

Función ventricular

Tal vez sea bueno distinguir entre lo que significa "entender" la función ventricular y aquello que más bien tiene que ver con "medir" la función ventricular. La distinción es ciertamente artificiosa, pero responde a un hecho lamentablemente real: se "mide" mucho, pero se "entiende" poco la mecánica cardíaca. Y lo más lamentable es que el manto oscurantista que la ensombrece no proviene de que las ideas que maneja sean del dominio de algún abstruso capítulo de la física teórica, sino de la ambigüedad con que se tratan conceptos que, de haber estado bien definidos, hubieran arrojado luz mucho tiempo antes y hubieran evitado innecesarias polémicas. Todavía hoy las palabras "precarga", "poscarga" y "estado inotrópico" parecen tres rótulos en busca de un concepto del cual asirse. Y no porque les falten amarraderos sino, por el contrario, porque cada una de ellas tiene más de uno. De la precarga, por ejemplo, se dice con igual certidumbre que es el volumen de fin de diástole, la presión de fin de diástole, o la tensión parietal de fin de diástole. De la poscarga, que es la presión diastólica aórtica, que es la impedancia aórtica, o que es el *stress* parietal durante la eyección. Pero es el "estado inotrópico" el que ha estado más cerca de convertirse en una "entelequia". Todos hemos hablado de él sin acertar a dar con una caracterización que lo perfilara claramente. Así las cosas, la función ventricular se abrió paso arrojando un sinnúmero de medidas y de índices con los que se pretendió medir y caracterizar magnitudes que no estaban previamente definidas o, al menos, que no lo estaban mediante una definición universalmente aceptada.

La década del setenta se caracterizó por la búsqueda afanosa de un índice sensible y específico de la contractilidad; un índice que no estuviera influenciado por la precarga ni la poscarga. La empresa no tuvo el éxito esperado, pero dejó un arsenal de "mediciones" que se incorporaron a los estudios hemodinámicos sin que ello implicara necesariamente que su empleo presupusiera un acabado conocimiento de su significado. Muchos "midieron" la función ventricular; pero no tantos supieron "evaluarla".

Pero si bien es cierto que el estudio de la función ventricular no ha seguido un camino de impecable ortodoxia epistemológica, tampoco debe creerse que se trata de un *pandemonium* donde nadie sabe de qué se está hablando. El tiempo ha hecho lo suyo y, aunque algunas definiciones quedan pendientes, ya nadie duda que la precarga tiene que ver con los "sucesos" que acontecen al final de

la diástole; que la poscarga se refiere al conjunto de "fuerzas que se oponen" a la eyección ventricular y que el estado inotrópico alude a la "capacidad" contráctil del miocardio.

En este planteo simplista procuraremos recordar cuáles son las reglas que rigen el juego de estas tres variables.

Imaginemos una balanza en uno de cuyos platillos está el estado inotrópico y en el otro la poscarga. El fiel de dicha balanza nos dará una medida de la descarga sistólica del ventrículo en cuestión. Si aumentamos el peso de la poscarga, la balanza se apartará de su posición de equilibrio y el fiel acusará una reducción de la descarga sistólica. Si deseamos recomponer dicha descarga, podemos optar por dos alternativas: 1) aumentamos las pesas del estado inotrópico, o 2) colocamos en el platillo del estado inotrópico una cuantas pesas de precarga; tantas como sean necesarias para restablecer la descarga sistólica. La primera conclusión que sacamos de este hecho es que en el platillo que se opone a la poscarga se admiten dos clases de pesas: las del estado inotrópico y las de precarga.

De hecho, cuando el corazón padece esta suerte de desequilibrios, de quien primero echa mano es de las pesas correspondientes a la precarga.

Si en vez de aumentar el peso de la poscarga disminuimos el del estado inotrópico, la balanza volverá a experimentar la misma suerte de desequilibrio y el fiel volverá a acusar un descenso de la descarga sistólica. Si deseamos recomponer el valor de dicha descarga, nuevamente podremos optar por dos alternativas: 1) disminuir en igual medida el peso de la poscarga o 2) agregar en el platillo del estado inotrópico unas cuantas pesas de precarga; tantas como sean necesarias para recomponer la descarga sistólica. El expediente de apelar a las pesas de precarga es el que primero utiliza el corazón apremiado por tales circunstancias. Pero sucede que la cantidad de pesas de precarga es un número finito; lo cual significa que existe un límite para el uso de las mismas y que, en la medida que son usadas, se va agotando la reserva disponible.

Cuando ya no quedan pesas de precarga,

cuando ya se ha agotado su reserva por haber alcanzado el límite, las únicas pesas que quedan a disposición son las del estado inotrópico por un lado y las de la poscarga por el otro.

Si en tales circunstancias se generan desequilibrios como los anteriormente descritos, el único recurso de que dispone el médico es restaurar el equilibrio operando con la poscarga o con el estado inotrópico. Si aumenta la poscarga, habrá que aumentar proporcionalmente el estado inotrópico; si desciende el estado inotrópico, habrá que descender proporcionalmente la poscarga.

Siguiendo este enfoque simplista diremos algo acerca de cuáles son los índices que pueden orientar al médico en la evaluación de un caso dado. En otras palabras, y siguiendo el símil de nuestra balanza, procuraremos señalar cuáles son los índices que permiten describir la situación de la balanza en un momento dado. Los agruparemos en tres categorías:

- a) Los que indican la posición del fiel.
- b) Los que señalan qué clase de ingredientes se encuentran en el platillo que se opone a la poscarga. Más directamente, los que denuncian si en dicho platillo hay pesas de precarga.
- c) Los que nos orientan acerca de cuán lejos o próximos estamos del límite de precarga. En otras palabras, los que de alguna manera nos anuncian de cuántas pesas de precarga podemos disponer todavía para seguir agregando al platillo que se opone a la poscarga.

Al primer grupo pertenece la descarga sistólica. Al segundo, los índices eyectivos con la fracción de eyección a la cabeza, y al tercero, todos aquellos que reflejan de un modo más o menos directo el volumen de fin de diástole (presión de fin de diástole, presión de enclavamiento, volumen de fin de diástole).

Omitiendo la situación "normal", los casos de mayor interés pueden resumirse en los siguientes:

1. a) Gasto cardíaco normal.
- b) Índices eyectivos descendidos.
- c) Indicadores de volumen moderadamente aumentados.

Que el gasto cardíaco se conserve dentro de límites normales sólo nos indica que la balanza está en equilibrio; que al platillo donde pesa la poscarga se le opone una masa igual que la contrarresta. Lo que no podemos saber con este solo dato es quiénes integran esa masa contrarrestante.

El descenso de los índices eyectivos nos está denunciando que en el platillo que se opone a la poscarga hay dos clases de pesas: las correspondientes al estado inotrópico y las que pertenecen a la precarga. En otras palabras, el descenso de los índices eyectivos pone de manifiesto que ya se ha apelado al uso de la precarga para recomponer el desequilibrio existente entre la poscarga y el estado inotrópico.

Pero, ¿cuánto se ha usado de la reserva de precarga? El moderado ascenso de los indicadores de volumen nos indica que aún no estamos cerca del límite de agotamiento. En otras palabras, que aún nos queda margen de reserva de precarga. En estas condiciones, el cardiólogo deberá actuar sobre el determinante que provocó el desequilibrio (descender la poscarga si es que ha aumentado, o aumentar el estado inotrópico si es que ha descendido), pero lo hará con la tranquilidad de saber que el propio corazón cuenta aún con un margen útil de precarga para compensar por sí mismo situaciones de apremio.

2. a) Gasto cardíaco normal.
- b) Índices eyectivos descendidos.
- c) Indicadores de volumen francamente aumentados.

La balanza continúa en equilibrio pero, a diferencia del caso anterior, las pesas de precarga se han agotado. El corazón no dispone de reserva para componer nuevos desequilibrios entre la poscarga y el estado inotrópico. El médico debe actuar generalmente sobre ambos platillos: aumentando el estado inotrópico tanto como le sea posible y descendiendo la poscarga y al cargar el opuesto con pesas de inotropismo podrá retirar, mediante el uso de diuréticos, las pesas de precarga sobrantes, que pasarán a recomponer la reserva antes agotada.

3. a) Gasto cardíaco descendido.
- b) Índices eyectivos descendidos.

- c) Indicadores de volumen francamente aumentados.

Pese a haberse agotado toda la precarga, ésta no ha sido suficiente para recomponer el equilibrio de la balanza. Como en el caso anterior, el médico deberá actuar enérgicamente sobre ambos platillos aumentando el inotropismo tanto como le sea posible y descendiendo la poscarga con una eficaz terapia vasodilatadora. Pero, a diferencia del caso anterior, esta vez actuará sobre la precarga, no tanto porque le "sobren" pesas, sino más bien para evitar las consecuencias indeseables que tiene un excesivo aumento de la misma. En efecto, la excesiva presión en los capilares pulmonares entraña el riesgo de un edema, y la presión diastólica ventricular elevada atenta contra la normal perfusión de los estratos musculares subendocárdicos.

No se me escapa que esta simplificación entrañará algunas omisiones y que lo dicho es apenas una parte de lo mucho que habría que decir sobre función ventricular, pero cuando se me encomendó este editorial pensé primero en hacer un *racconto* histórico que abundara en referencias bibliográficas y que estuviera acorde con el tono erudito que presupone una nota editorial. Preferí optar por este breviarío en la creencia de poder ayudar a fortalecer el andamiaje conceptual.

Todo lo demás, es cuestión de mantenerse actualizado.

Ricardo H. Pichel
Jefe del Departamento de Investigación
y Docencia de la Fundación Favaloro

BIBLIOGRAFIA

1. Minor WR: Arterial impedance as ventricular afterload. *Circ Res* 36: 565-570, 1975.
2. Pouler H, Covell JW, Ross J, Jr: Effect of alterations in aortic input impedance on the force-velocity-length relationship in the intact canine heart. *Circ Res* 45: 126-136, 1979.
3. Ross J, Jr: Afterload mismatch and preload reserve: a conceptual framework for the analysis of ventricular function. *Progress in Cardiovascular Diseases XVIII* (4), 255-264, 1976.
4. Ross J, Jr: The concept of afterload mismatch and its im-

- plications in the clinical assesment of cardiac contractility. *Jap Circ J* 40 (8): 865-875, 1976.
5. Suga H, Sagawa K: Mathematical relationship between instantaneous ventricular pressure-volume ratio and myocardial force-velocity relation. *Ann Biomed Eng* 1: 160-181, 1972.
 6. Parmley WW, Chuck L, Yeatman L: Comparative evaluation of the specificity and sensitivity of isometric indices of contractility. *Am J Physiol* 228 (2): 506-510, 1975.
 7. Mason DT: Usefulness and limitations of the rate of rise intraventricular pressure (dP/dt) in the evaluation of myocardial contractility in man. *Am J Cardiol* 23: 516-527, 1969.
 8. Parmley WW, Chick L, Sonneblich H: Relation of V max to different models of cardiac muscle. *Circulation Res* 30: 34-43, 1972.
 9. Patterson RE, Kent BB, Peirce II EC: A comparison of empiric contractile indices in intact dogs. *Cardiology* 57: 277-294, 1972.
 10. Ross J, Jr, Covell EH, Sonneblich H, Braunwald E: Contractile state of the heart characterized by force-velocity relations in variably afterloaded and isovolumic beats. *Circulation Res* 18: 149, 1966.
 11. Sarnoff SJ, Berglund E: Ventricular function. I. Starling's law of the heart studied by means of simultaneous right and left ventricular function curves in the dog. *Circulation* 9: 706-712, 1953.
 12. Van Den Vos GC, Elzinga G, Westerhof N, Noble MIN: Problems in the use of indices of myocardial contractility. *Cardiovascular Res* 7: 834-848, 1973.