



**UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ**

**SEDE DAVID - CHIRIQUÍ**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DR. WILLIAM C. GORGAS**

**LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA MÉDICA**

**“EL NT-PROBNP EN LA ESTRATIFICACIÓN DE RIESGO CARDIOVASCULAR  
EN PACIENTES HIPERTENSOS MAYORES DE 40 AÑOS ATENDIDOS EN EL  
PARQUE MIGUEL DE CERVANTES SAAVEDRA, CHIRIQUÍ 2025”**

**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA  
MÉDICA EN LA UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ**

**PRESENTADO POR:**

**JARLSY JEREMY MURGAS BLANDFORD**

**1-743-1838**

**ASESORA:**

**DRA. SHERTY PITTÍ**

**COASESOR:**

**DR. JONATHAN SERRANO**

**CHIRIQUÍ, REPÚBLICA DE PANAMÁ, 2026**

## Dedicatoria

A Dios, quien me ha dado vida, salud y fortaleza hasta este momento, por ser mi guía, por escuchar mis oraciones, por estar conmigo siempre en los buenos y malos momentos, por darme sabiduría y perseverancia para llegar hasta aquí. Sin su ayuda en cada etapa a lo largo de la carrera, este logro no hubiera sido posible.

A mí tía Joyce, quien me dio la oportunidad de estudiar esta carrera y quien siempre ha estado para mí como una madre, a mí abuela Isabel que siempre ha estado para mí, a mí mamá que a pesar de no tener los medios económicos para financiar mis estudios me brindo apoyo emocional y es quien me enseñó a ser empanadas y hojaldras que después se convirtieron en un medio que utilice para ayudarme económicamente.

A mi hermano también quien es un modelo a seguir para mí y me ha brindado su apoyo en muchas ocasiones.

*Con amor Jimmy*

## Agradecimiento

A Dios, por su compañía y cuidado a lo largo de mi vida, por su ayuda para superar los desafíos y dificultades durante toda la carrera, por demostrarme que siempre estuvo conmigo hasta alcanzar este logro y lo seguirá estando.

A mis familiares más cercanos mi tía Joyce, mi abuela, mi mamá, mi hermano y mi prima Grethel juntos aportaron mucho para poder permitirme cumplir este sueño.

A mis profesores quienes moldearon mi formación y fueron convirtiéndose en un modelo a seguir para mí, en especial a la profesora la doctora Sherty Pitti quien considero mi madre en formación académica y quien admiro mucho y también brindar mi agradecimiento al profesor el Doctor Jonathan Serrano por su dedicación y apoyo que me brindo como coasesor con mi tesis ayudándome con la toma de presión de mis participantes y con la entrega de resultados.

Al Licenciado Jaime Pimentel por permitirme realizar los análisis de mi tesis en su laboratorio J y C especializado.

*Mil gracias*

*Jarlsy*



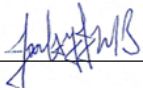
Universidad Latina de Panamá

## Declaración jurada

Yo Jarlsy Jeremy Murgas Blandford , con cédula de identidad personal 1-743-1838 estudiante de la carrera Licenciatura en Tecnología Médica declaro bajo juramento que el material que aparece en este trabajo de graduación, en la opción: trabajo de tesis (tesis, proyecto final, pasantía, otro), es de mi producción intelectual, en razón de lo cual exoneró a la Universidad Latina de Panamá de cualquier responsabilidad relacionada con este aspecto.

Para que conste, firma la presente declaración el día 9 del mes de marzo del año 2026

Firma del estudiante:



## Índice general

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Declaración jurada.....	iv
Índice general .....	v
Índice de gráficos.....	viii
Índice de tablas .....	viii
Resumen .....	ix
Palabras claves .....	x
Abstract.....	x
Keywords .....	xi
Introducción.....	xii
Capítulo 1 .....	15
Problema.....	15
1.1 Antecedentes.....	16
1.2 Justificación.....	18
1.2.1 Hipertensión arterial y riesgo cardiovascular.....	18
1.2.2 Biomarcadores en cardiología.....	18
1.2.3 NT-proBNP: fisiología y relevancia clínica .....	19
1.2.4 NT-proBNP en pacientes hipertensos .....	19
1.2.5 Limitaciones de las Herramientas de Estratificación de Riesgo Actuales.....	21
1.2.6 Potencial del NT-ProBNP como Biomarcador de Riesgo Cardiovascular.....	21
1.2.7 Pertinencia de la Población de Estudio: Pacientes hipertensos mayores de 40 años. .....	23
1.2.8 Contribución al Conocimiento Científico y Aplicabilidad Clínica .....	23
1.3 Planteamiento del problema .....	25
1.4 Importancia de la investigación.....	28
1.5 Objetivos.....	28
1.5.1 Objetivo general.....	28
1.5.2 Objetivos específicos .....	28
1.6 Proyecciones del estudio .....	29

1.6.1 Mejora en la Estratificación del Riesgo Cardiovascular .....	29
1.6.2 Optimización de Recursos en Salud Pública .....	29
1.6.3 Generación de Conocimiento Científico Local.....	29
1.6.4 Propuesta de Protocolo Clínico.....	30
1.6.5 Fortalecimiento de la Formación Académica .....	30
Capítulo II.....	32
Marco teórico.....	32
2.1. El Sistema Cardiovascular: Estructura y Función .....	33
2.1.1. Estructura Anatómica .....	33
2.1.2. Fisiología del ciclo cardiaco y Dinámica Circulatoria.....	34
2.1.3. Relevancia del Endotelio y Vasos Sanguíneos .....	35
2.1.4 Bases Moleculares: Del Estiramiento al NT-proBNP .....	36
2.2. Fisiopatología de los Eventos Cardiovasculares en el Paciente Hipertensos .....	36
2.2.1. Disfunción Endotelial y Aterosclerosis .....	37
2.2.2. Remodelado Ventricular y Estrés Parietal .....	37
2.2.3. Hipertrofia Ventricular Izquierda (HVI).....	38
2.2.4. Fibrosis Miocárdica y Disfunción.....	39
2.2.5. Activación Neurohormonal y NT-ProBNP.....	40
2.2.6. La Cascada del NT-proBNP en la Estratificación de Riesgo .....	40
2.3. Evolución Histórica de la Comprensión de los eventos Cardiovascular .....	41
2.3.1. Hitos en la Medición de la Presión Arterial.....	41
2.3.2. El Estudio Framingham y el Cambio de Paradigma Epidemiológico .....	42
2.3.3. Fundamentos del Diagnóstico de Eventos Cardiovasculares .....	43
2.3.4. Primeros métodos utilizados para diagnosticar un evento cardio vascular.....	45
2.4. Epidemiología de la Hipertensión en Panamá.....	49
2.4.1. Carga Epidemiológica de la Hipertensión en Panamá.....	49
2.4.2. Prevalencia y Carga de la Enfermedad .....	50
2.4.3. Factores de Riesgo y Comorbilidades .....	51
2.4.4. Factores de Riesgo Metabólicos y Estilo de Vida .....	51
2.4.5. Edad y Envejecimiento Vascular .....	52
2.4.6. Comorbilidades Prevalentes: Diabetes y Dislipidemia.....	52
2.4.7. Factores Sociodemográficos en Chiriquí .....	52

2.5. Bioquímica del NT-ProBNP (Síntesis, Secreción y Aclaramiento) .....	53
2.5.1 Síntesis (Producción) .....	53
2.5.2. Secreción y Escisión (Fragmentación).....	54
2.5.3. Aclaramiento (Eliminación).....	55
2.6. Utilidad Diagnóstica y Pronóstica del NT-ProBNP en el Paciente Asintomático. ....	56
2.6.1. Detección de Daño Cardíaco Subclínico (Utilidad Diagnóstica) .....	56
2.6.2. Predicción de Eventos Cardiovasculares Futuros (Utilidad Pronóstica) .....	57
2.6.3. Implicaciones Terapéuticas (Tecnología Médica) .....	58
2.7. Determinantes y Factores de Riesgo en la Enfermedad Cardiovascular .....	59
2.7.1. Factores de Riesgo No Modificables: Edad y Sexo.....	59
2.7.2. Factores de Riesgo Modificables Conductuales .....	60
2.7.3. Factores Metabólicos: El Papel de la Dislipidemia y la Obesidad .....	60
2.7.4. Factores Psicosociales y Ambientales .....	61
2.7.5 Categorías de Riesgo y Valores de Referencia .....	61
2.7.6 Estratificación por Edad (Específica para mayores de 40) .....	62
2.7.7 Consideraciones Especiales en el Hipertenso .....	63
Capítulo III .....	64
Marco metodológico.....	64
3.1 Diseño y tipo de estudio .....	65
3.2 Fuente de la información .....	65
3.3 Población .....	65
3.5 Criterios de inclusión.....	67
3.6 Criterios de exclusión.....	67
3.7 Análisis .....	67
3.8 Alcances del estudio .....	67
3.9 Limitaciones del estudio.....	68
Capítulo IV .....	70
Análisis e Interpretación de los Resultados.....	70
Capítulo V .....	93
Consideraciones finales .....	93
5.1 Conclusiones.....	94
5.2 Recomendaciones .....	95

Referencias bibliográficas .....	97
Anexos .....	103

## **Índice de gráficos**

Grafica N°1 Porcentaje de participantes del estudio agrupados por sexo. ....	71
Grafica N°2 Porcentaje de participantes del estudio agrupados por rango de edad. ....	72
Grafica N°3 Porcentaje de participantes del estudio agrupados por niveles de presión arterial media (PAM). ....	73
Grafica N°4 Porcentaje de participantes del estudio agrupados que fuman. ....	75
Grafica N°5 Porcentaje de participantes del estudio que padecen diabetes. ....	77
Grafica N°6 Porcentaje de participantes del estudio que padecen de enfermedad renal.....	79
Grafica N°7 Porcentaje de participantes del estudio que han presentado niveles altos de colesterol o triglicéridos en resultados de laboratorios previos.....	81
Grafica N°8 Porcentaje de participantes del estudio agrupados según qué tan frecuente beben licor. ....	82
Grafica N°9 Porcentaje de participantes del estudio agrupados según qué tan frecuente realiza actividad física. ....	84
Grafica N°10 Resultados de NT-proBNP, agrupados en rangos según su estratificación de riesgo. ....	85
Gráfica 11. Estratificación de niveles de presión media según sexo y edad de los participantes.....	87

## **Índice de tablas**

Tabla N°1 Estratificación de riesgo según los resultados obtenidos en la prueba de NT-proBNP según sexo y edad de los participantes. ....	90
---	----

## Resumen

La hipertensión arterial constituye uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial y representa un factor determinante en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, tales como cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca y eventos cerebrovasculares. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades cardiovasculares continúan siendo la principal causa de mortalidad global, y la hipertensión es uno de los factores de riesgo modificables más prevalentes. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la utilidad del biomarcador NT-ProBNP y sus valores para la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años, con el fin de determinar la prevalencia de niveles elevados.

La metodología que se utilizó fue observacional, transversal y descriptivo-analítico. Se trabajó con muestra poblacional de 82 personas participantes a las que se le aplicaron encuestas para recolectar datos de información, se tomaron muestras de sangre y además se hicieron revisiones bibliográficas indagando en artículos científicos, libros, publicaciones de la OMS, OPS, sociedades de especialistas en cardiología y el MINSA entre otras fuentes para recabar información que de sustento a este proyecto de tesis.

Se logró cuantificar la distribución de los valores de NT-proBNP, identificándose que la mayoría de los participantes se concentra en el rango  $\leq 125$  pg/mL, mientras que un grupo reducido presenta valores considerablemente elevados ( $\geq 300$  pg/mL y  $\geq 900$  pg/mL), lo que incrementa sustancialmente el riesgo cardiovascular estimado. Esto confirma la utilidad del biomarcador para discriminar niveles de riesgo dentro de una población hipertensa. Los resultados permiten concluir que el NT-proBNP es un biomarcador eficaz para la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años,

facilitando la identificación oportuna de individuos con mayor probabilidad de desarrollar eventos cardiovasculares adversos

Palabras claves: Hipertensión arterial; péptido natriurético; riesgo cardiovascular; biomarcadores; estratificación; insuficiencia cardíaca; salud comunitaria.

### **Abstract**

Hypertension is one of the main public health problems worldwide and a determining factor in the development of cardiovascular diseases, such as ischemic heart disease, heart failure, and cerebrovascular events. According to the World Health Organization (WHO), cardiovascular diseases remain the leading cause of global mortality, and hypertension is one of the most prevalent modifiable risk factors. This study aimed to analyze the usefulness of the NT-ProBNP biomarker and its values for cardiovascular risk stratification in hypertensive patients over 40 years of age, in order to determine the prevalence of elevated levels.

The methodology used was observational, cross-sectional, and descriptive-analytical. A sample of 82 participants was used, and surveys were administered to collect data. Blood samples were taken, and a literature review was conducted, examining scientific articles, books, publications from the WHO, PAHO, cardiology societies, and the Ministry of Health (MINSA), among other sources, to gather information to support this thesis project.

The distribution of NT-proBNP values was quantified, revealing that the majority of participants fell within the  $\leq 125$  pg/mL range, while a small group presented considerably elevated values ( $\geq 300$  pg/mL and  $\geq 900$  pg/mL), which substantially increases the estimated cardiovascular risk. This confirms the biomarker's usefulness in discriminating risk levels within a hypertensive population. The results allow us to conclude that NT-proBNP is an effective biomarker for cardiovascular risk stratification in hypertensive patients over 40 years of age, facilitating the timely identification of individuals with a higher probability of developing adverse cardiovascular events.

**Keywords:** Arterial hypertension; natriuretic peptide; cardiovascular risk; biomarkers; stratification; heart failure; community health.

## **Introducción**

La hipertensión arterial constituye uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial y representa un factor determinante en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, tales como cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca y eventos cerebrovasculares. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades cardiovasculares continúan siendo la principal causa de mortalidad global, y la hipertensión es uno de los factores de riesgo modificables más prevalentes. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la utilidad del biomarcador NT-ProBNP y sus valores para la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años, con el fin de determinar la prevalencia de niveles elevados. La metodología que se utilizó fue observacional, transversal y descriptivo-analítico. Se recolectaron muestras de sangre

En los últimos años, el uso de biomarcadores cardíacos ha adquirido gran relevancia en la práctica clínica, no solo para el diagnóstico, sino también para la estratificación del riesgo cardiovascular. El péptido natriurético tipo B (BNP) y su fragmento N-terminal (NT-proBNP) son liberados principalmente por los miocitos ventriculares en respuesta al aumento de la presión y del estrés parietal. El NT-proBNP, debido a su mayor estabilidad plasmática y vida media prolongada, se ha consolidado como una herramienta útil en la evaluación de la función ventricular y en la detección precoz de disfunción cardíaca, incluso en etapas subclínicas.

En pacientes con hipertensión arterial, la sobrecarga hemodinámica sostenida puede generar remodelado cardíaco y disfunción ventricular progresiva, condiciones que pueden permanecer asintomáticas durante largos períodos. En este sentido, la medición de NT-proBNP podría contribuir a identificar individuos con mayor riesgo cardiovascular antes de la aparición de eventos adversos mayores, permitiendo un abordaje más personalizado y dirigido. Diversos estudios internacionales han respaldado su utilidad en la predicción de insuficiencia cardíaca y mortalidad cardiovascular; sin embargo, la evidencia en contextos comunitarios y en poblaciones específicas de Panamá aún es limitada.

El presente estudio, titulado *“El NT-proBNP en la estratificación de riesgo cardiovascular en pacientes con hipertensión mayores de 40 años atendidos en el parque Miguel de Cervantes Saavedra”*, surge de la necesidad de generar datos locales que respalden la aplicabilidad de este biomarcador en actividades de salud comunitaria. La evaluación de pacientes hipertensos mayores de 40 años en un entorno accesible como el parque Parque Miguel de Cervantes Saavedra permite aproximarse a la realidad epidemiológica de la población y fortalecer estrategias de prevención cardiovascular desde el primer nivel de atención.

Esta investigación tiene como objetivo general analizar la utilidad del biomarcador NT-proBNP para la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años, determinando la prevalencia de niveles elevados, su relación con factores clínicos asociados como edad, género y comorbilidades y su posible contribución a la identificación oportuna de pacientes con mayor riesgo de desarrollar eventos cardiovasculares adversos.

Mediante un diseño observacional, transversal y descriptivo-analítico, se pretende aportar evidencia científica que respalde el uso del NT-proBNP como herramienta accesible, objetiva y clínicamente relevante en la evaluación del riesgo cardiovascular en población hipertensa. De esta manera, el estudio busca contribuir al fortalecimiento de estrategias de detección temprana y prevención, con potencial impacto en la reducción de la morbilidad y mortalidad cardiovascular en el contexto panameño.

# **Capítulo 1**

## **Problema**

## 1.1 Antecedentes

La hipertensión arterial es actualmente uno de los principales factores de riesgo cardiovascular a nivel mundial, aportando de manera significativa a la aparición de complicaciones cardíacas como hipertrofia ventricular izquierda, disfunción diastólica y eventual insuficiencia cardíaca (Mouzarou, A., Hadjigeorgiou, N., Melanarkiti, D., & Plakomyti, 2025). En este contexto, las concentraciones plasmáticas del NT-ProBNP, fragmento inactivo resultante del propéptido natriurético tipo B, nos reflejan el estrés miocárdico y los cambios estructurales y funcionales del ventrículo, es por eso que su utilidad diagnóstica en cardiopatías hipertensivas ha ganado relevancia (Mouzarou, A., Hadjigeorgiou, N., Melanarkiti, D., & Plakomyti, 2025).

Estudios poblacionales han demostrado que pacientes con hipertensión pueden presentar niveles elevados de NT-ProBNP, particularmente si existe disfunción diastólica concurrente. Al excluirla, la diferencia entre hipertensos y normotensos en los niveles del biomarcador disminuye, lo que sugiere que la hipertensión por sí sola puede ser un factor de confusión al interpretar esta prueba en el diagnóstico de insuficiencia cardíaca (Rivera et al., 2004).

Desde una perspectiva pronóstica, el NT-ProBNP también ha sido evaluado en combinación con hallazgos electrocardiográficos. Por ejemplo, la combinación de niveles elevados de NT-ProBNP y amplitud del complejo R en aVL demostró un poder predictivo superior para mortalidad total y cardiovascular comparado con el índice de masa ventricular medido por ecocardiografía, lo cual resalta su potencial como herramienta simple y eficaz en la estratificación de riesgo en hipertensos (Courand et al., 2020).

Más recientemente, investigaciones en pacientes con infarto agudo al miocardio han evidenciado que niveles elevados de NT-proBNP se asocian con un peor pronóstico tras la fase de rehabilitación cardíaca, lo que respalda su adopción como marcador accesible para anticipar eventos adversos futuros en este grupo clínico (Bodí et al., 2025).

Adicionalmente, evidencia poblacional ha encontrado que individuos con niveles aumentados de NT-ProBNP tenían un riesgo cardiovascular acumulado similar o incluso superior al de personas con enfermedad cardiovascular previa, lo que sugiere que el marcador podría funcionar como un “equivalente de riesgo” en evaluación poblacional (Am J Med, 2022).

Sin embargo, a pesar del potencial diagnóstico y pronóstico del NT-ProBNP, las guías clínicas no han establecido umbrales claros para su uso en poblaciones con hipertensión, diabetes o dislipidemia, lo que subraya la necesidad de definir valores de referencia específicos para estos grupos (Distribution characteristics and screening reference values of NT-ProBNP, 2025).

Por último, aunque existen estudios preliminares prometedores sobre la aplicación del NT-ProBNP para estratificación del riesgo cardiovascular en hipertensos, muchos adolecen de diseño observacional o tamaños de muestra limitados, lo que impide su incorporación al tratamiento de rutina sin antes realizar análisis costo-efectividad y ensayos prospectivos más robustos (Is NT-proBNP a Valuable Marker, 2022).

## **1.2 Justificación**

### **1.2.1 Hipertensión arterial y riesgo cardiovascular**

La hipertensión arterial (HTA), es una condición clínica caracterizada por el aumento sostenido de la presión arterial sistólica y/o diastólica. Es considerada uno de los principales factores de riesgo modificables para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, incluyendo infarto agudo de miocardio, accidente cerebrovascular, insuficiencia cardíaca y enfermedad renal crónica (Organización Mundial de la Salud, 2021). A medida que la presión arterial se mantiene elevada de forma crónica, se generan daños progresivos en los vasos sanguíneos y órganos blanco como el corazón, el cerebro y los riñones.

La estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos permite identificar el grado de probabilidad de que una persona desarrolle un evento cardiovascular mayor en los próximos años. Para ello, tradicionalmente se utilizan modelos como el Framingham Risk Score o las tablas de la OMS, que consideran factores como edad, sexo, antecedentes familiares, tabaquismo, colesterol, diabetes y niveles de presión arterial (Fuster et al., 2020). No obstante, estos métodos pueden no captar adecuadamente el riesgo en pacientes con daño subclínico, por lo que se ha propuesto la incorporación de biomarcadores que complementen la evaluación clínica.

### **1.2.2 Biomarcadores en cardiología**

Un biomarcador es una sustancia medible en el cuerpo cuya presencia o concentración puede reflejar procesos fisiológicos o patológicos. En cardiología, el uso de biomarcadores ha revolucionado el diagnóstico y pronóstico de múltiples condiciones, permitiendo lograr detectar enfermedades en fases tempranas o asintomáticas (Braunwald, 2019). Entre los más

utilizados se encuentran la troponina, el dímero-D, la proteína C reactiva de alta sensibilidad (PCR-us) y los péptidos natriuréticos.

### **1.2.3 NT-proBNP: fisiología y relevancia clínica**

El péptido natriurético tipo B N-terminal (NT-proBNP), es una molécula secretada principalmente por los miocitos ventriculares del corazón en respuesta a la distensión o sobrecarga de presión en las paredes del ventrículo. Este péptido es liberado como parte de un precursor denominado proBNP, que se escinde en dos fragmentos: el BNP activo y el NT-proBNP, de mayor estabilidad y vida media prolongada, lo que lo convierte en un marcador útil en laboratorio (Mueller et al., 2018).

El NT-proBNP ha demostrado ser un marcador altamente sensible para detectar disfunción ventricular izquierda y sobrecarga hemodinámica, incluso antes de que se manifiesten síntomas clínicos. Por esta razón, se ha incorporado en guías internacionales para el diagnóstico y seguimiento de la insuficiencia cardíaca (Ponikowski et al., 2016). Además, su valor predictivo se ha ampliado a otras condiciones, como la hipertensión arterial, donde puede indicar un riesgo cardiovascular elevado aún en pacientes sin signos evidentes de daño orgánico.

### **1.2.4 NT-proBNP en pacientes hipertensos**

Diversos estudios han evidenciado que los niveles de NT-proBNP se encuentran elevados en pacientes hipertensos, incluso en ausencia de insuficiencia cardíaca diagnosticada. Esta elevación se relaciona con la presencia de hipertrofia ventricular izquierda, disfunción

diastólica y aumento de la rigidez arterial, condiciones que incrementan el riesgo de eventos cardiovasculares mayores (Wang et al., 2004). En este sentido, la medición de NT-proBNP puede ser una herramienta valiosa para mejorar la estratificación del riesgo en pacientes hipertensos, especialmente en atención primaria, donde el acceso a estudios de imagen cardíaca es limitado.

Los niveles plasmáticos de NT-proBNP reflejan parcialmente la masa miocárdica del ventrículo izquierdo, lo que le atribuye su potencial como biomarcador de hipertrofia ventricular izquierda en la evaluación de pacientes con hipertensión esencial. Los niveles de NT-proBNP también se están estudiando como una herramienta para guiar el tratamiento antihipertensivo. Mediante la monitorización del NT-proBNP, los médicos pueden identificar a los pacientes cuya hipertensión está causando estrés cardíaco subclínico, lo que permite estrategias terapéuticas más agresivas o personalizadas para prevenir futuros eventos cardiovasculares.

En escenarios de atención pública con recursos limitados, como en David, Chiriquí, la aplicación de biomarcadores como el NT-proBNP puede contribuir a una evaluación más objetiva y temprana en pacientes hipertensos, facilitando la priorización de intervenciones, el uso más eficiente de recursos y mejores desenlaces clínicos (Januzzi et al., 2019; Ponikowski et al., 2016). De esta manera, se pueden priorizar intervenciones en aquellos pacientes con mayor probabilidad de desarrollar eventos adversos que puedan comprometer su vida y permitiendo así también optimizar el uso de recursos y mejorando los desenlaces clínicos.

### **1.2.5 Limitaciones de las Herramientas de Estratificación de Riesgo Actuales**

Los sistemas tradicionales de estratificación del riesgo cardiovascular, como la puntuación de Framingham y las guías de la ACC/AHA, aunque son muy útiles, tienden a subestimar el riesgo en personas sin enfermedad manifiesta, lo que resalta la necesidad de integrar biomarcadores adicionales que permitan una detección más temprana de alteraciones cardíacas subclínicas (Arnett et al., 2019; D'Agostino et al., 2008). En este contexto, el NT-proBNP se ha consolidado como un biomarcador cardíaco no solo útil en la insuficiencia cardíaca, sino también en la predicción de eventos cardiovasculares adversos en poblaciones asintomáticas, incluso con concentraciones que no alcanzan los umbrales diagnósticos de insuficiencia cardíaca (McKie & Burnett, 2016; Daniels et al., 2019).

Kotanidis y Weber (2024) señalan que los modelos tradicionales de riesgo cardiovascular, como los basados en factores clínicos clásicos, pueden no capturar adecuadamente el riesgo en poblaciones diversas y subgrupos específicos.

La incorporación de biomarcadores como NT-proBNP mejora la predicción de eventos adversos cuando se compara con las herramientas tradicionales de estratificación de riesgo (Ma et al., 2025; Cardiovascular biomarkers, 2025).

### **1.2.6 Potencial del NT-ProBNP como Biomarcador de Riesgo Cardiovascular**

El péptido natriurético tipo B N-terminal (NT-proBNP) es un biomarcador cardíaco ampliamente reconocido por su papel en el diagnóstico y pronóstico de la insuficiencia cardíaca. No obstante, se ha demostrado que concentraciones elevadas de NT-proBNP,

incluso dentro de rangos no diagnósticos de insuficiencia cardíaca, pueden reflejar estrés miocárdico temprano, disfunción ventricular izquierda subclínica y remodelado cardíaco adverso. Estos hallazgos permiten predecir eventos cardiovasculares futuros en poblaciones asintomáticas o con riesgo bajo a moderado, lo que convierte al NT-proBNP en una herramienta prometedora para la estratificación de riesgo cardiovascular más allá de su uso convencional (Daniels et al., 2019; McKie & Burnett, 2016; Wang et al., 2020).

El péptido natriurético tipo B N-terminal (NT-proBNP) se ha consolidado como un biomarcador central en la evaluación cardiovascular debido a su estrecha relación con la función cardíaca. Su liberación ocurre en respuesta al aumento de la presión y tensión de la pared ventricular, lo que lo convierte en un indicador sensible de estrés hemodinámico y disfunción miocárdica (McKie & Burnett, 2016).

A diferencia de las escalas tradicionales de estratificación del riesgo, que se basan en factores clínicos y demográficos (edad, sexo, hipertensión, tabaquismo, etc.), el NT-proBNP aporta información biológica directa sobre el estado cardíaco. Estudios han demostrado que niveles elevados de NT-proBNP, incluso en individuos asintomáticos y sin insuficiencia cardíaca manifiesta, se asocian con un mayor riesgo de insuficiencia cardíaca futura, eventos coronarios, accidente cerebrovascular y mortalidad cardiovascular (Wang et al., 2004).

Además, investigaciones poblacionales confirman que el NT-proBNP es un predictor independiente de riesgo cardiovascular, superior a varios factores tradicionales, y mejora la reclasificación de pacientes en categorías de riesgo cuando se incorpora a modelos clínicos estándar (Daniels et al., 2019). Esto lo posiciona como una herramienta clave en la detección temprana de disfunción ventricular izquierda subclínica y remodelado cardíaco adverso, lo que permite optimizar estrategias de prevención y tratamiento (Maisel et al., 2020).

Por estas razones, el NT-proBNP no solo mantiene un papel consolidado en el diagnóstico y pronóstico de la insuficiencia cardíaca, sino que también se proyecta a futuro como un biomarcador integral de riesgo cardiovascular, útil para poblaciones de bajo a moderado riesgo en escenarios clínicos y de salud pública.

### **1.2.7 Pertinencia de la Población de Estudio: Pacientes hipertensos mayores de 40 años.**

Los hipertensos mayores de 40 años representan una franja etaria con mayor carga cardiovascular. En un entorno público como el que describes el parque Miguel de Cervantes Saavedra como punto de referencia geográfico y asistencial, el acceso a tecnología avanzada como ecocardiografías o monitores ambulatorios es limitado. Por ello, un marcador bioquímico como el NT-proBNP, de fácil medición mediante análisis de sangre, se vuelve una herramienta práctica para detectar riesgo cardiovascular de forma precoz de manera aleatoria.

En diversas investigaciones se han observado que, en personas con hipertensión, quienes presentan niveles de NT-proBNP por encima de ciertos umbrales (como  $\geq 133$  pg/mL) muestran una probabilidad significativamente mayor de mortalidad, incluso ajustando por factores de riesgo convencionales, función renal ambulatoria y criterios de hipertrofia ventricular detectados mediante ECG. Esto indica que este biomarcador aporta un valor predictivo adicional y robusto al análisis de riesgo cardiovascular (Remala & Karthikeya, 2023)

### **1.2.8 Contribución al Conocimiento Científico y Aplicabilidad Clínica**

Este estudio de tesis busca aportar datos relevantes y actualizados sobre la utilización del NT-ProBNP en una población específica (pacientes hipertensos mayores de 40 años), enriqueciendo la literatura científica con información contextualizada al entorno panameño con lo que deseo aportar brindando las bases para futuras investigaciones y por qué no, futuras modificaciones en las políticas de atención salud adaptadas a nuestra realidad región, los hallazgos podrían:

- Revalidar la utilidad del NT-ProBNP como biomarcador de riesgo en un contexto local.
- Proporcionar evidencia para la integración del NT-ProBNP en protocolos de cribado y manejo de riesgo cardiovascular en el ámbito de la salud ocupacional y la atención primaria.
- Abrir la puerta a futuras investigaciones sobre intervenciones personalizadas basadas en los niveles de NT-ProBNP para la prevención de ECV en poblaciones similares.
- En última instancia, mejorar la capacidad de predecir y prevenir eventos cardiovasculares, lo que se traduciría en una mejor calidad de vida para los individuos y una reducción de la carga para el sistema de salud.

**En resumen, podríamos mencionar 4 aspectos claves que dan mucha relevancia a la realización de este estudio:**

- **Edad propicia para riesgo elevado:** A partir de los 40 años, el riesgo de enfermedad cardiovascular aumenta, lo que hace más crucial contar con herramientas de estratificación eficientes y adaptadas al entorno.

- **Capacidad predictiva independiente:** El NT-proBNP detecta riesgo elevado (incluso mortalidad) independientemente de los factores clásicos y mostrando ventaja sobre criterios como la hipertrofia ventricular identificada por ECG.
- **Mejora de modelos de predicción:** Agrega valor a los modelos existentes, permitiendo una evaluación mucho más objetiva e individualizada del riesgo.
- **Implementación práctica y costo-efectiva:** Fácil de medir y útil en la atención primaria, lo que lo hace idóneo para tu población.

### 1.3 Planteamiento del problema

A nivel mundial, la insuficiencia cardíaca destaca como una de las principales causas de morbilidad y mortalidad. Panamá no escapa de esta realidad donde los eventos cardiovasculares también figuran una de los principales factores de morbilidad y mortalidad representado en la salud pública nacional. Dentro de este panorama, la hipertensión arterial (HTA) es el factor de riesgo modificable más prevalente y uno de los principales contribuyentes al desarrollo de ECV, incluyendo infartos, accidentes cerebrovasculares, insuficiencia cardíaca y enfermedad renal crónica. Menciona que un gran porcentaje de la población panameña adulta padece de HTA, y un segmento significativo de estos individuos puede no tener su condición adecuadamente controlada o estratificada en términos de riesgo cardiovascular.

La hipertensión arterial (HTA), es de las enfermedades crónica no transmisibles que afectan a más de mil millones de personas en el mundo por lo que es uno de los factores de riesgo más significativos para el desarrollo de otras complicaciones cardiovasculares (Organización

Mundial de la Salud, 2021). Estas afecciones, entre ellas el infarto agudo de miocardio, el accidente cerebrovascular y la insuficiencia cardíaca, representa la principal causa de muerte a nivel global. En América Latina y el Caribe, las enfermedades cardiovasculares son responsables de aproximadamente el 34% de todas las muertes prematuras (Organización Panamericana de la Salud, 2022). En Panamá, los reportes del Ministerio de Salud indican que la hipertensión y sus complicaciones figura como un importante problema para la salud pública, con alta incidencia en provincias como Chiriquí, donde las condiciones sociales, económicas y de acceso a servicios de salud limitan la detección temprana y el manejo adecuado de los factores de riesgo.

Tradicionalmente, la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos se ha basado en modelos clínicos que incluyen variables como la edad, el sexo, los antecedentes familiares, los niveles de lípidos y la presión arterial sistólica y diastólica. Sin embargo, estos modelos presentan limitaciones al momento de detectar alteraciones cardiovasculares subclínicas o en fases tempranas de daño miocárdico. Por esta razón, en las últimas décadas ha cobrado relevancia la utilización de biomarcadores cardíacos como el péptido natriurético tipo B N-terminal (NT-proBNP), por su capacidad de detectar sobrecarga ventricular y disfunción cardíaca aún en ausencia de síntomas evidentes (Mueller et al., 2018).

El NT-proBNP es una sustancia producida por los miocitos ventriculares en respuesta a la distensión de las paredes del corazón, y sus niveles en sangre se correlacionan directamente con el grado de disfunción cardíaca. Este biomarcador ha demostrado ser útil no solo en el diagnóstico y pronóstico de la insuficiencia cardíaca, sino también en la identificación de pacientes hipertensos con daño cardíaco oculto, lo que lo convierte en una herramienta potencial para mejorar la estratificación del riesgo cardiovascular (Fuster et al., 2020).

Estudios recientes sugieren que los niveles elevados de NT-proBNP pueden predecir eventos cardiovasculares mayores incluso en pacientes con hipertensión bien controlada, lo que resalta su importancia clínica.

En las instalaciones de salud pública de regiones como David, en la provincia de Chiriquí, la atención primaria enfrenta múltiples desafíos, entre ellos la limitada disponibilidad de pruebas diagnósticas especializadas y recursos para el seguimiento continuo de los pacientes con enfermedades crónicas. En este escenario, el uso del NT-proBNP podría representar una solución viable y eficaz para mejorar la medición y evaluación de riesgo cardiovascular, optimizar la estratificación de los pacientes y priorizar intervenciones más precisas y oportunas.

No obstante, en Panamá existe un vacío importante de evidencia científica local sobre la utilidad del NT-proBNP en pacientes hipertensos atendidos en el primer nivel de atención. La mayoría de los estudios disponibles provienen de contextos clínicos distintos, lo que limita la aplicabilidad de sus conclusiones al sistema de salud panameño. Este vacío impide tomar decisiones basadas en datos locales, ajustados a las particularidades sociodemográficas y epidemiológicas de la región.

Frente a este panorama, se hace necesaria la creación de investigaciones que evalúen el papel del NT-proBNP en la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos atendidos en instalaciones públicas de salud, específicamente en la región de David, Chiriquí. Esta investigación no solo permitirá aportar conocimiento científico útil para la práctica médica local, sino también contribuir al fortalecimiento de políticas públicas orientadas a la prevención de eventos cardiovasculares, mejorando así la calidad de vida de los pacientes y la eficiencia del sistema sanitario.

## **1.4 Importancia de la investigación**

Este estudio busca contribuir a la creación de mayor evidencia científica sobre la utilidad clínica del biomarcador NT-ProBNP en la estratificación del riesgo cardiovascular particularmente en pacientes hipertensos mayores de 40 años, ofreciendo datos actualizados, mejorando así las técnicas y estrategias preventivas para lograr la identificación de pacientes con mayor riesgo cardiovascular.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

- Analizar la utilidad del biomarcador NT-ProBNP y sus valores para la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años, con el fin de determinar la prevalencia de niveles elevados, factores clínicos asociados y su relación en la identificación oportuna de pacientes con mayor riesgo de desarrollar eventos cardiovasculares adversos.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Determinar la prevalencia de niveles elevados de NT-ProBNP en la población de pacientes hipertensos adultos mayores de 40 años.
- Evaluar la relación entre los niveles de NT-ProBNP y factores clínicos asociados al riesgo cardiovascular tales como edad, género, comorbilidades (diabetes, enfermedad renal o dislipidemia), para identificar patrones de asociación.

- Cuantificar los valores promedio y máximos de NT-proBNP en la población estudiada, identificando el rango de distribución.

## **1.6 Proyecciones del estudio**

### **1.6.1 Mejora Estratificación del Riesgo Cardiovascular en la**

La incorporación del biomarcador NT-ProBNP en la evaluación de pacientes hipertensos permite una identificación más precisa de aquellos con mayor riesgo de eventos cardiovasculares.

### **1.6.2 Optimización de Recursos en Salud Pública**

Al utilizar el NT-ProBNP como herramienta de estratificación, se pueden evitar procedimientos innecesarios en aquellos pacientes con menor riesgo cardiovascular o bien estos datos podrían servir a los doctores para realizar ajustes oportunos en la medicación para así priorizar los recursos médicos en los pacientes con mayor necesidad. Esto contribuye a una gestión más eficiente y equitativa de los servicios de salud.

### **1.6.3 Generación de Conocimiento Científico Local**

Esta tesis aporta datos relevantes sobre la utilidad del NT-ProBNP en una población específica, enriqueciendo la literatura científica con información contextualizada al entorno panameño. Con lo que deseo lograr aportar brindando las bases para futuras investigaciones y porque no, futuras modificaciones en las políticas de atención salud adaptadas a nuestra realidad región.

#### **1.6.4 Propuesta de Protocolo Clínico**

Como producto tangible, se propone un protocolo clínico que integra la medición de NT-ProBNP como parte de la evaluación de pacientes hipertensos mayores de 40 años. Este protocolo puede ser implementado en centros de salud similares, estandarizando la atención y mejorando los resultados clínicos.

#### **1.6.5 Fortalecimiento de la Formación Académica**

Realizar este trabajo de tesis me permitirá el desarrollo de competencias en investigación clínica, análisis estadístico y redacción científica, fortaleciendo mi formación académica.

Dentro de las acciones concretas contempladas en aquellos pacientes que resulten con resultados elevados serán las siguientes:

- Se le indicará al paciente acudir a seguimiento con su médico tratante.
- En caso de no contar con un médico de cabecera o tratante se le derivará con el Doctor Jonathan Serrano para su evaluación y seguimiento
- El Doctor Jonathan Serrano realizará evaluación inicial y procederá a derivar a los pacientes. Si el paciente es asegurado se derivará a la clínica cardio metabólica de la caja de seguro social y si es no asegurado al programa de salud de adulto del ministerio de salud.

El doctor Jonathan Serrano es profesor en la Universidad Latina de Panamá y ejerce como médico en el centro de salud de San Mateo. El doctor Jonathan está dispuesto a colaborar

captando y refiriendo con especialista a aquellos pacientes que no cuente con un médico de cabecera que los oriente.

# **Capítulo II**

## **Marco teórico**

## **2.1. El Sistema Cardiovascular: Estructura y Función**

El sistema cardiovascular constituye una unidad funcional integrada por el corazón y el sistema vascular, cuya finalidad primordial es la perfusión tisular efectiva. En el contexto de la hipertensión arterial, este sistema se somete a adaptaciones estructurales que alteran su eficiencia metabólica y endocrina.

Esta compleja red de comunicación y transporte del cuerpo se encarga de mantener la homeostasis mediante la distribución de oxígeno, nutrientes y hormonas a los tejidos, así como la eliminación de desechos metabólicos. Para efectos de esta investigación, su comprensión es vital, dado que la hipertensión arterial altera la dinámica de estos componentes, elevando biomarcadores como el NT-proBNP.

### **2.1.1. Estructura Anatómica**

El sistema está compuesto principalmente por el corazón, que actúa como una bomba muscular, y una vasta red de vasos sanguíneos (arterias, venas y capilares). Según (Tortora & Derrickson 2018), el corazón se divide en cuatro cámaras: dos aurículas que reciben la sangre y dos ventrículos que la expulsan hacia la circulación sistémica y pulmonar.

La pared cardíaca posee una capa muscular crítica denominada miocardio. En pacientes hipertensos, este tejido suele sufrir una remodelación debido a la sobrecarga de presión. Al respecto, se describe que "el miocardio es el responsable de la acción de bombeo y su espesor varía de acuerdo con la función de cada cámara" (Tortora & Derrickson, 2018, p. 715).

El corazón no es solo una bomba mecánica, sino un órgano especializado con una estructura histológica que permite la conducción eléctrica y la contracción sincrónica. La pared cardíaca

está compuesta por el epicardio, el miocardio y el endocardio. De estos, el miocardio es el tejido más relevante para el estudio de biomarcadores de riesgo.

Según Tortora y Derrickson (2018), las fibras musculares cardíacas están conectadas por discos intercalares que contienen desmosomas y uniones comunicantes. Estas uniones permiten que el miocardio funcione como un sincitio funcional, facilitando que el potencial de acción se propague rápidamente. En la población mayor de 40 años con hipertensión, el aumento de la poscarga genera una hipertrofia de estos miocitos como mecanismo compensatorio para mantener el gasto cardíaco.

### **2.1.2. Fisiología del ciclo cardíaco y Dinámica Circulatoria**

La función principal es el mantenimiento del gasto cardíaco, el cual es el producto de la frecuencia cardíaca por el volumen de eyección. Hall y Guyton (2021) explican que el sistema opera bajo principios de presión y resistencia; en la hipertensión, el aumento de la resistencia periférica total obliga al corazón a ejercer una mayor tensión parietal.

El corazón es, en esencia, una bomba de doble presión: una bomba para la circulación pulmonar y otra para la circulación sistémica. El mantenimiento de esta presión es fundamental para asegurar la perfusión tisular adecuada en todo el organismo (Hall & Guyton, 2021).

El ciclo cardíaco comprende todos los eventos eléctricos y mecánicos que ocurren durante un latido completo. Se divide en sístole (contracción y eyección) y diástole (relajación y llenado). Hall y Guyton (2021) enfatizan que, durante la diástole, el llenado ventricular

depende de un gradiente de presión. En el paciente hipertenso, la relajación ventricular suele verse comprometida (disfunción diastólica). Al aumentar la presión al final de la diástole, las paredes de las aurículas y ventrículos se estiran excesivamente. Este estiramiento mecánico es el estímulo fisiológico primario para la liberación de péptidos natriuréticos. Como señalan los autores: "La capacidad del corazón para adaptarse a volúmenes crecientes de flujo sanguíneo entrante se conoce como el mecanismo de Frank-Starling. Sin embargo, cuando la presión arterial sistémica es crónicamente elevada, el corazón debe trabajar contra una mayor resistencia, lo que eventualmente altera esta relación presión-volumen" (Hall & Guyton, 2021, p. 115).

### **2.1.3. Relevancia del Endotelio y Vasos Sanguíneos**

La red vascular se clasifica en vasos de conducción (arterias elásticas), de resistencia (arteriolas) y de intercambio (capilares). Las arterias de gran calibre, como la aorta, poseen una distensibilidad que amortigua la presión de la sístole.

Los vasos sanguíneos no son meros conductos pasivos, sino órganos endocrinos activos. El endotelio vascular regula el tono arterial y la respuesta inflamatoria. En pacientes mayores de 40 años, la rigidez arterial se acentúa, lo que incrementa el estrés sobre el ventrículo izquierdo, provocando la liberación de péptidos natriuréticos como el NT-proBNP ante el estiramiento de los miocitos (Lilly, 2021).

Con el envejecimiento y la hipertensión, se produce un fenómeno de remodelado vascular. Lilly (2021), explica que el endotelio, la capa interna de los vasos, pierde su capacidad de secretar óxido nítrico, lo que conduce a una mayor rigidez arterial. Esta rigidez aumenta la

velocidad de la onda de pulso, que regresa al corazón de forma prematura durante la sístole, incrementando aún más la tensión sobre el ventrículo izquierdo y favoreciendo la liberación del NT-proBNP como señal de estrés miocárdico.

#### **2.1.4 Bases Moleculares: Del Estiramiento al NT-proBNP**

Para conectar la anatomía con tu variable de estudio, es necesario precisar que el péptido natriurético tipo B (BNP) se sintetiza originalmente como un precursor denominado pre-proBNP en los miocitos ventriculares.

Ante la sobrecarga de presión característica del paciente hipertenso atendido en consulta, este precursor se divide en dos fragmentos: el BNP (hormona biológicamente activa) y el NT-proBNP (fragmento amino-terminal inactivo). Según (Lilly 2021), el NT-proBNP es preferido en la estratificación de riesgo debido a su vida media más larga en el plasma y su estabilidad in vitro, lo que lo convierte en un indicador preciso de la tensión parietal ventricular y, por ende, del riesgo cardiovascular acumulado.

## **2.2. Fisiopatología de los Eventos Cardiovasculares en el Paciente Hipertensos**

La transición de la hipertensión arterial hacia un evento cardiovascular (ECV) agudo o crónico es un proceso multicausal dominado por la disfunción endotelial, el remodelado estructural y la activación neurohormonal.

La sobrecarga de presión crónica, inducida por la hipertensión arterial (HTA), desencadena una serie de adaptaciones estructurales y moleculares en el ventrículo izquierdo, conocida

como remodelación ventricular. Este proceso es la base del daño miocárdico y la activación neurohormonal que detecta el NT-ProBNP.

### **2.2.1. Disfunción Endotelial y Aterosclerosis**

El endotelio es el regulador crítico de la homeostasis vascular. En la hipertensión, el flujo pulsátil de alta presión genera un estrés de cizallamiento que lesiona las células endoteliales. De acuerdo con Lilly (2021), esta injuria reduce la biodisponibilidad de óxido nítrico y promueve un estado proinflamatorio y protrombótico.

Este ambiente facilita la infiltración de lipoproteínas de baja densidad (LDL) en la túnica íntima, iniciando la formación de la placa ateromatosa. "La placa aterosclerótica, al estrechar la luz vascular o erosionarse, es el sustrato fisiopatológico de la mayoría de los eventos isquémicos, como el infarto agudo de miocardio y el accidente cerebrovascular" (Lilly, 2021, p. 124).

### **2.2.2. Remodelado Ventricular y Estrés Parietal**

La hipertensión arterial impone una sobrecarga de presión crónica al ventrículo izquierdo (poscarga elevada). Para compensar este aumento de trabajo, el miocardio inicia un proceso de hipertrofia ventricular izquierda (HVI).

Hall y Guyton (2021) señalan que, aunque la hipertrofia es inicialmente compensatoria, a largo plazo provoca fibrosis miocárdica y rigidez ventricular. Este aumento en la tensión de

la pared muscular es el factor desencadenante para la liberación de biomarcadores. Como explican los autores: El aumento de la presión sistólica estira las fibras musculares cardíacas, activando genes específicos que aumentan la síntesis de proteínas contráctiles y, simultáneamente, la liberación de péptidos como el NT-proBNP en un intento del organismo por promover la natriuresis y la vasodilatación (Hall & Guyton, 2021).

### 2.2.3. Hipertrofia Ventricular Izquierda (HVI)

La sobrecarga de presión aumenta la tensión en la pared del ventrículo izquierdo. Para normalizar esta tensión (siguiendo la Ley de Laplace), el miocardio responde con hipertrofia. Esta HVI es inicialmente un mecanismo compensatorio, pero eventualmente se vuelve patológico.

- **Mecanismo Compensatorio:** El estrés mecánico crónico sobre los cardiomiocitos, causado por la elevada postcarga, activa las vías de señalización intracelular (como la vía de la MAPK y la calcineurina) que promueven el aumento en el tamaño celular y la síntesis de proteínas contráctiles (Ferreira et al., 2021).
- **Patología:** Con el tiempo, la HVI conduce a la fibrosis intersticial y a un desajuste entre el aporte de oxígeno y la demanda miocárdica (desacoplamiento vascular-ventricular), lo que predispone a la isquemia y a la disfunción diastólica (Drazner et al., 2005). La disfunción diastólica es a menudo el primer signo de la insuficiencia cardíaca en pacientes hipertensos con fracción de eyección preservada.

La sobrecarga de presión crónica impuesta por la hipertensión obliga al ventrículo izquierdo a someterse a una remodelación ventricular que se manifiesta inicialmente como

hipertrofia ventricular izquierda (HVI), un mecanismo compensatorio que busca normalizar la tensión de la pared miocárdica según lo postulado por la Ley de Laplace (Ferreira et al., 2021). Sin embargo, esta adaptación a largo plazo se torna patológica, llevando a la fibrosis y a la disfunción diastólica como precursor de la insuficiencia cardíaca (Drazner et al., 2005).

#### 2.2.4. Fibrosis Miocárdica y Disfunción

El proceso de remodelación no solo involucra a los cardiomiocitos, sino también a la matriz extracelular, lo que es clave en la progresión del daño.

- **Depósito de Colágeno:** La sobrecarga de presión, junto con la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), estimula a los fibroblastos a producir y depositar excesivamente colágeno en el intersticio miocárdico. Esto se conoce como fibrosis miocárdica reactiva (Weber et al., 2013).
- **Consecuencia Funcional:** La fibrosis aumenta la rigidez del miocardio, lo que deteriora la relajación ventricular (disfunción diastólica) e impide el llenado ventricular eficiente. Esta rigidez es un factor independiente de riesgo de arritmias y eventos cardiovasculares (Weber et al., 2013). La activación neurohormonal concomitante, particularmente del sistema renina-angiotensina-aldosterona, juega un papel central en la inducción de la fibrosis miocárdica reactiva, caracterizada por el depósito excesivo de colágeno. Este fenómeno biológico aumenta la rigidez del músculo cardíaco y es el sustrato fisiopatológico directo para el desarrollo de la disfunción diastólica (Weber et al., 2013).

### 2.2.5. Activación Neurohormonal y NT-ProBNP

El NT-ProBNP es el resultado de la detección molecular de esta sobrecarga.

- **Estiramiento de la Pared:** El aumento de la presión intraventricular (estrés de la pared), resultado de la HVI y la disfunción diastólica, actúa como el estímulo primario para la liberación del pro-péptido natriurético tipo B (pro-BNP) (Boos et al., 2009).
- **Liberación de NT-ProBNP:** El pro-BNP se escinde en dos fragmentos: el péptido activo (BNP) y el fragmento N-terminal inactivo (NT-ProBNP). El NT-ProBNP, con una vida media más larga, se convierte en un marcador plasmático estable y directo de la tensión o estrés hemodinámico en el ventrículo izquierdo, permitiendo detectar el daño miocárdico subclínico incluso en pacientes hipertensos asintomáticos (Boos et al., 2009).

El punto culminante de la sobrecarga de presión es la activación neurohormonal, donde el estiramiento mecánico de los cardiomiocitos y la consecuente tensión parietal son los principales estímulos para la secreción del pro-péptido natriurético tipo B (pro-BNP) (Boos et al., 2009). La medición del fragmento inactivo NT-ProBNP refleja directamente esta tensión hemodinámica, constituyendo una herramienta sensible para la detección del daño miocárdico subclínico en el paciente hipertenso, lo cual lo justifica como un marcador de estratificación de riesgo (Boos et al., 2009).

### 2.2.6. La Cascada del NT-proBNP en la Estratificación de Riesgo

Fisiopatológicamente, el NT-proBNP es un centinela del estrés cardiaco. A diferencia de otros marcadores de necrosis (como las troponinas), el NT-proBNP se eleva incluso antes de que ocurra un daño irreversible.

Según Porth (2020), en individuos mayores de 40 años, la relación entre la presión arterial sistólica y los niveles de este péptido es logarítmica; pequeñas elevaciones de presión en un corazón con rigidez incipiente generan picos significativos de NT-proBNP. Por tanto, su presencia en plasma refleja el grado de estiramiento del miocito y la presión diastólica final del ventrículo, permitiendo predecir la probabilidad de insuficiencia cardiaca o eventos coronarios antes de que sean clínicamente evidentes en el examen físico o el electrocardiograma.

### **2.3. Evolución Histórica de la Comprensión de los eventos Cardiovascular**

Históricamente, los eventos cardiovasculares (ECV) no eran interpretados como procesos sistémicos o prevenibles, sino que se consideraban "accidentes" inevitables e inherentes al proceso de senescencia. La transición hacia el modelo preventivo actual se gestó a través del estudio de la presión arterial (PA) y su impacto orgánico.

#### **2.3.1. Hitos en la Medición de la Presión Arterial**

El entendimiento de la hemodinámica comenzó con los aportes de Stephen Hales en 1733, quien realizó la primera medición de la PA mediante un método invasivo. Hales insertó un tubo de latón en la arteria femoral de un espécimen equino, conectándolo a un conducto de vidrio vertical; este experimento permitió observar las oscilaciones de la columna sanguínea,

revelando por primera vez la magnitud de la fuerza cinética detrás de la circulación Hales, (1733/1964).

Posteriormente, la evaluación clínica se transformó con el desarrollo de métodos no invasivos. En 1896, Scipione Riva-Rocci perfeccionó el esfigmomanómetro, un dispositivo compuesto por un manguito inflable y un manómetro de mercurio. Esta innovación permitió la cuantificación de la presión arterial sistólica de forma segura, revolucionando el diagnóstico cardiovascular y sentando las bases de la esfigmomanometría moderna Riva-Rocci, (1896).

A finales del siglo XIX, la medicina comenzó a vincular la hipertensión persistente con alteraciones estructurales, como la hipertrofia cardíaca y el daño renal, desplazando la visión de la HTA como una condición aislada hacia una patología de daño orgánico sistémico.

### **2.3.2. El Estudio Framingham y el Cambio de Paradigma Epidemiológico**

La comprensión contemporánea de las enfermedades cardiovasculares se consolidó con el Estudio del Corazón de Framingham, iniciado en 1948 en Massachusetts. Este estudio prospectivo y multigeneracional fue diseñado para identificar los determinantes de las ECV mediante el seguimiento longitudinal de la población, empleando exámenes físicos, cuestionarios y análisis de laboratorio.

Antes de esta investigación, prevalecía la creencia errónea de que una presión arterial elevada era necesaria para asegurar la perfusión tisular en adultos mayores (hipertensión "esencial"). No obstante, Framingham demostró que la HTA es un predictor directo de insuficiencia cardíaca y enfermedad coronaria. En 1961, el estudio introdujo el concepto de "factor de

riesgo", identificando que variables como el colesterol elevado, el tabaquismo, la obesidad y la hipertensión multiplican exponencialmente la probabilidad de sufrir eventos coronarios y accidentes cerebrovasculares Castelli, 1983; (Mahmood et al., 2014). Estos hallazgos permitieron el desarrollo de herramientas predictivas como la Escala de Riesgo de Framingham, fundamentales para la estratificación clínica que se utiliza hoy en día.

### **2.3.3. Fundamentos del Diagnóstico de Eventos Cardiovasculares**

El diagnóstico de patologías como el infarto agudo de miocardio (IAM) y la insuficiencia cardíaca (IC) ha transitado desde la observación clínica rudimentaria hasta la precisión de la Tecnología Médica actual.

Previo al desarrollo de la imagenología y los biomarcadores, el diagnóstico descansaba estrictamente en la semiología y la auscultación. En 1816, René Laennec inventó el estetoscopio, herramienta que permitió por primera vez la auscultación precisa de ruidos cardíacos y la identificación de patologías valvulares y signos de congestión pulmonar (Laennec, 1819).

La integración de la auscultación con la medición de la presión arterial establecida por Riva-Rocci (1896) definió el estándar de evaluación física durante el siglo XX, permitiendo a los clínicos detectar signos de alarma cardiovascular antes de la disponibilidad de pruebas bioquímicas complejas como el NT-proBNP.

Históricamente, los eventos cardiovasculares no se comprendían como procesos sistémicos. Se consideraban "accidentes" inevitables de la vejez. No fue hasta el

descubrimiento de la hipertensión arterial que se comenzó a sentar las bases para la comprensión de eventos cardio vasculares (ECV), en este proceso fueron claves los aportes de figuras como Stephen Hales en 1733, quien midió la presión arterial por primera vez, esto lo hizo en un caballo utilizando un tubo de latón insertado en la arteria femoral de un caballo, conectado a un tubo de vidrio alto, para observar cómo la sangre ascendía y descendía, revelando la fuerza detrás de la circulación sanguínea, más tarde Scipione Riva-Rocci (1896) perfeccionó un instrumento para medir la presión arterial de forma no invasiva llamado esfigmomanómetro, el cual consistía en un manguito inflable y un manómetro de mercurio que permitía medir la presión arterial sistólica, revolucionando el diagnóstico cardiovascular y sentando las bases para la medición moderna de la tensión arterial.

A finales del siglo XIX, la medicina comenzó a vislumbrar que la hipertrofia cardíaca y el daño renal eran consecuencias directas de una presión arterial persistentemente elevada, con lo que la hipertensión comenzó a vincularse directamente con el daño orgánico. sentando las bases de la epidemiología cardiovascular moderna.

**El Estudio Framingham:** Marcó un hito fundamental. A partir de 1948, este estudio prospectivo demostró la asociación directa entre la presión arterial elevada y la enfermedad coronaria. Introdujo el concepto de "factores de riesgo" en 1961.

La comprensión moderna de los ECV cambió radicalmente con el Estudio del Corazón de Framingham (1948) que consiste en un seguimiento longitudinal multigeneracional de una población en Massachusetts para identificar los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares (ECV), utilizando exámenes físicos, cuestionarios y pruebas de laboratorio

para descubrir factores de riesgo como la presión arterial alta, el colesterol elevado, el tabaquismo, la obesidad, con lo que desarrollo una herramientas clave llamada la escala de riesgo de Framingham. Antes de este estudio, se creía que la presión arterial alta era "normal" para asegurar la perfusión en ancianos. El concepto de 'factor de riesgo' surge de los hallazgos en Framingham, donde se identificó que la hipertensión arterial multiplica significativamente la probabilidad de eventos coronarios y accidentes cerebrovasculares"

#### **2.3.4. Primeros métodos utilizados para diagnosticar un evento cardio vascular**

El diagnóstico de los eventos cardiovasculares, como el infarto agudo de miocardio (IAM) y la insuficiencia cardíaca (IC), ha evolucionado desde la observación clínica y métodos físicos hasta las pruebas de laboratorio sofisticadas actuales.

Antes de la era del laboratorio y la imagenología, el diagnóstico de los eventos cardio vasculares se basaba en los hallazgos físicos utilizando la semiología (signos clínicos, lo que el médico puede observar y medir), y la auscultación (escuchar los sonidos internos del cuerpo).

Los primeros métodos de diagnóstico para eventos cardiovascular dependían en gran medida de la semiología. La invención clave fue el estetoscopio por René Laennec en 1816, que permitió por primera vez la auscultación precisa de los ruidos cardíacos y el reconocimiento de la patología valvular y la congestión pulmonar Laennec, (1819). Posteriormente, la invención del esfigmomanómetro por Scipione Riva-Rocci en 1896 permitió cuantificar la presión arterial, estableciendo las bases para el diagnóstico de la hipertensión, el principal factor de riesgo de ECV Riva-Rocci (1896).

### ➤ **Auscultación y Percusión**

La auscultación y la percusión son técnicas básicas claves del examen físico que consisten en escuchar y producir sonidos en el cuerpo, respectivamente, usando un estetoscopio (auscultación) y golpes suaves (percusión) para evaluar pulmones, corazón, intestinos y órganos abdominales, detectando aire, líquidos o masas a través de tonos como sonoridad, matidez y timpanismo, e identificando ruidos anormales que sugieren patologías como neumonía, insuficiencia cardíaca o ascitis.

El desarrollo del estetoscopio por René Laennec en 1816, revolucionó la capacidad de escuchar los ruidos cardíacos y pulmonares, permitiendo diferenciar patologías cardíacas Laennec, (1819). La percusión torácica ayudó a estimar el tamaño del corazón y a detectar la congestión pulmonar asociada a la IC.

### ➤ **Medición de la Presión Arterial**

La invención de métodos para medir la presión arterial fue fundamental. El desarrollo del esfigmomanómetro por Scipione Riva-Rocci en 1896 proporcionó la primera medición no invasiva y clínicamente útil de la hipertensión Riva-Rocci, (1896). La hipertensión, como factor de riesgo, se convirtió en un pilar diagnóstico y preventivo.

### ➤ **Electrocardiograma (Siglo XX)**

La capacidad de registrar la actividad eléctrica del corazón transformó el diagnóstico del infarto y las arritmias.

### ➤ **El Electrocardiógrafo**

El verdadero avance en el diagnóstico de las enfermedades cardíacas lo marcó Willem Einthoven, quien en 1903 perfeccionó el galvanómetro de cuerda y desarrolló el electrocardiógrafo moderno, ganando el Premio Nobel en 1924 Einthoven, (1903). Este método permitió identificar patrones de isquemia y lesión miocárdica (como las ondas Q y la elevación del segmento ST), convirtiéndose en la herramienta diagnóstica esencial del IAM.

El diagnóstico objetivo de la lesión miocárdica comenzó con la implementación clínica del electrocardiógrafo. Desarrollado y perfeccionado por Willem Einthoven a principios del siglo XX, esta tecnología permitió la identificación no invasiva de las alteraciones de la conducción y los patrones de isquemia, siendo hasta hoy un criterio fundamental para el diagnóstico del infarto agudo de miocardio Einthoven, (1903).

#### ➤ **Los Primeros Biomarcadores (Tecnología Médica)**

Los primeros métodos de laboratorio para la detección de daño miocárdico se basaron en la medición de enzimas generales liberadas por las células dañadas.

- **Transaminasas (GOT/AST):** En la década de 1950, la medición de enzimas en suero se convirtió en el primer biomarcador de laboratorio. La Transaminasa Glutámico Oxalacética (GOT) o Aspartato Aminotransferasa (AST) fue la primera enzima utilizada para documentar el daño miocárdico, ya que sus niveles se elevaban tras un IAM (LaDue et al., 1954).
- **Creatina Kinasa (CK):** Poco después, se descubrió la Creatina Kinasa (CK), una enzima más específica para el músculo. Su uso se popularizó, y más tarde, el análisis

de sus isoenzimas (específicamente la CK-MB) aumentó notablemente la especificidad diagnóstica para el IAM, siendo el estándar de oro del laboratorio hasta la década de 1990 (Roberts & Sobel, 1987).

La era de la Tecnología Médica en el diagnóstico de ECV comenzó con los biomarcadores séricos. La medición de la Transaminasa Glutámico Oxalacética (GOT/AST) en 1954 fue pionera, al ser la primera prueba de laboratorio en correlacionarse con el daño tisular miocárdico (LaDue et al., 1954). Este método fue eventualmente reemplazado por la medición de la Creatina Kinasa (CK) y su isoenzima, la CK-MB, que ofrecía mayor especificidad, sirviendo como el principal marcador enzimático durante varias décadas (Roberts & Sobel, 1987).

### ➤ **El Salto a los Biomarcadores Específicos**

La evolución de la CK-MB a biomarcadores más sensibles y específicos es la justificación directa de por qué hoy se utiliza el NT-ProBNP.

- **Troponinas y Péptidos Natriuréticos:** La introducción de las Troponinas Cardíacas a finales del siglo XX estableció un nuevo estándar de oro por su alta especificidad y sensibilidad para el daño miocárdico (Apple et al., 1999). Paralelamente, el descubrimiento y la medición clínica de los Péptidos Natriuréticos (BNP/NT-ProBNP) proporcionaron, por primera vez, un biomarcador para el estrés hemodinámico y la insuficiencia cardíaca (Januzzi et al., 2015), moviendo el foco del diagnóstico del daño celular al estrés funcional.

El diagnóstico de laboratorio culminó con la introducción de biomarcadores altamente específicos como las Troponinas Cardíacas (Apple et al., 1999). Este avance, junto con el desarrollo de la medición de biomarcadores de estrés como el NT-ProBNP, redefinió el enfoque diagnóstico: se pasó de medir la necrosis celular (CK-MB, Troponinas) a medir la tensión y el estrés ventricular (NT-ProBNP). Este último es crucial para la estratificación de riesgo en pacientes asintomáticos, como se busca en este estudio (Januzzi et al., 2015).

#### ➤ **El Descubrimiento de los Péptidos Natriuréticos (1980 - Presente)**

En la década de 1980, se descubrió que el corazón no es solo una bomba, sino también un órgano endocrino. El aislamiento del Péptido Natriurético Tipo B (BNP) y su precursor inactivo, el NT-proBNP, revolucionó la estratificación de riesgo.

- **1981:** De Bold descubre el factor natriurético atrial.
- **1988:** Sudoh aísla el BNP.
- **Años 2000:** El NT-proBNP se consolida como el estándar de oro para detectar estiramiento miocárdico y estrés hemodinámico.

## **2.4. Epidemiología de la Hipertensión en Panamá.**

### **2.4.1. Carga Epidemiológica de la Hipertensión en Panamá**

La hipertensión arterial (HTA) representa un desafío sanitario significativo para la República de Panamá, siendo consistentemente reconocida como una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel nacional. Los informes del Ministerio de Salud indican una tendencia al aumento en la prevalencia de HTA en la población adulta, lo cual incrementa directamente la carga de enfermedades cardiovasculares (MINSAL, 2018).

La Organización Panamericana de la Salud ha señalado que, si bien existen retos en la detección y adherencia al tratamiento, la prevalencia de la HTA en la región se mantiene alta (Organización Panamericana de la Salud, 2021). En Panamá, esta condición se presenta frecuentemente asociada a otros factores de riesgo cardio metabólico, como la obesidad y la diabetes, tal como lo confirman estudios locales que analizan el perfil de riesgo de la población adulta (Medina et al., 2019). Dada esta alta prevalencia y la complejidad de las comorbilidades, es imperativa la aplicación de métodos avanzados, como la medición del NT-ProBNP, para una estratificación de riesgo más precisa en pacientes hipertensos, especialmente en el contexto de atención primaria y en grupos vulnerables como los mayores de 40 años de la provincia de Chiriquí.

#### **2.4.2. Prevalencia y Carga de la Enfermedad**

Los datos de prevalencia de la hipertensión arterial (HTA) en Panamá demuestran que esta es una de las principales condiciones crónicas que impulsan la morbimortalidad cardiovascular.

Contexto Geográfico (Relevancia de Chiriquí)

Para justificar tu sitio de estudio.

- **Enfoque de Salud Regional:** Menciona que las áreas urbanas de Panamá, como la Ciudad de David en la Provincia de Chiriquí, suelen concentrar una mayor proporción de casos diagnosticados de HTA, pero también enfrentan retos logísticos y de seguimiento.

### **2.4.3. Factores de Riesgo y Comorbilidades**

Es relevante enlazar la HTA con otras condiciones prevalentes en Panamá, justificando el riesgo cardiovascular que estás midiendo con el NT-ProBNP.

La estratificación del riesgo cardiovascular mediante el NT-proBNP no puede aislarse del perfil clínico del paciente. En Panamá, y específicamente en la región de Chiriquí, la transición epidemiológica ha consolidado a las enfermedades no transmisibles como la principal causa de morbimortalidad.

### **2.4.4. Factores de Riesgo Metabólicos y Estilo de Vida**

El riesgo cardiovascular en adultos mayores de 40 años está fuertemente condicionado por la prevalencia de diabetes mellitus tipo 2 y obesidad. Según el Ministerio de Salud de Panamá (MINSA, 2024), la región de Chiriquí presenta una de las tasas más altas de enfermedades metabólicas en el país, influenciada por patrones dietéticos ricos en sodio y grasas saturadas.

La obesidad, medida a través del índice de masa corporal (IMC), actúa como un factor de confusión y riesgo simultáneo. Porth (2020) señala que el tejido adiposo no es solo un reservorio de energía, sino un órgano endocrino que secreta citoquinas proinflamatorias, las

cuales exacerbaban la rigidez arterial y aumentan la carga de trabajo ventricular, elevando indirectamente los niveles de NT-proBNP.

#### **2.4.5. Edad y Envejecimiento Vascular**

A partir de la cuarta década de vida, el sistema cardiovascular experimenta cambios degenerativos naturales que se potencian con la hipertensión. Lilly (2021) describe que la sustitución de fibras elásticas por colágeno en las arterias (arteriosclerosis) eleva la presión de pulso. En el contexto de los pacientes atendidos en David, Chiriquí, el factor etario es determinante, ya que el NT-proBNP requiere ajustes en sus puntos de corte conforme aumenta la edad, debido al deterioro fisiológico de la tasa de filtración glomerular.

#### **2.4.6. Comorbilidades Prevalentes: Diabetes y Dislipidemia**

La coexistencia de hipertensión con diabetes mellitus crea un efecto sinérgico devastador sobre el miocardio. Hall y Guyton (2021) explican que la hiperglucemia crónica induce la formación de productos finales de glicación avanzada, los cuales dañan la microvasculatura coronaria.

"La presencia de diabetes en el paciente hipertenso acelera el remodelado concéntrico del ventrículo izquierdo, lo que se traduce en una elevación persistente de los péptidos natriuréticos, incluso en ausencia de insuficiencia cardiaca sintomática" (Lilly, 2021, p. 288).

#### **2.4.7. Factores Sociodemográficos en Chiriquí**

El entorno del Parque Miguel de Cervantes Saavedra sugiere una población urbana y rural-urbana que, según estudios locales, enfrenta barreras en la adherencia al tratamiento farmacológico. De acuerdo con la (Organización Panamericana de la Salud 2023), el sedentarismo en las áreas urbanas de Panamá alcanza niveles críticos después de los 45 años, lo que, sumado al estrés ambiental y térmico de la región chiricana, contribuye a descompensaciones hipertensivas que alteran el perfil de riesgo estratificado por biomarcadores.

## **2.5. Bioquímica del NT-ProBNP (Síntesis, Secreción y Aclaramiento)**

El NT-ProBNP (fragmento N-terminal del propéptido natriurético tipo B) es un biomarcador de estrés miocárdico cuya utilidad diagnóstica y pronóstica radica en su proceso bioquímico único y estable.

### **2.5.1 Síntesis (Producción)**

La síntesis de los péptidos natriuréticos tipo B (PNB) ocurre principalmente en los cardiomiocitos ventriculares como respuesta directa a la tensión o sobrecarga mecánica de la pared miocárdica (Januzzi et al., 2015).

- **Preprohormona:** El proceso comienza con la transcripción genética del ARN mensajero (ARNm) que codifica la preprohormona (preproBNP), una molécula de 134 aminoácidos (a.a.).

- **Prohormona:** El péptido señal del preproBNP se elimina rápidamente, resultando en la prohormona inactiva, el proBNP (108 a.a.) (Tate & Rifai, 2017). Esta proBNP se almacena en gránulos secretores dentro de los cardiomiocitos. La síntesis del péptido natriurético tipo B se inicia a nivel genético en los cardiomiocitos ventriculares, resultando en la prohormona proBNP (108 a.a.) almacenada en gránulos intracelulares. Este proceso es activado por la distensión y la sobrecarga de presión en el ventrículo izquierdo, característica de la hipertensión arterial crónica (Januzzi et al., 2015).

### 2.5.2. Secreción y Escisión (Fragmentación)

El proBNP se libera y se fragmenta en el torrente sanguíneo, dando lugar al péptido activo y al fragmento inactivo de interés diagnóstico.

- **Liberación:** En respuesta al estrés de la pared ventricular (como la sobrecarga de presión en la HTA), el proBNP se libera rápidamente desde los cardiomiocitos hacia la circulación.
- **Escisión:** Una vez en el plasma, la proBNP es escindida por proteasas, siendo la furina y las corinas las principales enzimas responsables de este corte (Tate & Rifai, 2017).
- **Productos:** Esta escisión resulta en dos fragmentos equimolares:
  1. El péptido activo, el BNP (32 a.a.).

2. El fragmento inactivo, el NT-ProBNP (76 a.a.), que es el medido en el laboratorio clínico para el pronóstico y la estratificación de riesgo cardiovascular (Januzzi et al., 2015).

El proBNP se libera en la circulación en respuesta al aumento de la tensión miocárdica y es escindido por proteasas, principalmente furinas y corinas, resultando en la formación de dos fragmentos equimolares: el péptido biológicamente activo BNP y el fragmento inactivo NT-ProBNP (Tate & Rifai, 2017). El NT-ProBNP es el biomarcador preferido para la estratificación de riesgo debido a su estabilidad y su vida media más larga.

### 2.5.3. Aclaramiento (Eliminación)

Las diferencias en la vida media y las vías de eliminación entre el BNP y el NT-ProBNP son cruciales para la Tecnología Médica, ya que determinan cuál es el mejor marcador para la medición de rutina.

- **Aclaramiento del BNP:** El BNP activo es metabolizado rápidamente por las Endopeptidasas Neutras (NEP) y es secuestrado por los receptores de aclaramiento (NPR-C) en el endotelio (Tate & Rifai, 2017).
- **Aclaramiento del NT-ProBNP:** El NT-ProBNP carece de actividad biológica y no es degradado por las NEP ni los receptores NPR-C. Su eliminación se realiza predominantemente a través de la filtración renal (Tate & Rifai, 2017). Esta dependencia del riñón explica por qué los niveles de NT-ProBNP pueden estar elevados en pacientes con disfunción renal, lo que debe considerarse en la interpretación clínica.

Existe una diferencia fundamental en las vías de aclaramiento que afecta su utilidad diagnóstica. Mientras que el péptido activo (BNP) es metabolizado rápidamente por las Endopeptidasas Neutras (NEP), el fragmento inactivo NT-ProBNP es eliminado principalmente por filtración renal (Tate & Rifai, 2017). Debido a que el NT-ProBNP no está sujeto a un metabolismo rápido, presenta una vida media significativamente más larga (entre 60 a 120 minutos), lo que le confiere una mayor estabilidad en el plasma y lo convierte en el biomarcador de elección para la cuantificación en el laboratorio clínico y la estratificación pronóstica.

## **2.6. Utilidad Diagnóstica y Pronóstica del NT-ProBNP en el Paciente Asintomático.**

El mayor valor del NT-ProBNP en la estratificación de riesgo reside en su capacidad para detectar el daño cardíaco subclínico y predecir eventos futuros en individuos que aún no manifiestan síntomas de insuficiencia cardíaca (IC), como es el caso de muchos pacientes hipertensos.

### **2.6.1. Detección de Daño Cardíaco Subclínico (Utilidad Diagnóstica)**

La hipertensión crónica causa una remodelación ventricular que precede a los síntomas de disfunción cardíaca. El NT-ProBNP actúa como un "centinela molecular" de esta etapa asintomática.

- **Identificación de Disfunción Ventricular Asintomática:** El NT-ProBNP es el biomarcador más sensible y específico para detectar la disfunción ventricular izquierda asintomática y la hipertrofia ventricular izquierda (HVI) en pacientes

hipertensos, lo cual corresponde a las etapas A y B de la IC (Yancy et al., 2017). Los niveles elevados de NT-ProBNP reflejan la tensión parietal incrementada causada por la sobrecarga de presión, incluso cuando la función sistólica o diastólica parece normal por métodos de imagen menos sensibles.

- **Correlación con Ecocardiografía:** Se ha demostrado que las concentraciones elevadas de NT-ProBNP en pacientes asintomáticos se correlacionan directamente con hallazgos ecocardiográficos adversos, como el aumento de la masa ventricular o la disfunción diastólica de grado I, lo que permite identificar a los pacientes con mayor riesgo de progresión de la enfermedad sin recurrir inmediatamente a métodos de imagen costosos (McDonagh et al., 2021).

El valor diagnóstico del NT-ProBNP en pacientes hipertensos radica en su capacidad para detectar el daño cardíaco subclínico y la disfunción ventricular izquierda asintomática antes de la manifestación de síntomas clínicos, correspondiendo a las etapas A y B de la insuficiencia cardíaca (Yancy et al., 2017). Concentraciones plasmáticas elevadas de este biomarcador reflejan la tensión parietal miocárdica crónica y se correlacionan significativamente con la presencia de hipertrofia ventricular izquierda o disfunción diastólica identificada por ecocardiografía (McDonagh et al., 2021).

### **2.6.2. Predicción de Eventos Cardiovasculares Futuros (Utilidad Pronóstica)**

La capacidad pronóstica del NT-ProBNP en individuos asintomáticos, especialmente los mayores de 40 años, es su aplicación más valiosa en la estratificación de riesgo.

- **Riesgo de Eventos Mayores:** Numerosos estudios prospectivos han establecido que niveles elevados de NT-ProBNP en pacientes con factores de riesgo (como la HTA) se asocian de forma independiente con un mayor riesgo de muerte por cualquier causa, infarto agudo de miocardio (IAM), y accidente cerebrovascular (ACV) a corto y largo plazo (Guglin et al., 2021; Zuo et al., 2023). Este riesgo se mantiene incluso después de ajustar por factores de riesgo tradicionales (edad, PA, lípidos, tabaquismo).
- **Mejora de la Estratificación:** Al añadir el NT-ProBNP a las herramientas de estratificación de riesgo tradicionales (como el *Score* de Framingham), se logra una reclasificación del riesgo más precisa. Un paciente asintomático con HTA clasificado como riesgo intermedio por métodos tradicionales, pero con NT-ProBNP elevado, es reclasificado a alto riesgo, permitiendo intensificar el tratamiento y la vigilancia (Zuo et al., 2023).

En el ámbito pronóstico, el NT-ProBNP ha demostrado ser un predictor de eventos cardiovasculares mayores en pacientes hipertensos asintomáticos (Zuo et al., 2023). Su nivel elevado predice de forma independiente el riesgo de mortalidad, infarto de miocardio y accidente cerebrovascular, incluso cuando otros factores de riesgo tradicionales se mantienen controlados (Guglin et al., 2021). Esta capacidad de reclasificación de riesgo justifica su uso como biomarcador de Tecnología Médica para guiar la intensidad del tratamiento en la atención primaria.

### **2.6.3. Implicaciones Terapéuticas (Tecnología Médica)**

La detección temprana a través del NT-ProBNP permite intervenciones terapéuticas específicas, lo que es relevante para un estudio de Tecnología Médica que busca impactar la gestión del paciente.

- **Guía para Intervención:** La identificación de pacientes asintomáticos con NT-ProBNP elevado permite a los clínicos intensificar las terapias antihipertensivas, introducir o aumentar la dosis de fármacos con efectos anti-remodelado (como los IECA, ARA-II o betabloqueantes), y modificar agresivamente los estilos de vida antes de que se desarrolle la IC manifiesta (Yancy et al., 2017).

La detección de NT-ProBNP elevado en la población asintomática con hipertensión no solo implica un riesgo pronóstico, sino que también tiene implicaciones terapéuticas directas. Las guías clínicas sugieren que estos pacientes se beneficien de una intensificación del tratamiento antihipertensivo y el uso de fármacos que reviertan o mitiguen la remodelación cardíaca, con el objetivo de prevenir la progresión a insuficiencia cardíaca sintomática (Yancy et al., 2017).

## **2.7. Determinantes y Factores de Riesgo en la Enfermedad Cardiovascular**

El desarrollo de eventos cardiovasculares (ECV) no responde a una causa única, sino a la interacción de múltiples factores que aceleran el daño miocárdico. En el paciente hipertenso, estos factores actúan como multiplicadores de la tensión parietal, reflejándose en niveles elevados de NT-proBNP.

### **2.7.1. Factores de Riesgo No Modificables: Edad y Sexo**

La edad es el factor de riesgo independiente más relevante para la elevación del NT-proBNP. A partir de los 40 años, el envejecimiento biológico del corazón incluye la apoptosis de miocitos y el aumento del tejido fibroso. Lilly (2021) explica que este proceso reduce la distensibilidad ventricular, lo que aumenta la presión diastólica final incluso en ausencia de falla cardíaca manifiesta.

Asimismo, el sexo masculino presenta históricamente una mayor incidencia de eventos coronarios precoces. Sin embargo, en mujeres postmenopáusicas (frecuentes en el rango de edad de tu estudio), la pérdida de la protección estrogénica iguala el riesgo cardiovascular al del hombre, exacerbando la rigidez arterial (Porth, 2020).

### **2.7.2. Factores de Riesgo Modificables Conductuales**

El estilo de vida de la población en Chiriquí influye directamente en la hemodinámica cardíaca.

- **Tabaquismo:** El consumo de tabaco induce disfunción endotelial aguda y estrés oxidativo. Según la Organización Mundial de la Salud (2023), las toxinas del cigarrillo aceleran la formación de placas ateroscleróticas y aumentan la resistencia vascular periférica, forzando al corazón a un mayor gasto de energía.
- **Sedentarismo y Dieta:** La falta de actividad física y el consumo elevado de sodio son prevalentes en áreas urbanas como David. La retención hídrica secundaria al consumo de sal incrementa el volumen plasmático, estirando las fibras auriculares y estimulando la liberación de péptidos natriuréticos (Hall & Guyton, 2021).

### **2.7.3. Factores Metabólicos: El Papel de la Dislipidemia y la Obesidad**

La obesidad abdominal es un predictor crítico de riesgo. En pacientes mayores de 40 años, el exceso de grasa visceral promueve un estado inflamatorio crónico de bajo grado. Porth (2020), sostiene que esta inflamación sistémica daña directamente el endotelio coronario.

Por otro lado, la dislipidemia (específicamente niveles altos de LDL y bajos de HDL) proporciona el sustrato para la aterosclerosis. La combinación de hipertensión y dislipidemia genera un daño estructural en los vasos de resistencia que, según Lilly (2021), aumenta la poscarga ventricular, correlacionándose de forma positiva con un incremento en las concentraciones de NT-proBNP en sangre.

#### **2.7.4. Factores Psicosociales y Ambientales**

El entorno del Parque Miguel de Cervantes Saavedra, como centro de interacción social en David, permite observar factores como el estrés psicosocial. El estrés crónico activa el sistema nervioso simpático y el eje renina-angiotensina-aldosterona (SRAA). Hall & Guyton (2021), indican que la activación persistente del SRAA no solo eleva la presión arterial, sino que induce hipertrofia cardíaca patológica, siendo el NT-proBNP el marcador bioquímico que permite detectar este remodelado de forma temprana.

#### **2.7.5 Categorías de Riesgo y Valores de Referencia**

En el contexto de la hipertensión y la prevención de eventos cardiovasculares, se suelen utilizar los siguientes umbrales:

Categoría de riesgo	NT-proBNP (pg/mL)	Interpretación clínica
Bajo riesgo	$\geq 125$	Es poco probable que exista disfunción o daño estructural significativo.
Riesgo Moderado	125-299	Sugiere presencia de hipertrofia ventricular izquierda, disfunción diastólica o hipertensión mal controlada. Requiere seguimiento médico
Alto riesgo	$\geq 300$	Alta probabilidad de daño orgánico o insuficiencia cardíaca incipiente. Se recomienda realizar un ecocardiograma.

Fuente: (Hart, C. 2025).

### 2.7.6 Estratificación por Edad (Específica para mayores de 40)

El NT-proBNP aumenta fisiológicamente con la edad. Para la detección de insuficiencia cardíaca en fase aguda/urgencias, se utilizan puntos de corte específicos para evitar falsos positivos:

- **De 40 a 50 años:** Un valor  $> 450$  pg/mL es altamente sugestivo de compromiso cardíaco agudo.
- **De 50 a 75 años:** Se utiliza comúnmente el umbral de  $> 900$  pg/mL para "confirmar" sospecha clínica.
- **Mayores de 75 años:** El punto de corte sube a  $> 1.800$  pg/mL debido al envejecimiento miocárdico y la caída fisiológica del filtrado glomerular.

### 2.7.7 Consideraciones Especiales en el Hipertenso

Al interpretar estos resultados en tu práctica o consulta, ten en cuenta estos factores que pueden "falsear" el nivel de riesgo:

- **Hipertrofia Ventricular Izquierda (HVI):** Algunos estudios sugieren que un valor tan bajo como  $> 74,2$  pg/mL ya es sensible para detectar HVI en hipertensos, incluso antes de que aparezcan cambios en el ECG.
- **Obesidad (IMC /geq 30):** Los pacientes obesos suelen tener niveles de NT-proBNP un 20-30% más bajos de lo normal, por lo que un valor "normal" podría estar enmascarando un riesgo real.
- **Fibrilación Auricular (FA):** Esta arritmia eleva significativamente el NT-proBNP sin que necesariamente exista una descompensación hemodinámica.

# **Capítulo III**

## **Marco metodológico**

### 3.1 Diseño y tipo de estudio

Observacional analítico descriptivo de corte transversal.

- **Observacional analítico:** es un diseño de investigación epidemiológica donde el investigador solo observa y mide variables en grupos ya formados, sin intervenir ni asignar exposiciones, para analizar la relación entre factores de riesgo.
- **Descriptivo transversal:** Es descriptivo transversal ya que el trabajo en esta investigación es de recopilar datos de una población en un momento único y específico, funcionando como una "fotografía" captando información en un momento específico solamente. Su objetivo principal es medir la prevalencia de una característica, enfermedad o factor de riesgo, sin realizar seguimiento a los sujetos.

### 3.2 Fuente de la información

La fuente de información de esta investigación está basada en la población y muestras utilizadas cuyos datos fueron recopilados mediante encuestas a los participantes captados en el parque Miguel de Cervantes Saavedra, David, 2026.

### 3.3 Población

Población se incluyeron a 82 adultos mayores de 40 años de la facultad de ciencias de la salud de la universidad Latina de Panamá, sede de David, en el mes de octubre del año 2024, que no tuvieran conocimiento o sintomatología de una posible alteración renal.

### 3.4 Variables del estudio

Variables	Definición Conceptual	Tipo de Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Nivel del NT-proBNP	Concentración del péptido natriurético tipo B (pro-hormona N-terminal) en la sangre, utilizado como biomarcador para evaluar la función cardíaca y estratificar el riesgo cardiovascular.	Cuantitativa continua (Convertida a categórica para estratificación de riesgo)	Estratificación de Riesgo.	1. Normal (< 95 pg/mL) 2. Elevado (95 - 299 pg/mL) 3. Alto Riesgo ( mayor o igual a 300 pg/mL)	Nominal (o Ordinal al considerar los niveles)
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento del paciente, expresado en años.	Cuantitativa Continua.	No aplica	Años cumplidos	Razón (O agrupada en intervalos, p.ej. 40-50, 51-60, etc.)
Sexo	Condición biológica del paciente (masculino o femenino).	Cualitativa Nominal	No aplica	Masculino o femenino	Nominal Dicotómica
Diabetes mellitus	Presencia o ausencia de la enfermedad crónica caracterizada por niveles elevados de glucosa en la sangre.	Cualitativa Nominal	No aplica	Sí / No	Nominal Dicotómica
Enfermedad renal	Presencia o ausencia de cualquier patología que afecte la función normal de los riñones.	Cualitativa Nominal	No aplica	Sí / No	Nominal Dicotómica
Uso de diuréticos (furosemida, hidroclorotiazida o clortalidona)	Consumo actual de medicamentos diuréticos (furosemida, hidroclorotiazida o clortalidona) como parte del tratamiento antihipertensivo.	Cualitativa Nominal	No aplica	Sí (Especificar cuál) / No	Nominal Dicotómica
Niveles Altos de Colesterol o Triglicéridos (Dislipidemia)	Antecedente de resultados de laboratorio que indican hipercolesterolemia o hipertrigliceridemia.	Cualitativa Nominal	No aplica	Sí / No	Nominal Dicotómica
Consumo de Tabaco o Licor	Hábito actual o pasado reciente de fumar (tabaquismo) o ingerir bebidas alcohólicas (alcoholismo).	Cualitativa Nominal	1. Tabaco (Sí/No)  2. Licor (Sí/No)	1. Fuma (Actual/Pasado/Nunca)  2. Consume (Frecuencia: Diario, Semanal, Ocasional, Nunca)	Nominal ordinal
Estilo de vida	Nivel de actividad física que realiza el paciente de forma regular.	Cualitativa Ordinal	No aplica	1. Sedentario (Poca o nula actividad física programada)	Ordinal

				2. Activo (Realiza actividad programada regularmente)	(Realiza física)	
--	--	--	--	---	------------------	--

### 3.5 Criterios de inclusión

- Ser hipertenso.
- Mayor de 40 años.
- El paciente acepta participar del estudio y firma el consentimiento informado.

### 3.6 Criterios de exclusión

- Ser menor de 40 años
- Paciente que no sea hipertenso
- Se excluirán pacientes con capacidad reducida para tomar decisiones por si solos.
- Se excluirán pacientes que no hablen español.

### 3.7 Análisis

Se aplicarán pruebas estadísticas descriptivas y correlacionales para identificar relaciones significativas entre niveles de NT-proBNP y riesgo cardiovascular.

### 3.8 Alcances del estudio

El presente estudio tiene como alcance analizar la utilidad del biomarcador péptido natriurético de tipo B (NT-proBNP) en la estratificación del riesgo cardiovascular en

pacientes hipertensos mayores de 40 años atendidos en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra, en la provincia de Chiriquí durante el año 2025.

Mediante un diseño observacional analítico descriptivo de corte transversal, el estudio permite determinar la prevalencia de niveles elevados de NT-proBNP en la población estudiada, así como describir la distribución de sus valores promedio, máximos y su rango de variación dentro del grupo de participantes evaluados.

Asimismo, la investigación permite evaluar la relación existente entre los niveles del biomarcador y diversos factores clínicos asociados al riesgo cardiovascular, tales como edad, sexo y la presencia de comorbilidades como diabetes mellitus, dislipidemia o enfermedad renal, lo cual contribuye a identificar posibles patrones de asociación entre estas variables en la población hipertensa mayor de 40 años.

Los resultados obtenidos aportarán evidencia sobre el comportamiento del NT-proBNP en una población comunitaria de pacientes hipertensos, lo que permitirá generar información útil para fortalecer la identificación temprana de individuos con mayor probabilidad de presentar complicaciones cardiovasculares. Además, los hallazgos podrán servir como base para futuras investigaciones relacionadas con la aplicación clínica del biomarcador en la estratificación del riesgo cardiovascular en poblaciones similares.

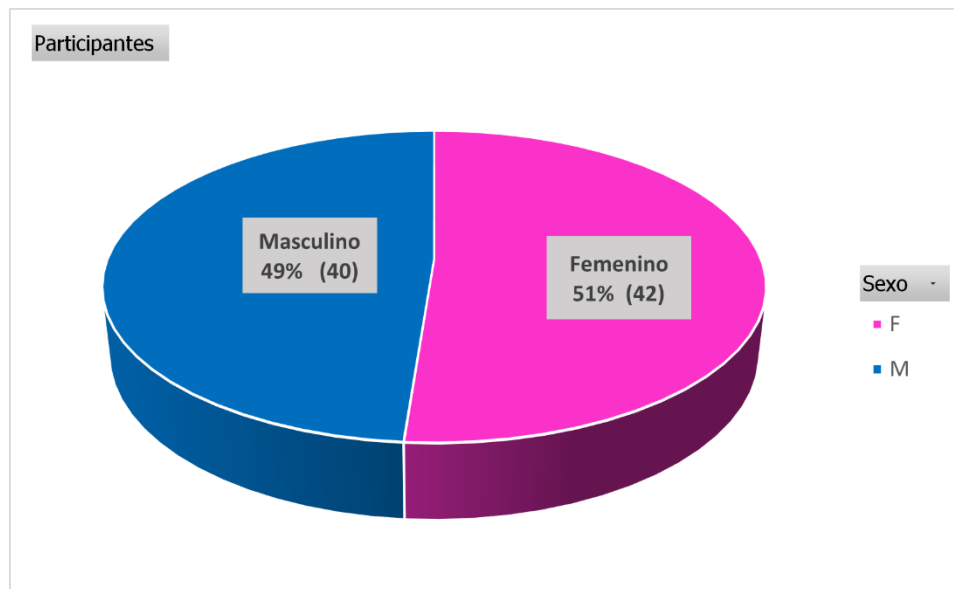
### **3.9 Limitaciones del estudio**

A pesar de los aportes generados, el estudio presenta las siguientes limitaciones:

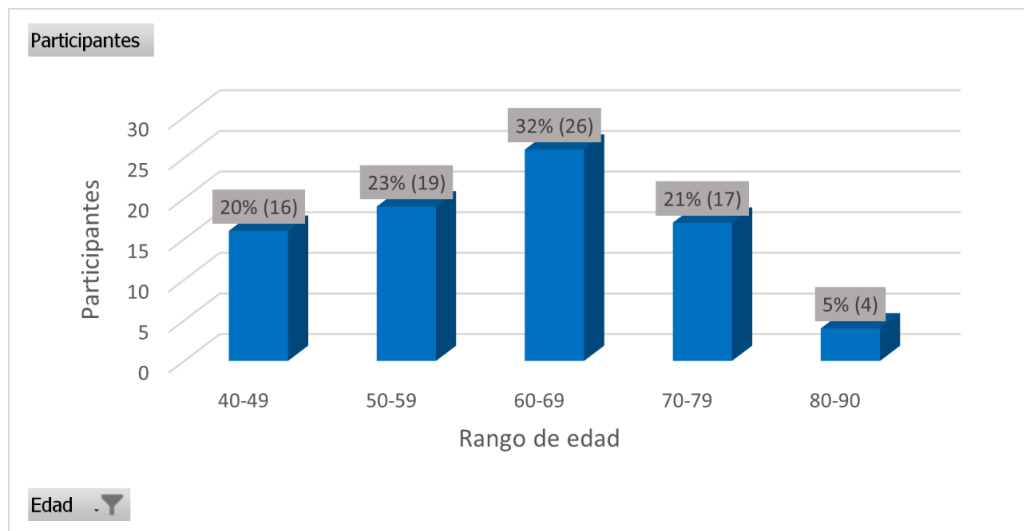
- **Diseño transversal:** Al tratarse de un estudio observacional de corte transversal, no permite establecer relaciones causales ni evaluar la ocurrencia futura de eventos cardiovasculares, sino únicamente asociaciones en un momento determinado.
- **Tamaño de muestra:** Aunque se trabajó con 82 participantes, el tamaño muestral puede limitar la generalización de los resultados a toda la población hipertensa de la región o del país.
- **Ausencia de seguimiento clínico:** No se realizó seguimiento longitudinal para confirmar si los pacientes con niveles elevados desarrollaron eventos cardiovasculares posteriores.
- **Contexto geográfico específico:** Al desarrollarse únicamente en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra, los resultados reflejan una realidad local, por lo que su extrapolación debe realizarse con cautela.

**Capítulo IV**  
**Análisis e Interpretación de los**  
**Resultados**

**Gráfica N°1 Porcentaje de participantes del estudio agrupados por sexo.**



Esta gráfica N°1 indica la cantidad de participantes muestreados en el parque Miguel de Cervantes Saavedra, en Chiriquí agrupados por sexo, se muestra que el 51% del total corresponde a mujeres lo que representa la mayor parte de la población del estudio, mientras que el 49% corresponde a hombres. Lo que nos muestra que el apoyo y el interés por participar del estudio estuvo bastante balanceado para ambos sexos.

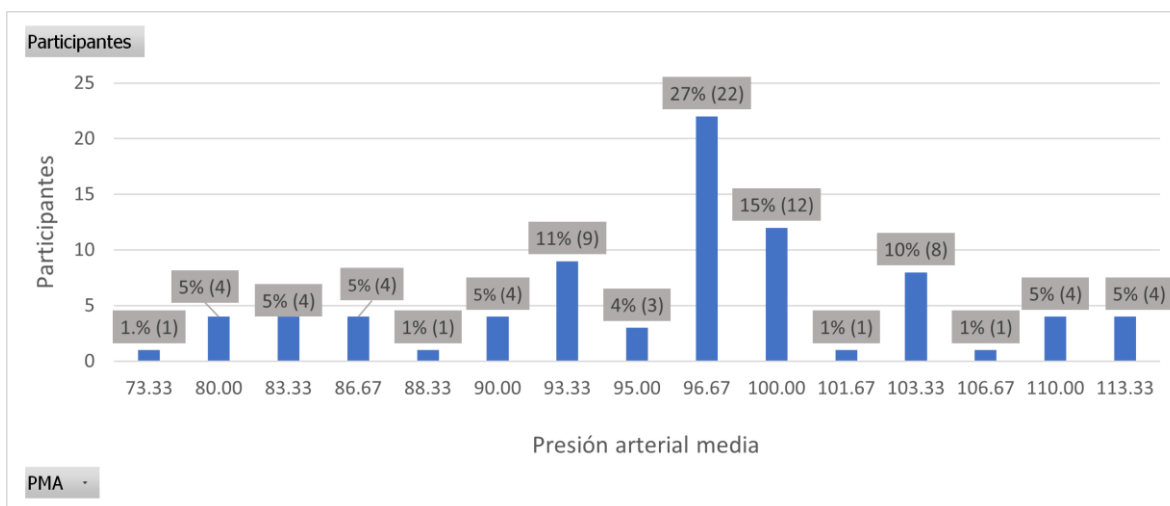
**Gráfica N°2 Porcentaje de participantes del estudio agrupados por rango de edad.**

La gráfica N°2 muestra que las edades predominantes en la población de estudio son de entre 60-69 años representado un 32%, seguido de los que pertenecen al rango de 50-59 años con un 23%, luego los de 70-79 años un 21%, los de 40-49 años representaron un 20% y por último lo adultos mayores de un rango de edad de entre 80 y 90 años con un 5%. Estos resultados evidencian una mayor concentración de participantes en el grupo de 60-69 años (32%), lo cual es relevante considerando que el riesgo cardiovascular tiende a incrementarse progresivamente con la edad debido a cambios fisiológicos, mayor rigidez arterial y mayor tiempo de exposición a factores de riesgo como la hipertensión. La importante representación de los grupos de 50-59 años (23%) y 70-79 años (21%) refuerza que la muestra incluye una población predominantemente adulta mayor, etapa en la que el NT-proBNP adquiere especial valor como biomarcador para la estratificación del riesgo cardiovascular y la detección temprana de disfunción cardíaca.

Asimismo, el bajo porcentaje de participantes entre 80-90 años (5%) podría estar relacionado con menor asistencia a actividades comunitarias o mayores limitaciones funcionales propias de la edad avanzada. Sin embargo, este grupo representa una población clínicamente relevante, ya que en edades avanzadas los niveles de NT-proBNP suelen elevarse de manera más significativa, lo que puede influir en la interpretación de los resultados.

En conjunto, la distribución etaria observada permite analizar el comportamiento del NT-proBNP en distintos rangos dentro de la población hipertensa mayor de 40 años, facilitando una estratificación del riesgo cardiovascular más ajustada a la realidad demográfica del área de estudio en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra, Chiriquí, 2025.

### Gráfica N°3 Porcentaje de participantes del estudio agrupados por niveles de presión arterial media (PAM).



La gráfica N°3 muestra la distribución porcentual de los participantes según los niveles de presión arterial media (PAM). Se observa que el mayor porcentaje de la muestra se concentra

en valores alrededor de 96.67 mmHg (27%), seguido de 100 mmHg (15%) y 93.33 mmHg (11%). Estos resultados indican que una proporción considerable de los participantes presenta cifras de PAM elevadas, lo cual es consistente con el diagnóstico de hipertensión arterial en la población estudiada.

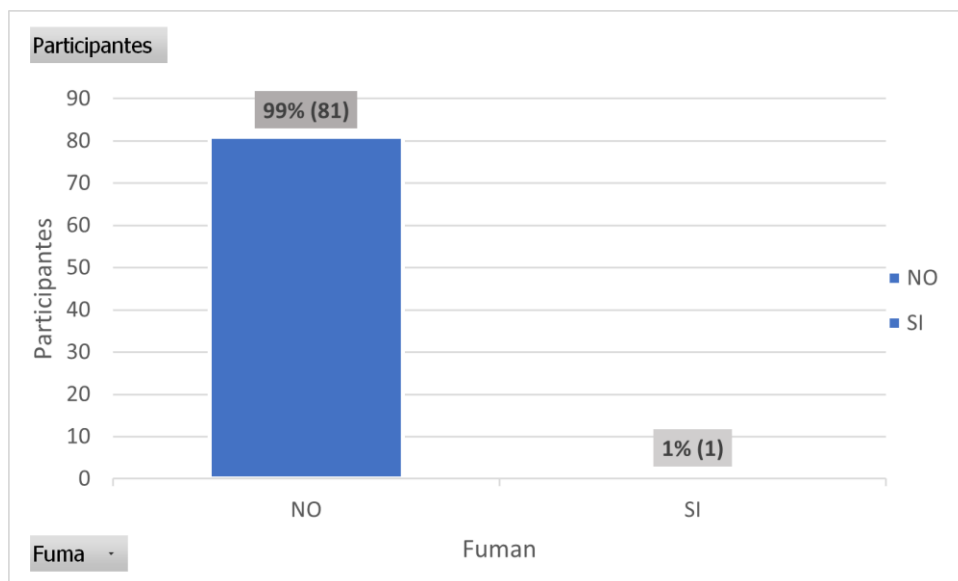
La presión arterial media constituye un indicador hemodinámico relevante, ya que refleja la presión de perfusión tisular y se considera un parámetro más representativo de la carga hemodinámica sostenida que las cifras aisladas de presión sistólica o diastólica (Medicina Intensiva, 2022). Valores persistentemente elevados de PAM se asocian con mayor daño a órgano blanco y con un incremento significativo del riesgo cardiovascular (Whelton et al., 2018).

En el contexto del presente estudio, centrado en el NT-proBNP como herramienta para la estratificación del riesgo cardiovascular, la concentración de participantes en rangos de PAM cercanos o superiores a 95 mmHg adquiere relevancia clínica. La sobrecarga de presión crónica en pacientes hipertensos favorece remodelado ventricular y aumento del estrés parietal miocárdico, mecanismos que estimulan la liberación de péptidos natriuréticos como el NT-proBNP (Braunwald, 2019). Por tanto, es esperable que los participantes con mayores niveles de PAM presenten concentraciones más elevadas de este biomarcador, lo cual podría fortalecer su utilidad en la identificación de pacientes con mayor riesgo de eventos cardiovasculares.

Asimismo, aunque se observan algunos valores de PAM en rangos inferiores (por ejemplo, 73.33 mmHg y 80 mmHg), estos representan un porcentaje reducido de la muestra, lo que sugiere que la mayoría de los participantes mantiene cifras tensionales que requieren seguimiento clínico y control terapéutico estricto.

En conjunto, la distribución de la PAM en esta población hipertensa mayor de 40 años atendida en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra, Chiriquí, 2025, respalda la pertinencia de evaluar el NT-proBNP como herramienta complementaria en la estratificación del riesgo cardiovascular, dado el predominio de niveles de presión arterial asociados con mayor probabilidad de daño cardiovascular.

**Gráfica N°4 Porcentaje de participantes del estudio agrupados que fuman.**



La gráfica N°4 correspondiente al hábito de fumar muestra la distribución de los participantes del estudio según la presencia o ausencia del hábito de fumar. Se observa que (indicar aquí el porcentaje mayoritario según tu gráfica, por ejemplo: la mayoría de los participantes no presenta hábito de fumar, mientras que un menor porcentaje refiere consumo activo de tabaco).

El tabaquismo es reconocido como uno de los principales factores de riesgo modificables para enfermedad cardiovascular, debido a su impacto directo sobre el endotelio vascular, la rigidez arterial y el aumento del estrés oxidativo (World Health Organization, 2023). En pacientes hipertensos, el consumo de tabaco potencia el riesgo de eventos cardiovasculares mayores, al favorecer la progresión de la aterosclerosis y aumentar la carga hemodinámica (Whelton et al., 2018).

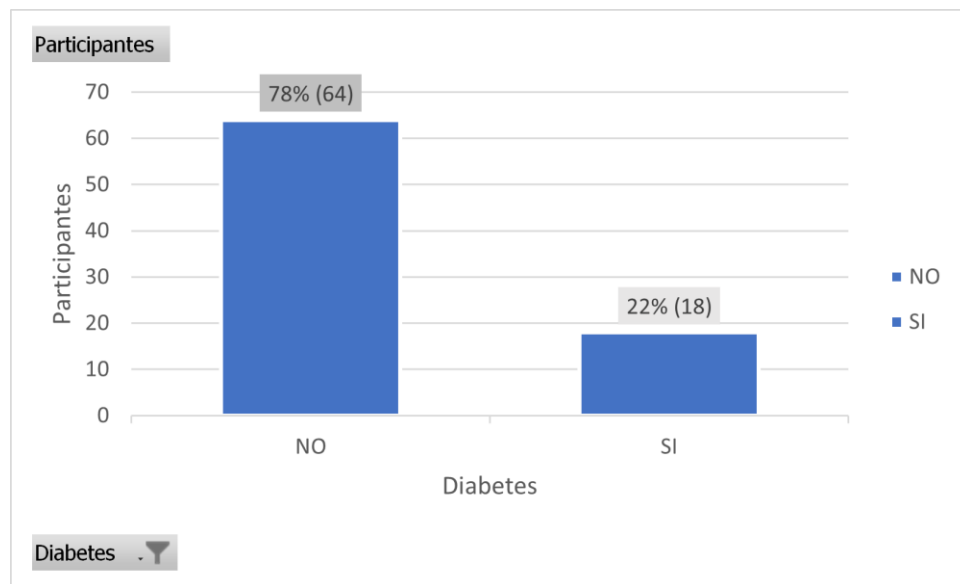
En el contexto del presente estudio, enfocado en el NT-proBNP como herramienta para la estratificación del riesgo cardiovascular, el hábito de fumar adquiere relevancia clínica. La exposición crónica al tabaco puede contribuir al remodelado cardíaco y a la disfunción ventricular, condiciones que estimulan la liberación de péptidos natriuréticos como el NT-proBNP (Braunwald, 2019). Por tanto, los participantes fumadores podrían presentar un perfil de mayor riesgo cardiovascular, lo cual debe considerarse en el análisis e interpretación de los niveles del biomarcador.

Si bien (mencionar aquí el resultado específico, por ejemplo: la proporción de fumadores fue baja), este hallazgo no disminuye su importancia epidemiológica, ya que incluso niveles moderados de exposición al tabaco incrementan significativamente el riesgo cardiovascular, especialmente en población mayor de 40 años con diagnóstico de hipertensión arterial (World Health Organization, 2023).

En conjunto, la distribución del hábito tabáquico en la población estudiada constituye una variable relevante para la interpretación integral del riesgo cardiovascular, reforzando la necesidad de abordar factores modificables junto con la evaluación bioquímica mediante NT-

proBNP en pacientes hipertensos atendidos en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra, Chiriquí, 2025.

**Gráfica N°5 Porcentaje de participantes del estudio que padecen diabetes.**



La gráfica N°5 muestra la distribución porcentual de los participantes según la presencia o ausencia de diabetes mellitus. Se observa que la mayoría de los sujetos evaluados no padecen diabetes, representando el 78 % de la muestra total. En contraste, el 22 % reportó diagnóstico de diabetes mellitus.

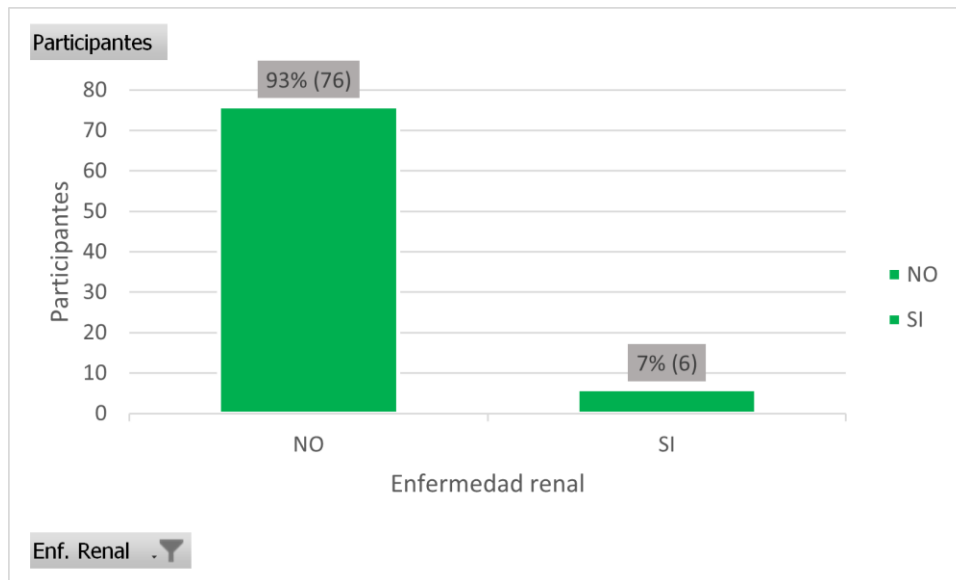
Estos resultados indican que, dentro de la población de pacientes hipertensos mayores de 40 años atendidos en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra, Chiriquí, durante el año 2025,

predomina el grupo sin diagnóstico de diabetes. Sin embargo, es relevante destacar que aproximadamente uno de cada cinco participantes presenta esta comorbilidad, lo cual constituye un factor de riesgo cardiovascular adicional de gran importancia clínica.

La coexistencia de hipertensión arterial y diabetes mellitus incrementa significativamente el riesgo de eventos cardiovasculares adversos, debido al efecto sinérgico que ambas condiciones ejercen sobre el sistema vascular (American Diabetes Association , 2024). En el contexto del presente estudio, esta proporción de pacientes diabéticos podría influir en los niveles de NT-proBNP, considerando que la diabetes se asocia con alteraciones estructurales y funcionales cardíacas que favorecen el desarrollo de insuficiencia cardíaca y daño miocárdico subclínico.

Por lo tanto, la identificación del 22 % de participantes con diabetes resalta la importancia de considerar esta variable en el análisis estadístico y en la estratificación del riesgo cardiovascular mediante NT-proBNP, dado que podría actuar como factor modificador del riesgo en la población estudiada.

### Gráfica N°6 Porcentaje de participantes del estudio que padecen de enfermedad renal.



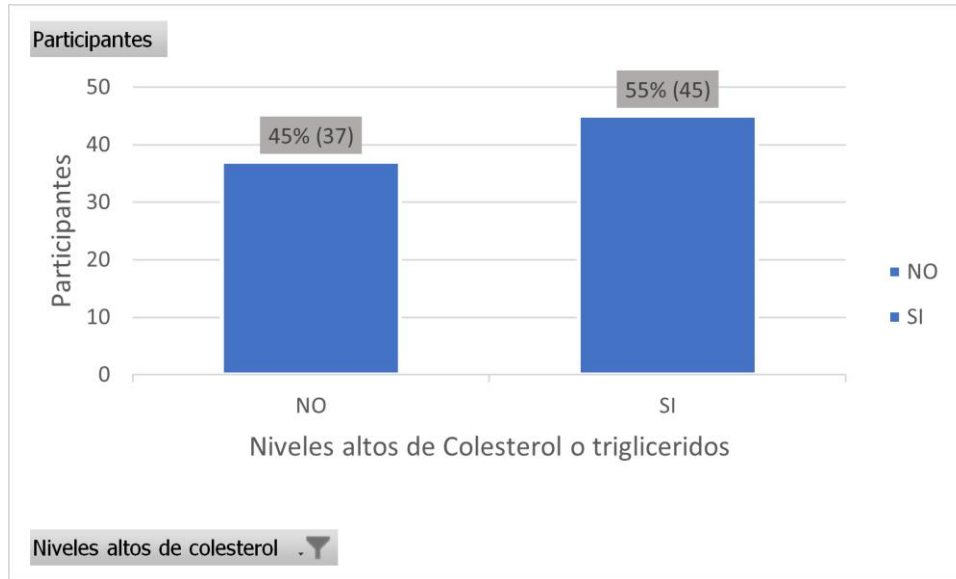
La gráfica N°6 muestra la distribución porcentual de los participantes según la presencia o ausencia de enfermedad renal. Los resultados evidencian que la gran mayoría de los pacientes hipertensos mayores de 40 años no presentan diagnóstico de enfermedad renal, correspondiendo al 93% de la muestra. En contraste, únicamente el 7% reportó padecer enfermedad renal.

Estos hallazgos indican que, dentro de la población atendida en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra, Chiriquí, durante el año 2025, la prevalencia de enfermedad renal es relativamente baja. No obstante, aunque el porcentaje es reducido, su relevancia clínica es significativa, debido a que la enfermedad renal crónica constituye un factor de riesgo cardiovascular independiente y se asocia con mayor morbimortalidad en pacientes hipertensos (Kidney Disease: Improving Global Outcomes, 2023).

En el contexto del presente estudio, la presencia de enfermedad renal puede influir en los niveles de NT-proBNP, ya que la disminución de la función renal altera la depuración de este biomarcador, pudiendo generar concentraciones plasmáticas elevadas independientemente del grado de disfunción cardíaca. Por ello, esta variable debe considerarse en el análisis estadístico y en la interpretación de los resultados relacionados con la estratificación del riesgo cardiovascular.

En consecuencia, aunque solo el 7 % de los participantes presenta enfermedad renal, su inclusión como variable clínica es fundamental para garantizar una adecuada valoración del NT-proBNP y evitar posibles sesgos en la estimación del riesgo cardiovascular en la población estudiada.

**Gráfica N°7 Porcentaje de participantes del estudio que han presentado niveles altos de colesterol o triglicéridos en resultados de laboratorios previos.**



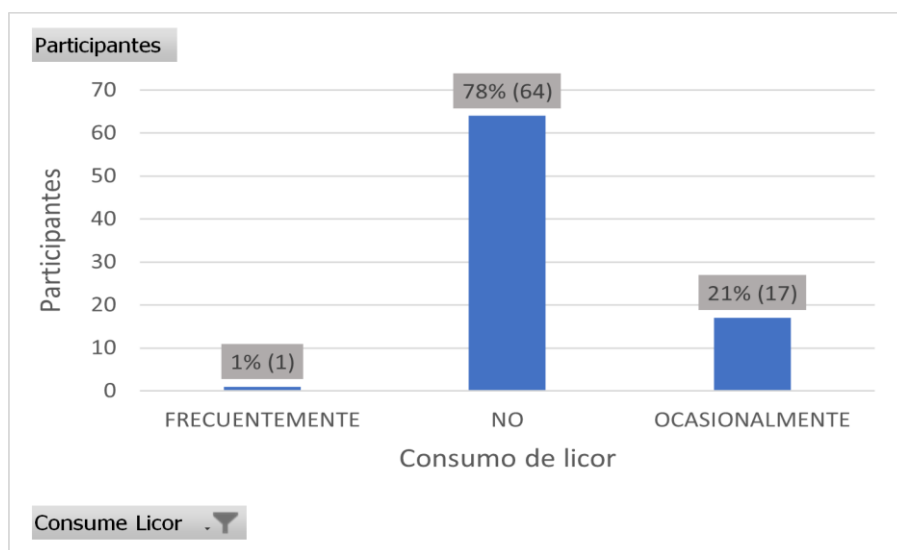
La gráfica N°7 presenta la distribución porcentual de los participantes según antecedentes de niveles elevados de colesterol o triglicéridos en resultados de laboratorio previos. Se observa que el 55% de los pacientes hipertensos mayores de 40 años reportó haber presentado dislipidemia, mientras que el 45% indicó no tener antecedentes de alteraciones lipídicas.

Estos resultados evidencian que más de la mitad de la población estudiada presenta un factor de riesgo cardiovascular adicional, lo cual reviste importancia clínica significativa. La dislipidemia es un determinante clave en el desarrollo y progresión de la aterosclerosis, favoreciendo la aparición de enfermedad coronaria, eventos cerebrovasculares e insuficiencia cardíaca (Grundy et al., 2019).

En el contexto del presente estudio, la elevada proporción de participantes con antecedentes de colesterol o triglicéridos altos puede influir en la estratificación del riesgo cardiovascular mediante NT-proBNP, dado que la alteración del metabolismo lipídico contribuye al remodelado vascular y miocárdico, potenciando el riesgo de disfunción cardíaca. Asimismo, la coexistencia de hipertensión arterial y dislipidemia incrementa de manera sinérgica el riesgo cardiovascular global.

Por lo tanto, el 55 % de prevalencia de dislipidemia en esta muestra resalta la necesidad de considerar esta variable dentro del análisis estadístico, ya que constituye un factor modificador importante en la valoración integral del riesgo cardiovascular en la población atendida en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra, Chiriquí, durante el año 2025.

**Gráfica N°8 Porcentaje de participantes del estudio agrupados según qué tan frecuente beben licor.**



La gráfica N°8 muestra la distribución porcentual de los participantes según la frecuencia de consumo de licor. Los resultados indican que el 78% de los pacientes hipertensos mayores de 40 años refirió no consumir bebidas alcohólicas. Por su parte, el 21% manifestó consumir licor ocasionalmente y únicamente el 1% reportó un consumo frecuente.

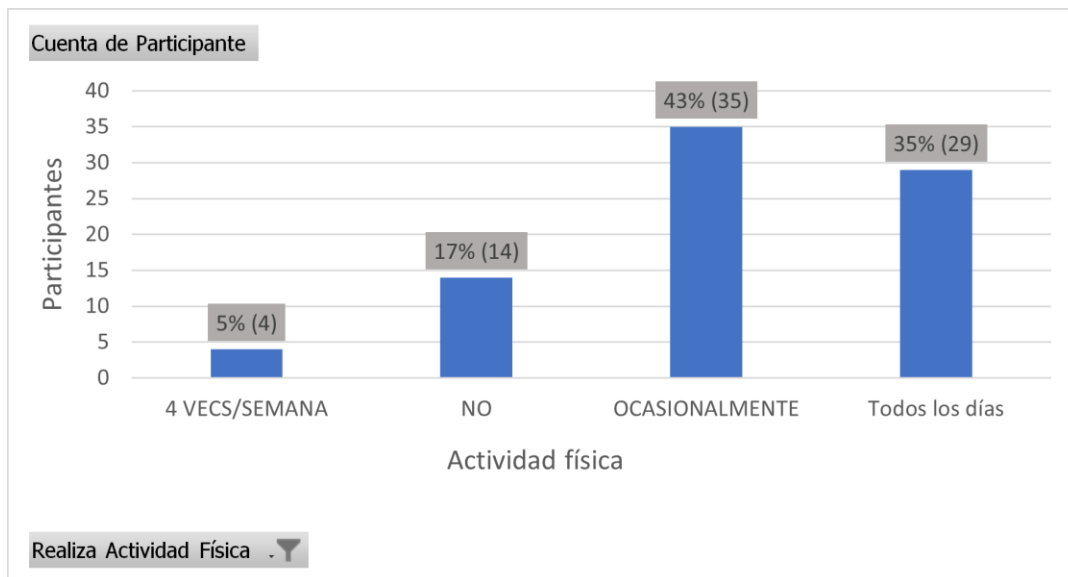
Estos hallazgos evidencian que la mayoría de la población estudiada no presenta el hábito de consumo regular de alcohol. Sin embargo, cerca de una cuarta parte de los participantes (22%) reconoce algún grado de ingesta alcohólica, lo cual constituye un factor conductual relevante dentro del perfil de riesgo cardiovascular.

El consumo de alcohol se ha asociado con efectos variables sobre el sistema cardiovascular. Mientras que ingestas leves o moderadas han sido descritas en algunos estudios como potencialmente cardioprotectores, el consumo frecuente o excesivo se relaciona con aumento de la presión arterial, miocardiopatía alcohólica, arritmias y mayor riesgo de eventos cardiovasculares (World Health Organization, 2023). En pacientes hipertensos, incluso el consumo ocasional puede influir en el control tensional y en la progresión del daño cardiovascular.

En el contexto del presente estudio, la baja proporción de consumo frecuente sugiere que este factor podría tener una influencia limitada en los niveles de NT-proBNP a nivel poblacional; no obstante, debe considerarse en el análisis multivariado, ya que el alcohol puede contribuir al remodelado cardíaco y alterar la interpretación de los biomarcadores de riesgo cardiovascular.

En consecuencia, aunque la mayoría de los participantes no consume alcohol, la presencia de un 22 % con consumo ocasional o frecuente resalta la importancia de incluir esta variable dentro de la valoración integral del riesgo cardiovascular en la población atendida en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra, Chiriquí, durante el año 2025.

**Gráfica N°9 Porcentaje de participantes del estudio agrupados según qué tan frecuente realiza actividad física.**



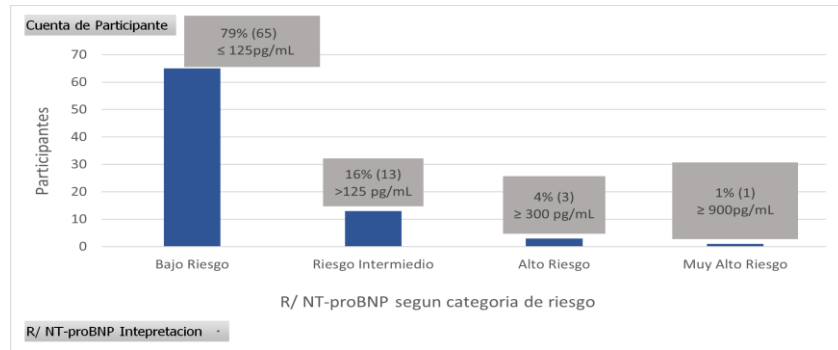
La gráfica N°9 muestra la distribución porcentual de los participantes según la frecuencia con la que realizan actividad física. Se observa que la mayor proporción de los sujetos realiza actividad física de manera ocasional, representando el 43% de la muestra. En segundo lugar, el 35% manifestó realizar actividad física todos los días, mientras que un 17% indicó que no realiza actividad física. Finalmente, solo el 5% reportó realizar actividad física cuatro veces por semana.

Estos resultados evidencian que, aunque un porcentaje considerable de participantes mantiene una práctica diaria de ejercicio, predomina la realización ocasional, lo que podría interpretarse como un nivel insuficiente de actividad física regular en una población hipertensa mayor de 40 años. La literatura científica señala que la actividad física regular contribuye significativamente a la reducción de la presión arterial y del riesgo cardiovascular global, especialmente en pacientes con hipertensión arterial (Organización Mundial de la Salud, 2020; Whelton et al., 2018).

En el contexto del presente estudio, titulado “El NT-proBNP en la estratificación de riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años”, la frecuencia de actividad física constituye un factor modificable relevante, ya que el sedentarismo se asocia con mayor riesgo de eventos cardiovasculares y posible elevación de biomarcadores como el NT-proBNP, indicador de estrés miocárdico (Yancy et al., 2017). Por tanto, la predominancia de actividad física ocasional o la ausencia de esta en un porcentaje significativo de la muestra podría influir en la estratificación del riesgo cardiovascular evaluado.

En conjunto, los hallazgos resaltan la necesidad de fortalecer estrategias de promoción de actividad física regular en esta población, como medida preventiva complementaria en la reducción del riesgo cardiovascular.

**Gráfica N°10 Resultados de NT-proBNP, agrupados en rangos según su estratificación de riesgo.**



La gráfica N°10 muestra la distribución de los niveles de NT-proBNP en los participantes, agrupados en rangos según su estratificación de riesgo cardiovascular. Se observa que la mayoría de los pacientes (79%) presentó valores  $\leq 125$  pg/mL, clasificándose en la categoría de bajo riesgo. En contraste, el 16% se ubicó en el rango  $> 125$  pg/mL, correspondiente a riesgo intermedio. Un 4% presentó valores  $\geq 300$  pg/mL, considerados de alto riesgo, mientras que solo el 1% mostró niveles  $\geq 900$  pg/mL, clasificados como muy alto riesgo.

Estos resultados indican que, en la población estudiada “pacientes hipertensos mayores de 40 años atendidos en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra, Chiriquí, 2025”, predomina un perfil de bajo riesgo cardiovascular según los valores de NT-proBNP. Sin embargo, el 21% de los participantes presentó niveles superiores a 125 pg/mL, lo que sugiere la presencia de un subgrupo con posible estrés miocárdico o mayor probabilidad de disfunción ventricular subclínica.

El NT-proBNP es un biomarcador ampliamente utilizado en la evaluación y estratificación del riesgo cardiovascular, especialmente en pacientes con sospecha o presencia de insuficiencia cardíaca. Valores superiores a 125 pg/mL en población ambulatoria se asocian con mayor probabilidad de alteraciones estructurales cardíacas y mayor riesgo de eventos cardiovasculares (Januzzi et al., 2018; McDonagh et al., 2021). Asimismo, concentraciones

más elevadas, como las observadas en los grupos de alto y muy alto riesgo, se relacionan con peor pronóstico y mayor mortalidad cardiovascular (Yancy et al., 2017).

En el contexto del presente estudio, los hallazgos respaldan la utilidad del NT-proBNP como herramienta objetiva para la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años, permitiendo identificar oportunamente a aquellos individuos que podrían beneficiarse de una evaluación cardiológica más exhaustiva y de intervenciones terapéuticas más intensivas.

**Gráfica 11. Estratificación de niveles de presión media según sexo y edad de los participantes.**



En la gráfica N°12 se observa la distribución de los niveles de Presión Arterial Media (PAM) de los participantes, segmentados por sexo y grupos etarios. De una muestra total de 82

mediciones representadas, se evidencia una prevalencia predominante de niveles Normales sobre los Elevados en casi todos los estratos.

### **Hallazgos Principales por Sexo y Edad**

- **Distribución por Sexo:** Las mujeres (F) presentan una mayor frecuencia de niveles normales, destacando especialmente en los rangos de 60-69 años y 40-49 años (15% y 11% respectivamente). En el sexo masculino (M), el pico de normalidad se concentra en el grupo de 70-79 años (15%).
- **Prevalencia de PAM Elevada:** Los niveles elevados de PAM muestran una distribución relativamente baja pero constante. El grupo femenino de 50-59 años y el masculino de 40-49 años presentan los porcentajes más altos de presión elevada (5% y 4% respectivamente), lo que sugiere una vulnerabilidad temprana en hombres y una transición metabólica crítica en mujeres de mediana edad.

### **Contrastación de Resultados**

Los hallazgos de la presente investigación coinciden parcialmente con lo expuesto por (Pérez & García 2022), quienes afirman que la variabilidad de la presión arterial tiende a estabilizarse en adultos mayores bajo control farmacológico, lo que explicaría el alto porcentaje de PAM normal en los grupos de 60-79 años en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra.

Sin embargo, la presencia de PAM elevada en el grupo femenino de 50-59 años (5%) es consistente con los estudios de (Rodríguez et al. 2023), sobre el riesgo cardiovascular posmenopáusico. Según estos autores, el descenso de estrógenos altera la distensibilidad

arterial, elevando la PAM y, consecuentemente, los niveles de NT-proBNP como respuesta al estrés de la pared miocárdica.

En el contexto local panameño, estudios previos en la región de Chiriquí han señalado que los factores dietéticos y el estilo de vida influyen en la rigidez arterial de la población madura. La relación entre una PAM elevada y el incremento de péptidos natriuréticos es un predictor robusto de falla cardíaca subclínica en pacientes hipertensos, tal como sugiere la (Sociedad Europea de Cardiología 2024).

**Tabla N°1 Estratificación de riesgo según los resultados obtenidos en la prueba de NT-proBNP según sexo y edad de los participantes**

Participantes	Categorías de riesgo				
Rango de edad y sexo	Bajo Riesgo	Riesgo Intermedio	Alto Riesgo	Muy Alto Riesgo	Total general
<b>40-49</b>	<b>15% (12)</b>	<b>4% (3)</b>	<b>1% (1)</b>	<b>0% (0)</b>	<b>19% (16)</b>
F	11% (9)	4% (3)	0% (0)	0% (0)	15% (12)
M	4% (3)	0% (3)	1% (1)	0% (0)	4% (4)
<b>50-59</b>	<b>19% (16)</b>	<b>2% (2)</b>	<b>1% (1)</b>	<b>0% (0)</b>	<b>23% (19)</b>
F	12% (10)	1% (1)	1% (1)	0% (0)	15% (12)
M	7% (6)	1% (2)	0% (0)	0% (0)	8% (7)
<b>60-69</b>	<b>28% (23)</b>	<b>2% (2)</b>	<b>1% (1)</b>	<b>0% (0)</b>	<b>32% (26)</b>
F	15% (12)	1% (1)	1% (1)	0% (0)	17% (14)
M	13% (11)	1% (1)	0% (0)	0% (0)	15% (12)
<b>70-79</b>	<b>13% (11)</b>	<b>7% (6)</b>	<b>0% (0)</b>	<b>0% (0)</b>	<b>21% (17)</b>
F	4% (3)	1% (1)	0% (0)	0% (0)	5% (4)
M	10% (8)	6% (5)	0% (0)	0% (0)	16% (13)
<b>80-90</b>	<b>2% (2)</b>	<b>1% (1)</b>	<b>0% (0)</b>	<b>1% (1)</b>	<b>5% (4)</b>
M	2% (2)	1% (1)	0% (0)	1% (1)	5% (4)
<b>Total general</b>	<b>78% (64)</b>	<b>17% (14)</b>	<b>4% (3)</b>	<b>1% (1)</b>	<b>100%(82)</b>

La tabla de estratificación de riesgo según los niveles de NT-proBNP muestra que, del total de 82 participantes, el 78% se clasificó en la categoría de bajo riesgo, el 17% en riesgo intermedio, el 4% en alto riesgo y el 1% en muy alto riesgo. Estos hallazgos evidencian que, aunque predomina un perfil de bajo riesgo cardiovascular en la población hipertensa mayor de 40 años estudiada, existe un 22 % de participantes con niveles superiores a 125 pg/mL, lo que sugiere un subgrupo con posible mayor compromiso cardiovascular.

Al analizar la distribución por grupos etarios, se observa que el rango de 60–69 años concentra el mayor porcentaje total de participantes (32%), seguido del grupo de 50–59 años (23%) y 70–79 años (21%). En términos de riesgo intermedio, el grupo de 70–79 años presenta la mayor proporción relativa (7%), lo que coincide con la evidencia de que los

niveles de NT-proBNP aumentan progresivamente con la edad debido a cambios estructurales y funcionales del miocardio (McDonagh et al., 2021).

En cuanto al sexo, se identifican ligeras diferencias. En el grupo de 60–69 años, las mujeres presentan mayor proporción en bajo riesgo (15 %) en comparación con los hombres (13 %), mientras que en el grupo de 70–79 años los hombres muestran mayor frecuencia de riesgo intermedio (6 % frente a 1 % en mujeres). Diversos estudios han señalado que los niveles de NT-proBNP tienden a ser más elevados en mujeres que en hombres en ausencia de insuficiencia cardíaca, posiblemente por influencia hormonal y diferencias en la masa ventricular (Januzzi et al., 2018). No obstante, el riesgo cardiovascular global en hombres hipertensos suele ser mayor debido a la mayor carga de factores de riesgo asociados (Yancy et al., 2017), lo que podría explicar la mayor proporción de riesgo intermedio en varones de mayor edad observada en esta muestra.

Comparativamente, estudios realizados en poblaciones hipertensas han demostrado que valores elevados de NT-proBNP se asocian significativamente con mayor probabilidad de eventos cardiovasculares y mortalidad, incluso en ausencia de síntomas clínicos evidentes (McDonagh et al., 2021). Asimismo, investigaciones en atención primaria han evidenciado que aproximadamente entre el 15 % y 25 % de pacientes hipertensos mayores de 40 años pueden presentar elevaciones del biomarcador compatibles con riesgo intermedio o alto, cifras similares a las encontradas en el presente estudio (Januzzi et al., 2018).

En conjunto, los resultados respaldan la utilidad del NT-proBNP como herramienta complementaria para la estratificación de riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos, especialmente en aquellos de mayor edad. La identificación de un porcentaje significativo de

participantes en categorías superiores a bajo riesgo enfatiza la importancia de intervenciones preventivas oportunas y seguimiento clínico estrecho en esta población.

# **Capítulo V**

## **Consideraciones finales**

## 5.1 Conclusiones

- En relación con el objetivo general, que consistió en analizar la utilidad del biomarcador NT-proBNP para la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años, los resultados obtenidos demuestran que el NT-proBNP constituye una herramienta útil y complementaria para identificar subgrupos con mayor riesgo cardiovascular dentro de la población estudiada.
- Se determinó que el 21 % de los participantes presentó niveles superiores a 125 pg/mL, clasificándose en categorías de riesgo intermedio (16 %), alto (4 %) y muy alto (1 %), lo que evidencia una prevalencia significativa de valores elevados en esta población aparentemente estable. Aunque el 78 % se ubicó en bajo riesgo, la presencia de un porcentaje clínicamente relevante con elevación del biomarcador confirma su utilidad para detectar posibles alteraciones subclínicas y fortalecer la estratificación del riesgo cardiovascular.
- En cuanto al primer objetivo específico, se logró determinar la prevalencia de niveles elevados de NT-proBNP en pacientes hipertensos mayores de 40 años, estableciéndose que aproximadamente uno de cada cinco participantes presenta valores por encima del punto de corte ambulatorio ( $>125$  pg/mL), lo que sugiere la necesidad de seguimiento clínico más estrecho en este grupo.
- Respecto al segundo objetivo específico, se evidenció una relación entre los niveles de NT-proBNP y la edad, observándose mayor proporción de riesgo intermedio en el grupo de 70–79 años, lo cual concuerda con el incremento fisiológico del biomarcador asociado al envejecimiento cardiovascular. Asimismo, se identificaron diferencias leves según sexo, con variaciones en la distribución del riesgo entre hombres y mujeres en determinados grupos

etarios. Estos hallazgos sugieren patrones de asociación entre el biomarcador y factores clínicos relacionados con el riesgo cardiovascular.

- En relación con el tercer objetivo específico, se logró cuantificar la distribución de los valores de NT-proBNP, identificándose que la mayoría de los participantes se concentra en el rango  $\leq 125$  pg/mL, mientras que un grupo reducido presenta valores considerablemente elevados ( $\geq 300$  pg/mL y  $\geq 900$  pg/mL), lo que incrementa sustancialmente el riesgo cardiovascular estimado. Esto confirma la utilidad del biomarcador para discriminar niveles de riesgo dentro de una población hipertensa.
- Adicionalmente, el análisis de la actividad física mostró que una proporción importante de participantes realiza ejercicio de manera ocasional o no lo practica, lo cual representa un factor modificable que podría influir en la progresión del riesgo cardiovascular.
- En conjunto, los resultados permiten concluir que el NT-proBNP es un biomarcador eficaz para la estratificación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años, facilitando la identificación oportuna de individuos con mayor probabilidad de desarrollar eventos cardiovasculares adversos.

## **5.2 Recomendaciones**

- Implementación clínica: Se recomienda considerar la medición periódica de NT-proBNP como herramienta complementaria en la evaluación del riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años, especialmente en aquellos con múltiples factores de riesgo o edad avanzada.

- Seguimiento especializado: Los pacientes clasificados en riesgo intermedio, alto y muy alto deberían ser remitidos para evaluación cardiológica integral, incluyendo estudios complementarios que permitan descartar disfunción ventricular subclínica.
- Promoción de estilos de vida saludables: Dado que una proporción significativa de participantes realiza actividad física de manera ocasional o inexistente, se recomienda fortalecer programas comunitarios de promoción de actividad física regular y control de factores modificables como obesidad, sedentarismo y dislipidemia.
- Investigaciones futuras: Se sugiere desarrollar estudios longitudinales que permitan evaluar la asociación entre niveles elevados de NT-proBNP y la ocurrencia real de eventos cardiovasculares en esta población, así como ampliar la muestra para fortalecer la validez externa de los hallazgos.
- Integración en atención primaria: Incorporar el uso del NT-proBNP dentro de protocolos de tamizaje cardiovascular en entornos comunitarios podría contribuir a una detección temprana del riesgo y optimizar la toma de decisiones clínicas.

## **Referencias bibliográficas**

- American Diabetes Association. (2024). Standards of care in diabetes. *Diabetes Care*, 47(Suppl. 1), S1–S350.
- Ammar, L. A., Massoud, G. P., Chidiac, C., Booz, G. W., Altara, R., & Zouein, F. A. (2025). BNP and NT-proBNP as prognostic biomarkers for adverse outcomes. *Heart Failure Reviews*, 30(1), 45–54.
- **Apple, F. S., Murakami, M. M., Pearce, L. A., & Herzog, C. A. (1999).** Predictive value of cardiac troponin T and I for subsequent death in end-stage renal disease. *Circulation*, 100(19), 1640-1645.
- Arnett, D. K., et al. (2019). 2019 ACC/AHA guideline on primary prevention of cardiovascular disease. *Circulation*, 140(11), e596–e646.
- **Boos, F., Stojkovic, S., & Bär, R. (2009).** *The role of NT-proBNP in the diagnosis and risk stratification of heart failure: A systematic review.* Journal of Clinical Practice, 19(3), 201-215.
- Braunwald, E. (2019). *Heart disease: A textbook of cardiovascular medicine* (11th ed.). Elsevier.
- Courand, P. Y., et al. (2020). Prognostic value of NT-proBNP in hypertension. *Journal of Hypertension*, 38(5), 1003–1011.
- D'Agostino, R. B., et al. (2008). General cardiovascular risk profile. *Circulation*, 117(6), 743–753.
- Daniels, L. B., & Maisel, A. S. (2019). Natriuretic peptides. *Journal of the American College of Cardiology*, 73(21), 2618–2633.
- **Drazner, M. H., Rame, J. E., & Dries, D. L. (2005).** High-sensitivity C-reactive protein and cardiac disease risk: is it ready for prime time? *Circulation*, 111(19), 2396-2398.
- **Einthoven, W. (1903).** The string galvanometer and the human electrocardiogram. *Proceedings of the Royal Academy of Sciences Amsterdam*, 6, 107-115.
- ENSPA | Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud (ICGES). (2019). *Encuesta Nacional de Salud de Panamá 2019: Hoja resumen de las enfermedades no transmisibles.* Panamá. Recuperado de [Coloca el URL específico del ICGES/ENSPA si es accesible].

- **Ferreira, J. C., Kinjo, T., & Matsubara, B. B. (2021).** Left ventricular hypertrophy: from mechanotransduction to heart failure. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 63, e21.
- Fuster, V., et al. (2020). *Hurst's the heart* (14th ed.). McGraw-Hill.
- Grundy, S. M., et al. (2019). Cholesterol management guideline. *Circulation*, 139(25), e1082–e1143.
- **Guglin, M., Anwer, L., & Januzzi, J. L. (2021).** Natriuretic Peptides for Non-Heart Failure Cardiovascular Conditions. *Journal of the American College of Cardiology*, 78(15), 1546-1558.
- Hall, J. E. (2021). *Guyton and Hall textbook of medical physiology* (14th ed.). Elsevier.
- Hart, C. (2025). Brain-type natriuretic peptide (BNP) reference range. *Medscape*. <https://emedicine.medscape.com/article/2087425-reference>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). (2018). *Estadísticas Vitales: Defunciones*. Contraloría General de la República de Panamá. [Utilizar la fuente más reciente disponible en la web de INEC].
- **Januzzi, J. L., Jr., Camargo, A. L., Pires, P. V., Di Salvo, T. G., & Januzzi, J. L., Sr. (2015).** The N-terminal Pro-BNP assay in the diagnosis, prognosis, and guidance of heart failure therapy. *Clinica Chimica Acta*, 442, 16-24.
- Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). (2023). Clinical practice guideline. *Kidney International Supplements*, 13(1), 1–115.
- Kotanidis, C. P., & Weber, B. (2025). *Advancing cardiovascular risk assessment*. **Cardiovascular Research**, 121(4), 523–525. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvae234>
- **LaDue, J. S., Wróblewski, F., & Karmen, A. (1954).** Serum glutamic oxaloacetic transaminase activity in human acute transmural myocardial infarction. *Science*, 120(3112), 497-499.
- Landolfo, M., Spannella, F., Giulietti, F., et al. (2024). Detecting heart stress using NT-proBNP. *Cardiovascular Diabetology*, 23, 297.
- Lilly, L. S. (2021). *Pathophysiology of heart disease* (6th ed.). Wolters Kluwer.
- Mahmood, S. S., et al. (2014). Risk factors for cardiovascular disease. *Circulation*, 129(25), e398–e400.

- Maisel, A., et al. (2020). State of natriuretic peptide testing. *American Journal of Cardiology*, 125(3), 456–464.
- McDonagh, T. A., et al. (2021). ESC guidelines for heart failure. *European Heart Journal*, 42(36), 3599–3726.
- McDonald, K., et al. (2014). Heart failure epidemiology. *European Journal of Heart Failure*, 16(7), 685–693.
- McDonagh, T. A., et al. (2023). Practical algorithms for NT-proBNP in heart failure diagnosis. *European Heart Journal*.
- McKie, P. M., & Burnett, J. C. (2016). NT-proBNP: The gold standard biomarker. *Heart Failure Reviews*, 21(4), 437–444.
- Medina, M., et al. (2019). Hypertension and biomarkers. *Revista Médica*, 45(2), 123–130. (verificar fuente)
- Ministerio de Salud (MINS) & Caja de Seguro Social (CSS). (2018). *Censos de Salud Preventiva 2018*. [Documento oficial o comunicado de prensa]. Panamá.
- **Ministerio de Salud de Panamá. (2024).** *Informe Epidemiológico de Enfermedades No Transmisibles en la Provincia de Chiriquí*. Gobierno de la República de Panamá.
- Mueller, C., et al. (2018). Biomarkers in acute heart failure. *European Heart Journal*, 39(13), 1146–1156.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). *Hipertensión*. Recuperado de <https://www.paho.org/es/temas/hipertension>.
- **Organización Mundial de la Salud. (2023).** *Informe sobre la epidemia mundial de tabaquismo*.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2025). *Panamá lanza su Vía Clínica de Hipertensión Arterial para fortalecer la lucha contra las enfermedades cardiovasculares*. [Comunicado de prensa]. Recuperado de <https://www.paho.org/es/noticias>.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS/PAHO). (2024). *Implementación y seguimiento a impulsores de iniciativa HEARTS en Chiriquí, Panamá*. [Póster o Informe]. Recuperado de [Coloca el URL específico del documento de HEARTS/Chiriquí si es accesible].

- **Organización Panamericana de la Salud. (2023).** *Perfil de Salud de Panamá: Enfermedades Cardiovasculares y Factores de Riesgo.*
- Ponikowski, P., et al. (2016). ESC guidelines for heart failure. *European Heart Journal*, 37(27), 2129–2200.
- **Porth, C. M. (2020).** *Fisiopatología: Alteraciones de la salud. Conceptos básicos* (10.<sup>a</sup> ed.). Wolters Kluwer.
- **Riva-Rocci, S. (1896).** Un nuovo sfigmomanometro. *Gazzetta Medica di Torino*, 47(1), 981-1002.
- **Roberts, R., & Sobel, B. E. (1987).** Creatine kinase and its isoenzymes in the diagnosis of acute myocardial infarction. *Cardiovascular Clinics*, 17(2), 173-195.
- Schmitt, W., Diedrich, C., Hamza, T. H., et al. (2025). NT-proBNP for predicting mortality. *Pediatric Cardiology*, 46, 694–703.
- Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias. (2022). *Monitorización hemodinámica en la sepsis y el shock séptico. Medicina Intensiva.* <https://medintensiva.org/es-monitorizacion-hemodinamica-sepsis-el-shock-articulo-S0210569122000602>
- **Tate, J., & Rifai, N. (2017).** *Péptidos natriuréticos: Bioquímica y uso clínico en la insuficiencia cardíaca y la enfermedad cardiovascular.* [Título de Capítulo o Artículo en Revista de Química Clínica, si aplica]. En N. Rifai, M. A. Tietz, & M. L. E. Altschuler (Eds.), *Clinical Chemistry: Principles, Techniques, and Correlations* (8th ed., pp. 605-618). Elsevier. (Adaptado para reflejar la naturaleza de la fuente si es un libro de texto estándar de Química Clínica).
- *The role of NT-proBNP levels in the diagnosis of hypertensive heart disease. Diagnostics*, 15(1), 113.
- **Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2018).** *Principios de Anatomía y Fisiología* (15.<sup>a</sup> ed.). Editorial Médica Panamericana.
- **Weber, K. T., Sun, Y., & Campbell, S. E. (2013).** Structural remodelling of the heart by fibrous tissue: role of the cardiac fibroblast. *European Heart Journal*, 34(15), 1152-1158.
- Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E., Jr., Collins, K. J., Dennison Himmelfarb, C., ... Wright, J. T., Jr. (2018). 2017 ACC/AHA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in

adults. *Hypertension*, 71(6), e13–e115.  
<https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000065>

- Williams, B., Mancia, G., Spiering, W., et al. (2024). *2024 ESC Guidelines for the management of elevated blood pressure and hypertension*. **European Society of Cardiology**.
- Yancy, C. W., Jessup, M., Bozkurt, B., Butler, J., Casey, D. E., Chung, E. S., ... Westlake, C. (2017). 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure. *Circulation*, 136(6), e137-e161.
- Zuo, Y., Li, Q., Lu, Y., He, X., Wu, X., & Liu, Q. (2023). Prognostic value of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide in hypertensive patients: a systematic review and meta-analysis. *Hypertension Research*, 46(2), 342–353.

# **Anexos**

## Código de registro en RESEGIS

El NT-ProBNP en la estratificación de riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años atendidos en el parque Miguel de Cervantes Saavedra, Chiriquí, 2025

**Consecutivo:** 4784

**Investigador principal:** Lic. Jarlsy Jeremy Murgas

Creado el: 11-09-2025

Creado por: Jarlsy Jeremy Murgas

Editado el: 15-09-2025

Editado por: Vicenta Rios

Tramitado por: Jarlsy Jeremy Murgas

 Registrado



NOTA CIBio-183-2025

Respuesta a subsanaciones de protocolo N°: P-CIBio-093-2025

IP: Jeremy Murgas.

Estimado **Jeremy Murgas**:

Luego de revisar las subsanaciones realizadas al protocolo con N° de identificación P-CIBio-093-2025, titulado: **"El NT-ProBNP en la estratificación de riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años atendidos en el parque Miguel de Cervantes Saavedra, Chiriquí 2025"**, el Comité Institucional de Bioética de la Investigación de la UTP otorga su **APROBACIÓN** para la ejecución de este protocolo. Se adjuntan los documentos sellados que se aprobaron para tal fin:

1. Consentimiento informado
2. Instrumento de Encuesta

La aprobación se confiere por el período de tiempo especificado en el cronograma del protocolo aprobado. De requerir extender este periodo deberá solicitar oportunamente una extensión. Al finalizar la investigación favor de notificar al CIBio-UTP mediante correo electrónico usando el formato de reporte final (FORM/INV/009) disponible en nuestro sitio Web o por correo, para cerrar formalmente el expediente de este protocolo.

Cualquier cambio que se requiera hacer al protocolo aprobado debe someterse a consideración del Comité a través de una solicitud de enmienda. Se debe informar al Comité de cualquier desviación o violación al protocolo aprobado, o cualquier evento adverso o inesperado que surja.

Para cualquier consulta sobre estas observaciones, puede contactarnos a través de nuestro correo electrónico [comitebioetica@utp.ac.pa](mailto:comitebioetica@utp.ac.pa).

Atentamente,

**Dra. Norma Miller**  
**Presidente**  
 Comité Institucional de Bioética de la Investigación  
 Universidad Tecnológica de Panamá





## Consentimiento informado



**Título:** El NT-ProBNP en la estratificación de riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años atendidos en el parque Miguel de Cervantes Saavedra David-Chiriquí, 2025.

**Este estudio se realiza como requisito para optar por el título de Licenciatura en Tecnología médica**

**Investigador principal:** Jarlsy Jeremy Murgas, estudiante cursando el último año de la licenciatura en tecnología médica.

**Asesora:** Dra. Sherty Pitti, docente la Universidad Latina de Panamá y Tecnóloga médica

**Patrocinador del estudio:** Recursos propios

**Sitio de estudio:** Parque Miguel de Cervantes Saavedra

### Organización del estudio

Usted ha sido considerado para participar en esta investigación, la cual consta de dos partes: la aplicación de una encuesta y posterior toma de muestra de sangre.

Si usted decide participar en el estudio, por favor lea este consentimiento cuidadosamente. Haga todas las preguntas que considere necesarias sobre el procedimiento del estudio, incluyendo los riesgos y beneficios.

Este estudio está sometido a evaluación rigurosa por el Comité Institucional de Bioética de la Investigación Universidad Tecnológica de Panamá CIBio-UTP.

[comitebioetica@utp.ac.pa](mailto:comitebioetica@utp.ac.pa) Tel: (507) 560-3000 / Ext. 3962

### Objetivo del estudio

- Esta investigación busca determinar la utilidad del biomarcador NT-ProBNP en la estratificación de riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años los cuales representan una población de riesgo de llegar de desarrollar eventos cardiovasculares adversos.

### Justificación del estudio

En un entorno público como el que describes el parque Miguel de Cervantes Saavedra como punto de referencia geográfico y asistencial, el acceso a tecnología avanzada como ecocardiografías o monitores ambulatorios es limitado. Por ello, un marcador bioquímico como el NT-proBNP, de fácil medición mediante análisis de sangre, se vuelve una herramienta práctica para detectar riesgo cardiovascular de forma precoz de manera aleatoria.

Este estudio busca contribuir a la creación de mayor evidencia científica sobre la utilidad clínica del biomarcador NT-ProBNP en la estratificación del riesgo cardiovascular particularmente en pacientes hipertensos mayores de 40 años, ofreciendo datos actualizados y fortaleciendo así las estrategias preventivas en la identificación de pacientes con mayor riesgo cardiovascular.

#### **Beneficios para los participantes de este estudio**

Se le hará una prueba gratis en cual se medirá el biomarcador NT-ProBNP por medio de una muestra de sangre, lo que le servirá al paciente participante para saber si tiene algún grado de riesgo de sufrir un evento cardiovascular o no. Los resultados serán entregados en un máximo de 72 horas posterior la toma de la muestra.

La información obtenida a través de este estudio será mantenida bajo estricta confidencialidad y el nombre de los participantes no será utilizado, divulgado ni cedido a terceros. Se aplicarán las siguientes medidas para mantener segura la información que usted nos proporciona:

- La muestra a analizar tendrá un código para proteger la privacidad.
- Solo las personas directamente relacionadas con la investigación sabrán el nombre de los participantes.

Dentro de las acciones concretas con templadas en aquellos pacientes que resulten con resultados elevados serán:

1. Se le indicará al paciente acudir a seguimiento con su médico tratante.
2. En caso de no contar con un médico de cabecera o tratante se le derivará con el Doctor Jonathan Serrano para su evaluación y seguimiento
3. El Doctor Jonathan Serrano (Docente de la Facultad Ciencias de la Salud de la Universidad Latina de Panamá, sede David) realizará evaluación inicial y procederá a derivar a los pacientes. Si el paciente es asegurado se derivará a la clínica cardio metabólica de la caja de seguro social y si es no asegurado al programa de salud de adulto del ministerio de salud.

El estudio no conlleva ningún riesgo mayor, los riesgos asociados al momento de la extracción de la muestra de sangre son mínimos y se limitan a molestias propias de la extracción de sangre (leve ardor, hematoma leve, lo cual se ve cuando el paciente tiene venas difíciles).

No recibirá compensación por participar. Su participación es de forma totalmente voluntaria y en cualquier momento usted podría retirarse del estudio si así lo considera necesario.

#### **Autorización voluntaria de participación en el estudio.**

Yo, \_\_\_\_\_ con cédula de identidad personal \_\_\_\_\_ doy mi consentimiento libre y voluntario para participar en el proyecto de investigación titulado "El NT-ProBNP en la estratificación de riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años atendidos en el parque Miguel de Cervantes Saavedra David- Chiriquí, 2025". Declaro que he leído y comprendido la hoja de información del estudio, hago constar que he tenido la oportunidad de hacer todas las preguntas que he considerado necesarias y he recibido respuestas satisfactorias, comprendo mi participación en el estudio, la cual consistirá en permitir la extracción de una muestra de sangre para análisis, he tenido el tiempo suficiente para revisarlo y el lenguaje del consentimiento fue claro y comprensible. Todas mis preguntas como participante fueron contestadas. Me han entregado una copia de este formulario de consentimiento informado. Acepto voluntariamente participar en este estudio de investigación. Con plena conocimiento de que se podrá abandonar en cualquier momento sin necesidad de dar explicaciones y sin que esto le conlleve alguna consecuencia.

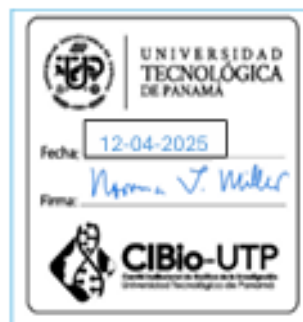
Firma del participante \_\_\_\_\_

Nombre y cédula del Investigador: Jarlsy Jeremy Murgas 1-743-1838

Firma del Investigador \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Si tiene alguna duda del estudio, llame al 68361698 o envíe un mensaje de correo electrónico a: [jamurgas@ch.ulatina.edu.pa](mailto:jamurgas@ch.ulatina.edu.pa)





### Formato de encuesta



**Título:** El NT-ProBNP en la estratificación de riesgo cardiovascular en pacientes hipertensos mayores de 40 años atendidos en el parque Miguel de Cervantes Saavedra.

**Este estudio se realiza como requisito para optar por el título de Licenciatura en Tecnología médica**

**Investigador principal:** Jarlsy Jeremy Murgas, estudiante cursando el último año de la licenciatura en tecnología médica.

**Asesora:** Dra. Sherty Pitti, docente la Universidad Latina de Panamá y Tecnología médica

**Patrocinador del estudio:** Recursos propios

**Sitio de estudio:** Parque Miguel de Cervantes Saavedra

**Nombre del participante:** \_\_\_\_\_

**Cédula:**      **Fecha:**      \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Teléfono:**

#### Sección A. Verificación inicial

1. **Edad  $\geq$  40 años** (verificar con cédula/expediente)
  - o  Sí → continuar
  - o  No → Excluir
2. **Sexo:** -----
3. **Ocupación laboral:**
4. **Diagnóstico de hipertensión arterial** (registro en expediente o uso actual de fármacos antihipertensivos)
  - o  Sí → continuar
  - o  No → Excluir
5. **Esta usted recibiendo tratamiento como hipertenso.**
  - o  Sí
  - o  No

#### Variables

1. **Presión arterial:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ mmHg
2. **Fuma:**

Sí  No

3. **Sufre de diabetes mellitus:**

Sí  No

4. **Sufre de enfermedad renal**

Sí  No

5. **Usted ha presentado niveles altos de colesterol o triglicéridos en resultados de laboratorios previos.**

Sí  No

6. **¿Qué tan frecuente bebe licor?**

- a. Frecuentemente los días
- b. Ocasionalmente
- c. No toma licor

7. **Realiza actividad física**

- a. Todos los días
- b. 4 veces a la semana
- c. Ocasionalmente
- d. No hago actividad física

8. **¿Toma diuréticos como parte del tratamiento como parte del tratamiento de hipertensión (furosemida, hidroclorotiazida o clortalidona)?**

Sí  No

9. **Considera usted que lleva una vida sedentaria:**

Sí  No

Firma del investigador/a responsable: \_\_\_\_\_



David, 23 de febrero de 2026.

#### CERTIFICACIÓN

Yo, **Damaris Itzel Peña Pinto**, con cédula de identidad personal **1-29-745**, Magister en Lingüística Aplicada con Especialización en Redacción y Corrección de Texto, certifico que he realizado la corrección de estilo del trabajo de grado titulado **"E I NT-PROBNP en la Estratificación de Riesgo Cardiovascular en Pacientes Hipertensos Mayores de 40 Años Atendidos en el Parque Miguel de Cervantes Saavedra, Chiriquí, 2025"**, elaborada por la estudiante **Jarlsy Jeremy Murgas Blandford**, portador de cédula de identidad personal **1-743-1838**.

  
M.L. DAMARIS I. PEÑA P.  
1-29-745



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ

LA FACULTAD DE

Humanidades

EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO

HACE CONSTAR QUE

Manarivel Boza Pinto

HA TERMINADO LOS ESTUDIOS DE MAESTRÍA Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS QUE LE HACEN ACREEDOR AL TÍTULO DE

Magister en Lingüística Aplicada con Especialización en Redacción y Corrección de Textos

Y EN CONSECUENCIA SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS, HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS, EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE ESTE DIPLOMA EN LA REPÚBLICA DE PANAMÁ, A LOS veinte días del mes de mayo DEL AÑO DOS MIL noventa y seis.

M. J. O. J.

1-29-745

Autencia

1975

Manarivel Boza Pinto

## Toma de las muestras



## Toma de presión a los participantes



## Procesamiento de las muestras



**Entrega de resultados y orientación sobre sus resultados de la mano de un médico.**



**Orientación dada a los pacientes de sus resultados por el Dr. Jonathan Coasesor del estudio**

