



**Universidad Nacional Autónoma de México**

FACULTAD DE MEDICINA

**División de Estudios de Posgrado**

**Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los  
Trabajadores del Estado (ISSSTE)**

**Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"**

TESIS

**“Índice de rendimiento miocárdico Tei temprano y tardío  
post implantación de TAVR en pacientes con estenosis  
aortica severa”**

Que para obtener el Título de Especialidad en:

**CARDIOLOGÍA**

**P R E S E N T A**

**Dr. Rafael Esparza Corona**

Profesor Titular:

**Dr. Enrique Gómez Álvarez**

Asesor:

**Dra. Julieta Danira Morales Portano**

**REGISTRO (RPI): 266.2022**

**Ciudad de México, 2023.**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**“Índice de rendimiento miocárdico Tei temprano y tardío post implantación de TAVR en pacientes con estenosis aortica severa”**

**RPI: 266.2022**



---

**DR. DENISSE AÑORVE BAILON**

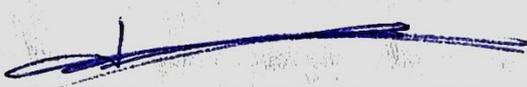
Subdirectora de Enseñanza e Investigación  
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” ISSSTE

---

**DR. CHRISTIAN GABRIEL TOLEDO LOZANO**

Coordinación de Investigación  
Centro Médico Nacional 20 de Noviembre ISSSTE

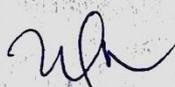
---



**DR. JOSÉ LUIS ACEVES CHIMAL**

Encargado de la Coordinación de  
Enseñanza e Investigación  
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” ISSSTE

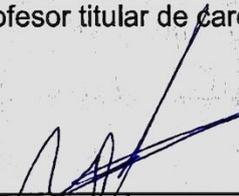
---



**DR. ENRIQUE GÓMEZ ÁLVAREZ**

Profesor titular de cardiología

---



**DRA. JULIETA DANIRA MORALES PORTANO**

ASESOR DE TESIS

---



**DR. RAFAEL ESPARZA CORONA**

Médico residente de Cardiología  
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” ISSSTE

**Índice:**

<b>I.</b>	<b>Resumen.....</b>	.....
<b>II.</b>	<b>Abreviaturas.....</b>	.....
<b>III.</b>	<b>Introducción.....</b>	.....
<b>IV.</b>	<b>Antecedentes.....</b>	.....
<b>V.</b>	<b>Planteamiento del Problema.....</b>	.....
<b>VI.</b>	<b>Justificación.....</b>	.....
<b>VII.</b>	<b>Hipótesis.....</b>	.....
<b>VIII.</b>	<b>Objetivos.....</b>	.....
<b>IX.</b>	<b>Metodología de la Investigación.....</b>	.....
<b>X.</b>	<b>Material y Métodos.....</b>	.....
<b>XI.</b>	<b>Aspectos Éticos.....</b>	.....
<b>XII.</b>	<b>Resultados.....</b>	.....
<b>XIII.</b>	<b>Discusión.....</b>	.....
<b>XIV.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	.....
<b>XV.</b>	<b>Referencias.....</b>	.....

## I. Resumen

La Estenosis Aortica Severa es una patología frecuente en el adulto asociada a deterioro clínico, funcional y mortalidad. En estos pacientes la implantación de TAVR, ha mostrado eficacia y reducción de la morbimortalidad. El índice Tei ecocardiográfico permite hacer una estimación global de la función sistólica y diastólica, pero los cambios de este parámetro ecocardiográfico en pacientes sometidos a TAVR evaluados por este índice sobre el rendimiento miocárdico han sido poco explorados.

**Objetivo:** Determinar el Índice de rendimiento miocárdico Tei temprano y post implantación de TAVR en pacientes con estenosis aortica severa

**Metodología:** En el periodo comprendido del 2021 al 2022, a los pacientes del servicio de Cardiología con diagnóstico de estenosis aortica severa, aceptados para sustitución valvular percutánea mediante TAVR, se realizó medición ecocardiográfica en la sala de hemodinamia previo a la colocación de la válvula, y posterior a la implantación de la misma. Se analizaron las variables mediante prueba T de Student así como de Friedman.

**Resultados:** Se analizaron 45 pacientes de  $75 \pm 8$  años. El 53% del sexo masculino ( $n = 24$ ) y 47% del femenino ( $n = 21$ ). Con factores de riesgo como la Hipertensión Arterial (67%), seguida de la DM-2 (44%). Las complicaciones tempranas menores se presentaron en 34 pacientes (75%): siendo la fuga paravalvular leve ( $n = 13$ ) la más frecuente. En 8 pacientes se presentaron complicaciones mayores: Siendo el Bloqueo A-V de tercer grado ( $n = 4$ ) el más frecuente. El seguimiento ecocardiográfico a 6 meses mostró tendencia hacia la mejoría en las variables de rendimiento miocárdico, destacando la FEVI, el Volumen Telesistólico (VTS) y el Strain Longitudinal mostrando

mejoría significativa ( $p < 0.05$ ).

### **Conclusiones:**

El rendimiento miocárdico evaluado por el Índice de Tei mejora significativamente desde los 3 a 6 meses posterior a la implantación percutánea de TAVR, representando una alternativa terapéutica eficaz en pacientes adultos mayores con elevado quirúrgico.

**Palabras clave: Índice de Rendimiento Miocárdico TEI, TAVR, Estenosis Aórtica**

## **II. Introducción**

La estenosis aortica severa es una valvulopatía que afecta alrededor del 5% de los adultos arriba de los 65 años, con aumento en la incidencia en años recientes. El tratamiento actualmente recomendado consiste en la sustitución de la válvula enferma, pero en pacientes con comorbilidad que incrementa el riesgo quirúrgico se prefiere la sustitución valvular por vía percutánea con la implantación de TAVR (1, 2).

El diagnóstico clínico de la estenosis aortica, se basa en la presencia de soplo mesotelesistólico en diamante, irradiado a vasos de cuello y ápex, fenómeno que se conoce como de gallavardin, y dependiendo de la intensidad o gravedad se puede auscultar segundo ruido único y hasta un 3er y 4to ruido. La sintomatología se caracteriza por deterioro de la clase funcional, disnea de esfuerzo progresivo, dolor precordial y finalmente insuficiencia cardiaca, que en estadios avanzados se asocia con elevada mortalidad (1-6).

El índice ecocardiográfico de rendimiento miocárdico o índice de TEI, permite evaluar la función sistólica y diastólica global ventricular, mediante la medición de la relación

del trabajo eyectivo y no eyectivo del ventrículo izquierdo, estimando la severidad y pronóstico de la afectación miocárdica. en pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva, y miocardiopatía dilatada ha mostrado su capacidad pronóstica de mortalidad (7-12).

En pacientes con Estenosis Aortica severa con elevado riesgo quirúrgico, sometidos a reemplazo valvular aórtico por vía percutánea o TAVR ha mostrado eficacia con disminución significativa de la morbimortalidad. (4-7) Sin embargo, los cambios del parámetro ecocardiográfico Índice de Tei para evaluar el rendimiento miocárdico post-implantación han sido poco explorado. En esta investigación identificamos las modificaciones en este índice en pacientes con estenosis aortica con elevado riesgo quirúrgico sometidos a implantación percutánea de TAVR.

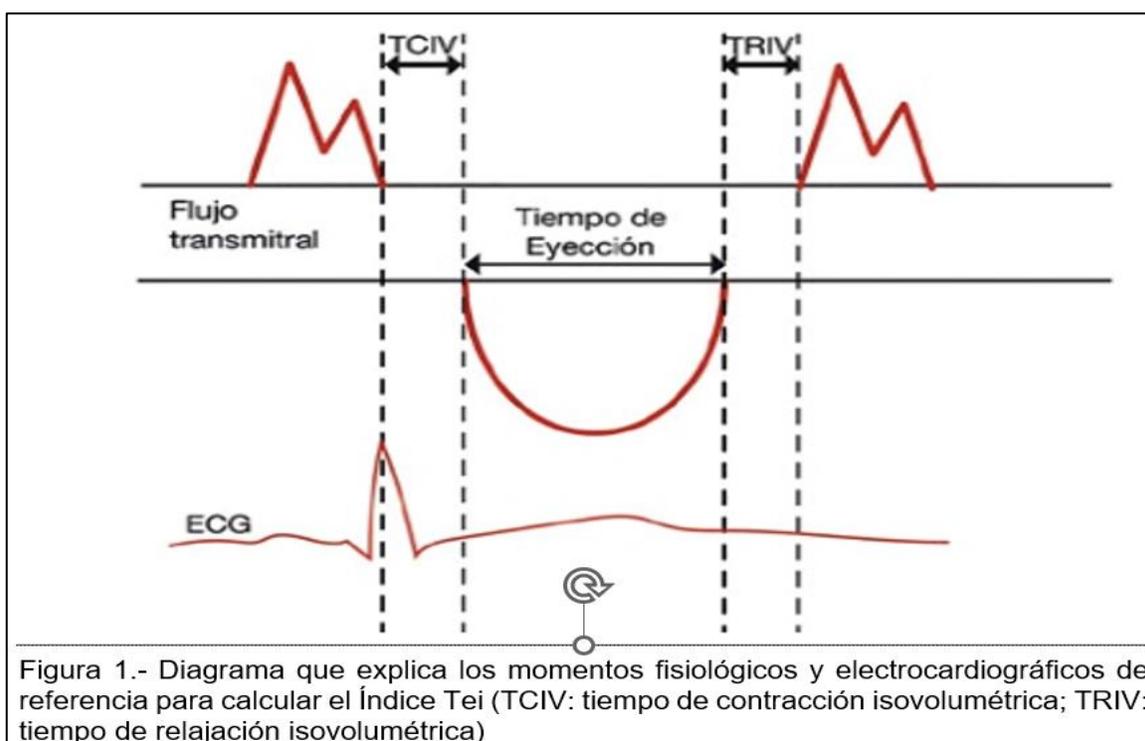
### **III. Antecedentes**

La valvulopatía aortica degenerativa, es la causa más común de estenosis aortica severa en el adulto mayor, requiriendo su reemplazo para mejorar la calidad de vida y la supervivencia, existiendo a la fecha la vía quirúrgica y la percutánea, recomendándose esta última para pacientes con comorbilidad que incrementa importantemente el riesgo de mortalidad. Esta valvulopatía tiene repercusiones hemodinámicas que ocasionan aumento de la presión de sobrecarga en el ventrículo izquierdo, produciendo hipertrofia concéntrica, isquemia subendocárdica, fibrosis miocárdica, disfunción diastólica y sistólica. Estos cambios hemodinámicos se evalúan eficientemente por ecocardiografía, considerado como como estudio no invasivo estándar de oro diagnóstico, identificando con precisión la severidad de la estenosis,

así como la repercusión en la función contráctil ventricular (7).

Los índices ecocardiográficos convencionales para evaluar la función ventricular izquierda son en su mayoría, dependientes del volumen sanguíneo, por lo que no son marcadores sensibles en el contexto de una función sistólica global, especialmente en pacientes con hipertrofia ventricular izquierda, la cual es muy común en pacientes con estenosis aortica severa. El índice de rendimiento miocárdico o índice de TEI, permite evaluar la función sistólica y diastólica global ventricular de acuerdo con los trabajos eyectivos y no eyectivos. Se calcula mediante el cociente de la suma del tiempo de relajación isovolumétrica con la contracción isovolumétrica y el tiempo eyectivo (9,16).

Figura 1.



El índice de TEI es una medida de la función sistólica y diastólica, es la relación del tiempo isovolumétrico, tanto contracción como relajación y el tiempo de expulsivo ventricular, el valor  $> 0.40$  medido por Doppler pulsado y  $> 0.50$  con Doppler tisular indica disfunción del Ventrículo izquierdo y  $> 0.43$  y  $> 0.54$  para Ventrículo derecho respectivamente (12, 17).

Desde su descripción en el 1995 por el Dr. Chuwa Tei, este índice prometió ser un indicador bastante sensible del funcionamiento ventricular derecho e izquierdo de manera global en varias enfermedades como cardiopatía isquémica, cardiomiopatía idiopática, así como cardiopatías congénitas, entre otras (21).

Su valor pronostico ha sido estudiado claramente en pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva, y miocardiopatía dilatada, como en el estudio realizado por Tayfun Acil et al. En el 2005 donde se demostró que el índice de Tei fue superior a otras variables ecocardiográficas para predecir un efecto adverso (22).

Sin embargo, en pacientes con estenosis aortica severa que se someten a implante aórtico percutáneo, sigue siendo poco claro, pocos estudios son los que se ha hecho este seguimiento y evaluar así su valor pronostico (9,16) En el 2002 Francesco Antonini – Canterin MD et al. Quisieron buscar una relación del índice de Tei con los síntomas de estenosis aortica severa, encontrando que este índice mostro una buena correlación con las características clínicas de disfunción cardiaca de acuerdo a lo expresado de acuerdo a la clasificación de NYHA, concluyendo que en pacientes con estenosis aortica severa la prevalencia de un índice de Tei  $> 0.45$  es considerablemente mayor en aquellos con peores síntomas clínicos(23).

De acuerdo con los estudios realizados donde se observó el beneficio de la válvula aortica transcáteter en estenosis aortica severa como el estudio PARTNER, se demostró una recuperación temprana de la FEVI en hasta un 62% de los casos (18).

#### **IV. Planteamiento del Problema**

La Estenosis Aortica Severa es una patología frecuente en el adulto mayor asociada a deterioro clínico, funcional y a mortalidad. En el ventrículo izquierdo, ocasiona una alteración en la función diastólica y posteriormente en la función sistólica desencadenando finalmente insuficiencia cardiaca terminal, condición que incrementa importantemente la necesidad de sustitución de la válvula enferma. En estos pacientes la vía percutánea para la implantación de TAVR, ha mostrado eficacia y reducción de la morbimortalidad. El índice Tei ecocardiográfico permite hacer una estimación global de la función sistólica y diastólica ventricular, pero los cambios de este parámetro ecocardiográfico en pacientes sometidos a TAVR evaluados por este índice sobre el rendimiento miocárdico han sido poco explorados.

#### **Pregunta de investigación:**

¿Cuál es el Índice de rendimiento miocárdico Tei temprano y post implantación de TAVR en pacientes con estenosis aortica severa?

#### **V. Justificación**

Con la nueva estrategia de recambio valvular aórtico en pacientes con estenosis aortica

severa por vía percutánea, se ha mejorado la supervivencia y la calidad de vida en el adulto mayor. En pacientes portadores de comorbilidades que incrementan el riesgo quirúrgico de mortalidad y morbilidad perioperatoria, por lo que la implantación de prótesis por vía percutánea se ha convertido en una muy buena alternativa terapéutica, mostrando reducción de la morbilidad y mortalidad (1-4).

Los pacientes que son sometidos a recambio valvular aórtico transcatóter, tienen una menor estancia hospitalaria, mejoría de los eventos cardiovasculares adversos, así como mejoría en los parámetros de función ventricular izquierda, por parámetros ecocardiográficos los cuales tienen relación con el pronóstico a largo a plazo. Sin embargo, el índice de Tei que tiene valor pronóstico claro en pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva, y miocardiopatía dilatada, pero en pacientes con estenosis aórtica severa que se someten a implante aórtico percutáneo TAVR, sigue siendo poco claro. El índice ecocardiográfico de rendimiento miocárdico o índice de TEI, permite evaluar la función sistólica y diastólica global ventricular, mediante la medición de la relación del trabajo eyectivo y no eyectivo del ventrículo izquierdo, estimando la severidad y pronóstico de la afectación miocárdica. En pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva, y miocardiopatía dilatada ha mostrado su capacidad pronóstica de mortalidad (8-12).

En pacientes con Estenosis Aórtica severa con elevado riesgo quirúrgico, sometidos a reemplazo valvular aórtico por vía percutánea o TAVR ha mostrado eficacia con disminución significativa de la morbimortalidad. (4-7) Sin embargo, los cambios del parámetro ecocardiográfico Índice de Tei para evaluar el rendimiento miocárdico post-

implantación han sido poco explorado. En esta investigación identificamos las modificaciones en este índice en pacientes con estenosis aortica con elevado riesgo quirúrgico sometidos a implantación percutánea de TAVR.

## **VI. Hipótesis**

El Índice de rendimiento miocárdico Tei temprano y tardío mejora significativamente post implantación de TAVR en pacientes con estenosis aortica severa.

## **VII. Objetivo general.**

Determinar el Índice de rendimiento miocárdico Tei temprano y tardío post implantación de TAVR en pacientes con estenosis aortica severa.

## **VII. Objetivo específico**

En pacientes sometidos a implantación de prótesis aortica TAVR conocer:

- El índice de TEI temprano y tardío
- Las características demográficas
- Las variables ecocardiográficas de evaluación del ventrículo izquierdo.

Objetivos secundarios:

- La morbilidad y mortalidad
- La estancia hospitalaria

## **VIII. Metodología de la investigación**

**Diseño y tipo de estudio:** Analítico Observacional

**Población de estudio:** Se analizaron pacientes con estenosis aortica severa sometidos a implantación de TAVR en el servicio de Hemodinamia del Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” del periodo comprendido de Mayo del 2021 a Febrero 2022

**Universo:** Pacientes con estenosis aortica severa sometidos a implantacion de TAVR en los que se les midio el indice de rendimiento miocardico previo a la implantacion, post implantacion, y seguimiento de 3 y 6 meses.

**Tiempo de estudio:** Periodo comprendido entre 2021 al 2022

**Tiempo de ejecución:** Mayo 2021 a febrero 2022

### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes mayores de 65 años.
- Pacientes con diagnóstico de estenosis aortica severa sometidos a implantación de válvula aortica transcatóter TAVR.

### **Criterios de exclusión:**

- Pacientes con cardiopatía isquémica
- Pacientes con trastornos del ritmo

### **Criterios de eliminación.**

- Pacientes que no tengan la información completa (de acuerdo a la tabla de variables) en el expediente.
- Pacientes que no tuvieron adecuada ventana ecocardiográfica
- Pacientes que perdieron seguimiento al año

**Grupos de estudio:** Pacientes sometidos a implantación de TAVR con diagnóstico de estenosis aórtica severa

**Tipo de muestreo:** A conveniencia por casos consecutivos en el periodo de estudio, de acuerdo a los criterios de selección

**Tamaño de la muestra:**

Para una prueba T de Student para muestras pareadas, asumiendo un tamaño del efecto pequeño-moderado de 0.4, con alfa de 0.05 y beta de 0.2, el tamaño de la muestra requerido sería de 41 pacientes (24).

**Definición de variables:**

Nombre variable	Definición	Tipo de variable	Unidad de medida
SEXO	Característica genotípica y fenotípica que identifica al género humano, tomado del expediente clínico de acuerdo a la historia clínica	Cualitativa nominal dicotómica	Masculino o femenino
EDAD	Tiempo transcurrido desde el nacimiento, tomado del expediente clínico de acuerdo a la historia clínica	Cuantitativa discreta	Años
TABAQUISMO	Factor de riesgo cardiovascular, característica adquirida que predispone al desarrollo de una enfermedad, tomado del expediente clínico de acuerdo a la historia clínica	Variable cualitativa dicotómica	Si, no
DIABETES MELLITUS	Enfermedad metabólica crónica caracterizada por niveles elevados de glucosa en sangre, tomado del expediente clínico de acuerdo a la historia clínica	Variable cualitativa dicotómica	Si, no
HIPERTENSIÓN	Enfermedad crónica caracterizada por cifras elevadas de la tensión arterial, tomado del expediente clínico de acuerdo a la historia clínica	Variable cualitativa dicotómica	Si, no
DISLIPIDEMIA	Enfermedad metabólica	Variable cualitativa	Si, no

	relacionada con niveles anormales de lípidos en sangre, tomado del expediente clínico de acuerdo a la historia clínica	dicotómica	
HIPERTENSION PULMONAR	Condición médica caracterizada por aumento de presión en las arterias pulmonares, tomado del expediente clínico de acuerdo a la historia clínica	Variable cualitativa dicotómica	Si, no
EPOC	Enfermedad pulmonar crónica caracterizada por obstrucción del flujo del flujo de aire en los pulmones, tomado del expediente clínico de acuerdo a la historia clínica	Variable cualitativa dicotómica	Si, no
PESO	Peso del paciente al momento de su ingreso, tomado del expediente clínico de acuerdo a la historia clínica	Cuantitativa discreta	Kg.
Talla	Longitud corporal desde los pies a la cabeza	Cuantitativa discreta	Cm
IMC	Medida que se utiliza comúnmente para evaluar si una persona tiene un peso saludable en relación con su altura, se calcula dividiendo el peso en kilogramos de una persona por el cuadrado de su altura en metros	Cuantitativa discreta	Kg/m <sup>2</sup>
FEVI	Medida utilizada para evaluar la función del corazón, representa el porcentaje de sangre que es expulsada del ventrículo izquierdo. Se expresa como un porcentaje y se calcula dividiendo el volumen de eyección por el volumen diastólico final, tomada al momento de realizar la evaluación ecocardiográfica	Cuantitativa continua	Porcentaje
STRAIN LONGITUDINAL GLOBAL	Deformación que ocurre en la dirección longitudinal a lo largo del eje principal de un objeto, tomada al momento de realizar la evaluación ecocardiográfica	Cuantitativa discreta	Porcentaje
LAVI	Evaluación del tamaño de la aurícula izquierda que tiene relación con el tamaño corporal del paciente, tomada al momento de realizar la evaluación ecocardiográfica	Cuantitativa continua	ml/m <sup>2</sup>
RELACIÓN E/E'	Relación que se utiliza como un indicador de la presión en la aurícula izquierda del corazón, se calcula dividiendo la velocidad del flujo mitral temprano entre la velocidad de la onda de la pared lateral, tomada al momento de	Cuantitativa continua	Numérica

	realizar la evaluación ecocardiográfica		
VOLUMEN TELEDIASTÓLICO	Volumen de sangre en el ventrículo izquierdo del corazón al final de la fase de relajación o diástole, tomada al momento de realizar la evaluación ecocardiográfica	Cuantitativa nominal	ml
VOLUMEN TELE SISTÓLICO	Volumen de sangre expulsado por el ventrículo izquierdo del corazón en una contracción cardiaca, tomada al momento de realizar la evaluación ecocardiográfica	Cuantitativa Nominal	ml
ÁREA VALVULAR	Área efectiva o la abertura de una válvula cardiaca específica, tomada al momento de realizar la evaluación ecocardiográfica	Cuantitativa Nominal	Cm2
GRADIENTE MÁXIMO	Máxima diferencia de presión a través de una válvula cardiaca, tomada al momento de realizar la evaluación ecocardiográfica	Cuantitativa Nominal	Mm de Hg
GRADIENTE MEDIO	Diferencia promedio de presión entre dos puntos a través de una válvula cardiaca durante un ciclo cardiaco completo, tomada al momento de realizar la evaluación ecocardiográfica	Cuantitativa Nominal	Mm de Hg
VELOCIDAD MÁXIMA	Se define a la velocidad máxima del flujo sanguíneo a través de la válvula aortica durante la eyección, tomada al momento de realizar la evaluación ecocardiográfica	Cuantitativa Nominal	m/s
TIPO DE VALVULA	Válvula protésica designada para implantación percutánea, tomado del expediente clínico	Cualitativa Nominal	Valvula balón expandible Valvula auto expandible
FUGA PARAVALVULAR	Complicación que puede ocurrir después de la implantación de una válvula cardiaca protésica, donde hay una filtración de sangre alrededor de la válvula protésica en lugar de pasar a través de ella de manera adecuada, tomado del expediente clínico	Variable Cualitativa dicotómica	Si, no
BLOQUEO DE RAMA DERECHA	Condición cardiaca en la que hay una demora o bloqueo en la conducción de los impulsos eléctricos a lo largo de la rama derecha del sistema de conducción eléctrica del corazón, tomado del expediente clínico	Variable Cualitativa dicotómica	Si, no
BLOQUEO AV 1ER GRADO	Condición cardiaca en la que hay un retraso constante en la conducción de los impulsos eléctricos desde la aurícula hasta los ventrículos en el sistema de	Variable Cualitativa dicotómica	Si, No

	conducción eléctrica del corazón, manifestado por un retraso en el intervalo PR en el ECG tomado del expediente clínico		
BLOQUEO AV 3ER GRADO	Condición cardíaca en la que la transmisión de los impulsos eléctricos desde las aurículas hasta los ventrículos está completamente bloqueada, tomado del expediente clínico	Variable Cualitativa dicotómica	Si, No
HEMATOMA VASCULAR	Acumulación de sangre fuera de los vasos sanguíneos, generalmente dentro de una estructura vascular o en los tejidos circundantes, tomado del expediente clínico	Variable Cualitativa dicotómica	Si, No
ACCIDENTE CEREBROVASCULAR	Condición médica que ocurre cuando el suministro de sangre a una parte del cerebro se interrumpe o se reduce significativamente, tomado del expediente clínico	Variable Cualitativa dicotómica	Si, No
ÍNDICE DE TEI	Evaluación del rendimiento ventricular global obtenido mediante el cálculo de parámetros de función diastólica como sistólica, tomada al momento de realizar la evaluación ecocardiográfica	Variable Continua Nominal	Numérica

*Tabla 1. Características y definición de las variables de estudio.*

## **IX. Técnicas y procedimientos.**

El estudio ecocardiográfico transtorácico basal se realizó en la sala de hemodinamia previo a la colocación de la válvula, y posterior a la implantación de la misma, midiendo el índice de Tei pre y post implantación de la TAVR con equipo ecocardiográfico EPIQ 7-PHILIPS con software EPI INFO 7 Los parámetros de evaluación global se obtuvieron en imágenes con proyección 2D en eje largo para esternal y cuatro cámaras midiendo el resto de parámetros de evaluación diastólica y sistólica.

## **X. Metodología De Analisis Estadístico**

El estudio fue aprobado por los comités de investigación, ética y bioseguridad de la institución. Entre el periodo comprendido del 2021 al 2022, a los pacientes del servicio

de Cardiología con diagnóstico de estenosis aortica severa, aceptados para sustitución valvular percutánea mediante TAVR, previo a la sesión medico quirúrgica, realizada de forma rutinaria en nuestro servicio, se realizó medición ecocardiográfica en la sala de hemodinamia previo a la colocación de la válvula, y posterior a la implantación de la misma, midiendo el índice de Tei pre y post implantación de la TAVR y del expediente clínico registramos las siguientes variables: sexo, edad, IMC, factores de riesgo para enfermedad cardiovascular, comorbilidades y parámetros ecocardiográficos de función cardiaca con seguimiento de 3 y 6 meses.

El análisis descriptivo se realizara con medidas de tendencia central y de dispersión de acuerdo con la prueba Shapiro Wilks. Las variables cualitativas con frecuencias y porcentajes. Las diferencias se evaluarán con prueba t de student o U de Mann Whitney de acuerdo con la prueba de normalidad y Chi2 para variables cualitativas. Se considerará significancia estadística con un valor de p menor de 0.05. utilizaremos el programa estadístico IBM SPSS v28.0 para sistema operativo MAC.

#### **XI. Aspectos de bioseguridad**

El estudio a realizar no conlleva un riesgo para el paciente y el investigador, ya que se revisaran imágenes en archivos ecocardiográficos y en el expediente clínico.

#### **XII. Aspectos éticos**

La investigación se ajustó a la Ley General de Salud, de acuerdo con los Artículos 16, 17 y 23 del capítulo i, título segundo: de los aspectos éticos de la investigación en seres humanos. Los investigadores realizamos revisión de los antecedentes científicos del proyecto que justificaron su realización, manteniendo un estándar científico elevado que permitió obtener información científica útil siempre salvaguardando la confidencialidad de los datos personales de los participantes en el estudio, pondremos el bienestar y

la seguridad de los pacientes sujetos de investigación por encima de cualquier otro objetivo y nos conduciremos de acuerdo a los estándares éticos aceptados nacional e internacionalmente según lo establecido por la Ley General de Salud, Las Pautas Éticas Internacionales Para la Investigación y Experimentación Biomédica en Seres Humanos de la OMS, así como la Declaración de Helsinki.

### **XIII. Conflicto de Interés**

Los investigadores declaran no tener ningún conflicto de interés

### **XIV. Recursos y financiamiento**

No se requiere recursos financieros

### **XV. Cronograma de actividades involucrados y responsabilidades**

Actividad	Responsable	Periodo de tiempo
Evaluación por comités	Dra Julieta Morales, Dr Rafael Esparza Corona	Mayo-junio 2021
Desarrollo del estudio	Dra Julieta Morales, Dr Rafael Esparza Corona	Julio 2021 - Noviembre 2022
Análisis de información y tesis	Dra Julieta Morales, Dr Rafael Esparza Corona	Agosto 2023

### **XVI. Resultados.**

Se analizaron 45 pacientes de  $75 \pm 8$  años con Índice de Masa Corporal de  $26.9 \pm 4.3$ . El 53% del sexo masculino ( $n = 24$ ) y 47% del femenino ( $n = 21$ ). Todos fueron

portadores de al menos un factor de riesgo para enfermedad cardiovascular, destacando la Hipertensión Arterial (67%, n = 31), seguida de la DM-2 ((44%, n = 20). La mayoría de los pacientes presentaron estenosis aortica severa (98%) y solo 1 paciente moderada con antecedente de lipotimia, a quienes se implantaron prótesis auto-expandibles (n = 23) y expandibles con balón (n = 22) con dimensiones entre 20 y 34 mm. Tabla 1.

No se presentaron defunciones peri-procedimiento de implantación ni hospitalaria. Las complicaciones tempranas menores se presentaron en 34 pacientes (75%) caracterizadas por fuga paravalvular leve, Bloqueo de Rama Derecha del Haz de His (n = 9), Bloqueo Auriculo Ventricular de primer grado (n = 5) y hematoma vascular periférico no complicado (n = 12). En 8 pacientes se presentaron complicaciones mayores caracterizadas por Bloqueo Auriculo Ventricular de tercer grado resuelto con implantación de marcapaso definitivo (n = 4) y Accidente Vascular Cerebral sin secuelas neurológicas graves (n = 4). Tabla 2.

El seguimiento ecocardiográfico a un año mostró tendencia hacia la mejoría en las variables de rendimiento miocárdico, destacando la FEVI, el Volumen Telesistólico (VTS) y el Strain Longitudinal mostrando mejoría significativa ( $p < 0.05$ ). El Índice del Volumen de la Aurícula Izquierda (LAVI por sus siglas en Ingles), el Volumen Telediastólico ventricular (VTD) y el Índice E/e', mostraron tendencia hacia la mejoría, aunque no significativa ( $p > 0.05$ ). Tabla 3.

La evaluación ecocardiográfica para determinar el Índice de Tei de Ventrículo Izquierdo

mostró mejoría significativa desde los 3 meses y continuada a los 6 meses de seguimiento posterior a la implantación de la TAVR. Tabla 4 y Grafico 1.

Se realizó la comparación de los resultados de TEI previos a la intervención y a 6 meses de la intervención con la finalidad de calcular la diferencia promedio entre ambos grupos, nuestros resultados sugieren una diferencia promedio de 19% entre ambos grupos, demostrando una reducción estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ) del índice TEI en ambos grupos. Grafico 2.

**Tabla 1.- Factores de riesgo para enfermedad cardiovascular, grado de estenosis de la válvula aórtica y tipo de prótesis implantada (TAVR)**

	n	%
<b><u>Factores de Riesgo para Enfermedad Cardiovascular</u></b>		
Diabetes Mellitus-II	20	44
Hipertensión Arterial	31	69
Dislipidemia	17	38
Tabaquismo	19	42
<b><u>Neumopatía</u></b>		
Hipertensión pulmonar	2	5
EPOC	3	7
<b><u>Grado de Estenosis</u></b>		
Moderada	1	2
Severa	44	98
<b><u>Prótesis Implantada</u></b>		
Autoexpandible	23	51
Balón Expandible	22	49

EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

**Tabla 2.- Complicaciones peri-procedimiento de implantación de prótesis aórtica percutánea TAVR**

	n	%
Fuga paravalvular	13	29

Trastornos de la Conducción		
BRDHH	9	20
Bloqueo A-V de 1er grado	5	11
Bloqueo A-V de 3er grado	4	9
Hematoma vascular	17	38
Accidente Vascular Cerebral	4	9

BRDHH: Bloqueo de Rama Derecha del Has de His; A-V: Auriculo ventricular

**Tabla 3.- Evaluación ecocardiográfica de ventrículo izquierdo 6 meses posteriores de la implantación percutánea TAVR**

	Basal	6 meses	p
Fracción de Expulsión %	54± 16	60±10	0.04
LAVI	38±15	34±12	0.12
Volumen Telediastólico	87±35	77±20	0.15
Volumen Telesistólico	40±28	30±10	0.04
Relación E/e´	13±5	15±7	0.31
Strain Longitudinal Global	-13±6	-17±5	0.001

LAVI: Índice de Volumen de Aurícula Izquierda por sus siglas en Ingles. El valor de p fue calculado con prueba t de Student.

**Tabla 4 y Gráfico 1. – Índice de Tei de Ventrículo Izquierdo posterior a la implantación de TAVR**

	Mediana	Rango
<b>Basal</b>	<b>0.54</b>	<b>0.30-4.3</b>
<b>3 meses</b>	<b>0.48</b>	<b>0.31-1.4</b>
<b>6 meses</b>	<b>0.46</b>	<b>0.24-0.96</b>
<b>p</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>

Gráfico 1. Análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas de registro basal, 3 meses y 6 meses. Basal: 0.54 (0.30-4.3), 3 meses 0.48 (0.31-1.4), 6 meses 0.46 (0-24-0.96). p >0.05.

**Gráfico 2. – Comparación de TEI VI. Comparación con t de student de promedios TEI previos a la TAVR, posterior a la TAVR y 6 meses después de la**

TAVR. \*\*\* =  $p < 0.001$ .

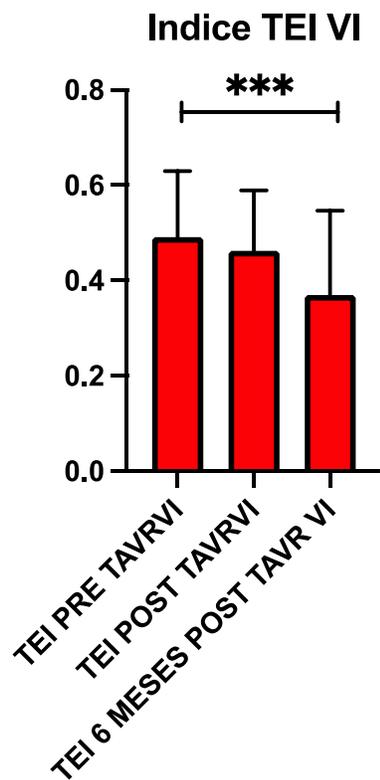
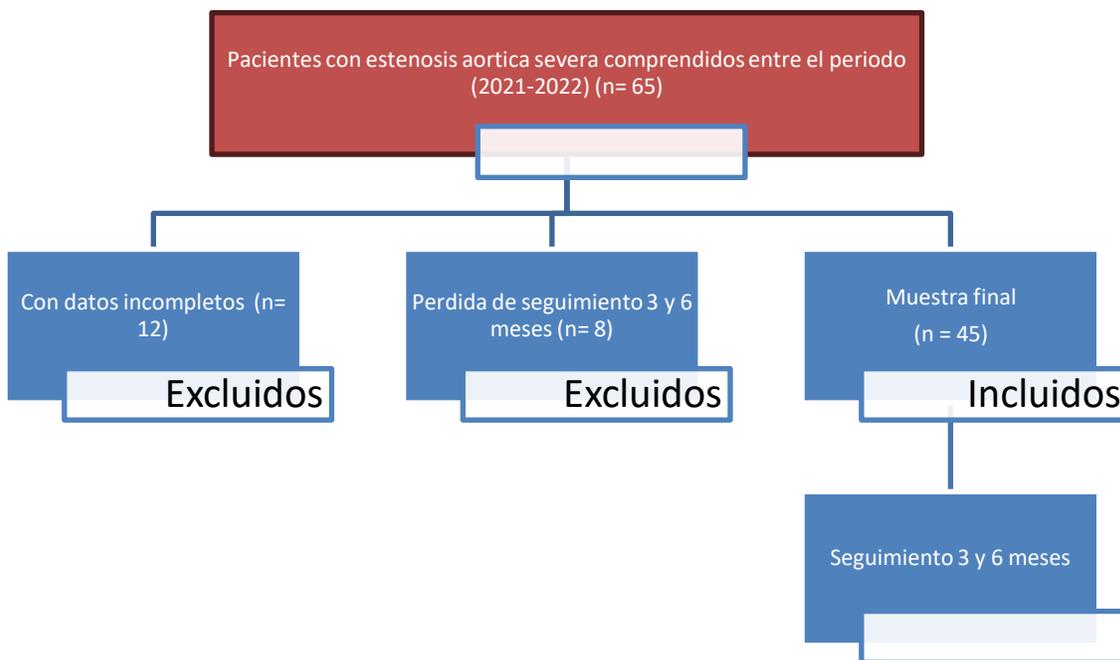


Figura 1. Diagrama de Consort:



## **XVII. Discusión**

La estenosis aortica severa desencadena trastornos anatómicos y funcionales en el tejido miocárdico que se traducen en una remodelación de la cavidad ventricular, traducida en reducción del rendimiento por disfunción sistólica y diastólica miocárdica con efecto clínico en la clase funcional y calidad de vida del paciente. El tratamiento estándar de oro en el adulto mayor con elevado riesgo quirúrgico de mortalidad consiste en la sustitución de la válvula aortica enferma por vía percutánea mostrando mejoría en la clase funcional del paciente, sin embargo, las modificaciones en el rendimiento miocárdico han sido difíciles de establecer.

El Índice de rendimiento miocárdico es un parámetro ecocardiográfico que determina eficazmente la función sistólica o diastólica ventricular, que en este estudio identificó la mejoría significativa en el rendimiento miocárdico desde los 3 meses, con una tendencia a una mejoría a los 6 meses del seguimiento posterior a la implantación de TAVR por vía percutánea, caracterizada por un incremento en la contractilidad del tejido miocárdico evaluado por la modalidad ecocardiográfica Strain que se tradujo en una mejoría igualmente significativa en la Fracción de Expulsión (FEVI) y en el volumen diastólico, sugiriendo este último la presencia de remodelación inversa secundaria a la liberación de la obstrucción aortica.

Presumiblemente los factores de riesgo para enfermedad cardiovascular como la Diabetes Mellitus y la Hipertensión tienen impacto negativo en la contractilidad del tejido miocárdico, por sus efectos metabólicos energéticos intracelulares en el miocito para la

primera y al incremento de la poscarga ventricular crónica, sin embargo, a pesar de que la mayoría de los pacientes fueron portadores de estas dos enfermedades, la mejoría posterior a la liberación de la obstrucción aortica con la implantación de TAVR fue tendientemente significativa hacia la mejoría en todos los pacientes.

Las complicaciones asociadas al abordaje percutáneo para la implantación de TAVR informadas en la literatura médica, suelen ser perioperatorias de incidencia baja, las cuales usualmente se resuelven durante el procedimiento de implantación o a corto plazo con la desaparición espontánea de estas. (18-20). Los hallazgos de esta investigación mostraron una baja incidencia de complicaciones menores, las cuales se resolvieron durante la implantación como fue la fuga paravalvular y los trastornos de la conducción únicamente requirieron implantación de marcapaso definitivo en 4 pacientes, lo cual se traduce en una curva de aprendizaje apropiada para la implantación de prótesis TAVR en la institución.

En suma, los resultados de la investigación mostraron que el seguimiento ecocardiográfico mediante una evaluación global estandarizada y especialmente con el Índice de Tei es una alternativa confiable y segura para pacientes adultos mayores con estenosis aortica severa que se someten a la implantación de TAVR para identificar la mejoría temprana en el rendimiento miocárdico independientemente del tipo de prótesis (Auto expandible o balón expandible), coincidiendo con el estudio PARTNER y sus cohortes donde se demostró esta mejoría desde los 30 días postimplantación de prótesis percutánea. (18).

### **Limitaciones del estudio**

El seguimiento a ecocardiográfico únicamente fue realizado a 3 y 6 meses, debido a la pérdida de seguimiento por falta de recursos financieros de los pacientes para solventar su traslado a la capital del país, entendiendo que el Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” es uno de los centros hospitalarios de tercer nivel de atención médica que atiende a derechohabientes del ISSSTE de toda la nación. No obstante, la investigación muestra la necesidad de continuar realizando investigación sobre esta alternativa terapéutica eficaz en población adulta mayor con elevado riesgo quirúrgico de morbilidad y mortalidad.

### **XVIII. Conclusión**

El rendimiento miocárdico evaluado por el Índice de Tei mejora significativamente desde los 3 meses y progresa hacia la mejoría a 6 meses posterior a la implantación percutánea de TAVR.

La implantación de TAVR por vía percutánea es una alternativa terapéutica eficaz en pacientes adultos mayores con elevado riesgo de morbilidad mortalidad quirúrgica.

Este estudio abre la puerta para medición temprana de este parámetro y poder detectar tempranamente datos de disfunción diastólica, así como parámetros para evaluar daño miocárdico extra-valvular.

### **XIX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. Velasco R. Historia natural de la estenosis aortica. Diagnóstico y Tratamiento. Acta Medica Grupo Ángeles. 2012;10(4).

2. Philippe G. Natural History, Diagnostic Approaches, and Therapeutic Strategies for Patients With Asymptomatic Severe Aortic Stenosis” Journal of the American College of Cardiology. 2016.
3. Eberhard G. Percutaneous Aortic Valve Replacement for Severe Aortic Stenosis in High Risk Patients Using the Second - and Current Third Generation Self- Expanding CoreValve Prosthesis. Journal of the American College of Cardiology. 2007;
4. Martin LB. Transcatheter or Surgical Aortic Valve Replacement in Intermediate Risk Patients. The New England Journal Of Medicine. 2016;
5. Moat Neil “ Will TAVR Become the predominant Method for treating Severe Aortic Stenosis? En: The New Englad Journal Of Medicine. 2016.
6. George S. Transcatheter aortic valve implantation vs Surgical Aortic Valve Replacement for treatment of severe aortic stenosis: a meta-analysis of randomized trials “. European Heart Journal. 2016;
7. Masahiko Asami MD, Et A. Prognostic Relevance of Left Ventricular Myocardial Performance After Transcatheter Aortic Valve Replacement. Circulation: Cardiovascular Interventions. 2019;
8. Poulin F. MD “Recovery of Left Ventricular Mechanics after Transcatheter Aortic Valve Implantation: Effects of Baseline Ventricular Function and Postprocedural Aortic Regurgitation. Journal of the American Society of Echocardiography. 2014;
9. Sud S, Massel D. An echocardiographic study of the limitations of the Tei index in aortic stenosis. Echocardiography.
10. Ozkan A, Kapadia S, Tuzcu M, Marwick TH. Assessment of left ventricular function in aortic stenosis. Nat Rev Cardiol. 2011;8(9):494–501.
11. Lakoumentas JA, Panou FK, Kotseroglou VK, Aggeli KI, Harbis PK. The Tei index of myocardial performance: applications in cardiology. Hellenic J Cardiol. 2005;46(1):52–8.
12. Fernandez F Laura. Utilidad del indice Tei en el mundo real, RETIC 2016

13. Angelillis M, Giannini C, De Carlo M, Adamo M, Nardi M, Colombo A, et al. Prognostic significance of change in the left ventricular ejection fraction after transcatheter aortic valve implantation in patients with severe aortic stenosis and left ventricular dysfunction. *Am J Cardiol* [Internet]. 2017;120(9):1639–47.
14. Harold L. Early Recovery of Left Ventricular Systolic Function After CoreValve Transcatheter Aortic Valve Replacement, *Circ Cardiovasc Interv. Circ Cardiovasc Interv.* 2016;
15. Agerlund Povlsen J. Distribution and prognostic value of left ventricular global longitudinal strain in elderly patients with symptomatic severe aortic stenosis undergoing transcatheter aortic valve replacement, *BMC Cardiovasc Disord. BMC Cardiovasc Disord.* 2020;
16. ACC/AHA Guideline for the Management of Patients with Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology / American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. 2020;17.
17. ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *European Heart Journal.* 2021;
18. Elmariah S, Palacios IF, McAndrew T, Hueter I, Inglessis I, Baker JN, et al. Outcomes of transcatheter and surgical aortic valve replacement in high-risk patients with aortic stenosis and left ventricular dysfunction: results from the Placement of Aortic Transcatheter Valves (PARTNER) trial (cohort A). *Circ Cardiovasc Interv.* 2013;6:604
19. Bauer F., Lemercier M., Zajarias A., Tron C., Eltchaninoff H., Cribier A. Immediate and long-term echocardiographic findings after transcatheter aortic valve implantation for the treatment of aortic stenosis: the Cribier-Edwards/ Edwards-Sapien valve experience. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23: 370-376
20. Tchetché D., Dumonteil N., Sauguet A., Descoutures F., Luz A., Garcia O., Soula P., Gabiache Y., Fournial G., Marcheix B., Carrie D., Fajadet J. Thirty-day outcome and

vascular complications after transarterial aortic valve implantation using both Edwards Sapien and medtronic corevalve bioprostheses in a mixed population Euro Intervention 2010; 5: 659-665

21. Tei, C. (1995). New non-invasive index for combined systolic and diastolic ventricular function. *Journal of cardiology*, 26(2).
22. Acil, T., Wichter, T., Stypmann, J., Janssen, F., Paul, M., Grude, M., Scheld, H. H., Breithardt, G., & Bruch, C. (2005). Prognostic value of tissue Doppler imaging in patients with chronic congestive heart failure. *International Journal of Cardiology*, 103(2), 175–181.
23. Antonini-Canterin, F., Huang, G., Cervesato, E., Pavan, D., Piazza, R., Marcianò, F., Burelli, C., Cassin, M., Macor, F., & Nicolosi, G. L. (2002). Relation of the total ejection isovolume index to symptoms in aortic stenosis. *The American Journal of Cardiology*, 90(6), 665–668.
24. Seabold, Skipper, and Josef Perktold. “statsmodels: Econometric and statistical modeling with python.” Proceedings of the 9th Python in Science Conference. 2010». Realizado en Python 3.11.5 con statsmodels 0.14.0.