UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

GUATEMALA, C. A.

TECNICA DEL PREPARADO CARDIO - PULMONAR Y EFECTOS DE LA DISMINUCION PROGRESIVA DE LA RESISTENCIA PERIFERICA, SOBRE EL DEBITO DEL VENTRICULO IZQUIERDO

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

OSCAR JIRON TANCHEZ

Ex-interno de la Sala de Medicina de Niños. Ex-interno de la Consulta externa de Ginecología del Hospital General. Ex-becado en el Instituto Nacional de Cardiología de México.

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA DE

MEDICO Y CIRUJANO

JUNIO DE 1953.

PLAN DE TESIS

1.— Prólogo.

2.— Preparado Cardio-Pulmonar. (Método Utilizado)

3.— Descripción del aparataje.

4.— Técnica.

5.— Técnica para el uso del defibrilador.

6.— Descripción de Registros.

Variaciones de la resistencia periférica en sentido descendente y sus efectos sobre el débito del ventrículo izquierdo.

1.— Condiciones Experimentales.

2.— Resultados Obtenidos.

3.— Discusión.

4.— Conclusiones.

5.— Bibliografía.

PROLOGO

La importancia del sistema circulatorio, indica la necesidad del estudio de los fenómenos que en él se verifican, para la mejor comprensión de los problemas que se presentan en salud o enfermedad.

Consideremos un sistema hidráulico cerrado, provisto de una bomba y tubos por donde circula un líquido cualquiera; para comprender el funcionamiento de tal sistema, es imprescindible conocer las características de los elementos que lo integran, este sistema puede representar para nosotros el corazón y los vasos arteriales y venosos.

El corazón constituído por un tejido muscular especial (músculo cardíaco), provisto de actividad propia (automatismo), sometido a las acciones nerviosas del vago y del simpático, con una función de bomba al lanzar en cada sístole cierta cantidad de sangre en las arterias, que a su vez están bajo el control del sistema nervioso, tiene que ser un sistema hidráulico muy especial y sumamente complicado.

Todas las características de los elementos de este sistema han sido y siguen siendo estudiadas con detalle, y en el curso del presente trabajo me referiré a una de ellas.

El objeto es ocuparme:

1.— De la descripción y estudio del método adecuado para este tipo de trabajo experimental.

2.— De los efectos que producen las variaciones de la presión de la resistencia periférica en sentido descendente, sobre el débito del ventrículo izquierdo.

METODO UTILIZADO

PREPARADO CARDIO-PULMONAR

Muchos métodos fueron utilizados para medir el débito cardíaco, y estudiar los diferentes elementos que integran el aparato circulatorio, en su funcionamiento normal, así como de los diferentes factores que hacen variar los mismos; pero ninguno dió los resultados deseados. Era necesario utilizar un corazón que se encontrara en condiciones de funcionamiento muy cercanas a las normales.

Un corazón aislado, alimentado con sangre, debidamente oxigenada y provisto de los aparatos de registro necesarios cumpliría esta necesidad.

Starling fué quien creó una preparación que cumplía los requisitos indicados, la idea original fué perfeccionada por él mismo y sus colaboradores, hasta culminar con el preparado cardio-pulmonar actual, que es universalmente aceptado.

El dispositivo utilizado en el presente trabajo es el corrientemente usado en el Departamento de Fisiología y Farmacología del Instituto Nacional de Cardiología de México, en donde tuve el honor de hacer mis estudios.

Haré una descripción del dispositivo y de la técnica de la preparación, que realmente es difícil por estar llena de detalles, pero que: cada uno de ellos es fundamental para el buen éxito de la preparación, la descripción será llevada sobre sus partes más importantes, con el objeto de difundir su conocimiento, que tiene una extraordinaria importancia para la enseñanza y la investigación. Esperando que en un día no lejano, pueda utilizarse en nuestro medio, y especialmente en las Facultades de Medicina y Farmacia, y obtener de ella las enseñanzas objetivas inapreciables que nos brinda.

DESCRIPCION DEL APARATAJE

El dispositivo utilizado consta esencialmente de:

1.— Cánulas especiales.

2.— Resistencia Periférica con válvula de vidrio de tres vías.

3.— Sistema para medir el débito, Stromuhr, o de cualquier otro tipo.

4.— Sistema de calentamiento de la sangre, con calentador eléctrico, agitador, termo-regulador automático provisto de su correspondiente reóstato.

5.— Reservorio venoso, de vidrio graduado en centímetros cúbicos.

SISTEMAS DE REGISTRO

1.— Presión arterial, manómetro de mercurio con su correspondiente frasco sensibilizador.

2.— Presión Venosa. Manómetro de Bromoformo.

3.— Tiempo, reloj con un sistema de interrupción de corriente graduado en segundos, unido a una señal electromagnética.

4.— Factores variables. Señal electromagnética con interruptor de mano, provista de su correspondiente transformador.

5.— Fenómenos eléctricos del corazón. Un electroencefalógrafo Grass tipo III de Consola con seis canales y electrodos.

AGREGADOS INDISPENSABLES

1.— Máquina de respiración artificial de volumen variable.

2.— Mesa con calefacción de regulación automática.

3.— Termómetros de Máxima y útiles accesorios.

DESCRIPCION

Cánulas.

Cánula arterial de vidrio en forma de T, es decir provista de tres ramas.

Rama vertical inferior provista de cuello destinada a ser introducida en la arteria innominada del perro.

Rama vertical superior provista de tubo de caucho para unirse a la resistencia periférica.

Rama horizontal con tubo de caucho para unirse al registro de presión arterial.

Los dos tubos de caucho se mantienen pinzados hasta el momento en que se indica en la técnica.

RESISTENCIA PERIFERICA

La resistencia periférica ha sufrido varias modificaciones, la más importante fué señalada por Jerusalem, quien hacía pasar la sangre, en contacto directo con mercurio, pero observó que la sangre, después de cierto tiempo adquiría propiedades deletéreas que arruinaban la preparación, y fué sustituída por una resistencia de caucho delgado y flexible, encerrada en un tubo de vidrio, el cual comunica con:

1.— Con un manómetro de mercurio que indica la presión.

2.— Con una válvula de tres vías, unida a una pera de caucho que permite hacer variar la presión a voluntad.

3.— Con un frasco de vidrio que permite que la presión sea uniforme.

La resistencia periférica está unida por una parte, a la cánula arterial, y por otra al Stromuhr, entre los cuales se encuentra intercalado un tubo en T, cuya rama vertical provista de un tubo de caucho, se encuentra cerrada, lo mismo que el tubo que lo continúa hacia el Stromuhr.

El aparato para medir el débito (Stromuhr), está constituído por dos ámpulas de vidrio, de setenta centímetros de capacidad cada una. Cada ámpula tiene en su extremo inferior un tubo de forma de Y invertida, con dos ramas, de las cuales: la rama derecha de cada ámpula se une por medio de un tubo de caucho a un tubo en Y, que va al sistema de calentamiento; constituyendo en conjunto dos tubos inferiores de los cuales: el que une las dos ramas derechas está en relación con la resistencia periférica, y el que une las dos ramas izquierdas está en relación con el sistema de calentamiento de la sangre.

Cada ámpula tiene tres marcas que procediendo de arriba hacia abajo indican 50. 25. 0. centímetros cúbicos.

El extremo superior de las dos ámpulas está unido a un tubo de vidrio en Y., cuya rama superior está unida a un embudo por medio de un tubo de caucho provisto de pinza de presión.

SISTEMA DE CALENTAMIENTO

El sistema de calentamiento está constituído por un serpentín de vidrio, dentro del cual corre la sangre, sumergido en un vaso lleno de agua y provisto de calentador eléctrico, termómetro, termo-regulador, agitador; con el objeto de calentar la sangre y mantenerla a una temperatura constante, de 37o. C.

Del extremo del serpentín sale un tubo de caucho que lleva la sangre al depósito venoso.

DEPOSITO VENOSO

El depósito venoso es un reservorio de vidrio, graduado, con una capacidad de 500 c.c. y montado sobre un tornillo que permite elevarlo a voluntad desde 0 hasta 30 centímetros o más de altura. El cero del depósito debe estar a la misma altura que el corazón del perro utilizado en el experimento.

El extremo inferior del depósito está unido a un tubo de caucho que termina en la cánula venosa, y que lleva una pinza de tornillo para poder graduar su luz.

CANULA VENOSA

La cánula venosa tiene tres ramas; la rama vertical superior en relación con el depósito, la rama vertical inferior está destinada a ser introducida en la orejuela derecha, y la rama horizontal lleva un termómetro destinado a controlar la temperatura de la sangre, en el momento de entrar al corazón.

De los sistemas de registro y accesorios me ocuparé más tarde.

TECNICA DEL PREPARADO CARDIO-PULMONAR

En esta preparación se han usado diferentes especies de animales, como gatos, perros, etc., actualmente se prefiere trabajar con perros, porque tienen un corazón más resistente.

Con esta técnica el corazón y los pulmones trabajan completamente aislados del organismo, y por consiguiente es necesario darles la cantidad adecuada de sangre para su funcionamiento.

Al principio se utilizó sangre de otras especies de animales, como sangre procedente de los mataderos, o del parto de las vacas. Pero los trabajos de Martini, pusieron de manifiesto su acción tóxica sobre el corazón, y el procedimiento fué abandonado, utilizándose únicamente sangre de la misma especie.

Usualmente se necesitan 1,400 c.c. de sangre para un experimento, y para obtener tal cantidad es necesario sacrificar dos perros.

SANGRIA DE LOS PERROS

Se escoge el perro más grande de que pueda disponerse, se le lleva al lugar adecuado, y el ayudante ata fuertemente las extremidades y el hocico del animal, apoyándose fuertemente sobre él lo inmoviliza, se toma el aparato de anestesia previamente cargado con éter, se aplica al animal, controlando la anestesia por el reflejo corneal, y cuando está dormido se le lleva a la mesa para la sangría.

OBSERVACIONES

En una ocasión la inmovilización fué imperfecta, el perro se volvió y mordió al ayudante en una mano; se pidió el record a la casa de animales, e informaron que el perro era nuevo, pues hacía dos días había causado ingreso. En tal caso se pidió vacuna antirrábica y se trató al ayudante con 31 inyecciones subcutáneas. Posteriormente el perro no presentó señales de enfermedad.

No utilizar nunca un perro que no tenga por lo menos ocho días de observación.

Algunas veces los perros pasan rápidamente de la anestesia a la muerte, esto se debe a que después de haber inhalado un poco de anestésico, se defienden deteniendo la respiración, y cuando ésta se reinicia lo hace violentamente, inhalándose cantidades masivas de éter que son suficientes para matarlo.

Cuando el perro detiene la respiración se retira la mascarilla, con el objeto de permitirle inhalar una mezcla de aire y éter, evitando así la muerte.

Se utiliza éter porque es muy volátil, y la sangre obtenida, constantemente agitada y calentada, lo pierde con facilidad, y por consiguiente no ejercerá ninguna acción sobre el corazón.

La anestesia por barbitúrico tiene el inconveniente de que la sangre no lo pierde, y actúa deprimiendo la fibra cardíaca, llevando al corazón a la insuficiencia mucho más rápidamente.

Una vez el perro en la mesa dispuesto para la sangría; rasurar el cuello en la línea media, incidir todos los planos y aislar la arteria carótida izquierda, hacer una ligadura en la parte superior, y pasar un hilo sin anudar en la parte inferior, aplicar una pinza arterial a la misma altura, con una tijera seccionar la luz de la arteria a la mitad, introducir una cánula de vidrio provista de un tubo de caucho, y anudar el hilo sobre la cánula, abrir la pinza y recoger la sangre en un recipiente, agitándola constantemente con una varilla de vidrio para defibrinarla. La cantidad obtenida varía entre 600 y 800 c.c., cantidad insuficiente que obliga al sacrificio de otro perro hasta obtener 1,400 c.c. llevar esta sangre al laboratorio, filtrarla sobre gasa en cuatro capas, y ponerla al baño de maría para calentarla a 37o. C.

Todo perro u otro animal cualquiera, utilizado en un experimento que no sea de tipo crónico, deberá matarse, introduciendo el bisturí en el tórax y cortando los vasos aórticos y pulmonares, sobre la columna vertebral.

Insistir sobre la defibrinación y filtrado de la sangre, de lo contrario se producen infartos en el pulmón y el miocardio, que inutilizan la preparación.

También puede evitarse la coagulación de la sangre utilizando heparina, pero siempre y cuando el carácter del experimento lo permita, en algunas ocasiones no con-

viene, para evitar un nuevo factor que controlar o tomar en cuenta.

Mientras la sangre se calienta al baño de maría a una temperatura que no debe exceder de 37o. C. proceder a preparar el perro del cual se utilizará el corazón y los pulmones.

La sangre calentada a más de 40. C. está quemada y es inútil usarla.

No usar sangre refrigerada procedente de otro experimento, porque facilita la aparición del edema pulmonar.

Debe usarse única y exclusivamente sangre fresca recién obtenida, que garantiza la máxima eficiencia de la preparación.

PREPARACION DEL PERRO DEL CUAL SE VA A UTILIZAR EL CORAZON Y LOS PULMONES

Escoger un perro joven de mediano tamaño, porque en los perros viejos el corazón se hace rápidamente insuficiente y las arterias están endurecidas, y fácilmente se lesionan con las ligaduras o el paso de las cánulas.

Una vez escogido el perro, pesarlo, inmovilizarlo e inyectarle nembutal disuelto en agua a razón de 30 miligramos por kilo de peso, por vía intraperitoneal, sobre la línea media infraumbilical, abandonarlo hasta que se duerma.

Cuando el perro esté dormido, llevarlo a la mesa, encender la calefacción, amarrarlo de una manera firme y adecuada, e introducirle un termómetro de máxima en el recto para controlar el grado de calor a que está sometido.

Recordar que el aumento o la disminución de la temperatura hacen variar la frecuencia cardíaca.

Hacer una incisión sobre el cuello en la línea media, hasta descubrir la tráquea, aislarla y hacerle dos incisiones, una vertical y otra horizontal, introducir la cánula y fijarla con una ligadura. En seguida proceder a aislar el paquete vásculo-nervioso a cada lado del cuello, separar el tronco común del vago-simpático, de la arteria carótida, pasarle a cada una de las dos formaciones un hilo sin apretar, separar ahora la carótida y ligarla en su porción supe-

rior; pasar un hilo en la parte inferior y colocar una pinza arterial, con una tijera fina seccionar la arteria hasta la mitad de su luz, introducir una cánula, ligar sobre la arteria y soltar la pinza, haciendo así una sangría de más o menos 150 c.c., y en seguida ligar el extremo inferior de la arteria.

Poner a funcionar la máquina de respiración artificial, conectar el tubo de caucho a la cánula traqueal, y graduar el volumen requerido de una manera aproximada.

Después de haber hecho esto, continuar la incisión del cuello sobre la línea media del tórax, hasta el vértice del apéndice xifoides, separando a éste del tejido que lo rodea; con un costótomo, cortar el apéndice xifoides y el esternón exactamente sobre la línea media. Cuando se hace un corte limpio no se produce ninguna hemorragia.

Colocar cuatro separadores, dos a cada lado del tórax y abrir a éste lo más que se pueda, y fijarlos a la mesa sólidamente. Con los pulmones a la vista graduar más cuidadosamente el volumen de la máquina de respiración, de tal manera que los pulmones, no se inflen demasiado, porque esto favorece la aparición del edema, y por otra parte que no se inflen poco, porque esto significa un grado de anoxia del miocardio, que favorece la aparición temprana de la insuficiencia cardíaca.

A cada lado del tórax, en la parte superior, aparecen unas formaciones grasosas que llevan en su interior pequeños vasos, que es necesario seccionar entre dos ligaduras.

Procurar en todo lo posible no manipular el pulmón, ni herirlo, porque esto también favorece la aparición del edema.

Disecar la vena cava superior, y la arteria innominada, sólo la porción estrictamente necesaria, para poder identificarlos, e introducir las cánulas y ligaduras, alrededor de estas formaciones se encuentra un tejido muy irrigado, que al ser roto sangra constantemente. Recordar que estamos trabajando con sangre defibrinada, y que esta pequeña sangría prolongada durante todo el tiempo que dura el experimento, produce una pérdida de sangre muy importante.

Una vez disecada la vena cava superior, pasarle dos ligaduras de cáñamo y dejarlas sin apretar, lo mismo se

hace con la arteria innominada. Pasemos ahora a disecar la arteria aorta en su porción descendente, que constantemente está rodeada de tejido gelatinoso, que es necesario separar por disección roma, evitando lesionar la arteria. Disecar lo única y estrictamente necesario para poder pasar dos ligaduras de cáñamo, que se dejan sin apretar, y una pinza de Pean que se deja sin cerrar.

La disección minuciosa de la arteria, produce pequeñas lesiones en la periarteria, que se traducen por hemorragias, pequeñas pero incontenibles, que a la larga, constituyen pérdidas de sangre muy apreciables.

Continuando la disección, se aislan, la vena ácigos y la cava inferior, muy brevemente, lo suficiente para que pase un portahilos.

A cada lado del tórax descienden los nervios frénicos, acompañados de una pequeña arteria, seccionarlos entre dos ligaduras y arrancar el cabo distal, esta operación tiene por objeto liberar al diafragma de la influencia nerviosa, evitando así que se presenten acciones contrarias, o no perfectamente paralelas entre el pulmón regido por la máquina de respiración y el diafragma regido por el sistema nervioso.

Seccionar ahora en el cuello el tronco vago-simpático, liberando así totalmente al pulmón y el corazón de toda influencia nerviosa, la respiración se vuelve así completamente pasiva, siguiendo el ritmo señalado por la máquina de respiración artificial. El corazón queda reducido a su automatismo, obedeciendo únicamente al ritmo que le señala el seno o (Marca Paso), durante esta operación se observan variaciones de la frecuencia cardíaca y respiratoria, que duran poco tiempo. En seguida retirar la sangre que se encuentra calentando, filtrarla de nuevo y llenar el depósito venoso, quitar la pinza que se encuentra cerca de la cánula, y dejar pasar la sangre lentamente, hasta que aparezca en su borde libre, y apretar la pinza de Pean. Este tiempo es muy importante porque de no cumplirse exactamente, el poco de aire que siempre queda, es aspirado por la aurícula, y arrastrado por la circulación puede constituir una embolia de importancia.

Con la pinza de tornillo graduar en una forma aproximada el volumen de sangre que entra a la aurícula, y en seguida bajar el depósito venoso, haciendo coincidir el

nivel superior líquido con el cero de la graduación, para evitar el factor presión hidrostática, que hace variar el débito cardíaco, y dejar la cánula al alcance de la mano.

Proceder ahora a la ligadura de las venas, ácigos, cava inferior, subclavia derecha. Excluyendo así la circulación venosa del tórax, parte inferior del cuerpo, miembro superior derecho.

En esta situación la sangre está llegando al corazón únicamente por la vena cava superior, cuyo volumen es insuficiente para mantener un buen funcionamiento cardíaco, por consiguiente la operación que sigue debe hacerse con rapidez.

Inmediatamente después anudar la ligadura distal de la vena cava superior, poner una pinza de vasos con las ramas protegidas con caucho y cortar la vena transversalmente, hasta un poco menos de la mitad de su luz, exprimirla y expulsar la sangre que pueda quedar en ella; porque si se deja, se coagula rápidamente y puede producir un infarto, se quita la pinza de vasos en el preciso momento en que la aurícula esté llena, para evitar la aspiración de aire, e introducir rápidamente la cánula, anudando la segunda ligadura y fijando el tubo a un soporte. Quitar la pinza de Kocher que se encuentra en el tubo de caucho que viene del depósto venoso, permitiendo así el paso de la sangre al corazón.

Inmediatamente dirigirse hacia la arteria innominada y anudar la ligadura distal, mientras el ayudante aprieta la ligadura proximal, cerrando la luz del vaso para evitar la salida de sangre, seccionar la mitad de la arteria e introducir la cánula correspondiente, hasta que su extremo libre se encuentre en la aorta, apretar y anudar la ligadura proximal.

Apretar la pinza de Kocher que dejamos en la aorta y llenar rápidamente el depósito venoso, sin olvidarse de ponerlo siempre en cero.

Esta parte de la técnica debe hacerse con seguridad y rapidez, porque la sangre defibrinada de que se dispone está siendo impulsada por el corazón a través de la arteria aorta y difundiéndose por todo el cuerpo del animal, es decir se está perdiendo, porque toda la circulación de retorno se encuentra ligada, y por consiguiente la aorta debe pinzarse lo más pronto posible.

La sangre debe ahora pasar a la resistencia periférica, previamente se debe dar a ésta una presión de 90 a 100 milímetros de mercurio, quitar la pinza que se encuentra entre la cánula arterial y la resistencia, la sangre pasará ahora a ésta, pero este volumen es el que guardaba el corazón y los vasos, y no está defibrinada, es necesario eliminarla para evitar su coagulación en el sistema, abrir entonces, la rama inferior del tubo en T que se encuentra después de la resistencia, dejar escapar la sangre y recibirla en vaso adecuado, agitándola constantemente para defibrinarla, se dejan salir más o menos 150 a 200 c.c. Después de recoger este volumen cerrar nuevamente el tubo con la pinza, y abrir la comunicación entre la resistencia y el Stromuhr, la sangre pasa ahora de éste al serpentín o aparato de calentamiento y de allí al depósito venoso cerrándose de esta manera el circuito.

La sangre obtenida se filtra y se incorpora la reserva que se mantiene en calentamiento continuo.

Efectuadas estas operaciones se gradúa nuevamente la entrada de sangre en la aurícula derecha, se gradúa de tal manera que el corazón no se presente dilatado ni fláccido, permitiendo así un buen funcionamiento.

La dilatación, la flaccidez, es decir la anemia y las manipulaciones inadecuadas, producen sus efectos sobre el corazón haciéndolo entrar primero en flutter y después en fibrilación, significando esto el final del experimento a menos que logre detenerse.

La fibrilación se combate con el defibrilador, artefacto constituído por dos electrodos de gran superficie, unidos por sus respectivos conductores a un sistema de resistencias variables a voluntad.

TECNICA PARA EL USO DEL DEFIBRILADOR

Se aplican los dos electrodos directamente sobre la superficie cardíaca, y en seguida se da un choque de 80 voltios, con una duración de medio segundo, esperar algunos momentos, si la fibrilación no cede, dar un nuevo choque de 100 voltios con una duración igual, y si no cede, repetir el choque con una duración de un segundo; si la intervención no ha sido muy tardía el fenómeno anormal generalmente desaparece.

En términos generales se puede decir la anormalidad consiste en la formación de focos ectópicos, cuya frecuencia de descarga no obedece al ritmo del seno auricular, y que al aplicar una corriente de tan alto voltaje se produce una inhibición total de todos los focos cardíacos; después de algunos momentos de paro cardíaco, el seno se recupera y principia a descargar con su ritmo normal, y el corazón nuevamente entra en actividad obedeciendo a la frecuencia de descarga normal del seno auricular.

En algunas ocasiones, el corazón se detiene mucho más tiempo que el conveniente y puede llegar a un paro definitivo, en estas circunstancias, se aplican dos pinzas electrodos unidas a un estimulador, por medio del cual se le envían choques eléctricos de las siguientes características: voltaje 20 a 30 voltios, duración 1/10 de segundo, frecuencia uno por segundo, haciendo entrar así al corazón a la frecuencia normal.

Este método experimental para combatir la fibrilación cardíaca, es utilizado en cirugía con excelentes resultados, usando la misma técnica y el mismo dispositivo, y cuando por la naturaleza de la intervención el corazón es accesible.

Numerosos son los reportes de los éxitos obtenidos con este aparato, el método ha sido considerado de un gran valor y se admite que en toda intervención quirúrgica intratorácica, el cirujano debe tener a mano un defibrilador.

Paso a describir la adaptación de los sistemas de registro del preparado cardio-pulmonar.

PRESION ARTERIAL

Este registro se obtiene por medio de un manómetro de mercurio, previamente sensibilizado a una presión de 90 a 100 milímetros de mercurio, unido por medio de un tubo de caucho, lleno de suero fisiológico, y adaptado a la rama horizontal de la cánula arterial.

PRESION VENOSA

Este registro se obtiene por medio de un manómetro de bromoformo, provisto de un tubo de caucho, que termina por una cánula de vidrio, previamente llenos de suero fisiológico y que se adapta generalmente a la orejuela derecha.

TECNICA

Tomar la punta de la orejuela derecha entre dos pinzas de Kocher sin dientes, pasar una ligadura alrededor de las dos pinzas y dejarla sin apretar, hacer una ligera tracción sobre la orejuela, esperar que la aurícula se encuentre llena para evitar la aspiración de aire, y cortar con una tijera lo suficiente para poder introducir la cánula, hecho esto apretar la ligadura alrededor de la misma. En estos momentos se produce una alteración de la frecuencia cardíaca que dura poco tiempo.

REGISTRO DEL DEBITO VENTRICULAR IZQUIERDO

La lectura del débito se logra introduciendo un líquido de contraste, dentro de las ámpulas, y que no se mezcle con la sangre, esto se logra de la manera siguiente: apretando los tubos de caucho que se encuentran a cada lado del Stromuhr, de esta manera la sangre sube por las ámpulas, quitar la pinza que cierra el extremo superior del aparato y esperar que la sangre aparezca en el embudo, inmediatamente el ayudante vierte aceite mineral en el interior del embudo, aflojar suavemente los tubos y esperar que el aceite descienda hasta el nivel adecuado, y apretar la pinza del extremo superior.

Para medir el débito se aprietan los dos tubos laterales, hasta que la sangre sube al extremo del ámpula de la izquierda, en seguida soltar y apretar los dos tubos centrales, y esperar que el nivel del aceite pase por la marca 50, apretar el cronómetro y soltarlo en el momento en que el nivel pasa por la marca 0., obteniendo de esta manera, el tiempo en que el corazón desplaza 50 c.c. de sangre, éste se inscribe en el papel ahumado en la marca que ha dejado la señal de mano y que se manipula en el momento de principiar la medición.

REGISTRO DE TIEMPO

Este registro se obtiene por medio de una señal electromagnética, unida a un reloj que cierra un circuito en cada lapso de tiempo previamente determinado.

Estos registros se inscriben en papel ahumado, montado en un kimógrafo grande y en el siguiente orden: presión arterial, presión venosa, tiempo, débito.

REGISTRO DE FRECUENCIA CARDIACA

Para este registro se utilizan pinzas electrodos de acero cubiertas de pintura aisladora, excepto en la parte con que se ponen en contacto con el miocardio. Estos electrodos se unen a un electro encefalógrafo, aparato cuyo dispositivo se manipula de acuerdo con el tipo de experimento que se lleva a cabo, y debe tener siempre un electrodo de contacto con tierra.

Al colocar los electrodos debe tenerse cuidado de hacerlo suavemente, porque la más pequeña lesión del miocardio, altera el registro produciéndose ondas monofásicas, ondas de lesión que dificultan la interpretación de los fenómenos registrados.

Debe tenerse mucho cuidado en escoger electrodos cuya resistencia sea sensiblemente igual, es decir electrodos previamente medidos porque de lo contrario se obtienen registros difíciles de interpretar.

Debe observarse siempre, que la preparación tenga contacto con tierra así como el aparato, y que estos contactos vayan siempre al mismo lugar, cuando estas condiciones no se cumplen se establecen interferencias que imposibilitan el registro. Aún observando estas reglas a veces, hay interferencias difíciles de eliminar, para evitarlas debe impedirse el funcionamiento de aparatos o lámparas eléctricas que no sean estrictamente necesarios.

Antes de utilizar el electro-encefalógrafo, debe revisarse completamente con el objeto de asegurar un registro bueno y sin artefactos. Vigilar el acumulador, que sus contactos sean correctos y su carga normal. Que los depósitos estén llenos de tinta y las plumas permeables, que el alimentador de papel se encuentre bien cargado y en condiciones de buen funcionamiento, que los controles de electrodos a la preparación, el electrodo selector a tierra, filtros, pasos, igualación, amplificación, voltaje, polaridad y canales se encuentren, en las situaciones que el plan de trabajo indique, tomar en cuenta que todos los experimentos deben ser hechos en las mismas condiciones, para obtener conclusiones adecuadas.

La utilización del aparato y la técnica de su manejo es muy complicada, y la única manera de aprenderlo es trabajando y familiarizándose con él. Por consiguiente no daré una descripción detallada del mismo, pero de todos modos, es un aparato sumamente valioso e imprescindible, para la experimentación y la enseñanza.

De esta manera doy por terminada la descripción de los aparatos y técnica del preparado cardio-pulmonar, esperando que sea de utilidad.

VARIACIONES DE LA RESISTENCIA PERIFERICA EN SENTIDO DESCENDENTE, Y SUS EFECTOS SOBRE EL DEBITO DEL VENTRICULO IZQUIERDO

METODO

Se utilizó el preparado cardio-pulmonar tal como fué descrito anteriormente, fijando y modificando los diferentes factores de acuerdo con el plan de trabajo.

ANIMALES UTILIZADOS

Se utilizaron en cada experimento tres perros, de los cuales: los dos más grandes sirvieron para la sangría, obteniendo de ellos 1,400 a 1,500 c.c. de sangre.

El tercero fué escogido de tamaño mediano, joven, por las razones antes dichas, y se utilizó el corazón y los pulmones. Estos perros tuvieron un promedio de peso de 10.5 kilos y fueron anestesiados con nembutal intraperitoneal a razón de 0.03 grms. por kilo de peso, disuelto en suero fisiológico. Se hicieron 14 experimentos.

CONDICIONES EXPERIMENTALES

Lan condiciones experimentales se fijaron de la siguiente manera:

1.— Se hizo descender el depósito venoso hasta que el nivel de la sangre coincidiera con el 0.

2.— Considerando que los perros de peso similar o muy cercano, tienen un corazón de tamaño más o menos igual, y que las condiciones en las cuales se principia el experimento son casi normales, se fijó la entrada de sangre a la aurícula de tal manera que el débito medido fuera de 50 c.c. en 5 segundos como promedio.

3.— La temperatura del baño de calentamiento de la sangre se conservó en 40 grados centígrados.

4.— La temperatura de la sangre que entra a la aurícula, tomada con el termómetro de la cánula venosa fué de 37o. C.

5.— La presión de la resistencia periférica fué de 100 m. m. de Hg.

6.— La temperatura del perro fué de 37o. C.

7.— La presión arterial máxima fué de 100 m. m. de Hg.

8.— La presión arterial mínima fué de 93 m. m. de Hg.

9.— La presión venosa tomada en la aurícula derecha fué de 0 m. m. de agua.

10.— La frecuencia auricular fué de 153 por minuto.

11.— La frecuencia ventricular fué de 153 por minuto.

12.— El débito del ventrículo izquierdo fué de 588 c.c. por minuto.

La presión de la resistencia periférica fué disminuída desde la condición basal de 100 m.m. de Hg. hasta 20 m. m. de Hg. en pasos de 10 en 10 m. m. de Hg. con un intervalo aproximado de 15 minutos entre cada lapso.

En algunos casos se llegó a dar una presión menor de 20 m. m. de Hg., pero el resultado fué el desfallecimiento cardíaco, produciéndose un estado de insuficiencia irreversible por los métodos adecuados, que no interfieren con el carácter de los experimentos.

RESULTADOS

DEBITO DEL VENTRICULO IZQUIERDO

Las condiciones basales fueron:

Presión de la resistencia periférica en m. m. de Hg.	Débito del ventrículo izquierdo en c.c. por minuto
Control 100 m. m.	588 c.c.

El débito del ventrículo izquierdo fué medido por el tiempo en segundos que tarda el corazón en llenar un ámpula de 50 c.c. calculando después el número de c.c. por minuto, que es el débito expresado para el ventrículo izquierdo.

El débito del ventrículo izquierdo se considera igual al del derecho, y el débito total será la cifra del ventrículo izquierdo multiplicado por dos.

En el curso de este trabajo únicamente me referiré al débito del ventrículo izquierdo.

Los valores obtenidos se encuentran en el cuadro No. 1.

CUADRO No. 1

Presión de la resistencia periférica en m. m. de Hg.	Débito del ventrículo izquierdo en c.c. por minuto.
Control.	
100	588
90	555
80	565
70	562
60	575
50	586
40	586
30	555
20	432

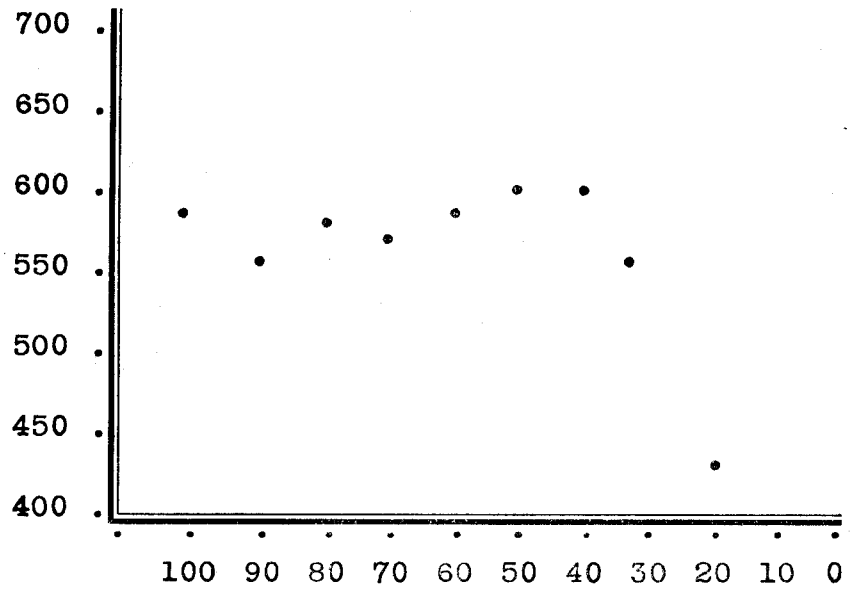
Los valores obtenidos señalan, que desde el momento en que se tomó el control, hasta que principió el experimento las cifras del débito disminuyen sensiblemente en 33 c.c. por minuto.

Los valores siguientes aumentan progresivamente hasta alcanzar 586 c.c. por minuto cuando la presión llega a ser de 50 milímetros de mercurio, acercándose sensiblemente a las cifras obtenidas en el control que fueron de 588 c.c. por minuto, indicando de esta manera, un funcionamiento cardíaco que se acerca al normal o de control.

Los valores correspondientes a las presiones de 30 m. m. de Hg. disminuyen aún más que las cifras anteriores, y finalmente cuando la presión llega a ser de 20 m. m. de Hg. el débito alcanza el valor de 432 c.c. por minuto, que es el más bajo registrado, manifestando claramente que al valor más bajo de la resistencia periférica, corresponde también el débito más bajo.

De acuerdo con las cifras obtenidas se traza la curva representada en la Figura No. 1.

FIGURA No. 1



Ordenadas: débito en c.c. por minuto.

Abcisas: presión de la resistencia periférica en m. m. de Hg.

En la curva se observa, que hay un marcado descenso entre el débito del control, y el del punto siguiente, o sea (90 m. m.)

Esta diferencia se debe a que el control fué tomado con mucha anterioridad y en el momento en que el corazón funcionaba en una forma óptima, posteriormente y a medida que el tiempo transcurre su funcionamiento disminuye, y ya se presenta un ligero grado de insuficiencia.

En los puntos siguientes la curva se levanta de una manera leve pero constante, y prácticamente constituye una línea cuyas variaciones son relativamente muy pequeñas, y que probablemente se debe a que el corazón se adapta mejor a una resistencia periférica menor, así se observa que cuando la resistencia alcanza una presión de 50 m. m. el débito alcanza un valor similar al del control. Pudiendo admitirse que el corazón encuentra la resistencia adecuada para funcionar óptimamente.

Como la diferencia entre los puntos obtenidos es relativamente pequeña, pues se trata de unos pocos centímetros cúbicos por minuto, es necesario tomar en cuenta una causa de error, y es el que se comete al efectuar la lectura, ya que ésta se hace en el momento en que la superficie de la sangre pasa por los límites superior e inferior del ámpula, y como la superficie sanguínea no pasa de una manera lenta y tranquila, sino que lo hace rápidamente y agitándose, dificulta la lectura, puede considerarse que hay un error de apreciación de valor variable, pero nunca suficiente para alterar la interpretación del fenómeno que en general se está estudiando.

Al llegar al punto en que la resistencia alcanza una presión de 30 m. m. de Hg. se nota una brusca disminución del débito y es el punto en que la curva se quiebra bruscamente.

Cuando la presión de la resistencia alcanza el punto más bajo o sea de 20 m. m. el débito bruscamente cae registrándose la cifra más baja. Esta presión se mantuvo en los experimentos durante un tiempo relativamente corto, porque se acompaña de graves alteraciones del corazón, cuando este tiempo se prolonga más de lo prudencial, la experiencia demostró, que en este momento el experimento había terminado, y es que el corazón muy difícilmente vuelve a trabajar de una manera aceptable. El corazón muere rápidamente y no hay manera de hacerlo recuperar su primitiva forma de trabajo.

En general la curva señala que las alteraciones del débito del ventrículo izquierdo dentro de amplios límites en este experimento no sufre alteraciones de gran importancia; de manera que puede considerarse que las variaciones de la presión de la resistencia periférica hacia abajo de 100 m. m. de Hg., hasta 40 m. m. no alteran el débito, pero las disminuciones de dicha presión más abajo provocan alteraciones notables y vitales del corazón que se manifiestan por disminución del débito.

DISCUSION

Antes de principiar la discusión es conveniente aclarar ciertos conceptos que servirán de base. Así entendemos por débito del ventrículo izquierdo, la cantidad de sangre que éste expulsa en un minuto, o sea la cifra dada por el control y que fué de 588 c.c.

Es decir se tomó el tiempo en segundos, durante el cual el ventrículo izquierdo era capaz de llenar 50 c.c. del Stromuhr haciendo después el cálculo para saber ¿cuántos centímetros cúbicos expulsaba en 60 segundos?

Decimos que los valores del débito no se alteran dentro de amplios límites, siempre que se cumplan ciertas condiciones.

1.— La temperatura tiene que ser invariable, y lo más cerca posible de lo normal.

Por trabajos hechos por diversos autores, sabemos que las modificaciones o cambios de la temperatura hacen variar la frecuencia cardíaca y también el débito, en nuestro experimento, la temperatura de la sangre se mantuvo a 37o. C., de una manera uniforme e invariable, lográndose así mantener perfectamente controlado un factor de mucha importancia.

2.— Otro factor de importancia que también sabemos hace cambiar el débito, es la disminución o aumento de la entrada de sangre al corazón (Inflow), en nuestro trabajo señalamos que la entrada de sangre del depósito venoso hacia la aurícula derecha por medio de la vena cava superior, fué regulada de tal manera que la cantidad de sangre que entra será siempre la misma, y fué regulada al principio del experimento permitiendo una entrada de sangre que diera en el ventrículo izquierdo un débito igual a 588 c.c. por minuto, en un corazón de perro que tuviera un peso aproximado de 10 kilos, en todos los experimentos efectuados se ciñó a la misma condición, de esta manera hacemos caso omiso del factor variación del Inflow auricular, y mantenemos al corazón en condiciones estrictamente reguladas.

3.— Otro factor o factores de importancia que modifican el débito son las diferentes acciones nerviosas que se derivan del sistema nervioso central, en esta ocasión el corazón se encuentra completamente aislado y sus conexiones nerviosas totalmente cortadas, poniéndolo así completamente libre de influencias centrales.

En estas condiciones observamos que el corazón no modifica sensiblemente su débito cardíaco, frente a disminución de la presión de la resistencia periférica; y es que el corazón sometido al llenado de una cantidad de sangre que permanece absolutamente constante, no tiene otro papel más que esperar el llenado completo del ventrículo, y enviar la sangre al sistema arterial, el corazón en sí no está comportándose más que como un órgano contráctil, que desempeña automáticamente su misión, y esta función permanece inalterable o poco alterada, siempre y cuando la oxigenación y condiciones de vida del órgano se encuentren normales, y esto que viene a ser casi una aclaración, encuentra su objeto cuando observamos que en el punto final de la curva, el débito del ventrículo si se encuentra seriamente comprometido, y esto sucede cuando la presión de la resistencia periférica alcanza 20 m. m. de Hg. Esta modificación puede considerarse como resultado de una disminución de la presión arterial, que se estudiará en otro trabajo, y que trae como consecuencia la disminución de la presión de las arterias coronarias, con la consiguiente disminución de utilización del oxígeno, y por consiguiente un cierto grado de anoxia cardíaca que repercute sobre el débito.

En resumen considerando al corazón como cumpliendo una función puramente mecánica, con tres factores que podrían hacer cambiar o variar su débito, perfectamente bien controlados, debemos admitir que el comportamiento del corazón en tales circunstancias es uniforme, y que el débito cardíaco dentro de amplios límites no sufre modificación de gran importancia, con los cambios de presión de la resistencia periférica, y que solamente al final se presentan modificaciones del débito que comprometen seriamente su funcionamiento, y es cuando la presión de la resistencia alcanza 20 m. m. de Hg.

CONCLUSIONES:

1.— El preparado cardio-pulmonar es el método experimental de elección para el estudio del funcionamiento cardíaco.

2.— Todos los detalles señalados en la técnica deben cumplirse exactamente, para el buen éxito de la preparación.

3.— Su técnica es difícil y solamnete se aprende, trabajándola varias veces.

4.— El preparado permite hacer variar los diferentes factores que entran en juego, y controlarlos con exactitud.

5.— Su utilidad es la investigación científica y la enseñanza es indiscutible.

6.— Las cifras obtenidas en el control son más altas que las obtenidas en el primer paso del experimento, y se debe a que el corazón acusa una disminución de su funcionamiento, al adaptarse a las condiciones experimentales.

7.— Las variaciones de la presión de la resistencia periférica de 100 m. m. de Hg. hasta 20 m. m. afectan el débito del ventrículo izquierdo de dos maneras:

8. —Las cifras obtenidas en el débito cuando la presión varía de 90 a 30 m. m. de Hg. acusan diferencias que no afectan sensiblemente el funcionamiento cardíaco.

9.— Dentro de estos límites la disminución progresiva de la resistencia periférica, no afecta de una manera importante el débito del ventrículo izquierdo.

10.— Cuando la presión de la resistencia alcanza 20 m. m. el débito disminuye sensiblemente y el funcionamiento cardíaco se ve profundamente comprometido.

11.— El mantenimiento de dicha presión tiene como resultado, la muerte del corazón y el final del experimento.

Vo. B.

Dr. Eduardo Lizarralde h. **Dr. Oscar Jirón T.**

Imprímase,

Dr. Carlos Mauricio Guzmán
Decano.

BIBLIOGRAFIA

Méndez R. Arch. Inst. Card. Mex., Vol. 17. 83. 1944.

F. P. Knowlton and E. G. Starling. The Journal of Physiology. Vol. XLIV. 206. 1912.

Jerusalem and Starling. Journ. of Physiol. Vol. XI. 279. 1910.

Snyder. Amer. Journ. of Physiol. XXII. 309. 1908.

Krayer O. y R. Méndez. Journ. Pharmac. Exp. Ther. Vol. 74. 350. 1942.

Krayer O. Arch. Exper. Path and Pharmacol. I. 162. 1931.

Méndez R. Arch. Inst. Cardiol. Mex. 17. 83. 1947.

S. W. Patterson and E. H. Starling. Journ. of Physiol. Vol. 48. 257. 1914.

F. A. Bainbridge and C. L. Evans. Journ. of Physiol. Vol. 48. 278. 1914.

S. W. Patterson. H. Piper and E. H. Starling. Journ of Physiol. Vol. 48. 465. 1914.

Josehp Markwalder and E. H. Starling. Vol. 48. 348. 1914.

F. A. Bainbridge. Journ. of Physiol. Vol. 48. 348. 1914.

H. Ishikawa and E. H. Starling. Journ. of Physiol. Vol 45. 164. 1912.

I. de Burghdoly Journ. of Physiol. Vol. 60. 103.

C. Lovatt Evans. Principles of Human Physiology. Tenth Edition 1949.

Charles Best y Norman B. Taylor tomo I. cuarta edición 1947.

Arthur M. Fishberg. Heart Failure. Second Edition 1948.