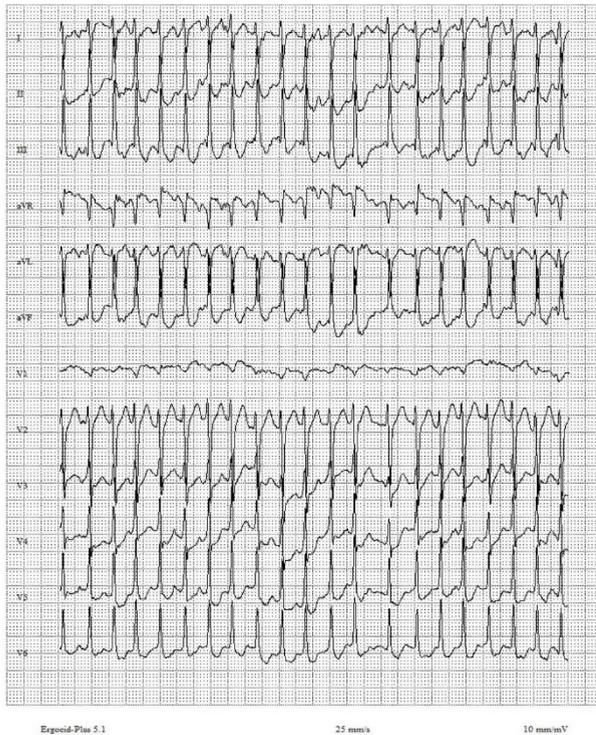


Fig. 2: Prueba de esfuerzo evaluativa realizada en una correa sin fin, en una mujer de 49 años de edad, a la que se le efectuó prótesis mitral quirúrgica 3 meses antes, con el objetivo de incorporarla a un programa de rehabilitación con ejercicios físicos supervisados. Tuvo una frecuencia cardíaca de 120 latidos por minuto en condiciones basales y alcanzó 204 por minuto en el esfuerzo máximo. Tenía una enfermedad mitral de origen reumática.

La PE puede ser también de utilidad en el diagnóstico y evaluación de pacientes portadores de Síndrome de Brugada¹⁹ así como en la indicación de desfibriladores artificiales implantables.²⁰

-Valoración de las cardiopatías congénitas y de la disfunción valvular:

La PE ha demostrado su utilidad en la valoración de pacientes con valvulopatías congénitas, en particular con estenosis aórtica, también en el criterio de operabilidad de la insuficiencia aórtica y mitral, así como en la evaluación después de la corrección quirúrgica de la Tetralogía de Fallot y otras anomalías congénitas complejas.^{21,22}

- Medicina deportiva:

La PE, en particular con determinación del consumo de oxígeno (Vo_2), es un instrumento básico para la evaluación de los atletas, sobre todo en etapa pre-competitiva pues es esencial para la planificación del entrenamiento físico.^{23,24}

También en la evaluación de atletas de más de 35 años de edad involucrados en programas de entrenamiento deportivo con un perfil de riesgo cardiovascular elevado para cardiopatía coronaria.²⁵

Contraindicaciones de la Prueba de Esfuerzo:

Las contraindicaciones absolutas y relativas de las PE fueron establecidas por el ACC/AHA en 2002¹ y actualizadas por el American College of Sports Medicine en 2010² y más recientemente en 2018.⁶

Contraindicaciones absolutas:

- Cambio importante reciente en el ECG de reposo, indicativo de un episodio isquémico agudo
- Infarto agudo de miocardio (de dos días de evolución)
- Angina inestable de alto riesgo
- Arritmias cardíacas descontroladas que provoquen síntomas o compromiso hemodinámico
- Estenosis aórtica grave y sintomática
- Insuficiencia cardíaca sintomática descontrolada
- Embolia pulmonar aguda o infarto pulmonar
- Miocarditis o pericarditis aguda
- Disección aórtica aguda
- Infección sistémica aguda acompañada de fiebre, algias o linfadenopatías

Contraindicaciones relativas:

- Estenosis de la arteria coronaria izquierda principal
- Estenosis valvular moderada
- Hipertensión arterial grave (presión sistólica >200 o diastólica >110 mmHg)
- Taquiarritmias o bradiarritmias
- Miocardiopatía hipertrófica u otras formas de obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo
- Bloqueo aurículo-ventricular avanzado
- Aneurisma ventricular
- Anomalías electrolíticas
- Alteraciones mentales o físicas que impidan realizar el ejercicio adecuadamente
- Trastornos neuromusculares, musculoesqueléticos o reumatoideos que se exacerben con el ejercicio

- Trastorno endocrino no controlado (diabetes, tiroides)

- Enfermedades infecciosas crónicas (mononucleosis, hepatitis, SIDA)

Las contraindicaciones relativas pueden ser sustituidas por medidas de precaución o supervisión estrecha si se considera que los beneficios superan a los riesgos del ejercicio durante la prueba.

Criterios de interrupción de la prueba de ejercicio:

Se puede reducir el riesgo de la PE en la medida en que se conozcan y apliquen las correctas medidas de interrupción de la misma. Estableceremos las directrices establecidos por el ACC/AHA.1,3

Criterios Absolutos:

- Angina creciente, moderada o intensa
- Descenso de la presión arterial sistólica superior a 10 mmHg respecto de la basal, durante el esfuerzo, si se acompaña de otro síntoma de isquemia
- Síntomas neurológicos (ataxia, mareos, pre-síncope)
- Signos de mala perfusión (cianosis, palidez)
- Taquicardia ventricular mantenida
- Elevación del segmento ST (≥ 1 mm) en derivaciones sin onda Q de necrosis (excepto V1 o aVR)
- Deseos del paciente de detenerse
- Dificultades técnicas para registrar el ECG o la presión sistólica

Criterios relativos:

- Descenso de la presión sistólica superior a 10 mmHg respecto de la basal, durante el esfuerzo, en ausencia de otro síntoma de isquemia
- Cambios importantes del segmento ST o QRS (depresión >2 mm horizontal o descendente o desviación marcada del eje eléctrico)
- Arritmias (excepto taquicardia ventricular mantenida), como extrasistolia ventricular multifocal, en tripletas, taquicardia supraventricular, bloqueo cardíaco o bradiarritmias
- Cansancio, disnea, sibilancias, calambres o claudicación en las piernas
- Desarrollo de un bloqueo de rama o trastorno de conducción intraventricular que no puede distinguirse de una taquicardia ventricular
- Dolor torácico creciente

- Respuesta hipertensiva grave (sistólica >250 o diastólica >115 mmHg)

Prueba de ejercicio. Criterios de positividad

Clínicos:

- Angina durante la prueba
- Signos de disfunción ventricular izquierda

Electrocardiográficos:

- Depresión del segmento ST horizontal o descendente $\geq 0,1$ mV (1 mm) a los 60-80 ms del punto J
- Depresión del segmento ST con pendiente ascendente lenta $\geq 0,15$ mV (1,5 mm) a los 60-80 ms del punto J
- Elevación del segmento ST $> 0,1$ mV (1mm) en ausencia de onda Q indicativa de necrosis, excepto en aVR.

Interpretación de la prueba de ejercicio:

Para lograr una adecuada interpretación de la PE se hace necesario ir "más allá del ST", es decir realizar un cálculo individualizado de la capacidad funcional del paciente evaluado pues ésta refleja el estado de la función cardíaca. Además analizar otras variables electrocardiográficas, hemodinámicas y clínicas que nos ofrecerán información útil sobre la extensión y gravedad de la enfermedad coronaria, de la función del ventrículo izquierdo, así como aproximaciones al pronóstico y estratificación del riesgo a corto y largo plazo.^{7, 9, 26, 27} Dichas variables se relacionan en la Tabla 1.

Tabla.1 Prueba de Esfuerzo en la Cardiopatía Isquémica. Variables Pronósticas Mayores

• Electrocardiográficos

- Depresión / Elevación máxima de ST
- Pendiente de la depresión de ST (descendente, horizontal, ascendente)
- Número de derivaciones con cambios de ST
- Tiempo de inicio de desviación de ST
- Duración de la desviación de ST en recuperación
- Índice ST/FC
- Arritmias ventriculares inducidas por ejercicio

• Hemodinámicos

- FC máxima durante ejercicios
- PA sistólica máxima durante ejercicios
- Doble producto máximo durante ejercicios (PA

máxima x FC)

- Duración total del ejercicio
- Hipotensión durante el esfuerzo
- Incompetencia cronotrópica
- FC en recuperación
- Clínicos
 - Angina inducida por ejercicio
 - Tiempo de inicio de la angina
 - Síntomas limitantes del ejercicio

Leyenda:

ST: Segmento ST

FC: Frecuencia cardíaca

PA: Presión arterial

En pacientes con ECG normal en reposo, la depresión del segmento ST diagnóstica de isquemia del miocardio durante el ejercicio tiene una sensibilidad y especificidad suficientes para detectar enfermedad coronaria (Fig. 3); para ello es necesario alcanzar un estrés adecuado, de manera que se alcance por lo menos el 85% de la frecuencia cardíaca máxima predicha del paciente. Si el ejercicio es insuficiente para obtener una respuesta isquémica por debajo de dicho porcentaje, la prueba deberá considerarse no útil o insuficiente para el diagnóstico de isquemia.4,10

Reproducción: 00:54

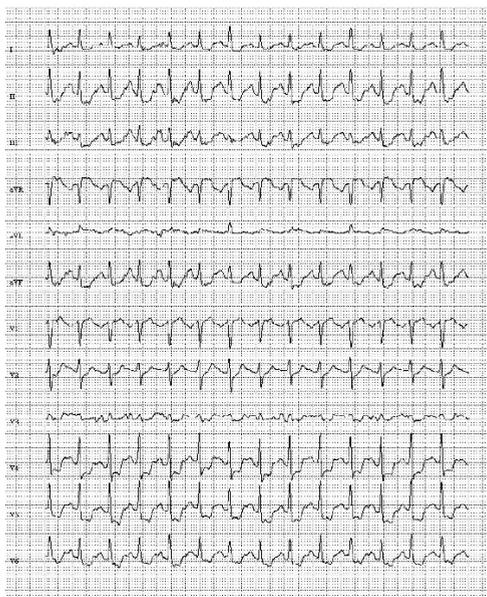


Fig. 3: Electrocardiograma de ejercicio donde se observa marcada depresión isquémica del segmento ST (-3 mm) en

derivaciones que reflejan la región lateral del ventrículo izquierdo (V4-V6); se acompañó de angina durante el esfuerzo. También se aprecia infradesnivel (-2 mm) en derivaciones de cara inferior (DII, DIII, aVF). En angiografía coronaria efectuada al paciente posteriormente se comprobó estenosis significativas de arteria descendente anterior izquierda y de coronaria derecha.

Prueba de ejercicio cardio-respiratoria

La prueba de ejercicio cardio-respiratoria (PECR), también denominada ergoespirometría (Fig. 4), ha demostrado su valor en la evaluación de la capacidad funcional en sujetos sanos, enfermos, y en deportistas, así como para efectuar la estratificación pronóstica, tanto en pacientes con enfermedades cardiovasculares como con otras afecciones, incluso con disfunción ventricular izquierda o con insuficiencia cardíaca.28,29

La PECR añade otros parámetros importantes a las mediciones habituales obtenidas mediante una ergometría simple como la ventilación pulmonar, el

Vo2, y la producción de dióxido de carbono, entre otros. Por tanto, esta prueba proporciona una serie de variables cardíacas y respiratorias cuyo análisis integral e interpretación es crucial en la determinación del desbalance fisiopatológico y los mecanismos intrínsecos que producen la limitación funcional.30, 31

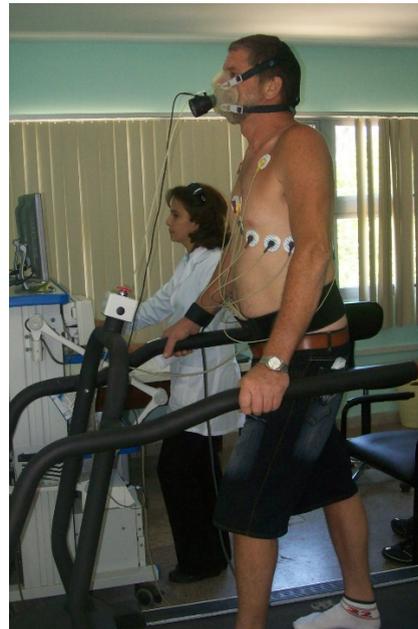


Fig. 4: Paciente con el diagnóstico de miocardiopatía dilatada de origen isquémico realizando una prueba de esfuerzo cardio-respiratoria, con análisis de gases espirados para cuantificar el consumo máximo de oxígeno y precisar su capacidad funcional objetiva, así como el estado de la función

cardíaca.

En un sistema biológico oxígeno-dependiente, como es el cuerpo humano, la PECR permite la medición del Vo₂ máximo, parámetro que resume en una simple cifra la eficiencia general de los sistemas de transporte y utilización de oxígeno, lo que explica el reconocido valor evaluativo y pronóstico de este parámetro.²⁸ Puede ser determinado además el gasto cardíaco y el volumen sistólico, tanto en reposo como en ejercicio. Otros parámetros que reflejan la ventilación pulmonar, la función alveolar, el umbral anaeróbico, desempeñan un papel esencial en la prescripción de ejercicios físicos, no solamente en pacientes con enfermedades cardiovasculares, respiratorias u otras, sino también en sujetos sanos no entrenados y en atletas.²⁵ Por todo ello la ergoespirometría ha sido considerada la prueba de esfuerzo del futuro.³²

Conclusiones

Como conclusión podemos afirmar que a pesar de la introducción de nuevas técnicas de imagen, y de otras invasivas, las PE bajo control electrocardiográfico y con análisis de gases espirados siguen teniendo plena vigencia considerando su utilidad diagnóstica y pronóstica, así como su amplio empleo, bajo costo y poco riesgo.

Referencias bibliográficas

1. Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, Chaitman BR, Fletcher GF, Froelicher VF et al. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing. Summary article: A report of the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *J Am Coll Cardiol.* 2002;40(8):1531-40.
2. Thompson WR, Gordon NF, Pescatello LS. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
3. Chaitman BR. Prueba de esfuerzo. En: Bonow RO, Mann DL, Zipes DP, Libby P. Braunwald. Tratado de Cardiología. Texto de medicina cardiovascular. 9a. edición (en español). Barcelona: Elsevier; 2013. p. 170-202.
4. Crawford MH. Método para el diagnóstico de enfermedad cardíaca. En: Crawford MH. Diagnóstico y tratamiento en Cardiología, 4ta. edición. México: McGraw-Hill Education; 2016. p. 37-46.
5. Antman EM, Hand M, Armstrong W, Bates ER, Green LA, Halasyamani LK et al. 2007 focused update of the ACC/AHA 2004 for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2008;51:210.
6. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Graded Exercise Testing and Prescription. 10th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer. 2018:226-67.
7. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes: The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*, ehz425, Published: 31 August 2019, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz425>.
8. Rivas Estany E. Prueba de ejercicio. Guías actuales para su uso. En: Restrepo Molina G, Wyss Quintana F, Sosa Liprandi A, de Melo Barbosa M, Baranchuk A. (editores). Texto de Cardiología. Sociedad Interamericana de Cardiología. Sección 4, Capítulo 19, Bogotá: Distribuna Editorial, 2019.
9. Rivas Estany E, Gallardo Montes de Oca G, Sin Chesa C, Hevia Sánchez L. Estratificación del riesgo mediante prueba de esfuerzo precoz después del infarto agudo de miocardio. Evaluación de un método. *Rev Latina Cardiol* 1993;14(6):193-197.
10. Rivas Estany E, Castillo Alfonso M, Morlans Paz J, Rodríguez Nande L. Pruebas de esfuerzo seriadas en el seguimiento a pacientes con disfunción de ventrículo izquierdo después del infarto miocárdico agudo. *Cardiología Intercontinental* 1996;5(3):123-7.
11. Rivas Estany E, Sin Chesa C, Hevia Sánchez L, Gutiérrez Calderón F. Determinación del pronóstico a largo plazo de pacientes con infarto miocárdico mediante la prueba de esfuerzo. *Cardiología Intercontinental*.1992;1(3):7-11.
12. Froelicher VF, Myers J. Exercise and the Heart. 5th ed. Philadelphia: WB Saunders ; 2006.

13. Asín E, Camino A. Prueba de esfuerzo. En: Bayés de Luna A, López-Sendón J, Attie F, et al. *Cardiología Clínica*. Barcelona: Masson, S.A.; 2003. p. 141-8.
14. Sobrino J, Domenech M. The clinical value of an exaggerated hypertensive response to exercise. *Rev Clin Esp*. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2017.09.006>
15. Keller K, Stelzer K, Ostad MA, Post F. Impact of exaggerated blood pressure response in normotensive individuals on future hypertension and prognosis: systematic review according to PRISMA guideline. *Adv Med Sci*. 2017;62(2):317-29.
16. Wielemborek-Musial K, Szmigielska K, Leszczynska J, Jegier A. Blood Pressure Response to Submaximal Exercise Test in Adults. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2016;21(4):433-4. doi: 10.1111/anec.12384
17. Yandrapalli S, Harikrishnan P, Ojo A, Vuddanda VLK, Jain D. Exercise induced complete atrioventricular block: Utility of exercise stress test. *J Electrocardiol*. 2018;51(1):153-5. doi: 10.1016/j.jelectrocard.2017.09.001
18. Salavitarbar A, Silver ES, Liberman L. Wolff-Parkinson-White syndrome: a single exercise stress test might be misleading. *Cardiol Young*. 2017;27(4):804-7. doi: 10.1017/S1047951116002055
19. García-Fuertes D, Villanueva-Fernández E, Crespín-Crespín M, Puchol A, Pachón M, Arias MA. Type 1 Brugada Pattern Unmasked During the Recovery Period of an Exercise Stress Test. *Arq Bras Cardiol*. 2016;106(5):447-9. doi: 10.5935/abc.20160071
20. Tachibana M, Nishii N, Morita H, Nakagawa K, Watanabe A, Nakamura K et al. Exercise stress test reveals ineligibility for subcutaneous implantable cardioverter defibrillator in patients with Brugada syndrome. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2017;28(12):1454-9. doi: 10.1111/jce.13315
21. Mert KU, Radi F, Sadati A, Mert GÖ, Dural M. Evaluation of increase in intraventricular gradient and dynamic obstruction during exercise stress test in competitive runners. *Turk Kardiyol Dern Ars*. 2017;45(8):715-22. doi: 10.5543/tkda.2017.98293
22. Dasgupta S, Stark M, Bhatt S, Fischbach P, Deshpande S. The utility of combined cardiopulmonary exercise stress testing in the evaluation of pediatric patients with chest pain. *Congenit Heart Dis*. 2018;13(6):1058-63. doi: 10.1111/chd.12681
23. Löllgen H, Leyk D. Exercise Testing in Sports Medicine. *Dtsch Arztebl Int*. 2018;115(24):409-16. doi: 10.3238/arztebl.2018.0409
24. Chevalier L, Guy JM, Doutreleau S. Place of the exercise stress test at the sportsman. *Ann Cardiol Angeiol*. 2018;67(5):361-4. doi: 10.1016/j.ancard.2018.08.013.
25. Fernández AB, Thompson PD. El atleta y el corazón. En: Crawford MH. *Diagnóstico y tratamiento en Cardiología*, 4ta. edición. México: McGraw-Hill Education; 2016. p. 447-51.
26. Lindow T, Brudin L, Elmberg V, Ekström M. Long-term follow-up of patients undergoing standardized bicycle exercise stress testing: new recommendations for grading of exercise capacity are clinically relevant. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2019: 1-8 doi: 10.1111/cpf.12606
27. Marcadet DM. Exercise testing: New guidelines. *Presse Med*. 2019;48(12):1387-92. doi: 10.1016/j.lpm.2019.09.011
28. Rivas Estany E, Gómez López N. Objective assessment of functional capacity: the role of cardiopulmonary exercise testing. *CorSalud*. 2013; 5(3):232-6.
29. Guazzi M, Adams V, Conraads V, Halle M, Mezzani A, Vanhees L et al. EACPR/AHA Joint Scientific Statement: Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Eur Heart J*. 2012;3 (23):2917-27.

30. Poggio R, Arazi HC, Giorgi M, Miriuka SG. Prediction of severe cardiovascular events by VE/VCO₂ slope versus peak VO₂ in systolic heart failure: a meta-analysis of the published literature. *Am Heart J.* 2010;160(6):1004-14.

31. Arena R, Myers J, Abella J, Pinkstaff S, Brubaker P, Moore B et al. The partial pressure of resting end-tidal carbon dioxide predicts major cardiac events in patients with systolic heart failure. *Am Heart J.* 2008;156(5):982-8.

32. Belardinelli R. Cardiopulmonary exercise testing: the exercise stress test of the future? *Ital Heart J Suppl.* 2005;6(2):77-84.

DIRECCION PARA CORRESPONDENCIA: Eduardo Rivas Estany, Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, Edificio Asclepios, 4to. Piso Paseo y 17, Vedado La Habana 10400, Cuba. E-mail: crehab@infomed.sld.cu

Los autores firmantes del manuscrito declaran no poseer Conflicto de intereses.



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).