

Les tests d'effort du sportif



Richard Amoretti

Dany Michel Marcadet

Epreuves d'effort

INDICATIONS EN CARDIOLOGIE I

Epreuve diagnostique :

- ISCHEMIE
- TROUBLES DU RYTHME; DE LA CONDUCTION
- HYPERTENSION ARTERIELLE D'EFFORT
- INSUFFISANCE CARDIAQUE (analyse des échanges gazeux)

Symptomatique :

- DYSPNEE
- DOULEUR THORACIQUE
- FATIGABILITE
- « MALAISE A L'EFFORT »

Introduction

L'épreuve d'effort dans l'insuffisance coronarienne est utilisée pour ;

- *Le Diagnostic*
- *Le Pronostic*
- *Evaluer les thérapeutiques*

AHA/ACC Guidelines Update for Exercise Testing 2002.

Froelicher V. Myers J. *Exercise and the Heart* WB Saunders Company.

Marcadet DM *Electrocardiogramme d'effort* EMC 2005

Introduction

diagnostic

L'ECG d'effort étudie l'adaptation à l'effort du système cardiovasculaire

Effort + Clinique + ECG

Il faut donc que **l'effort soit possible**
et que

l'ECG soit interprétable (BBG, WPW, HVG..)

Epreuve d'effort

Exemple de Protocole « Machine »

VELO

Homme de 33 ans, sédentaire.

Taille 189 cm Poids 95 kg

Poids théorique: $0.79 \times (189) - 60.7 = 88.61$ kg

Facteur ergomètre (cycle) : $50.72 - 0.372 \times (33) = 38.44$

VO₂ Théorique : $(88.61 \times \underline{38.44}) + 6 \times (95 - 88.61) = 3444$ ml/min

VO₂ Basale = $3.5 \times 95 = 332$ ml/min

Puissance Max. Théorique (PMT) = $(3444 - 332) / 10.3 = 302$ Watts

Epreuve d'effort

Diagnostic rappel

Effort + Clinique + ECG

Le **protocole d'exercice** doit être adapté à chaque cas pour une **durée d'exercice de 10 min environ.**

Femme de 80 ans
150 cm

40 watts

Homme de 35 ans
190 cm

**220 watts pour un
Sédentaire
400W ici**

Équations de prédiction

de la puissance maximale

Froelicher Mets = $13,1 - 0,08 (\text{âge})$

Morris Mets = $14,7 - 0,11 (\text{âge})$

Segmentation de l'épreuve d'effort

Sujet sédentaire

- PMT 300 watts (302 W)
- 13 minutes d'effort (8 à 20 min. d'effort) :
 - 3 min d'échauffement à 20 % PMT : 60 Watts
 - 10 paliers de 1 minute
 - Incrément de 25 W (300W – 60w) / 10min

Pondération :

le niveau de pratique sportive

Sujet sédentaire : Puissance Maximale Théorique (PMT)

Sujet entraîné : P.M.T. x 1,2

Sujet très entraîné : P.M.T. x 1,4 (voire 1,6)

Exemple: sujet de 180 cm, 78 kg, très entraîné

P max théorique: 300 W (VO₂ = 3400 ml/kg/min)

P max attendue: 300 x 1,6 = 480 W

(480 W = 5300 ml/kg/min soit 68 ml/kg/min)

Clinique

diagnostic

Effort + **Clinique** + ECG

Ne pas négliger les éléments cliniques

Histoire clinique, symptômes

Indications particulières : **Asymptomatiques, Diabétiques, Femmes,
Sportifs
post-revascularisation ou post-IDM**

Evaluer la **probabilité pré-test**

Clinique

diagnostic

Effort + **Clinique** + ECG

Age	Gender	Typical/Definite Angina Pectoris	Atypical/Probable Angina Pectoris	Non-Anginal Chest Pain	Asymptomatic
30-39	Males	Intermediate	Intermediate	low (<10%)	Very low (<5%)
30-39	Females	Intermediate	Very Low (<5%)	Very low	Very low
40-49	Males	High (>90%)	Intermediate	Intermediate	low
40-49	Females	Intermediate	Low	Very low	Very low
50-59	Males	High (>90%)	Intermediate	Intermediate	Low
50-59	Females	Intermediate	Intermediate	Low	Very low
60-69	Males	High	Intermediate	Intermediate	Low
60-69	Females	High	Intermediate	Intermediate	Low
High = >90%		Intermediate = 10-90%		Low = <10%	
		Very Low = <5%			

Clinique

diagnostic

Effort + **Clinique** + ECG

Ne pas négliger les éléments cliniques

Symptômes

Courbe de **PA et de FC** (fréquence maximale et de récupération)

Capacité physique (Mets)

Quels critères ?

- Clinique
 - Contre indication au test d'effort
 - Malaise ou intolérance majeure à l'exercice
- Modification de ST
 - Sus décalage de ST
 - Sous décalage de ST ample précoce étendu
- Arythmie ventriculaire
 - ESV fréquentes polymorphes en salve
 - TV ou FV

Profil PA

- Une non élévation ou une chute de la PA à L'effort
 - élévation normale > 40 mm Hg pour un effort maximum.
- Une élévation excessive de la PA (> 180/90 mm Hg) chez les sujets asymptomatiques non hypertendu au palier 2 de Bruce

Clinique

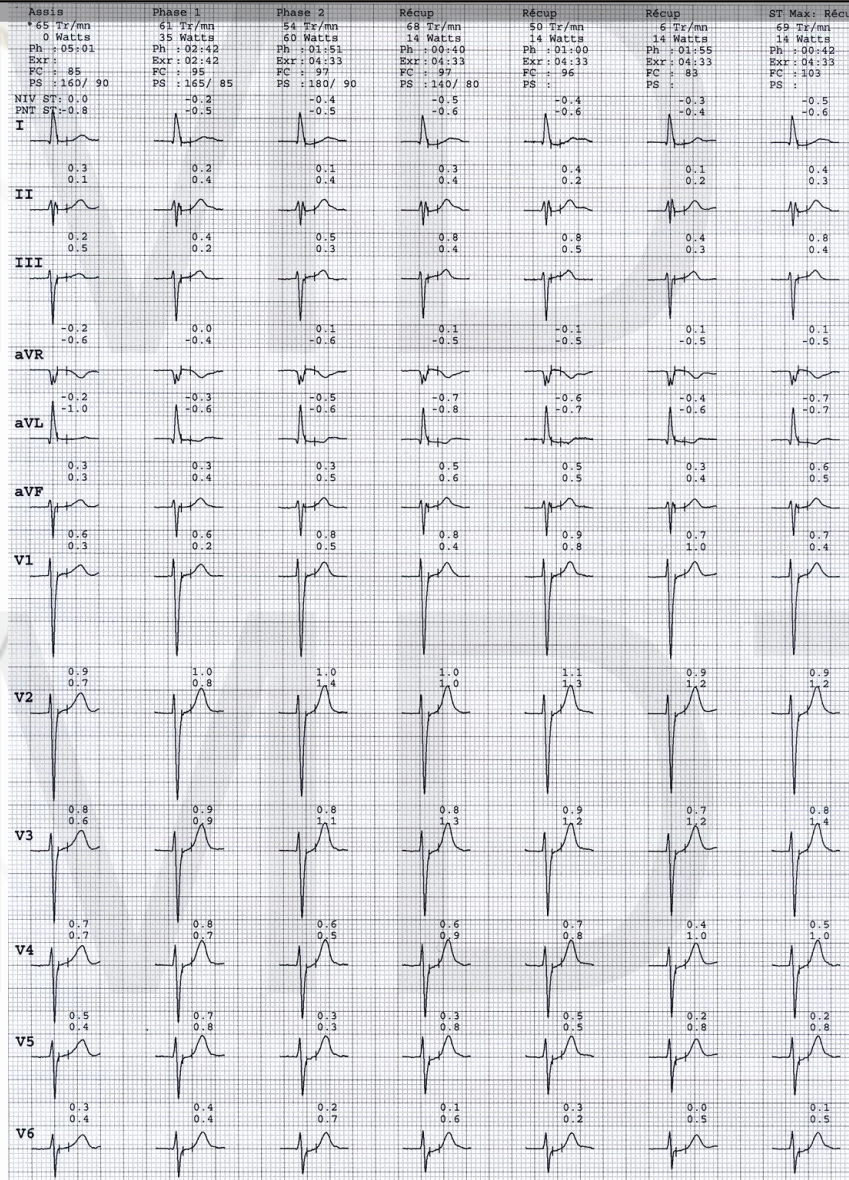
diagnostic

Effort + **Clinique** + ECG

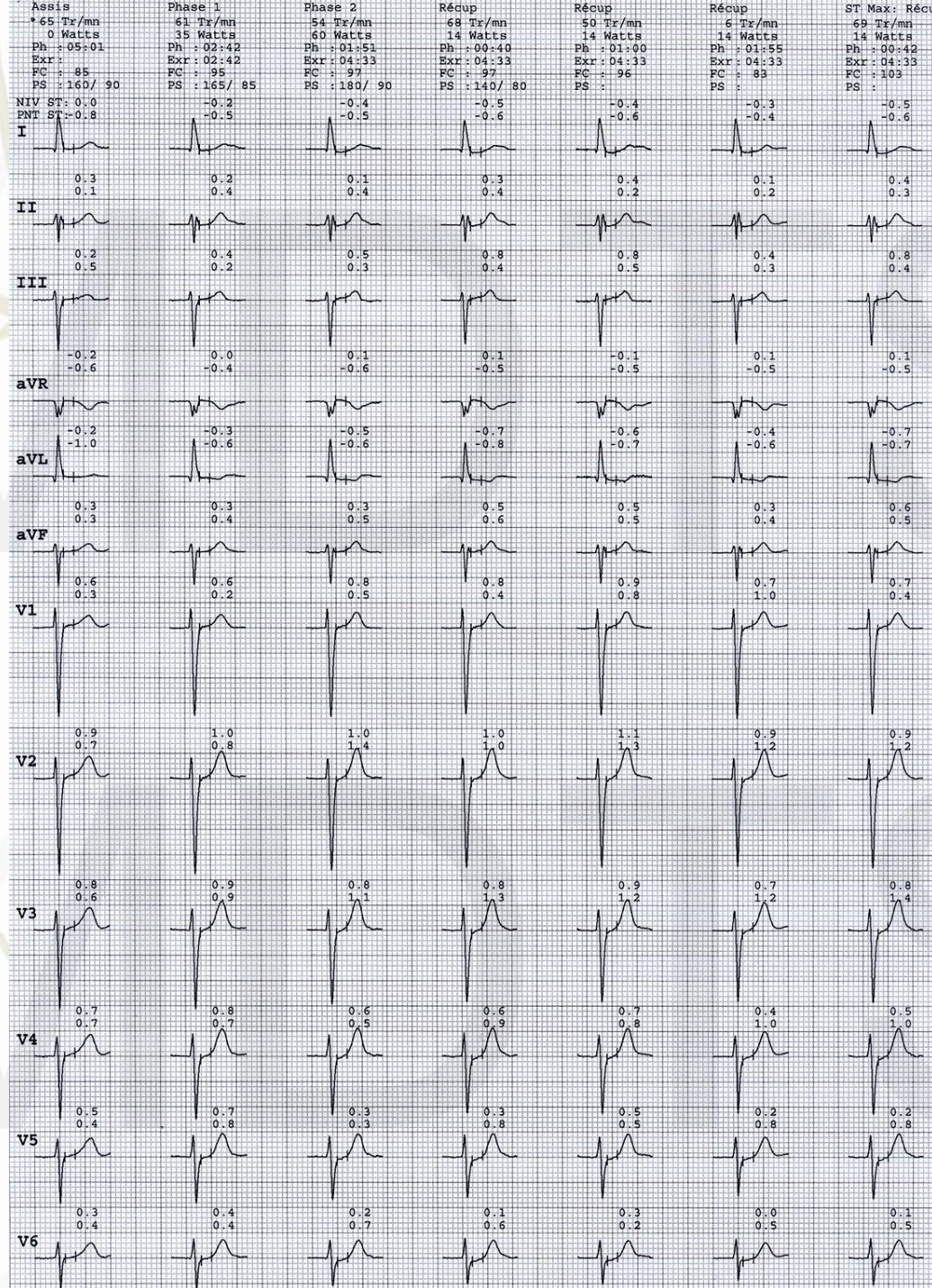
Homme
de 74 ans

Angor d'effort
récent

Aucun
traitement



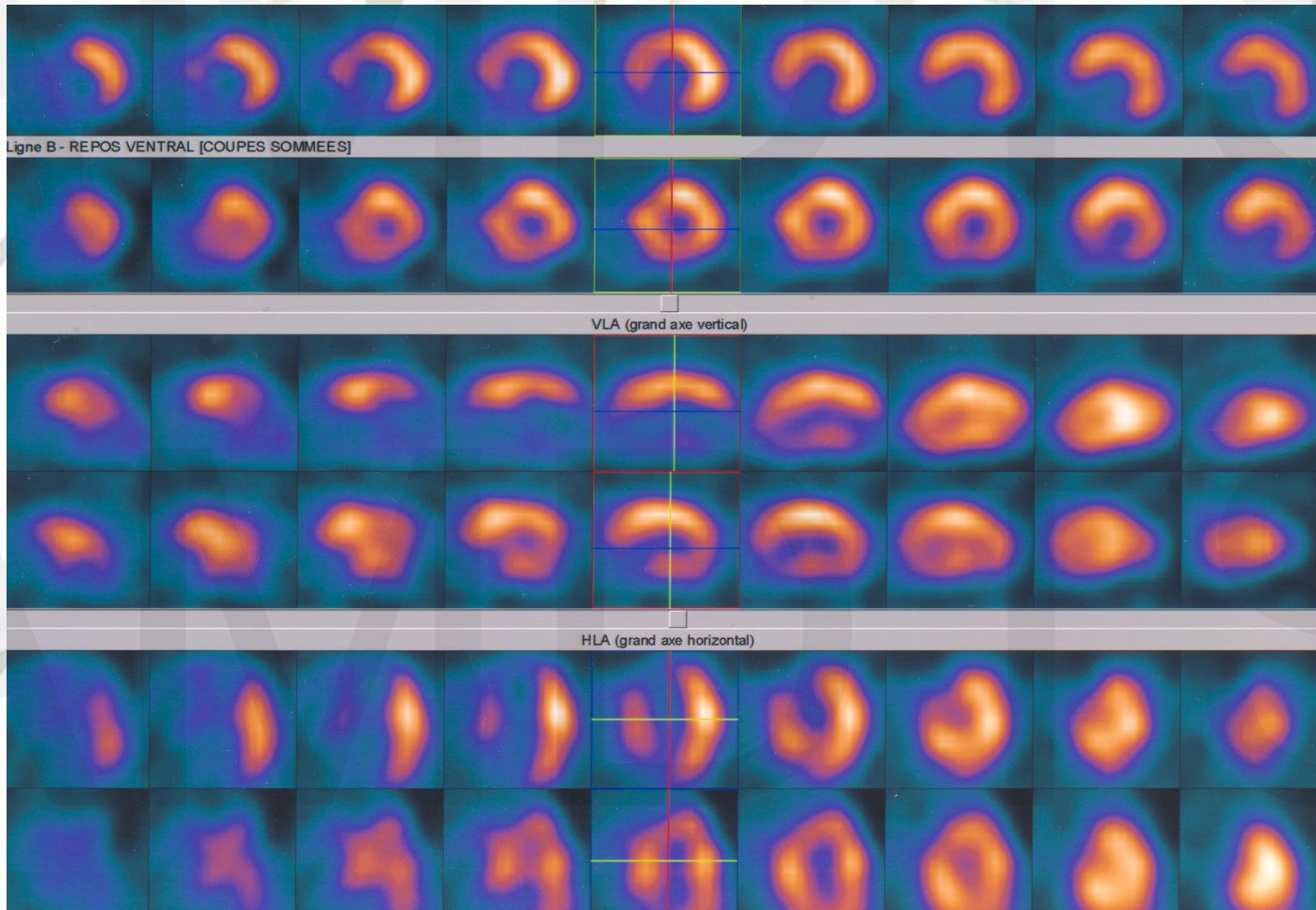
Homme de 74 ans
 Angor d'effort récent
 Aucun traitement



Clinique

diagnostic

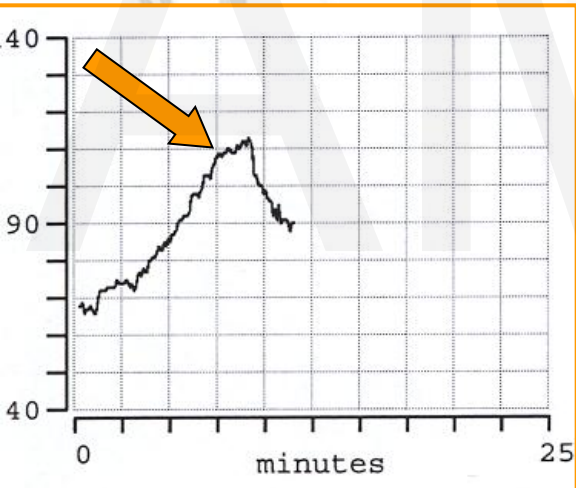
Effort + **Clinique** + ECG



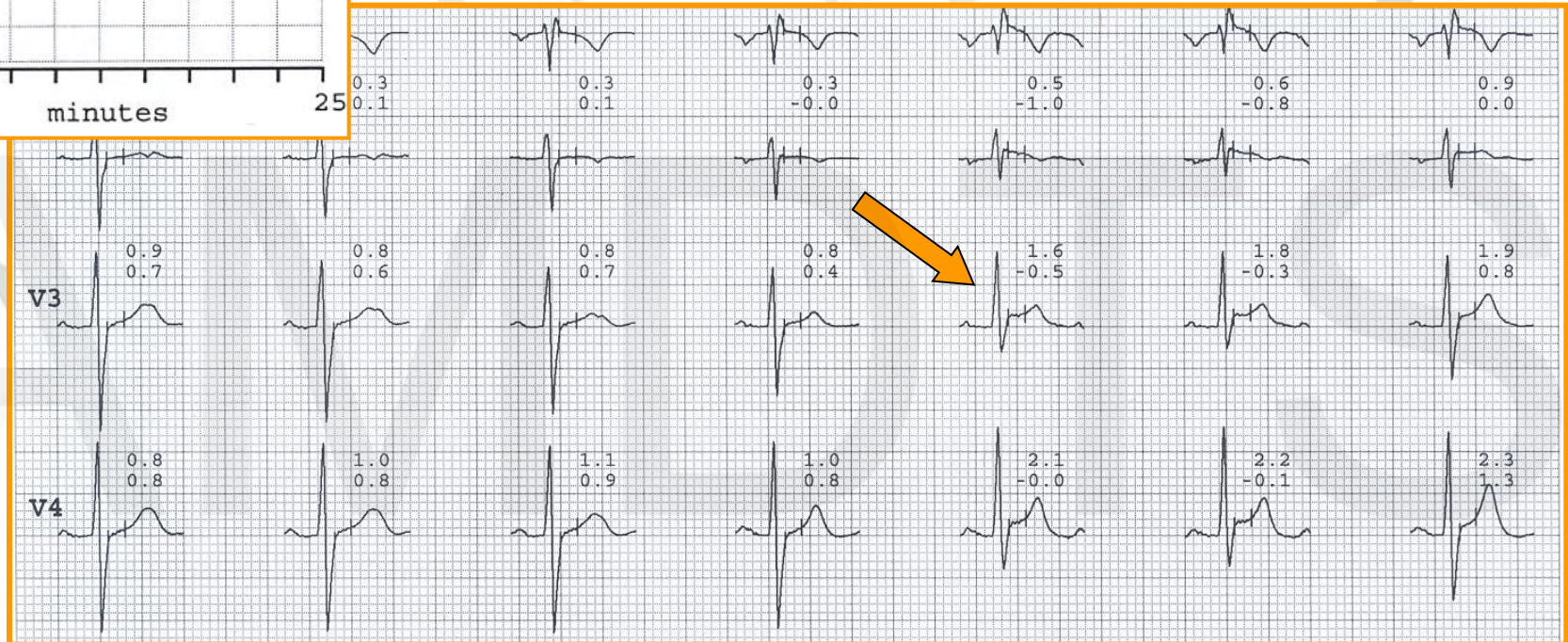
Clinique

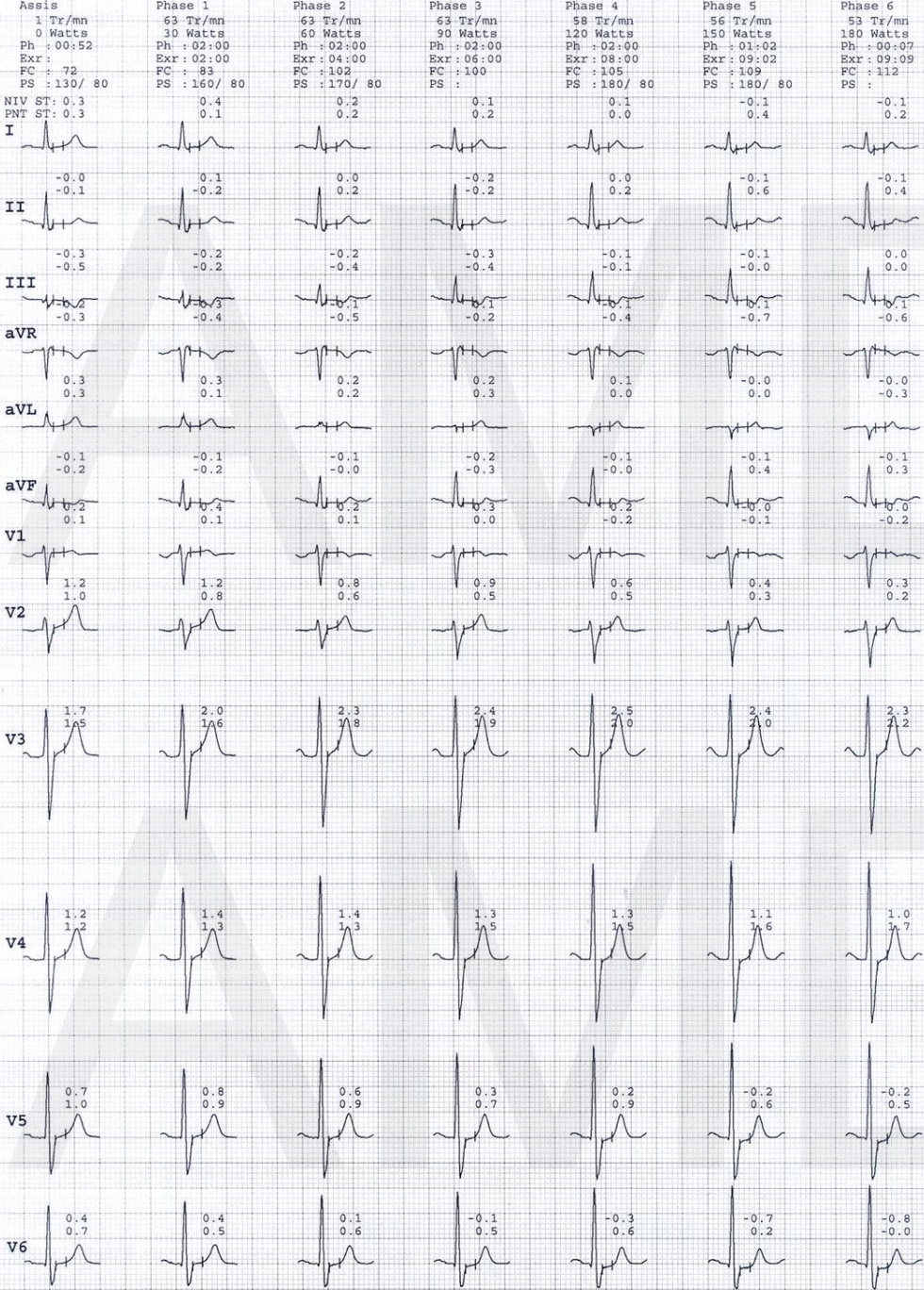
diagnostic

Fréquence Cardiaque



Effort + **Clinique** + ECG

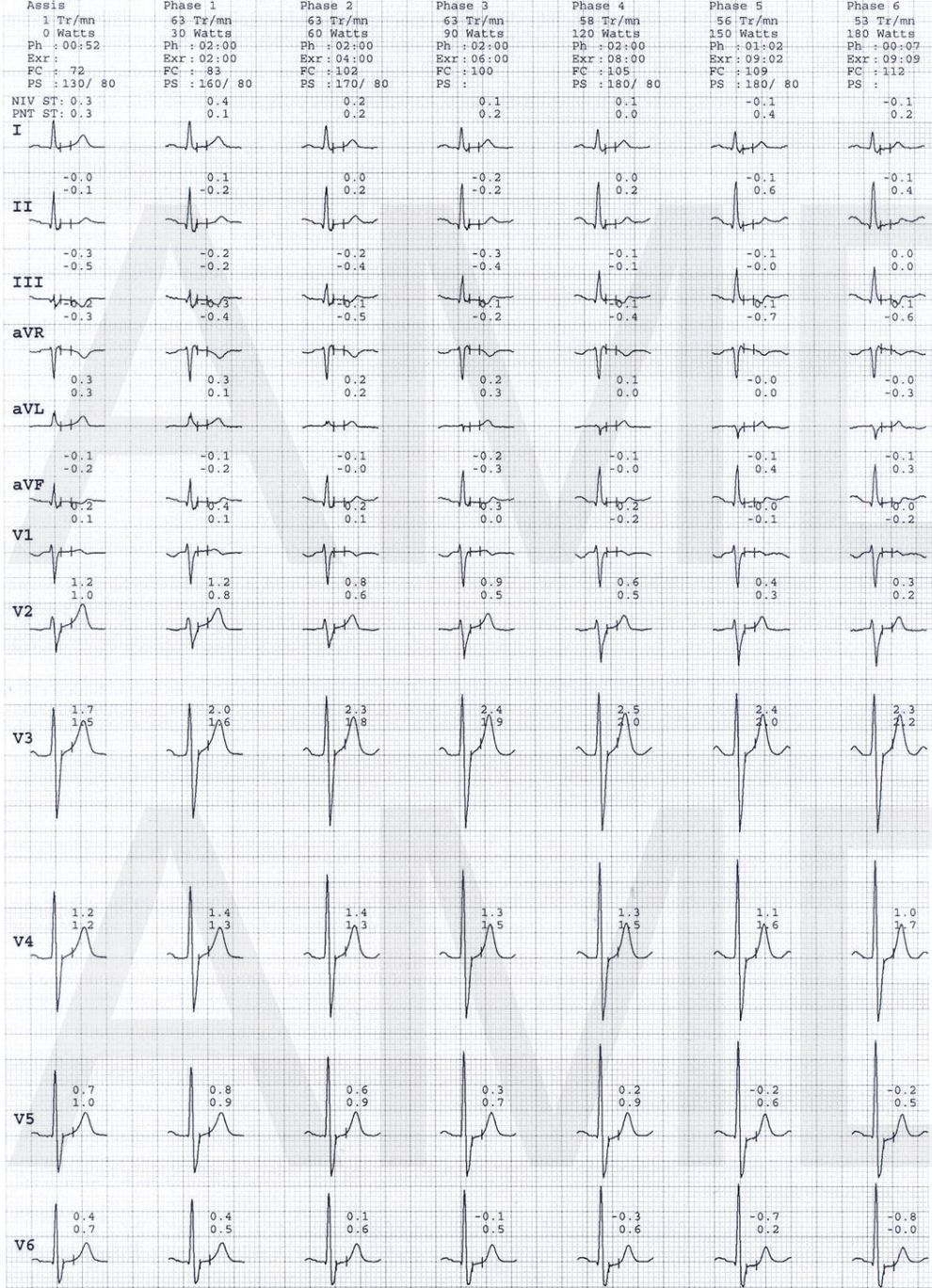




Résultats détaillés

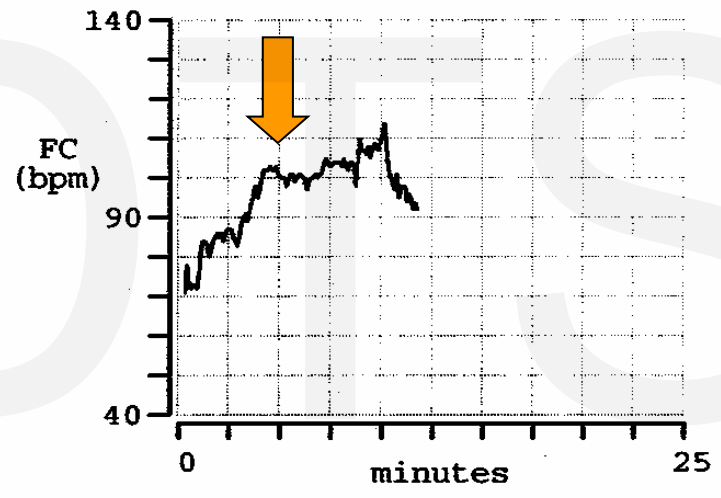
Phase	Phase Hre.	Exer. Hre.	Vit. (Tr/mn)	Charge WATTS	METS	FC	PS	RPP	Niv. ST V6 (mm)
Assis	00:52		1	0		72	130/ 80	94	0.4
Phase 1	02:00	02:00	63	30	2.1	83	160/ 80	133	0.4
Phase 2	02:00	04:00	63	60	3.3	102	170/ 80	173	0.1
Phase 3	02:00	06:00	63	90	4.4	100			-0.1
Phase 4	02:00	08:00	58	120	5.5	105	180/ 80	189	-0.3
Phase 5	01:02	09:02	56	150	6.6	109	180/ 80	196	-0.7
Phase 6	00:07	09:09	53	180	7.8	112			-0.8
Récup	01:00	09:09	11	30	2.1	97			-0.4

Homme de 55 ans angor
d'effort récent
Traitement bêta bloquant
statine aspirine

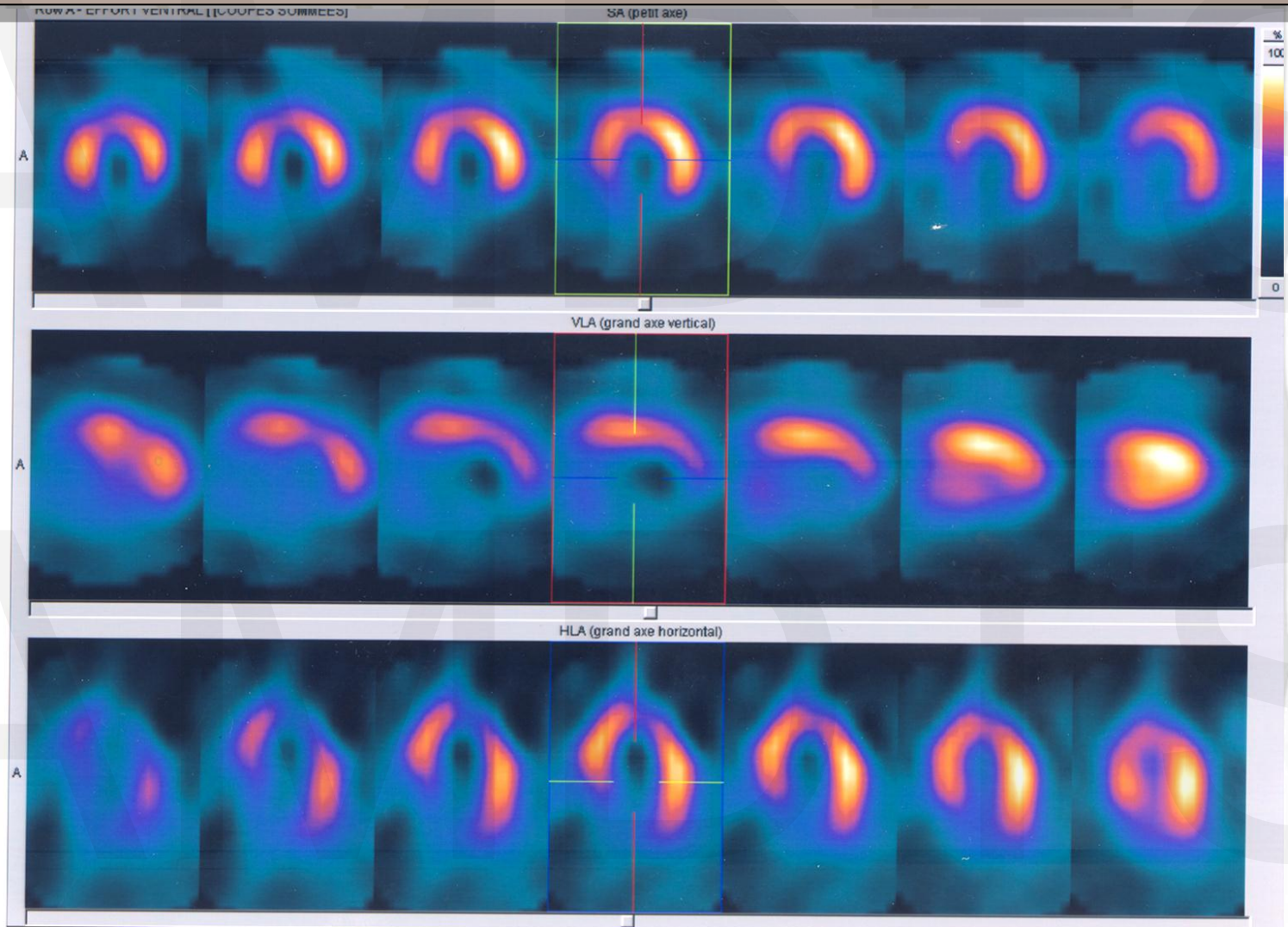


Résultats détaillés

Phase	Phase Hre.	Exer. Hre.	Vit. (Tr/mn)	Charge WATTS	METS	FC	PS	RPP	Niv. ST V6 (mm)
Assis	00:52		1	0		72	130/ 80	94	0.4
Phase 1	02:00	02:00	63	30	2.1	83	160/ 80	133	0.4
Phase 2	02:00	04:00	63	60	3.3	102	170/ 80	173	0.1
Phase 3	02:00	06:00	63	90	4.4	100			-0.1
Phase 4	02:00	08:00	58	120	5.5	105	180/ 80	189	-0.3
Phase 5	01:02	09:02	56	150	6.6	109	180/ 80	196	-0.7
Phase 6	00:07	09:09	53	180	7.8	112			-0.8
Récup	01:00	09:09	11	30	2.1	97			-0.4



Scintigraphie



Interprétation

diagnostic

Effort + **Clinique** + ECG

Je n'interprète pas l'ECG de manière catégorielle

Analyse de ST en V5 = faible sensibilité et spécificité

Analyse **Bayesienne** = tient compte de la **probabilité pré-test**

Analyse **multivariée** = tient compte des

autres facteurs cliniques et ECG que ST.

Les calculs ont été simplifiés par

l'utilisation des **scores**

Variable	Circle response	Sum
Maximal Heart Rate	Less than 100 bpm = 30	
	100 to 129 bpm = 24	
	130 to 159 bpm =18	
	160 to 189 bpm =12	
	190 to 220 bpm =6	
Exercise ST Depression	1-2mm =15	
	> 2mm =25	
Age	>55 yrs =20	
	40 to 55 yrs = 12	
Angina History	Definite/Typical = 5	
	Probable/atypical =3	
	Non-cardiac pain =1	
Hypercholesterolemia?	Yes=5	
Diabetes?	Yes=5	
Exercise test	Occurred =3	
induced Angina	Reason for stopping =5	
	Total Score:	

Males

Choose only one per group

Probability
 < 40 = low
 40 - 60 = intermediate
 > 60 = high

Women

Choose only one per group

Probability

< 37 = low

37 – 57 =
intermediate

> 57 = high

<i>Variable</i>	<i>Circle response</i>	<i>Sum</i>
Maximal Heart	Less than 100 bpm = 20	
Rate (x4)	100 to 129 bpm = 16	
	130 to 159 bpm =12	
	160 to 189 bpm =8	
	190 to 220 bpm =4	
Exercise ST	1-2mm =6	
Depression (x2)	> 2mm =10	
Age	>65 yrs =25	
(x5)	50 to 65 yrs = 15	
Angina History (x2)	Definite/Typical = 10	
	Probable/atypical =6	
	Non-cardiac pain =2	
Smoking? (x2)	Yes=10	
Diabetes? (x2)	Yes=10	
Exercise test	Occurred =9	
induced Angina (x3)	Reason for stopping =15	
Estrogen Status	Positive=-5, Negative=5	

Total Score

Interprétation

diagnostic

Effort + **Clinique** + ECG

Grouping	# of Studies	Total # Patients	Sens	Spec	Predictive Accuracy
Standard ET	147	24,047	68%	77%	73%
• ET Scores	24	11,788			80%
• Score Strategy	2	>1000	85%	92%	88%
Thallium Scint	59	6,038	85%	85%	85%
SPECT	16+14	5,272	88%	72%	80%
Adenosine SPECT	10+4	2,137	89%	80%	85%
Exercise ECHO	58	5,000	84%	75%	80%
Dobutamine ECHO	5	<1000	88%	84%	86%
Dobutamine Scint	20	1014	88%	74%	81%
Electron Beam Tomography (EBCT)	16	3,683	60%	70%	65%



Interprétation

diagnostic

Effort + **Clinique** + ECG

Probabilité de lésions coronaires

Faible	→	surveillance
Moyenne	→	autres tests
Elevée	→	Angiographie

mais

Pas de valeur localisatrice sauf dans de rares cas
(Hémibloc, sus décalage de ST, déviation axiale,
trouble de conduction intraventriculaire)

Interprétation

pronostic

Lorsque le test est indiqué pour évaluer le **pronostic**

ST n'a qu'une faible valeur pronostique

Les meilleurs critères actuels

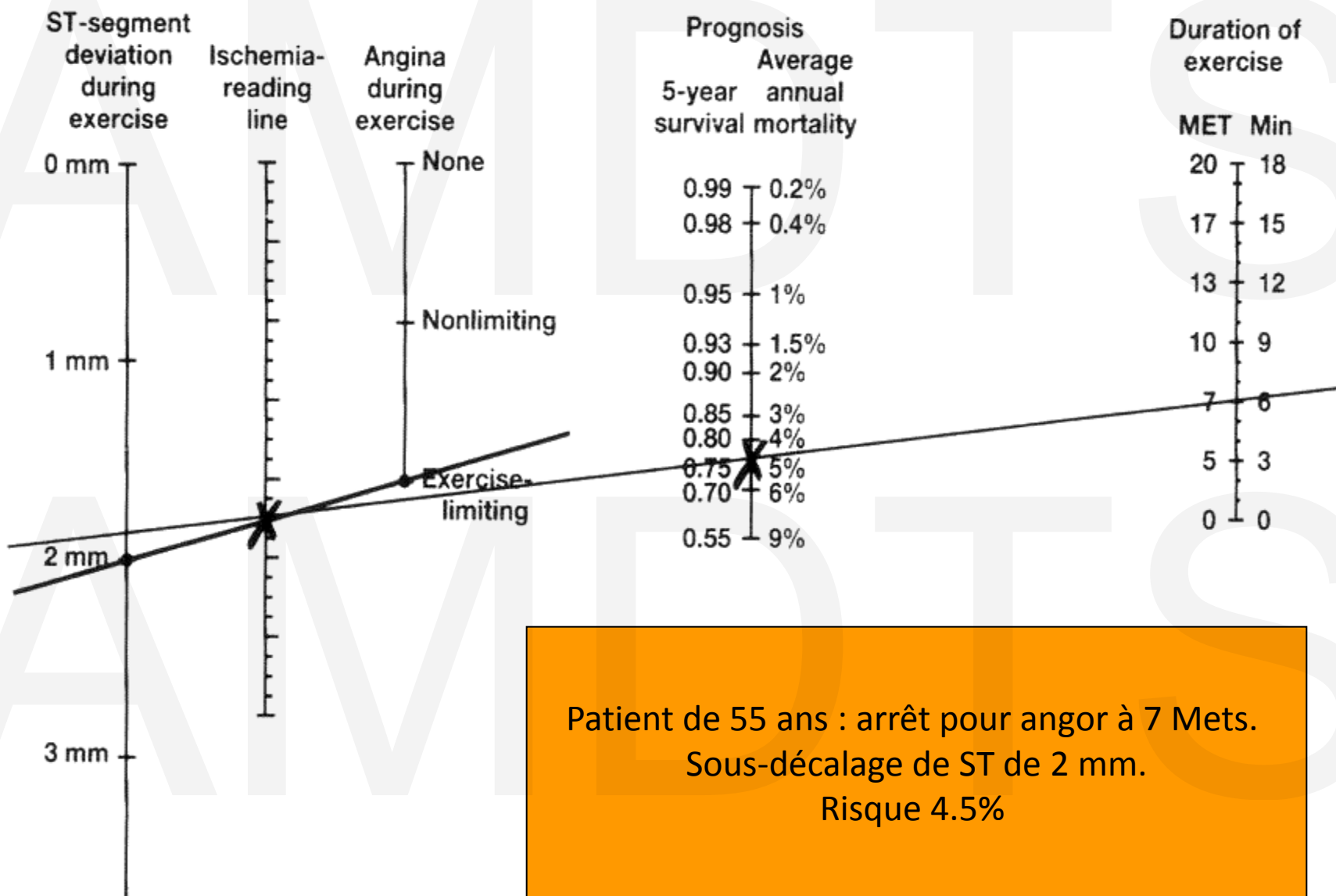
Capacité Physique

Duke Treadmill Score

Insuffisance chronotrope

Fréquence Cardiaque de Récupération

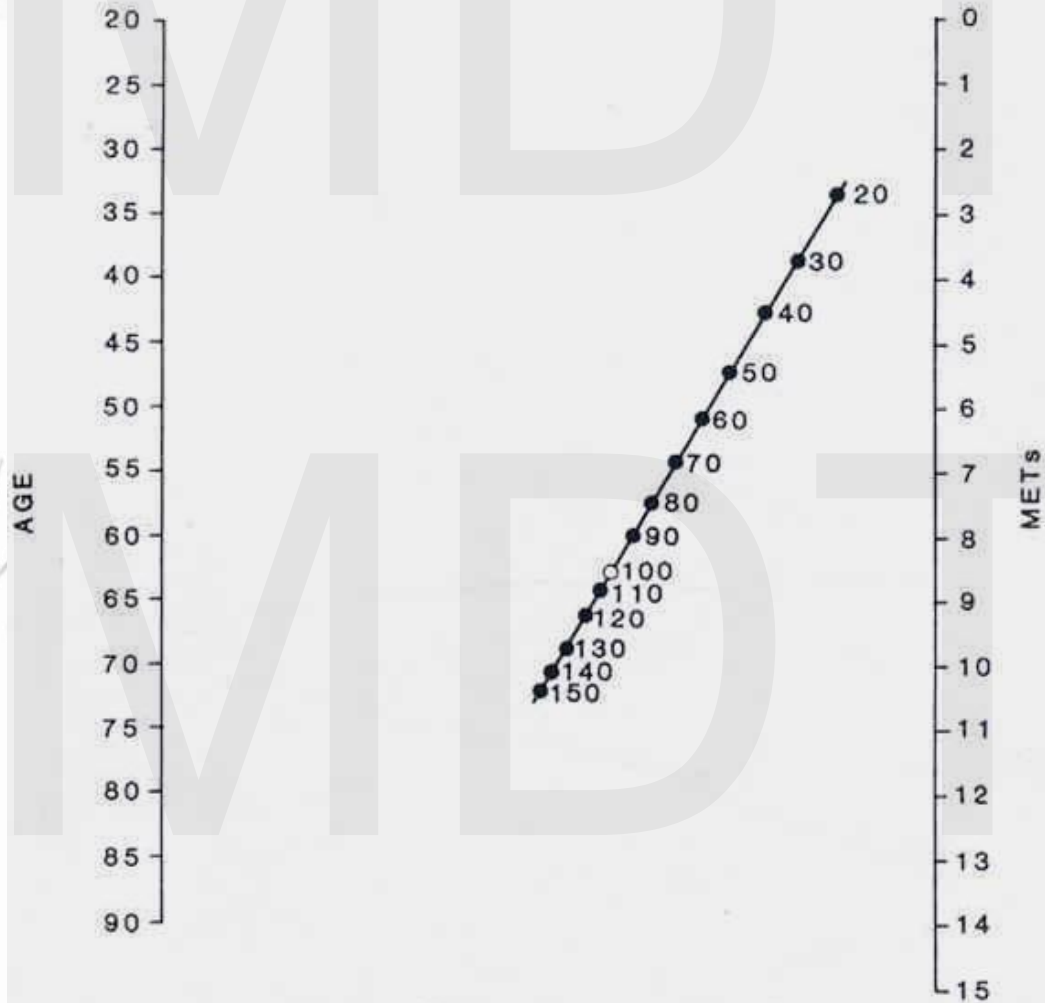
Duke Treadmill Score

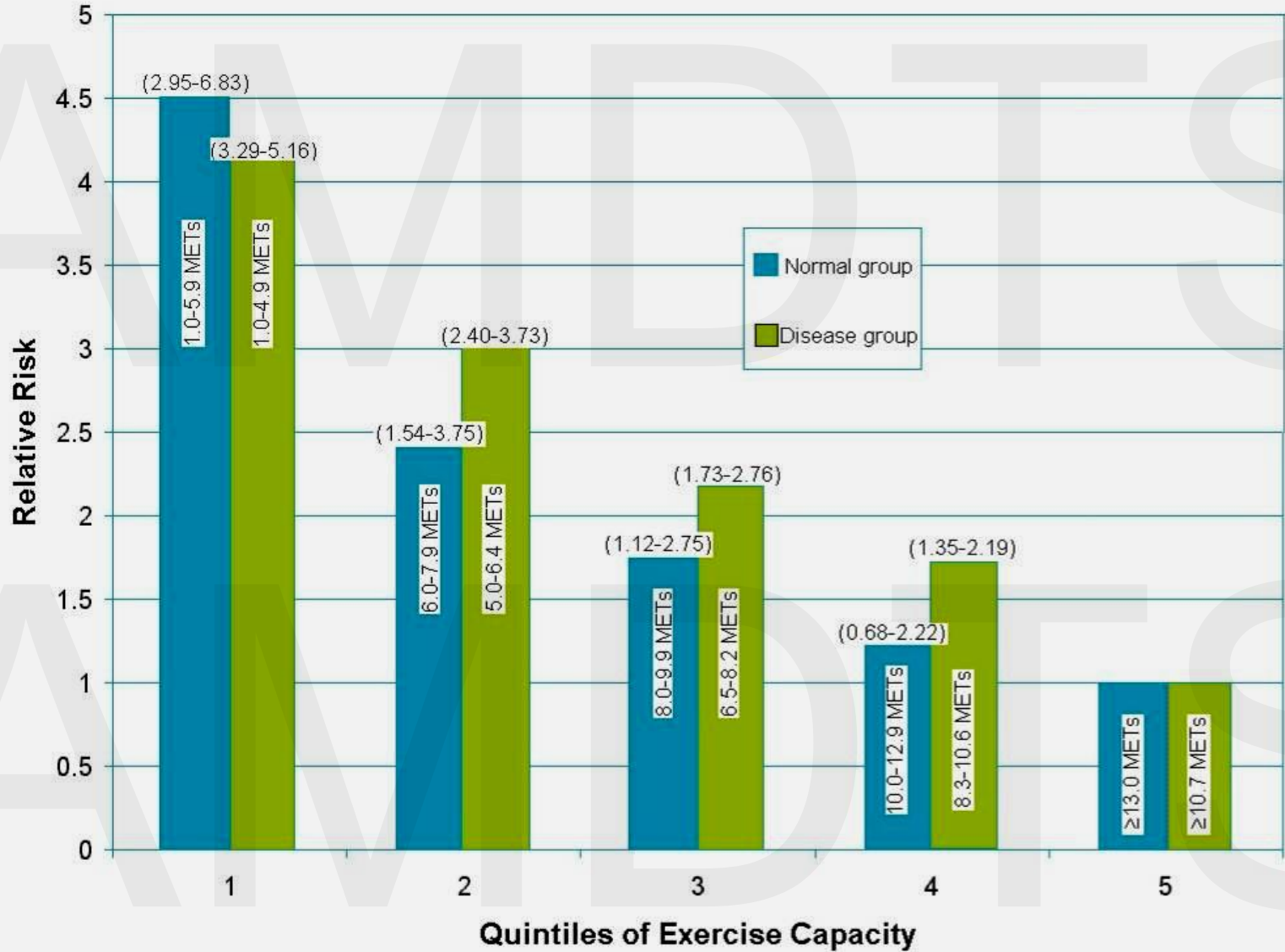


Patient de 55 ans : arrêt pour angor à 7 Mets.
 Sous-décalage de ST de 2 mm.
 Risque 4.5%

Capacité physique

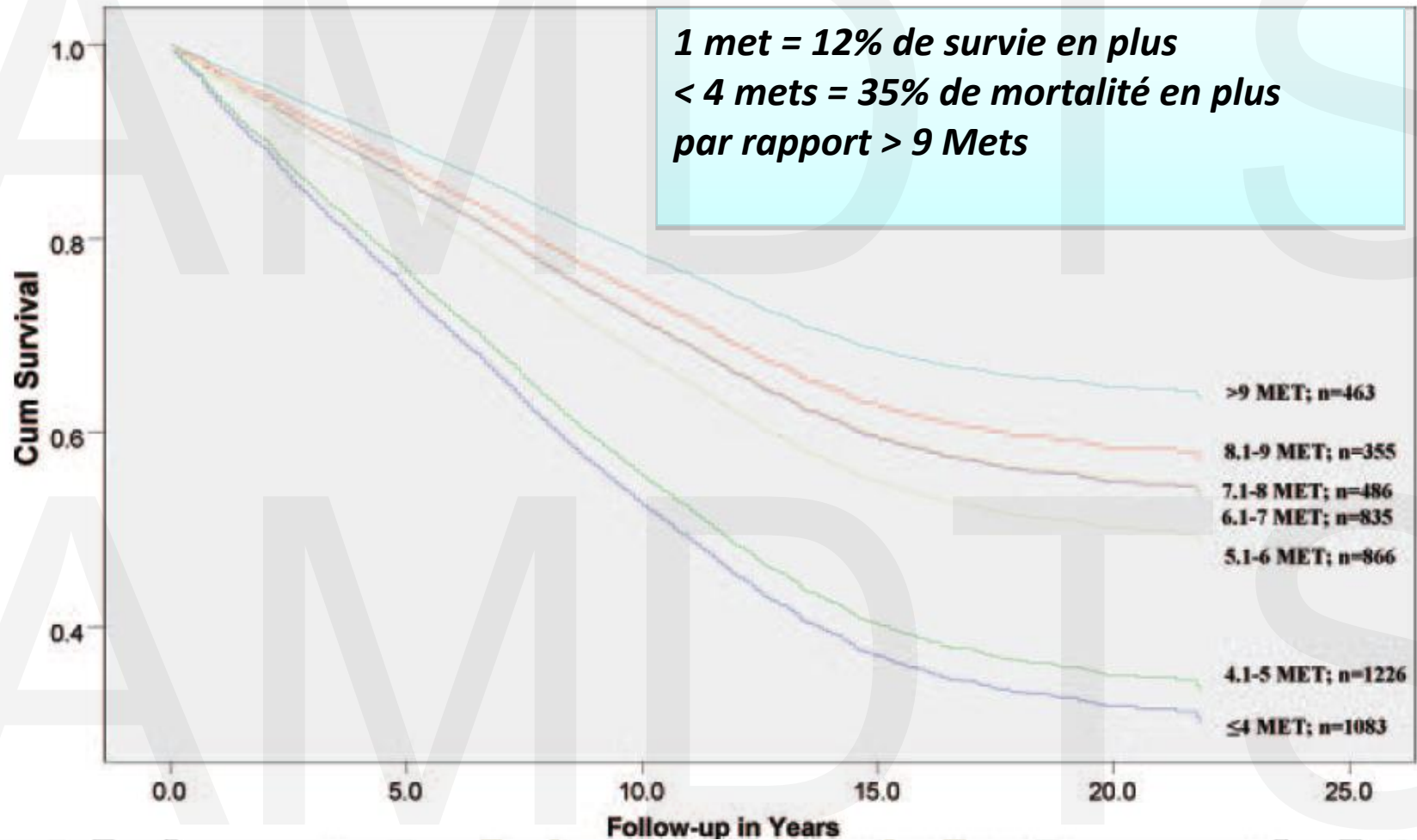
EXERCISE CAPACITY
(% Of Normal In Referral Males)





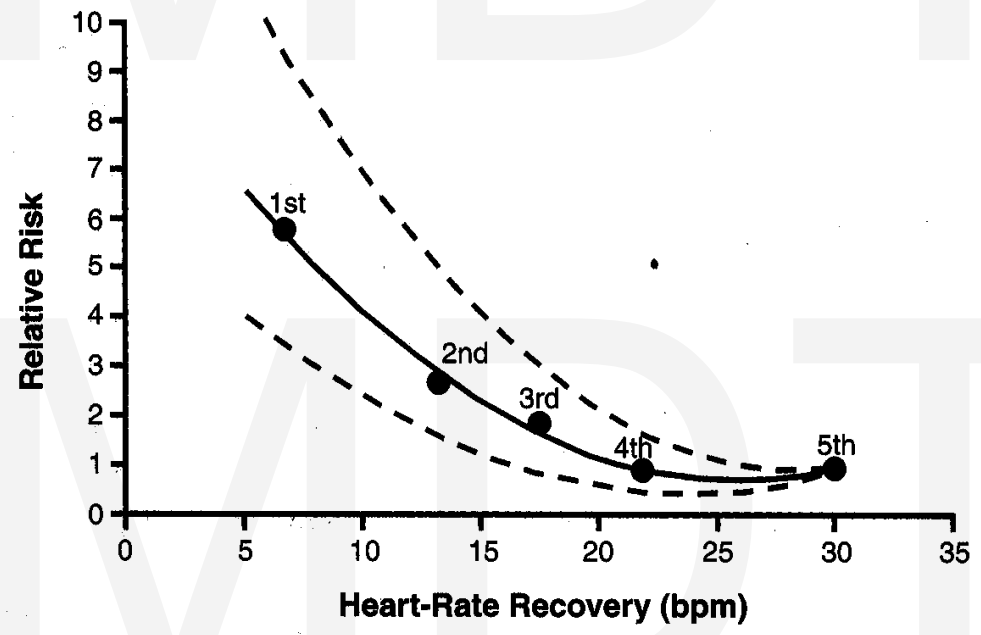
Capacité :

Sujets > 65 ans



Fréquence cardiaque de récupération

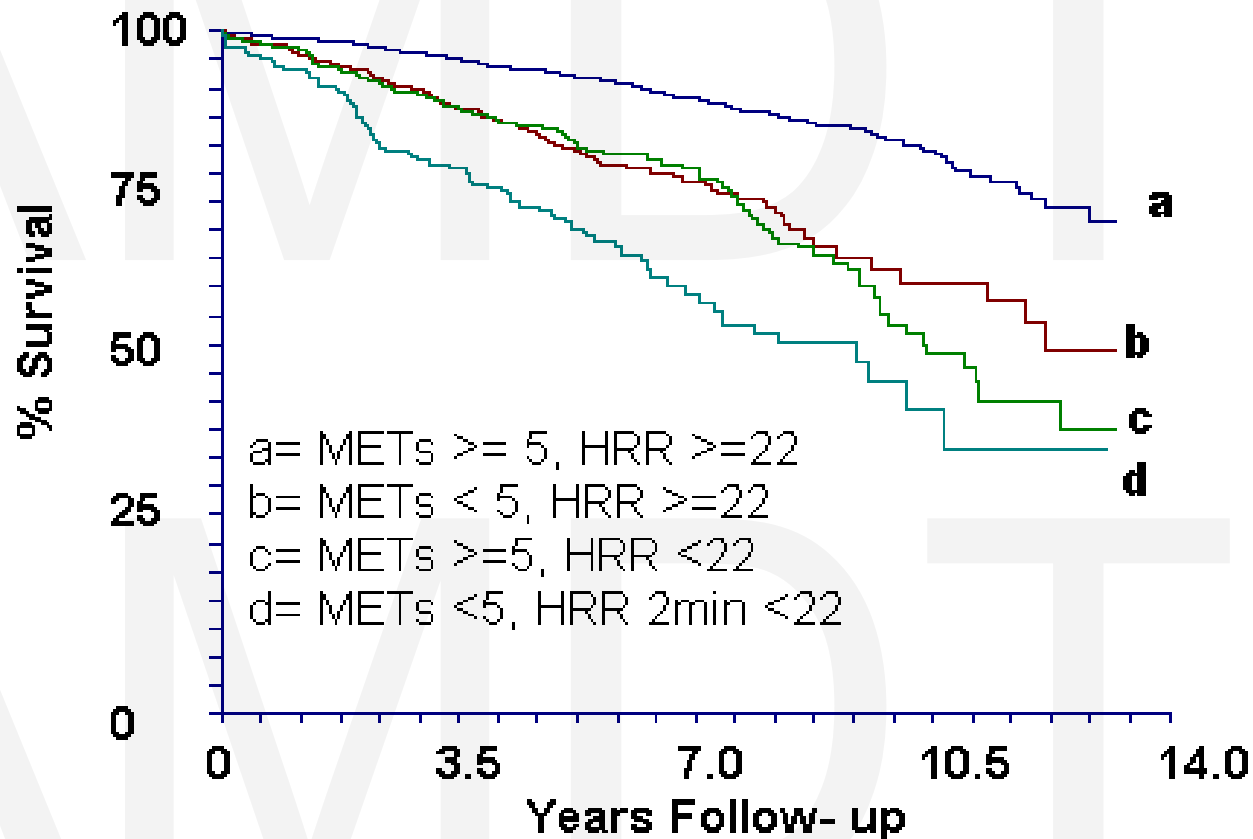
pronostic



Cole CR N Engl J Med 1999

Pronostic :

capacité physique, FC récupération



Insuffisance chronotrope

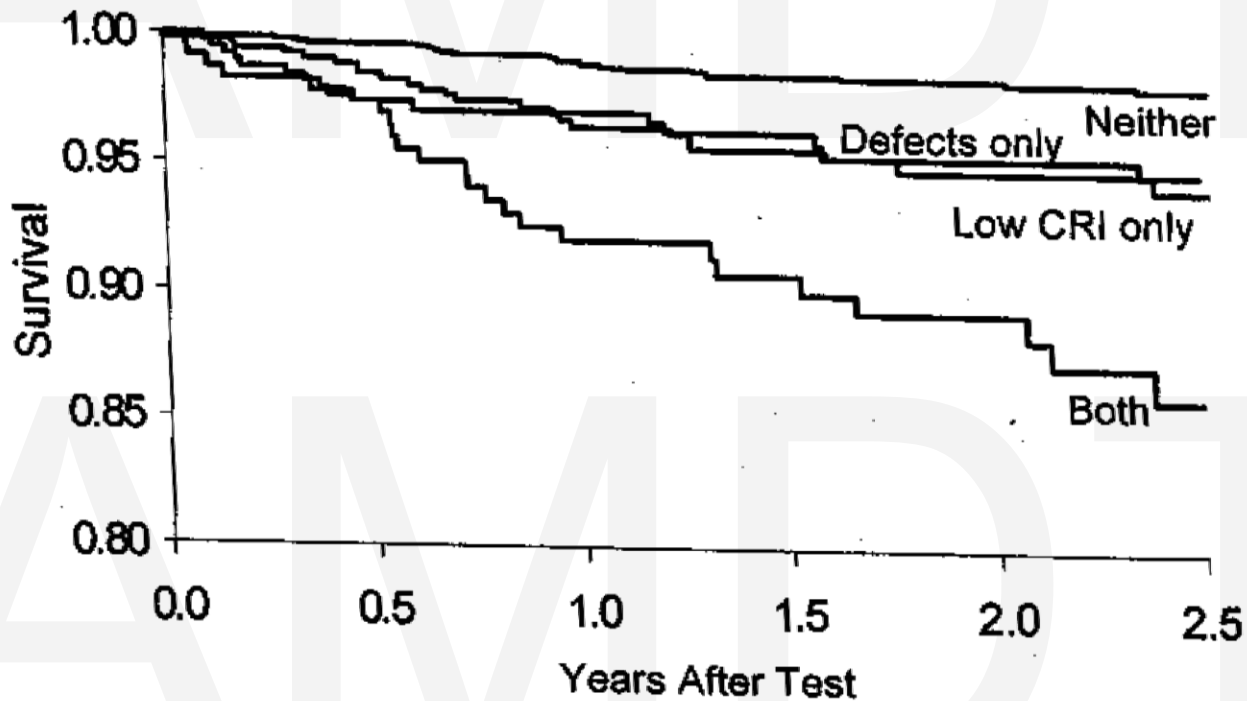
- FC < 85% FMT ou < 80% réserve
 - Idem Duke Treadmill Score
 - Supérieur à FC de récupération
 - Mais les deux associés plus puissant (risque x 4,2)
- Diminution du risque de 3% pour chaque battement gagné !

Gulati M et al. **Comparison of the chronotropic response to exercise and heart rate recovery in predicting cardiovascular mortality** Eur J Cardiovasc Prev Rehabil. 2007 Apr;14(2):215-21.

Myers J et al. **Heart Rate Response to Exercise Stress Testing in Asymptomatic Women: The St. James Women Take Heart Project.** Circulation, Jul 2010; 122: 130 - 137

Insuffisance chronotrope

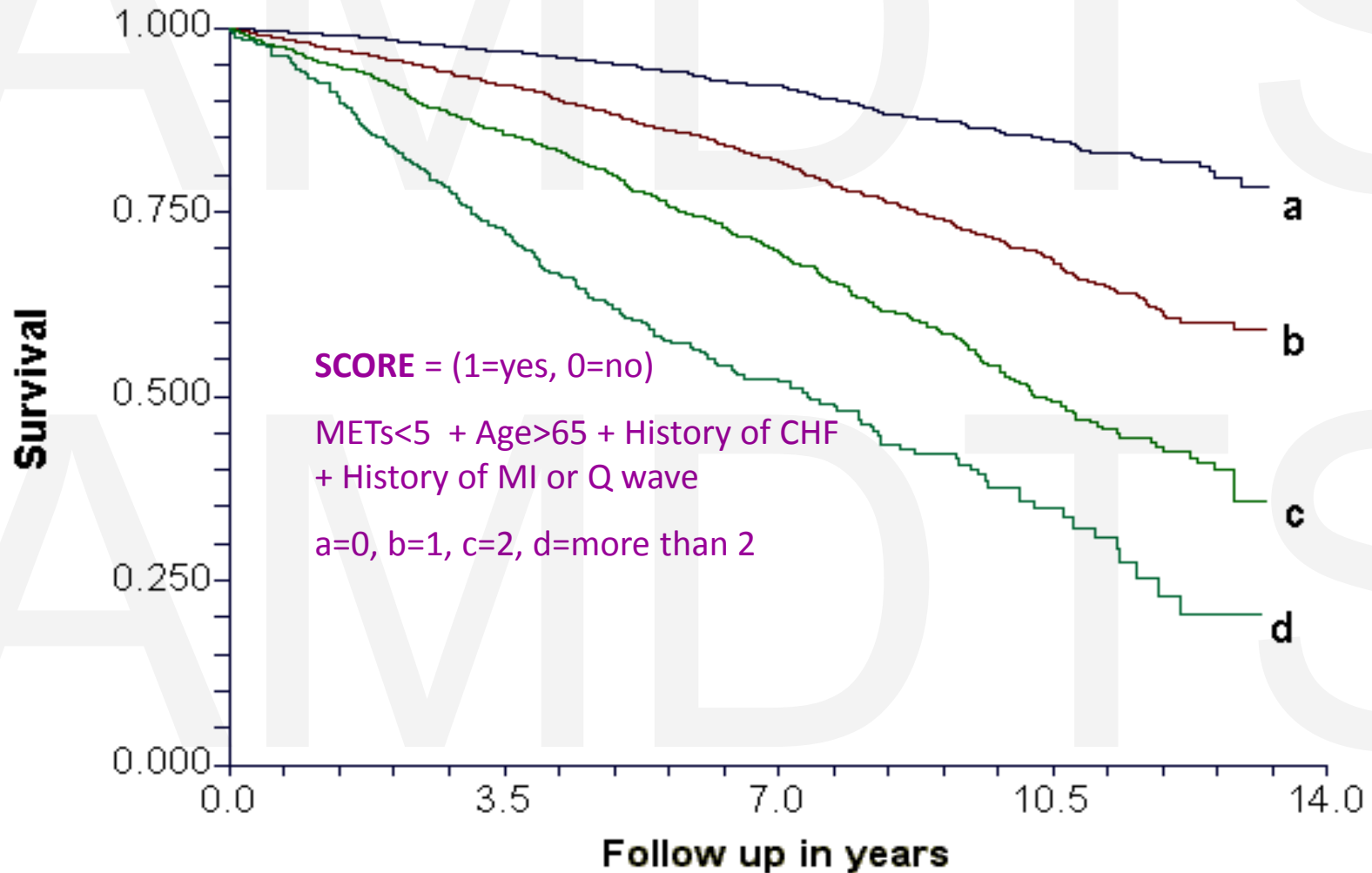
et hypofixation à la scintigraphie



Insuffisance
chronotrope
et hypofixation
à la scintigraphie
myocardique

“All-comers” prognostic score

Kaplan Meier Survival curves for Score



Au total

Bon pronostic :

- Test possible et effort bien supporté
- Pas d'arythmie ou d'ischémie sévère
- Profil PA normal
- Capacité > 8 ou 9 Mets
- Pas d'insuffisance chronotrope
- FC récupération à 2 minutes > 22 b/min

Met = 3,5 ml/min/kg d'O₂
1 litre d'O₂ = 5,05 Kcal/min
1 watt = 0,014 Kcal

$$\text{METs} = \frac{\text{Vitesse}^* \times [0.1 + (\text{pente} \times 1.8)] + 3.5}{3.5}$$

* Vitesse en m/min

Equations de prédiction et équivalents Tapis /vélo
Dany-Michel Marcadet© mon tel : 01 40 69 36 14

Nom **Prénom**

Taille (cm) **Poids (Kg)** **Age**
 174 80 49

vitesse en km/h **pente**
 5,5 14

vitesse en m/min **Mets** **soit une VO2** **soit Kcal** **Watts**
 91,67 10,22 35,77 2,861 204

Watts effectués **300**

Prédiction Watts max **% de la théorique**
 177 169

Prédiction Mets sur tapis **% de la théorique**
 10,65 96

Il faut entrer la taille le poids et l'âge en premier, les **valeurs prédites (watts ou mets)** s'inscrivent alors à la fin de l'épreuve si vous travaillez sur vélo il suffit d'entrer les watts effectués pour avoir le % de la théorie Pour ceux qui travaillent sur tapis en entrant les valeur de **vitesse en Km/h** et de pente on obtient les **watts** Attention ces calculs sont aproximatifs et peuvent être apparemment discordant entre tapis et vélo (surestir