

127  
24



**Universidad Nacional Autónoma de México**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**DERIVACION CARDIOPULMONAR,  
OXIGENACION Y CIRCULACION  
EXTRACORPOREA EN CANIDOS**



**T E S I S**

Que para obtener el título de:  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

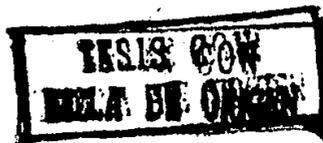
**P r e s e n t a :**

**Jorge Luna del Villar Velasco**

Asesores: M.C. Alejandro Rey Rodríguez  
M.V.Z. Norma Pérez Gallardo



México, D. F.



1990



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
OBJETIVO, HIPOTESIS.....	16
MATERIAL Y METODOS.....	17
TECNICA QUIRURGICA.....	18
RESULTADOS.....	25
DISCUSION.....	26
LITERATURA CITADA.....	27
FIGURAS.....	33
CUADRO.....	48

R E S U M E N

LUNA DEL VILLAR VELASCO, JORGE. Derivación cardiopulmonar, oxigenación y circulación extracorpórea en cánidos (bajo la dirección del M.C. Alejandro Rey Rodríguez y M.V.Z. Norma Pérez Gallardo).

Considerando que las cardiopatías congénitas y adquiridas revisten un problema considerable no sólo a nivel clínico sino dentro del desarrollo de la cirugía experimental en donde día con día se requiere de profesionales más capacitados que permitan estrechar la comunicación entre la medicina humana y veterinaria, se planteó la necesidad de montar una técnica quirúrgica, derivación cardiopulmonar, oxigenación y circulación extracorpórea con bomba para realizar cirugía a corazón abierto, razón por la que se detalla paso a paso a cada uno de los puntos señalados, permitiendo con ello una consulta sencilla y clara para todos los profesionales capacitados relacionados con el área.

## I N T R O D U C C I O N

El tratamiento quirúrgico de las patologías cardíacas se remonta a los años cuarenta con los trabajos del ruso Demikoff, posteriormente Castañeda realizó autotransplantes de corazón en macacos con éxito relativo (16). Sin embargo, el primer corazón transplantado de manera heterotópica fue hecha por Alexis Carrel en 1905 (31). En observaciones experimentales se demostró que el corazón denervado sostiene de manera adecuada la circulación y a largo plazo estos nervios poseen el potencial de regeneración lo que puntualizó Hurley y colaboradores, en la Universidad de Stanford. En 1959, la cirugía hizo posible el homotransplante ortotópico del órgano descrito por primera vez por Lower, Stofe y Shumway en perros (29, 31). Es un hecho de que el porcentaje de cardiopatías rebasa el alcance de los tratamientos medico-quirúrgicos y esto ha impulsado las investigaciones sobre los transplantes cardíacos y diseños de dispositivos mecánicos de asistencia en los cuales los oxigenadores juegan un papel importante y gracias al desarrollo biotecnológico se han alcanzado las metas deseadas (6,7,31).

Así mismo, los desórdenes cardiovasculares en el perro y en el gato representan un problema sustancial en el progreso de la práctica veterinaria, por lo tanto, los principios de diagnóstico y tratamiento de las alteraciones cardiovasculares han cobrado mayor auge día con día (28), dentro de los cuales destacan las anomalías de tipo congénito como persistencia del ducto arterioso (PDA) en Poodles, Collies, Pomerania, Pastor Alemán;

estenosis aórtica (EA) en Pastor Alemán, Boxer; estenosis pulmonar (EP) en Bulldog Inglés, Fox Terrier, Chihuahueño; tetralogía de Fallot en Keeshond, Fındalés o defecto del septo atrial entre otros. Así también, en animales adultos se encuentran enfermedades degenerativas como insuficiencia mitral y tricúspide, neoplasias, miocarditis, u otro tipo de cardiomiopatías, presentándose con mayor incidencia en Gran Danés o Doberman Pincher así como los gatos siameses, sin olvidar la gran importancia de tumores en Boxer.

Como dato adicional es más susceptible a enfermedades cardíacas el macho Cocker Spaniel, así como perros de gran talla que presentan fibrosis de la válvula mitral y las hembras Schnauzer miniatura en donde se reporta con mayor frecuencia la PDA.

En estos casos los países en vías de desarrollo están limitados en su estudio, ya que no sólo requieren de una historia clínica detallada, examen físico riguroso, sino de estudios complementarios como radiografías simples, electrocardiografía, exámenes de laboratorio y otros procedimientos, como fonocardiografía, angiocardiogramas, ecocardiogramas, que permiten determinar el tipo de problema, la evolución del mismo para establecer el pronóstico y el tratamiento; sin embargo al depender de tecnología extranjera, los costos se incrementan ( 29 ), pese a ello la medicina humana se encuentra en íntimo contacto con la medicina veterinaria y un ejemplo es la rama de cirugía experimental, en la cual se considera al perro como patrón idóneo y en ocasiones el bovino y ovino debido a que en éstos se llevan a cabo

pruebas y evaluaciones comparativas para la aplicación de válvulas cardíacas (mecánicas o biológicas), acceso al ventrículo derecho e izquierdo o biventricular, incluyendo trasplantes (28).

De lo anterior, se desprende la necesidad imperiosa de una mayor participación del Médico Veterinario Zootecnista, encaminado a la cirugía experimental, con una capacitación que le permita alcanzar interacción estrecha y actuar en proyectos de investigaciones a este nivel, a través de la derivación cardiopulmonar, oxigenador y circulación extracorpórea, lo que permite el acceso al corazón para corregir cardiopatías congénitas y adquiridas como las antes señaladas ( 8, 9 ).

La circulación extracorpórea se lleva a cabo con oxigenadores de membrana (OM), o bien, oxigenadores de burbuja desechables (OB). Los primeros son caros y complejos y los segundos se adecúan a las necesidades metabólicas corporales en reposo, hasta por cuatro horas con mínimas complicaciones. La mayor parte de las cirugías cardiovasculares se realizan en un promedio de dos horas, sin embargo, existen reportes de pacientes que han permanecido con perfusión más del tiempo señalado aumentando con ello las complicaciones pulmonares, hemorragia, hemólisis y con menor frecuencia alteraciones neurológicas y renales.

Existe gran controversia entre el empleo de OM y OB, sin embargo son mínimas las diferencias registradas mediante el empleo de ambos en cortas perfusiones, es decir, a un máximo de

90 minutos ( 14 ), en tiempos mayores se observa que los OB producen más y mayores microémbolos en comparación con los OM (14, 20), que minimizan el sangrado posoperatorio, logran mejor conservación plaquetaria y de los elementos formes, reducen el nivel de hemoglobina en el plasma, la función renal y la excreción renal es más fisiológica; a nivel cerebral, la confusión, irritación y depresión se torna mínima ( 33 ). Se enfatiza que se eleva el rango de circulación y la presión de la perfusión de los tejidos obteniéndose valores de  $PO_2$  y  $PCO_2$  fisiológicos durante la derivación. Esto revela en parte, por lo menos la capacidad que poseen los OM para controlar la oxigenación y eliminar el  $CO_2$ , de modo separado, lo cual no se efectúa con el OB ( 19 ). La lisis de los componentes sanguíneos asociados al empleo de OB se atribuye al contacto directo del  $O_2$  con la sangre ( 4, 5, 11, 18, 32, 33 ), cosa que no ocurre en los OM, en donde una delgada membrana sintética separa la sangre del gas a semejanza de lo que sucede de manera fisiológica en el organismo donde la difusión de  $O_2$  y  $CO_2$  en el pulmón se realiza mediante una membrana divisoria entre el endotelio alveolar y la membrana basal ( 31 ).

Por lo antes expuesto, queda justificado el empleo de OB no sólo por su costo, sino porque la mayor parte de las derivaciones se llevan a cabo en períodos no mayores de 120 minutos ( 11 ).

Seleccionado el oxigenador la sangre desprovista de

oxígeno que retorna al corazón es desviada a través de tubos colocados en el atrio derecho hacia la bomba. Se introduce oxígeno disperso en finos microtúbulos hacia el reservorio venoso para que se lleve a cabo el intercambio gaseoso lo más semejante al nivel de la interfase: sangre microtúbulo. Después la sangre pasa a una sección desespumante y se acumula en el reservorio arterial.

El oxigenador y los tubos conectores se enjuagan con solución salina con el propósito de diluir la masa eritrocítica hasta obtener un hematocrito de 25% promedio ya que se ha comprobado que en estas condiciones no hay disminución significativa del acarreo de oxígeno y favorece un menor estancamiento eritrocítico en la microcirculación en particular cuando se hace acompañado de hipotermia.

Los sistemas de oxigenación por burbujeo están equipados con un intercambiador de calor que enfría y entibia la sangre y de este modo controla la temperatura corporal entre 28 y 32° C, de modo que se disminuye la tasa metabólica.

La sangre oxigenada retorna al paciente mediante una bomba de rodillo a través de arteria femoral. La bomba crea una presión del pulso de 10 a 20 mm Hg que disminuye más en la aorta. El flujo no pulsátil no tiene efectos indeseables durante los bombeos de duración usual ( 31 ).

En el desarrollo de la técnica quirúrgica se administra

heparina como anticoagulante sistémico, el éxito de su empleo consiste en su correcta dosificación que se relaciona con el peso y área de superficie del paciente, de lo contrario se presentan numerosas complicaciones a nivel del posoperatorio cuando se sucede sangrado u otras alteraciones difíciles de identificar, por lo que es necesario su control absoluto así como del fármaco revertidor de su efecto denominado protamina (3).

En la mayor parte de las anomalías congénitas o adquiridas, es posible llevar a cabo la derivación cardiopulmonar, sin embargo, es importante considerar que no exista derivación arterio-venosa, ya que en caso de encontrarse persistencia del ducto arterioso es necesario obliterar esta patología previa a la perfusión, de otra manera la sangre escapa del sistema arterial del paciente hacia el campo operatorio, o bien, a través de los pulmones, sin garantizarse el suministro adecuado de O<sub>2</sub> hacia los tejidos mediante la bomba oxigenadora.

Es importante evitar la distensión de los ventrículos, durante el arresto cardíaco, por lo que es necesario considerar:

- 1) Circulación coronaria.
- 2) Circulación bronquial.
- 3) Insuficiencia de la válvula aórtica ( 31 ).

#### Retorno Venoso.

La sangre venosa es retirada del paciente por gravedad

o mediante el empleo de una bomba venosa. El sistema de gravedad es preferido por la mayor parte de los cirujanos. El retorno venoso es controlado a través de una pinza ajustable, por la variación del nivel del oxigenador o por el cambio de volumen circulante.

#### Métodos de Drenaje.

##### **Drenaje por gravedad hacia el oxigenador.**

Es uno de los sistemas más simples, sin embargo, es necesario colocar el oxigenador debajo del paciente, la línea venosa lo más amplia posible con mínima resistencia y llenarse de sangre simultáneo al efecto de sifón.

##### **Drenaje por gravedad con reservorio venoso.**

La sangre del paciente fluye por drenaje de sifón hacia una cámara colectora, donde la sangre baja por simple gravedad; el reservorio se coloca 50 cm debajo del nivel del corazón del individuo. Este reservorio proporciona mayor flexibilidad para controlar el efecto de gravedad.

##### **Drenaje por bomba hacia el oxigenador.**

La sangre del sistema venoso se succiona por una bomba directo al oxigenador que se coloca en cualquier sitio, sin embargo es difícil el controlar la cantidad de sangre circulante. El exceso de succión conduce a un colapso venoso que se maneja mediante el monitoreo de la presión venosa. La derivación del circuito entre la línea arterial y venosa se abre o cierra de manera intermitente ayudando a prevenir el colapso

venoso. Una bomba automática actúa sensibilizando la presión venosa lo que resulta también de utilidad.

#### **Gravedad combinada con bomba de drenaje.**

La sangre de las venas cavas fluye por drenaje de sifón hacia una cámara colectora abierta. Una bomba es empleada para transportar la sangre de este reservorio hacia el oxigenador; esto combina la seguridad del drenaje por gravedad con las ventajas de la bomba venosa. El nivel del reservorio se eleva o baja de acuerdo con el grado de perfusión necesaria y el oxigenador es colocado a cualquier nivel. La mayor parte de los DM requieren de una bomba para perfusión a través del oxigenador.

#### **Drenaje de succión al vacío.**

La presión negativa aplicada en un reservorio cerrado algunas ocasiones incrementa el retorno venoso.

#### **Manera de canular el sistema venoso.**

##### **Cánula única en el atrio derecho.**

La sangre venosa se retira del atrio derecho a través de una cánula grande y el corazón derecho no es incidido, además no debe estar presente ninguna persistencia. Este método es empleado en operaciones para corregir enfermedades del lado izquierdo del corazón, en aorta craneal, válvula aórtica, aneurisma aórtico, valva mitral, cirugía coronaria y excisión de aneurisma del ventrículo izquierdo.

##### **Canulación de vena cava a través del atrio derecho.**

Este es el tipo estandar de canulación que se lleva a

cabo en el desarrollo del trabajo experimental con algunas modificaciones, debido a que se emplea en cualquier tipo de cirugía, a manera de ejemplo se citan los casos de desviación intracardiaca o cuando la ventriculotomía o atriotomía derecha se realiza para corregir defectos del septo atrial, defectos septales ventriculares, alteraciones endocárdicas y procedimientos sobre la válvula pulmonar y valva tricúspide.

Dos cánulas o catéteres son insertados de manera independiente hacia la periferia de la vena cava craneal y en la vena cava caudal a través del atrio derecho. Se colocan torniquetes alrededor de las venas cavas para prevenir que la sangre entre del atrio derecho al sistema venoso. La dirección normal de la corriente sanguínea en las venas cavas se preserva con este método. Las ventajas adicionales se refieren a que es posible insertar cánulas de gran diámetro y gran capacidad o bien cánulas venosas o catéteres que se introducen hasta el momento a manera de evitar interferencia del retorno venoso previo a la derivación.

**Canulación de la vena cava craneal a través del atrio derecho y la vena cava caudal a través de la vena femoral.**

En algunas cirugías donde es importante que la parte baja del septo atrial sea expuesta como es el caso de la corrección de transposición de grandes arterias, se prefiere un método diferente de canulación venosa.

La aurícula derecha es abierta y en el ángulo derecho se introduce una cánula de metal o un catéter de polivinil hacia la vena cava craneal y se asegura. El catéter que vacía la porción caudal del cuerpo se inserta a través de la vena femoral o iliaca.

**Canulación de la vena cava craneal a través de la vena yugular y la vena cava caudal mediante el atrio derecho.**

Este tipo de canulación es empleado para transplante cardíaco e implante de corazón mecánico, debido a que el drenaje venoso de la vena cava craneal es menor que la circulación de la vena cava caudal; una cánula central se introduce hacia la vena cava caudal a través del atrio derecho. El drenaje sanguíneo de la vena cava craneal se maneja por una cánula periférica colocada en la vena yugular externa.

#### **Canulación periférica.**

Esta consiste en introducir cánulas en las venas periféricas como la femoral y la yugular externa, con dirección hacia la vena cava caudal y craneal respectivamente. La canulación se inicia previa, sin incidir la cavidad torácica por lo que es más conveniente el uso de una bomba oxigenadora. También se aconseja para cirugías complejas que requieren de un gran campo quirúrgico, como es el caso del transplante cardíaco o la implantación de un corazón mecánico. La principal limitante radica en el tamaño y largo de las cánulas para las venas periféricas, las que proporcionan un drenaje venoso pobre, sin

embargo se consigue hasta 60 ml/kg de sangre mediante esta técnica.

Para llevar a cabo cualquiera de los métodos de canulación antes mencionados se emplean sondas metálicas o semiflexibles de polivinil clorado (PVC) siendo éstas las más empleadas, debido a que poseen paredes delgadas pero lo suficientemente rígidas para evitar plegarse y resistir aplastamientos; contienen múltiples aberturas laterales que son esenciales para evitar oclusión o colapso de la pared venosa durante la succión; estos tubos plásticos son transparentes, por lo que cualquier burbuja en el interior del tubo es visible. Su longitud promedio fluctúa en 15 pulgadas, algunas tienen acanaladuras circunferenciales cercanas a la punta que las hacen ser más seguras. Por lo general las cánulas de 10 mm son requeridas para obtener un drenaje venoso adecuado, los catéteres 32 calibre French son los más difundidos hasta el número 40.

#### Tubos y Conectores.

El tamaño de los catéteres venosos se determina por la anatomía de cada paciente, considerando que el circuito venoso es largo los catéteres venosos serán de diámetro estrecho, a modo de obtener un mejor drenaje venoso; sin embargo, los tubos y conectores no deben ser puntos de estrechez. Los conectores que se emplean de modo rutinario son metálicos y de pared delgada. Para reducir el volumen primario del oxigenador se usan tubos cortos pero no delgados, sólo en caso de llevar a cabo perfusiones en individuos pequeños.

Un reservorio venoso es esencial para conseguir un drenaje adecuado por gravedad. En la mayoría de los OB la cámara de burbujeo actúa como un reservorio venoso ( 24 ).

#### Soluciones Cardiopléjicas.

Las soluciones cardiopléjicas son ampliamente usadas para proteger al miocardio durante la cirugía. Algunos sugieren administrarlas de forma rápida para lograr paro cardiaco inmediato y evitar la fibrilación y pérdida de las reservas de energía que se lleva a cabo en un proceso gradual. La presión que se desarrolla en la raíz aórtica es transmitida a los vasos coronarios normales lo que es importante para la distribución de la solución cardiopléjica y su efecto protector. Trabajos clínicos previos sostienen el concepto de que la inyección rápida es preferible debido a que los niveles de isoenzimas en el posoperatorio son menores que aquellas encontradas con inyecciones lentas.

Algunos análisis histológicos muestran que las áreas más susceptibles a daño por exceso de presión son el subendocardio o el endotelio propio el cual se llega a desprender del miocardio con presiones altas. Así mismo las áreas más vulnerables al daño por isquemia son las paredes anterolaterales del ventrículo izquierdo, lo que sugiere el empleo de manera coadyuvada de hipotermia tónica. La distribución de la circulación en el corazón descomprimido tiene un patrón preferencial hacia el subendocardio ( 23 ). Por tal motivo las soluciones cardiopléji-

cas frías han cobrado amplia aceptación ya que disminuyen el sangrado y logran un corazón flácido, condiciones deseadas por el cirujano. Las experiencias iniciales de arresto hipercalémico cardíaco son discutidas ( 21 ).

La reperfusión provoca daño miocárdico difuso por lo que se ha optado por disminuir la cantidad de potasio combinado con hipotermia proporcionando excelente protección miocárdica. La hipercalemia normotérmica altera la permeabilidad capilar ( 10 ) y causa daño neurovascular ( 27 ) pero esto no está aun bien documentado y parece ser que los efectos se revierten con hipotermia en el arresto cardíaco hipercalémico ( 22 ). Otra alternativa consiste en el empleo de soluciones cardiopléjicas oxigenadas y frías mismas que proporcionan excelente protección miocárdica ( 1, 2, 12, 25 ). Al elevar el contenido de oxígeno de estas soluciones, el contenido de bicarbonato de la solución con un 100% de O<sub>2</sub>, disminuye al ir disolviendo el dióxido de carbono y se origina una solución altamente alcalina. Es decir, que la adición del dióxido de carbono al equilibrar la mezcla de gas incrementa el dióxido de carbono disuelto y por lo tanto baja el pH de la solución cardiopléjica. Así mismo como se mencionó las soluciones cardiopléjicas libres de calcio proporcionan protección miocárdica exitosa; sin embargo se cuestiona debido al desarrollo del potencial paradójico de calcio ( 30 ), la necrosis celular miocárdica acompañada por contractura, falta de enzimas y otros constituyentes celulares y el fracaso en la recuperación de la función que sucede al reasumir el calcio después del período de perfusión libre de este ión, por lo que

es recomendable la adición del mismo a las soluciones ( 13 ). Otros emplean soluciones cardiopléjicas con vasodilatadores por lo que se concluye que aún no existe una solución universalmente aceptada y 100% confiable y la mayoría de los cirujanos emplean su propia solución o bien su propia técnica de perfusión ( 26 ).

Por lo anterior se concluye que mediante derivación cardiopulmonar, oxigenador y circulación extracorpórea, aunado a una técnica quirúrgica depurada que a continuación se describirá, se permite el acceso al corazón, para corregir cardiopatías congénitas y adquiridas, como las antes mencionadas, y entre otras : transposición de grandes vasos, comunicación interventricular, comunicación interatrial, drenaje anómalo de venas pulmonares. Valvulopatías cardiacas reumáticas como : estenosis, insuficiencias o doble lesión mitral, aórtica, tricúspide y pulmonar, cardiopatía isquémica, heridas penetrantes de corazón, tumores como mixomas intracavitarios, aneurismas ventriculares postinfarto, ruptura de cuerdas tendinosas o tabique interventricular por isquemia ( 8, 9 ).

## O B J E T I V O

El presente trabajo tiene como objetivo el montaje de una técnica para derivación cardiopulmonar, oxigenación y circulación extracorpórea con bomba para realizar cirugía a corazón abierto, de manera esquemática y detallada con el propósito de que sirva de guía y consulta a aquellos profesionales relacionados con el área proporcionando en forma minuciosa los detalles de la técnica quirúrgica.

## H I P O T E S I S

El montaje de la técnica para derivación cardiopulmonar permite parar el corazón sin complicaciones en el trans y postoperatorio utilizando un oxigenador y bomba de circulación extracorpórea.

## MATERIAL Y METODOS.

Se utilizaron 7 perros hembras mestizos, de 17 a 25 kg de peso, previamente vacunados, desparasitados interna y externamente, bajo observación en cuarentena con dieta balanceada y agua ad-libitum.

Los animales se sometieron a un ayuno previo de 24 horas de sólidos y 12 horas de líquidos. Se pesaron y se verificaron las constantes fisiológicas previo a la administración de cualquier fármaco y cada 10 minutos durante todo el proceso quirúrgico. Se aplicó sulfato de atropina\* a una dosis de 0.044 mg/kg de peso vía subcutánea 15 minutos antes de la inducción de la anestesia, que se llevó a cabo con pentobarbital sódico \*\* a una dosis de 28 mg/kg de peso vía endovenosa. Se realizó tricotomía amplia en tórax derecho y también sobre la región inguinal derecha de todos los animales. Se intubó en forma endotraqueal utilizando sonda de Rush del # 10 para proporcionar ventilación asistida mediante bomba Palmer con un volumen inspiratorio calculado a razón de 10 a 12 cc/kg de peso, con una frecuencia respiratoria de 24 por minuto. Se colocó al animal fijándolo en posición decúbito lateral izquierdo en su hemicuerpo craneal y decúbito dorsal en su hemicuerpo caudal y se procedió a iniciar la cirugía.

---

\* Sulfato de Atropina - Lab. Loetter.

\*\* Pentobarbital Sódico - Lab. Norden de México.

## TECNICA QUIRURGICA

La selección de la incisión torácica depende de la naturaleza de la anomalía y la localización de la cardiopatía a la disección del mediastino ( se anexa cuadro I para elección de posición e incisión).

En el desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo la toracotomía derecha desde el borde ventral de la escápula hasta la unión condroesternal en el quinto espacio intercostal, mediante el empleo de bisturí mecánico en planos superficiales y bisturí eléctrico en planos profundos hasta llegar a la cavidad pleural, rechazando el pulmón derecho hacia arriba, atrás y abajo, para exponer la cara lateral derecha del pericardio parietal, identificando el nervio frénico derecho ( Fig. 1-A ), e inmediatamente por delante del mismo se colocaron dos puntos en pericardio y se llevó a cabo la pericardiotomía con bisturí eléctrico en dirección cefalocaudal, se aplicaron 6 a 7 puntos pericárdicos y se fijaron a la piel o a los campos quirúrgicos para exponer el atrio derecho ( Fig. 1-B ), ( 15 ):

- 1) Enseguida con pinzas de disección vascular de Cooley se toma el borde de la aurícula del atrio derecho ( Fig. 1-C ).
- 2) Se realiza sutura continua circular tipo jareta, rodeando la aurícula derecha con poliéster trenzado, calibre 3-0, aguja redonda ( Fig. 2 ).

- 3) Se retira la aguja del hilo que se emplea para la jareta, se pasan los cabos de los hilos por el interior de un tubo de polivinil clorado (PVC), de 3 mm de diámetro interno y 5 cm de longitud ( Fig. 3 ). Se extraen los cabos y se refieren con pinzas de Kelly.
- 4) Se inyecta heparina a través de la pared de la aurícula en el centro de la jareta ( 3mg o 300 U/kg ).
- 5) Se coloca pinza vascular semicircular de concavidad superior de De-Beakey, por debajo de la jareta ( Fig. 4 ).
- 6) Se selecciona cánula para vena cava caudal de calibre 28 French.
- 7) Se corta el borde de la aurícula del atrio derecho por la jareta ( Fig. 5 ), abriendo la luz con pinzas de disección vasculares de Cooley o de Kelly curvas ( Fig. 6 ).
- 8) Se abre la pinza vascular semircircular de De-Beakey y se introduce la cánula ( Fig. 7 ), cerrando el torniquete al tubo de PVC ( Fig. 8-A y 8-B ).

- 9) Se pasa ligadura libre de seda estéril de 2-0 alrededor de la jareta (Fig. 9), y se anuda fijando la cánula a la aurícula ( Fig. 10 ).
- 10) Se purga la cánula con sangre del propio corazón bajando el cabo externo de la cánula a un nivel inferior al corazón y se pinza.
- 11) Se corrobora la presencia de la cánula 28 French en el interior de la vena cava caudal.
- 12) Se pinza el atrio derecho con dos pinzas vasculares de Cooley inmediatamente caudal a la vena cava craneal.
- 13) Se realiza sutura continua circular tipo jareta con poliéster trenzado calibre 3-0 aguja redonda.
- 14) Se corta y se retira la aguja del hilo, se pasan los cabos en el interior del tubo PVC (3 mm de diámetro interno y 5 cm de longitud ) ( Fig. 11 ).
- 15) Se coloca pinza vascular semicircular de concavidad superior de De-Beakey por debajo de la jareta ( Fig. 12 ).
- 16) Se incide con bisturí en el centro de la jareta.

- 17) Se selecciona cánula libre 24 French y se introduce cranealmente.
- 18) Se cierra el torniquete realizado con el tubo de PVC.
- 19) Se verifica la presencia de la cánula libre 24 French en el interior de la vena cava craneal.
- 20) Se pasa ligadura libre de seda estéril de 2-0 alrededor de la jareta y se anuda fijando la cánula al atrio.
- 21) Se pinzan ambas cánulas introduciéndolas a un conector en "Y" y éste se conecta a un tubo de línea venosa que va al oxigenador (Fig. 13- A y B).
- 22) Se lleva a cabo una incisión en la región inguinal derecha sobre el trayecto de la vena femoral.
- 23) Se efectúa hemostasis del tejido celular subcutáneo para obtener un campo visible.
- 24) Se disecciona la arteria femoral derecha y se coloca un separador.

- 25) Se liga de manera parcial con seda estéril 2-0 hacia el segmento proximal de la arteria femoral.
- 26) Se aplica ligadura parcial de seda estéril 2-0 hacia el segmento distal de la arteria femoral (Fig. 14), se anuda y se refiere con pinza hemostática para traccionar el segmento distal de la arteria femoral.
- 27) Se tracciona la ligadura proximal obliterando la luz de la arteria femoral.
- 28) Se realiza arteriotomía transversa mediante bisturí ( Fig. 15 ).
- 29) Se introduce pinza de Kelly recta para ampliar la luz de la arteria femoral ( Fig. 16 ).
- 30) Se coloca cánula arterial calibre 14 French, pinzada en el interior de la arteria femoral (Fig. 17).
- 31) Se afloja ligadura proximal para hacer pasar la cánula al interior de la arteria femoral (Fig.17).
- 32) Se liga la arteria femoral que contiene en su interior la cánula ( Fig. 18-A ), y posteriormente se fija esta última con los mismos cabos de la ligadura ( Fig. 18-B ).

- 33) Se afloja la pinza con suavidad para purgar la cánula arterial con la línea arteriosa del conector de la bomba de circulación extracorpórea.
- 34) Se inicia la circulación extracorpórea drenando la sangre de ambas cavas al oxigenador de burbuja o de membrana y regresa a través de la bomba de circulación extracorpórea, vía arteria femoral al paciente.
- 35) Se pinza la aorta craneal para producir paro cardíaco aplicándose solución cardioplejica por debajo de la pinza en dirección a las arterias coronarias para producir paro cardíaco farmacológico y anóxico.
- 36) A partir de este momento se lleva a cabo la cirugía resolutive de las diversas cardiopatías.
- 37) Se afloja de manera parcial el torniquete y se retiran suavemente las cánulas French 28 y 24 del atrio derecho y aurícula derecha respectivamente, así como, el tubo de PVC (Fig. 19-A y B ).
- 38) Se traccionan los cabos que se hicieron pasar a través de los tubos de PVC y se realiza una lazada con ellos para obliterar cada incisión (Fig.20).

- 39) Se tracciona el tejido involucrado por el torniquete anudado, con pinza semicircular de concavidad superior de De-Beakey (Fig. 21).
- 40) Se efectúa ligadura de refuerzo con seda estéril 2 - 0, con la finalidad de evitar hemorragias (Fig. 21 y 22).
- 41) Se retira la cánula French calibre 14 de la arteria femoral y se tracciona la ligadura proximal de referencia, para evitar el sangrado a través de la arteriotomía.
- 42) Se aplican puntos separados simples con seda estéril siliconizada 6-0.
- 43) Se aflojan las ligaduras proximal y distal, con el propósito de verificar la circulación en arteria femoral.
- 44) Se retiran ambas ligaduras y se sutura la incisión inguinal.
- 45) Se aplica el cierre convencional de la cavidad torácica.
- 46) Se emplea sello de agua para restituir la presión negativa de la cavidad torácica.

## R E S U L T A D O S

Mediante la ejecución de la técnica quirúrgica de la manera descrita se logra la resolución de la mayor parte de las cardiopatías ya que se considera como el método de canulación óptimo; así mismo en ningún paciente se presentó dificultad para la ejecución de la misma; por lo que el montaje de esta técnica permitira un modelo de consulta en español al alcance de los Médicos Veterinarios Zootecnistas interesados en el desarrollo de la cirugía experimental tanto en perros, bovinos u ovinos, cumpliendo con el proposito de lograr mayor interacción hacia el campo de la medicina humana; es importante recordar que en todos los casos el primer paso que se efectúa para el desarrollo de técnicas quirúrgicas, instrumentos, equipo o fármacos se realiza en animales y posteriormente se traspola al individuo; al no contar con el apoyo de profesionales calificados se pierde vinculación entre ambas disciplinas. Cabe resaltar que existen aspectos semejantes desde el punto de vista anatómico y fisiológico razón que refuerza la necesidad de contar con personal capacitado que interaccione en la disciplina quirúrgica proporcionando la pauta de esta especialización dentro de la carrera del Médico Veterinario Zootecnista.

## D I S C U S I O N

Por lo antes descrito se desprende que el profesional que cuenta con los conocimientos anatómicos, fisiológicos, farmacológicos e inmunológicos aunado al desempeño cotidiano de la microcirugía o de la cirugía experimental es capaz de llevar a cabo este tipo de técnica quirúrgicos, que permitan resolver día con día un mayor número de problemas clínico - quirúrgica mediante el empleo de alta tecnología, ya que hasta el momento se consideran las intervenciones a nivel de tórax como procedimientos limitados; si bien demandan mayor preparación y costo, es importante considerar que no pertenecen a otra escala de la esfera del conocimiento.

LITERATURA CITADA

1. Bodenhamer, R. M., DeBoer, L.W. and Geffin, G.A.: Enhanced myocardial protection during ischemic arrest: oxygenation of a crystalloid cardioplegic solution. J.Thorac Cardiovasc Surg: 85 769 (1983).
2. Boggs, B.R., Torchiana, D.F. and Geffin, G.A.: Optimal myocardial preservation with an academic crystalloid cardioplegic solution. J. Thorac Cardiovasc Surg: 93 848 (1987).
3. Bull, B.S., Korpman, R.A., Huse, W. M. and Briggs, B.D.: Heparin therapy during extracorporeal circulation: Problems inherent in existing heparin protocols. J. Thorac Cardiovasc. Surg. 69: (5) 674-684 (1975).
4. Carlson, W.G., Landé, A.J., L.A., Subramanian, V. A., Bloch, J.A., Rogos, B., Landis, B., Baxter, J., Patterson, R.H. and Lillehei, C.W.: The Landé--Edwards membrane oxygenator for total cardiopulmonary support in 110 patients during heart surgery. Surgery 72: 913 (1972).
5. Carlson, R.G., Landé, A.J., Landis, B., Rogos, B., Baxter, J., Patterson, R.H., Stenzel, K. and Lillehei, C.W.: The Landé-Edwards membrane oxygenator during

- heart surgery. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 66: 894 (1973).
6. Cooley, D.A., Bell, A.C. and Grandin, P.: Open-heart operations with disposable oxygenators, 5 percent dextrose prime, and normothermia. Surgery 52: 713 (1962).
  7. Cooley, D.A., Bell, A.C. and Hallman, G.L.: Open-heart surgery using disposable plastic oxygenators, 5 percent dextrose for preming and maintenance of normothermia: Experience with 1162 operations. Ann. Chir. Thorac. Cardio. 4: 233 (1965).
  8. Cooley, D.A. and Hallman, G.L.: Surgical Treatment of Congenital Heart Disease. Lea and Febiger. Philadelphia (1966).
  9. Cooley, D.A.: Open heart surgery at the Texas Heart Institute: The firsts 50,000 operations. Texas Heart Institute Journal. 10: 107-110 (1983).
  10. Crone, C. Frojaer, J.J., Friedman, J.J., and Christensen, O.: The permeability of single capillaries to potassium ions. J. Gen Physiol. 71: 195-220 (1976).
  11. Fenchel, G., Seybold-Epting, W., Schmidt, K., Stunkat, R. and Hoffmeister, E.H.: Clinical comparison between membrane and bubble oxygenators in cardiopulmonary by

- pass. J. Cardiovas. Surg. 20: 419-422 (1979).
12. Guyton, R.A., Dorsey, L.M. and Craver, J.M.: Improved myocardial recovery after cardioplegic arrest with an oxygenated crystalloid solution. J. Thorac Cardiovasc. Surg. 89: 877 (1985).
  13. Hendren, W.G., Geffin, G.A., Love, F.R., Titus, J.S., Redonnet, B.E., O'Keefe, D.D. and Daggett, W.H.: Oxygenation of cardioplegic solutions: Potential for the calcium paradox. J. Thorac Cardiovasc. Surg. 94: 615-623 (1987).
  14. Hecka, L.G., Zwart, J.A. and De Wall, A.R.: Membrane vs bubble oxygenators: Arch Surg. 114: 1285-1287 (1979).
  15. Internacional Comittee on Veterinary Gross: N6mina anat6mica veterinaria 3th ed. World Association of Veterinary Anatomist M6xico, D.F. (1985).
  16. Jamieson, S.W. and Stinson, E.B.: Assisted Circulation 6th Mc. Graw Hill, New York, U.S.A. (1986).
  17. Kayser, K. L.: Blood-gas interfase oxygenators versus membrane oxygenators. Ann. Thorac Surg. 14: 150 (1974).
  18. Gerbode, F.: Blood platelets and extracorporeal circulation. J. Thorac Cardiovasc. Surg. 69: 144

- (1975).
19. Liddicoat, J.E., Bekassy, S.M., Beall, A.C. Glaeser, D.H. and De-Bakey M.D.: Membrane vs bubble oxygenator: Clinical comparison. Ann. Surg. 181: 747-752 (1978).
  20. Massimino, J.R.: Membrane versus bubbler. The Journal of Extra-Corporeal Technology 15: 156-161 (1983).
  21. Melrose, d.G., Dreyer, B., Benta, H.M. and Baker, J.B.: Elective cardiac arrest. Lancet 2: 21-22 (1955).
  22. Mc Donogh, P.F. and Laks H.: Use of cold blood cardioplegia to protect against coronary microcirculatory injury due to ischemia and reperfusion. J. Thorac Cardiovasc. Surg. 84: 609-617 (1982).
  23. Molina, J.E., Galliani, C.A., Einzing, S., Bianco, R., Rasmussen, T. and Clack, R.: Physical and mechanical effects of cardioplegic injection on flow distribution and myocardial damage in hearts with normal coronary arteries. J. Thorac Cardiovasc. Surg. 97: 870-876 (1989).
  24. Nosé, Y.: Manual on Artificial Organs: The Oxygenator.. The C.V. Mosby Company, Saint Louis (1973).
  25. Randolph, J.D., Toal, K. W. and Geffin, G.A.: Improved

- myocardial preservation with oxygenated cardioplegic solutions as reflected by on-line monitoring of intra-myocardial pH during arrest. J. Vasc. Surg.: 3 216 (1986).
26. Rey, R.A., Villaalba C.R. y Jarabo, G.S.: Solución cardiopléjica en corazón de conejos mestizos. Cirugía y Cirujanos: 54 43-46 (1987).
27. Reynolds, S.R., Kirsch, M. and Bing, R.J.: Functional capillary beds in the beating KCl-arrested and KCl arrested perfused myocardium of the dog. Cir Res 6: 600- 611 (1958).
28. Slatter, D.H.: Textbook of Small Animal Surgery Vol. 1 W.B. Saunders Company. Philadelphia, (1985).
29. Tilley, L.P. and Owens, J.M.: Manual of Small Animal Cardiology. Churchill Livingstone, New York, (1985).
30. Tyers, G.F.: Metabolic arrest of the ischemic heart. Ann. Thorac Surg: 20 (1975).
31. Way, L.W.: Diagnóstico y Tratamiento Quirúrgicos. 4a. ed. Manual Moderno S.A. de C.V., México, D.F., 1985.
32. Wright, J.S., Fis, G.C., McCullogh, C.H., Torda, T.A., Stacey, R. B. and Hicks, R.G.: Pediatric application of

Landé - Edwards membrane oxygenator. J. Thorac. Cardiovasc. surg. 65: 53 (1973).

33. Wright, J.S., Fis, G.C., Torda, T.A., Stacey, R.B. and Ricks, R.G.: Some advantages of the membrane oxygenator for open-heart surgery. J. Thorac. Cardiovasc. surg. 69: 884. (1975).

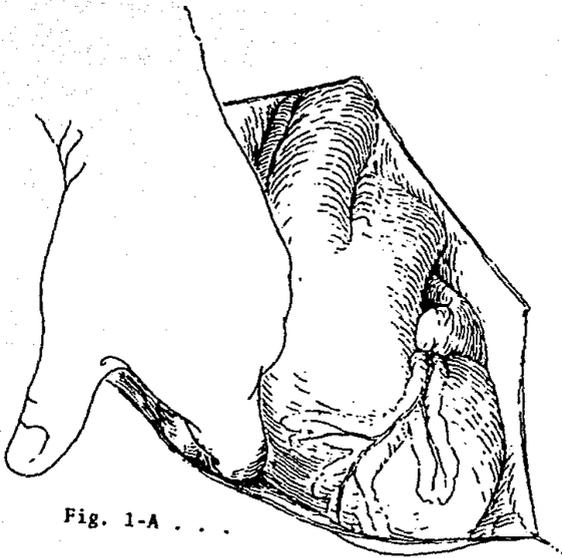
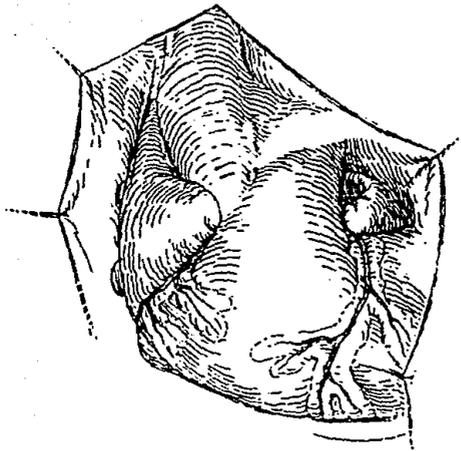


Fig. 1-A . . . .



... Fig. 1-B

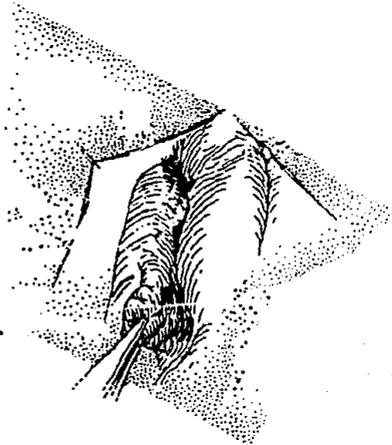
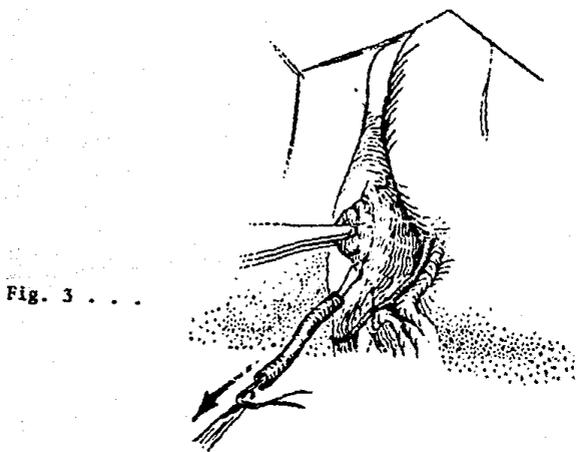
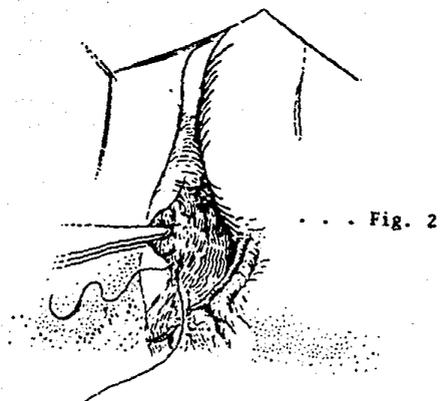
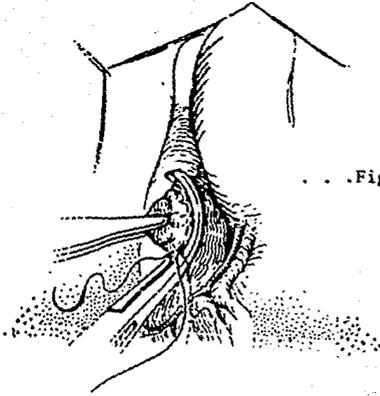
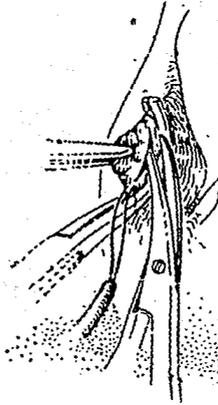


Fig. 1-C ...

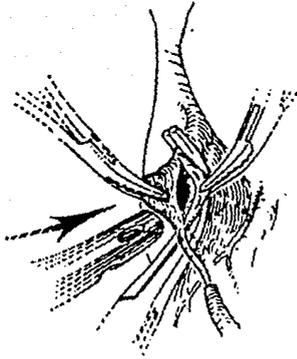




... Fig. 4



... Fig. 5



... Fig. 6

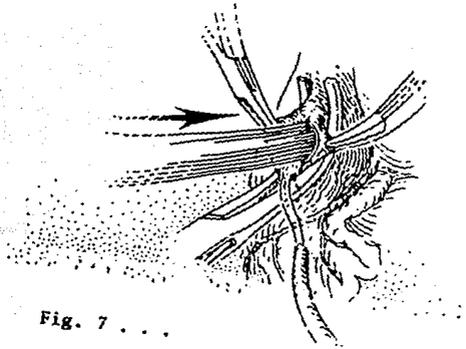
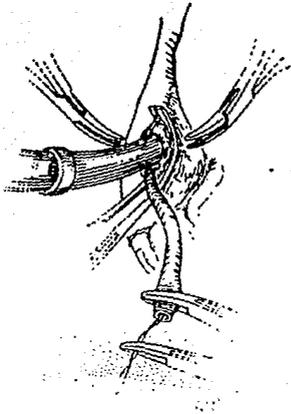
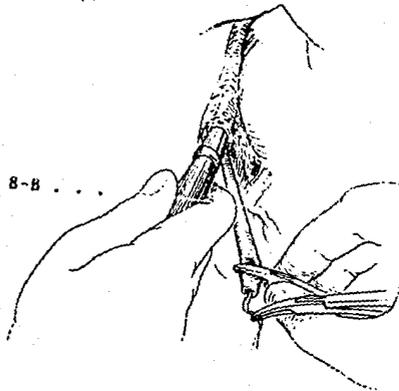


Fig. 7 . . . .

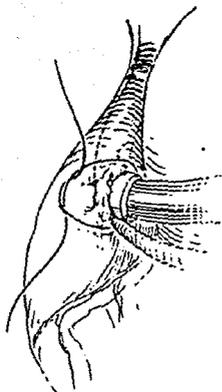


. . . Fig. 8-A

Fig. 8-B . . .



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



. . . Fig. 9

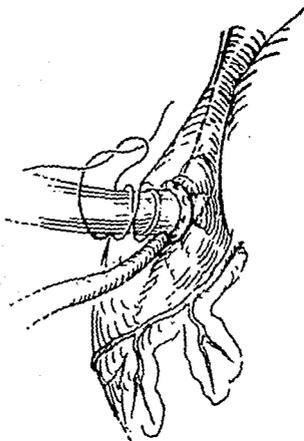
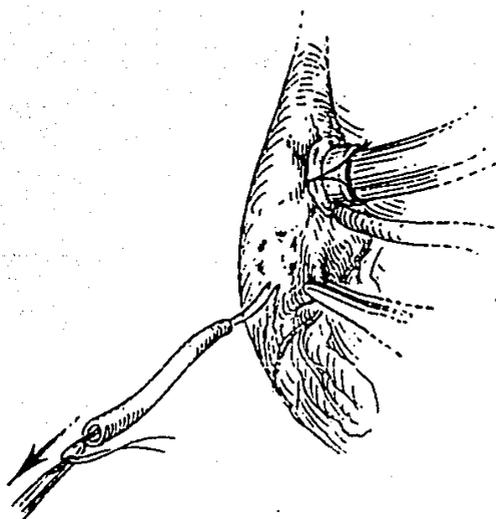


Fig. 10 . . .



..... Fig. 11

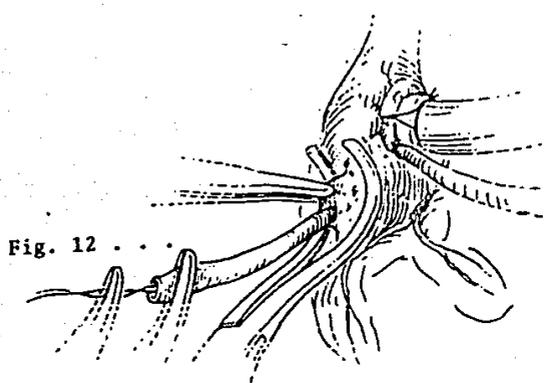


Fig. 12 .....

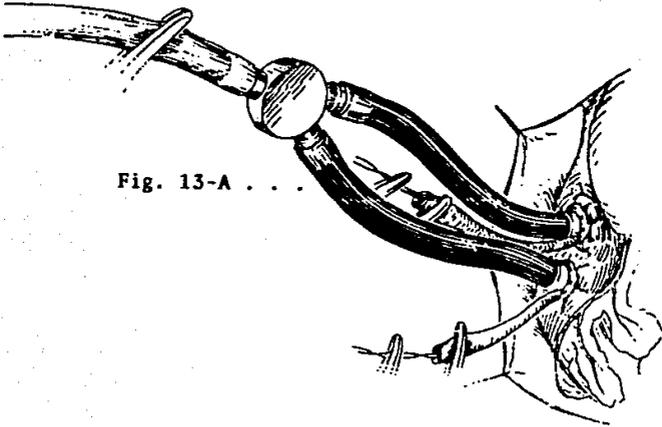


Fig. 13-A . . . .

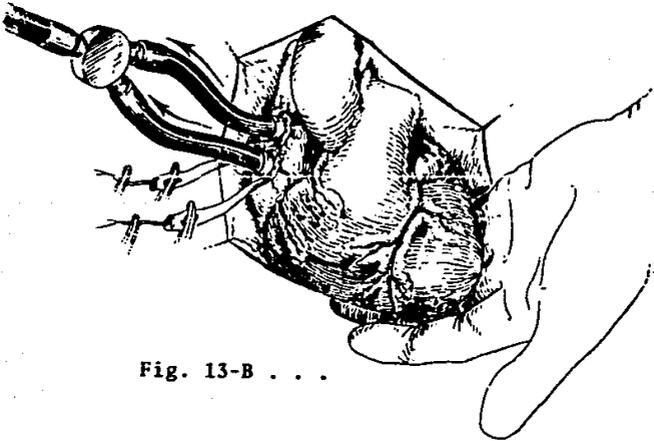
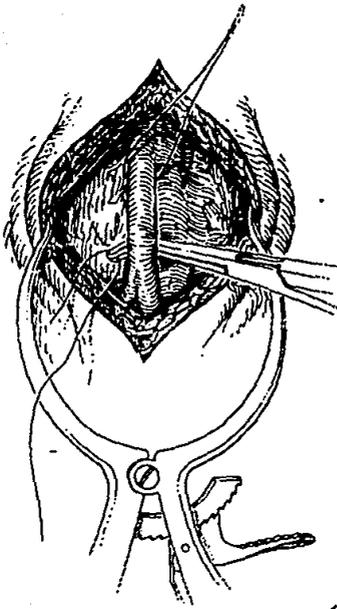


Fig. 13-B . . . .



... Fig. 14

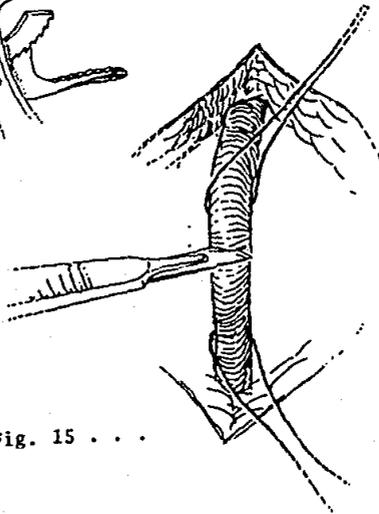
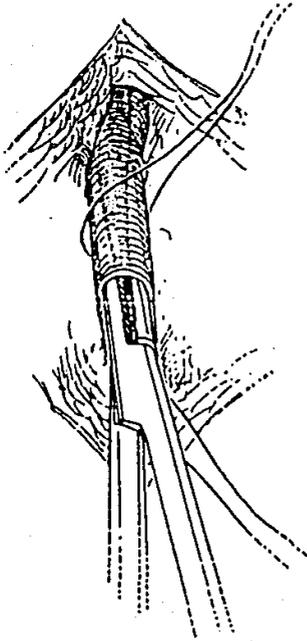


Fig. 15 ...



. . . Fig. 16 .

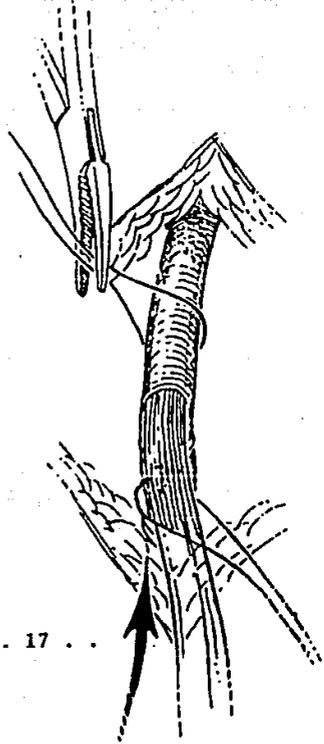
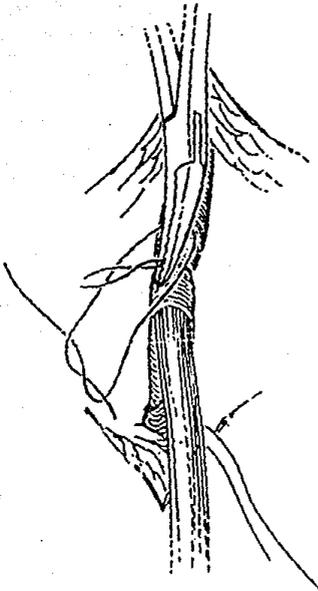


Fig. 17 . .



... Fig. 18-A

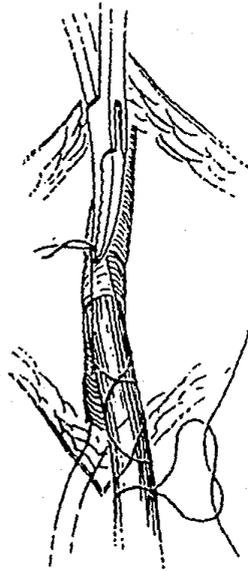
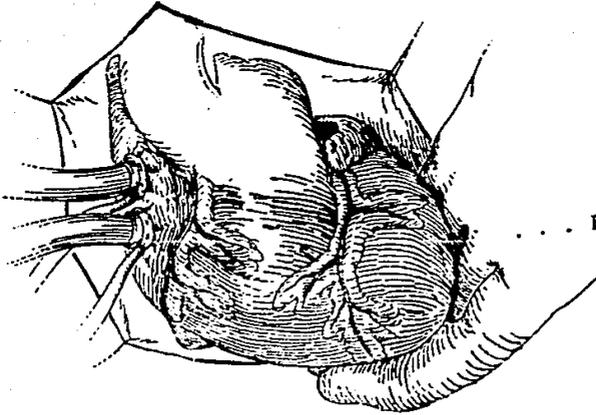
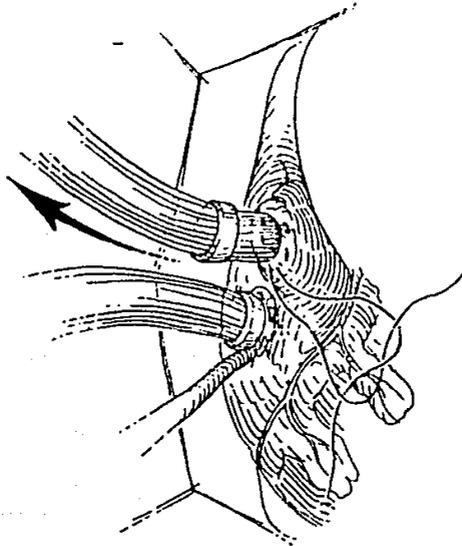


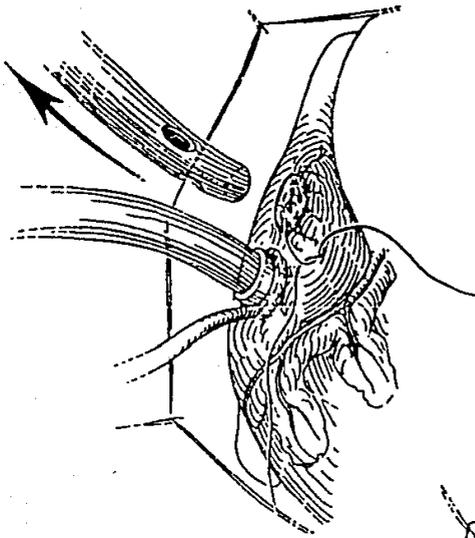
Fig. 18-B . . .



... Fig. 19-A



... Fig. 19-B



. . . Fig. 20

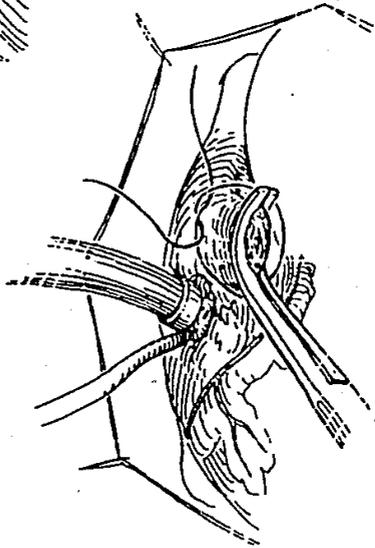
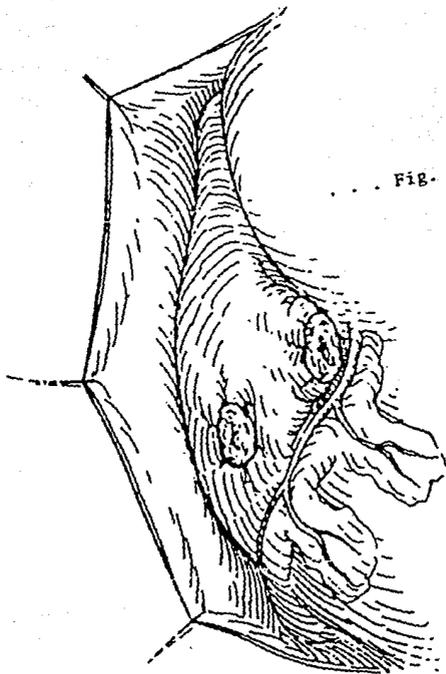


Fig. 21 . . .



... Fig. 22

CUADRO I

ELECCION DE POSICION E INCISION ( B )

Posición	Incisión	Operación
Lateral izquierdo	4° espacio intercostal	Cierre de persistencia del conducto arterioso, constricción de derivación pulmonar sistémica izquierda.
Semilateral izquierdo	4° espacio intercostal	Corrección de tetralogía de Fallot con anastomosis aorto pulmonar.
Semilateral derecho	4° espacio intercostal	Constricción de derivación pulmonar sistémica derecha, cierre del defecto septal atrial.
Lateral derecho	5° espacio intercostal	Corrección del defecto septal atrial.
Supino	Esternotomía media	Corrección de corazón abierto de: estenosis aórtica, estenosis pulmonar, defecto septal ventricular, tetralogía de Fallot; anomalía total del retorno venoso pulmonar y transposición de grandes vasos; reparación de anomalías de arterias coronarias.