Error conceptual en el término “doble producto” utilizado en electrocardiografía de esfuerzos y otros estudios

Conceptual error in the term “double product” used in stress electrocardiography and other studies

Dr. Giuseppe Lanza Tarricone¹ MASVC

¹Directivo de la Fundación DIABEM. Ex Adjunto de Cardiología del Hospital José Gregorio Hernández (Av. Panteón – Parroquia Altigracia – Caracas).

RESUMEN

Introducción: El término “Doble Producto”, definido actualmente como la multiplicación de frecuencia cardíaca por la tensión arterial sistólica, se usa en electrocardiografía de esfuerzo y otros estudios. Adolece de un verdadero significado algebraico y aritmético, y debe ser sustituido. **Objetivo:** Se presentan los argumentos algebraicos donde se demuestra el error en la definición del “Doble Producto”. **Métodos:** En un conjunto se definen operaciones entre sus elementos (relaciones binarias) y el resultado está dentro de ese conjunto. Las operaciones a definir se corresponden como un proceso en la manipulación de elementos del conjunto. Al resultado de esa

operación se le da otro nombre. Por ejemplo, si la operación es multiplicación, el resultado se denomina producto. Si la operación es una adición, el resultado se denomina suma. **Resultados:** Aplicando un argumento teórico al denominado “Doble Producto” se concluye que la operación efectuada es una multiplicación entre dos elementos o factores. El resultado de esa multiplicación se denomina producto y de ninguna manera doble producto. Si se dijera doble producto habría que duplicar el resultado obtenido, ocasionando un error. **Conclusión:** Los comités editoriales de revistas, los coordinadores de posgrados y los investigadores deben cambiar su terminología. En vez de expresar, por ejemplo, angina por doble producto, de aquí en adelante deben expresar “angina por el producto de dos factores”.

Palabras clave: Doble producto, producto de factores, electrocardiografía de esfuerzo, capacidad cardiorrespiratoria.

CORRESPONDENCIA:

Dr. Giuseppe Lanza Tarricone
Fundación DIABEM. Av. San Martín - Caracas- RB de Venezuela.

Tel: +58-412-983.84.65

E-mail: giulanzata@gmail.com

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS DE LOS AUTORES:

No hay conflicto de intereses.

Recibido en: Octubre 10, 2022

Aceptado en: Octubre 15, 2022

SUMMARY

Introduction: The term “Double Product”, currently defined as the multiplication of Heart Rate by Systolic Blood Pressure, is used in stress electrocardiography and other studies. It lacks true algebraic and arithmetical meaning, and must be replaced. **Objective:** The algebraic arguments are presented where the error in the definition of the “Double Product” is demonstrated. **Methods:** In a set, operations are defined between its elements (binary relations) and the result is within that set. The operations to be defined correspond as a process in the manipulation

of elements of the set. The result of that operation is given another name. For example, if the operation is multiplication, the result is called the product. If the operation is an addition, the result is called a sum. **Results:** Applying a theoretical argument to the so-called “Double Product”, it is concluded that the operation carried out is a multiplication between two elements or factors. The result of that multiplication is called a product and in no way a double product. If double product were said, the result obtained would have to be doubled, causing an error. **Conclusion:** The editorial committees of journals, postgraduate coordinators and researchers must change their terminology. Instead of expressing, for example, angina by the double product, from now on they should express angina by the product of two factors.

Key words: Double product, product of factors, exercise electrocardiography, cardiorespiratory capacity.

INTRODUCCIÓN

El término “Doble Producto” (DP) se viene utilizando desde hace décadas en Cardiología. Es frecuente usarlo en electrocardiografía de esfuerzo y otros estudios a fin de evaluar la capacidad cardiorrespiratoria. El DP es referenciado en diferentes artículos de investigación y publicados en revistas diversas⁽¹⁻⁷⁾: indicador del metabolismo en pacientes coronarios, ergometría en pacientes de obesidad mórbida, prescripción de ejercicios en entrenamientos deportivos, medición de capacidad aeróbica, entrenamiento de pacientes en insuficiencia cardíaca, efectos del yoga en la función pulmonar de practicantes entrenados, rehabilitación en cirugía cardíaca.

Las revistas de carácter internacional y de mayor importancia incluyen el término DP⁽⁸⁻¹⁵⁾: el estudio Ohasama y la predicción de mortalidad en hipertensos, arterioesclerosis en un estudio longitudinal japonés, la reserva del doble producto como elemento pronóstico, distribución de la presión arterial en niños, enfermedad pulmonar obstructiva crónica e hipertensión arterial, yoga y variables cardíacas en pacientes hipertensos, respuestas en pacientes hipertensos fronterizos, ejercicio y beneficio en el descenso de la presión arterial, ritmo circadiano y doble producto.

Se ha pasado una ojeada rápida a los artículos de investigación y a las revistas que usan el término DP, definido como la multiplicación de la presión arterial sistólica (PA) por la frecuencia cardíaca (FC). En la construcción de una simple ecuación sería:

$DP = PA \times FC$. El presente trabajo pretende demostrar que el término DP, como se viene usando actualmente, es incorrecto y debe subsanarse. Va en contra del conocimiento algebraico y aritmético de lo que representa un verdadero doble producto.

OPERACIÓN ALGEBRAICA ENTRE DOS OBJETOS

La operación algebraica entre dos objetos abstractos del mismo conjunto (pueden ser números) es una operación binaria que da como resultado otro objeto de la misma naturaleza y contenido dentro del conjunto original. Sea A el conjunto formado por “0” y “1”. En representación esquemática sería $A = \{0, 1\}$. Determinado el conjunto de origen, queda por definir entre los elementos del conjunto A alguna operación o “manipulación”. Se pueden definir tantas operaciones como se quiera siempre y cuando cumplan las condiciones de las relaciones binarias, matemáticamente hablando. Aclararemos con ejemplos la diferencia entre los diferentes términos.

Ejemplo 1:

Sea “*” definida como la multiplicación en el conjunto A anteriormente definido. Se sabe que $0 * 1 = 0$; $1 * 1 = 1$; $0 * 0 = 0$; $1 * 0 = 0$;

La operación de multiplicación así definida muestra todas las posibilidades de cálculo y son los procesos que ocurren en toda computadora. La operación indicada con el símbolo “*” se denomina multiplicación. Los elementos involucrados del conjunto A se denominan factores. El resultado en cada operación se denomina producto.

Ejemplo 2:

Sea la operación multiplicación definido por el símbolo “*” entre dos números, como el 2 y el 3. La multiplicación está definida por el símbolo *; 2 y 3

son los factores o elementos entrantes a la operación. El resultado de esa multiplicación es 6 y se denomina producto. La operación de multiplicación y el concepto de producto son diferentes. Siendo más explícito: la operación o manipulación de objetos es un proceso; el resultado de ese proceso se denomina producto. En diferentes libros de matemática se permite el uso indiscriminado de multiplicación y producto siempre que el contexto no se presta a confusión. En definitiva, son diferentes.

Ejemplo 3:

Hagamos la multiplicación siguiente: $2 * 3 * 4$. El símbolo “*” hace referencia a la operación (multiplicación, en este caso); 2, 3, y 4 son factores; 24 es el resultado que denominamos producto. Queda claro que la operación (o proceso) y el resultado (derivado de un proceso) son dos situaciones diferentes. Si hubieran 4 o más factores, la notación sería la misma de los casos anteriores y el producto es el resultado de una multiplicación de 4 o más factores.

ANÁLISIS DE OTRA CIRCUNSTANCIA COMO SERÍA LA ADICIÓN DE OBJETOS

Al igual que la operación de multiplicación, analicemos la operación suma. Sea A el conjunto definido como en el Ejemplo 1. $A = \{0,1\}$. Sea “#” la operación definida como “adición” en los términos del Álgebra de Boole o Lógica Booleana que utiliza la computadora: $1 \# 0 = 1$; $1 \# 1 = 1$; $0 \# 1 = 1$; $0 \# 0 = 0$; Podríamos advertir una exclamación en $1 \# 1 = 1$. En lógica booleana se interpreta como: si dos situaciones son ambas verdaderas (considerando verdadero el elemento “1”), el resultado debe ser verdadero. La operación “#” la denominaremos adición lógica y viene a representar un proceso de manipulación de sus elementos. El resultado del proceso denominado “adición” produce como resultado un objeto denominado “suma”. La discriminación entre “adición” y “suma” es importante. En los contextos matemáticos donde no hay confusión posible, se usa a veces “adición” y “suma” de manera indiscriminada siempre y cuando no haya inconveniente.

Supongamos que deseamos realizar la siguiente operación usual de adición con números enteros: $3 + 2 + 6$. El símbolo “+” representa la operación adición, los números 3, 2 y 6 representan los sumandos y el resultado que es 12 se denomina suma.

ANÁLISIS DEL TÉRMINO ACTUAL DE DOBLE PRODUCTO

En el momento actual el DP está definido como $DP = PA \times FC$. La operación involucrada es la multiplicación, usando el símbolo “x”, PA y FC son los factores. De acuerdo a los ejemplos anteriormente presentados, el resultado se denomina “Producto” y de ninguna manera DP. La pregunta clave sería ¿por qué? Veamos nuevamente el Ejemplo 2. El producto resultante era 6. Si dijéramos “doble producto” eso equivale a duplicar el valor de ese resultado y tendríamos 12, lo cual es contradictorio con la ecuación que se usa actualmente. Hay que recordar que el “doble de algo” es equivalente a multiplicar por 2.

Nuevamente surge la pregunta ¿cómo debería denominarse el DP? La respuesta es sencilla: el producto de dos factores. En adelante, por ejemplo, en vez de utilizar el diagnóstico de “angina por el doble producto” se debe decir “angina por el producto de dos factores”. En cualquier otra circunstancia similar hay que echar mano de la misma definición.

CONCLUSIÓN

Se ha demostrado de manera fehaciente el error de arrastrar el término DP durante décadas y no se corresponde a un contexto verdaderamente algebraico ni aritmético. De aquí en adelante la fórmula $DP = PA \times FC$ debe ser sustituida por $P = PA \times FC$ donde P es el producto de dos factores. De aquí en adelante se debería usar, a manera de ejemplo, “angina por el producto de dos factores”. Es obligación de los editores de revistas, los coordinadores de posgrados y los investigadores realizar los cambios necesarios.

REFERENCIAS

1. Resnik M, De Roia G, Lobo P, Peralta L, Saccone F, Puga L, et al. Punto de quiebre del doble producto como indicador de transición metabólica durante el ejercicio en pacientes coronarios. *Insuficiencia Cardíaca*. 2016;11:160-167.
2. Marino F, Vidal R, Parada L, do Valle J, Fares R, Ivar J, et al. Respuestas cardiovasculares de mujeres con obesidad mórbida sometidas a un test ergoespirométrico con ergómetro de brazo. *Rev Colomb Cardiol*. 2017;24:532-536.
3. Do Nascimento J, Lopes F, de Almeida R, Fraga A, Bonfim de Sousa A, Carvalho M. Doble producto como parámetro de prescripción de ejercicios y como predictor del consumo de oxígeno. *EFDeportes*. 2018;22:67-71.
4. Gonçalves V, Corrêa N, do Rosário J, Bodell N, da Silva G, da Silva L, et al. Blood pressure, heart rate, and rate pressure product behavior during interval and continuous aerobic exercise. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*. 2022;43:579-585.
5. Fletcher B, Magyari P, Prussak K, Churilla J. Entrenamiento físico en pacientes con insuficiencia cardíaca. *Rev Méd Clínica Las Condes*. 2012;23:757-765.
6. Blank SE. Physiological Responses to Iyengar Yoga performed by trained practitioners. *J Exercise Physiol online*. 2006;9:7-23.
7. Dayan V, Ricca R. Rehabilitación cardíaca luego de la cirugía de revascularización miocárdica. *Arch Cardiol Méx*. 2014;84:286-292.
8. Ryusuke I, Takayoshi O, Masahiro K, Hirohito M, Kei A, Atsuhiko K, et al. Predictive value for mortality of the double product at rest obtained by home blood pressure measurement: The Ohasama Study. *Am J Hypertension*. 2012;25:568-575.
9. Asayama K, Hozawa A, Taguri M, Ohkubo T, Tabara Y, Suzuki K, et al. The Japan Arteriosclerosis Longitudinal Study (JALS) group. Blood pressure, heart rate, and double product in a pooled cohort: The Japan Arteriosclerosis Longitudinal Study. *J Hypertension*. 2017;35:1808-1815.
10. Sadrzadeh A, Sungar G, Dewey F, Hadley D, Myers J, Froelicher V. Prognostic value of double product reserve. *Eur J Cardiovasc Prevent Rehabil*. 2008;15:541-547.
11. Schieken RM, Clarke WR, Lauer RM. The cardiovascular responses to exercise in children across the blood pressure distribution. *The Muscatine study*. *Hypertension*. 1983;5:71-78.
12. Lin M, Yang YF, Lee D, Chiang HT. Comparisons of long-term effects of lisinopril vs nifedipine vs conventional therapy in the treatment of mild-to-moderate hypertension in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Zhonghua yi xue za zhi = Chinese Med J*. 1996;57:392-400.
13. Ananda B, Zeena S, Madanmohan. Immediate Effect of Sukha Pranayama on Cardiovascular Variables in Patients of Hypertension. *Internat J Yoga Ther*. 2011;21:73-76.
14. Martins D, Moreira H, Cruz de Oliveira N, Medeiros A. Mat Pilates training reduced clinical and ambulatory blood pressure in hypertensive women using antihypertensive medications. *Internat J Cardiol*. 2015;179:262-268.
15. Hermida R. Sleep-time ambulatory blood pressure as a prognostic marker of vascular and other risks and therapeutic target for prevention by hypertension chronotherapy: Rationale and design of the Hygia Project. *Chronobiol Internat*. 2016;33:906-936.