



Aplicación del análisis de factor de correspondencia múltiple en un estudio de válvulas cardíacas en porcinos

Revista
Colombiana de
Ciencias
Pecuarias

Application of Multiple correspondence factor analysis to a heart valve study in pigs

Diego A Aranzazu T^{1*}, MV, Esp C; Berardo J Rodríguez¹, MV, Esp C, PhD; Margarita M. Zapata R¹, MV; John Bustamante O², MD, PhD; Luís F Restrepo B³, Estad, Esp.

¹Centauro (Grupo de Investigación en Ciencias Veterinarias), Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

²Laboratorio de Válvulas y Banco de Tejidos –Clínica Cardiovascular Santa María. Universidad Pontificia Bolivariana. Grupo Dinámica Cardiovascular, Medellín, Colombia.

³Escuela de Producción Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. daranta7@agronica.udea.edu.co

(Recibido: 25 enero, 2007; aceptado: 24 mayo, 2007).

Resumen

El análisis factorial de correspondencia múltiple es una extensión del análisis de correspondencia simple al análisis de dos conjunto de características. Permite estudiar las relaciones de interdependencia entre variables categóricas o cualitativas; es decir, no métricas. Esta técnica va más allá de analizar la relación existente entre las variables, porque permite conocer como esta estructurada esta relación. Este análisis ha tenido amplia difusión en diferentes campos de investigación principalmente en ciencias humanas. El objetivo de este trabajo, fue entonces, aplicar esta técnica a una investigación relacionada con aspectos de la Medicina veterinaria, específicamente, sobre el estudio “Estudio anatomopatológico de válvulas aórticas porcinas a seleccionar para la elaboración de bioprótesis cardíacas”. El trabajo permitió establecer correlaciones entre los hallazgos de lesiones macroscópicas y microscópicas para los dos grupos de válvulas aórticas estudiados, con lesión y sin lesión valvular. Se destacan las relaciones entre lesiones degenerativas tipo endocardiosis y alteraciones vasculares como las hemorragias y las congestiones.

Palabras clave: bioprótesis, categóricas, endocardiosis, interdependencia, variables.

Summary

The multiple correspondence factorial analyses is an extension of simple correspondence analysis for two set of characteristics. It permits the study of interdependence relationship between categorical or qualitative variables, that is, not metric. This model goes beyond the analysis of existing relationship between variables, because it allows knowing how this relationship is structured. This analysis has had a wide diffusion in different fields of research mainly in life sciences. The aim of this study was to apply this model to a previously reported study focused on the analysis of pig aortic valves entitled “Estudio anatomopatológico de válvulas aórticas porcinas a seleccionar para la elaboración de bioprótesis cardíacas”. By this model, it was possible to establish interrelationships between findings of macroscopic

* Autor para la solicitud de separatas y envío de la correspondencia: Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera 75 N° 65-87, Ciudadela de Robledo, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. E-mail: daranta7@agronica.udea.edu.co

and microscopic lesions for two groups of aortic valves studied, with or without valve lesions. Of key relevance were the relationship found between endocardiosis-like degenerative lesions and vascular alterations like hemorrhage and congestion.

Key words: *bioprothesis, categorical, endocardiosis, interdependence, variables.*

Introducción

Análisis factorial de correspondencia múltiple

El Análisis factorial de correspondencia múltiple (AFCM) fue ideado por Benzécri, a principios de los años 60, posteriormente fue actualizado por su equipo de investigación de la universidad de Paris V; es una extensión del análisis de correspondencia simple al análisis de dos conjuntos de características (4, 6).

Esta técnica está especialmente diseñada para analizar datos cuantitativos (nominales u ordinales) y cualitativos (clasificados en categorías), representados en tablas de contingencia formadas por números positivos, que resultan de contar las frecuencias. También se utiliza en archivos de encuestas cruzando filas con el conjunto de modalidades de respuesta a varias preguntas (6). El AFCM permite estudiar las relaciones de interdependencia entre variables categóricas, es decir, no métricas y de esta forma guarda cierta analogía con la prueba X^2 (Ji-cuadrado) y el coeficiente de concordancia de Kendall. Esta técnica se utiliza para reducir la dimensionalidad y la elaboración de mapas preceptuales, ya que estos se basan en la asociación entre objetos y un conjunto de características descriptivas; además, va más allá de analizar la relación existente entre las variables, porque permite conocer como está estructurada esta relación (7).

Objetivos. Esta técnica busca, entre otros objetivos, transformar la tabla de datos en una tabla de contingencia (4), en perfiles fila y en perfiles columna, ajustar los datos o puntos ponderados por sus perfiles marginales (filas o columnas) y reducir las dimensiones del espacio de representación de los datos cualitativos a, por lo general, un plano (formado por los dos primeros ejes principales), tratando de no perder mucha información en esta reducción (6). Las tablas de contingencia permiten analizar las correspondencias específicas entre las filas y las columnas. La lectura de

la información contenida en la tabla pasa no solamente por la comparación de todos los perfiles (tipología de filas y de columnas), sino también por el análisis de las atracciones o repulsiones características entre los atributos en línea y en columna (correspondencias). Además, esa lectura de la información debe hacerse cualesquiera que sean las dimensiones de la tabla de contingencia (4).

Utilidad del análisis de factor de correspondencia múltiple. El AFCM es útil para el análisis de encuestas, se aplica al análisis de datos continuos, discretos, etc. siempre que se transformen los datos en la forma completa, tomando en consideración aspectos como el número de categorías de cada variable y el número de efectivos de cada categoría. El análisis factorial de correspondencia múltiple, ha tenido amplia difusión en diferentes campos de investigación en ciencias humanas (6).

Descripción de la técnica e interpretación en el plano factorial. El archivo de datos se presenta en una matriz formada por la yuxtaposición de submatrices. Los datos se presentan en un gráfico, conformando la nube de puntos proyectados sobre los ejes principales (6). Es correcto interpretar las distancias entre los puntos de una misma categoría: si la distancia es pequeña, significa que sus contribuciones son similares. También es legítimo interpretar la posición de un punto de una categoría respecto de todos los puntos de la otra categoría, pero es muy peligroso comparar dos puntos de diferentes categorías (6, 7).

El centro de gravedad G, localizado en el centro de los ejes corresponde al promedio de ambos conjuntos de puntos, es decir, al baricentro (7). Las contribuciones absolutas, por su parte, indican la proporción de varianza explicada por cada categoría en relación con cada eje principal; permite saber las categorías que más contribuyen a la formación del eje (6).

El coseno cuadrado mide la calidad de representación sobre el eje considerado, indica la parte de la varianza de la categoría explicada por el eje principal. Si un punto es cercano al eje, es decir, se sitúa en una dirección cuyo ángulo con el eje es pequeño, su coseno cuadrado será cercano a 1. En este caso será poco deformadora y el punto estará bien representado sobre ese eje. Pero si en cambio un punto está alejado del eje ya que se sitúa en una dirección cuyo ángulo con el eje es grande, su coseno cuadrado será cercano a 0. En este caso, su proyección será muy deformadora y el punto estará mal representado sobre este eje. Sin embargo, no se debe interpretar a la ligera ya que se puede concurrir en equivocaciones, por ello se debe utilizar otro indicador llamado las contribuciones relativas (6).

Teniendo en cuenta la importancia de la técnica de AFCM y su aplicabilidad para analizar la información que puede suministrar un conjunto de unidades de observaciones que puedan revelar numerosas características, el objetivo de este trabajo, fue entonces, aplicar esta técnica a una investigación publicada con anterioridad (2).

Materiales y métodos

Fuente de los datos

Los datos para realizar el estudio de Análisis Factorial de Correspondencia Múltiple fueron tomados de la investigación: “Estudio anatomopatológico de válvulas aórticas porcinas a seleccionar para la elaboración de bioprótesis cardiacas” (2). Las muestras se tomaron semanalmente durante un periodo de cinco meses, hasta completar el tamaño muestral de los grupos con lesión y sin lesión valvular, en las centrales de faenado de los municipios de Envigado y Medellín en Antioquia, Colombia.

Selección de variables

Para efectos del análisis se tuvieron como variables activas macroscópicas: edema, hemorragia, pigmentación, fenestración, pliegue, tracción, nodulación, asimetría, engrosamiento y otras (véase Tabla 1). Se consideraron como variables microscópicas: aquella que mostrara evidencia

de edema, congestión, hemorragia en válvula, hemorragia en músculo asociado a válvula, degeneración, positividad al Alcian blue, presencia de bacterias Gram positivas, presencia de bacterias Gram negativas, presencia de hemosiderina, presencia de colesterol, presencia de infiltrados inflamatorios, evidencia de tejido conectivo maduro, evidencia de neovascularización, y presencia de fenestraciones (véase Tabla 2).

Tabla 1. Variables macroscópicas seleccionadas para el análisis.

Variable	Denominación
Edema en valva A	EDEMAA
Si edema en valva A	SEDA
No edema en valva A	NEDA
Edema en valva B	EDEMA B
Si edema en valva B	SEDB
No edema en valva B	NEDB
Edema en valva C	EDEMAC
Si edema en valva C	SEDC
No edema en valva C	NEDC
Hemorragia en valva A	HEMORRAGIA A
Si hemorragia en valva A	SHEA
No hemorragia en valva A	NHEA
Hemorragia en valva B	HEMORRAGIA B
Si hemorragia en valva B	SHEB
No hemorragia en valva B	NHEB
Hemorragia en valva C	HEMORRAGIA C
Si hemorragia en valva C	SHEC
No hemorragia en valva C	NHEC
Pigmentación en valva A	PIGMENTACIONA
Si pigmentación en valva A	SPIA
No pigmentación en valva A	NPIA
Pigmentación en valva B	PIGMENTACIONB
Si pigmentación en valva B	SPIB
No pigmentación en valva B	NPIB
Pigmentación en valva C	PIGMENTACIONC
Si pigmentación en valva C	SPIC
No pigmentación en valva C	NPIC
Fenestración en valva A	FENESTRACIONA
Si fenestración en valva A	SFEA
No fenestración en valva A	NFEA
Fenestración en valva B	FENESTRACIONB
Si fenestración en valva B	SFEB
No fenestración en valva B	NFEB
Fenestración en valva C	FENESTRACIONC
Si fenestración en valva C	SFEC
No fenestración en valva C	NFEC
Pliegue en valva A	PLIEGUEA
Si pliegue en valva A	SPIA

...Continuación Tabla 1

No pliegue en valva A	NPIA
Pliegue en valva B	PLIEGUEB
Si pliegue en valva B	SPIB
No pliegue en valva B	NPIB
Pliegue en valva C	PLIEGUEC
Si pliegue en valva C	SPIC
No pliegue en valva C	NPIC
Tracción en valva A	TRACCIONA
Si tracción en valva A	STRA
No tracción en valva A	NTRA
Tracción en valva B	TRACCIONB
Si tracción en valva B	STRB
No tracción en valva B	NTRB
Tracción en valva C	TRACCIONC
Si tracción en valva C	STRC
No tracción en valva C	NTRC
Nodulación en valva A	NODULACIONA
Si nodulación en valva A	SNOA
No nodulación en valva A	NNOA
Nodulación en valva B	NODULACIONB
Si nodulación en valva B	SNOB
No nodulación en valva B	NNOB
Nodulación en valva C	NODULACIONC
Si nodulación en valva C	SNOC
No nodulación en valva C	NNOC
Asimetría en valva A	ASIMETRIAA
Si asimetría en valva A	SASA
No asimetría en valva A	NASA
Asimetría en valva B	ASIMETRIAB
Si asimetría en valva B	SASB
No asimetría en valva B	NASB
Asimetría en valva C	ASIMETRIAA
Si asimetría en valva C	SASC
No asimetría en valva C	NASC
Engrosamiento en valva A	ENGROSAMIENTOA
Si engrosamiento en valva A	SENA
No engrosamiento en valva A	NENA
Engrosamiento en valva A	ENGROSAMIENTOA
Si engrosamiento en valva A	SENA
No engrosamiento en valva A	NENA
Engrosamiento en valva B	ENGROSAMIENTOB
Si engrosamiento en valva B	SENB
No engrosamiento en valva B	NENB
Engrosamiento en valva C	ENGROSAMIENTOC
Si engrosamiento en valva C	SENC
No engrosamiento en valva C	NENC
Otras en valva A	OTRAA
Si otras en valva A	SOTA
No otras en valva A	NOTA

...Continuación Tabla 1

Otras en valva B	OTRAB
Si otras en valva B	SOTB
No otras en valva B	NOTB
Otras en valva C	OTRAC
Si otras en valva C	SOTC
No otras en valva C	NOTC

Tabla 2. Variables microscópicas seleccionadas para el análisis.

Variable	Denominación
Lesión	LESI
Sano	SANO
Edema en valva A	EDEMA A
Edema en valva B	EDEMAB
Si edema en valva B	SEDB
No edema en valva B	NEDB
Edema en valva C	EDEMAC
Si edema en valva C	SEDC
No edema en valva C	NEDC
Congestión en valva A	CONGESTIONA
Si congestión en valva A	SCOA
No congestión en valva A	NCOA
Congestión en valva B	CONGESTIONB
Congestión en valva B	SCOB
Si congestión en valva B	NCOB
Congestión en valva C	CONBGESTIONC
No congestión en valva B	SCOC
Congestión en valva C	NCOC
Hemorragia en valva A	HEMORRAGIAA
Si hemorragia en valva A	SHEA
No hemorragia en valva A	NHEA
Hemorragia en valva B	HEMORRAGIA B
Si hemorragia en valva B	SHEB
No hemorragia en valva B	NHEB
Hemorragia en valva C	HEMORRAGIA C
Si hemorragia en valva C	SHEC
No hemorragia en valva C	NHEC
Hemorragia en músculo asociado a valva A	HGIAMA
Si hemorragia en músculo asociado a valva A	SHGA
No hemorragia en músculo asociado a valva A	NHGA
Hemorragia en músculo asociado a valva B	HGIAMB
Si hemorragia en músculo asociado a valva B	SHGB

...Continuación Tabla 2

No hemorragia en músculo asociado a valva B	NHGB
Hemorragia en músculo asociado a valva C	HGIAMC
Si hemorragia en músculo asociado a valva C	SHGC
No hemorragia en músculo asociado a valva C	NHGC
Degeneración en valva A	DGENA
Si degeneración en valva A	SDEA
No degeneración en valva A	NDEA
Degeneración en valva B	DGENB
Si degeneración en valva B	SDEB
No degeneración en valva B	NDEB
Degeneración en valva C	DGENC
Si degeneración en valva C	SDEC
No degeneración en valva C	NDEC
Positividad al alcian blue en valva A	ALCIANA
Si positividad al alcian blue en valva A	SALA
No positividad al alcian blue en valva A	NALA
Positividad al alcian blue en valva B	ALCIANB
Si Positividad al alcian blue en valva B	SALB
No Positividad al alcian blue en valva B	NALB
Positividad al alcian blue en valva C	ALCIANC
Si positividad al alcian blue en valva C	SALC
No positividad al alcian blue en valva C	NALC
Presencia de bacterias Gram positivas en valva A	GRAMA
Si presencia de bacterias Gram positivas en valva A	SGRA
No presencia de bacterias Gram positivas en valva A	NGRA
Presencia de bacterias Gram positivas en valva B	GRAMB
Si presencia de bacterias Gram positivas en valva B	SGRB
No presencia de bacterias Gram positivas en valva B	NGRB
Presencia de bacterias Gram positivas en valva C	GRAMC
Si presencia de bacterias Gram positivas en valva C	SGRC
No presencia de bacterias Gram positivas en valva C	NGRC

...Continuación Tabla 2

Presencia de bacterias Gram negativas en valva A	GRAMNEGATIVO A
Si presencia de bacterias Gram negativas en valva A	SGNA
Si presencia de bacterias Gram negativas en valva A	NGNA
Presencia de bacterias Gram negativas en valva B	GRAMNEGATIVO B
Si presencia de bacterias Gram negativas en valva B	SGNB
Si presencia de bacterias Gram negativas en valva B	NGNB
Presencia de bacterias Gram negativas en valva C	GRAMNEGATIVO C
Si presencia de bacterias Gram negativas en valva C	SGNC
Si presencia de bacterias Gram negativas en valva C	NGNC
Presencia de hemosiderina en valva A	HEMOSIDERINA
Si presencia de hemosiderina en valva A	SHDA
No presencia de hemosiderina en valva A	NHDA
Presencia de hemosiderina en valva B	HEMOSIDERIN B
Si presencia de hemosiderina en valva B	SHDB
No presencia de hemosiderina en valva B	NHDB
Presencia de hemosiderina en valva C	HEMOSIDERIN C
Si presencia de hemosiderina en valva C	SHDC
No presencia de hemosiderina en valva C	NHDC
Presencia de colesterol en valva A	COLESTEROLA
Si presencia de colesterol en valva A	SCLA
No presencia de colesterol en valva A	NCLA
Presencia de colesterol en valva B	COLESTEROL B
Si presencia de colesterol en valva B	SCLB
No presencia de colesterol en valva B	NCLB
Presencia de colesterol en valva C	COLESTEROL C
Si presencia de colesterol en valva C	SCLC
No presencia de colesterol en valva C	NCLC
Presencia de infiltrados inflamatorios en valva A	INFILTRADO A

...Continuación Tabla 2

Si presencia de infiltrados inflamatorios en valva A	SINA
No presencia de infiltrados inflamatorios en valva A	NINA
Presencia de infiltrados inflamatorios en valva B	INFILTRADOB
Si presencia de infiltrados inflamatorios en valva B	SINB
No presencia de infiltrados inflamatorios en valva B	NINB
Presencia de infiltrados inflamatorios en valva C	INFILTRADO A
Si presencia de infiltrados inflamatorios en valva C	SINC
No presencia de infiltrados inflamatorios en valva C	NINC
Presencia de infiltrados inflamatorios mixtos en valva A	INFILMIXTOA
Si presencia de infiltrados inflamatorios mixtos en valva A	SIXA
No presencia de infiltrados inflamatorios mixtos en valva A	NIXA
Presencia de infiltrados inflamatorios mixtos en valva A	INFILMIXTOB
Si presencia de infiltrados inflamatorios mixtos en valva B	SIXB
No presencia de infiltrados inflamatorios mixtos en valva B	NIXB
Presencia de infiltrados inflamatorios mixtos en valva C	INFILMIXTOC
Si presencia de infiltrados inflamatorios mixtos en valva C	SIXC
No presencia de infiltrados inflamatorios mixtos en valva C	NIXC
Evidencia de tejido conectivo maduro en valva A	CONECA
Si evidencia de tejido conectivo maduro en valva A	SCCA
No evidencia de tejido conectivo maduro en valva A	NCCA
Evidencia de tejido conectivo maduro en valva B	CONECB
Si evidencia de tejido conectivo maduro en valva B	SCCB
No evidencia de tejido conectivo maduro en valva B	NCCB
Evidencia de tejido conectivo maduro en valva C	CONECC
Si evidencia de tejido conectivo maduro en valva C	SCCC
No evidencia de tejido conectivo maduro en valva C	NCCC
Evidencia de neovascularización en valva A	NEOVASA
Si evidencia de neovascularización en valva A	SNEA

...Continuación Tabla 2

No evidencia de neovascularización en valva A	NNEA
Evidencia de neovascularización en valva B	NEOVASB
Si evidencia de neovascularización en valva B	SNEB
No evidencia de neovascularización en valva B	NNEB
Evidencia de neovascularización en valva C	NEOVASC
Si evidencia de neovascularización en valva C	SNEC
No evidencia de neovascularización en valva C	NNEC
Presencia de fenestraciones en valva A	FENESTRA
Si presencia de fenestraciones en valva A	SFEA
No presencia de fenestraciones en valva A	NFEA
Presencia de fenestraciones en valva A	FENESTRAB
Si presencia de fenestraciones en valva A	SFEB
No presencia de fenestraciones en valva A	NFEB
Presencia de fenestraciones en valva A	FENESTRAC
Si presencia de fenestraciones en valva A	SFEC
No presencia de fenestraciones en valva A	NFEC

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se aplicó el método factorial de correspondencia múltiple con clasificación jerárquica indexada, mediante el uso del paquete SPADN, versión 3.0.

Resultados*Análisis macroscópico multivariado*

En el análisis se tuvieron como variables activas: edema, hemorragia, pigmentación, fenestración, pliegue, tracción, nodulación, asimetría, engrosamiento, y otras, para cada una de las valvas A, B y C. El análisis de correspondencia múltiple permitió establecer cinco factores asociados, con las modalidades correspondientes a las variables: el

primer factor, fue explicado por la presencia de pigmentación en la valva A y engrosamiento en la valva C; el segundo factor, estuvo asociado con la presencia de pliegue y hemorragia en la valva A; el tercer factor, estuvo asociado con la presencia de fenestración en las valvas B y C, al igual que hemorragia en la valva C; el cuarto factor, estuvo asociado con la presencia de edema en las valvas A y B, y también guardó relación con hemorragia en la valva B y pigmentación en las valvas B y C; y el quinto factor, estuvo asociado con hemorragia en la valva B y fenestración en la valva C.

En el plano factorial se pudo observar una asociación de hemorragia entre las tres valvas, que se oponía a la fenestración (véase Figura 1). Hubo una variable que se encontró en el centro de ellas, como fue la presencia de asimetría en la valva C. Otro grupo de válvulas se caracterizó por la presencia de pigmentación en las tres valvas A, B y C, acompañadas de las denominadas “otras lesiones”, edema y tracción en la valva B. Otro grupo presentó tracción en las valvas C y A, acompañada de nodulación en las valvas A y B, engrosamiento en la valva B, y edema y engrosamiento en la valva C.

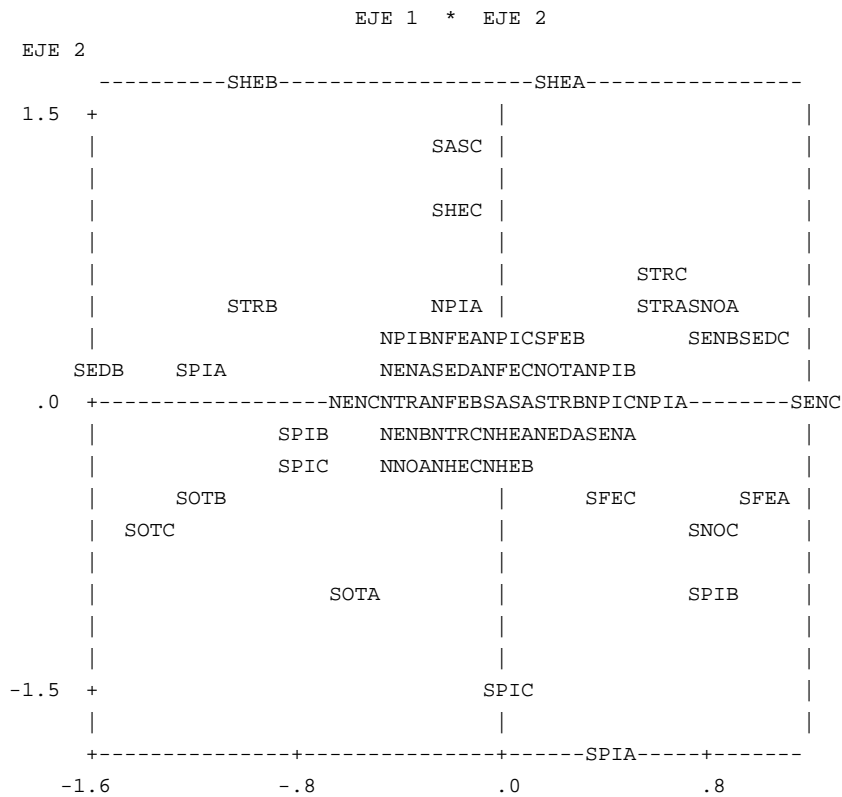


Figura 1. Plano factorial de válvulas con lesiones macroscópicas

El hallazgo más típico fue la ausencia de lesiones, salvo la presencia de asimetría. Hubo oposición entre tracción y pigmentación. En cambio, el grupo de fenestración estuvo más asociado con el grupo de tracción.

El análisis de clasificación jerárquica (véase Tabla 3) permitió establecer tres clases o grupos: el grupo uno, que estuvo caracterizado por el 34% de las

muestras, en el cual se encontró pigmentación en las valvas A y B, ausencia de engrosamiento en la valva B y pliegue en la valva C; el grupo dos, en donde el 48% de las válvulas se caracterizó por la presencia de fenestración en la valva B, nodulación en la valva A, y ausencia de pigmentación en las valvas A y B, junto con ausencia de pliegues en la valva A; y el 18% restante, estuvo relacionado con la presencia de pliegue en las tres valvas.

Análisis microscópico multivariado de las válvulas sin lesión

En primera instancia, se evaluó sobre las válvulas sin lesión y se encontró, después de proyectar como variables activas de las diferentes evaluaciones en el estudio, lo siguiente:

1. El primer factor, se caracterizó por la presencia de degeneración en la valva C y Alcian blue positivo en la valva C. Este factor fue el que más preponderancia tuvo en el trabajo, mientras que la frecuencia de los otros factores fue disminuyendo.
2. El segundo factor, se caracterizó por congestión y edema en la valva C.
3. El tercer factor, por se caracterizó por la presencia de infiltrado en la valva B y en la valva C.
4. El cuarto factor, se caracterizó por la presencia de infiltrado mixto en la valva C.

5. El quinto factor, se caracterizó por la presencia de edema en la valva A e infiltrado en la valva B.

El análisis de clasificación jerárquica permitió definir tres clases de grupos de la siguiente manera: en la clase uno, el 72%, se caracterizó por la ausencia de congestión en las valvas C y B; en la clase dos, el 24%, se reportó la presencia de congestión en las valvas B y C, acompañada de edema en la valva C; y en la clase tres, el 4% lo conformó la presencia de degeneración y Alcian blue positivo en la valva C (véase Tabla 4). En el plano factorial se destacó que el 4% de las observaciones estaban tipificadas por la presencia de degeneración y Alcian blue positivo en la valva C, que fueron las que caracterizaron a la tercera clase. Esta clase presentó cercanía o asociación con Alcian blue positivo, degeneración, y presencia de infiltrado en la valva B (véase Figura 2).

Tabla 3. Caracterización por las modalidades de las clases o modalidades de: corte 'a' del árbol en tres clases. Pigmentación, pliegue, engrosamiento, y nodulación.

V.TEST	PROB.	-----	PORCENTAJES	----	MODALIDADES		IDEN	PESO
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTICAS	DE LAS VARIABLES		
				34.00	CLASE 1 / 3		aa1a	17
4.94	.000	82.35	82.35	34.00	SI PIGMENTACION A	PIGMENTACIONA	SPIA	17
3.50	.000	50.00	100.00	68.00	NO ENGROSAMIENTO C	ENGRASAMIENTOC	NENC	34
3.42	.000	76.92	58.82	26.00	SI PIGMENTACION B	PIGMENTACIONB	SPIB	13
2.37	.009	42.50	100.00	80.00	NO PLIEGUEB	PLIEGUEB	NPIB	40
				48.00	CLASE 2 / 3		aa2a	24
4.20	.000	69.70	95.83	66.00	NO PIGMENTACION A	PIGMENTACIONA	NPIA	33
3.20	.001	62.16	95.83	74.00	NO PIGMENTACION B	PIGMENTACIONB	NPIB	37
2.91	.002	77.78	58.33	36.00	SI FENESTRACIONB	FENESTRACIONB	SFEB	18
2.76	.003	57.14	100.00	84.00	NO PLIEGUEA	PLIEGUEA	NPIA	42
2.40	.008	88.89	33.33	18.00	SI NODULACION A	NODULACIONA	SNOA	9
				18.00	CLASE 3 / 3		aa3a	9
5.52	.000	100.00	88.89	16.00	SI PLIEGUEA	PLIEGUEA	SPIA	8
3.96	.000	70.00	77.78	20.00	SI PLIEGUEB	PLIEGUEB	SPIB	10
3.37	.000	66.67	66.67	18.00	SI PLIEGUEC	PLIEGUEC	SPIC	9

Tabla 4. Caracterización por las modalidades de las clases o modalidades de: corte 'a' del árbol en tres clases. Congestión, edema, degeneración y Alcian blue.

V. TEST	PROB.	PORCENTAJES			MODALIDADES	IDEN	PESO
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL			
				72.00	CLASE 1 / 3	aa1a	36
4.39	.000	85.71	100.00	84.00	NO CONGESTION C	CONGESTIONC	NCOC
3.11	.001	80.00	100.00	90.00	NO CONGESTION B	CONGESTIONB	NCOB
				24.00	CLASE 2 / 3	aa2a	12
4.77	.000	100.00	66.67	16.00	SI CONGESTION C	CONGESTIONC	SCOC
3.37	.000	100.00	41.67	10.00	SI CONGESTION B	CONGESTIONB	SCOB
2.36	.009	80.00	33.33	10.00	SI EDEMA C	EDEMAC	SEDC
				4.00	CLASE 3 / 3	aa3a	2
3.15	.001	100.00	100.00	4.00	SI DEGEN C	DGENC	SDEC
3.15	.001	100.00	100.00	4.00	SI ALCIAN C	ALCIANC	SALC

El 12% de las observaciones se caracterizaron por tener inflamación mixta en las tres valvas, con la presencia de edema en las valvas A y C, y congestión en las valvas B y C, y un poco menos asociado en la valva A. Cerca del 84% de los casos, la situación más común, se caracterizó por la ausencia de lesiones. Sin embargo, en algunos reportes individuales, dentro de esta misma frecuencia, hubo presencia de hemorragia en las valvas A, B y C, degeneración en la valva A y presencia de inflamación en la valva C.

Análisis multifactorial microscópico de válvulas con lesión y sin lesión

El primer factor, lo caracterizó la presencia de hemorragia en la valva A y en el músculo de las valvas A y C, y degeneración en las valvas A y B. Además, se presentaron Alcian blue positivo y hemorragia en las valvas A, B y C. El segundo factor, se relacionó con la presencia de congestión en la valva A, y hemorragia en las valvas C y A; al igual que degeneración en las valvas A y B; Alcian blue positivo en la valva B y hemosiderina positiva en las valvas A y C, acompañada de infiltrados mixtos en las valvas A y B.

La clase uno, correspondiente al 52%, se caracterizó por la presencia de valvas sanas y lo más importante, no se presentó asociación con relación a la presencia de Alcian blue positivo y por degeneración para las tres valvas. Adicionalmente, se presentó

edema en las valvas A y B, y presencia de hemorragia, hemosiderina positiva, congestión, infiltrados y neovascularización en la valva A (véase Tabla 5)

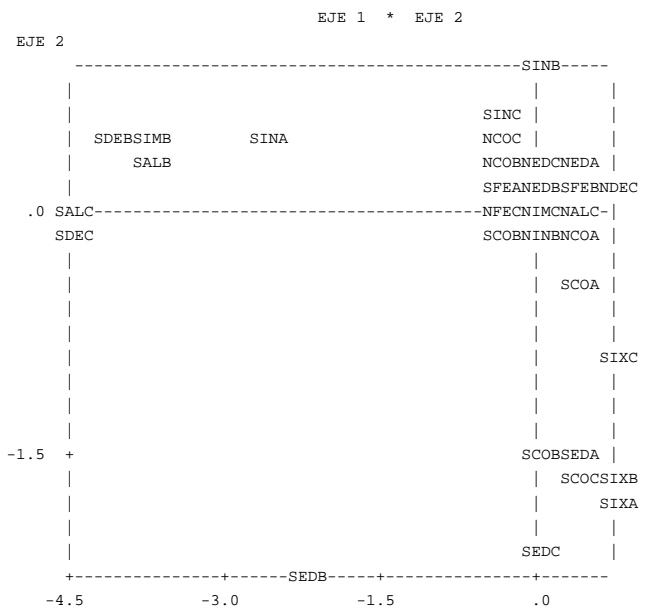


Figura 2. Plano factorial de lesiones microscópicas de válvulas sanas.

La clase dos, correspondiente al 39% de las valvas con lesión, se caracterizó por la presencia de Alcian blue positivo y degeneración en las valvas A y C, edema en las tres valvas, congestión y hemosiderina positiva en la valva A. Hubo diferencia significativa entre las valvas sanas y las enfermas con respecto a todas las lesiones (véase Figura 3).

Tabla 5. Caracterización por las modalidades de las clases o modalidades de: corte 'a' del árbol en 3 clases. Valvas sanas.

V.TEST	PROB.	-----	-----	-----	MODALIDADES		IDEN	PESO
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTICAS	DE LAS VARIABLES		
				52.00	CLASE 1 / 3		aa1a	52
8.85	.000	94.00	90.38	50.00	SANO	GRUPO	SANO	50
6.50	.000	70.27	100.00	74.00	NO ALCIAN A	ALCIANA	NALA	74
6.32	.000	69.33	100.00	75.00	NO DEGEN A	DGENA	NDEA	75
6.23	.000	70.83	98.08	72.00	NO ALCIAN C	ALCIANC	NALC	72
6.04	.000	71.43	96.15	70.00	NO DEGEN C	DGENC	NDEC	70
5.78	.000	66.67	100.00	78.00	NO ALCIAN B	ALCIANB	NALB	78
5.60	.000	65.82	100.00	79.00	NO DEGEN B	DGENB	NDEB	79
4.72	.000	63.75	98.08	80.00	NO EDEMA B	EDEMAB	NEDB	80
3.91	.000	61.73	96.15	81.00	NO CONGESTION A	CONGESTIONA	NCOA	81
3.82	.000	59.09	100.00	88.00	NO HEMOSIDERIN A	HEMOSIDERINA	NHMA	88
3.65	.000	63.89	88.46	72.00	NO EDEMA A	EDEMAA	NEDA	72
3.60	.000	58.43	100.00	89.00	NO NEOVASC A	NEOVASA	NNEA	89
2.80	.003	57.30	98.08	89.00	NO HGIA	HGIAA	NHAA	89
2.59	.005	57.47	96.15	87.00	NO INFILTRADO A	INFILTRADOA	NINA	87
2.55	.005	56.67	98.08	90.00	NO HGIA C	HGIAC	NHGC	90
				39.00	CLASE 2 / 3		aa2a	39
6.93	.000	72.00	92.31	50.00	LESION	GRUPO	LESI	50
5.34	.000	82.14	58.97	28.00	SI ALCIAN C	ALCIANC	SALC	28
5.32	.000	80.00	61.54	30.00	SI DEGEN C	DGENC	SDEC	30
4.48	.000	85.00	43.59	20.00	SI EDEMA B	EDEMAB	SEDB	20
4.38	.000	75.00	53.85	28.00	SI EDEMA A	EDEMAA	SEDA	28
3.65	.000	72.00	46.15	25.00	SI DEGEN A	DGENA	SDEA	25
3.42	.000	69.23	46.15	26.00	SI ALCIAN A	ALCIANA	SALA	26
3.16	.001	73.68	35.90	19.00	SI CONGESTION A	CONGESTIONA	SCOA	19
2.39	.008	75.00	23.08	12.00	SI HEMOSIDERIN A	HEMOSIDERINA	SHMA	12
2.36	.009	68.75	28.21	16.00	SI EDEMA C	EDEMAC	SEDC	16
				9.00	CLASE 3 / 3		aa3a	9
5.12	.000	42.86	100.00	21.00	SI DEGEN B	DGENB	SDEB	21
5.02	.000	40.91	100.00	22.00	SI ALCIAN B	ALCIANB	SALB	22
4.00	.000	100.00	44.44	4.00	SI NEOVAS C	NEOVASC	SNEC	4
4.00	.000	100.00	44.44	4.00	SI CONEC A	CONECA	SCOA	4
3.84	.000	30.77	88.89	26.00	SI ALCIAN A	ALCIANA	SALA	26
3.32	.000	66.67	44.44	6.00	SI NEOVAS B	NEOVASB	SNEB	6
3.28	.001	100.00	33.33	3.00	SI CONEC B	CONECB	SCOB	3
3.23	.001	45.45	55.56	11.00	SI NEOVAS A	NEOVASA	SNEA	11
3.18	.001	28.00	77.78	25.00	SI DEGEN A	DGENA	SDEA	25
3.01	.001	18.00	100.00	50.00	LESION	GRUPO	LESI	50
2.88	.002	75.00	33.33	4.00	SI CONEC C	CONECC	SCOC	4
2.60	.005	60.00	33.33	5.00	SI HEMOSIDERIN B	HEMOSIDERINB	SHMB	5
2.56	.005	40.00	44.44	10.00	SI HGIA C	HGIAC	SHGC	10

Discusión

El análisis de datos cualitativos expresados como lesiones patológicas utilizando la aplicación estadística del factorial de correspondencia múltiple, permitió establecer correlaciones entre los hallazgos de lesiones microscópicas y microscópicas para los dos grupos de válvulas aórticas estudiados, con lesión y sin lesión valvular.

En primer lugar, el análisis de clasificación jerárquica permitió establecer en el grupo de válvulas con lesión macroscópica evidente, la presencia de pliegues en las tres valvas A, B, y C, así como la presencia de nodulaciones en la valva A. Esto, asociado con las lesiones observadas en el plano factorial donde se encontraron tracciones, nodulaciones y engrosamientos como características relevantes en el grupo de válvulas, nos permite

pensar que estos hallazgos son compatibles con las descripciones que se han realizado para los procesos denominados como endocardiosis valvular en sus

diferentes grados de presentación, siendo estas las lesiones que conducen con frecuencia al desarrollo de insuficiencia cardiaca (1, 3).

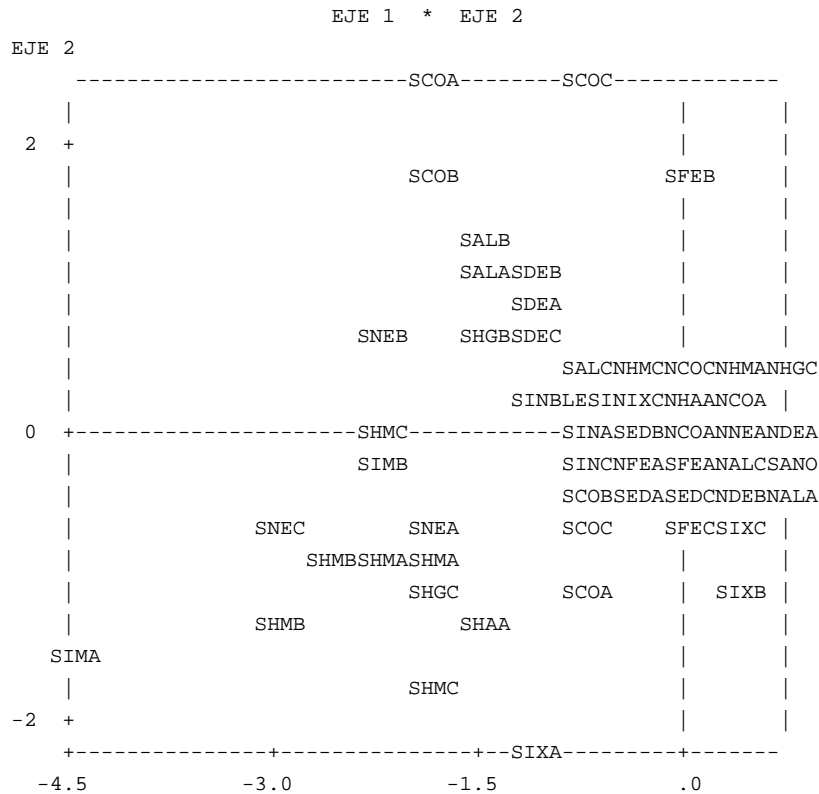


Figura 3. Plano factorial de lesiones microscópicas en válvulas con y sin lesiones.

El conjunto de alteraciones como pliegues, tracciones, nodulaciones y engrosamientos, sugiere un proceso de patogenia común, donde no hubo predisposición especial hacia alguna valva en particular (2, 5). De otro lado, el plano factorial permitió observar la presentación simultánea de hemorragias y pigmentaciones en las válvulas A, B y C. Para el caso de las hemorragias en las válvulas, estas posiblemente se encuentran asociadas a procesos hipóxicos posteriores al sacrificio y pueden de igual manera comprometer el endocardio mural en cualquier localización (2). Las pigmentaciones son lesiones relacionadas con áreas de hemorragia previa en el tejido valvular, donde ya se ha establecido el proceso de metabolismo de la hemoglobina, indicando eventos de naturaleza crónica (8). Estos resultados se relacionan con los presentados en el análisis de clasificación jerárquica de clase uno, donde el 34% de las válvulas se caracterizaron por presentar pigmentaciones en las válvulas A y B.

En segundo lugar, el análisis factorial de correspondencia múltiple permitió establecer contribuciones significativas, cuando se evaluaron las válvulas sin lesión macroscópica evidente por estudios de histopatología. La característica más común para el 84% de las válvulas, fue la ausencia de lesiones. Así mismo, el estudio de los factores permitió establecer asociaciones entre la presencia de la lesión denominada como degeneración valvular en las válvulas B y C y la presencia de Alcian blue positivo en las válvulas B y C. Estas lesiones como factor tienen alta preponderancia en el trabajo y podemos relacionarlas con los procesos de endocardiosis y la degeneración mixomatosa con reacción positiva al Alcian blue, lo cual sugiere una alta acumulación de hialuronato como principal glucosaminoglucano de la pared valvular (1, 2).

De igual manera, considerando el análisis de clasificación jerárquica clase dos (24%) del grupo de

válvulas sin lesión, se encontró asociación de lesiones del tipo vascular como es el caso de la congestión y edema en la valva C; junto con congestión en la valva B. La congestión y el edema son alteraciones vasculares íntimamente relacionadas que acompañan eventos tanto de naturaleza inflamatoria como no inflamatoria; explicados estos últimos, al parecer, por variaciones en la dinámica cardiovascular durante la vida del animal (8).

En tercer lugar, la aplicación del análisis factorial de correspondencia múltiple considerando el estudio de válvulas con lesión y sin lesión, permitió establecer correlaciones similares a las presentadas anteriormente con relación a la degeneración de las valvas y la positividad al Alcian blue en el grupo con lesión, para la clase uno de clasificación jerárquica, lo cual representó un 39%, o el evento contrario de ausencia de degeneración y la no positividad al Alcian blue para el grupo de válvulas sanas con un 52%. De igual manera, y para el grupo de válvulas con lesión en la clasificación jerárquica clase dos, se asoció la

presencia de edema en las tres valvas A, B y C de manera simultánea.

De manera relevante, el trabajo presenta correlaciones que permiten establecer, al aplicar el factor de correspondencia múltiple, la relación de las lesiones en el tejido valvular aórtico, así como la comprensión de los procesos de patogenia involucrados en el estudio de las lesiones que, como en el caso de la endocardiosis y los trastornos circulatorios del tejido valvular aórtico, son hallazgos frecuentes cuando se realizan estudios sistemáticos de la patología cardiovascular porcina en nuestro medio.

Agradecimientos

Las actividades de investigación del grupo CENTAURO son financiadas en parte por la estrategia de Sostenibilidad para grupos de excelencia 2005 - 2006 de la Universidad de Antioquia.

Referencias

- Amoresano A, Amedeo S, D'Andrea N. Linked glycans of proteins from mitral valves of normal pigs and pigs affected by endocardiosis. *Eur J Biochem* 2000; 267:1299-1306.
- Aranzazu D, Bustamante J, Rodríguez B, Giraldo G, Riaño C, *et al.* Estudio anatomopatológico de válvulas aórticas porcinas a seleccionar para la elaboración de bioprótesis cardiacas. *Rev Col Cienc Pec* 2006; 19:415-427.
- Castagnaro M, Amedeo S, Bertolotto A. Morphological and biochemical investigations of mitral valve endocardiosis in pigs. *Res Vet Sci* 1997; 62:121-127.
- Crivisqui EM. Análisis factorial de correspondencias. Un instrumento de investigación en las ciencias Sociales. Asunción, Paraguay. Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción"; 1993.
- Jubb K, Kennedy P, Palmer N. Pathology of domestic animals. 4th ed, Vol 3. New York, Academic Press, Inc, 1993.
- Nieves J. Análisis estadístico multivariado de los presupuestos familiares de la región de los Andes 1988/89. Tesis para optar el título de licenciado en estadística. Universidad de Los Andes. Mérida. Octubre de 2005. 116p.
- Ramos C, Guzmán D. Aplicación del análisis factorial de correspondencias a mapas perceptuales de los pacientes infectados por enfermedades de transmisión sexual. Trabajo Monográfico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Matemáticas. EAP. de Estadística, Lima 2004.
- Slauson DO, Cooper BJ. Mechanisms of disease, a text book of comparative general pathology: 3rd ed. St Louis, Missouri, Mosby, 2002. 430p.