

NICANOR LETTI

CONSEQÜÊNCIAS ANATÔMICAS DA LIGADURA DA ARTÉRIA PULMONAR ESQUERDA EM CÃES

Tese para concorrer à Docência-Livre da
Cadeira de Anatomia da Faculdade de
Medicina de Pôrto Alegre da Universidade
do Rio Grande do Sul.



Bib. Fac. Med. UFRGS

T-0546

Consequencias anatomicas da li



1961

Of. Gráf. da Livraria do Globo S. A.
Pôrto Alegre

T611

-651 c

ARQUIVO DA FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

) 599, 742.1 - 142.4 = 591.8.059 :
591.413.1 ESQUERDA. 089.843

BIBLIOTECA DE MEDICINA

UFRRJ - HCPA

lo de Chamada;

611.24 - 08

MED 05300271

T
W0140 L686c 1961

[000018354] Letti, Nicanor. Conseqüências anatômicas da ligadura da artéria pulmonar esquerda em cães. 1961. 36 p. : il.

*Dedico êste trabalho
Aos meus pais, espôsa e filha*



AGRADECIMENTO

Agradecemos de modo especial ao Prof. Tauphick Saadi, inspirador dêste trabalho, aos Drs. Joseph Hauser S. J., Julice Aillon, Alaor Teixeira pela sua colaboração nos diversos setores da investigação. Acs Drs. Eloy Julius Garcia e Godofredo Fay de Macedo pela ajuda na revisão. Aos dedicados funcionários da Faculdade de Medicina, Srs.: Miguel Kolling, João de Vagre, Alvair Moreira, Ângelo Perozzo e Rui Fetzner, sem cuja dedicação não seria possível a realização dêste trabalho.

ÍNDICE

Agradecimento	4
Índice	5
Introdução	7
Material e métodos	9
Resultados	13
Discussão	29
Resumo e conclusões	33
Bibliografia	35





INTRODUÇÃO

Desde o século passado, tem-se preconizado a ligadura da artéria pulmonar em casos de bronquiectasias crônicas e enfisemas avançados. SAUERBRUCH¹ foi o primeiro a aconselhar tal procedimento. Realizou algumas intervenções sem resultados satisfatórios, o que motivou o abandono de suas idéias.

Entretanto, a partir de 1945, devido aos trabalhos de VERLOOP^{2, 3} e de LIEBOW e col.^{4, 5}, o assunto voltou a ser discutido e já muitos cirurgiões preconizam novamente a ligadura da artéria pulmonar em uma série de afecções pulmonares crônicas.

Sabemos que a circulação pulmonar se divide em: — sistêmica — de origem aórtica, formando as artérias brônquicas ou os chamados “vasa nutritia” de REISSEISSEN⁷; e a circulação funcional, saindo do VD, distribui-se pelas artérias pulmonares D e E aos pulmões.

GALENO, como refere uma série de anatomistas, já conhecia as artérias brônquicas, embora nunca as tenha descrito com este nome. MARCHETTI⁶ (1956) foi quem descreveu pela primeira vez os vasos brônquicos, sendo que somente muito mais tarde, em 1808 e 1822, REISSEISSEN e SÖMMERING^{7, 8} descreveram sua função de “vasa nutritia” do pulmão e de “vasa vasorum” da artéria pulmonar, relatando ainda esses AA algumas alterações destes vasos associadas a moléstias pulmonares crônicas.

Entretanto, foi VIRCHOW^{9, 10, 11} o primeiro a estudar os problemas relacionados com a circulação colateral, devido à obstrução da artéria pulmonar, principalmente em ramos lobares da mesma.

As anastomoses entre as artérias brônquicas e pulmonares já eram conhecidas de RUYSCH¹².

Os achados de VIRCHOW foram negados por COHNHEIM e LITTEN¹³, que não encontraram dilatação do sistema arterial brônquico depois de três meses de obstrução da artéria pulmonar.

Em 1878, KÜTTNER¹⁴ encontrou anastomoses entre a artéria pulmonar e a artéria brônquica no cão.

Foi ele ainda o primeiro a ligar experimentalmente a artéria pulmonar em ovinos, verificando que, após a ligadura, o líquido injetado na circulação sistêmica era encontrado na artéria pulmonar, concluindo pela existência de anastomoses entre o sistema arterial pulmonar e arterial brônquico.

Em 1906, MILLER¹⁵ publicou seu primeiro trabalho sobre circulação pulmonar, onde demonstrou as comunicações que existem en-

tre as artérias brônquicas e as veias pulmonares, não encontrando anastomoses entre as artérias brônquicas e pulmonares.

GHOREYEB e KARSNER¹⁶, em 1913, demonstraram que os sistemas da artéria pulmonar e brônquica só apresentavam anastomoses capilares.

As atresias congênitas da artéria pulmonar e sua repercussão sobre o desenvolvimento da circulação colateral foram estudadas por CHRISTELLER¹⁷ em 1916.

Mais tarde, SCHLAEPFFER¹⁸ encontrou fibrose do pulmão após ligadura da artéria pulmonar. Os estudos de SCHLAEPFFER^{19, 20} foram realizados com a intenção de conseguir um meio de cicatrizar o mais rapidamente possível as lesões tuberculosas do pulmão.

Em 1926 e 1927 surgiram dois trabalhos de SMIRNOFF^{21, 22}, em que êste autor realiza a laqueadura experimental da artéria pulmonar, das veias pulmonares e das artérias brônquicas.

Verificou que, quando ligava a artéria pulmonar, ocorria atrofia fibrosa do tecido com desaparecimento conseqüente da funcionalidade do pulmão; a ligadura das veias pulmonares levam os animais à morte; quando da ligadura da artéria e da veia, simultâneamente, os animais sobreviviam.

Contrariando alguns achados de SMIRNOFF, SCHLAEPFFER²³ verificou aumento da circulação venosa colateral e estase pulmonar pequena após ligadura das veias pulmonares.

Foi, entretanto, em 1930 com o trabalho de MATHES, REICHERT e HOLMAN²⁴ que, pela primeira vez, utilizou-se do método radiológico para estudo da circulação pulmonar. Êstes autores utilizaram a massa de HILL, (solução de bicloreto de bismuto a 20% e solução de acácia a 11%) injetada nas artérias brônquicas ou pulmonares, obtendo imagens radiológicas imperfeitas.

HORINE e WARNER^{25, 26, 27}, depois da ligadura da artéria pulmonar em cães encontraram áreas de enfisema, atelectasia e hemorragia no pulmão e notaram que, pela ligadura extrapleurar, não havia diminuição do volume de expansão pulmonar com 75% de índice de mortalidade nos animais operados.

BERRY, BRAILSFORD e BURGH DALY²⁸, estudando em 1931 o sistema vascular bronquial do cão, descreveram o curso e a distribuição das artérias brônquicas e ainda demonstraram a existência de comunicações capilares e pré-capilares entre as artérias pulmonares e aquelas.

EAST e BERNARD²⁹, em 1938, discutem a circulação brônquica dilatada em casos de atresia da artéria pulmonar.

AMEUILLE, LEMOINE, TINEL, VANDENDORGE e FAUVET^{30, 31, 32, 33, 34}, examinando os vasos pulmonares de pulmões com lesões tuberculosas, encontraram as artérias brônquicas dilatadas. Posteriormente, em cães, realizaram a ligadura de um dos ramos da artéria pulmonar. Embora os pulmões não apresentassem lesões histológicas até 6 me-

ses após a ligadura, as artérias brônquicas estavam dilatadas e em franca comunicação com a artéria pulmonar.

VON HAYEK³⁵ estudou exaustivamente as anastomoses entre as artérias pulmonar e brônquica. Êste autor demonstrou a existência de comunicações artério-arteriais com musculatura helicoidal e bastante espessa, "Sperrarterien" dos alemães ou "artères de barrage" dos franceses. Êste tipo de anastomose é dotado de musculatura do tipo esfinctérico capaz de ocluí-la.

SCHLAEPFFER²⁰ foi o primeiro a notar a diminuição do volume pulmonar após a ligadura da artéria pulmonar.

Mais recentemente, WORK-KEW CHANG³⁶, estudando o efeito da ligadura da artéria pulmonar em ratos, encontrou atrofia do pulmão com fibrose e dilatação dos vasos brônquicos.

TAUPHICK SAADI³⁷, ligando a artéria pulmonar de um cão, encontrou carnificação do parênquima pulmonar.

O trabalho que apresentamos é o resultado de dois anos de pesquisas sôbre as conseqüências da ligadura da artéria pulmonar E. em cães, procurando ampliar os achados de nossa nota preliminar³⁸.

MATERIAL E MÉTODO

Utilizamos 64 cães (*Canis familiaris*), fornecidos pelo canil do Instituto Experimental da Faculdade de Medicina, cujas idades desconhecíamos, por serem animais que a Limpeza Pública recolhia das ruas. Sua alimentação era constituída de farinha de carne e pão. Seus pesos variaram de 8 a 25 kgs, apresentando quanto ao sexo um número mais ou menos igual de machos e fêmeas. O animal posto em jejum de 12 horas e transportado para o laboratório do Instituto Anatômico, era anestesiado com uma solução de Nembutal de 33.3 mg/kg de pêso do animal, injetada intravenosamente.

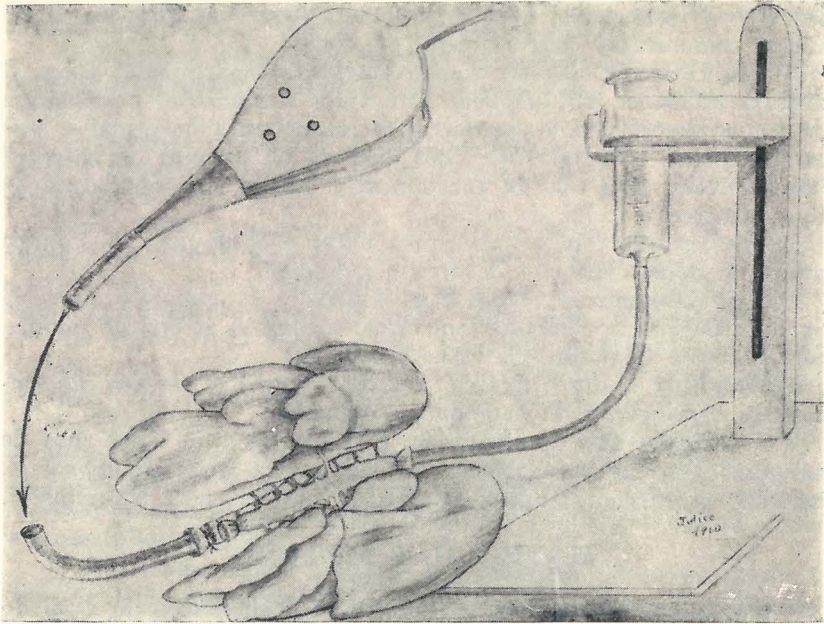
Em seguida era submetido a toracotomia E. com entrada no 3.^o ou 4.^o intercosto. A técnica por nós utilizada foi posteriormente publicada por SALERNO³⁹. Evidenciada a artéria pulmonar E. era realizada a ligadura dupla com fio inabsorvível. Em seis animais, contrôles, realizamos todo o ato cirúrgico menos a ligadura da artéria pulmonar. No pós-operatório os animais recebiam 200 000 u. I. de penicilina, sendo retirados os pontos no 5.^o ou 6.^o dia após a cirurgia.

Os animais operados foram divididos em 5 grupos e foram sacrificados respectivamente :

- 1.^o grupo — com 21 cães, 1 mês após a cirurgia;
- 2.^o grupo — com 16 cães, 3 meses após a cirurgia;
- 3.^o grupo — com 12 cães, 5 meses após a cirurgia;
- 4.^o grupo — com 9 cães, 7 meses após a cirurgia;
- 5.^o grupo — com 6 cães, 2 meses após a cirurgia.

(ver quadro n.^o 1).





Fotografia n.º 1 — Esta fotografia mostra o dispositivo que utilizamos para expandir e injetar o mercúrio metálico na circulação brônquica do animal, o cursor era graduado permitindo a elevação ou abaixamento de acôrdo com a pressão arterial do animal.

Decorrido o tempo determinado pela experimentação, os animais foram sacrificados. Preparou-se o animal, anestesiando-o e sendo tomada a pressão arterial pelo método direto, seguida de sangria nas carótidas. Seguiram-se as seguintes fases:

- 1.º — abertura ampla do tórax, com resecção de sua parede ventral;
- 2.º — após ligadura prévia de todos os vasos de conexão com as zonas circunvizinhas, extração cuidadosa dos órgãos torácicos, em bloco;
- 3.º — conexão da traquéia a um fole manual e expansão de ambos os pulmões, fotografia da peça;
- 4.º — mantidos os pulmões em expansão, ligadura da aorta distalmente à emergência da subclávia E.
- 5.º — injeção de 50 ml de mercúrio na aorta na porção distal a ligadura. (Fotografia n.º 1). Elevação do tubo injetor em relação à peça a uma altura em cms, igual à pressão arterial máxima, medida antes da morte do animal. Desta forma, como se pode verificar na fig. 1, o mercúrio não

tem outra possibilidade senão a de penetrar nos pulmões através das artérias brônquicas, uma vez que a porção proximal da aorta descendente e as intercostais estão ocluídas;

- 6.^o — fotografia das artérias brônquicas de ambos os pulmões;
- 7.^o — esvaziamento da aorta e radiografia da peça pela técnica comum de exame radiológico dos pulmões;
- 8.^o — a fim de colhêr material para estudo histológico, deixava-se escorrer, tanto quanto possível o mercúrio dos pulmões, retirando um fragmento do pulmão E. e de seu testemunho, o pulmão D.

O estudo histológico, para verificação do estado das fibras elásticas e de reticulina, foi realizado segundo o método de VAN GIESON e de BIELCHOWSKY^{40, 41}.



RESULTADOS

Para verificação do efeito da ligadura da artéria pulmonar, os pulmões, retirados e tratados segundo a técnica já descrita, foram examinados segundo os seguintes dois critérios:

- 1.º — exame macroscópico, que compreende o exame direto e o radiológico. O exame direto permite-nos verificar a variação da expansão pulmonar e o aspecto da artéria brônquica na sua porção extrapulmonar bem como outros detalhes de superfície. O exame radiológico proporciona a verificação de alterações da artéria brônquica na sua porção pulmonar e, especialmente, a percepção do estabelecimento de anastomose com a artéria pulmonar.
- 2.º — exame microscópico; a fim de poder detectar as modificações das estruturas mesenquimais do pulmão, recorreremos ao estudo das fibras de reticulina e das fibras elásticas, responsáveis pelas alterações na elasticidade pulmonar.

Os resultados observados estão contidos no quadro n.º 1.

Para maior ilustração dos resultados, vejam-se as fotografias das páginas seguintes. (Fotografias n.ºs 2 a 27.)



QUADRO N.º 1

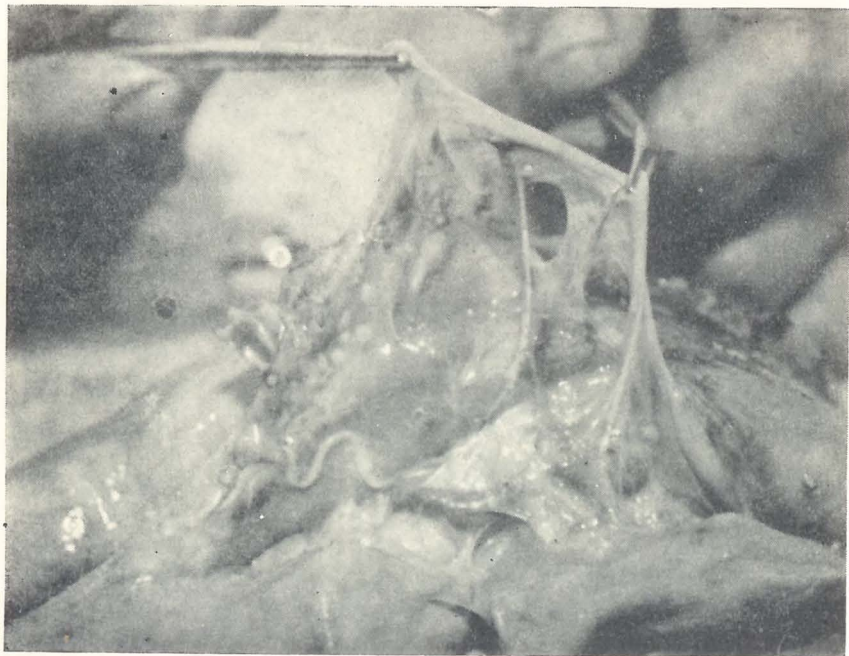
GRUPO		ASPECTO MACROSCÓPICO						ASPECTO MICROSCÓPICO	
		<i>Exame direto</i>			<i>Exame radiológico</i>				
N.º	Tempo de operação	Lado	Expansão	Art. brônq.	Outros detalhes	Art. brônq.	Anastomoses	Fibras de reticulina	Fibras elásticas
1	1 mês (Fotog. 2 - 7)	E	diminuída	dilatada	peq. áreas de col.* e ader.**	dilatada e varicosa	imperceptíveis	normais	normais
		D	normal	normal	—	normal	imperceptíveis	normais	normais
2	3 meses (Fotog. 8 - 13)	E	diminuída	dilatada	peq. áreas de col. e ader.	dilatada e varicosa	francas c/a art. pulm.	normais	normais
		D	normal	normal	—	normal	imperceptíveis	normais	normais
3	5 meses (Fotog. 14 - 19)	E	diminuída	dilatada	peq. áreas de col. e ader.	dilatada e varicosa	francas c/a art. pulm.	pequeno aumento	pequeno aumento
		D	normal	normal	—	normal	imperceptíveis	normal	normal
4	7 meses (Fotog. 20 - 25)	E	diminuída	dilatada	peq. áreas de col. e ader.	dilatada e varicosa	francas c/a art. pulm.	pequeno aumento	pequeno aumento
		D	normal	normal	—	normal	imperceptíveis	normal	normal
5 con- trôle	2 meses (Fotog. 26 e 27)	E	normal	normal	aderências à parede	normal	imperceptíveis	normal	normal
		D	normal	normal	normal	normal	imperceptíveis	normal	normal

* = colapso.

** = aderências.



Fotografia n.º 2 — Pulmões de um cão do 1.º grupo, sacrificado um mês após a cirurgia, notando-se a diminuição da expansão do pulmão operado e áreas de colapso.



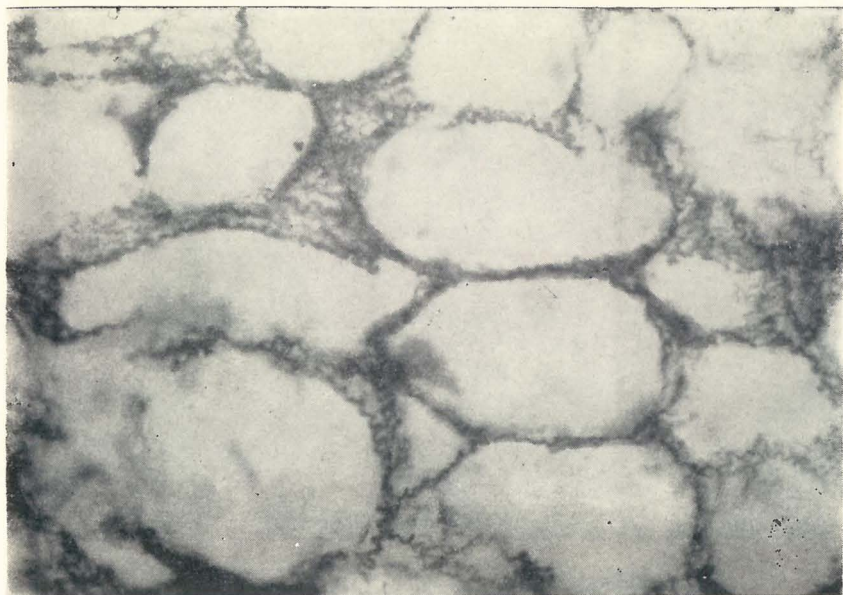
Fotografia n.º 3 — Artéria brônquica do lado não operado dos pulmões da Fotografia n.º 2.



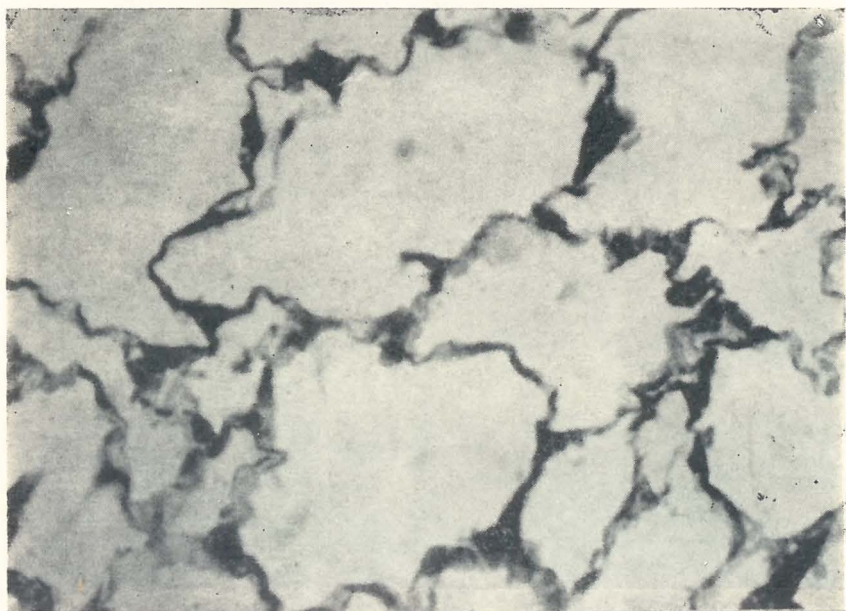
Fotografia n.º 4 — Artéria brônquica E. (pulmão operado) da Fotografia n.º 2.



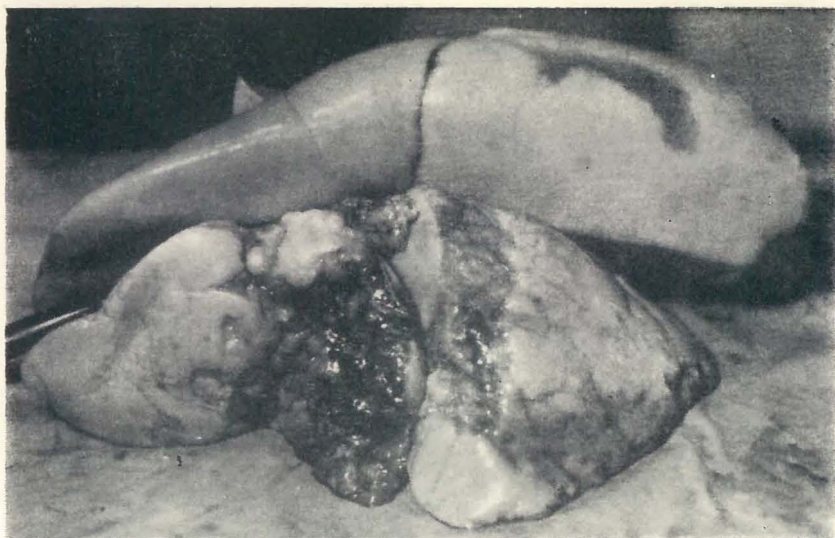
Fotografia n.º 5 — Arteriografia dos pulmões de um cão do grupo n.º 1, onde vemos as artérias brônquicas E., dilatadas e aumentadas em número, enquanto que do lado direito permanecem normais.



Fotografia n.º 6 — Fibras de reticulina do pulmão de um cão operado do grupo n.º 1.



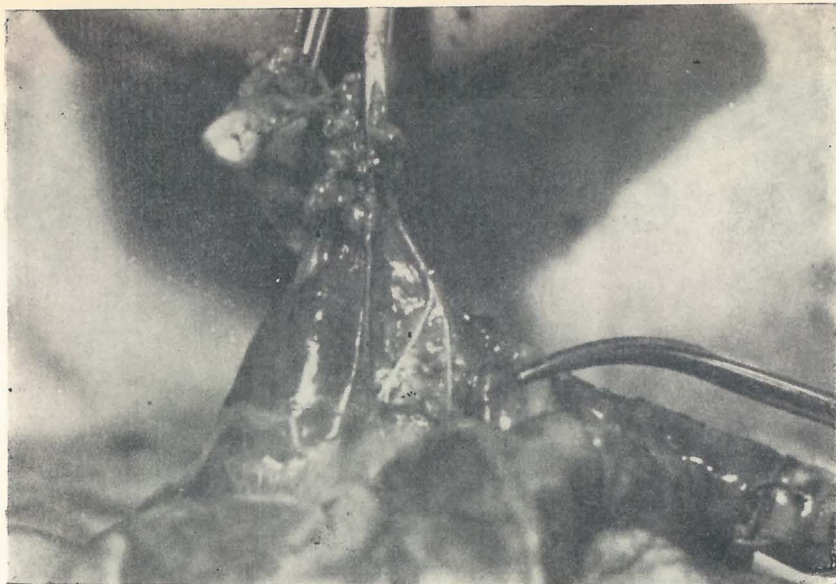
Fotografia n.º 7 — Fibras elásticas do pulmão operado de um cão do grupo n.º 1.



Fotografia n.º 8 — Pulmões de um cão do grupo n.º 2, com 3 meses de operação, vemos a diminuição expansional do pulmão operado e aspecto característico em “cacho de uvas”.



Fotografia n.º 9 — Artéria brônquica do pulmão operado, da Fotografia n.º 8, vendo-se sua dilatação acentuada.

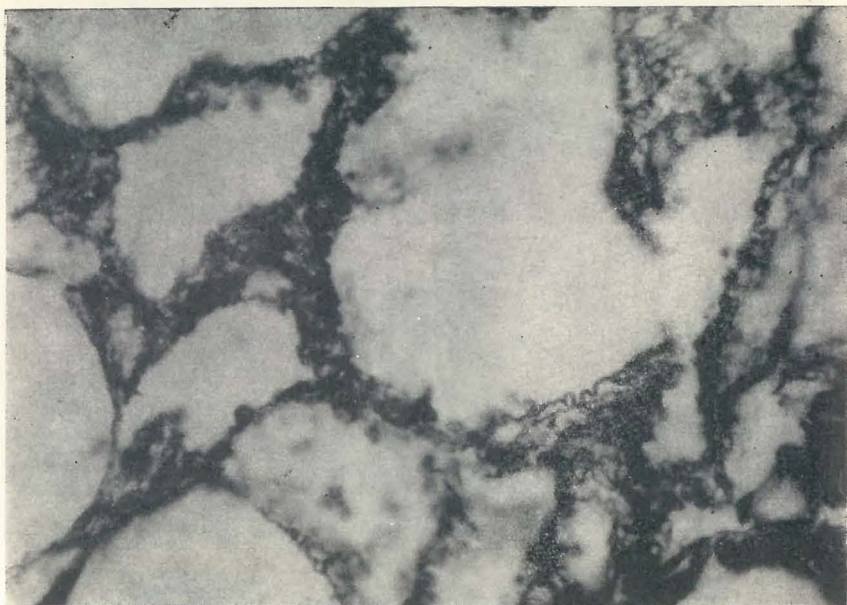


Fotografia n.º 10 — Artéria brônquica do pulmão normal, da Fotografia n.º 8.

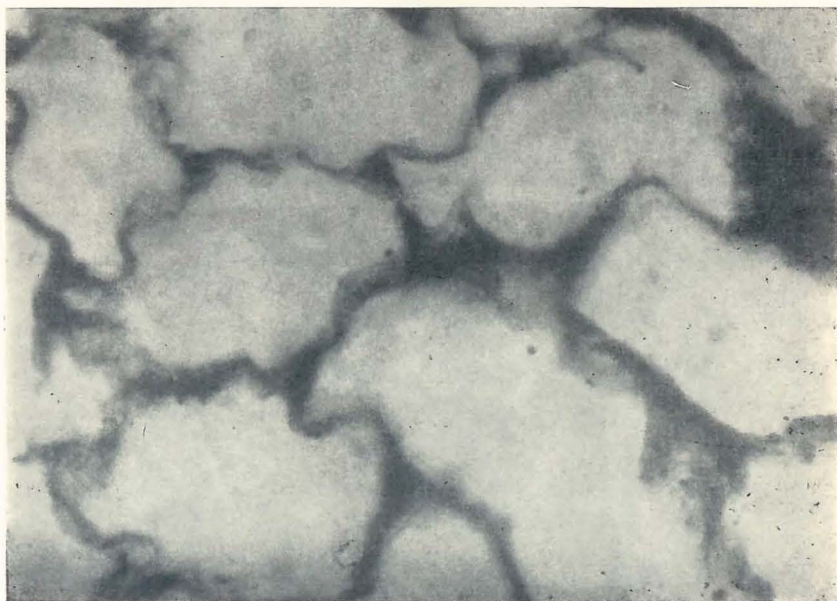


Fotografia n.º 11 — Arteriografia brônquica de um cão, 3 meses após a cirurgia, notando-se o ponto de ligadura da artéria pulmonar e o franco enchimento da mesma através das artérias brônquicas.

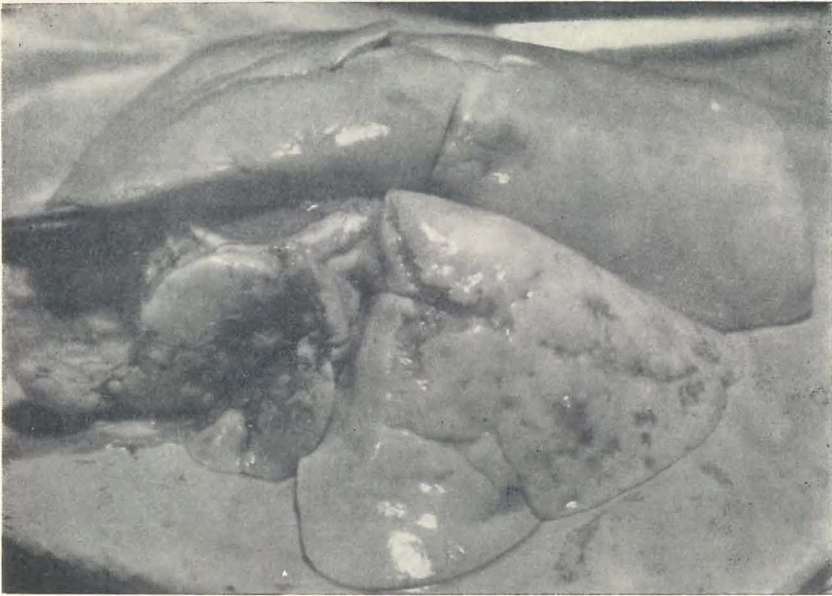




Fotografia n.º 12 — Fibras de reticulina de um pulmão operado do grupo n.º 2.



Fotografia n.º 13 — Fibras elásticas de um pulmão operado de um cão do grupo n.º 2.



Fotografia n.º 14 — Pulmões de um cão com 5 meses após a ligadura da artéria pulmonar E, onde verificamos a diminuição da expansão do pulmão operado e o aspecto característico em "cacho de uvas".



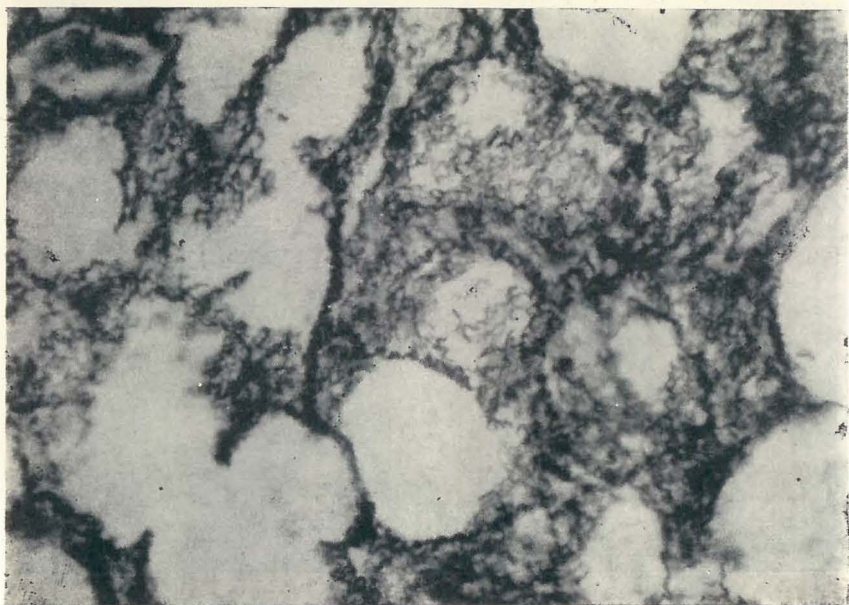
Fotografia n.º 15 — Artéria brônquica do pulmão operado de um cão do grupo n.º 5.



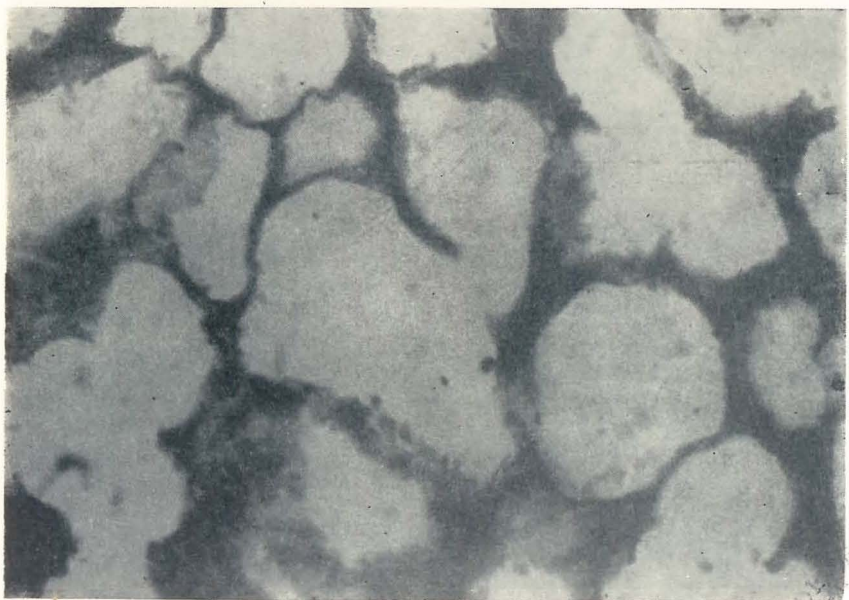
Fotografia n.º 16 — Artéria brônquica do pulmão normal de um cão do grupo 3.
(Mesmo cão da Fotografia n.º 15.)



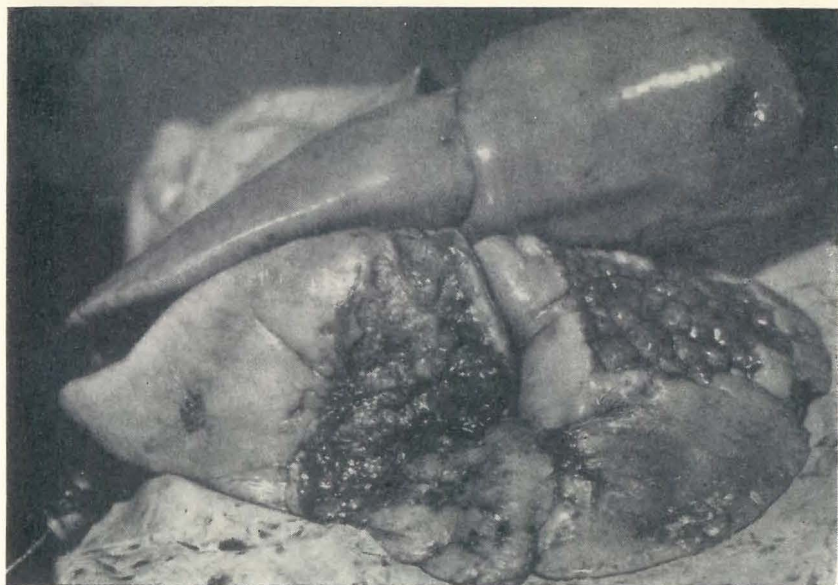
Fotografia n.º 17 — Arteriografia brônquica dos pulmões de um
cão do grupo 3 onde verificamos a dilatação da mesma no
lado E., e as anastomoses com a artéria pulmonar.



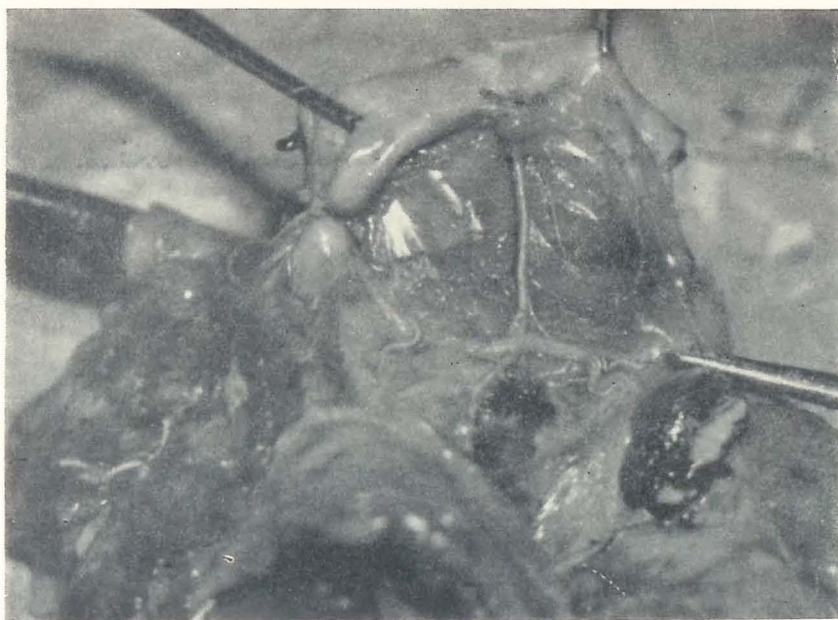
Fotografia n.º 18 — Fibras de reticulina de um pulmão operado do grupo 3.



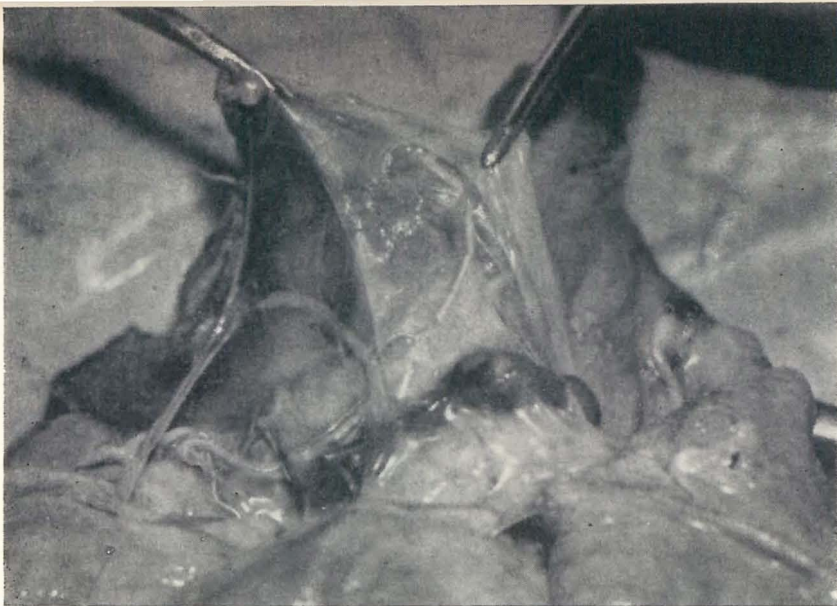
Fotografia n.º 19 — Fibras elásticas de um pulmão operado do grupo



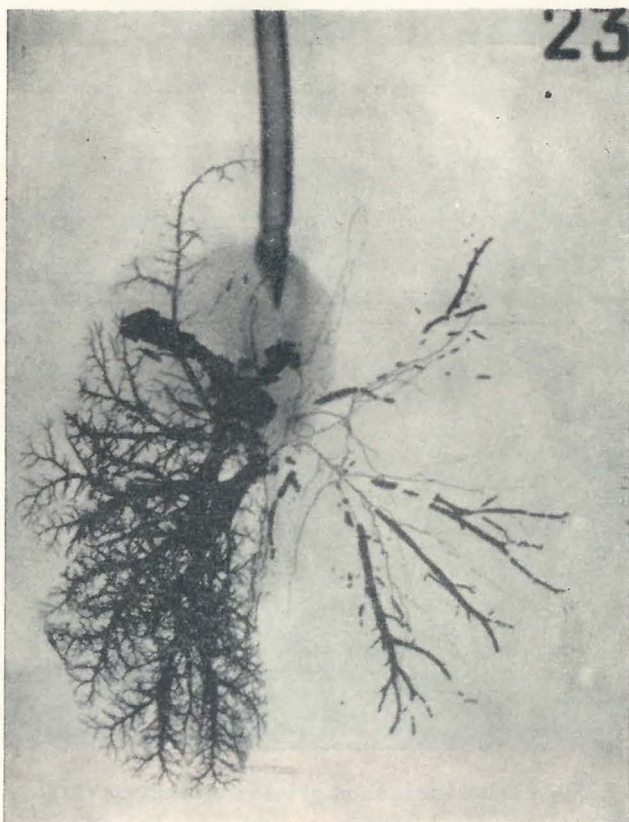
Fotografia n.º 20 — Pulmões de um cão do grupo n.º 4, onde vemos a diminuição da expansão do pulmão operado, e as áreas de colapso.



Fotografia n.º 21 — Artéria brônquica do pulmão operado de um cão do grupo n.º 4.

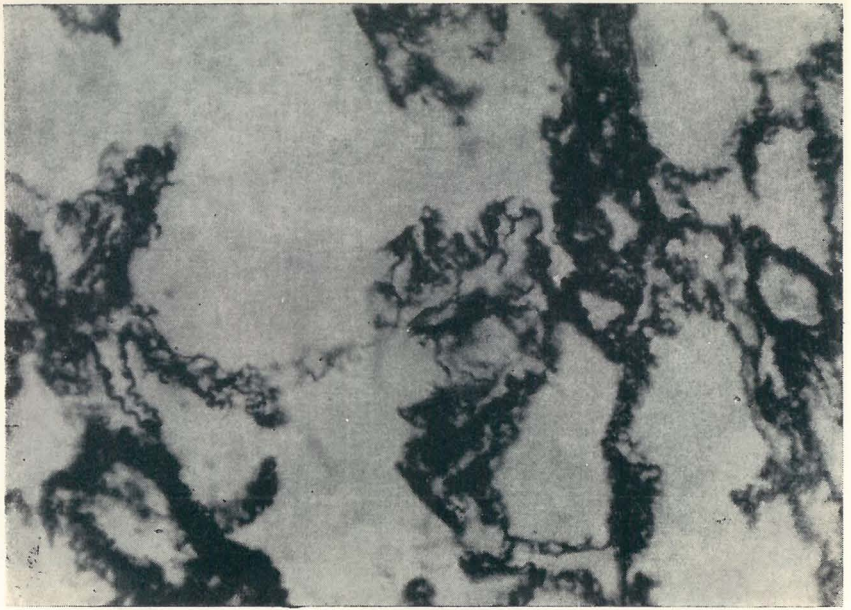


Fotografia n.º 22 — Artéria brônquica de um pulmão normal de cão do grupo n.º 4.

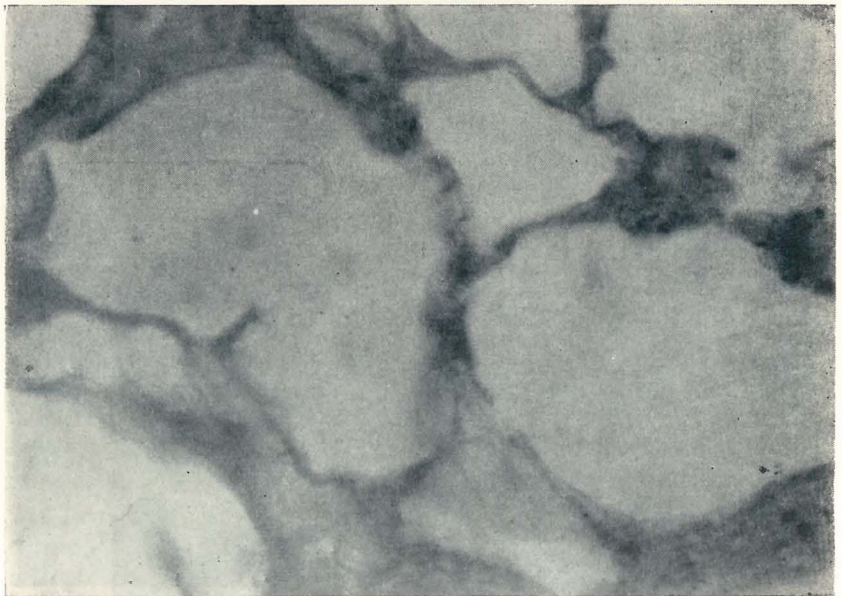


Fotografia n.º 23 — Arteriografia brônquica de um cão do grupo n.º 4, onde notamos o ponto de ligadura da artéria pulmonar, e as comunicações broncopulmonares por onde se fêz a repleção da mesma.

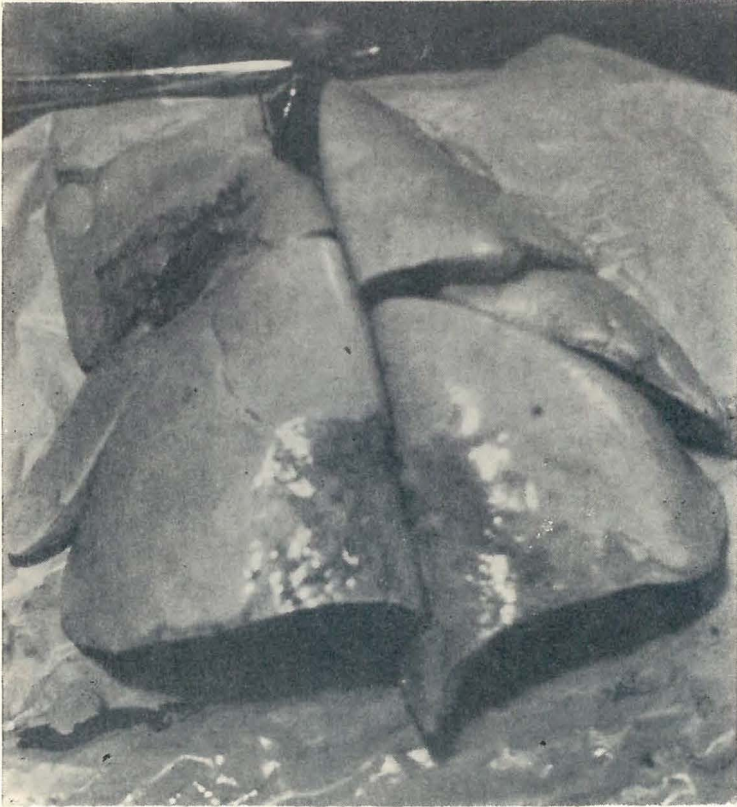




Fotografia n.º 24 — Fibras de reticulina de um pulmão operado de um cão do grupo n.º 4.

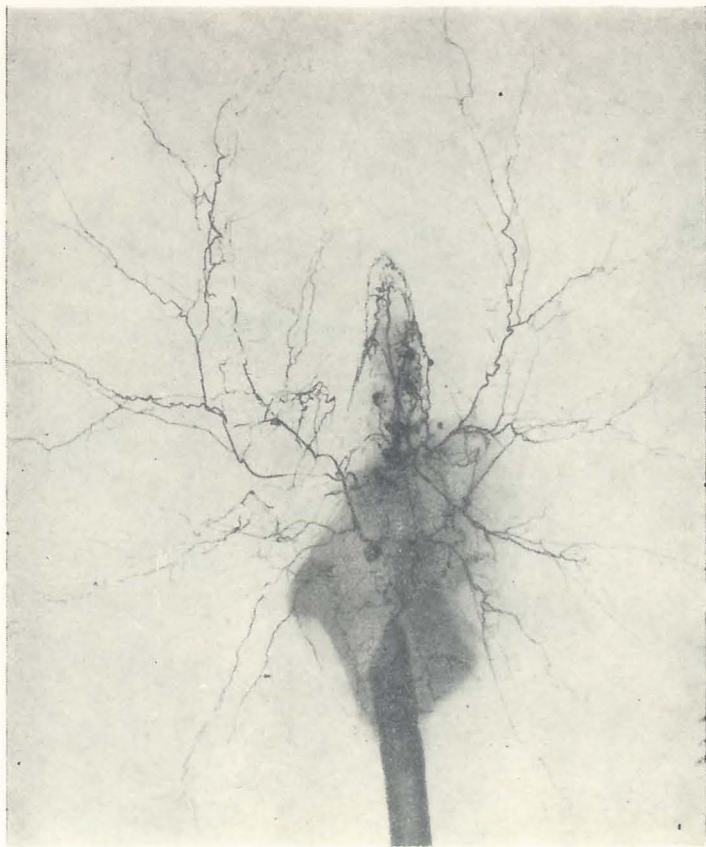


Fotografia n.º 25 — Fibras elásticas de um pulmão operado de um cão do grupo n.º 4.



Fotografia n.º 26 — Fotografia dos pulmões de um cão do grupo n.º 5 — contrôles, dois meses após a toracotomia onde vemos os pulmões igualmente expandidos.





Fotografia n.º 27 — Arteriografia brônquica dos pulmões da foto n.º 26, onde vemos as artérias brônquicas, não apresentando dilatação e nem anastomoses com as artérias pulmonares.



DISCUSSÃO

O método empregado na experimentação oferece-nos uma série de considerações: em primeiro lugar, a ligadura da artéria sempre ocluiu completamente o vaso, a radiografia mostra o ponto da ligadura, e, cada vez que o animal era sacrificado, verificávamos, de rotina, se havia ou não permeabilidade no local da oclusão.

Tivemos sempre o cuidado de procurar descongestionar o pulmão no momento da morte, para não têmos de examinar um órgão repleto de sangue por estase; para isso utilizamos a sangria. Esse fato foi, em nosso entender, a causa de têmos resultados diferentes dos de JUANEDA⁴².

Utilizamos para expansão pulmonar um fole manual, conectado à traquéia. A pressão de expansão sempre foi moderada, havendo uma cferda de ar idêntica para ambos os pulmões, e, quando o pulmão que não havia sido operado, não apresentava mais áreas de colapso, suspendia-se a expansão e se batia a fotografia.

O mercúrio metálico, quando utilizado para repleção dos sistemas vasculares, não é o líquido ideal, devido a seu elevado pêso específico; entretanto, para a finalidade com que foi utilizada, isto é, para evidenciar trajetos anatômicos, estruturas de simples ordenação morfológica, consideramo-lo ideal. Tivemos o cuidado de injetar o mercúrio com a pressão igual à do líquido que normalmente flui nos vasos em que foi injetado. Por outro lado, o mercúrio metálico é um dos melhores contrastes radiológicos que possuímos, permitindo chapas radiográficas claras e com riqueza de pormenores. Ao discutirmos o sistema vascular pulmonar, sempre o faremos, raciocinando sôbre vasos pré-capilares, uma vez que o mercúrio não penetra nas ramificações capilares da árvore arterial.

O estudo histológico do mesênquima pulmonar foi realizado procurando evidenciar as fibras de reticulina, chamadas também de argirófilas, devido à sua avidéz pela prata; para isso utilizamos o método de BIELCHOWSKY para a reticulina, que nos forneceu um resultado satisfatório. O outro componente do mesênquima, as fibras elásticas, foi estudado pelo método de VON GIESON, comumente utilizado nos laboratórios de Histologia e Anatomia Patológica, o qual para nossas finalidades foi ótimo.

O primeiro fato que nos chamou a atenção em nosso material científico, foi o desenvolvimento da circulação colateral, logo após a ligadura. Um mês após a cirurgia tivemos uma artéria brônquica dilatada, aspecto êste pouco modificado nos meses subseqüentes.

BRUNNER e SCHMIDT⁴³ determinaram que o fluxo pela artéria brônquica em cães normais foi de 1.26 ml/min. WILLIAMS e TOWBIN⁴⁴, em animais com ligadura da artéria pulmonar, fizeram a determinação logo após a operação, e, em estado crônico, encontrando cifras que oscilaram desde 4.4 a 9.0 ml/min e, 68 a 376 ml/min respectivamente.

LIEBOW e col.⁴⁵ complementaram êstes estudos, medindo o tempo de circulação entre a aorta e as veias pulmonares, de cães que tiveram sua artéria pulmonar ligada, encontrando o tempo 4.2 seg. COUNRAND⁴⁶ e WILLIAMS⁴⁷ verificaram que o fluxo sangüíneo ao pulmão, após ligadura da artéria pulmonar, se equivalia, depois de um determinado tempo, ao anterior à cirurgia.

Os estudos dêsses autores demonstraram que, decorrido algum tempo, a suplência colateral do pulmão é praticamente igual, em volume sangüíneo, à que existia antes da ligadura, aumentando em volume conforme decorre o tempo da operação.

O fluxo sangüíneo maior nas artérias brônquicas decorre ou de um aumento no calibre do vaso ou da velocidade maior do sangue após a ligadura. O último fator não está alterado, como bem demonstraram LIEBOW e col.⁴⁵.

A dilatação da artéria brônquica, portanto, seria o fator que determinaria a possibilidade de um maior fluxo sangüíneo pulmonar; entretanto, como podemos ver em nossa documentação, (comparar fotografias dos grupos n.^{os} 1 e 4), êste fato não acontece; a dilatação definitiva praticamente surge após um mês de operação, modificando-se minimamente até o final da experimentação.

O trajeto intrapulmonar da artéria brônquica, que foi estudado pelo método radiológico, mostra-nos a dilatação e tortuosidade do vaso, e, após o 1.^o mês da operação, comunicando-se francamente com a artéria pulmonar. As anastomoses entre os sistemas arteriais do pulmão foi demonstrada por uma série de autores.

COCKETT e VASS^{48, 49} verificaram que a porção distal da artéria pulmonar pós-ligadura não colaba e nem se torna trombosada, havendo intensa dilatação da árvore arterial brônquica e comunicações com a artéria pulmonar. RAKSHIT⁵⁰ também demonstrou anastomoses amplas entre os dois sistemas arteriais em cobaios ("Guinea pigs") e ratos.

VON HAYEK³⁵ descreveu um sistema de anastomoses artério-arteriais, com musculatura helicoidal e paredes espessas, que denominou de "sperrarterien" e os franceses denominaram "artères de barrage". DALY^{51, 52}, BERRY⁵³, WOOD e WILLER⁵⁴, MILLER⁵⁵ e GHOREYEB e KARSNER¹⁶ só descreveram anastomoses capilares.

VERLOOP^{2, 3}, LIEBOW^{4, 5}, MARCHAND⁵⁶ e SHEDD⁵⁷ encontraram e descreveram, com métodos muitas vêzes diversos, comunicações pré-capilares entre o sistema arterial brônquico e o pulmonar.

O mercúrio metálico, por nós utilizado, só nos permitiu visualizar as anastomoses vasculares pré-capilares existentes e que são visíveis somente após o primeiro mês da cirurgia.

É motivo de discussão como funcionariam estas anastomoses. Na interpretação de nossos resultados, deduzimos que a abertura das anastomoses é condicionada pela ligadura da artéria pulmonar, e, assim mesmo, depois de um determinado tempo da operação. O pulmão D, que não sofreu operação, nunca mostrou anastomoses entre os dois sistemas arteriais.

Além do desenvolvimento de uma circulação colateral após a ligadura da artéria pulmonar E., temos a notar o aspecto expansional do pulmão que sofreu o laqueamento de sua artéria funcional. As figs. n.ºs 2, 8, 14 e 20 mostram que após a ligadura, ao expandirmos o pulmão, êle nunca toma o mesmo volume que possui o seu testemunho do lado não operado. Êste fato, que passou despercebido a muitos autores, já tinha sido notado por SAUEBRUCH¹, SMIRNOFF^{21, 22} e SCHLAEPFFER^{18, 19, 20}, que encontraram, inclusive, fibrose do pulmão após a ligadura da artéria pulmonar, e SAADI³⁷ que verificou carnificação do parênquima pulmonar após a ligadura.

Tanto a fibrose pulmonar como a carnificação do parênquima, nunca as encontramos em nossos casos. O estudo histológico dos pulmões mostrou-nos um pequeno aumento após 3 meses da cirurgia das fibras de reticulina e elásticas. Êste fato nós atribuímos a um mecanismo de defesa do parênquima pulmonar, pois se estava instalando no pulmão um tipo de circulação, cuja pressão era bem maior que a existente antes da ligadura, sendo muito natural que o substrato de sustentação se hipertrofiasse e compensasse êsse fato. A consequência foi o aumento das fibras de reticulina e elásticas, que aparecem muito bem nas fotografias n.ºs 18, 19, 24 e 25.

O fato de têmos aberto o tórax e provocado um pneumotórax não foi a causa da diminuição do volume pulmonar, porque, no grupo de cães em que foi realizada a operação fictícia (grupo n.º 5), verificamos a expansão completa do pulmão operado (Fig. 26), após 2 meses da toracotomia. A observação não foi realizada até 7 meses, porque a expansão que apresentavam aos 2 meses, era completa.

Vemos, assim, que a diminuição da expansão pulmonar teria como causa a ligadura da artéria, o que nos permite uma série de indagações de ordem anátomo-fisiológica de suma importância para a compreensão do verdadeiro mecanismo da expansão pulmonar. Êste problema foi colocado pelos autores clássicos e modernos sempre sob o ponto de vista aerodinâmico; entretanto, os nossos resultados permitem afirmar a existência de um componente hemodinâmico ao lado do aerodinâmico, participando do processo de expansão pulmonar.

Podemos comparar o pulmão a uma esponja, objeto que sofre variação de volume, quando está imerso em água, expandindo-se pela penetração de líquido em seus poros, que distende suas paredes elásticas. Se uma simples esponja se expande em tais condições, deve ocorrer logicamente o mesmo fato no parênquima pulmonar, pois o pulmão possui paredes dotadas de elasticidade e percorridas por um sistema canalicular que traz em seu bôjo um líquido sob pressão.

Esta observação chamou a atenção de SAUERBRUCH¹, que achava a melhora dos doentes bronquiectásicos, após a ligadura da artéria pulmonar, devida a um repouso do pulmão, face à sua diminuição de volume resultante da cirurgia. Já em seus estudos, VON GEHLEN⁵⁸, que estruturou a funcionalidade do ácino pulmonar, estudando seu sistema de tensão e sua relação com o aparelho vascular, disse textualmente “que os músculos que agem no ácino têm sua ação sôbre o sistema vascular, harmonizando tôdas as estruturas para um único fim”. Surgiu então o trabalho de GILICK e SCHNEIDER⁵⁹, que verificaram uma relação entre a pressão da artéria pulmonar e a resistência pulmonar. OSCHNER⁶⁰ verificou que, quanto maior o volume de sangue no pulmão, tanto maior é a sua expansão. Os estudos de JIMENEZ VARGAS, RUZ e JURADO⁶¹ provaram que o aumento de pressão no sistema vascular do pulmão corresponde a um aumento da pressão elástica. LATEGOLA, MASSION e SCHILLING^{62,63} notaram o mesmo fato, quando produziam obstrução aguda da artéria pulmonar.

Em 1958, GRÜNSPAN e CIRSTEA⁶⁴ repetem os estudos de VON GEHLEN e chegam às mesmas conclusões. Por outro lado, FISCHER e VON EPPS⁶⁵, estudando um caso de hipoplasia da artéria pulmonar, verificaram desenvolvimento insuficiente.

Em nosso material nunca encontramos fibrose nem enfisema generalizado, como encontrou JUANEDA⁴²; o que vimos foram pequenas áreas de colapso, dando ao pulmão o aspecto de “cacho de uvas”, característico, voltando pouco a pouco ao aspecto normal.



RESUMO E CONCLUSÕES

Com a técnica que empregamos para estudar as conseqüências anatômicas da ligadura da artéria pulmonar, verificamos que:

- 1 — um mês após a ligadura já se desenvolveu uma circulação colateral através da dilatação das artérias brônquicas, cujo aumento nos meses subseqüentes é mínimo;
- 2 — do 2.^o mês em diante há comunicação franca entre o sistema arterial brônquico e o pulmonar.
- 3 — o pulmão que teve a sua artéria pulmonar ligada, sofre uma diminuição em sua capacidade expansional;
- 4 — há pequeno aumento no número das fibras de reticulina e elásticas no pulmão operado, a partir do 3.^o mês da operação.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

From the study of the anatomical consequences of the ligature of the pulmonary artery, our technic has given the following information:

- 1 — a colateral circulation has been established a month after the ligature, with marked dilatation of the bronchial arteries; in the subsequent months there is a minor degree of further increase in diameter of these vessels;
- 2 — there is a free communication between the bronchial and pulmonary arterial systems, from the 2nd month on;
- 3 — the lung with the ligatured pulmonary artery has a diminished expansibility;
- 4 — there is a small increase in the amount of elastic and argiphile fibers on this lung from the 3rd month on.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Avec la technique que nous avons employée pour étudier les conséquences anatomiques de la ligature de l'artère pulmonaire, nous avons conclu que:

- 1 — un mois après la ligature, il s'est déjà développé une circulation collatérale par la dilatation des artères bronchiales,

dont l'agrandissement dans les mois subséquents est minime;

- 2 — a partir du 2ème mois il y a des communications libres entre le système artériel bronchial et le pulmonaire;
- 3 — le poumon qui fut soumis au ligament de son artère pulmonaire, souffre une diminution de sa capacité d'expansion;
- 4 — il y a un petit accroissement dans le nombre des fibres de réticuline et des fibres élastiques dans le poumon opéré, dès le 3ème mois.

ZUSAMMENFASSUNG

Mittels unserer Technik, die wir zum Studium der anatomischen Folgen der Okklusion der Pulmonal-Arterie gebrauchten, schliessen wir:

- 1 — Ein Monat nach der Okklusion hat sich schon, durch die Erweiterung der bronchialen Arterien, ein kolateraler Blutumlauf eingestellt, Erweiterung die sich in den naechsten Monaten sehr wenig aendert;
- 2 — vom zweiten Monat ab, haben wir freien Durchgang zwischen den arteriellen bronchialen und pulmonalen Systemen festgestellt;
- 3 — die Lunge, die die Okklusion ihrer Pulmonalarterie gelitten hat, leidet eine Minderung in ihrer expansionalen Kapazitaet;
- 4 — es wurde eine kleine Vermehrung der Retikulinfasern und der elastischen Fasern bemerkt.



BIBLIOGRAFIA

- 1 — SAUERBRUCH, F. — Cirurgia del torax, pág. 601-602. Ed. Labor S/A Barcelona, 1926.
- 2 — VERLOOP, M. C. — Acta Anat., 7 : 1, 1949.
- 3 — VERLOOP, M. C. — Acta Anat., 5 : 171, 1948.
- 4 — LIEBOW, A. A.; HALES, R. M.; LINDSKOG, G. E. — Am. J. Path., 25 : 211, 1949.
- 5 — LIEBOW, A. A.; HALES, R. M.; BLOOMER, W. E.; HARRISON, W.; LINDSKOG, G. E. — Am. J. Path., 26 : 177, 1950.
- 6 — MARCHETTI — Anatomia Patavia, cit. por Burgh Daly, Proc. Royal Soc. London, 109 : 214, 1931.
- 7 — REISSEISSEN, F. D. — Ueber den Bau der Lungen, Berlin, 1822.
- 8 — REISSEISSEN, F. D. — Ueber den Bau der Lungen, Berlin, 1808.
- 9 — VIRCHOW, R. — Virchow's Arch., 1 : 1, 1847.
- 10 — VIRCHOW, R. — Virchow's Arch., 3 : 427, 1851.
- 11 — VIRCHOW, R. — Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medizin Expt. 20 : 285, 294, 295. Frankfurt.
- 12 — RUYSCH, F. Opera omnia — tomo I, Expst. anat. secta. Amstelod, 1721 (cf. cit. n.º 2 Verloop).
- 13 — COHNHEIM, J.; LITTEN, M. — Virch. Arch. 65 : 99, 1875.
- 14 — KÜTTNER — Virchow's Arch., 73 : 476, 1878.
- 15 — MILLER, W. S. — Anat. Anz., 28 : 432, 1906.
- 16 — GHOREYEB, A. A.; KARSNER, H. T. — J. Exp. Med., 18 : 500, 1913.
- 17 — CHRISTELLER, E. — Virchow's Arch., 223 : 40, 1916.
- 18 — SCHLAEPFFER, K. — Arch. Surg., 6 : 358, 1923.
- 19 — SCHLAEPFFER, K. — Arch. Surg., 9 : 25, 1924.
- 20 — SCHLAEPFFER, K. — Arch. Surg., 13 : 623, 1926.
- 21 — SMIRNOFF, S. A. Arch. f. klin. Chir., 141 : 512, 1926.
- 22 — SMIRNOFF, S. A. — Arch. f. klin. Chir., 146 : 215, 1927.
- 23 — SCHLAEPFFER, K. — Surg. Gynec. Obst., 37 : 510, 1923.
- 24 — MATHES, M. E.; REICHERT, F. L.; HOLMAN, E. — Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 27 : 278, 1930.
- 25 — HORINE, C. F.; WARNER, C. G. — Arch. Surg., 4 : 139, 1936.
- 26 — HORINE, C. F. — J. Thoracic Surg., 2 : 77, 1932.
- 27 — HORINE, C. F.; WARNER, C. G. — Arch. Surg., 5 : 150, 1937.
- 28 — BERRY, J. L.; BRAILSFORD, J. E.; DALY, I. de Burgh — Proc. Royal Soc. Biol. 109 : 214, 1931.
- 29 — EAST, T.; BERNARD, W. G. — Lancet, 234 : 834, 1938.
- 30 — AMEUILLE, P.; FAUVET, J.; NOUAILLE, J. — Ann. d'Anat. Path. et d'Anat. Norm., 14 : 654, 1937.
- 31 — AMEUILLE, P.; LEMOINE, J. M.; FAUVET, J. — Ann. d'Anat. Path. et d'Anat. Norm., 14 : 660, 1937.
- 32 — VANDENDORGE, F. — Ann. d'Anat. Path. et d'Anat. Norm., 13 : 652, 1936.
- 33 — TINEL, J.; NUGOR, G.; BRINCOURT, J. — Ann. d'Anat. Path. et d'Anat. Norm., 13 : 898, 1936.
- 34 — AMEUILLE, P.; LEMOINE, J. M.; NOUAILLE, J. — Ann. d'Anat. Path. et d'Anat. Norm., 15 : 85, 1938.
- 35 — HAYEK, H. von — Anat. Anz., 89 : 216, 1940.

- 36 — WORK-KEW CHENG — Quart. J. Exp. Physiol., 36 : 101, 1950.
- 37 — SAADI, T. — Informação pessoal.
- 38 — SAADI, T.; LETTI, N.; KREBS, R. — Arq. Inst. Anat., 2 : 13, 1958.
- 39 — SALERNO, R. A. — Thorac. and Card. Surg., 38 : 97 - 103, 1959.
- 40 — ROMEIS, B. — Guia-formulário de técnica histológica. Ed. Labor, Barcelona, 1928. Tradução da 11.^a edição alemã.
- 41 — BECCARI, N. — Elementi di tecnica microscopica. 4.^a ed., Soc. Editrice Libreria Milano, SEL.
- 42 — JUANEDA, A. — Tesis de doctorado — Imprensa de la Universidad, Córdoba, (R. A.), 1958.
- 43 — BRUNNER, H. D.; SCHMIDT, C. F. — Am. J. Physiol., 148 : 648, 1947.
- 44 — WILLIAMS, H.; TOWBIN, E. — Circ. Research, 3 : 422, 1955.
- 45 — VIDONE, R. A.; KLINE, J. L.; PITEL, M.; LIEBOW, A. — Am. J. Path., 32 : 897, 1956.
- 46 — Cournand, A. — Science, 125 : 1231, 1957.
- 47 — WILLIAMS, H. M. — Am. J. Physiol., 179 : 243, 1954.
- 48 — COCKETT, F. B.; VASS, C. C. N. — Thorax, 6 : 268, 1951.
- 49 — COCKETT, F. B.; VASS, C. C. N. — Brit. J. Surg., 38 : 97, 1950
- 50 — RAKSHIT, P — Quart. J. exp. Physiol., 35 : 47, 1949.
- 51 — DALY, I. de Burgh — Quart. J. exp. Physiol., 28 : 357, 1938.
- 52 — DALY, I. de Burgh — The Hervey Lectures, 36 : 235, 1935.
- 53 — BERRY, J. L. — Quart. J. exp. Physiol., 24 : 305, 1945.
- 54 — WOOD, D.; WILLER, M. — J. Thorac. Surg., 7 : 649, 1937.
- 55 — MILLER, W. S. — The lung, Ch. C. Thomas, Springfield, Illinois, 1947.
- 56 — MARCHAND, P.; GILROY, J. C.; WILSON, V. H. — Thorax, 5 : 207, 1950.
- 57 — SHEDD, D. P.; ALLEY, R. D.; LINDSKÖG, G. E. — J. Thorac. Surg., 22 : 537, 1951.
- 58 — GEHLEN, H. von — Jahrb. Morph. u. mikrosk. Anat., Abt. I, Gegenbaurs, Morph. Jahrb., 85 : 186, 1940.
- 59 — GILICK, F.; SCHNEIDER, J. — J. Appl. Physiol., 2 : 24, 1949.
- 60 — OSCHNER, A. — Am. J. Physiol., 168 : 200, 1952.
- 61 — JIMENEZ VARGAS, J.; RUZ, F.; JURADO, M. M. — Rev. esp. Fisiol., 11 : 83, 1955.
- 62 — LATEGOLA, M. — Am. J. Physiol., 192 : 613, 1958.
- 63 — LATEGOLA, M.; MASSION, W.; SCHILLING, J. — J. Thorac. Surg., 37 : 606, 1959.
- 64 — GRÜNSPAN, M.; CIRSTEVA, M. — Journal de Physiol., 50 : 839, 1958.
- 65 — FISHER, J. M.; EPPS, E. F. von — Am. Heart Journal, 58 : 26, 1959.

