

CONTROL POR MONITOR DEL PRODUCTO PRESION FRECUENCIA (PPF) DURANTE LA ANESTESIA DEL PACIENTE CORONARIO A QUIEN SE HACE REVASCULARIZACION

*DR. JAVIER HORACIO CAMPOS TORRES

**DR. PASTOR LUNA ORTIZ

***DR. MANUEL GIL MORENO

****DR. CARLOS PEÓN LOMELÍ

*****DR. MIGUEL ANGEL PARATZ

RESUMEN

Durante la anestesia del paciente coronario es obligatorio conservar un adecuado balance entre la oferta y la demanda de oxígeno al miocardio. El producto presión-frecuencia (PPF) se ha recomendado como guía para prevenir la lesión isquémica miocárdica en el paciente coronario y se ha propuesto como meta no exceder los límites de 12,000. En este trabajo se estudiaron 30 pacientes sometidos a revascularización coronaria, se efectuó una correlación entre el aumento del PPF y los cambios en el electrocardiograma (ECG), alteraciones del segmento ST y zonas de isquemia, durante la anestesia. Los pacientes fueron valorados en el preoperatorio con los siguientes datos hemodinámicos de función ventricular izquierda: presión telediastólica de ventrículo izquierdo (PTDVI) y fracción de eyección ventricular (FEV). Se dividieron en cuatro grupos según la técnica anestésica (mantenimiento anestésico), se valoró el aumento del PPF y los cambios del ECG durante la inducción anestésica, inicio de cirugía, fin de anestesia y las primeras tres horas del postoperatorio. Cinco pacientes tuvieron alteraciones del segmento ST y zonas de isquemia en el ECG con enzimas sanguíneas altas y PPF aumentado. Se concluye que el PPF como índice de consumo de oxígeno puede ser útil como técnica no invasiva durante la anestesia del paciente coronario.

SUMMARY

We are attempting to show a correlation between electrocardiographic changes and (RPP) rate pressure product, in patients undergoing coronary bypass surgery in the transoperative period.

In patients undergoing coronary bypass surgery it is mandatory to maintain an adequate balance between the demand and uptake of oxygen delivered to the myocardium.

The guide that has been suggested to prevent myocardial ischemia in coronary bypass patients is the (RPP), its upper limit should not exceed 12,000. We have studied 30 coronary bypass patients and found a correlation between an increased (RPP) and electrocardiographic changes such as alterations of the ST segment and ischemic zones during the anaesthetic and immediate postoperative period, preoperative evaluation included, left ventricular function (LVF), left ventricular telediastolic and pressure (LVTEP), and ventricular ejection fraction (FEV). The patients were divided into four groups according to the anaesthetic technique. The RPP and EKG changes were evaluated during induction, beginning and end of surgery as well as post-operatively, five patients showed ST segment alterations and ischemic zones in the EKG. Assessment as well as a rise cardiac enzymes and RPP. We conclude that RPP is a good index of oxygen consumption and a useful technique for patients undergoing coronary bypass surgery.

*Médico residente del Servicio de Anestesiología Cardiovascular del Instituto Nacional de Cardiología "Dr. Ignacio Chávez". México, D.F.

**Médico Adscrito y Coordinador del Servicio de Anestesiología Cardiovascular del Instituto Nacional de Cardiología. México, D.F.

***Médico Adscrito del Servicio de Hemodinámica del Instituto Nacional de Cardiología. México, D.F.

****Médico Adscrito del Servicio de Anestesiología Cardiovascular del Instituto Nacional de Cardiología. México, D.F.

*****Médico Becario del Servicio de Anestesiología Cardiovascular del Instituto Nacional de Cardiología. México, D.F.

INTRODUCCIÓN

DESDE hace más de 50 años se ha sabido que el consumo de oxígeno minuto del corazón (MVO₂), está condicionado por su funcionamiento mecánico.

Se ha pretendido que el producto del desarrollo de la presión en el ventrículo y la frecuencia cardíaca puedan explicar totalmente el consumo de oxígeno miocárdico.^{1,2}

Se sabe, sin embargo, que la utilización de la energía del corazón depende de varios factores (cuadro I), cada uno de los cuales contribuye en grado variable al MVO₂.

CUADRO I. DETERMINANTES DEL CONSUMO DE OXIGENO MIOCÁRDICO.

Mayores:

1. Tensión intramiocárdica o *stress*.
2. Frecuencia cardíaca.
3. Estado contráctil

Menores:

4. Metabolismo basal o de reposo
5. Energía de activación
6. Trabajo externo

El consumo de oxígeno por el miocardio varía directamente con el *stress* sistólico de la pared, el que está condicionado por el diámetro y el espesor del ventrículo. Así, el MVO₂ se incrementa con el aumento de la presión arterial. En segundo lugar, dado que la frecuencia cardíaca determina la fracción de cada minuto en que ocurre el *stress* sistólico de la pared, el consumo de oxígeno es directamente proporcional a la frecuencia cardíaca y puede aumentar de modo muy importante con la taquicardia. También se ha encontrado que el MVO₂ varía con el estado contráctil del miocardio. Agentes como las catecolaminas o la digital que incrementan la contractilidad del miocardio, aumentan también de modo simultáneo el MVO₂. Las drogas del tipo del propanolol que disminuyen la contractilidad miocárdica tienden también a disminuir el MVO₂.

Descubrir la inadecuada oxigenación miocárdica durante la anestesia general es muy difícil, porque la angina de pecho, que es el indicador más confiable no aparece. Por tanto, se deben usar otros índices que valoren lo adecuado de la oxigenación miocárdica como el producto presión-frecuencia (PPF), los cambios en el electrocardiograma, principalmente alteraciones del segmento ST; éstos, correlacionados con la fracción de eyección del ventrículo izquierdo, la presión telediastólica del ventrículo izquierdo tomadas del cateterismo cardíaco, así como las enzimas seriadas.

Este trabajo tiene por objeto correlacionar el PPF con los cambios isquémicos en el electrocardiograma y alteraciones del segmento ST.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron treinta pacientes con cardiopatía isquémica sometidos a revascularización coronaria: 28 de sexo masculino y dos del femenino, con un peso medio de 69.8 Kg. (de 52 a 101 Kg.), la edad varió de 36 a 66. Los pacientes recibían tratamiento médico para la cardiopatía isquémica, el que se interrumpió de 24 a 72 horas antes de la intervención (cuadro II).

CUADRO II. TRATAMIENTO MEDICO.

Cardiotó- nicos	Betablo- queadores	Vasodilata- dores	Núm. de casos
Digoxina	Propanolol	Nitratos	1
Digoxina		Nitratos	1
Digoxina			1
		Nitratos	13
	Propanolol	Nitratos	13
Sin medica- ción			1
		Total	30

Diez pacientes tenían antecedentes de infarto antiguo del miocardio (más de tres); seis con antecedentes de infarto reciente (menos de tres meses). La premedicación anestésica se efectuó con diazepam 10 mg. por vía bucal la noche anterior a la intervención y diazepam (0.15 mg./Kg.) o flunitrazepam (2 mg.); atropina (0.2 mg.), o escopolamina (0.20-0.40 mg.) aplicados por vía intramuscular de treinta minutos a una hora antes de la intervención.

Antes de iniciar la anestesia, se canalizaron una o dos venas periféricas, se instaló catéter central (introducido por vena cefálica, basilíca, o yugular interna), con anestesia local se puncionó o disecó la arteria radial izquierda. Se monitorizó con electrocardiograma en la derivación D2, durante el transanestésico se midió la presión venosa central (en centímetros de agua), frecuencia cardíaca por monitor, frecuencia respiratoria, presión arterial sistólica, media y diastólica, medida directamente por un transductor, presión media de aurícula izquierda, medida directamente por catéter a un transductor (siete casos), se tomó producto presión frecuencia (multiplicando la presión arterial sistólica por la frecuencia cardíaca) y traducido en unidades; gasto urinario mediante sonda de Foley, temperatura nasofaríngea, gases sanguíneos arteriales seriados (pH, PO₂, PCO₂, y D.B.) enzimas seriadas postoperatorias (TGO, DHL, CPK), electrolitos séricos (K, Cl, Na). Se usó má-

quina de anestesia con flujo de temperatura regulada, la ventilación se controló con ventilador manteniendo una PaCO_2 entre 25 y 35 mm. Hg., el volumen corriente fue calculado a 10-15 ml./Kg.

(Abreviaciones: D.B. déficit de bases; TGO transaminasa glutámico-oxalacética, DHL deshidrogenasa láctica, CPK creatinfosfoquinasa).

Técnica anestésica. La inducción se efectuó de la siguiente manera (cuadro III).

CUADRO III. Medicamentos usados durante la inducción.

Medicamento	Dosis	Núm. de casos
Tiopental sódico	4.3 mg./Kg.	9
Citrato de fentanyl más	5 mcg./Kg.	
Diazepam	0.2 mg./Kg.	6
Citrato de fentanyl más		
Flunitrazepam	0.04 mg./Kg.	9
Citrato de fentanyl más		
Dehidrobenzoperidol	80 mcg./Kg.	2
Diazepam más		
Ketamina	1.5 mg./Kg.	2
Diazepam	0.3 mg./Kg.	2
Total		30

Los medicamentos se administraron por vía endovenosa, los relajantes usados para la intubación endotraqueal fueron: bromuro de pancuronio (0.04 mg./Kg.) y succinilcolina (1.5 mg./Kg.) 17 casos; bromuro de pancuronio nueve casos; succinilcolina cuatro casos.

El mantenimiento anestésico se efectuó de la manera siguiente: (cuadro IV).

CUADRO IV. GRUPOS SEGUN MANTENIMIENTO ANESTESICO.

Halothano 1-2% + N_2 50% + O_2	12 casos
Grupo 2:	
Halothano 1-2% + N_2 50% + O_2 + Fentanyl (1-3 Kg.)	9 casos
Grupo 3:	
Halothano 5-1% + N_2 50% + O_2 + Fentanyl y DBH	4 casos
Grupo 4:	
N_2 50% + O_2 + Fentanyl	5 casos
Total	30

El relajante usado durante el mantenimiento fue bromuro de pancuronio (0.06-0.08 mg./Kg.) Los medicamentos durante la circulación extracorporeal fueron: narcóticos (fentanyl) y relajante muscular no despolarizante (bromuro de pancuronio).

Se registró producto presión-frecuencia (PPF) durante la inducción anestésica, inicio de cirugía, final de la anestesia y las tres primeras horas en la terapia intensiva (postoperatorio), se registró trazo de electrocardiograma y presión arterial sistólica por medio de polígrafo. Con objeto de buscar alteraciones electrocardiográficas principalmente lesión miocárdica en relación con el aumento del PPF, así como alteraciones de enzimas durante el postoperatorio inmediato. El tipo de operación efectuada consistió en aplicación de puentes aorto-coronarios de vena safena, en un caso se efectuó, además, substitución de válvula mitral.

CUADRO V. NUMERO DE PUENTES

Puentes	Casos
1	13
2	6
3	10
4	1
total	30

La bomba usada para la circulación extracorporeal fue el modelo con oxigenador. El tiempo de perfusión total fue en promedio de 110 minutos $\pm$ 50 minutos; el tiempo de pinzamiento de aorta fue, promedio 57.9 minutos $\pm$ 45 minutos. Los pacientes se trataron con hipotermia de 28°C y se provocó paro cardíaco y protección miocárdica con solución cardiopléjica a 4°C . más irrigación con solución fría. En dos pacientes se efectuó canulación con anestesia local (por región femoral) debido a su mala función ventricular. La duración de la anestesia fue promedio de 5.5 horas (de cuatro a ocho horas). Al final de la cirugía los pacientes fueron trasladados a la unidad de terapia intensiva, intubados, se les instaló el ventilador de volumen. El tiempo de intubación promedio fue de 16 horas (de seis a 30 horas). Los pacientes se dividieron en cuatro grupos según el mantenimiento anestésico y, conforme con su función ventricular fueron clasificados en tres categorías (cuadro VI).

CUADRO VI. CATEGORIAS SEGUN LA FUNCION VENTRICULAR

	A	B	C
*PTDV1	Menos de 10	10 a 15	Más de 15
Núm. de casos	menos de 13	10	7

*PTDV1 (Presión telediastólica de ventrículo izquierdo).

La presión telediastólica de ventrículo izquierdo se midió en el estudio hemodinámico con el catéter de ventriculografía. La presión se registró en un equipo del tipo VR 12. La fracción de eyección se obtuvo por el método de Green computarizado, para lo cual se usó un equipo PDP 11-34 adaptado a una terminal gráfica y a una tabla digitalizadora.

RESULTADOS

De los 30 pacientes estudiados, el 16.6 por ciento (cinco pacientes) tuvieron alteraciones electrocardiográficas, corroboradas por registro electrocardiográfico (lesiones de isquemia) así como por la cuantificación de enzimas. La relación del aumento del PPF y el consumo de oxígeno del miocardio se hizo cuando las cifras fueron de $12,000 \pm 1,000$ con un aumento de la presión arterial sistólica y la frecuencia cardíaca. De los cinco pacientes mencionados tres correspondieron al grupo 1, uno al grupo 3 y uno al grupo 4 según el mantenimiento anestésico usado. Los que tuvieron las alteraciones electrocardiográficas fueron, uno al salir de la circulación extracorporeal, dos al finalizar la cirugía, uno al fin de la anestesia y uno, tres horas después de terminadas la cirugía y la anestesia.

CUADRO VII. CAMBIOS ELECTROCARDIOGRAFICOS Y SU RELACION DEL PPF* CON MVO2*

Núm. de casos	PPF (unidades)	Alteración en ECG	Aparición
1	13500	Infarto de cara diafragmática	Terapia intensiva
1	7800	Supradesnivel ST	Final de anestesia
1	15000	Necrosis antero-septal	Durante la cirugía
1	12000	Supradesnivel ST	Durante la cirugía
1	14000	Supradesnivel ST.	Durante la cirugía

5 Total *PPF (Producto presión frecuencia).

*MVO2 (consumo de oxígeno miocardio).

En uno de los pacientes mencionados apareció un supradesnivel ST al final de la anestesia con un PPF de 7800 unidades (este paciente tuvo síndrome de bajo gasto, por lo que se trató con vasopresores (dopamina más adrenalina).

En los cinco pacientes que tuvieron lesiones miocárdicas, alteraciones del segmento ST se encontró una mayor frecuencia (tres casos) en los del grupo 1 cuyo mantenimiento anestésico fue con halothano 1 a 2% + N2O + O2,

cuatro de estos pacientes requirieron el uso de vasodilatadores (nitroprusiato de sodio) al llegar a la unidad de terapia intensiva quirúrgica; de estos, dos requirieron el uso de vasopresores (dopamina), uno durante la inducción anestésica y otro al salir de la circulación extracorporeal; sólo uno no requirió ni vasopresor ni vasodilatador. En el estudio de los 30 pacientes hubo una defunción (último del cuadro VII), 72 horas después por fibrilación ventricular y paro cardíaco. También se debe mencionar que los cinco pacientes que tuvieron alteraciones electrocardiográficas, están incluidos entre los que recibieron tratamiento médico preoperatorio a base de vasodilatadores y betabloqueadores (nitratos y propanolol). En estos pacientes la PTDVI, así como la fracción de eyección ventricular eran normales antes de la intervención, lo que sugeriría que estos factores no fueron de importancia en la producción de las alteraciones miocárdicas.

En los cuatro grupos hubo mayor aumento del PPF al finalizar la anestesia y en la unidad de terapia intensiva quirúrgica (figura 1).

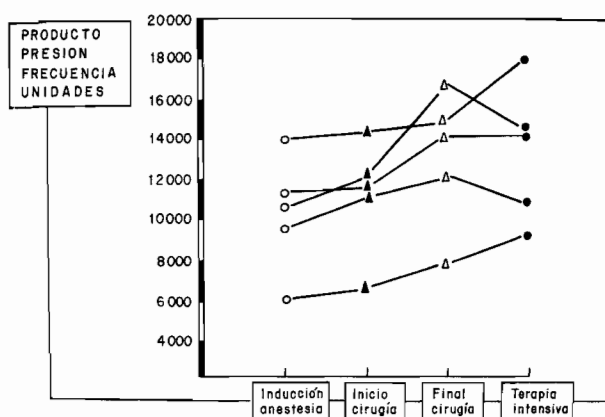


Figura 1. Producto presión frecuencia en cinco pacientes con alteraciones electrocardiográficas.

COMENTARIOS

Medir el flujo sanguíneo coronario y el consumo de oxígeno miocárdico es difícil en el hombre. Consecuentemente, se han investigado métodos más sencillos y se ha logrado una excelente correlación entre el consumo de oxígeno miocárdico y dos determinantes que se obtienen fácilmente que son la frecuencia cardíaca y la presión arterial sistólica.

En individuos sanos voluntarios⁵ y en pacientes con cardiopatía isquémica,⁶ el PPF correlacionó bien con las mediciones de oxígeno miocárdico. En pacientes anestesiados con halotano,⁷ la correlación fue un poco menos satisfactoria, porque el PPF disminuyó significativamente en proporción relacionada con la do-

dosis. La disminución que obtuvieron se debió a una disminución de la presión arterial sistólica, ya que no hubo variaciones en la frecuencia cardiaca.

Por otra parte, Wilkinson y colaboradores,⁸ han informado una buena correlación entre el MVO₂ y el PPF en perros anestesiados con halotano y morfina. Los anestesiólogos cardiovasculares han intentado establecer un valor máximo de seguridad de PPF durante la anestesia. Un estudio de pacientes anestesiados que padecían insuficiencia coronaria demostró que todos los pacientes con PPF mayor de 12,000 unidades desarrollaban cambios isquémicos en el electrocardiograma.⁹ El efecto de un au-

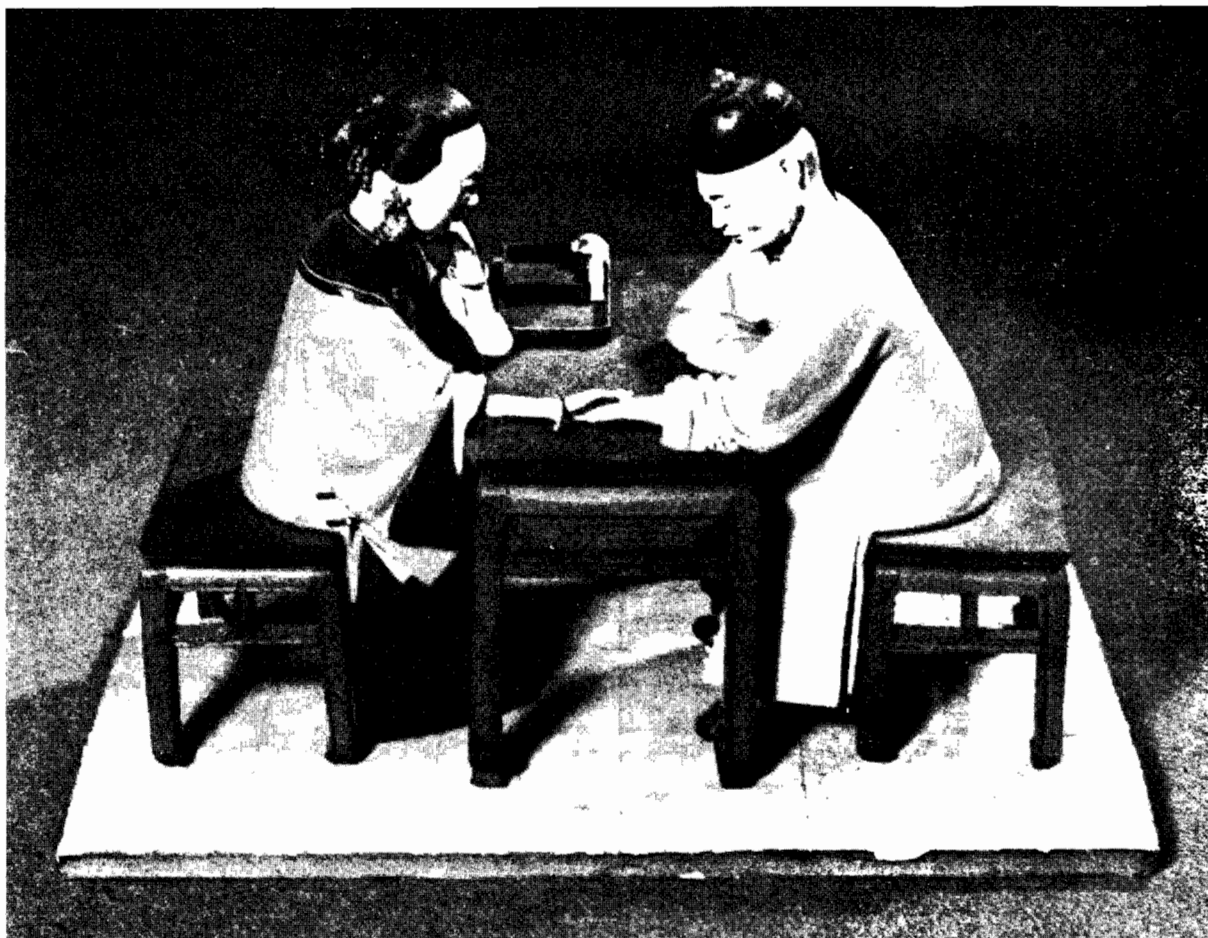
mento en la frecuencia cardiaca en el tiempo diastólico total es muy importante.

Recientemente Boudolas y colaboradores informaron que un aumento de la frecuencia cardiaca de 50 a 75 por minuto disminuye en un 50 por ciento el tiempo diastólico total. Por tanto, un aumento en la frecuencia cardiaca simultáneamente aumenta la demanda de oxígeno miocárdico y disminuye la oferta.

Se concluye que el producto presión frecuencia (PPF) como índice de consumo de oxígeno puede ser útil como técnica no invasiva durante la anestesia del paciente coronario. Tratando de evitar incrementos de la presión arterial sistólica o de la frecuencia cardiaca. Con PPF superior a 12,000.

REFERENCIAS

1. LESCH, M.; GORLIN, R.: *Farmacoterapia en la angina de pecho*. Modern concepts of cardiovascular disease. 42:7, 1973.
2. SONNENBLICK, E.H.; SKELTON, C.L.: *Oxygen consumption of the heart physiological principles and clinical implications*. Modern Concepts of Cardiovascular Disease. 40:9, 1971.
3. BRAUNWALD, E.: *Control of myocardial oxygen consumption. Physiologic and clinical considerations*. The American Journal of Cardiology. 27:416, 1971.
4. KAPLAN, J.A.; JONES, E.L.: *Monitoring of myocardial ischemia during coronary artery surgery*. Abstracted. Presented at The American Society of Anesthesiologists. Annual meeting. 1977. Pág. 507.
5. KITAMURA, K.; JORGENSEN, C.R.; GOBEL, F.L. ET AL: *Hemodynamic correlates of myocardial oxygen consumption during upright exercise*. J. Appl. Physiol. 32:516, 1972.
6. GOBEL, F.L.; NORDSTROM, L.A.; NELSON, R.R.; JORGENSEN, C.R.; WANG, Y.: *The rate pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris*. Circulation. 57:594, 1978.
7. SONNTAG, H.; HELLBERG, K.; SCTENK, H.D. ET AL: *Effects of thiopental on coronary blood flow and myocardial metabolism in man*. Acta Anesthesiol. Scand. 19:69, 1975.
8. WILKINSON, PH. L.; MOYER, J.R.; PORTS, T.; CHATTERJEEK, U. D.; HAMILTON, W.K.: *Rate pressure product and myocardial oxygen consumption during surgery for coronary artery bypass*. Circulation. 60:1, 1979.
9. WALLER, J.L.; KAPLAN, J.; JONES, E.L.: *Anesthesia for coronary revascularization*. En: Cardiac Anesthesia. Book Kaplan J. Grune & Stratton Inc. 1979. Pág. 241.
10. BOUDOLAS, H.; LEWIS, R.P.: *Increased diastolic time: a possible important factor in the beneficial effect of propranolol in the patients with coronary artery disease*. J. Cardiovasc. Pharmacol. 1:503, 1979.
11. KISSIN, I.; REVES, J.G.; NARDIS, M.: *Is the rate pressure product a misleading guide*. Anesthesiology. 52:373, 1980.
12. KISTNER, J.R.; MILLER, E.D.; LAKE, C.L.; ROSS, W.T.: *Indices of myocardial oxygenation during coronary artery revascularization in man with morphine versus halothane anesthesia*. Anesthesiology. 50:324, 1979.
13. BARASH, P.G.: *Editorials the rate pressure product in clinical anesthesia: Boon or bane*. Anesthesia and Analgesia. 59:229, 1980.
14. HOFFMAN, J.E.; BUCKBERG, G.D.: *The myocardial supply demand ratio a critical review*. American Journal Cardiology. 41:327, 1978.
15. FILNER, B.E.; KARLINER, J.S.: *Alterations of normal left ventricular performance by general anesthesia*. Anesthesiology. 45:610, 1976.
16. PHILIPS, P.A.; MARTY, A.T.; MIYAMOTO, A.M. ET AL: *A clinical method of detecting subendocardial ischemia after cardiopulmonary bypass*. J. Thorac. Cardiovascular Surg. 3:30, 1975.
17. ROBINSON, B.C.: *Relation of heart rate and systolic blood pressure to the onset of pain and angina pectoris*. Circulation. 35:1073, 1967.
18. GOLDSTEIN, R.E.: *The use of indirect indices of myocardial oxygen consumption in evaluating angina pectoris*. Chest. 63:302, 1973.
19. NELSON, R.R.; GOBEL, F.L.; JORGENSEN, C.R.: *Hemodynamic predictors of myocardial oxygen consumption during static and dynamic exercise*. Circulation. 50:1179, 1974.
20. REVES, J.G.; SAMUELSON, N.: *Violation of RPP exercise threshold in coronary patients*. Anesthesiology. 51:564, 1979.
21. LIEBERMAN, R.W.; SCHWARTZ, A.J.; JOBES, D.R.; OMINSKY, A.J.; ANDREWS, R.W.: *Wedge pressure as a predictor of ischemia during CABG*. Anesthesiology. 51:559, 1979.
22. LIEBERMAN, R.W.; JOBES, D.R.; SCHWARTZ, A.J.; ANDRES, R.W.: *Incidence of ischemia during CABG using halothane*. Anesthesiology. 51:90, 1979.
23. REVES, J.G.; SAMUELSON, N.P.; LELL, A.W.; MCDANIEL, G.H.; KOUCHOUKOS, T.; NICHOLAS, R.J.; SMITH, R.L.; CARTER, R.M.: *Myocardial damage in coronary artery bypass surgical patients anesthetized with two anesthetic techniques a random comparison of halothane and enflurane*. Canadian Anaesthesia Soc. J. 27:238, 1980.
24. WILKINSON, P.L.; TYBERG, J.U.; MOYERS, J.R.: *Rate pressure product correlates with myocardial oxygen consumption during anesthesia*. Anesthesia and Analgesia. 59:564, 1980.



Grupo de porcelana china: Médico tomando el pulso a su paciente, acto de importancia capital para la explicación de la enfermedad. Wellcome Medical Museum, Londres.