

NUEVO PROCEDIMIENTO DE DIAGNOSTICO RADIOLOGICO CON UN GAS OPACO (*)

Dr. José L. Badano Repetto

Antecedentes

La imagen radiológica tiene como fundamento para su visualización, el contraste dado por los distintos tejidos en virtud de su desigual opacidad a los rayos X. De ahí que el hombre de ciencia haya tratado de utilizar diferentes sustancias opacas que introducidas en los distintos órganos permitan individualizarlos.

La utilización de sales insolubles de bismuto, bario, aceites yodados, etc., permitieron hacer enormes adelantos en el campo de la radiología. Sin embargo, en determinadas circunstancias el estado físico del medio de contraste utilizado, no se adapta a la fisiología del órgano, aparato respiratorio, por ejemplo, en que un gas que fuera opaco a los rayos X e inofensivo para el paciente, constituiría el medio de contraste ideal.

De los trabajos de Sicard y Forestier en 1922 relacionados con el estudio broncográfico utilizando aceites yodados, se ha pasado por distintas etapas tratando de encontrar la sustancia ideal que sin los inconvenientes de los aceites yodados, etc., permitiera estudios bronco-pulmonares contrastados. En el año 1941 en que concurría al Servicio del Prof. Stajano como Ayudante de Radiología, tuve oportunidad de vivir de cerca los problemas relacionados con la introducción de aceites yodados en el árbol bronquial. Frente a los inconvenientes relacionados con la introducción de líquidos opacos en el árbol bronquial (anestesia, accidentes, yodismo, retención tardía del aceite yodado, granulomas tardíos, etc.), nace naturalmente la idea de simplificar de alguna

(*) Trabajo presentado en la Sociedad de Cirugía el día 4 de noviembre de 1953.

manera el problema de visualización radiológica del aparato respiratorio.

La circunstancia de que en esa época tuviera a mi cargo clases de Química en Enseñanza Secundaria y Preparatoria determinaron, gracias al interés que despertaba en mí la materia, que llevara a la experimentación las leyes de Benoist con la idea de obtener algún elemento que reuniera las condiciones fisiológicas necesarias para la utilización en la clínica.

Las leyes enunciadas por Benoist relacionadas con la transparencia de los cuerpos a los rayos X, dicen sintéticamente:

1º) La opacidad específica de un cuerpo a los rayos es independiente de su estado físico (sólido, líquido o gaseoso), de cualquier forma de agrupación molecular o atómica, del estado de libertad o combinación de los átomos, siendo la transparencia en este último caso, función de la transparencia de los átomos combinados o mezclados.

2º) La opacidad específica de los cuerpos simples es función determinada de su peso atómico para cada especie de rayos X.

De manera que analizando estas leyes resaltaban dos hechos importantes:

1. Que el estado físico en que se encontrara el elemento no modificaba la opacidad a los rayos X siempre que se mantuviera constante la masa.

2. Que la opacidad a los rayos X aumentaba proporcionalmente a su peso atómico.

Teniendo en cuenta estos dos hechos fundamentales de las leyes de Benoist, nuestra curiosidad científica nos lleva al estudio de la tabla de Mendelejeff (fig. 1) donde podemos observar que entre los dos elementos más usados en radiología de contraste (yodo y bario), se encuentran dos elementos: el cesio y el xenón. Este último elemento reúne, teóricamente de acuerdo a las leyes de Benoist, las condiciones ideales como medio de contraste gaseoso, a saber:

1) Su peso atómico, 130,2, es más elevado que el del yodo, 126,9, y por consiguiente es a la misma masa más opaco que éste.

2) Su estado físico es el gaseoso.

3) Su avalencia (gas noble) hace que no se combine con ningún elemento y por tanto es inocuo para los tejidos.

Este elemento existe en el aire normalmente en la proporción de $0,59 \times 10^{-6}$ en 100 volúmenes de aire. Su obtención se realiza al evaporar lentamente grandes cantidades de aire líquido.

Desde 1944 traté de conseguir el elemento "Xenón" para llevar a la práctica lo que la teoría me ofrecía tan promisoriamente, pero las dificultades que se me presentaron fueron mu-

SISTEMA PERIÓDICO DE LOS ELEMENTOS DE MENDELEEFF

Tipo de combinación que se presenta con el oxígeno	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V	Grupo VI	Grupo VII	Grupo VIII	Grupo IX	Grupo X	Grupo XI	Grupo XII																																																																											
	Li Na K Rb Cs Fr	Be Mg Ca Sr Ba Ra	B Al Ga In Tl Bi	C Si Ge Sn Pb	N P As Sb Bi	O S Se Te	F Cl Br I At	He Ne Ar Kr Xe Rn	La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu	Sc Y La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu	Zn Cd Hg	Cu Ag Au	Pt Pd Ni Co Fe Mn Cr V Ti Zr Hf Ta Nb Mo W Re Os Ir Rh Ru Rf																																																																										
1.a Serie	1. Litio Li 6.941	2. Berilio Be 9.012	3. Boro B 10.811	4. Carbono C 12.011	5. Nitrógeno N 14.007	6. Oxígeno O 15.999	7. Flúor F 18.998	8. Neón Ne 20.183	9. Sodio Na 22.990	10. Magnesio Mg 24.305	11. Aluminio Al 26.982	12. Silicio Si 28.086	13. Fósforo P 30.974	14. Azufre S 32.06	15. Cloro Cl 35.453	16. Argón Ar 39.948	17. Potasio K 39.098	18. Calcio Ca 40.078	19. Escandio Sc 44.956	20. Titanio Ti 47.88	21. Vanadio V 50.942	22. Cromo Cr 51.996	23. Manganeso Mn 54.938	24. Hierro Fe 55.847	25. Cobalto Co 58.933	26. Níquel Ni 58.71	27. Cobre Cu 63.546	28. Zinc Zn 65.38	29. Galio Ga 69.723	30. Germanio Ge 72.630	31. Arsénico As 74.922	32. Selenio Se 78.96	33. Bromo Br 79.904	34. Kriptón Kr 83.80	35. Rubidio Rb 85.468	36. Estroncio Sr 87.62	37. Yttrio Y 88.906	38. Zirconio Zr 91.224	39. Niobio Nb 92.906	40. Molibdeno Mo 95.94	41. Tecnecio Tc 98.906	42. Rutenio Ru 101.07	43. Rodio Rh 102.91	44. Paladio Pd 106.36	45. Plata Ag 107.868	46. Cadmio Cd 112.411	47. Indio In 114.818	48. Estaño Sn 118.710	49. Plomo Pb 207.2	50. Bismuto Bi 208.980	51. Polonio Po 209	52. Talio Tl 204.38	53. Platación Pb 207.2	54. Talio Tl 204.38	55. Plomo Pb 207.2	56. Bismuto Bi 208.980	57. Polonio Po 209	58. Astatina At 210	59. Radio Ra 226	60. Actinio Ac 227	61. Torio Th 232.038	62. Protactinio Pa 231.036	63. Uranio U 238.029	64. Neptunio Np 237.048	65. Plutonio Pu 244	66. Americio Am 243	67. Curcio Cm 247	68. Berkelio Bk 247	69. Californio Ca 251	70. Einsteinio Ei 252	71. Fermio Fm 257	72. Mendelevio Md 258	73. Nobelio No 259	74. Lawrencio Lr 260	75. Rutherfordio Rf 261	76. Dubnio Db 262	77. Seaborgio Sg 266	78. Bohrio Bh 264	79. Hassio Hs 265	80. Meitnerio Mt 268	81. Darmstadtio Ds 271	82. Roentgenio Rg 272	83. Copernicio Cn 285	84. Flerovio Fl 289	85. Livermorio Lv 293	86. Teneso Ts 294	87. Oganeso Og 294

Los elementos desde el Lantano al Lutecio se conocen por medio de sus números correspondientes a las letras de la Tabla Periódica.
El número que precede al nombre de cada elemento corresponde a su número atómico.

FIG. 1

chas, ya que este gas sólo se prepara a pedido expreso, pues no tiene aplicación industrial ni médica conocida. Finalmente en el año 1952, a raíz de un viaje realizado a los Estados Unidos, conseguí que la "Aircó Company International" preparara gas Xenón para efectuar mis experiencias. Recién después de más de un año transcurrido en solucionar los trámites aduaneros, llegó a mi poder el elemento que deseaba experimentar.

Parte experimental

La primera experiencia consistió en probar que el gas en cuestión era opaco a los rayos X. Para esto se sacó una radiografía del matraz que lo contenía, Radiografía N° 0057 (fig. 2)

y luego otra del mismo matraz conteniendo aire, Radiografía N° 0058 (fig. 3). Esto probó en forma convincente que el gas era más opaco que el aire, y por consiguiente opaco a los rayos X.

La segunda experiencia consistió en probar que el Xenón era realmente inocuo; para esto se utilizó un perro anestesiado e intubado al cual se le introdujo Xenón en uno de los bronquios, obteniéndose una imagen lobar, Radiografía N° 0062 (fig. 4), y Radiografía de control N° 0059 (fig. 5), sin que el animal experimentara trastornos.

Las otras experiencias tuvieron por objeto visualizar piezas anatómicas (pulmón), insuflándolas con el gas. Radiografía número 0063 (fig. 6), control N° 0065 (fig. 7) y N° 0066 (fig. 8). La cantidad de gas sobrante fué insuficiente para continuar con otro tipo de experiencias, pero dados los resultados obtenidos, sólo tendrían por objeto perfeccionar la investigación, buscando mezclas con oxígeno u otros gases comunes.

Aplicaciones clínicas

Probada su opacidad y su inocuidad, sólo resta llevarlo a clínica para su utilización racional:

1) En la visualización del aparato respiratorio, ya utilizándolo en forma pura para visualizar sectores del mismo o en mezclas con el oxígeno para respirar en mascarilla obteniendo una: Xenón-neumografía.

2) En la visualización de cavidades del sistema nervioso: Xenón-ventriculografía.

3) En la visualización perirrenal: Xenón-perirriñón.

4) En la visualización de distintas cavidades: articulaciones, peritoneo, techo gástrico, etc.

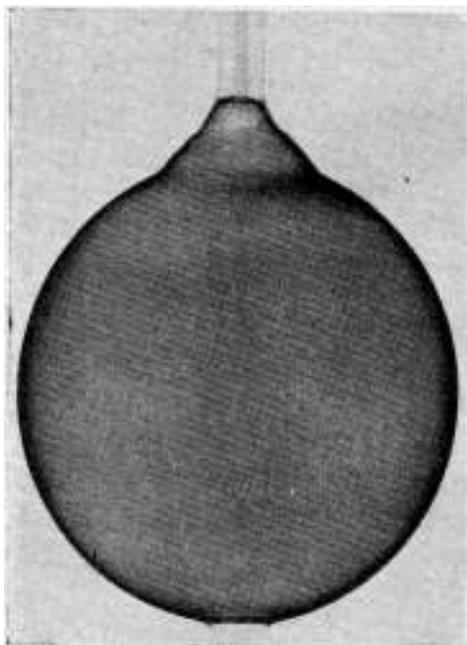


FIG. 2. Balón conteniendo
1 lt. de xenón.

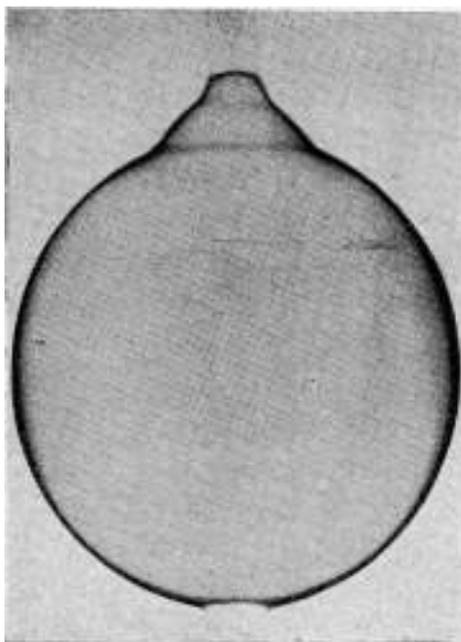


FIG. 3. — El mismo balón de
la Fig. 2 conteniendo 1 lt. de
aire.

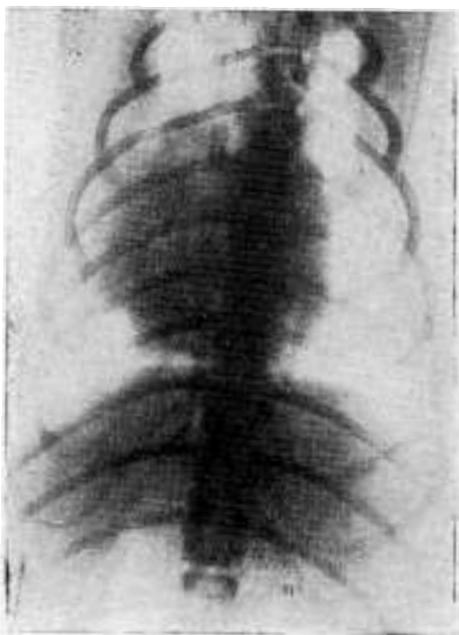


FIG. 4. — Radiografía del tórax de un perro anestesiado al que se le relleno un lóbulo pulmonar con gas xenón.

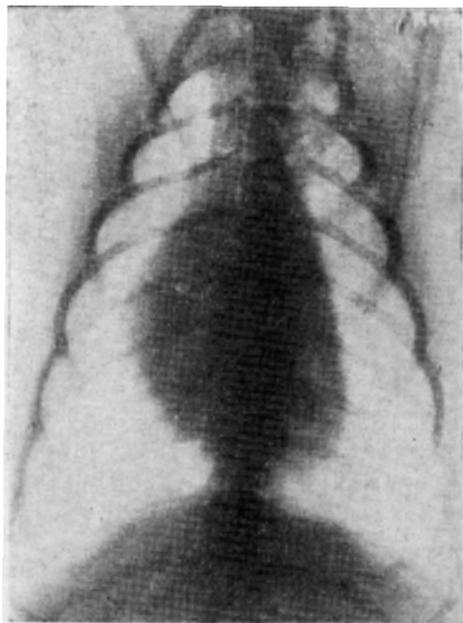


FIG. 5. El mismo perro de la Fig. 4 después de expulsar el xenón.

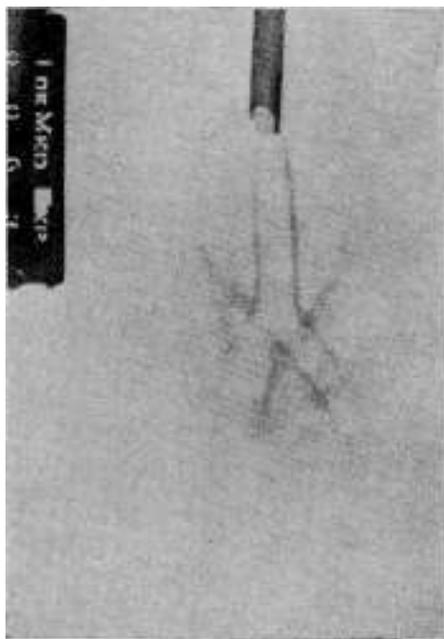


FIG. 6. — Radiografía de una pieza anatómica (pulmón) rellena con aire.

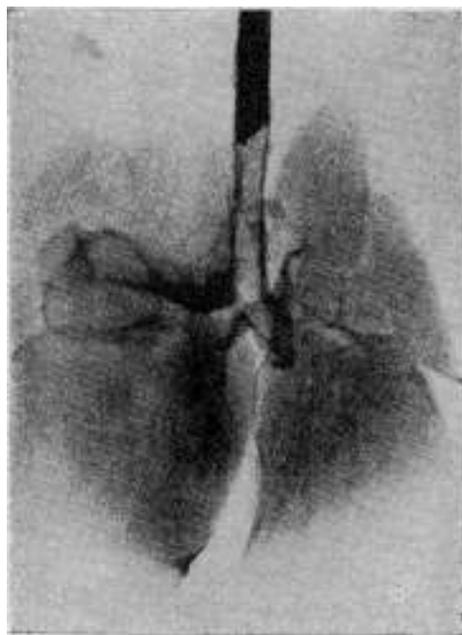


FIG. 7. — La misma pieza anatómica de la Fig. 6 rellena con gas xenón.



FIG. 8. — La misma pieza anatómica de la Fig. 7 con mayor cantidad de gas xenón.