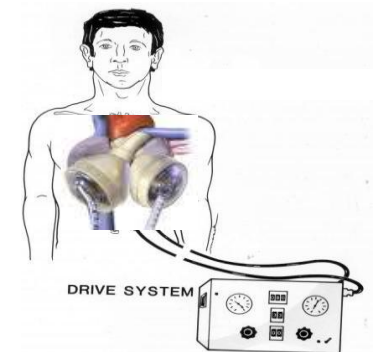


# Assistances Ventriculaires

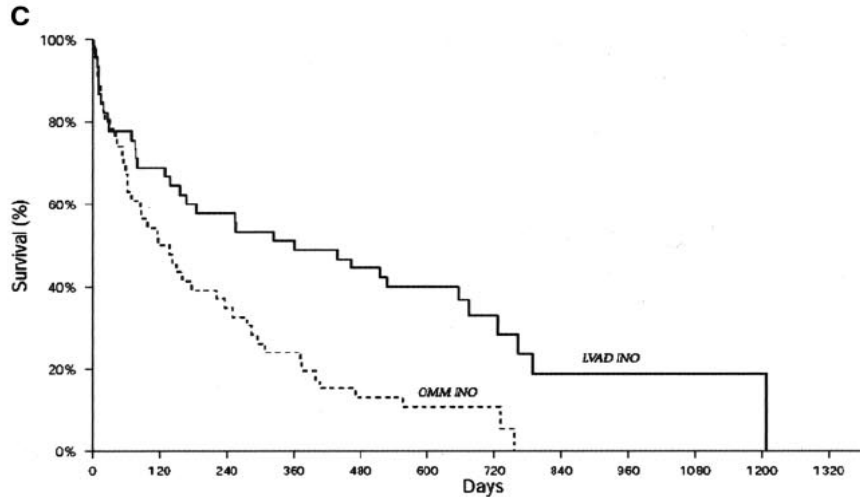
Marie Christine Iliou

Paris

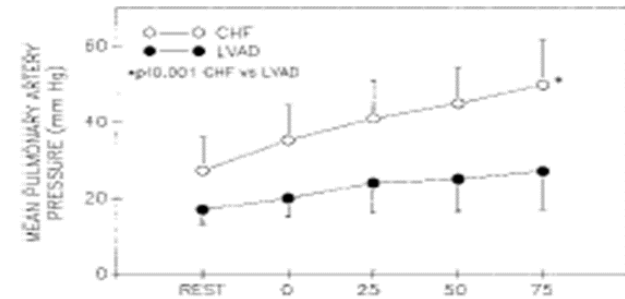
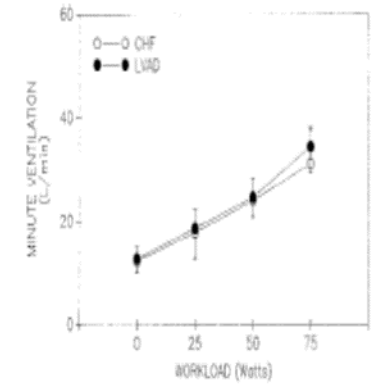
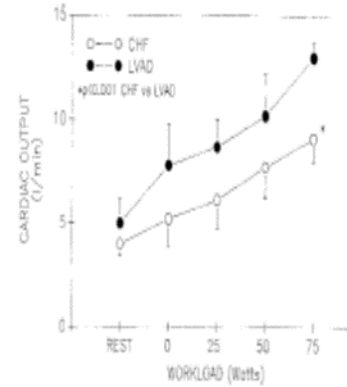


# LVAD = gain survie,

REMATCH : 129 pts , classe IV NYHA



Stevenson I, Circulation 2004;110:975-981

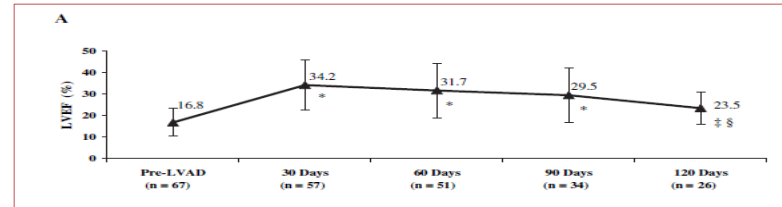


Mancini D, Circulation 1998;98:1178-1183

# Long term effects

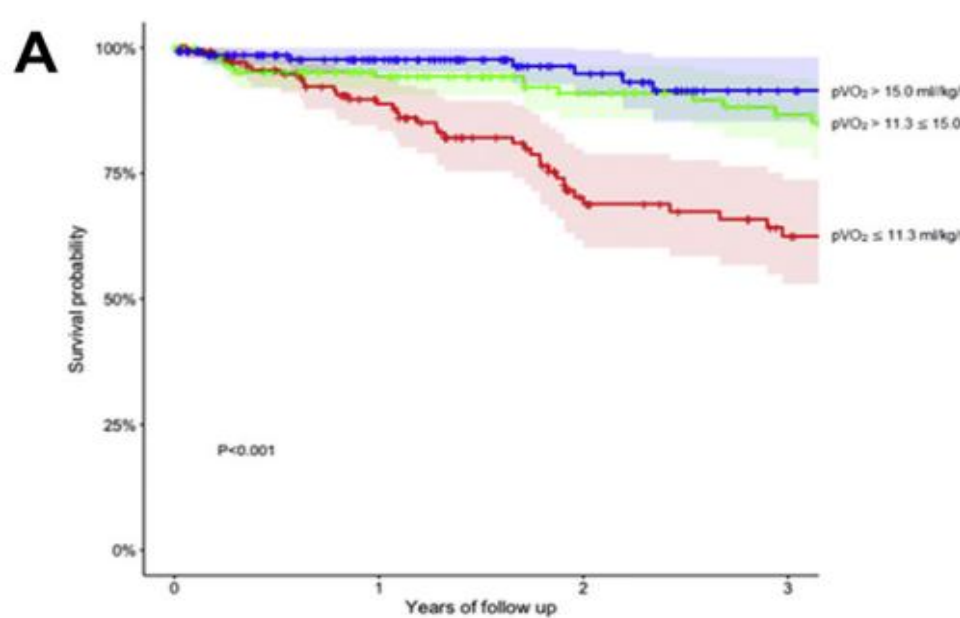
67 patients

LVEF

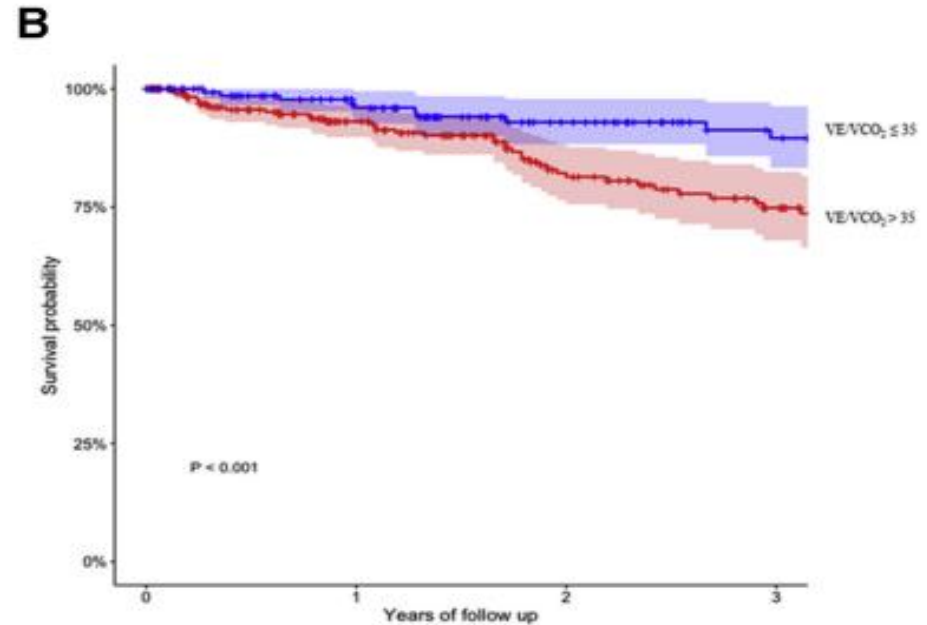


	Pre-LVAD (n=67)	30 Days (n=41)	60 Days (n=34)	90 Days (n=21)	120 Days (n=16)
Heart rate, bpm	95±16	84±18*	79±18*	78±14*	77±18*
Peak $\dot{V}O_2$ , mL/(kg · min)		13.7±4.2	16.1±4.2‡	17.4±4.9‡	18.9±5.5‡
Exercise duration, min		8.7±3.2	11.3±4.1‡	13.4±3.5‡	15.2±3.3‡
Peak LVAD flow, L/min		8.1±1.3	7.7±2.1	8.8±1.4	8.7±1.5

# CPET chez LVAD = Valeur Pronostique



$pVO_2 < 11,3 \text{ ml/kg/min}$



$VE/VCO_2 > 35$

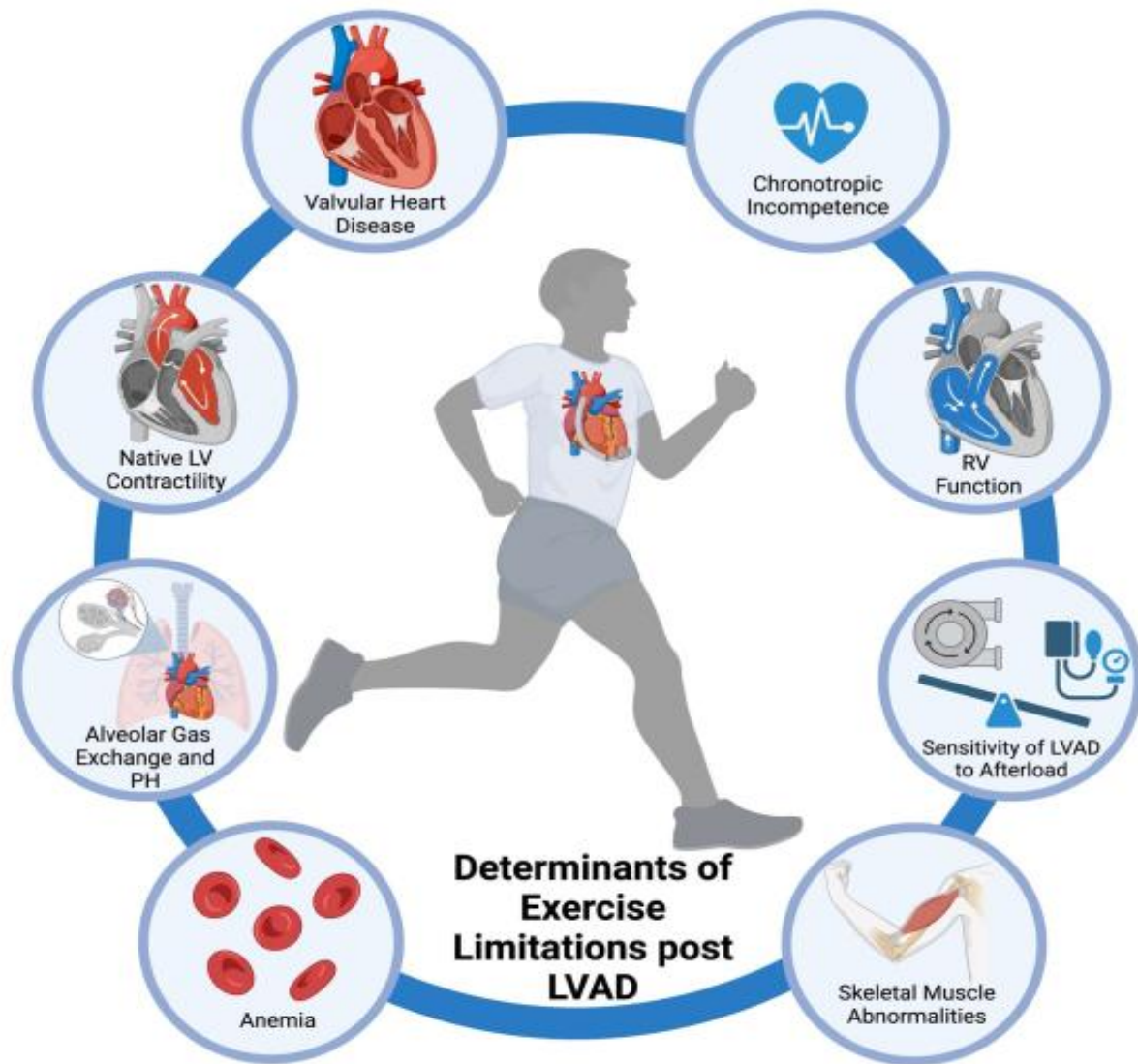
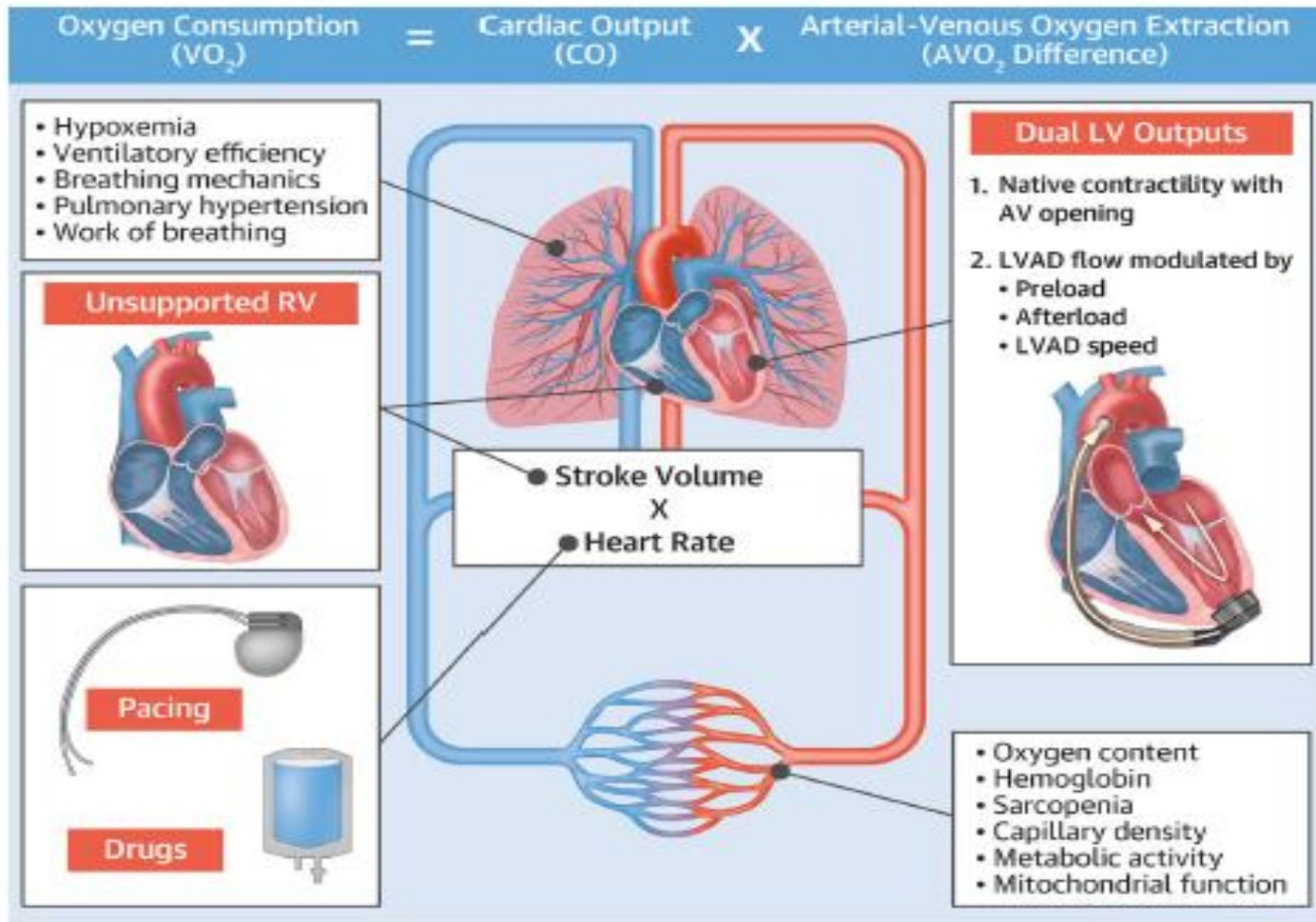
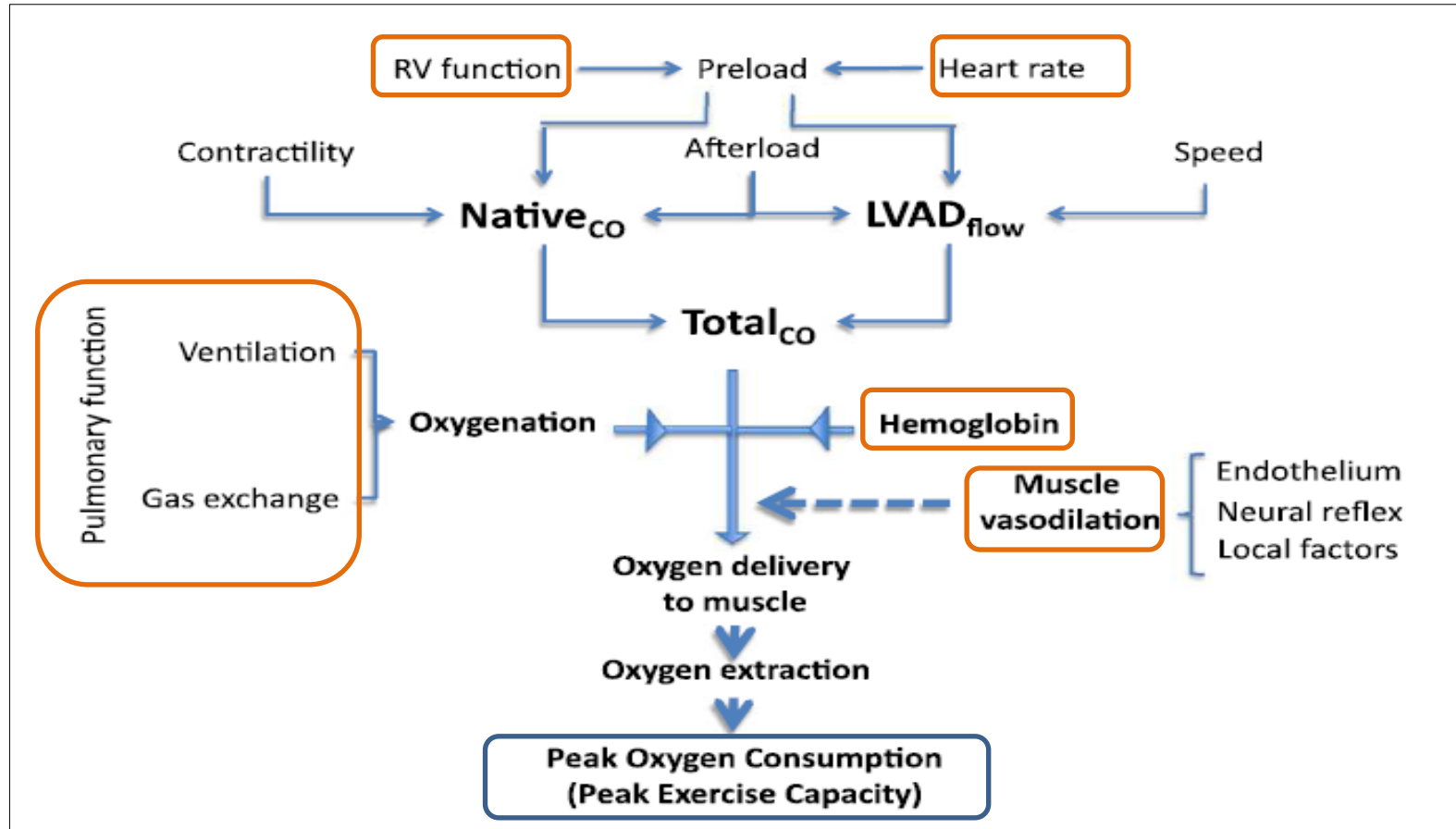


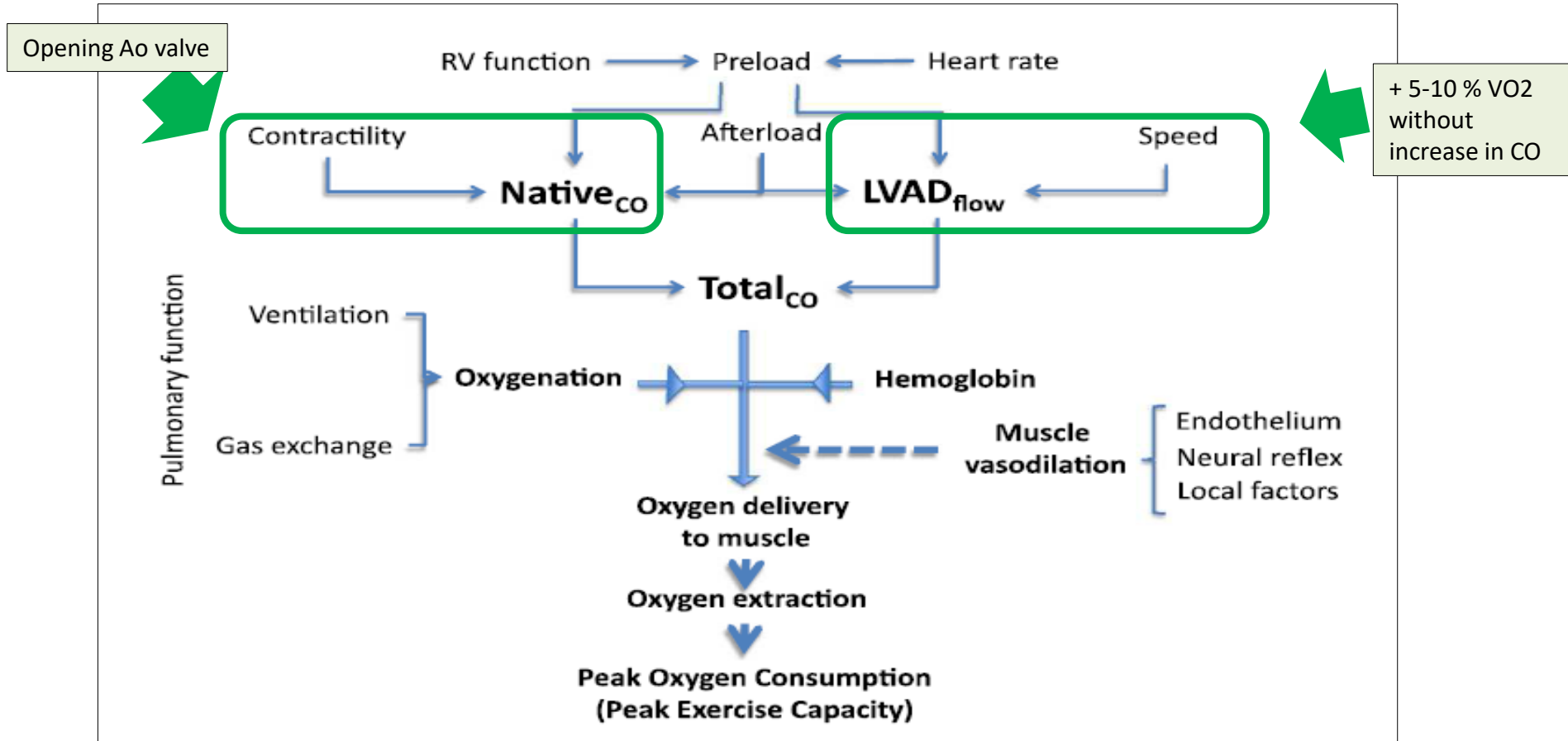
FIGURE 1 The Fick Equation



# Physiology exercise with LVAD



# Physiology exercise with LVAD





# Evolutions récentes ou en cours d'analyse

## Evolutions de prise en charge

Diminution des AVC/ Heart Mate 3

Diminution intensité de l'anticoagulation

Evaluation de fonction VD et des v/d pulm

TAVI pour IAo chez pts sélectionnés

Réduction infections par dispositifs  
totalemtent internalisés

Amélioration de récupération myocardique :

- optimisation du remplissage
- traitements médicamenteux
- réévaluations fréquentes

## Evolutions épidémiologiques

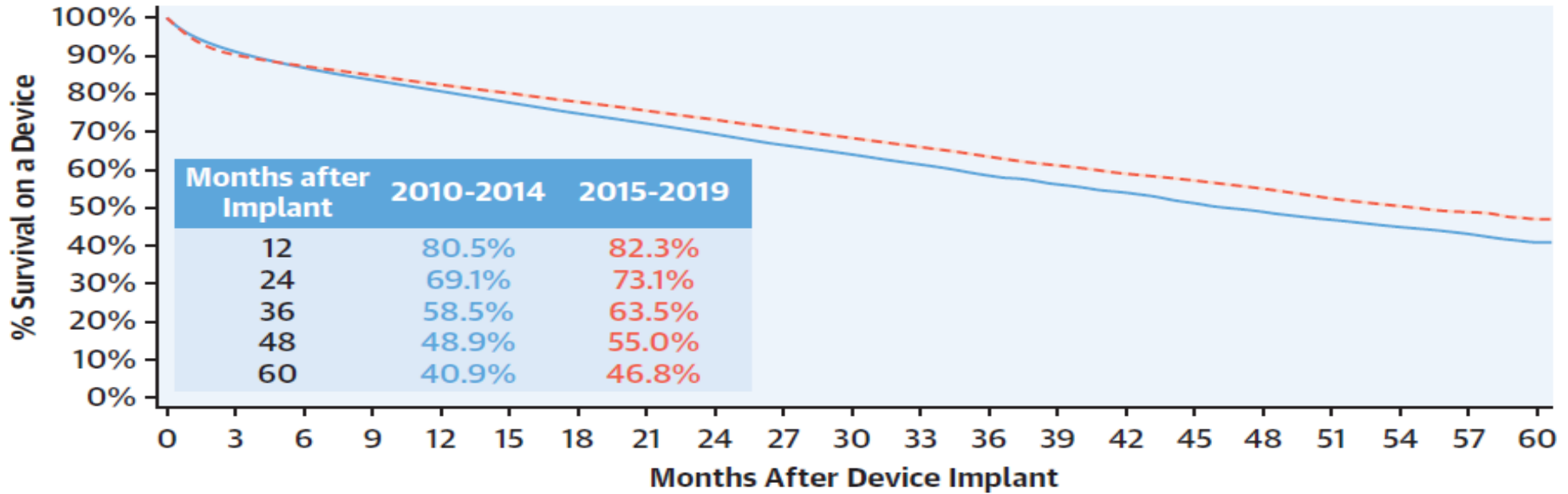
Patients avec plus de comorbidités

Patients plus graves : > 50 % en choc cardiogénique

Augmentation des « destination therapy » (73%) USA

Survie à 2 ans avec Heart Mate3:  
81,2 % vs 41 % OMT

**FIGURE 3** Survival After LVAD Implantation, 2015-2019 vs 2010-2014



At risk:

— 10,944	3,981	1,965
- - - 14,607	3,219	311

— 2010-2014 (n = 10,944, Deaths = 4,415)    - - - 2015-2019 (n = 14,607, Deaths = 3,982)

# Entraînement physique

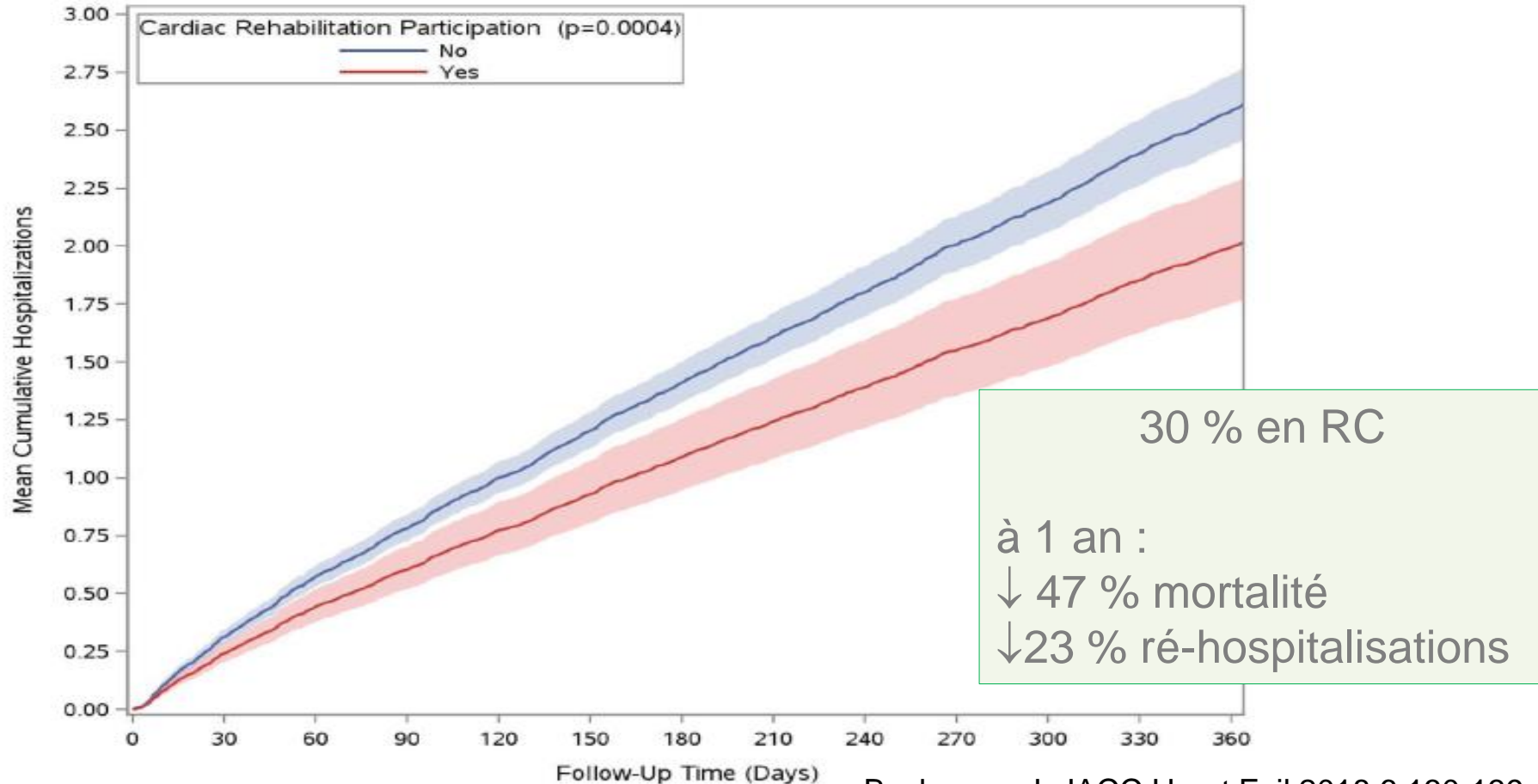
- 1 pt , entraînement 6 semaines,
- Augmentation  $VO_2$  56 %
- Peu augmentation du débit de l'appareil à l'effort : DC systémique augmente de 5.9 à 9.7 l/min après entraînement : ouverture valve Ao
- Lactates, Adre et NA pour un palier d'effort donné diminuent


# RC améliore les capacités d'effort

Study	year	n	age	duration	Training	↑ Peak VO <sub>2</sub>
Laoutaris	2011	10/5	40	10 weeks	45', 3-5/week endurance + Insp muscle	+ 15 %
Hayes	2012	7/7	46	8 weeks	60' 3/week Continuous T + Resistance	+ 29 %
Kugler	2012	34/36	52	18 months	Home + psychosocial + nutrition	+ 13 %
Compostella	2013	26	63	2 weeks	6 /week Endurance, gym, Respiratory T	Id IC
Kaparolat	2013	11	45	8 weeks	90' 3/week Endurance, gym, Respiratory T	+ 3 %
Alsara	2014	47	60	1 week	Autonomy scores improvement	
Kerrigan	2014	18/8	55	6 weeks	30' 60% HR reserve 3/week Endurance	+ 10 %
Marko	2015	41	55	4,5 weeks	Endurance , walking, Strenght	+ 28 %
Moreno	2020	22		13 weeks	HIIT , MICT	+ 12 %
Alvarez Villela	2020	12		5 weeks	HIT	+ 26 % force
Scaglione	2021	50		4 weeks	MCIT + Resistance ,gym	+ 19 % VT1

# Réadaptation Cardiaque et LVAD

## 1164 pts Medicare



INSUFFISANCE CARDIAQUE		Objectif	Classe	Grade	2012
FE réduite	Réduction des réhospitalisations Tendance bénéfique sur pronostic Amélioration des capacités d'effort et QdV	I	A	id	
FE préservée	Réduction rehospitalisations Amélioration QdV	IIa	B	IIbC	
FE moyennement altérée	Id FE réduite	I	A	new	
Resynchronisation	Amélioration des capacités d'effort et QdV	I	B	id	
LVAD	Amélioration des capacités d'effort et QdV Centres ayant expertise	I	B	IIaC	
Transplantation	Amélioration pronostique , capacités d'effort	I	A	IB	

# En Pratique

Heart Mate III



# Comment faire?

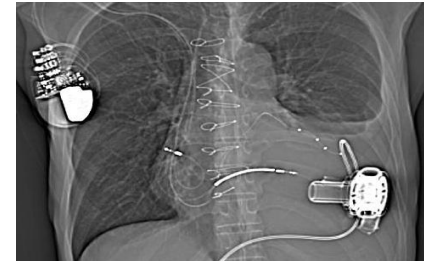
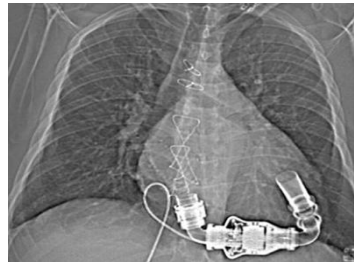
- Evaluation
  - Clinique et connaissances du patient +++
  - Echographie
  - Epreuve d'effort
- Programme
  - Entraînement physique : endurance, résistance, respiratoire
  - Education thérapeutique
  - Optimisation des traitements
- Suivi = les problèmes





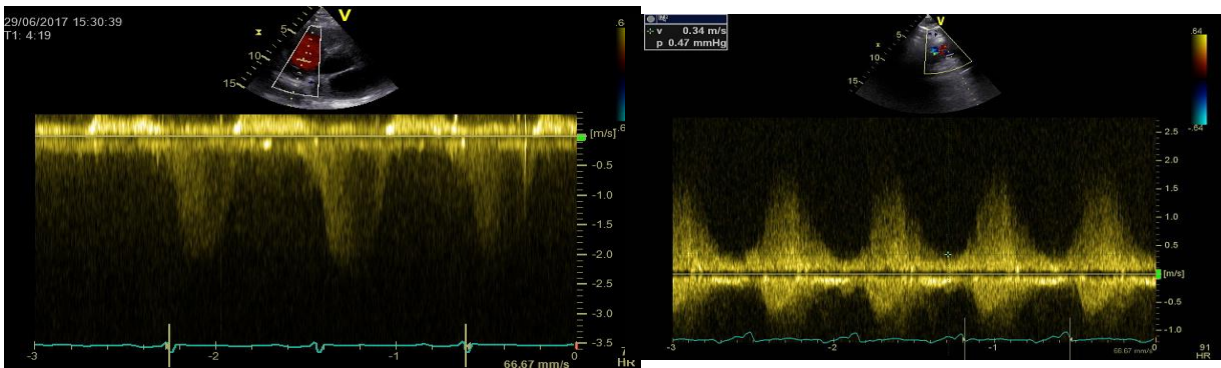
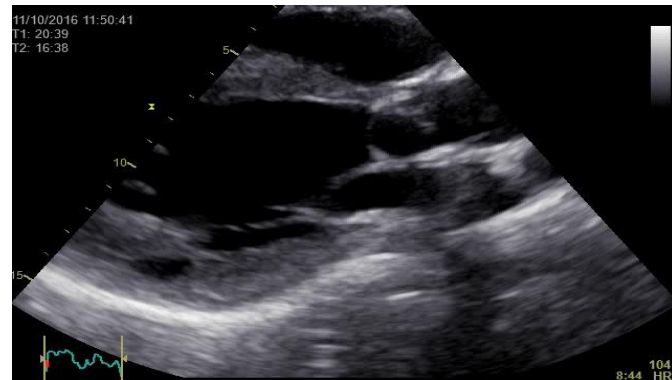
# Evaluation clinique

- Type assistance et projet
- Etiologie
- Déconditionnement, cachexie, dépression, complications
- Pression artérielle moyenne (doppler) et ex physique
- Biologie : Hb, CRP, créatinine, BNP, INR, LDH, Haptoglobine, BHC
- Rx Thorax

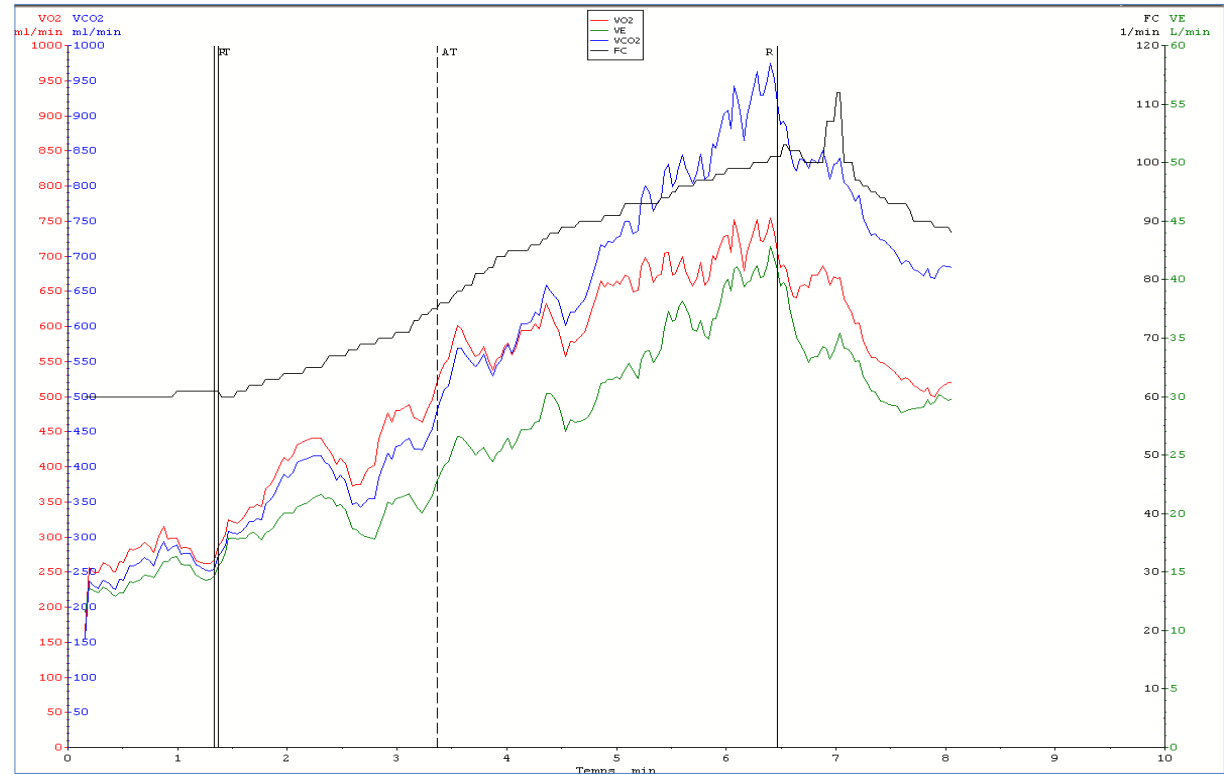


# Echocardiographie repos

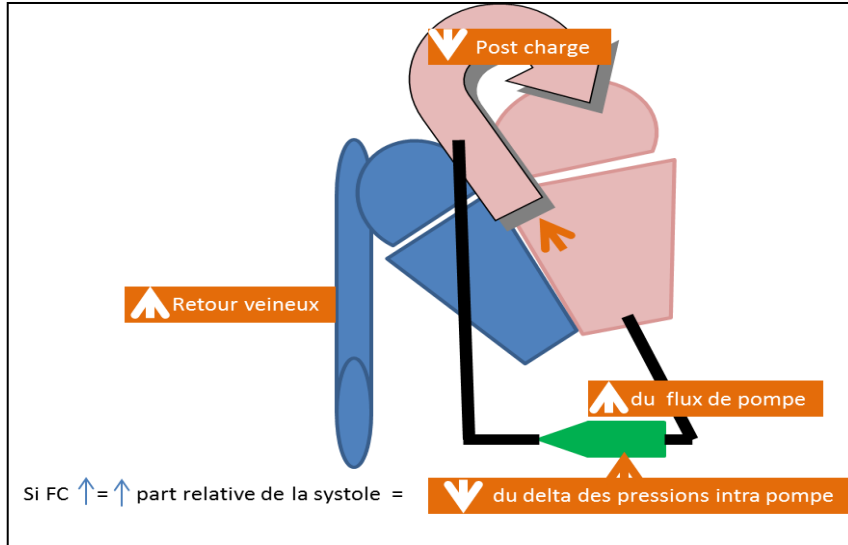
- VG : diamètres, fonction VG, remplissage
- Valves
- SIV et VD +++
- Flux de canule
- entrée et sortie



# Epreuve d'effort cardiopulmonaire



# Epreuve d'effort cardiopulmonaire

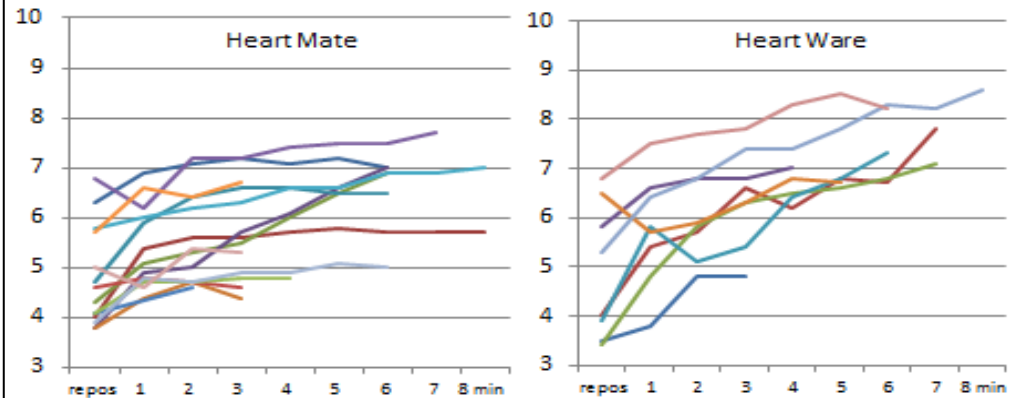


## Corrélations

$$\Delta FC / \Delta DM = 0,52$$

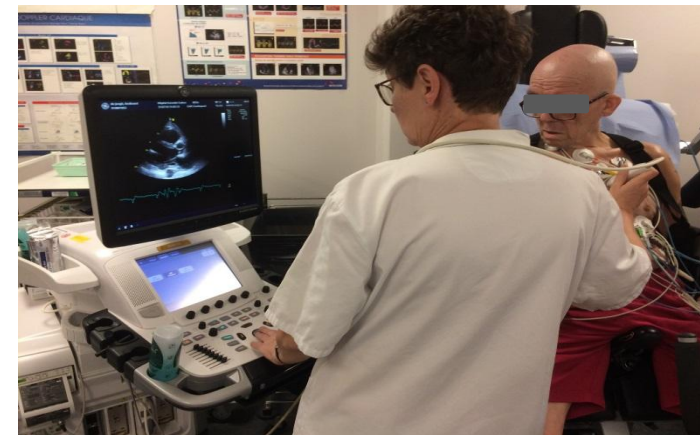
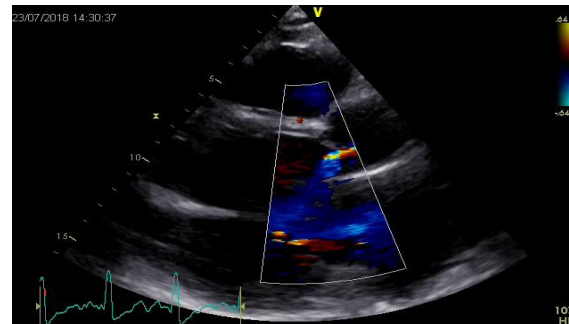
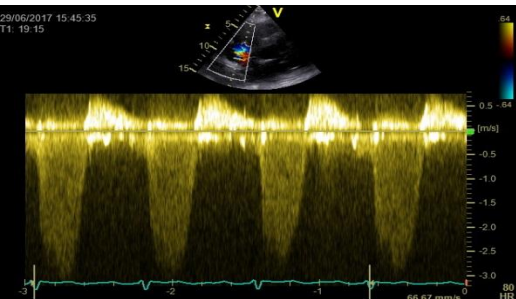
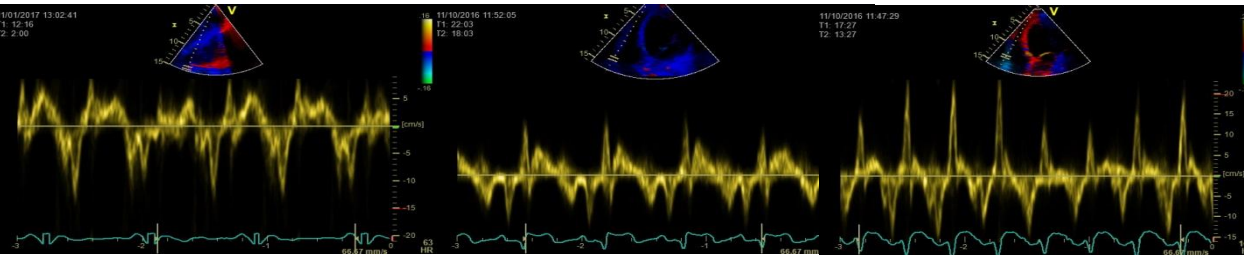
$$\Delta DM / \text{Pic } \text{VO}_2 = 0,61$$

## Profils du « débit machine » à l'effort

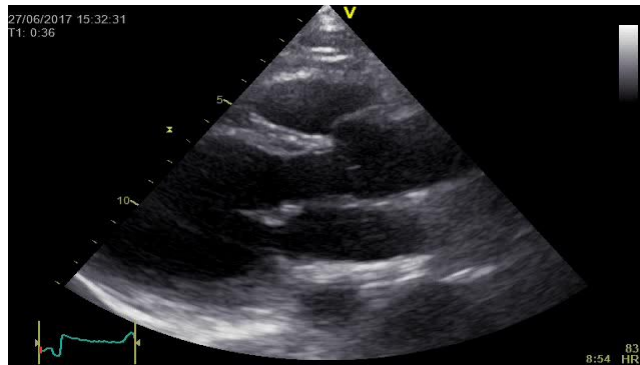
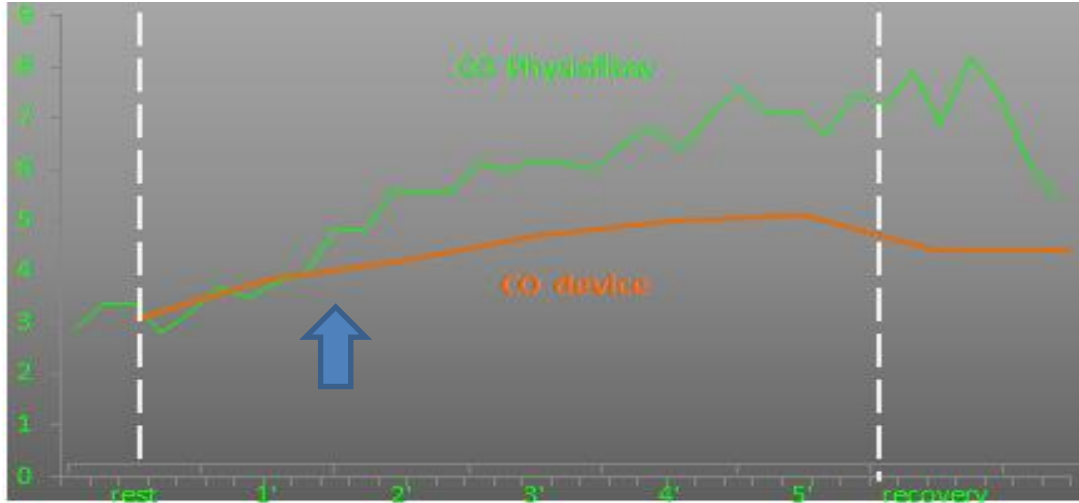


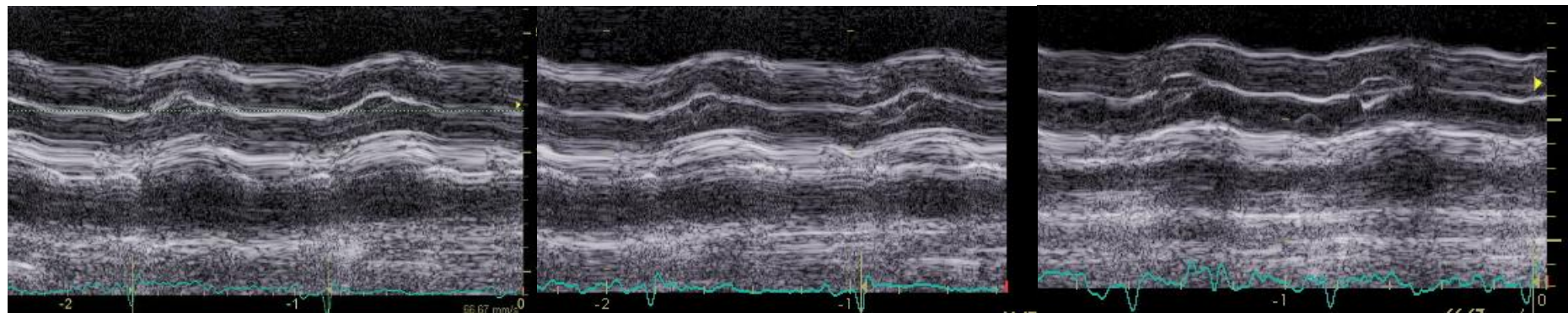
# Echocardiographie d'effort

- Ouverture de la valve Ao
- Fuite Ao ?
- Evaluation du VD



# Echographie effort + impédancemétrie

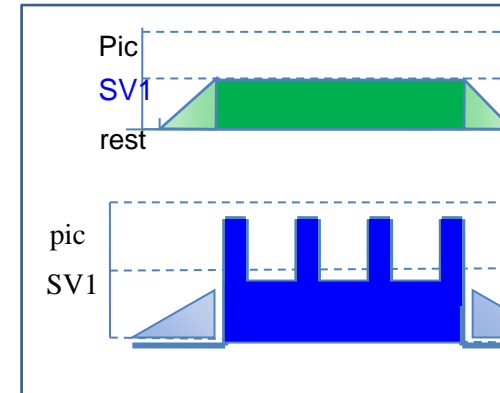




# Programme d'entraînement

Idem que dans Ins cardiaque : 5 séances/ semaine

- Gymnastique
- Endurance : cycloergomètre 30 min
  - Continu x 5/semaine < SV1 pendant 1 semaine
  - Puis alternance de continu x 2/semaine au SV1
  - Intermittent x 3 / sem 90% pic VO2 1' / < SV1 3-4'
  - Augmentation charges / 2-3 séances
  - Réévaluation VO2/15-20 séances



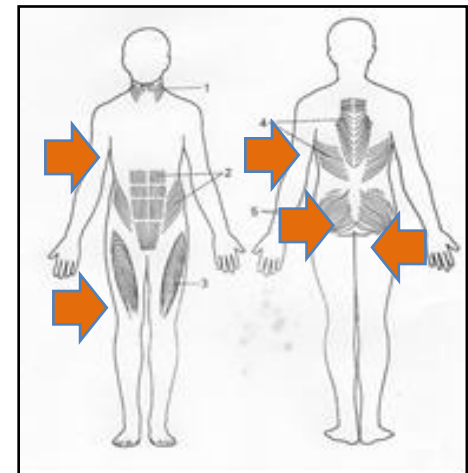


# Programme d'entraînement

## — Résistance : Banc Koch

- 2 à 3/ semaine
- 5 groupes musculaires : 3 séries 10 rep à 30-50 % RM
- Concentrique et excentrique
- Augmentation charges / 2- 3 séances
- Réévaluation RM / 10 séances

## — Entraînement respiratoire





Société  
Française  
de Cardiologie

# Registre Français

- 167 patients , 11 centres
- Age :  $55 \pm 10$  ans, 82 % hommes
- Indications :
  - ischémique 67 %
  - CMD 21,2 %
  - Autres 10,5 %
- Type VAD : 86% monoG, 14% biventriculaire
- Début de RC : 116 js (15-
- Durée RC : 58 js (10-386)



- Évaluation initiale
  - 96 CPx
  - 78 TM6'
- Entraînement
  - Endurance (114 pts): 38 séances  
82 % Continu, 7,5 % IT, 10,5 % combiné
  - Résistance (85 pts)
  - Gymnastique (110 pts)
- Evolution
  - Pic VO<sub>2</sub> (85) : + 3,5 ml/kg/min (p=0,045)
  - TM6' (51) : + 115 m (p=0,042)

# Résultats CCL - APHP

71 patients

5 femmes , age 52 ans

CR 65 js après implantation

Durée en RC :  $91 \pm 87$  js

Hb : 10,1 g/l, Creat : 86,3 mmol/l, CRP : 32,8

**42 séances : endurance and renf muscul**

	Before CR	After CR
<b>CPET workload (watts)</b>	55.2 $\pm$ 18	85.0 $\pm$ 29
<b>Peak VO2 max (ml/kg/mn)</b>	11.8 $\pm$ 2.8	15.4 $\pm$ 4.5
<b>VT1 (ml/kg/mn)</b>	8.7 $\pm$ 2.1	11.0 $\pm$ 3.2
<b>VE/CO2 slope</b>	43.9 $\pm$ 9	38.8 $\pm$ 8

**Gain 1 MET**

3 DCD, pb infection : 23,5 %, Hemodyn 8,5 %, arythmies 4 %, Hemorr : 2 %

Iliou MC, unpublished

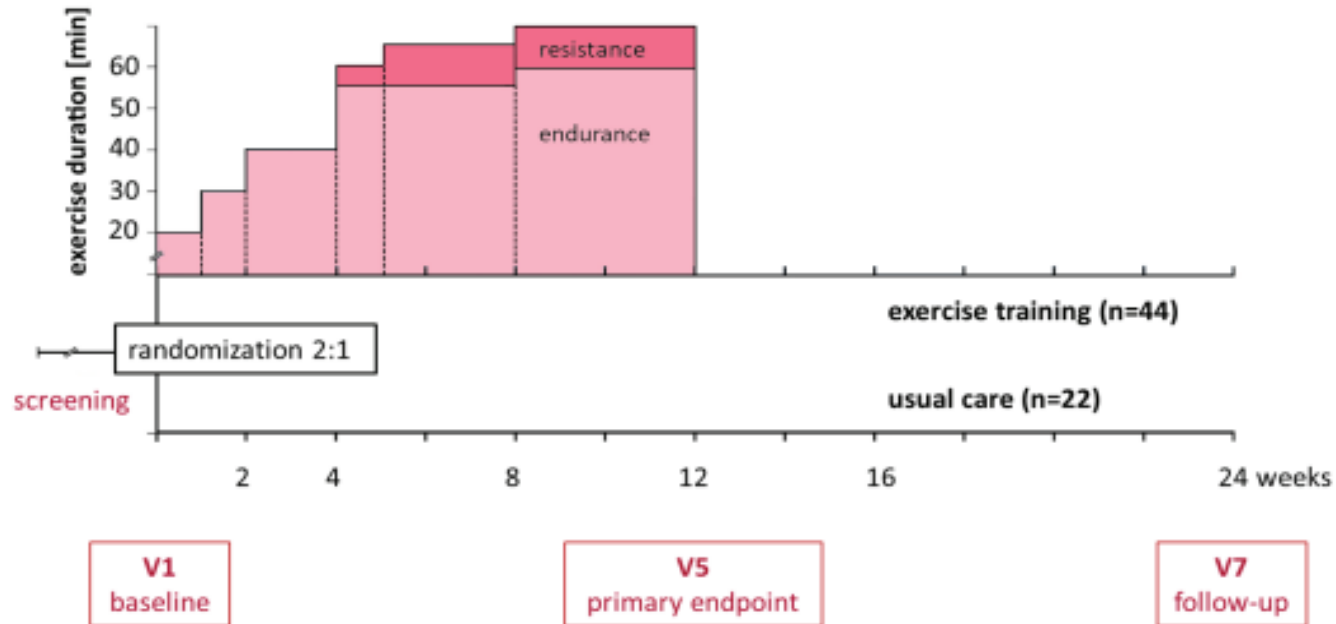


# Ex-VAD

36 Séances, 3/ semaine

Patients doivent faire 66 % des séances prévues

Endurance : 80-00 % SV1 +  
Resistance training > 4 sem



# Ex-VAD

**Table 2** Schedule of the exercise training intervention

Phase	Week	Endurance training (3 per week)			Resistance training (3 per week)				Free exercises flexibility, balance, coordination (number or exercises)
		Duration (min) <sup>a</sup>	Borg (6–20)	%Watt @VT1	% 1-RM upper extremities	% 1-RM lower extremities	Set	Repetition	
1	1	20	12	80–100					6
2	2	30	13	80–100					10
3	3–4	40	14						10
4	5	55	14		10	30	1	10	10
5	6–8	55	15		20	40	2	12	10
6	8–12	60	15		30	50	2	15	10

# Supervised exercise training in patients with advanced heart failure and left ventricular assist device: A multicentre randomized controlled trial (Ex-VAD trial)

Pts > 3 mois de l'implantation!

## 35 CR vs 19 control

### Results

Primary endpoint: mean difference in change of peakVO<sub>2</sub> after 12 weeks was 0.826 ml/min/kg (p=0.183)

submaximal exercise capacity

+ 43.4 meters in 6MWT  
(p=0.0024)



quality of life

+ 14.3 points in KCCQ  
(p=0.0124)



safety

no difference in adverse events



# Safety

	Training ( <i>n</i> = 41)	Control ( <i>n</i> = 23)
Total AE, <i>n</i>	100	54
During training	3	n.a.
Within 2 h after training	6	n.a.
Patients with at least one AE during trial participation, <i>n</i> (%)	34 (82.9)	21 (91.3)
Total SAE, <i>n</i>	26	18
Planned/unplanned hospitalization, <i>n</i>	3/23	1/17
Cardiovascular hospitalization, <i>n</i> (%)	10 (38.5)	9 (50.0)
Cardiovascular hospitalization with worsening heart failure, <i>n</i> (%)	3 (11.5)	4 (22.2)
Other hospitalization, <i>n</i> (%)	13 (50.0)	5 (27.8)
Death, <i>n</i> (%)	3 (11.5)	0 (0)
Patients with at least one SAE during trial participation, <i>n</i> (%)	14 (34.1)	11 (47.8)

# Suivi = rechercher les pb!



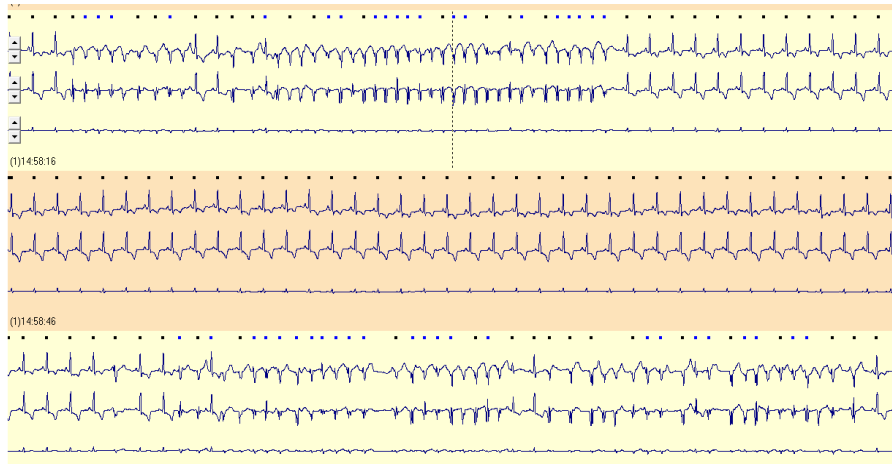
Thrombose



Infection

+ Mijiti Wuliya. JCPR 2017; 37:421

Tr du rythme



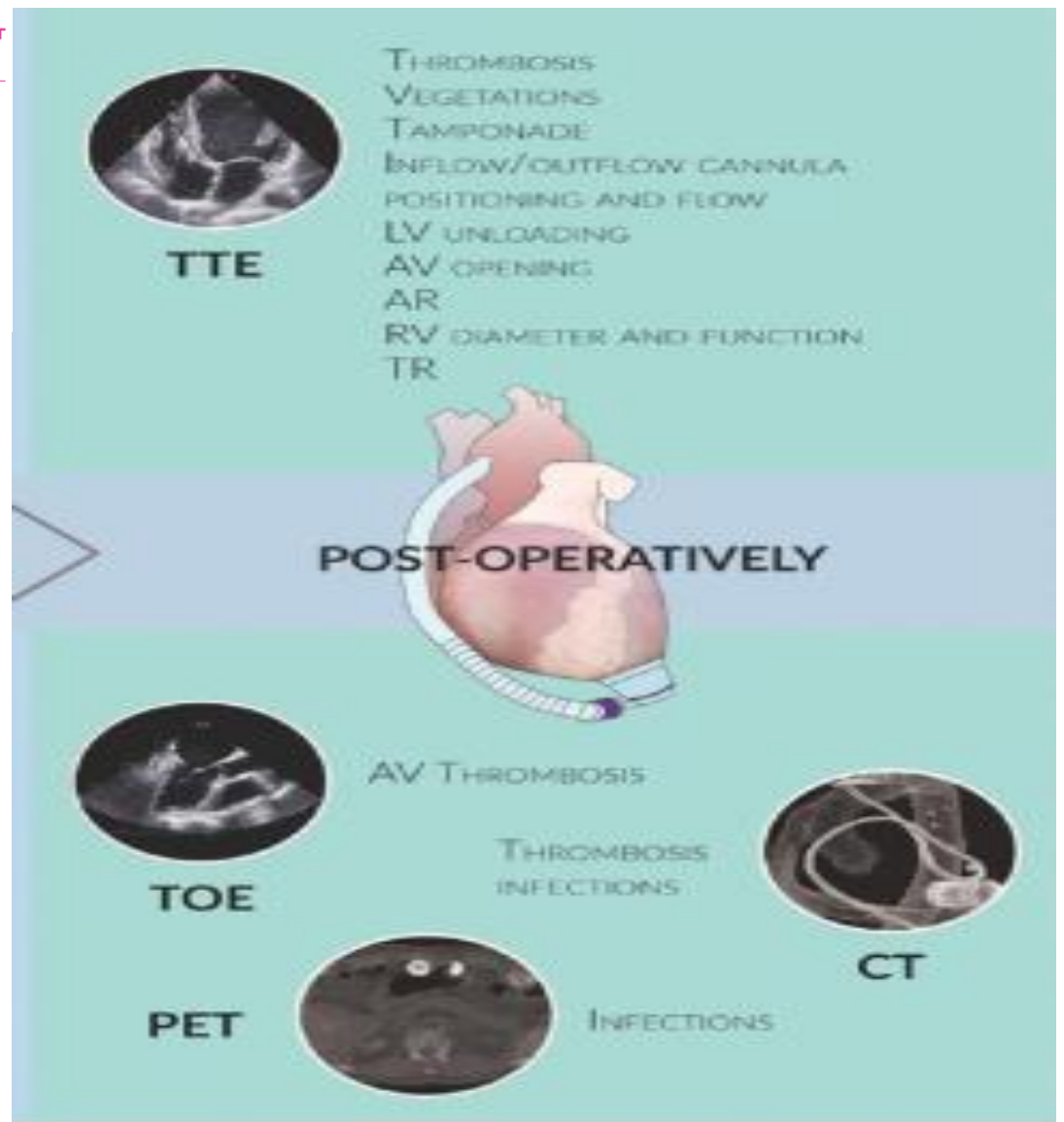
- Défaillance ventriculaire droite (débit VD < débit assistance VG)
- Infection du câble d'alimentation (18-59%) → sepsis, endocarditis
- Thrombose de la pompe (AVK, antiplaquettaires) → AVC
- Hémolyse
- Saignement gastro-intestinal, cérébral
- Arythmie ventriculaire (FV avec préservation du débit cardiaque → DEF, CEE, mais pas de massage cardiaque!!!)
- Déshydratation (surveillance du poids)
- Défaillance de l'assistance



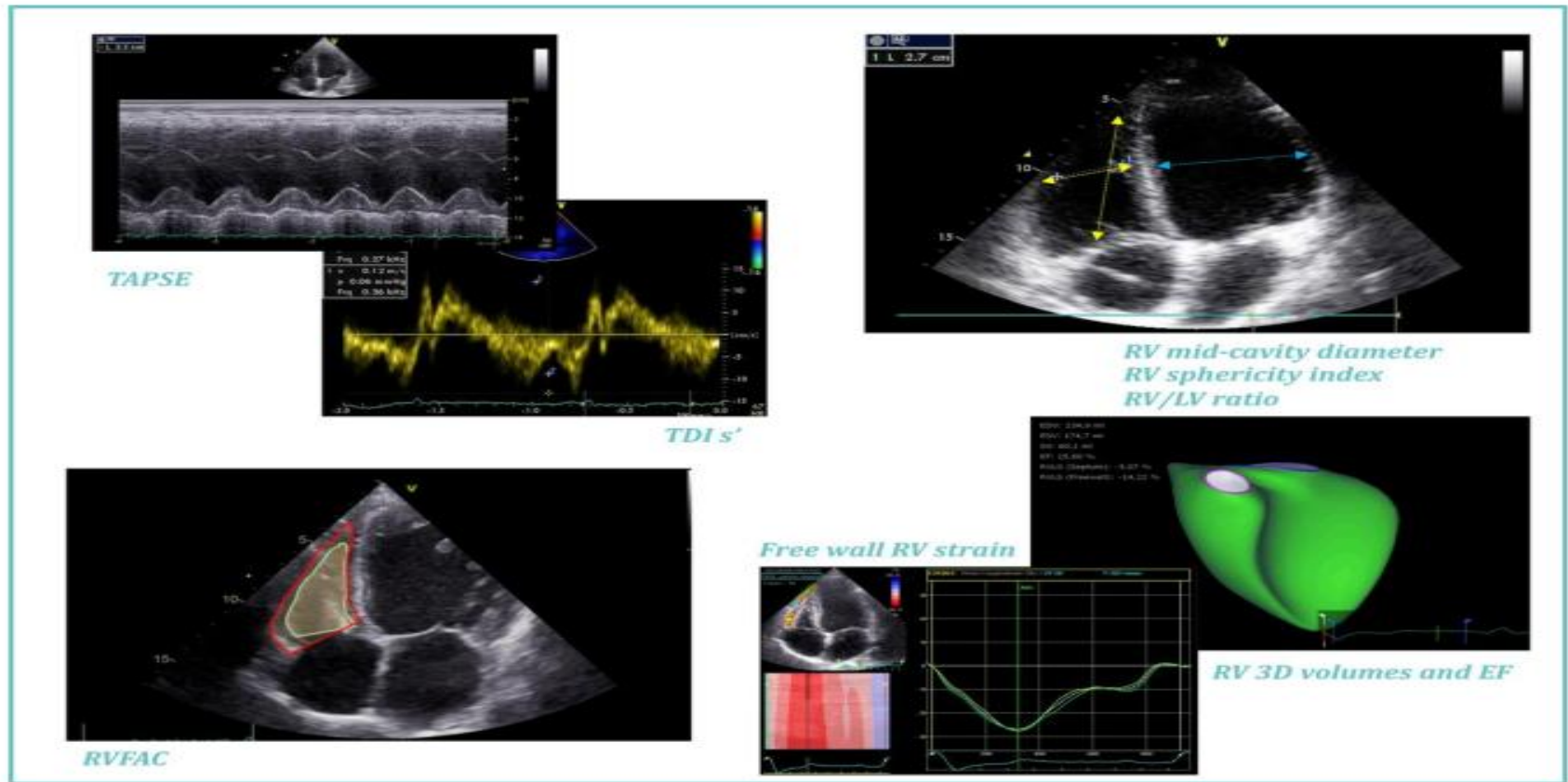
## Multimodality imaging for the evaluation and management of patients with long-term (durable) left ventricular assist devices

A clinical consensus statement of the European Association of Cardiovascular Imaging of the European Society of Cardiology

Matteo Cameli<sup>1\*</sup>, Hatem Soliman Aboumarie<sup>2,3†</sup>, Maria Concetta Pastore<sup>1</sup>,

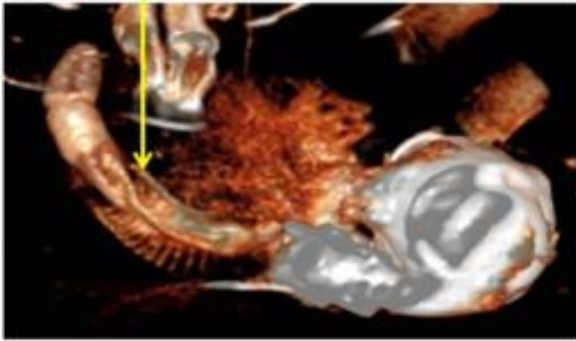


# VD



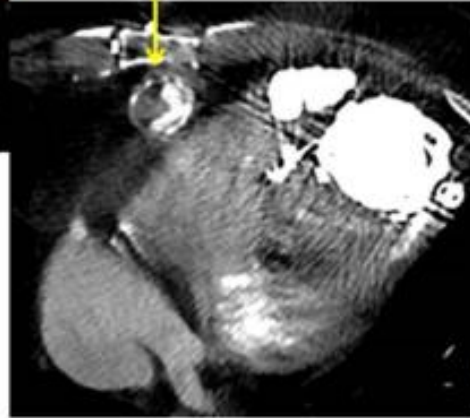
**Figure 2** Echocardiographic evaluation of RV function. Yellow arrows indicate how to measure RV diameters, blue arrow indicate how to measure LV diameter in 4 chamber view to calculate RV/LV ratio. LV, left ventricle; RV, right ventricular; RVFAC, right ventricular fractional area change; TAPSE, tricuspid annular plane systolic excursion; TDI, tissue Doppler imaging.

Twisting

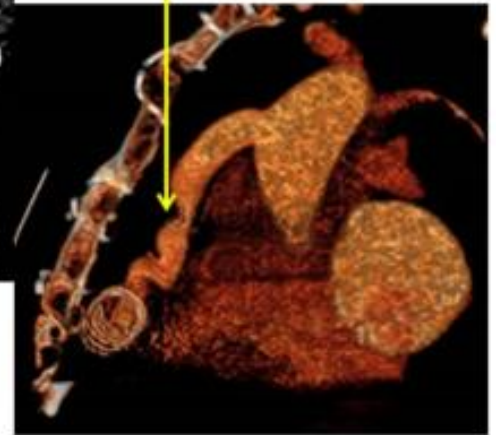


OUTFLOW GRAFT

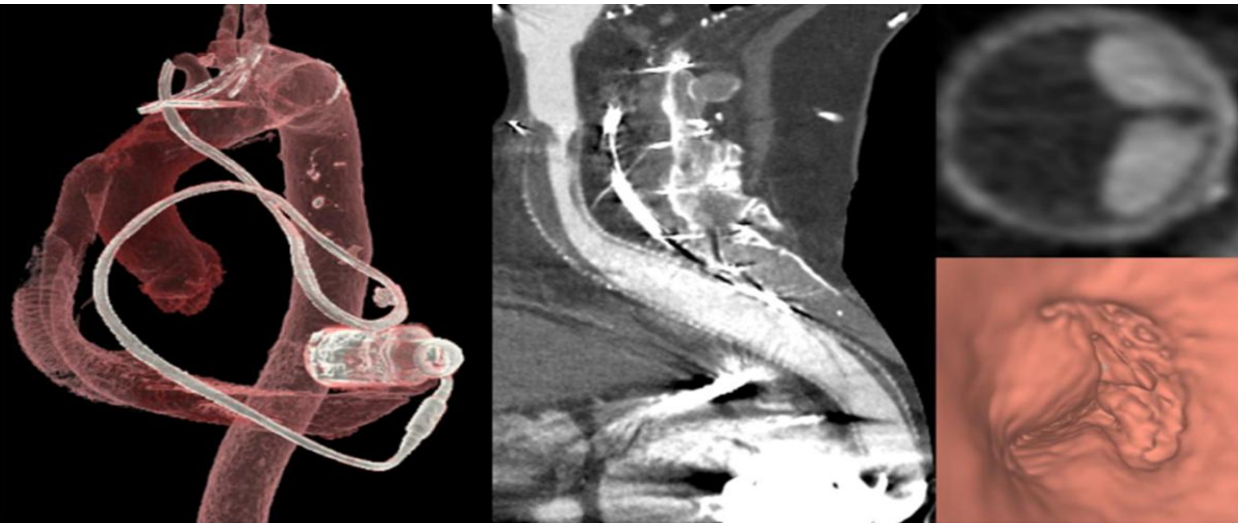
Compression



Excess length



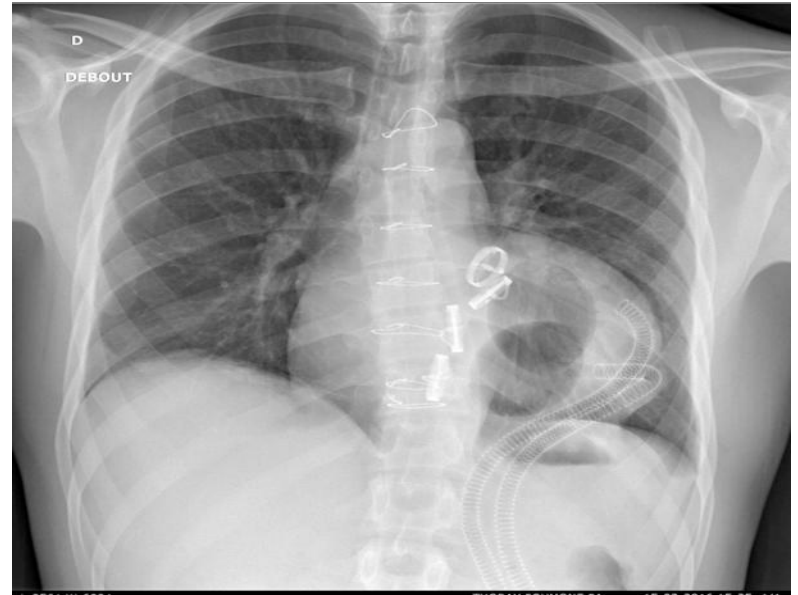
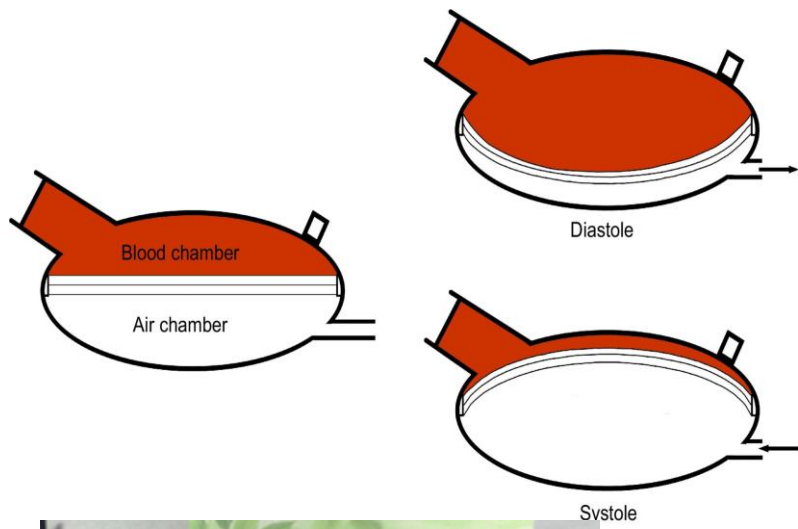
Thombus



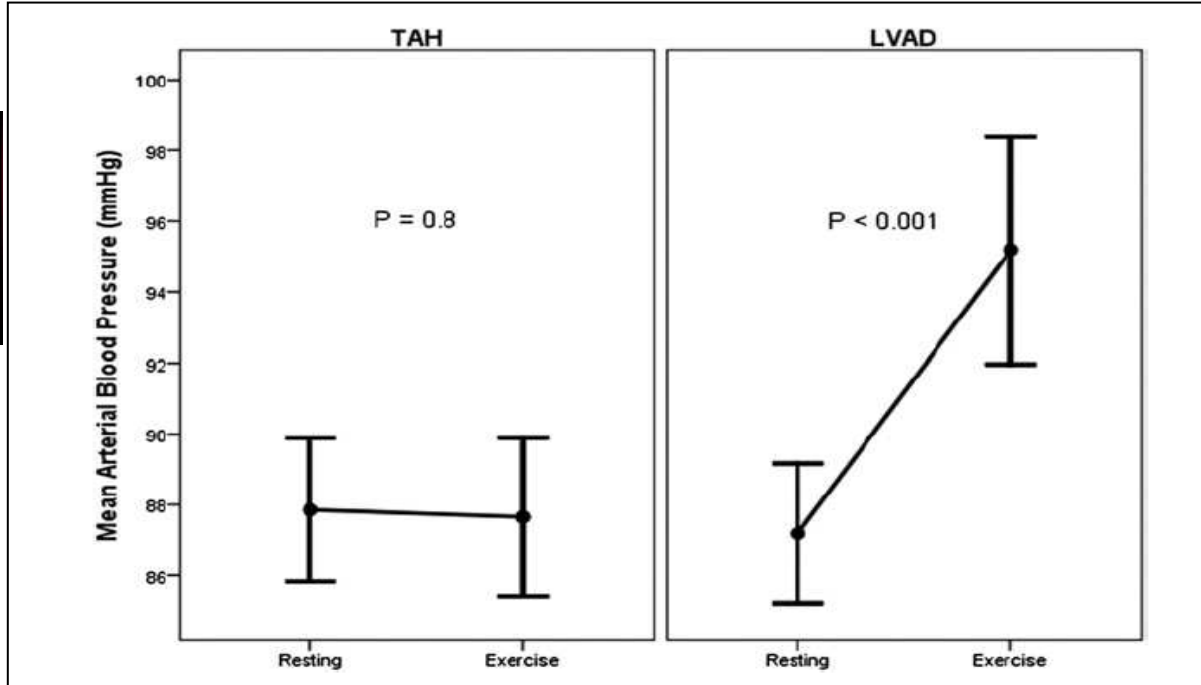
# TAH : Cardiowest<sup>®</sup> (SynCardia)

poids 160 g volume 400 ml.





# TAH vs LVAD





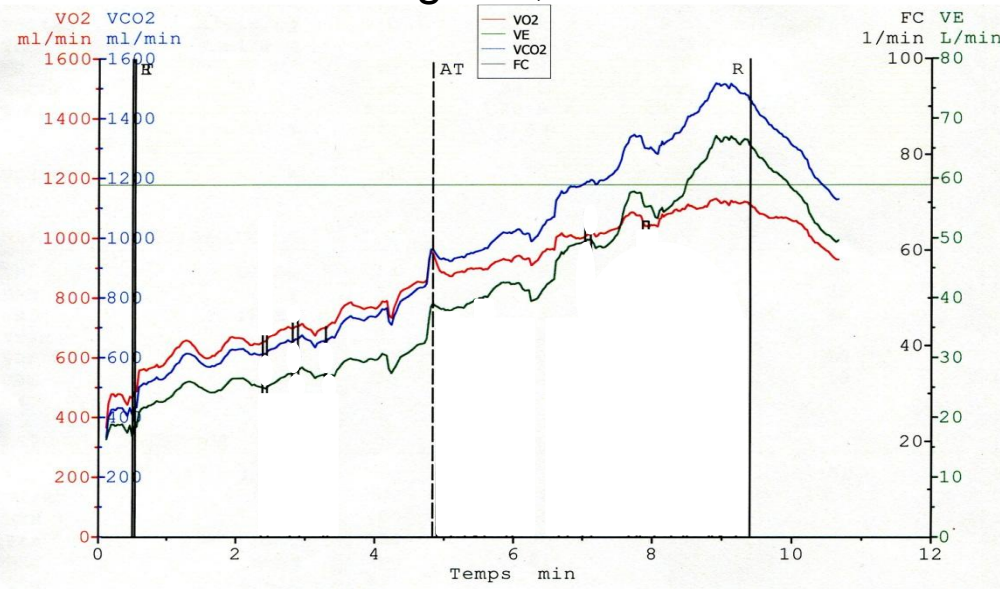
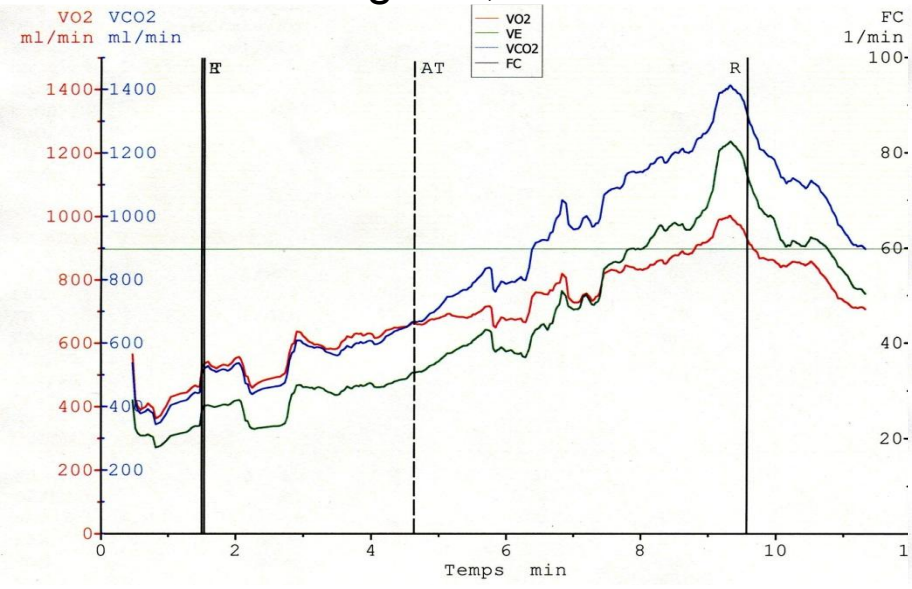
Date 09/01/13

Date 29/01/13

Mr P S , 50 years  
71 kg 1m70

Peak VO2 = 14.2 ml/kg/min, 80 watts  
VT1 = 9.2 ml/kg/min, 40 watts

Peak VO2 = 16.3 ml/kg/min, 90 watts  
VT1 = 12.9 ml/kg/min, 50 watts



# TAH : AESON<sup>®</sup> (Carmat)

Hémocompatible, Pulsatile et Auto-régulé, 900 g





# **Prehabilitation Using a Cardiac Rehabilitation Program for a Patient With a Total Artificial Heart Prior to Heart Transplantation**

Michaël Racodon <sup>1</sup>, Éric Hermand, Jean-Michel Lemahieu, Pauline Blairon, Pierre Vanhove, Amandine Secq

Possible, amélioration du TM6 et de QOL

# 9 patients Corentin Celton



HEGP, Pitié-Salpêtrière, Marie-Lannelongue



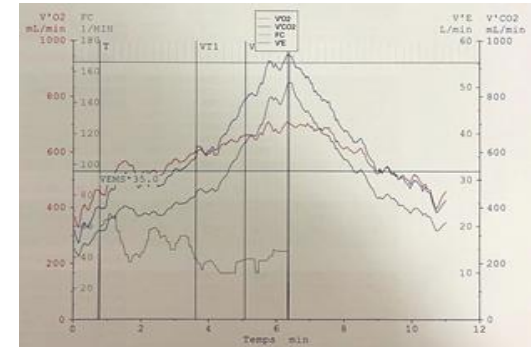
7 CMD , I Cardiop ischémique, 1 tumeur cardiaque



Délai implantation-RC :  $52 \pm 20$  (25-102)

Délai RC – CPET1 :  $14 \pm 18$  (2-57)

Délai CPET 1 – CPET 2 :  $49 \pm 14$  (37-84)



# ENDURANCE

Vélo					
Date	TA	Borg	FC	Watt	min
15/03		13	/	20	20
18/03		11	/	20	20
20/03		13	35/5	1/3	
02/04		12	25	20	
3/04					
05/04		11	35/5	1/3	
08/04		12	30	20	
		12	40/10	1/3	
		12	30	20	
12/04		11	45/10	1/3	
15/04		m			
17/04		m			
18/04		13			
22/04		13			
23/04		12			
24/04		13			
15/05		11	50/20	1/3	

Vélo					
Départ		Borg	FC	Watt	min
Date	TA				
		13	/	35	
		11	/	55/20	
		12	/	40	
		13	/	60/25	
		12	/	40	
4/06			/	60/25	
12/07		12	/	60/25	1/3
15/07		13	/	60	
16/07		15	/	65/30	1/3
17/07		14	/	60	
23/07		12	/	65/30	1/3
25/07		12	/	40	
26/07		12	/	70/30	1/3
		12	/	45	20
		12	/	70/30	
		12	/	70/30	
			/	45	

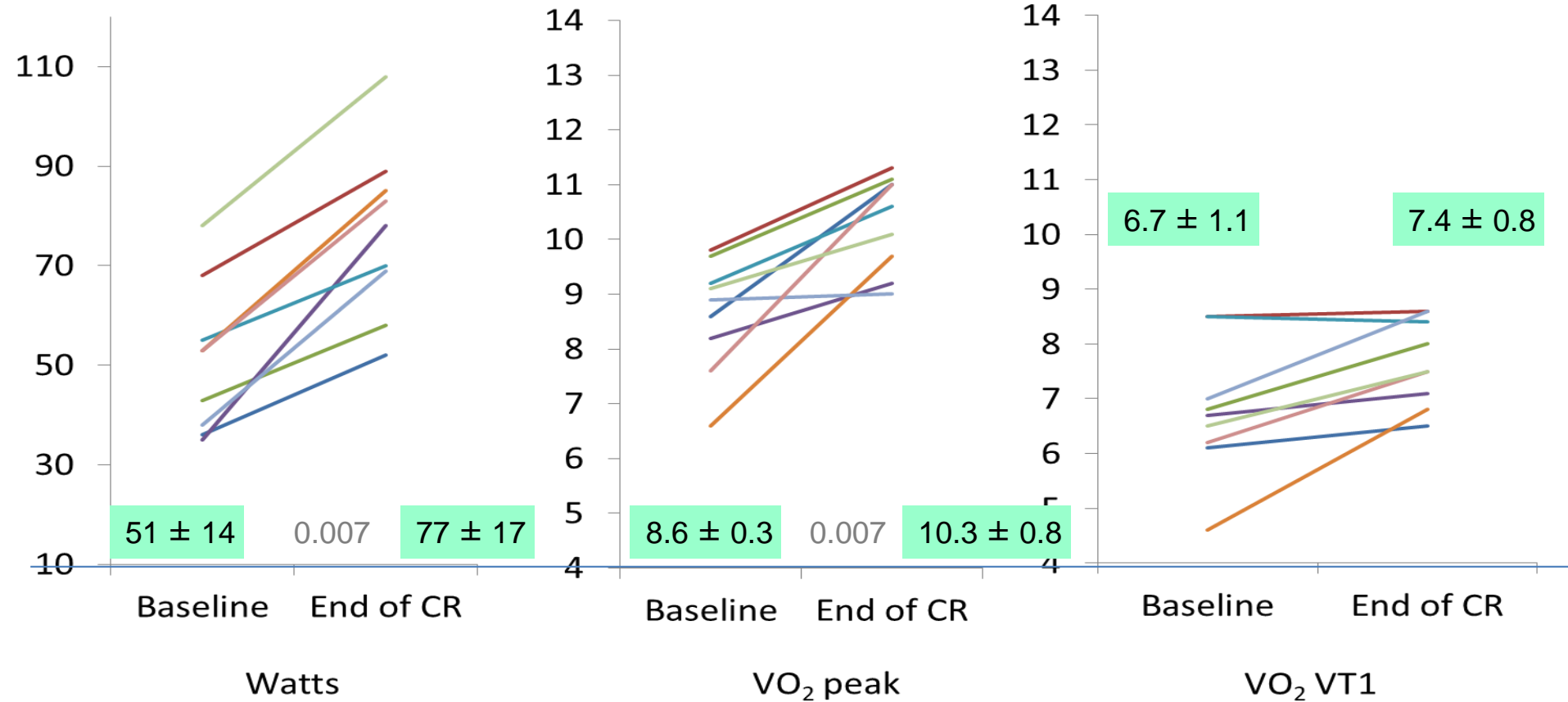


# Renforcement musculaire

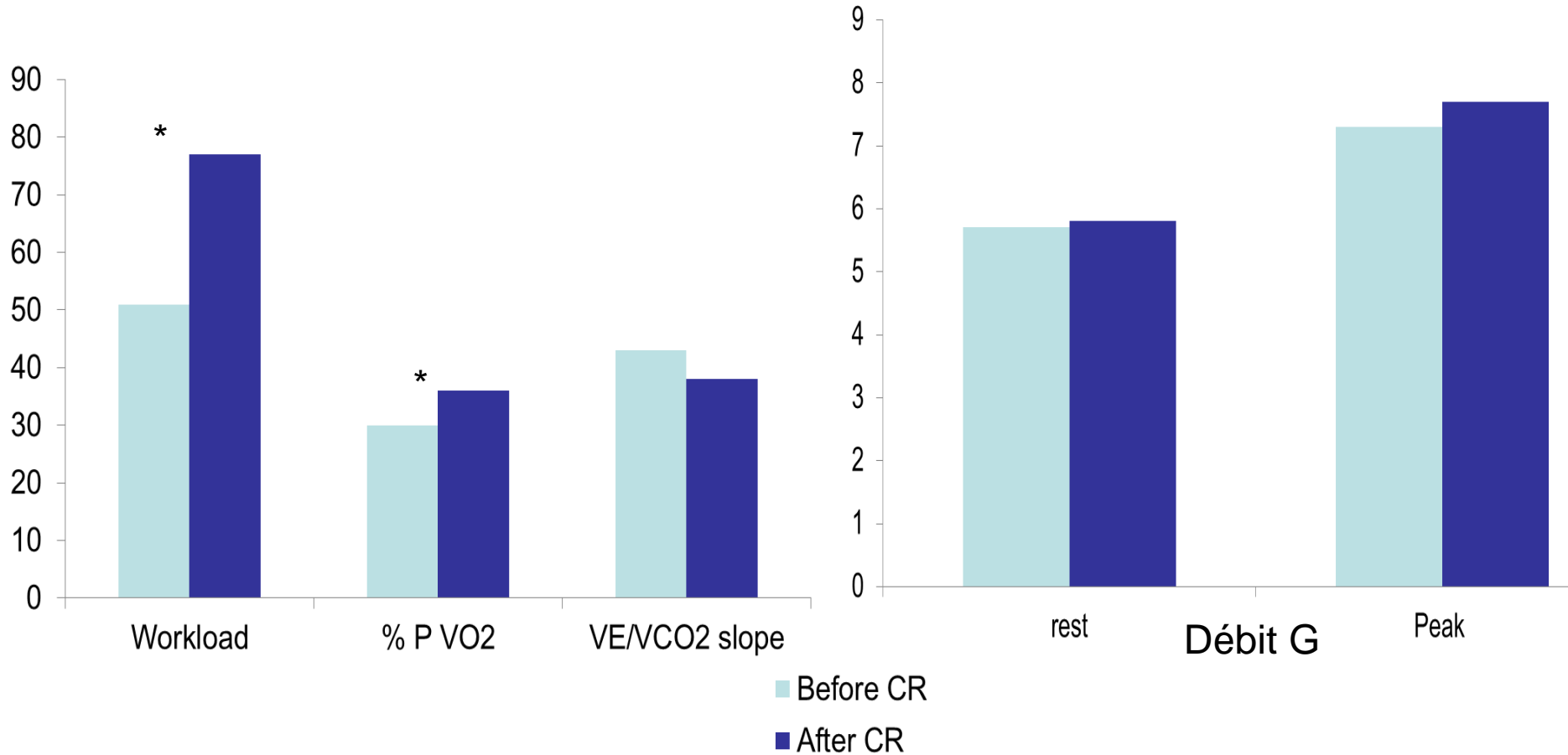
BANC KOCH									
BIC 3X10		ABAI 3X10		Q 5X10		MF 3X10		GF 3X10	
6,5	OMNI	28	OMNI	34,3	OMNI	10,6	OMNI	22,4	OMNI
2,6	5	9,2	4	11,2	5	3,2	<sup>0-3</sup> <sub>6-4</sub>	4	5
2,6	6	10	5	11,2	6	3,2		4	4
3,2	5	10,6	5	11,2	5			5,2	5
4	5	10,6	4	11,2	4	3,2	<sup>0-5</sup> <sub>6-6</sub>	5,2	5
4		11,2		12		3,2		6	



# Résultats 1



# Résultats 2



# Conclusions

- L'assistance ventriculaire améliore les capacités d'effort
- Ces améliorations sont toutefois limitées et dépendent du fonctionnement du "device", de la contractilité restante (VG, VD), des anomalies pulmonaires, musculaires, vasculaires et du SNA
- TAH = plus de données sont nécessaires
- L'entraînement physique et la réadaptation sont essentielles pour ces patients, en particulier en attente de transplantation cardiaque.