

ELECTROCARDIOGRAFIA BASAL Y RESPUESTA CARDIOVASCULAR AL ESFUERZO EN ADOLESCENTES SANOS

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología

*Dra. Amparo O. Díaz Castrillo**, *Dra. María E. Sordo Rivera***, *Dr. Orlando Ponce de León Aguilera****, *Dr. Erasto A. Larboeyt Soto***** y *Dr. Luis Hevia*****

Se selecciona una muestra opinática constituida por 71 niños, 38 del sexo femenino y 33 del sexo masculino, supuestamente sanos y en las edades comprendidas entre 11 y 12 años, alumnos de la Escuela de Enseñanza Media "Enrique José Varona" en el curso escolar 1981 a 1982. Se informa que todos los niños fueron pesados (kg) y tallados (cm) en una balanza clínica con Tallímetro, a cada uno se le realizó el electrocardiograma (ECG) basal y en el ejercicio, dando 3 cargas de su trabajo sobre la base de su peso. Se encuentra que el 4,22 % de la muestra padecía de una comunicación interauricular (CIA) sin repercusión hemodinámica; el 5,63, de una preexcitación ventricular y el 1,40 %, de un trastorno de la conducción intraventricular. Se señala que la frecuencia cardíaca central fue mayor en el sexo femenino, tanto en reposo como en las 3 cargas de trabajo. Se indica que los valores promedios de todos los intervalos y ondas se comportan acordes con la literatura revisada, excepto la onda R. Se aparta un pequeño grupo de niños de la media general al analizar las ondas y los intervalos, lo que algunos autores relacionaron con poca eficiencia física.

* Especialista de I Grado en Higiene. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología.

** Especialista de I Grado en Higiene Escolar. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología.

*** Especialista de I Grado en Cardiología. Jefe del Servicio de Rehabilitación. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular.

**** Residente de 3er año en Cardiología.

INTRODUCCION

El desarrollo de la moderna tecnología y el poco hábito que existe dentro de la población de la práctica sistemática de ejercicios físicos, hacen que la capacidad de movimientos se vaya limitando, y que disminuya la actividad física, lo que tiene una influencia negativa sobre la salud de la nueva generación.¹ La actividad física sistemática tiene gran influencia sobre el desarrollo físico y funcional.

Se acepta actualmente que las variables hemodinámicas observadas durante la prueba ergométrica (PEG) constituyen un elemento fundamental en la interpretación de la misma, e incluso primordial, de acuerdo con algunos autores.²⁻⁵

Después de un esfuerzo físico, el ECG puede reflejar alteraciones del ritmo, de los intervalos y de las ondas, al realizar esfuerzos similares una persona con una eficiencia cardiovascular y otra con una eficiencia menor. En el primer caso se aumenta moderadamente la onda T y disminuyen los intervalos PQ y QT; en el segundo caso, la frecuencia de las contradicciones es mucho mayor, la onda T se aplana, e incluso puede negativizarse y los intervalos se alargan, lo que constituye un signo desfavorable.⁶

El segmento ST y la onda T pueden cambiar durante el ejercicio, y ello puede servir como indicador temprano de isquemia.⁷

Informes recientes han sugerido que los cambios en la amplitud de la onda R producidos por el ejercicio, pueden ser un índice útil para detectar cardiopatías isquémicas.^{8,9}

La actividad simpática aumenta durante la prueba de esfuerzo, y es responsable de una reducción en los volúmenes del ventrículo izquierdo en personas normales.^{10,11}

Informes posteriores han apoyado la evidencia de la amplitud de la onda R en relación con el volumen sanguíneo del ventrículo izquierdo.^{12,13} Otros autores⁹ encontraron cambios anormales de la onda R durante la prueba de esfuerzo en cerca del 10 % de personas jóvenes sin evidencias clínicas de coronariopatía y con prueba de esfuerzo de resultado negativo, con el uso del método ST. El mecanismo responsable de tal aumento en la amplitud de la onda R en personas saludables, es desconocido.

Estos resultados controvertibles o polémicos indican que el análisis de los cambios de la onda R durante el ejercicio en la prueba de esfuerzo, requieren investigaciones posteriores.¹⁴

Se han descrito casos de pacientes con un hábito grácil que pueden orientarnos hacia la existencia de una comunicación interauricular (CIA).

La CIA pequeña presenta un SS corto y suave, de escasa intensidad, lo cual es debido a una estenosis pulmonar relativa. El dato de mayor valor es la presencia de un desdoblamiento constante del segundo tono, independientemente de los movimientos respiratorios y de los cambios de posición del paciente.^{15,16}

Nuestro objetivo consiste en conocer el comportamiento del ECG basal en un grupo de adolescentes, así como los parámetros hemodinámicos habituales obtenidos durante la prueba de esfuerzo en sujetos normales.

MATERIAL Y METODO

Para este estudio se seleccionó una muestra opinática constituida por 71 niños; 38 del sexo femenino y 33 del sexo masculino, supuestamente sanos y en las edades comprendidas entre 11 y 12 años, alumnos de la Escuela de Enseñanza Media "Enrique José Varona" del municipio 10 de Octubre en el curso escolar 1981 a 1982.

Los estudiantes fueron pesados (kg) y tallados (cm) en una balanza clínica con tallímetro. Se les realizó a cada uno de ellos un ECG basal con las 12 desviaciones clásicas. A cada niño se le realizó posteriormente una prueba de esfuerzo con un registro electrocardiográfico en una bicicleta ergométrica Universal de la casa Minjhart, para lo cual se utilizó como derivación torácica la CM₅: 1 electrodo negativo en el manubrio esternal y el electrodo positivo donde se coloca la precordial V₅. Con un electrocardiógrafo marca Sharp se hizo un registro electrocardiográfico con el niño en la bicicleta sin comenzar el pedaleo. En los casos donde la frecuencia cardíaca central estaba por debajo de 90 latidos por minuto, se procedió a aplicar cada carga de trabajo sobre la base de su peso en kg.

Primera carga: la mitad de su peso en kg.

Segunda carga: el peso en kg.

Tercera carga: el peso y medio en kg.

Cada carga tuvo una duración de 2 minutos¹⁴ y se dieron de forma continua escaleriforme¹⁷ según lo recomendado en el Instituto de Medicina Deportiva de Bulgaria, teniendo en cuenta la falta de hábito de los niños, lo cual no permitía tenerlos mucho tiempo realizando un esfuerzo físico.

Los registros electrocardiográficos se hicieron al minuto y 45 segundos de cada carga. El pedaleo se mantuvo a ra-

zón de 60 *rev/mín.* La temperatura del local osciló entre 18 y 22 °C y las condiciones para la realización de esta prueba se tuvieron en cuenta.¹⁸

En el ECG basal se valoró la derivación D II (duración en *mm/s*).

1. Intervalo PR.
2. Intervalo QT.
3. Segmento ST.
4. Complejo QRS.

El ECG realizado previo a la carga de trabajo y en la tercera carga, se valoró en voltaje (1 *mm* = 0,1 *mV*) y con una velocidad de 25 *mm/s*. Se observaron las ondas R, P, T y Q; los intervalos RR, PR, QT y ST; y el complejo QRS. Así como la frecuencia cardíaca central en reposo y en el momento de la aplicación de cada carga.

Los alumnos que mostraron un ECG con imagen de bloqueo fueron examinados por un cardiólogo, en busca de signos. En presencia de un soplo sistólico se indicó un telecardiograma. Se aplicaron pruebas de significación estadística para conocer la variación por sexo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la muestra se observa que el 25,35 % de la misma presenta un bloqueo incompleto de rama derecha (BIRD) y el 2,82 %, un bloqueo completo de rama derecha (BCRD). La totalidad de estos niños examinados por un cardiólogo, en busca de signos evidentes de cardiopatía, y se encontró que un caso con BIRD tenía un soplo sistólico suave, de escasa intensidad, en el borde esternal izquierdo alto, al igual que un caso con BCRD; en ambos había desdoblamiento del segundo tono. El otro caso de BCRD, presentó solamente un desdoblamiento constante del segundo tono, independientemente de los movimientos respiratorios y del cambio de posición del paciente, como ha sido descrito en la CIA.¹⁶ El resto de los casos de BIRD presentó un desdoblamiento fisiológico del primero y el segundo ruidos. Se quiere destacar con respecto a la frecuencia de CIA en la población normal, que no se hallaron datos de referencia, pues los estudios realizados son en relación con casos con alguna cardiopatía; así, *Valls Pérez* señala el 5,72 % de CIA pequeña de 2 706 casos estudiados con cardiopatía congénita. *Wood* informa que el 15 % de los niños con cardiopatía congénita tienen CIA, así como que este defecto septal auricular tie-

ne ligera preferencia por las hembras, con una relación de 3 a 2.

Además, uno de los casos con BCRD presentó también una preexcitación ventricular (PR < 0,10) y el otro un trastorno de la conducción intraventricular. Otros 3 casos (2 niñas y 1 varón) presentaron preexcitación ventricular, lo que representó el 5,63 % de la muestra. Este PR corto estaba seguido de un complejo QRS normal, lo que hace plantear electrocardiográficamente una preexcitación tipo Lown-Ganon Levine, la cual no lleva tratamiento médico, pero sí seguimiento (tabla 1).

Los 3 casos encontrados con CIA (1 femenino y 2 masculinos), fueron estudiados radiográficamente, y se encontró un arco medio rectificado en todos, índice torácico normal y no alteraciones pleuropulmonares. Al no existir hemodinámicamente ningún problema se les orientó mantener una vida normal.

En la tabla 2 aparecen las cifras tensionales de los alumnos estudiados, así como la frecuencia cardíaca en reposo y con las 3 cargas de trabajo. Las niñas alcanzaron una mayor frecuencia cardíaca en todos los momentos, y se encontró una significación estadística al nivel de 0,01, para el reposo, la primera y la segunda cargas; y al nivel de 0,05 para la tercera carga. Con vistas a conocer si existía relación entre el mayor peso (kg) en el sexo femenino y la frecuencia cardíaca alcanzada, se realizó un coeficiente de correlación lineal y no existió correlación, aunque también se pudiera pensar en la menor eficiencia física en este sexo, el cual por línea general tiene juegos muy sedentarios.

Son varios los autores que informan que la frecuencia cardíaca (FC) en el sexo femenino es mayor^{17,20} y al comparar nuestros valores con los hallados por ellos se observa que son similares, y se encuentran dentro de la $M \pm Y$.^{17,19,20}

La tensión arterial (TA) sistólica y diastólica tomada antes del comienzo del ejercicio, se comportó de forma similar a los valores informados anteriormente.^{17,21-24}

La TA sistólica es discretamente menor en el sexo femenino, aunque esto no es significativo.

En el ECG basal (tabla 3) se observa que en ambos sexos, la X de los intervalos y el complejo medidos se comportan de forma similar. Los valores están dentro de los señalados como normales.^{18,22} Sí se quiere destacar que las tablas de Ashman utilizadas en nuestro país para la lectura de los ECG ofrecen cifras de 0,17 del intervalo PR para una frecuencia entre 71 y 90 latidos por minuto, lo cual no se co-

Tabla 1. Alteraciones encontradas en el electrocardiograma basal en adolescentes de enseñanza media

Resultados electrocardiográficos	Femenino N = 38		Masculino N = 33		Total	
	Número de casos	%	Número de casos	%	Número de casos	%
ECG normal	29	76,31	19	57,58	48	67,60
Imagen BIRB)	7	18,42	11	33,33	18	25,35
Imagen BCRB)	-	-	2	6,06	2	2,82
Preexcitación ventricular						
LAD, PR corto con QRS normal (PR = 0,12)	2	5,26	2	6,06	4	5,63
Trastorno de la conducción intraventricular	-	-	1	3,03	1	1,40

Tabla 2. Valores de la \bar{X} y de γ de 2 variables fisiológicas en el ECG basal y en el ejercicio en adolescentes de enseñanza media

Variables	Sexo			
	\bar{X} Femenino	γ	\bar{X} Masculino	γ
TA (mm Hg)	99,86/65,26	13,12 9,72	101,06/65,15	15,55 9,31
FC (latidos por minuto) Reposo	89,42	13,81	79,33	13,36
FC (latidos por minuto) 1ra carga	133,15	15,12	123,78	17,58
FC (latidos por minuto) 2da carga	153,07	14,35	142,48	20,1
FC (latidos por minuto) 3ra carga	175,15	23,74	163,93	31,32

Tabla 3. Valores de la \bar{X} y de γ de ondas y segmentos en el ECG basal según el sexo en adolescentes de enseñanza media

	Sexo			
	Femenino		Masculino	
	\bar{X}	γ	\bar{X}	γ
Intervalo PR	0,14	0,02	0,1324	0,01
Complejo QRS	0,069	0,012	0,07	0,01
Intervalo QT	0,336	0,03	0,34	0,03
Intervalo ST	-	-	-	-

responde con nuestros valores. El valor de 0,14 encontrado en nuestros niños, similar al encontrado por otros autores²⁰ corresponde al canal del percentil 10 de esas tablas extranjeras.

En la tabla 4 se aprecia que todos los intervalos estudiados (PR, QT y RR) disminuyeron de forma general al analizar la \bar{X} , con la carga de trabajo, esto es válido para los 2 sexos, lo cual se corresponde con lo planteado por varios autores.^{6,14,20}

El segmento ST se mantuvo isoeléctrico con el ejercicio y con un ascenso rápido, sólo 2 niños tuvieron un infradesnivel en este segmento, lo cual no se consideró como una afección.

Las ondas (R, P, T y Q) aumentaron su voltaje con el ejercicio, como refirieron otros autores.^{2,6,21} Sin embargo, aunque ese es el comportamiento general, no lo es el individual, en el cual, como puede observarse en la tabla 4 hay niños en ambos sexos que se comportan de forma diferente a la media general.

Se quiere destacar el intervalo PR, el cual aumenta en 3 niñas y en 1 niño, y permanece igual en 19 niños de ambos sexos. En el trabajo realizado por Guzmán,²⁰ él encuentra que después de la carga de trabajo sus deportistas disminuyen la \bar{X} de este intervalo, mientras que los escolares sin práctica sistemática de deportes aumentan la \bar{X} después de la

Tabla 4. Valores de las ondas y segmentos observados en el ECG al realizar el ejercicio en adolescentes de enseñanza media según el sexo

Sexo femenino							
	\bar{X}	γ	\bar{X}	γ	↓	↑	=
PR	0,114	0,019	0,101	0,025	16	3	19
QRS	0,06	0,013	0,055	0,010			
QT	0,332	0,03	0,261	0,05	26	1	11
R	8,69	2,98	8,76	3,09	13	13	12
RR	0,66	0,11	0,36	0,04			
P	0,41	0,17	0,49	0,21	12	12	14
T	1,84	0,97	1,91	0,89	12	17	9
Q	0,49	0,30	0,95	0,54	1	28	9
ST	ISO		36 (ISO)		2		
					infradesnivel		
Sexo masculino							
PR	0,12	0,02	0,107	0,03	13	1	19
QRS	0,06	0,01	0,062	0,01			
QT	0,333	0,02	0,282	0,04	22	3	8
R	11,57	3,99	12,57	4,55	7	20	6
RR	0,78	0,13	0,40	0,05			
P	0,47	0,16	0,51	0,22	4	5	24
T	3,24	1,24	3,34	1,15	10	14	9

carga. El intervalo QT se comportó de forma similar en nuestro trabajo.

Con respecto a las ondas, la P, en la mayoría de las niñas se queda igual después de la carga, la onda T disminuye en 12 niñas y en 10 niños. Algunos autores consideran que podría ser un signo de poca eficiencia física.

La onda R, al analizar la \bar{X} de ambos sexos, se observa que aumenta, lo que no concuerda con lo expresado por Lorenzo de Capiro¹⁴ quien plantea que en personas saludables la onda R debe reducir su amplitud, sin embargo, otros autores^{25,26} observaron una tendencia objetiva a aumentar la amplitud de R al incrementar la frecuencia cardíaca.

CONCLUSIONES

1. El 4,22 % de nuestra muestra presentaba CIA pequeña sin repercusión hemodinámica. El 5,63 % presentó una preexcitación ventricular (PR = 0,10) y el 1,40 % trastornos de la conducción intraventricular.
2. La tensión arterial sistólica y diastólica tomada en reposo se comportó de forma similar a lo hallado en la literatura revisada.
3. La FC fue mayor en las niñas, tanto en reposo como con las 3 cargas de trabajo y se encontró significación estadística al nivel de 0,01 para el reposo, la primera y segunda cargas y al nivel de 0,05 para la tercera carga.
4. Nuestros valores del intervalo PR difieren de los señalados en las tablas de Ashman.
5. Los valores de la X de todos los intervalos y ondas se comportan de acuerdo con la literatura revisada, con excepción de la onda R.
6. Algunos niños se apartaron de la media general al aumentar los intervalos y disminuir las ondas, lo cual puede ser relacionado con poca eficiencia física o poco entrenamiento.

SUMMARY

Díaz Castrillo, A. O. et al.: *Basal electrocardiography and cardiovascular response to effort in healthy adolescents.*

An opinion sample comprised by 71 healthy children, 38 females and 33 males, aged 11-12 years, is selected. The children were students at the "Enrique José Varona" Junior High School, during 1981-1982 academic year. The weight (kg) and height (cm) of all the children were measured in a clinical balance. Basal and exercise electrocardiogram (ECG) were performed, giving them three work loads on the base of their weights. It is found that 4,22 % of the sample underwent interatrial communication (IAC) without hemodynamic repercussion; 5,63 % underwent ventricular pre-excitation and 1,40 % intraventricular conduction disorder. Central heart rate was higher in the female sex, either at rest or during the three work loads. Mean values of all intervals and waves behave according to those in the reviewed literature, with the exception of R wave. At the analysis of waves and intervals, it is observed that a small group of children is held off from mean general values, fact that is related to poor physical efficiency by some authors.

RÉSUMÉ

Díaz Castrillo, A. O. et al.: *Electrocardiographie basale et réponse cardiovasculaire à l'effort chez l'adolescent sain.*

On choisit un échantillon constitué par 71 enfants, dont 38 du sexe féminin et 33 du sexe masculin, apparemment sains et âgés entre 11 et 12 ans, parmi les élèves de l'Ecole de l'enseignement secondaire "Enrique José Varona" de l'année scolaire 1981-1982. Tous les enfants ont été pesés (kg) et mesurés (cm) à l'aide d'une balance clinique avec toise. Chez tous on a fait l'électrocardiogramme (ECG) basal et à l'effort, ce dernier avec 3 charges de travail différentes déterminées sur la base du poids corporel. Il est constaté que 4,22 % des enfants présentait une communication interauriculaire (CIA) sans traduction hémodynamique; que 5,63 % présentait préexcitation ventriculaire et que 1,40 % était affecté d'un trouble de la conduction intraventriculaire. La fréquence cardiaque centrale a été supérieure chez le sexe féminin, aussi bien en repos que sous l'effet des 3 charges de travail. Les valeurs moyennes de tous les intervalles et les ondes s'accordent à celles rapportées dans la littérature revue, à l'exception de l'onde R. Lors d'analyser les ondes et les intervalles, il est noté qu'un petit groupe d'enfants s'éloigne de la moyenne générale, ce qui certains auteurs considèrent en rapport avec une faible efficacité physique.

BIBLIOGRAFIA

1. *Mazorra, R.*: Rev Cubana Pediatr 54: 1-2 enero-febrero, 1982.
2. *Kasser, I. S.; E. A. Bruce*: Comparative effects of aging coronary heart disease in submaximal and maximal exercise. Circulation 39: 759, 1969.
3. *Bruce, R. A.*: Seattle Heart Watch initial clinical circulatory and electrocardiographic responses to maximal exercise. Am J Cardiol 33: 459, 1974.
4. *Bruce, R. A. et al.*: Separation of effects cardiovascular disease and age on ventricular function with maximal exercise. Am J Cardiol 34: 757, 1974.
5. *Irvine, L. B.; R. A. Bruce; T. A. De Reven*: Variations in and significance of systolic blood pressure during maximal exercise (treadmill) testing. Am J Cardiol 39: 841, 1977.

6. Conferencia No. 14, Instituto de Medicina Deportiva, La Habana, 1975. P. 8.
7. *Compbill, I. W. et al.*: Continuous electrocardiographic recording during exercise in young male diabetics. A computer *Br Heart J* 37(3): 277-281, Mar., 1975.
8. *Bonorris et al.*: Significación de los cambios de la R durante la prueba de esfuerzo en treadmill. *Am J Cardiol* 41, 846, 1978.
9. *Bonorris et al.*: Evaluación de la amplitud de la onda R versus ST en prueba de esfuerzo. *Circulation* 57: 904, 1978.
10. *Brunmall et al.*: Estudio sobre las dimensiones del corazón intacto en hombres no anestesiados (III). Efecto del ejercicio muscular. *Circ Rev* 13: 460, 1963.
11. *Sharma et al.*: Angiografía V. I. en ejerc. Un nuevo método para investigar la función V.I. en cardiopatía isquémica. *Br Heart J* 38: 59, 1976.
12. *Horan, A. M.*: *Heart J* 61: 504, 1961.
13. *Nelson et al.*: Efecto de la sangre intracardíaca sobre la magnitud de los vectores de superficie (Ex-tracto). *Circulation* 14: 977, 1956.
14. *Lorenzo de Capiro et al.*: Cambios en la amplitud de la onda R durante la prueba de esfuerzo. *Am Heart H* 99(4): abril, 1980.
15. *Valls Pérez, O.*: Clasificación de las cardiopatías congénitas. 1(616): 1075.
16. *Wood, P.*: *Diseases of the heart circulation*. 2nd. ed. London, 1956.
17. *Panny, R. et al.*: Respuesta cardiovascular al esfuerzo en el hombre sano. *Rev Arg Cardiol* 49(1): 1-53, 1981.
18. *Working Group for ergometric ICEPEH*: Information UNESCO. Artículo 8 152 diciembre 1981. *Medicine of sport* 2(60-132): 56, 1982.
19. *Cumbá Abreu, C.; C. Betancourt Vega*: Capacidad física y mental en niños asmáticos. Trabajo para optar por el título de Especialista de I Grado en Higiene Escolar, La Habana, INHEM, 1983.
20. *Guzmán Martínez*: Estudio electrocardiográfico en niños entrenados y no entrenados en reposo y después de realizar una carga. Tesis de grado. Medicina Deportiva, 1977.
21. *Pina Caba, B. et al.*: Cifras tensionales en el adolescente de 12 a 14 años. Algunos aspectos clínicos epidemiológicos. *Rev Cubana Pediatr* 54: 6, 1982.
22. *Franco Salazar, G.*: *Electrocardiografía elemental*. La Habana, Ed. Científico-Técnica, 1979.

23. *Guevara, P.; G. Díaz*: Estudio de algunas variables fisiológicas en adolescentes asmáticos. Tesis de Grado. La Habana, INHEM, 1984.
24. *García, T.*: El adolescente en el medio laboral. Tesis de Grado, La Habana, CPHE, 1985.
25. *David, D. et al.*: R-wave amplitude responses to rapid atrial pacing: a marker for myocardial ischemia. *Am Heart J* 107: 53, 1984.
26. *Caprio, L. et al.*: Influence of heart rate on exercise induce R-wave amplitude changes in coronary patients and normal subjects. *Am Heart J* 107: 61, 1984.

Recibido: 18 de noviembre de 1986. Aprobado: 2 de diciembre de 1986.

Dra. *Amparo O. Díaz*. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Infanta No. 1158 esquina a Cruce-ro, municipio Centro Habana, Ciudad de La Habana, Cuba.