

Metodología para la validación de la correlación canónica aplicada a los costos de calidad en salud

Peguero Pérez, Rolando¹
Estribi F., Ilka²
Del Río Caballero, Germán³

¹ Universidad de Oriente/Economía, Santiago de Cuba, Cuba, peguero@uo.edu.cu

² Universidad de Oriente/Economía, Santiago de Cuba, Cuba, estribiilka@gmail.com

³ Universidad de Ciencias Médicas/Docente, Santiago de Cuba, Cuba, gdelrio@hotmail.com

Resumen:

Se presenta una metodología con el objetivo de validar la aplicación de la técnica multivariada de correlación canónica al determinar un modelo econométrico que permite estimar y evaluar los costos de calidad. Dentro de los principales métodos de investigación se emplea: Histórico-lógico, Inductivo-deductivo, Análisis – síntesis y la revisión de documentos. Dentro de los métodos estadísticos se aplica: El muestreo aleatorio simple y métodos del análisis multivariado. Se trabaja con una población finita del comportamiento de los costos y sus elementos de gasto, todos presentan características homogéneas, lo cual permitió trabajar con una muestra representativa de 108 observaciones. El resultado relevante de la investigación consiste en que se presenta un nuevo método científico de validación que contribuye a mejorar la eficiencia en los servicios de salud. Arribando a la conclusión de que los costos de calidad en el servicio evaluado representan el 19.5% del los costos totales, indicador que aumenta a 23,5 % al realizar la regresión por el origen.

Palabras clave: Metodología, análisis multivariado, costos de calidad en salud.

I. INTRODUCCIÓN

Con el avance de la ciencia y la técnica, así como la implementación en Cuba de sistemas avanzados de atención hospitalaria y la implantación del perfeccionamiento hospitalario y la excelencia en los servicios de salud, existen muchas organizaciones que se han insertado en el sistema de gestión de la calidad, a pesar de que en muchas de ellas los costos de la calidad no constituyen un elemento primordial en la evaluación del sistema de calidad, carecen de los métodos, procedimientos, metodologías y fundamentos contables para el cálculo de los mismos, y en otros casos no se le concede la importancia que revisten para evaluar el sistema de calidad, así como medir la rentabilidad y eficiencia de las organizaciones.

En la esfera de la salud no existe un procedimiento, o metodología, que permita evaluar los costos de la calidad, o sea, aún cuando se utilizan métodos para su medición y evaluación, estos están muy lejos de su implantación como herramienta en los procesos de toma de decisiones en el sector de la salud. Es por lo que se propone una metodología para validar la aplicación de la técnica del análisis multivariado que permite evaluar la eficiencia y conocer en detalle su incidencia en los resultados de cada área.

II. MÉTODO

Dentro de los métodos teóricos conocidos, fueron empleados: Histórico-lógico en el análisis del comportamiento de los costos de calidad durante un período de tres años. Inductivo-deductivo en la obtención de la información necesaria sobre los costos de calidad y su incidencia en la eficiencia hospitalaria. Análisis - síntesis en la explicación de la concepción teórica del comportamiento de los costos de calidad así como en las valoraciones y conclusiones obtenidas.

Dentro de los métodos empíricos, fueron usados: La revisión de documentos en el proceso de revisión de los documentos primarios del departamento de costos que contiene la información correspondiente de la sala de cuidados intensivos en el período analizado. Criterio de especialistas para corroborar los datos e información primaria, así como para la validación del modelo obtenido. Dentro de los métodos estadísticos se usaron, entre otros: El muestreo aleatorio simple para la determinación de una muestra representativa en función de la investigación. Métodos del análisis multivariado, específicamente la técnica de correlación canónica.

III. RESULTADOS

El modelo econométrico ha sido obtenido a través del empleo de la técnica multivariante⁽¹⁾ de la correlación canónica, según los valores de los coeficientes canónicos estandarizados para las variables dependientes e independientes (covariantes), se obtiene un primer par de combinación lineal (primera variable canónica o par de variables canónicas) definida como sigue:

$$U_1 = 0.116 y_{11} + 0.802 y_{12} + 0.1930 y_{13} + 0.313 y_{14} \quad U: \text{Costos totales de calidad}$$

$$V_1 = 0.239 X_{11} + 0.819 X_{12} + 0.048 X_{13} + 0.006 X_{14} \quad V: \text{Costos totales}$$

El análisis de correlación canónica sigue una **metodología de seis pasos**, los cuales se desarrollan a continuación para el modelo escogido y en cada paso los resultados ilustran las decisiones que se deben tomar en cada etapa concreta de la investigación:

➤ **Primer paso: Objetivos del análisis de correlación canónica.**

- Determinar las relaciones entre los conjuntos de variables
- Alcanzar la correlación mixta
- Explicar la naturaleza de las relaciones entre las variables

Se supone que a cada conjunto se le puede dar un significado teórico, al menos hasta el punto en que un conjunto pueda ser definido como las variables independientes y el otro como las variables dependientes, una vez que se halla realizado esta distinción la correlación canónica puede llevarse a cabo a través de los objetivos antes mencionados, y así determinar si los dos conjuntos de variables son independientes uno del otro, o inversamente, determinar la magnitud de las relaciones que puedan existir entre dichos conjuntos.

➤ **Segundo paso: Diseño del análisis de correlación canónica:**

En este estudio el diseño de las variables incluye cuatro variables dependientes métricas y cuatro variables independientes métricas, la base conceptual de ambos conjuntos está bien establecida, las ocho variables generan un ratio de observaciones frente a variables de 13 a 1, por lo que excede correctamente el supuesto de 10 observaciones por variables.

Variables dependientes⁽²⁾: Y_1, Y_2, Y_3, Y_4

Variables independientes: X_1, X_2, X_3, X_4

➤ **Tercer paso: Contrastación de los supuestos⁽³⁾:**

Linealidad de relación	Homocedasticidad
Linealidad de correlación	No Multicolinealidad
Normalidad multivariante	

Las variables dependientes e independientes son evaluadas para detectar los supuestos básicos sobre la distribución que se deben dar en el análisis multivariante y pasaron todos los test estadísticos, que a continuación se explican.

Supuesto de linealidad: Como condición inicial se determina la matriz de correlaciones, cuyo determinante es de $1,05E-006$, que al ser muy pequeño indica que el grado de relación lineal entre las variables es muy alto, cumpliéndose el supuesto de linealidad entre las variables.

Supuesto de linealidad de la correlación: Como se muestra los test multivariantes (Pillais, Hotelling's, Lambda de Wilks y Roys) que contrastan la hipótesis nula de que la correlación entre los dos conjuntos de variables es igual a cero. Como el p-valor es prácticamente cero en todos los casos, se acepta la hipótesis de que los dos conjuntos de variables están correlacionados linealmente, es decir, que no son independientes.

También se presenta el contraste F para la significatividad individual de cada variable en la correlación canónica. Como el p-valor es nulo en todos los casos se acepta la significatividad de las variables. Además el R^2 ajustado y el múltiple son altos para todas las variables, lo que expresa excelente bondad del ajuste del modelo.

Supuesto de normalidad: Para el mismo se verificó la normalidad individual de cada variable en estudio, donde se obtuvieron los siguientes resultados

1- H_0 : Las frecuencias observadas de las variables se distribuyen normalmente

H_1 :

2- $\alpha = 0.05$

3- E.P: $Z_{k-s} = \max |F(x_i) - F_0(x_i)|$ Z_{k-s} de Kolmogorov - Smirnov.

4- Definición de la región crítica: $W = \{Z_{k-s} > Z_{1-\alpha}\}$ o $W = \{P\text{-valor} \leq \alpha\}$

5- Regla de decisión: Rechazar H_0 si E:P $\in W$ o rechazar $H_0 \sqrt{Z_{k-s} > Z_{1-\alpha}}$

No rechazar H_0 si E:P $\notin W$ o no rechazar $H_0 \sqrt{Z_{k-s} \leq Z_{1-\alpha}}$

6- Toma de decisión: Dado que los p-valores de todas las variables son mayores que el nivel de significación α , se puede plantear que existen suficientes evidencias empíricas para no rechazar la hipótesis nula de normalidad de las variables, y asegurar con un nivel de confianza del 95% que las mismas se distribuyen normalmente, como se muestra a continuación:

Tabla 3: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra (a)

	Costos pre- vención	Costos evalaci ón	Costos Fallos internos	Costos Fallos externos	Índice Ocu- pacional	Prome- dio estadía	Índice rota- ción	Intervalo sustitu- ción
Z de K-S	0,895	1,224	0,874	0,819	0,965	1,172	1,173	1,177
b.Sig . *	0,40	0,10	0,429	0,514	0,31	0,128	0,127	0,125

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Supuesto de homocedasticidad: Para el mismo se determinó el estadístico M de Box, como a continuación se muestra.

1- $H_0: \sum_1 = \sum_2 = \dots = \sum_g$

H_1 : No todas las \sum_g son iguales

2- $\alpha = 0.05$

3- E.P: M de Box, se distribuye aproximadamente como una F- de Fisher.

4- Definición de la región crítica: $W = \{M > F_t\}$ o $W = \{P\text{-valor} \leq \alpha\}$

5- Regla de decisión:

Rechazar H_0 si E.P $\in W$ o rechazar $H_0 \sqrt{M > F_t, P\text{-valor} \leq \alpha}$

No rechazar H_0 si E.P $\notin W$ o no rechazar $H_0 \sqrt{M \leq F_t, P\text{-valor} > \alpha}$

6- Toma de decisión: Dado que el p-valor = 0.150, mayor que nivel de significación α , se puede plantear que existen suficientes evidencias empíricas para no rechazar la hipótesis nula, y asegurar con un nivel de confianza del 95 % que se cumple el supuesto de homocedasticidad multivariada, como se muestra a continuación:

Tabla4: Prueba de Box sobre la igualdad de las matrices de covarianzas

M de Box	34,205
F	1,470
gl1	10
gl2	305,976
Sig.	0,150

Supuesto de no multicolinealidad:

No se evidencia la existencia de multicolinealidad debido a que todas las pruebas t son significativas.

➤ **Cuarto paso: Obtención de las funciones canónicas y valoración del ajuste global.**

Luego de procesar los datos sobre la información de los indicadores⁽⁴⁾, se obtienen las siguientes funciones canónicas:

Primer par de combinaciones lineales (primera variable canónica):

$$U_1 = 0.116 y_{11} + 0.802 y_{12} + 0.1930 y_{13} + 0.313 y_{14}$$

$$V_1 = 0.239 X_{11} + 0.819 X_{12} + 0.048 X_{13} + 0.006 X_{14}$$

Segundo par de combinaciones lineales (segunda variable canónica) es:

$$U_2 = 1.536 y_{21} - 1.397 y_{22} - 2.838 y_{23} - 2.893 y_{24}$$

$$V_2 = 1.230 X_{21} - 1.003 X_{22} - 0.169 X_{23} - 0.029 X_{24}$$

Tercer par de combinaciones lineales (tercera variable canónica) es:

$$U_3 = 3.406 y_{31} + 0.513 y_{32} - 8.265 y_{33} + 4.316 y_{34}$$

$$V_3 = -0.006 X_{31} + 0.331 X_{32} - 0.006 X_{33} - 1.053 X_{34}$$

Cuarto par de combinaciones lineales (cuarta variable canónica) es:

$$U_4 = -2.107 y_{41} + 0.068 y_{42} - 11.050 y_{43} + 13.045 y_{44}$$

$$V_4 = 0.235 X_{41} + 0.188 X_{42} + 1.055 X_{43} + 0.113 X_{44}$$

En principios, de estos 4 pares de funciones canónicas se puede utilizar para la investigación la que se quiera, pero el primer par de variables canónicas (U_1, V_1) es, de entre las 4 combinaciones lineales, la que tiene una mayor correlación, por lo que es la que debe tomarse.

Análisis de redundancia:

Observando que el índice de redundancia es de 0.782 para las variables dependientes, y 0.422 para las independientes, se plantea que el conjunto de las variables predictoras explican el 78,2 % de la varianza compartida del valor teórico canónico criterio o dependiente.

➤ **Quinto paso: Interpretación de los valores teóricos canónicos:**

La segunda parte de la salida del SPSS, presenta los coeficientes canónicos (cargas canónicas o pesos) simples y estandarizados o ponderaciones canónicas (Standardized canonical coefficients) para los dos conjuntos de variables, dependientes e independientes (COVARIATES). Las ponderaciones canónicas para las variables dependientes, que expresan su contribución relativa al valor teórico, presentan el siguiente orden de contribución al primer valor teórico canónico: $Y_1=0.116$, $Y_2=0.802$, $Y_3=0.193$, $Y_4=0.313$.

➤ **Sexto paso: Validación de los resultados.**

La validación del análisis de correlación canónica se realiza a través de dos procedimientos diferentes:

- 1- Dividir la muestra en muestras de estimación y de validación
- 2- Realizar un análisis de sensibilidad del conjunto de variables independientes

Se aplican ambos procedimientos, para dos submuestras escogidas de 80 observaciones.

IV. CONCLUSIONES

1. La metodología propuesta permite validar un modelo matemático obtenido a través de la técnica multivariada de correlación canónica en la estimación de los costos de calidad en salud.

2. Se verifica los datos estimados de los costos de calidad respecto a los costos totales, arribando a la conclusión de que los costos de calidad representan el 19.5% del los costos totales, indicador que aumenta a 23,5 % al realizar la regresión por el origen.

REFERENCIAS

-
- ¹ Dallas J. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de datos. Madrid: Thomson; 2000.
 - ² Baltagi H. Econometrics Analysis of Panel Data. Londres: Wiley; 2008.
 - ³ Wooldridge J. Econometrics Analysis of Cross-Section and Panel Data. México DF: MIT Press; 2010.
 - ⁴ Harrington H. El costo de la mala calidad. Madrid: Díaz Santos; 1990.