

LA INFLUENCIA DEL ESFUERZO ESPIRATORIO SOBRE EL INTERVALO Q-T DEL ELECTROCARDIOGRAMA

por el doctor

DESIDERIO GROSS *

Los factores que determinan la duración del intervalo Q-T tanto en estado normal como patológico no son conocidos satisfactoriamente. Por esta razón cualquiera observación de naturaleza clínica o experimental que agregue algún nuevo aporte con respecto al comportamiento de este intervalo, contribuye al mejor entendimiento de lo que esta distancia realmente significa. El esfuerzo espiratorio, como ocurre cuando se espira contra presión manométrica, produce diferentes alteraciones electrocardiográficas. En el presente trabajo se reumen las modificaciones del intervalo Q-T encontradas durante esta prueba respiratoria.

MÉTODO

Estando el sujeto en posición de decúbito dorsal se registró el trazado eléctrico en las tres derivaciones clásicas. En seguida se colocó al lado del paciente un aparato de esfigmomanómetro de tipo mercurio (Baumanómetro) en tal posición, que permitió al sujeto acostado observar los movimientos de la columna mercurial durante la ejecución de la prueba. Se desconectó el manguito elástico del esfigmomanómetro, remplazándolo por un tubo de goma de 50 cm. de largo provisto de una boquilla de vidrio. Después de un cierto período de adaptación, el sujeto debe, previa inspiración profunda, espigar con fuerza hacia el sistema manométrico elevando la columna mercurial por encima de 60 mm. y manteniéndola durante un lapso mínimo de 15 segundos. Se registró un segundo trazado eléctrico, únicamente en la segunda derivación, partiendo del décimosegundo hasta la terminación de la prueba.

Para obtener curvas nítidas es preciso tomar ciertas precauciones. El sujeto debe estar acostado con sus músculos totalmente relajados, no debe participar en el esfuerzo espiratorio con ningún movimiento auxiliar de la cabeza ni de los brazos, pues las ondas parasitarias así producidas dificultan la exacta delimitación y por ende la medición del intervalo. Un ayudante mantiene el tubo de goma en la boca del individuo durante la prueba, mientras el examinador cuenta en voz alta el número de segundos corridos. El esfuerzo espiratorio requerido en este

*Santiago de Chile.

examen se encuentra dentro de la capacidad funcional de un individuo sano. La altura de la columna mercurial oscila durante la forzada espiración, sobrepasando algunas veces 100 mm., lo que está dentro de los límites normales de esta función respiratoria (promedio: 119 mm.; límites extremos: 86-180 mm. Gross¹).

Las mediciones fueron practicadas en la segunda derivación; el promedio de varios intervalos fué calculado y comparado con el valor proporcional según la fórmula de Bazett $Q-T = K \sqrt{RR}$, empleando para la constante K el valor 0.37, de acuerdo con la proposición original del autor. El cociente $Q-T/T-Q$ fué determinado en cada caso. El número total de individuos estudiados fué de 30.

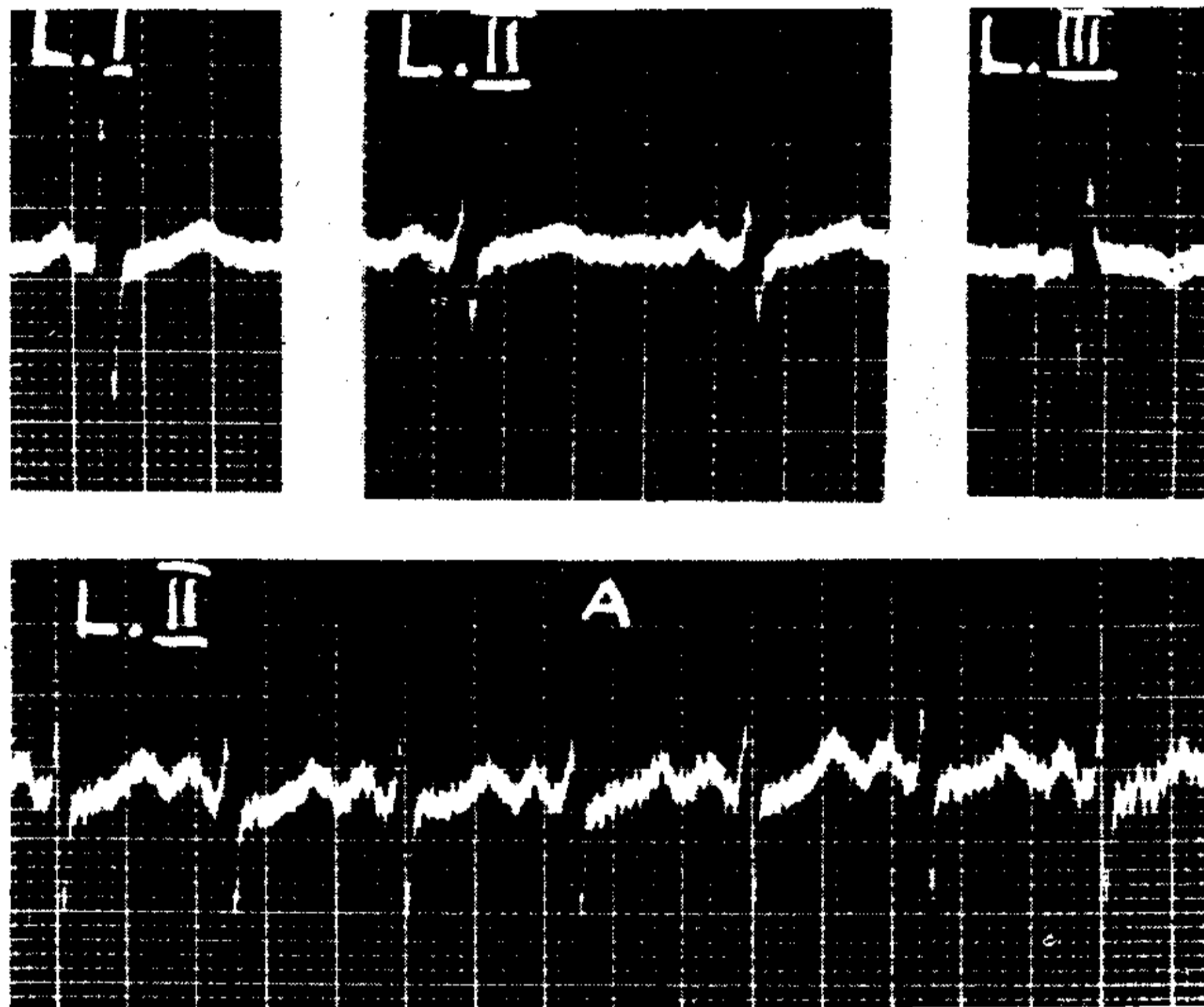


FIG. 1

Las figuras 1 y 2 reproducen en forma típica las alteraciones más sobresalientes producidas por el esfuerzo espiratorio que a continuación se analizarán detalladamente.

OBSERVACION N^o 1.—L. F., 42 años de edad. El trazado eléctrico en reposo acusa 0.80 seg. para la duración total del ciclo cardíaco equivalente a una frecuencia cardíaca de 75 contracciones por minuto. El promedio del intervalo Q-T fué 0.35, y el de distancia T-Q, 0.45 seg. El cociente $Q-T/T-Q$ midió 0.75. El trazado A corresponde a la inscripción durante la prueba. La frecuencia cardíaca aumentó a 120 por minuto. El intervalo Q-T alcanzó una duración de 0.37 seg., revelando así un alargamiento relativo de 0.11 seg. comparado con el valor proporcional calculado según Bazett. La distancia T-Q se redujo a 0.1 seg., mientras el cociente $Q-T/T-Q$ alcanzó la extraordinaria cifra de 2.84.

OBSERVACION N^o 2.—H. F., 50 años de edad. El ciclo cardíaco en reposo fué de 0.80 seg. y así la frecuencia cardíaca fué de 75 contracciones por minuto.

INTERVALO Q-T DURANTE EL ESFUERZO ESPIRATORIO

El intervalo Q-T presentó una duración de 0.36 seg., el intervalo T-Q 0.44 y el cociente Q-T/T-Q fué 0.82. El trazado A, tomado durante el esfuerzo espiratorio reveló 120 contracciones por minutos, intervalo Q-T de 0.36 seg. en vez del calculado proporcional de 0.26 seg., presentando de esta manera una prolongación relativa de 0.10 seg. El intervalo T-Q se redujo a 0.14 seg., en tanto que el cociente Q-T/T-Q dió el valor aumentado de 2.57.

RESULTADOS

Frecuencia cardíaca (Cuadro N° 1). El promedio de contracciones cardíacas durante el esfuerzo respiratorio fué de 117 por mi-

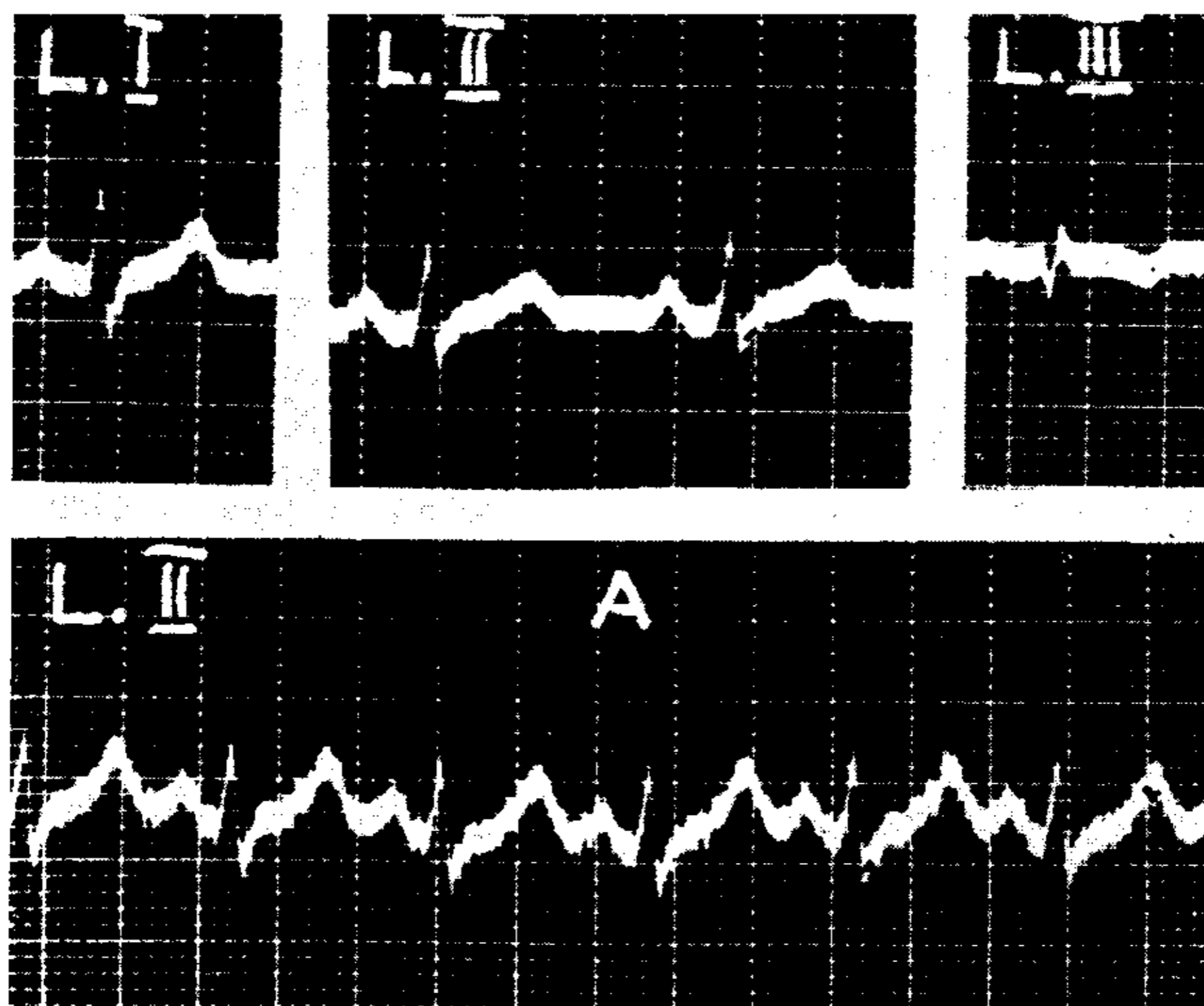


FIG. 2

nuto, fluctuando desde 95 hasta 136. La distribución de la frecuencia cardíaca observada fué la siguiente: 91-100 en tres casos, 101-110 en siete casos, 111-120 en once casos, 121-130 en seis casos y, finalmente 131-140 en tres casos.

Onda P. La altura del complejo auricular aumentó en 29 casos y disminuyó en un sólo caso. Su duración disminuyó en quince casos, quedó sin modificación en trece casos y se prolongó en dos casos.

Onda T. La altura de esta onda aumentó en 15, disminuyó en 8 y quedó sin modificación en 7 casos.

CUADRO N^o 1

N ^o	Edad años	Frecuencia cardíaca (min.)	Q-T Medido (seg.)	Q-T Calculado (seg.)	Diferencia (seg.)	$\frac{Q-T}{L-Q}$
1	28	100	0.42	0.29	+ 0.13	2.33
2	42	120	0.37	0.26	+ 0.11	2.84
3	50	120	0.36	0.26	+ 0.10	2.57
4	56	111	0.36	0.27	+ 0.09	2.00
5	48	115	0.36	0.27	+ 0.09	2.25
6	28	125	0.34	0.26	+ 0.08	2.43
7	23	107	0.36	0.28	+ 0.08	1.80
8	22	136	0.32	0.24	+ 0.08	2.66
9	51	95	0.36	0.29	+ 0.07	1.33
10	32	125	0.33	0.26	+ 0.07	2.20
11	50	115	0.34	0.27	+ 0.07	1.88
12	43	130	0.30	0.23	+ 0.07	2.80
13	60	100	0.36	0.30	+ 0.06	1.50
14	47	107	0.34	0.28	+ 0.06	1.54
15	47	107	0.34	0.28	+ 0.06	1.54
16	34	120	0.32	0.26	+ 0.06	1.77
17	42	107	0.34	0.28	+ 0.06	1.36
18	45	120	0.32	0.26	+ 0.06	1.77
19	46	105	0.34	0.28	+ 0.06	1.47
20	22	125	0.32	0.26	+ 0.06	2.00
21	45	120	0.32	0.26	+ 0.06	1.88
22	34	125	0.32	0.26	+ 0.06	2.00
23	30	107	0.34	0.28	+ 0.06	1.54
24	47	125	0.32	0.26	+ 0.06	2.00
25	26	118	0.31	0.26	+ 0.05	1.55
26	60	100	0.34	0.29	+ 0.05	1.31
27	43	128	0.30	0.25	+ 0.05	1.77
28	42	111	0.32	0.27	+ 0.05	1.45
29	40	136	0.28	0.23	+ 0.05	1.33
30	48	107	0.32	0.27	+ 0.05	1.33
Promedios:	41	117				1.91
					+0.0687	
					desviación stand. ± 0.0189	

Segmento ST. En cinco casos se observó un ligero desplazamiento por debajo de la línea isoeletrica, mientras en los restantes 25 casos no se registró alteración alguna.

Intervalo Q-T. El hallazgo electrocardiográfico más significativo y que apareció en forma constante fué el alargamiento del intervalo Q-T en comparación con su duración proporcional calculada a partir de la fórmula de Bazett. Su duración media fué siempre mayor a la calculada. El promedio de diferencia entre el intervalo Q-T medido y el calculado fué +0.0687 seg., con desviación

standard de ± 0.01893 seg. y con diferencias desde $+0.05$ hasta $+0.13$ seg.. La distribución de las diferencias observadas fué la siguiente: 0.13 - 0.10 seg. en tres casos (10 %), 0.09 seg. en dos casos (6.7 %), 0.08 seg. en tres casos (10 %), 0.07 seg. en cuatro casos (13.3 %), 0.06 seg. en doce casos (40 %) y, finalmente 0.05 seg. en seis casos (20 %).

Q-T
Cuociente $\frac{\text{---}}{\text{T-Q}}$. Su valor medio fué 1.91 con rango desde 1.31

hasta 2.84. No se pudo establecer alteración definida respecto a las ondas R y S, ni tampoco a los intervalos PQ y QRS.

COMENTARIOS

La determinación de la fuerza espiratoria ha sido empleada tanto con fines prácticos, para examinar la eficacia del sistema cardiovascular^{2, 3}, como para fines de investigación^{4, 5}. Las múltiples adaptaciones circulatorias que siguen al aumento de la presión intrapulmonar, como ocurre en la presente prueba, han sido satisfactoriamente aclaradas gracias a los experimentos e investigaciones clínicas realizadas por Buerger⁵, Mathes⁶, Hamilton, Woodbury and Harper⁷, Liedholm⁸, Rusher⁹. Como resultado puede concluirse, que el aumento de la presión intrapulmonar causa disminución del retorno venoso hacia el corazón, del volumen sistólico y del gasto cardíaco, asimismo disminuye el tamaño del corazón, mientras que aumenta la frecuencia cardíaca, la presión venosa y la presión del líquido céfalo-raquídeo.

Las alteraciones electrocardiográficas que aparecen durante el esfuerzo espiratorio han sido escasamente tratadas en la literatura. Buerger⁵ describió taquicardias desde ligera aceleración hasta completa desaparición de la distancia T-P con fusión de las ondas T y P. Esto ocurrió 5 veces en los 120 casos estudiados por el autor. La onda P aumentó su altura, mientras que las modificaciones de las ondas R, S y T fueron inconstantes. En casos de miocardio dañado, fibrilación y flutter auricular, como asimismo bloqueo aurículo-ventricular han sido observados también cambios.

El intervalo Q-T, por lo general, se acorta cuando el número de las contracciones cardíacas aumenta; sin embargo taquicardias con intervalo Q-T alargado han sido observadas en muy variadas

condiciones. Cuando se cambia la posición en forma pasiva desde la posición horizontal hasta 60° o a la vertical, suele aparecer ritmo cardíaco acelerado. En esta taquicardia postural en los primeros momentos y ocasionalmente, el intervalo Q-T puede estar prolongado (Schlomka ¹⁰, Schwiegel ¹¹). Horwitz y Graybiel ¹² han estudiado la influencia del cambio postural pasivo para la duración relativa del intervalo Q-T en un grupo de 10 cadetes de aviación, encontrando en un caso alargamiento marcado que llegó hasta 0.16 seg. En cuatro casos la prolongación fué moderada; 0.09 — 0.04 seg., en otros cuatro casos fué ligera: 0.03 — 0.02 seg., y finalmente en un caso no hubo modificación alguna. Los autores explican este alargamiento ocasional de la sístole eléctrica como un fenómeno funcional transitorio de origen nervioso, que hace retardar el proceso de repolarización de la musculatura ventricular. Newton ¹³ atribuye especialmente a la intervención del nervio vago las modificaciones del intervalo Q-T que aparecen en las reacciones posturales. Yu, Bruce y colaboradores ¹⁴, inscribieron la curva eléctrica durante el ejercicio muscular encontraron el intervalo Q-T prolongado. Vedoya, Nessi y Copello ¹⁵ han encontrado en enfermos con síndrome de angor pectoris y con prueba de esfuerzo positiva el intervalo Q-T prolongado, como resultado del esfuerzo realizado. En el síndrome post-taquicárdico, según las observaciones de Cossio y Berconsky ¹⁶, González Videla ¹⁷, en el período inmediato que sigue al ataque el intervalo Q-T puede ser ocasionalmente prolongado.

El cociente Q-T/T-Q expresa en forma numérica la relación de la duración del sístole al diástole dentro del ciclo cardíaco. Su valor en casos de actividad cardíaca normal y por debajo de frecuencia cardíaca de 100 por minuto es menos de 1.0¹⁸. El aumento significativo del cociente indica perturbación de la relativa duración del sístole al diástole con significación cardiodinámica y su intensidad guarda relación con el proceso causal responsable de la desproporción. Taran y Szilagyí ¹⁸, estudiando el comportamiento del cociente en niños con carditis reumática, han encontrado el promedio más alto de 1.825 en el grupo que acusaba signos de actividad. Gittleman y colaboradores ¹⁹ hicieron observaciones semejantes en enfermos de miocarditis aguda no reumática. Yu, Bruce y colaboradores ¹⁴ correlacionaban en un grupo de enfermos de cardiopatía hipertensiva y arterioesclerótica la aparición de intenso dolor precordial durante la ejecución de esfuerzo muscular con el aumento

notable del cociente Q-T/T-Q, promedio 1.91, como expresión de las condiciones desfavorables que estos enfermos presentan durante el trabajo.

Confrontando los hallazgos obtenidos durante el esfuerzo espiratorio con las experiencias expuestas, podemos decir, que casi constantemente apareció una aceleración cardíaca de grado moderado, pero no se observó taquicardia extrema como lo había descrito Buerger⁵ en tres casos, sobrepasando el número de contracciones cardíacas a 180 por minuto. Las modificaciones de la onda P consistentes en el aumento del voltaje con o sin acortamiento de su duración, tal como suele encontrarse en casos de P pulmonale, debe considerarse como la expresión electrocardiográfica de la hiperfunción transitoria del corazón derecho que se desarrolla necesariamente durante el esfuerzo espiratorio como adaptación funcional.

El intervalo Q-T se alargó por encima de su valor proporcional en todos los casos. Además de las razones electrofisiológicas expuestas que responsabilizan el retardo del proceso de la repolarización por la prolongación de la sístole eléctrica, Schwiegel¹¹ aportó algunas evidencias en favor de los factores hemodinámicos que pueden intervenir en la determinación de la duración del intervalo Q-T. Dicho autor vincula el acortamiento del intervalo Q-T que aparece inmediatamente después del esfuerzo muscular, con el aumento del volumen sistólico. Aceptando tal interpretación, entonces en situaciones opuestas, como en casos de taquicardias ortostáticas, donde el volumen sistólico está disminuído, el aumento de la duración del intervalo Q-T debe relacionarse con esta situación hemodinámica. Consecuentemente, se interpreta el alargamiento del intervalo Q-T durante el esfuerzo espiratorio, por factores hemodinámicos, por la disminución del volumen sistólico.

El intervalo T-Q es fuertemente reducido durante el esfuerzo espiratorio por mecanismo doble. Primero, la taquicardia misma, después la relativa prolongación del intervalo Q-T actúan en igual sentido reduciendo la duración de este intervalo.

El cociente Q-T/T-Q aumentó su valor numérico por encima de toda proporción. Su promedio de 1.91 y su valor extremo de 2.84 indican condiciones extraordinariamente desfavorables para la función cardíaca.

SUMARIO

1) Se estudian las alteraciones electrocardiográficas que aparecen durante el esfuerzo espiratorio en un grupo de 30 individuos sanos.

2) El hallazgo electrocardiográfico más constante consistió en la prolongación relativa del intervalo Q-T. Se observó taquicardia sinusal, aumento de voltaje con disminución de la duración del complejo auricular y onda T con tendencia a aumentar de voltaje.

3) Hay aumento notable del valor numérico del cociente Q-T/T-Q. Este aumento se debe al alargamiento del intervalo Q-T y al acortamiento del intervalo T-Q producido por la taquicardia.

BIBLIOGRAFIA

1. Gross D. — "Am. Heart J.", 1943, 25, 335.
2. Buerger M. — Spotphysiologische Untersuchungsmethodik. Brugsch und Schittenhelm, Klinische Laboratoriumstechnik. Urban und Schwarzenberg. Berlin, 1928, p. 2015.
3. Starling's Principles of Human Physiology, Seventh Edition. Lea & Febiger, Philadelphia, 1936, p. 911.
4. Friedman M. — "Am. Heart J.", 1945, 30, 557.
5. Buerger M. — "Zeitschr. f. d. ges. exp. Med.", 1926, 52, 321.
6. Mathes K. — "Klin. Wchnschr.", 1938, 13, 473.
7. Hamilton W. T., Woodbury R. A. and Harper H. T. — "J.A.M.A.", 1936, 107, 853.
8. Liedholm K. — "Acta Med. Scandinav.", 1939, 106, 1.
9. Ruschmer R. F. — "Am. Heart J.", 1947, 34, 399.
10. Schiomka G. — "Zeitschr. f. klin. Med.", 1936, 179, 238.
11. Schwingel E. — "Deutsch. Med. Wchnschr.", 1937, 63, 434.
12. Horwitz O. and Graybiel A. — "Am. Heart J.", 1948, 35, 481.
13. Newton M. — "Am. Heart J.", 1949, 37, 1090.
14. Yu N. P. G., Bruce R. A., Lovejoy F. W. and Pearson. — "J. of Clin. Invest.", 1950.
15. Vedoya R., Nessi C. T. y Copello C. E. — "Esta Revista", 1950, 17, 325.
16. Cossio P. and Berconsky I. — "Am. Heart J.", 1947, 33, 720.
17. González Videla J. — "Esta Revista", 1947, 14, 30.
18. Taran L. M. and Szilagyí N. — "Am. Heart J.", 1947, 33, 14.
19. Gittleman W., Thorner M. C., Griffith G. C. — "Am. Heart J.", 1951, 41, 78.

R É S U M É

On étudie les altérations de l'E.K.G. qui apparaissent pendant l'effort respiratoire dans un groupe de 30 individus sains. On trouva une prolongation relative de l'intervale Q-T et une tachycardie sinusale avec augmentation de voltaje et

INTERVALO Q-T DURANTE EL ESFUERZO ESPIRATORIO

diminution de la durée du complex auriculaire, et une onde T avec tendance a augmenter de voltage. Il existe une augmentation notable de la valeur numérique du quotient Q-T/T-Q. Cette augmentation se doit à l'allongement de l'intervale Q-T et au raccourcissement de l'intervale T-Q produit par la tachycardie et par la prolongation relative de l'intervale Q-T.

S U M M A R Y

The electrocardiographic changes induced by forced expiration were studied in 30 normal patients. A relative lengthening of the QT interval was found, as well as sinus tachycardia, high voltage and shortening of the auricular complex and flattening of the T wave. The QT/TQ relationship was increased on account of the lengthening of the QT interval and the shortening of the TQ secondarily to tachycardia.

ZUSAMMENFASSUNG

Bein einer Gruppe von 30 gesunden Personen werden die elektrokardiografischen Veränderungen beobachtet, welche während des Ausatemungsaktes auftreten. Der elektrokardiografische Befund von grösser Konstanz bestand in der relativen Verlängerung des Intervalles Q-T. Man beobachtete Sinustachykardie, Erhöhung der Spannung mit Verminderung der Dauer des Vorhofkomplexes und T-Zacke mit Tendenz die Spannung zu erhöhen. Innerhalb des Herzzyklus besteht eine deutliche Differenz des Zeitraumes zwischen Systole and Diastole, die sich in einer merklichen Vergrößerung des numerischen Wertes des Bruches Q-T/T-Q ausdrückt. Diese Vermehrung ist auf die Verlängerung des Intervalles Q-T und die Verkürzung des Intervalles T-Q zurückzuführen, welche durch die Tachykardie und die relative Verlängerung des Intervalles Q-T hervorgerufen werden.