Artículo - Investigación Original

Estudio observacional de la relación entre el intervalo QT, la frecuencia cardiaca y su variabilidad mediante un modelo estadístico

Observational study of the relationship between QT interval, heart rate and its variability through a statistical model

Dr. Andrés Cairol Barquero

Médico Especialista en Administración de Servicios de Salud

Dra. Wendy Morún Vargas

Médico Instructor del Centro de Entrenamiento en reanimación de la Universidad de Iberoamérica

Dr. Felipe Loaiza Sáenz

Médico Interno universitario de la Universidad de Iberoamérica, Costa Rica

Dr. Edward Segura Pérez

Médico de la Universidad de Iberoamérica, Costa Rica

Correspondencia al correo: acairol@unibe.ac.cr

Introducción

El intervalo QT representa fisiológicamente la despolarización y repolarización ventricular y permite mediante la corrección, según la frecuencia cardiaca, realizar un diagnóstico electrocardiográfico de patologías asociadas con el corazón, así como patologías no cardíacas. Existen varias fórmulas que permiten corregir el intervalo QT, de las cuales se utilizaron en este trabajo de investigación la fórmula de Bazzet y Framingham.

Para este estudio observacional, se revisaron 100 electrocardiogramas que se realizaron en el Centro Internacional de Simulación y Entrenamiento Clínico (CISEC) de la UNIBE, a los que se les practicó el análisis STATA y Excel y mediante cuatro observadores se determinaron las variables de intervalo QT del paciente, frecuencia cardiaca, intervalo RR y, por medio de las dos fórmulas, el cálculo del QT corregido. Así, se determinó una correlación negativa alta entre el intervalo QT y la

frecuencia cardiaca, según el coeficiente de correlación de Pearson, -0.72 y con un resultado mediante la regresión lineal de $r = 0.52$. La fórmula de Framingham mostró 11.46 veces menor variabilidad entre el resultado del intervalo QT corregido y el intervalo QT que presenta el paciente en comparación que la fórmula de Bazzet. En cuanto a las conclusiones, se demostró que sí existe una alta relación inversa entre el intervalo QT y la frecuencia cardiaca, donde a mayor frecuencia cardiaca menor será el intervalo QT, aun si el paciente presenta alguna patología. Adicionalmente, la fórmula que mostró menor variabilidad fue la de Framingham en relación con la de Bazzet.

Palabras clave

Intervalo QT, Frecuencia cardiaca, variabilidad.

Abstract

Introduction

The QT interval represents, physiologically, the ventricular depolarization and repolarization, and it allows to make an electrocardiographic diagnostic of heart diseases and also extracardiac diseases by correcting it according to the heart rate. There are some formulas that can be used to correct the QT interval such as the Bazzet and Framingham formulas which are going to be used in this investigation.

Materials and Methods: 100 electrocardiograms that were made at UNIBE Simulation Center were reviewed for this observational study, STATA and Excel were used for the analysis and by four observers, the patient's QT interval variables were determined, heart rate, RR interval and by Bazzet and Framingham the corrected QT interval.

Results

There was found a high negative correlation between heart rate and QT interval, according to Pearson's correlation coefficient: -0.72, and with a linear regression result of $r = 0.52$.

Framingham formula demonstrates 11.46 times less variability between the result of corrected QT interval and QT interval than the Bazzet formula. **Conclusions:** It was demonstrate that there is a high inverse relation between QT interval and the heart rate, in which the higher the heart rate is, the lower the QT interval will be, even if the patient has any disease. Additionally, Framingham formula showed less variability than Bazzet formula.

Keywords

QT interval, heart rate, variability.

Introducción

La evaluación clínica de un electrocardiograma comprende no solo el análisis visual de las ondas y segmentos, sino también la medición de los segmentos, intervalos y ondas, ya que su alteración tiene relación con alguna variación que puede derivarse en un diagnóstico clínico. Fisiológicamente, el intervalo QT del electrocardiograma es la manifestación de la despolarización y repolarización ventricular. (1) El intervalo QT provee información clínica del paciente sobre enfermedades cardiacas y patologías no cardiacas como los trastornos electrolíticos. En varias ocasiones, es el dato inicial para el diagnóstico de un trastorno específico, pues se obtiene mediante la realización de un electrocardiograma, prueba que está disponible en todos los ámbitos de la Medicina actual.

Muchos de los médicos que ejercen la práctica clínica en el presente, no saben medir el intervalo QT (2, 3) por lo que no pueden hacer un diagnóstico mediante un electrocardiograma de patologías asociadas a un QT corto o largo. En el estudio realizado por Al Khatib et al.,

entre abril del 2002 y marzo del 2003, se encuestaron a 826 asistentes especialistas, de los que solamente el 43% realizó una medición adecuada del intervalo QT. (4)

Para lograr calcular el intervalo del QT corregido según la frecuencia cardiaca que presenta el paciente en el electrocardiograma, existen varias fórmulas que contemplan no solo el intervalo QT en milisegundos del paciente, sino también la frecuencia cardiaca. De esta manera, se han desarrollado modelos matemáticos que tienen como fin medir la relación entre el intervalo QT y la frecuencia cardiaca, entre las que se destacan la fórmula de Bazzet, Fridericia, Framingham, Hodges y Sarma. (5). Para efectos de este trabajo de investigación se utilizará para el cálculo del intervalo QT la fórmula de Bazzet ($QT_c = QT / RR$) y Framingham ($QT_c = QT + 0,154(1 - RR)$).

(5) Materiales y métodos

Para la realización de este estudio observacional retrospectivo, se revisaron 100 (n) electrocardiogramas realizados durante las prácticas en el Centro Internacional de Simulación y Entrenamiento Clínico (CISEC) de los cursos normales de la Facultad de Medicina de la UNIBE. Por medio de cuatro observadores se obtuvieron los siguientes datos de los electrocardiogramas: frecuencia cardiacas (latidos por minutos), medición del intervalo QT del paciente (milisegundos), cálculo del intervalo QT utilizando la fórmula de Bazzet y Framingham, también se comprobó la duración del intervalo RR (milisegundos) y el porcentaje de variación entre las mediciones. Utilizando Excel y STATA se inició con la recolección de datos de junio a noviembre del 2019 y el análisis estadístico mediante las herramientas antes citadas.

Resultados

La muestra total 100 electrocardiogramas fue aleatoria, de la cual a todos los electrocardiogramas se les pudo calcular el 100% de la

información requerida por este trabajo de investigación. Es importante indicar que no se tuvo acceso a la edad, las patologías de las personas o características de sexo, medicación y otras variables no relevantes para esta investigación, ya que el objetivo de este trabajo no es clínico, sino académico; aspecto que le permitió a los observadores enfocarse en la medición de lo que les interesaba, sin que los datos clínicos afectaran la observación. (Tabla 1)

Tabla 1. Distribución de los datos generales del muestreo de electrocardiogramas.

Muestra ECG = 100	
FC lpm (media), (DE)	72.50 (17.10)
QT p msg (media), (DE)	361.32 (62.38)
RR msg (media), (DE)	791.3 (16.94)
QT B msg (media), (DE)	404.84 (47.15)
QT F msg (media), (DE)	361.36 (62.36)

FC: frecuencia cardiaca, QTp: intervalo QT del paciente, msg: milisegundos, RR: intervalo entre R- R, QT B: cálculo de intervalo QT según Bazzet, QT F: cálculo de intervalo QT según Framingham, lpm: latidos por minuto.

Fuente: elaboración propia

Figura 1. Distribución del intervalo QT de los pacientes muestreados. QT corregido según Bazzet y Framingham

Fuente: Elaboración propia.

La media de la frecuencia cardiaca fue de 72.50 lpm (IC 95 % 69.13 – 75.87), la media del intervalo del QT del paciente en milisegundos de 361.32 (IC 95 % 349.04 – 373.61), la media del intervalo QT corregido con la fórmula Bazzet es de 404.84 msg (IC 95% 395.55 – 414.13), la media del intervalo QT corregido con la fórmula de framingham es de 361.36 (IC 95% 349.07-373.07), con una diferencia de 43.48 msg.

La variabilidad del QT corregido con la primera fórmula es de 11.64 % y de 17.25 % con la segunda fórmula. La diferencia entre el QT del paciente con la fórmula de Bazzet es de 9.52 %, y con la fórmula de Framingham de 27.67 %. (Figura 1)

Para lograr medir la relación entre la frecuencia cardiaca del paciente y el intervalo QT, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, ya que no solo define la relación sino también el grado. (Figura 2)

Figura 2. Relación entre la frecuencia cardiaca y el intervalo QT del paciente según el coeficiente de correlación de Pearson.

Fuente: elaboración propia

El resultado del coeficiente de correlación de Pearson obtenido es de -0.72 (Figura 2), lo cual muestra una relación negativa con un nivel alto. A la vez, se realizó una regresión lineal entre estas dos variables y el resultado fue R² 0.52.

Discusión

La literatura muestra que la prevalencia de patologías que afectan el intervalo QT oscila entre el 8.3% – 25.8%. El uso de diferentes fórmulas para corregir el intervalo QT según la frecuencia cardiaca es una práctica común, siendo las fórmulas más utilizadas la de Bazzet, Fridericia, Framingham y Hodges. (7). En el estudio realizado por Molnar et al. a 21 sujetos sanos mediante monitoreo por holter durante 24 horas, para evaluar la variabilidad según el

ciclo circadiano, se demostró que por cada 10 ms de aumento en el intervalo QT, se incrementa el riesgo de falla cardíaca y muerte por causa cardiovascular. (8)

La prevalencia del intervalo QT largo es del 2.5% y ajustada la frecuencia cardíaca, de 9.6 % de acuerdo con Anderson et al. (7). En cambio, según nuestro estudio, el 100 % de los electrocardiogramas que fueron tomados a pacientes con alguna patología, la prevalencia del QT largo fue del 85% utilizando ambas fórmulas.

Al correlacionar el intervalo QT con el intervalo RR, en el estudio de Anderson et al. (7), se obtuvo mediante el coeficiente de correlación de Spermann un resultado de 0.537; en este trabajo, por la cantidad de datos, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, el cual resultó en -0.72, una correlación alta negativa, que mostró una diferencia significativa entre ambos resultados.

La correlación alta muestra que existe una relación estrecha entre la frecuencia cardíaca y el intervalo QT y el aumento de la frecuencia cardíaca se traduce en una reducción del intervalo QT y viceversa.

La variación porcentual entre las diferentes fórmulas del QT en relación con la QT del paciente, es un criterio de calidad, el resultado obtenido utilizando la fórmula de Bazget es de 9.52% y con la fórmula de Framingham es de 0.83%. Eso muestra que hay una menor variabilidad con la segunda fórmula, aspecto que le confiere mayor grado de exactitud, el cual fue evidenciado por Benatar et al. (9) del departamento de cardiología del hospital académico de Bruselas, quienes concluyen que la fórmula de Framingham es una de las más precisas para la corrección del cálculo del intervalo QT.

La fórmula de Bazget sigue como metodología el modelo lineal (7), por lo que en ocasiones subestima el valor del QT corregido, lo cual es congruente con los datos obtenidos en esta muestra, pues el mayor porcentaje de variabilidad se obtuvo utilizando la fórmula de Bazget.

Conclusiones

La medición del intervalo QT provee al clínico información necesaria para valorar patologías no cardíacas que lo afectan como las enfermedades hereditarias que alargan el intervalo QT, los trastornos electrolíticos relacionados con el potasio y calcio y el efecto de muchos medicamentos que pueden desencadenar en una arritmia cardíaca letal de ahí su utilidad. Para la evaluación de los trastornos electrolíticos permite de manera ágil, realizar un diagnóstico presuntivo para iniciar el tratamiento médico a fin de evitar complicaciones. Como se expuso, existen varias fórmulas que permiten obtener el intervalo QT corregido, cuya confiabilidad varía y, por ende, la capacidad de realizar un diagnóstico más preciso.

Como parte del ejercicio académico de relacionar estadísticamente la frecuencia cardíaca con el intervalo QT, se permitió valorar también el grado de variabilidad utilizando dos diferentes fórmulas, en consecuencia, la fórmula de Framingham mostró 11.46 veces menor variabilidad entre el resultado del intervalo QT corregido y el intervalo QT que presentó el paciente.

Así, se logró demostrar que existe una correlación alta inversa entre la frecuencia cardíaca y el intervalo QT, lo que permitió concluir que a mayor frecuencia cardíaca menor será el intervalo QT del paciente, aún en condiciones patológicas, puesto que la totalidad del muestreo corresponde a electrocardiogramas tomados en el ambiente académico de personas que padecen de alguna enfermedad

cardiovascular.

La finalidad académica del trabajo de investigación, no solo es proveer una herramienta estadística que puede ser utilizada en cualquier otro contexto donde se necesite valorar la correlación de dos variables cuantitativas, sino también, describir cuál es o cuáles son las fórmulas más exactas a la hora de corregir el intervalo QT, ya que es un recurso provechoso en la valoración clínica de un paciente, tanto para patologías cardiovasculares como en condiciones no asociadas con el corazón.

Bibliografía

1. Al-Khatib SM et al. What clinicians should know about the QT interval. JAMA 2003; 289(16):2120-7.
2. Lama T A. La medición del intervalo QT: Una competencia médica a mejorar. 2019.
3. Montgomery H, Hunter S, Morris S, Naunton-Morgan, Marshall R. Interpretation of electrocardiograms by doctors. BMJ1994; 309: 1551-2.
4. Al-Khatib SM, Lapointe NMA, Kramer JM, Chen AY, Hammill BG, DeLong L et al. A survey of health care practitioners' knowledge of the QT interval. J Gen Intern Med 2005; 20: 392-6.
5. Lanza Tarricone G. Fórmulas para el QT corregido y consideraciones clínicas [Internet]. Ve.scielo.org. 2019 [cited 28 November 2019]. Available
6. Chávez E. El intervalo QT, su origen e importancia del conocimiento de fórmulas para su medición en diferentes circunstancias clínicas. CorSalud. 2014;1(6):79-85.
7. Anderson N, Soriano M. Comparación de cuatro fórmulas para ajustar el intervalo QT a la frecuencia cardiaca en pacientes cardíopatas. Rev. urug. med. interna. 2019;4(1).
8. Molnar J, Zhang F, Weiss J, Ehlert F, Rosenthal J. Diurnal pattern of QTc interval: How long is prolonged?. JACC. 1996; 27(1):76-83.
9. Benatar A, Decraene T. Comparison of formulae for heart rate correction of QT interval in exercise ECGs from healthy children. Heart. 2001; 86(2):199-202.