

HOSPITAL GENERAL DOCENTE DE GUANTANAMO

Valoración del voltaje QRS en el electrocardiograma de esfuerzo en adolescentes sanos: Utilidad de la prueba para determinar sus capacidades físicas

Dr. Jorge Knight James*

Lic. Arturo Orejón Sánchez**

Lic. Carlos Sánchez Texido***

Lic. Orlando Pereira Aguilera****

Dra. Rosina Carreras Zequeira*****

Dra. Ana Rosa Guerra Pérez*****

Knight James, J. y otros: *Valoración del voltaje QRS en el electrocardiograma de esfuerzo en adolescentes sanos: Utilidad de la prueba para determinar sus capacidades físicas.*

Se procedió a realizar estudios ergométricos a 18 adolescentes sanos, preseleccionados de ciclismo, para determinar la variación del complejo QRS durante el esfuerzo y la capacidad física, por medio de la bicicleta ergométrica. Dado que las ondas Q, S y T no tuvieron comportamiento significativo, se determinó precisar el comportamiento de la amplitud de la R. Si bien al utilizar la tabla X^2 ésta no fue significativa, basados en la hipótesis que eran sanos y debía disminuir ($< 0,001$) sí pudo apreciarse una inclinación de la onda R que aumentará con la frecuencia cardíaca, por lo que sugiere estudios prospectivos con mayor número de individuos para definir este fenómeno. Se concluye que la prueba ergométrica es de gran utilidad para determinar la capacidad física de niños y adolescentes, por lo que se recomienda el uso masivo en los centros docentes y deportivos, que requieran determinar la capacidad física del escolar para las distintas labores.

INTRODUCCION

El voltaje de la onda R del electrocardiograma (ECG) durante el esfuerzo ha recibido diferentes interpretaciones por distintos autores, mientras

-
- * Especialista de I Grado en Cardiología, ex Jefe de Servicio de Cardiología. Hospital General Docente de Guantánamo.
 - ** Licenciado en Cultura Física y Deporte-ciclismo-INDER, Guantánamo.
 - *** Licenciado en Matemática. Hospital "Ramón González Coro".
 - **** Licenciada en Informática. Hospital "Comde. Manuel Fajardo".
 - ***** Especialista de I Grado en Ginecoobstetricia. Instuctora, Hospital "Ramón González Coro".
 - ***** Especialista de I Grado en Pediatría. Hospital Pediátrico de Trinidad, Sancti Spiritus.

algunos señalan que una disminución del voltaje de la misma, está en relación con una función ventricular normal y que una falta o un aumento de la amplitud o voltaje estarían en relación con una disfunción ventricular;¹⁻⁴ algunos autores, sin embargo, niegan estas observaciones.⁵⁻⁷ Otros lo relacionan con la capacidad hemodinámica del ventrículo izquierdo,⁸ al volumen ventricular, al gradiente o al tipo de lesión congénita de que pudiera ser portador el paciente.⁹

En vista de que en nuestro medio no conocemos de estudios realizados con este fin en niños y adolescentes, y en el extranjero son limitados,⁹ nos dimos a la tarea de determinar las variaciones que pudieran existir en los adolescentes sanos entrenados en el uso de la bicicleta en vista de que constituían una preselección juvenil de ciclismo.

MATERIAL Y METODO

GRUPO DE ESTUDIO

Consistió en 18 adolescentes varones voluntarios de la preselección de ciclismo de la EIDE en la provincia de Guantánamo entre los meses de noviembre y diciembre de 1983 (fase preparación física general) cuyas edades oscilaban entre 13 y 16 años, a los cuales se les sometió a la prueba ergométrica submáxima y se logró entre un 75 y 85 por ciento de la frecuencia cardíaca establecida como consumo aeróbico máximo, para ese grupo etario (200 pulsaciones por minutos). Todos se consideraron sanos, basado en el examen clínico, un ECG de reposo y un telecardiograma.

Los equipos utilizados consistieron en una bicicleta ergométrica LODE con su programador de carga; un osciloscopio Philips Modelo MM 200 y un electrocardiógrafo Sharp Modelo MT-23 todos pertenecientes al Servicio de Cardiología del Hospital General Docente de Guantánamo.

PROTOCOLO DE LA PRUEBA

Todas las pruebas se realizaron en horas de la mañana con temperatura (22°) y humedad (<90%) estable. Previo reposo que fluctuó entre 20 y 180 minutos (promedio 100 *min*). Se realizó por el paciente un trazo en reposo acostado, otro trazo puesto de pie normal y con maniobra de Valsalva y otro final sentado en la bicicleta. Luego se procedió a realizar el esfuerzo y se comenzó con una carga N₁ durante 5 minutos, o sea, la mitad de la carga en KPM considerada máxima para cada uno, se calculó basado en el peso en kg-17 que es una constante, se terminó la etapa siempre bajo control osciloscópico, se ordenó parar y se procedió a tomar trazo electrocardiográfico, toma de presión arterial y frecuencia respiratoria. Después de concluido dicho monitoreo se programó nueva carga N₂ máxima en KPM (1 W = 6 KPM por 5 minutos más terminados los cuales se volvieron a monitorear y se tomaron trazos de recuperación 1, 2, 3, 4 y 5 minutos después, para concluir.

La derivación utilizada durante todas las pruebas fue CM-5, es decir, un electrodo explorador en posición V5, el indiferente en el manubrio esternal y la tierra colocado en cualquier lugar de la espalda.

ANÁLISIS ELECTROCARDIOGRÁFICOS

La altura de la onda R se midió en milímetros (1 mm = 0,1 milivolt), utilizando la línea isoeletrica como referencia, se midieron no menos de 3 complejos por derivación y se trató que fueran los más isoeletricos. También se tomaron en cuenta en las Q y S cuando estaban presentes y se compararon en voltaje con las de reposo; otros datos del ECG de esfuerzo que se tomaron en cuenta fueron la polaridad de P, el QT y el voltaje de T.

RESULTADOS

De los 18 individuos encuestados, 9 eran del grupo etario 13-14 años y 9 del grupo 15-16 años, ninguno presentó crisis hipertensivas durante el esfuerzo. La frecuencia cardiaca (FC) lograda en el primer grupo fue del 85% de la FC máxima el que más FC alcanzó (M) fue de 93% y el que menos (m) el 73%, el segundo grupo que son mayores en edad con la carga programada sólo logró promediar el 75% (M=77; m=65%). Por otro lado la FC basal en el primer grupo fue de 69,6 de promedio (M=83; m=49) mientras que los segundos promediaron 60,9 (M=78; m=50). La recuperación a los 5 minutos fue disímil pues el grupo etario 13-14 fue de 90,4 (M=115; m=75) y los de 15-16 fue de 71,5 (M=78; m=65).

Las ondas T aumentaron durante el esfuerzo en 13 ocasiones (6-7) y disminuyeron en 5 (3-2). En cuanto al intervalo QT se promedió 0,39 segundos (M=0,44; m=0,36) en el primer grupo 13-14 años y 0,41 segundos (M=0,44; m=0,39) en el 15-16 años en reposo. En cuanto al QT corregido (Q-T_c) con la regla Sorin Biomédica durante el esfuerzo máximo fue normal en 17 casos los 9 de 13-14 años (0,246) y 8 de 15-16 años (0,273) hubo uno en este grupo que presentó Q-T_c largo.

Como vemos en la tabla 1 la onda Q se comportó sin un criterio definido, pues hubo 8 pacientes (5-3) cuya profundidad aumentó, otros 8 (3-5) sufrieron variación y en 2 casos (1-1), disminuyó.

Tabla 1. Onda Q durante el esfuerzo máximo

Grupo etario	13-14 años	15-16 años	Total
O ↑	5	3	8
O =	3	5	8
O ↓	1	1	2
Total	9	9	18

Leyenda: Aumento ↑

Sin cambios =

Disminuido ↓

Nota: Las ondas Q durante el esfuerzo no tuvo variación para tomar en cuenta.

En cuanto al voltaje o amplitud de R, que es la piedra angular del presente estudio, tampoco arrojó datos estadísticamente significativos al χ^2 , pues en las 12 oportunidades (4-8) la amplitud fue mayor, en 1 de 13-14 años no sufrió modificación y en 5 restantes (4-1), disminuyó (tabla 2). Lo significativo aquí ($P < 0,001$) es lo contrario de lo que podría esperarse pues si suponemos que la R debía disminuir (1-4) con hipótesis nula $H_0 = 0,9$ después de realizada la prueba χ^2 esta es altamente significativa, y se rechaza la hipótesis planteada. De los encuestados que presentaron onda S en reposo (11) en 6 (2-4) les aumentó la profundidad, pero en otros 5 (3-2), disminuyó.

Tabla 2. Amplitud de R durante esfuerzo y recuperación 1 min

Grupo etario		13-14 años	15-16 años	Total
R	↑	4	8	12
R	=	1	—	1
R	↓	4	1	5
Total		9	9	18

Nota: $\chi^2 = 68,063$, $g = 1$, $P < 0,001$.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Varios son los factores que determinan la amplitud de la onda R en el ECG, es decir, estado del sistema de conducción, grosor de la pared ventricular, volumen intracardiaco, adaptabilidad, disfunción miocárdica y otros factores tanto cardíacos como extracardiacos. Basados en todas estas posibilidades *Lekven* y *colaboradores*⁴ evaluaron el potencial endocárdico y dimensión ventricular por medio de cristales ultrasónicos y por termodilución, concluyeron, que cambios agudos en las dimensiones ventriculares podrían intervenir en la amplitud del QRS. Sin embargo, *David* y *colaboradores*¹⁰ utilizando sobreestimulación eléctrica no encontraron relación entre el volumen ventricular y la onda R.

Aunque nuestro trabajo no arrojó datos estadísticamente significativos vemos una tendencia objetiva a aumentar la amplitud de R al incremento de la frecuencia cardíaca y así lo han encontrado otros autores,^{10,11} no creemos que la amplitud de R esté en relación con cardiopatía isquémica o coronaria en general, ya que estudios realizados con análisis de variables múltiples^{6,12} así lo indica. Pudiera utilizarse quizás como programas de entrenamiento,^{8,13} aquellos que arrojen mayor amplitud de R con una carga y edad determinada serían los menos aptos o menos entrenados pues a juzgar por nuestro estudio tendrían una FC mayor.

Es indudable que en el campo de la Pediatría y salud pública en general, el conocer la capacidad física de un escolar es de importancia funda-

mental no sólo a los que se orientan hacia algún tipo de deporte, sino también a aquellos que deberán realizar trabajos físicos, tanto dentro como fuera de la escuela.

También es útil para los niños con enfermedades tanto cardíacas como de otra índole.

Un programa para determinar la capacidad física de los escolares debía responder las siguientes preguntas.¹⁴

- a) ¿La capacidad física está acorde a su edad?
- b) ¿Su capacidad física corresponde a su desarrollo anatómico?
- c) ¿Cómo la capacidad física del niño o adolescente puede relacionarse con el valor promedio de los adultos jóvenes?

Creemos que los métodos ergométricos, ya sea en bicicleta o en los dos peldaños,^{14,15} son de más utilidad para el diagnóstico de enfermedades o incapacidad física que basarse en los percentiles de estatura y peso corporal como hasta ahora se hace en nuestras escuelas. Actualmente se reportan estudios en niños de 5 años para la bicicleta,¹⁴ y de 4 años para los dos peldaños,¹⁵ por lo que ningún escolar estaría exento de la prueba. Y se puede utilizar el parámetro de Karpman (PWC 170) como indicador de la capacidad de trabajo.¹⁶

Se concluye que la amplitud del complejo QRS no tiene valor pronóstico para determinar el grado de enfermedad cardíaca en el adolescente, que puede utilizarse la amplitud de R como índice predictivo para determinar la capacidad física y que se debe instituir en nuestras escuelas especializadas en deporte, ESBE e IPUPEC programas para determinar la capacidad física de cada educando ante las tareas que deben enfrentar.

Agradecimiento

Estamos en deuda de gratitud con la compañera Floraida Arnaud Céspedes por la mecanografía del manuscrito, así como a la enfermera Culce María Zequeira Betancourt por la ayuda prestada en la preparación del presente estudio.

SUMMARY

Knight James, J. et al. Appraisal of QRS potential in exercise electrocardiogram in healthy adolescents: usefulness of the test to determine their physical capacities.

Ergometric studies performed to 18 healthy adolescents from bicyclism preselection in order to determine QRS changes during exercise as well as physical capacity using bicycle ergometer. Assuming that Q, S and T waves had not significative behaviour, it was determined to fix behaviour of R wave amplitude, although when using χ^2 table it was not significative, based on the hypothesis that they were healthy adolescents and that R wave amplitude should decrease (0.001) a deflection of R wave increasing with heart rate could be appreciated. For such reason, perspective studies with a greater number of individuals is suggested in order to determine this phenomenon. As conclusion it is stated that ergometric test is useful to determine physical capacity of children and adolescents, so its use in sport and teaching centres requiring to determine physical capacity of students in different tasks, is recommended.

RÉSUMÉ

Knight James, J. et al. *Evaluation du voltage ORS dans l'électrocardiogramme d'effort chez des adolescents sains: Utilité de l'épreuve pour déterminer leurs capacités physiques.*

Des études ergométriques ont été réalisées chez 18 adolescents sains, choisis au préalable sur un groupe de cyclistes, en vue de déterminer la variation du complexe ORS pendant l'effort et la capacité physique, au moyen de la bicyclette ergométrique. Etant donné que les ondes Q, S et T n'ont pas eu un comportement significatif, on a décidé de préciser le comportement de l'ampleur de l'onde R. Lors d'utiliser le tableau X² on a constaté qu'elle n'était pas significative, mais sur la base de l'hypothèse que les sujets étaient sains et qu'elle devait diminuer (< 0,001), on a pu observer une inclinaison de l'onde R qui augmentait avec la fréquence cardiaque, donc on suggère la réalisation d'études perspectives avec un plus grand nombre d'individus, en vue de définir ce phénomène. En conclusion, il est signalé que l'épreuve ergométrique est d'une grande utilité pour déterminer la capacité physique chez des enfants et des adolescents; aussi recommande-t-on son emploi en masse dans les centres d'enseignement et sportifs dans lesquels il soit nécessaire de déterminer la capacité physique de l'écolier pour les différentes activités.

BIBLIOGRAFIA

1. Bonoris, P. E.; P. S. Greenberg; M. J. Castellonet; M. H. Ellestad: Evaluation of R wave amplitude changes versus ST segment depression in stress testing. *Circulation* 57:904, 1978.
2. Bonoris, P. E.; P. S. Greenberg; M. J. Castellonet; M. H. Ellestad: Significance of changes in R wave amplitude during treadmill stress testing: angiographic correlation. *Am J Cardiol* 41:846, 1978.
3. Christison, G. W.; P. E. Bonoris; P. S. Greenberg; M. J. Castellonet; M. H. Ellestad: Comparison of changes in R wave amplitude and ST segments in treadmill stress testing as a predictor of CAD (Abstr). *Am J Cardiol* 41:376, 1978.
4. Lekven, J.; K. Chatterjee; J. W. Tyberg; D. F. Stowe; D. G. Mathey; W. W. Parmley: Pronounced dependence of ventricular endocardial ORS potentials in ventricular volume. *Br Heart J* 40: 891, 1978.
5. Battler, A.; V. Froelicher; R. Slutsky; W. Ashburn: Relationship of ORS amplitude changes during exercise to left ventricular function and volumes and diagnosis of coronary artery disease. *Circulation* 60:1004, 1979.
6. Wagner, S.; K. Cohn; M. Soltzer: Unreliability of exercise induced R wave changes as index of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 44: 1241, 1980.
7. Simoons, M. L.; P. G. Husenholtz: R wave and ST segment changes during exercise: relative values in diagnosis of CAD (Abstr). *Am J Cardiol* 43:353, 1979.
8. Kentala, E. Heikkilä Pyörilä. Variation of ORS amplitude in exercise ECG as an index predicting result of physical training in patients with coronary heart disease. *Acta Med Scand* 194: 81, 1973.
9. Wright, S.; A. Rosenthal; J. Bromberg; A. Schork: R-wave amplitude changes during exercise in adolescents with left ventricular pressure and volume overload. *Am J Cardiol* 52: 841, 1983.
10. David, D.; J. G. Kitchen; I. L. Michelson; M. Naito; H. S. Sawin; C. C. Chen: R-wave amplitude responses to rapid atrial pacing: a marker for myocardial ischemia. *Am Heart J* 107:53, 1984.
11. Caprio, L.; S. Cuomo; C. Vigorito; P. Mecarriello; M. Romano; A. Zarra; F. Rengo: Influence of heart rate on exercise induced R-wave amplitude changes in coronary patients and normal subjects. *Am Heart J* 107:61, 1984.
12. David, D.; M. Naito; C. Chen; M. Michelson; J. Morganroth; M. Schaffenburg: R-wave amplitude variation during acute experimental myocardial ischemia: an inadequate index for changes in intracardiac volume. *Circulation* 63:1364, 1981.
13. Palmeri, S. T.; D. G. Harrison; F. R. Cobb; K. G. Morris; F. E. Harrel; R. E., Indeker; R. H. Selvester; G. S. Wegner: A QRS scoring system for assessing left ventricular function after myocardial infarction. *N Engl J Med* 306: 4, 1982.

14. *Lange Anderson, K.; B. J. Shephard; H. Denolin; E. Varnauskar; R. Masironi: Fundamentals of exercise testing. pp 105. WHO Geneva, 1971.*
15. *Knight, J. R.: Comparabilidad y Reproductividad de la prueba de tolerancia al Ejercicio con dos peldaños con otros ergómetros. Trabajo presentado en la Jornada Científica Integral de Salud 22 de octubre de 1983. Provincia Guantánamo.*
16. *Orejón, A.: Trabajo de Diploma ISCF "Comandante Fajardo" La Habana, 1983. P. 3.*

Recibido: 11 de octubre de 1984

Aprobado: 20 de noviembre de 1984

Dr. *Jorge R. Knight James*

Hospital Universitario "Cmdte. Manuel Fajardo"

Calzada y D. Vedado, Ciudad de La Habana 4

Cuba

