

TRABAJO DE LA CATEDRA DE CLINICA MEDICA
Y DEL INSTITUTO DE BIOLOGIA ANDINA
Director: Prof. CARLOS MONGE M.

LA CURVA DE DILUCION EN EL ESTUDIO DE LAS DERIVACIONES ARTERIOVENOSAS CENTRALES (*)

Por ALBERTO CAZORLA TÁLLERI

I

INTRODUCCION Y GENERALIDADES

Como parte del plan de estudio de la dinámica circulatoria normal y patológica, que se lleva a cabo en el Laboratorio de Investigaciones de la Cátedra de Clínica Médica del Hospital Loayza, hemos empleado la Curva de Dilución de Colorante en las derivaciones arterio-venosas centrales, con miras a determinar su utilidad diagnóstica.

El método de dilución, basado en el "principio de dilución del colorante" de Stewart y Hamilton, (1,2) fué empleado por estos autores para determinar el gasto cardíaco, el tiempo circulatorio mayor y el "volumen sanguíneo intratorácico". Posteriormente Elliot Newman, M. Merril, A. Genecin, C. Monge, W. Milnor y P. Mc Keever, (3) basándose en el mismo principio, derivaron una fórmula para calcular el "Volumen Central", exponente del volumen sanguíneo pulmonar. En esa comunicación se menciona la importancia diagnóstica que puede obtener la Curva de Dilución en las derivaciones arterio-venosas y veno-arteriales centrales; según deducen de trabajos efectuados en modelos de vidrio y en algunos casos clínicos. Ultimamente han aparecido algunas comunicaciones al respecto que comentaremos a posteriori.

(*) Nuestro agradecimiento a los Profesores: Carlos Monge M. - Alberto Guzmán Barrón - Carlos Monge Cassinelli - Rafael Alzamora - Andrés Rotta - Augusto Mispireta - David A. Cánepa - Carlos Peschiera - J. M. Solano - V. Valdivia - B. Alhalel - J. Ruiz de Somocurcio y R. Bocanegra.

Iniciamos el presente estudio por sugestión del Dr. Carlos Monge Cassinelli.

Principio del Método: Como lo establecen esos autores, el método consiste en inyectar por vía venosa una cantidad conocida de colorante, haciendo la colección simultánea de muestra de sangre arterial a intervalos iguales de tiempo (2''); las concentraciones de colorante, que resulten del análisis de estas muestras de sangre arterial, tratadas en papel semilogarítmico, en función del tiempo, representan la curva de dilución. Haciendo abstracción de los cálculos matemáticos para determinar los volúmenes indicados y el volumen sanguíneo (4,5) nos limitaremos a describir la forma de la curva en los sujetos normales y en los portadores de derivaciones arterio-venosas y veno-arteriales centrales según han sido obtenidas en modelos de vidrio en el Johns Hopkins Hospital (6) y encontradas en nuestros casos clínicos.

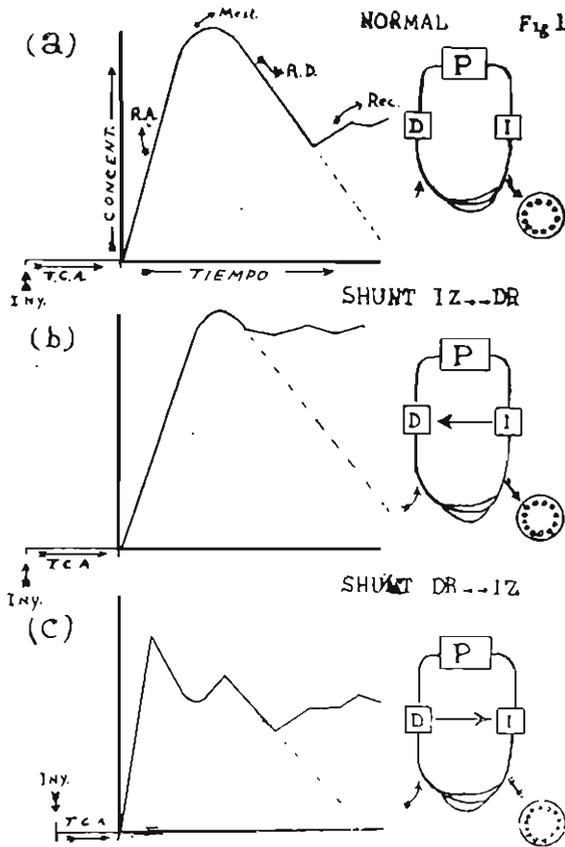
El colorante inyectado por vía venosa marcha por las cavidades derechas hacia los pulmones donde sufre el proceso de "dilución"; pasa a las cavidades izquierdas alcanzando la circulación general y después de repartirse por el lecho capilar retorna al corazón por los vasos venosos, siendo nuevamente "inyectado" a los pulmones; e inicia así un nuevo ciclo.

La curva de dilución de un sujeto normal muestra una rama ascendente, una corta meseta, una rama descendente y una línea quebrada que corresponde a la recirculación de la sangre coloreada, que actúa como una nueva inyección endovenosa después de haber circulado por el lado arterial (Fig. 1a); es evidente que si en vez de un circuito cerrado se tratase de un sistema abierto, la rama descendente llegaría hasta el cero de concentraciones, al no presentarse la recirculación. Y por otro lado, si trabajamos en un circuito muy corto, la rama descendente será también sumamente corta o no se presentará; y así ocurre en las derivaciones arterio-venosas ("shunts" de izquierda a derecha) en las que a través de ellas la recirculación precoz se establece (Fig. 1b).

En las derivaciones veno-arteriales ("shunts" de derecha izquierda) se ha descrito en modelos de vidrio y en casos clínicos una curva caracterizada por un "doble pico": El primero correspondiente a la porción de colorante que deriva por la comunicación patológica y el segundo a la parte de colorante que siguió su trayecto normal hacia los pulmones, (Fig. 1c). El tiempo circulatorio mayor (vena de codo - arteria femoral) puede medirse determinando el tiempo que demora el colorante en aparecer en las muestras de sangre arterial, que se colectan simultáneamente con la inyección. En las derivaciones veno-arteriales

este tiempo se acorta, pues el colorante, al evitar en parte la circulación pulmonar, tiene menor recorrido.

Hay ciertos casos —que no corresponden a derivaciones arterio venosas—, así como errores de técnica, que pueden dar en determinadas



circunstancias una curva semejante a la de las anomalías que nos ocupan; pueden actuar como causas de error y confundir al clínico. Algunas de ellas, ya han sido señaladas; otras han sido vistas por nosotros por primera vez. Posteriormente discutiremos estos hallazgos en el acápite respectivo.

II

MATERIAL Y METODOS

Hemos dividido nuestro material humano en tres grupos. En el primero incluimos los casos de derivaciones arterio-venosas centrales (shunts de izquierda a derecha) en los que se comprobó el diagnóstico clínico

por medio del cateterismo intracavitario o en el acto quirúrgico. En este grupo se encuentra once pacientes: Uno con diagnóstico de comunicación interauricular; otro, en que se plantea la misma posibilidad o la de venas pulmonares desembocando en la aurícula derecha; ocho casos con diagnóstico de Ductus arterioso comprobado en el acto quirúrgico, en tres de los cuales se hizo curva de dilución pre y post-operatoria; y por último un paciente a quien se estudió por primera vez después de la ligadura del ductus, con signos clínicos de comunicación interventricular y con cateterismo que indicaba arterialización de la sangre desde el ventrículo derecho.

En el segundo grupo se encuentra un caso de derivación veno-arterial (shunt de derecha a izquierda) en el que se han planteado las siguientes posibilidades diagnósticas: Corazón trilobular, Tronco arterial común y síndrome de Ebstein con comunicación interauricular o ausencia de tabique (7).

El tercer grupo está formado por aquellos casos, que sin ser derivaciones arterio-venosas, pueden dar curvas que hagan suponer su presencia. En él se incluye un aneurisma de aorta abdominal; una paciente con insuficiencia cardiaca congestiva; y dos casos de error de técnica: uno por inyección del colorante en dos tiempos (doble inyección) y el otro por colección de sangre venosa en vez de arterial (punción de vena femoral).

Material de Laboratorio: Para hacer el estudio de la curva de dilución del colorante, hemos utilizado el material siguiente:

1º Un disco de plástica (Lusita) con treinta y dos perforaciones en forma de embudo situadas en la circunferencia externa, a igual distancia una de otra, a las cuales van adaptados el mismo número de tubos de prueba (10 x 75); el disco está montado sobre un eje vertical y gira a velocidad constante gracias a un controlador electrónico regulable (Fig. 2).

2º Tubos de centrifuga y frascos de Wintrobe (para muestras "blank", volumen sanguíneo y hematocrito).

3º Jeringa para inyección del colorante (3 cc. esterilizada en seco, previo lavado con amerol). Jeringas para anestesia local y extracción de muestras sanguíneas.

Agujas Nº 23, 20, 21, 18, 16. Conecciones de material plástico de 20 cms. de longitud y 4 mm. de diámetro interno, adaptable a la aguja de punción femoral (Nº 18)

4º Ampollas de Azul de Evans (T-1824 Eastman Kodak) de 2 cc. (10 mgm. x cc.). Procaína al 2% para anestesia local.

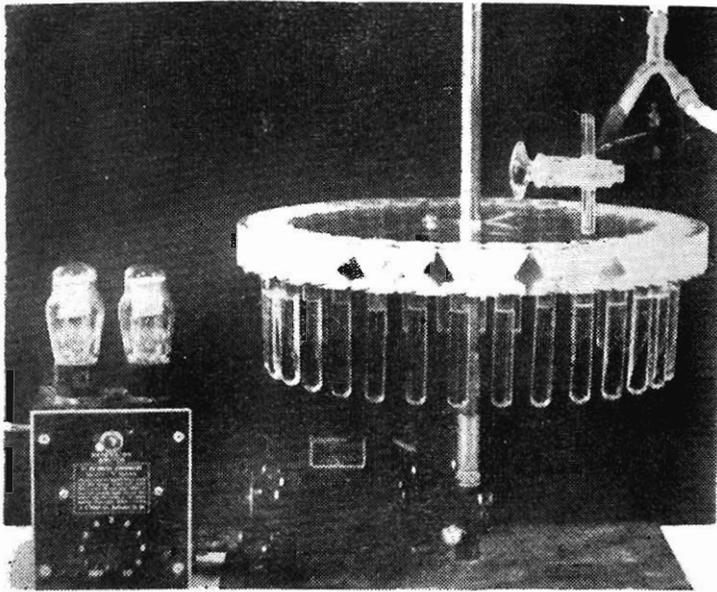


FIGURA 2

5º Tubos de punto de fusión ("Melting point tubes") previamente calibrados, a fin de ser utilizados como tubos de lectura en el espectro fotómetro Coleman Jr.

Método de Trabajo: Los pacientes se estudian en condiciones básicas. Previa anestesia local efectuamos la punción de la arteria femoral, recogiendo muestras de sangre arterial para "blank" y hematocrito. Otro operador se encarga de la inyección endovenosa de azul de Evans, que es aplicada rápidamente, de un solo impulso, para evitar los efectos de la "doble inyección" que veremos posteriormente. Simultáneamente con la inyección endovenosa procedemos a coleccionar las muestras de sangre arterial en los tubos que giran con el disco indicado, a una velocidad tal que permite efectuar la colección sanguínea cada dos segundos. Terminada ésta, extraemos la aguja de la arteria femoral, cuidando de no contaminar las muestras y evitando la formación de hematoma, por compresión. Diez minutos después de la inyección extraemos una muestra de sangre de una vena del pliegue del codo opuesto al que recibió el colorante que se utiliza en la determinación del volumen sanguíneo.

Las muestras de sangre son centrifugadas y con el suero obtenido se llena los tubos de lectura (Melting point tubes), cerrándolos a la llama por uno de sus extremos; a continuación se leen en el espectrofo-

tómetro Coleman Jr., usando como "blank" el mismo suero del paciente, previa calibración del aparato con concentraciones conocidas de T-1824 disueltas en suero humano. Las concentraciones se logran por comparación con la curva de calibración; los resultados obtenidos son llevados al papel semilogarítmico, inscribiéndolos en función del tiempo; trazándose así la curva de dilución.

El cálculo del volumen sanguíneo se efectúa dividiendo la cantidad de colorante inyectado entre la concentración por litro de suero, obtenido a los 10' de la inyección, (5) multiplicado por la diferencia del hematocrito a cien. El principio de este cálculo ya es conocido y es innecesaria su repetición. (4,5).

El Tiempo circulatorio de aparición, se obtiene midiendo el tiempo transcurrido entre la inyección del colorante y la aparición de éste en las muestras de sangre arterial (brazo-muslo).

Los cálculos del Volumen de expulsión, volumen central y volumen intratorácico, no son consignados por no interesar directamente al presente trabajo.

La cantidad del colorante inyectado se calcula teniendo en cuenta su concentración en la ampolla y el peso de la jeringa antes y después de la inyección.

La solución de T-1824 (Eastman Kodak) ampolletada fué preparada por nosotros siguiendo las técnicas conocidas.

La microtécnica fotocolorimétrica empleada, adaptada por el Dr. Carlos Monge C., permite efectuar las lecturas con algo menos de 0.10 cc. de suero; así se puede trabajar con cantidades de sangre muy pequeñas o muy concentradas en elementos corpusculares (poliglobúlicos; cardiopatías congénitas cianóticas).

Las lecturas fotocolorimétricas fueron efectuadas de inmediato; pero nos ha sido posible guardar los tubitos durante varios días sin que aquellas se modifiquen, siempre que se tome la precaución de mantenerlas en posición vertical a fin de que los elementos precipitables vayan al fondo y no interfieran con la lectura. Mejor aún es cerrarlos por ambos extremos a fin de evitar la evaporación (Tabla I):

T A B L A I

VARIACION DE LECTURAS EN EL ESPECTOFOTOMETRO
 COLEMAN Jr. EN EL TRANCURSO DE 16 DIAS
 (T-1824 EN SUERO HUMANO)
 FILTRO 620

L E C T U R A S

Fechas:		19.II	21.II	23.II	27.II	3.III
Tubo	1	38.25	38.25	38.25	38.00	38.00
	2	63.75	63.75	64.00	63.75	63.75
	3	79.75	79.75	80.00	79.75	79.75
	4	89.50	89.25	89.00	87.00(?)	89.25

III

R E S U L T A D O S

Primer Grupo: En los once casos que forman el primer grupo, shunts de izquierda a derecha comprobados, la curva de dilución muestra ausencia o acortamiento acentuado de la rama descendente (Figs. 3 a 5; 9b).

Los tiempos circulatorios de aparición fluctúan entre 19.4" como máximo y 10.2" como mínimo, con una media de 14.02" (brazo-muslo) (Tabla II).

En tres pacientes portadores de ductus arterioso, que fueron intervenidos quirúrgicamente, se corrió curva de dilución pre y post operatoria. La primera mostraba acortamiento marcado de la rama descendente; la post-operatoria presenta caracteres normales, en todos los casos (Figs. 4 a, b, c.)

Un paciente operado de ductus en el año 1949, en quien antes de la intervención se había hecho el diagnóstico clínico de Ductus, posiblemente asociado a comunicación interventricular, (Dr. Rafael Alzamora) (8) presenta una curva de dilución con rama descendente no aparente; el cateterismo intracavitario, post-operatorio, indica arterIALIZACIÓN en ventrículo derecho. (Fig. 5)

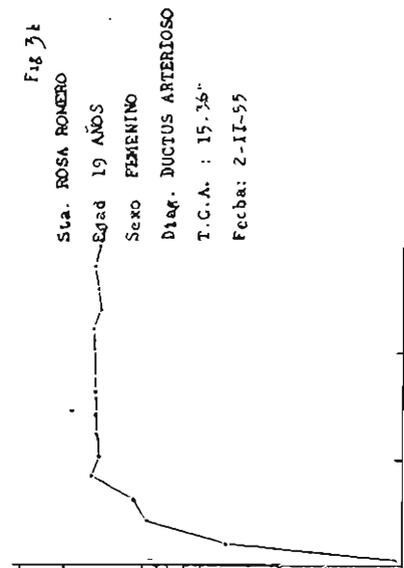
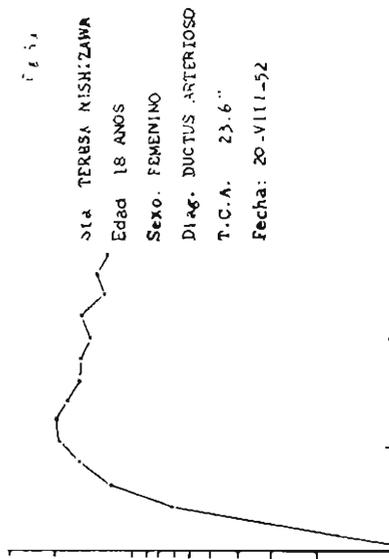
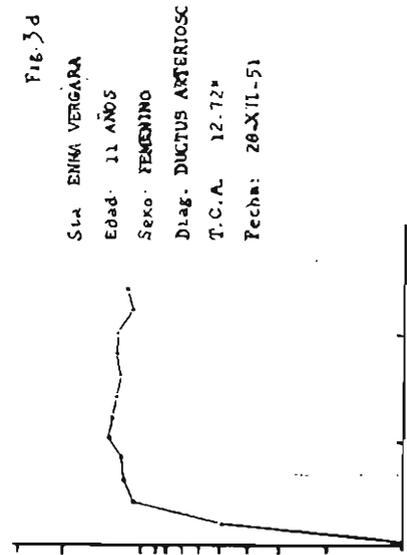
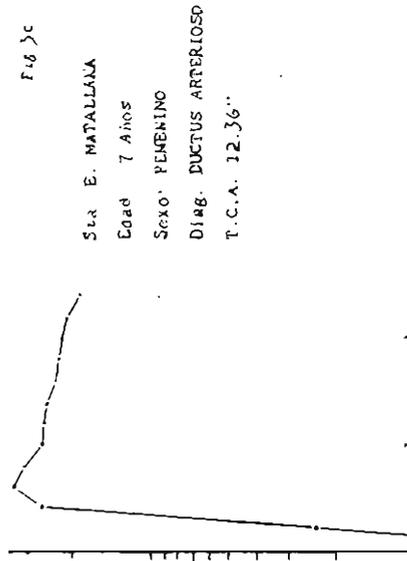


Fig 3e

Sta. IRIS RODRIGUEZ
 Edad. 16 AÑOS
 Sexo: FEMENINO
 Diag. SHUNT IZQ-DER
 COX ESTM. PULMONAR
 T.C.A. 16.56"
 Fecha: 20-IV-51

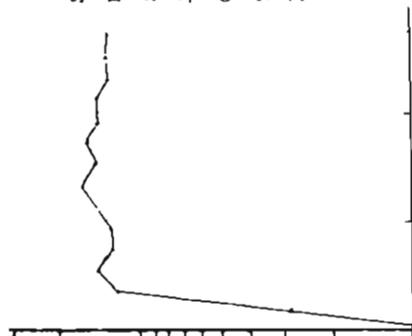


Fig 4a

Sta. BEATRIZ OJEDA
 Edad: 17 Años
 Sexo: FEMENINO
 Diag. DUCTUS ARTERIOSO
 T.C.A.:
 Pre operatorio 21.30"
 Pos operatorio 13.55"
 Fecha: Pre 25.IV-52 ---
 Pos 19-VI-52 ⊙

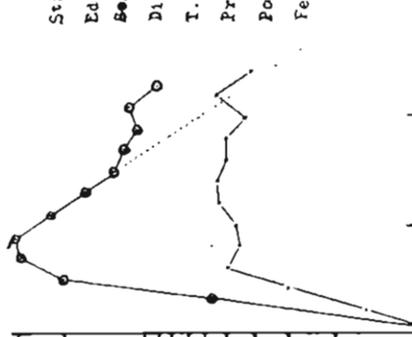


Fig 3f

Sta. ASUNCION RIOS
 Edad 9 AÑOS
 Sexo: FEMENINO
 Diag. DUCTUS ARTERIOSO
 T.C.A. 10.12"
 Fecha: 4-IV-51

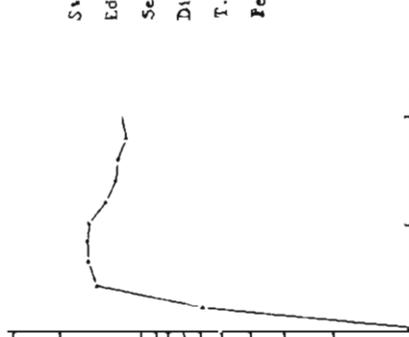
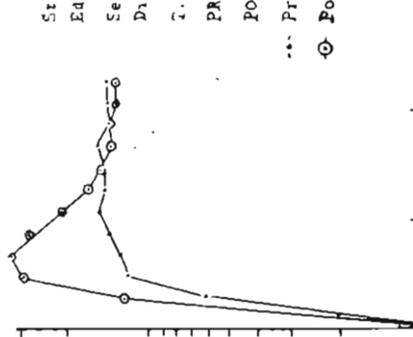


Fig 4b

Sta. CARMEN HERNANDEZ
 Edad: 22 AÑOS
 Sexo: FEMENINO
 Diag. DUCTUS ARTERIOSO
 T.C.A.:
 PRE-OPERATORIO 14.75"
 POS-OPERATORIO 11.22"
 --- Pre operatorio 27.IV-51
 ⊙ Pos operatorio 8-IX-51



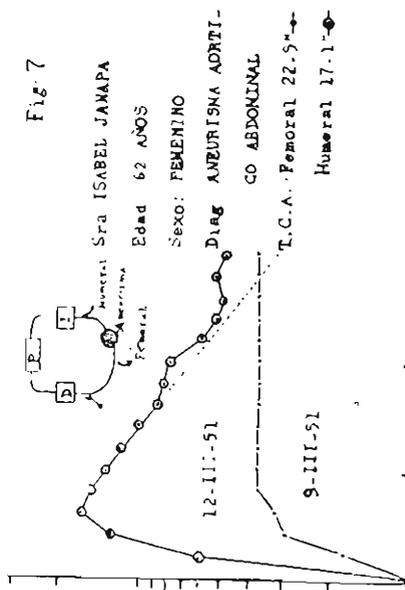
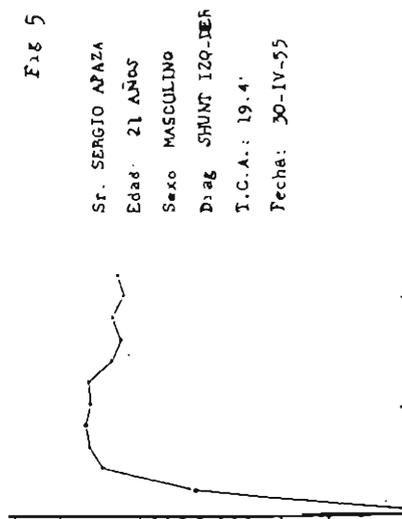
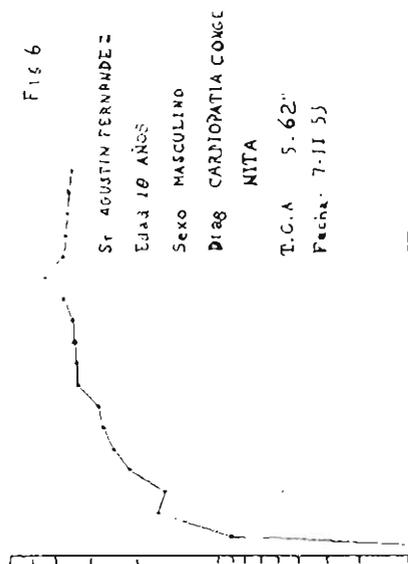
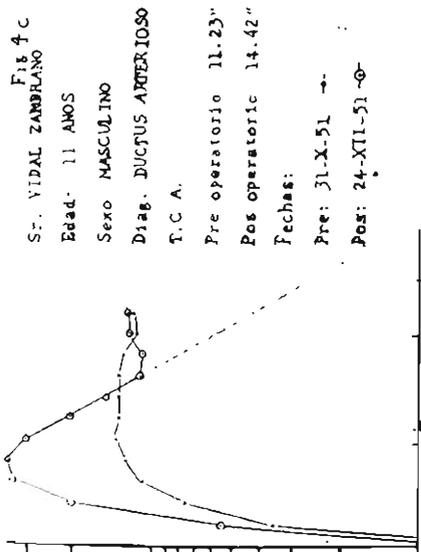
Los resultados de los cateterismos, que nos han sido amablemente proporcionados, constan en el apéndice final.

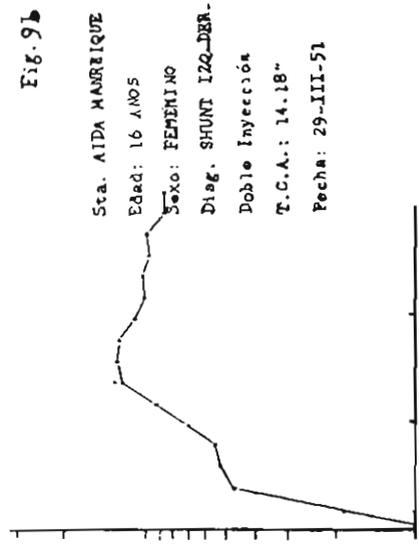
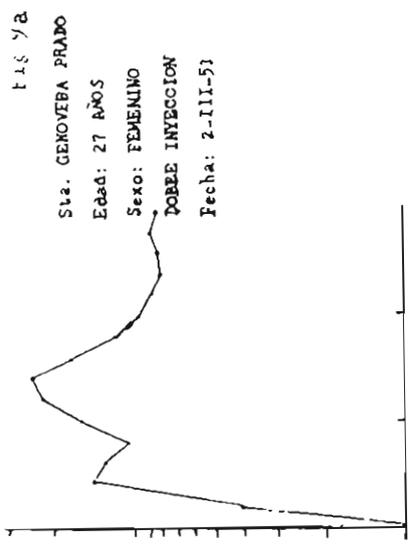
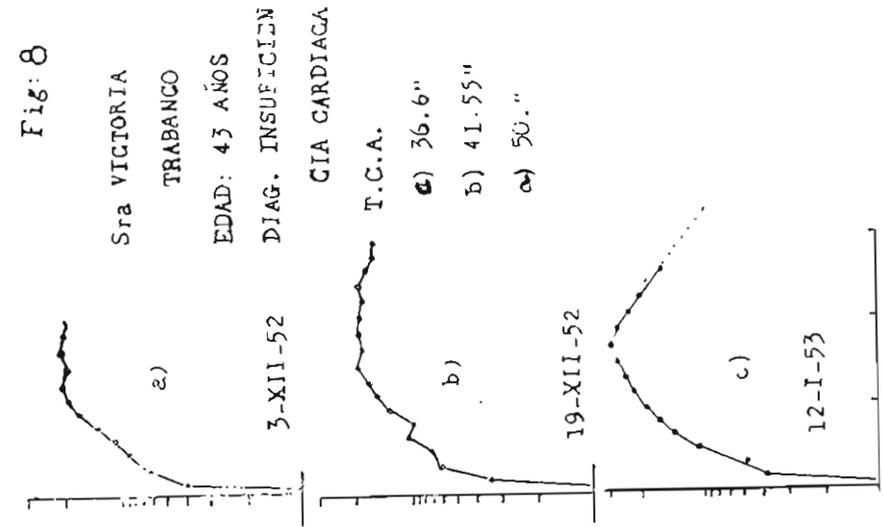
Segundo Grupo: Se trata de una cardiopatía congénita cianótica, ("Shunt" de derecha-izquierda) diagnosticada clínicamente y con estudio angiocardiógráfico. (7,9) La curva de dilución muestra un tiempo circulatorio aparición (brazo-muslo) sumamente corto (cinco segundos); su morfología no presenta el doble pico descrito en estos casos, pero hay una ausencia de la rama descendente, a semejanza de las curvas vistas en el grupo anterior. (fig. 6)

Tercer grupo: En primer lugar tenemos una paciente con aneurisma de aorta abdominal, clínicamente diagnosticado y comprobado en el acto quirúrgico; en ella se hicieron dos curvas de dilución: la primera, efectuando la colección en la arteria humeral, cuya morfología guarda los caracteres normales; la segunda, con colección femoral, en la que se aprecia la falta de rama descendente. En aquella, el aneurisma no tomaba parte del sistema en examen; en ésta, estaba incluido dentro de él (fig. 7)

Una paciente en insuficiencia cardíaca congestiva grado IV, fué estudiada en forma seriada con tres curvas de dilución, antes y durante el tratamiento con mercuriales. La mejoría clínica corrió paralela con la modificación de la curva. Antes y dieciséis días después del tratamiento, era imposible efectuar los cálculos de volumen de expulsión, volumen central, etc. por falta de la rama descendente, que ya se pudo apreciar en la tercera curva, un mes después del tratamiento (Fig. 8)

Al lado de los casos clínicos anotados, que pueden simular curvas de derivación arterio-venosa, incluimos en éste grupo dos posibilidades de error de técnica que pueden confundir el diagnóstico: Un caso de "doble inyección" del colorante (inyección lenta, en dos tiempos), que presenta un doble pico, pero con tiempo circulatorio normal; y el otro, de colección venosa, en vez de arterial (por punción de vena femoral efectuada por técnica deficiente) en la que la curva de dilución, de un sujeto normal, no presenta rama descendente; el color de la sangre que fluye (siempre que no haya insaturación arterial, cianosis) y la lentitud del flujo, establecen su origen venoso. (Figs. 9-10).





IV

DISCUSION

Los resultados obtenidos en nuestros once casos de "shunts" de izquierda a derecha centrales, comprobados mediante el cateterismo o en el acto quirúrgico, concuerdan con los observados por Newman y col.; y son así mismo semejantes a los obtenidos por Nicholson y col. (10) en siete casos, estudiados con el mismo método pero usando el "ear-oximeter" en vez de la punción femoral.

En las Tablas II y III se compara los tiempos circulatorios de aparición encontrados por Nicholson, por Monge y col. y por nosotros tanto en derivaciones arterio-venosas como en individuos normales:

T A B L A II

TIEMPO CIRCULATORIO APARICION EN DERIVACIONES ARTERIO-
VENOSAS Y VENO-ARTERIALES CENTRALES EN ONCE CASOS
DEL PRESENTE ESTUDIO

"Shunts" de Izquierda a Derecha:	T.C.A.	Edad	Peso	Talla	Sexo
A.N. (Comunicación Interauricular)	14.18"	16 α	—k.	—m.	F.
A.R. (Ductus arterioso)	10.12"	9	27.5	1.32	F.
I. R. (Comunicación Interauricular)	16.50"	16	27.5	1.54	F.
C.H. (Ductus)	14.75"	22	44.7	1.45	F.
V.Z. (Ductus)	11.25"	11	—	—	M.
E.V. (Ductus)	12.72"	11	—	—	F.
E.M. (Ductus)	12.36"	7	—	—	F.
B.O. (Ductus)	13.55"	17	53.4	1.60	F.
R.R. (Ductus)	15.36"	19	46.5	1.47	F.
S.A. (Comunicación Interventricular)	19.40"	21	53.5	1.51	M.
A.F. (Shunt de Derecha a Izquierda)	5.00"	10	2.46	1.25	M.

T A B L A III
COMPARACION DE VALORES DE TIEMPOS CIRCULATORIOS
APARICION

(Valores extremos y medios)

<i>Normales</i>		<i>Shunts de Izquierda a Derecha</i>			
Monge y Col.		Nicholson	Nosotros		Nicholson
20.6"	:Máximo:	19.1"	19.40"	:Máximo:	16.60"
10.3"	:Mínimo:	9.7"	10.12"	:Mínimo:	7.40"
16.3"	:Medio:	14.0"	14.02"	Medio:	13.10"

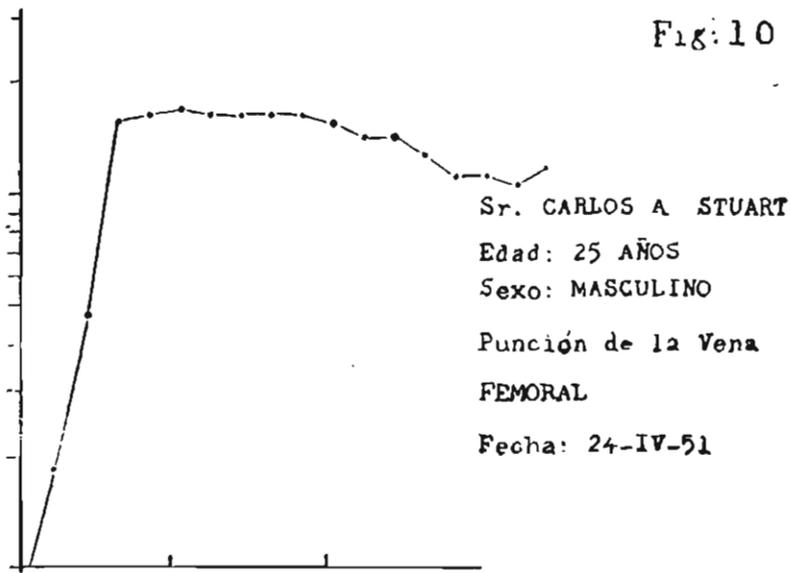
SHUNTS DE DERECHA A IZQUIERDA

Nosotros (1 caso)	Nicholson
5"	Máximo: 9.8"
	Mínimo: 5.0"
	Medio: 8.0"

La comparación no tiene un valor absoluto desde que desconocemos la edad, peso y talla de los sujetos estudiados por Nicholson; además, los 20 casos normales que controlamos con Monge son todos del sexo masculino, con edades, (26 a 21 años), pesos (52.7 a 77 kgms.) y tallas (1.54 a 1.81 m.) diferentes a la mayoría de los vistos en el presente trabajo.

Pero aún, sin olvidar las observaciones formuladas, podemos apreciar que los tiempos circulatorios de Monge en normales y los nuestros en "shunts" de izquierda a derecha, tienen tendencia a ser discretamente mayores que los encontrados por Nicholson en ambas circunstancias; lo que puede explicarse en parte, si tenemos en cuenta que la colección en arteria femoral presupone mayor recorrido arterial que la determinación con el "oxímetro de oreja".

Es interesante apreciar que la curva dilución se normaliza después de la ligadura del ductus, apareciendo la rama descendente. Cuando habíamos estudiado dos de estos casos, llegó a nuestras manos la publicación de Nicholson refiriendo una experiencia semejante. Debe-



mos recordar que en el único caso que no presentó esta normalización el cateterismo indicaba arterialización en ventrículo derecho (Comunicación interventricular).

En la cardiopatía congénita cianótica, con "shunt" de derecha a izquierda, que aquí informamos se logra una curva de dilución con tiempo de aparición sumamente corto (5") (Ver tabla II) y con una morfología semejante a la que se describe en "shunts" de izquierda a derecha, es decir de dirección contraria.

Según las experiencias de Newman y col. en modelos de vidrio con "shunt" veno-arterial; y los hallazgos de Nicholson en tres casos y los de Friedlich y col. (12) en uno, la curva de dilución en estas circunstancias (derivación veno-arterial) presenta un doble "pico" (fig. 1c), cuya explicación se encuentra en la introducción de este trabajo: parte del colorante desvía por la comunicación patológica, dando el primer pico, y parte sigue la circulación pulmonar, ingresando luego a las cavidades izquierdas y a la circulación general, siendo la responsable del segundo pico. El tiempo circulatorio es corto porque la derivación veno-arterial evita en parte el recorrido pulmonar.

Nuestros resultados difieren de los encontrados por Newman con la misma técnica (punción femoral) y con los que anotan Nicholson y Friedlich trabajando con "ear oximeter", en cuanto a forma de la curva se refiere; coincidiendo en la cortedad del tiempo circulatorio de aparición.

La explicación de la diferencia morfológica podría hacerse de dos maneras: En primer lugar teniendo en cuenta la diferencia de técnica empleada; con el "ear-oximeter" la determinación de concentraciones es continua, pues la célula fotoeléctrica, aplicada en la oreja, capta todas las variaciones de la concentración del colorante inyectado y las inscribe en un trazo continuo sobre el papel del electrocardiograma al que vá conectada. En cambio con la punción femoral se colecta muestras arteriales cada dos segundos y en ellas se determina la concentración del colorante fotocolorimétricamente.

Podría ocurrir que el segundo "pico" se presentara entre la colección de dos muestras, no siendo captado en la técnica seguida por nosotros; el azar sería el responsable de la forma de la curva. Pero si esto ocurriera, debería presentarse el primer pico, seguido de la recta de descenso y la recirculación, y no se mantendría la curva en meseta como ocurre en nuestro paciente.

La otra explicación depende de la índole de la cardiopatía congénita en estudio.

Los casos estudiados por los autores citados comprenden dos Fallots y 2 Eisenmemger. En el nuestro se plantea la posibilidad de una amplia comunicación interauricular (7,9) (¿aurícula única?) asociada a una baja implantación de las válvulas tricuspideas (Síndrome de Ebstein). El colorante entraría a la cámara auricular sufriendo un gran proceso de dilución y pasaría después parte al ventrículo derecho y parte al izquierdo, pero mientras que en el segundo se encuentra con una cámara amplia y franca salida a la circulación general, en el primero pasa a una cámara pequeña y choca con una estenosis pulmonar funcional. Puede suponerse que tanto la dilución sufrida en la cámara auricular, como la disminución de la capacidad del ventrículo derecho, sean causas suficientes para determinar la curva en meseta que estudiamos.

Aunque esta suposición es sugestiva, no podemos aceptarla como definitiva hasta que no estudiemos comparativamente los resultados obtenidos en este paciente, tanto con la punción femoral como con el "ear oximeter", y efectuemos trabajo experimental en modelos de vidrio reproduciendo las condiciones anatómicas y funcionales que suponemos.

Entre las causas de error que pueden confundir al clínico simulando una curva de dilución de "shunt" de izquierda a derecha, se ha anotado (10) la insuficiencia cardíaca, el mixedema (con volumen de expulsión bajo) y las obstrucciones venosas, que impiden o retardan el paso del colorante.

A estas causa de error, debemos agregar el aneurisma, de tamaño suficiente como para producir una nueva dilución del colorante, siempre que se encuentre dentro del circuito en estudio. Así lo demuestra el caso estudiado por nosotros. Por otro lado la curva de dilución puede contribuir al diagnóstico de esta entidad.

Hemos seguido una paciente en insuficiencia cardíaca congestiva, antes y durante el tratamiento con mercuriales. Las dos primeras curvas tenían una morfología semejante a la de un "shunt" de izquierda a derecha; en la última se aprecia ya la rama descendente, que hace posible los cálculos que se anotan. Creemos por lo tanto que si bien en los casos graves cabe confusión en la interpretación de la curva, las determinaciones seriadas de ésta, paralelas al tratamiento, pueden servir como elemento de diferenciación; a la par que de evolución y pronóstico.

Al efecto de la doble inyección, como error de técnica que puede confundir el diagnóstico, hemos agregado la posibilidad de punción de vena en vez de arteria, con la consiguiente colección de sangre venosa en vez de arterial; ya hemos indicado en el acápite de Resultados los elementos de diferenciación.

Además de los casos anotados en este trabajo, hemos hecho un estudio semejante, con el Dr. Carlos Monge C., (11) en 20 casos normales a nivel del mar y 8 normales a 4,600 mts. de altura, en ninguno de los cuales hemos encontrado curva de dilución de morfología anormal. Si a éstos, unimos los once normales de Nicholson, tenemos base suficiente para aseverar con él: "No se han visto curvas que semejen "shunts en pacientes, o en normales, sin esta cardiopatía" exceptuando por cierto las causas de error indicadas.

Aunque en todos los casos con "shunts" de izquierda a derecha comprobados hemos visto curvas de dilución con rama descendente sumamente corta, o sin ella, no podemos asegurar que sea diagnóstica en el cien por ciento de los casos. Cabe la posibilidad de "shunts escasamente funcionantes, permanente o transitoriamente, que no determinen alteración en la dinámica circulatoria, teniendo en cuenta que, según Dexter (13), aún el cateterismo intracavitario —que es la forma más precisa de determinar la presencia de un "shunt"— puede en tales circunstancias, ofrecer resultados normales.

Varios casos con presunción diagnóstica de derivación arterio venosa central ("shunts" de izquierda a derecha), han sido estudiados por nosotros; la curva de dilución no siempre corroboró tal presunción; la falta de cateterismo o de comprobación operatoria nos impide concluir sobre ellos.

Ultimamente ha aparecido una comunicación (14) de Swan y col. en la que refieren la posibilidad de localización de defectos cardiacos mediante el uso combinado del cateterismo intracavitario y la inyección de colorante a diferentes niveles del corazón y de los grandes vasos; una explicación semejante a la que sugerimos para interpretar la curva de nuestro caso de derivación veno-arterial, se deja entrever en un caso de ventrículo derecho no funcionando que examinan con esta combinación de métodos.

El "ear-oximeter", que también es utilizado por estos investigadores, no sólo tiene la ventaja del trazado continuo y directo, que deja visualizar todas las fluctuaciones de la curva y ahorra tiempo, sino que además causa menos molestias al paciente, manteniéndolo en condiciones básicas; también permite su uso seriado a corto intervalo de tiempo, lo que si bien es posible con la punción femoral, (15) está sujeto en este caso a mayores posibilidades de error.

Según Swan, una atingencia sería que se puede hacer al "ear-oximeter", es que en ciertos casos de "shunts" de derecha a izquierda los cambios de la saturación arterial en oxígeno pueden interferir con la lectura de la curva, haciendo difícil y aún imposible su interpretación. En el caso de colección arterial no se presenta este inconveniente porque las determinaciones se hacen en suero, y no en sangre total.

"La precisión en el diagnóstico de la naturaleza de las malformaciones congénitas se hace posible comunmente mediante la información obtenida por el examen clínico, los rayos X, la fluoroscopia y la electrocardiografía" (H. Taussig) (16) Debiendo agregarse la medida de saturación de oxígeno de la sangre arterial (cianosis) y la medida de los tiempos circulatorios, mayor y menor (16).

En los últimos años se ha dado gran valor diagnóstico a la Angiocardiografía y al Cateterismo intracavitario, porque los métodos citados no siempre logran su objetivo. La primera, en sus distintos momentos: Dextro y Levo angiocardiograma, nos informa de la presencia de comunicaciones patológicas, al apartarse ambos o uno de ellos de su conformación normal; pudiendo darnos la dirección de la corriente y en ciertos casos una apreciación cuantitativa del flujo que pasa por tal comunicación. Con ella puede medirse también los tiempos circulatorios, evitando el factor subjetivo (Castellanos) (17).

El cateterismo intracavitario que permite la determinación de gases y presiones en las cavidades cardiacas y grandes vasos, según Dexter, (14), es también de gran utilidad diagnóstica. Asociándolo a los hallazgos clínicos contribuye al diagnóstico de Tetralogía de Fallot, Eisenmenger y Estenosis Pulmonar Simple. Fácilmente pueden ser compro-

bados y localizados "shunts" de izquierda-derecha en función del ductus, la comunicación interauricular o el Roger, pero pequeños defectos pueden pasar desapercibidos, dependiendo en parte de la pericia del investigador. Los defectos septales múltiples ofrecen resultados de difícil interpretación. No siempre es posible comprobar los "shunts" de izquierda a derecha. Por ello, la técnica combinada que propone Swan, inyección de colorante a través del cateter a diferentes niveles, y el estudio sucesivo de las curvas que se obtienen, es una gran ayuda en este sentido.

El cateterismo debe estar asociado a la angiocardiógrafa y otros métodos de estudio para asegurar el diagnóstico. (14)

Desde el año 1951 hasta el presente, han aparecido algunas publicaciones (3, 10, 12, 14, 17) dando énfasis a la utilidad de la Curva de Dilución en el diagnóstico de "Shunts" arterio-venoso y veno-arteriales centrales. La forma de la Curva y el tiempo circulatorio de aparición, son los elementos principales de juicio. El método, si no va asociado al cateterismo, no localiza el "shunt".

Cabe también la posibilidad de que comunicaciones de pequeño calibre no alteren la morfología normal de la curva.

Debe puntualizarse que el riesgo que corre el paciente sometido a este estudio es, practicamente, nulo, no ocurriendo lo mismo con la Angiocardiógrafa y el cateterismo intracavitario.

Cree Nicholson que la Curva de Dilución debería usarse en forma previa al cateterismo y la angiocardiógrafa, en todos los casos que se sospeche una derivación central.

Pero, a nuestro modo de ver, debe acumularse experiencia comparando los resultados angiocardiógráficos y del cateterismo intracavitario, con los de la Curva de Dilución, a fin de establecer la sensibilidad del método.

Este punto de vista está considerado dentro de nuestro plan de trabajo futuro, incluyendo, además, la experimentación en animales y en modelos de vidrio.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

(1) La curva de Dilución del colorante T-1824 ha sido estudiada en once pacientes portadores de derivaciones arterio-venosas centrales; además en un caso de derivación veno-arterial; uno portador de un aneurisma de aorta abdominal; un paciente en insuficiencia cardíaca congestiva, antes y durante su tratamiento, y dos individuos normales en quienes se cometió errores de técnica (punción de la vena femoral; inyección en dos tiempos).

En general nuestros resultados se han discutidos y comparados con los obtenidos por Monge y Cazorla en sujetos normales de nuestros distintos ambientes geográficos (trabajo inédito) y con los de autores extranjeros, en sujetos normales y portadores de derivaciones.

(2) Todos los "shunts" de izquierda a derecha, presentan una curva de dilución con acortamiento o ausencia de la rama descendente, tal como se encuentra descrita en la literatura, en trabajos realizados al mismo tiempo que los nuestros.

(3) Los 3 casos de Ductus estudiados en el pre y post operatorio; ofrecen después de la intervención quirúrgica una curva de caracteres normales, indicando que es un buen índice del éxito operatorio.

(4) Hemos encontrado una curva de dilución, en "shunts" de derecha a izquierda, que no ha sido descrita en la literatura, caracterizada por acortamiento del T. C. A. y falta de rama descendente.

(5) La Insuficiencia Cardíaca grave puede dar curvas semejantes a las que presentan los "shunts" de izquierda a derecha; pero el estudio seriado paralelo al tratamiento, sirve de elemento de diferenciación, y de juicio para la evolución y pronóstico.

(6) El aneurismo arterial, en las circunstancias anotadas, puede dar curvas semejantes a los "shunts" arterio-venosas; hecho que no ha sido registrado en la literatura médica. Creemos que la utilización diagnóstica de este procedimiento es evidente.

7. Errores de técnica al punzar en forma equívoca la vena femoral en vez de la arteria, y al efectuar la "doble inyección" del colorante, determinan curvas que pueden simular la presencia de "shunts".

(8) La comparación de nuestras curvas con la de sujetos normales nos permiten establecer que ningún sujeto, normal o enfermo, presenta curva patológica, si no es portador de una derivación arterio-venosa o veno-arterial central, con excepción de los casos anotados.

(9) Hasta el presente el estudio de la curva de dilución por sí sola no da datos sobre la localización o calibre de las comunicaciones patológicas, sólo informa su presencia y la dirección del flujo sanguíneo que la atraviesa.

(10) No podríamos asegurar la exactitud de este método en el 100% de los casos. Su uso debe ser asociado a la Angiocardiografía y al Cateterismo de las cavidades cardíacas, con el objeto de determinar su sensibilidad en relación con estos métodos. Si en el futuro se logra demostrar que tiene tanta o mayor precisión que ellos (en cuanto a presencia de derivaciones se refiere), deberá preceder al estudio angiocardiógráfico y al Cateterismo por tratarse de un método sencillo y económico, que no importa riesgo alguno.

A P E N D I C E

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE GASES OBTENIDOS EN LAS MUESTRAS DE LOS CATETERISMOS INTRACARDIACO.

Caso-1: A. M. Comunicación interauricular

Cava superior	11.26 vol% OHb
" inferior	12.60
Promedio cavas	11.93
Aurícula derecha	14.97
Ventrículo derecho	14.43
Tronco pulmonar	14.62
Rama izquierda pulmonar	14.52
Contenido arterial	15.87
Capacidad	93.02%

Caso 2: I. R. Comunicación interauricular

Aurícula derecha	14.03
Ventrículo derecho	12.97
Rama derecha pulmonar	12.67
Contenido arterial	15.44
Capacidad	91.52%
(No se pudo obtener muestra de cavas)	

Caso 11: Ductus arterioso (ligado), comunicación interventricular.

Pre-operatorio (5.VIII. 53)

Rama derecha pulmonar:	Contenido en CO ²	49.76 vol. %
	" ○	18.31
	Oxihemoglobina	18.18
	Saturación	88.49
Tronco pulmonar:	Contenido en CO ²	50.01
	" ○	17.51
	Oxihemoglobina	17.33
	Saturación	84.58
Ventrículo derecho:	Contenido en CO ²	51.86
	" ○	17.44
	Oxihemoglobina	17.26
	Saturación	84.26
Aurícula derecha:	Contenido en CO ²	43.50
	" ○	13.08
	Oxihemoglobina	12.90
	Saturación	62.96

Vena cava:	Contenido en CO ²	51.75
	" O	13.47
	Oxihemoglobina	13.29
	Saturación	64.86
Punción arterial:	Contenido en CO ²	48.02
	" O	20.90
	Oxihemoglobina	20.12
	Capacidad	20.49
	Saturación	98.19
	Hemoglobina	15.06 gms.

Post - operatorio (23. XII. 49)

Rama izquierda pulmonar:	Contenido en CO ²	50.93 vol.
	" O	17.51
	Oxihemoglobina	17.39
	Saturación	84.91
Tronco pulmonar:	Contenido en CO ²	50.66
	" O	17.52
	Oxihemoglobina	17.40
	Saturación	84.91
Ventrículo derecho:	Contenido en CO ²	51.03
	" O	17.59
	Oxihemoglobina	17.47
	Saturación	85.26
Aurícula derecha:	Contenido en CO ²	49.48
	" O	16.82
	Oxihemoglobina	16.70
	Saturación	81.50
Vena cava:	Contenido en CO ²	50.17
	" O	16.90
	Oxihemoglobina	16.18
	Saturación	78.96

VI

BIBLIOGRAFIA

- 1.— STEWART, G. N.: The pulmonary circulation time, the quantity in the lungs and the output of the heart, *Am. J. Physiol.*, 58:20, 1921.
- 2.— KINSMAN, J. M.; MOORE, J. W., and HAMILTON W. P.: Studies on the circulation. Injection method, physical and mathematical consideration. *Am. J. Physiol.*, 89:322, 1929.
- 3.— NEWMANN, E. V., MERRELL, M., GENECIN, A., MONGE, Jr. C., MAXINOR, W., and MC. KEEVER, W.: The dye dilution method

- for describing the central circulation. An analysis of factors shaping the time concentration curves. *Circulation*. 4:735, 1951.
- 4.— GIBSON, J. C. Jr., and EVELYN, K. A.: Clinical Studies of blood volume: adaptation method to photoelectric microcolorimeter. *J. Clin. Invest.* 17:153, 1938.
 - 5.— PRICE, F. B. and SONGMINE, W. P.: *Johns Hopkins Hosp. Bull.* 71:51: 1942.
 - 6.— MONGE CASSINELLI, C.: Comunicación personal, 1952.
 - 7.— TAFUR, C.: Tesis de Bachiller, Lima 1953.
 - 8.— ALZAMORA, R., y col.: Caso Clínico (por presentarse a la Sociedad Peruana de Cardiología), 1953.
 - 9.— MISPIRETA, A., y col.: Caso clínico (por presentarse a la Sociedad Peruana de Cardiología), 1953.
 - 10.— NICHOLSON, J. W., II.: et al.: A method for the continuous recording of Evans Blue dye curves in arterial blood, and its application to the diagnosis of cardiovascular abnormalities: *J. of Lab. and Clin. Med.* 37:353, 1951.
 - 11.— MONGE, C. C., y CAZORLA, A.: Descripción de la dinámica circulatoria, con la Curva de dilución, en individuos normales a nivel del mar y a 4.600 metros de altura. (por publicarse).
 - 12.— FRIEDLICH, A.; NEIMBERKER, R., and BING, R. J.: A device for continuous recording of concentration of Evans Blue Dye in whole blood and its application to determination of cardiac out-put. *J. Appl. Physiol.* 3:12, 1951.
 - 13.— DEXTER, W.: Cardiac catheterisation in the diagnosis of congenital heart disease: *Bull. N. Y. Ac. Med.* 26:93, 1950.
 - 14.— SWAN, H. J. C., and WOOD, E. H.: Localization of cardiac defects by Dye Dilution recorded after injection of T-1824 and multiples sites in the heart and great vessels during cardiac catheterisation: *Proc. Staff Meett Mayo Clin.* 18:95, 1953.
 - 15.— BALL, J. D., KOPELMAN, H., and WITMAN, A. C.: Circulatory Changes in mitral stenosis at rest and on exercise; *Brit. Heart Journ.* XIV: 363 1952.
 - 16.— TAUSSIG, H. B.: Congenital malformations of the heart: N. Y. The Common Whealt Fund. 1947.
 - 17.— CASTELLANOS, N.: Cardiopatías congénitas.
 - 18.— BROADBENT, J. C.; CLAGGET, C. T.; BURCHELL, H. B., and WOOD, H. H.: Dye dilution curves in congenital heart disease. *Am. J. Physiol.* 167:770, 1951