

ARTICULOS ORIGINALES

EL BALISTOCARDIOGRAMA EN LOS DEPORTISTAS

POR LOS DOCTORES

L. DE SOLDATI, S. BALASSANIAN y R. H. MEJÍA *

YA en los comienzos de la balistocardiografía, Y. Henderson (1905) estableció que las curvas balísticas de los deportistas jóvenes, con gran desarrollo muscular, eran más grandes, en relación con aquellas registradas en hombres y mujeres de hábitos sedentarios. Posteriormente, Doliópolous (1953) y Boucheau (1954), Merlen y colaboradores (1954), y Merlen y Desruelles (1956) estudian el balistocardiograma de los deportistas antes y después del esfuerzo, comprobando el aumento de la amplitud general del trazado y alteraciones de algunas ondas diastólicas, hallazgos que son confirmados por trabajos posteriores de Abboni y Lapicirella (1957).

En el presente trabajo, considerando el interés del tema efectuamos el estudio balistocardiográfico de un lote de deportistas sanos en las condiciones que se detallan a continuación.

MATERIAL Y TECNICA

Se estudian veinticinco deportistas de 16 a 34 años de edad (catorce boxeadores, diez ciclistas y un futbolista), sin lesión cardiovascular evidenciable por las normas clínicas habituales. En todos ellos se realizan, además del examen clínico, electrocar-

diograma, telerradiografía de tórax, análisis de laboratorio de rutina y algunas pruebas funcionales (presión venosa, velocidad circulatoria, capacidad vital, apnea inspiratoria), que resultaron normales.

En todos los casos se registró el balistocardiograma tipo diagnóstico, y de desplazamiento con el dispositivo electromagnético calibrado de Soldati (Soldati, 1955; Soldati y colaboradores 1956).

Una vez efectuadas las mediciones de las desviaciones H I, I J, J K, y K L, durante la apnea intermedia en el bcg diagnóstico se realizan los estudios estadísticos correspondientes. Se determina asimismo la sístole balistocardiográfica, el intervalo H K, el tiempo de tensión ventricular Q H (Sebastiani y colaboradores, 1952), el índice balistocardiográfico de Dock (Dock y colaboradores, 1953), y el índice de la variación respiratoria de Anderson (Anderson y colaboradores, 1954).

En el bcg de desplazamiento se miden el desplazamiento real del cuerpo y la velocidad de desplazamiento a nivel de la desviación I J y J K (Mejía y Soldati, 1956).

RESULTADOS

Una vez realizado el análisis estadístico de las cifras obtenidas, puede observarse (Tabla N° 1) una amplia dispersión de las frecuencias con que

* Del Servicio de Cardiología del Hospital Municipal T. de Alvear. Jefe: Profesor Dr. León de Soldati.

T A B L A I

BCG en los deportistas. — Amplitud de las desviaciones en apnea, en mm. — Tipo "diagnóstico". — Desviaciones Standards en deportistas normales

"H I"	Máx.	12	15	= + 66 %
	Mín.	3	4	
	T. M.	6	10	
	D. St.	2.1	3.4	
"I J"	Máx.	24	35	= + 53 %
	Mín.	7	9	
	T. M.	13	20	
	D. St.	4.1	6.9	
"J K"	Máx.	34	42	= + 41 %
	Mín.	10	11	
	T. M.	17	24	
	D. St.	4.9	7.6	
"K L"	Máx.	22	36	= + 46 %
	Mín.	7	7	
	T. M.	13	19	
	D. St.	3.6	7.1	
Sístole balistocardiográfica "H-K" ..	Máx.	0.32 seg.	0.32 seg.	= + 7 %
	Mín.	0.20	0.25	
	T. M.	0.26	0.28	
	D. St.	0.024	0.02	
Tiempo de tensión ventricular "Q-H" ..	Máx.	0.15	0.15	= — 17 %
	Mín.	0.10	0.07	
	T. M.	0.12	0.10	
	D. St.	0.01	0.02	

T A B L A II

Indices balistocardiográficos en los deportistas

Indice de Dock standards en deportistas normales	Máx.	0.91	0.86
	Mín.	0.37	0.44
	T. M.	0.62	0.63
Indice de Anderson	Máx.	2.1	2.2
	Mín.	1.0	1.0
	T. M.	1.3	1.3

BCG de desplazamiento

	Desviación desplazamiento. — Vel.		Desplazamiento.		
	<i>(en mm)</i>		<i>(en mm/seg.)</i>		
	<i>St. normales</i>	<i>Deportistas</i>	<i>St. normales</i>	<i>Deportistas</i>	
"I J"	Máx.	0.11	0.14	1.20	1.50
	Mín.	0.03	0.04	0.30	0.40
	T. M.	0.06	0.08 (+ 33 %)	0.68	0.80 (+ 17 %)
	D. St.	0.005	0.02	0.06	0.30
"J K"	Máx.	0.14	0.17	1.16	1.50
	Mín.	0.03	0.04	0.25	0.20
	T. M.	0.7	0.10 (+ 33 %)	0.63	0.90 (+ 42 %)
	D. St.	0.008	0.03	0.02	0.30

se presentan los distintos valores, especialmente en lo que respecta a la desviación I J, J K y K L, siendo menos notable dicha dispersión en la desviación H I. La sístole balistocardiográfica y el tiempo de tensión ventricular (Tabla N° 2) fueron muy constantes, mientras los índices de Dock y de Anderson mostraron

también, como es habitual, gran dispersión de frecuencias en la presentación de los valores.

El desplazamiento real del cuerpo y la velocidad de desplazamiento (Tabla N° 2) se comportaron estáticamente en forma similar a lo que ocurre en individuos normales. No se observó alteración de la confi

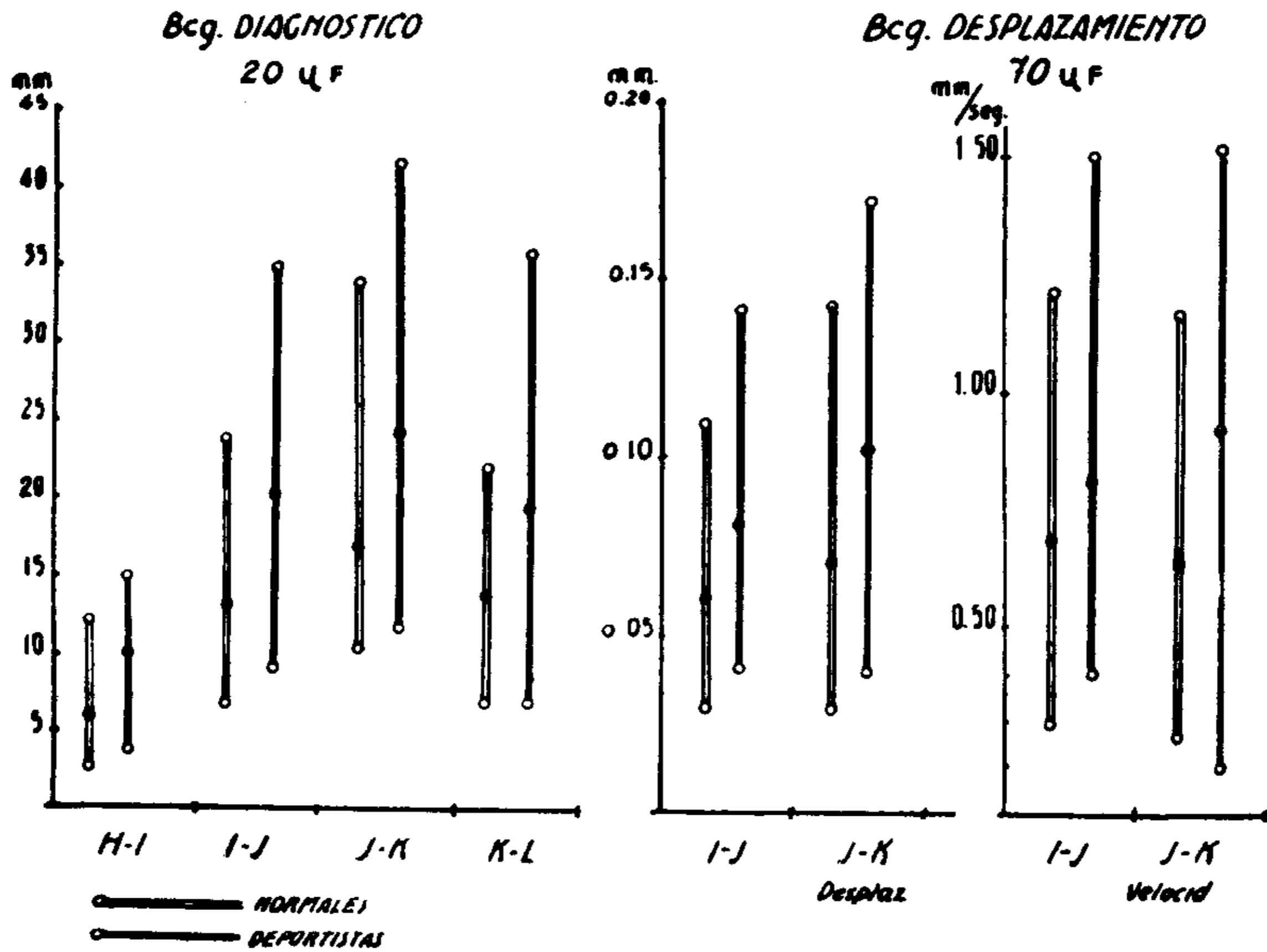


FIGURA 1

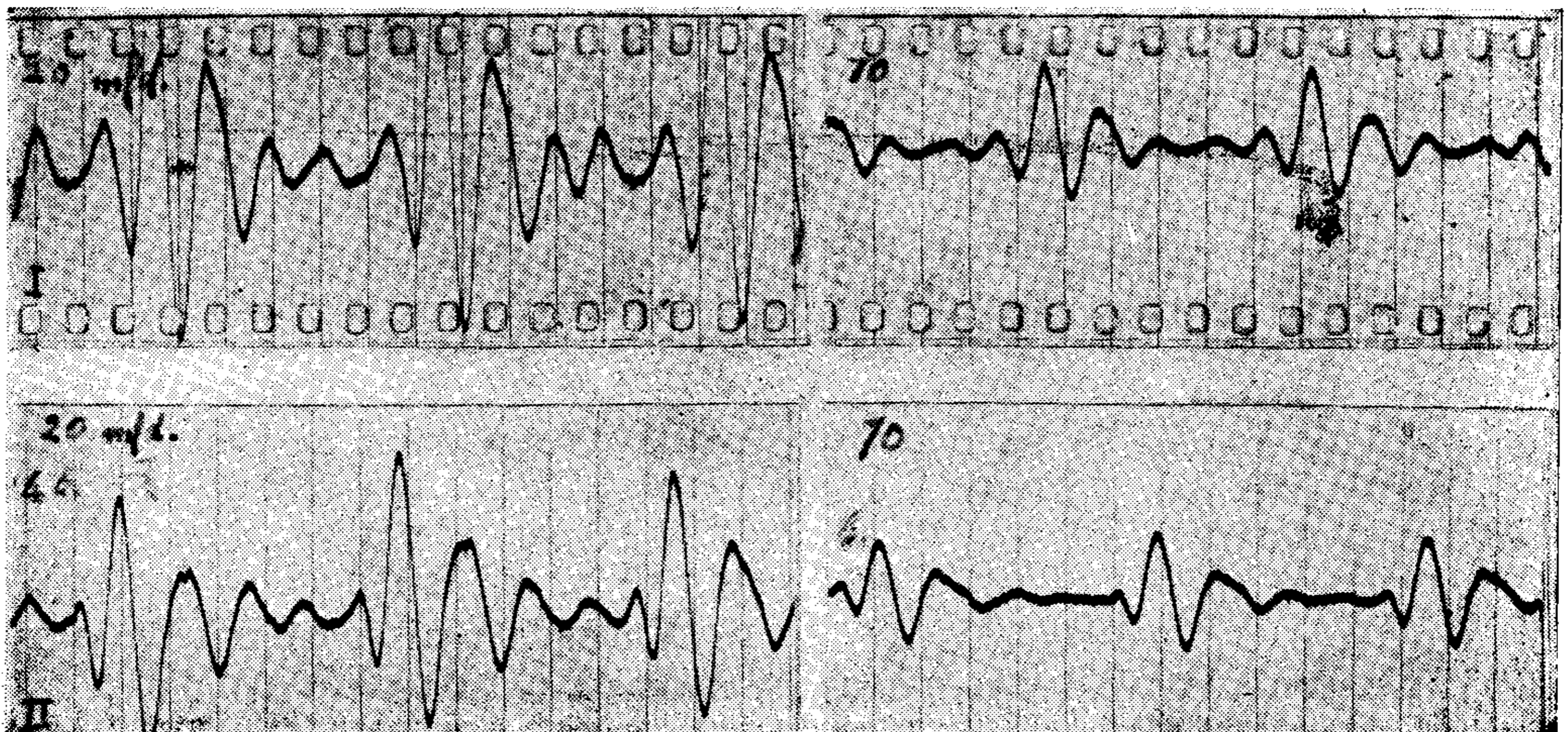


FIGURA 2

1) M. S., 18 años, ciclista. — 2) A. R., 23 años, boxeador

guración balistocardiográfica en las ondas sistólicas ni en las ondas diastólicas.

DISCUSION

Comparando los términos medios obtenidos con los correspondientes a sujetos normales no deportistas (Soldati y colaboradores, 1957), se observa:

1º) Las desviaciones H I, I J, J K, y K L del bcg diagnóstico aumentaron netamente de amplitud en los deportistas (figuras 1 y 2), especialmente la desviación H I, que sufrió un aumento del 66 por ciento, siendo la desviación J K la que menor aumento experimentó (41 por ciento).

2º) El tiempo de tensión ventricular mostró un acortamiento del 17 por ciento, mientras la sístole balistocardiográfica se prolongó ligeramente (7 por ciento) en relación a las cifras normales (Tabla Nº 1). Los índices de Dock y de Anderson se conservaron en las cifras promedio habituales de sujetos sanos no deportistas (Tabla Nº 2), lo cual es explicable dado que estos índices muestran relación porcentual entre desviaciones en distintos momentos respiratorios, relación que no se altera si los aumentos de amplitud ocurren en todas las desviaciones y momentos respiratorios en forma similar.

3º) El desplazamiento real del cuerpo aumentó en un 33 por ciento en ambas desviaciones estudiadas, mientras la velocidad de desplazamiento lo hizo en sólo 17 por ciento en la desviación I J, sufriendo un gran incremento en la desviación J K (42 por ciento) (Tabla Nº 2 y figura 1).

4º) Es de notar que la diferencia en los términos medios de sujetos deportistas y no deportistas se produce a expensas del aumento de las cifras máximas principalmente (fi-

gura 1), mientras las cifras mínimas tienen escasa variación.

Estos resultados, en lo que respecta al bcg diagnóstico, similares a los obtenidos por otros autores, nos inducen a suponer que desde el punto de vista balistocardiográfico tienen una mayor velocidad de expulsión sistólica, y tal vez un volumen sistólico mayor, los cuales serían responsables de las modificaciones observadas en los trazados de tipo diagnóstico y de desplazamiento.

Por su parte, Lindhart (1915) había señalado que el volumen-minuto de los atletas en reposo era mayor que el de las personas que no hacían deporte, cosa que no fué verificada por otros investigadores (Henderson y colaboradores, 1927; Schneider y colaboradores, 1940; Stewart y colaboradores, 1940). Pero debe admitirse que, en estos individuos, como el aumento del volumen sistólico va acompañado de reducción de la frecuencia cardíaca, puede mantenerse el volumen-minuto en cifras normales. En efecto, la frecuencia cardíaca media de nuestros deportistas fué de 65 latidos por minuto.

Abboni y colaboradores (1957) encuentran que el bcg de los deportistas en reposo, obtenido por el procedimiento electromagnético, era más amplio que el de los sujetos normales de la misma edad, pero señalan, al igual que Merlen y colaboradores (1956) la presencia de ondas diastólicas amplias, en especial la onda O, que para el primero de estos autores desaparecen después del esfuerzo, mientras que para el segundo se exageran. En nuestra experiencia no hemos observado alteraciones dignas de mención, de las ondas diastólicas.

En cuanto al acortamiento observado en el tiempo de tensión ventricular, con respecto a los standards normales, resulta razonable atribuirlo a una más rápida respuesta del corazón del deportista al estímulo, lo

que significaría una mayor eficiencia del músculo cardíaco en el proceso de adaptación a los esfuerzos no habituales. Recordemos que en un trabajo anterior habíamos advertido en anginosos el alargamiento del intervalo R H, respecto a los sujetos normales (Soldati y colaboradores, 1951), circunstancia que atribuimos a retardo entre la excitación del músculo cardíaco y su respuesta mecánica, lo que podría vincularse a una menor eficiencia del corazón en este síndrome; cosa que por otra parte Jonnart y colaborad. (1953) habían sugerido al expresar después de sus estudios balistocardiográficos con el dispositivo de aceleración, que en la enfermedad coronaria existe la incapacidad de la bomba cardíaca de acelerar correctamente y con fuerza de expulsión adecuada a la sangre.

Por lo tanto, y según lo demostraría el bcg en el corazón del deportista ocurre precisamente lo contrario; hay mayor fuerza cardíaca que en los sujetos no entrenados, su velocidad de expulsión es mayor y hay probablemente aumento del volumen sistólico.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

1) Se estudian veinticinco deportistas entre los 16 y 34 años de edad (catorce boxeadores, diez ciclistas y un futbolista), sanos desde el punto de vista clínico, a los que se realiza electrocardiograma, radiografía de tórax, análisis de laboratorio y prueba de capacidad funcional. En todos ellos se obtienen el bcg diagnóstico, y de desplazamiento en reposo.

2) Sobre los trazados obtenidos se determina la amplitud de las distintas desviaciones del bcg diagnóstico en apnea, así como el tiempo de tensión ventricular y la sístole balistocardiográfica. En el trazado de desplazamiento, se determina el desplazamiento y la velocidad de desplaza-

miento a nivel de las desviaciones I J y J K.

3) De la comparación de los resultados obtenidos, con los promedios de personas normales no deportistas, se desprende que todas las desviaciones del bcg diagnóstico son de amplitud mayor, así como la sístole balistocardiográfica, mientras que los índices de Dock y Anderson no variaron respecto de las personas normales. El tiempo de tensión ventricular apareció acortado.

4) En el bcg de desplazamiento se observa un franco aumento del desplazamiento real del cuerpo y de la velocidad de desplazamiento, especialmente a nivel de la desviación J K.

5) Este aumento de amplitud, así como el del desplazamiento real del cuerpo y de la velocidad de desplazamiento son atribuidos a la existencia de una mayor velocidad de expulsión, y tal vez a un aumento del volumen sistólico. Esto sería una consecuencia de la mayor fuerza y eficiencia cardíaca.

6) Esta mayor eficiencia se vería reflejada en el acortamiento del tiempo de tensión ventricular, el cual sería exponente de una respuesta miocárdica más rápida al estímulo, al contrario de lo que sucede en los coronarios con eficiencia miocárdica disminuída, donde el tiempo de tensión ventricular se prolonga.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

1) Twenty-five sportsmen are studied, with ages ranging from 16 to 34 years (14 boxers, 10 cyclists and one football-player), healthy from the clinical point of view, obtaining their electrocardiograms, thoracic X-ray photographs, laboratory analysis and functional capacity tests. In all of them displacement when resting and the diagnostic bcg are obtained.

2) On the tracings obtained we determined the range of the different deviations of the diagnostic bcg in apnea, as

well as the time of ventricular tension and the balistocardiographic systole. On the displacement tracing, the displacement and the displacement rate are determined at the level of the deviations I J and J K.

3) From the comparison of results obtained, and the averages of normal persons, not sportsmen, we conclude that all the deviations of the diagnostic bcg are wider, as well as the balistocardiographic systole, while Dock's and Anderson's indexes did not vary with respect to normal persons; the rate of ventricular tension seemed shorter.

4) On the displacement bcg an evident increase of the real displacement of the body and of the displacement rate is observed, principally at the level of the deviation J K.

5) This increase in the range, as well as in the real displacement of the body and in the displacement rate are imputed to the existence of a greater expulsion rate, and perhaps to an increase in the systolic volume. This would be a consequence of the greater cardiac efficiency and force.

6) This greater efficiency would be made evident through the reduction of the rate of ventricular tension, which would show a more rapid myocardiac reaction to the stimulus, in opposition to what happens in the coronaries with less myocardiac efficiency, where the rate of ventricular tension is increased.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1) On étudie 25 sportsmen âgés de 16 à 34 années (14 boxeurs, 10 cyclistes et un joueur de football), sains du point de vue clinique, auxquels on pratiqua des électrocardiogrammes, des radiographies de thorax, des analyses de laboratoire et des preuves de capacité fonctionnelle. Chez tous on a obtenu le bcg diagnostique et de déplacement en repos.

2) Sur les tracés obtenus on détermine l'amplitude des différents déviations du bcg diagnostique en apnée, ainsi que le temps de tension ventriculaire et la sys-

tole balistocardiographique. Sur le tracé de déplacement, on détermine le déplacement et la vitesse de déplacement au niveau des déviations I J et J K.

3) De la comparaison des résultats obtenus et les termes moyens des personnes normales, pas de sportsmen, on conclut que tous les déviations du bcg diagnostique sont d'une plus grande amplitude, ainsi que la systole balistocardiographique, tandis que les index de Dock et d'Anderson n'ont pas changé pour les personnes normales; le temps de tension ventriculaire parut plus court.

4) Dans le bcg de déplacement on observe une franche augmentation du déplacement réel du corps et de la vitesse de déplacement, surtout au niveau de la déviation J K.

5) Cette augmentation de l'amplitude, ainsi que du déplacement réel du corps et de la vitesse de déplacement sont attribués à l'existence d'une plus grande vitesse d'expulsion, et peut-être aussi à une augmentation du volume systolique. Ça serait une conséquence de la plus grande force et efficacité cardiaque.

6) Cette plus grande efficacité serait évidente dans le raccourcissement du temps de tension ventriculaire, lequel serait la preuve d'une réponse myocardique plus rapide au stimulus, au contraire de ce qui se passe dans les coronaires avec moins d'efficacité myocardique, où le temps de tension ventriculaire est plus long.

ZUSAMMENFASSUNG

1) Es wurden 25 Sportler (14 Boxer, 10 Radfahrer und 1 Fussballspieler), zwischen 16 und 34 Jahren, studiert; es handelte sich um klinisch gesunde Personen bei denen ein Elektrokardiogramm, eine Thoraxradiographie, Laboratoriumsanalysen und die Probe der funktionellen Kapazität durchgeführt wurden.

2) An Hand der erhaltenen Diagrammen wurde die Amplitude der verschiedenen Abweichungen des Diagnose Ballistocardiogrammes bei Apnoe, sowie die ventrikuläre Tensionszeit und die balli-

stocardiographische Systole, festgestellt. Im Bewegungsdiagramm wurden die Bewegung und die Bewegungsgeschwindigkeit auf Höhe der Abweichungen IJ und JK festgestellt.

3) Wenn man die ermittelten Ergebnisse mit den Mittelwerten bei normalen, nicht sporttreibenden Personen verglich, konnte man sehen dass alle Abweichungen des Diagnose Ballistocardiogrammes, sowie die ballistocardiographische Systole, eine grössere Amplitude bei den Sportlern aufwiesen, während die Indices von Dock und Anderson gegenüber den normalen Personen nicht verändert waren; dagegen war die ventrikuläre Tensionszeit kürzer.

4) Im Bewegungsballistocardiogramm konnte man eine deutliche Zunahme der realen Bewegung des Körpers und der Bewegungsgeschwindigkeit, hauptsächlich auf Höhe der Abweichung JK, bemerken,

5) Diese grössere Amplitude, sowie die Zunahme der realen Bewegung des Körpers und der Bewegungsgeschwindigkeit, werden auf eine grössere Expulsionsgeschwindigkeit, und vielleicht auch auf ein grösseres systolisches Volumen, zurückgeführt. Dieses wäre eine Folge der grösseren Kraft und Leistungsfähigkeit des Herzens.

6) Diese grössere Leistungsfähigkeit wiederum würde sich in einer kürzeren ventrikulären Tensionszeit ausdrücken, was das Zeichen einer schnellen Antwort des Myocardiums auf den Reiz wäre, also das Gegenteil von dem was bei Koronar-kranken mit verringerter Leistungsfähigkeit des Myocardiums geschieht, bei denen die ventrikuläre Tensionszeit verlängert ist.

BIBLIOGRAFIA

- ABBONI, F.: LAPPICIRELLA, V.: "Observations ballistocardiographiques sur des athletes au repos et après l'effort". *Cardiología*, 1957, *XXX*, 228.
- ANDERSON, W. H., URBACH, K., DOERNER, A. A.: "Ballistic respiratory variations as measured by the electromagnetic ballistocardiograph". *Am. Heart J.*, 1954, *XLVII*, 15.
- BOUCHEAU, P.: "Le balistocardiogramme des sportifs de competition. Thèse médecine". Lyon, 1954 (citado por MERLEN, J. F., DESRUELLES, J., 1956).
- DOCK, W., MANDELBAUM, H., MANDELBAUM, R.: "Ballistocardiography". The C. V. Mosby Co., St. Louis, 1953.
- DOLIPOLOUS, T., BANGOU, H.: "Cardiología", 1953, *XXIII*, 300.
- HENDERSON, Y.: "The mass movements of the circulation as shown by a recoil curve". *Am. J. of Physiol.*, 1905, *XIV*, 287.
- HENDERSON, Y., HAGGARD, H. W., DALLEY, F. S.: "Efficiency of the heart and significance of slow and rapid pulse rates". *Am. J. Physiol.*, 1927, *LXXXII*, 512.
- JONNART, L., GHYS, A.: "Etude du balistocardiogramme humain. II: Le balistocardiogramme d'aceleration". *Acta Card.*, 1953, *VIII*, 232.
- LINDHART, J.: *Arch. Gest. Physiol.*, 1915, *CLXI*, 233.
- MEJÍA, R. H., SOLDATI, L. DE: "Determinación del desplazamiento y velocidad del desplazamiento del cuerpo por medio del balistocardiografo electromagnético en sujetos normales". *Rev. Arg. Card.*, 1956, *XXIII*, 304.
- MERLEN, J. F., CHEVAT, H., CACHERA, J. P., BOUCHEAU, P.: "Le balistocardiogramme des sportifs de compétition". *La France Méd.*, 1954, *IX*, 11.
- MERLEN, J. F., DESRUELLES, J.: "La ballistocardiographie". *Expansion Scientifique Française*. Issoudun. 1956.
- SCHNEIDER, S., CRAMPTON, C. B.: "A comparison of some respiratory and circulatory reactions of athletes and no athletes". *Am. J. Physiol.* 1940, *CXXIX*, 165.
- SEBASTIANI, A., CASSINIS, R., CONCINA, B., DE SIMONE, G.: "Studies of ballistocardiography. II: Mean normal values; ventricular tension time; duration of the mechanical ventricular systole". *Cardiología*, 1952, *XXI*, 795.
- SOLDATI, L. DE, MEJÍA, R. H., NAVARRO VIOLA, R.: "El balistocardiograma en la angina de pecho y el infarto de miocardio". *Rev. Arg. Card.*, 1951, *XVIII*, 153.
- SOLDATI, L. DE: "La balistocardiografía en la clínica cardiológica". *Principia Cardiologica*, 1955, *II*, 237.
- SOLDATI, L. DE, PRESTERA, O. A., MEJÍA, R. H., FISCHER, F. F.: "L'étalonnage du balistocardiographe electromagnétique". *Cardiología*, 1956, *XXIX*, 417.
- SOLDATI, L. DE, MEJÍA, R. H., BALASSANIAN, S.: "Determinación de standards normales y algunos índices balistocardiográficos con el dispositivo electromagnético tipo diagnóstico". *Rev. Arg. Card.* 1957, *XXIV*, pág. 120.
- STEWART, H. J., WATSON, R. F.: "The circulation in athletes". *J. Clinic. Invest.* 1940, *XIX*, 35.