

REVISTA DE LA FACULTAD DE MEDICINA

VOL. XVII

Bogotá, Septiembre de 1948

Número 3

Director, Prof
ARTURO APARICIO JARAMILLO, Decano de la Facultad
Secretario de la Dirección, Doctor Rafael Carrizosa Argaez

Comité de Redacción:

Prof. Alfonso Esguerra Gómez. Prof. Manuel José Luque.
Prof. Agr. Gustavo Guerrero I.

Secretario de la Redacción, Luis Enrique Castro

Administrador, Alvaro Roza Sanmiguel

Dirección: Calle 10 N° 13-99 — Bogotá — Apartado Nacional N° 400

BRONCOGRAMA NORMAL FISIODINAMISMO BRONQUIAL

Por S. DI RIENZO. - Córdoba, Argentina



Dr. RIENZO

Los bronquios no son simples "vías respiratorias" o conductos vectores del aire. Ellos poseen características anatómicas y fisiológicas destinadas a cumplir una función de más importancia que la que poseerían los simples tubos de distribución del aire. Pero estas características vitales no hay que buscarlas en los moldes bronquiales, ni se encuentran rastros de ellas en el cadáver y muchas no se destacan ni aun en el examen directo con el broncoscopio.

Es tal vez el método radiológico contrastado el que permite ampliamente su registro y estudio pero tampoco una sola imagen

radiográfica obtenida después de la opacificación del árbol bronquial, permite una apreciación acertada del papel funcional del bronquio. Es necesario efectuar el examen radioscópico mientras se introduce el medio opaco en los canales aéreos, instruir al paciente sobre la forma de *inspirar, espirar o toser* y debe obtenerse un *registro radiográfico múltiple, seriado y oportuno*, de estos diversos actos respiratorios.

Sólo así se logra apreciar las complicadas funciones dinámicas que cumple el tubo aéreo y basada en esta fisiopatología podemos estructurar una teoría de la patogenia de los síndromes respiratorios.

Estos diversos métodos de investigación radiológica permiten señalar cuáles son las características anatomofisiológicas del bronquio normal que vamos a entrar a considerar.

Estas características se aprecian principalmente en:

- 1º El ritmo y forma del llenamiento.
- 2º Las variaciones del calibre y el juego esfinteriano estático y dinámico.
- 3º Las pruebas formacodinámicas.

El ritmo y forma de llenamiento

Al hacer una radioscopia mientras se introduce el aceite iodado en el tubo aéreo, se aprecia, sin dejar lugar a dudas, que este medio opaco progresa en la tráquea y en los grandes bronquios (tronco fuente derecho e izquierdo) por la acción de la gravedad. Los decúbitos influyen decisivamente sobre la elección del camino que sigue el aceite iodado en estos grandes tubos y en cambio la influencia de los movimientos respiratorios es nula. Estas consideraciones son ciertas cuando la cantidad de medio opaco no obstruye la luz traqueobronquial pues en este caso la progresión es influenciada también por el empuje de la columna de aire que presiona por entrar o salir del pulmón.

Cuando el medio opaco llega a las primeras subdivisiones de los bronquios fuentes, es decir a los *bronquios lobulares*, se observa entonces que la progresión *no es continua*, como cuando una energía de magnitud invariable actúa constantemente, sino que es *pulsante y ritmada* con la respiración.

En el acto radioscópico es muy manifiesta esta diferencia entre la *progresión continua* de los grandes troncos aéreos y la *progresión ritmada* de las arboraciones.

Cuando el medio opaco llega a las ramas de pequeño calibre o sea a los sublóbulos, la progresión se hace lentamente y sólo durante la inspiración, poniéndose de manifiesto un balanceo del aceite opaco

que avanza durante la inspiración y retrocede parcialmente durante la espiración. En los casos normales la progresión inspiratoria es manifiestamente mayor que el retroceso aspiratorio, pero en los casos patológicos estos movimientos pueden *estar ausentes* o ser igual a la fuerza de repulsión a la de atracción del medio opaco, impidiendo de esta manera la penetración del aceite en los bronquiolos y en el acino.

La causa de esta progresión inspiratoria del medio opaco no es otra que la *aspiración toraco-alveolar* que es de magnitud insospechada. Si tomamos un tubo de vidrio del calibre del bronquiolo y pretendemos que pase por este tubo el aceite iodado al 50%, veremos que aun favoreciéndolo la fuerza de gravedad, la progresión es muy lenta o no existe, lo que contrasta con lo que observamos en el pulmón donde en cada inspiración el medio opaco avanza velozmente como si no existiera obstáculo. Todo ocurre como si la viscosidad del aceite en el tubo fuera unas cinco veces mayor que en el bronquio.

La progresión del aceite en el bronquiolo es debida a la *aspiración toraco-alveolar*. Por este motivo todas las causas que alteren esta aspiración torácica retardan o impiden la progresión del medio opaco. Ocurre así en los procesos pleuro-pulmonares de condensación y esclerosis, en las pleuresías, en las neumonitis peribronquiales de las bronquiectasias y aun cuando una causa dolorosa torácica o abdominal impide la expansión de la caja torácica o la excursión normal del diafragma.

El *llenamiento canalicular* debe ser *uniforme*. La columna opaca no debe entrecortarse, ni contener burbujas debidas al aire o secreciones. Si estas burbujas son escasas y su permanencia es muy breve coexistiendo con los otros caracteres normales, no deben ser tomadas como patológicas, pues son debidas a la fusión de múltiples pequeñas burbujas desplazadas de las ramas finas que reunidas en una grande busca la superficie del aceite.

La *ramificación secundaria fina*, debe aparecer casi simultáneamente en toda la zona pulmonar en la que ha penetrado el medio opaco o en el orden en que este medio ha ido llegando al bronquio fuente. En general las zonas inferiores de los campos pulmonares dan más precozmente la ramificación fina y el follaje, debido a que la aspiración toraco-alveolar es allí más enérgica, pues está asociada a la gran motilidad que causa el desplazamiento diafragmático. Estas zonas, por otra parte, están favorecidas por la ley de la gravedad.

La *temperatura* y la *viscosidad* del medio opaco empleado desempeña aquí un papel importante, pues el calibre de la ramificación

secundaria es muy fino y por lo tanto el índice de viscosidad del líquido que debe atravesarlo condiciona la velocidad de esta progresión. Los *aceites fríos* y portadores de *gran molécula* opaca tienen un elevado índice de viscosidad y por lo que penetran con dificultad en los

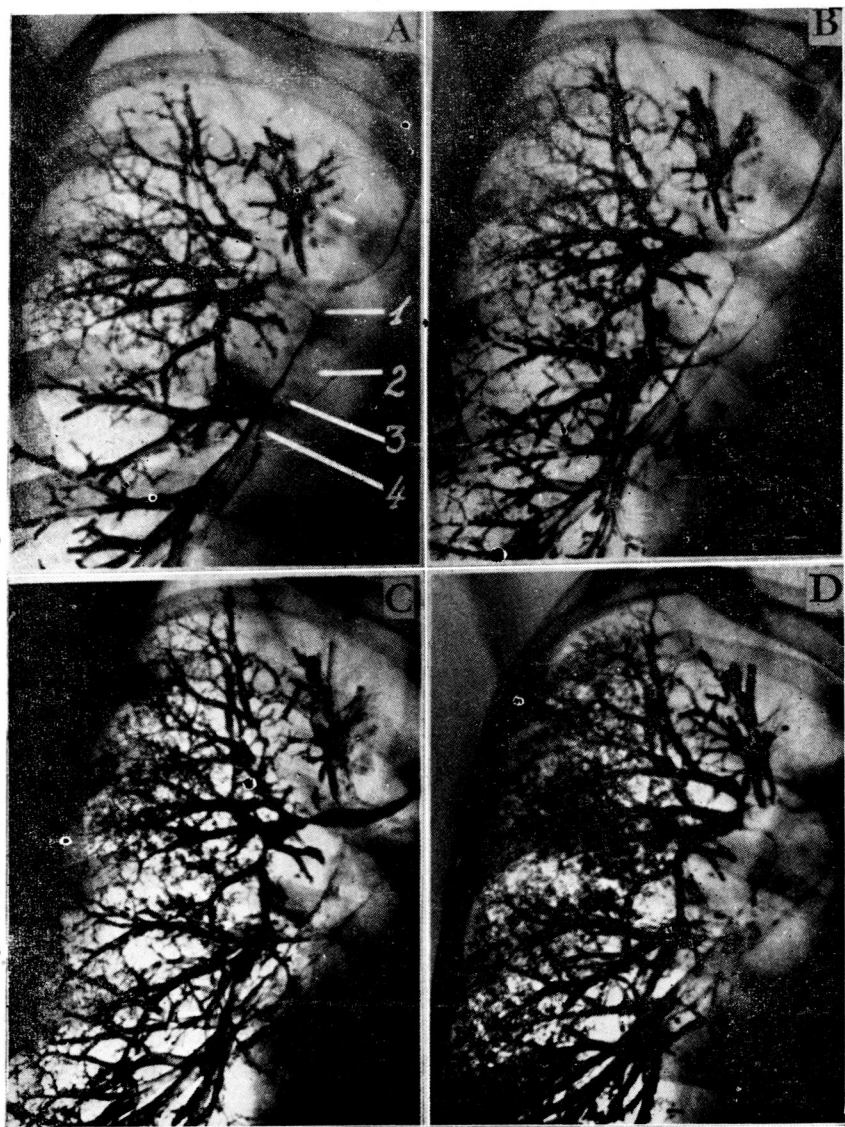


Fig. 1.—Registro seriado del llenamiento normal.

canales estrechos. En cambio, los aceites calientes y que contienen moléculas opacas de pequeño diámetro, tienen una viscosidad mucho menor y pasan con rapidez por los bronquios finos.

Los intentos de señalar un *tiempo normal*, durante el cual el medio opaco debe pasar a las ramas finales o sea en recorrer el trayecto que media entre el bronquio fuente y el acinus, no tienen objeto práctico.

Debido a la intervención de diversos factores, este tiempo puede alcanzar valores muy distintos, sin que ello tenga significación patológica. La *sucesión continua de las imágenes bronquiales*, desde que se introduce el medio opaco en el tronco fuente hasta que penetra en el acinus, es el mejor signo de normalidad. El tiempo con que estas imágenes se suceden no tiene la importancia que se le ha querido atribuir, pues este tiempo está condicionado por factores extrabronquiales que son en la mayoría técnicos.

Lo fundamental es tener en cuenta que las imágenes broncográficas *son normalmente mutables, transitorias y no permanentes*. Cuando en alguna rama esta sucesión de imágenes no se produce es porque algún factor patológico ha intervenido y el dinamismo de la rama ha disminuído o desaparecido. En los diversos capítulos que siguen tendremos oportunidad de destacar la diferencia que existe en el aspecto

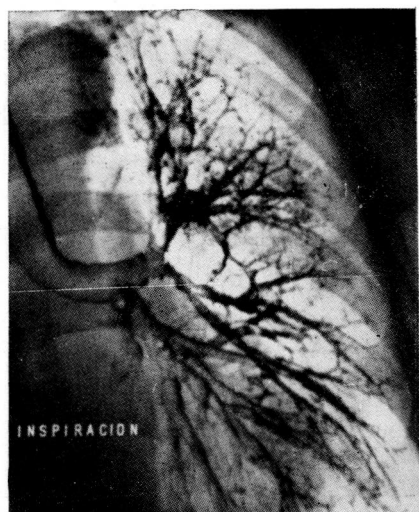


Fig. 2.—Aspecto general durante la inspiración. Paciente de 50 años con ligera bronquitis.

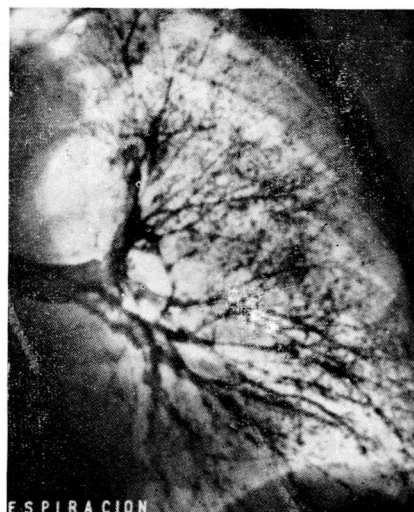


Fig. 3.—Aspecto general durante la espiración, en el mismo paciente.

broncográfico de la rama desprovista del dinamismo normal y la que lo posee normal.

Las características broncográficas normales del *follaje* consisten en un *puntillado fino*, individualizable a simple vista o mejor con una lupa y después de un tiempo variable, pero siempre breve, este granulado fino se hace *grueso* por confluencia.

El follaje debe aparecer simultáneamente en todas las regiones donde al mismo tiempo ha llegado el medio opaco y no debe ser irregular en sus caracteres.

La imagen canalicular se diferencia de la acinosa o sea el *ramaje* del *follaje*, en que el primero determina *imágenes transitorias* mientras el acinus determina *imágenes duraderas*. El follaje una vez formado no desaparece sino después de varias semanas o meses, *siendo más permanente en los casos normales que en los patológicos*.

Las variaciones del calibre y el juego esfinteriano

Los bronquios sufren variaciones de su calibre que es necesario conocer para explicarse los síndromes respiratorios. Estas variaciones son de orden *normal* y *patológico* y acontecen durante la *respiración*, la *tos*, el *llanto*, el *grito* y el *estornudo*.

Las modificaciones del calibre bronquial pueden acontecer a lo largo de toda la rama bronquial, es decir ser de *orden general*, o puede

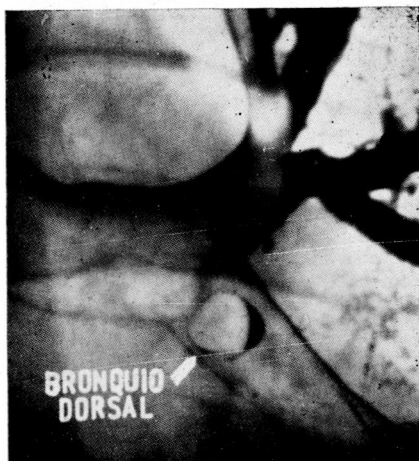


Fig. 4.—Los gruesos bronquios durante la inspiración. — Fig. 5.—Detalle del mismo caso anterior tomado durante la espiración. Obsérvese la reducción del calibre del bronquio dorsal. Copia directa del negativo.

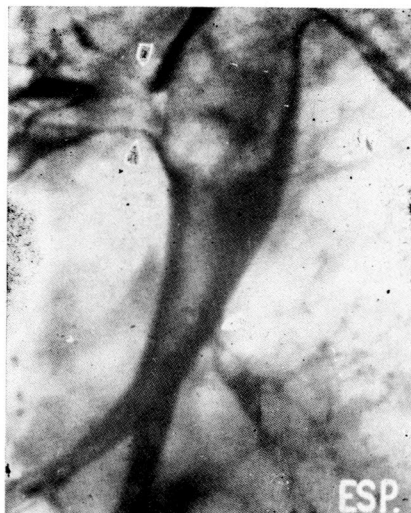


Fig 6.—Expansión del bronquio en la inspiración. — Fig. 7.—El mismo caso durante la espiración. Obsérvese el estrangulamiento del tronco fuente superior y del primer dorsal. Ver flechas.

ser *segmentaria o anular*, estas últimas cumpliendo un papel fisiológico de *esfínter*, regulando la entrada y salida del aire o de las secreciones en la rama bronquial.

Los cambios de calibre bronquial están condicionados por la existencia de *fibras musculares lisas*, *fibras elásticas*, y *plexos nerviosos*, que se sitúan en la capa mucosa y en la pared propia del bronquio. Las fibras musculares y lisas constituyen una envoltura situada por debajo del corión y desarrollada preferentemente en las ramas finas y se disponen según el esquema de Miller, reproducido en la figura 8.

En el nacimiento de cada rama la disposición de estas fibras se hace en forma de lazo envolviendo la base de la rama naciente, lo que motiva su estrangulación cuando estas fibras se acortan en la contracción (figura 8).

El *sistema nervioso* está constituido por plexos que se disponen por fuera del cartílago o *plexo extracondral*, por dentro del cartílago o *plexo subcondral* y un tercero en el epitelio o sea el *subepitelial*. El *plexo extracondral* está ligado al de las ramas vasculares que marchan junto al bronquio y sus fibras provienen del simpático; en cambio las del *plexo subcondral* y las del *subepitelial* provienen de las ramas inferiores del *neumogástrico*.



Fig. 8.—Disposición de las fibras musculares lisas y fibras elásticas en el nacimiento de las ramas finas.

Las variaciones normales del calibre bronquial que ocurren durante los movimientos respiratorios consisten en un aumento del calibre durante la inspiración y una disminución durante la espiración.

Estas modificaciones acontecen tanto en los gruesos bronquios como en aquellos finos y se destacan bien durante el examen radioscópico siendo factible registrarlos en seriogramas como lo vemos en las figuras 2 y 3.

Esta expansión inspiratoria y retracción espiratoria es uniforme a lo largo de toda la pared bronquial, pero al final de la espiración se observa que la reducción del calibre se acentúa en el lugar de nacimiento de las ramas sobre todo en aquellas de segundo o tercer

orden.

Este *anillo de estrangulación* de la rama, es muy manifiesto en los pacientes con bronquitis crónica, en los asmáticos, en los alérgicos en general y en los que han respirado gases tóxicos.

Estas observaciones broncográficas demuestran la existencia de una disposición anatómica particular en la raíz del nacimiento de las ramas bronquiales y de una inervación preferente de este sector. La disposición de las fibras musculares en el lugar de nacimiento de las ramas finas como lo ha diseñado Miller (figura 8) y la observación de terminaciones nerviosas en esta región, incitan a señalar la existencia de un *esfínter funcional* en las ramas finas y aun en aquellas que son ramas fuentes de segmentos o bronquios fuentes de lóbulos.

Estos esfínteres se destacan muy nitidamente, como lo dijimos, en los troncos fuentes de lóbulos o ramas de segmentos pulmonares y por eso hemos convenido en llamarlo *esfínter troncular*. Los estudios anatómicos de Miller demuestran que también existen disposiciones similares en el canal alveolar y la clínica nos evidencia cuadros determinados por el cierre de este esfínter terminal. Por eso aunque no sea susceptible obtener de este esfínter una demostración radiológica

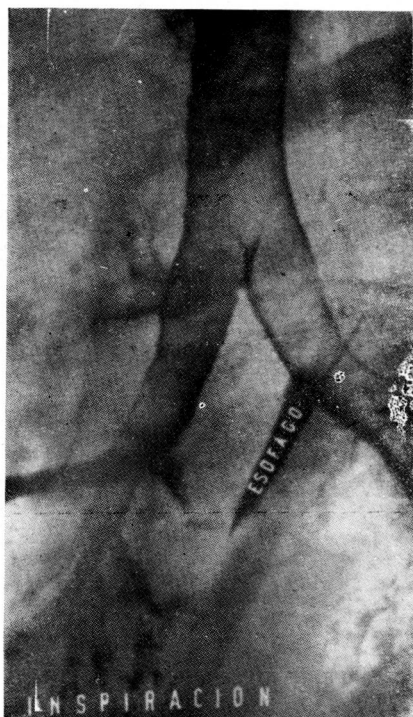


Fig. 9.—Aspecto de la tráquea y bronquios principales en inspiración.

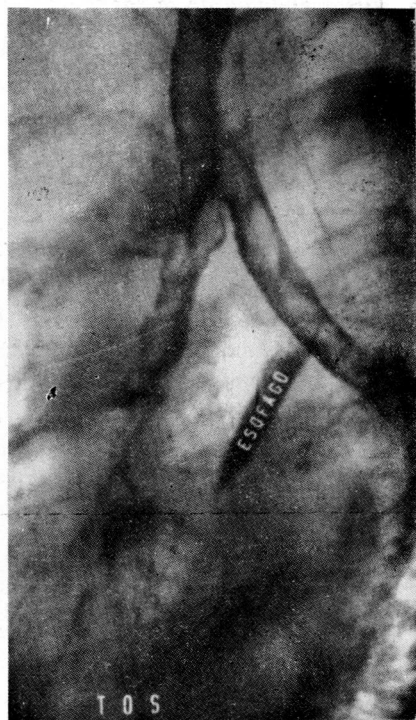


Fig. 10.—Aspecto de los mismos durante la tos.

dado su pequeñez, convenimos en darle también una designación y lo diferenciamos bajo el nombre de *esfínter alveolar*, para señalar su situación extrema opuesta al *troncular*. Entre ambos esfínteres funcionales existen todos aquellos situados entre ramas de tercero o cuarto orden.

Estos esfínteres pueden elevar su tonismo por *causas locales* que cumplen el papel de “espigas irritativas” como lo hacen en forma culminante los *cuerpos extraños*, y por *causas generales* de orden nervioso o humoral, tal cual acontece en el asmático o en general en los *alérgicos*. Se concibe muy bien que el cierre radicular del bronquio determina un obstáculo retrógrado en la ventilación del segmento afectado, con retención de secreciones a lo que sigue todo un cortejo funcional y anatómico complejo, que enmascara la causa inicial simple. Al considerar los cuadros broncográficos del asmático y del bronquiectásico vamos a retomar este importante papel de los esfínteres funcionales que regulan la ventilación del pulmón.

Fisiopatología de la tos

Vamos a ocuparnos ahora de las modificaciones del calibre bronquial que ocurren durante la tos, ya que este síntoma acompaña como la sombra al cuerpo, a casi todos los procesos bronco-pulmonares, lo que induce a pensar que su existencia está ligada a la etiopatogenia de los mismos. Los registros radiográficos nos han permitido conocer aspectos insospechados de la fisiología de la tos, haciéndonos estimarla no como acto simple de hiperpresión expulsiva, sino como un acto *dinámico de la capa mucosa, que expulsa el aire o las secreciones por medio de una onda peristáltica nacida en los bronquios finos, la que se finaliza en las cuerdas vocales, acompañada de un juego armónico de los esfínteres funcionales*. Ocurre algo semejante a lo que acontece en el vómito. No es la contracción del abdomen la que expulsa el contenido gástrico. Es una onda antiperistáltica del estómago que se inicia junto al píloro con el cierre de éste y finaliza junto al cardias con la apertura de este esfínter. La hiperpresión abdominal favorece el vómito pero no lo causa. En el bronquio, no es el aire el que expulsa las secreciones durante la tos, *el aire mismo es expulsado por el bronquio, como si fuera un cuerpo extraño, por una onda peristáltica expulsiva*.

Nuestras observaciones efectuadas sobre los más diversos procesos bronco-pulmonares y en las distintas edades, nos han conven-

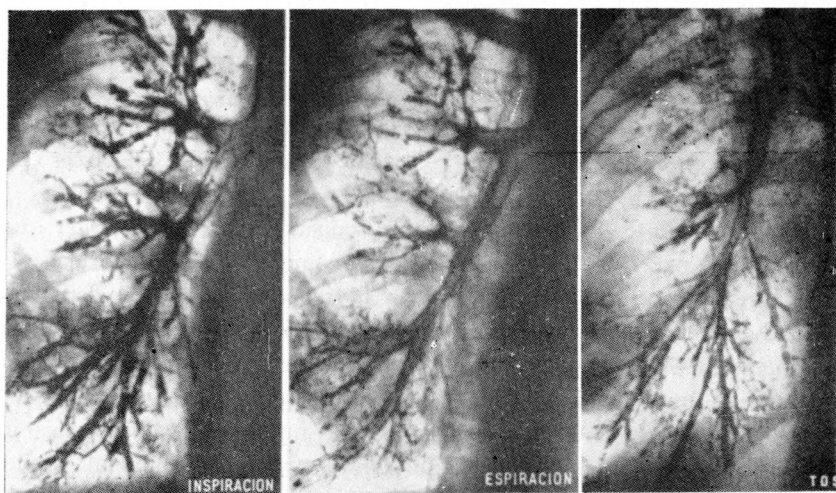


Fig. 11.—Estudio comparativo del árbol bronquial de un paciente durante la inspiración, la espiración y la tos.

cido de que el acto fisiológico de la tos, encierra una importante función dinámica y que no debe interpretárselo sólo como un acto reflejo determinado por la irritación del árbol bronquial, sino como un mecanismo de defensa inteligente e intencionado del sistema broncopulmonar. Tenemos aún la sospecha de que el *síndrome tos* está ligado a un

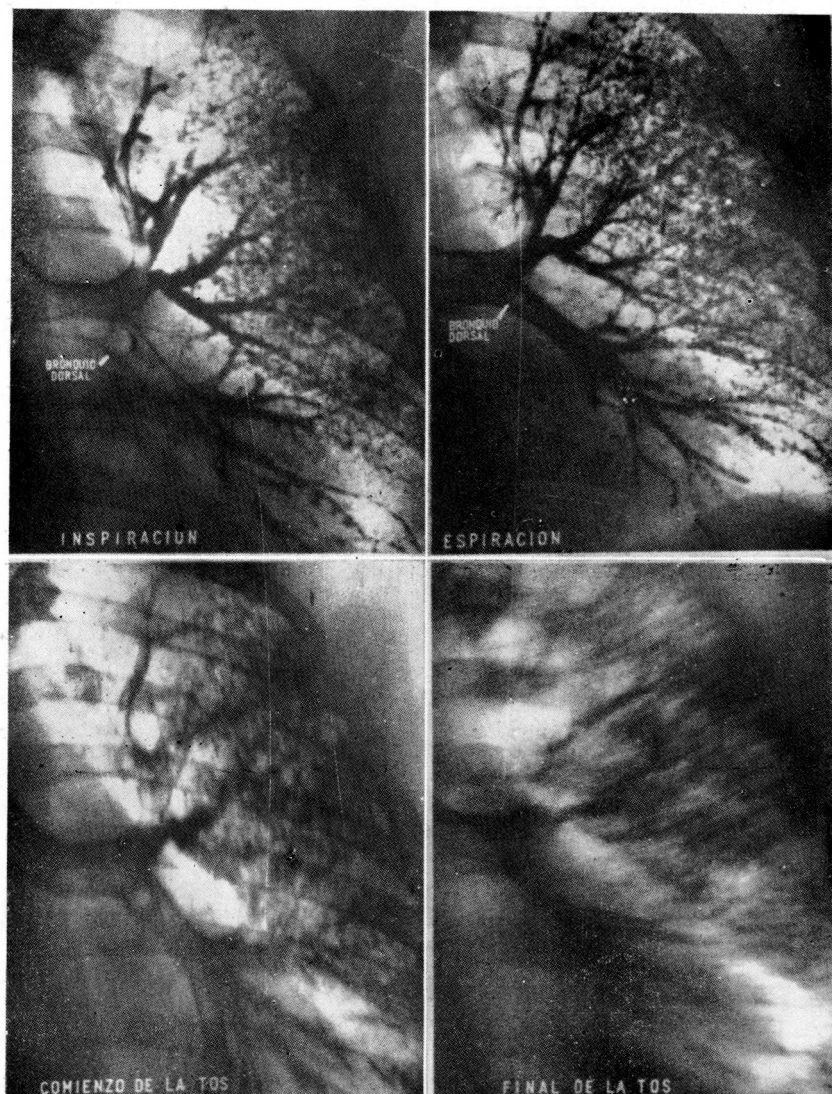


Fig. 12.—Registro seriado de la inspiración, espiración, comienzo y final de la tos.

síndrome vascular y que la *expulsión activa peristáltica* del aire o contenido bronquial, va acompañada de una *eyaculación sanguínea* hacia las cavidades centrales. Los métodos de opacificación cardiovascular nos permitirán aclarar algún día estas modificaciones observadas durante la tos en el sistema circulatorio pulmonar y central.

En la figura 9 mostramos el aspecto de la tráquea, y bronquios derechos durante la inspiración, observándose también una porción del esófago opacificado. En la figura 10 reproducimos lo observado en el mismo paciente durante la tos, conservando condiciones técnicas similares para poder efectuar comparaciones legítimas. La observación comparativa de ambas radiografías nos permite apreciar los cambios substanciales ocurridos en los bronquios y tráquea durante la tos.

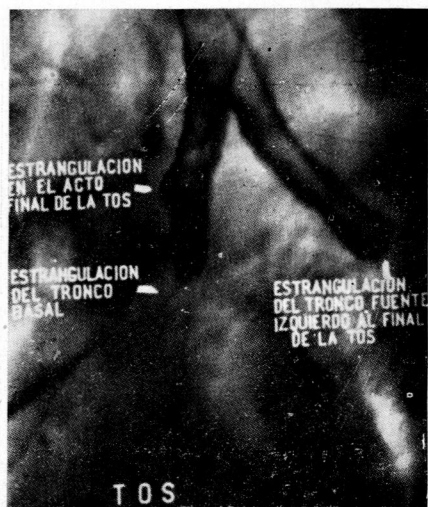


Fig. 13.—Final de la tos. Obsérvense las estrangulaciones de los troncos fuentes.

Vemos que el tronco derecho se ha *plegado y retraído* produciéndose ondulaciones. En la raíz del bronquio fuente del lóbulo medio se ha producido una estrangulación anular y otro tanto en el bronquio del lóbulo inferior.

Las ramas secundarias se han hecho filiformes, habiendo disminuido hasta un tercio su calibre. Pero lo curioso es, que todo este acto dinámico tan manifiesto se ha cumplido *únicamente en el tubo bronquial*, pues el tubo esofágico no ha participado en él. Podemos ver que el producto opaco retenido en el esófago no se ha movilizado en absoluto eviden-

ciando que el acto expulsivo de la tos se cumple en la pared bronquial y no dentro de la caja torácica.

En la figura 11 reproducimos lo que acontece en el árbol bronquial durante la inspiración, la espiración y la tos en un mismo paciente. Podemos observar en estos tres documentos las grandes variaciones del calibre del bronquio y la acentuación del juego esfinteriano que motiva el cierre del bronquio superior derecho y del lóbulo medio. También es importante consignar que es justamente en estos lóbulos donde existen las bronquiectasias.

En el cuadro comparativo de la figura 12 reproducimos lo que se observa en un paciente durante la inspiración, la espiración, el comienzo de la tos y el final de la tos.

La observación detallada de estas imágenes nos hace concebir la importancia que tiene el acto aparentemente simple de la tos y cuán justificada está la conducta médica que tiende a suprimirla o disminuirla en algunos procesos broncopulmonares.

Es importante señalar la estrangulación que se observa al final de la tos en los grandes bronquios. Esto se ve muy claramente en un registro parcial y oportuno que reproducimos en la figura

Las modificaciones del calibre bronquial durante la tos pueden ser muy irregulares, existiendo segmentos del bronquio que no reducen su luz mientras que inmediatamente a estos lugares, se estrangula.

En las figuras 15 y 16 reproducimos lo observado en un paciente durante la inspiración y la tos. Observamos en estas figuras que durante la tos se ha producido una reducción general del calibre traqueobronquico pero en forma irregular, existiendo una estrangulación media del tronco común inferior.

La observación de la figura hace concebir la existencia de un obstáculo funcional que debe repercutir intensamente en forma hipertensiva en el segmento aereado por ese tronco bronquial.

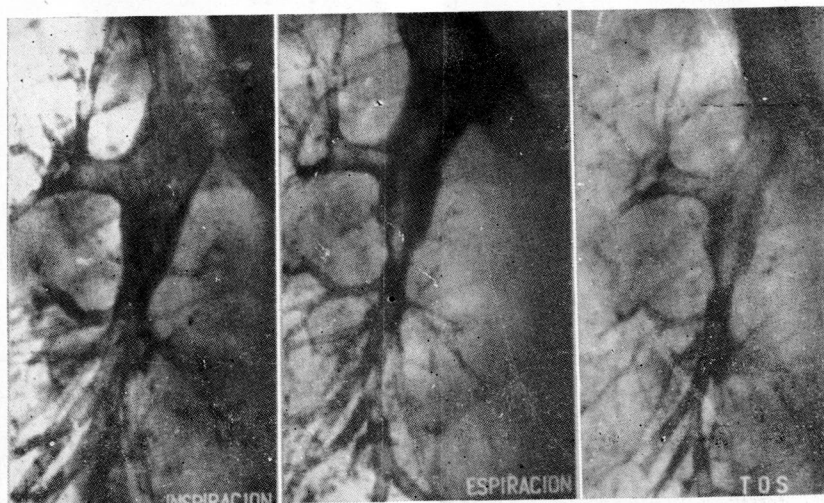


Fig. 14.—Registro seriado de la inspiración, espiración y tos en un paciente con bronquitis crónica. Obsérvense las estrangulaciones tronculares producidas en la espiración y la tos y la reducción de calibre muy irregular que acontece en las ramas de los distintos lóbulos.

El acto de la tos parece cumplirse *simultáneamente en ambos pulmones* pero la observación broncográfica nos ha permitido registrar pacientes que al toser lo hacen preferentemente con un *solo pulmón*, como si la espina irritativa que desencadena el reflejo, pudiera tener una respuesta local y no general.

En las figuras 17 y 18 reproducimos lo observado en un niño en inspiración y durante la tos. Es muy evidente en dichas broncografías que sólo se ha producido la tos en el pulmón izquierdo y no en el derecho.

Es de observar en estas radiografías que también aquí el esófago no ha sufrido la influencia de la tos.

Esta característica dinámica permite diferenciar las bronquiectasias reversibles, susceptibles de un tratamiento médico de aquellas



Fig 15.—Registro inspiratorio. — Fig. 16.—Registro de la tos del mismo paciente. Obsérvense la estrangulación media del tronco fuente inferior, además de las estrangulaciones tronculares.

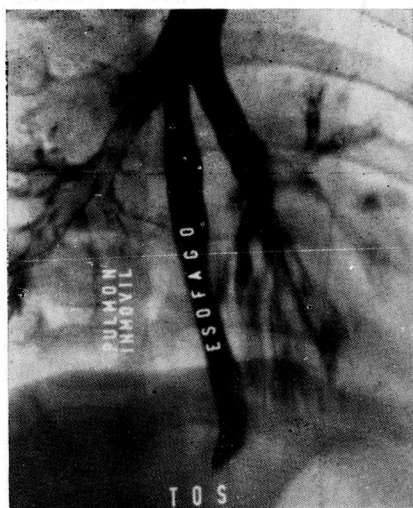
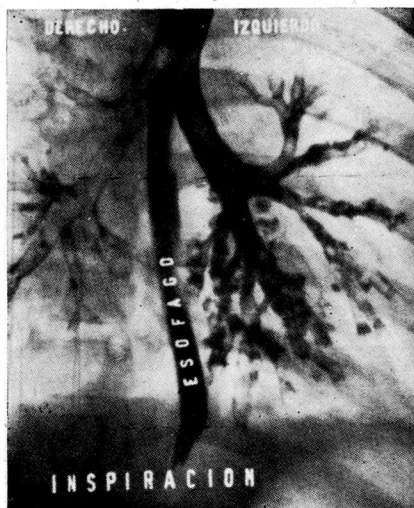
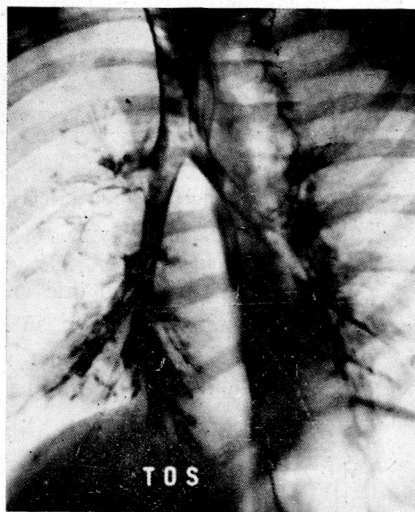
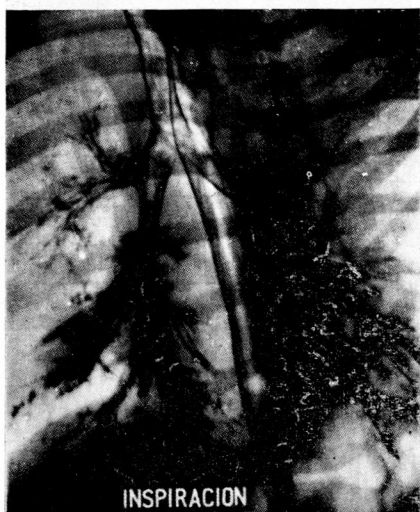


Fig 17.—Registro en inspiración. — Fig. 18.—Registro durante la tos que se ha producido sólo en el pulmón izquierdo.



Figs. 19 y 20.—Otra observación en la cual el acto de la tos, se cumple en un pulmón solo, recibiendo el otro parte del aire y contenido expulsado del lado opuesto.

irreversibles que deben ser sometidas a un tratamiento quirúrgico precoz. La tos permite destacar las diferencias, pues aquellas ectasias que han destruido la capa mucosa del bronquio no expulsan el medio opaco.

En las figuras 21 y 22 vemos uno de estos casos con ectasias iniciales en el cual durante la tos se observa la retención del medio opaco en algunas ramas. Son éstas precisamente las que deben ser objeto de una resección quirúrgica pues sus condiciones anatómicas no permitirán nunca su curación médica.



Fig. 21.—Pequeñas bronquiectasias en el lóbulo inferior. — Fig. 22.—El mismo caso durante la tos. Se ve que hay ramas que retienen el medio opaco.

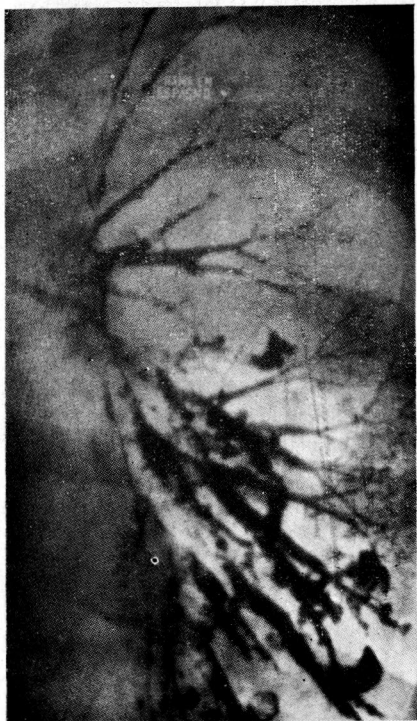
Hemos manifestado que en el acto de la tos la pared bronquial se contrae intensamente en su porción subcondral y que se produce una *onda de contracción* que va desde las ramas finas donde nace hasta los gruesos troncos.

Se trata de un fenómeno de *eyaculación activa de la pared bronquial* y no simplemente de un fenómeno hipertensivo toraco-diafragmático que reduciendo el espacio expulsa el contenido.

La demostración de este hecho lo tenemos en la observación de lo que ocurre en los bronquiectásicos durante la tos. Se observa en ellos que durante este acto las porciones ectasiadas que van acompa-

ñadas de destrucción de las capas activas de la pared, *retienen el contenido* opaco como lo vemos en las figuras 23 y 24.

Si la destrucción de la pared es general, no se evacúa nada y sólo el decúbito favorece la eliminación del contenido (figuras 25 y 26).



Figs. 23 y 24.—Efecto de la tos sobre el contenido bronquial en un bronquiectásico. Sólo se expulsa el contenido donde no existen ectasias destructoras de la pared bronquial.



Figs. 25 y 26.—Demostración de que la expulsión del contenido bronquial acontece por efecto de la contracción de la pared bronquial. Cuando ésta ha sido destruída no se produce la expulsión.