

## ARTÍCULO ORIGINAL

# Análisis de un modelo de clases latentes en las escalas de clasificación diagnóstica del síndrome coronario agudo

JOHN JAIME SPROCKEL DÍAZ<sup>1</sup>, MARÍA TERESA FONTALVO<sup>2</sup>, CAROLINA ARAQUE<sup>2</sup>

## Resumen

**Introducción:** El dolor torácico representa una de las principales causas de consulta al servicio de urgencias; por ello la identificación de situaciones que ponen en riesgo la vida, en especial los síndromes coronarios agudos (SCA), se convierte en la prioridad. Las escalas de Braunwald y TIMI son dos de las aproximaciones usadas en la clasificación inicial de los pacientes. **Metodología:** A partir de una base de datos obtenida de un estudio de la aplicación de rutas críticas en el diagnóstico de los SCA, integrada por pacientes con dolor torácico, se realizó un estudio exploratorio en el que, a partir de un análisis de clases latentes, se evaluaron los componentes de dichas escalas. **Resultados:** Se encuentra que el mejor modelo consta de dos clases latentes para el caso de la escala de Braunwald y de tres para el TIMI. Se sugiere que podríamos disminuir la dimensionalidad de la escala de Braunwald excluyendo las variables de edema pulmonar y la inversión aislada de la onda T en una derivación. La escala de TIMI no se ajusta lo suficiente para lograr la clasificación diagnóstica de los SCA. **Conclusión:** El análisis de clases latentes podría ser usado para clasificar los grupos de clasificación del dolor torácico para los SCA o disminuir su dimensionalidad.

**Palabras clave:** dolor torácico, síndromes coronarios agudos, clasificación/diagnóstico, análisis de clases latentes.

**Title: Analysis of a Latent Class Model in Diagnostic Classification Scales Acute Coronary Syndrome**

- 
- 1 Médico internista. Candidato a Maestría en Ingeniería de Sistemas y Computación, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Instructor de Medicina Interna, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud-Hospital de San José, Bogotá, Colombia.
  - 2 Médica residente de segundo año de Medicina Interna, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud-Hospital de San José, Bogotá, Colombia.

Recibido: 20/08/2013

Revisado: 09/12/2013

Aprobado: 17/12/2013

## Abstract

**Introduction:** Chest pain is one of the leading causes of visits to the emergency department, identifying situations that endanger life, especially acute coronary syndromes (ACS), becomes the priority. The Braunwald and TIMI scales are two of the approximations used in the initial classification of patients. **Methodology:** From a database obtained from a study of the application of critical paths in the diagnosis of ACS, consisting of patients with chest pain, we conducted an exploratory study in which, from a latent class analysis is evaluated the components of these scales. **Results:** It is founded that the best model is the one that comprises two latent classes for the case of Braunwald and three for the TIMI. Suggests that could reduce the dimensionality of the scale variables Braunwald excluding investment pulmonary edema and isolated T-wave in a shunt. The TIMI scale does not fit enough to make the diagnostic classification of SCA. **Conclusion:** Latent class analysis could be used to classify groups for chest pain classification in ACS or reduce the dimensionality.

**Key words:** Chest pain, acute coronary syndromes, classification/diagnosis, latent class analysis.

## Introducción

El dolor torácico representa aproximadamente entre el 8 y el 15% de los motivos de consulta a urgencias y es causado, en su mayoría, por condiciones benignas. Cuando este pone en riesgo la vida, el éxito de su tratamiento depende principalmente de la rapidez con que se instaure [1]. El síndrome coronario agudo (SCA) es una de las primeras causas de muerte en todo el mundo, y en una proporción importante de los casos puede ser difícil de diagnosticar, porque puede

afectar muchos sistemas e incluye enfermedades que ponen en riesgo la vida, como el embolismo pulmonar, el neumotórax a tensión y la disección aórtica, y se necesita un diagnóstico rápido y tratamientos diferentes a aquel del SCA [2].

Con el fin de mejorar el enfoque diagnóstico y terapéutico del SCA se han desarrollado escalas de clasificación de diagnóstico y pronóstico basadas en la clínica, los hallazgos electrocardiográficos y los biomarcadores. Braunwald y colaboradores [3] (tabla 1) propusieron una escala que ha contado con una amplia distribución y es avalada por las guías, tanto en el ámbito nacional [4,5] como en el internacional [6-9]. Esto ocurre pese a tratarse de una escala subjetiva y no haber sido validada en estudios clínicos. La escala de riesgo del TIMI [10] (tabla 2), si bien fue desarrollada y validada para la estratificación del riesgo luego de un SCA sin elevación del segmento ST, en estudios recientes se ha mostrado su utilidad para la evaluación del dolor torácico, pues ayuda a predecir las complicaciones cardiovasculares [11-17].

La búsqueda de estrategias de clasificación siempre han representado un reto en medicina; las técnicas estadísticas que lo hacen modelan las asociaciones entre las variables manifiestas, sin definir relaciones de causalidad sobre una variable dependiente. La forma más común de hacerlo es mediante técnicas multivariadas

**Tabla 1. Probabilidad de enfermedad coronaria significativa en pacientes con síntomas sugestivos de angina inestable**

Probabilidad	Alta	Intermedia	Baja
<b>Historia</b>	Dolor torácico o del miembro superior izquierdo como síntoma principal de consulta que se asemeja a un episodio anterior de angina. Historia conocida de enfermedad coronaria.	Dolor o disconfort torácico o del miembro superior izquierdo como síntoma principal de consulta. Edad mayor de 75 años. Género masculino Diabetes mellitus.	Síntomas isquémicos probables en ausencia de características de probabilidad intermedia o alta. Uso reciente de cocaína.
<b>Examen</b>	Soplo mitral transitorio, hipotensión, diaforesis, edema pulmonar o estertores.	Enfermedad vascular extracardiaca.	Dolor torácico reproducible a la palpación.
<b>Electrocardiograma</b>	Desviación transitoria del ST nueva o presumiblemente nueva (mayor de 1 mm) o inversiones de la onda T en múltiples derivaciones.	Ondas Q fijas. Depresión del ST entre 0,5 a 1 mm o inversión de la onda T mayor de 1 mm en una derivación.	Aplanamiento o inversión de la onda T menor de 1 mm en derivaciones con onda R dominante. Electrocardiograma normal
<b>Marcadores cardiacos</b>	Troponina I, T o CPK MB elevada.	Normal	Normal

**Tabla 2. Puntaje de severidad de TIMI**

Puntaje de severidad de TIMI (cada uno vale un punto)
Edad mayor de 65 años
Tres o más factores de riesgo coronario (HTA, dislipidemia, diabetes, historia familiar de enfermedad coronaria, tabaquismo activo)
Dos o más episodios de dolor torácico en 24 horas
Uso de aspirina
Enfermedad coronaria de más del 50% (no corregida)
Biomarcadores positivos
Cambios electrocardiográficos (desviación del segmento ST)

(regresión logística), que carecen de un criterio objetivo que guíe a los investigadores en la determinación del número óptimo de grupos. En las ciencias sociales, incluida la psicología, se utilizan ampliamente los *análisis de clases latentes* (ACL), que proveen criterios menos arbitrarios para determinar el número de grupos presentes en la población [18]. Este análisis se basa en la teoría de la probabilidad y recurre a los datos observados para explorar las relaciones entre las variables manifiestas, así como para probar hipótesis acerca de las estructuras e intentar reducir datos en una sola variable latente (figura 1).

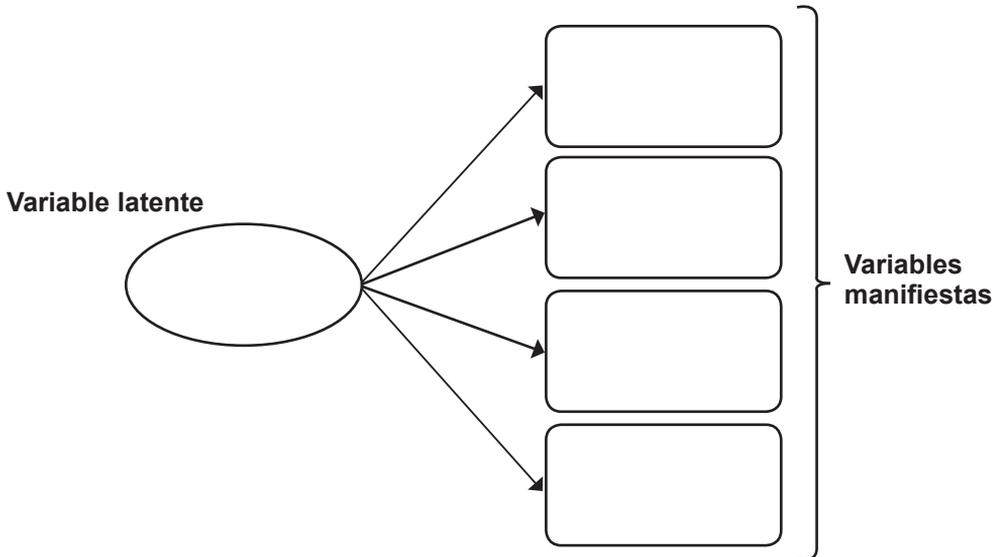
Monroy y colaboradores [19] plantean que el ACL presenta las siguientes ventajas: 1) disminuye la complejidad de las escalas identificando un número menor de variables, 2) explica las relaciones “verdaderas” entre variables observadas controlando las fuentes de error, 3) realiza estimaciones de la probabilidad de cada variable para pertenecer a una de las clases latentes y 4) analiza los datos categóricos en las escalas en que fueron medidos.

En medicina no se han realizado muchos estudios utilizando este método, el cual puede ser útil en la construcción de las escalas de clasificación de diagnóstico o pronóstico, por lo que representa un nicho por explorar.

El objetivo del presente estudio es realizar un análisis de las variables que se tienen en cuenta en las escalas de diagnóstico de los SCA en pacientes que consultan por dolor torácico al servicio de urgencia, para modelar las relaciones de asociación entre variables e intentar reducir su dimensionalidad utilizando un análisis de clases latentes.

### Metodología

Se realizó un estudio de corte transversal cuya población estuvo compuesta por pacientes mayores de 18 años de edad que consultaron al servicio de urgencias del Hospital San José por dolor torácico como motivo de consulta principal, en el periodo comprendido entre el 20 febrero



**Figura 1.** Modelo de variable latente

Fuente: modificado de Monroy y colaboradores [19].

y el 30 de octubre de 2012. Los pacientes se tomaron a partir de la base de datos de un estudio que se realizaba para ese momento en el servicio de urgencias del hospital denominado *Estructuración e implementación de una ruta crítica para el manejo de pacientes con síndrome coronario agudo en el servicio de urgencias del Hospital San José de Bogotá*. Este estudio captó pacientes con posible SCA a los cuales se les realizaba una ruta crítica que tenía como objetivo identificar el paciente con SCA de alto riesgo y mejorar la calidad de la atención de estos pacientes.

### **Análisis estadístico**

Las variables cualitativas se reportan con frecuencias absolutas y porcentajes. Las variables cuantitativas se resumieron con promedios y desviación estándar. La base de datos se construyó en Excel 2007. Se realizó un análisis univariado de cada variable, incluida en la escala de probabilidad de Braunwald y colaboradores [3] y en el puntaje de riesgo de TIMI, con ayuda del programa SPSS. El análisis de variable latentes se realizó por el método modelo de clases latentes, y para ello se utilizó el *software* estadístico R, usando el paquete *poLCA*, que desarrolla por convención modelos de uno a cuatro clases latentes.

El programa *poLCA* estima el modelo de clases latentes maximizando la función de log-verosimilitud [20]:

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \ln \sum_{r=1}^R p_r \prod_{j=1}^J \prod_{k=1}^{K_j} (\pi_{jrk})^{Y_{ijk}}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : el valor manifiesto de  $j$  variables manifiestas.

$p_r$ : probabilidad *a priori* de pertenecer a una clase latente.

$\pi_{jrk}$ : probabilidad condicional de pertenecer a una clase que una observación en la clase  $r$  produzca un desenlace  $k$  en la variable  $j$ .

Posteriormente, se compararon estos modelos a través de las medidas que tienen en cuenta tanto la bondad de ajuste: chi cuadrado estándar ( $\chi^2$ ) y el test de razón de verosimilitudes ( $G^2$ ), como la parsimonia: BIC y AIC. Para la evaluación del ajuste del modelo el estadístico más usado es el *criterio de información bayesiana (bayesian information criterion [BIC])* el cual pondera, de acuerdo con el número de parámetros, la bondad del ajuste de un modelo medido por el valor de máxima verosimilitud obtenido. Su mayor utilidad es cuando hay datos esparcidos o casos escasos. Para seleccionar el modelo se debe identificar el modelo que obtenga el menor *BIC*:

$$BIC = -2 \Lambda + \Phi \log(N)$$

y

$$AIC = -2 \Lambda + 2\Phi$$

Con:  $\Lambda$  como el valor maximizado del logaritmo de la función de verosimilitud.

$\Phi$  número de variables del modelo.

$N$  tamaño de la muestra.

El trabajo de donde se obtuvieron los datos para este informe fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación para Humanos del Hospital San José de Bogotá.

## Resultados

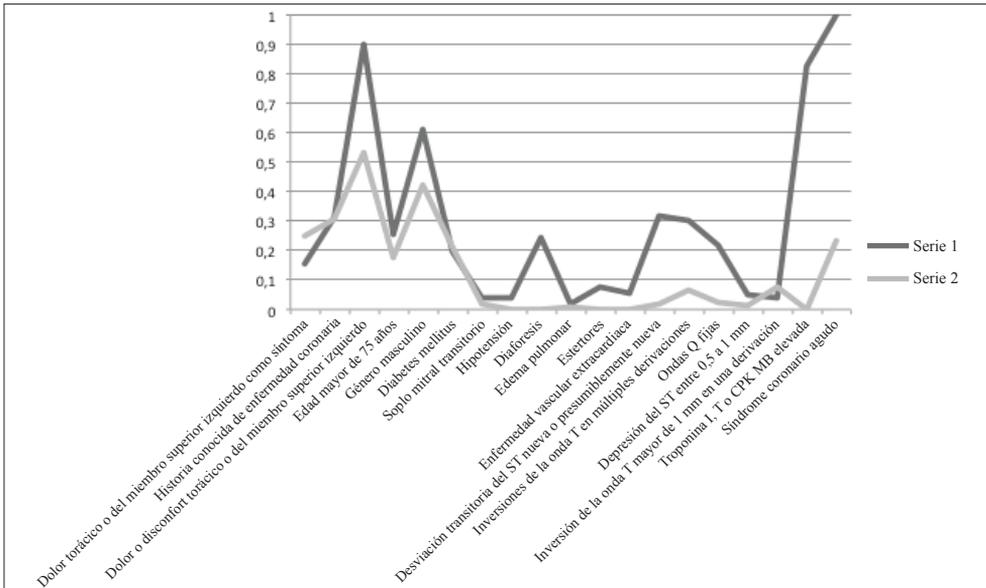
Se obtuvieron datos a partir de 159 pacientes que consultaron el servicio de urgencias del Hospital San José de Bogotá con diagnóstico de dolor torácico. En 81 fue descartado un SCA y 78 fueron confirmados; 41 (25,8%) fueron anginas y 37 (23,3%) fueron infartos. De los casos, 72 (45,3%) fueron mujeres. El promedio de edad fue de 61,4 años. Para el diagnóstico se contó con pruebas de estratificación coronaria no invasiva en 50 casos y cateterismo cardiaco en 50 casos; en el resto fue suficiente la historia clínica, junto con datos del electrocardiograma y de los biomarcadores.

Tras correr el programa R con los comandos del paquete *poLCA* relacionando las 18 variables de la escala de probabilidad de Braunwald, más la variable de presencia o no de un SCA, que produjeron entre 1 y 4 clústeres de variables latentes, encontramos a partir del BIC y del AIC que el modelo de 2 clústeres de variables latentes era el más parsimonioso y con mejor bondad de ajuste (AIC de 2083 y BIC de 2203, tabla 3). El máximo de log-verosimilitud del modelo fue  $-937,2$ . Al analizar las probabilidades de respuesta en las variables indicadoras de cada clase latente obtenemos los datos de la tabla 4 y la figura 2. Observamos que las variables que no aportan al modelo fueron el edema pulmonar y la inversión de la onda T de 1 mm en una sola derivación.

Al efectuar el mismo procedimiento en que se relacionan las 7 variables de la escala de TIMI, junto con la variable de presencia o no de un SCA, se produjeron entre 1 y 4 clústeres de variables latentes, y así el modelo de tres clústeres de variables latentes fue el más parsimonioso y

**Tabla 3. Índices de bondad de ajuste en la escala de probabilidad del dolor torácico**

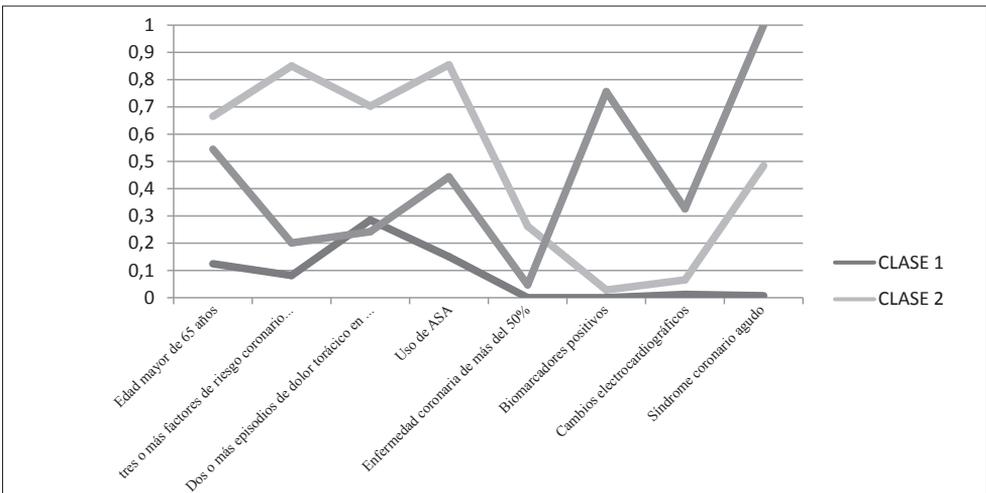
Número de clúster	AIC	BIC	G cuadrado (likelihood ratio/deviance statistic)	Chi cuadrado (bondad de ajuste)
1	2249,419	2307,729	875,0292	284344,00
2	2083,365	2203,052	668,9745	90892,30
3	2040,659	2221,725	586,2690	173973,70
4	2035,270	2277,714	540,8800	78813,51



**Figura 2.** Probabilidad estimada de las variables indicadoras en el modelo de dos clases latentes para la escala de probabilidad del dolor torácico

con mejor bondad de ajuste (AIC de 1308 y BIC de 1388, véase tabla 5). El máximo de log-verosimilitud fue  $-628,4272$ . En este modelo no se encuentra un ajuste

adecuado entre las variables de la clase 2 y 3 y se encontró un solapamiento entre ellas (tabla 6 y figura 3). Esto hace llegar a la conclusión que el modelo basado en



**Figura 3.** Probabilidad estimada de las variables indicadoras en el modelo de tres clases latentes para la escala de TIMI

**Tabla 4. Probabilidad de las clases y de las respuestas del modelo de dos clases en la escala de probabilidad del dolor torácico**

Variable		Probabilidad de respuesta	
		Clase 1	Clase 2
Dolor torácico o del miembro superior izquierdo como síntoma principal de consulta que se asemeja a un episodio anterior de angina	Sí	0,1576	0,2514
	No	0,8424	0,7486
Historia conocida de enfermedad coronaria	Sí	0,3147	0,3049
	No	0,6853	0,6951
Dolor o disconfort torácico o del miembro superior izquierdo como síntoma principal de consulta	Sí	0,9003	0,5307
	No	0,0997	0,4693
Edad mayor de 75 años	Sí	0,2532	0,1752
	No	0,7468	0,8248
Sexo masculino	Sí	0,6113	0,4206
	No	0,3887	0,5794
Diabetes mellitus	Sí	0,1985	0,2121
	No	0,8015	0,7879
Soplo mitral transitorio	Sí	0,0377	0,0189
	No	0,9623	0,9811
Hipotensión	Sí	0,0377	0
	No	0,9623	1
Diaforesis	Sí	0,2449	0
	No	0,7551	1
Edema pulmonar	Sí	0,0188	0,0094
	No	0,9812	0,9906
Estertores	Sí	0,0754	0
	No	0,9246	1
Enfermedad vascular extracardiaca	Sí	0,0565	0
	No	0,9435	1
Desviación transitoria del ST nueva o presumiblemente nueva (mayor de 1 mm)	Sí	0,3164	0,0209
	No	0,6836	0,9791
Inversiones de la onda T en múltiples derivaciones	Sí	0,3000	0,0668
	No	0,7000	0,9332
Ondas Q fijas	Sí	0,2179	0,023
	No	0,7821	0,977
Depresión del ST entre 0,5 a 1 mm	Sí	0,0527	0,0113
	No	0,9473	0,9887
Inversión de la onda T mayor de 1 mm en una derivación	Sí	0,0410	0,0739
	No	0,9590	0,9261
Troponina I, T o CPK MB elevada	Sí	0,8291	0
	No	0,1709	1
Síndrome coronario agudo	Sí	1	0,2353
	No	0	0,7647

Tabla 5. Índices de bondad de ajuste en la escala de TIMI

Número de clúster	AIC	BIC	G cuadrado (Likelihood ratio/deviance statistic)	Chi Cuadrado (Bondad de ajuste)
1	1495,745	1520,296	361,0765	691,3156
2	1432,277	1484,448	279,6084	366,5517
3	1308,854	1388,646	138,1861	180,0234
4	1305,642	1413,053	116,9732	148,7099

Tabla 6. Probabilidad de las clases y de las respuestas del modelo de tres clases en la escala de TIMI

Variable		Probabilidad de respuesta		
		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Edad mayor de 65 años	Sí	0,1245	0,6652	0,5448
	No	0,8755	0,3348	0,4552
Tres o más factores de riesgo coronario (HTA, dislipidemia, diabetes, historia familiar de enfermedad coronaria, tabaquismo)	Sí	0,0814	0,8500	0,2010
	No	0,9186	0,1500	0,7990
Dos o más episodios de dolor torácico en 24 horas	Sí	0,2851	0,7028	0,2423
	No	0,7149	0,2972	0,7577
Uso de ASA	Sí	0,1504	0,8547	0,4433
	No	0,8496	0,1453	0,5567
Enfermedad coronaria de más del 50%	Sí	0	0,2621	0,0468
	No	1	0,7379	0,9532
Biomarcadores positivos	Sí	0	0,028	0,7559
	No	1	0,972	0,2441
Cambios electrocardiográficos	Sí	0,0119	0,0651	0,3264
	No	0,9881	0,9349	0,6736
Síndrome coronario agudo	Sí	0,0072	0,4842	1
	No	0,9928	0,5158	0

la escala de TIMI no es adecuado para la clasificación de los pacientes en rangos de probabilidad pretest.

## Discusión

El modelo de análisis de clases latentes es útil para asignar observaciones en

categorías teniendo variables categóricas (ordinales o nominales). Usa la estimación de la máxima verosimilitud mediante el método de maximización de la esperanza (ME) en la mayoría de los casos. En medicina, la aplicación de este método ha sido muy escaso; sin embargo, su aplicación es promisoriosa en el análisis de los componentes clínicos o de laboratorio que puedan establecer una orientación diagnóstica en la construcción de una escala, como un camino complementario al que representan los modelos multivariados, con la ventaja de presentar un modelo objetivo para la determinación del número de las clases.

En el presente artículo se presenta un ACL aplicado a los datos obtenidos a partir de dos escalas de diagnóstico del dolor torácico con sospecha de un SCA: la escala de probabilidad propuesta por Braunwald y la de TIMI. En este se encuentran dos posibles modelos de agrupamiento que fueron los más parsimoniosos y con mejor bondad de ajuste: el de dos clústeres de clases latentes, que podríamos llamarlo probables y no probables, y el de tres, a los que podríamos llamar de baja, intermedia o alta probabilidad. Un hallazgo importante es que la escala de TIMI no logró una discriminación de la clasificación diagnóstica de los SCA, mientras la de Braunwald sí lo hizo. Esto pone en duda la utilidad clínica de los componentes de la escala de TIMI en la clasificación del dolor torácico.

En efecto, cuando han sido sujetas a validaciones, su utilidad no es uniforme. Por ejemplo, al evaluar la aplicación de la escala TIMI en el estudio del dolor torácico, Bartholomew y colaboradores [11] encontraron que de las 7 variables, solo la troponina positiva y una historia previa de enfermedad coronaria fueron los indicadores independientes de futuros eventos cardíacos a los 30 días. Pollack y colaboradores [12] reportaron que la puntuación de TIMI estratificó con éxito el riesgo de eventos adversos a los 30 días; sin embargo, indicaron que la probabilidad de eventos no desaparece cuando la puntuación es cero, lo cual hace que la decisión clínica no deba tomarse solo en base a dicha puntuación. Algo similar se encontró en la revisión sistemática de Hess y colaboradores [13] y en otros estudios [14,15].

Al contrario de estos resultados, Lyon y colaboradores [16] indican que tiene la posibilidad de estratificar el riesgo en los pacientes que acuden a urgencias con dolor torácico indiferenciado con precisión. Lee y colaboradores [17], al realizar una comparación en el rendimiento de los desenlaces entre las escalas, el TIMI tuvo un mejor desempeño que el GRACE y PURSUIT en los desenlaces cardiovasculares mayores a 30 días. Estos son ejemplos de que las escalas son una ayuda al proceso diagnóstico y terapéutico, pero su aplicación puede tener ciertas limitaciones y su utilidad varía según los estudios.

De todas formas, actualmente es recomendado el uso de escalas. Las guías colombianas para SCA con elevación del ST del 2010 [5] indican que en los pacientes que consultan por dolor torácico y sospecha diagnóstica de SCA, luego de la determinación rápida de la probabilidad, se debe realizar una estratificación de riesgo basado en síntomas, examen físico, cambios electrocardiográficos y marcadores bioquímicos. The American Heart Association, con respecto a las escalas, menciona: “... son recomendados como guía para la estratificación del riesgo y se deben aplicar como complemento, no como sustitutos, del juicio clínico en la eva-

luación de los pacientes que presentan dolor en el pecho” [21].

En el primer modelo las variables el edema pulmonar y la inversión de la onda T contribuyeron poco al modelo, como se puede observar en la figura 2, lo que en teoría podría hacer pensar que una manera para reducir la dimensionalidad de la escala sería su exclusión. Esta apenas es una observación que ejemplifica la forma cómo puede ser utilizado este análisis y complementar el desarrollo de una escala.

Los paquetes estadísticos tradicionales cuentan con pocas herramientas para

**Tabla 7. Herramientas para el análisis de variables latentes**

<b>Técnica</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Paquete estadístico</b>
Análisis factorial	Cuantitativa	SPSS, R, Gandía BarbWin, FACTOR, EQS, SAS, PSPP, Minitab, STATA
Análisis de correspondencias múltiples	Cualitativa	SPSS, R, PSPP, SAS, Minitab, STATA
Análisis de clúster	Ambas	SPSS, R, Gandía BarbWin, FACTOR, EQS, SAS, PSPP, Minitab, STATA
Modelos de clases latentes	Cualitativa	Latent Gold, poLCA, MCLUST, e1017 y gllm en R, PRO LCA y PROC LTA en SAS, LEM y MMLSA
<b>Interacciones entre clases latentes</b>		
Regresión lineal múltiple	Cuantitativa	SPSS, R, FACTOR, EQS, SAS, PSPP, Minitab, STATA
Regresión logística	Ambas	SPSS, R, FACTOR, EQS, SAS, PSPP, Minitab, STATA
Modelado de ecuaciones estructurales	Cualitativa	AMOS (SPSS), OpenMX, LISREL, EQS, MPlus, CALIS (SAS), STATA

Fuente: tabla ampliada a partir de Poza [22].

el cálculo de ACL (tabla 7). Se puede encontrar en librerías anexas a R o a SAS, o bien en *software* individual. Entre los más usados se encuentran Latent Gold y los paquetes poLCA y MCLUST del programa de código abierto R Haughton [23]. El proyecto R es un conjunto integrado de servicios de *software* para la manipulación de datos, cálculo y representación gráfica [24]. poLCA es el primer paquete de R para que el usuario pueda estimar modelos de clase latente para las variables manifiestas con cualquier número de posibles resultados, y es el único paquete que estima modelos de regresión de clases latentes con covariables (Linzer y Lewis [20,22,23,25], R Development Core Team [24]).

El presente estudio tiene un carácter exploratorio. Como limitaciones se encuentra un posible sesgo de selección, ya que se incluyeron solo los pacientes pertenecientes al estudio de la ruta crítica, que contaran con los datos completos para realizar este análisis. Por otro lado, si bien es cierto que se siguieron las recomendaciones de las guías institucionales para el enfoque diagnóstico de estos pacientes, pueden existir falsos negativos cuando se descarta un SCA. Ello puede generar en potencia un sesgo de clasificación. Sin embargo, se considera que esta es una limitación propia de la complejidad de la clasificación del SCA. No existió un cálculo previo del tamaño de la muestra lo que, junto con la casi nula aparición de complicaciones (ede-

ma pulmonar, estertores y soplo mitral), limita la inferencia estadística que se pueda obtener a partir de los resultados.

El modelo presentado es el análisis básico de clases latentes, pues en la actualidad existen numerosas extensiones que apenas se están aplicando a los estudios sociales, económicos o psicológicos, como la incorporación de covariables y modelos multinivel.

## Conclusión

Los modelos de análisis de clases latentes es una herramienta importante para asignar las observaciones a grupos con un carácter común de manera objetiva. Su aplicación a una población de pacientes con dolor torácico y sospecha de SCA permitió establecer que el mejor modelo es el que consta de dos clases latentes para el modelo creado a partir de la clasificación de Braunwald y la de tres clases para el TIMI. Además, sugiere que podríamos disminuir la dimensionalidad de la escala de probabilidad de Braunwald mediante la exclusión de las variables del edema pulmonar y la inversión aislada de la onda T en una derivación. Por otro lado, la escala de TIMI no se ajusta lo suficiente para lograr la clasificación diagnóstica de los SCA.

## Agradecimientos

A los miembros del Departamento de Investigación y Estadística del Hospital

San José de Bogotá, en especial al doctor Óscar Gamboa, por su colaboración para el entendimiento y manejo de los modelos de clases latentes. A los miembros del grupo de investigación en medicina interna del Hospital San José. Al profesor de procesos estocásticos, Pedro Vizcaya, PhD. Y al jefe del servicio de urgencias, Miguel Ángel Saavedra.

## Referencias

1. Erhardt L, Herlitz J, Bossaert L, et al. European Society of Cardiology: Task force on the management of chest pain. *Eur Heart J*. 2002;23(15):1153-76.
2. Blomkalns AL, Gibler WB. Chest pain unit concept: rationale and diagnostic strategies. *Cardiol Clin*. 2005;23(4):411-21.
3. Braunwald E, Jones RH, Mark DB, et al. Diagnosing and managing unstable angina. Agency for Health Care Policy and Research. *Circulation*. 1994;90(1):613-22.
4. Mendoza F, Isaza D, Beltrán R, Jaramillo C. Guías colombianas de cardiología: síndrome coronario agudo sin elevación del ST. *Rev Col Cardiol*. 2008;15(Supl 3):143-232.
5. Mendoza F, Isaza D, Beltrán R, Jaramillo C. Guías colombianas de cardiología-síndrome coronario agudo con elevación del ST. *Rev Col Cardiol*. 2010;17(Supl 3):121-275.
6. Jneid H, Anderson JL, Wright RS, et al. 2012 ACCF/AHA Focused Update of the Guideline for the Management of Patients with Unstable Angina/Non-ST-Elevation Myocardial Infarction (Updating the 2007 Guideline and Replacing the 2011 Focused Update) A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2012;126(7):875-910.
7. O'Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: executive summary a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2013;127(4):529-55.
8. Hamm CW, Bassand JP, Agewall S, et al. The Task Force for the management of acute coronary syndromes (ACS) in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2011;32:2999-3054.
9. Steg PG, James SK, Atar D, et al. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2012;33(20):2569-619.
10. Antman E, Cohen M, Bernick PJ, et al. The TIMI risk score for unstable angina/non-ST elevation MI, a method for prognostication and therapeutic decision making. *JAMA*. 2000;284(7):835-42.
11. Bartholomew BA, Sheps DS, Monroe S, et al. A population-based evaluation of the thrombolysis in myocardial infarction risk score for unstable angina and non-ST elevation myocardial infarction. *Clin Cardiol*. 2004;27:74-8.
12. Pollack CV Jr, Sites FD, Shofer FS, Sease KL, Hollander JE. Application of the TIMI risk score for unstable angina and non-ST elevation acute coronary syndrome to an unselected emergency department chest pain population. *Acad Emerg Med*. 2006;13:13-8.
13. Hess EP, Agarwal D, Chandra S, et al. Diagnostic accuracy of the TIMI risk score in patients with chest pain in the

- emergency department: a meta-analysis. *CMAJ*. 2010;182(10):1039-44.
14. Goodacre SW, Bradburn M, Mohamed A, Gray A. Evaluation of global registry of acute cardiac events and thrombolysis in myocardial infarction scores in patients with suspected acute coronary syndrome. *Am J Emerg Med*. 2012;30:37-44.
  15. Macdonald SP, Nagree Y, Fatovich DM, Flavell HL, Loutsky F. Comparison of two clinical scoring systems for emergency department risk stratification of suspected acute coronary syndrome. *Emerg Med Australas*. 2011;23(6):717-25.
  16. Lyon R, Morris AC, Caesar D, Gray S, Gray A. Chest pain presenting to the Emergency Department--to stratify risk with GRACE or TIMI? *Resuscitation*. 2007;74(1):90-3.
  17. Lee B, Chang AM, Matsuura AC, Maroon S, Hollander JE. Comparison of cardiac risk scores in ED patients with potential acute coronary syndrome. *Crit Pathw Cardiol*. 2011;10(2):64-8.
  18. Reyna C, Brussino S. Revisión de los fundamentos del análisis de clases latentes y ejemplo de aplicación en el área de las adicciones. *Trastornos Adictivos*. 2011;13(1):11-9.
  19. Monroy L, Vidal R, Saade A. Análisis de clases latentes: una técnica para detectar heterogeneidad en poblaciones [cuaderno técnico 2.]. México: Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior; 2009.
  20. Linzer DA, Lewis J. poLCA: An R package for polytomous variable latent class analysis. *J Stat Softw*. 2011;42(10):1-29.
  21. Amsterdam EA, Kirk JD, Bluemke DA, et al. Testing of low-risk patients presenting to the emergency department with chest pain: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010;122:1756-76.
  22. Poza C. Técnicas estadísticas multivariantes para la generación de variables latentes. *Revista de la EAN*. 2008;64:89-100.
  23. Haughton D, Legrand P, Woolford S. Review of three latent class cluster analysis packages: Latent Gold, poLCA, and MCLUST. *Am Stat*. 2009;63(1):81-91.
  24. R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing [internet]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2011 [citado 2012 nov]. Disponible en: <http://www.R-project.org>.
  25. Linzer DA, Lewis J. poLCA: polytomous variable latent class analysis [internet]. R package version 1.3.1; 2011 [citado 2012 nov]. Disponible en: <http://userwww.service.emory.edu/~dlinzer/poLCA>.

### *Correspondencia*

John Jaime Sprockel Díaz  
 Departamento de Medicina Interna  
 Hospital de San José-Fundación  
 Universitaria de Ciencias de la Salud  
 Carrera 19 # 8A-32  
 Bogotá, Colombia  
[jjsprockel@fucsalud.edu.co](mailto:jjsprockel@fucsalud.edu.co)