

Recomendaciones para la Mejor Utilización del Fonomecanocardiograma

Comité de Fonomecanocardiografía designado por la Sociedad Argentina de Cardiología

Coordinador Dr. RICARDO J. ESPER, Integrantes Dra. GLADYS CALVIÑO, Dr. ALBERTO DEMARTINI, JORGE GLENNY, ROBERTO J. MADOERY, GUILLERMO RICCI

DEFINICION

En cada latido cardíaco el corazón genera una amplia y heterogénea gama de vibraciones. Las oscilaciones de más bajas frecuencias, 0 a 15 Hz, por lo general de mayor intensidad, producen movimientos visibles y palpables; latidos precordiales, pulsos arteriales y venosos. Oscilaciones de más de 20 Hz pueden ser percibidas por el oído humano manifestándose como ruidos y soplos.

El registro gráfico simultáneo de toda esta gama de vibraciones constituye el Fonomecanocardiograma (FMCG), utilizándose habitualmente la denominación Fonocardiograma (FCG) para el espectro audible y mecanocardiograma (MCG) para las frecuencias bajas y pulsos.

EQUIPOS PARA FONOMECHANOCARDIOGRAFIA

De la anterior definición surge la necesidad de que un equipo para fonomecanocardiografía debe tener por lo menos tres canales de registro. Uno adaptado para frecuencias audibles, otro para pulsos y un tercero para la inscripción simultánea de un electrocardiograma de referencia. Existe una gran variedad de los mismos siendo necesario que dispongan de los siguientes requisitos mínimos:

- 1) Respuestas de amplificación entre 0 y 600 Hz de ± 3 decibeles, para la entrada de baja ganancia, y entre 0.02 y 600 Hz (± 3 db) para la entrada de alta ganancia.
- 2) En todos los casos los equipos deben especificar estrictamente estas características y es conveniente su control con una periodicidad acorde a la utilización.
- 3) Un sistema de filtros adecuado para permitir el registro independiente de pulsos y diversas gamas de vibraciones audibles.

- 4) El sistema de registro debe permitir inscribir por lo menos 3 señales simultáneas: Electrocardiograma, fonocardiograma y pulsos, con capacidad para registrar de 0 a 600 Hz (± 3 db) y a velocidades variables hasta no menos de 100 mm/seg.

Es aconsejable, aunque no indispensable que los equipos posean los siguientes agregados:

- I) Osciloscopio u osciloscopios que permitan visualizar las señales que luego se registrarán.
- II) Mayor cantidad de canales de inscripción y registro.
- III) Circuitos para obtener la diferencial o la integral de una señal.
- IV) Por representar una ventaja de gran utilidad práctica, son preferibles los sistemas de inscripción directa o que no necesiten reveladores húmedos, con velocidades mayores de 100 mm/seg y, si es posible hasta 500 mm/seg, siempre que conserven la capacidad de amplificación especificada anteriormente.
- V) Ecocardiografía en modo M simultáneo.

Todos estos elementos incrementan las posibilidades diagnósticas, docentes y de investigación.

Receptores y Transductores

Los receptores de las señales de pulsos pueden ser de contacto o en forma de campana para transmisión aérea. Es preferible utilizar receptores de contacto cuya superficie sea pequeña, pues permite disminuir los fenómenos que deforman la transmisión a través de los tejidos. Si se emplean receptores de campana, estos deben tener el menor volumen interno posible para reducir las posibilidades de amortiguación de la cámara aérea.

Si la transmisión de la señal es aérea, es aconsejable utilizar tubos cortos, suficientemente rígidos y con diámetros apropiados para reducir la deformación de la señal que éstos pueden producir.

Todos los transductores de pulsos deben tener respuesta lineal entre 0.02 y 15 Hz, pero preferentemente deben responder desde 0 Hz.

En cuanto a los micrófonos para captar los fenómenos auscultatorios, son preferibles los de contacto, ya sean piezoeléctricos o electrodinámicos, y en el caso de los captadores en forma de campana, al igual que los receptores de pulso deben tener el menor volumen interno posible con el mayor diámetro.

NECESIDADES MINIMAS PARA UN LABORATORIO DE FONOMEKANOCARDIOGRAFIA

Para realizar fonomekanocardiogramas no se necesitan más elementos que los indispensables de un consultorio clínico, es decir una camilla para recostar al paciente, un asiento cómodo para el operador y una fuente de energía para alimentar el equipo. Es preferible que el ambiente sea silencioso y alejado de ruidos parásitos como motor de automóviles, motores de equipos de aire acondicionados, etc., así como evitar el tránsito excesivo de profesionales y/o auxiliares que dificultan un buen registro.

Es aconsejable, pero no imprescindible, un lugar amplio y cómodo para poder ubicar otros equipos de diagnóstico como ecocardiógrafo, ergómetros, etc., que complementan al fonomekanocardiograma incrementando sus posibilidades. Asimismo la posibilidad de instalaciones que garanticen aislación de ruidos externos, aire acondicionado central y otros elementos de confort.

Es también útil poseer un ambiente contiguo con escritorio y archivo donde se pueden simultáneamente analizar los trazados.

No es necesario instalaciones especiales para protección de radiaciones ni equipos para resucitación cardiopulmonar, a menos que se realicen maniobras agregadas de esfuerzos físicos o pruebas farmacológicas.

No se requiere ninguna ubicación física especial dentro del diagrama de un servicio de cardiología, aunque es aconsejable el fácil acceso a otros sectores como hemodinamia, internación, unidad de cuidados intensivos, servicios de guardia, etc. Procurar siempre su cercanía a todas las secciones en

relación con cardiología por la proximidad del mayor caudal de pacientes, la capacidad de completar el diagnóstico de otras técnicas o la facilidad de acceso a otros estudios complementarios.

TECNICA DEL EXAMEN

Un examen fonomekanocardiográfico no sólo aclara o completa el examen físico, sino que bien utilizado puede brindar elementos que en algunos casos permiten un diagnóstico certero y, en otros, contribuye a simplificar otros exámenes complementarios como el ecocardiograma y los estudios hemodinámicos. Además, es un inestimable auxiliar de la docencia, pues permite el control objetivo del examen, y de enorme valor para el archivo clínico del examen físico de los pacientes.

Su correcta realización requiere que el operador tenga un suficiente caudal de conocimientos no sólo cardiológicos, sino nociones adecuadas de física y electrónica para interpretar los errores de técnica que, en algunos casos, puedan llevar al diagnóstico erróneo.

Se debe comenzar por un interrogatorio y examen físico completo que oriente al operador en el tipo de técnicas a utilizar para destacar los signos a investigar. Es preferible, además, poder tener electrocardiograma y radiografía de tórax del paciente.

Un estudio fonomekanocardiográfico mínimo debe contar con el registro fonocardiográfico de las áreas de auscultación que el operador crea necesarias y suficientes según la patología subyacente, con al menos dos tipos de filtros para frecuencias bajas y altas, y acompañado de un arteriograma, preferentemente carotídeo y una derivación electrocardiográfica. Según el padecimiento del paciente y/o los elementos diagnósticos que se deseen investigar, se agregarán el fonocardiograma de otras áreas de auscultación, apexcardiograma, flebograma yugular y registros en posición decúbito lateral izquierdo.

En algunos casos se requiere realizar un estudio más completo que incluya otros decúbitos y maniobras posturales, respiratorias, de esfuerzo físico y farmacológicas.

PERSONAL TECNICO

El operador ideal para obtener fonomekanocardiogramas es el médico cardiólogo y con amplia experiencia en el examen físico de los pacientes. Puede realizarlo un mé-

dico clínico general con interés en cardiología, pero si su experiencia no es suficiente, es aconsejable contar con el apoyo de alguien más experimentado. De cualquier manera, es necesario realizar un tiempo de instrucción y entrenamiento práctico, variable según el conocimiento cardiológico previo y el volumen de pacientes estudiados.

Los médicos cardiólogos que se adiestran solos en esta especialidad, es preferible que lo realicen en centros de alta complejidad cardiológica, para contar con elementos diagnósticos que corroboren y evalúen sus hallazgos.

En nuestro medio no ha sido posible entrenar técnicos capaces de realizar fonomecanocardiogramas confiables y es posible que ello no pueda lograrse, por lo menos en un futuro próximo, pues el tiempo necesario de instrucción resultaría harto prolongado. No obstante, sería necesario contemplar esta posibilidad cuando se realicen exámenes masivos con fines catastrales.

INDICACIONES DEL FONOMEKANOCARDIOGRAMA

Por tratarse de una técnica totalmente inofensiva, fácilmente repetible y sin ningún riesgo, no presenta contraindicaciones.

Sus indicaciones son tan amplias como el examen físico cardiovascular y, por ello, abarca toda la cardiología.

Su importancia no es sólo diagnóstica, sino de gran utilidad docente para corregir al iniciado en estas técnicas semiológicas y de inestimable valor para contar con un real y objetivo parámetro de comparación del examen físico del paciente al archivarlo en la historia clínica.

Se deben tomar precauciones y, según el criterio médico, contraindicar el estudio, cuando se intentan realizar maniobras de esfuerzo físico y/o farmacológicas que por la patología del paciente puedan significar riesgo.

INDICACIONES PARA LA OBTENCION DE FONOMEKANOCARDIOGRAMAS COMPARABLES

1. La derivación electrocardiográfica debe indicar el origen real del QRS, para lo cual es aconsejable obtener previamente y en forma simultánea las tres deri-

vaciones clásicas bipolares o las unipolares de los miembros, para determinar cual es la que permite la más fácil lectura del comienzo real del QRS. De no ser posible ello, utilizar siempre la misma derivación, preferiblemente D_{II}. En todos los casos es necesario aclarar en el trazado la derivación empleada.

2. El pulso arterial ideal de referencia, es el más próximo a la raíz aórtica con el mínimo de tejidos interpuestos que pudiera deformarlo. Ello se logra con el carotidograma del lado derecho. De no ser posible utilizar el carotidograma izquierdo o los pulsos subclavios, pero indicando cual pulso se obtuvo. El latido del arco aórtico en el hueco supraesternal no es constante y generalmente está afectado por el grueso de los tejidos interpuestos, aunque puede significar otra opción.
3. El apexcardiograma se deberá intentar registrar siempre en decúbito lateral izquierdo y sobre el punto de máxima impulsión sistólica del latido apexiano. En algunos casos de gran agrandamiento cardíacos o de deformaciones torácicas se podrá considerar su registro en decúbito dorsal.
4. El flebograma yugular es preferible de obtener en el lado derecho del cuello, sobre el golfo de la yugular. De no ser posible intentarlo sobre la yugular interna o sobre el lado izquierdo del cuello. De no lograrse, emplear la yugular externa u otra vena.
5. El fonocardiograma se registrará en todas las áreas de auscultación que el operador creyera necesario, con filtros de frecuencias graves y altas, y de ser posible medias. Para las referencias de tiempo utilizar las frecuencias altas o medias, pero no las bajas. Es aconsejable, además, registrar el área mitral en decúbito lateral izquierdo.
6. Los registros se pueden realizar con respiración normal, apnea espiratoria o inspiratoria, dejando constancia de ello en el trazado.
7. Las mediciones de tiempo, especialmente los intervalos sistólicos del ventrículo izquierdo, se deben realizar siempre con respiración normal y sobre por lo menos un ciclo respiratorio completo, preferiblemente dos ciclos, promediando los resultados. En el caso de

- haber arritmias sinusales, excesiva bradicardia o fibrilación auricular, tomar 12 latidos y deshechar el más corto y el de mayor duración, promediando los resultados de los diez restantes, pero siempre con respiración normal.
8. Los registros son aconsejables de obtener a una velocidad de papel de 50 a 100 mm/seg, pero en el caso de realizar mediciones debe ser no menor de 100 mm/seg.
Es aconsejable controlar la fidelidad de la velocidad del papel en el sistema de registro periódicamente, y no realizar mediciones en el primer latido cuando se inicia la inscripción.
 9. El fonomecanocardiograma puede complementarse con maniobras respiratorias, posicionales, de ejercicios isométricos o ergométricos, farmacológicas, etc., según las necesidades del caso y el criterio del operador.
 10. Cuando se desea realizar Fonomecanocardiogramas para el control evolutivo del paciente, tener el suficiente cuidado de realizarlo en las mismas condiciones y con frecuencias cardíacas semejantes.

BIBLIOGRAFIA

1. Bancroft, W. H., Jr.; Eddelman, E. E., Jr. y Larkin, L. N.: Methods and physical characteristics of the kinetocardiographic and Apex cardiographic systems for recording low-frequency precordial motion. *Amer. Heart J.*, 73: 756, 1967.
2. Beilin, L. y Mounsey, R.: The left ventricular impulse in hypertensive heart disease. *Brit. Heart J.*, 24: 409, 1962.
3. Caeiro, A.: El pulso venoso normal. Ed. Amorrortu, Buenos Aires, 1942.
4. Caeiro, A. y Orías O.: El fonocardiograma registrado en los distintos focos de auscultación. *Rev. Argent. Cardiol.*, 4: 71, 1937.
5. Cuesta Silva, M.; Ricci, G. y Perosío, A.: Factores de error en fonomecanocardiografía: 1) Derivados de falta de análisis del electrocardiograma. *Rev. Argent. Cardiol.*, 38: 241, 1970.
6. Dexter, L.: Los ruidos cardíacos y la aceleración del flujo sanguíneo. *Rev. Argent. Cardiol.*, 31: 1, 1964.
7. Ertel, P. I.; Lawrence, M.; Brown, R. J. y Stern, A. M.: Stethoscope acoustics: 1. The doctor and his stethoscope. *Circulation*, 34: 889, 1966.
8. Ertel, P. I.; Lawrence, M.; Brown, R. J. y Stern, A. M.: Stethoscope acoustics: II. Transmission and filtration patterns. *Circulation*, 34: 899, 1966.
9. Esper, R. J.: Tiempos sistólicos del ventrículo izquierdo. *Rev. Argent. Cardiol.*, 41: 451, 1973.
10. Esper, R. J. y Madoery, R. J.: *Progresos en Auscultación y Fonomecanocardiografía*. López Libreros Editores. Buenos Aires, 1974.
11. Falsetti, H. L.; Mates, R. E.; Carroll, R. J.; Gupta, R. L. y Bell, A. C.: Analysis and correction of pressure wave distortion in fluid-filled catheter systems. *Circulation*, 49: 165, 1974.
12. Fishleder, B. L.: *Exploración cardiovascular y fonomecanocardiografía clínica*. La Prensa Médica Mexicana, México, 1966.
13. Kestelcot, K.; Willems, J. y Van Wellenhoven, E.: On the physical principles and methodology of mechanocardiography. *Acta Cardiol.*, 24: 147, 1969.
14. Leatham, A.: *Auscultation of the heart and phonocardiography*. J. and A. Churchill, Londres, 1970.
15. Luisada, A. A.: *From auscultation to phonocardiography*. The C. V. Mosby Company, Saint Louis, 1965.
16. Luisada, A. A.: *The heart beat*. Paul B. Hoeber Inc., Nueva York, 1953.
17. Madoery, R. J.: El apexcardiograma. *Rev. Méd. de Córdoba (Argentina)*, 59: 105, 1971.
18. Madoery, R. J.: El apexcardiograma en las lesiones del tracto de salida del ventrículo izquierdo. *Rev. Méd. de Córdoba (Argentina)*, 60: 42, 1972.
19. Madoery, R. J.: El apexcardiograma en las lesiones mitrales. *Rev. Méd. de Córdoba (Argentina)*, 60: 175, 1972.
20. Madoery, R. K.: El apexcardiograma. IV: Cardiopatía isquémica. *Cardiopatías congénitas. Misceláneas*. *Rev. Méd. de Córdoba (Argentina)*, 61: 57, 1973.
21. Madoery, R. J.: *Fonocardiografía intracavitaria*. Tesis doctoral. U.N.C., 1968.
22. McKusik, V. A.; Webb, G. N.; Humphries, J. O. y Reid, J. A.: On cardiovascular sound. Further observations by means of spectral phonocardiography. *Circulation*, 11: 849, 1955.
23. Mendel, D.: *A practice of cardiac catheterization*. Blackwell Scientific Publications. Londres, 1968.
24. Miller, A. y White, P. D.: Crystal microphone for pulse wave recording. *Amer. Heart J.*, 21: 504, 1941.
25. Moreyra, E. y Madoery, R. J.: Fenómenos acústicos inducidos en el diagnóstico de estenosis muscular subaórtica. *Rev. Argent. Cardiol.*, 38: 251, 1970.
26. Moreyra, E.; Buteler, B.; Madoery, R. J. et al.: Drugs and maneuvers in the diagnosis of muscular subaortic stenosis. *Amer. Heart J.*, 83: 431, 1972.
27. Orías, O.: *Registro e interpretación de la actividad cardíaca*. El Ateneo, Buenos Aires, 1939, 3ª edición.
28. Orías, O. y Braun Menéndez, E.: *Los ruidos cardíacos en condiciones normales y patológicas*. El Ateneo, Buenos Aires, 1937.
29. Perosío, A. M.; Cuesta Silva, M.; Courtis, T.; Ricci, G. y Chamí, P.: *Cardiograma apexiano. Morfología y cronología*. *Rev. Argent. Cardiol.*, 34: 233, 1967.
30. Perosío, A. M.; Cuesta Silva, M.; Courtis, T. H.; Ricci, G. y Chamí, P.: *Cardiograma apexiano. 1) Morfología y cronología según el método empleado*. *Rev. Argent. Cardiol.*, 34: 233, 1967.
31. Perosío, A. M.; Cuesta Silva, M. A. y Ricci, G. J.: The first heart sound. Its relation with the apex cardiogram. *Amer. J. Cardiol.*, 32: 283, 1973.
32. Pujadas, G.; Rodríguez, M.; Rubinstein, H. y Saab, A.: *Estudio crítico de los receptores de pulsos utilizados en fonocardiografía*. Inédito.
33. Rappaport, M. B. y Sprague, H. B.: Physiologic and physical laws that govern auscultation, and their clinical application. The acoustic stethoscope and the electrical amplifying stethoscope and stethograph. *Amer. Heart J.*, 21: 257, 1941.

34. Rappaport, M. B. y Sprague, H. B.: The effect of tubing on Stethoscope efficiency. Amer. Heart J., 42: 605, 1951.
35. Ravin, A.: Auscultación del corazón. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires, 1960.
36. Rushmer, R. F.: Cardiovascular dynamics. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1970.
37. Sprague, H. B. y Rappaport, M. D.: The importance of improper fitting of stethoscope to ears on auscultatory efficiency. Amer. Heart J., 43: 713, 1952.
38. Taquini, A. C.: Los ruidos cardíacos normales por vía esofágica. Rev. Soc. Argent. Biol., 13: 24, 1937.
39. Trimmer, K. D.: Response of physical systems. John Wiley and Sons Inc., Nueva York, 1950.
40. Warren, J. V.: Gallop Rhythm. Circulation, 15: 321, 1957.
41. Wiggers, C. J.: Physiology in health and disease. Lea and Febiger, Filadelfia, 1949.
42. Wiggers, C. J.: Studies on the consecutive phases of the cardiac cycle. I. The duration of the consecutive phases of the cardiac cycle and the criteria for their precise determination. Amer. J. Physiol., 56: 415, 1921.
43. Wiggers, C. J.: Studies on the consecutive phases of the cardiac cycle. II. The laws governing the relative durations of ventricular systole and diastole. Amer. J. Physiol., 56: 439, 1921.
44. Wolff, H. S.: Biomedical Engineering. World University Library, Loidres, 1970.
45. Zalter, R.; Hodara, H. y Luisada, A. A.: Phonocardiography. I. General principles and problems of standarization. Amer. J. Cardiol., 4: 3, 1959.

F. MANZONI y Cía S.R.L.

ELECTROCARDIOGRAFOS

ELECTRICOS y a PILAS y ELECTRICO (DUALES)
PARA PAPEL DE 45 ó 50 mm, INDISTINTAMENTE

LINEA **DYNE** DE TERAPIA

CARDIOSCOPIOS

DEFIBRILADOR SINCRONIZADO

MARCAPASO A DEMANDA

CARDIOVERSOR

ALARMAS

UNIDADES CENTRALES

TAMBIEN **CARDIO GRABADOR** DE
BIO-INGENIERIA CON DECODIFICADOR

PAPELES DE INSCRIPCION DIRECTA DE TODAS LAS MEDIDAS

Av. CORDOBA 2463

T. E. 83 - 0375

BUENOS AIRES