

Praxis experimental quirúrgica de implante lobar simulando donante vivo y/o partición pulmonar (split)

Diego Insaurralde¹, Gabriel Ramello², Paola Rodríguez³, Néstor Medeot⁴, José Tolocka⁵, Susana Caminos⁶, Eduardo Aguirre⁷, Oscar Bauk⁸, Adolfo Uribe Echevarría⁹

Resumen

Introducción. El trasplante pulmonar es una alternativa terapéutica que ha sido utilizada desde el inicio de la década de 1960, con malos resultados inicialmente. Después del advenimiento de la ciclosporina en la década del 80, el trasplante de pulmón, comenzó a consolidarse como una alternativa real en algunos países. La utilización de donantes vivos para la realización de trasplantes pulmonares es una alternativa frente a la escasez de donantes cadavéricos y a la alta mortalidad de los pacientes que esperan en lista para trasplante.

Objetivos. Adquirir destreza (*praxis*) en la técnica de resección lobar tipo donante vivo, reimplante lobar en hemitórax post-neumonectomía, partición pulmonar con reimplante lobar (*split* pulmonar), evaluación post-operatoria, lograr sobrevida, estudiar causa posible de muerte.

Material y método. Se utilizaron 18 perros en los cuales se realizaron 24 intervenciones quirúrgicas. Tres modelos de técnica quirúrgica fueron realizados: A, autotrasplante lobar unilateral; B, autotrasplante lobar izquierdo en hemitórax derecho (contralateral) previa neumonectomía simultánea sucesiva; y C, sobre modelo de experiencia tipo A previamente realizada (hemitórax derecho): lobectomía inferior izquierda (*split*).

Resultados. *Cirugía tipo A:* 16 operados todos con sobrevida post-quirúrgica, 5 de ellos fallecidos entre las 48 hs y los 7 días de operado. Los perros sobrevivientes de la operación tuvieron evaluación radiológica convencional. Todas revelan expansión completa sin espacio pleural residual. El lóbulo implantado con evidente signos de sobreexpansión por enfisema. Los animales sobrevivientes (11) volvieron a su hábitat habitual. *Cirugía tipo B:* 2 experiencias realizadas que fallecieron en quirófano por severa hipertensión pulmonar. La experiencia quirúrgica revela que dicha técnica es factible de su realización con control hemodinámico, con la ayuda de circulación extracorpórea, que no se usó en esta experiencia en forma deliberada. *Cirugía tipo C:* 3 perros fallecen en quirófano por hipertensión pulmonar incompatible. Dos perros fallecen a las 48 hs por insuficiencia respiratoria y posible hipertensión pulmonar.

Conclusión. La experiencia relatada sustenta y estimula la organización de un programa clínico que aborde estos problemas de cirugía de trasplante pulmonar en pacientes de pequeña superficie corporal y/o problemas de escasez de donantes convencionales.

Insuf Card 2011(Vol 6) 1:8-18

Palabras clave: Trasplante de pulmón - Trasplante lobar con donante vivo - *Split* - *Praxis* quirúrgica

¹ Médico Cirujano de Planta del Instituto de Fisiopatología Torácica. Hospital Italiano de Córdoba. Córdoba. República Argentina.

² Médico Residente de Cirugía Cardíaca y Torácica. Instituto de Fisiopatología Torácica. Hospital Italiano de Córdoba. Córdoba. República Argentina.

³ Médico Residente de Cirugía Cardíaca. Instituto de Fisiopatología Torácica. Hospital Italiano de Córdoba. Córdoba. República Argentina.

⁴ Médico Cirujano de Planta del Instituto de Fisiopatología Torácica. Hospital Italiano de Córdoba. Córdoba. República Argentina.

⁵ Jefe del Servicio de Cirugía de Tórax. Instituto de Fisiopatología Torácica. Hospital Italiano de Córdoba. Córdoba. República Argentina.

⁶ Jefe del Servicio de Anatomía Patológica. Instituto de Fisiopatología Torácica. Hospital Italiano de Córdoba. Córdoba. República Argentina.

⁷ Jefe del Servicio de Anestesia. Instituto de Fisiopatología Torácica. Hospital Italiano de Córdoba. Córdoba. República Argentina.

⁸ Jefe del Servicio de Cirugía Cardíaca. Instituto de Fisiopatología Torácica. Hospital Italiano de Córdoba. Córdoba. República Argentina.

⁹ Médico Cirujano Consulto del Instituto de Fisiopatología Torácica. Hospital Italiano de Córdoba. Córdoba. República Argentina.

Correspondencia: Dr. Diego Insaurralde

Instituto de Fisiopatología Torácica. Hospital Italiano de Córdoba. Roma 550. CP: 5000 Córdoba. República Argentina.

E-mail: dginsau@gmail.com

Recibido: 14/02/2011

Aceptado: 06/04/2011

Summary

Experimental surgical praxis of lobar implant simulating living donor and/or pulmonary partition (split)

Introduction. Lung transplantation is an alternative therapy that has been used since the early 1960s, initially with poor results. After the advent of cyclosporine in lung transplantation in the 80s, it began to emerge as a real alternative in some countries. The use of living donors for lung transplantation is conducting an alternative to the shortage of cadaveric donors and high mortality in patients awaiting transplant list.

Objectives. Acquiring skills (praxis) in the type of resection lobar reimplantation technique in living donor lobar postpneumonectomy hemithorax, reimplantation partition lobar pulmonary (lung split), postoperative evaluation, to achieve survival, study possible causes of death.

Material and method. We used 18 dogs that underwent 24 surgeries. Three models of surgical technique were made: A, unilateral lobar autotransplantation; B, left lobar autotransplantation in right hemithorax (contralateral) after successive simultaneous pneumonectomy, and C, based on the model of the experiment previously performed (right hemithorax) split lung.

Results. Surgery of type A: 16 all operated with survival after surgery, five died between 48 hours and 7 days after surgery. The dogs that survived the operation had conventional radiology. All booming revealed no residual pleural space. The wolf implanted with obvious signs of overreach by emphysema. The surviving animals (11) returned to their usual habitat. Surgery type B: two experiences that died in surgery of severe pulmonary hypertension. Surgical experience demonstrates that this technique is feasible for implementation, hemodynamic monitoring, with the aid of cardiopulmonary bypass was not deliberately used in this experiment. Surgery type C: 3 dogs died in surgery for pulmonary hypertension incompatible. Two dogs died after 48 hours of respiratory failure and pulmonary hypertension possible.

Conclusion. The experience related supports and encourages the organization of a clinical program to address these problems in lung transplant surgery in patients with small body surface and / or shortage of conventional donors.

Keywords: Lung transplantation - Living donor lobar transplant - Split - Surgical praxis

Resumo

Práxis experimental cirúrgica de implante lobar simulando doador vivo e/ou partição pulmonar (split)

Introdução. O transplante pulmonar é uma alternativa terapêutica que tem sido utilizado desde o início da década de 1960, com maus resultados inicialmente. Após o advento da ciclosporina no transplante de pulmão de 80, começaram a emergir como uma alternativa real em alguns países. A utilização de doadores vivos para transplante de pulmão está realizando uma alternativa à escassez de doadores cadavéricos e alta mortalidade em pacientes aguardando lista de transplante.

Objetivos. Adquirir habilidades (práxis) no tipo de ressecção lobar técnica de reimplante de doadores vivos lobar no hemitórax pós-pneumectomia, o reimplante partição lobar pulmonar (split pulmonar), avaliação pós-operatória, para alcançar a sobrevivência, estudo possível causa da morte.

Material e método. Foram utilizados 18 cães em que realizaram 24 cirurgias. Três modelos de técnica cirúrgica foram feitos: A, autotransplante lobar unilateral; B, autotransplante lobar esquerdo em hemitórax direito (contralateral), após pneumectomia simultânea sucessivas, e C do tipo de modelo a experiência anteriormente realizada (hemitórax direito) lobectomia inferior esquerda (split).

Resultados. A cirurgia do tipo A: 16 operados todos com sobrevida pós-cirúrgica, cinco deles morreu entre 48 horas e 7 dias após a cirurgia. Os cães sobreviveram à operação teve avaliação radiológica convencional. Todas revelaram plena expansão nenhum espaço pleural residual. O lobo implantado com sinais evidentes de superexpansão pelo enfisema. Os animais sobreviventes (11) devolvidos ao seu habitat usual. O tipo de cirurgia B: duas experiências que morreram em cirurgia de hipertensão pulmonar grave. A experiência cirúrgica demonstra que esta técnica é viável para a sua execução, monitorização hemodinâmica, com o auxílio de circulação extracorpórea não foi utilizado neste experimento deliberadamente. O tipo de cirurgia C: três cães morrem na cirurgia para a hipertensão pulmonar incompatíveis. Dois cães morrem após 48 horas de insuficiência respiratória e hipertensão pulmonar possível.

Conclusão. A experiência relacionada apóia e incentiva a organização de um programa clínico para resolver estes problemas na cirurgia de transplantação pulmonar em pacientes com pequena superfície corpórea e / ou a escassez de doadores convencionais.

Palavras-chave: Transplante de pulmão - Transplante lobar de doador vivo - Split - Práxis cirúrgica

Introducción

El trasplante pulmonar es una alternativa terapéutica que ha sido utilizada desde el inicio de la década del 60 del siglo pasado, con malos resultados, inicialmente^{1,3}. Después del advenimiento de la ciclosporina en la década del 80, el trasplante de pulmón, comenzó a consolidarse como una alternativa real en algunos países. En Argentina, este inicio fue lento y restringido a pocos centros; por eso, en los últimos años hemos observado un aumento en el número y la calidad de los resultados en los trasplantes realizados en nuestro país. Como todo éxito, tiene su precio; esto se refleja en una búsqueda mayor de pacientes, llevando a un aumento en las listas de espera para recibir un órgano. Este fenómeno no se restringe sólo a Argentina. Barr y colaboradores¹ relataron que el número de pacientes en lista de espera para trasplante de pulmón en EEUU ha aumentado progresivamente debido a las mejoras en el manejo de los donantes, la técnica operatoria, la inmunosupresión y los cuidados postoperatorios; hechos que tornaron al trasplante pulmonar en una técnica bien aceptada para el tratamiento de enfermedades pulmonares en estadios avanzados. Según estos autores, había 3888 pacientes en lista de espera en EEUU a fines del 2003, número que representaba un aumento del 147% en relación a diez años antes. Esos mismos autores relatan que en el mismo período hubo un aumento del 51% en el número de órganos disponibles; llevando a un aumento en la desproporción entre donantes y receptores. Ciertamente, salvadas las proporciones, esto también ocurre en Argentina. Este fenómeno mundial llevó a la búsqueda de algunas alternativas. Dentro de éstas, podemos mencionar el uso de donantes marginales (donantes sin condiciones ideales)^{2,3}, donantes con parada circulatoria y reacondicionamiento pulmonar (*ex vivo*)⁴, el *split lung transplantation* (partición pulmonar)⁵, y el trasplante pulmonar lobar con donante vivo relacionado⁶.

La utilización de donantes vivos para la realización de trasplantes pulmonares es una alternativa frente a la escasez de donantes cadavéricos y a la alta mortalidad de los pacientes que esperan en lista para trasplante.

Dado lo expresado en el comentario anterior sobre la posibilidad del trasplante lobar con donante vivo; debe sumarse otra alternativa de solución a este problema de escasez de órganos, y ante el agravante frente a la posibilidad de un trasplante cuyo receptor es de volumen reducido: la partición de un pulmón adulto en sus respectivos lóbulos con lo cual se logra una solución probada y comprobada su eficacia en el mundo (*split* pulmonar)⁶. Habitualmente, el pulmón seleccionado es el izquierdo, órgano bilobar y a su vez de fácil adaptación de sus hilios para la partición lobar y la reubicación de los mismos en la nueva posición (Figuras 1 a 3). El Hospital Italiano de Córdoba tiene vigente un exitoso Programa de Trasplante de Órganos Sólidos Intratorácicos. El programa de trasplante pulmonar, ya afianzado con óptimos resultados de pacientes adultos, asume la necesidad de poner a punto la problemática de pacientes de baja talla, especialmente niños y/o adolescentes. Dada esta situación, se organizó el desarrollo de un Programa de Cirugía Experimental donde se abordó el problema técnico de estas dos alternativas de disponibilidad

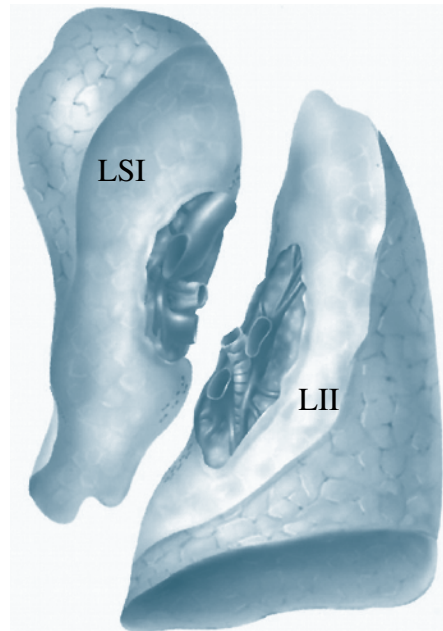


Figura 1. Lóbulos superior (LSI) e inferior izquierdo (LII) post-partición previo a su implante. Notar disposición de arteria, vena y bronquio.



Figura 2. Alineamiento del lóbulo superior izquierdo (LSI) en el hemitórax derecho. Notar alineamiento del bronquio con su anastomosis inversa y la vena pulmonar.



Figura 3. Alineamiento del lóbulo inferior izquierdo (LII) en el hemitórax homónimo. Notar la anastomosis de la vena lobar a la vena pulmonar superior y la realización de la anastomosis arterial.

de pulmones a trasplantar, ya que estas alternativas requieren fundamentalmente de un afianzamiento en los detalles técnicos, dado que lo clínico (biológico, inmunidad y su control), es similar a los problemas con técnicas convencionales de trasplante. De esta forma el equipo adquiere la *praxis* necesaria en la técnica quirúrgica, técnica de gran significado en el receptor, pero no menos significativa en los donantes; si los mismos son donantes vivos. En el *split* pulmonar, si bien el pulmón donado es cadavérico, la partición desde el punto técnico es también de muy minuciosa tecnología. Igualmente, la realización de este protocolo se complementó con la parte teórica/bibliográfica en lo que hace a indicación del receptor y características del donante; fundamentalmente, lo referido a la determinación del *mismatch* y capacidad funcional residual de los donantes con determinaciones muy ajustadas a lo normal. Para ello, existe una fórmula que calcula la capacidad pulmonar total (CPT) predictiva del donante y la del receptor, basada en un estándar de la *European Respiratory Society*, fórmula que este equipo de trabajo adopta:

$$CPT (L) = 6,60 \times \text{altura (m)} - 5,79 \text{ para paciente femenino}^7$$

La capacidad pulmonar total del receptor y la capacidad pulmonar unilateral (habitualmente izquierda) del donante (calculada como el 45% de la CPT predictiva) fueron utilizadas para estimar y ajustar el tamaño y/o grado de *matching* entre continente/contenido, y así evitar la sobre-distensión del lóbulo pulmonar implantado.

Objetivos

Adquirir destreza (*praxis*) en la técnica de resección lobar tipo donante vivo, reimplante lobar en hemitórax post-neumonectomía, partición pulmonar con reimplante lobar (*split* pulmonar), evaluación post-operatoria, lograr sobrevida, estudiar causa posible de muerte.

Material y método

Se utilizaron 18 perros en los cuales se realizaron 24 intervenciones quirúrgicas.

Tipos de cirugías

Tipo A

Dieciséis operaciones en un mismo acto quirúrgico y en forma sucesiva:

- Lobectomía inferior derecha.
- Cirugía en banco del lóbulo extirpado.
- Resección del lóbulo remanente (neumonectomía final).
- Reimplante del lóbulo inferior derecho previamente resecado.

Tipo B

Dos operaciones en un mismo acto quirúrgico y en forma sucesiva:

- Lobectomía superior izquierda (*split* pulmonar).
- Cirugía de banco.
- Neumonectomía derecha.

- Implante en el hemitórax derecho de lóbulo superior izquierdo explantado.
- Control farmacológico y ventilación específica para el control de la hipertensión pulmonar (no se utilizó circulación extracorpórea -CEC-).

Tipo C

Seis experiencias en perros previamente operados tipo A:

- Lobectomía inferior izquierda tipo *split*.
- Cirugía de banco.
- Neumonectomía izquierda.
- Implante del lóbulo inferior izquierdo en hemitórax izquierdo desocupado.

Táctica y técnica quirúrgica

Tres modelos de técnica quirúrgica fueron realizados: Autotrasplante lobar unilateral: ablación del lóbulo inferior, preservación, cirugía de banco, se completa neumonectomía y reimplante del lóbulo ablacionado.

Autotrasplante lobar izquierdo en hemitórax derecho (contralateral) previa neumonectomía simultánea sucesiva. Neumoplejía y cirugía de banco.

Sobre modelo de experiencia tipo A previamente realizada (hemitórax derecho): lobectomía inferior izquierda (*split*), neumoplejía, cirugía de banco, se completa neumonectomía izquierda e implante del lóbulo inferior resecado.

Técnica de ablación

Toracotomía posterolateral, con pulmón expandido, inspección: anatomía lobar y segmentaria, anatomía arterial y venosa. Se considera fundamental esta evaluación, siendo frecuentes las variaciones anatómicas en los tres elementos, específicamente en el drenaje venoso. Así se planifica la mejor táctica y técnica quirúrgica en preservar la anatomía y función del lóbulo residual y del lóbulo donante a reseca (concepción de donante vivo y/o *split* pulmonar). El perro casi no tiene división pleural por hemitórax, y por ello con frecuencia, alguna vena segmentaria inferior drena en lo que sería el lado contralateral en la aurícula izquierda. Se prefiere realizar la ablación con pulmón ventilado, así es más sencillo interpretar la distribución lobar y segmentaria en sus respectivos pedículos. Habitualmente, existe muy buen desarrollo cisural, es excepcional que deba desarrollarse (Figura 4). Movilizado el lóbulo, se identifica el hilio y se disecan los elementos por separado. Se debe tener una rigurosa interpretación con actitud precavida de respetar la integridad anatómica y funcional de lo ablacionado y del resto del pulmón que queda *in situ*. Si hay necesidad de optar, preservamos en su totalidad anatómica-funcional el pulmón residual (pensando en el donante vivo). La posible minusvalía anatómica del lóbulo ablacionado, para preservar el pulmón residual, es “acondicionada” para ser implantado en cirugía de banco. La disección es clásica. Los muñones vasculares proximales son suturados y no ligados para evitar interferencias funcionales, dado lo restringido de sus límites de resección. Los muñones del lóbulo a reseca (ablacionar) no son tratados con ligaduras o clampeos. El cierre bronquial residual se realiza en forma ortodoxa, con protección pleural (independientemente que sucesivo se



Figura 4. Liberación de la cisura.

completara la neumonectomía). Gesto inmediato previo a la resección, se inyecta heparina endovenosa, 1 mg/Kg.

Técnica de cirugía en banco

Pulmón semisumergido en suero frío a 4°C (Figura 5). Pulmón expandido con presión suficiente para eliminar zonas de atelectasia, el bronquio es tratado con gran delicadeza; se evita todo tipo de atrición; se usa cánula con balón tipo Foley de distintas medidas. Se hace perfusión con solución neumoplejía (Kantrilex) a baja presión hasta lograr retorno sin restos sanguíneos, perfusión por vía arterial primero y luego por vía venosa (Figura 6). Se inspeccionan los cabos a anastomosarse, se movilizan lo máximo posible para lograr el máximo de longitud y movilidad de adaptación. Quien requiere mayor dedicación es el pedículo venoso. Dos problemas deben observarse y frecuentemente solucionarse:

1. Longitud, dado que para enfrentar las bocas anastomóticas se requiere mayor distancia que lo normal dada la nueva posición del lóbulo, ya que se interpone el borde lobar postero-lateral ahora en posición antero-interno, entre la boca venosa y el acceso anastomótico auricular; asociándose a esta situación el hecho que el conjunto venoso inferior tiene orientación posterior y ahora quedara en posición anterior. Dada esta situación, el problema fue solucionado de la siguiente manera en cirugía de banco: anastomosis de un ribete pericárdico en toda la circunferencia o sólo en una de sus caras, de acuerdo a como se presente el problema (Figura 7).

2. Unificación en una sola boca cuando las venas desembocan en forma individual. Se efectúa una incisión longitudinal y anastomosis en *losange* de unificación en un solo muñón anastomótico (Figura 8).

La idea fundamental es evitar la tensión en la anastomosis, factor de interferencia al flujo.

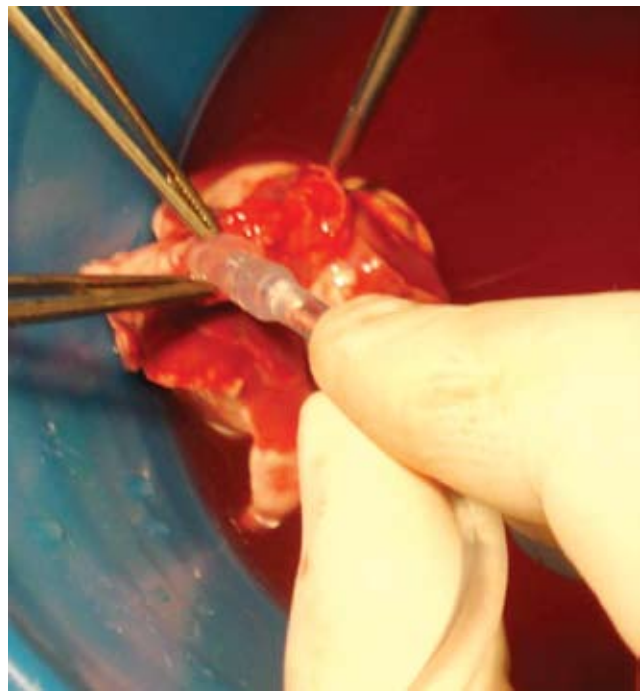


Figura 5. Lóbulo sumergido en líquido helado en plena canulación donde se ven zonas de color rojo vinoso que todavía no han sido profundizadas.

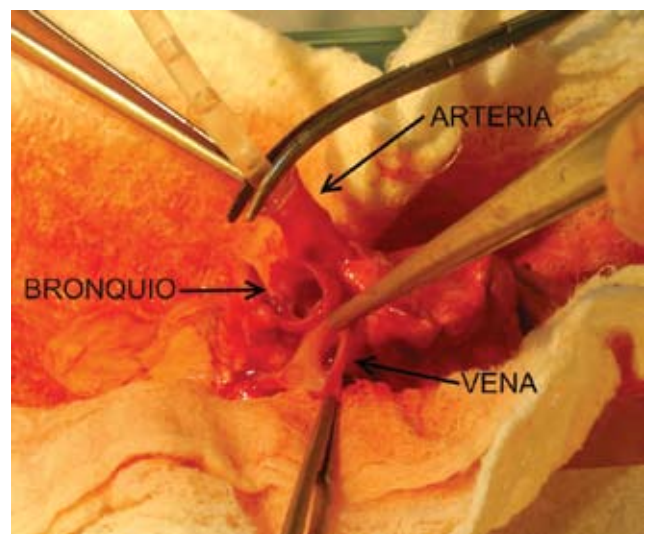


Figura 6. Preservación pulmonar. Arteria canulada, bronquio y vena pulmonar drenando líquido claro, ideal de logro de perfusión. Compresas frías con hielo.

Cirugía del implante lobar

Suceso a la cirugía de banco, previo “acondicionamiento” del lóbulo, tanto en lo biológico como en lo anatómico, se completa la neumonectomía (lóbulo superior remanente) (Figura 9). Hemostasia rigurosa. Con maniobras combinadas entre el cirujano y el anestesiista, se direcciona al tubo endotraqueal en bronquio del pulmón residual y así lograr ventilación selectiva, y poder trabajar con el bronquio abierto sin un traumatismo mecánico oclusivo. La exéresis se caracteriza por dejar muñones largos de los tres elementos. Bronquio con máxima vascularidad, reamputado según la necesidad para evitar tensión o angulación

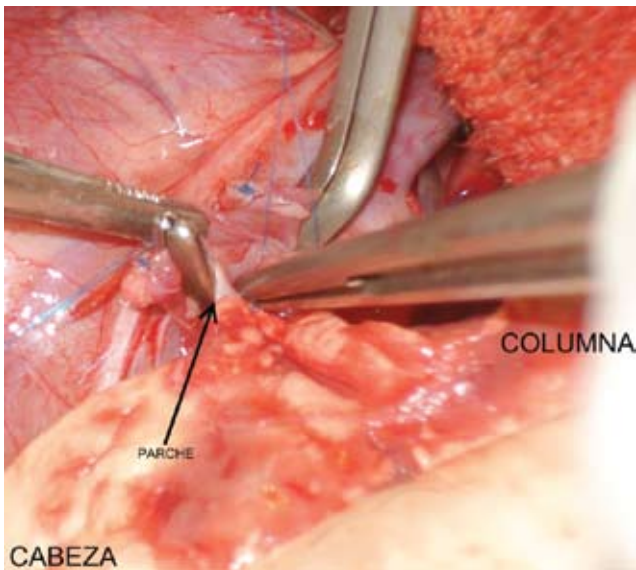


Figura 7. Clamp tomando aurícula izquierda en forma parcial. Anastomosis venosa prolongada con parche de pericardio, técnica que se usa cuando los cabos son cortos.

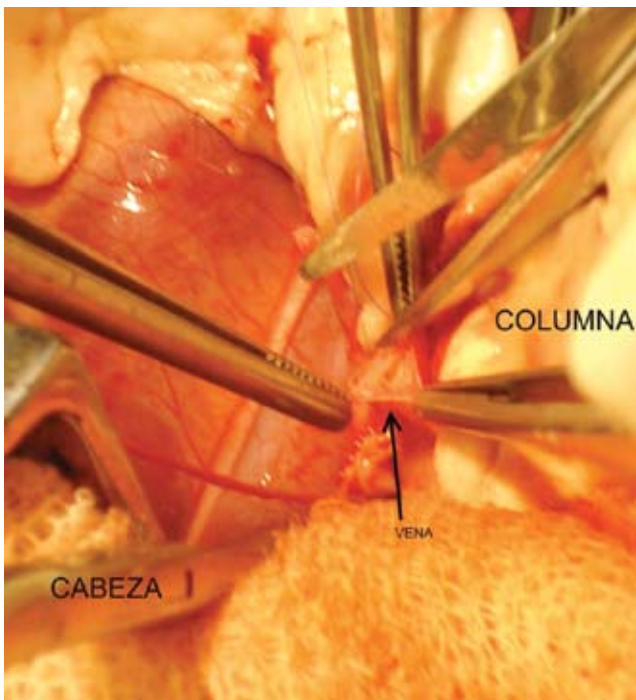


Figura 8. Anastomosis de venas pulmonares, unificación de las mismas.

por exceso. El cabo de la arteria pulmonar es movilizado, aún en su trayecto mediastinal, para así obtener la mayor movilidad satisfactoria necesaria. Los muñones venosos son diseccionados hasta descubrir la aurícula izquierda, la que se desarrolla por disección profunda del tabique interauricular, tiempo delicado por lo tenue de los tejidos (Figura 10). Reamputación de los muñones lográndose unificar en una única boca anastomótica a nivel auricular. La anastomosis de los elementos hiliares del implante se realiza según técnica universal de trasplante pulmonar; en la secuencia: bronquio, arteria y vena. En la anastomosis bronquial se evita el telescopado por plástica de reducción de diámetro del bronquio receptor (Figura 11). Se usa

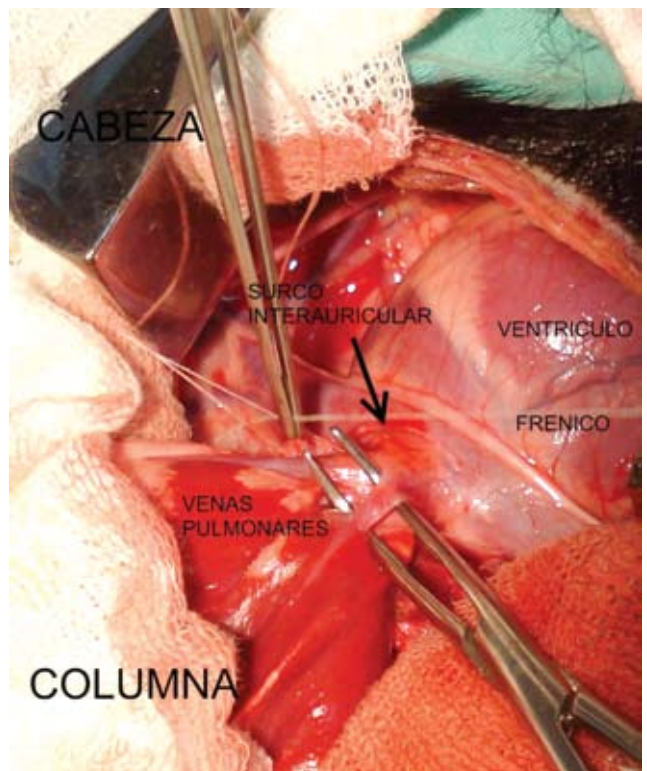


Figura 9. Disección individual de venas pulmonares. Surco interauricular que debe ser diseccionado para lograr buen muñón. Neumonectomía luego de haber hecho la lobectomía (simulando en vivo) para así en los muñones reimplantar el lóbulo.

protección de la anastomosis con tejido mediastinal. Se testea su permeabilidad con presión sostenida bronquial de 30 cm H₂O. Desde este tiempo, el pulmón es expandido con maniobras de reclutamiento alveolar (Figura 12). La anastomosis arterial habitualmente es convencional, con prolene 6-0 sin detalles especiales, con la debida precaución, evitando tensión o acodaduras por defecto

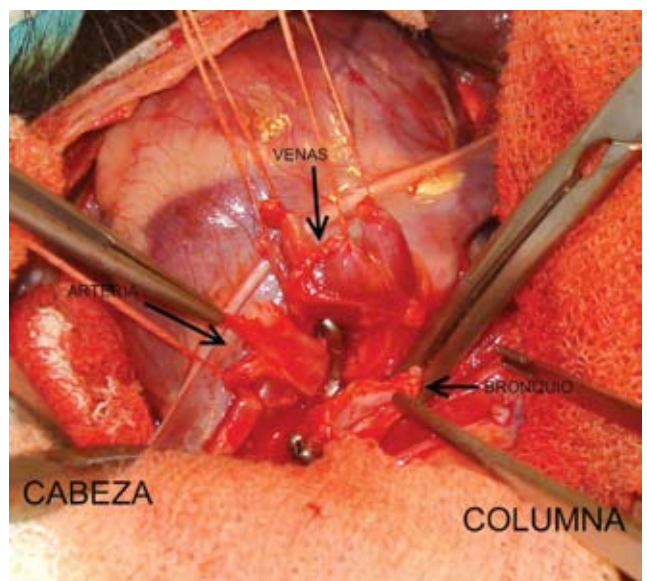


Figura 10. Venas pulmonares de la neumonectomía con movilización del surco interauricular. Arteria pulmonar movilizada y ligadura de la división superior por innecesaria. Bronquio de la neumonectomía.

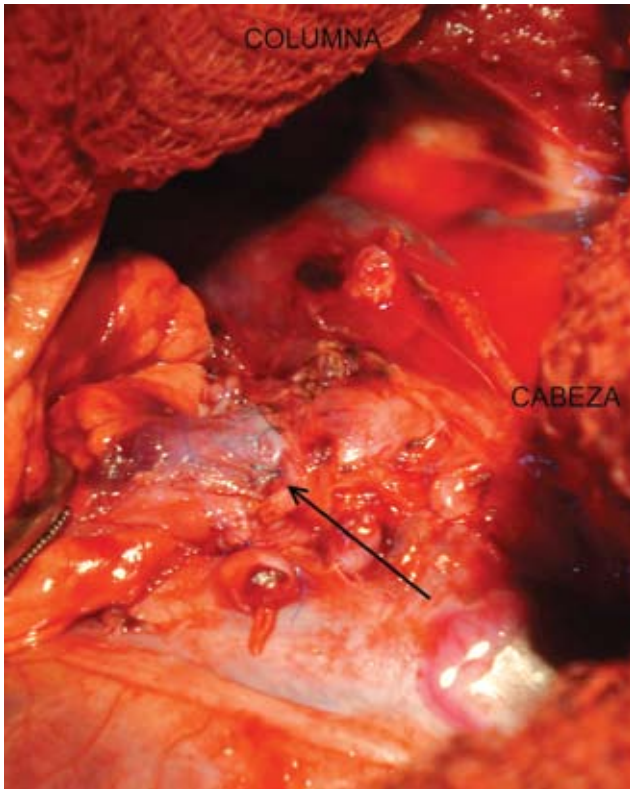


Figura 11. Bronquio anastomosado en diámetros oblicuos para evitar estenosis futura.

o exceso, el pulmón desplegado facilita su dimensionamiento (Figura 13).

El tiempo de la conexión venosa es un tiempo de criterio y ponderación en relación a: ubicación espacial, dimensión longitudinal del pedículo vascular, área anastomótica (y así evitar estenosis), debilidad de los tejidos a anastomosarse. La correcta ubicación del lóbulo a implantar es fundamental para así facilitar elecciones correctas,



Figura 12. Re-expansión lobar. Nervio frénico.

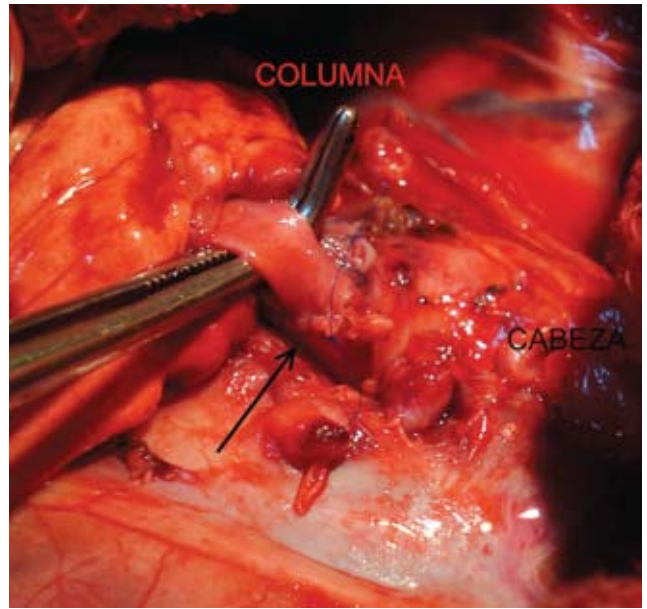


Figura 13. Arteria anastomosada traccionada con ángulo recto revelando que no existe tensión.

evitando espolones y tortuosidades, la movilización de los elementos ya anastomosados (bronquio y arteria) facilitan estas maniobras de ubicación espacial correctas.

Con frecuencia las venas pulmonares deben prolongarse con la adición de pericardio, sea como tapa; como conducto o ribete circular; la tensión anastomótica por leve que fuera crea problemas de flujo debido a la normal baja presión en el segmento venoso. Previo a la finalización de la anastomosis venosa: purgado del circuito pulmonar por desclampeo arterial y así eliminar burbujas aéreas y restos de la neumoplejía (Figura 14).

Tiempo de ventilación adecuada, control espacial del

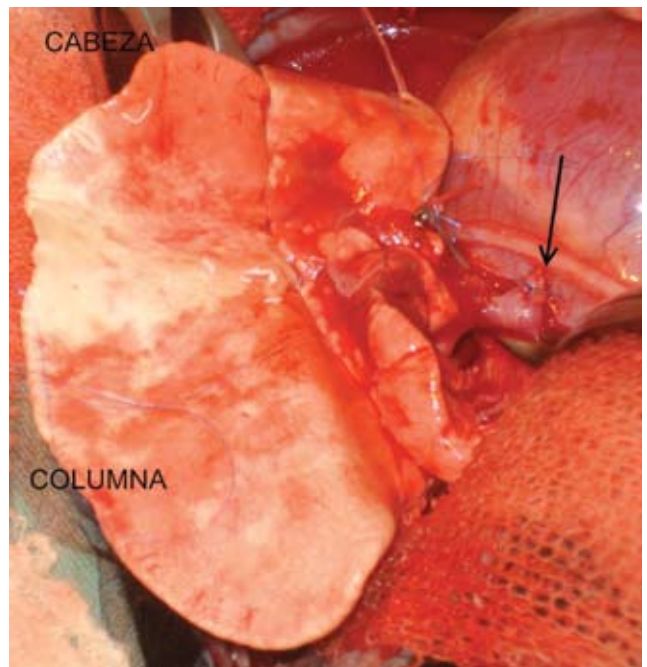


Figura 14. Anastomosis concluida, desclampeo de arteria pulmonar, perfusión del pulmón, aún se observan zonas mal perfundidas. Vena clamepada para purgar el aire.

lóbulo implantado, anclaje del mismo, control gasométrico, control de la presión en el circuito pulmonar. En la experiencia inicial fueron corregidas y realizadas nuevamente tres anastomosis venosas por inadecuado funcionamiento con interferencia del flujo; evidencia observacional: aspecto congestivo del pulmón, ingurgitación venosa, hipertensión pulmonar. Resto convencional a toda cirugía torácica (Figuras 15 y 16).

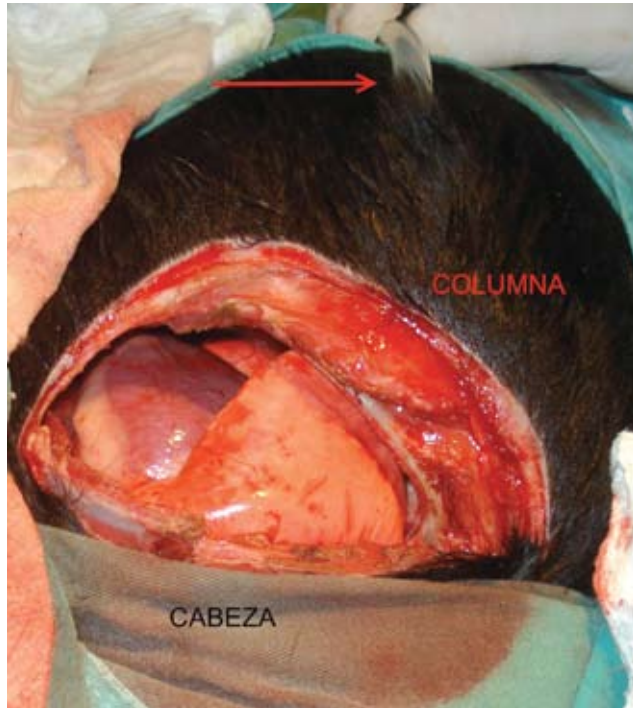


Figura 15. Drenaje pleural revela la ocupación progresiva del hemitórax. Desproporción continente contenido. Ocupación total futura pero a expensas de enfisema.

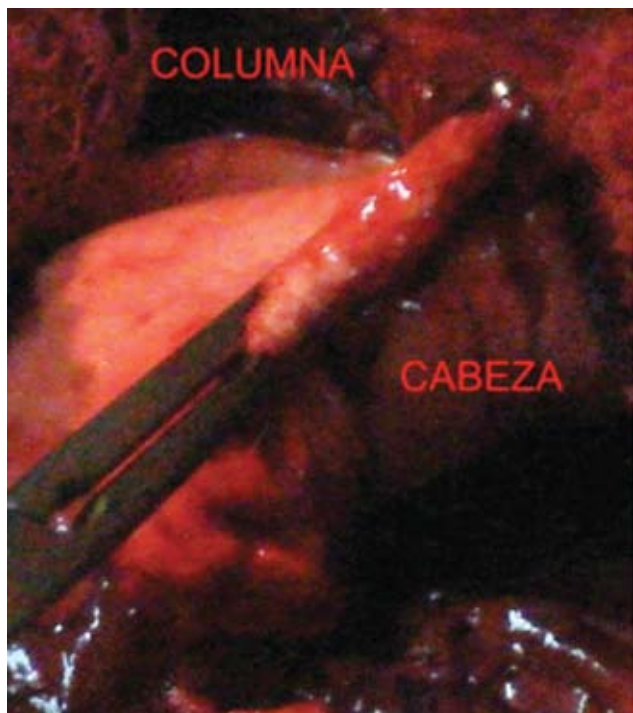


Figura 16. Biopsia post-implante pulmonar para investigar cambios de reperusión.

Postoperatorio

Criterio de recuperación post-quirúrgico, tipo *Fast-Trac* (Figuras 17 y 18), fundamentalmente, posibilitando una extubación precoz. Se establece un control personalizado hasta lograr estabilidad hemodinámica y ventilación espontánea suficiente para así descomplejarlo. El control de drenajes se toma como normal hasta 3 ml/kg/h de sangrado en las primeras horas. Antibióticos. Analgesia. Hidratación: 30 ml/kg/día. Se estimula la movilización precoz. Llegado el momento es pasado a canilera con controles turnados en el día. De acuerdo al tiempo programado de observación y evaluación, se realizan los estudios previstos de evaluación. Todo deceso fue evaluado con autopsia y anatomía patológica (Figuras 19 a 24).



Figura 17. Perro cursando post-operatorio precoz post-extubación aún en mesa operatoria.



Figura 18. Perro en post-operatorio mediano que pasa a la canilera.

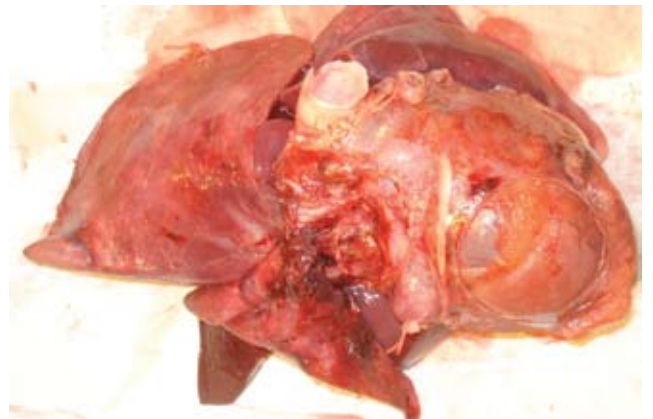


Figura 19. Anatomía patológica-macroscópica. Pulmón trasplantado ventilado bien perfundido. El pulmón contralateral ("sano") con una atelectasia total por tapón mucoso. Un problema significativo en la experiencia con este tipo de especie es la *toilette* bronquial. Ausencia de pericardio usado para prolongar venas pulmonares.

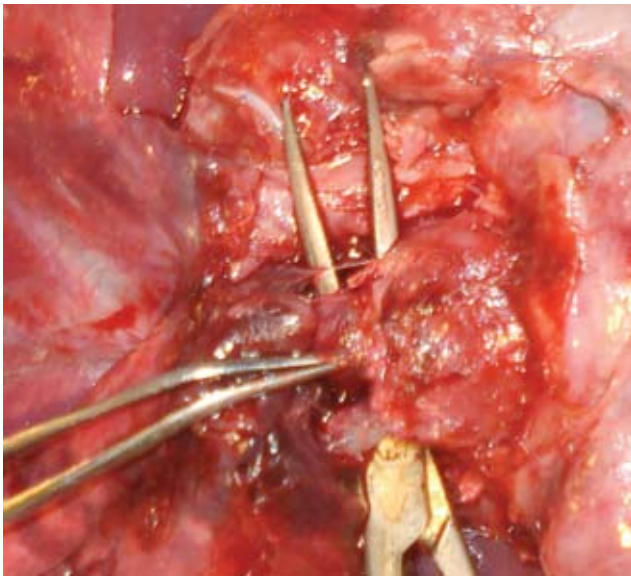


Figura 20. Anatomía patológica-macroscópica. Anastomosis venosa normofuncional en la investigación *post-mortem*.

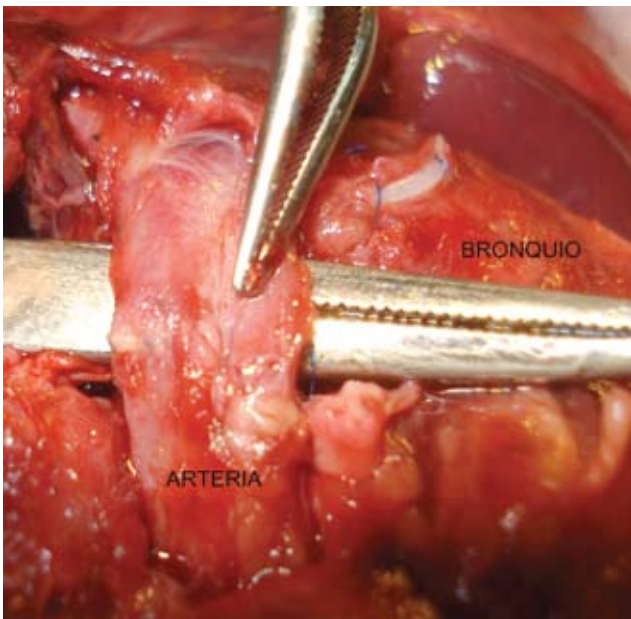


Figura 21. Anatomía patológica-macroscópica. Arteria y bronquio *post-mortem* evidenciando sus anastomosis.

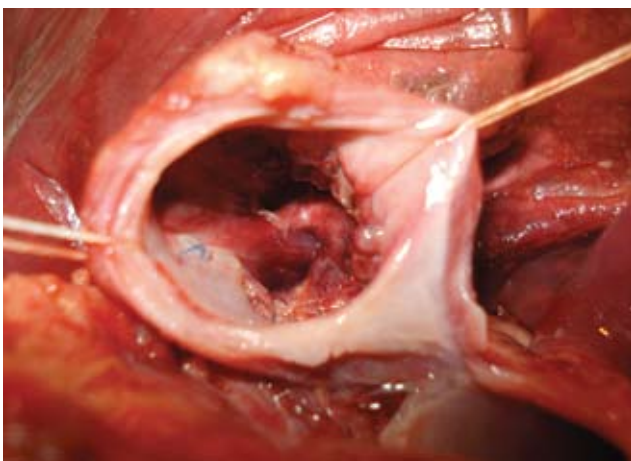


Figura 22. Anatomía patológica-macroscópica. Toma del interior del bronquio fuente, seccionado a nivel de la carina para observar anastomosis mucosa-mucosa y ver la irrigación de la misma.

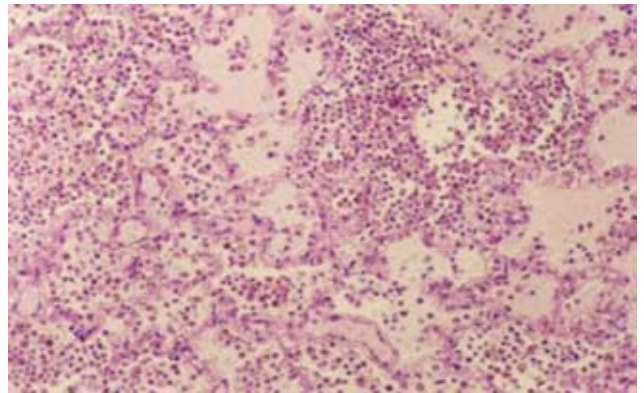


Figura 23. Anatomía patológica-microscópica. Bronconeumonía.

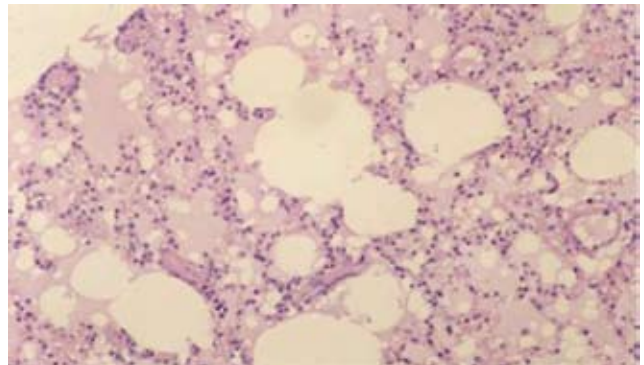


Figura 24. Anatomía patológica-microscópica. Edema por daño de perfusión

Resultados

Cirugía tipo A

Dieciséis operados todos con sobrevida *post-quirúrgica*. Cinco fallecidos entre las 48 hs y los 7 días de operado:

- Atelectasia masiva del pulmón no operado *post broncografía*.
- Hemorragia masiva tardía. Dehiscencia de sutura arterial 48 horas posterior.
- Sepsis. Dehiscencia de la herida. Empiema. Pulmón expandido sin fístula bronquial.
- Fallece por accidente en el canal por asfixia mecánica.
- Neumotórax hipertensivo en *post operatorio* inmediato por problemas en el drenaje dada la irritabilidad del animal.

Los perros sobrevivientes de la operación tuvieron evaluación radiológica convencional (Figura 25) (2 parálisis frénicas). Todas revelan expansión completa sin espacio pleural residual. El lóbulo implantado con evidentes signos de sobreexpansión por enfisema. Evidencia de desproporción continente contenido.

Selección al azar de especímenes para broncografía y angiografía (Figuras 26 a 28).

Se efectuaron siete broncoscopías rígidas con anestesia general. Las indicaciones fueron evaluar la anastomosis bronquial; se comprobó necrosis parcial de cartílago sin fístula. No hubo comprobación de estenosis crítica.

Un caso por radiología fue sospechado de estenosis de la anastomosis venosa, por la lectura radiológica. En dicha experiencia la anastomosis se logró a través de un manguito pericárdico. El examen de la pieza puso en evidencia la

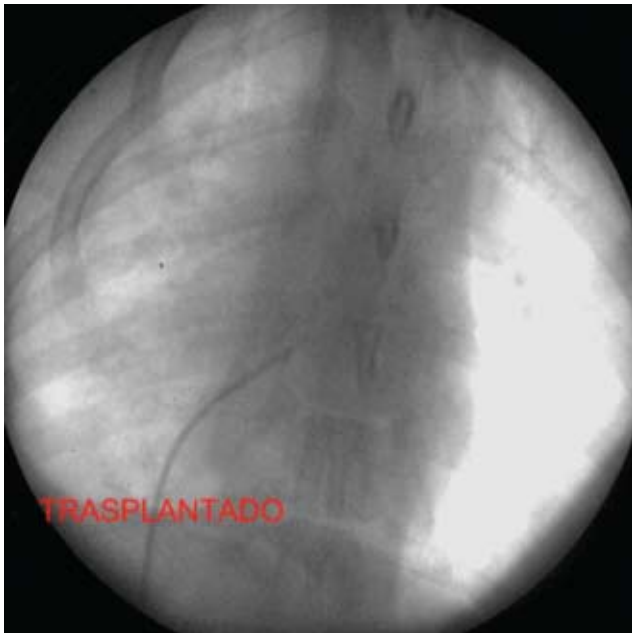


Figura 25. Imagen radiográfica con pulmón trasplantado totalmente expandido.

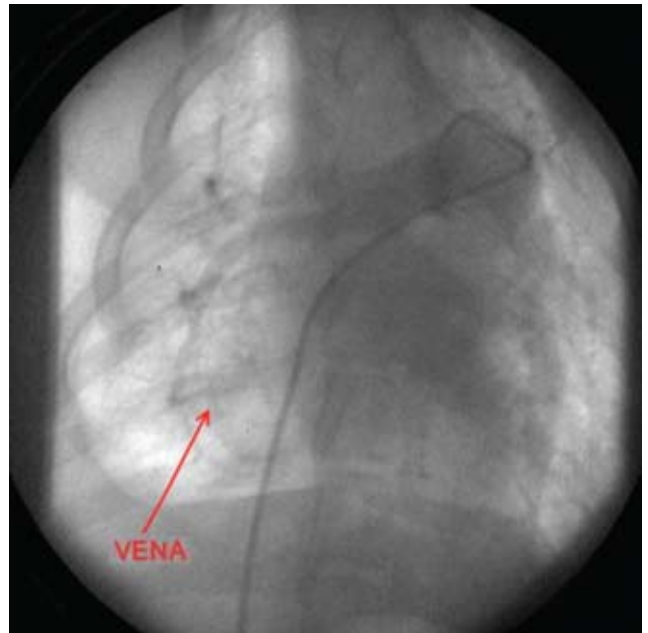


Figura 27. Tiempo de retorno venoso con evidencia de las anastomosis de las mismas.

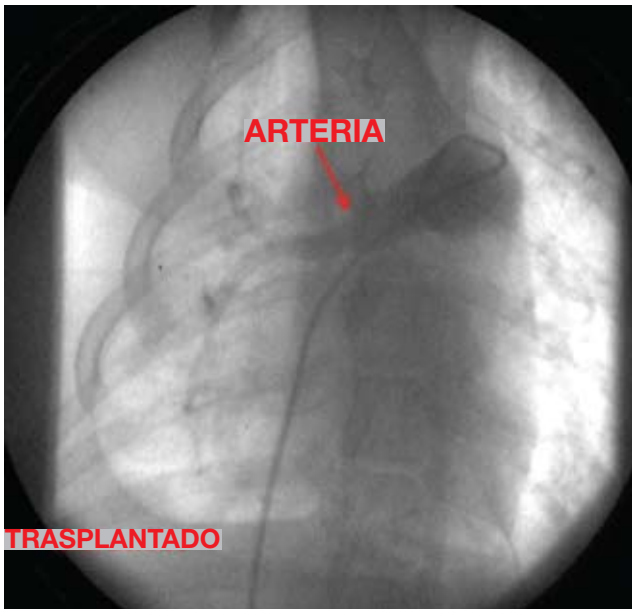


Figura 26. Arteriografía post-trasplante donde se señala la anastomosis arterial normal. Notar la perfusión de todo el lóbulo.

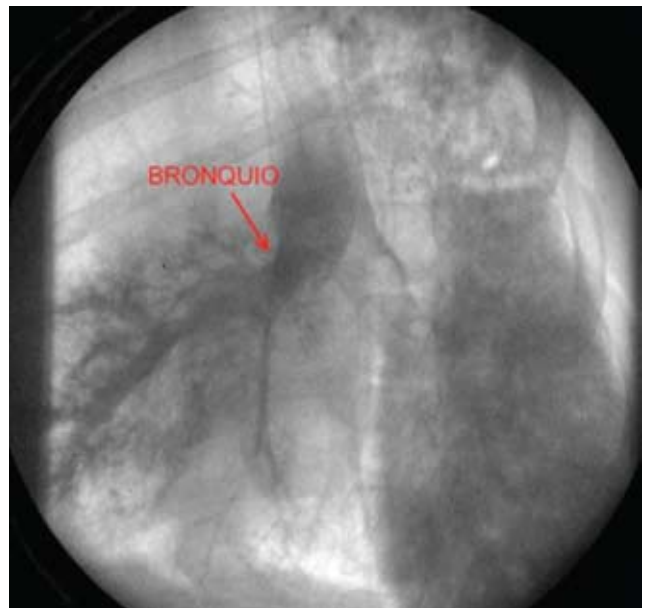


Figura 28. Broncograma que muestra la anastomosis bronquial sin estenosis y dibuja todo el árbol bronquial hasta la periferia.

normalidad de las anastomosis vasculares.

Los animales sobrevivientes (11) volvieron a su hábitat habitual.

Cirugía tipo B

Las dos experiencias realizadas fallecieron en quirófano por severa hipertensión pulmonar a pesar del esfuerzo farmacológico y ventilatorio. La experiencia quirúrgica revela que dicha técnica es factible de su realización con control hemodinámico, con la ayuda de circulación extracorpórea, que no se usó en esta experiencia en forma deliberada.

Cirugía tipo C

Tres perros fallecen en quirófano por hipertensión pulmonar incompatible. Dos perros fallecen a las 48 hs por in-

suficiencia respiratoria y posible hipertensión pulmonar a pesar de no haber realizado registro manométrico, pero el espécimen anátomo-patológico registra una grosera distensión del ventrículo derecho. Un perro sacrificado a la semana demuestra derrame pleural bilateral, aspecto enfisematoso de ambos lóbulos y grosera distensión del ventrículo derecho.

Comentario

Se programó un plan experimental de *praxis* quirúrgica, planteo táctico y técnica "en campo" de simulación de trasplante pulmonar con donante vivo y simulación de implante lobar con técnica de *split* pulmonar. Se anali-

zó y racionalizó la posible problemática de *praxis* de los muñones hiliares; el trabajo en banco de adecuación de las estructuras a ser implantadas en el receptor; trato del parénquima pulmonar residual como en posible donante vivo y con conservación anatómo-funcional; el control de la fisiología durante la cirugía: presión del circuito pulmonar; las características macroscópicas del pulmón implantado *in situ*; toma de biopsia para estudio microscópico post implante.

Cada experiencia fue rigurosamente analizada, discutida grupalmente, con evaluación documentada anatómo-clínica; proyectando dicha experiencia en forma ideal a futuras circunstancias clínicas.

La experiencia del equipo que, ya tiene como antecedente el trasplante pulmonar convencional de adultos, facilitó al dar una lógica de acción en la *praxis* quirúrgica del procedimiento en esta etapa experimental con proyección futura. Surgieron, así de lo experimental, hechos puntuales que fundamentan conclusiones de la evaluación de los actos quirúrgicos realizados y evaluación anatómo-clínica:

A. Evaluación rigurosa de la relación espacio pleural/volumen implantado; cuyo problema en la experiencia realizada fue la sobreexpansión con enfisema severo si dicha relación no es ajustada.

B. Necesidad de riguroso control de la adecuada ubicación espacial del espécimen donante en relación a los muñones hiliares del receptor para evitar problemas, principalmente en la capacidad de flujo de las venas pulmonares implantadas.

C. Fundamental importancia toma el trabajo en banco, principalmente en la preparación de la boca anastomótica venosa y la posible necesidad de prolongar su longitud con adición de pericardio.

D. En la partición lobar sea en *split* o donante vivo, si se debe sacrificar algún sector anatómico, debe ser en el lóbulo donante ya que este defecto por necesidad puede ser corregido, adecuado, “puesto a punto” en banco.

E. Necesidad de control de la presión del circuito pulmonar durante el acto quirúrgico (en cirugía experimental exclusivamente con el tórax abierto) sea farmacológicamente y/o mecánicamente. En nuestra experiencia se usó farmacología. Sin duda que a nivel clínico el uso de la circulación extracorpórea y/u óxido nítrico es fundamental en gran porcentaje.

Conclusión

La experiencia relatada sustenta y estimula la organización de un programa clínico que aborde estos proble-

mas de cirugía de trasplante pulmonar en pacientes de pequeña superficie corporal y/o problemas de escasez de donantes convencionales.

Agradecimiento

Agradecimiento a la colaboración del Servicio de Neumología del Hospital Italiano de Córdoba, Córdoba, República Argentina.

Recursos financieros

Experiencia realizada con el apoyo y auspicio del Departamento de Capacitación y Docencia (Director: Prof. Dr. Héctor Bustos) del Hospital Italiano de Córdoba, Córdoba, República Argentina.

Conflicto de intereses

Los autores no poseen conflictos de intereses que declarar.

Referencias bibliográficas

1. Barr ML, Schenkel FA, Bowdish ME, Starnescet VA, et al. Living donor lobar lung transplantation: current status and future directions. *Transplant Proc* 2005;37(9):3983-6.
2. Pierre AF, Sekine Y, Hutcheon MA, Waddell TK, Keshavjee SH, et al. Marginal donor lungs: a reassessment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123(3):421-7; discussion, 427-8.
3. Orens JB, Boehler A, de Perrot M, Estenne M, Glanville AR, Keshavjee S, et al. A review of lung transplant donor acceptability criteria. *J Heart Lung Transplant* 2003;22(11):1183-200. Review. No abstract available.
4. Steen S, Ingemansson R, Eriksson L, Pierre L, Algotsson L, Wierup P, et al. First human transplantation of a nonacceptable donor lung after reconditioning ex vivo. *Ann Thorac Surg* 2007;83(6):2191-4.
5. Couetil JP, Tolan MJ, Loulmet DF, Guinvarch A, Chevalier PG, Achkar A, Birnbaum P, Carpentier AF. Pulmonary bipartitioning and lobar transplantation: a new approach to donor organ shortage. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;113:529-37.
6. Date H, Aoe M, Nagahiro I, Sano Y, Andou A, Matsubara H, Goto K, Tedoriya T, Shimizu N. Living-donor lobar lung transplantation for various lung diseases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126(2):476-81.
7. Artemiou O, Birsan T, Taghavi S, Eichler I, Wisser W, Wolner E, Klepetko W. Bilateral lobar transplantation with the split lung technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118(2):369-70.