

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

DEPARTAMENTO DE POSTGRADO

MAGISTER DE ULTRASONIDO EN CARDIOLOGÍA



Tesis

**Evaluación de la seguridad y factibilidad del
ecocardiograma de estrés con ejercicio en pacientes \geq
de 75 años**

Director: Eduardo Escudero

Juan Pablo Corso
Promoción 2016-2017

Agradecimientos

Quiero agradecer, en este transitar de la vida, a mi familia que de forma incondicional estuvieron, están y estarán apoyándome para lograr aquellas cosas que nos apasionan, a mi esposa Andrea y a mis hijos Benicio y Milo.

También quiero agradecer a todas las personas que han sido parte de este magister, todos hicieron posible llegar a este momento y sobretodo a mis compañeros de cursada, quiénes con su actitud y predisposición, han hecho extremadamente fácil este camino.

Tabla de contenidos:

Introducción	4
Fisiología del Ejercicio:	7
Estado del Arte:	8
Hipótesis:	10
Objetivos:	11
Método estadístico:	12
Material y Método:	13
Resultados:	16
Discusión:	26
Conclusiones:	28
Comentario:	29
Bibliografía:	30

Introducción:

El ecocardiograma de estrés es una valiosa herramienta que utilizamos a diario para el diagnóstico y el control de la enfermedad coronaria y otras enfermedades cardiovasculares. Se trata de una modalidad de evaluación indirecta para determinar el estado funcional de las arterias coronarias y presumir de alguna manera su estado anatómico. Consta de aumentar la frecuencia cardíaca y de evaluar durante ese incremento las modificaciones de la motilidad/engrosamiento de las paredes del miocardio a través de la ecocardiografía convencional, comparando las imágenes obtenidas entre sí, tanto de reposo como las obtenidas con la máxima frecuencia cardíaca.[1]

Este aumento de la frecuencia cardíaca se puede obtener a través del ejercicio de manera fisiológica o a través de fármacos que generan este cambio pero de una manera no fisiológica. A veces, podemos generar una respuesta similar, sin necesidad de incrementar la frecuencia cardíaca, aumentando la vasodilatación de arterias sanas. Esto genera un aumento de flujo en los mismos vasos y disminuye el aporte en los que tienen enfermedad, poniendo en evidencia de forma indirecta la enfermedad coronaria como habíamos comentado, generando cambios tanto eléctricos como de la motilidad y/o engrosamiento del miocardio que se ponen de manifiesto a través del ecocardiograma, llegando así al diagnóstico, evaluación y pronóstico de muchas enfermedades cardiovasculares [34,35,36,37,51,52,53,54].

La enfermedad coronaria es la causa más frecuente de morbimortalidad tanto en Latinoamérica como en el resto del mundo [2, 3]. Esta enfermedad se incrementa con la edad y particularmente la población mayor de 75 años se van a incrementar paulatinamente en los próximos años [2-5].

Los controles cardiológicos de pacientes añosos incluyen una serie de estudios complementarios como el electrocardiograma, el holter, la ergometría, la ecocardiografía, el ecocardiograma de estrés, etc. Este último es un pilar importante en la evaluación enfermedad coronaria, evaluación de valvulopatías, controles de pacientes revascularizados y/o con reemplazo valvular. [22,23,50,52].

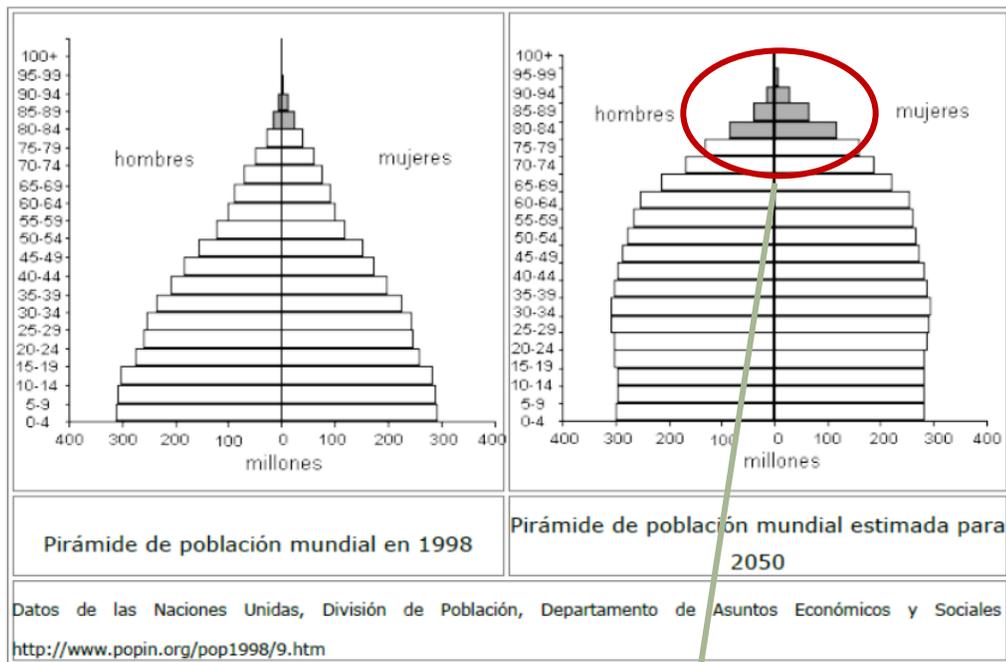
Es habitual en la consulta médica cardiológica que frente a un paciente añoso con determinadas situaciones asociadas¹, el estudio solicitado habitualmente sea con apremio farmacológico y no con la modalidad de ejercicio que es más fisiológica y con menos complicaciones, no existiendo herramientas clasificadoras o de discriminación en la consulta, más allá de la lógica o coherencia del criterio del médico tratante, que permitan saber qué paciente, con seguridad y factibilidad, podrá completar un estudio de ejercicio vs un estudio farmacológico [53].

Existen numerosas publicaciones sobre la seguridad del ecocardiograma de estrés, tanto en sus modalidades de ejercicio como farmacológicas siendo la edad de los pacientes incluidos en estas revisiones y meta-análisis, de unos 60 años aproximadamente [1, 6-9], con escasas publicaciones en pacientes mayores a los 75 años.

El gran crecimiento de la población añosa [3-5], y las razones mencionadas nos motivan a abordar la seguridad y factibilidad del ecocardiograma de estrés en su modalidad de ejercicio en los pacientes de 75 años de edad o más. Ver Gráfico nro 1

¹ Artrosis de rodilla, artrosis de cadera, patología columna, dolor oseos generalizado, sensación de menos complicaciones.

Gráfico 1



Grupo en aumento para los próximos años

Fisiología del Ejercicio:

Durante el proceso de envejecimiento, la masa muscular disminuye y aumenta la infiltración grasa, asociado a disminución progresiva de la fuerza. También se observa envejecimiento del sistema circulatorio y cardiaco, observándose disminución de las células musculares lisas de la capa media de las arterias o vasos de conducción de diámetro mayor a 300 micrómetros, degeneración de las fibras elásticas, disminución de la elastina y aumenta la cantidad de fibras colágenas. Los vasos entre 30 y 300 micrómetros de diámetro sufren hipertrofia, aumentando la rigidez de las arterias de conducción y la resistencia periférica total, con aumento de la reflexión de onda de pulso y de la presión arterial. La presión arterial sistólica aumenta con la edad de manera continua y la presión arterial diastólica aumenta hasta los 55 años de edad, manteniéndose estable o disminuyendo levemente luego de esa edad.

La disfunción endotelial aumenta con el envejecimiento, asociado a disminución del óxido nítrico, aumento de factores vasoconstrictores, etc. El envejecimiento disminuye la distensibilidad cardíaca y la respuesta al ejercicio, aumentando la presión de fin de diástole ventricular en reposo y durante el ejercicio, con aumento moderado del espesor de la pared ventricular izquierda, aún en ausencia de hipertensión arterial u otras causas con incremento de la postcarga. El volumen expulsivo durante el ejercicio de los ancianos se produce a expensas del aumento del volumen de fin de diástole, con menores aumentos de la frecuencia cardíaca y mayores aumentos de la presión arterial [10]. Esto probablemente se debe a una menor respuesta a las catecolaminas y degeneración axonal de las neuronas que inervan las aurículas.

A diferencia de edades tempranas, como los niños, que tienen estimaciones precisas en relación al peso y talla asociados a una edad determinada, en los sujetos añosos existe gran dispersión en sus características, lo que dificulta de sobremanera la interpretación del envejecimiento normal.

Estado del Arte:

El ecocardiograma de estrés se utiliza desde 1979 [11]. Durante los años 1980 y 1990 la información existente en relación a su seguridad y distribución de las modalidades utilizadas era escasa. Recién a fines de los años 90 y durante la década del 2000 aparecen algunas publicaciones en relación a la seguridad como la publicación de la revista española de cardiología, mostrando un relevamiento de lo que ocurre en la península ibérica en 29 hospitales y con más de 22 mil exploraciones, siendo la modalidad de ejercicio la de menos complicaciones [7].

En otra revisión publicada en la revista española de Cardiología [1], un registro que va desde el año 1997 al año 2002 sobre ecocardiografía de estrés, la mayoría de los trabajos incluidos fueron en su modalidad farmacológica. En algunos de los trabajos incluidos en la revisión, la edad promedio ronda los 58 años.

Los pacientes mayores a 75 años en general no fueron incluidos en la mayoría de las revisiones y trabajos publicados.

Farray Berges y colaboradores publicaron en 1997 datos sobre estudios de ecocardiograma de estrés con dobutamina y/o ejercicio en donde no se menciona en ningún pasaje del artículo la edad de los 29 pacientes incluidos [12].

Thomas Marwick publica en la Journal of the American College of Cardiology (JACC) en 1992, un trabajo sobre la precisión y las limitaciones del ecocardiograma de estrés con ejercicio y farmacológico en donde la edad promedio fue de 61 años en el grupo con enfermedad coronaria [8], siendo estos últimos los de mayor edad en promedio.

En el año 2001 se publica en la Journal American College of Cardiology por Arruda y colaboradores, un artículo en relación al valor pronóstico del ecocardiograma de estrés con ejercicio en pacientes mayores de 65 años e incluyó 2632 pacientes, aportando información pronóstica de eventos cardiovasculares con un promedio de 72 años de edad [13]

Chaudhry y colaboradores publican en el año 2007 información sobre el seguimiento de pacientes octogenarios con ecocardiograma de estrés de ejercicio y farmacológico (110 pacientes con ejercicio), agregando valor pronóstico en este grupo de pacientes [14].

En el año 2010, Marechaux y colaboradores publican información en relación al ecocardiograma de estrés y la evaluación de la estenosis aórtica, con un promedio de edad de 58 años.[15]

Al desconocerse las razones de por qué los pacientes mayores a 75 años no son incluidos en la gran mayoría de los trabajos publicados en su modalidad de ejercicio o, en caso de ser incluidos no se obtiene gran cantidad de información en relación al tipo de ejercicio realizado, las cargas obtenidas o las causas que motivaron la no realización del ejercicio, es necesario profundizar la evaluación de este grupo etéreo.

Hipótesis:

El ecocardiograma de estrés con ejercicio es seguro y factible en la mayoría de los pacientes \geq de 75 años. El sustento de esta hipótesis surge del incremento paulatino y constante de la población de este grupo etáreo (con mejor clase funcional y de ejercicio) y su asociación con enfermedades cardiovasculares que requieren para su evaluación un abordaje simple, de costo aceptable y con la menor tasa de complicaciones posibles. [3]

*Objetivos:*Primarios:

Analizar y reportar que el ecocardiograma de estrés con ejercicio con prueba ergométrica suficiente, es seguro y factible en pacientes \geq de 75 años de edad.

Secundarios:

Describir los motivos de solicitud del estudio, determinar índice de fragilidad del anciano y su asociación con la posibilidad de hacer ejercicio, determinar las razones de falta de progresión de ejercicio, describir complicaciones asociadas.

Método estadístico:

- Se utilizó estadística descriptiva para caracterizar la población y su evolución.
- La edad del paciente se registró como una variable continua.
- El sexo se registró como variable dicotómica (femenino o masculino).
- El puntaje de fragilidad del anciano se registró como una variable categórica ordinal, con un puntaje que oscila entre 0 a 5 puntos, siendo 0 totalmente independiente y 5 totalmente dependiente. Tabla 1
- La presencia de factores de riesgo cardiovascular, así como el antecedente de intervenciones coronarias se registró de manera dicotómica (sí/no).
- La fracción de eyección se registró como porcentaje.
- El tipo de trazado electrocardiográfico se registró como una variable dicotómica (normal o alterado).
- A los fines del análisis, las variables continuas se reportaron como media \pm desvío estándar, o mediana y rango intercuartilo según su distribución simétrica o asimétrica.
- Las variables categóricas ordinales se reportaron como mediana y rango intercuartilo.
- Las variables dicotómicas a su vez se presentaron como porcentaje (%).
- Para efectuar comparaciones entre los grupos se aplicó en el caso de las variables continuas T-test de Student o Mann-Whitney de acuerdo a la naturaleza de la distribución de los datos.
- Para efectuar comparaciones entre los grupos se aplicó en el caso de las variables categóricas el test exacto de Fisher.
- Se consideró un error α con $p < 0,05$ para asignar significación estadística a las diferencias entre los grupos.
- Las estimaciones se reportaron con sus correspondientes IC de 95%.

Material y Método:

A- Tipo de estudio:

Estudio prospectivo, cuasi experimental.

B- Población a estudiar:

Se incluyeron todos los pacientes ≥ 75 años que llegaron para ecocardiograma de estrés (tanto de ejercicio como farmacológicos), al servicio de cardiología de Fundación FAERAC de Santa Rosa La Pampa, desde septiembre de 2016 hasta julio de 2017.

C- Criterios exclusión:

- 1- Menores de 75 años de edad
- 2- Pacientes con amputación de miembros inferiores o enfermedad vascular periférica limitante
- 3- Estudios solicitados con test farmacológicos para evaluar viabilidad
- 4- Otras enfermedades con trastornos neurológicos o respiratorios severos que impidan en ejercicio.

D- Fuente y recolección de datos:

A cada paciente se le explicó la naturaleza del trabajo y en caso de aceptación se requirió consentimiento informado.

Variables del estudio:Previo a la realización del estudio se evaluó:

- a. Edad, sexo
- b. Puntaje de incapacidad física del anciano, con escala de incapacidad física de la cruz roja previo al estudio con un puntaje que va de 0 a 5 puntos, siendo 0 totalmente independiente y 5 totalmente dependiente [16]
- c. Factores de riesgo cardiovascular: dislipemia, tabaquismo activo, diabetes tipo 2, hipertensión arterial
- d. Antecedentes de revascularización coronaria (angioplastia coronaria o cirugía de revascularización miocárdica, especificando el o los vasos intervenidos)
- e. Motivo de solicitud del estudio.
- f. Tipo de estudio solicitado (test ejercicio o farmacológico)
- g. Registro de antecedentes de: accidente cerebrovascular, accidente isquémico transitorio, artrosis de cadera, artrosis de rodilla, patología columna, dolor óseo inespecífico.

En primera instancia se realizó a todos los pacientes el test con ejercicio en bicicleta ergométrica electromagnética y con protocolo de Bruce. En caso de no poder realizarlo, se dejó registro de los motivos y se procedió a realizar el test farmacológico (dobutamina con 4 fases de 10 a 40 gammas y/o dipyridamol con infusión de 0,84 mg/kg en 6 minutos).

Análisis ergométrico y ecocardiográfico:

- a. Registro electrocardiográfico de 12 derivaciones durante todo el estudio
- b. Se realizó captura de imágenes ecocardiográficas de reposo para evaluar fracción de eyección por el método de Simpson biplano de sumatoria de discos [17, 18]. ver imagen 1
- c. Se inició protocolo de ecocardiograma de estrés de 2 fases, reposo y post ejercicio inmediato.

- d. El análisis de la motilidad parietal se realizó con el método de los 16 segmentos de la Sociedad Americana de Ecocardiografía, 1= normal o hiperkinético, 2 = hipocinesia, 3 = acinesia, 4 = discinesia [17, 18].
- e. Se utilizó para la captura de imágenes un ecocardiógrafo marca mindray, modelo M7, portátil, con software de ecocardiografía de estrés.
- f. Se analizó la carga ergométrica medida en METS (unidad de medida del índice metabólico) utilizando protocolo de bruce y la fórmula de kilogrametros²
- g. Suspensión de los betabloqueantes 2 días previos al estudio
- h. En caso de no completar el estudio con el 85% de la frecuencia cardíaca correspondiente, se completará con handgrip.
- i. En caso de continuar sin alcanzar la frecuencia cardíaca se rotará a la modalidad farmacológica para completar el estudio
- j. Se registrarán las complicaciones y se clasificarán en mayores³ y menores⁴.

Limitaciones: estudio realizado sobre bicicleta ergométrica sin camilla y captura de imágenes ecocardiográficas sobre bicicleta. Análisis de la motilidad parietal y de los volúmenes del ventrículo izquierdo a cargo de 1 solo evaluador.

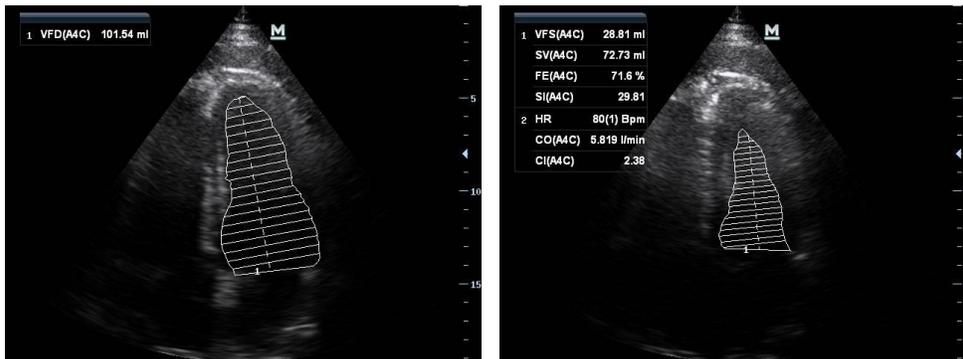


Imagen nro 1

² METS: $(\text{kgm} \times 2) + 300/3,5 \times \text{peso paciente}$

³ Muerte, infarto de miocardio, arritmia ventricular grave (Taquicardia ventricular o Fibrilación Ventricular), BAV completo, rotura cardíaca, accidente cerebrovascular, hipotensión severa, insuficiencia cardíaca.

⁴ Hipertensión arterial, fibrilación auricular, taquicardia supraventricular, TV no sostenida, palpitaciones, angina, náusea, cefalea, escalofríos, urgencia urinaria, ansiedad.

Resultados:

Población: se analizó un total de 47 pacientes de ≥ 75 años, con un promedio de edad de 78,3 años con DS de $\pm 3,21$; 51% mujeres (24) y 49% hombres (23) que realizaron ecocardiograma de estrés con ejercicio.

La distribución del puntaje de inactividad física del anciano de la cruz roja como representante del posible grado de fragilidad del anciano fue: 40 pacientes con 0 puntos (85%), 3 pacientes con 1 punto (6,4%), 3 pacientes con 2 puntos (6,4%) y 1 paciente con 3 puntos (2,2%). Tabla 1 y tabla 2

Tabla 1

<i>Score inactividad física anciano de la cruz roja</i>	Frecuencia	Porcentaje %
0	40	85,11
1	3	6,38
2	3	6,38
3	1	2,13

<i>Score inactividad física anciano de la cruz roja</i>	<i>descripción</i>
Grado 0	Se vale por sí mismo y anda con normalidad
Grado 1	Realiza suficientemente las actividades de la vida diaria. Deambula con alguna dificultad. Continencia normal.
Grado 2	Cierta dificultad en las actividades de la vida diaria, que le obligan a valerse de ayuda. Deambula con bastón u otro medio de apoyo. Continencia normal o rara incontinencia
Grado 3	Grave dificultad en bastantes actividades de la vida diaria. Deambula con dificultad, ayudado al menos por una persona. Incontinencia ocasional.
Grado 4	Inmovilidad en cama o sillón. Necesita cuidados de enfermería constantes. Incontinencia total
Grado 5	Inmovilidad en cama o sillón. Necesita cuidados de enfermería constantes. Incontinencia total

Tabla 2

La distribución de antecedentes y factores de riesgo cardiovascular se muestra en la tabla número 3.

Total 47 pacientes	Frecuencia	Porcentaje
Sexo masculino	23	49%
Diabetes	11	23,4%
HTA	37	78,7%
Tabaquismo	0	0%
CRM previa	3	6,38%
ATC previa	8	17%
AIT y ACV	4	9,31%
Artrosis de cadera	12	27,9%
Artrosis de rodilla	16	37,2%
Patología de columna	10	23,2%
Dolor oseó generalizado inespecífico	16	42,1%

Tabla 3: HTA (hipertensión arterial), CRM (cirugía de revascularización miocárdica), ATC (angioplastia transluminal coronaria), AIT (accidente isquémico transitorio), ACV (accidente cerebro vascular)

Los motivos de la solicitud del ecocardiograma de estrés se encuentran en grafico número 1, siendo el dolor precordial el motivo más frecuente, seguido de la disnea.

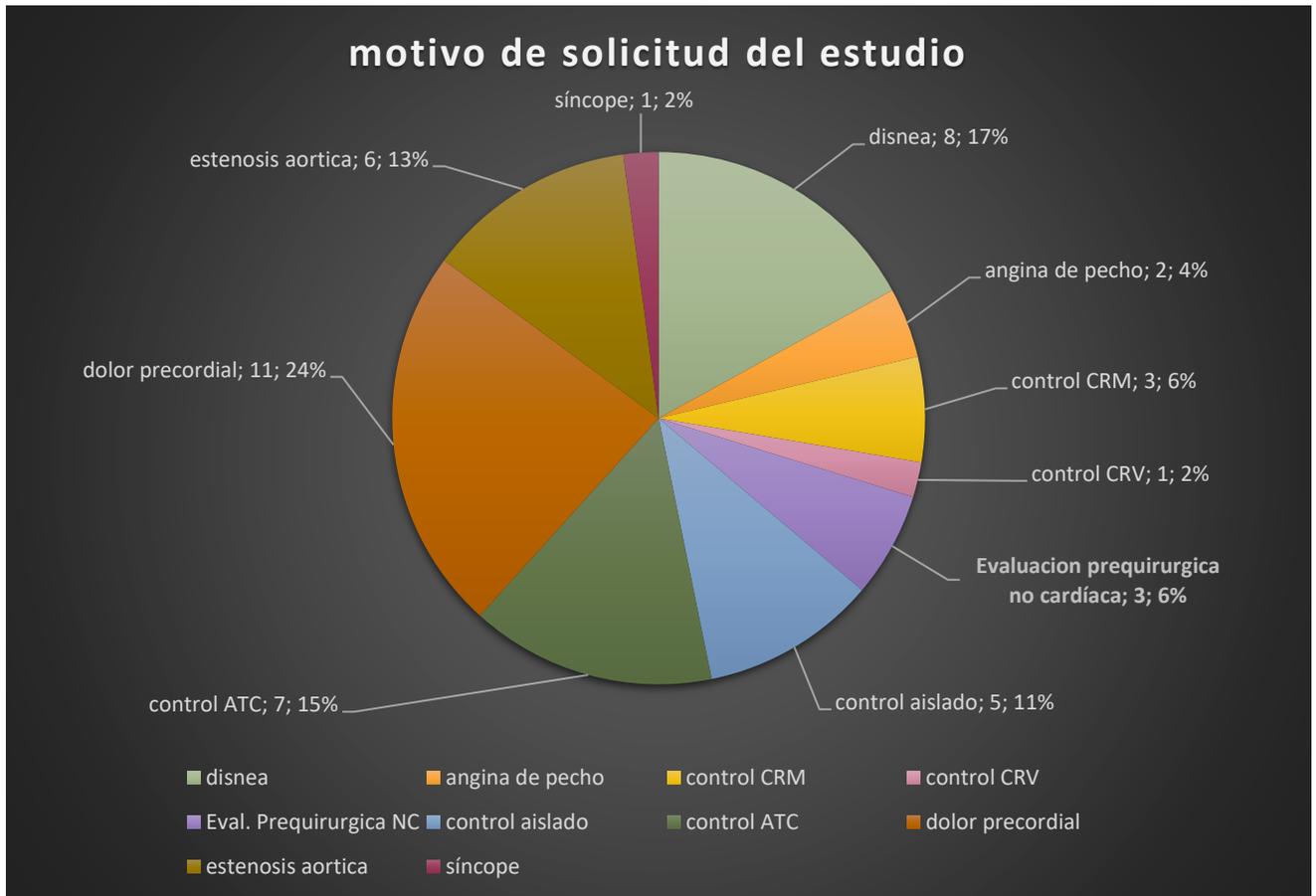


Gráfico Nro 1: CRM (cirugía de revascularización miocárdica), CRV (cirugía de recambio valvular), ATC (angioplastia transluminal coronaria),

En el análisis del porcentaje de la frecuencia cardíaca alcanzada durante la ergometría, se consideró el 85% como prueba suficiente y la distribución fue la siguiente:

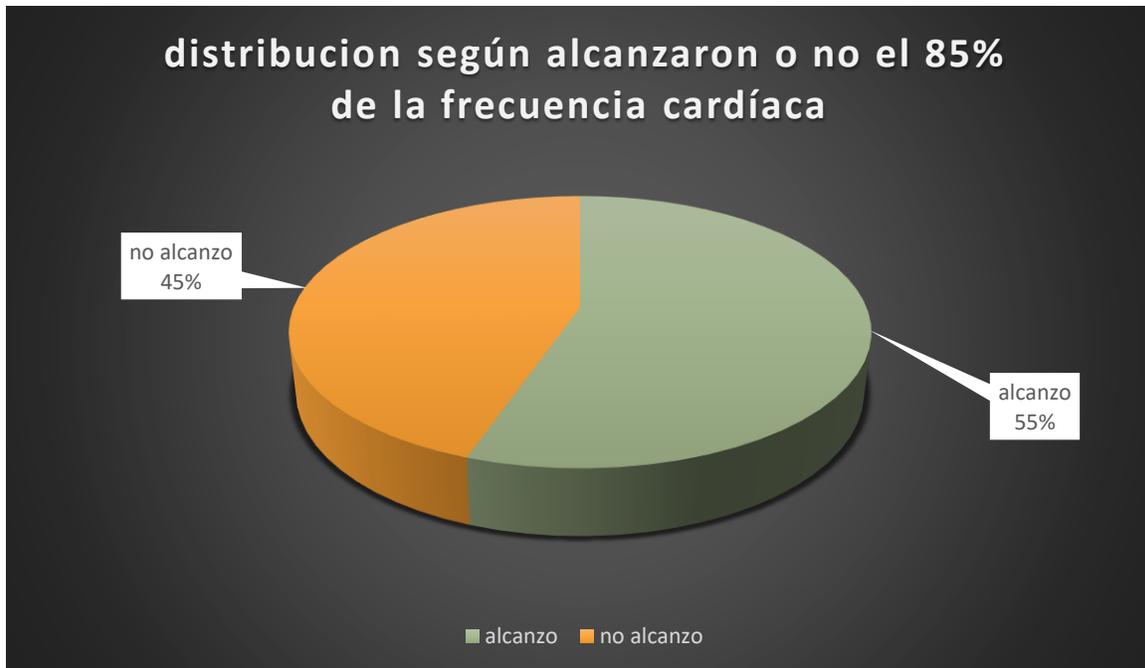


Gráfico Nro 2

Al tratarse de personas mayores a 75 años de edad, se realiza el análisis de que porcentaje de los pacientes evaluados alcanza el 80% de la FC y los resultados fueron:

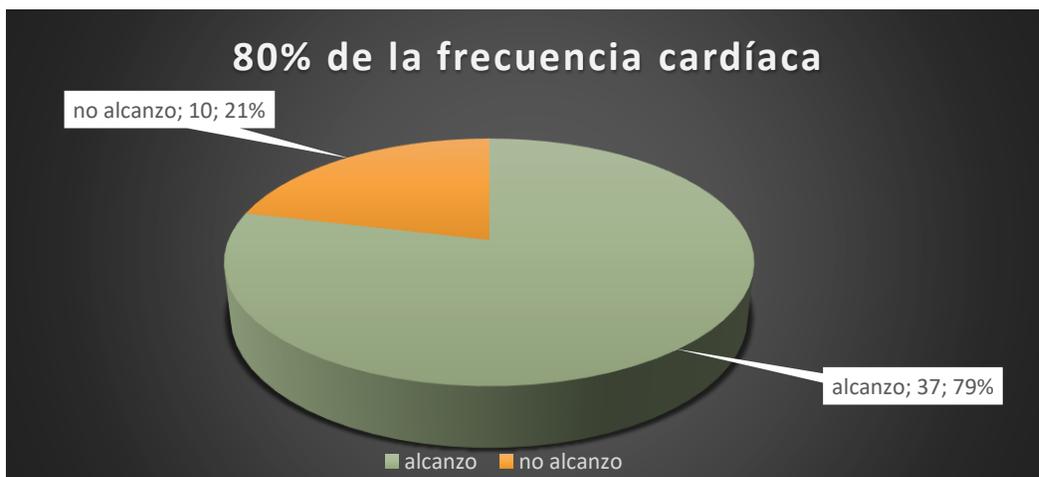


Gráfico Nro 3

Se observó que la mayoría de los pacientes evaluados (79%) alcanzaron al menos el 80% de la prueba ergométrica.

Se tuvieron en cuenta complicaciones **mayores** (muerte, infarto de miocardio, arritmia ventricular grave como taquicardia ventricular o fibrilación ventricular, bloqueo auriculo-ventricular completo, rotura cardíaca, accidente cerebrovascular, hipotensión severa, insuficiencia cardíaca) y **menores** (hipertensión arterial, fibrilación auricular, taquicardia supraventricular, taquicardia ventricular no sostenida, palpitaciones, angina de pecho, cefalea, escalofríos, ansiedad) durante el estudio, sin observar complicaciones en los 47 pacientes.

Se relaciono el puntaje del score de la cruz roja de incapacidad física (fragilidad del anciano) con la posibilidad de alcanzar la frecuencia cardíaca prevista, ver tabla 4.

Se observa que los pacientes con 0 puntos del score (autoválidos o con baja fragilidad del anciano) tienen tendencia no significativa (**p=0,68**) a alcanzar el **85%** de la FC esperada en la ergometría en comparación con los pacientes que tenían ≥ 1 punto.

Score cruz roja	Alcanzo 85% de FC	No alcanzo 85% de FC	
0 punto	57,5% (23)	42,5% (17)	
≥ 1 punto	42,8% (3)	57,2% (4)	Test Fisher
			p: 0,68 (NS)

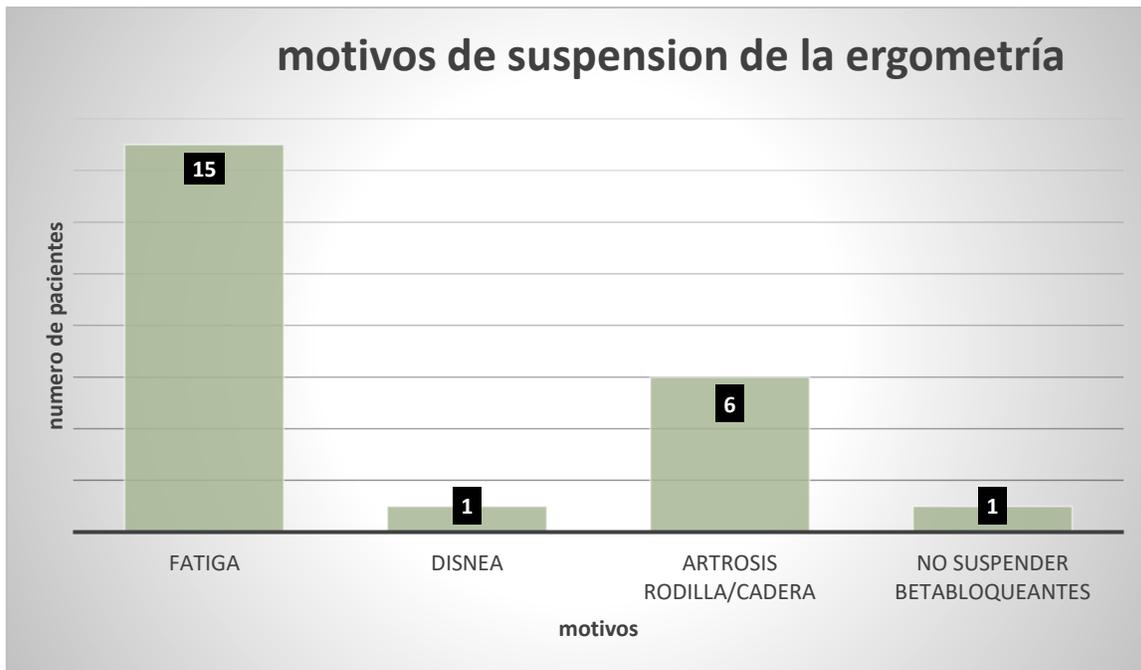
Tabla 4

Cuando se analizaron que pacientes alcanzaron el **80%** y se relacionó con el score de la cruz roja, **la asociación se hace más fuerte**, aunque aún no significativa, probablemente debido a que la muestra es pequeña (**p=0,15**). Tabla 5

Score Cruz Roja	Alcanzó 80% de FC	No Alcanzó 80% FC	
0 puntos	82,5% (33)	17,5% (7)	
≥1 punto	57,1% (4)	42,9% (3)	p: 0,15

Tabla 5

En la descripción de los motivos por lo que la prueba ergométrica fue suspendida o insuficiente, **excluyendo** a aquellos que alcanzaron el 85%, mostró que la **fatiga** fue la causa más frecuente, seguida por la artrosis de cadera y rodilla.



Grafica de barras (4). Distribución de aquellos que no alcanzaron la frecuencia cardíaca y el motivo más frecuente de porque no alcanzaron la frecuencia cardíaca

Debido a que la artrosis de cadera y de rodilla fue un motivo frecuente de suspensión del estudio, se analizó “si tener” **artrosis de cadera** se asociaba a la posibilidad de NO alcanzar el 85% de la frecuencia cardíaca, observándose los siguientes datos:

Artrosis de cadera	Totales	No alcanzó el 85% de la FC	Alcanzó el 85% de la FC	
NO	31	38,7% (12)	61,3% (19)	
SI	12	75% (9)	25% (3)	p:0,03

Tabla 6

En la tabla se observa que tener **artrosis de cadera** se asocia de manera significativa a no alcanzar el 85% de la frecuencia cardíaca.

En el análisis para la **artrosis de rodilla** los resultados fueron similares, con **p:0,008**

Artrosis de rodilla	Totales	No alcanzó el 85% de la FC	Alcanzó el 85% de la FC	
NO	27	33,33% (9)	66,67% (18)	
SI	16	75% (12)	25% (4)	p: 0,008

Tabla 7

La referencia en el interrogatorio antes de la realización del estudio, de tener **patología de columna**, no mostro asociación con la posibilidad de alcanzar el 85% de la frecuencia cardíaca.

Otra variable que se analizó fue si la **edad** de manera independiente, es un predictor para alcanzar el 85% de la FC. Se observó el promedio de edad de aquellos pacientes que alcanzaron el 85% vs aquellos que NO alcanzaron el 85%, observando una diferencia no significativa (**NS, p: 0,42**)

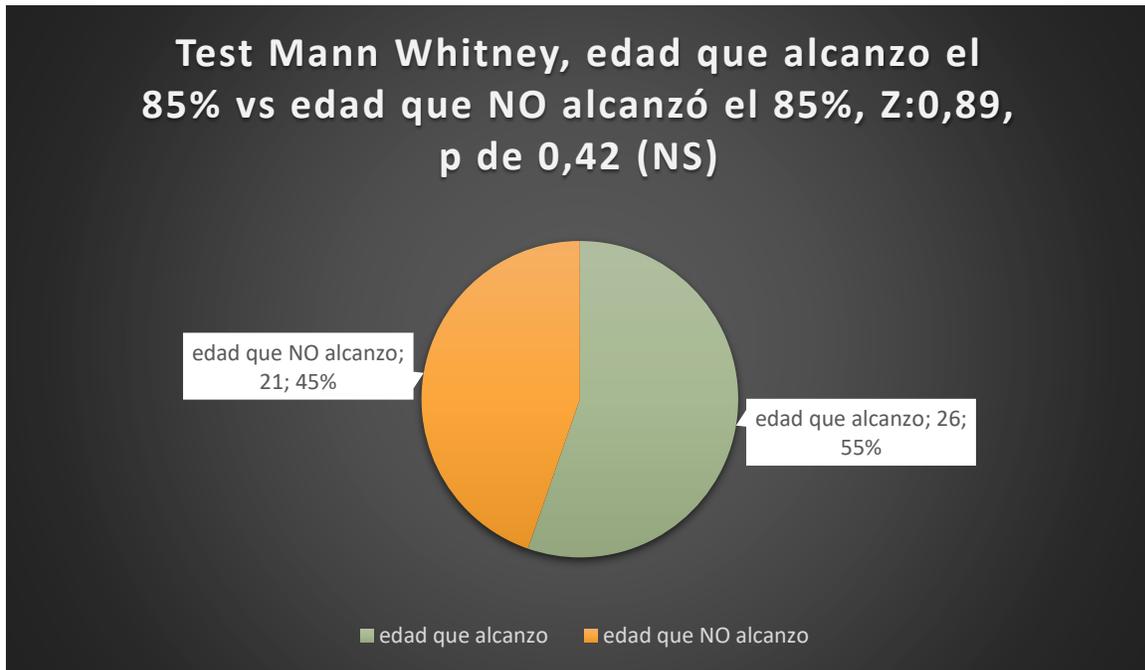


Gráfico Nro 5

Discusión:

La enfermedad cardiovascular y en particular la enfermedad coronaria, es la causa más frecuente de morbimortalidad tanto en Latinoamérica como en el mundo.[2, 3].

Esta enfermedad se incrementa con la edad y particularmente la población mayor de 75 años se van a incrementar paulatinamente en los próximos años [2-5].

El ecocardiograma de estrés con ejercicio es una herramienta muy sensible y específica para la evaluación, diagnóstico y pronóstico de esta enfermedad [30,31,32,33].

Si bien existen publicaciones que han incluido pacientes añosos y ecocardiograma de estrés con ejercicio, la inclusión en trabajos científicos de pacientes mayores de 75 años es poco frecuente.

En la revisión publicada en España con más de 22 mil exploraciones de ecocardiograma de estrés con múltiples modalidades, no se advierte en la descripción en ningún momento, la edad de los pacientes a los que se le realizaron las exploraciones. [7]

En este trabajo todos los pacientes tienen ≥ 75 años en relación a publicaciones con ejercicio, por lo que consideramos que, a pesar de necesitar mayor número de pacientes, nos muestra algunos datos de relevancia en relación a este grupo etáreo.

El uso de scores de fragilidad del anciano antes de la evaluación del ecocardiograma de estrés con ejercicio no es utilizado frecuentemente en los trabajos de investigación científica [24,25,26,27,28,29].

Los datos hallados en la bibliografía muestran que no existe hasta el momento, la inclusión en las guías de práctica clínica de Pellikka y colaboradores del año 2007 por la sociedad americana de ecocardiografía, de **scores o puntuaciones** de incapacidad física del anciano para evaluar a los pacientes añosos que van a ser sometidos a estudios con ejercicio. [20, 51,55].

En nuestra evaluación, incluimos la utilización de score de fragilidad del anciano de la cruz roja para la actividad física, ayudándonos a determinar si la prueba podrá ser suficiente.

Acompañando al score de fragilidad del anciano, se observa que los trabajos de investigación no incluyen datos como la artrosis de cadera o la artrosis de rodilla (en el

grupo etéreo evaluado) como un dato relevante. En este trabajo presentado, se desglosa esta información, aportando datos estadísticos antes de la prueba de ecocardiograma de estrés con ejercicio y mejorando la planificación del estudio.

La artrosis de cadera y de rodilla predicen un resultado ergométrico insuficiente en este trabajo, pero no se ha encontrado información sobre cuál sería el resultado luego de un proceso de rehabilitación ajustado al tipo de artrosis. Existe información de que luego de un proceso de rehabilitación para personas de más de 60 años y con artrosis de cadera, aumenta la masa muscular y mejora el rendimiento en las diferentes actividades. [19]

Podríamos inferir qué, en el contexto de una evaluación rutinaria, el ecocardiograma de estrés con ejercicio es un estudio importante para la evaluación de isquemia miocárdica y, también, para controlar los resultados del proceso de rehabilitación en aquellos pacientes con artrosis de rodilla y cadera.

No se puede dejar de mencionar nuevamente, que la población incluida en este trabajo de investigación tiene una media de 78 años y contrasta con la información hallada en la bibliografía, en la cual se observan edades mayores a 75 años en la evaluación de ecocardiograma de estrés con ejercicio, pero de manera muy poco frecuente. [1,6,7,8,9,11,13]

Para poder llevar adelante un ecocardiograma de estrés con ejercicio, como se mencionó previamente, se utiliza la clásica ergometría (en cinta sin fin o bicicleta reclinable o supina) como método para elevar la frecuencia cardíaca y así, poder evaluar la motilidad parietal del ventrículo izquierdo.

La información sobre cuál es la fórmula óptima (en relación a la frecuencia cardíaca) para pacientes ≥ 75 años, sobre la frecuencia cardíaca que debe desarrollar para ser considerado como suficiente, es controversial. Si sabemos que la frecuencia cardíaca máxima va descendiendo a medida que aumenta la edad de los pacientes como concepto general. [21,38 a 49].

Es por esta razón que en la tesis se analizaron los datos con el 85% de la frecuencia cardíaca alcanzada y también con el 80% de la frecuencia cardíaca alcanzada, mejorando la fuerza de la asociación de los hallazgos encontrados.

Conclusiones:

El ecocardiograma de estrés con ejercicio es un método complementario seguro y factible de realizar en los pacientes \geq de 75 años de edad en bicicleta supina.

Se puede observar que hay herramientas a priori para poder estimar con fuerza estadística, la probabilidad de realizar una prueba ergométrica suficiente en el ecocardiograma de estrés, como el score de incapacidad física del anciano de la cruz roja y el antecedente de artrosis de cadera y rodilla.

Comentario:

El uso de herramientas como el score de la cruz roja fue el que se eligió por su facilidad a la hora de incorporar información, siendo probablemente, cualquier otro score de fragilidad del anciano, útil para esta tarea.

Propongo desde este trabajo, validar y utilizar los puntajes o score de fragilidad del anciano en todos los pacientes que llegan al consultorio y que potencialmente requieran estudio con ejercicio físico o que consulten para realizar ejercicio físico, ya que es una herramienta **barata, simple, de fácil acceso, disponible**, que lleva pocos segundos para obtener la información necesaria y probablemente de impacto a la hora de tomar decisiones médicas.

No puedo dejar de mencionar, en relación a la ergometría, que el hecho de alcanzar el 85% de la frecuencia cardíaca, requiere de nueva información para validar este dato, ya que la fórmula $220 - \text{edad}$, es al menos controversial en la bibliografía, agregando en este caso, que los pacientes mayores tienen variables fisiológicas distintas o diferentes que puedan jugar un rol a la hora de decidir cual porcentaje alcanzar en una ergometría.

También podemos extrapolar desde este trabajo, la incorporación de ejercicios de rehabilitación a los pacientes de ≥ 75 años en el contexto adecuado para mejorar resultados en relación a la calidad de vida y otros aspectos.

Bibliografía:

1. Acquatella: **Ecocardiografía de estrés en Latinoamérica. Revisión de 5 años (1997-2002)**. Rev Esp Cardiol 2003, **56** supl 1:21-28.
2. Census. USBot: **U.S. Bureau of the Census. Statistical abstract of the United States: 1997, 117th edition. Washington, DC: U.S. Bureau of the Census, 1997:17**. In: US Bureau of the Census. vol. 117 th edition, 117 edn; 1997.
3. Nacion MdSdl: **Programa nacional de envejecimiento activo y salud para los adultos mayores**. In.; 2007.
4. Gomez-Huelgas R M-SM, Formiga F, Alemán Sánchez JJ, Camafort, M GE, et al.: **Tratamiento de los factores de riesgo vascular en el paciente mayor de 80 años**. Med Clin (Barc) 2014, **143**:134.
5. Formiga F ea: **Reflexiones sobre la importancia de la fragilidad en la valoración del riesgo cardiovascular en el anciano**. Rev Esp Cardiol 2016.
6. Crouse LJ HJ, Vacek JL, Rosamond TL, Kramer PH.: **Exercise echocardiography as a screening test for coronary heart disease and correlation with coronary arteriography**. Am J Cardiol 1991, **67**:1213-1218.
7. Rodriguez Garcia MA, Iglesias-Garriz I, Corral Fernandez F, Garrote Coloma C, Alonso-Orcajo N, Branco L, Picano E: **[Evaluation of the safety of stress echocardiography in Spain and Portugal]**. Rev Esp Cardiol 2001, **54**(8):941-948.
8. Marwick TH NJ, Pashkow FJ, Stewart WJ, Salcedo EE: **Accuracy and limitations of exercise echocardiography in a routine clinical setting**. J Am Coll Cardiol 1992, **19**:174-181.
9. Piersigilli E FGyc: **Valor pronóstico del eco estrés con ejercicio en pacientes con enfermedad coronaria conocida o sospechada**. Revista Argentina de Cardiología 2004, **72**(4):252-257.
10. Felipe Salech RJ, Luis Michea: **Cambios Fisiológicos Asociados al Envejecimiento**. Rev Med Clin Condes 2012, **23**(1):19 a 29.
11. Wann LS FJac: **Exercise cross-sectional echocardiography in ischemic heart disease**. Circulation 1979, **60**:1300-1308.
12. Farray Bergés D PRC, Báez Hernández A, Almonte C, Bello Ortiz S. : **Ecocardiografía de stress con dobutamina: comparación de su eficacia con la prueba de esfuerzo convencional**. Acta Med Domin 1997, **19**:175-181.
13. Arruda A MMac: **Prognostic Value of Exercise Echocardiography in 2,632 Patients ≥ 65 Years of Age**. Jacc 2001, **37**(4):1036-1041.
14. Chaudrhy F QE, Yao S, Bangalore S.: **Risk stratification and prognosis in octogenarians undergoing stress echocardiographic study**. Echocardiography 2007, **24**(8):851-859.
15. Marechaux: **Usefulness of exercise-stress echocardiography for risk stratification of true asymptomatic patients with aortic valve stenosis**. European Heart Journal 2010, **31**:1390-1397.
16. Masson (ed.): **Manual de Geriatria 3era edición**. Barcelona; 2003.
17. Cardiovascular AdISAdEydIAEdI: **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**. In: J Am Soc Echocardiogr vol. 28; 2015: 1-39.
18. Armstrong W PPac: **Echocardiography Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography. Stress echocardiography: recommendations for performance and interpretation of stress echocardiography**. J Am Soc Echocardiogr 1998, **11**:97-104.
20. **American Society of Echocardiography Recommendations for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography**. Patricia A. Pellikka y col. Journal of the American Society of Echocardiography. Volume 20 Number 9
21. **Exercise Physiology Laboratories, Exersice Science Program**, Departamentof Physical Perfomance and Development, The University of New Mexico, Alburquerque. Robert Rodgers and Roberto Landwehr.
22. Murashita T, Greason KL, Suri RM, Nkomo VT, Holmes DR, Rihal CS, et al. **Aortic valve replacement for severe aortic valve stenosis in the nonagenarian patient**. Ann Thorac Surg 2014; **98**:1593-7.

23. Pilgrim T, Englberger L, Rothenbühler M, Stortecky S, Ceylan O, O'Sullivan CJ, et al. **Long-term outcome of elderly patients with severe aortic stenosis as a function of treatment modality.** Heart 2015;101:30-6.
24. Clegg A, Young J, Iliffe S, Rikkert MO, Rockwood K. **Frailty in elderly people.** Lancet 2013;381:752-62.
25. Walston J, Hadley EC, Ferrucci L, Guralnik JM, Newman AB, Studenski SA, et al. **Research agenda for frailty in older adults: toward a better understanding of physiology and etiology:** summary from the American Geriatric society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults. J Am Geriatr Soc 2006;54:991-1001.
26. Ferrucci L, Guralnik JM, Studenski S, Fried LP, Cutler GB Jr, Walston JD. **Interventions on Frailty Working Group Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons:** a consensus report. J Am Geriatr Soc 2004;52:625.
27. Chin A, Paw MJ, Dekker JM, Feskens EJ, Schouten EG, Kromhout D. **How to select a frail elderly population? A comparison of three working definitions.** J Clin Epidemiol 1999;52:1015-21.
28. Boyle PA, Buchman AS, Wilson RS, Leurgans SE, Bennett DA. **Physical frailty is associated with incident mild cognitive impairment in community-based older persons.** J Am Geriatr Soc 2010;58:248-55.
29. Makary MA, Segev DL, Pronovost PJ, Syin D, Bandeen-Roche K, Patel P, et al. **Frailty as a predictor of surgical outcomes in older patients.** J Am Coll Surg 2010;210:901-8.
30. Lindroos M, Kupari M, Heikkilä J, Tilvis R. **Prevalence of aortic valve abnormalities in the elderly: an echocardiographic study of a random population sample.** J Am Coll Cardiol 1993;21:1220-5.
31. Fletcher AE, Bulpitt CJ. **Epidemiological aspects of cardiovascular disease in the elderly.** J Hypertens 1992;10 (Supl 2): 51-58
32. **Proyecciones de la población mayor de 65 años para el año 2010.** Madrid: INSERSO, 1989
33. WHO. **Prevention of cardiovascular diseases among the elderly.** Report of a WHO meeting. Ginebra: OMS, 26-27 de marzo de 1987
34. Banegas JR, Rodríguez-Artalejo F, Rodríguez Pérez P, Martín Moreno JM, Villar F. **Recent coronary heart disease mortality trends in Spain.** Int J Epidemiol 1990;19: 761-762
35. Ruiz de la Fuente S, Segarra Castelló L, Sabater Pons A, González Arráez J, Cortina Greus P. **Tendencias actuales de la mortalidad por cardiopatía isquémica en España.** Rev Esp Cardiol 1987;40: 311-316
36. García Rubira JC, Valverde B, Romero D, García Martínez JT, López V, Rojas J et al. **La edad es un factor pronóstico independiente en el infarto agudo de miocardio.** Curso clínico del infarto en el anciano. An Med Intern 1995;12: 61-64
37. Castelló R, Alegría E, Merino A, Aparici M, Calabuig J, Martínez Caro D. **Evolución a medio plazo de los pacientes mayores de 65 años con IAM.** Rev Esp Cardiol 1988;41: 78-82
38. Hirofumi T, Kevin M, Douglas S. **Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited.** J Am Coll Cardiol 2001; 37 (1): 153-156
39. Bruzzese MF, Asenjo A. **Consenso de Ergometría y confección de informe de prueba ergométrica,** Consejo de Ergometría y Rehabilitación y Comité de Deportes de Sociedad Argentina de Cardiología. Buenos Aires, Argentina, 2011.
40. American College of Sports Medicine. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription.** 6th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. p. 91-114.
41. Fletcher GF. **How to implement physical activity in primary and secondary prevention:** a statement for healthcare professionals from the Task Force on Risk Reduction, American Heart Association. Circulation 1997;96:355-7.
42. Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, et al. **ACC/AHA guidelines for exercise testing:** a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). J Am Coll Cardiol 1997;30:260-315.
43. Tanaka H, DeSouza CA, Jones PP, Stevenson ET, Davy KP, Seals DR. **Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in physically active vs. sedentary healthy women.** J Appl Physiol 1997; 83:1947-53.
44. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. **Age - Predicted Maximal Heart Revisited.** J Am Coll Cardiol 2001; 37(1):153-6.

45. Bouzas Marins JC, Delgado Fernández M, Benito Peinado PJ. **Precisión de las ecuaciones para estimar la frecuencia cardíaca máxima en cicloergómetro.** Arch Med Deporte 2013; 30(1):14-20.
46. Bouzas Marins JC, Ottoline Marinsa NM, Delgado Fernández M. **Aplicaciones de la frecuencia cardíaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio.** Apunts Med Esport 2010; 45(168):251-258.
47. Arós F, Boraita A, Alegría E, Alonso ÁM, Bardají A, Lamiel R et al. **Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo.** Rev Esp Cardiol 2000; 53: 1063-1094.
48. Ricard R, Leger L, Massicotte D. **Validity of the “220-age formula” to predict maximal heart rate.** Med Sci Sports Exerc 1990; 22 Supplement S96 (Abstract 575).
49. Fernhall B, Mccubbin J, Pitetti K, Rintala P, Rimmer J, Millar A, Silva A. **Prediction of maximal heart rate in individuals with mental retardation.** Med Sci Sports Exerc 2001; 33:1655-1660.
50. Maruyama Y. **Aging and arterial-cardiac interactions in the elderly.** Int J Cardiol. 2011 Feb 11 [Epub ahead of print].
51. Roger VL, Go AS, Lloyd-Jones DM, Adams RJ, Berry JD, Brown TM, et al. **Heart disease and stroke statistics—2011 update: a report from the American Heart Association.** Circulation. 2011;123:e18–209.
52. DePaceNL, IskandrianAS, HakkiA, KaneSA, SegalB. **Value of left ventricular ejection fraction during exercise in predicting the extent of coronary artery disease.** J Am Coll Cardiol 1983;1:1002–10.
53. Poldermans D, Fioretti PM, Boersma E, et al. **Dobutamine-atropine stress echocardiography in elderly patients unable to perform exercise test.** Arch Intern Med 1994;154:2681–6.
54. McCully RB, Roger VL, Mahoney DW, et al. **Outcome after normal exercise echocardiogram and predictors of subsequent cardiac events: follow-up of 1,325 patients.** J Am Coll Cardiol 1998;31:144–9.
55. Lancellotti P, Pellikka P and col. **The clinical use of stress echocardiography in nonischaemic heart disease: recommendations from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography.** European Heart Journal – Cardiovascular Imaging (2016) 17, 1191–1229.