

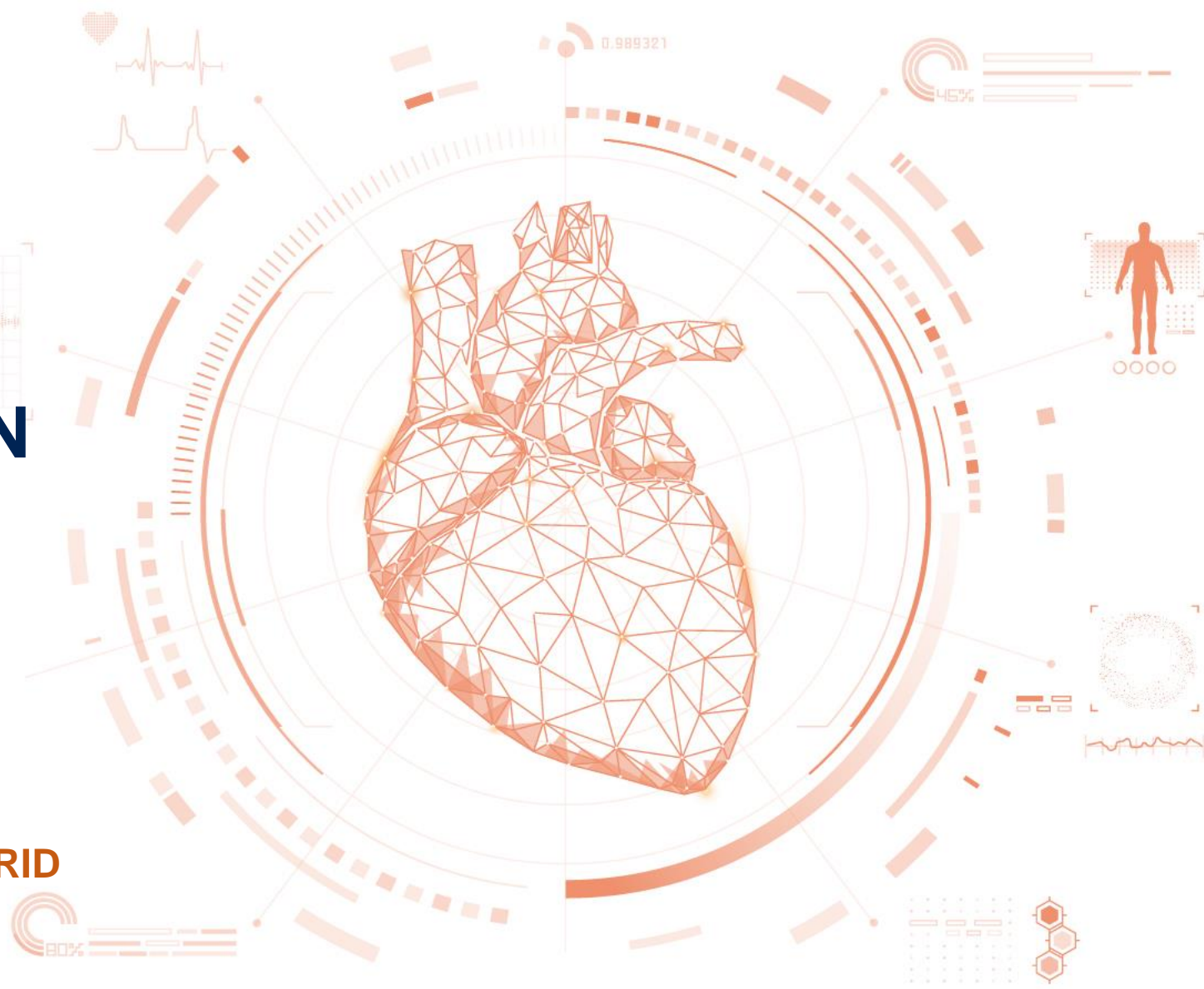
Liderando el conocimiento del mañana

Cardio**Advanced**Forum

ERGOESPIROMETRIA EN CARDIOLOGIA

¿A QUIEN SE LA PIDO Y PARA QUE?

R CAMPUZANO. CARDIOLOGIA. HUFA MADRID



- 1. ¿QUE ES UNA ERGOESPIROMETRIA?**
- 2. ¿CÓMO SE HACE?**
- 3. ¿A QUIEN Y PARA QUE?. CASOS**

QUE ES ERGOESPIROMETRIA?

ESPIROMETRIA+ERGOMETRIA+MEDICION INTERCAMBIO GASES

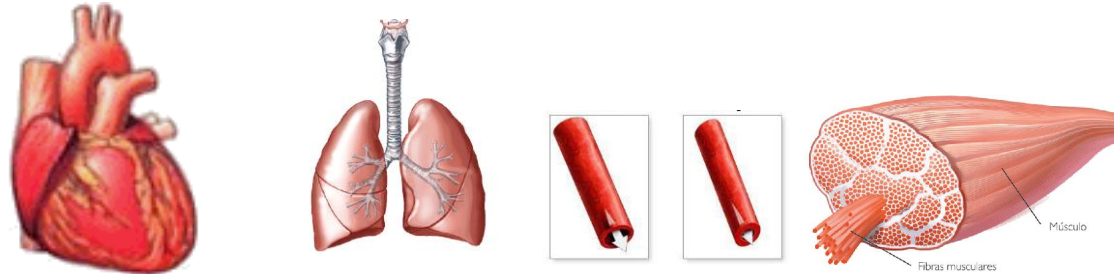
V_{O2}

V_CO₂

VENTILACION



CONSUMO DE O₂



$$VO_2 = GC \cdot dif (A-V)O_2$$



FACTOR CENTRAL
VS · FC



FACTOR PERIFÉRICO
Difusión y transporte de O₂
Extracción tisular de O₂

CONSUMO DE O₂ EN REPOSO

ES UN MET



**Nomogram Based on Metabolic Equivalents and Age for Assessing
Aerobic Exercise Capacity in Men**

CHARLES K. MORRIS, MD, JONATHAN MYERS, PhD, VICTOR F. FROELICHER, MD, FACC,
TAKEO KAWAGUCHI, MD, KENJI UESHIMA, MD, ALISA HIDEK, BA
Long Beach, Palo Alto and Stanford, California

1. EQUIVALENTE METABOLICO (MET)

Consumo de O₂: cantidad de O₂
consumido del aire inspirado por el
organismo en situación basal = 3,5
ml/kg/min

Consumo O₂ **máx**/3.5 = METS



CONSUMO DE O₂ EN EJERCICIO?

↑ HASTA 30-40 ml/kg/min

Descritos hasta 90 ml/kg/min



INDICACION CPET

TABLE 1 Clinical Indications for Cardiopulmonary Exercise Testing	
Clinical Scenario	Objective
Unexplained or multifactorial dyspnea/exercise intolerance	To define the organ system(s) limiting gas exchange
Established advanced cardiac or pulmonary disease	To grade severity of disease, prognosticate, and prioritize patients for heart transplantation and mechanical circulatory support
Valvular or congenital heart disease	To determine whether to intervene, particularly with cardiac surgical interventions, and to estimate perioperative risk
Initiation of an intervention (clinical trial)	To precisely evaluate the functional response to an intervention (i.e., change in peak oxygen uptake with a novel treatment)

Malhotra R et al **Cardiopulmonary Exercise Testing in Heart Failure**
J Am Coll Cardiol HF. 2016 Aug, 4 (8) 607-616

INDICACIONES CPET 2016

EACPR/AHA Scientific Statement

**2016 Focused Update: Clinical Recommendations
for Cardiopulmonary Exercise Testing Data
Assessment in Specific Patient Populations**

Marco Guazzi, MD, PhD, FAHA, FESC, Co-Chair*; Ross Arena, PhD, PT, FAHA, FESC, Co-Chair*;
Martin Halle, MD*; Massimo F. Piepoli, MD, PhD, FESC*; Jonathan Myers, PhD, FAHA; Carl J. Lavie, MD

DISNEA ORIGEN INCIERTO

EPOC Y EPID

MIOPATIA MITOCONDRIAL

IC

HP

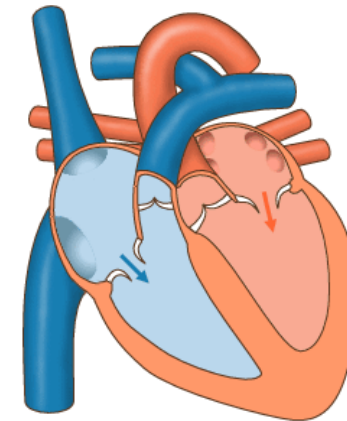
SOSPECHA ISQUEMIA

MCPH

VALVULOPATIAS

RIESGO PRECX

ENTRENAMIENTO Y REHAB CARDIACA



Guazzi M, Arena R, Halle M, Piepoli MF, Myers J, Lavie CJ. 2016 Focused Update: Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations. *Circulation*. 2016 Jun 14;133(24):e694-711. doi: 10.1161/CIR.0000000000000406. Epub 2016 May 2. PMID: 27143685.

1. ¿QUE ES UNA ERGOESPIROMETRIA?
2. ¿CÓMO SE HACE?
3. ¿A QUIEN Y PARA QUE?. CASOS

2. COMO SE HACE

Doble tiempo, enfermería, 1º espiro y 2º ergo mejor en tapiz
Informe con paciente recuperado



PROCOLO???

8-12 min

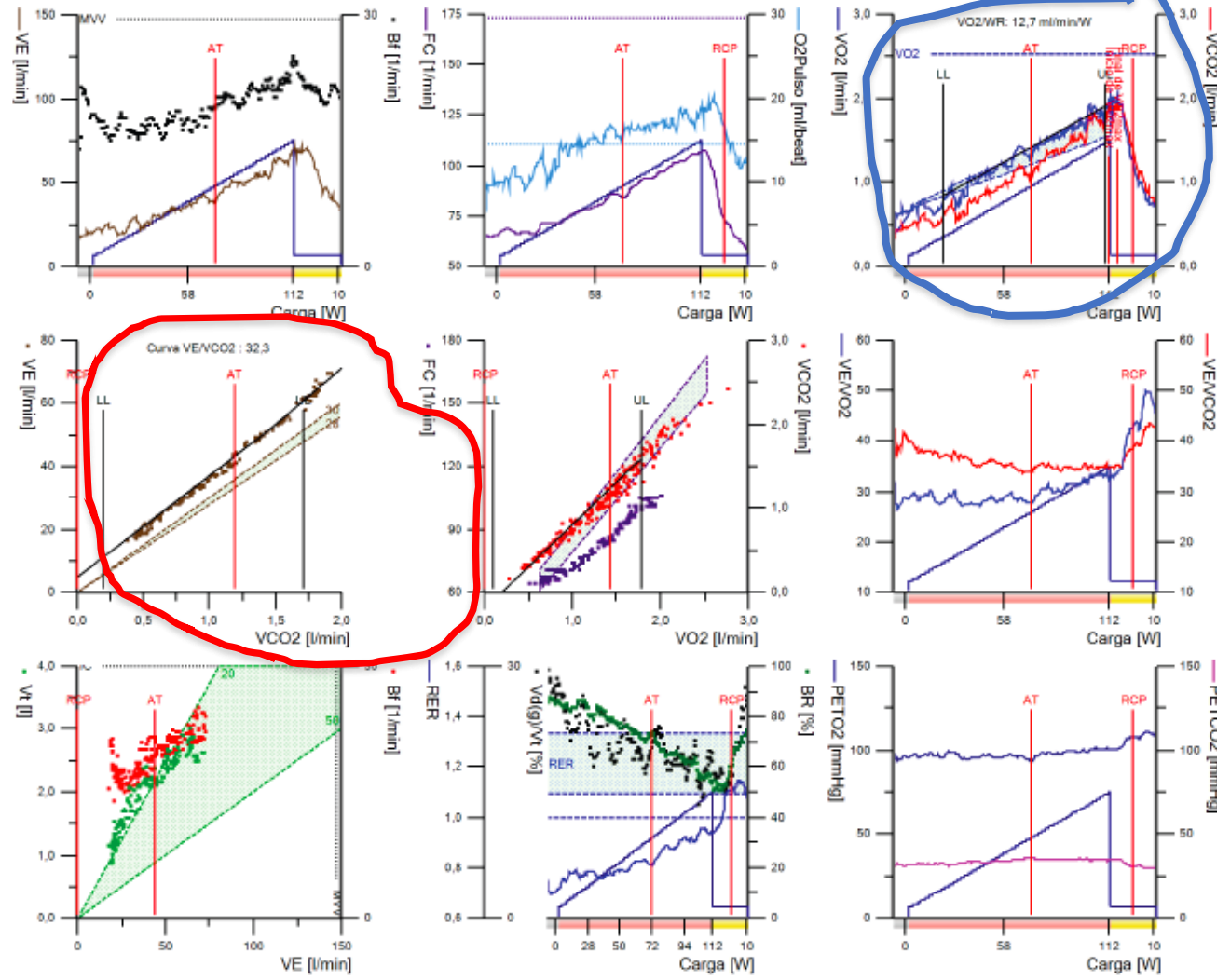
10% más de V_{O2} y FC en tapiz.

RAMPA



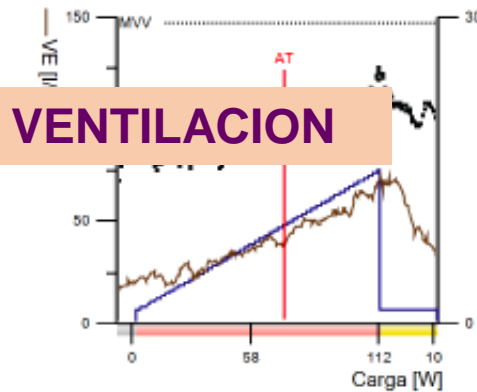
¿COMO LA INTERPRETO?

Wasserman 9

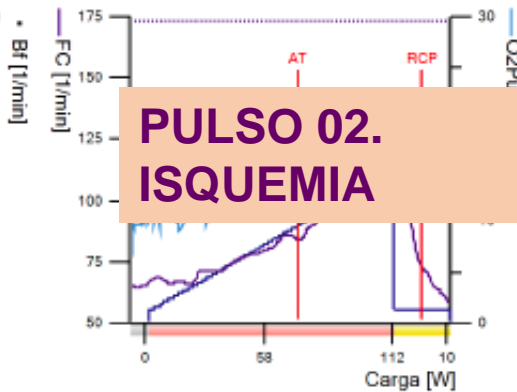


CLASE AEROBICA

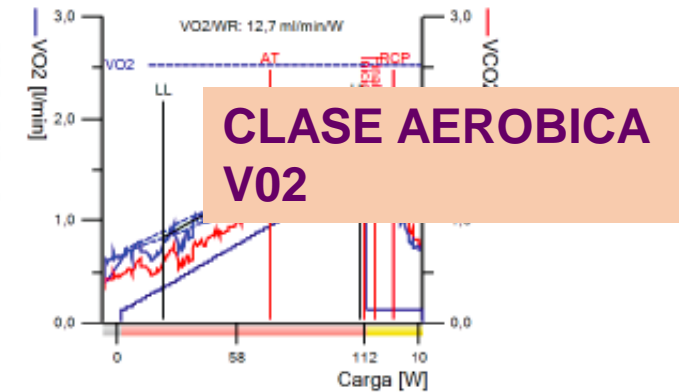
CLASE VENTILATORIA



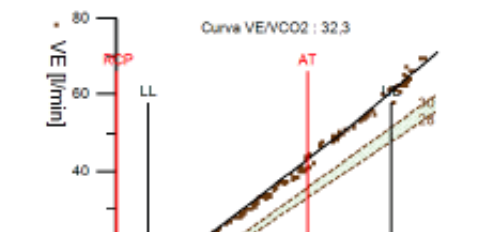
VENTILACION



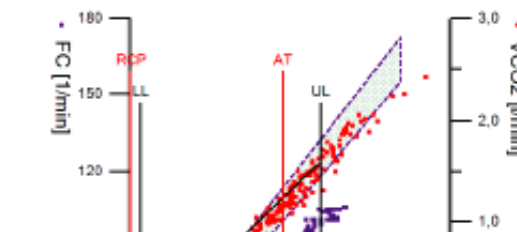
PULSO O2.
ISQUEMIA



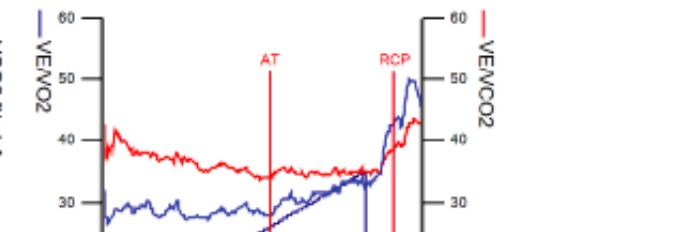
CLASE AEROBICA
V02



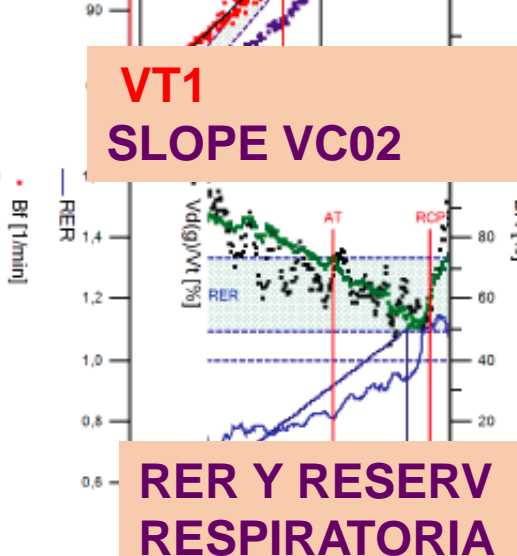
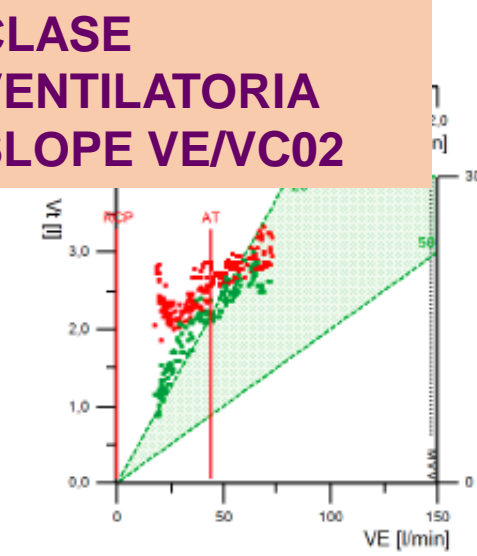
CLASE VENTILATORIA
SLOPE VE/VC02



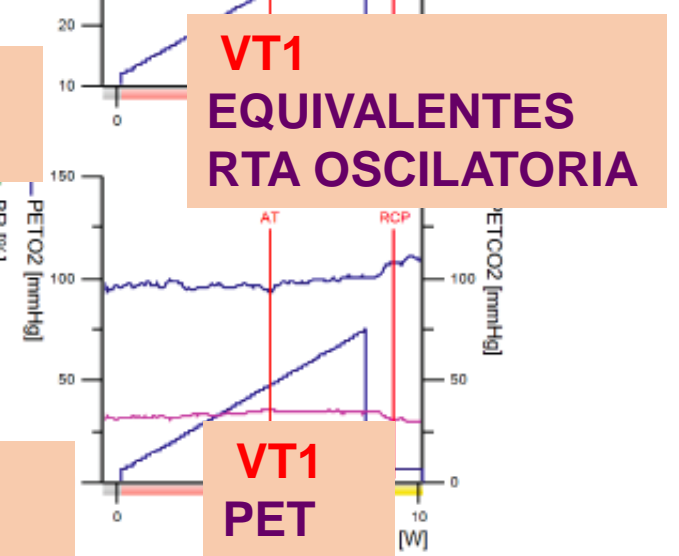
VT1
SLOPE VC02



VT1
EQUIVALENTES
RTA OSCILATORIA



RER Y RESERV
RESPIRATORIA



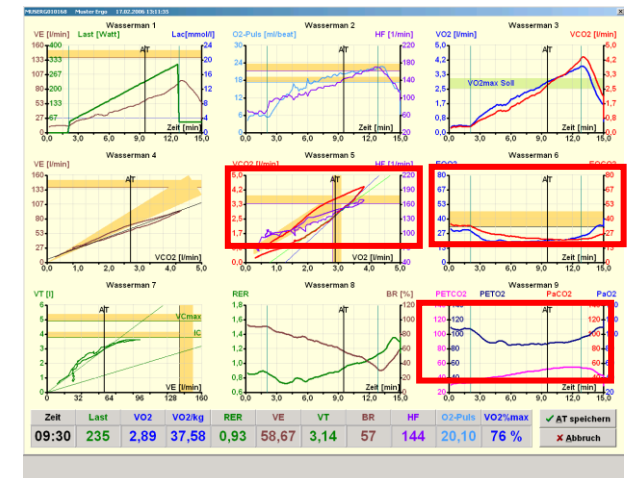
VT1
PET

¿QUE ES EL PRIMER UMBRAL?

- **Tb llamado Umbral anaeróbico o umbral láctico. VT1**
- **ESTIMADOR DEL INICIO DE LA ACIDOSIS METABOLICA**

- **Valor de VO2** por encima del cual comienza la producción de ácido láctico
- **Aumenta la eliminación de CO2**
- **Aumenta la ventilación**
- **ÍNDICE OBJETIVO DE LA CAPACIDAD AERÓBICA**
- **ENTRE 40-80% DE VO2MAX (calculo en grafs 5,6,9)**

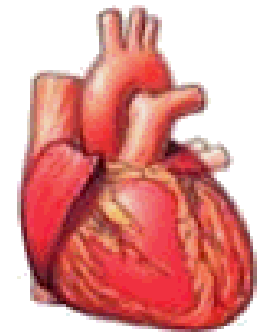
"ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing." *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 167(2), pp. 211–27



1. QUE ES UNA ERGOESPIROMETRIA
2. CÓMO SE HACE
3. ¿A QUIEN Y PARA QUE?. CASOS

CASOS

1) ERGOESPIROMETRIA EN IC



46 AÑOS.

-DL. HTA. FUMADOR. SAOS

-IAM ANT 2014. STENT DA. FEVI 20%

-2 INGRESOS POST POR IC

-DAI

-TTO OPTIMO (bb,iecas, eplerenona,
ivabradina, sac-vac , aas, prasugrel, atorvastatina)

CLASE NYHA III ->

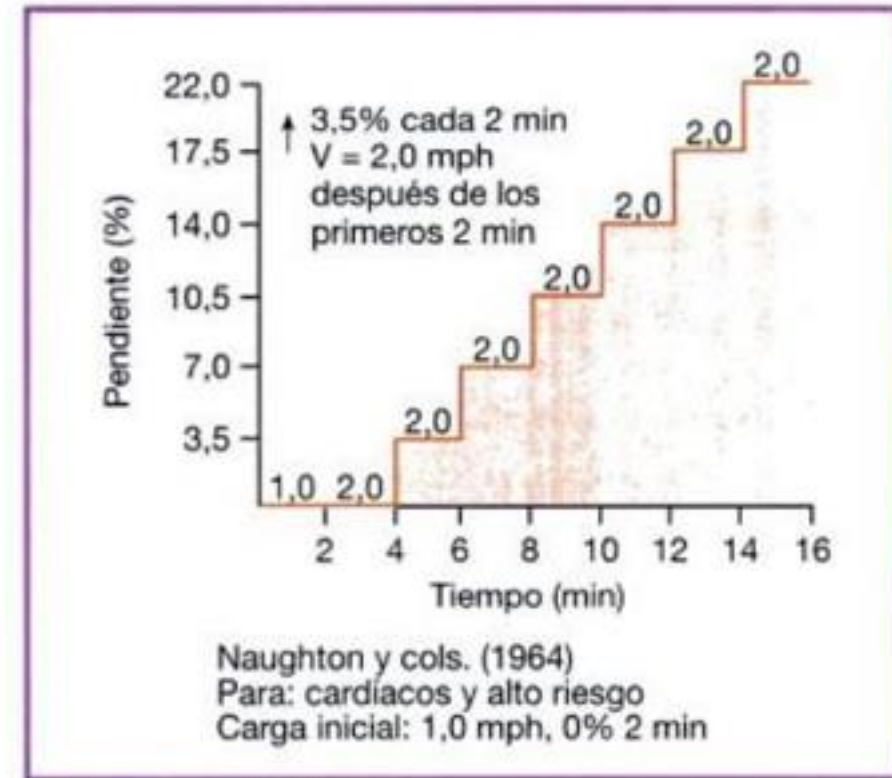


QUE PROTOCOLO SI TAPIZ EN IC?

Protocolo

Naughton o menor

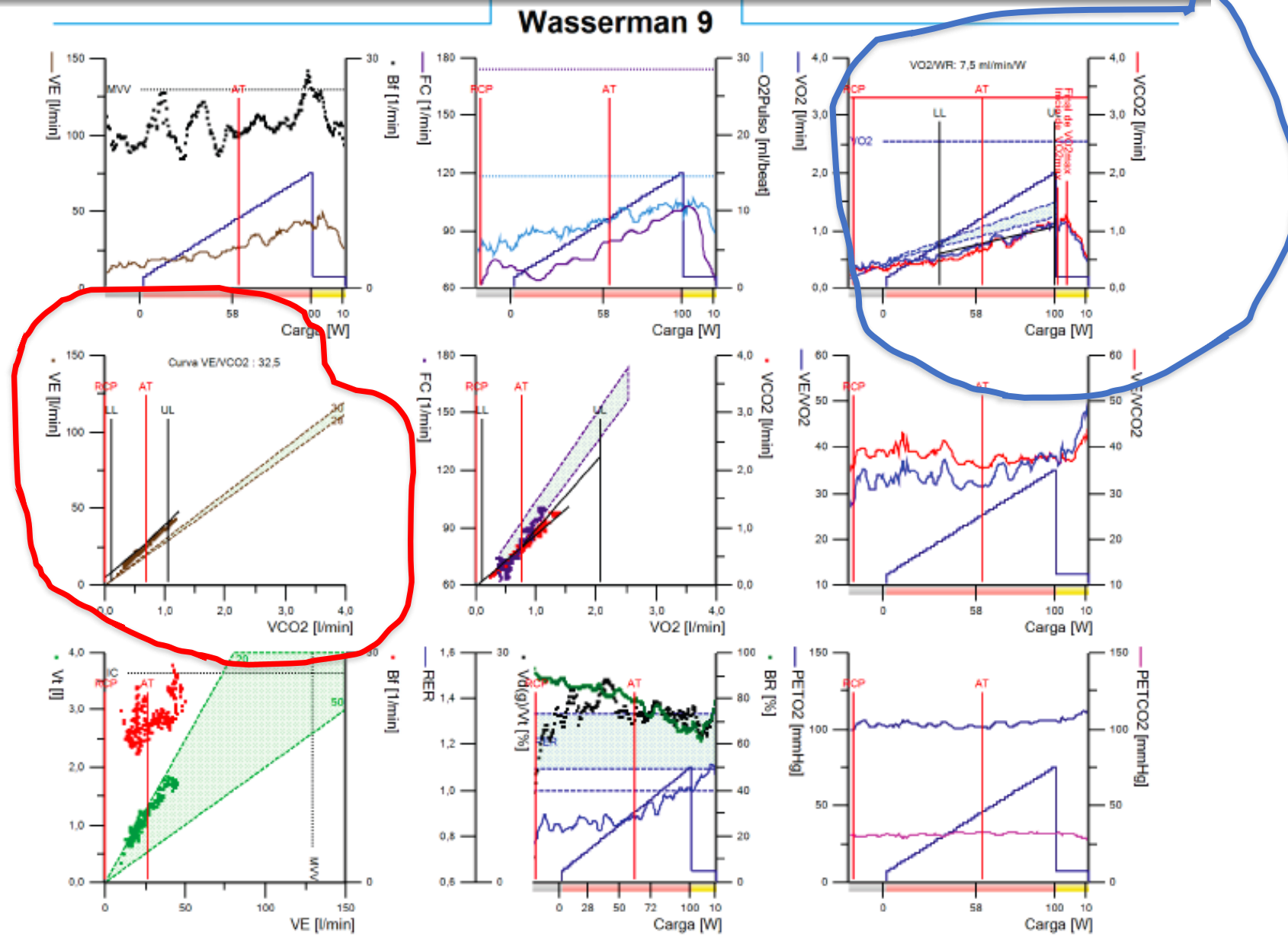
8-12 MIN!



**PIENSA EN EL NAUGHTON PERO HAZ SEGÚN EL PACIENTE.
RAMPA**

Whellan DJ, O'Connor CM, Lee KL, et al. Heart failure and a controlled trial investigating outcomes of exercise training (**HF-ACTION**): design and rationale. *Am Heart J.* 2007;153(2):201-211. doi:10.1016/j.ahj.2006.11.007

Wasserman 9



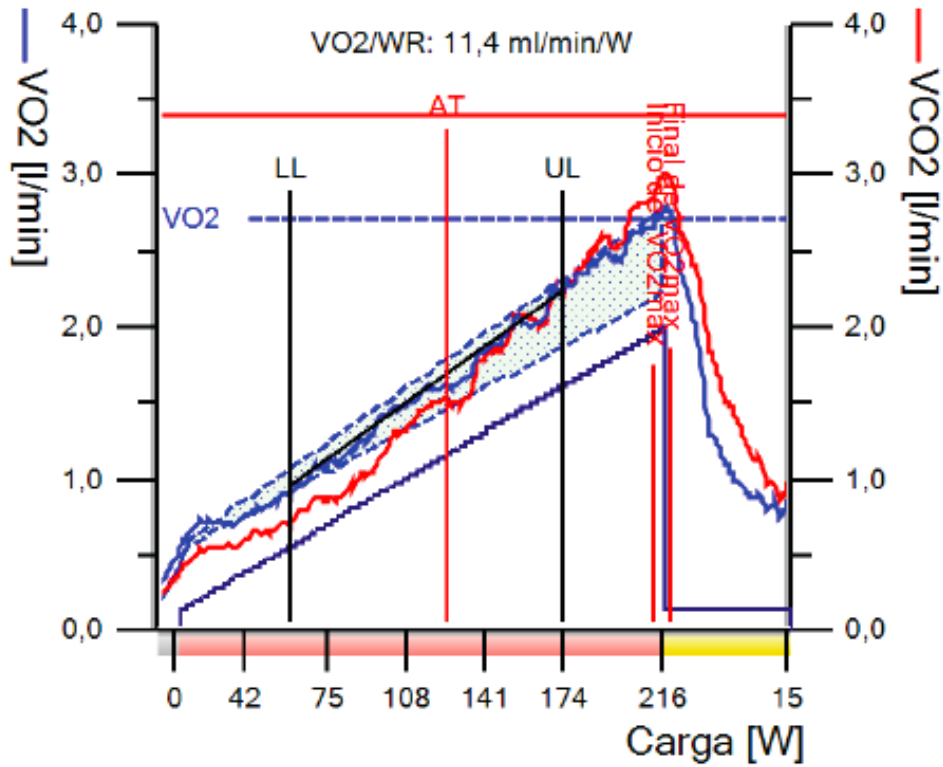
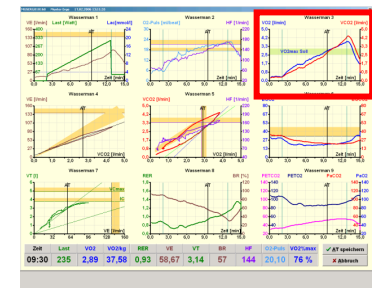
VARIABLES SUBMAXIMAS

- **V02 PICO Y % PREDICHO (GRAF 3)**
- **Pulso 02 (GRAF 2)**
- **V02/W (GRAF 3)**
- **UMBRALES , V02 AT1 (GRAF 6 Y 9)**
- **Slope VE/VC02 (GR 5)**
- **RTA OSCILATORIA (GR 6)**
- **OUES <1400**

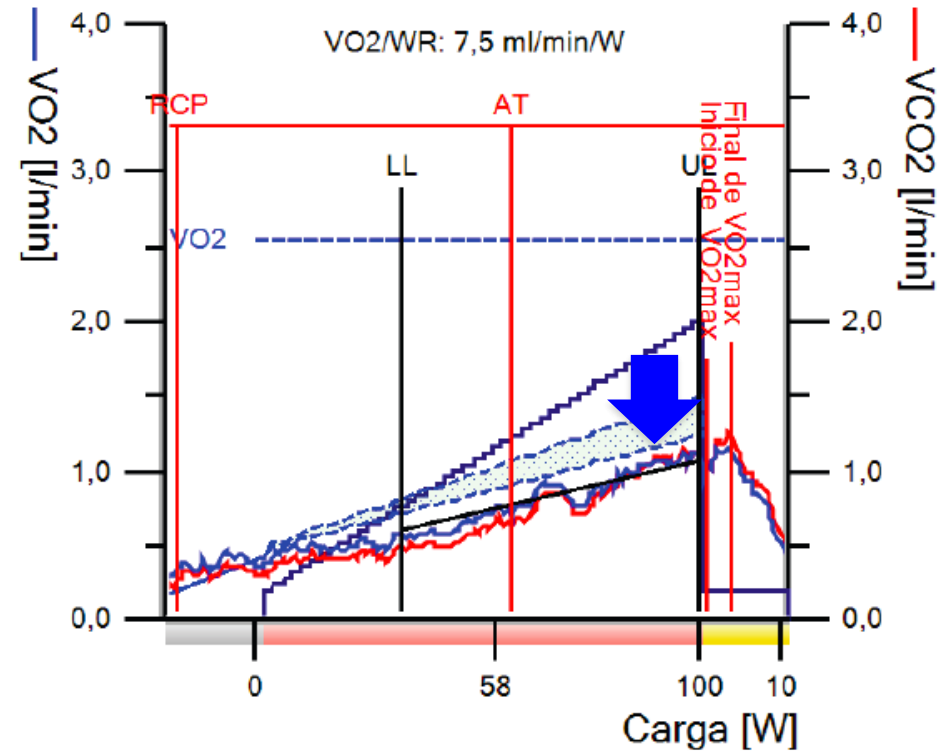


Malhotra R et al **Cardiopulmonary Exercise Testing in Heart Failure**
J Am Coll Cardiol HF. 2016 Aug, 4 (8) 607-616

↓ CONSUMO O₂ (GRAF 3)



SANO V02 PICO=27 ML/KG/MIN

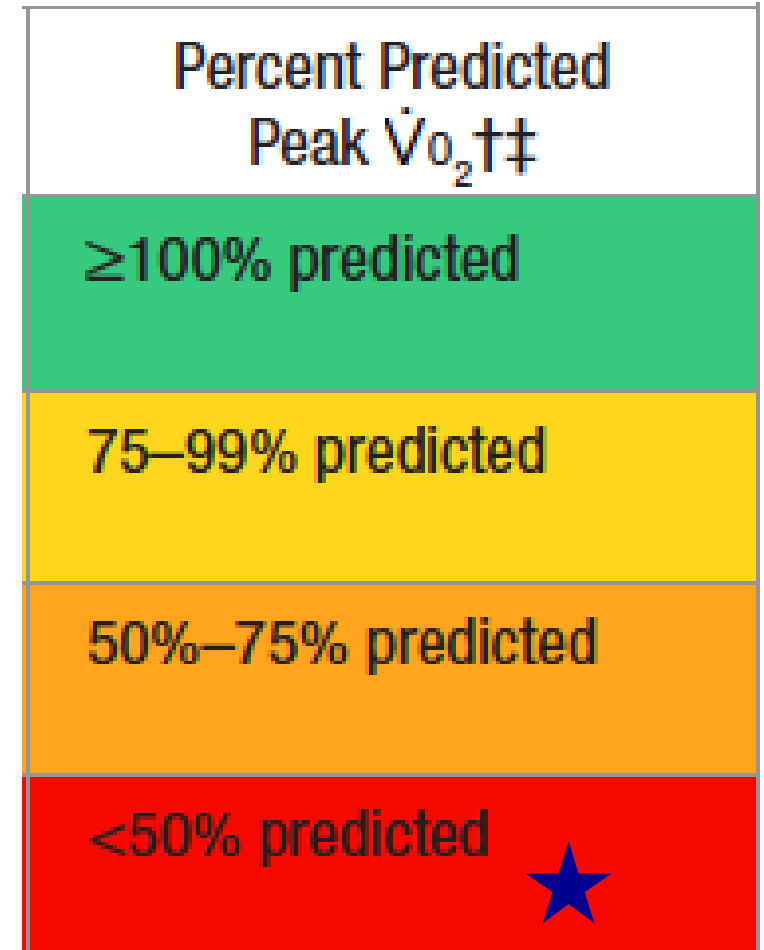


IC V02 PICO=13 ML/KG/MIN

VO2 PREDICHO (GRAF3)

>80% predicho buen pronóstico
<50% predicho mal pronóstico

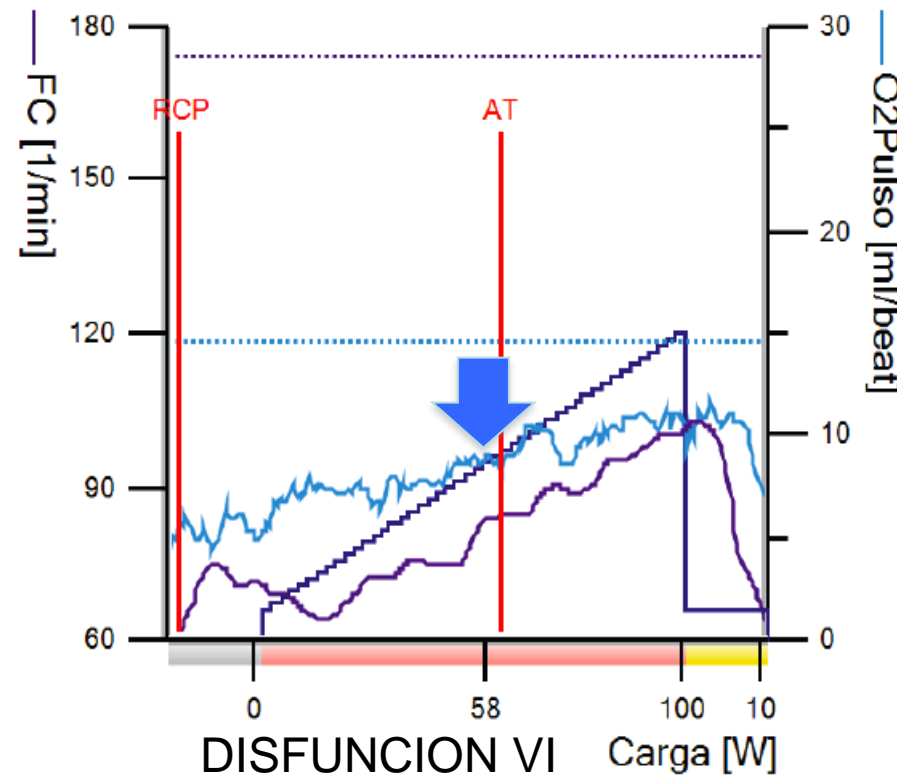
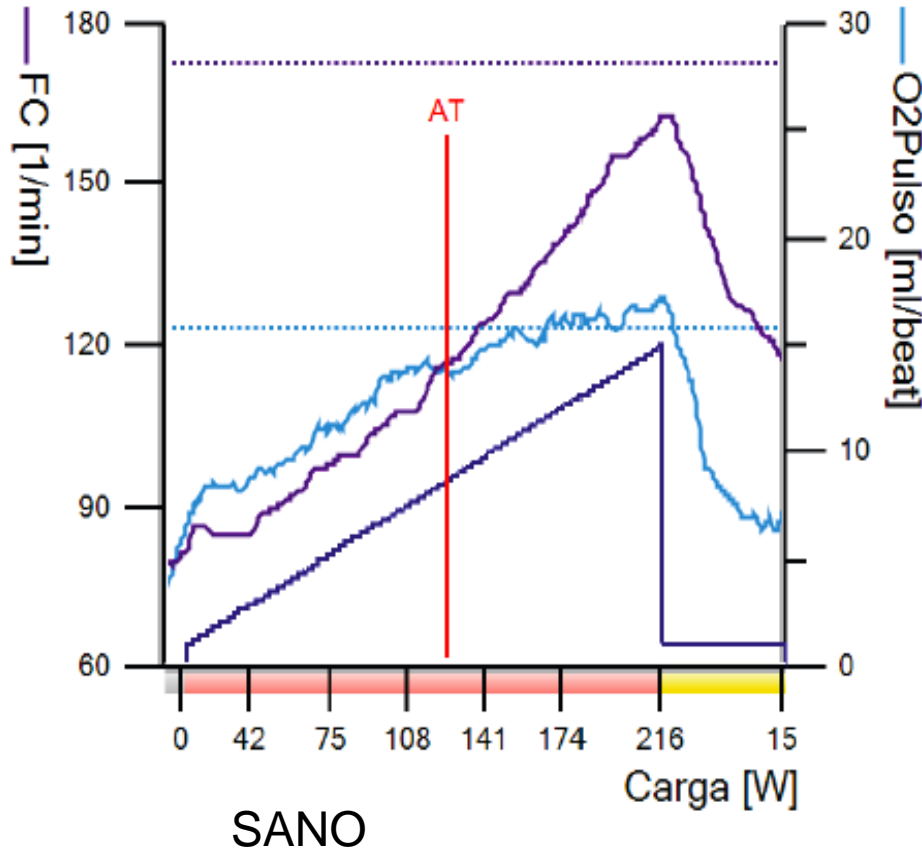
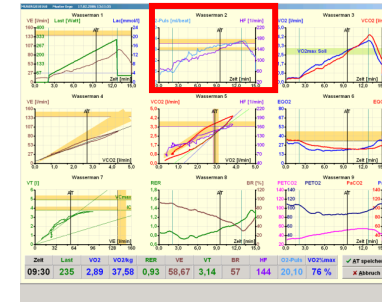
VO2	l/min ⁽⁹⁾	2,55	0,40	0,75	29	-	1,14	45
VO2/kg	ml/min/kg ⁽⁹⁾	29,6	4,7	8,7	29	-	13,2	45
Mets			1,77	2,92	-	-	4,15	-



Guazzi et al 2016 Focused Update: Clinical Recommendations for Cardiopulmonary Exercise Testing Data Assessment in Specific Patient Populations
OriCirculation. 2016;133:e694–e711

APLANAMIENTO PULSO 02. GF2

VALOR NORMAL (8-10)



VO2 EN VT1 <9 ML/KG/MIN

MAL PRONOSTICO

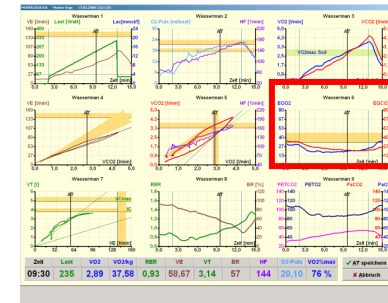
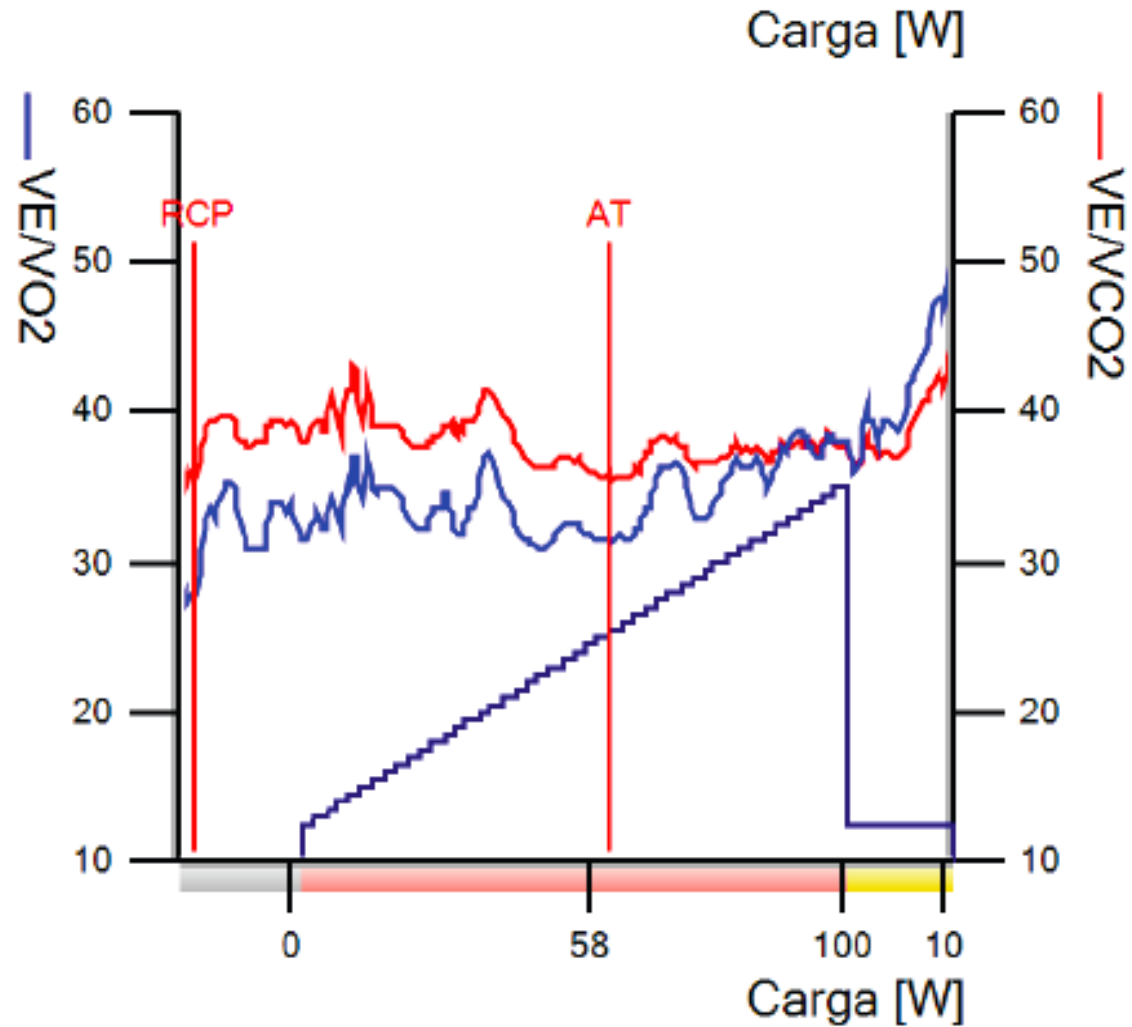
	Unidad	Pred.	Reposo	AT	AT %Pred.	RCP	Max. VO2	Max. VO2 %Pred.
Tiempo	min:sec		1:06 - 2:05	5:11	-	-	0:04 - 0:33	-
Carga	W ⁽¹⁶⁾	200	0	62	31	-	10	5
			-	-	-	-	-	-
VO2	l/min ⁽⁹⁾	2,55	0,40	0,75	29	-	1,14	45
VO2/kg	ml/min/kg ⁽⁹⁾	29,6	4,7	8,7	29	-	13,2	45
Mets			1,77	2,92	-	-	4,15	-
VCO2	l/min ⁽¹¹⁾	3,32	0,33	0,67	20	-	1,21	36
RER		⁽⁹⁾ 1,21	0,83	0,89	73	-	1,04	86

Malhotra R et al **Cardiopulmonary Exercise Testing in Heart Failure**
J Am Coll Cardiol HF. 2016 Aug, 4 (8) 607-616



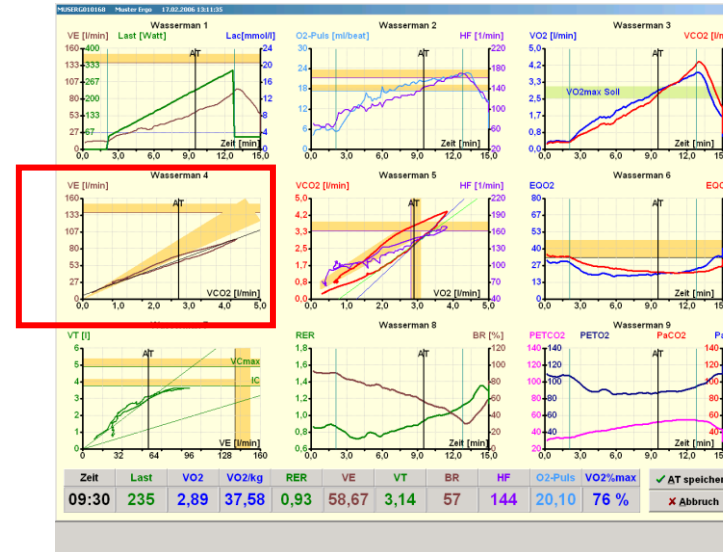
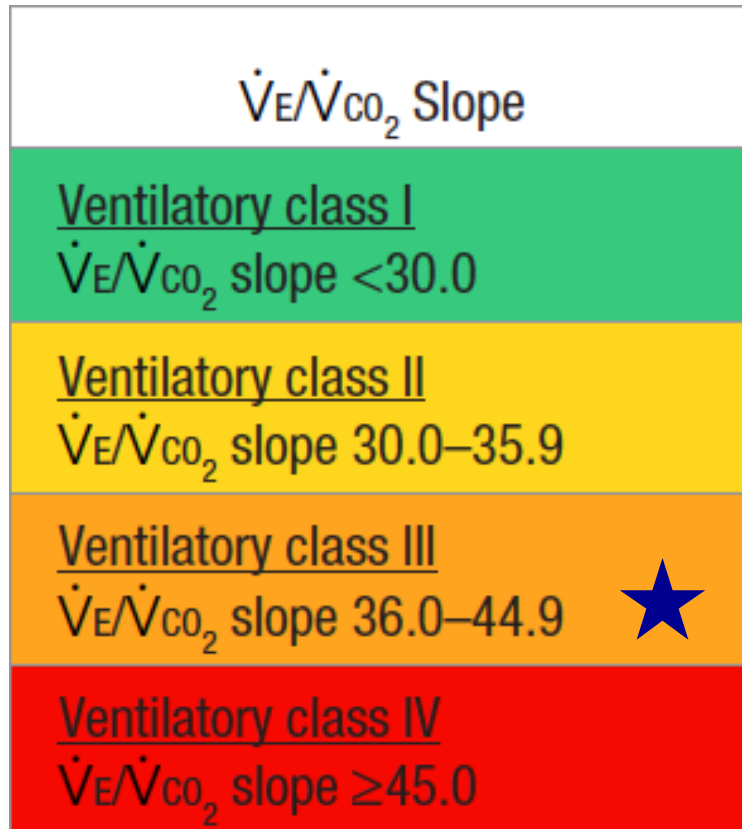
RESPUESTA OSCILATORIA

GF 6



↑ SLOPE VE/VC02

(GF 4) CORTE >35 SI (> 36=HP)



Balady et al Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults
 A Scientific Statement From the American Heart Association
 Circulation. 2010;122:191–225

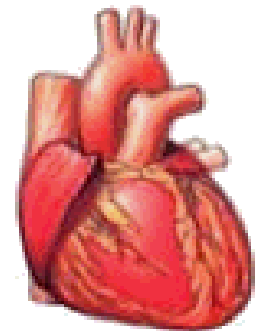
ERGOESPIROMETRIA EN IC

diagnóstico , pronóstico

V02 pico y predicho

Slope VE/VC02

Variables submáximas



CASO 2

ERGOESPIROMETRIA EN ISQUEMIA



MUJER DE 60 AÑOS

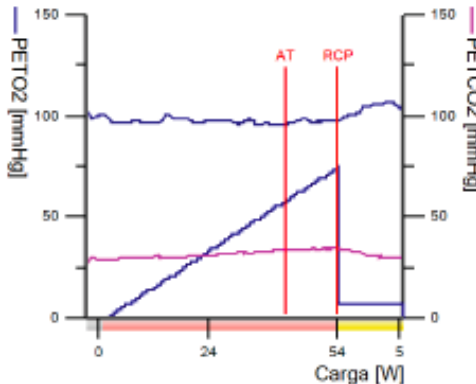
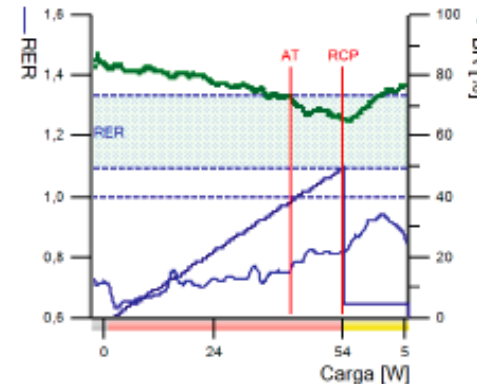
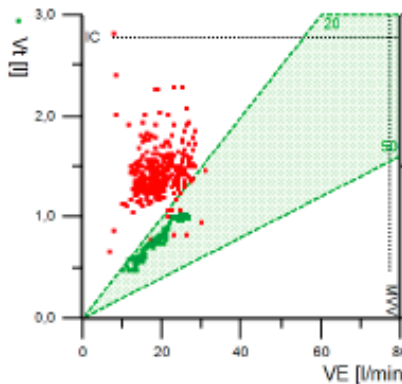
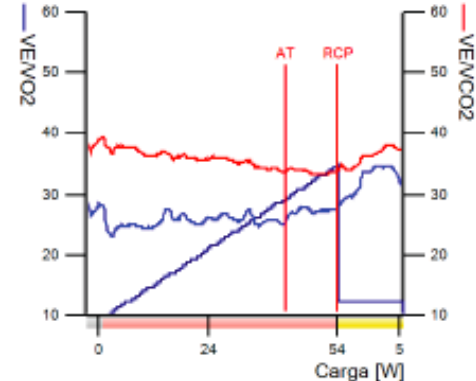
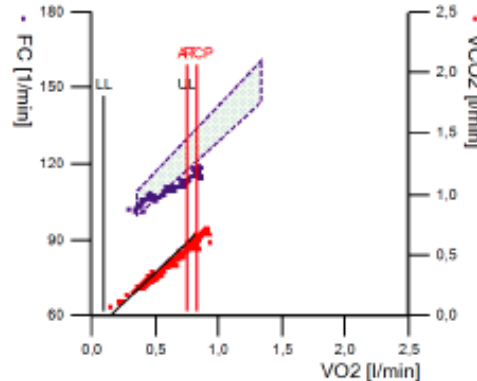
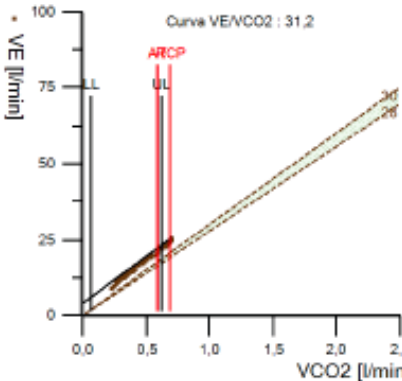
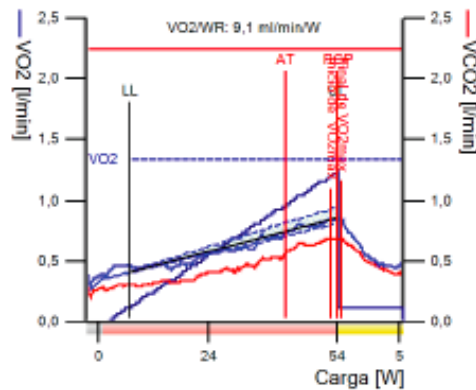
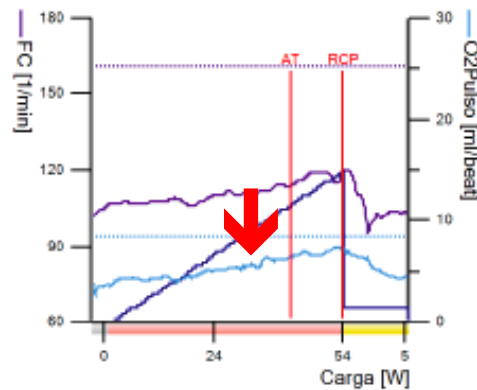
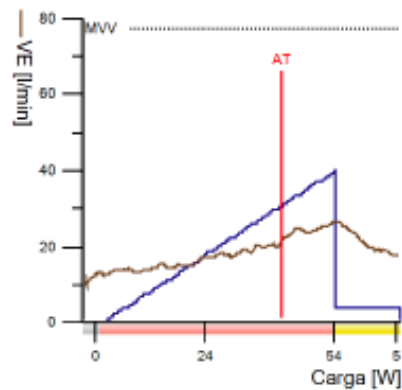
HTA

ANGINA ESFUERZO 2014: hipoplasia TCI, DA Y CX , anillos vasculares conal-DA, CDd a CX d

AMI a cx-oclusión precoz

RC : Angor **105 pre RC y 120 lpm tras RC**





12 ml/kg/min(63% FCMT)

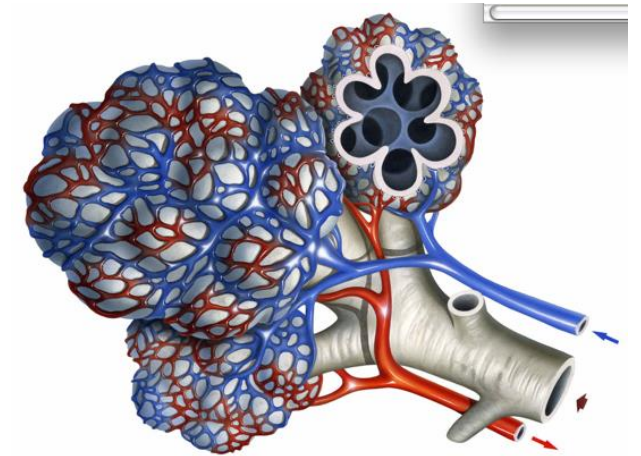
PULSO PLANO
87%
SENSIBILIDAD
PARA
ISQUEMIA

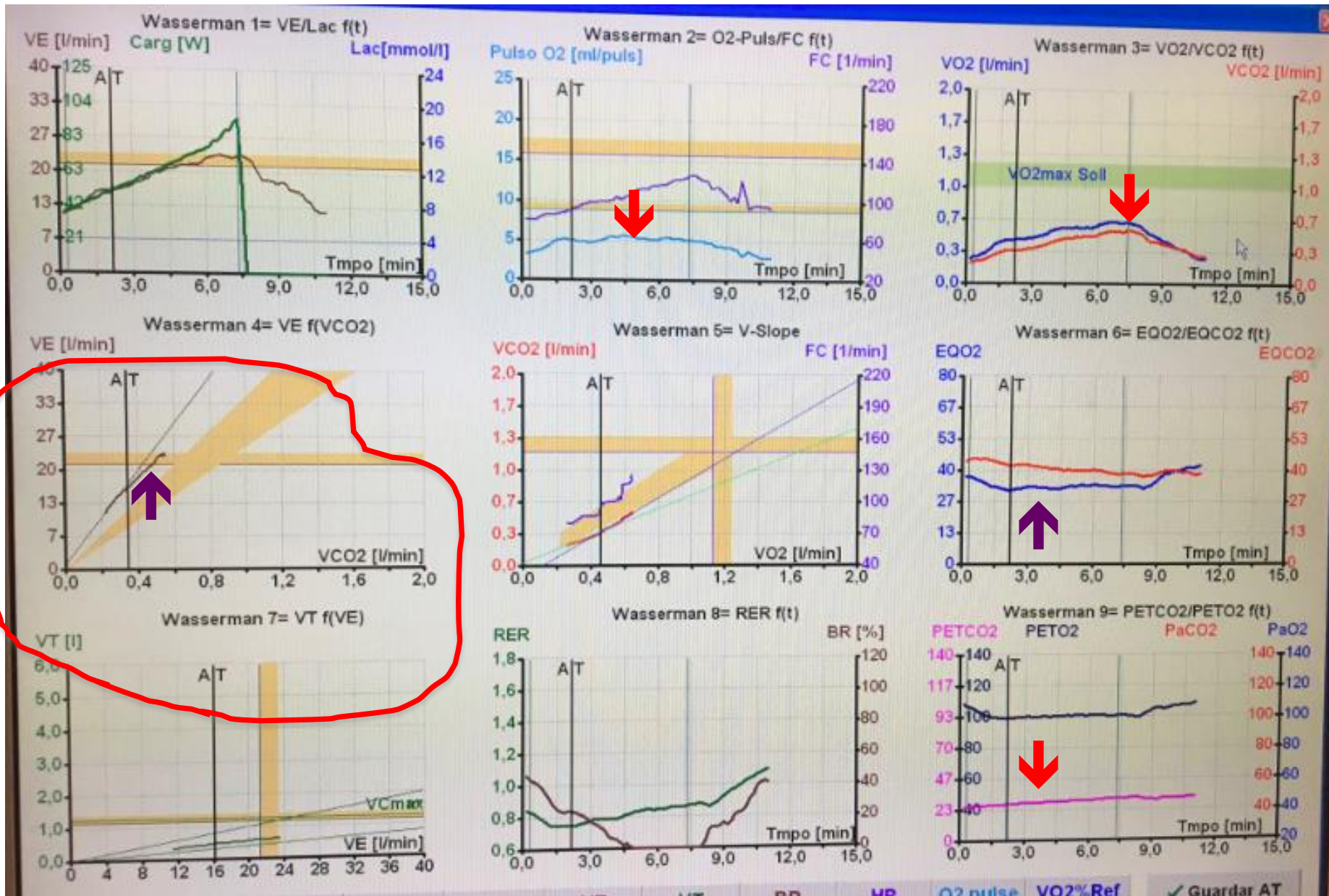
CASO 3. ERGOESPIROMETRIA EN HP



Mujer 74 años

**SVAO Y SVM
PSP 70**

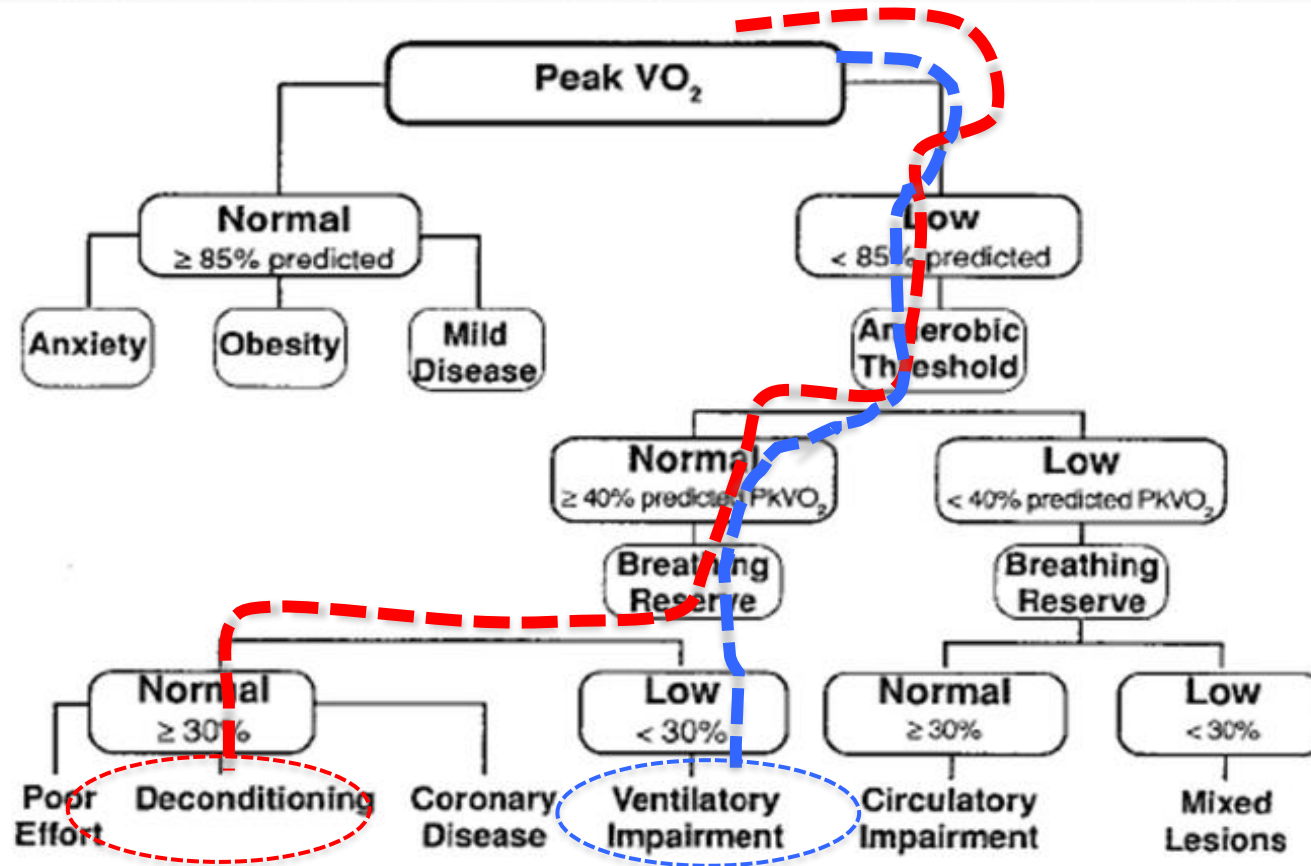




ERGOESPIROMETRIA DISNEA ORIGEN DESCONOCIDO



COMO DIFERENCIO EL DESACONDICIONAMIENTO?

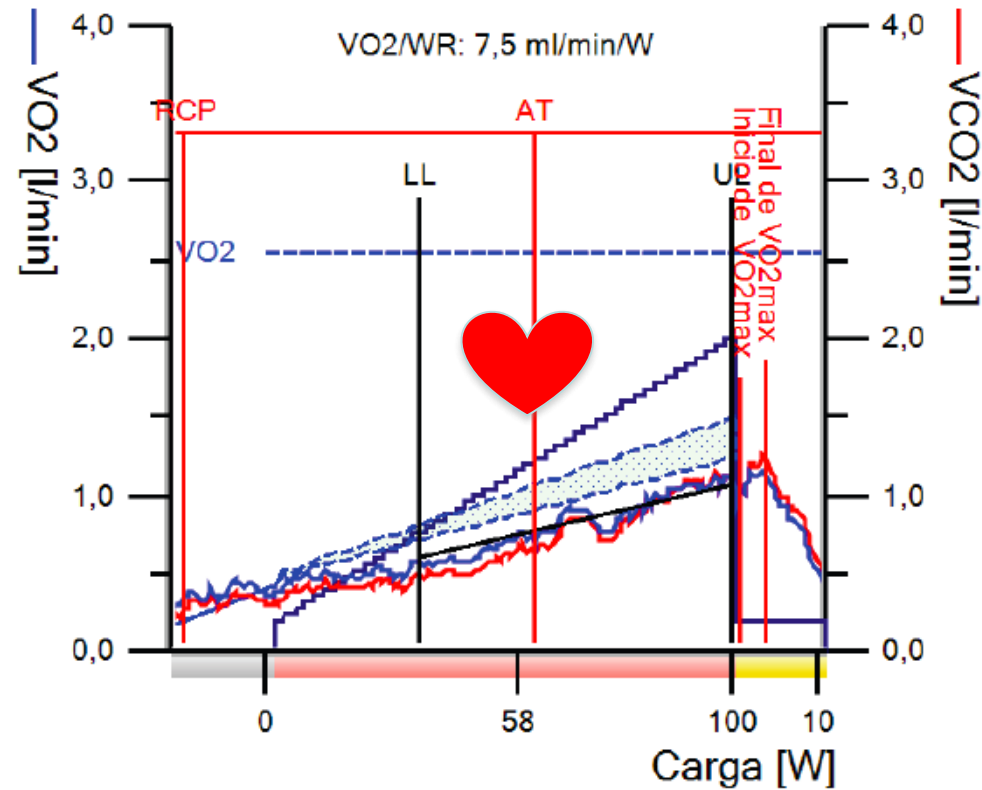


Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2010;122:191-225; CORTESIA DRA ELISA VELASCO

REH. CARDIACA

Entrenamiento a medida

Entre VT1 y CR



CARDIOPATIA CONGENITAS

Tabla 4

Valores hemodinámicos y espirométricos en función de la clasificación de la cardiopatía subyacente

Parámetro	Cardiopatía residual (n = 103)			p
	Ligera (n = 30)	Moderada (n = 35)	Severa (n = 38)	
FC reposo (lpm)	87 ± 15	83 ± 14 ^a	91 ± 13	< 0,05
FC esfuerzo (lpm)	174 ± 15 ^b	161 ± 29	155 ± 24	< 0,01
PAS reposo (mmHg)	104 ± 12 ^b	97 ± 10	95 ± 11	< 0,05
PAS esfuerzo (mmHg)	134 ± 17 ^b	128 ± 17	122 ± 20	< 0,05
VO ₂ (ml·kg·min)	40 ± 8 ^b	36 ± 11	31 ± 9	< 0,05
PO ₂ (ml/lát)	11,3 ± 9,8 ^b	8,7 ± 3,2	7,4 ± 3,5	< 0,05
VCO ₂ (l/min)	1.829 ± 939 ^b	1.518 ± 78	1.217 ± 704	< 0,05
Duración de la prueba (min)	14,3 ± 3,6 ^b	12,9 ± 3,8	11,4 ± 3,7	< 0,01

FC: frecuencia cardíaca; PAS: presión arterial sistólica; PO₂: pulso de oxígeno; VCO₂: producción de dióxido de carbono; VO₂: consumo de oxígeno.

^a Diferencias significativas entre moderada y severa.

^b Diferencias significativas entre ligera y severa.

↓ **VO₂ < 60%**

↑ **PTE VE/VCO₂ > 30**

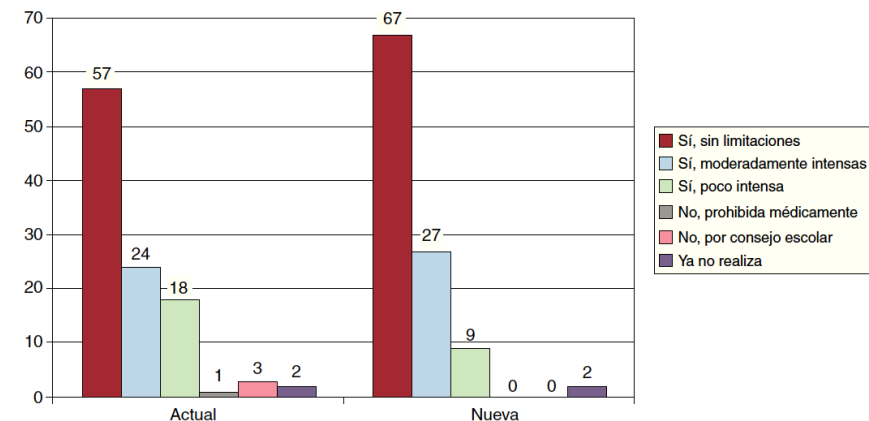


Figura 2. Recomendaciones de ejercicio escolar antes y después de realizar la ergoespirometría. Los resultados se refieren a 105 niños; en 3 casos no se disponía de información.

R. Serra-Grima et al / Rev Esp Cardiol. 2011;64(9):780–787

MCP HIPERTROFICA



European Heart Journal (2014) 35, 2733–2779
doi:10.1093/eurheartj/ehu284

ESC GUIDELINES

2014 ESC Guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy

The Task Force for the Diagnosis and Management of Hypertrophic Cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC)

Recommendations on cardiopulmonary exercise testing

Recommendations	Class ^a	Level ^b	Ref. ^c
Cardiopulmonary exercise testing, with simultaneous measurement of respiratory gases, is recommended in severely symptomatic patients with systolic and/or diastolic LV dysfunction being evaluated for heart transplantation or mechanical support.	I	B	233,238
Irrespective of symptoms, cardiopulmonary exercise testing with simultaneous measurement of respiratory gases (or standard treadmill or bicycle ergometry when unavailable) should be considered to assess the severity and mechanism of exercise intolerance and change in systolic blood pressure.	IIa	B	233,235–237
Cardiopulmonary exercise testing, with simultaneous measurement of respiratory gases (or standard treadmill or bicycle ergometry when unavailable), should be considered in symptomatic patients undergoing septal alcohol ablation and septal myectomy to determine the severity of exercise limitation.	IIa	C	233–235

ESTENOSIS AO

La CPEP indica repercusión fx y cx

4043-3 - UTILIDAD DE LA ERGOESPIROMETRÍA EN PACIENTES ASINTOMÁTICOS CON ESTENOSIS AÓRTICA CALCIFICADA GRAVE: RELACIÓN ENTRE LA APARICIÓN DE SÍNTOMAS Y EL CONSUMO DE OXÍGENO

Miryam Martínez Pascual del Riquelme, Juan A Castillo Moreno, José L Ramos Martín, Ramón Rubio Patón, Santiago Egea Beneyto y Derek F Dau Villarreal del Servicio de Cardiología del Hospital General Universitario Santa Lucía, Cartagena (Murcia).

Resultados de la ergoespirometría según la aparición de síntomas

	Síntomas	No síntomas	p
Tiempo ejercicio (min)	7,5 ± 3	10,5 ± 2	0,002
PA anormal	8/10 (80%)	14/30 (47%)	0,06
Descenso ST	6/10 (60%)	6/30 (20%)	0,016
VO ₂ (ml/kg/min)	15,6 ± 4	21,8 ± 5	0,0004

PA: presión arterial; VO₂: consumo de oxígeno pico.

Dominguez-Rodriguez A, Abreu-Gonzalez P. Estenosis aórtica grave asintomática: papel de la prueba de esfuerzo cardiopulmonar [Asymptomatic severe aortic stenosis: role of cardiopulmonary exercise testing]. Med Clin (Barc). 2015 Apr 20;144(8):379-80. Spanish. doi: 10.1016/j.medcli.2014.05.012. Epub 2014 Jul 26. PMID: 25073830.

ERGOESPIROMETRIA MENSAJES

- **TECNICA ORO DE CLASE FUNCIONAL, PRONOSTICO E IMPACTO DE INTERVENCIONES**
- **DIFERENCIA CAUSAS Y COMPONENTES DE DISNEA**
- **IMPRESINDIBLE EN IC/HP. MUY UTIL EN RESTO**
- **APRENDIZAJE OBLIGADO**





0.989321

