



Revista Uruguaya de Cardiología

ISSN: 0797-0048

ISSN: 1688-0420

suc@adinet.com.uy

Sociedad Uruguaya de Cardiología
Uruguay

Fernández, Amparo; Loza, Gimena; Parma, Gabriel; Florio, Lucía; Alonso, Omar; Niell, Nicolás; Ezquerra, Víctor; Robaina, Ricardo; Dayan, Víctor

Degeneración valvular en pacientes con bioprótesis aórtica
porcina evaluada mediante PET con 18Ffluoruro de sodio

Revista Uruguaya de Cardiología, vol. 36, núm. 3, 2021, Octubre-Diciembre

Sociedad Uruguaya de Cardiología
Montevideo, Uruguay

DOI: <https://doi.org/10.29277/cardio.36.3.5>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=479769248008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Artículo original

Rev Urug Cardiol 2021; 36: e203
doi: 10.29277/cardio.36.3.5

Degeneración valvular en pacientes con bioprótesis aórtica porcina evaluada mediante PET con ¹⁸Ffluoruro de sodio

Amparo Fernández¹, Gimena Loza², Gabriel Parma², Lucía Florio²,
Omar Alonso³, Nicolás Niell³, Víctor Ezquerra⁴, Ricardo Robaina¹, Víctor Dayan¹

Resumen

Introducción: la degeneración valvular protésica es un problema clínico; los métodos de imagen convencionales permiten diagnosticarla en las últimas etapas. La tomografía por emisión de positrones (PET) con ¹⁸Ffluoruro puede detectar de manera precoz la degeneración subclínica.

Objetivo: correlacionar parámetros de deterioro estructural protésico por PET con parámetros hemodinámicos ecocardiográficos al año de la sustitución valvular aórtica (SVA) por bioprótesis porcina.

Métodos: estudio prospectivo *ad hoc* de un ensayo clínico. Se reclutaron pacientes sometidos a SVA por bioprótesis porcina en dos centros nacionales entre el 01/01/2019 y el 13/02/2020. Se realizaron controles clínicos y ecocardiográficos. Se seleccionaron aleatoriamente 19 sujetos a los que se les realizó PET ¹⁸Ffluoruro de sodio con angiotomografía al año de la SVA. Se midió la captación del trazador en la válvula (SUVavV) y aurícula derecha (SUVavA), calculando el índice SUVavV/SUVavA, que se comparó con los gradientes ecocardiográficos medio y máximo al año, mediante análisis de correlación de Spearman.

Resultados: de 140 sujetos sometidos a SVA se realizó PET a 19, a los 16,3 meses (15,9-16,9) luego de la SVA. La mediana del índice SUVavV/SUVavA fue de 1,17 [1,11-1,27]. Se encontró una correlación negativa moderada entre la captación de ¹⁸Ffluoruro y el gradiente medio (coeficiente de correlación -0,516, p = 0,028) y máximo (coeficiente -0,589, p = 0,010) al año.

Conclusiones: en el seguimiento de los pacientes en los que se le realizó una sustitución valvular aórtica con bioprótesis, encontramos valores bajos de captación en el PET y gradientes ecocardiográficos normales con una correlación negativa moderada entre estos hallazgos.

Palabras clave: SUSTITUCIÓN VALVULAR AÓRTICA
BIOPRÓTESIS PORCINA
DETERIORO ESTRUCTURAL PROTÉSICO
TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES
ECOCARDIOGRAMA

1. Instituto Nacional de Cirugía Cardíaca.

2. Centro Cardiovascular Universitario, Hospital de Clínicas.

3. Centro Uruguayo de Imagenología Molecular (CUDIM).

4. Departamento Clínico de Imagenología, Hospital de Clínicas.

Correspondencia: Dra. Amparo Fernández. Correo electrónico: ampiblu@gmail.com

Recibido Jul 15, 2021; aceptado Oct 26, 2021.

Valve degeneration in patients with aortic porcine bioprostheses evaluated through ^{18}F sodium fluoride PET

Summary

Introduction: prosthetic valve degeneration is a relevant clinical disorder; conventional imaging methods allow diagnosis in the later stages. ^{18}F fluoride positron emission tomography (PET) can detect subclinical degeneration earlier.

Objective: correlate parameters of prosthetic structural deterioration by PET with echocardiographic hemodynamic parameters one year after aortic valve replacement (AVR) by porcine bioprostheses.

Methods: prospective *ad hoc* study of a clinical trial. Patients undergoing AVR by porcine bioprostheses were recruited in two national centers between 01/01/2019 and 02/13/2020. Clinical and echocardiographic controls were carried out. 19 subjects were randomly selected and underwent ^{18}F sodium fluoride PET with CT angiography one year after AVR. Tracer uptake in the valve (SUVavV) and right atrium (SUVavA) was measured, creating the SUVavV/SUVavA index, which was compared with the mean and maximum gradients at one year, using Spearman's correlation analysis.

Results: of a total of 140 subjects, PET was performed on 19 at 16.3 months (15.9-16.9) after the AVR. The median SUVavV/SUVavA ratio was 1.17 [1.11-1.27]. A moderate negative correlation was found between ^{18}F fluoride uptake and the mean gradient (correlation coefficient -0.516, $p = 0.028$) and maximum (coefficient of -0.589, $p = 0.010$) at one year.

Conclusions: we found low uptake values in PET, echocardiographic gradients in normal range and no positive correlation between both parameters. It is the first national report with these imaging techniques.

Key words:

AORTIC VALVE REPLACEMENT
PORCINE BIOPROSTHESIS
STRUCTURAL PROSTHETIC DETERIORATION
POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY
ECHOCARDIOGRAM

Degeneração valvular em pacientes com bioprótese aórtica suína avaliada mediante PET com fluoreto ^{18}F

Resumo

Introdução: a degeneração da válvula protética é um problema clínico; os métodos convencionais de imagem permitem o diagnóstico nas fases posteriores. A tomografia por emissão de pósitrons (PET) com fluoreto ^{18}F pode detectar a degeneração subclínica precocemente.

Objetivo: correlacionar parâmetros de deterioração estrutural protética por PET com parâmetros hemodinâmicos ecocardiográficos após um ano da troca valvar aórtica (SVA) por bioprótese suína.

Métodos: estudo *ad hoc* prospectivo de um ensaio clínico. Pacientes submetidos a SVA por bioprótese suína foram recrutados em dois centros nacionais entre 01/01/2019 e 13/02/2020. Foram realizados controles clínicos e ecocardiográficos. 19 indivíduos foram selecionados aleatoriamente que foram submetidos a PET com fluoreto de sódio ^{18}F com angiotomografia um ano após AVS. A captação do traçador na válvula (SUVavV) e átrio direito (SUVavA) foi medida, criando o índice SUVavV/SUVavA, que foi comparado com os gradientes médio e máximo em um ano, usando a análise de correlação de Spearman.

Resultados: de um total de 140 indivíduos submetidos a SVA, PET foi realizado em 19, em 16,3 meses (15,9-16,9) após a SVA. A proporção média de SUVavV/SUVavA foi de 1,17 [1,11-1,27]. Uma correlação negativa moderada foi encontrada entre a captação de fluoreto ^{18}F e o gradiente médio (coeficiente de correlação -0,516, $p = 0,028$) e máximo (coeficiente de -0,589, $p = 0,010$) em um ano.

Conclusões: encontramos valores baixos de captação na PET, gradientes ecocardiográficos dentro da normalidade, sem correlação positiva entre os dois parâmetros. É o primeiro trabalho nacional com essas técnicas de imagem.

Palavras chave:

SUBSTITUIÇÃO VALVAR AÓRTICA
BIOPRÓTESE SUÍNA
DETERIORAÇÃO PROTÉTICA ESTRUTURAL
TOMOGRAFIA POR EMISSÃO DE PÓSITRONS
ECOCARDIOGRAMA

Principales aportes

La degeneración valvular protésica es un problema para los cardiólogos y cirujanos. Hasta el momento, las técnicas convencionales permitían realizar su diagnóstico en las últimas etapas de este proceso. El PET con ^{18}F fluoruro de sodio identifica de forma precoz la degeneración protésica subclínica. Estudiamos una cohorte de pacientes con PET con ^{18}F fluoruro, al año de ser sometidos a sustitución valvular biológica. No se detectaron alteraciones en el PET ni en los gradientes valvulares ecocardiográficos.

Introducción

El implante de prótesis biológicas aórticas es cada vez más frecuente debido, entre otros factores, al envejecimiento poblacional, las preferencias del paciente y el advenimiento de las prótesis valvulares aórticas transcatéter⁽¹⁾. A pesar de los avances en el diseño de las bioprótesis, la degeneración de estas es uno de los principales problemas a largo plazo, y genera aumento de la morbilidad, lo que se estima será un problema aún mayor en las próximas décadas⁽²⁾.

Si bien el conocimiento de la patogenia de esta entidad ha ido en aumento, existen aspectos que aún quedan por dilucidar y las técnicas de imagen usadas habitualmente nos permiten hacer diagnóstico de degeneración valvular, pero no son capaces de detectar etapas tempranas de este proceso. El documento de consenso de la Valve Academic Research Consortium-3 (VARC-3)⁽³⁾ define la disfunción protésica aórtica de acuerdo con ciertos parámetros ecocardiográficos. Recientemente se describió que la tomografía por emisión de positrones (PET) con ^{18}F fluoruro puede identificar de manera precoz, antes que el ecocardiograma, aquellas bioprótesis con degeneración subclínica⁽⁴⁾. Esto se debe a que este trazador se une preferencialmente a zonas con microcalcificaciones o microtrombosis, indicativas de degeneración protésica. El nivel de captación del ^{18}F fluoruro en la prótesis valvular, corregido por el nivel de captación del pool sanguíneo, es el índice que se utilizó para detectar la degeneración valvular. Esta herramienta podría ser útil en predecir la disfunción protésica a futuro, seleccionando a aquellos pacientes con mayor riesgo de degeneración a los que justificaría realizar un seguimiento más estrecho o incluso intervenciones terapéuticas tempranas⁽⁵⁾. Sin embargo, es escasa la evidencia respecto a la relación entre parámetros tempranos de deterioro estructural obtenidos con PET y los parámetros hemodinámicos obtenidos por ecocardiografía en

prótesis biológicas implantadas quirúrgicamente en posición aórtica.

El objetivo de nuestro trabajo es correlacionar los parámetros de deterioro estructural protésico por PET con los parámetros hemodinámicos ecocardiográficos al año de la sustitución valvular aórtica (SVA) por bioprótesis porcina.

Materiales y métodos

Tipo de estudio

Se trata de un estudio prospectivo *ad hoc* de un ensayo clínico. Entre el 01/01/2019 y el 13/02/2020 se realizó un ensayo clínico randomizado que incluyó a todos los pacientes sometidos a SVA por bioprótesis porcina en dos centros nacionales de cirugía cardíaca. Fueron incluidos 140 pacientes. Se realizaron controles clínicos al alta, a los tres meses y al año de la SVA.

Evaluación ecocardiográfica

Se realizaron controles con ecocardiograma transtorácico (ETT) en el posoperatorio antes del alta, a los 3 meses y al año luego del procedimiento. Los siguientes parámetros ecocardiográficos fueron analizados: fracción de eyección del ventrículo izquierdo, diámetro diastólico del ventrículo izquierdo, diámetro de la aurícula izquierda, área efectiva valvular aórtica (AVA) absoluta e indexada, coeficiente de obstrucción (CO), gradiente medio, gradiente máximo, insuficiencia protésica (ninguna, mínima, leve, moderada, severa). Los ETT fueron realizados de acuerdo a la guía de la Sociedad Americana de Ecocardiografía⁽⁶⁾, los gradientes de presión derivados de la fórmula de Bernoulli modificada y la AVA calculada por ecuación de continuidad.

Evaluación por tomografía con emisión de positrones fusionada con angiotomografía

De esta población, se seleccionaron de forma aleatoria 19 pacientes a los que se les realizó PET con ^{18}F fluoruro de sodio fusionado con angiotomografía (angioTC) luego del año de la SVA.

Para cuantificar la captación de ^{18}F fluoruro, se trazó a partir de las imágenes PET/CT una región de interés (ROI) circular ($\text{área de } 1 \text{ cm}^2$) alrededor del área de captación máxima que se origina en las cúspides de la válvula, empleando un enfoque del “segmento más enfermo”. En los casos en los que no se visualizaba captación en las cúspides, se trazó una ROI circular de 1 cm^2 en el centro de la válvula. Los valores medios y máximos de captación estandarizada (SUV) de la válvula (SUVavV) se extrajeron de

Tabla 1. Características basales ($N = 19$) de los pacientes incluidos en el estudio.

Edad (años)**	72 (66-79)
Sexo masculino*	8 (0,42)
HTA*	19 (1)
DM*	6 (0,31)
Dislipemia*	14 (0,73)
Tabaquismo*	8 (0,42)
Lesiones coronarias*	9 (0,47)

*N (FR) **Mediana (IQ). HTA: hipertensión arterial; DM: diabetes mellitus; FR: frecuencia relativa; IQ: intervalo intercuartílico.

estas ROI y se corrigieron para la actividad del pool sanguíneo, medido en la aurícula derecha (SUV_{aVA}) (ROI de 2 cm^2 , cortes axiales, al nivel del ostium coronario derecho) para calcular el cociente *target to background* (índice SUV_{aVAV}/SUV_{aVA}). Cuanto mayor sea la captación de ^{18}F fluoruro en la válvula respecto a la aurícula derecha, mayor será el índice y, por tanto, sugiere mayor degeneración valvular (no existe en la actualidad un valor umbral aceptado universalmente).

En la angioTC se valoró la presencia de trombo, pannus, engrosamiento de las valvas $\geq 2 \text{ mm}$ con 30200 UH, calcificación valvular ($> 500 \text{ UH}$). Asimismo, se tomaron medidas del anillo, área valvular, diámetro del tracto de salida del ventrículo izquierdo, altura de los ostium de las arterias coronarias y de la aorta.

Análisis estadístico

Debido al tamaño de la muestra, las variables cualitativas se expresan en valor absoluto y frecuencia relativa (FR), las cuantitativas en mediana e intervalo intercuartílico. Se comparó el índice SUV_{aVAV}/SUV_{aVA} con los gradientes medio y máximo medidos por ecocardiograma transtorácico al año de la SVA realizando un análisis de correlación de Spearman.

Comité de ética

El proyecto original fue aprobado por el comité de ética del Hospital de Clínicas y se solicitó consentimiento informado a todos los pacientes antes de realizarse los estudios imagenológicos.

Resultados

Se analizaron 19 pacientes, con una mediana de tiempo de realización del PET de 16,3 meses (15,9-16,9) luego de la SVA. Las características basales de la población se muestran en la tabla 1.

La mediana de edad de la población fue de 72 [66-79] años, 8 (frecuencia relativa [FR] 0,42) eran de sexo masculino y se destaca la presencia de una importante prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares: 19 hipertensos (FR 1), 6 diabéticos (FR 0,31), 14 dislipémicos (FR 0,73) y 8 tabaquistas (FR 0,42).

Todas las prótesis implantadas fueron de origen porcino (Medtronic Hancock II Ultra n=9, Mosaic n=2 y St Jude Epic n=8).

La mediana de captación fue un índice SUV_{aVAV}/SUV_{aVA} = 1,17 [1,11-1,27]. En cuanto a los datos ecocardiográficos al año, la mediana del área valvular aórtica fue de $1,24 \text{ cm}^2$ [1,12-1,48], las medianas de los gradientes fueron medio 19 mmHg [14-26,5] y máximo 31 mmHg [25-44,5], y la mediana del CO fue 0,42 [0,37-0,51]. Solo un paciente presentó regurgitación protésica mayor que leve (moderada).

Respecto al análisis de correlación de Spearman, se encontró una correlación negativa moderada (Rho de Spearman, coeficiente de correlación -0,516) estadísticamente significativa entre la captación de ^{18}F fluoruro en el PET y el gradiente medio al año ($p = 0,028$), así como entre la captación y el gradiente máximo al año (Rho de Spearman, coeficiente de -0,589, $p = 0,010$) (figuras 1 y 2).

En la angioTC se encontraron macrocalcificaciones valvulares en 5 pacientes (FR 0,26) y trombo en la válvula de un paciente (FR 0,05). No se detectó pannus en ningún caso.

A la luz de estos resultados, se realizó un análisis excluyendo a los pacientes con macrocalcificaciones y/o trombo, del cual se destaca que la mediana de captación fue un índice SUV_{aVAV}/SUV_{aVA} = 1,16 [1,08-1,27]. En cuanto a los datos ecocardiográficos al año, la mediana del área valvular aórtica fue de $1,20 \text{ cm}^2$ [1,10-1,41] y las medianas de los gradientes fueron medio 17 mmHg [12-26] y máximo 30 mmHg [22-44]. La mediana del CO fue de 0,42 [0,37-0,51] y no hubo regurgitaciones protésicas.

En este análisis se encontró también una correlación negativa moderada estadísticamente significativa (Rho de Spearman, coeficiente de correlación -0,589) entre la captación de ^{18}F fluoruro en el PET y el gradiente medio al año ($p = 0,044$), así como entre la captación y el gradiente máximo al año (Rho de Spearman, coeficiente de -0,611, $p = 0,035$) (figuras 3 y 4).

Discusión

Se presentan los resultados de un estudio *ad hoc* sobre correlación de parámetros de degeneración

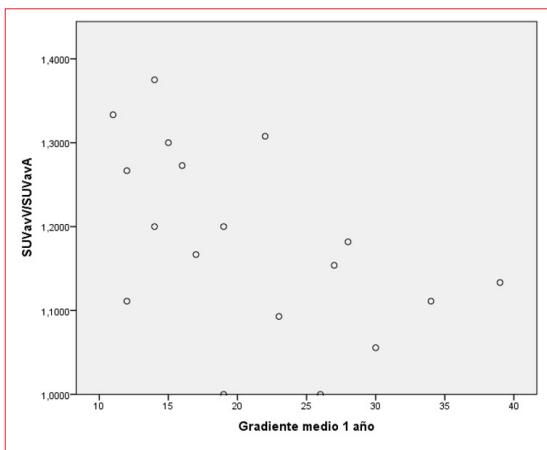


Figura 1. Correlación gradiente medio al año vs. SUVav/SUVavA. Rho de Spearman, coeficiente de correlación -0,516, valor p = 0,028.

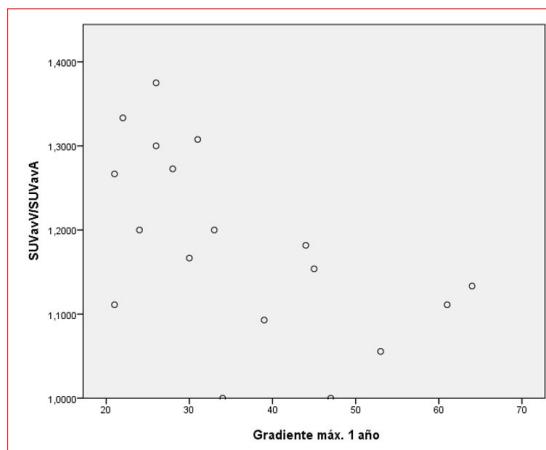


Figura 2. Correlación gradiente máximo al año vs. SUVav/SUVavA. Rho de Spearman, coeficiente de correlación -0,589, valor p = 0,010.

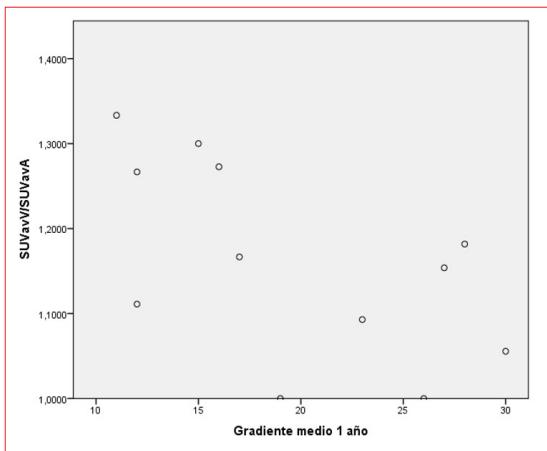


Figura 3. Correlación gradiente medio al año vs. SUVav/SUVavA, excluyendo pacientes con macrocalcificaciones y trombo. Rho de Spearman, coeficiente de correlación -0,589, valor p = 0,044.

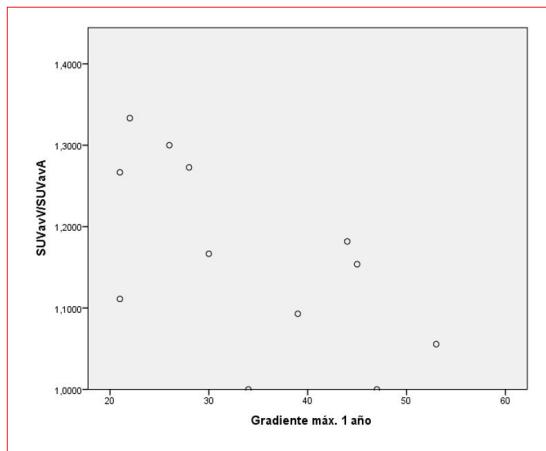


Figura 4. Correlación gradiente máximo al año vs. SUVav/SUVavA, excluyendo pacientes con macrocalcificaciones y trombo. Rho de Spearman, coeficiente de correlación -0,611, valor p = 0,035.

valvular y parámetros hemodinámicos ecocardiográficos al año del implante quirúrgico de prótesis biológicas en posición aórtica, encontrando una correlación negativa moderada, estadísticamente significativa. Nuestro estudio representa el primer estudio a nivel nacional que evalúa esta correlación en bioprótesis implantadas quirúrgicamente.

El trazador ^{18}F fluoruro emergió en los últimos años como un marcador de actividad de microcalcificación en el sistema cardiovascular⁽⁷⁻⁹⁾. Dweck y col. demostraron que, en pacientes con válvulas aórticas nativas, la captación de este trazador era mayor en pacientes con estenosis aórtica que en pacientes control y, a su vez, que el nivel de captación se correlacionaba con la severidad de la enfermedad⁽¹⁰⁾. Así como en la fisiopatología

de la estenosis aórtica, la calcificación también estaría involucrada en la degeneración valvular protésica⁽¹¹⁾. Existe un único trabajo realizado con PET ^{18}F fluoruro en bioprótesis aórticas. En este, realizado por Cartlidge y col.⁽⁴⁾, se realizó un PET ^{18}F fluoruro de 2 a 10 años luego de la SVA y después se siguió a los pacientes con ecogramas anuales. Los autores de este trabajo sugieren usar un valor umbral de captación de 1,3 para catalogar un estudio PET como anormal; este valor surge de estudios previos de PET con ^{18}F fluoruro para placas ateroscleróticas⁽¹²⁾, que luego se reafirma debido a que es el umbral que define el tercio superior de captación de sus resultados. En el trabajo de Cartlidge, se encontró que los pacientes con mayor captación en el PET (índice de captación más alto) fueron los que tuvieron

un deterioro más rápido en la función protésica y todos aquellos pacientes que desarrollaron disfunción protésica clínicamente evidente en la evolución, habían tenido altos niveles de captación en el PET basal. Los autores concluyen que el PET ^{18}F fluoruro identifica de forma precoz la degeneración protésica subclínica.

En nuestro trabajo encontramos valores de captación en el PET globalmente bajos en comparación con este valor umbral sugerido, con una mediana del índice de captación de 1,17. Es decir que, globalmente, se encontró en las bioprótesis implantadas una captación solo 17% mayor que la del pool sanguíneo, hallazgo que puede explicarse por la precocidad del estudio respecto al implante de la bioprótesis (un año). Asimismo, encontramos una asociación inversa moderada (según el coeficiente de correlación) entre los hallazgos de captación del PET ^{18}F fluoruro y los gradientes medidos en el ecocardiograma al año de la SVA. Creemos que la diferencia entre nuestros hallazgos y los de Cartlidge radica en el tiempo de evolución desde la cirugía hasta la realización de los estudios imagenológicos; nuestra población no tuvo la ventana de tiempo necesaria para evidenciar microcalcificación protésica. Esto nos hace plantear que no sería aconsejable la realización del PET previo a los 2-5 años cuando este se realice con fines pronósticos a la degeneración futura.

En la presentación preliminar de un trabajo de seguimiento de 73 pacientes con implante de válvulas aórticas transcatéter con ecocardiograma y PETTC, Sorysz y col.⁽¹³⁾ encontraron la misma correlación inversa significativa entre la captación de ^{18}F fluoruro a los 6 meses y el gradiente máximo por ecocardiograma a los 6 meses. Los autores discuten que este hallazgo pueda deberse a una casualidad, lo que también puede ser una explicación a nuestros hallazgos; aunque también podría explicarse por la precocidad de la realización del estudio.

En cuanto a los parámetros ecocardiográficos, el documento de consenso de la VARC3⁽³⁾ define el deterioro protésico hemodinámico (moderado) como un aumento en el gradiente medio $\geq 10 \text{ mmHg}$ que resulte en un gradiente medio $\geq 20 \text{ mmHg}$ con un descenso concomitante del área efectiva valvular aórtica (AVA) $\geq 0,3 \text{ cm}^2$ o $\geq 25\%$, y/o una disminución del coeficiente de obstrucción $\geq 0,1$ o $\geq 20\%$, comparado con el ecocardiograma realizado de 1 a 3 meses de posoperatorio; y/o insuficiencia protésica moderada o severa. En nuestra población, solo un paciente cumplió estos criterios de deterioro protésico en el ecocardiogra-

ma; a su vez, presentó un valor de captación en el PET de 1,11 y macrocalcificaciones en la angioTC.

Es decir que, en nuestros pacientes, tanto los parámetros ecocardiográficos como los parámetros del PET se encuentran en el espectro prácticamente normal. A pesar de esto, cuando analizamos los hallazgos de la angioTC, vemos una frecuencia relativamente alta (FR 0,38) de pacientes con macrocalcificaciones valvulares al año de la SVA. Si comparamos con los reportes previos de la literatura, vemos que no existen datos de hallazgos tomográficos a tan corto plazo, aunque se ha reportado calcificación en la mitad de las prótesis porcinas a los 5 años de la sustitución y en 75% a los 8 años^(14,15). Si bien puede parecer llamativo que más de un tercio de los pacientes presentaran macrocalcificaciones en la TC a pesar de tener índices de captación en el PET bajos, la captación del ^{18}F fluoruro suele ser menor en las áreas de macrocalcificación ($200\text{-}500 \mu\text{m}$) que en las de microcalcificación ($< 50 \mu\text{m}$) para una misma masa de calcio⁽⁷⁾. En el estudio de Dweck y col.⁽¹⁰⁾, la actividad del ^{18}F fluoruro en el PET presentó una distribución diferente a la de la macrocalcificación en la TC, y fue predictora de nuevas áreas de calcio en la TC realizada dos años después. Es decir que el ^{18}F fluoruro detecta microcalcificaciones y áreas de actividad de calcificación, mientras que la TC detecta depósitos de calcio establecidos⁽¹³⁾. Estos dos tipos de calcificación tienen una distribución diferente, sin embargo, potencialmente ambos podrían tener una repercusión hemodinámica a futuro en las válvulas protésicas. Debido a que la mayor utilidad del PET se considera para la etapa subclínica de la degeneración valvular, antes de que ocurran manifestaciones en la tomografía y el ecocardiograma, se reanalizó la correlación excluyendo a aquellos pacientes con calcificaciones y trombo. En este nuevo análisis, la correlación fue asimismo inversa y con un coeficiente de correlación moderado.

Por lo tanto, en nuestro estudio, realizando PET a corto plazo luego de la SVA, no encontramos que la captación de ^{18}F fluoruro en el PET pueda correlacionarse de forma directamente proporcional con los parámetros de deterioro estructural ecocardiográfico.

A pesar de la importancia de poder realizar un diagnóstico precoz del deterioro estructural protésico, aún no existen tratamientos para detener su progresión. El tratamiento clásico para la degeneración valvular protésica establecida es la reintervención⁽¹¹⁾. No obstante, es importante considerar la posibilidad de trombosis valvular como una causa potencial de gradientes transvalvula-

res aumentados, dado que esta entidad sí tiene un tratamiento médico potencialmente curativo⁽¹⁶⁾.

Como perspectiva de nuestros hallazgos, la imagen convencional con ecocardiograma puede identificar las manifestaciones hemodinámicas de la degeneración protésica, pero falla en proveer información acerca del proceso molecular subyacente y en la detección precoz; en todo esto el PET tiene un rol emergente. Sin embargo, en el corto plazo luego de la SVA, nuestro estudio no encontró que la captación con el PET pueda correlacionarse con el deterioro estructural ecocardiográfico.

Limitaciones

La mayor limitación de diseño de nuestro estudio es que no se trata de un seguimiento longitudinal de las prótesis en el tiempo, sino de un análisis de dos estudios con poca diferencia en el tiempo transcurrido desde la sustitución valvular aórtica. Por ello, continuaremos nuestro trabajo de investigación, siguiendo a esta cohorte de pacientes con ecocardiogramas a lo largo del tiempo y, asimismo, incorporaremos a otro grupo de pacientes que llevan más de dos años del implante de la bioprótesis a quienes realizaremos PET ¹⁸Ffluoruro TC. A su vez, otra limitación es el n pequeño, compuesto de 19 sujetos.

Conclusiones

En este primer trabajo que estudia la correlación entre los hallazgos del PET ¹⁸Ffluoruro con los parámetros ecocardiográficos a corto plazo luego de la SVA por bioprótesis porcina, se encontraron valores bajos de captación con el PET, gradientes ecocardiográficos en el rango normal y no se encontró correlación positiva entre estos dos parámetros.

Bibliografía

1. Brown J, O'Brien S, Wu C, Sikora J, Griffith B, Gammie J. Isolated aortic valve replacement in North America comprising 108,687 patients in 10 years: changes in risks, valve types, and outcomes in the Society of Thoracic Surgeons National Database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009; 137(1):82-90. doi: 10.1016/j.jtcvs.2008.08.015
2. Capodanno D, Petronio A, Prendergast B, Eltchaninoff H, Vahanian A, Modine T, et al. Standardized definitions of structural deterioration and valve failure in assessing long-term durability of transcatheter and surgical aortic bioprosthetic valves: a consensus statement from the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) endorsed by the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur J Cardiothorac Surg* 2017; 52(3):408-17. doi: 10.1093/ejcts/ezx244
3. VARC-3 Writing Committee, Généreux P, Piazza N, Alu M, Nazif T, Hahn R, Pibarot P, et al. Valve Academic Research Consortium 3: updated endpoint definitions for aortic valve clinical research. *Eur Heart J* 2021; 42(19):1825-57. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa799
4. Cartlidge T, Doris M, Sellers S, Pawade T, White A, Pessotto R, et al. Detection and prediction of bioprosthetic aortic valve degeneration. *J Am Coll Cardiol* 2019; 73(10):1107-19. doi: 10.1016/j.jacc.2018.12.056
5. Fayad Z, Calcagno C. Sodium fluoride PET and aortic bioprosthetic valve degeneration: implications for patient diagnosis, management, and treatment. *J Am Coll Cardiol* 2019; 73(10):1120-2. doi: 10.1016/j.jacc.2018.12.057
6. Zoghbi W, Chambers J, Dumesnil J, Foster E, Gottdiener J, Grayburn P, et al; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; Task Force on Prosthetic Valves; American College of Cardiology Cardiovascular Imaging Committee; Cardiac Imaging Committee of the American Heart Association; European Association of Echocardiography; European Society of Cardiology; Japanese Society of Echocardiography; Canadian Society of Echocardiography; American College of Cardiology Foundation; American Heart Association; European Association of Echocardiography; European Society of Cardiology; Japanese Society of Echocardiography; Canadian Society of Echocardiography. Recommendations for evaluation of prosthetic valves with echocardiography and doppler ultrasound: a report From the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Task Force on Prosthetic Valves, developed in conjunction with the American College of Cardiology Cardiovascular Imaging Committee, Cardiac Imaging Committee of the American Heart Association, the European Association of Echocardiography, a registered branch of the

Amparo Fernández, ORCID 0000-0003-4243-7844
Gimena Loza, ORCID 0000-0001-9555-7431
Gabriel Parma, ORCID 0000-0001-6358-3723
Lucía Florio, ORCID 0000-0002-9608-2666
Víctor Dayan, ORCID 0000-0002-5470-0585.
Omar Alonso, ORCID 0000-0002-7491-1144
Ricardo Robaina, ORCID 0000-0003-3041-272X
Nicolás Niell, ORCID 0000-0002-6341-0491
Víctor Ezquerro, ORCID 0000-0001-8026-832X

Este artículo fue aceptado para su publicación por el Editor asociado, Dr. Ignacio Batista

- European Society of Cardiology, the Japanese Society of Echocardiography and the Canadian Society of Echocardiography, endorsed by the American College of Cardiology Foundation, American Heart Association, European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, the Japanese Society of Echocardiography, and Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2009; 22(9):975-1014. doi: 10.1016/j.echo.2009.07.013
7. **Tzolos E, Dweck M.** ¹⁸F-Sodium fluoride (¹⁸F-NaF) for imaging microcalcification activity in the cardiovascular system. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2020; 40(7):1620-6. doi: 10.1161/ATVBAHA.120.313785
8. **Derlin T, Richter U, Bannas P, Begemann P, Buchert R, Mester J, et al.** Feasibility of ¹⁸F-sodium fluoride PET/CT for imaging of atherosclerotic plaque. *J Nucl Med* 2010; 51(6):862-5. doi: 10.2967/jnumed.110.076471
9. **Beheshti M, Saboury B, Mehta N, Torigian D, Werner T, Mohler E, et al.** Detection and global quantification of cardiovascular molecular calcification by fluoro¹⁸-fluoride positron emission tomography/computed tomography: a novel concept. *Hell J Nucl Med* 2011; 14(2):114-20.
10. **Dweck M, Jones C, Joshi N, Fletcher A, Richardson H, White A, et al.** Assessment of valvular calcification and inflammation by positron emission tomography in patients with aortic stenosis. *Circulation* 2012; 125(1):76-86. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.051052
11. **Rodriguez-Gabella T, Voisine P, Puri R, Pibarot P, Rodés-Cabau J.** Aortic bioprosthetic valve durability: incidence, mechanisms, predictors, and management of surgical and transcatheter valve degeneration. *J Am Coll Cardiol* 2017; 70(8):1013-28. doi: 10.1016/j.jacc.2017.07.715
12. **Joshi N, Vesey A, Williams M, Shah A, Calvert P, Craighead F, et al.** ¹⁸F-fluoride positron emission tomography for identification of ruptured and high-risk coronary atherosclerotic plaques: a prospective clinical trial. *Lancet* 2014; 383(9918):705-13. doi: 10.1016/S0140-6736(13)61754-7
13. **Sorysz D, Januszek R, Sowa-Staszczak A, Grochowska A, Opalińska M, Bagieński M, et al.** The usefulness of ^{[18]F}-Fluorodeoxyglucose and ^{[18]F}-Sodium Fluoride positron emission tomography imaging in the assessment of early-stage aortic valve degeneration after Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI)-protocol description and preliminary results. *J Clin Med* 2021; 10(3):431. doi: 10.3390/jcm10030431
14. **Butany J, Collins M, Nair V, Leask R, Scully H, Williams W, et al.** Morphological findings in explanted Toronto stentless porcine valves. *Cardiovasc Pathol* 2006; 15(1):41-8. doi: 10.1016/j.carpath.2005.08.010
15. **Rajiah P, Moore A, Saboo S, Goerne H, Ranganath P, MacNamara J, et al.** Multimodality imaging of complications of cardiac valve surgeries. *Radiographics* 2019; 39(4):932-56. doi: 10.1148/rg.2019180177
16. **Chakravarty T, Søndergaard L, Friedman J, De Backer O, Berman D, Kofoed K, et al; RESOLVE; SAVORY Investigators.** Subclinical leaflet thrombosis in surgical and transcatheter bioprosthetic aortic valves: an observational study. *Lancet* 2017; 389(10087):2383-92. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30757-2

Contribución de los autores

Amparo Fernández: contribución a la idea original, reclutamiento de los pacientes y seguimiento de estos, llenado de la base de datos, procesamiento de resultados, participación de la discusión y la redacción de manuscrito.

Gimena Loza: contribución a la idea original, reclutamiento de los pacientes y seguimiento de estos, llenado de la base de datos, procesamiento de resultados, participación de la discusión y redacción de manuscrito.

Gabriel Parma: realización y procesamiento de las angiotomografías, procesamiento de resultados, participación de la discusión y corrección de manuscrito.

Lucía Florio: procesamiento de resultados, participación de la discusión y corrección del manuscrito.

Omar Alonso: realización y procesamiento de los estudios de tomografía de emisión de positrones con ¹⁸Ffluoruro con angiotomografía.

Nicolás Niell: realización y procesamiento de los estudios de tomografía de emisión de positrones con ¹⁸Ffluoruro con angiotomografía.

Victor Ezquerra: realización y procesamiento de los estudios de tomografía de emisión de positrones con ¹⁸Ffluoruro con angiotomografía.

Ricardo Robaina: análisis estadístico, procesamiento de los resultados.

Victor Dayan: idea original, participación de la discusión y corrección del manuscrito.