

Cronología cardíaca externa (Tiempos sistólicos)

Dr. VICTOR ROISENFELD *

Desde la década del 40 hasta nuestros días se ha tratado en forma entusiasta de intitular al estudio de los tiempos del ciclo cardíaco de la manera que más se acercara a su indudable, pero relativa conexión con la hemodinámica cardiovascular: "cronodinogramas", "estudio de la dinámica cardíaca", "cronodinocardiometría", etc. (1). En un plano realista, diremos que aún hoy las mediciones de las fases del ciclo cardíaco en los trazados fonocardiográficos ofrecen algunas dificultades en su metodología e interpretación, y es aventurado involucrar este estudio en un denominado "cateterismo incruento". Una de las dificultades insalvables con la hemodinámica reside en que el sistema de medición que estamos comentando es "unidimensional", solamente puede medir tiempos; en cambio, la hemodinámica es un sistema "bidimensional", además de tiempos mide presiones y volúmenes, algo imposible de lograr mediante este método incruento. Pero, a pesar de ello, creemos que las duraciones de las fases del ciclo cardíaco son de un gran valor para hallar aproximadamente, las modificaciones funcionales del corazón. La diferencia se acorta si tomamos en cuenta el bajo costo, la fácil repetibilidad de los estudios y la técnica totalmente inocua que beneficia al paciente y facilita la labor del médico. No pretendamos ir más allá de lo que el

método puede dar por el momento, "valoración aproximada de la dinámica cardíaca", dijimos, y no debemos olvidarnos que los exámenes clínico, electrocardiográfico, radiológico y fonocardiográfico son también sistemas de diagnóstico aproximativos de la dinámica cardiovascular. La conjunción de todos los elementos de diagnóstico incruentos puede determinar, entonces sí, un más real y efectivo "cateterismo incruento". Este es el motivo que nos ha impulsado a denominar con el rótulo de Cronología (ciencia de los tiempos) Cardíaca Externa (CCE) al estudio de las duraciones de las fases del ciclo cardíaco medidas en los gráficos externos, denominación que indudablemente, designa en forma más modesta a este capítulo de la Cardiología.

De los tiempos sistólicos, los períodos preeyecional (PPE) y el expulsivo ventricular izquierdo (PEvi) son los que han adquirido mayor relevancia para la valoración aproximada de la actividad que desarrolla el ventrículo izquierdo (2). Sin embargo, persisten algunos aspectos que no han sido aclarados debidamente con respecto a la metodología que se debe utilizar, lo cual es de fundamental importancia para hallar resultados óptimos y comparables al estado clínico y hemodinámico del paciente (3).

Actualmente debe utilizarse a estos 2 períodos sistólicos como un método más de seguimiento del cardiópata con trastornos en el funcionamiento cardíaco. De acuerdo con la experiencia adquirida hasta el momento, es evidente que la medición aislada pierde valor a causa de

* Jefe Sección Fonomecanocardiografía, Instituto de Cardiología "H. Pombo de Rodríguez", Academia Nacional de Medicina.

los múltiples factores de error, humanos y técnicos, además de otros imponderables que accionan en descrédito de la única medición hallada. Aplicando un método de seguimiento la técnica se simplifica: el estudioso debe monitorear las duraciones de las fases sistólicas en el mismo paciente, en forma repetida, todas las veces que sea necesario, pero con idéntica técnica, debiendo ser medidos, en lo posible, por la misma persona, ya que de esta manera disminuyen significativamente los factores de error. Esto no es patrimonio exclusivo de la CCE, pues nos ha sido enseñado en forma reiterada con los métodos de seguimiento hemodinámicos de la función ventricular. Asimismo, y dado que los valores normales del PEvi varía de autor en autor, antes de emprender cualquier tipo de investigación es aconsejable hallar, con la misma técnica que se ha de emplear en el seguimiento de los enfermos, nuestros valores normales y sus desviaciones estandares. El método de seguimiento puede ser efectuado de dos maneras posibles: 1) El seguimiento espontáneo, dejando evolucionar naturalmente a la enfermedad, procedimiento mediante el cual conseguiríamos no sólo valorar los beneficios que producen determinados tratamientos (clínico o quirúrgico), sino que se podría realizar un diagnóstico anticipado de las fallas en el funcionamiento ventricular izquierdo, y 2) el seguimiento provocado, en el cual a partir de un estado basal, modificamos rápidamente el funcionamiento cardíaco de un paciente mediante drogas, ejercicios programados u otras maniobras, tratando de hallar el momento evolutivo de la afección y su pronóstico, datos de sumo interés para evaluar un tratamiento futuro. Con respecto a este último tipo de seguimiento, desde hace aproximadamente un año estamos efectuando una investigación con un nuevo esfuerzo isométrico, el esfuerzo podal sostenido (EPS), el cual utiliza los miembros inferiores. Este ejercicio es el primero en su tipo, ya que en su programación no interviene la voluntad del paciente. Los resultados obtenidos permiten predecir un mejor análisis de la situación cardiovascular respecto de otros métodos de esfuerzo isométrico.

Otro aspecto algo controvertido de la metodología se refiere a la técnica de

medición de las fases sistólicas en los trazados externos. La dificultad se observa con el PPE, ya que el PEvi no requiere otro registro que la de un pulso arterial periférico con una bien definida iniciación en su ascenso y una bien visible incisura; inclusive la frecuencia cardíaca se puede obtener midiendo el tiempo de pie a pie o de incisura a incisura. En cambio con el PPE sería necesario obtener 3 registros: un electrocardiograma, un fonocardiograma en el área de la punta cardíaca y un pulso arterial, todo ello con el propósito de realizar las correcciones correspondientes. Nosotros disentimos con esta técnica, creemos que con un registrador que posibilite la obtención de un electrocardiograma y de un pulso arterial es suficiente, ya que no es necesario efectuar ningún tipo de corrección en un método de seguimiento. Si la medición es realizada siempre por la misma persona, idénticos errores técnicos los tendremos tanto en el trazado de control como en los registros siguientes practicados durante el seguimiento del mismo paciente. Por otro lado, tampoco interesa si el sistema de registro posee un error en su calibración de pocos milésimos de segundo, ya que ese error va a ser incluido en todas las mediciones efectuadas en el transcurso de la monitorización y en las investigaciones de los valores normales.

Un problema que obsesiona a algunos fonocardiografistas es la influencia que, indudablemente, ejerce la frecuencia cardíaca sobre las duraciones de los 2 períodos sistólicos. Muchos investigadores en la materia se hallan decepcionados por este problema. Sin embargo, les recordamos que exactamente por la misma situación pasan los hemodinamistas que se encuentran abocados al estudio de los parámetros que miden la contractilidad miocárdica, y a pesar de que todavía no ha sido posible resolver tal inconveniente, ello no ha sido óbice para la prosecución de las investigaciones.

Al igual que los parámetros hemodinámicos, cada una de las fases sistólicas dependen de múltiples determinantes. La corrección a la frecuencia cardíaca, tratando de anular su influencia en las duraciones del PPE y del PEvi para inferir la variación de la determinante que nos interesa, se ve en cierta forma impedida si otra u otras de las determinan-

tes de menor importancia no quedan estables durante la realización del estudio. En hemodinámica, los parámetros basados en la primera derivada de la presión ventricular izquierda (dp/dt) adolecen de las mismas dificultades, ya que existen numerosas determinantes que los modifican. Ello ha sido motivo de innumerables correcciones para tratar de inferir la contractilidad del ventrículo izquierdo.

Creemos que no es de suma utilidad corregir el PPE a la frecuencia cardíaca, dado que hemos comprobado en forma experimental que su relación lineal es real, pero no muy significativa; en cambio, el PEvi posee una relación estadística lineal, real y altamente significativa con la frecuencia cardíaca, lo cual hace ineludible su corrección para tratar de verificar las otras variables que modifican su duración. El método de corrección que se ha de emplear no interesa sobremedida, lo fundamental es que ese mismo método sea adoptado en todas las investigaciones que se realicen para el control de los enfermos cardíacos.

La duración del PPE se encuentra relacionada a la presión diastólica aórtica, a la frecuencia cardíaca y a la velocidad de ascenso de la presión isovolumétrica sistólica ventricular. Las relaciones estadísticas efectuadas por nosotros en estudios experimentales y en humanos han demostrado que esta relación es mayor, lineal y real con la velocidad de ascenso de la presión isovolumétrica que con sus otras determinantes. Aunque la dp/dt max o la $\Delta P/\Delta T$ sean parámetros de la función del músculo cardíaco algo groseros, su medición indirecta y aproximada mediante la duración del PPE hace que este tiempo adquiera relevancia, dado lo elemental de su metodología incruenta.

Con respecto al PEvi, desde hace 6 años utilizamos la fórmula de Bazzet modificada, $PEvi/\sqrt{R-R}$ (PEco), para corregirlo a la frecuencia cardíaca (4-5). Esta fórmula nos ha proporcionado buenos resultados en las investigaciones efectuadas. Su pequeña doble desviación estándar ($0,334 \pm 0,024$), y su fácil obtención dan un máximo de seguridad a las cifras halladas.

El período expulsivo corregido (PEco) se halla relacionado al volumen sistólico

y a la velocidad expulsiva media del ventrículo izquierdo. Esta última determinante fue sugerida en un trabajo experimental que realizamos en perros normales, en el cual, mediante un seguimiento provocado con diversas drogas, modificamos el funcionamiento cardíaco, efectuando al mismo tiempo trazados externos y curvas de presión aórtica y ventricular izquierda. La teoría de varios autores de que al corregir el PEvi a la frecuencia cardíaca se deducía el gasto sistólico, quedaba desvirtuada en numerosas situaciones (6). En la estenosis aórtica severa no era muy fácil explicar el motivo por el cual el PEco aumentaba ni tampoco por qué disminuía con la administración de digital en normales. En ese trabajo experimental comprobamos que el reducir la contractilidad miocárdica con drogas bloqueantes beta-adrenérgicas, el PEco aumentaba; por lo contrario, al administrar inotrópicos positivos como el isoproterenol, el glucagón o la digital del PEco disminuía (7). Los aumentos y disminuciones fueron estadísticamente significativos. Es indudable que en estos casos no cabía la posibilidad de cambios en el volumen sistólico en forma paralela a las modificaciones del PEco. Supusimos entonces que el factor que determinaba estos resultados era la velocidad media de expulsión ventricular, es decir, la rapidez con que se expulsa el volumen sistólico, no dependiente con exclusividad de la cantidad de sangre eyectada, sino también del estado contráctil y de la impedancia expulsiva o postcarga. Por otro lado, sabemos que el volumen sistólico se encuentra determinado por numerosas variables hemodinámicas: la precarga, la postcarga, la contractilidad, la frecuencia cardíaca y la sinergia contráctil.

En un estudio hemodinámico realizado con el EPS en personas normales, comprobamos que durante el ejercicio el PEco aumentaba en forma significativa y a los 30 segundos de finalizada la prueba, el PEco se normalizaba o disminuía en forma no significativa con respecto a los valores controles. Sin embargo, el volumen sistólico de estas personas se elevó más en el postesfuerzo que durante el ejercicio, siendo esta diferencia altamente significativa. Por lo que consideramos que durante un determinado esfuerzo la velocidad expulsiva media

se halla disminuida por el incremento de la postcarga, mientras en el postesfuerzo el importante aumento de la contractilidad y la caída de la presión arterial y las resistencias sistémicas, hacen que esa velocidad aumente normalizando o disminuyendo el PEco.

En los pacientes con inotropismo afectado en los cuales se registra una caída del volumen sistólico durante el esfuerzo, comprobamos que el PEco disminuía, evidenciando una neta predominancia de este parámetro hemodinámico sobre las demás determinantes del PEvi, a pesar que a veces se producía un incremento compensador de la postcarga. En estos casos en que la falla contráctil hace descender al volumen sistólico, la expulsión aparentemente es más rápida. Sin embargo, la postcarga puede actuar como factor de regulación de la velocidad media, modificando en más o en menos la duración del PEvi.

Este intrincado juego de aumentos y disminuciones de las variables hemodinámicas que afectan a la duración del PEvi, debería ser investigado con mayor profundidad, de esto depende la posibilidad de un diagnóstico más certero de los cambios funcionales del corazón. Por otro lado, otra de las incógnitas es que no se sabe con certeza si existe un determinado patrón evolutivo del PEvi para cada tipo de patología. De todas maneras, podemos afirmar casi con seguridad que el PEco es una resultante de la acción que imprimen el conjunto de variables hemodinámicas que determinan el funcionamiento como bomba del ventrículo izquierdo.

Para finalizar, consideramos que los tiempos sistólicos constituyen un vasto campo propicio para la realización de innumerables investigaciones que deben

ser encaminadas, fundamentalmente, hacia los siguientes temas:

- 1) Originar nuevos procedimientos para obtener mejores registros gráficos externos que nos permitan seguir con facilidad las modificaciones en sus duraciones.
- 2) Establecimiento de normas adecuadas para mejorar los métodos de seguimiento incruentos de los pacientes portadores de distintas cardiopatías.
- 3) Creación de índices de pronóstico mediante los resultados obtenidos durante los seguimientos provocados.

BIBLIOGRAFIA

1. Fishleder, B. L.: Exploración cardiovascular y Fonomecanocardiografía clínica. La Prensa Médica Mexicana, 1966.
2. Esper, R. J.: Tiempos sistólicos del ventrículo izquierdo. Rev. Arg. de Cardiol. 41: 451, 1973.
3. Esper, R. J.; Madhoery, R. J.: "Progresos en auscultación y fonomecanocardiografía". López Libreros Editores, Bs. As.; 1974; pág. 280.
4. Roisenfeld, V.; Franco, R.; Sáenz, M. E.; Mazitelli, A.; Bengolea, A.: Un nuevo nomograma que relaciona el período expulsivo ventricular izquierdo con la frecuencia cardíaca. Rev. Arg. de Cardiol. 39: 72, 1971.
5. Roisenfeld, V.; Franco, R.; Lapuente, A.; Bengolea, A.; Dutrey, D.: Modificaciones del período expulsivo corregido ventricular izquierdo (PEco) en el infarto agudo de miocardio. Rev. Arg. de Cardiol. 39: 25, 1971.
6. Weissler, A. M.; Peelen, R. G.; Rochli, W. H.: Relationships between left ventricular ejection time, stroke volume and heart rate in normal individuals and patients with cardiovascular disease. Am. Heart J. 62: 367, 1961.
7. Caiafa, P.; Desimone, A.; Otero, E. A.: Determinación de los períodos sistólicos en normales, con dosis progresivas de isoproterenol, Rev. Arg. de Cardiol. 40: 305, 1975.