

REVISTA DE LA FACULTAD DE MEDICINA

VOL. XI

Bogotá, septiembre de 1942

N.º 3

DIRECTOR

Prof. MARCO A. IRIARTE

Decano de la Facultad

COMITE DE REDACCION

Prof. Luis Patiño-Camargo

Prof. Jorge Bejarano

Prof. Santiago Triana Cortés

ELECTROCARDIOGRAMA NORMAL EN BOGOTA Y SU RELACION CON LOS SIGNOS ELECTROCARDIOGRAFICOS DE ANOXEMIA

Por el doctor *J. Hernando Ordóñez.*

Trabajo realizado en el Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Medicina de Bogotá y presentado para el Concurso de Profesor agregado de Fisiología.

Durante mi permanencia en el Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Medicina de París en los años de 1936 y 1937 estudié, como colaborador del profesor León Binet y en asocio del doctor Strumza, las modificaciones del electrocardiograma durante la anoxemia aguda, en el perro, habiendo obtenido resultados muy interesantes, algunos de ellos no conocidos hasta entonces.

Hoy presento un trabajo sobre el electrocardiograma normal en Bogotá. La importancia del tema me parece enorme, en primer lugar porque aún no existen entre nosotros cifras sacadas de nuestra realidad, teniendo que seguimos por cifras extranjeras, y en segundo lugar porque estando situada Bogotá a 2640 metros sobre el nivel del mar y siendo tan discutido el problema de si aquí trabaja más o menos el corazón, es de esperarse que los datos que dé el electrocardiograma contribuyan, en parte, a dilucidar este interesantísimo problema.

Aunque no pretendo agotar el tema, por el número, bastante elevado de electrocardiogramas examinados creo estar autorizado para sacar conclusiones muy importantes, tanto desde el punto de vista práctico como desde el punto de vista de la fisiología de las alturas, y en especial con relación a las condiciones fisiológicas de la vida en Bogotá.

El presente trabajo está basado en el análisis de 250 electrocardiogramas tomados a personas sanas en el Laboratorio de Fisiología durante los años de 1939 y 1940. Para poder deducir datos más generales se examinaron electrocardiogramas de varios grupos de

individuos: estudiantes (hombres y mujeres), niños, choferes y tranviarios. La edad que abarca este conjunto va de los 7 a los 40 años, estado la mayoría entre 20 y 25 años.

Los diferentes grupos están distribuidos en la siguiente proporción:

Estudiantes de Medicina (curso de Fisiología, 1939)...	103
Estudiantes de Medicina (curso de Fisiología, 1940)....	96
Señoritas de los cursos de Bacteriología y Enfermeras..	11
Colegio Nuevo Gimnasio	9
Casa Protectora	6
Empleados del Tranvía.	13
Choferes de la Universidad Nacional	12
<hr/>	
Total	250

Antes de seguir adelante quiero presentar mi agradecimiento al doctor Alfonso Esguerra por la oportunidad que me ha dado para realizar este trabajo; al doctor Francisco de Abrisqueta a cuyas enseñanzas debo el levantamiento de las curvas de Gauss; a los señores Gaitán Mario, Delgadillo Alberto y Villamil Carlos, Fernández Rubén y Barrera Julio, Merchán Ramón y Marmolejo Vicente, Peña Arturo y Yanet Andrés, Yusti Gabriel y Rangel Manuel, quienes trabajaron en el puesto de electrocardiografía como monitores y cuyas monografías sobre el particular he consultado con verdadero interés. Quiero igualmente hacer resaltar la labor del señor Tulio Nel Molina, quien dedicó todo su interés y su habilidad a dibujar las gráficas que aparecen en el curso de esta exposición.

Dividiré mi trabajo en cinco capítulos, a saber:

I—Nociones generales sobre electrocardiografía;

II—Estudio experimental;

III—Electrocardiograma normal en Bogotá;

IV—Signos electrocardiográficos de anoxemia;

V—¿Existen en Bogotá signos electrocardiográficos de anoxemia?

CAPITULO I

Nociones generales sobre electrocardiografía.

Para los colegas que no están familiarizados con este sistema de exploración clínica me permito, con perdón de los eruditos, dar algunas explicaciones muy elementales, con el objeto de que puedan seguir el curso de esta exposición.

La electrocardiografía está basada en el hecho de que toda con-

tracción muscular produce una corriente eléctrica. Ahora bien, el miocardio, como músculo que es, produce igualmente una corriente eléctrica durante su contracción, es decir, durante la sístole. Como esta corriente es de muy débil intensidad, para registrarla se necesitan aparatos muy sensibles. Estos aparatos, que en realidad no son más que galvanómetros muy sensibles, se llaman, por estar destinados a registrar la electricidad del corazón, electrocardiógrafos. Todos los electrocardiógrafos, cualquiera que sea su modelo, registran los cambios eléctricos que suceden durante la sístole de las aurículas y de los ventrículos, e inscriben dichos cambios en una película fotográfica. El trazado inscrito en esta película se llama electrocardiograma.

Para tomar un electrocardiograma, en los animales se pueden poner los electrodos directamente sobre el corazón. En el hombre como este método es imposible, se buscó otra técnica y se vió que la electricidad se propaga a través de los tejidos, haciendo posible colocar los electrodos sobre la región precordial y, lo que es más, con los electrodos situados en los miembros, en el antebrazo y la pierna, por ejemplo.

El electrocardiograma que se obtiene cuando los electrodos están colocados en los dos antebrazos no es el mismo que cuando se pone un electrodo en el antebrazo derecho y otro en la pierna izquierda, por ejemplo. Según el sitio en que se pongan los electrodos se tienen tres combinaciones principales, cada una de las cuales se llama derivación. Hasta no hace mucho tiempo sólo se consideraban las siguientes derivaciones:

Primera derivación: un electrodo en el antebrazo derecho y otro en el antebrazo izquierdo;

Segunda derivación: un electrodo en el antebrazo derecho y otro en la pierna izquierda;

Tercera derivación: un electrodo en el antebrazo izquierdo y otro en la pierna izquierda.

Ultimamente se le está dando grande importancia a lo que se llama la cuarta derivación, de la cual hay varias. Esencialmente consiste en colocar un electrodo en la región precordial y otro en uno de los miembros. Así tendremos una cuarta derivación con un electrodo en el antebrazo derecho y otro en la región precordial (IV R de los autores ingleses y americanos), otra si colocamos uno de los electrodos en el antebrazo izquierdo (IV L) o en la pierna izquierda (IV F). Todavía más, hay distintas clases de IV F, por ejemplo, según que el electrodo precordial se coloque sobre la base del apéndice xifoides, en la línea mamilar, en la punta del corazón, en la línea axilar anterior, etc. De esta derivación no me ocuparé en el presente trabajo por ser reducido el número de observaciones, siendo imposible sacar conclusiones sólidas.

El electrocardiograma normal consta de varias ondas, que se distinguen con las letras P, Q, R, S, T, U, como puede verse en la figura 1. De estas ondas la onda P corresponde a la sístole de las auricular y el resto, llamado complejo ventricular, a la sístole de los ventrículos.

En electrocardiograma hay que tener en cuenta varios factores: la duración y amplitud de las ondas, su sucesión y su forma. La duración se mide contando las líneas verticales y contando a cuántas abarca la onda que se quiere medir; generalmente estas líneas están graduadas de tal manera que correspondan a 0"04, o sea que si una onda mide tres de estos espacios, su duración será de doce centésimos de segundo. La amplitud se mide contando las líneas horizontales, que vienen graduadas a un milímetro; como los aparatos pueden ser más o menos sensibles, existe la convención in-

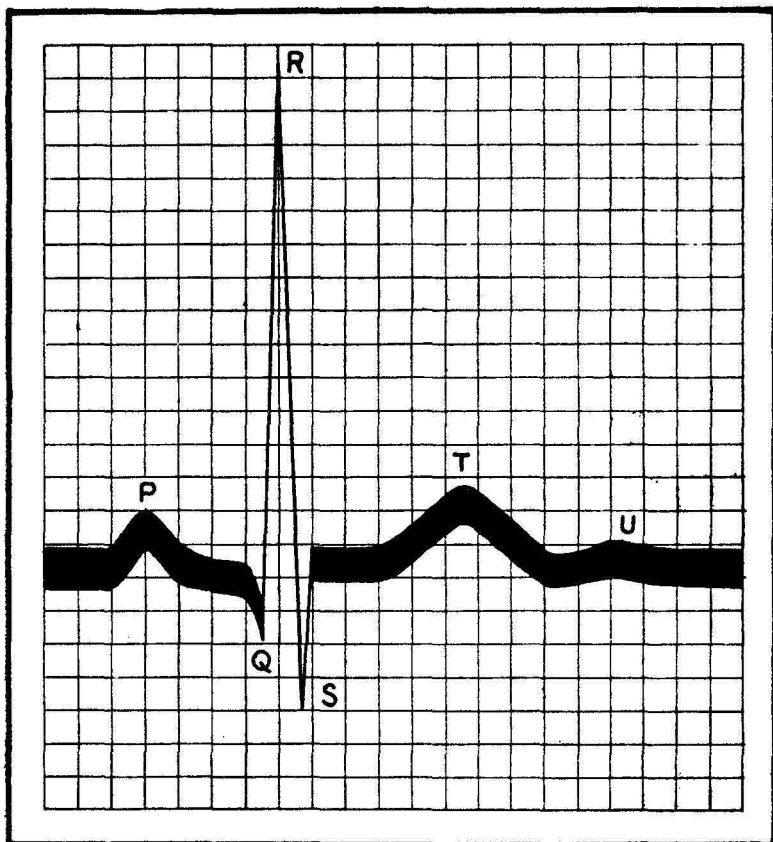


Figura N° 1.—Electrocardiograma normal.

ternacional de que al hacer pasar una corriente de un milivoltio se produzca una desviación de un centímetro; de esta manera todas las amplitudes son comparables entre sí, al mismo tiempo que se puede conocer el voltaje de una onda por su amplitud. La sucesión y la forma de las ondas se estudia comparándolas con el electrocardiograma normal.

CAPITULO II

Estudio experimental.

Se tomaron electrocardiogramas a 250 personas sanas, en el Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Medicina y sobre este material se basa el presente estudio. Los electrocardiogramas fueron tomados en las tres derivaciones clásicas, por medio de aparatos de tipo espejo de las casas General Electric y Sanborn, de Estados Unidos. La estandarización de los aparatos se hizo de acuerdo con la convención internacional de que un milivoltio produzca una desviación de un centímetro. En algunos de los electrocardiogramas tomados en el año de 1939, por las instrucciones que traía el aparato, se tomaron con una desviación de dos centímetros; todos estos electrocardiogramas fueron reducidos a la mitad al estudiarlos (la amplitud, se entiende, pues la duración no se modifica).

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Onda P.

Gen. seg.	Duración.					
	D. I		D. II		D. III	
	Nº casos	%	Nº casos	%	Nº casos	%
0	10	4	4	1,6	38	15,2
4 — 8	33	13,2	9	3,6	42	16,8
8 — 12	177	70,8	164	65,6	141	56,4
12	30	12	73	29,2	29	11,6
	250		250		250	

ONDA P.—Amplitud en milímetros.

Mil.	D. I		D. II		D. III	
	Nº de casos	%	Casos	%	Casos	%
0	10	4	4	11,6	38	15,2
<1	145	58	35	14	101	40,4
1	93		175	70	103	41,2
2	1	38	33		8	3,2
3	1		3	14,4	0	
	250	100	250	100	250	100

Estos datos están representados gráficamente en las figuras 2 y 3.

Según estos datos podemos considerar como normal una onda P cuya duración no sea mayor de 0"12 ni menor de 0"04, en una cualquiera de las tres derivaciones. La amplitud, generalizando para las tres derivaciones, podemos considerarla como normal siempre que no pase de dos milímetros.

Es de observar que esta onda puede estar ausente, especialmente en la tercera derivación, donde alcanza a un 15,2% de casos en que es isoelectrica. Encontré igualmente una P negativa en tercera derivación en 5 casos, con un espacio P-R comprendido entre 0"12 y 0"18 y con las demás ondas normales. P bifida encontré dos casos en primera derivación y uno en tercera, y la onda T auricular en dos casos en tercera derivación. Como puede verse, estas pequeñas anomalías se presentan en personas normales, lo que debe interpretarse con un criterio clínico en cada caso particular, para no hacer diagnósticos de sutilezas, donde en realidad no hay nada.

ONDA Q

Es tan inconstante esta onda, que prácticamente tiene poca importancia en clínica. Hé aquí los resultados obtenidos:

Onda Q—Duración en centésimos de segundo.

Cent. seg.	D. I		D. II		D. III	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
0	223	89,2	190	78	145	58
1	8	3,2	15	6	14	5,6
2	19	7,6	44	17,6	78	31,2
3			1	0,4	9	3,6
4					4	1,6
	250	100	250	100	250	100

Onda Q—Amplitud en milímetros.

Milímetros	D. I		D. II		D. III	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
0	223	89,2	190	76	145	58
<1	14	5,6	18	7,2	24	9,6
1	10	4	34	13,6	54	21,6
2	3	1,2	7	2,8	25	10
3			1	0,4	1	0,4
4					1	0,4
	250	100	250	100	250	100

Estos resultados se encuentran representados gráficamente en las figuras 4 y 5.

ONDA P.

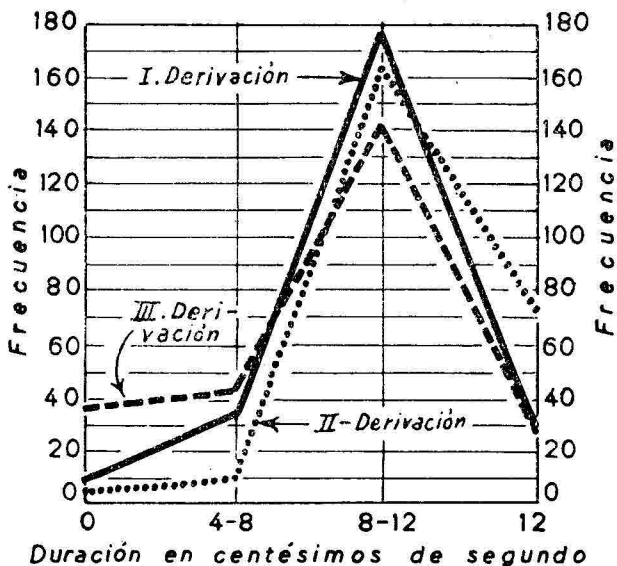


Figura N° 2.—Duración de la onda P.

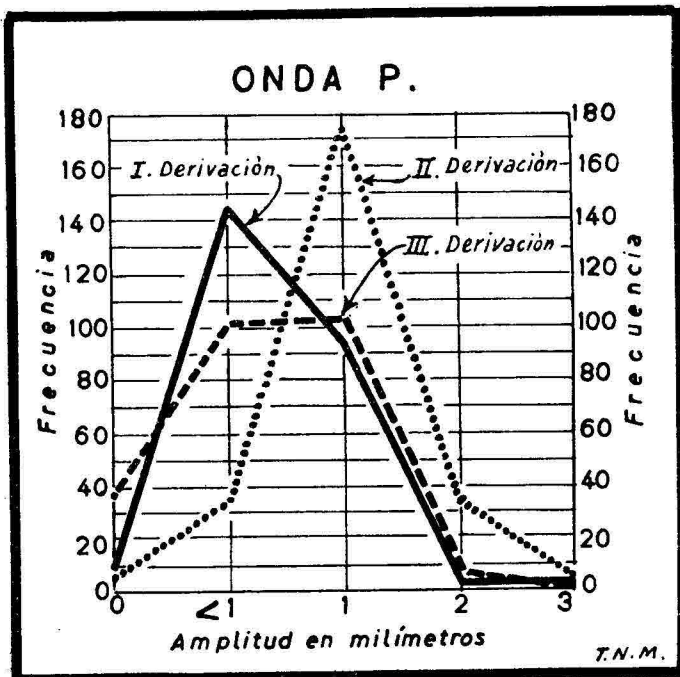


Figura N° 3.—Amplitud de la onda P.

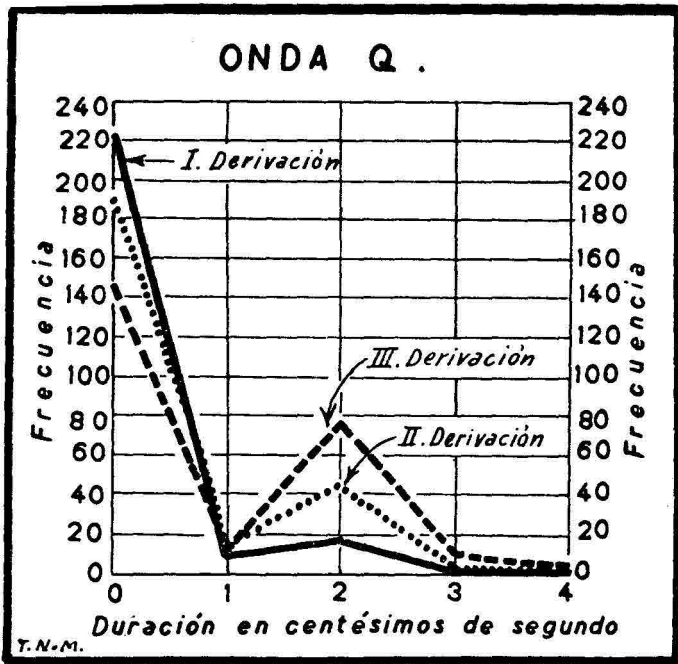


Figura N° 4.—Duración de la onda Q.

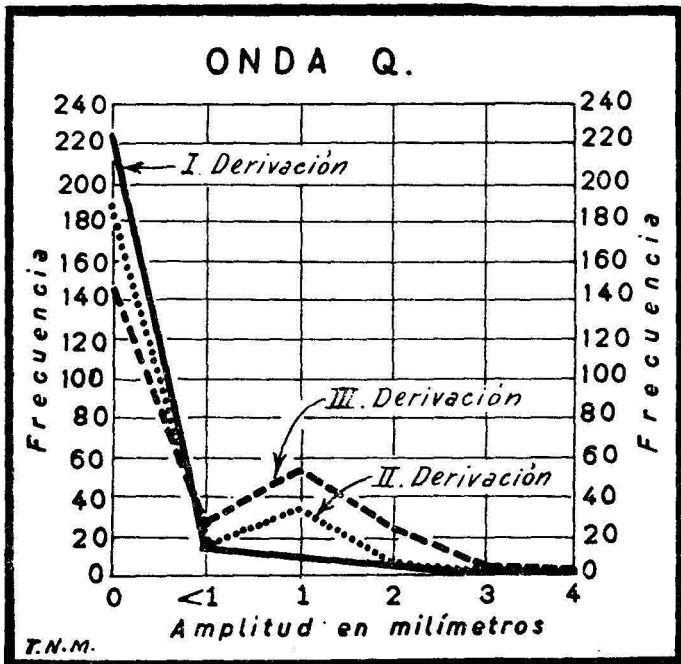


Figura N° 5.—Amplitud de la onda Q.

Por los resultados encontrados puedo concluir que las cifras normales para la onda Q, cuando aparece, están entre 1 y tres centésimos de segundo, excepcionalmente 4, para la duración, por una amplitud de 1 a tres milímetros. Se deduce igualmente de los cuadros anteriores que normalmente la onda Q no debe estar presente.

ONDA R.

Esta onda, de una importancia capital, se encuentra en los electrocardiogramas normales distribuída en las siguientes proporciones:

Onda R—Duración en centésimos de segundo.

Cent.	D. I		D. II		D. III	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
0	0	0	1	0,4	7	2,8
1 — 2	0	0	0	0	1	
2 — 4	50	12	19	7,6	25	10,4
4 — 6	201	80,4	183	73,2	125	60,8
6 — 8	11		26		34	
8 — 10	8	7,6	21	18,8	28	26
10 — 12	0		0		1	
12 — 14	0		0		2	
	250	100	250	100	250	100

Onda R—Amplitud en milímetros.

Milímetros	D. I		D. II		D. III	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
0	0		1		7	
1	9	34,4	1	40,8	12	35,6
2	35		2		23	
3	42		5		22	
4	50	20	18	40,8	25	14
5	42		17	35		
6	27	45,6	17	16	22	50,4
7	17		24		20	
8	12		27		25	
9	7		40	16	14	
10	3		22		11	
11	3		17		11	
12	1		25		11	
13	1		12		4	
14	1		10	43,2	5	
15	0		7		0	
16	0		5		1	
17	0		3		1	
18	0		3		0	
19	0		1		0	
20	0		2		0	
21	0		1		0	
22	0		0		1	
	250	100	250	100	250	100

Estos resultados están representados gráficamente, para mayor claridad, en las figuras 6 y 7.

Estas gráficas nos dicen que la duración normal de R es de 0"02 a 0"08 en las tres derivaciones. La amplitud varía en cada una de ellas, pudiendo considerarse como normal, para la primera derivación una amplitud comprendida entre 1 y 10 milímetros, siendo 4 milímetros la cifra más frecuentemente encontrada; en la segunda derivación la cifra más frecuente es de 9 milímetros pudiendo variar de 1 hasta 20; en la tercera derivación la amplitud más frecuente es de 5 milímetros, con oscilaciones de 1 a 15.

Aunque esta onda es de las más constantes, hay que anotar en algunos casos, raros es verdad, no aparece, especialmente en tercera derivación (en un 2,8% de los casos).

Debo anotar además que en un número bastante elevado de casos se presentó, en tercera derivación, una R con una de sus ramas engrosadas o con ganchos, llegando algunas veces a darle el aspecto de una M. Esta particularidad se presentó en 32 casos, o sea un 12,8%, en tercera derivación, en tanto que en segunda en un caso solamente (0,4%), y en ningún caso en primera derivación.

ONDA S.

Esta onda se encontró con las siguientes características:

Onda S—Duración en centésimos de segundo.

Cent. seg.	D.I		D.II		D.III	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
0	68	27,2	82	32,8	131	52,4
1 — 2	1	28,8	4	1,6	2	20,4
2 — 4	71		78		49	
4 — 6	104	41,6	78	62,4	56	22,4
6 — 8	3	2,4	5	3,2	7	4,8
8 — 10	3		2		4	
10 — 12	0		0		1	
	250	100	250	100	250	100

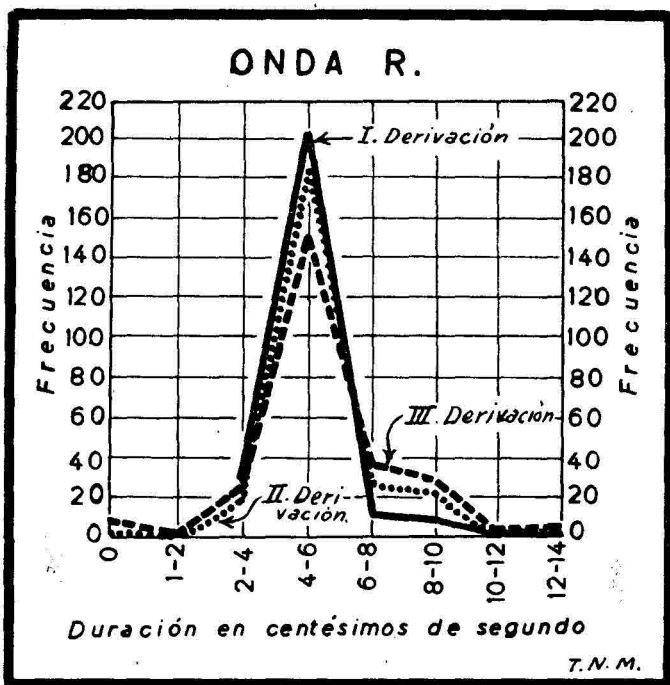


Figura Nº 6.—Duración de la onda R.

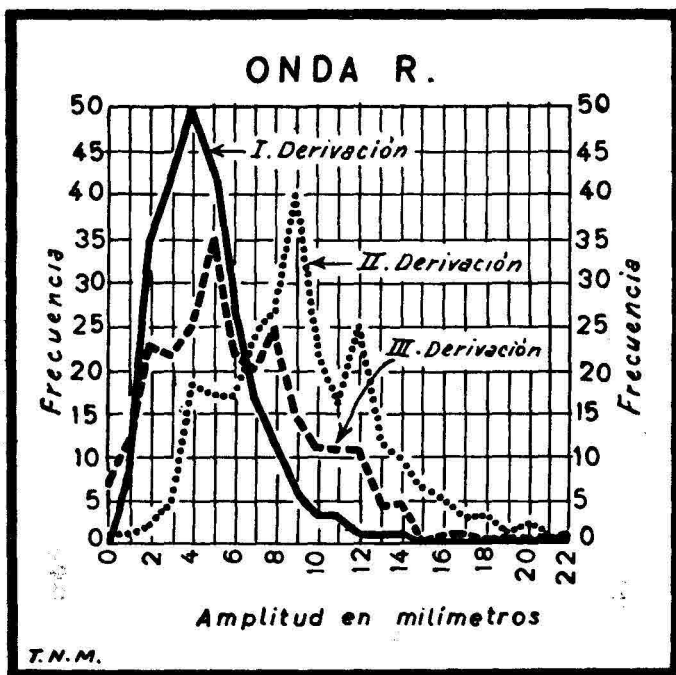


Figura Nº 7.—Amplitud de la onda R.

Onda S—Amplitud.

Milímetros	D.I		D.II		D.III	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
0	68	27,2	82	32,8	131	52,4
1	46	18,4	53	21,2	35	14,
2	64	25,6	43	46	38	15,2
3	43	28,8	40		22	18,4
4	16		15		14	
5	9		11		3	
6	2		2		2	
7	1		3		3	
8	1		0		1	
9	0		0		0	
10	0		1		0	
11	0		0		0	
12	0		0	1		
	250	100	250	100	250	100

La representación gráfica de estos resultados puede verse en las figuras 8 y 9.

Como puede verse, esta onda es bastante inconstante, especialmente en la tercera derivación, donde alcanza a un 52,4% de casos que no existe.

Podemos considerar como valores normales para esta onda los siguientes: de 0^o02 a 0^o08 en las tres derivaciones; la amplitud más frecuente es de dos milímetros en la primera derivación y de un milímetro en la segunda y tercera, pudiendo considerarse como normal hasta unos seis milímetros.

Lo mismo que vimos para la onda R, esta onda presenta, aunque no con la misma frecuencia, algunas anomalías de su forma, especialmente en la tercera derivación, como son el engrosamiento de sus ramas o la aparición de ganchos. Esta particularidad se encontró en 9 casos en la tercera derivación (3,6%), contra un solo caso en segunda derivación y ninguno en primera.

ONDA T

El estudio de esta onda es de una gran importancia para investigar los signos electrocardiográficos de la anoxemia. Hé aquí los resultados encontrados: (Cuadros adjuntos y figuras 10 y 11).

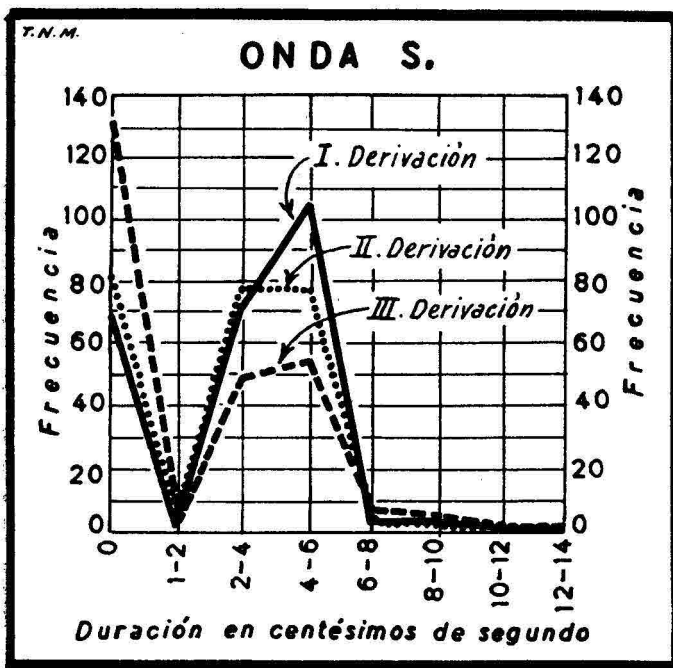


Figura Nº 8.—Duración de la onda S.

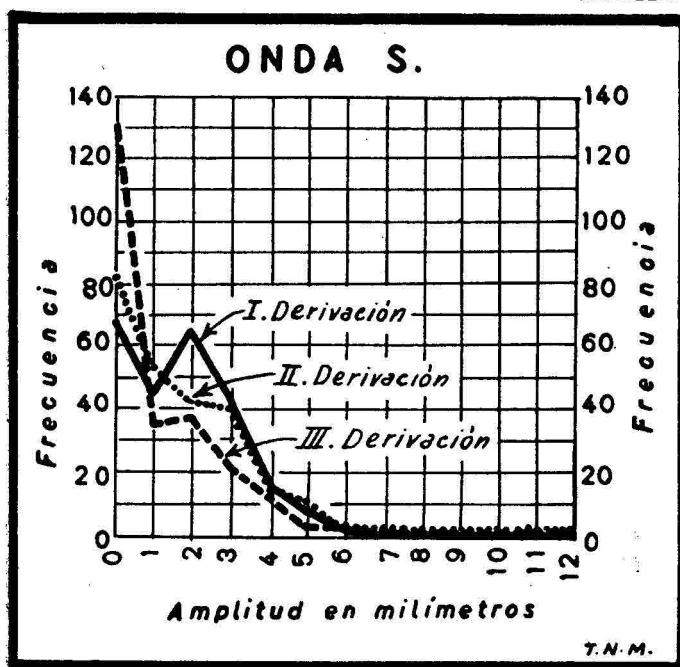


Figura Nº 9.—Amplitud de la onda S.

Onda T—Duración en centésimos de segundo.

Duración	D. I		D. II		D. III	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
0	0	17,2	2	0,8	17	6,8
8 — 12	1		1	11,2	12	32,8
12 — 16	42		27		70	
16 — 20	108	43,2	106	42,4	112	
20 — 24	68	39,6	71	45,6	30	15,6
24 — 28	20		26		6	
28 — 32	8		17		2	
32 — 36	3		0		1	
36 — 40	0		1		0	
	250	100	250	100	250	100

En este caso la duración 0 quiere decir que no existe, o sea lo que se llama una T isoeléctrica.

Onda T—Amplitud y forma

Amplitud	D. I		D. II		D. III	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
0	0		2	0,8	17	6,8
1	40	16	17		111	44,4
2	121	48,4	58	30	60	
3	59	35,6	91	36,4	17	34,4
4	20		45	4		
5	8		24		3	
6	2		7		2	
7	0		2	32,8	0	
8	0		0		0	
9	0		1		0	
10	0		3		0	
N < 1	0		0		7	
N 1	0		0		15	10
N 2	0		0		3	
DP < 1N < 1	0		0		2	
DP 1N < 1	0		0		2	
DP 1 < 1	0		0		2	4,4
DN < 1P < 1	0		0		3	
DN 1P 1	0		0		2	
	250	100	250	100	250	100

En este cuadro, donde no se explica si es negativa o difásica, se entiende que es positiva la onda. Donde dice Negativa < 1 quiere decir que la línea que marca la onda baja menos de un milímetro de la línea isoeléctrica; donde dice negativa 2 quiere decir que la onda baja dos milímetros, etc. Donde dice Difásica DP < 1N < 1

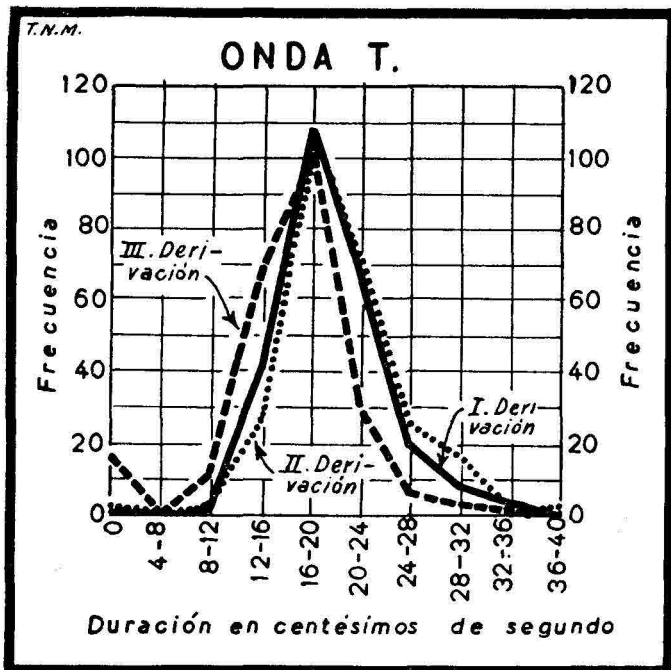


Figura N° 10.—Duración de la onda T.

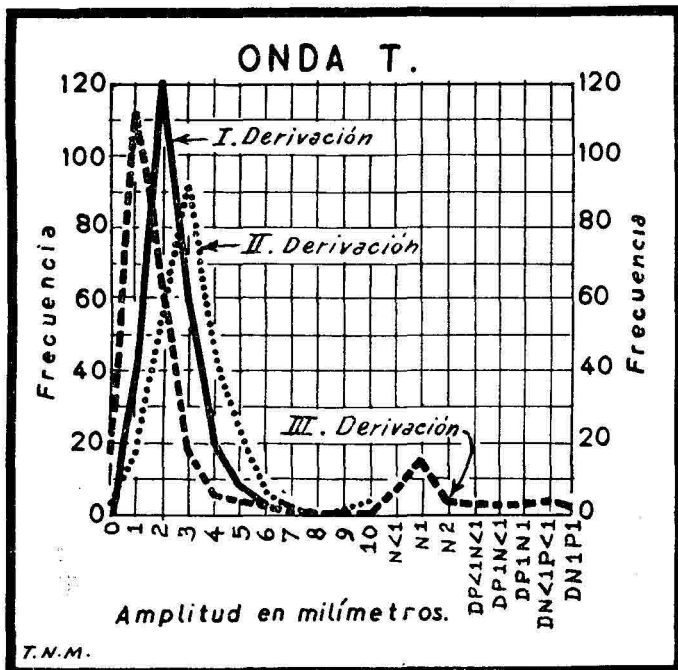


Figura N° 11.—Amplitud de la onda T.

quiere decir que la primera onda es positiva y de una amplitud menor de un milímetro y que la segunda parte es negativa y de una amplitud menor de un milímetro; donde dice $P1N < 1$ quiere decir que la primera onda es positiva y de un milímetro de amplitud, en tanto que la segunda fase es negativa y menor que un milímetro; donde dice $P1 N1$ quiere decir que las dos ondas tienen una amplitud igual de un milímetro y que la primera es positiva y la segunda negativa; en una forma semejante se pueden interpretar las dos últimas.

La mayor frecuencia para la duración está entre 0"16 a 0"20 en las tres derivaciones, pudiendo extenderse hasta 32 y bajar hasta 0"10. La amplitud más frecuente en la primera derivación es de 0.002, en la segunda derivación es de 0.003 y en la tercera es de 0.001, pudiendo ir hasta 0.006 en las tres derivaciones. En la tercera derivación puede considerarse como normal una T negativa, o difásica o isoléctrica.

ONDA U

La más inconstante de todas y por lo mismo la que menor importancia tiene en clínica, que contrasta con la mucha que tiene en Fisiología, por las muchas hipótesis que sobre su origen se han emitido.

Onda U—Duración en centésimos de segundo.

Duración	D. I		D. II		D. III	
	Frecuencia	%	Duración	Frecuencia	%	
0	240	96	220	88	239	95,6
6	2	4	2	12	0	4,4
8	3		4		6	
10	1		3		4	
12	4		19		1	
14	0		2		0	
	250	100	250	100	250	100

Onda U—Amplitud en milímetros.

Amplitud	D. I		D. II		D. III	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
0	240	96	220	88	239	95,6
< 1	10	4	23	12	10	4,4
1	0	7	7		1	
	250	100	250	100	250	100

Véanse igualmente las figuras 12 y 13.

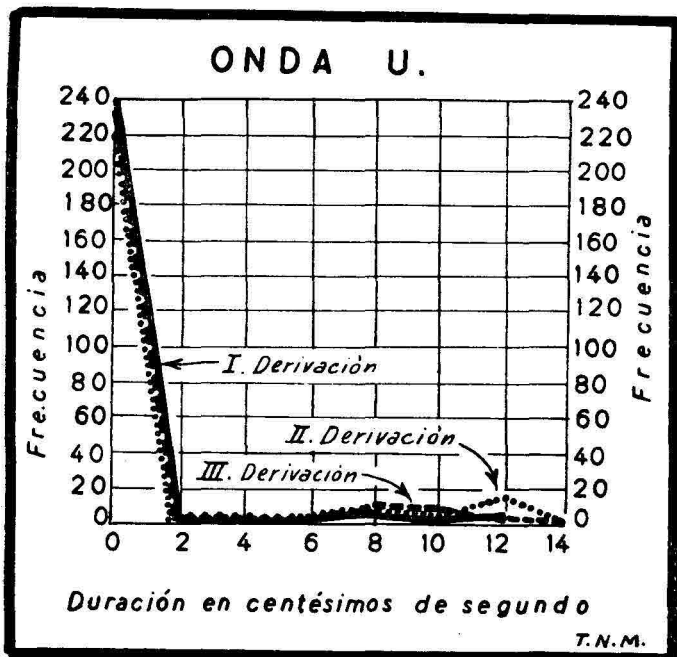


Figura Nº 12.—Duración de la onda U.

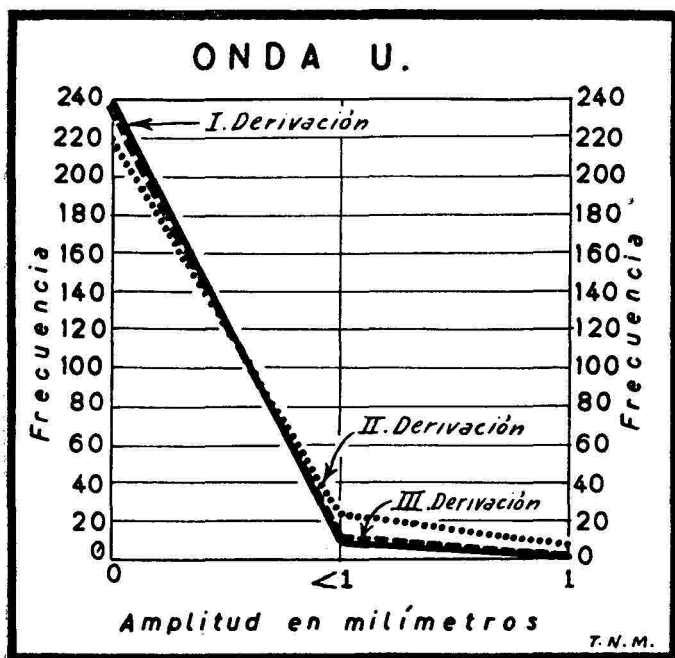


Figura Nº 13.—Amplitud de la onda U.

La duración que he encontrado es superior a la que traen todos los textos, hecho que no sé cómo interpretar, desde el momento mismo que no se sabe a ciencia cierta cuál es el origen de esta onda, que lo normal es que no aparezca.

ESPACIO P—R

Medido desde el principio de la onda P hasta el comienzo de la onda Q, cuando existe, o de la onda R. Este espacio mide el tiempo de conducción aurículoventricular, desde que sale la excitación del núcleo de Keith y Flack hasta que llega a las fibras miocárdicas ventriculares, habiendo pasado por las paredes de las aurículas, haz de His y fibras de Purkinje.

Espacio P—R.—Duración en centésimos de segundo.

Duración	D. I		D. II		D. III	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
4 — 8	1	1,250	0		0	
8 — 12	2	1,250	3	30,081	8	38,208
12 — 16	125	52,084	71		73	
16 — 20	93		150	60,975	105	49,528
20 — 24	18	46,666	21		26	12,264
24 — 28	0		0	8,944	0	
28 — 32	1		1		0	
	240	100	246	100	212	100

Por la agrupación de 4 en 4 centésimos, a primera vista parece que es más largo el espacio P-R, abarcando de 0"20 a 0"24. Se interpreta como en realidad es, 0"20 a menos de 0"24 queda descartado el valor 0"24. Por otra parte, en 0"22 no hay sino un caso en segunda y tercera derivación, y ninguno en la primera, por consiguiente podemos considerar como límite máximo el de 0"20 para las tres derivaciones. Igual criterio debe seguirse en la interpretación de la figura 14.

Es costumbre, en general, medir las duraciones en la segunda derivación únicamente. Por los datos que he obtenido he llegado a la conclusión de que es necesario medir las tres derivaciones, pues en algunos casos alcanza a haber diferencias apreciables, de 0"02, 0"04, 0"06 y hasta más, entre una derivación y otra. En estos casos me parece lo más lógico tomar el valor más largo, como lo insinúan algunos autores, porque estas diferencias se deben a que las ondas son más o menos marcadas en las diferentes derivaciones.

ESPACIO Q-R-S

Representa el tiempo de conducción intraventricular. Se modifica siempre que ésta está modificada, por ejemplo en los llamados bloqueos de rama. Se mide desde el principio de Q (o de R si no hay Q), hasta el fin de S (o de R si no hay S).

Los resultados obtenidos se hallan condensados en el cuadro adjunto y en la figura 15.

Espacio Q-R-S.—Duración en centésimos de segundo.

Duración	D. I		D. II		D. III	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
2 — 4	3		0		1	
4 — 6	47	54	34	52	44	49,6
6 — 8	85		96		79	
8 — 10	99	39,6	99	39,6	91	36,4
10 — 12	13		15		31	
12 — 14	33	6,4	5	8,4	2	14
14 — 16	0		0		1	
16 — 18	0		1		1	
	250	100	250	100	250	100

Aquí aplicamos lo mismo que dijimos de la escala en el caso del espacio P-R. El valor de 10 a menos de 12, en realidad es 10, por los mismos motivos. De ahí que podamos sacar como conclusión que el valor del espacio Q-R-S para las tres derivaciones está comprendido entre 4 y 10 centésimos de segundo.

ESPACIO S-T

Este espacio tiene un gran interés clínico, especialmente en los casos de infarto del miocardio y también en el estudio de los signos electrocardiográficos de la anoxemia, que es lo que más nos importa por el momento.

Los datos encontrados están resumidos en los cuadros adjuntos y en las figuras 16 y 17.

Espacio S-T.—Duración en centésimos de segundo.

Duración	D. I		D. II		D. III	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
0	18	7,2	48	19,30	0	} 25,752
4 — 8	22	8,8	23	9,30	5	
8 — 12	110	44	82	33	55	
12 — 16	88	} 40	80	} 38,40	99	42,489
16 — 20	12		13		63	
20 — 24	0		2		10	} 31,759
24 — 28	0		0		1	
	250	100	248	100	233	100

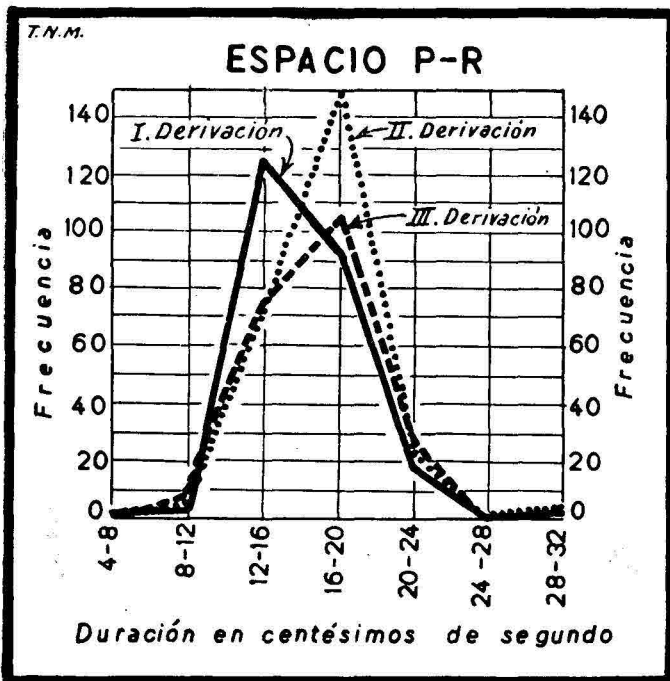


Figura Nº 14.—Duración del espacio P-R.

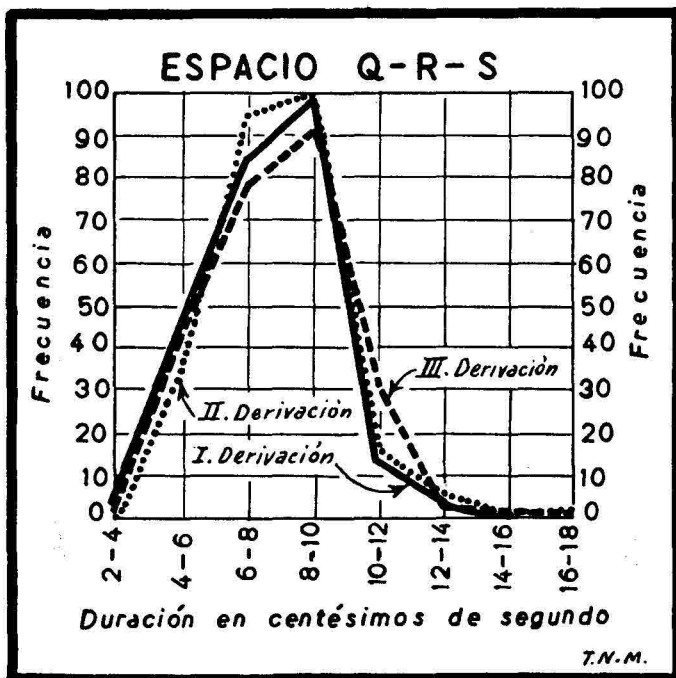


Figura Nº 15.—Duración del espacio Q-R-S.

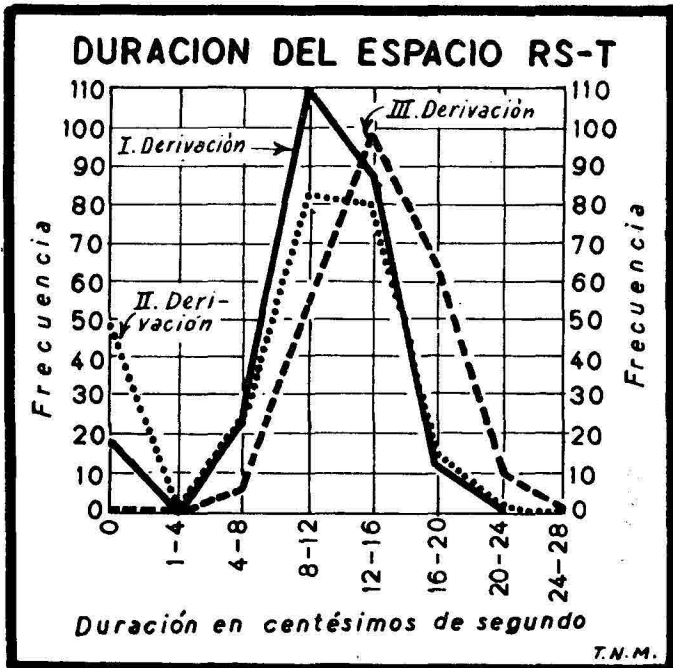


Figura Nº 16.—Duración del espacio S-T.

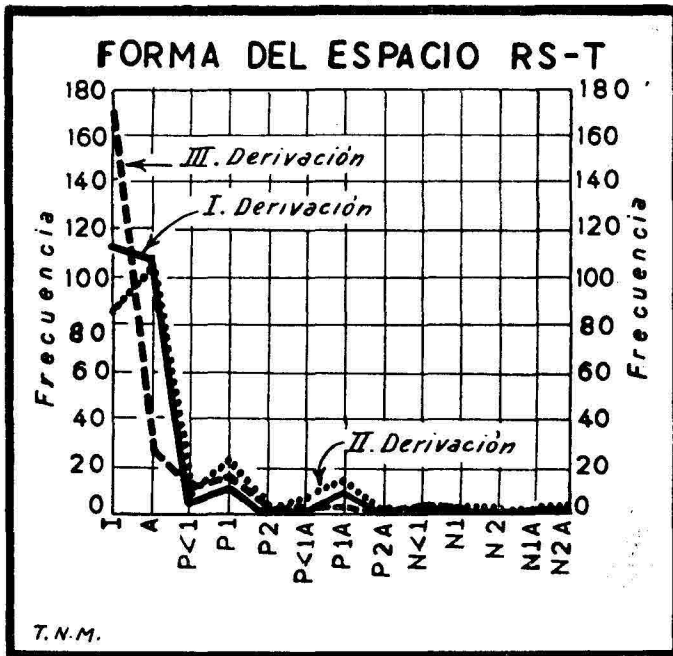


Figura Nº 17.—Forma del espacio R-S-T.

En este cuadro, la duración 0 corresponde a aquellos casos en que la onda T empieza inmediatamente después de R o de S. En tales casos el espacio Q-T no se altera porque aumenta proporcionalmente la duración de T.

Espacio S-T.—Forma.

Forma	D.I		D.II		D.III	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
I	113	45,2	85	34,275	171	73,392
A	110	44	107	43,145	25	10,729
P<1	4	10,8	9	22,580	9	15,879
P1	10		23			
P2	0		0			
P<1A	1		6			
P1A	9		15			
N<1	1		0			
N1	0		1			
N2	0		1			
N1A	1		0			
N2A	1		1			
	250	100	248	100	233	100

En este cuadro, lo mismo que en la figura 17, la forma está representada por las letras I, A, P y N, que tienen el siguiente significado: I, isoelectrico; A, ascendente, o sea que nace en la línea isoelectrica e inmediatamente sube, hasta confundirse con T; P, positivo, o sea que nace por encima de la línea isoelectrica menos de un milímetro (P<1), un milímetro (P1), dos milímetros (P2), etc.; P A, quiere decir que nace por encima, de la línea isoelectrica e inmediatamente después se hace ascendente, pudiendo nacer menos de un milímetro encima de esta línea (P<1A), un milímetro (P1A), dos milímetros (P2A), etc.; N, quiere decir negativo, o sea que nace debajo de la línea isoelectrica y permanece paralelo a ella, pudiendo nacer 1 milímetro (N1), o dos (N2), por debajo; N A quiere decir negativo ascendente, o sea que nace negativo y sube, buscando la línea isoelectrica, pudiendo nacer uno (N1A), dos (N2A), o más milímetros debajo. Aunque en los electrocardiogramas normales no he encontrado espacios S-T descendentes, se presentan en algunos casos patológicos y especialmente en la cuarta derivación; en este caso la inicial sería D, pudiendo ser D1, D2, PD, ND, etc.

La nomenclatura que acabo de dar no la he visto descrita en esta forma. La propongo porque me parece muy sencilla, muy clara, muy precisa y muy práctica.

La duración de este espacio, medido desde el final de S (cuando

do existe) o de R, hasta el principio de T., es de resultados poco exactos en la mayoría de los casos, especialmente en aquellos en que es ascendente, confundiéndose de una manera casi insensible con T, pudiendo cometerse un error hasta de unos 0"04.

Los valores que podemos considerar como normales son de 0"04 a 0"20 para la segunda y tercera derivación, de 0"04 a 0"16 para la primera, siendo de 0"08 a 0"12 el valor más frecuente para la primera y segunda, y de 0"12 a 0"16 para la tercera derivación, pudiendo desaparecer en la primera (7,2% y segunda 19,30%) derivación.

En cuanto a la forma, podemos concluir, que es normal que se presente isoeléctrico, ascendente o desnivelado, siempre que no pase de un milímetro, excepcionalmente dos, bien sea positivo o negativo. Se entiende que estas anomalías pueden considerarse sin importancia clínica siempre que no haya otros signos patológicos.

ESPACIO Q-T

Mide la duración de la sístole ventricular. Comprende desde el comienzo de Q (o de R) hasta el fin de T. Naturalmente cuando T no existe no se puede medir. Esto explica por qué en los cuadros y gráficas adjuntas no aparecen sino 248 y 233 casos en la segunda y tercera derivación. Igual es la razón para que en el espacio S-T no aparezcan los 250 casos.

Este valor está en relación con el ritmo cardíaco. Adelante veremos y analizaremos este problema. Veamos por el momento las cifras encontradas, que están resumidas en la gráfica 18 y en el cuadro adjunto.

Espacio Q-T.—Duración en centésimos de segundo.

Como puede verse, la mayor frecuencia está entre 0"34 y 0"38, en las tres derivaciones, con variaciones que van de 0"22 a 0"46. Estas cifras en sí no tienen mayor importancia; es necesario relacionarlas con la frecuencia cardíaca.

Duración	D. I		D. II		D. III	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
18 — 22	1	41,6	0	30,242	1	27,891
22 — 26	0		2		0	
26 — 30	13		9		7	
30 — 34	90		64		57	
34 — 38	107	42,8	111	44,758	105	45,065
38 — 42	34	15,6	51	25,000	53	27,038
42 — 46	5		11		10	
	250	100	248	100	233	100

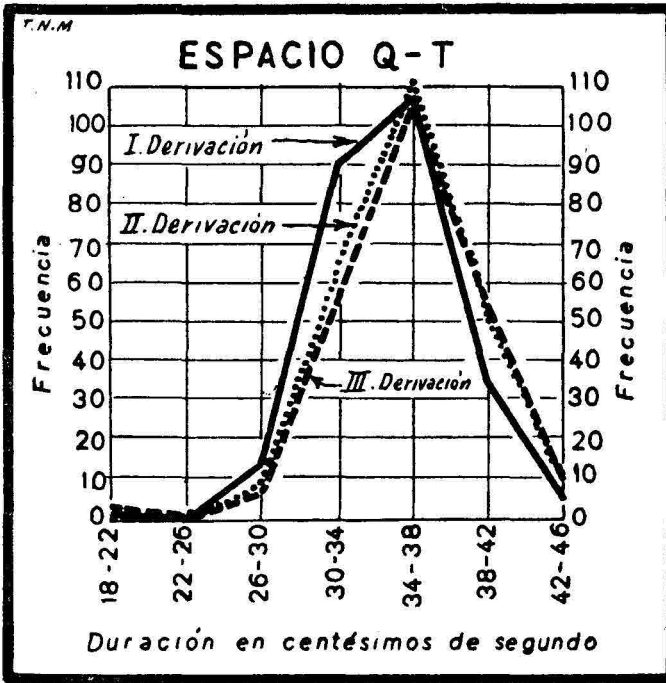


Figura 18.—Duración del espacio Q-T.

EJE ELECTRICO

Extraordinariamente importante es este dato para el estudio que nos proponemos de relacionar el electrocardiograma con los signos electrocardiográficos encontrados en las alturas.

Lo medí por dos métodos: el basado en el triángulo de Einthoven y el basado en la regla que trae Carter en su texto de Electrocardiografía. Este método da un índice que se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\text{Indice} = (R_1 + S_3) - (R_3 + S_1).$$

donde los valores de R y de S se toman en milímetros. Si el índice es mayor de 30 milímetros se considera desviación del eje eléctrico hacia la izquierda; si es menor de -15 milímetros, se trata de desviación hacia la derecha. Hé aquí los resultados obtenidos por este método. (Véase figura 19).

Indice	Frecuencia	%
-32 — — 30	1	50
-30 — — 28	3	
-28 — — 26	0	
-26 — — 24	0	
-24 — — 22	0	
-22 — — 20	1	
-20 — — 18	1	
-18 — — 16	2	
-16 — — 14	2	
-14 — — 12	8	
-12 — — 10	11	
-10 — — 8	17	
- 8 — — 6	25	
- 6 — — 4	30	
- 4 — — 2	24	
- 2 — — 0	31	12,4
0 — 2	27	37,6
2 — 4	21	
4 — 6	18	
6 — 8	9	
8 — 10	7	
10 — 12	1	
12 — 14	1	
14 — 16	4	
16 — 18	0	
18 — 20	0	
20 — 22	2	
22 — 24	2	
24 — 26	0	
26 — 28	0	
28 — 30	1	
30 — 32	0	
32 — 34	0	
34 — 36	0	
36 — 38	1	
	250	100

Aquí vemos que la mayor frecuencia de normalidad está entre -2 y 0, dándonos un porcentaje de 12,4. Vemos igualmente que hay una tendencia enorme hacia la derecha (50%), contra una menor proporción hacia la izquierda (37,6%). Vemos también que hay 10 casos de desviación franca hacia la derecha contra 1 hacia la izquierda.

No digo predominio derecho ni izquierdo porque hoy se sabe que una imagen electrocardiográfica derecha no siempre corresponde a una hipertrofia de este ventrículo, ni una imagen izquierda a una hipertrofia ventricular izquierda, como antes se creía. En otros términos, no toda desviación del eje eléctrico hacia la derecha o hacia la izquierda tiene significado patológico.

Veamos ahora los resultados que nos da el método del triángulo de Eithoven en el cuadro adjunto y en la figura 20.

Eje eléctrico.—Triángulo de Einthoven.

Indice	Frecuencia	%
-30 — — 20	1	} 44,4
-20 — — 10	1	
-10 — — 0	6	
0 — — 10	2	
10 — — 20	6	
20 — — 30	6	
30 — — 40	14	} 24
40 — — 50	15	
50 — — 60	28	
60 — — 70	32	
70 — — 80	60	} 31,6
80 — — 90	31	
90 — — 100	37	
100 — — 110	5	
110 — — 120	2	} 31,6
120 — — 130	1	
130 — — 140	3	
	250	100

Este método se debe a Einthoven y fué desarrollado después por Carter, Richter y Greene. La casa Sanborn distribuye gráficos como el representado en la figura 21. Para averiguar el eje eléctrico por este método se suma algebraicamente R_1 y S_1 y el resultado se marca en la derivación I; en seguida se suma R_3 y S_3 de la misma manera y el resultado se marca en la derivación III; luego se siguen las perpendiculares de los dos puntos y se marca el sitio donde se corten; por último, del centro de la figura se traza una línea recta hacia la circunferencia exterior, que pase por el punto donde se encontraron las dos perpendiculares antes mencionadas, y se lee el grado de desviación en grados de circunferencia. Se considera como normal, según las instrucciones, un eje de 0 a 90; de 90 a 180 desviación hacia la derecha, de 0 a -90 desviación del eje eléctrico hacia la izquierda.

Un ejemplo para aclarar el manejo de este esquema. Supongamos un electrocardiograma que tenga R_1 4 y S_1 -8=-4; R_3 13 y S_3 -5=8; tomamos en derivación I -4 y en derivación III 8; seguimos las perpendiculares a estos dos puntos y del centro de la figura trazamos una recta por el sitio donde se encuentren y entonces tendremos que en tal caso el eje eléctrico es de 119, es decir, un eje eléctrico desviado hacia la derecha.

Los dos métodos antes descritos concuerdan, en sus líneas ge-

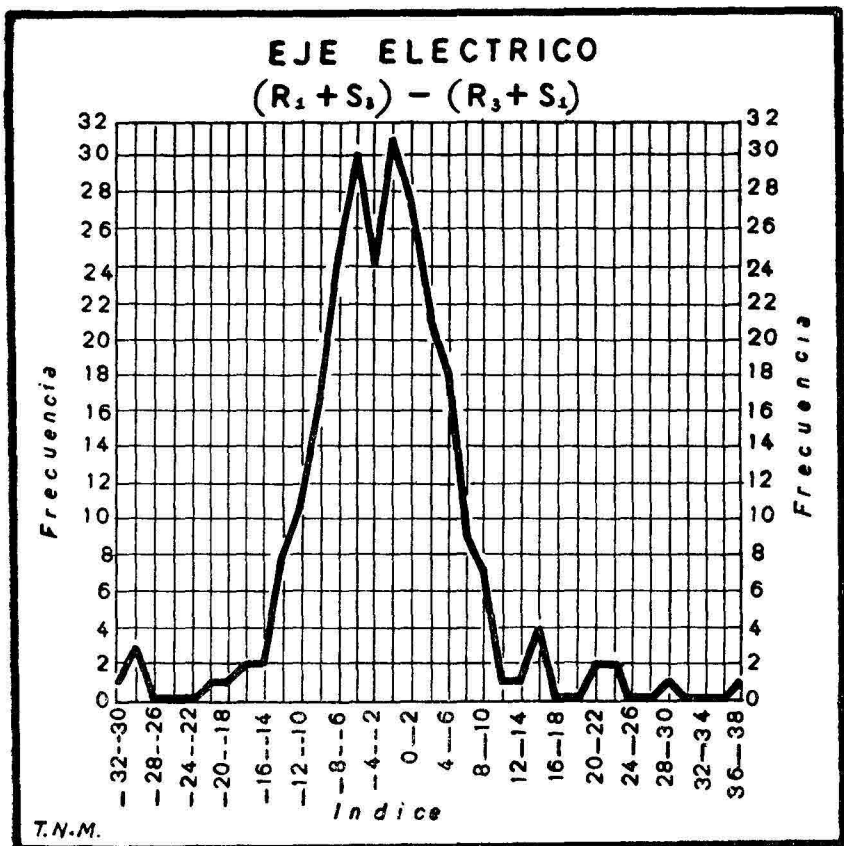


Figura N° 19.—Eje eléctrico.

nerales, aunque no siempre, como puede deducirse al comparar las gráficas 19 y 20. De los resultados obtenidos por el triángulo de Einthoven concluimos que la mayor frecuencia está entre 70 y 80 (24%), con una tendencia hacia la desviación izquierda (44,4%), contra un 31,6% hacia la derecha, es decir, lo contrario de lo que dedujimos por el método anterior. En cambio los dos métodos concuerdan en darnos una cifra alta de desviaciones francas hacia la derecha y una más baja hacia la izquierda. En efecto por la regla de Carter encontramos 1 caso de desviación hacia la izquierda por diez a la derecha y por el triángulo de Einthoven encontramos 8 a la izquierda por 48 a la derecha.

En todo caso el método más exacto es el de triángulo de Einthoven. Como conclusión podemos sacar que hay en Bogotá una ten-

dencia marcada hacia el predominio ventricular derecho, aun en los casos normales, como lo indica el hecho de que la cifra de mayor frecuencia esté entre 70 y 80, cuando lo normal se considera de 0 a 90. Esto está de acuerdo con lo que la práctica nos enseña, pues es muy frecuente entre nosotros encontrar en la clínica trastornos de la pequeña circulación con insuficiencia ventricular derecha.

Los resultados obtenidos por el electrocardiograma están en desacuerdo con los obtenidos por los estudios radiológicos, pues el doctor Benigno Jiménez, en su documentada tesis de grado llegó a la conclusión de que en Bogotá todos los diámetros están ligeramente aumentados, con excepción precisamente del correspondiente al ventrículo derecho. Esto nos confirma una vez más el hecho de

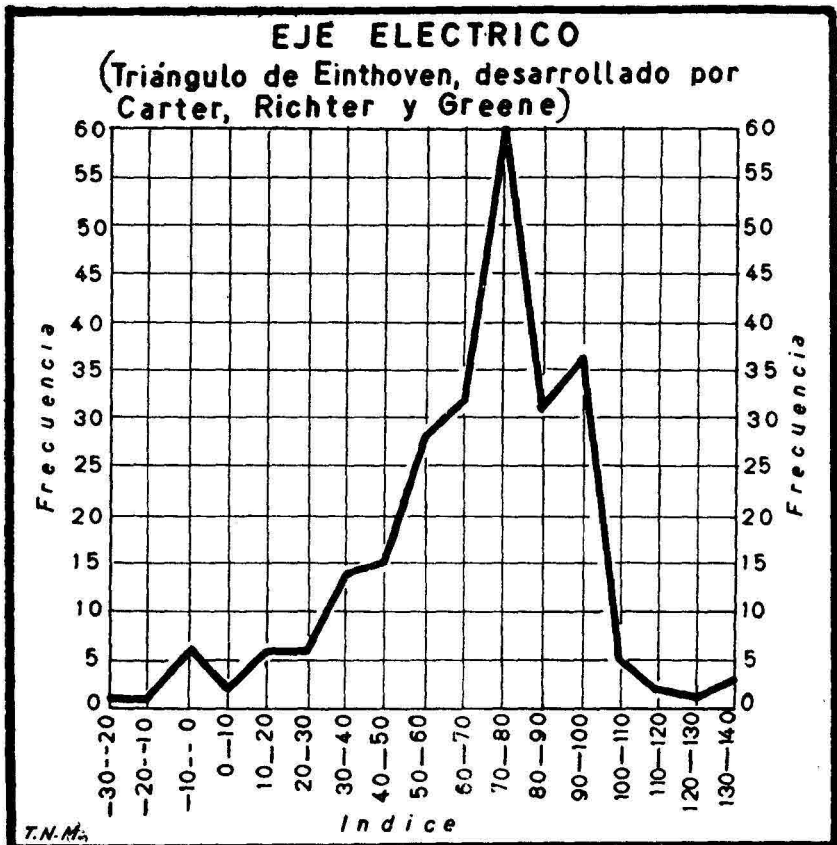


Figura N° 20.—Eje eléctrico (Triángulo de Einthoven).

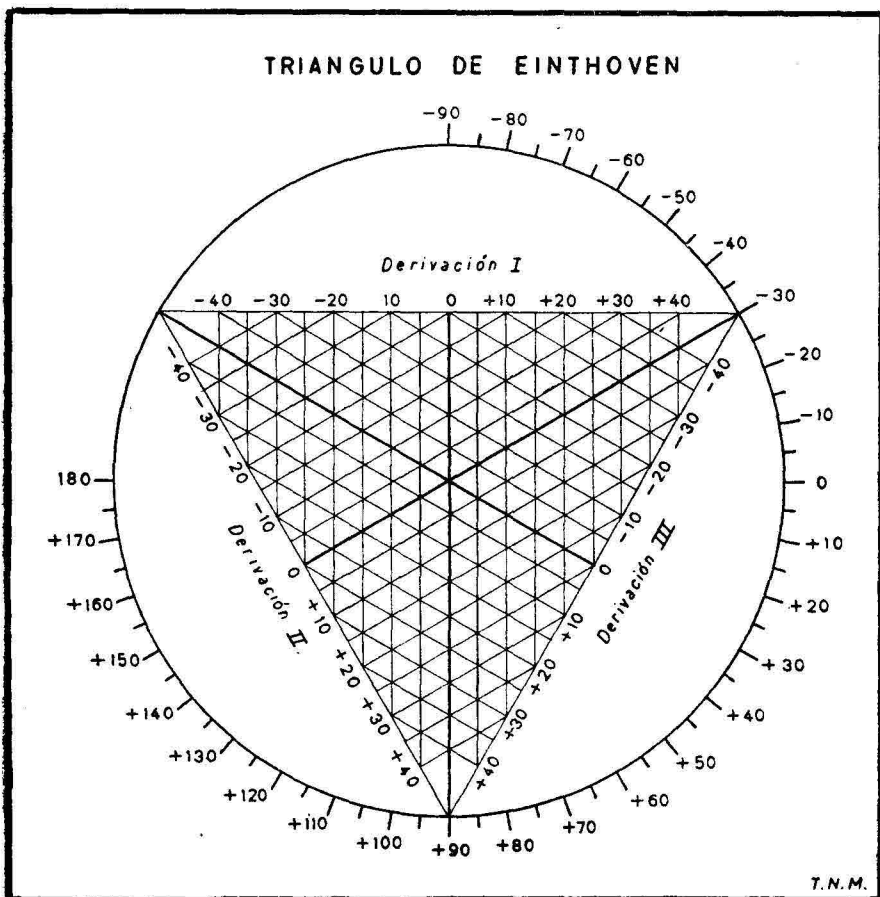


Figura Nº 21.—Triángulo de Einthoven.

que no toda desviación del eje eléctrico corresponde a una hipertrofia.

Se sabe por otra parte que en las grandes alturas aumenta el trabajo del corazón, el cual puede llegar a sufrir una dilatación más o menos acentuada.

Para dilucidar entre nosotros este problema de si hay hipertrofia ventricular derecha o no, habría que hacer el estudio del electrocardiograma del recién nacido y ver si también tiene la misma tendencia hacia la desviación del eje eléctrico hacia la derecha. Igualmente necesario sería hacer el estudio del electrocardiograma del adulto en una altura baja, al nivel del mar o cerca de este va-

lor, para ver si en los habitantes de dichos climas persiste la misma tendencia.

RITMO CARDIACO

Otro dato de gran importancia para el estudio de la anoxemia. Hé aquí los resultados obtenidos (cuadro adjunto y figura 22).

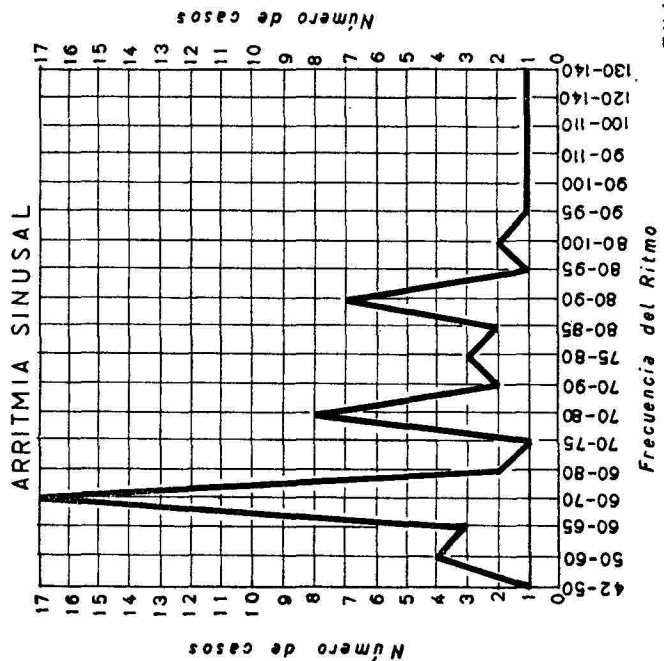
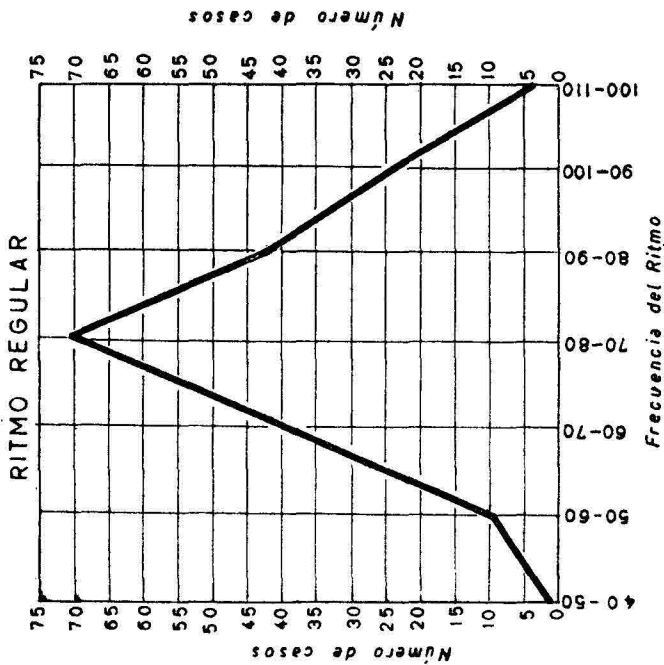
Ritmo	Número de casos	%
40	1	} 76,4
50	9	
60	40	
70	71	
80	42	
90	24	
100	4	

42 a 50	1	} 23,6
50 a 60	4	
60 a 65	3	
60 a 70	17	
60 a 80	2	
70 a 75	1	
70 a 80	8	
70 a 90	2	
75 a 80	3	
80 a 85	2	
80 a 90	7	
80 a 95	1	
80 a 100	2	
90 a 95	1	
90 a 100	1	
90 a 110	1	
100 a 110	1	
120 a 140	1	
130 a 140	1	

250		100

Vemos aquí que hay una mayoría de casos en que el ritmo es fijo (76,4%), contra un 23,6% de casos en que el ritmo es irregular. De estos casos, en todos se trata de arritmia sinusal, a excepción de dos casos de extrasístoles ventriculares. Vemos igualmente que el ritmo más frecuente es de 70 por minuto, ya sea ritmo regular o irregular.

RITMO CARDIACO



T.N.M.

Figura Nº 22.—Ritmo cardíaco.

Relación entre la duración del espacio Q—T y el ritmo cardíaco.

Hemos visto ya que el ritmo cardíaco es normal en Bogotá. Ahora veamos si la duración de la sístole ventricular guarda sus relaciones normales con este ritmo.

En la figura 23 están representados los valores normales dados por Hegglin y Holzman. Allí podemos apreciar que a medida que el ritmo se acelera la duración de la sístole ventricular se hace más corta y viceversa. Los puntos corresponden a las cifras encontradas en Bogotá, las cuales están comprendidas, en su gran mayoría, dentro de las zonas normales, lo que nos permite concluir que la duración del espacio Q-T, o sea la duración de la sístole ventricular, es normal en Bogotá, comparada con las cifras encontradas al nivel del mar.

CAPITULO III

Electrocardiograma Normal en Bogotá.

Del estudio experimental anterior podemos deducir los siguientes valores, que consideramos como normales para nosotros.

DURACION.

	D. I			D. II			D. III		
	Mn.	Md.	Mx.	Mn.	Md.	Mx.	Mn.	Md.	Mx.
P	4	8	12	4	8	12	4	8	12
Q	0	0	3	0	0	3	0	0	3
R	2	4	8	2	4	8	0	4	8
S	0	4	8	0	4	8	0	0	8
T	10	16	32	10	16	30	10	16	30
U	0	0	12	0	0	14	0	0	14
P—R	10	16	20	10	16	20	12	16	20
Q—R—S	4	8	10	4	8	10	4	8	10
S—T	0	12	16	0	8	20	0	12	20
Q—T	26	34	44	26	36	46	26	36	44
	A M P L I T U D								
P	0	< 1	2	< 1	1	2	0	1	2
Q	0	0	2	0	0	2	0	0	3
R	1	4	14	1	9	20	0	5	15
S	0	2	6	0	1	6	0	0	6
T	1	2	6	1	3	6	-2	1	6
U	0	0	1	0	0	1	0	0	1

La duración se da en centésimos de segundo y la amplitud en milímetros. La duración o amplitud 0 quiere decir que la onda o espacio no existe.

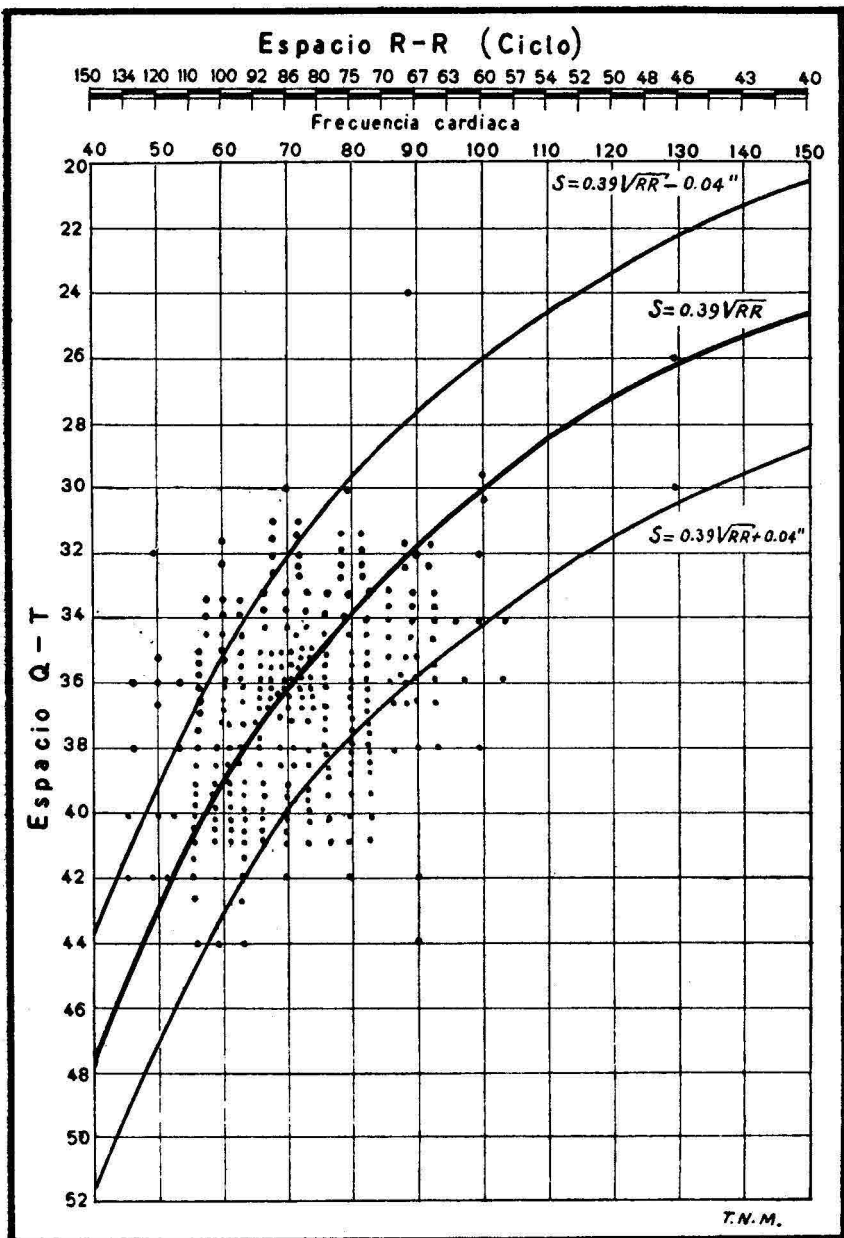


Figura N° 23.—Relación entre el espacio Q-T y el ritmo cardiaco (según Hegglin y Holzman). Los puntos corresponden a los valores encontrados en Bogotá.

CAPITULO IV

Signos electrocardiográficos de anoxemia.

Es innegable que todos los órganos sufren en su funcionamiento cuando son sometidos a condiciones de vida que no les son normales. Entre estas condiciones deficientes una de las más importantes es la disminución del principal alimento orgánico, el oxígeno. Esta disminución del oxígeno es la que se llama anoxemia o anoxia.

Si la anoxemia repercute sobre la vitalidad de todos los órganos, quizás sobre el que más se hace sentir es sobre el corazón. Las modificaciones que la anoxemia imprime al funcionamiento cardíaco han sido bastante estudiadas. Se ha estudiado el aumento del trabajo, las variaciones del ritmo, las variaciones de la presión arterial, las variaciones morfológicas y químicas de la sangre, etc. De estos problemas no nos ocuparemos, para dedicar nuestra atención exclusivamente a los datos que da el electrocardiograma.

Ya desde el año de 1912, cuando Heger y de Meyer publicaban la primera memoria sobre el particular, se sabe que el electrocardiograma sufre modificaciones con la altura. De los distintos factores responsables de estas modificaciones, disminución de la presión atmosférica, rarefacción del oxígeno o del anhídrido carbónico, los trabajos modernos, especialmente la escuela del profesor Binet, han demostrado el papel preponderante de la disminución de la presión parcial del oxígeno, es decir, de la anoxemia.

La disminución del oxígeno ha sido estudiada por varios métodos. Algunos autores, como Greene y Gilbert, Katz y Hamburger, Rotchild y Kissin, la han obtenido haciendo respirar a las personas o animales en cámaras cerradas (rebreathing). Otros, como Binet, Strumza y el suscrito, la han estudiado eliminando el factor depresión barométrica, haciendo respirar al animal mezclas de aire con nitrógeno, mezclas que son tanto más pobres en oxígeno cuanto más nitrógeno contengan. De esta manera, conservando la presión del nivel del mar constante, se puede hacer respirar una atmósfera cuya pobreza en oxígeno corresponda a 5,000, 8,000, o más metros de altura.

Las ventajas de este último método sobre el anterior son evidentes, pues la anoxemia es constante y fácil de conocer y de aumentar o disminuir, a voluntad, en tanto que por el método del "rebreathing" la anoxemia es progresiva y por lo mismo difícil de estudiar la relación entre su intensidad y los efectos que produzca.

Según Binet, Strumza y Ordóñez, los signos electrocardiográficos de la anoxemia se pueden dividir en dos fases: los de anoxemia débil, y los de anoxemia extrema.

La anoxemia débil, que aparece de 6,000 a 8,000 metros, tiene

signos electrocardiográficos inconstantes: inversión de T o aumento de su negatividad, desnivelación de S-T, taquicardia (véase figura 24).

Por ser muy importante este dato, quisimos precisar cuál era la presión mínima que producía estas modificaciones y encontramos que cuando la presión parcial del oxígeno era superior a 110 mm. Hg, o sea a 3.000 metros de altura, no había ninguna modificación; con una presión parcial de 97 mm. Hg, que corresponde a 4.000 m., solamente aparecía taquicardia pasajera, permaneciendo normal la forma de los trazados; de 74,2 mm. Hg de presión parcial del oxígeno en adelante empezaba a modificarse la forma del electrocardiograma.

Si la anoxemia débil tiene signos inconstantes, al contrario, la anoxemia extrema los tiene que son característicos. Refiriéndome una vez más a nuestras investigaciones, encontramos las siguientes modificaciones: disminución marcada de R y de S, aumento enorme de T (que viene a ser mayor que R), desaparición del espacio S-T, aplanamiento o desaparición de P, con trastornos del ritmo consistentes en ritmo nodal, o disociación aurículo-ventricular completa. (Figura 25). Estos fenómenos aparecen con anoxemias correspondientes a 12.000, 14.000 y 15.000 metros de altura.

Esta ojeada a los signos electrocardiográficos de la anoxemia nos va a permitir saber si en Bogotá el corazón está o no en anoxemia, es decir, si está bien nutrido en lo que respecta al oxígeno.

CAPITULO V

¿Existen en Bogotá signos electrocardiográficos de anoxemia?

En primer lugar veamos si en Bogotá hay factores que puedan modificar el electrocardiograma.

La altura. En Bogotá estamos a 2640 metros sobre el nivel del mar, lo que quiere decir que la presión parcial del oxígeno es superior a 110,2 milímetros de mercurio, lo que nos hace presumir que no esté modificado.

La temperatura. La media en Bogotá es de 14,375 (Caldas). Hasta donde se sabe, no es factor que pueda modificar el electrocardiograma.

El estado higrométrico. La media, según Garavito, es de 79,5. Como en todo clima de montaña, es pues elevado. No es sin embargo un factor que se haya tenido en cuenta para nada en Medicina. Nosotros estamos de acuerdo con lo que en días pasados nos sugirió el doctor Alfonso Esguerra de que este factor debe influir grandemente en la aparición y evolución de muchas entidades patológicas. En el Laboratorio de Fisiología se conservan las gráficas donde

aparecen las grandes variaciones que sufre el estado higrométrico en Bogotá. Posiblemente más tarde se pueda establecer la relación que haya entre estas variaciones y algunas epidemias o enfermedades de aparición, al parecer, caprichosa.

Respecto del electrocardiograma, el estado higrométrico puede modificarlo, pero no en sus rasgos fundamentales. Se ha notado que cuando el estado higrométrico es alto, es más difícil aislar al individuo, apareciendo corrientes parásitas.

Composición de la sangre. En el Perú el profesor Monge ha encontrado una disminución del pH en alturas ligeramente superiores a las de Bogotá. Entre nosotros, en la tesis que tuve el honor de presidir y dirigir, de la señorita Isabel Neira, se encontró que la reserva alcalina es ligeramente inferior a 65, aunque dentro de los límites que se consideran normales. Por otra parte, en las grandes alturas la reserva alcalina está siempre disminuída (Binet, Strumza y Voghel). Es sabido además que la alcalosis disminuye la altura de T, en tanto que la acidosis la aumenta (Barker, Shrader y Ronzoni). Por estar la reserva alcalina dentro de los límites normales, podemos pensar que el electrocardiograma no está modificado por este factor.

Si los datos anteriores nos hacen presumir con buenas razones que en Bogotá no está modificado el electrocardiograma, el argumento definitivo nos lo da la comparación de los resultados obtenidos en Bogotá con los datos clásicos, que se refieren a alturas iguales al nivel del mar. Veamos las diferentes ondas.

Onda P. Se le concede una altura máxima de dos milímetros por una duración máxima de 0"10. Es pues normal.

Onda Q. Generalmente no debe pasar de 3 milímetros. Es pues normal.

Onda R. Dura normalmente alrededor de 0"04 y puede llegar hasta 15 y 20 milímetros de amplitud. En Bogotá está dentro de estos valores.

Onda S. Puede tener hasta 6 milímetros. En Bogotá es normal.

Onda T. Dura alrededor de 0"19 y debe tener de 1 a 2 milímetros de amplitud en D.I y D.II, pudiendo ser isoeléctrica, negativa o difásica en D.III. Lo mismo he encontrado en Bogotá.

Onda U. He encontrado una duración más larga. No sé explicarlo, pero no tiene importancia para el estudio de la anoxemia.

Espacio P-R. El normal es de 0"10 a 0"20.

Espacio Q-R-S. No debe pasar de 0"10. He encontrado la mayoría de los casos en 0"08 y unos muy raros en 0"12.

Espacio S-T. Algunos autores, como Veil y Codina dan como duración normal de 0"09 a 0"11 y otros, como Carter, de 0"24 a 0"28 y otros, como Scherf, de 0"03 a 0"15. Aquí vemos la utilidad de tener nuestras propias cifras. En todo caso parece que las cifras

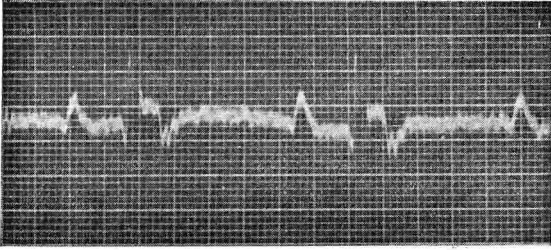


Figura 24. D. II Signos electrocardiográficos de anoxemia débil. (Según Binet, Strumza y Ordóñez).

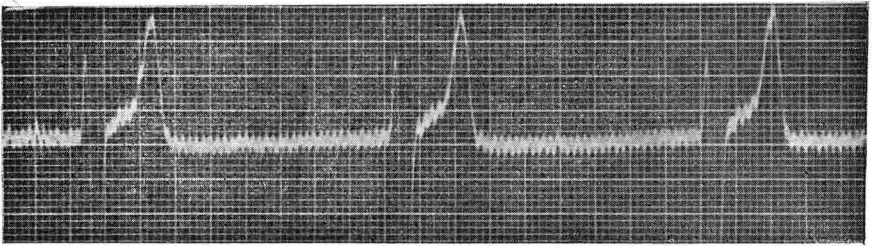


Figura 25. Signos de anoxemia extrema. (Binet, Strumza y Ordóñez).

de Carter son demasiado elevadas. Entre nosotros las cifras más frecuentes están de 0'08 a 0'12 y con frecuencia desnivelado positivo un milímetro, cifra que también se considera normal.

Espacio Q-T. Como vimos, sigue en sus rasgos generales las cifras normales dadas por Hegglin y Holzman sobre la relación entre la duración de Q-T y el ritmo cardíaco.

Eje eléctrico. No cabe duda de que en Bogotá hay una tendencia manifiesta a la desviación hacia la derecha. Queda por saber si corresponde a una hipertrofia ventricular derecha o no. El problema es muy difícil de resolver, pues, como vimos, los estudios radiológicos aquí verificados revelan una dilatación de todas las cavidades, excepto del ventrículo derecho.

Ritmo cardíaco. En Bogotá es normal.

Por todo lo anterior podemos concluir *que en Bogotá no hay signos electrocardiográficos de anoxemia*. La única modificación apreciable es una tendencia hacia la desviación del eje eléctrico hacia la derecha.

Resumen.

Se estudiaron 250 electrocardiogramas tomados a personas sanas que residían en Bogotá, que está a una altura de 2.640 metros sobre el nivel del mar.

Se sacaron las cifras que indican los valores del electrocardiograma normal en Bogotá. Del estudio de estos valores se concluye que en Bogotá no hay signos electrocardiográficos de anoxemia, habiéndose observado únicamente una tendencia a la desviación del eje eléctrico hacia la derecha.

Bibliografía.

Barker P. S., Shrader E., Lee y Ronzoni E.—The effects of alkalosis and of acidosis upon the human electrocardiogram. *Am. Heart J.* 17: 169, 1939.

Binet Leon, Strumza M. V. y Ordóñez J. H. — Modifications de l'electrocardiogramme au cours de l'anoxémie aiguë chez le chien C. R. *Société de Biol.* 125: 318, 1937.

Binet Leon, Strumza M. V. y Ordóñez J. H.—Coeur et anoxie. *Arch. Mal. du Coeur*, 31: 11, 1938.

Binet Leon, Strumza M. V. y Voghel D.—Anoxie et acapnie. *J. Phys. et Path. Gen.* 37: 507, 1939.

Borgard. — Ergebnisse elektrokardiographischer Untersuchungen bei Erniedrigung des atmosphärischen Druckes. *Arbeitsphysiologie* 9: 308, 1936.

Burnett C. T. y Taylor E. L. — Electrocardiograms on 167 average healthy infants and children. *Am. Heart J.* 11: 185, 1936.

Cluzet, Pierym, Ponthus y Milhaud.—Sur les modifications de l'electrocardiogramme chez l'animal soumis aux fortes dépressions barométriques en chambre pneumatique *Lyon Med.* 156: 182, 1935.

Gomeau W. J. y White P. D. — The clinical significance of right axis deviation in the electrocardiogram. *Am. Heart J.* 18: 334, 1939.

Corpas J. N.—La atmósfera de la altiplanicie de Bogotá en algunas de sus relaciones con la Fisiología y la Patología del hombre. Tesis de grado. Bogotá. 1910.

Delgadillo Alberto y Villamil Carlos.—Observaciones y anotaciones de electrocardiografía normal. Monografía del curso de Fisiología. 1940.

Dreyer N. B. — Some effects of anoxemia on the circulation. *Canadian M. A. J.* 16: 26, 1926.

Duthoit A., Warembourg H. y Pinchart. — L'electrocardiogramme du vieillard. *Arch. Mal. du Coeur* 31: 34, 1938.

Feil, Katz y Moore y Scott.—Electrocardiographic changes in myocardial ischemia. *Am. Heart J.* 6: 522, 1931.

Fernández Rubén y Barrera Julio. — Algunas constantes en electrocardiogramas normales. Monografía del curso de Fisiología. 1940.

Gaitán Mario. — Informe sobre electrocardiografía. Monografía del curso de Fisiología. 1939.

Greene y Gilbert.—Studies on the responses of the circulation to low oxygen tension, the cause of the changes observed during extreme anoxemia. *Am. J. Physiol.* 60: 155, 1922.

Gremels y Starling.—On the influence of hydrogen ion concentration and of anoxemia upon the hear-volume. *J. Physiol.* 61:

Grollman A. — Physiological variations of the cardiac output of man. The effect of high altitude. *Am. J. Physiol.* 93: 19, 1933.

Harrison y Blalock. —The regulation of the circulation. The effect of severe anoxemia of short duration on the cardiac output of morphinised dogs and trained unanesthetized dogs. *Am. J. Physiol.* 80: 169, 1927.

Heger P. y de Meyer J.—Altitude et coeur droit. In *Mélanges Biologiques*. Libro jubilar de Ch. Richet. 1912.

Jiménez Benigno.—Determinación de las dimensiones del corazón normal en Bogotá por el método ortodiagnóstico. Tesis de grado. Bogotá. 1934.

Johnson J. H. A. — A study of 2400 electrocardiograms of apparently healthy males. *J. Am. Med. Ass.* 114: 561, 1940.

Katz y Hamburger.—Effect of anoxemia on the electrocardiogram of normal persons. *Am. J. Med. Ass.* 100: 141, 1933.

Katz, Hamburger y Schutz.—Effect of generalized anoxemia on the electrocardiogram of normal subjects. *Am. Heart J.* 9: 771, 1934.

Katz y Wallace. — The role of cardiac ischemia en producing R-T deviation in the electrocardiogram. *Am. J. Med. Sc.* 181: 836, 1931.

Levy R. L., Barach Al. y Bruenn H. G.—Effects of induced oxygen want in patients with cardiac pain. *Am. Heart J.* 15: 185, 1938.

Levy, Bruenn y Russell. — The use of electrocardiographic changes caused by induced anoxemia as a test for coronary insufficiency. *Am. J. Med. Science*, 197: 241, 1939. (cit. por Scott).

Llinás Juan Pablo.—Investigaciones sobre electrocardiografía en Bogotá. Tesis de grado. Bogotá. 1928.

May S. H.—Electrocardiographic response to gradually induced oxygen deficiency. *Am. Heart J.* 17: 655, 1938.

Merchán Ramón y Marmolejo Vicente.—Apuntes sobre electrocardiografía. Monografía del curso de Fisiología. 1940.

Monge Carlos.—Les erythremies de l'altitude. Masson. Paris 1929.

Neira Isabel.—Iniciación del estudio de las modificaciones de la reserva alcalina durante el ejercicio físico. Tesis de grado. Instituto de Educación Física. Bogotá. 1940.

Ordóñez J. H. — Modificaciones del electrocardiograma del perro según el grado de la anoxemia. *Revista de la Facultad de Medicina* 7: 347, 1939.

Pardee H. E. B.—Nomenclature and description of the electrocardiogram. *Am. Heart J.* 20: 655, 1940.

Peña Arturo y Yanet Andrés.—Electrocardiografía. Monografía del curso de Fisiología. 1940.

Reyersbach, Kuttnef.—Studies on the auriculoventricular conduction time of normal children and of rheumatic children without signes of rheumatic activity. *Am. Heart J.* 20: 573, 1940.

Rothchild y Kissin.—Production of the anginal syndrome by induced general anoxemia. *Am. Heart J.* 8: 729, 1933.

Scott, Leslie y Mulinos.—Studies on coronary occlusion. I The effects on the electrocardiogram of the cat of producing anoxemia after coronary artery ligation. *Am. Heart J.* 19: 719, 1940.

Somervell.—Note on the composition of alveolar air at extreme heights. *J. Physiol* 60: 282, 1925.

Tuttle W. W. y *Korns H. M.*—Electrocardiographic observation on athletes before and after a season of physical training. *Am. Heart J.* 21: 104, 1941.

Van Liere. — The effect of anoxemia on the size of the heart as studied by the X-ray. *Am. J. Physiol.* 82: 727, 1927.

Yusti Gabriel y *Rangel Manuel.*—Electrocardiografía. Monografía del curso de Fisiología. 1940.

NOTA.—En esta bibliografía faltan algunas publicaciones recientes porque este trabajo fué escrito y presentado a la Facultad en mayo de 1941. (Octubre 16 de 1942).