



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI
U.M.A.E. HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA**

***“VALORES DE NORMALIDAD DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO EN POBLACIÓN
SANA DEL HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA DEL CMN SIGLO XXI”***

QUE PRESENTA:

GUSTAVO OSWALDO HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

MÉDICO RESIDENTE EN CARDIOLOGÍA CLÍNICA
HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ESPECIALISTA EN CARDIOLOGÍA CLÍNICA

TUTOR:

DR. JOAQUÍN AHUMADA PÉREZ

MEDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE ECOCARDIOGRAFÍA
HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

Ciudad Universitaria, CDMX, 2024





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DR. GUILLERMO SATURNO CHIU
DIRECTOR GENERAL
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

DR. ENRIQUE DÍAZ Y DÍAZ
DIRECTOR MÉDICO
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

DR. EDUARDO ALMEIDA GUTIÉRREZ
DIRECTOR DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

DRA. KARINA LUPERCIO MORA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

DR. JOAQUIN AHUMADA PEREZ
TUTOR DE TESIS
UMAE HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

SIRELCIS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 3604.
HOSPITAL DE CARDIOLOGIA CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

Registro COFEPRIS 17 CI 09 015 108
Registro CONBIOÉTICA CONBIOETICA 09 CEI 011 2018073

FECHA Viernes, 27 de septiembre de 2019

Dr. JOAQUIN AHUMADA PEREZ

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título "VALORES DE NORMALIDAD DE CAVIDADES IZQUIERDAS EN POBLACIÓN SANA DEL HOSPITAL DE CARDIOLOGIA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI" que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **APROBADO**:

Número de Registro Institucional

R-2019-3604-034

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE


Guillermo Saturno Chiu
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3604

Imprimir

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Investigador principal:

Dr. Joaquín Ahumada Pérez. Médico Adscrito al servicio de Ecocardiografía, Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Av. Cuauhtémoc 330, colonia Doctores, C.P. 06725.

Tel. (55) 5627 6900.

Correo electrónico: dr.ahumada.cardio@gmail.com

Colaboradores:

Dr. Gustavo Oswaldo Hernández González. Médico residente de la especialidad Cardiología clínica en el Hospital de Cardiología, Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Av. Cuauhtémoc 330, colonia Doctores, C.P. 06725.

Tel. (27) 2141 9747.

Correo electrónico: oswaldo92hg@yahoo.com.mx

AGRADECIMIENTOS _____	6
RESUMEN _____	7
MARCO TEÓRICO _____	9
JUSTIFICACIÓN _____	16
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN _____	16
HIPÓTESIS _____	17
OBJETIVOS _____	17
Objetivo General _____	17
Objetivos Específicos _____	17
MATERIAL Y MÉTODOS _____	18
Diseño de la investigación _____	18
Universo _____	18
CRITERIOS DE SELECCIÓN _____	19
Criterios de inclusión _____	19
Criterios de no inclusión _____	19
Criterios de exclusión _____	20
POBLACIÓN DEL ESTUDIO _____	21
ECOCARDIOGRAFÍA _____	21
ANÁLISIS ESTADÍSTICO _____	23
RECURSOS _____	23
CONSIDERACIONES ÉTICAS _____	24
FACTIBILIDAD _____	24
LIMITANTES _____	24
Cronograma de actividades 2023-2024 _____	25
RESULTADOS _____	26
DISCUSIÓN _____	30
CONCLUSIONES _____	32
BIBLIOGRAFÍA _____	33
ANEXO 1: DEFINICIÓN DE VARIABLES _____	36
ANEXO 2 _____	39
ANEXO 3 _____	40

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa...

Por todo el amor y cariño el cual ha iluminado mis días desde que le conocí y ahora caminamos juntos en esto llamado vida.

A mi hijo...

De mis mejores maestros de vida y que me ha dado más motivos para superarme y ser feliz.

A mis padres...

Por todo el esfuerzo y amor que dieron a mi y mi hermana para hacernos personas valiosas y quienes me enseñaron que pese a que la vida te tire una y otra vez tienes que levantarte.

A mi hermana...

Quien con su enorme cariño ha iluminado mis días desde mi infancia.

A mis mascotas Bony, Bolas, Güera, Pelusa, Foxy, Zorro, Bonna y Spikey

Quienes me han hecho compañía en mis largas noches de estudio.

A mi...

Porque nunca me rendí.

RESUMEN

Introducción: Diversas guías de práctica clínica de carácter internacional son generalmente las más empleadas para tener una referencia de los parámetros considerados dentro de la normalidad obteniendo como población modelo los valores normales de las cavidades cardiacas en población adulta de Estados Unidos y la Unión Europea, así como en algunos países de Latinoamérica, sin embargo, a la fecha no existen parámetros de referencia en cuanto a población Mexicana, lo que nos podría conducir a cometer estimaciones inadecuadas al momento de evaluar a nuestros pacientes con los valores existentes definidos como “normales”. Por tanto es indispensable determinar los valores de referencia en una muestra de nuestra población adulta sana.

Objetivo: Determinar los valores normales de cavidades izquierdas y derechas, así como los valores de distensibilidad de la fibra miocárdica, poder mecánico en una población sana del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Material y métodos: Se reclutará a una población muestra sana captados por medio de difusión local y por parte del servicio de promoción de la salud del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Se realizarán las mediciones en equipos VIVID E95 (General Electric, Vingmed Ultrasound, Horten, Noruega) de acuerdo con los lineamientos para cuantificación de cavidades emitidos por la Sociedad Americana de Ecocardiografía (ASE, por sus siglas en inglés).

Análisis estadístico: Las variables cualitativas se expresarán en frecuencias y porcentajes. Las cuantitativas se describirán en medidas de tendencia central (media, mediana) y dispersión (rangos intercuartílicos de 25 y 75 percentil y desviación estándar). Se considerará como significancia estadística el valor de $p < 0.05$. Se realizará en el programa estadístico SPSS versión 29.0.2.0 para Mac OS (SPSS, IBM Inc., Chicago, IL, EE.UU.).

Factibilidad, Recursos e Infraestructura: Se trata de un estudio factible ya que se cuenta con la infraestructura y los insumos necesarios para llevar a cabo el protocolo, no se requerirá ningún tipo de financiamiento, la captación de los pacientes, las variables y su procesamiento se realizará en las instalaciones del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Experiencia del investigador: El investigador principal es Cardiólogo Ecocardiografista con certificación actual ante el Consejo Mexicano de Cardiología, con 8 años de experiencia. Actualmente labora en el servicio de gabinetes del Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Tiempo a desarrollarse: La recolección de datos se llevará a cabo en un periodo aproximado de 5 meses, posteriormente se realizará el análisis de la información y reporte de resultados.

Resultados: El universo fue de 34 sujetos, 16 mujeres y 18 hombres, la mediana de edad fue de 35 años (29 – 49), el índice de masa corporal promedio fue de $25.2 \pm 3.0 \text{ kg/m}^2$ y superficie corporal $1.77 \pm 0.19 \text{ m}^2$. El grosor septal y la pared posterior en las mujeres fue de 6 a 9 mm y en los hombres fue de 6 a 10 mm; masa lineal indexada en las mujeres fue de $55.53 \pm 11.04 \text{ gr/m}^2\text{SC}$ y en hombres de $59.73 \pm 17.05 \text{ gr/m}^2\text{SC}$, grosor parietal relativo en mujeres 0.35 ± 0.07 y en hombres 0.35 ± 0.5 . El volumen del ventrículo izquierdo tomados en dos dimensiones indexados: volumen telediastólico (VTDi) fue de $48.55 \pm 7.98 \text{ ml/m}^2$ en mujeres y $56.93 \pm 10.34 \text{ ml/m}^2$ en hombres; telesistólico indexado (VTSi) de $19.26 \pm 4.29 \text{ ml/m}^2$ y $23.07 \pm 3.52 \text{ ml/m}^2$ respectivamente; la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) medida mediante método de Simpson biplanar y semiautomatizado en mujeres se registró en $60 \pm 3.9\%$ y $58.5 \pm 2.9\%$ respectivamente, mientras que en hombres fue de $59.82 \pm 3.6\%$ y $58.2 \pm 3\%$. Con relación a la mecánica ventricular el strain longitudinal global (SLG) se reportó en $-20.52 \pm 2.3\%$ en mujeres y -17.77 ± 1.5 en hombres, un índice de trabajo global (ITG) de $2141.8 \pm 366.4 \text{ mmHg}\%$ en mujeres y 1828.6 ± 199.7 en hombres y eficiencia de $94.7 \pm 2.4\%$ y $94.2 \pm 2.4\%$ respectivamente. Se encontró diferencia estadísticamente significativa únicamente en el diámetro diastólico al comparar por género, pero no al momento de compararlas por género. Las mediciones en tres dimensiones se reporta en mujeres y hombres VTDi de $54.15 \pm 8.33 \text{ ml/m}^2$ y $60.13 \pm 7.83 \text{ ml/m}^2$ respectivamente y VTSi de $20.44 \pm 4.64 \text{ ml/m}^2$ y $23.99 \pm 4.40 \text{ ml/m}^2$ respectivamente, la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) en mujeres se registró en $62 \pm 4.7\%$ y en hombres de $59 \pm 3.9\%$, mientras que el SLG 3D se reportó en $-18.7 \pm 3.6\%$ en las mujeres y $-16.4 \pm 2\%$ en los hombres.

Discusión: En este estudio encontramos que la masa ventricular izquierda indexada es menor que en lo publicado en la literatura. Además, encontramos diferencias significativas en relación al género en volumen telediastólico y telesistólico de ventrículo izquierdo, siendo valores mayores en el grupo masculino. Es importante destacar que se trata de un estudio piloto, el cual sienta las bases para un trabajo de mayor extensión, que permita determinar los valores de normalidad de cavidades izquierdas de la población mexicana, siendo necesario, extenderse y tener participación conjunta con otras sedes hospitalarias para incrementar su validez estadística.

Palabras clave: Población Sana, Valores Normales de Referencia, Cavidades Izquierdas.

MARCO TEÓRICO

La medición del tamaño y función de las distintas estructuras cardiacas es una de las principales herramientas en la imagenología cardiovascular; la ecocardiografía permite visualizar en tiempo real el movimiento y función del corazón por tanto es una de las modalidades más extendida a nivel mundial debido a su alta disponibilidad y su facilidad de transporte (1).

La función ventricular izquierda se determina con base en la arquitectura de la fibra miocárdica, su contractilidad y la carga a la que se le somete; las fibras presentan una disposición con forma de doble hélice las cuales rodean a las fibras circunferenciales que se encuentran en la capa intermedia. Finalmente la disposición de éstas genera un movimiento rotatorio en contra de las manecillas del reloj cuando se acerca al ápex y viceversa cuando se aproxima a la base del ventrículo izquierdo. Toda este arreglo mecánico hace que dicho giro contribuya a mantener una distribución de la carga y el acortamiento de la fibra miocárdica en el ventrículo izquierdo que se traduce en la fracción de eyección (2) el cual es ampliamente utilizado como valor pronóstico en los pacientes con enfermedad cardiovascular.

Al momento no se cuenta con un estándar de referencia para la evaluación de la mecánica del ventrículo izquierdo, existiendo entonces diversos tipos de estudios los cuales al compararse muestran poca variabilidad; debido a su seguridad, disponibilidad amplia, viabilidad y menor coste la ecocardiografía es la modalidad preferida para evaluar la mecánica ventricular (2,3).

Para poder determinar que una medición se encuentra dentro del rubro considerado como anormal en un principio se tiene que conocer y definir las cifras normales, por tanto, se requiere tener conocimientos de la variación de la misma pudiendo surgir de diferentes factores: edad, género, área de superficie corporal, etnia de origen, entre otros. Al momento se cuenta con estudios cuyo diseño está destinado a obtener los valores estándar para las mediciones ecocardiográficas teniendo en cuenta dichos factores (4), sin embargo, la etnia resulta una variable bastante influyente al momento de considerar la adaptación cardiovascular en función del ejercicio de alto rendimiento; se reconoce entonces

que las diferencias raciales y de género pueden explicar que las variaciones no son las mismas cifras en una población a otra con distinto origen étnico (5) .

Se han realizado estudios que determinan los valores normales de las cavidades cardiacas en adultos en poblaciones norteamericanas y europeas, así como algunos países latinoamericanos (Brasil y Argentina), al momento, no se cuenta con valores de referencia en cuanto a población mexicana lo cual al momento de realizar una evaluación a un paciente nos podría conducir a cometer alguna estimación equivocada (6).

Existen diferencias importantes entre cada grupo étnico, por lo tanto, el uso de las cifras reportadas en las guías europeas y norteamericanas utilizadas para definir alteraciones en el tamaño y función de las cámaras cardiacas en poblaciones distintas puede generar conclusiones diagnósticos y tratamientos erróneos (6).

Esta situación no solamente sucede directamente en los países no representados en dichas guías, sino que ahora en un mundo globalizado en donde las personas se mudan de su lugar de origen a distintas áreas del mundo secundario a causas diversas está ocasionando una repercusión en la atención médica oportuna y adecuada (6).

Ante dicha problemática se han emprendido diversas iniciativas para poder realizar una recopilación de datos normativos de cohortes de sujetos normales que pueden incluir diferentes orígenes étnicos. Un ejemplo es el estudio EchoNoRMAL el cual consistió en un metaanálisis de las mediciones ecocardiográficas obtenidas de sujetos sanos buscando redefinir los existentes rangos de referencia para las poblaciones alrededor del mundo, sin embargo, al momento de realizar el análisis de datos de los casi 70 mil sujetos se observó que no había datos sobre países correspondientes a centroamérica, américa del sur, áfrica o medio oriente (4).

Otro trabajo tomado en consideración es el estudio NORRE donde se incluyeron 734 voluntarios sanos (320 hombre y 414 mujeres), siendo el primer estudio multicéntrico europeo en el que participaron laboratorios acreditados en ecocardiografía de la Asociación Europea de Imágenes Cardiovasculares (EACVI) dicho estudio fue capaz de proporcionar valores ecocardiográficos que

ofrecieron un rango de normalidad, sin embargo, dichos resultados corresponden en su gran mayoría a pacientes de etnia blanca (7).

Otros autores buscaron obtener información con relación a la magnitud del error que genera en las interpretaciones ecocardiográficas en sujetos de la india utilizando como datos de referencia los proporcionados en las guías internacionales. Dicho análisis resultó en una obtención de cifras relacionadas con las dimensiones del ventrículo izquierdo mucho menores con relación a las cifras de referencia, sin embargo, cabe mencionar que las cifras que sí fueron coincidentes fueron la fracción de eyección del ventrículo izquierdo y la función diastólica ventricular izquierda (8).

Por otro lado en China se ha sugerido que el uso de superficie corporal (SC), índice de masa corporal (IMC) y la talla para la corrección de las diferencias con relación al origen étnico, en contraste, en un estudio publicado por Leung et al. se observaron diferencias significativas pese a la corrección de las mediciones por SC y altura, aunque cabe agregar que no fueron considerables entre mujeres y hombres (9).

Ilercil et al. comentan en su estudio que para la mayoría de los parámetros medidos mediante ecocardiografía las dimensiones en adultos del género masculino de origen chino fueron significativamente menores con relación a los norteamericanos, no así entre las mujeres. La masa del ventrículo izquierdo de la población norteamericana fue significativamente mayor a comparación que los de origen chino sin importar el género (10).

La dimensión del ventrículo izquierdo no corregida de los pacientes de origen chino del género masculino fue significativamente menor comparado con los norteamericanos, no encontrándose dicha diferencia entre el género femenino. La explicación más factible es debido a la constitución corporal de la mayoría de la población china, siendo más pequeños y delgados que los hombres norteamericanos (9).

En el estudio conducido en Irán por Sadeghpour et al. se incluyeron más de 300 individuos sanos con un rango de edad entre 30 a 70 años y se tomaron como referencia las directrices dadas por la sociedad americana de ecocardiografía (1). Siendo éste de los primeros informes sobre valores de

referencia realizado en una población de oriente medio, el cual permitió conocer un marco completo para diferenciar entre mediciones normales y anormales en dicha población. En este estudio los autores concluyeron que las cavidades cardiacas en personas de origen iraní son más pequeñas y, por tanto, los límites de la normalidad son más bajos con referencia a las guías vigentes (11).

Schvartzman et al. realizaron un estudio de 100 sujetos sanos, en sus hallazgos se reportan que los valores promedio y la distribución normal aceptados como límites de la normalidad son inferiores a los presentados en las guías de referencia (4). Por otro lado en Argentina se realizó una determinación de la masa ventricular izquierda y determinación del grosor parietal relativo en donde se encontró que los valores son similares a los reportados en otros estudios con similar metodología, también se reportó una correlación moderada para la superficie corporal y peso encontrando diferencias significativas entre los géneros (12).

En el año 2016 el ensayo ECHO-SOL se examinaron los valores de referencia de las cavidades izquierdas en una gran cohorte hispana diversa. En dicho estudio se reclutaron 1818 sujetos excluyendo a aquellos con antecedente de obesidad, diabetes, hipertensión, enfermedad arterial coronaria y fibrilación auricular resultando en una población de 525 sujetos estudiados. La metodología consistió en estimar los percentiles 95 ponderados de las cavidades izquierdas utilizando los límites de referencia superior dados por la Sociedad Americana de Ecocardiografía del año 2005 y 2015. Se reportaron varias diferencias en cuanto a la distribución de los datos en cada uno de las poblaciones hispanas; siendo éste el primer estudio a gran escala que proporciona valores de referencia normales en nuestra población (13).

Por otro lado, con relación a la mecánica ventricular se han realizado diversos estudios en los cuales toma importancia clínica la determinación del giro (twist) como en el realizado por Sabatino en el cual evaluó la miocardiopatía no compacta y ventrículo izquierdo hipertrabeculado en pacientes pediátricos (14) permitiendo obtener una especificidad para realizar el diagnóstico de hasta 99%, sin embargo, hay que tener cautela al momento ya que la adquisición de estas imágenes depende mucho de la técnica realizada por el ecocardiografista así

como la adquisición de las imágenes y su postproceso; y por tanto al compararse con otros estudios los resultados difieren.

Para la obtención de la mecánica del giro del ventrículo izquierdo mediante el método de seguimiento de espectro de dos dimensiones se requiere la toma de imágenes en un eje corto en su base y el ápex lo cual es bastante complejo de obtener ya que la calidad de las imágenes y su resolución temporal difieren entre una obtención a otra, por tanto, la ecocardiografía tridimensional tiene el potencial de resolver la problemática antes comentada logrando estandarizar la localización de dichos ejes (15,16).

Debido a la compleja orientación espacial de las fibras miocárdicas la mecánica ventricular izquierda es un fenómeno, que naturalmente, debe ser estudiado en una modalidad de tres dimensiones y, por tanto, se requiere de una evaluación con un método imagenológico que permita capturar adecuadamente dichos fenómenos. El desarrollo de la tecnología de seguimiento de espectro en tres dimensiones se ha implementado para evaluar el strain longitudinal global permitiendo evaluar de forma más fisiológica la compleja mecánica del ventrículo izquierdo y por tanto tiene el potencial de emerger como el estándar de oro para evaluar la función del ventrículo izquierdo (17).

El principio técnico de la adquisición de imágenes mediante la obtención de patrones moteados en dos dimensiones es descrito en todos lados el cual se resume en que los patrones ofrecen una imagen única la cual es seguida mediante el software especializado para así inferir el movimiento en un plano de dos dimensiones, sin embargo, la deformación del ventrículo izquierdo se compone de una combinación de acortamiento desde la base al ápex y engrosamiento con un giro simultáneo (18,19). El desarrollo de transductores más complejos han permitido poder obtener imágenes casi en tiempo real del ventrículo izquierdo haciendo así factible que la medición del strain en tres dimensiones tenga una utilidad tanto clínica como para motivos de investigación (20).

Como ya se había comentado previamente la compleja estructura de las fibras miocárdicas permite obtener diversos patrones de deformación miocárdica: durante el acortamiento se miden dimensiones longitudinales y

circunferenciales, en su eje corto se mide el giro (twist), la torsión y engrosamiento (dimensión radial).

El strain es una medida de la deformación miocárdica de un segmento con relación a su dimensión original y se expresa en porcentaje, por lo tanto, los valores se expresan en una escala negativa y se traducen como una disminución en su longitud y viceversa. Por otro lado los mecanismos del giro se cuantifican utilizando los términos rotación, giro (twist), torsión y área: La rotación se refiere al ángulo de deformación en un plano de eje corto y es expresado en grados, los valores positivos representan una rotación en sentido contrario a las manecillas del reloj y por tanto los positivos a un movimiento apuesto a éste; el giro (twist) se refiere a la diferencia absoluta entre la rotación de la base y el ápex, finalmente, la torsión es calculada dividiendo el giro y la longitud del ventrículo izquierdo permitiendo comparar los diferentes tamaños de dicha cavidad, finalmente, en el análisis en tres dimensiones el strain de área hace referencia al cambio relativo del área del ventrículo izquierdo combinando el acortamiento circunferencial y longitudinal (17).

La reproductibilidad del análisis en tres dimensiones se ha reportado en tres diferentes abordajes obteniendo una variabilidad intraobservador del 13% al 1% e interobservador del 14% al 2% y se ha visto que es equivalente e incluso superior al momento de compararla en un modelo de dos dimensiones, sobre todo en el strain de área y el circunferencial (17,21,22). Sin embargo, la principal problemática relacionada a la reproductibilidad depende del distribuidor, por lo que se tiene que utilizar los valores de referencia proporcionados por cada distribuidor y su respectivo software.

Dichos valores considerados como normales se han calculado en estudios con una muestra pequeña y, por tanto, se requiere ese tipo de información para que pueda ser utilizada esta técnica de forma más amplia en la práctica clínica. Concretamente los valores de referencia en estudios de tres dimensiones se han reportado en cuatro diferentes estudios (23–26) mientras que la sociedad europea de ecocardiografía tiene como referencia otros cuatro estudios realizados tanto en Japón, Escandinavia, Londres e Italia (27–30). En donde menciona que el valor promedio del strain longitudinal global abarca entre -

15.9% al -20.3%, el strain circunferencial -18% a -30.6%, strain radial 35.6 a 41% (23,25) y el área strain -32 a -42.

Se han descrito diferencias de las mediciones respecto a la ASE dependiendo de la población que fue analizada. Por tanto, para una adecuada interpretación de los estudios ecocardiográficos se requiere un estudio que permita determinar los valores de referencia normales en una muestra significativa de la población mexicana sana.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad no disponemos de alguna referencia en la población mexicana que nos permita comparar con cifras consideradas dentro de la “normalidad” al momento de realizar un estudio ecocardiográfico en el abordaje del paciente. Los puntos de corte generalmente se encuentran basados en las más recientes recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía para la cuantificación de cámaras, sin embargo, se trata de valores procedentes de población con ascendencia europea y norteamericana, quienes son étnicamente diferentes a la población de nuestro país.

Por tanto es menester conocer los valores considerados dentro de la normalidad de las cavidades izquierdas, así como la deformabilidad de la fibra miocárdica en la población mexicana considerada como saludable mediante el uso de nuevos métodos de medición; el objetivo es establecer los rangos de normalidad para así poder contar con una adecuada interpretación de los resultados para un mejor desempeño diagnóstico y pronóstico.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los valores considerados normales relacionados con la morfología y función del ventrículo izquierdo en la población sana captada en el Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI mediante métodos tradicionales y ecocardiografía en tres dimensiones?

HIPÓTESIS

Los valores considerados como normales con relación a la morfología y función del ventrículo izquierdo en la población mexicana sana difieren a los puntos de corte de normalidad propuestos por la Sociedad Americana de Ecocardiografía.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Cuantificar y determinar cuales son los valores frecuentes reportados en las mediciones del ventrículo izquierdo, así como la función miocárdica en la población sana captada en el Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Objetivos Específicos

- Cuantificar y determinar las cifras de normalidad de la Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo por método de Simpson biplanar, semiatumatizado y en tres dimensiones en la población sana.
- Cuantificar y determinar los valores considerados como normales de las cavidades izquierdas en la población sana.
- Cuantificar y determinar los valores considerados como normales de la función miocárdica del ventrículo izquierdo en la población sana.
- Cuantificar y determinar los valores considerados como normales de la deformabilidad de la fibra miocárdica en la población sana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de la investigación

Se realizará un estudio piloto con un número de casos consecutivos. Se incluirá población trabajadora sana captada por el servicio de Promoción a la Salud durante una valoración general realizada de forma anual como parte del servicio preventivo en el Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI. El tamaño de muestra se calculó mediante la fórmula para determinar el tamaño de muestra correcta buscando la credibilidad de nuestros resultados. N= 145.

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N-1)) + k^2 * p * q}$$

Universo

Población sana constituida por sujetos voluntarios y captada por el servicio de Promoción a la Salud (SPTIMSS) como parte del servicio preventivo en el Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Sujetos adscritos al Instituto Mexicano del Seguro Social, de los cuales se seleccionará población trabajadora sana captada por el servicio de Promoción a la Salud durante una valoración general realizada de forma anual como parte del servicio preventivo del Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI.
- Sujetos que no cumplan criterios para diagnóstico de: Diabetes Mellitus, Hipertensión Arterial Sistémica, Dislipidemia u Obesidad.
- Sujetos sin historia de Enfermedad Cardiovascular o antecedente de ingesta de medicamentos cardiovasculares.
- Sujetos metabólicamente sin alteraciones.
- Sujetos mayores de 18 años.
- Cualquier sexo
- Sujetos no adscritos al Instituto Mexicano del Seguro Social que cumplan con los rubros previos y se ofrezcan como voluntarios.

Criterios de no inclusión

- Sujetos con diagnóstico de Enfermedad Arterial Coronaria.
- Sujetos con antecedente de Enfermedad Vasculat Cerebral.
- Sujetos con daño cardiaco estructural documentado.
- Sujetos con Presión Arterial Sistólica >140 mmHg, diastólica >90 mmHg, o con historia de tratamiento con medicamentos para hipertensión.
- Sujetos con diagnóstico de Diabetes Mellitus (<126 mg/dl en ayuno), glucosa alterada en ayuno.
- Sujetos con IMC > 30 kg/m².
- Sujetos con creatinina > 1.3 mg/dL, tasa de filtrado glomerular < 60 ml/min/1.73m².
- Sujetos con colesterol total > 200 mg/dL y/o triglicéridos >150 mg/dl.
- Sujetos con Enfermedades Respiratorias agudas o crónicas.

- Sujetos con Enfermedades de Tejido Conectivo.
- Sujetos con diagnóstico de Anemia.
- Sujetos con resultado anormal de electrocardiograma.
- Atletas de alto rendimiento.

Criterios de exclusión

- Sujetos con mala ventana ecocardiográfica.
- Sujetos con patología cardíaca documentada durante el estudio
 - Incremento de presiones de llenado.
 - Anormalidades en la movilidad parietal.
 - Hipertrofia ventricular izquierda.
 - Valvulopatías (Estenosis valvular, Insuficiencia más que ligera).
 - Tumoraciones.
- Sujetos con Presión Arterial >140/90 mmHg al momento del estudio.

POBLACIÓN DEL ESTUDIO

Se evaluará tanto a voluntarios no derechohabientes, derechohabientes y población trabajadora del Hospital de Cardiología Centro Médico Nacional Siglo XXI que fueron captados por el investigador.

Los sujetos fueron evaluados por un médico, quien realizó el interrogatorio y examen físico. Se midieron peso y talla (determinados de forma manual mediante una báscula estándar), presión arterial (paciente sentado, después de 5 minutos de reposo, ambos brazos) y frecuencia cardíaca. Se calculó la superficie corporal (SC) utilizando la fórmula de Dubois y el índice de masa corporal (IMC) con la fórmula: peso en kg/m² en metros. A todos los individuos se les realizaron determinaciones de laboratorio y electrocardiograma.

ECOCARDIOGRAFÍA

Se realizará un estudio ecocardiográfico usando el sistema de ultrasonido General Electric VIVID E95. Todas las imágenes ecocardiográficas serán grabadas en formato digital almacenados en DVD en formato archive.

Después de ajustar los parámetros técnicos para obtener imágenes óptimas, todos los sujetos se conectarán a un electrocardiógrafo y se examinarán en la posición de decúbito lateral izquierdo para obtener las vistas de la sección transversal paraesternal y apical o en la posición supina para obtener la sección transversal en vista subcostal y suprasternal. Para evitar el acortamiento de la aurícula izquierda (AI) y del ventrículo izquierdo (VI) en las vistas apicales, se tendrá cuidado en angular el transductor para obtener una adecuada imagen. La velocidad de fotogramas será mayor de 50 c/seg para grabaciones ecocardiográficas bidimensionales y mayor a 30 c/seg en caso de imágenes en tres dimensiones. Se registrarán al menos tres ciclos cardíacos de cada vista para su análisis.

Las medidas por ecocardiografía transtorácica de cada estudio serán realizadas según las guías disponibles publicadas. Los valores se obtendrán de las siguientes vistas por ecocardiografía 2D: diámetro al final de la diástole (DFD)

y al final de la sístole (DFS) del ventrículo izquierdo (VI) desde una vista paraesternal eje largo; volumen al final de la diástole (VFD) y al final de la sístole (VFS) y fracción de eyección (FE) del VI desde vistas apical 2 y 4 cámaras para método biplano. Se medirá de acuerdo a recomendaciones el diámetro del septum interventricular y pared posterior (al mismo nivel de las dimensiones internas del VI). El diámetro del tracto de salida del VI será medido 0.5-1 cm por debajo de las cúspides aórticas en un acercamiento del eje largo paraesternal. Para la obtención de las imágenes en tres dimensiones se realizará mediante la adquisición de tres planos simultáneos con el transductor suministrado por el equipo ajustando el área desde el ápex del ventrículo izquierdo hasta su base, posteriormente la captura de imágenes se realizará mediante múltiples cortes almacenando un total de 4 a 6 latidos dependiendo de la capacidad de apnea forzada realizada por los individuos.

La masa ventricular izquierda será calculada a partir de las medidas lineales obtenidas de la vista paraesternal (fórmula de Devereux). Éste parámetro se ajustará a la superficie corporal para obtener la masa ventricular indexada. El grosor parietal relativo será calculado mediante la suma del grosor del septum interventricular y de la pared posterior en diástole, divididos entre el diámetro telediastólico del VI.

Las dimensiones de la aurícula izquierda (AI) serán realizadas desde una vista apical 4 cámaras. El volumen de la AI será medido al final de la sístole usando método biplanar, vistas 2 y 4 cámaras. Se realizarán mediciones de aorta, de acuerdo a las recomendaciones actuales, en los siguientes niveles: raíz aórtica, unión sinotubular, aorta ascendente, cayado aórtico y aorta descendente.

Se llevará a cabo medición de Strain longitudinal del ventrículo izquierdo en base a las recomendaciones de la Universidad de Leuven obteniendo una secuencia de tres a cuatro latidos en los ejes de cuatro cámaras, dos cámaras y tres cámaras, posteriormente se procesarán las imágenes con el software suministrado por el equipo, ajustando la región de interés (ROI por sus siglas en inglés) dependiendo del caso, finalmente se obtendrá el mapeo en ojo de buey o tiro al blanco (bull's eye) para adquirir la cifra de strain longitudinal de cada individuo.

Se realizarán dos medidas de cada dimensión cardiaca, lo cual se establecerá en la hoja de datos como medición A y medición B, para evaluar la reproducibilidad y la variabilidad intra e interobservador. En función de tiempo algunos de los parámetros mencionados serán procesados en la estación de trabajo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se determinará la distribución de las variables analizadas (normal o no normal) con el método Z de Kolmogorov-Smirnov. Los datos de distribución normal se expresarán como media y desviación estándar; los datos de distribución no normal se expresarán como mediana y rango intercuartílico.

Se considerará como significancia estadística un valor de $p < 0.05$.

RECURSOS

- La captación de datos y su procesamiento se realizará en las instalaciones del Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI.
- Se realizarán estudios ecocardiográficos diariamente a partir de la aprobación de este protocolo por el Dr. Gustavo Oswaldo Hernández González bajo supervisión del asesor de tesis.
- Se registrarán los datos obtenidos.
- Se analizarán posteriormente los datos recabados y se hará el cálculo de los puntajes de interés.
- El análisis de resultados se realizará en sesiones conjuntas con los colaboradores del estudio.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Riesgo mínimo, ya que el no será sometido a procedimientos diagnósticos o terapéuticos adicionales. El proyecto consiste en realizar recolección de datos de los estudios ecocardiográficos realizados. Se considera de alta seguridad, al encontrarse bien establecido que el estudio por medio de ultrasonido no tiene riesgos conocidos. A pesar de ello se tomará en cuenta el principio de mantener la exposición más baja como sea razonablemente posible.

FACTIBILIDAD

Es un estudio factible debido a que se cuenta con las instalaciones y el equipo necesario para llevar a cabo el protocolo.

LIMITANTES

Se trata de un estudio piloto inicial para determinar los valores de normalidad de cavidades izquierdas de nuestra población sana, el cual evidentemente deberá extenderse a otras sedes hospitalarias para incrementar su validez estadística.

Cronograma de actividades 2023-2024

	Marzo 2023	Abril 2023	Mayo 2023	Junio 2023	Julio 2023	Agosto 2023	Septiembre 2023	Octubre 2023	Noviembre 2023	Diciembre 2023	Enero 2024
Protocolo	X	X	X	X							
Recolección de datos			X	X	X	X	X	X	X	X	
Procesamiento de datos										X	X
Análisis de la información									X	X	X
Elaboración de reporte técnico										X	X
Presentación de tesis											X

RESULTADOS

Se lograron reunir 34 sujetos de los cuales 18 fueron hombres y 16 mujeres (figura 1); las mujeres tuvieron una edad promedio mayor con respecto a los hombres, con una mediana de 44 años (23 – 76). Mientras que con relación a la somatometría el índice de masa corporal (IMC) promedio fue de 25.2 ± 3.0 kg/m² y superficie corporal 1.77 ± 0.19 m² no observando diferencias estadísticamente significativas en el IMC y la presión arterial (Tabla 1).

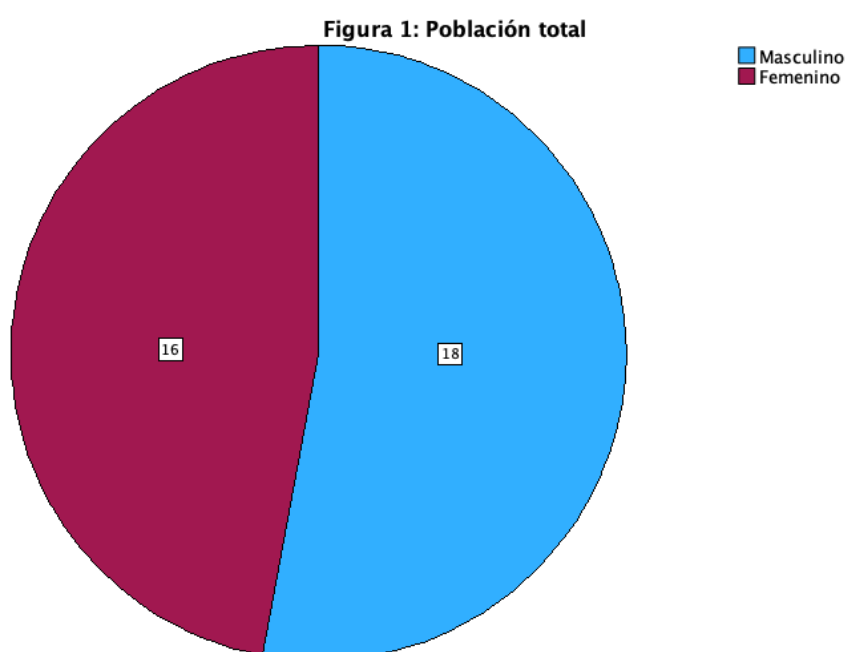


Tabla 1. Características antropométricas de la población

Variables	Total (n= 34)	Mujeres (n= 16)	Hombres (n= 18)	Valor de P*
Edad (años)	35 (23 – 76)	44 (23 – 76)	29 (27 – 75)	0.030
Peso (kg)	70 ± 12	64 ± 10	75 ± 11	0.003
Talla (m)	1.66 ± 0.09	1.59 ± 0.5	1.71 ± 0.08	<0.001
IMC (kg/m ²)	25.2 ± 3.0	25.1 ± 3.7	25.4 ± 2.3	0.774
Superficie corporal (m ²)	1.77 ± 0.19	1.66 ± 0.13	1.87 ± 0.17	<0.001
Presión arterial sistólica (mmHg)	118 ± 12	116 ± 14	119 ± 11	0.499
Presión arterial diastólica (mmHg)	71 ± 8	70 ± 9	72 ± 8	0.506

*Prueba realizada: T de Student comparando ambos géneros

Con relación a las medidas realizadas en el ventrículo izquierdo el valor medio del grosor septal y la pared posterior no presentó diferencias entre ambos géneros, en las mujeres fue de 6 a 9 mm y en los hombres fue de 6 a 10 mm; la masa lineal indexada promedio en las mujeres fue de $55.53 \text{ gr/m}^2\text{SC} \pm 11.04 \text{ gr/m}^2\text{SC}$ y en los hombres fue de $59.73 \text{ gr/m}^2\text{SC} \pm 17.05 \text{ gr/m}^2\text{SC}$, el grosor parietal relativo en mujeres 0.35 ± 0.07 y en hombres 0.35 ± 0.5 . En cuanto a los volúmenes del ventrículo izquierdo tomados en dos dimensiones sí se observaron diferencias estadísticamente significativas: telediastólico (VTD) en mujeres $80.42 \pm 15.01 \text{ ml}$ y en hombres $107.29 \pm 22.51 \text{ ml}$, indexado (VTDi) de $48.55 \pm 7.98 \text{ ml/m}^2$ y $56.93 \pm 10.34 \text{ ml/m}^2$ respectivamente; telesistólico (VTS) de $31.93 \pm 7.19 \text{ ml}$ en mujeres y $43.35 \pm 8.09 \text{ ml}$ en hombres, indexado (VTSi) de $19.26 \pm 4.29 \text{ ml/m}^2$ y $23.07 \pm 3.52 \text{ ml/m}^2$ respectivamente (Tabla 2) Se encontró una diferencia estadísticamente significativa únicamente en el diámetro diastólico al compararlo por género..

Tabla 2. Mediciones bidimensionales del ventrículo izquierdo

Variables	Total (n= 34)	Mujeres (n= 16)	Hombres (n= 18)	Valor de P
Septum (mm)	7 (6 – 10)	7 (6 – 9)	7 (6 – 10)	0.132
Pared posterior (mm)	8 (6 – 10)	8 (6 – 9)	7 (6 – 10)	0.299
Diámetro diastólico (mm)	44 (32 – 52)	44 (32 – 50)	44 (32 – 52)	0.058
Diámetro diastólico indexado (mm/SC)	24 ± 2.9	25 ± 3.1	24 ± 2.4	0.045
Diámetro sistólico (mm)	29 (22 – 36)	28 (22 – 34)	30 (22 – 36)	0.128
Diámetro sistólico indexado (mm/SC)	16 ± 2.6	17 ± 2.5	16 ± 2.7	0.140
Grosor parietal relativo	0.35 ± 0.06	0.35 ± 0.07	0.35 ± 0.05	0.437
Masa lineal indexada ($\text{gr/m}^2\text{SC}$)	57.83 ± 14.57	55.53 ± 11.04	59.73 ± 17.05	0.217
Volumen telediastólico (ml)	95.16 ± 23.51	80.42 ± 15.01	107.29 ± 22.51	<0.001
Volumen telediastólico indexado ($\text{ml/m}^2\text{SC}$)	53.14 ± 10.13	48.55 ± 7.98	56.93 ± 10.34	0.010
Volumen telesistólico (ml)	38.19 ± 9.52	31.93 ± 7.19	43.35 ± 8.09	<0.001
Volumen telesistólico indexado ($\text{ml/m}^2\text{SC}$)	21.35 ± 4.28	19.26 ± 4.29	23.07 ± 3.52	0.006

*Prueba realizada: T de Student comparando ambos géneros

La fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) medida mediante método de Simpson biplanar y semiautomatizado en mujeres se registró en 61 (52 – 67) y $58.5 \pm 2.9\%$ respectivamente, mientras que en hombres fue de 61 (50 – 67) y $58.2 \pm 3\%$, con relación a la mecánica ventricular el *strain longitudinal global* (SLG) se reportó diferencia significativa al compararse entre ambos

géneros, posterior al procesamiento de patrones de imagen de espectro en dos dimensiones la dispersión mecánica promedio reportada fue de 43.89 ± 11.03 ms, con una determinación del índice de trabajo ventricular global, expresada en milímetros de mercurio porcentaje (mmHg%), fue de 1993.47 ± 332.6 , con un trabajo desperdiciado de 106.7 ± 66.5 y una eficiencia de $94.4 \pm 2.3\%$; separado por género dichas cifras se reportan con diferencias significativas (Tabla 3).

Tabla 3. Trabajo miocárdico en medición de dos dimensiones

Variables	Total (n= 34)	Mujeres (n= 16)	Hombres (n= 18)	Valor de P
FEVI Simpson (%)	61 (50 – 67)	61 (52 – 67)	61 (50 – 67)	0.449
FEVI Semiautomatizada (%)	58 ± 2.9	58 ± 2.9	58 ± 3.07	0.380
Strain longitudinal global (%)	-18.6 (-26.2 – -15.0)	-19.7 (-26.2 – -17.8)	-18.0 (-21.6 – -15.0)	<0.001
Dispersión mecánica (ms)	43.89 ± 11.03	47.56 ± 10.07	40.87 ± 11.14	0.047
Índice de trabajo global (mmHg%)	1993 \pm 332	2141 \pm 366	1828 \pm 199	0.018
Trabajo constructivo (mmHg%)	2171 \pm 358	2296 \pm 429	2047 \pm 232	0.073
Trabajo desperdiciado (mmHg%)	102 (21 – 320)	77 (41 – 169)	105 (21 – 320)	0.233
Eficiencia (%)	$94.4\% \pm 2.3$	94.7 ± 2.4	94.7 ± 2.4	0.338

T de Student comparando ambos géneros

Por otro lado, con relación a las mediciones en tres dimensiones se reporta VTD en mujeres 89.9 ± 15.8 ml y en hombres 113.12 ± 23.25 ml, VTDi de 54.15 ± 8.33 ml/m² y 60.13 ± 7.83 ml/m² respectivamente; VTS de 33.86 ± 7.72 ml en mujeres y 45.31 ± 11.99 ml en hombres, VTSi de 20.44 ± 4.64 ml/m² y 23.99 ± 4.40 ml/m² respectivamente, la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) en mujeres se registró en $62 \pm 4.7\%$ mientras que en hombres fue de $59 \pm 3.9\%$ sin tener una diferencia significativa al momento de realizar la prueba estadística correspondiente, que en contraste el SLG 3D presentó diferencia significativa, así como el SLG radial.

Relacionado a la mecánica ventricular izquierda y sus patrones de deformación en tres dimensiones reportamos en nuestro estudio lo siguiente: la FEVI 3D en la población general es de $60 \pm 4.4\%$, el SLG $-17.5 \pm 3.1\%$, el área strain $-29.2 \pm 3.5\%$, circunferencial -15.7 ± 1.95 , radial $45 \pm 8.3\%$, giro o rotación (*twist*) 3.8 deg ($-0.6 – 16.4$) y torsión 0.97 deg/cm ± 0.67 (Tabla 4).

Tabla 4. Mediciones adquiridas con procesamiento en tres dimensiones

Variables	Total (n= 30)	Mujeres (n= 14)	Hombres (n= 16)	Valor de P
FEVI 3D (%)	60 ± 4.4	62 ± 4.7	59 ± 3.9	0.72
Strain longitudinal global (%)	-17.5 ± 3.1	-18.7 ± 3.6	-16.4 ± 2.0	0.021
Área Strain (%)	-29.2 ± 3.52	-29.7 ± 4.4	-28.6 ± 2.4	0.202
SLG Circunferencial (%)	-15.7 ± 1.95	-15.7 ± 2.1	-15.6 ± 1.7	0.413
SLG radial (%)	45 ± 8.3	48 ± 10.1	43 ± 5.7	0.043
Twist/Rotación (deg)	3.8 (-0.6 – 16.4)	3.6 (0.10 – 10.4)	4.0 (-0.60 – 16.4)	0.304
Torsión (deg/cm)	0.97 ± 0.67	1.08 ± 0.71	0.86 ± 0.64	0.194
Volumen telediastólico (ml)	102.3 ± 23.0	89.9 ± 15.8	113.1 ± 23.2	0.002
Volumen telediastólico indexado (ml/m ² SC)	57.3 ± 8.4	54.1 ± 8.3	60.1 ± 7.8	0.026
Volumen telesistólico (ml)	40 (23 – 77)	31 (23 – 51)	42 (31 – 77)	0.002
Volumen telesistólico indexado (ml/m ² SC)	22.3 ± 4.7	20.4 ± 4.6	23.9 ± 4.4	0.020

T de Student comparando ambos géneros

Finalmente, como se observó en la obtención de medidas en dos dimensiones, los volúmenes tanto no indexados, como indexados tuvieron una diferencia significativa al ser comparados en ambos géneros.

DISCUSIÓN

La cuantificación del tamaño y función de las cámaras cardíacas es la piedra angular de la imagen cardíaca, siendo la ecocardiografía la modalidad no invasiva más utilizada. Diversos estudios se han realizado para determinar los valores normales de las cavidades cardíacas izquierdas en población adulta de Estados Unidos y Europa, así como en algunos países de Latinoamérica como Brasil y Argentina, sin embargo, actualmente no existen parámetros de referencia en cuanto a población Mexicana, lo que nos podría estar llevando a cometer errores al momento de evaluar a nuestros pacientes con los valores existentes definidos como “normales”.

En la práctica médica, el conocimiento de los llamados “Valores de Referencia” constituye información fundamental, ya que permite al clínico la interpretación correcta de los resultados. Los avances tecnológicos en la ecocardiografía nos permiten actualmente tener mejor calidad de imagen y por consiguiente una mejor visualización de las cavidades cardíacas, lo que facilita el reconocimiento de probables alteraciones.

Por lo tanto, es necesario conocer los valores de normalidad de las cavidades izquierdas en población mexicana, lo cual consideramos es el motivo principal por el cual realizamos este trabajo.

Los diámetros diastólico y sistólico tanto en hombres como en mujeres fueron discretamente menores con relación a los valores de referencia dados por la ESC, por otra parte, los volúmenes telediastólico y telesistólico no indexados del ventrículo izquierdo, tanto en hombres como en mujeres, fueron discretamente mayores en nuestra población, incluso al momento de indexar por área de superficie corporal se conservó esa tendencia (1).

Con respecto a la diferencia de medias de los los volúmenes (telediastólico y telesistólico) entre mujeres y hombres se observó una diferencia significativa tanto al momento de no indexar dichas cifras como al indexarlas, teniendo el mismo comportamiento en las mediciones realizadas en la adquisición de imágenes en tres dimensiones.

Con relación al apartado mencionado en las guías de cuantificación de cámaras de la sociedad europea de ecocardiografía se citan las cifras normales de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo y el volumen telediastólico y telesistólico obtenido mediante imágenes en tres dimensiones, se conserva la tendencia de que las mujeres tienen una fracción de eyección promedio mayor a la de los hombres, siendo el valor medio bastante similar a lo observado en las tablas de dichas directrices, destacando que en nuestra población la cifra promedio de la FEVI en los sujetos masculinos es discretamente mayor a lo reportado por Aune et al. (30) más no con los otros tres estudios referenciados, donde es discretamente menor (27–29), por otro lado los volúmenes tanto diastólico como sistólico fueron inferiores a los mencionados en las guías.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se encontró que la masa ventricular izquierda indexada es menor a lo encontrado en las directrices actuales, esto posiblemente debido a las diferencias étnicas y somatométricas encontradas en nuestra población. Siendo evidente que en el género femenino predominan valores de menor magnitud a comparación de los hombres, excepto en los relacionados a la fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

Con relación a la mecánica ventricular izquierda ofrecemos las mediciones antes mencionadas esperando que en un futuro puedan ser utilizadas como referencia en la población mexicana.

Sin embargo, en este momento no podemos hacer una comparación fidedigna debido a nuestro número limitado de muestra, por lo que se requiere captar más individuos para poder mejorar el poder estadístico de nuestro estudio.

Es importante destacar que se trata de un estudio piloto, el cual sentará las bases para un trabajo de mayor extensión, en tiempo y lugar, que permita determinar los valores de normalidad de cavidades izquierdas de la población mexicana, siendo obligatorio, evidentemente, extenderse y tener participación conjunta con otras sedes hospitalarias, de múltiples estados del país, para incrementar su validez estadística.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lang RM, Badano LP, Mor-avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recomendaciones para la Cuantificación de las Cavidades Cardíacas por Ecocardiografía en Adultos : Actualización de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y de la Asociación Europea de Imagen Cardiovascular. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28:1–39.
2. Badano LP, Muraru D. Twist Mechanics of the Left Ventricle. Vol. 12, *Circulation. Cardiovascular imaging*. NLM (Medline); 2019. p. e009085.
3. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, Belohlavek M, Cardim NM, Derumeaux G, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications: Endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. Vol. 24, *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2011. p. 277–313.
4. Poppe K. A meta-Analysis of echocardiographic measurements of the left heart for the development of normative reference ranges in a large international cohort: The EchoNoRMAL study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014;15(3):341–8.
5. Cosyns B, Lancellotti P. Normal reference values for echocardiography: A call for comparison between ethnicities. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(5):523–4.
6. Badano LP. Ethnicity: A Missing Variable When Defining Normative Values for Reporting Echocardiographic Studies. *Archives of Cardiovascular Imaging*. 2014;2(1):4–5.
7. Kou S, Caballero L, Dulgheru R, Voilliot D, De Sousa C, Kacharava G, et al. Echocardiographic reference ranges for normal cardiac chamber size: Results from the NORRE study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014;15(6):680–90.
8. Bansal M, Mohan JC, Sengupta SP. Normal echocardiographic measurements in Indian adults: How different are we from the western populations? A pilot study. *Indian Heart J [Internet]*. 2016;68(6):772–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ihj.2016.02.018>
9. Leung NKW. Echocardiographic values for cardiac dimensions and left ventricular mass of normal Chinese adults: A pilot study. *Journal of Diagnostic Medical Sonography*. 2009;25(6):300–9.
10. Ilercil A, O'grady MJ, Roman MJ, Paranicas M, Lee ET, Welty TK, et al. Reference values for echocardiographic measurements in urban and rural populations of differing ethnicity: The strong heart study. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2001;14(6):601–11.
11. Sadeghpour A, Shahrabi M, Bakhshandeh H, Naderi N. Normal Echocardiographic Values of 368 Iranian Healthy Subjects. *Archives of Cardiovascular Imaging*. 2013;1(2):72–9.

12. Segovia AB, Brandani L, Killinger GM, Zonis L, Risk M, Paolini J, et al. Masa del ventrículo izquierdo en habitantes sanos de la ciudad de buenos aires y correlación con medidas antropométricas. *Rev Argent Cardiol.* 2013;81(6).
13. Qureshi WT, Leigh JA, Swett K, Dharod A, Allison MA, Cai J, et al. Comparison of echocardiographic measures in a hispanic/latino population with the 2005 and 2015 American society of echocardiography reference limits (The Echocardiographic Study of Latinos). *Circ Cardiovasc Imaging.* 2016;9(1):1–8.
14. Sabatino J, Di Salvo G, Krupickova S, Fraisse A, Prota C, Bucciarelli V, et al. Left Ventricular Twist Mechanics to Identify Left Ventricular Noncompaction in Childhood. *Circ Cardiovasc Imaging.* el 1 de abril de 2019;12(4):e007805.
15. Omar AMS, Vallabhajosyula S, Sengupta PP. Left Ventricular Twist and Torsion. *Circ Cardiovasc Imaging.* el 21 de junio de 2015;8(6).
16. Stöhr EJ, Shave RE, Baggish AL, Weiner RB. Analyses of Coronary Vascular and Cardiac Mechanics in Health and Disease. *Am J Physiol Heart Circ Physiol [Internet].* 2016;311:633–44. Disponible en: www.ajpheart.org
17. Muraru D, Niero A, Rodriguez-Zanella H, Cherata D, Badano L. Three-dimensional speckle-tracking echocardiography: Benefits and limitations of integrating myocardial mechanics with three-dimensional imaging. Vol. 8, *Cardiovascular Diagnosis and Therapy.* AME Publishing Company; 2018. p. 101–17.
18. Buckberg G, Hoffman JIE, Mahajan A, Saleh S, Coghlan C. Cardiac mechanics revisited: The relationship of cardiac architecture to ventricular function. Vol. 118, *Circulation.* 2008. p. 2571–87.
19. Sengupta PP, Krishnamoorthy VK, Korinek J, Narula J, Vannan MA, Lester SJ, et al. Left Ventricular Form and Function Revisited: Applied Translational Science to Cardiovascular Ultrasound Imaging. Vol. 20, *Journal of the American Society of Echocardiography.* 2007. p. 539–51.
20. Crosby J, Amundsen BH, Hergum T, Remme EW, Langeland S, Torp H. 3-D Speckle Tracking for Assessment of Regional Left Ventricular Function. *Ultrasound Med Biol.* marzo de 2009;35(3):458–71.
21. Reant P, Barbot L, Touche C, Dijos M, Arsac F, Pillois X, et al. Evaluation of global left ventricular systolic function using three-dimensional echocardiography speckle-tracking strain parameters. *Journal of the American Society of Echocardiography.* enero de 2012;25(1):68–79.
22. Saito K, Okura H, Watanabe N, Hayashida A, Obase K, Imai K, et al. Comprehensive Evaluation of Left Ventricular Strain Using Speckle Tracking Echocardiography in Normal Adults: Comparison of Three-Dimensional and Two-Dimensional Approaches. *Journal of the American Society of Echocardiography.* septiembre de 2009;22(9):1025–30.

23. Muraru D, Cucchini U, Mihăilă S, Miglioranza MH, Aruta P, Cavalli G, et al. Left ventricular myocardial strain by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in healthy subjects: Reference values and analysis of their physiologic and technical determinants. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2014;27(8).
24. Kaku K, Takeuchi M, Tsang W, Takigiku K, Yasukochi S, Patel AR, et al. Age-related normal range of left ventricular strain and torsion using three-dimensional speckle-tracking echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2014;27(1):55–64.
25. Kleijn SA, Pandian NG, Thomas JD, De Isla LP, Kamp O, Zuber M, et al. Normal reference values of left ventricular strain using three-dimensional speckle tracking echocardiography: Results from a multicentre study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. el 1 de abril de 2015;16(4):410–6.
26. Pérez De Isla L, Millán M, Lennie V, Quezada M, Guinea J, MacAya C, et al. Area strain: umbrales de normalidad de un nuevo parámetro en sujetos sanos. *Rev Esp Cardiol*. diciembre de 2011;64(12):1194–7.
27. Fukuda S, Watanabe H, Daimon M, Abe Y, Hirashiki A, Hirata K, et al. Normal Values of Real-Time 3-Dimensional Echocardiographic Parameters in a Healthy Japanese Population: The JAMP-3D Study. Vol. 76, *Circulation Journal*. 2012 may.
28. Chahal NS, Lim TK, Jain P, Chambers JC, Kooner JS, Senior R. Population-Based Reference Values for 3D Echocardiographic LV Volumes and Ejection Fraction. 2012.
29. Muraru D, Badano LP, Piccoli G, Gianfagna P, Del Mestre L, Ermacora D, et al. Validation of a novel automated border-detection algorithm for rapid and accurate quantitation of left ventricular volumes based on three-dimensional echocardiography. *European Journal of Echocardiography*. mayo de 2010;11(4):359–68.
30. Aune E, Bækkevar M, Rødevand O, Otterstad JE. Reference values for left ventricular volumes with real-time 3-dimensional echocardiography. *Scandinavian Cardiovascular Journal*. 2010;44(1):24–30.

ANEXO 1: DEFINICIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	UNIDAD DE MEDICIÓN	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
Edad	Tiempo que ha vivido una persona a partir de la fecha de su nacimiento	Edad cumplida en años desde nacimiento hasta diagnóstico	Años	Cuantitativa continua intercalar	Discreta
Género	Clasificación de los seres humanos teniendo en cuenta características anatómicas y cromosómicas	Género fenotípico	Femenino Masculino	Cualitativa nominal	Dicotómica
Peso	Fuerza con la que la Tierra atrae un cuerpo	Equivale a la fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo	Kilogramos	Cuantitativa	Continua
Talla	Estatura o altura de las personas	Estatura del individuo expresada en metros	Metros	Cuantitativa	Continua
Superficie Corporal	Relación entre peso y estatura, calculada mediante fórmula de Dubois & Dubois	ASC (m ²)= (0.007184)(Peso ^{0.425})(Altura ^{0.725}). Peso en Kg, Talla en cm	Metros ²	Cuantitativa	Continua
Índice de Masa Corporal	Producto del peso entre la talla, expresada como kg/m ²	IMC= Peso (kg)/ Altura (m ²)	Kg/m ²	Cuantitativa	Continua
Anillo Aórtico	Medida lineal en eje largo paraesternal que se localiza a nivel de la inserción de las valvas de la válvula aórtica	Medida del diámetro anteroposterior del anillo aórtico, borde interno a borde interno en acercamiento, en mesosistole	Milímetros	Cuantitativa	Continua/ Discreta

Raíz Aórtica	Medida lineal en eje largo paraesternal (ELP) que ocupa un la máxima distancia entre los senos de Valsalva	Medida del diámetro anterosuperior de la raíz de la aorta, desde el comienzo de los ecos de la pared anterior al comienzo de los ecos de la pared posterior en telediástole	Milímetros	Cuantitativa	Continua/ Discreta
Aurícula Izquierda	Medidas lineales, de área y volumen en ELP, 2C y 4C que se registran en los límites internos de dicha cavidad	Diámetro anteroposterior medido a nivel de senos de Valsalva borde interno a borde interno, resto limitando el borde interno de la cavidad en 2C y 4C	Milímetros, cm ² , ml/m ² SC	Cuantitativa	Continua/ Discreta
Septum Interventricular	Medida lineal adquirida en el ELP de manera perpendicular al eje largo del VI, obtenida a nivel de las puntas de las valvas de la válvula mitral	Mide el diámetro del septum interventricular en telediástole	Milímetros	Cuantitativa	Continua/ Discreta
Diámetro Diastólico del Ventrículo Izquierdo	Medida lineal interna el VI adquirida en DLP de manera perpendicular al eje largo del VI, obtenida a nivel de las puntas de la válvula mitral	Mide el diámetro que existe en diástole desde el endocardio septal al endocardio de la pared posterior del VI	Milímetros	Cuantitativa	Continua/ Discreta
Diámetro Sistólico del Ventrículo Izquierdo	Medida lineal en el DLP de manera perpendicular al eje largo del VI, obtenida a nivel de las puntas de la válvula mitral	Mide el diámetro que existe en sístole de la parte interna del septum IV a la parte interna de PP	Milímetros	Cuantitativa	Continua/ Discreta

Pared Posterior del Ventriculo Izquierdo	Medida lineal en la pared libre del ventriculo izquierdo	Mide el grosor en diástole de la pared posterior del ventriculo izquierdo	Milímetros	Cuantitativa	Continua/ Discreta
Masa del Ventriculo Izquierdo	La medición de la cavidad ventricular izquierda estimada utilizando la fórmula de Devereux	$MVI = 0.8 \{1.04 [(SIV + DDVI + PP)^3 - DDVI^3]\} + 0.6$, expresada en gramos	Gramos	Cuantitativa	Discreta
Grosor Parietal Relativo	Resultado de la suma del SIV y la pared posterior dividido entre el diámetro diastólico del VI	$GPR = SIV + PP / DDVI$	mm/mm	Cuantitativa	Continua
Fracción de Expulsión del Ventriculo Izquierdo	Porcentaje de volumen expulsado por el ventriculo izquierdo durante cada latido, calculado por el método de sumación de discos biplanar. Volúmenes obtenidos en 4C y 2C	$FEVI = (VFD - VFS) / VFD$, expresada en porcentaje	Porcentaje	Cualitativa	Discreta
Speckle Tracking	Modalidad para la cuantificación de la deformación miocárdica	Se toma en cuenta la deformación radial, longitudinal y circunferencial en ejes largo y corto paraesternal	Porcentaje	Cualitativa	Continua/ Discreta

ANEXO 2

“VALORES DE NORMALIDAD EN VENTRÍCULO IZQUIERDO EN POBLACIÓN SANA DEL HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI”

Hoja de recolección de datos

Nombre: _____ Sexo: (M) (F) FECHA: _____.

Peso: _____ kgs. Talla: _____ m. IMC: _____. SC: _____. TA: _____. mmHg. FC: _____.

Ritmo: (Sinusal) (No sinusal) Ventana: (óptima) (Mala)

Edad _____ años

Ventrículo izquierdo, mediciones en dos dimensiones:

Diámetro diastólico (mm)		Septum (mm)	
Diámetro diastólico index		Pared posterior (mm)	
Diámetro sistólico (mm)		GPR	
Diámetro sistólico index		Masa lineal (gr/m ² SC)	
Volumen Telediastólico (ml)		VTD Indexado	
Volumen Telesistólico (ml)		VTS indexado	
FEVI % (Simpson)		SLG (%)	
FEVI % (Semiautomatizado)		Dispersión mecánica	
Índice de trabajo global (ITG)		Trabajo constructivo	
Eficiencia		Trabajo desperdiciado	

Ventrículo izquierdo, mediciones en tres dimensiones

FEVI 3D (%)		SLG 3D	
Área strain		SLG circunferencial	
Volumen Telediastólico 3D		VTD indexado 3D	
Volumen Sistólico 3D		VTS indexado 3D	
SLG radial		Twist/Rotación	
Torsión			

ANEXO 3

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Antes de que usted decida tomar parte en este estudio de investigación, es importante que lea, cuidadosamente este documento.

Yo, _____ con número de seguridad social o de identificación oficial: _____, en pleno uso de mis facultades mentales y en el ejercicio de mi capacidad legal, DECLARO lo siguiente:

Expreso mediante este medio, mi libre voluntad a participar en el protocolo de investigación al que he sido invitado, titulado: **“VALORES DE NORMALIDAD DE CAVIDADES IZQUIERDAS Y DERECHAS EN POBLACIÓN SANA DEL HOSPITAL DE CARDIOLOGÍA CMN SIGLO XXI”**

A cargo de los investigadores Dr. Gustavo Oswaldo Hernández González, Dr. Joaquín Pérez Ahumada (tels. 272 141 9747, 55 61447901). El objetivo del estudio es realizar un ecocardiograma transtorácico para determinar las medidas y función de las cavidades izquierdas y derechas del corazón. Se me ha explicado de forma detallada y con términos que yo entiendo que este estudio es para determinar mediante un ultrasonido del corazón (ecocardiograma) las dimensiones de mi corazón, para lo cual se provocará presión y frío en zona de contacto de la piel con el transductor a nivel de toráx anterior (pecho), así como maniobras respiratorias para obtener la mejor calidad de imagen del estudio.

Se me ha comentado los posibles efectos en mi piel relacionados con la presión del transductor del ecocardiograma a nivel de tórax anterior (pecho) los cuales son: moretes (hematomas), puntillero rojizo (petequias), sensación de dolor relacionado con la presión.

Los investigadores responsables se han comprometido a darme información, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que se me presente durante la realización del estudio.

También se me ha explicado que el estudio en el que participo está aprobado por un grupo de investigación así como por un comité de ética y que de no querer participar en cualquier momento estoy libre de hacerlo sin que esto repercuta en ninguna manera mi tratamiento y atención en el hospital.

Los investigadores responsables me han dado seguridad de que no se me identificará con nombre o número de afiliación en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán tratados en forma confidencial. El resultado no influirá en el tratamiento que recibo ni el pronóstico de mi enfermedad.

No existe ninguna remuneración económica por mi participación en este estudio ya que la misma es voluntaria.

Me ha sido proporcionada la información completa sobre este estudio, la cual fue realizada en forma amplia, precisa y suficiente, en lenguaje CLARO Y SENCILLO.

Se me ha permitido externar todas las dudas que me han surgido, derivadas de la información recibida, por lo que manifiesto estar enteramente satisfecho (a).

Por todo lo antes comentado autorizo la realización de ecocardiograma transtorácico.

En caso de dudas o aclaraciones sobre mis derechos como participante podré dirigirme a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4o Piso Bloque B de la Unidad de Congresos, Col. Doctores, México D.F. CP 06720 Teléfono (55) 56276900 ext. 21230, Correo: conise@cis.gob.mx.

Ciudad de México a _____ del 202__.

Nombre y firma del paciente

Nombre y firma del testigo