



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA
DR. IGNACIO CHAVEZ

**“EL CUESTIONARIO DASI PARA ESTIMAR LAS
METS, SUBESTIMA LA TOLERANCIA MÁXIMA AL
EJERCICIO EN LA PRUEBA DE ESFUERZO”**

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
CARDIOLOGIA

PRESENTA:

DR. ALEJANDRO ALMARAZ RIOS

TUTOR: DR. HERMES ILARRAZA LOMELI



CIUDAD DE MEXICO marzo de 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**“EL CUESTIONARIO DASI PARA ESTIMAR LAS METS,
SUBESTIMA LA TOLERANCIA MÁXIMA AL EJERCICIO EN
LA PRUEBA DE ESFUERZO”**

AUTOR

Dr. Alejandro Almaraz Ríos

TUTOR DE TESIS

Tutor: Dr. Hermes Ilarraza Lomelí.

Jefe del Servicio de Rehabilitación Cardíaca.

Instituto Nacional de Cardiología “Dr. Ignacio Chávez”

CONTENIDO

1.- Introducción	1
2.- Planteamiento	33
3.- Justificación	34
4.- Transcendencia	35
5.- Objetivos	36
6.- Hipótesis	37
7.- Metodología	38
8.- Resultados	39
9.- Discusión	54
10.- Conclusiones	57
11.- Bibliografía	58

INTRODUCCION

La prevalencia de enfermedades cardiovasculares como resultado del envejecimiento, el estilo de vida sedentario, el sobrepeso, la hipertensión y diabetes mellitus, continúan en aumento y por lo tanto siguen siendo la primer causa de morbilidad y mortalidad a pesar de la mejoría en los tratamientos de la cardiopatía isquémica, valvulopatías, cardiopatía hipertensiva, etc.

De acuerdo con las estadísticas de la Organización Mundial de la salud, las principales causas de mortalidad en el mundo son la cardiopatía isquémica y el accidente cerebrovascular, que ocasionaron 15 millones de defunciones en 2015 y han sido las principales causas de mortalidad durante los últimos 15 años. En México la mortalidad por enfermedad cardiovascular es en hombres es del 61.8% y en mujeres del 26%.

Se ha realizado esfuerzos intensos, a nivel mundial y nacional, tanto en la prevención primaria y secundaria, ya que los costos asociados de una hospitalización por un evento agudo de síndrome coronario agudo, superan los \$170 000.00 pesos a nivel institucional (IMSS) y aún mayores a nivel privado.

La predicción de mortalidad. La predicción de mortalidad o de eventos adversos cardiovasculares nos pone en alerta sobre las probabilidades de padecerlas y tomar medidas efectivas que tengan un impacto en la reducción del riesgo de sufrirlas.

Métodos de predicción. Existen muchos métodos de predicción o de estratificación de riesgo de presentar un evento cardiovascular. El método más sencillo pero a la vez impreciso es el interrogatorio y exploración física completa de la historia clínica. Sin embargo desde el punto de vista cardiovascular se han desarrollado métodos y herramientas diagnósticas que establecen las probabilidades

de sufrirlas que van desde interrogatorios dirigidos de muy bajo costo hasta procedimientos invasivos de muy alto costo.

Entre estos métodos de estratificación se encuentran los invasivos y no invasivos, siendo obviamente los invasivos los de mayor costo, como los estudios de imagen con administración de medios de contraste y fármacos cronotrópicos positivos o vasodilatadores coronarios, y los no invasivos, de relativo bajo costo, como el ecocardiograma transtorácico, prueba de esfuerzo y medición de análisis de gases, cuestionarios y escalas clínicas, en estos últimos métodos de estratificación se encuentra el cuestionario de Duke.

La tolerancia máxima al ejercicio es una variable fuertemente asociada con la mortalidad a mediano y largo plazo. La medición de tolerancia al esfuerzo físico de manera objetiva es mediante la realización de protocolos de ejercicio realizados tanto en tapete deslizante como en cicloergómetro.

ANTECEDENTES

El ejercicio es el estrés fisiológico más común y el que mayor demanda genera al sistema cardiovascular.

Carga de Trabajo

Antes de entrar de lleno a la comprensión de la prueba de esfuerzo es necesario dejar en claro algunos conceptos.

Trabajo se define como el producto de una fuerza aplicada sobre un cuerpo y del desplazamiento del cuerpo en la dirección de esta fuerza, es decir el Trabajo= Fuerza x Distancia ($T = F \times D$). Si la contracción muscular resulta en un movimiento mecánica, se ha realizado un trabajo. Fuerza se define como la masa por el tiempo aceleración ($F = M \times A$).

El Peso, es una fuerza a la que es sometida la resistencia que aporta la gravedad de la Tierra. Un buen resultado de cualquier trabajo es vencer la resistencia aportada por la gravedad.

La Unidad básica de la Fuerza es el Newton (N). Esto es, se aplica cuando a 1 kg de masa es acelerada a un metro por segundo. Por lo tanto el Trabajo es igual a la fuerza (en newtons) por la distancia en tiempo (en metros), otra unidad de Trabajo es el newton metro (Nm). Un Nm es igual a 1 joul (J), el cual es otra expresión frecuente de trabajo.

El Poder y Energía. Ya que el trabajo casi siempre es expresado por unidad de tiempo otra unidad adicional que es importante tener en cuenta es el Poder, que es la frecuencia a la cual es realizado un Trabajo. El equivalente metabólico corporal (MET) de Poder es la Energía.

Prueba de esfuerzo

Es una herramienta no invasiva para evaluar la respuesta del sistema cardiovascular al ejercicio en condiciones controladas. La demanda metabólica durante el ejercicio incrementa más de 20 veces que en reposo y el gasto cardiaco incrementa hasta 6 veces. Dos principios fisiológicos son necesarios entender en relación con la Prueba de esfuerzo.

El primer principio fisiológico, es que el consumo de oxígeno total (VO_2) y el consumo de oxígeno miocárdico son distintos en sus determinantes y la manera en que son estimados. El VO_2 es la cantidad de oxígeno que se extrae del aire inspirado durante el trabajo realizado por el cuerpo. El consumo de oxígeno miocárdico es la cantidad de oxígeno utilizado por el músculo cardiaco. La medición precisa o confiable del consumo de oxígeno miocárdico requiere la instalación de catéteres en una arteria coronaria y en el seno venoso coronario para medir el contenido de oxígeno. Los determinantes del consumo de oxígeno miocárdico incluyen la tensión parietal intramiocárdica, contractilidad y frecuencia cardiaca. Se ha demostrado que el consumo de oxígeno miocárdico puede ser estimado, razonablemente, mediante el producto de la frecuencia cardiaca por la presión sistólica (doble producto).

El segundo principio de la fisiología del ejercicio es fisiopatológico: la respuesta electrocardiográfica y la angina están estrechamente relacionadas con la isquemia miocárdica. La isquemia inducida por el ejercicio puede causar disfunción miocárdica que resulta en deterioro del ejercicio y alteraciones de la respuesta de la presión sistólica. Existe una interacción que complica la interpretación de los hallazgos de la prueba de esfuerzo. Las variables afectadas por la isquemia miocárdica o disfunción ventricular son de gran valor pronóstico (capacidad de ejercicio, frecuencia cardiaca, presión arterial sistólica).

El equivalente metabólico corporal (MET) de poder es energía (intensidad). El concepto de MET es frecuentemente usado en la clínica para expresar

los requerimientos de oxígeno de la intensidad de esfuerzo durante una prueba de ejercicio en una caminadora o cicloergómetro. Un MET equivale a la tasa metabólica en reposo (aproximadamente 3.5 ml O₂ /kg/min), y a un valor de METs realizados en una prueba de esfuerzo, es un múltiplo de la tasa metabólica en reposo, ya sea medido directamente o estimado a partir de la carga de trabajo máxima realizada usando formulas estandarizadas.

Respuesta Cardiovascular al ejercicio:

El sistema cardiovascular responde al ejercicio con una serie de ajustes para asegurar:

- 1) Aporte de sangre suficiente y las necesidades metabólicas de los músculos activos.
- 2) Disipar el calor generado por los músculos.
- 3) Mantener el aporte sanguíneo al corazón y cerebro.

Esta respuesta necesita de una redistribución mayor del gasto cardiaco con algunos cambios metabólicos locales.

La medida usual de la capacidad del cuerpo para entregar y utilizar oxígeno es el Consumo de Oxígeno Máximo (VO₂ Max). Por lo tanto el límite del sistema cardiovascular es definido como VO₂ max, el cual es representado por la fórmula de Fick:

$VO_2 \text{ max} = \text{gasto cardiaco máximo} \times \text{diferencia arteriovenosa máxima de oxígeno.}$

El gasto cardiaco debe estar en estrecha relación con la ventilación pulmonar para asegurar la entrega de oxígeno a los músculos en acción. El VO₂ máximo es determinado por cantidad máxima de ventilación que entra y sale de los pulmones y la fracción de oxígenos que es extraído a nivel tisular:

$$VO_2 = VE \times (FiO_2 - FeO_2)$$

VE es igual a la ventilación en un minuto y FiO_2 y FeO_2 es la fracción de oxígeno en el aire inspirado y espirado respectivamente. El límite Cardiopulmonar (VO_2 max) está definido a) un componente central (gasto cardiaco) que describe la capacidad del corazón como aparato de bombeo y b) factores periféricos (diferencia arterio-venosa) que describe la capacidad del pulmón para oxigenar la sangre que es entregada a ellos y la capacidad de los músculos en movimiento para extraer el oxígeno desde la sangre.

Factores Centrales:

- **Frecuencia cardiaca:** la respuesta inicial al ejercicio del sistema cardiovascular, que está bajo la influencia del sistema nerviosos simpático y parasimpático, es un incremento en la frecuencia cardiaca. Se incrementa la descarga simpática al sistema cardiovascular y disminuye la descarga vagal. La frecuencia cardiaca incrementa directamente proporcional a la carga de trabajo y el consumo de oxígeno. El aumento de la frecuencia cardiaca lo realiza a expensas del periodo diastólico, así que a frecuencias elevadas, el periodo diastólico es tan corto que impide un adecuado llenado ventricular. La respuesta de la frecuencia cardiaca está influenciada por varios factores que incluyen la edad, tipo de actividad, posición corporal, entrenamiento, patología cardiaca subyacente, medicamentos, volumen sanguíneo y el ambiente. De éstos el más importante es la edad, con una declinación de la frecuencia cardiaca conforme avanza la edad.
- **Volumen sistólico:** el producto del volumen sistólico y la frecuencia cardiaca determina el Gasto Cardiaco. El volumen sistólico es la diferencia entre el volumen diastólico final y el volumen sistólico final, por lo tanto a una mayor precarga (volumen diastólico final) mayor volumen sistólico. Durante el ejercicio el volumen sistólico aumenta un 50 a 60% aproximadamente, posteriormente el incremento en el gasto cardiaco es debido al incremento en

la frecuencia cardiaca. El volumen diastólico final es determinado por otros dos factores, la presión de llenado ventricular y la distensibilidad del ventrículo izquierdo.

- **Presión de llenado Ventricular:** el factor más importante del llenado ventricular es la presión venosa. La presión venosa es una consecuencia de la cantidad de retorno venoso. El mecanismo de Frank-Starling establece que toda la sangre que retorna al corazón es expulsada durante la sístole. Existe un número de factores que afectan la presión venosa, y la presión de llenado ventricular durante el ejercicio, estos factores incluyen el volumen sanguíneo, posición corporal y la acción de bomba de los músculos respiratorios y de los músculos de los miembros inferiores.
- **Distensibilidad ventricular:** es una medición de la capacidad de los ventrículos de dilatarse en respuesta al volumen sanguíneo. Se define como la relación entre el aumento del volumen y el aumento de presión. La relación de presión-volumen diastólico es curvilínea, es decir que a presiones telediastólicas bajas, un volumen aumentado está acompañado de pequeños cambios en la presión y viceversa. En límites superiores de presión telediastólica, la distensibilidad ventricular disminuye. El volumen telesistólico es una función de dos factores: la contractilidad y poscarga
- **Contractilidad:** se describe como la fortaleza de la contracción del corazón. El aumento en la contractilidad reduce volumen telesistólico, que se traduce en un mayor volumen expulsado por latido y por lo tanto un aumento en el gasto cardiaco. Este proceso es el que ocurre durante el ejercicio en un individuo normal.
- **Postcarga:** es una medición de las fuerzas que se oponen a la expulsión de sangre del ventrículo izquierdo. Un aumento en la postcarga resulta en una fracción de expulsión disminuida y un incremento en los volúmenes diastólico y sistólico finales. Durante el ejercicio dinámico las fuerzas opositoras a la

expulsión en la periferia se disminuyen por vasodilatación debido al efecto local de metabolitos sobre la vasculatura de los músculos esqueléticos.

- **Volúmenes Ventriculares en respuesta al ejercicio:** en un sujeto normal en reposo en bipedestación o con actividad ligera hay un incremento en los volúmenes sistólico y diastólico finales del 15% y 30% respectivamente. Cuando la actividad física progresa a muy intensa, el volumen diastólico probablemente no incrementa más, pero el volumen sistólico final disminuye progresivamente. A niveles máximos de ejercicio el volumen diastólico final puede disminuir, sin afectar el volumen latido, el cual se mantiene a expensas de una disminución progresiva del volumen sistólico final. En pacientes con enfermedad coronaria, en posición erguida, el volumen diastólico final incrementa del 16% al 56% durante el ejercicio. El incremento en el volumen sistólico final es del 16% al 48%.

Factores Periféricos:

- **Diferencia arterio-venosa de O₂:** la extracción de oxígeno por los tejidos durante el ejercicio refleja la diferencia entre el contenido arterial de oxígeno (18 a 20 ml de O₂/100ml en reposo) y el contenido venoso de oxígeno (13 a 15ml O₂/100ml en reposo, cediendo una cantidad de 4 a 5 ml O₂/100ml, diferencia arterio-venosa, 23% de extracción). Durante el ejercicio esta diferencia se incrementa en la medida que el tejido en movimiento extrae mayores cantidades de oxígeno; el contenido de oxígeno venoso alcanza niveles muy bajos y la diferencia arterio-venosa de oxígeno puede ser tan alta de hasta 16 a 18 ml de O₂/100ml con ejercicio exhaustivo (excediendo el 85% de extracción de oxígeno de la sangre a un VO₂ máximo).
- **Determinantes del contenido arterial de oxígeno:** se refiere a la presión parcial de oxígeno arterial el cual es determinado en el pulmón por la ventilación alveolar y la capacidad de difusión pulmonar y en la sangre por el contenido de hemoglobina. En ausencia de enfermedades pulmonares contenido arterial de oxígeno y la saturación son usualmente normales durante

el ejercicio aun a niveles elevados de intensidad. Esto es cierto aún en pacientes con cardiopatía isquémica severa o insuficiencia cardiaca. Sin embargo en pacientes con enfermedad pulmonar, frecuentemente los alveolos no ventilan adecuadamente ni el oxígeno difunde de los pulmones al torrente sanguíneo correctamente y una disminución en la saturación de oxígeno arterial durante el ejercicio es una marca distintiva de este trastorno. Condiciones como la anemia pueden disminuir la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre con cualquier otra condición que pudieran desviar la curva de disociación de O₂ hacia la izquierda como es una PCO₂ elevada, fiebre o disminución del 2,3-difosfoglicerato.

- **Determinantes del contenido venoso de oxígeno:** refleja la capacidad de extracción de oxígeno desde la sangre hacia los músculos, cuando fluye por ellos. Está determinada por la cantidad de sangre dirigida hacia los músculos (flujo regional) y la densidad capilar. El flujo sanguíneo muscular incrementa en proporción al aumento de la intensidad del trabajo muscular y por lo tanto el requerimiento de oxígeno. El incremento en el flujo sanguíneo se realiza a expensas de un aumento en el gasto cardiaco y una redistribución preferencia del flujo hacia los músculos en ejercicio. La disminución de las resistencias en la vasculatura local facilita el flujo sanguíneo hacia los músculos. Los mecanismo vasodilatadores producidos localmente, acompañados por un vasodilatación neurogénica, resultado de una actividad simpática aumentada son los responsables de un flujo sanguíneo muscular elevado. La gran cantidad de capilares abiertos disminuye la distancia de difusión, aumenta el volumen sanguíneo capilar e incrementa el tiempo promedio de tránsito, lo que facilita la entrega de oxígenos hacia los músculos.

Los individuos entrenados, tienen una mayor densidad de capilares en los músculos que los sedentarios. Aún más los sujetos entrenados tiene mayor capacidad de redistribuir el flujo sanguíneo de los músculos inactivos hacia los músculo en movimiento. Lo contrario sucede en muchos cardiópatas. Una de las características del paciente con insuficiencia cardiaca crónica es

desacondicionamiento exagerado, exhiben una capacidad reducida para redistribuir la sangre, pobre respuesta a la vasodilatación en el ejercicio o posterior a la isquemia y una relación disminuida entre fibra y capilares.

Metodología de la Prueba de Esfuerzo

A pesar de los grandes avances en la tecnología la prueba de esfuerzo continua siendo una herramienta relacionada con el diagnóstico y el tratamiento de cardiopatías. Por sus numerosas aplicaciones, amplia disponibilidad y alto rendimiento de información clínicamente útil continúa siendo una alternativa importante para otros procedimientos más caros e invasivos. Es un método valioso orientado hacia la evaluación y estratificación pronóstica y permite obtener conclusiones sobre la capacidad funcional, la respuesta de la presión arterial, aparición de arritmias, respuesta a un tratamiento médico o quirúrgico.

Fue en el año de 1950 cuando Master publicó la utilización de la prueba de los 2 escalones como método para valorar insuficiencia coronaria, actualmente esta prueba ya no es utilizada y en su lugar se emplean protocolos de ejercicio en cicloergómetro y el tapete deslizante con inclinación.

En las pruebas realizadas en cicloergómetro el paciente pedalea a una cadencia de ritmo constante y cada cierto tiempo, 2 a 3 minutos, se realizan incrementos en la resistencia hasta que se logren los objetivos de la prueba de esfuerzo (fatiga, aparición de síntomas, frecuencia cardíaca).

En las pruebas de esfuerzo realizadas en tapete deslizante el paciente camina a una velocidad y pendiente controladas, y aumentan progresivamente cada 2 a 3 minutos, según el protocolo utilizado.

PROTOCOLO DE BRUCE				
FASE	Duración en minutos	Velocidad (km/hr)	Pendiente %	Mets
1	3	2.7	10	4.6
2	3	4.0	12	7.0
3	3	5.5	14	10.3
4	3	6.8	16	13.6
5	3	8.1	18	15.0
6	3	8.8	20	17.0
7	3	9.7	22	19.5

Tabla 1. Prueba de esfuerzo con protocolo de Bruce. Se realiza en tapete deslizante, con etapas de 3 minutos de duración con incrementos de velocidad y la inclinación en cada etapa. Siendo las últimas etapas de gran intensidad. Los Mets asignados a cada etapa son predichos.

PROTOCOLO DE SCHEFFIELD				
FASE	Duración en minutos	Velocidad (mph)	Pendiente %	Mets
1	3	1.7	0	2.3
2	3	1.7	5	3.5
3	3	1.7	10	4.6
4	3	2.5	12	7.0
5	3	3.4	14	10.3
6	3	4.2	16	13.6
7	3	5.0	18	15.0
8	3	5.5	20	17.0
9	3	6.0	22	19.5

Tabla 2. El protocolo de Scheffield está conformado por etapas de 3 minutos con incrementos progresivos en la velocidad e inclinación, siendo las primeras 3 etapas de bajo impacto. (protocolo en rampa).

PROTOCOLO DE NAUGHTON				
FASE	Duración en minutos	Velocidad (km/hr)	Pendiente %	Mets
1	2	3.2	0	2.5
2	2	3.2	3.5	3.5
3	2	3.2	7.0	4.5
4	2	3.2	10.5	5.4
5	2	3.2	14	6.5
6	2	3.2	17.5	7.4
7	2	3.2	21	8.3

Tabla 3. El protocolo de Naughton consta de 7 etapas de 2 minutos, con velocidad constante, solo incrementa la inclinación. Es una prueba de bajo impacto diseñada para pacientes con baja capacidad funcional.

PROTOCOLO DE BALKE				
FASE	Duración en minutos	Velocidad (km/hr)	Pendiente %	Mets
1	1	5.3	0	3.5
2	1	5.3	1	4.0
3	1	5.3	2	4.4
4	1	5.3	3	4.9
5	1	5.3	4	5.4
6	1	5.3	5	5.8
7	1	5.3	6	6.3
8	1	5.3	7	6.7
9	1	5.3	8	7.0
10	1	5.3	9	7.6
11	1	5.3	10	8.1
12	1	5.3	11	8.6
13	1	5.3	12	9.0
14	1	5.3	13	9.5
15	1	5.3	14	9.9
16	1	5.3	15	10.4
17	1	5.3	16	10.8
18	1	5.3	17	11.3

Tabla 4. El protocolo Balke consta de etapas de 1 minuto con velocidad constante e incrementos progresivos de la inclinación (protocolo en rampa).

Niveles aproximados de MET durante la prueba con cicloergómetro							
Peso corporal	Tasa de ejercicio(kpm y W)						
KG	Kpm=300	450	600	750	900	1050	1200
	W=50	75	100	125	150	175	200
50	5.1	6.9	8.6	10.3	12	13.7	15.4
60	4.3	5.7	7.1	8.6	10	11.4	12.9
70	3.7	4.9	6.1	7.3	8.6	9.8	11
80	3.2	4.3	5.4	6.4	7.5	8.6	9.6
90	2.9	3.8	4.8	5.7	6.7	7.6	8.6
100	2.6	3.4	4.3	5.1	6	6.9	7.7

Tabla 5. Prueba de esfuerzo en cicloergómetro se realiza con etapas de 1 a 3 minutos de duración, realizando un pedaleo constante de 60 rpm en promedio e incrementos de la resistencia de 20 watts por etapa.

Seguridad, Precauciones y Riesgos

La prueba de esfuerzo es un procedimiento bien establecido, que ha sido utilizado ampliamente para su uso clínico por muchas décadas, y aunque es un procedimiento generalmente seguro, con aproximadamente una muerte y 5 complicaciones no fatales por cada 10 000 estudios realizados. Tal vez un mejor conocimiento acerca de sus indicaciones, contraindicaciones y objetivos, la prueba de esfuerzo máxima parece ser más segura que hace 40 años.

Aunque el estudio es seguro, la población referida para este procedimiento, usualmente es de alto riesgo para eventos coronarios, y no debe ser ignorado, aún en condiciones excelentes de registro.

La mayoría de los problemas se pueden evitar estando presente un médico experimentado, enfermera, registrando la presión arterial y valorando la apariencia del paciente durante el estudio. Los criterios clínicos para suspender la prueba de esfuerzo deben tener la mayor prioridad.

INDICACIONES DE LA PRUEBA DE ESFUERZO

Pruebas de esfuerzo diagnósticas:

- Dolor precordial típico o atípico.
- Otros síntomas sugestivos de cardiopatía isquémica.
- Factores de riesgo para cardiopatía coronaria.
- Grupos de población de alto riesgo o profesiones con riesgo para la vida de los demás (pilotos y otros).

Pruebas de esfuerzo para valoración:

- Valoración funcional de cualquier cardiopatía isquémica, reumática o congénita.
- Arritmias y trastornos de la conducción.
- Miocardiopatías.
- Hipertensión arterial.
- Seguimiento de Rehabilitación Cardíaca.
- Resultado de un tratamiento:
 - Farmacológico
 - Quirúrgico.
 - Intervencionista.
- Valoración o estratificación pronóstica.
- Iniciar un programa de entrenamiento físico.

Tabla 6.- Indicaciones para realizar una Prueba de Esfuerzo.**Contraindicaciones:**

Existen contraindicaciones absolutas y relativas para la realización de una prueba de esfuerzo. El juicio clínico correcto debe imperar en la decisión de indicar o contraindicar el examen de ejercicio. En casos especiales con contraindicaciones relativas, el estudio puede aportar información valiosa aún si el desempeño es submáximo. En la siguiente tabla se enumeran las principales contraindicaciones de una prueba de esfuerzo.

CONTRAINDICACIONES DE LA PRUEBA DE ESFUERZO

Absolutas:

- Infarto Agudo del miocardio (menos de 3 días).
- Angina Inestable.
- Arritmias graves (no controladas o no tratadas).
- Insuficiencia Cardíaca no estabilizada.
- Estenosis Aórtica grave sintomática.
- Embolia Pulmonar.
- Miocarditis/pericarditis aguda.
- Disección Aórtica.
- Incapacidad física o psíquica para realizarla PE.

Relativas:

- Lesiones de tronco (o equivalentes) conocidas.
- Estenosis Valvular moderada
- Anormalidades electrolíticas.
- Hipertensión arterial severa (PAS > 200 y/o PAD >110 mmHg).
- Taquiarritmia o bradiarritmia.
- Miocardiopatía hipertrófica. U otras formas de obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo
- Bloqueo aurículo-ventricular de 2do o 3er grado (sintomático).
- Infecciones agudas.
- Hipertiroidismo.
- Anemia importante.
- Tromboflebitis aguda.

Tabla 7. Contraindicaciones para realizar una Prueba de Esfuerzo

Criterios de finalización de la Prueba de Esfuerzo:

También se dividen en criterios de finalización absolutos y relativos. Los absolutos tiene un punto de corte claro, sin embargo los criterios relativos pueden ser sustituidos por un buen juicio clínico. A continuación se enumeran los criterios de finalización en la tabla siguiente:

CRITERIOS DE FINALIZACION DE LA PRUEBA DE ESFUERZO
<p>Absolutos:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Deseo reiterado del sujeto de detener la prueba.➤ Dolor torácico de tipo anginoso moderado a severo.➤ Descenso de la presión sistólica >10 mmHg, de la presión sistólica basal, pese al aumento de la carga y es acompañada de signos de isquemia.➤ Arritmias severas/malignas: extrasístoles ventricular frecuente, progresiva y multiforme, rachas de taquicardia ventricular, flutter o fibrilación ventricular.➤ Síntomas del sistema nervioso central: ataxia, mareo o síncope➤ Signos de mala perfusión: cianosis, palidez.➤ Elevación del ST > 1 mm en derivaciones sin ondas Q diagnósticas.➤ Mala señal electrocardiográfica que impida el control del trazado.
<p>Relativos:</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Descenso de la presión sistólica >10 mmHg, de la presión sistólica basal, pese al aumento de la carga y en ausencia de signos de isquemia.➤ Cambios llamativos del ST o del QRS (infradesnivel del ST > 2mm con pendiente descendente u horizontal, cambios importantes del eje).

- Fatiga, cansancio, disnea y claudicación.
- Taquicardias no severas incluyendo las paroxísticas supraventriculares.
- Bloqueo de rama que simule taquicardia ventricular.
- Incremento del dolor precordial.
- Respuesta hipertensiva.

Tabla 8. Criterios de finalización de una Prueba de Esfuerzo.

Percepción del Esfuerzo

El concepto de Percepción del esfuerzo se introdujo a finales de la década de los 50s del siglo pasado, junto con otros métodos de medición de percepción del esfuerzo, fatiga localizada, disnea y fue seguido de varios estudios científicos y clínicos, relacionados con el deporte y aplicaciones ergonómicas. El concepto de percepción del esfuerzo físico se originó de los estudios realizados por Borg.

El contenido y significado de percepción del esfuerzo son dados principalmente por una sensación común, experiencia personal y estudios empíricos.

La percepción de esfuerzo a intensidades elevadas está relacionada con una disminución de la capacidad de ejercicio, pero a intensidades bajas o moderadas está relacionada a un estado de activación, excitación que tiene efectos positivos sobre el desempeño. Por lo tanto el esfuerzo y la fatiga son estados con aspectos tanto fisiológicos como psicológicos.

La intensidad del ejercicio está conectada directamente con la fatiga y el esfuerzo y es interpretada de maneras diferentes. Se le puede dar un significado fisiológico basado en el estímulo, definido por mediciones fisiológicas como es el poder, trabajo y energía, velocidad y torque. Puede ser interpretado fisiológicamente en términos absolutos como el VO_2 o valores relativos como es frecuencia cardiaca.

Otra opción para evaluar la intensidad del ejercicio es en términos de clasificación subjetiva de la intensidad percibida por el sujeto. Esta última proporciona una medición individualizada de la intensidad del ejercicio directamente.

Otro concepto relacionado con la percepción del esfuerzo, fatiga e intensidad del ejercicio, es el esfuerzo peligroso. Algunos síntomas somáticos subjetivos, especialmente con el esfuerzo intenso, pueden ser signos de enfermedades más que síntomas relacionados con el ejercicio, fatiga o intenso dolor local del sistema músculo-esquelético. Es importante para un deportista poner atención en estos síntomas y ser

capaz de distinguirlos del esfuerzo normal. Esto no siempre es fácil ya que algunos síntomas y signos pueden ser silentes y difícil de distinguirlos.

El concepto de percepción del esfuerzo se refiere principalmente a la carga de trabajo que involucra un gran estrés de los sistemas muscular, cardiovascular y pulmonar. Este concepto está estrechamente con la intensidad del ejercicio. De igual forma, motivación especial, emocional y condiciones patológicas están involucradas en la manera que el concepto se amplía para incluir factores adicionales.

La percepción del ejercicio es la sensación de que tan pesado y estresante es la actividad física. Esto enfatiza el estrés físico experimentado en el trabajo muscular. Sin embargo el esfuerzo experimentado puede involucrar también dolor y componentes afectivos, reflejando un estado y rasgos individuales especiales.

El término general en el campo científico que trata con teorías y métodos para la medición de procesos psicológicos es Psicométrico. Muchos tipos de escalas han sido y continúan siendo usadas para estimar la percepción de la intensidad. Algunas son escalas simples que no permiten una medición real y certera. Las escalas más sofisticadas son confusas.

La Escala de Borg es una escala que enumera la percepción del esfuerzo realizado de manera fiable y valida la estimación del esfuerzo percibido. Esta escala permite un apoyo verbal para determinar el nivel de intensidad y estructurada de tal manera que se pueden valorar funciones psicofísicas al asumir que al incrementar de manera lineal el estrés fisiológico con el ejercicio, la percepción debería seguir el mismo incremento lineal. Esto facilita la comparación de los valores de la numeración de la percepción del esfuerzo con mediciones fisiológicas como la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno (VO_2)

La Escala de Borg numérica (RPE=Ratings of Perceived Exertion) es muy popular porque es fácil de aplicar y tiene propiedades especiales. La introducción de la escala de Borg fue en el año de 1966 en los países escandinavos y en 1967 en los

E. U. Esta escala ha sufrido modificaciones y tiene varias versiones de acuerdo a la numeración utilizada.

Existen varios estudios para evaluar la capacidad de ejercicio. Las herramientas más usadas son la resistencia en un cicloergómetro con una velocidad de pedaleo constante y la inclinación y velocidad en un tapete deslizante, que se incrementan de manera progresiva en cada etapa con una duración específica para cada nivel.

La capacidad de ejercicio aeróbico (es la capacidad de realizar ejercicio involucrando grandes grupos musculares durante varios minutos), es definido y medido como el Consumo de Oxígeno máximo de un individuo (VO_2max). La intensidad máxima a la cual alguien puede tolerar el ejercicio por un tiempo específico (Ej. 5 min.), proporciona una medición de la capacidad de ejercicio aeróbico que se encuentra muy relacionado con la VO_2max .

Por otro lado se encuentra la capacidad anaeróbica (es la capacidad de realizar ejercicio intenso sin consumo de oxígeno) que es el máximo desempeño de ejercicio en un periodo corto de tiempo (Ej. 30 seg.).

Escala de Borg	
6	Muy, Muy Ligero
7	
8	Muy ligero
9	
10	Ligero
11	
12	Regular
13	
14	Pesado
15	
16	Muy Pesado
17	
18	Muy, Muy Pesado
19	
20	

Tabla 9. Escala de Borg.

Duke Activity Status Index (DASI).

Es un cuestionario diseñado por Mark A. Hlatky et al. Para determinar la capacidad funcional de una manera sencilla y la cual puede ser autovalorada. En los ensayos Clínicos Cardiovasculares se valora su eficacia mediante objetivos como es la mortalidad o el infarto del miocardio. Estos objetivos de gran peso no valoran de manera completa todo el contexto de los efectos médicos sobre el paciente, ya que otro objetivo mayor es reincorporar al paciente a su vida normal lo más cercano posible. Una medición válida y confiable de estos objetivos, como es el estatus funcional del paciente y la calidad de vida, debería valorar los efectos de la terapia más completamente y aportar información relevante.

La tolerancia al ejercicio valorada en una prueba de esfuerzo es un criterio aceptado de capacidad de esfuerzo de un paciente con enfermedad cardíaca. Sin embargo este estudio consume tiempo del paciente, es relativamente costoso, expone a un riesgo relativo, es difícil de realizar en grandes poblaciones de estudio, especialmente en el seguimiento para juzgar los efectos de la terapia. En su lugar, la capacidad funcional es frecuentemente valorada indirectamente mediante un interrogatorio acerca de la capacidad del paciente para realizar ciertas actividades. Este abordaje ha sido utilizado de manera informal por médicos y entrenadores físicos. Sin embargo es difícil valorar por este método ya que requiere de una entrevista larga y compleja, por tal motivo se desarrolló un cuestionario breve que puede ser autoadministrado que valora eficazmente la capacidad funcional y algunos aspectos selectivos de la calidad de vida

Este cuestionario fue desarrollado tomando en cuenta 1) la correlación empírica de las diferentes actividades del cuestionario con el consumo de O₂ pico y 2) juicio clínico e información de estudios previos acerca de las actividades que mejor representan los diferentes aspectos de la capacidad funcional. Se incluyeron preguntas que representan varias actividades de la vida diaria en adultos sanos como son el cuidado personal, tareas domésticas, el caminar, actividad sexual y actividades de recreación.

Ponderando cada concepto, el índice, fue basado en el costo metabólico conocido de cada actividad en unidades MET, con ajuste de redondeo para mejorar la correlación empírica. El score DASI incluye 12 actividades representativas de las tareas más comunes del adulto.

El score de DASI resulta ser una medición continua en lugar de las 4 clases funcionales. Este método de cuantificación es más preciso que el sistema de clasificación tradicional y en principio permite identificar diferencias más pequeñas en la capacidad funcional.

La clasificación de la New York Heart Association, que es la más ampliamente usada para medir el estado funcional de los individuos, tiene varias limitaciones ya que es imprecisa en interpretar lo que es una actividad ordinaria, dado que una misma actividad puede ser ordinaria para un individuo y extraordinaria para otro.

La Clasificación de la Sociedad Canadiense Cardiovascular es más precisa, ya que define una actividad ordinaria como la capacidad para caminar en terreno plano y subir escaleras o una pendiente, pero está limitada en que no detecta pequeños cambios en el estado funcional.

La Escala de Actividad Específica es un abordaje que asigna una clase funcional del 1 al 4 basada en la actividad más difícil que puede realizar un individuo de una lista de actividades. Esta escala tiene la mayor confiabilidad inter-observador que la escala de la Sociedad Canadiense y que la Sociedad de Nueva York, así como una mejor correlación con el tiempo de ejercicio en una prueba de esfuerzo. El concepto de utilizar actividades específicas para estimar el estado funcional cardiovascular fue un gran avance. Esta escala fue diseñada para ser realizada por un entrevistador en lugar de ser un cuestionario autoadministrado.

El cuestionario DASI incorpora un método de puntuación que puede mejorar el perfil de la actividad completa del paciente y sobre todo que puede ser autoadministrada.

Cuestionario DASI:

Puede usted:

Preguntas	Si	No
1.- Realizar actividades propias como alimentarse, vestirse, bañarse, o usar el baño sin ayuda?	2.75	0
2.- Caminar en interiores, dentro de su casa?	1.75	0
3.- Caminar una o dos cuadras, sin pendiente?	2.75	0
4.- Subir un tramo de escaleras o caminar un pendiente?	5.5	0
5.- Correr una distancia corta?	8.0	0
6.- Realizar trabajo ligero en casa como desempolvar o lavar platos?	2.7	0
7.- Realizar trabajo moderado en casa con la aspiradora, barrer el piso o acarrear víveres?	3.5	0
8.- Realizar trabajo pesado como tallar el piso, levantar o mover muebles pesados?	8.0	0
9.- Realizar trabajo de jardinería como juntar las hojas, deshierbar o empujar una cortadora de césped?	4.5	0
10.- Tener relaciones sexuales?	5.2	0
11.- Participar en actividades recreativas moderadas como el golf, boliche, baile, tenis en pareja o lanzamientos de baseball o football?	6.0	0
12.- Participar en deportes intensos como natación, tenis individual, football, basketball o esquiar?	7.50	0

Duke Activity Status Index (DASI): suma de las respuestas si _____

$$VO_2 \text{ pico} = (0.43 \times \text{DASI}) + 9.6$$

$$VO_2 \text{ pico} = \text{_____ ml/kg/min} \div 3.5 \text{ ml/kg/min} = \text{_____ METS.}$$

El método consiste en preguntar al paciente si puede o no realizar cada una de las actividades incluidas en el cuestionario. Si la respuesta es Sí a cualquiera de las preguntas realizadas se va sumando el valor asignado a cada una, si la respuesta es no se le asigna el valor de 0. A la suma total del valor obtenido de cada una de las preguntas se multiplica por una constante que es 0.43 y a este resultado se suma 9.6, de esta manera obtenemos el VO₂ pico estimado por el cuestionario DASI y al dividirlo entre 3.5 tenemos el resultado de los METs, y es así como se obtiene un estatus de su clase funcional.

PLANTEAMIENTO

Planteamiento: Es útil el Cuestionario DASI, para estimar los Mets en la prueba de Esfuerzo.

JUSTIFICACION

Empíricamente se ha observado que hay poca correlación entre las Actividades Cotidianas con las METs o VO₂ en la Prueba de esfuerzo. Con la aplicación del cuestionario DASI y su valor obtenido se pretende establecer el grado de certeza al compararlo con los mets realizados en una prueba de esfuerzo.

TRASCENDENCIA

Si la correlación de mets obtenidas al aplicar el cuestionario DASI es similar a las mets obtenidas en una prueba de esfuerzo, es útil continuar aplicando este cuestionario en pacientes Cardiópatas.

Si no existe una correlación buena hay que dejar de usarlo y utilizar otras herramientas para el mismo fin.

OBJETIVOS

Evaluar el grado de correlación entre las METs inferidas por el DASI con las medidas directamente con gases (VO_2) o indirectamente con la velocidad e inclinación de la banda (METs-banda o carga).

HIPOTESIS

El cuestionario de DASI es una herramienta útil para determinar la capacidad funcional de los pacientes cardiopatas y determinar de manera eficaz la tolerancia al ejercicio.

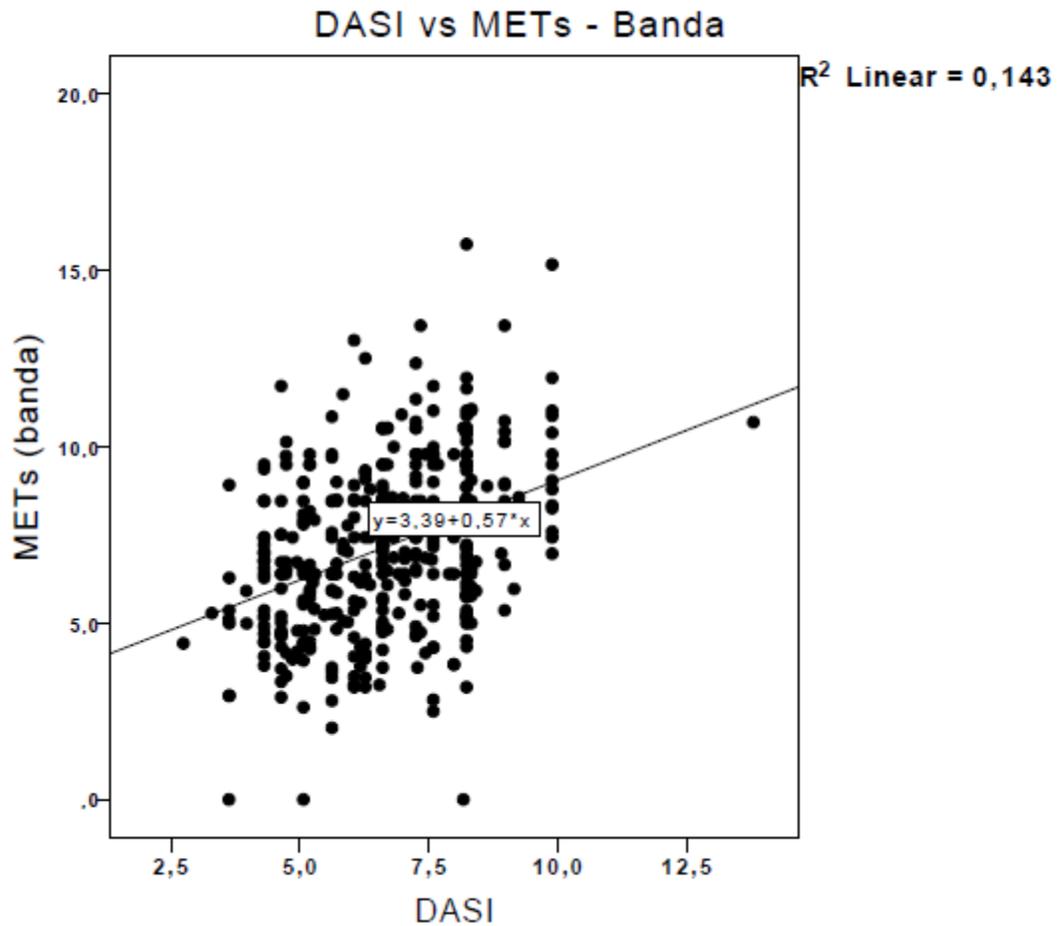
METODOLOGIA

Se realizó un estudio transversal de una cohorte de pacientes en Rehabilitación Cardíaca, retrospectivo, observacional, de un solo grupo, de pruebas diagnósticas, sin grupo control y cegado para el estadista. Para tal efecto a los pacientes reclutados en un programa de rehabilitación cardíaca se les aplicó el cuestionario DASI y posteriormente realizaron una prueba de esfuerzo cardiopulmonar.

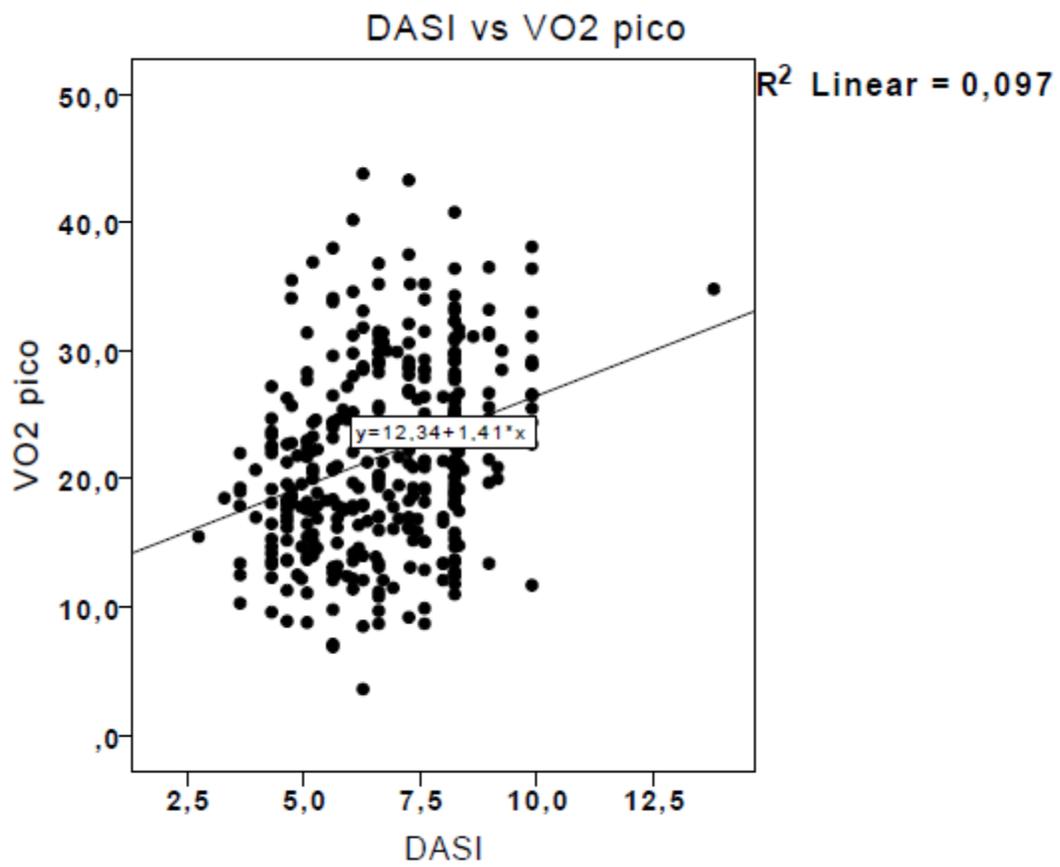
Se construyeron gráficos de matriz de puntos para investigar el grado de correlación del DASI con la VO₂ y las METs calculadas mediante el trabajo en banda. Las variables se presentan como frecuencia (%), media (DE). El grado de asociación se midió con el coeficiente de correlación de regresión de Pearson. Toda $p < 0.05$ fue significativa y toda $R^2 > 0.6$ también.

RESULTADOS

Se estudiaron 401 pacientes, con una edad de 57+- 12 años y con 336 varones (83.8%) y el resto mujeres. El DASI subestima las METs medidas por banda en 3.4 METs y con una baja correlación ($R^2=0.143$). Análogamente, DASI tiene un bajo coeficiente de correlación con el VO2 pico ($R^2=0.097$). Gráficas 1 y 2.



Gráfica 1



Gráfica 2.

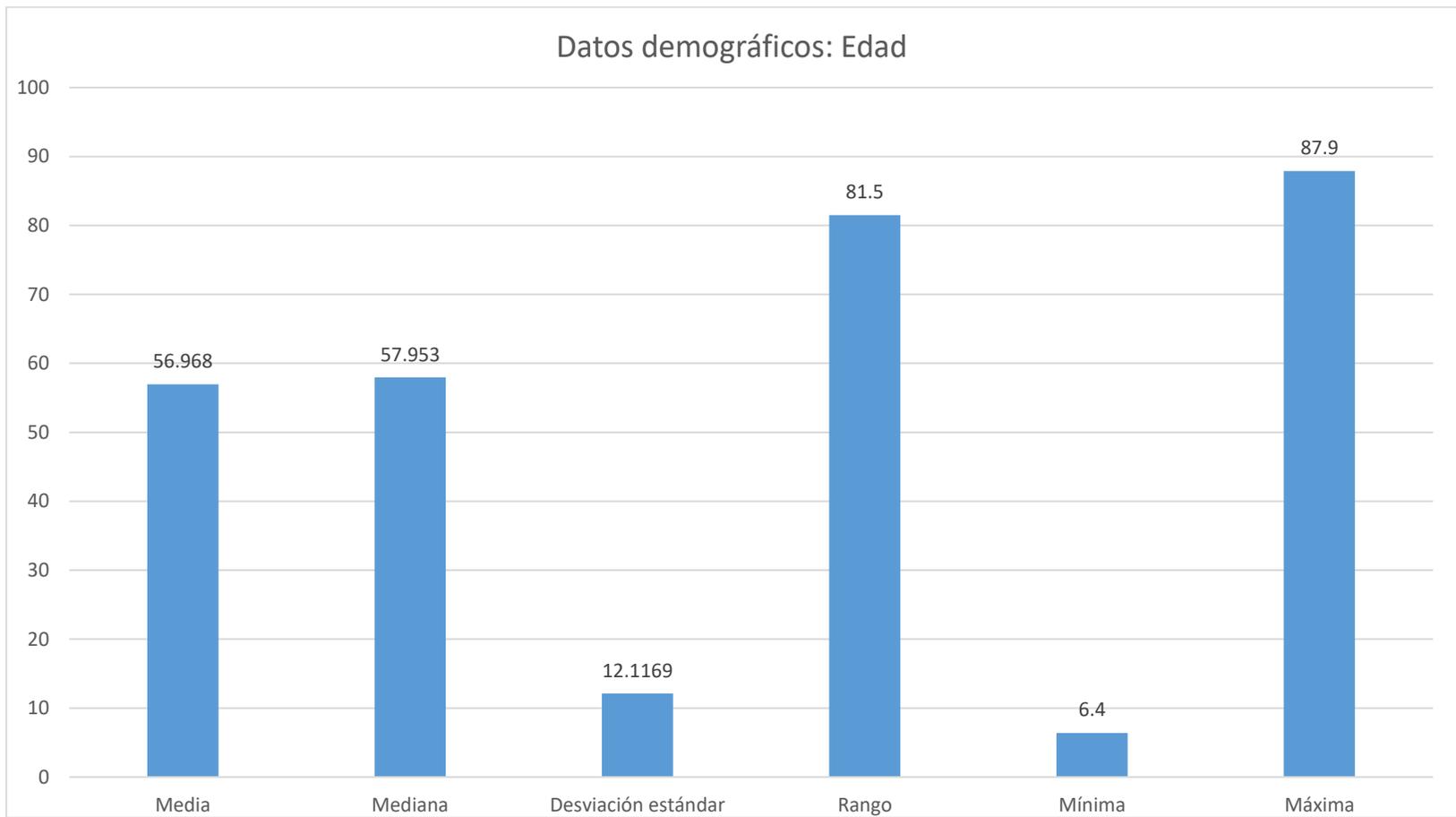


Tabla 10. Distribución por edad: la edad promedio fue de 56.96 años, edad mínima de 6.4 y máxima de 87.9.

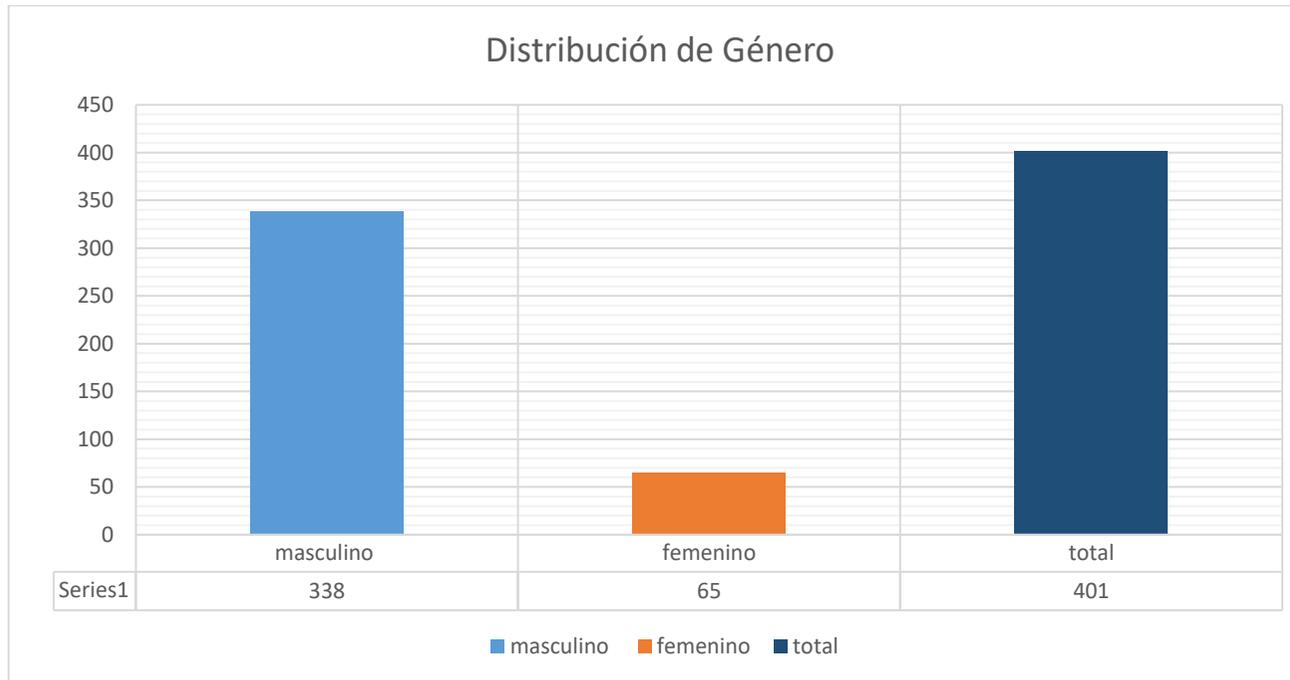


Tabla 11. Distribución de género. De los pacientes incluidos el 84.1% fueron de género masculino y 15.9% de género femenino.

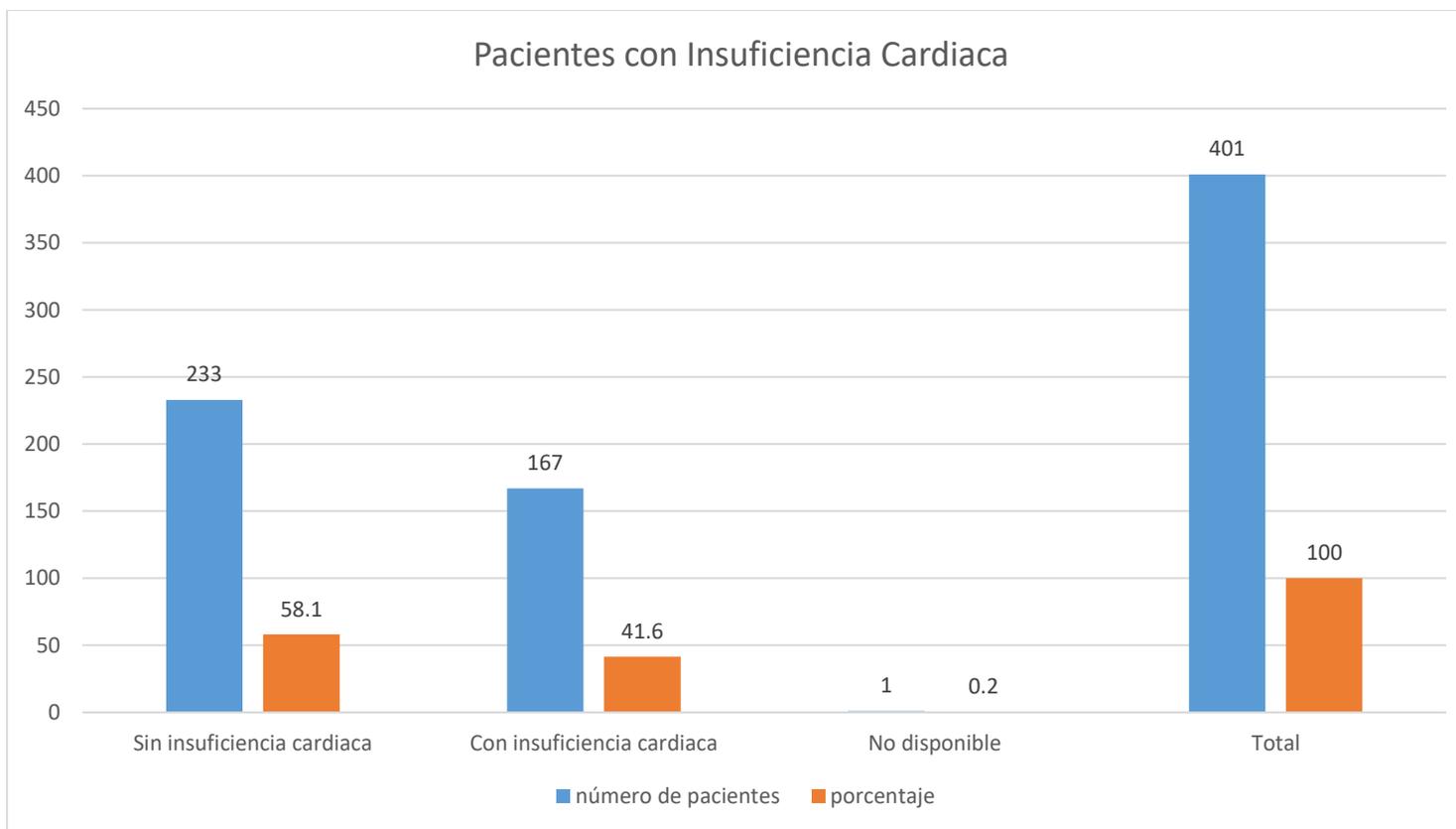


Tabla 12. Porcentaje de pacientes con Insuficiencia Cardiaca.

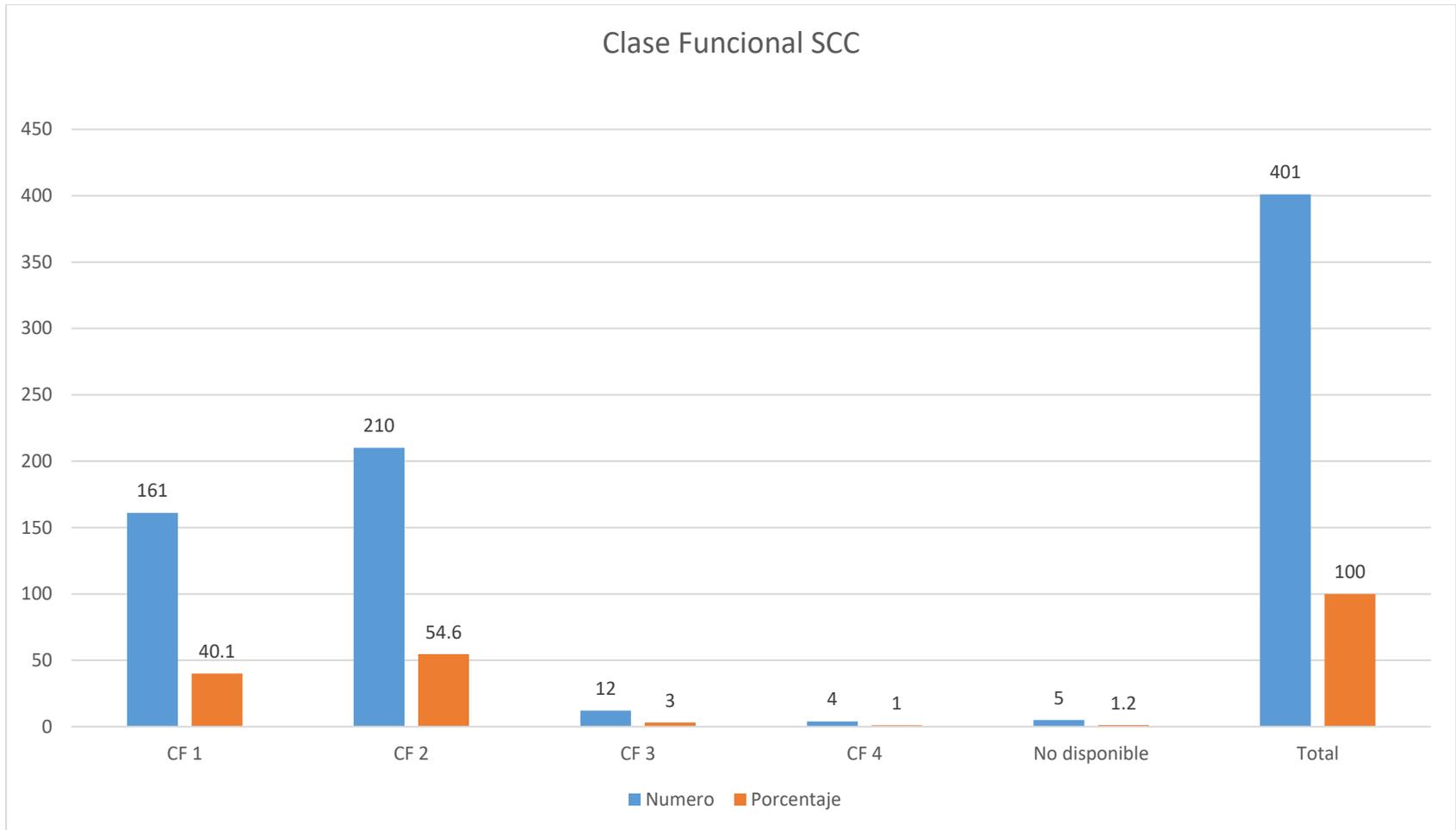


Tabla 13. Distribución de pacientes por Clase Funcional de la SCC

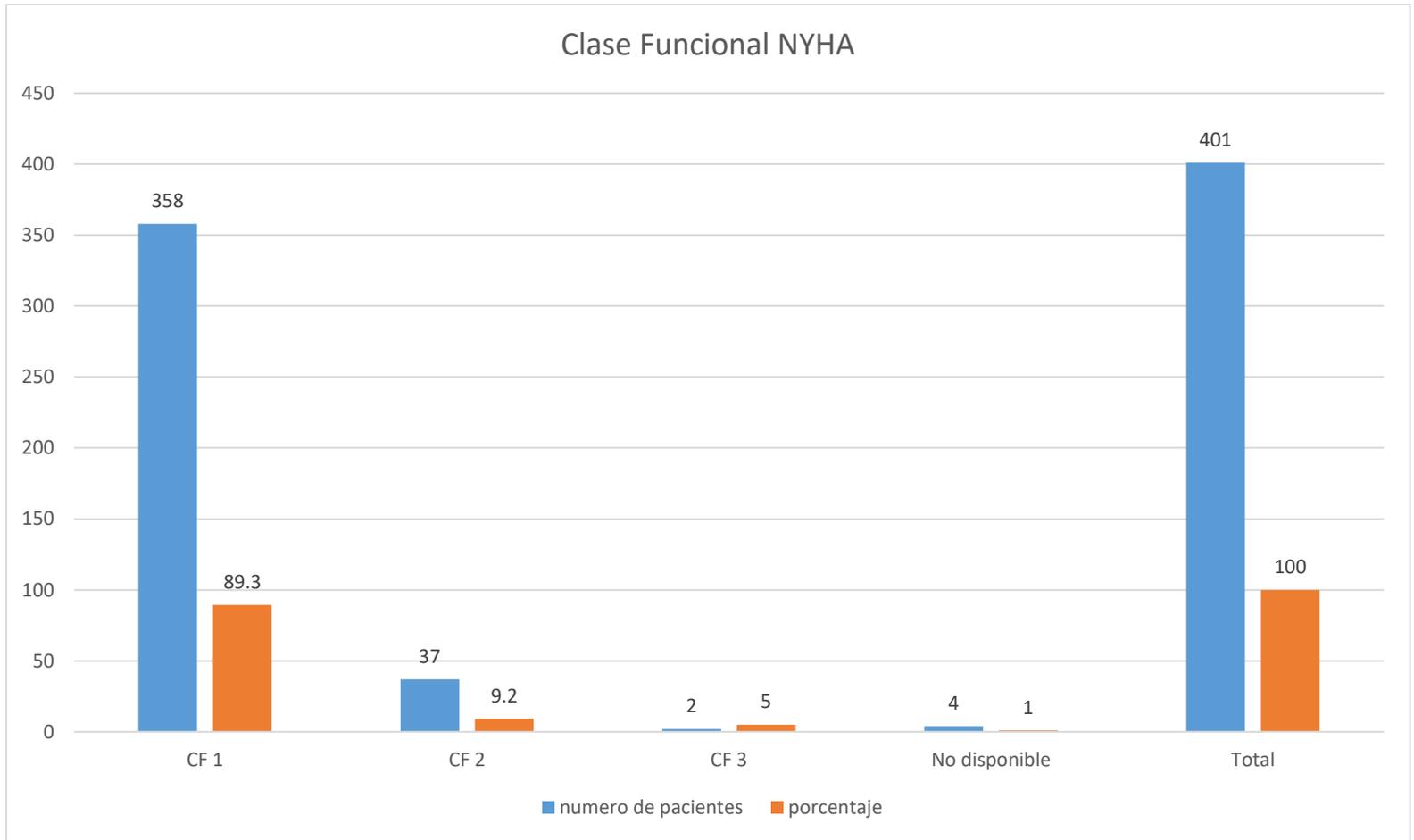


Tabla 14. Distribución de paciente por Clase Funcional de la NYHA.

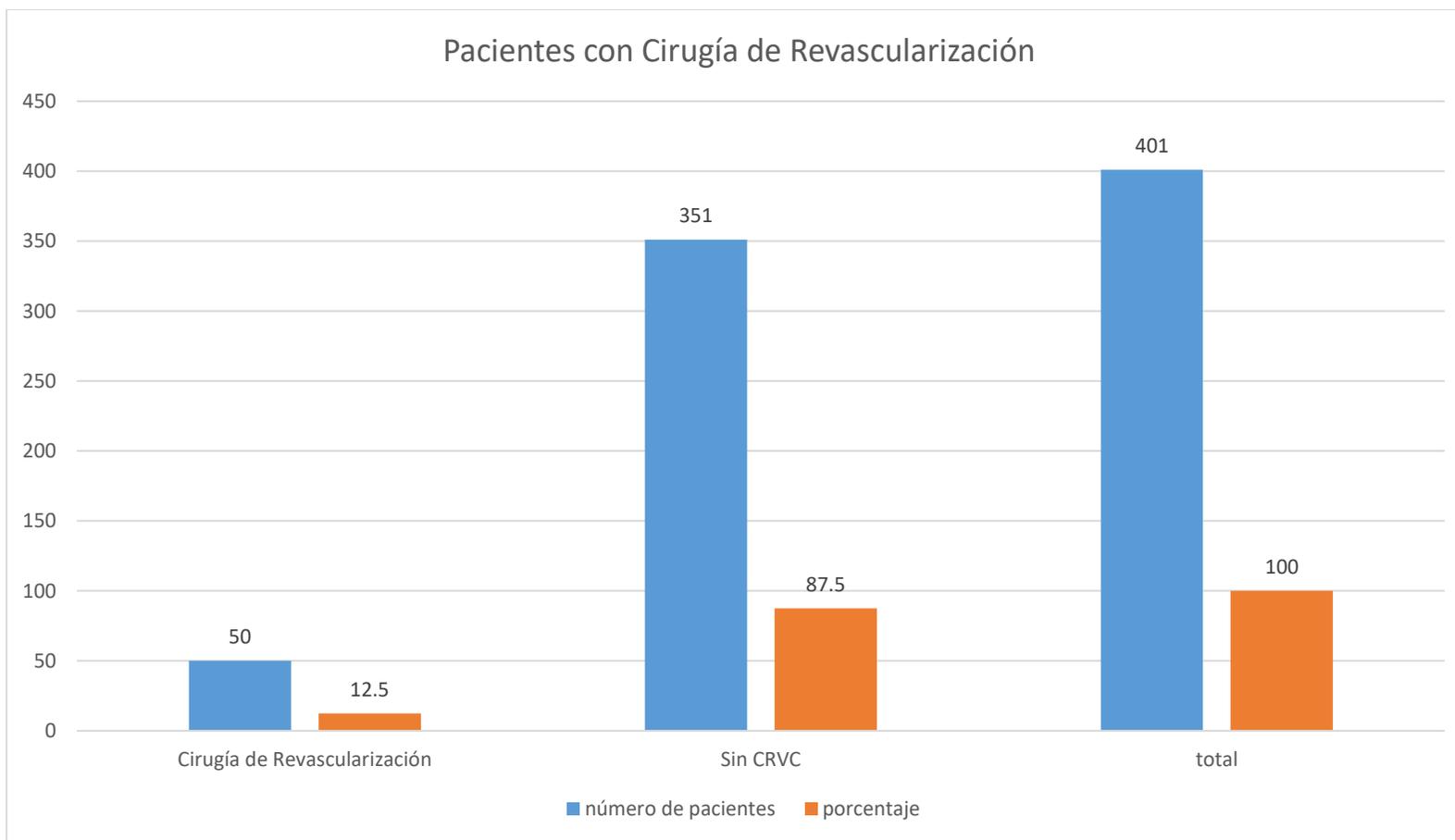


Tabla 15.- Número y porcentaje de pacientes sometidos a Cirugía de Revascularización Coronaria.

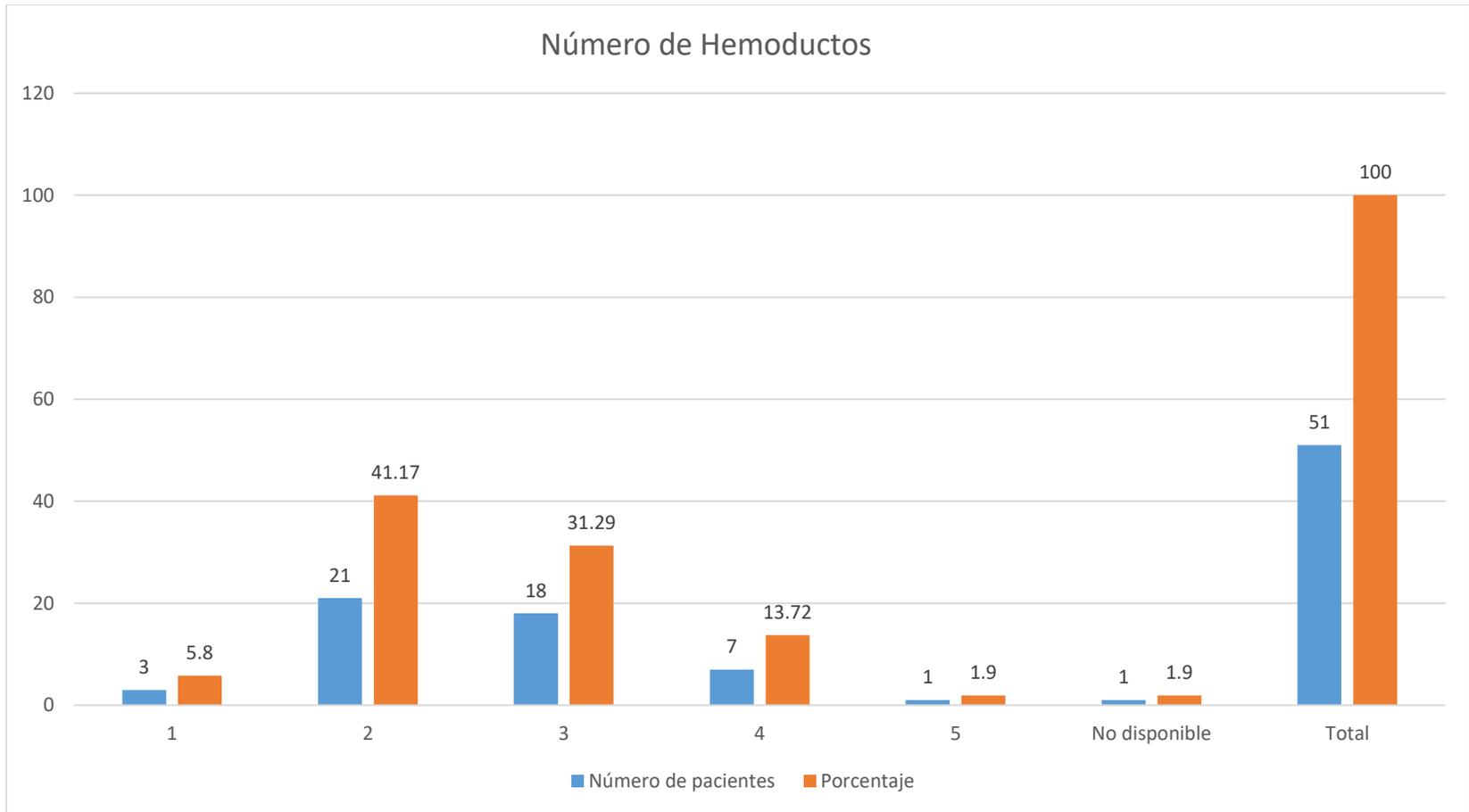


Tabla 16. Número de Injertos de Revascularización por paciente.

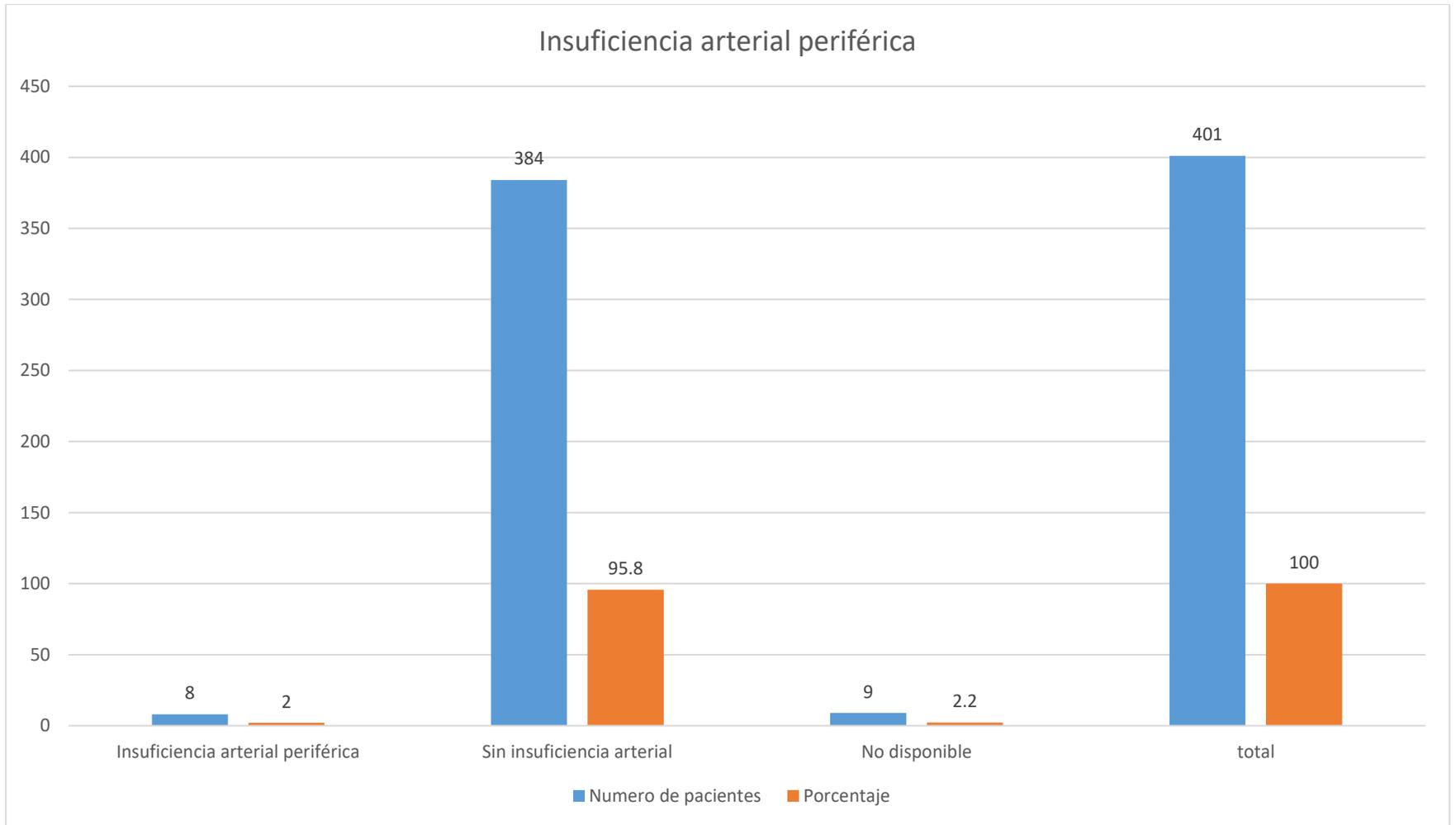


Tabla 17. Porcentaje de pacientes con Insuficiencia Arterial Periférica.

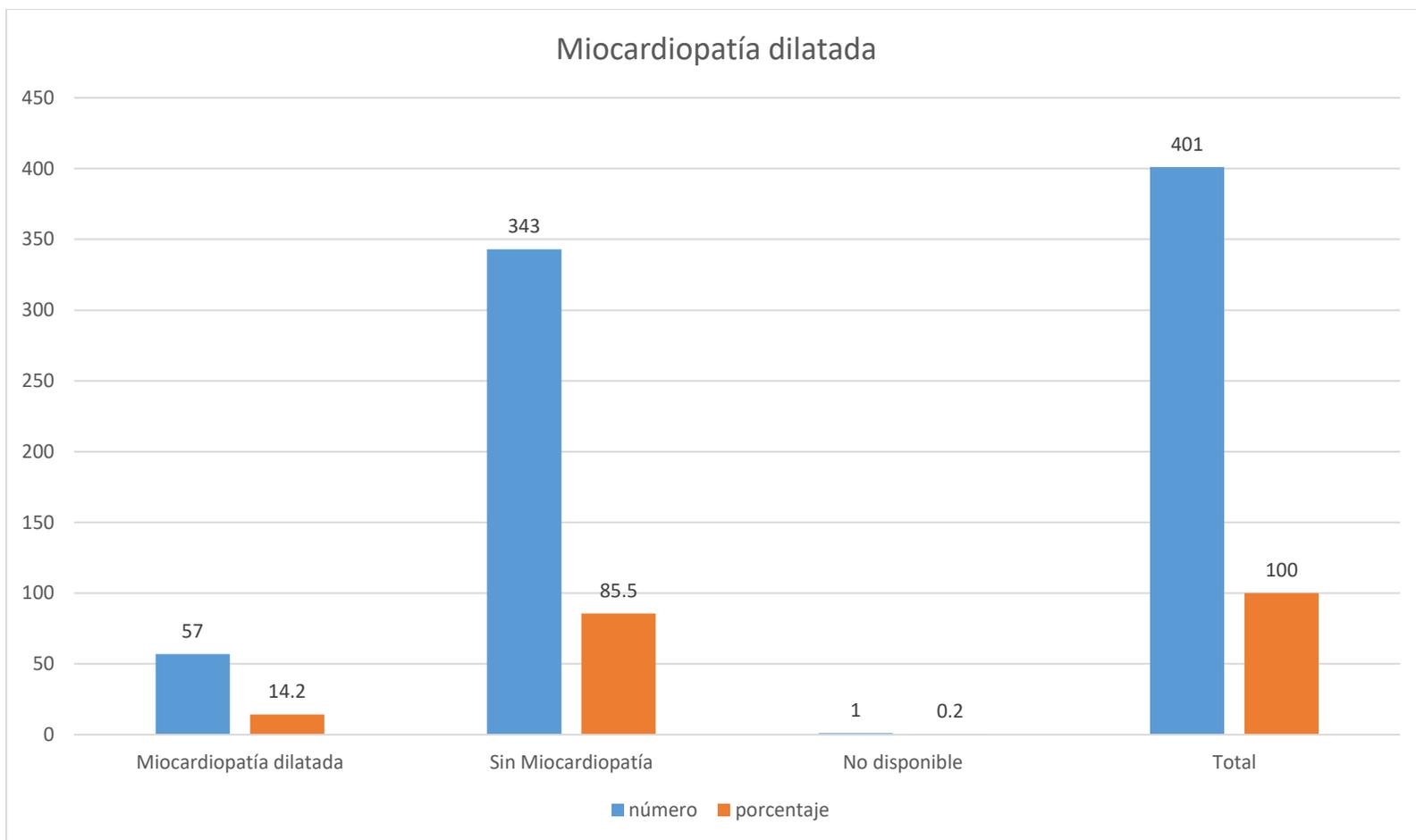


Tabla 18.- Número y porcentaje de Pacientes con Miocardiopatía Dilatada

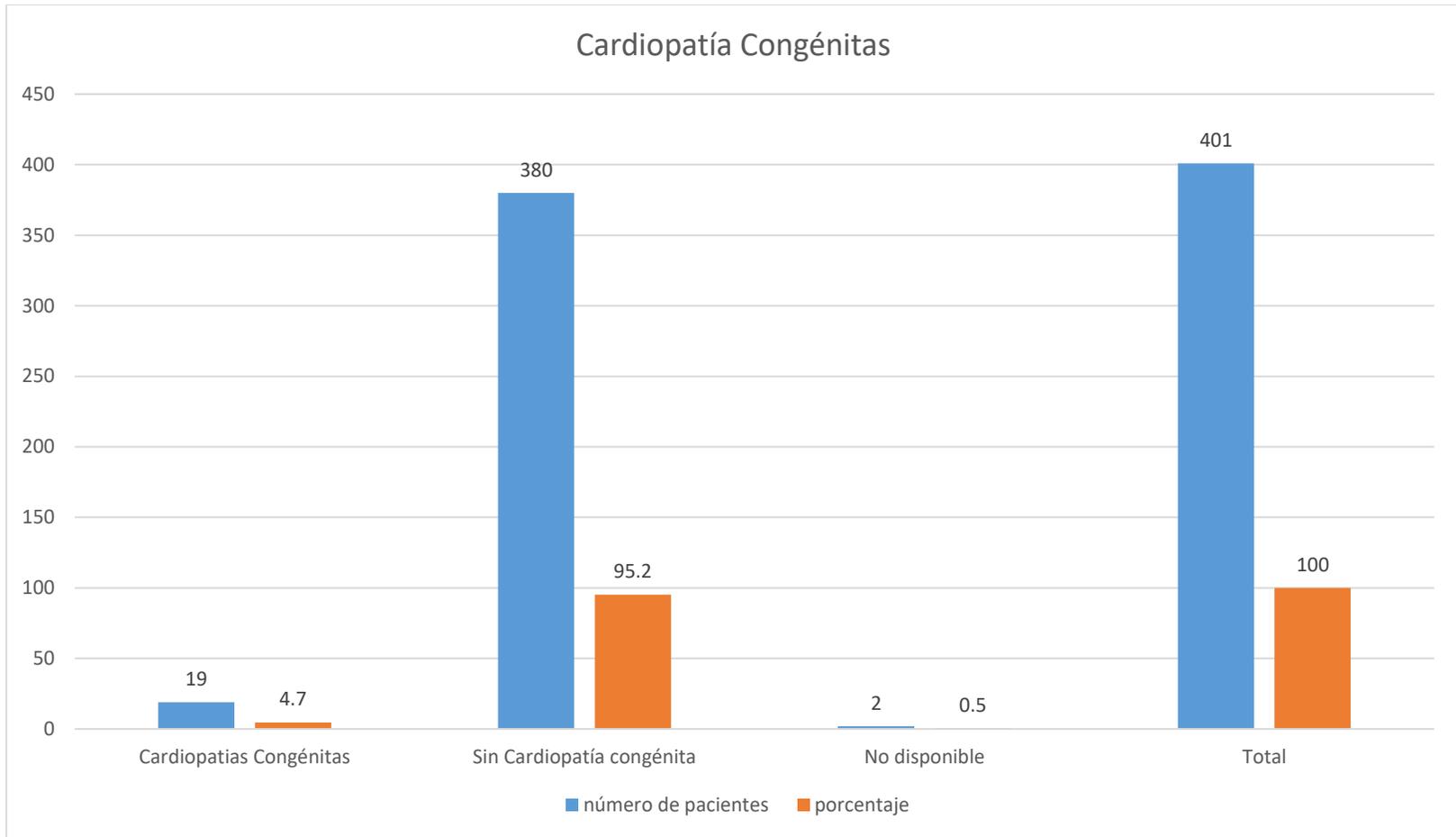


Tabla 19. Número y porcentaje de pacientes con Cardiopatía Congénita.

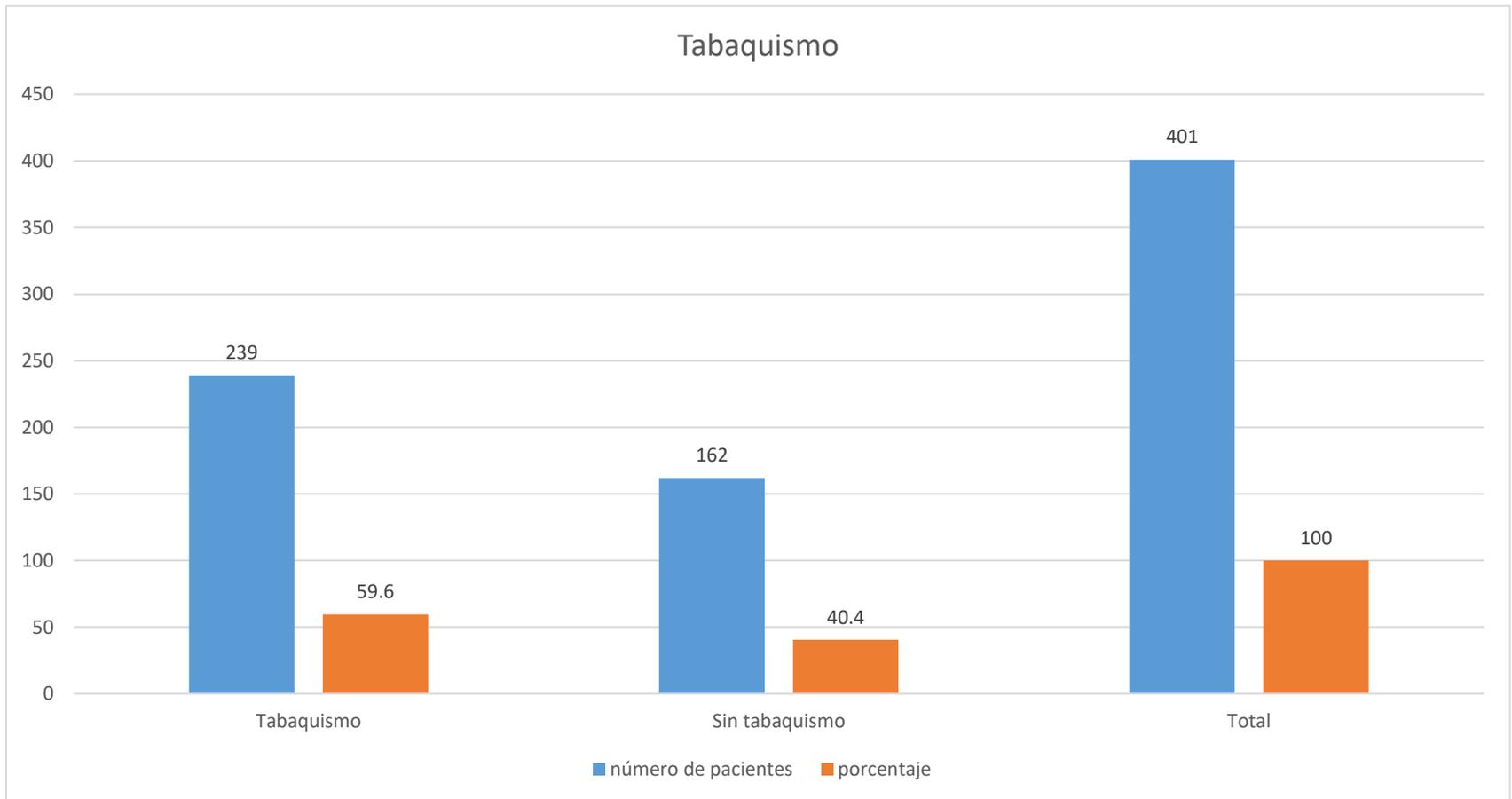


Tabla 20. Número y porcentaje de pacientes fumadores.

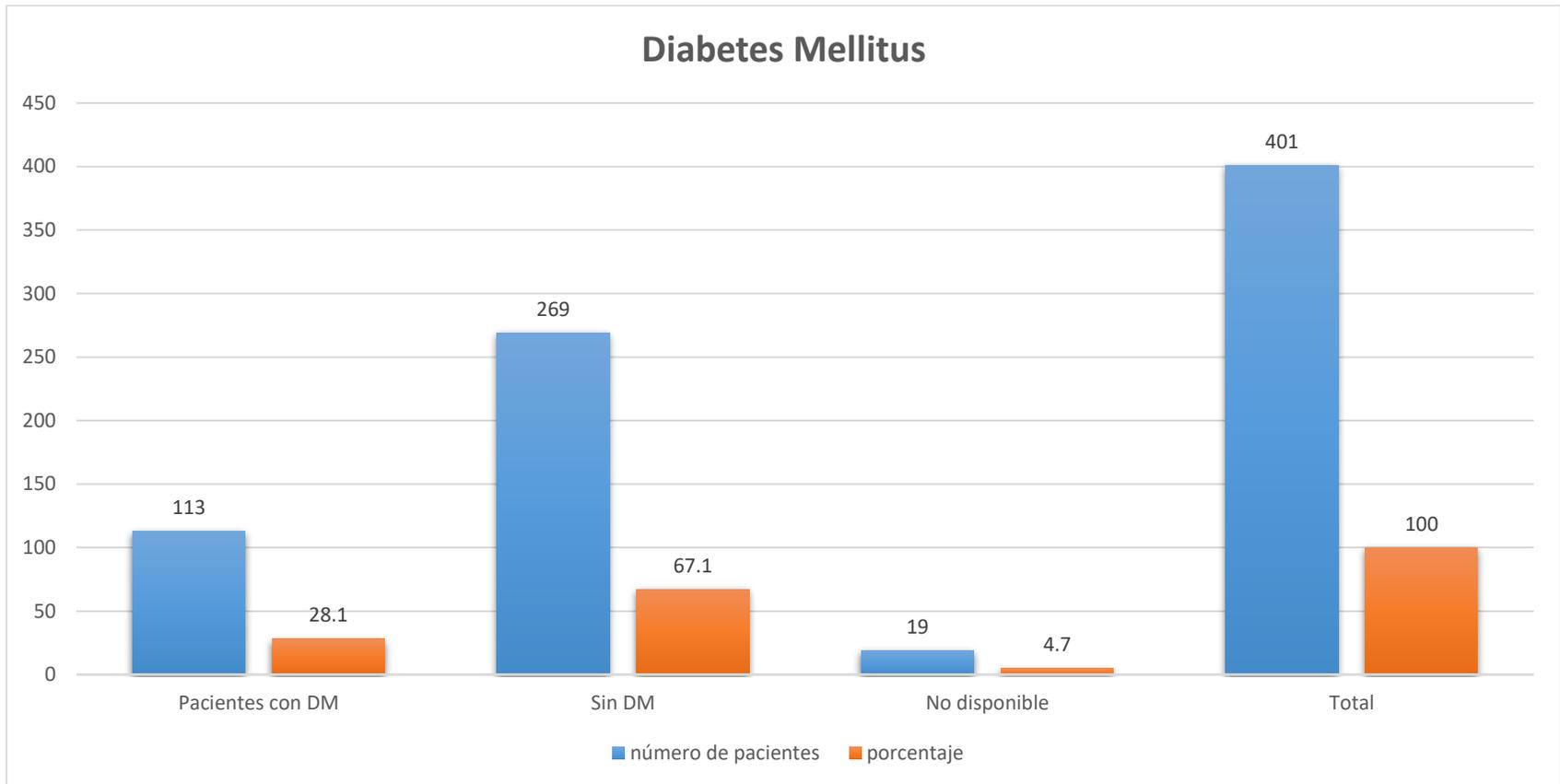


Tabla 21. Número y porcentaje de pacientes con Diabetes Mellitus

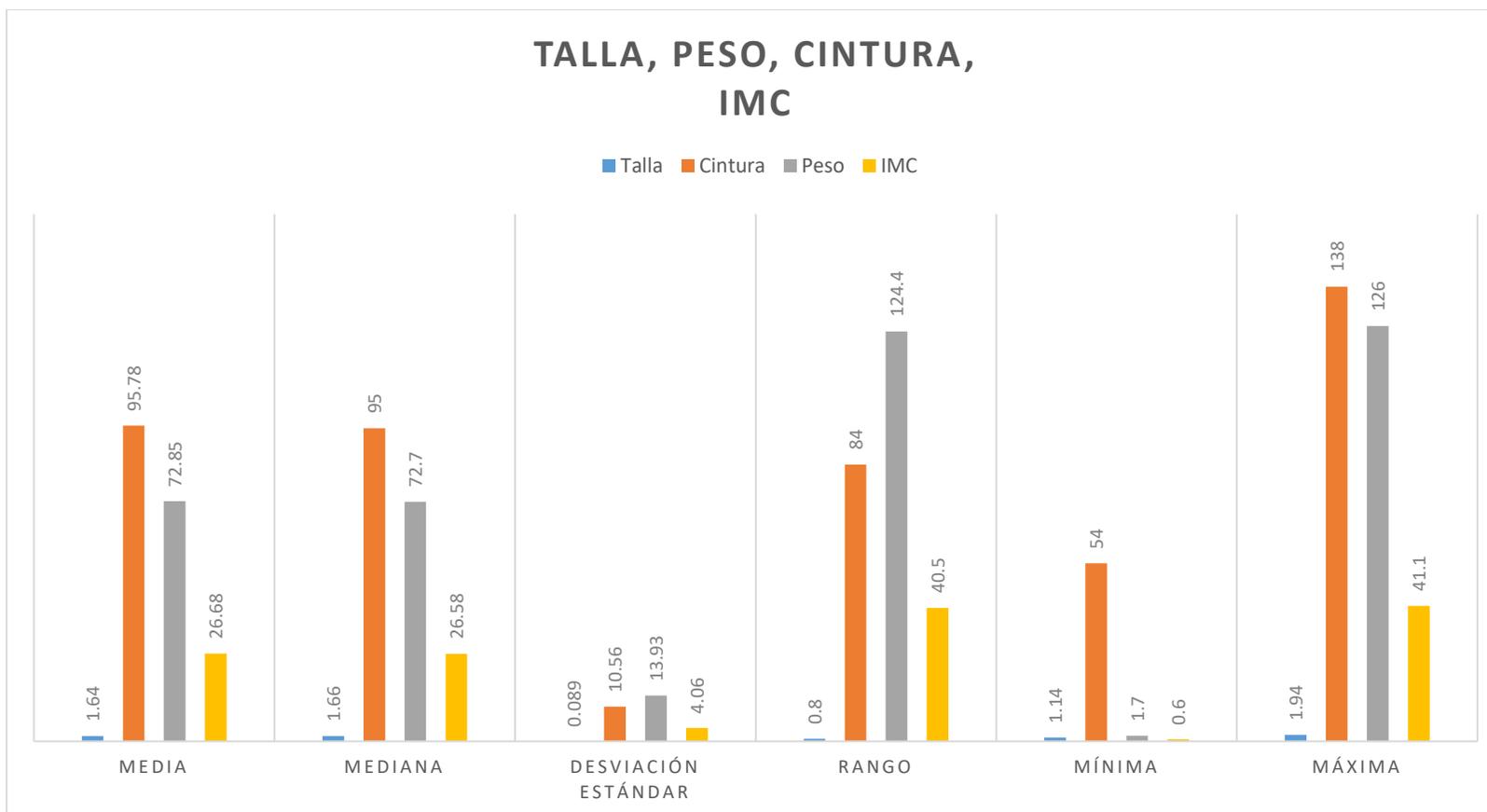


Tabla 22. Datos estadísticos de la talla, peso, cintura e IMC.

DISCUSION

En el estudio original del cuestionario DASI, publicado en septiembre de 1989, se incluyeron 50 pacientes referidos a una prueba de esfuerzo máxima limitada por síntomas, en quienes las preguntas fueron realizadas y contestadas por ellos mismos y la obtención de METs en la prueba de esfuerzo se realizó a través del análisis de gases espirados y la realización de ejercicio en un cicloergómetro iniciando con 25 watts e incrementos cada minuto de 25 watts, hasta que presentara angina, disnea o fatiga. En una segunda fase, los resultados fueron validados con un grupo control de 50 participantes a quienes el cuestionario DASI fue aplicado por un médico del deporte que no conocía los resultados de la prueba de esfuerzo.

En este estudio se determinó que existía una buena correlación de los METs obtenidos con la prueba de esfuerzo y los obtenidos mediante la aplicación del cuestionario DASI (Coeficiente de correlación de Spearman de 0.58). Cabe mencionar que en la publicación original no se mencionan los datos demográficos de los pacientes incluidos en la fase 1, ni la presencia de comorbilidades. En tanto en la fase 2 no se mencionan tampoco ningún dato demográfico y es muy probable que haya sido una población homogénea ya que se utilizó para validar a la fase 1, lo cual explica una correlación estrecha en los METs obtenidos por el cuestionario DASI y la prueba de esfuerzo.

De cualquier manera este estudio tuvo sus limitaciones, como un muestra pequeña en la fase de validación (50 participantes), este número fue suficiente para demostrar una correlación significativa entre el cuestionario y la capacidad de realizar ejercicio, pero es necesario valorar un espectro de pacientes más amplio para probar su aplicación más completamente.

En nuestro estudio se incluyeron 389 pacientes, con una edad media de 57 \pm 12 años, que incluyeron 327 varones (84%) y el resto mujeres. En los resultados obtenidos se concluye que el cuestionario DASI subestima las METs medidas por

banda en 3.4 METs y tiene una baja relación ($R^2=0.143$). Análogamente, DASI tiene un bajo coeficiente de correlación con el VO₂ pico ($R^2=0.097$). Gráficas 1 y 2.

Los pacientes incluidos en el estudio fueron una población muy heterogénea con una edad promedio de 56.96 años, la edad mínima fue de 6.4 y la edad máxima de 87.9 años. De alguna manera esto explica la poca correlación que existe entre el cuestionario DASI y las METs obtenidas en la prueba de esfuerzo.

Además de estos datos demográficos también se obtuvo información acerca de otras condiciones clínicas que influyeron en la percepción subjetiva al realizar una actividad física, comparándola con el grado de intensidad y los mets obtenidos de manera objetiva con una prueba de esfuerzo. Entre estas condiciones clínicas se encuentra la insuficiencia cardíaca y la clase funcional de la NYHA.

La enfermedad arterial periférica y la diabetes mellitus, cuando se asocia con neuropatía diabética, se pueden acompañar de una percepción aumentada de la intensidad del esfuerzo al realizar determinadas actividades, en las cuales tiene una participación directa las áreas afectadas.

Otros factores que también influyen en esta disparidad entre el DASI y la Prueba de esfuerzo son el tabaquismo, el índice de masa corporal, la edad y el antecedente de una cirugía de revascularización coronaria.

Como se ha dicho anteriormente el cuestionario DASI es una estimación subjetiva de la capacidad funcional, mediante la aplicación de una serie de preguntas, acerca de la suficiencia de realizar diferentes actividades físicas con diversos grados de esfuerzo generado por el paciente y al sumar el puntaje asignado da como resultado una estimación de los METs que puede desarrollar. Sin embargo la percepción de un determinado esfuerzo de un paciente a otro puede variar significativamente dependiendo de su género, masculino o femenino, de la edad, el

estado de ánimo, el nivel sociocultural, cardiopatías subyacentes, la presencia de otras comorbilidades, como diabetes mellitus, tabaquismo, etc. Y así se pueden encontrar muchas variables que influyen en la percepción del ejercicio.

Por otro lado a la hora de medirlos de manera objetiva con una prueba de esfuerzo, la cual es realizada por un equipo profesional en un ambiente controlado y con un protocolo determinado (Prueba de esfuerzo con protocolo en rampa) donde se mide de manera graduada y progresiva la intensidad del esfuerzo físico como es la velocidad del tapete deslizante y la inclinación de cada etapa, resultó que la gran mayoría tiene una capacidad mas elevada para realizar un ejercicio que lo que realmente creía, de tal manera que al momento de hacer la comparación entre los METS obtenidos por el cuestionario DASÍ y los obtenidos en una Prueba de Esfuerzo existe una diferencia de METs, en favor de esta última.

De acuerdo a estos resultados no existe una correlación entre al DASÍ y la Prueba de esfuerzo en cuanto a la determinación de los METs, pero no por eso deja de ser útil, ya que en un contexto en el que no se puede realizar una prueba de esfuerzo inmediata si se puede realizar el cuestionario DASÍ y nos daría una idea aproximada de la capacidad funcional de los pacientes, con la reserva de esperar una cuantificación objetiva de la capacidad funcional con la Prueba de esfuerzo.

CONCLUSIONES

En conclusión existe una correlación mala entre los METs obtenidos por el cuestionario DASI y los METs obtenidos en una prueba de esfuerzo (<0.6). Mediante esta comparación se observa que el cuestionario DASI subestima los METs que se pueden obtener de manera objetiva con la prueba de esfuerzo.

Esto no significa que el cuestionario DASI no sea de utilidad, sino todo lo contrario, ya que al subestimar los METs reales, se puede clasificar al paciente en una clase funcional probable a confirmar de manera objetiva con una prueba de esfuerzo.

BIBLIOGRAFIA

1. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/es/index1.html>
2. 2016 European Guidelines on Cardiovascular Disease prevention in clinical practice. The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts).
3. Justiniano Cordero S. Rehabilitación Cardíaca y Prevención. 1ra Edición. Editorial PyDESA 2017.
4. Froelicher V. F. MD, Myers J. N. Ph.D. Exercise and the Heart, 4th Edition, W. B. Saunders Company 2000.
5. Froelicher V. F. MD, Myers J. N. Ph.D. Manual of Exercise testing 3rd Edition Mosby Elsevier 2007.
6. Maroto J. M. De Pablo C. Rehabilitación Cardiovascular 1ra Edición, Editorial Médica Panamericana 2011.
7. Goldman L. MD, MPH, Hashimoto B. MD, Cook E. F. Sc. D, Loscalzo A. MS. Comparative Reproducibility and Validity of Systems for Assessing Cardiovascular Functional Class: Advantages of a New Specific Activity Scale. Circulation Vol. 64, No. 6, December 1981; 1227-1234.
8. Campeau L. Grading of angina pectoris (letter) Circulation **Vol. 54, No. 3, September 1, 1976; 522-523.**
9. Borg G. Borg's Perceived exertion and Pain Scales, Human Kinetics 1998.

10. Hlatky M. A. MD, Boineau R. E. MA, Higginbotham M. B. MB, Lee K. L. PhD, Mark D. B. MD, MPH, Califf R. M. MD, Cobb F. R. MD, Prior D. B, MD. A Brief Self-Administered Questionnaire to Determine Functional Capacity (The Duke Activity Status Index). *The American Journal of Cardiology* sep, 15, 1989, vol 64; 651-654.
11. Myers J. PhD, Do D. BS, Herbert W. PhD, Ribisl P. PhD, Froelicher V. MD. A Nomogram to Predict Exercise Capacity a Specific Activity Questionnaire and Clinical Data. *The American Journal of Cardiology* march 15, 1994. Vol 73; 591-596.
12. Myers J. PhD, Prakash M. MD, Froelicher V. MD, Do D. MD, Partington S. BSc, Atwood E. MD. Exercise Capacity and Mortality Among Men Referred for Exercise Testing. *The New England Journal of Medicine* march 14, 2002, vol 346; no. 11: 793-801.
13. Ekelund L-G. MD, PhD, Haskell WL. PhD, Johnson JL. MS, Whaley FS. PhD, Criqui MH. MD, MPH, Sheps DS. MD,MSPH. Physical Fitness as a Predictor of Cardiovascular Mortality in Asymptomatic North America Men. The Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study. *The New England Journal of Medicine* November 24, 1968, vol 319; no. 21: 1379-1384.
14. Dumbar CC., Robertson RJ., Baun R., Blandin MF., Metz K., Burdet R., Goss FL. The Validity of Regulating Exercise Intensity by Rating of Perceived Exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, june 1991 vol. 24; no. 1: 94-99.
15. Williams N., The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. *Questionnaire Review. Occupational Medicine* 2017; 67:404—405.
16. Arena R., Guazzi M., Cahalin LP., Myers J. Revisiting Cardiopulmonary Exercise Testing Applications in Heart Failure: Aligning Evidence with Clinical Practice. *Exercise and Sport Science Reviews* 2014, vol 42; no. 4: 153-160.

17. Borg G. Psychophysical Bases of Perceived Exertion. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 1982 vol 14; no. 5: 377-381.
18. Sandvik L. MSc., Erikssen J. MD,DSc., Thaulow E. MD, Sc., Erikssen G. MD., Mundal R. MD., Rodahl K. MD, DSc. Physical Fitness as a Predictor of Mortality among Healthy, Middle-Aged Norwegian Men. *The New England Journal of Medicine* February 1993 vol 328; no.8: 533-537.