

Ergoespirometría en pacientes con hipertensión pulmonar precapilar: evaluación del valor predictivo de variables ecocardiográficas

Ergospirometry in Patients with Precapillary Pulmonary Hypertension: Evaluation of the Predictive Value of Echocardiographic Variables

NICOLÁS M D'AMELIO¹, PAULA J KAPLAN¹, MANUEL LAGO¹, GERMÁN J SOUTO¹, MIGUEL AMOR¹, MARTÍN BRUZZESE¹

La ergoespirometría o test de ejercicio cardiopulmonar (TECP) en pacientes con hipertensión arterial pulmonar (HAP) e hipertensión pulmonar tromboembólica crónica (HPTEC) no quirúrgica permite obtener variables pronósticas como el consumo pico de oxígeno (VO_{2pico}) y el cociente entre ventilación y producción de dióxido de carbono (VE/VCO_2), y es sugerida por las Guías de Práctica de Hipertensión Pulmonar (GPHP) para la estratificación de riesgo, al igual que el cociente entre la distancia de excursión sistólica del plano del anillo tricuspídeo (TAPSE) y la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP) medidas por ecocardiograma transtorácico (ETT). (1) La asociación predictiva entre la relación TAPSE/PSAP y las variables mencionadas de la TECP no está definida en esta población.

Realizamos un estudio cuyo objetivo primario fue evaluar parámetros ecocardiográficos de función del ventrículo derecho (VD) como predictores de la capacidad de ejercicio en pacientes portadores de HAP e HPTEC inoperable. Fueron objetivos secundarios determinar la asociación entre VE/VCO_2 y variables ecocardiográficas como TAPSE, PSAP, el cambio de área fraccional del VD (FAC) y el área de la aurícula derecha.

El nuestro fue un estudio observacional, de corte transversal, fisiopatológico y prospectivo.

Se reclutaron 7 pacientes de entre 18 y 65 años, 5 con diagnóstico de HAP idiopática, 1 con HAP asociada a enfermedades del tejido conectivo, y uno con HPTEC no quirúrgica, en seguimiento por el Programa de Hipertensión Pulmonar del Hospital Ramos Mejía. El diagnóstico de HP fue confirmado mediante cateterismo cardíaco derecho, teniendo en cuenta la GPHP ESC/ERS 2022. (1)

Debían estar bajo terapia médica estable durante al menos las últimas 4 semanas previas al ingreso al estudio, definida como ninguna terapia nueva específica de HP, ni cambios en la dosis de la terapia actual específica.

El TECP y el ETT se realizaron con una diferencia no mayor a 15 días y por el mismo operador cada uno de los estudios. Los pacientes se encontraban en riesgo bajo según REVEAL 2.0. Los TECP se realizaron con equipo portátil, en cinta, utilizando analizador de gases modelo K5 de COSMED y protocolo de Bruce modificado con procedimientos acordes a recomendaciones de guías de práctica vigentes. (1) Se consideraron las siguientes variables: VO_{2pico} , VCO_2 , ventilación minuto (VE) y frecuencia cardíaca. Los ecocardiogramas se realizaron con equipo General Electric VV7. Todas las mediciones estructurales y de función cardíaca fueron realizadas de acuerdo con lo especificado en guías de práctica vigentes. (2)

El análisis estadístico se realizó mediante test de Student y de Wilcoxon para datos apareados considerando significativo un valor de $p < 0,05$.

De los siete pacientes incluidos cinco eran de sexo femenino. La mediana (rango intercuartílico, RIC) de edad fue 48 (29-53) años. Dos de los pacientes estaban tratados con treprostínil, macitentan y sildenafil, dos con sildenafil, ambrisentan y selexipag, dos con tadalafil y ambrisentan y uno con sildenafil y ambrisentan. Los valores hemodinámicos de la población analizada se muestran en la Tabla 1.

Entre las distintas variables del ecocardiograma se encontró una asociación estadísticamente significativa en la regresión lineal entre la variable TAPSE/PSAP y el VO_{2pico} con coeficiente beta 27,5 ($p=0,003$) (Figura 1). No se encontró asociación significativa

REV ARGENT CARDIOL 2025;93:83-85. <https://doi.org/10.7775/rac.es.v93.i1.20853>

Dirección para correspondencia: Nicolas D'Amelio; Correo electrónico: nicolasdamelio@hotmail.com



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

©Revista Argentina de Cardiología

¹ Programa de hipertensión pulmonar

División Cardiología y Unidad Neumotisiología del Hospital Gral. de Agudos J. M. Ramos Mejía

Tabla 1. Características generales

Característica	Mediana (RIC)
PMAP (mmHg)	59 (34-70)
VM (L/min)	4,75 (4,3-5)
IC (L/min/m ²)	2,83 (2,6-2,9)
VSI (ml/m ²)	34,5 (27,5-41)
Sat. AP (%)	68 (63-73)
RVP (UW)	11 (7,8-12,3)
VO ₂ pico (ml/kg/min)	17,1 (15,7-21)
VE/VCO ₂ pico	34,1 (28,4-43,2)
Aurícula derecha (cm ²)	20 (18-23)
TAPSE (mm)	18 (17-19)
PSAP (mmHg)	40 (35-69)
TAPSE/PSAP	0,45 (0,26-0,49)
FAC (%)	35 (24-48)

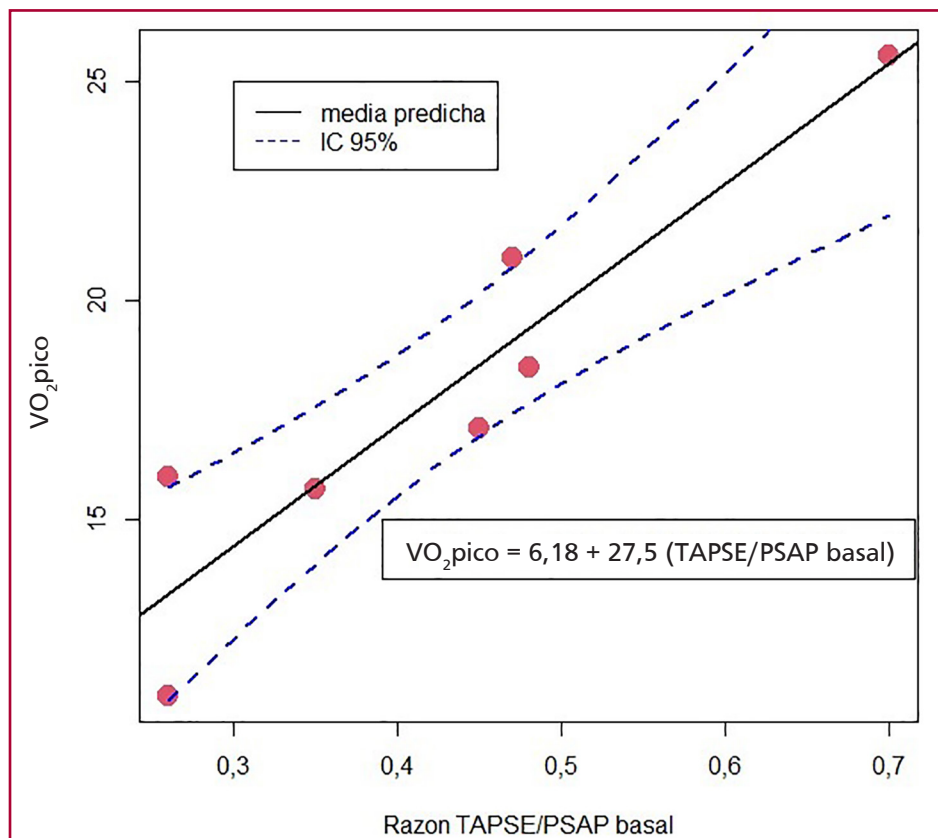
FAC: cambio de área fraccional del ventrículo derecho; IC: índice cardíaco; PMAP: presión media de la arteria pulmonar; PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar; RIC: rango intercuartílico; RVP: resistencia vascular pulmonar; Sat. AP: saturación de O₂ en la arteria pulmonar; TAPSE: excursión sistólica del plano del anillo tricuspideo; UW: unidades Wood; VE/VCO₂ pico: relación ventilación minuto/producción de CO₂ en el pico del esfuerzo VM volumen minuto; VO₂pico: consumo de oxígeno pico; VSI: volumen sistólico indexado

entre otros parámetros de valor pronóstico del TECP en HAP, como el cociente VE/VCO₂, y otras variables ecocardiográficas.

El remodelado de las arteriolas, inherente a la hipertensión pulmonar precapilar causa un incremento progresivo del espacio muerto fisiológico, es decir, aumenta el número de alvéolos que estando sanos y bien ventilados no están perfundidos en reposo. Con el avance de la enfermedad y la progresión del remodelado, el número de alvéolos perfundidos es cada vez menor, como también lo es su reclutamiento durante el esfuerzo. Esta alteración de la relación ventilación/perfusión provoca una progresiva ineficiencia ventilatoria que es responsable de la disnea de esfuerzo de estos pacientes: precisan ventilar más para captar O₂ y eliminar CO₂. La fisiopatología de los pacientes con HAP que se pone de manifiesto durante el TECP se ha descrito en numerosos trabajos. (3)

Conforme avanza la enfermedad vascular pulmonar, se produce remodelado adaptativo y mal adaptativo del ventrículo derecho, condicionando el acoplamiento ventrículo arterial (VD-AP). (4,5)

La relación TAPSE/PSAP es una medida no invasiva que se correlaciona con la medición invasiva del acoplamiento VD-AP. Esta asociación tiene implicancia

Fig. 1. Asociación del VO₂pico con la relación TAPSE/PSAP

IC 95%: intervalo de confianza del 95%; PSAP: presión sistólica de la arteria pulmonar; TAPSE: excursión sistólica del plano del anillo tricuspideo; VO₂pico: consumo de oxígeno pico

pronóstica en pacientes con HTP precapilar. Ghio et al. examinaron el acoplamiento VD-AP, evaluado como TAPSE/PSAP, durante una prueba de esfuerzo con dobutamina en pacientes con HP precapilar. (6) Considerando la incorporación del parámetro TAPSE/PSAP a las GPHP, con la demostración de su valor pronóstico en pacientes con HP así como la utilidad ya establecida del TECP para la estratificación de riesgo, diagnóstico y seguimiento de estos pacientes, el principal hallazgo de nuestro estudio consiste en haber encontrado una fuerte asociación entre la variable TAPSE/PSAP basal con el VO_2 pico, y con solo 7 pacientes.

Al día de la finalización de este escrito, no existe evidencia adicional sobre la asociación de la variable TAPSE/PSAP con el VO_2 pico. La información predictiva de un parámetro de fácil obtención como la relación TAPSE/PSAP, resulta de mucha utilidad teniendo en cuenta la accesibilidad y menor costo de la ecocardiografía respecto de la ergoespirometría, especialmente en escenarios como el manejo de esta condición hemodinámica en regiones de bajos y medianos ingresos. Consideramos que el resultado hallado permite generar una hipótesis que impulse el desarrollo de un estudio con inclusión de mayor número de pacientes.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

(Véase formulario de conflicto de interés de los autores en la Web).

Consideraciones éticas

No aplica

BIBLIOGRAFÍA

1. Humbert M, Kovacs G, Hoeper MM, Badagliacca R, Berger RM, Brida M, et al; ESC/ERS Scientific Document Group. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Eur Heart J* 2022;43:3618-731. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac237>
2. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr* 2015;28:1-39.e14. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
3. Sun XG, Hansen JE, Oudiz RJ, Wasserman K. Exercise pathophysiology in patients with primary pulmonary hypertension. *Circulation* 2001;104:429-35. <https://doi.org/10.1161/hc2901.093198>
4. Rako ZA, Kremer N, Yogeswaran A, Richter MJ, Tello K. Adaptive versus maladaptive right ventricular remodelling. *ESC Heart Fail* 2023;10:762-75. <https://doi.org/10.1002/ehf2.14233>
5. Tello K, Wan J, Dalmer A, Vanderpool R, Ghofrani HA, Naeije R, et al. Validation of the Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion/Systolic Pulmonary Artery Pressure Ratio for the Assessment of Right Ventricular-Arterial Coupling in Severe Pulmonary Hypertension. *Circ Cardiovasc Imaging* 2019;12:e009047. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.119.009047>
6. Ghio S, Fortuni F, Greco A, Turco A, Lombardi C, Scelsi L, et al. Dobutamine stress echocardiography in pulmonary arterial hypertension. *Int J Cardiol* 2018;270:331-5. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.06.032>