

**ECG d'effort**  
**Trouble du Rythme et de la**  
**Conduction**

Dany Michel Marcadet  
Clinique Bizet  
Paris

# ECG d'effort

## Trouble du Rythme et de la Conduction

- Introduction
  - Diagnostic de symptômes évocateur d'une arythmie ou d'un trouble de conduction
  - Soit découverte fortuite
  - Soit évaluation de mesures thérapeutiques (traitement anti-arythmique, réglage d'un stimulateur)
- Trouble du rythme
- Trouble de la conduction
- *Indication de l'ECG d'effort en rythmologie*
  - *Alternance des ondes T, réglage des stimulateurs*

# Trouble du rythme

- L'exercice musculaire entraîne :
  - Activation du SN Sympathique
  - Diminution du SN para-sympathique
  - Augmentation des catécholamines circulantes

• Catecho  x 10

## – Modifications électrolytiques

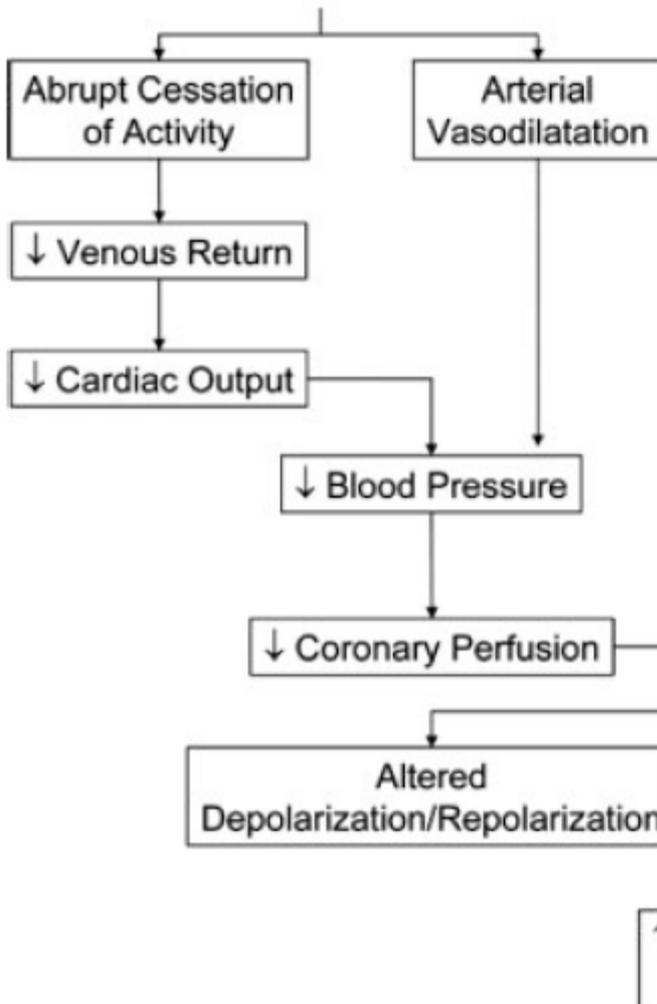
- K  x2
- Ph 

Podrid PJ, Fuchs T, Candinas R. **Role of the sympathetic nervous system in the genesis of ventricular arrhythmia.** *Circulation* 1990;82:1103—1113.

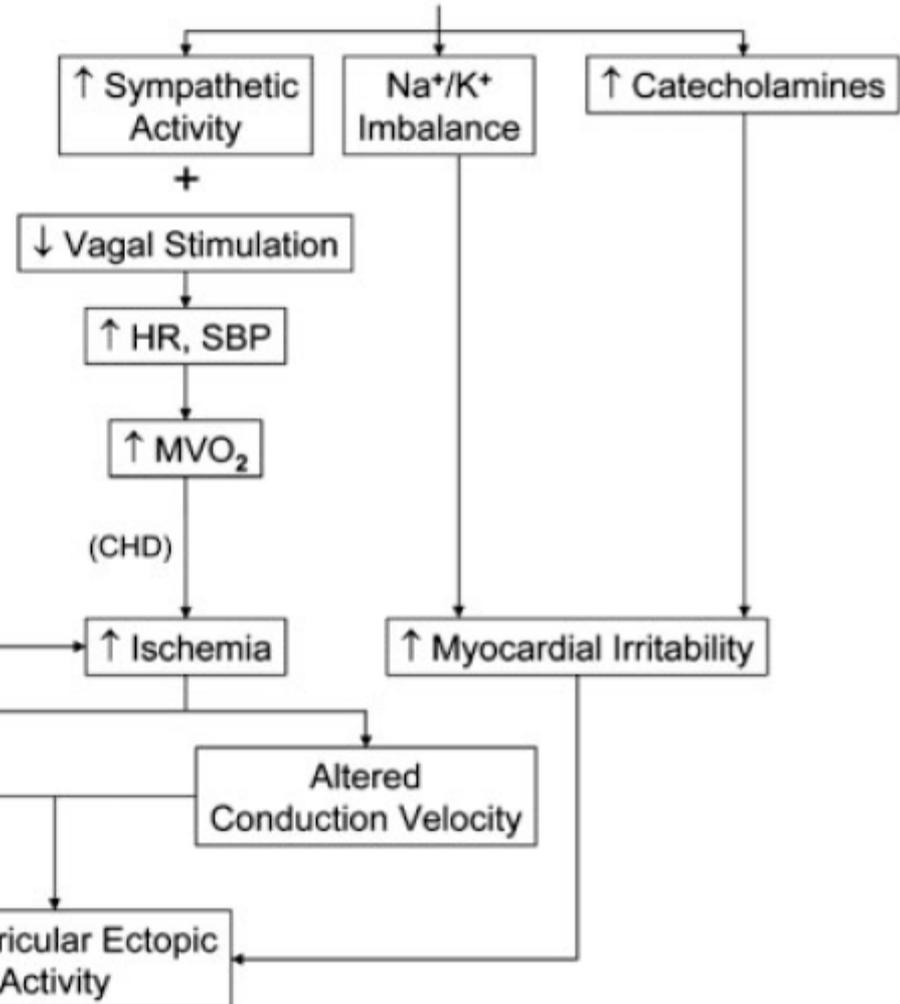
Grassi G, Seravalle G, Bertinieri G, et al. **Behaviour of the adrenergic cardiovascular drive in atrial fibrillation and cardiac arrhythmias.** *Acta Physiol Scand* 2003;177:399–404.

# Trouble du rythme

## IMMEDIATE POST - EXERCISE

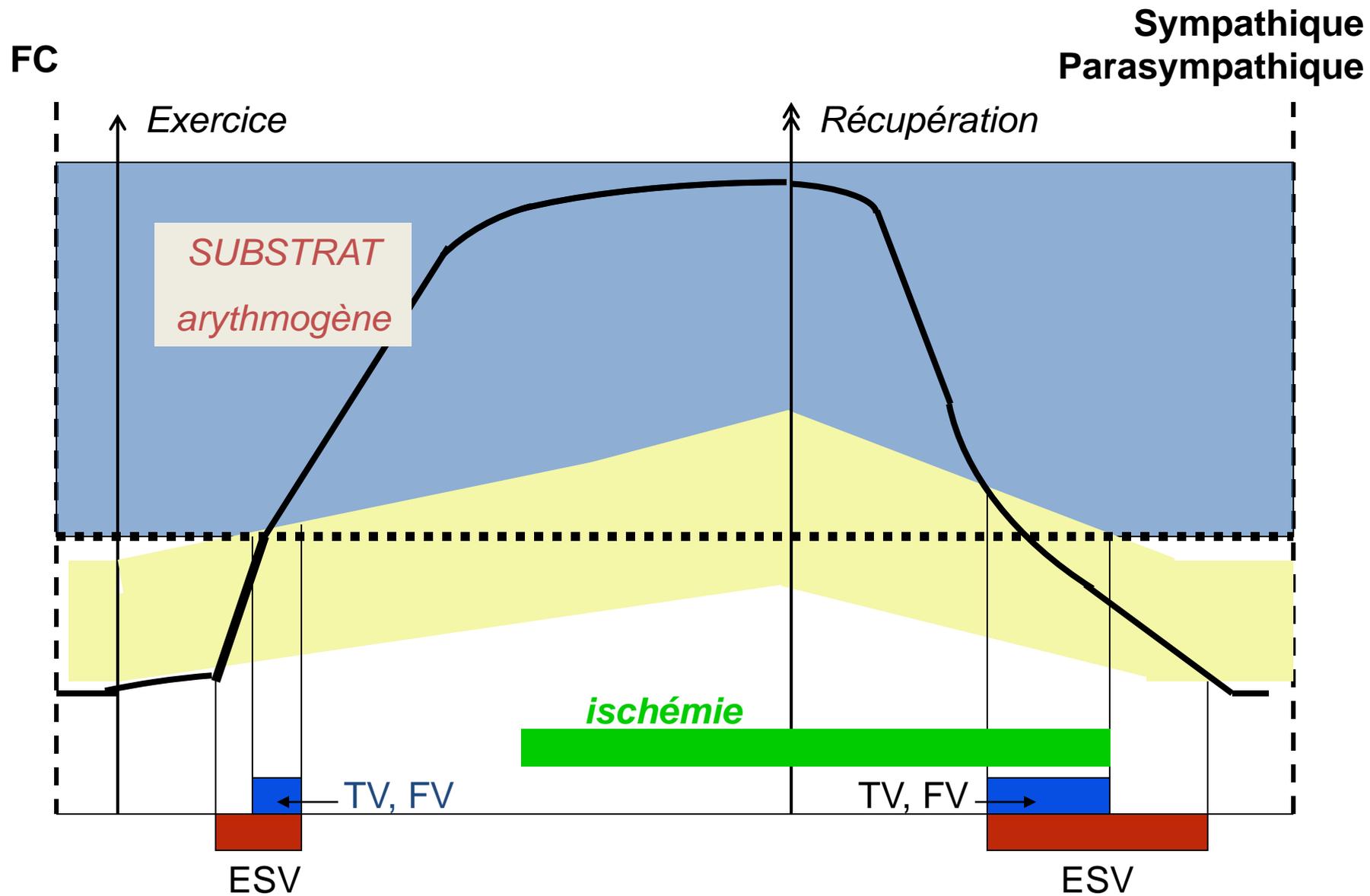


## ACUTE EXERCISE STRESS



# Trouble du rythme

- Au repos de telles modifications entraineraient arythmie et mort subite!
- Mais l'**antagonisme** entre **Catécho** et Hyper **K** diminue l'incidence des troubles rythmiques
- Cet antagonisme diminue en cas de zone ischémique ou de séquelle d'IDM.
- Pendant la **récupération** le risque augmente car les **Catécho** restent élevées alors que **K** diminue rapidement.



COMPLEXITE ET INTRICATION DES FACTEURS EN JEU DANS LES  
 MECANISMES DE DECLANCHEMENT → MEDIOCRE REPRODUCTIBILITE

# Trouble du rythme

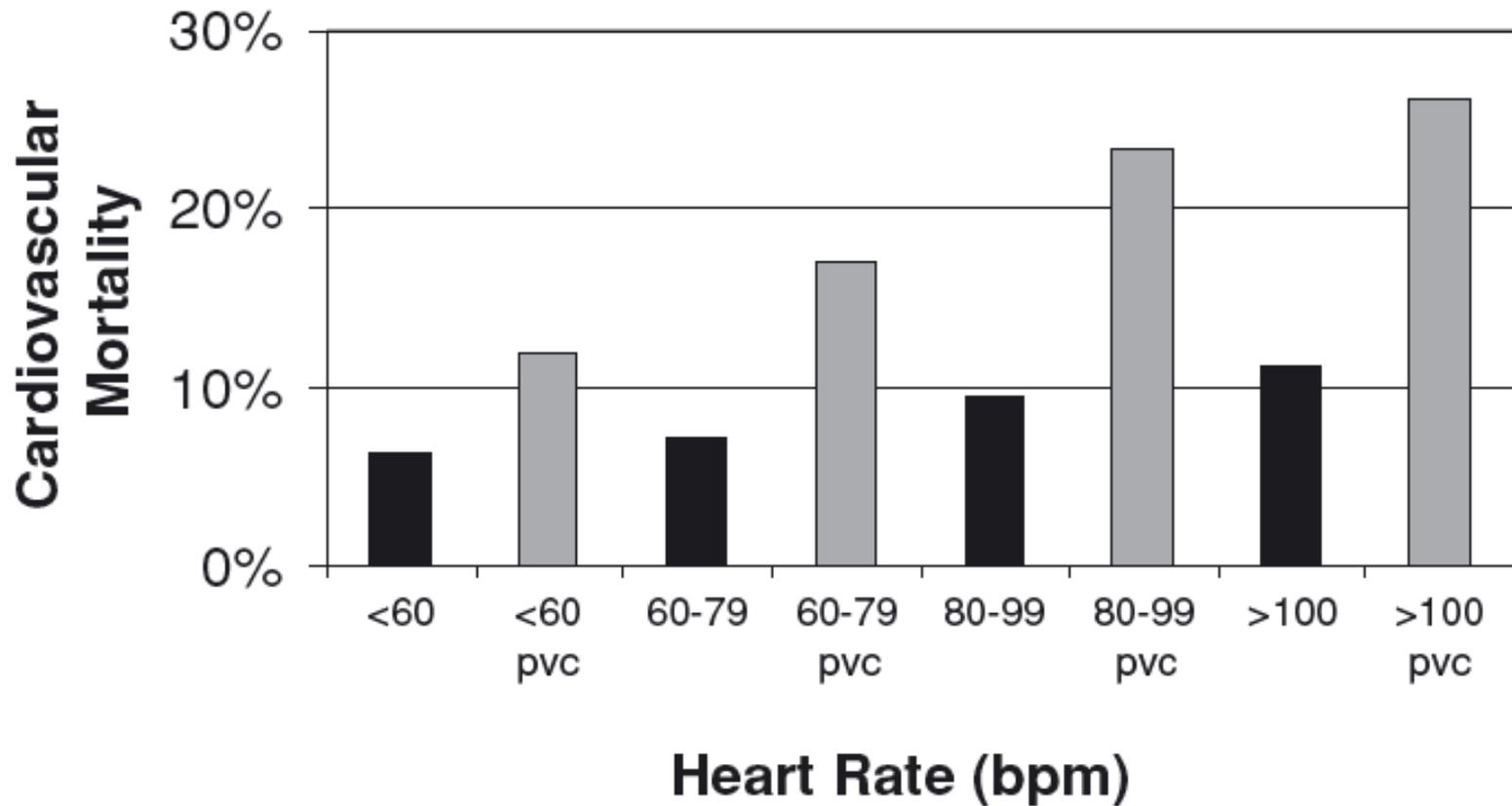
- Prévalence et signification des troubles du rythme à l'ECG d'effort
- Longtemps discuté
- Revue des études les plus récentes  
signification plus précise.

## **Exercise Test–Induced Arrhythmias**

Beckerman T, Wu T, Jones S, and Froelicher VF.

Progress in Cardiovascular Diseases, Vol. 47, No. 4, 2005: pp 285-305

# ESV et FC de repos



# ESV et TV à l'effort

- Certaines **caractéristiques ECG** prédisposent aux arythmies:
  - 6000 pts 1% de TV
    - 42% pendant l'effort
    - 58% pendant la récupération
  - Séquence RR court-long-court ou RR régulier
  - Dans cette dernière catégorie Syndrome QT long.

Tuininga YS et al: **Electrocardiographic patterns relative to initiating mechanisms of exercise-induced ventricular tachycardia**. Am Heart J 126:359-367, 1993

# ESV à l'effort

- **Age**

---

**Table 2. Number and Percentage of Subjects With PVCs Other Than Single or Occasional**

---

Age (y)	n	%
20-29	24	6.6
30-39	52	7.6
40-53	78	13.1

---

Froelicher et al, AGARD Study; n = 1640 healthy aviators.

# ESV et TV à l'effort

- **Sexe** : valeur pronostique chez l'homme mais pas chez la femme.
- **Reproductivité** : 76% environ d'autant plus forte que :
  - Âge élevé
  - Pathologie pré-existante

# ESV et TV à l'effort

- Relation ESV et Ischémie discutée
- Pour certains âge, HTA, Fn VG plutôt que ischémie
- N'est pas un critère de positivité

relation

**Marieb** Am J Cardiol 1990  
**Fleg** Am J Cardiol 1984  
**Faris** Am J Cardiol 1976

Pas de relation

**Schweikert** 1999  
**Casella** Int J Cardiol 1993  
**Busby** J Am Coll Cardiol 1989  
**Weiner** Am J Cardiol 1984  
**McHenry** PL Am J Cardiol 1976

# Arythmie supra-ventriculaire

- Plus rares que ventriculaires
- Etudes peu nombreuses
- Pas de valeur prédictive de mortalité ou de cardiopathie
- Taille OG
- Valeur prédictive d'AC/FA ou de crise de TSV

Bunch TJ, J Am Coll Cardiol 2004

Maurer MS Am J Cardiol 1995

# Etudes cliniques pronostiques

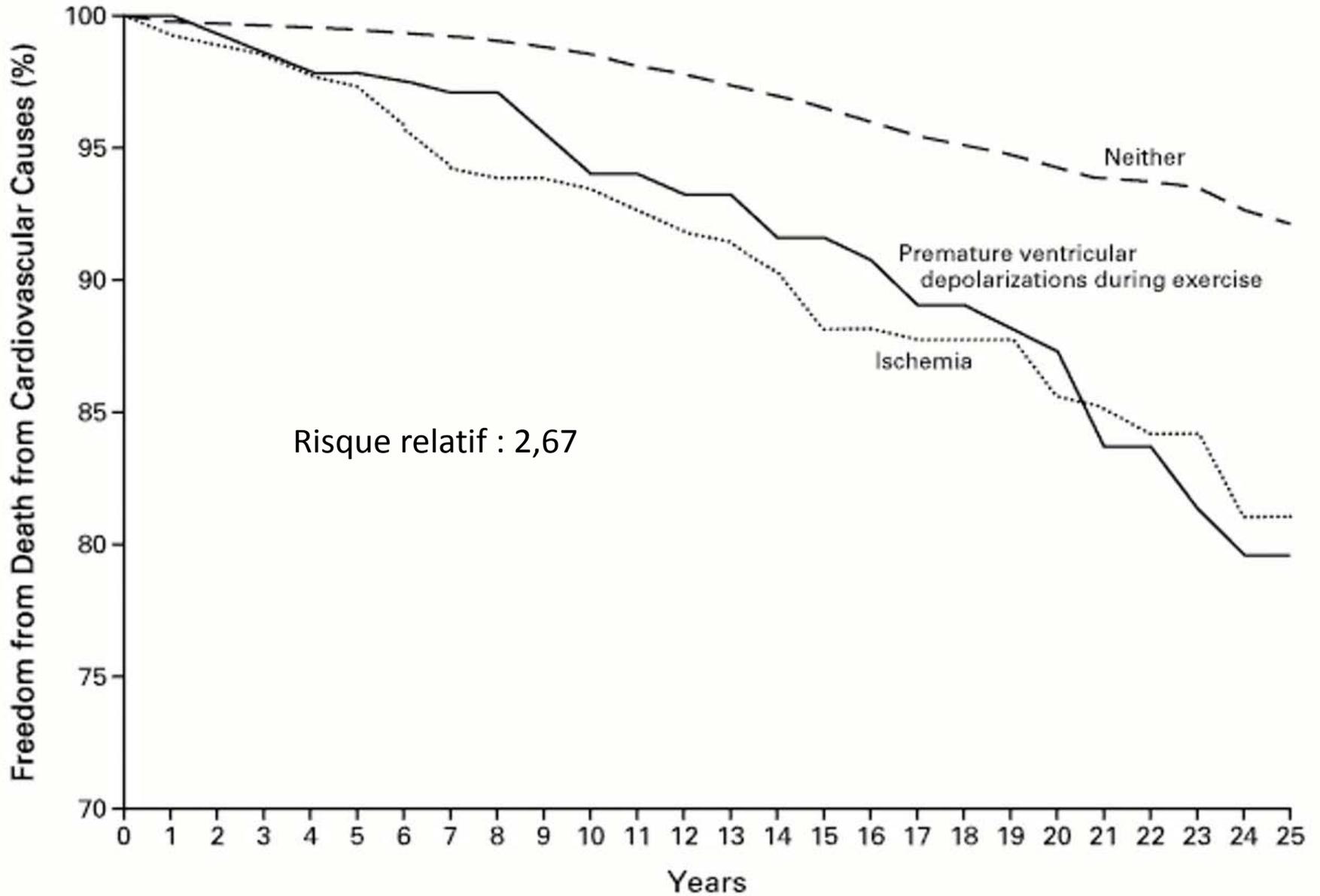
## *ESV à l'effort*

- **Sujets apparemment sains**

- Augmentation de la morbidité et de la mortalité cardio-vasculaire

- Idem **Busby** MJ, J Am Coll Cardiol 1989
- Augmentation **Froelicher** V, Am J Cardiol 1974
- Augmentation **Jouven** X, N Engl J Med 2000
- Augmentation mortalité totale mais pas CV  
**Morshedi-Meibodi** Circulation 2004

X Jouven et al. ( *NEJM* 2000;343:826 ) . 6101 H 42-53 ans suivis 23 ans



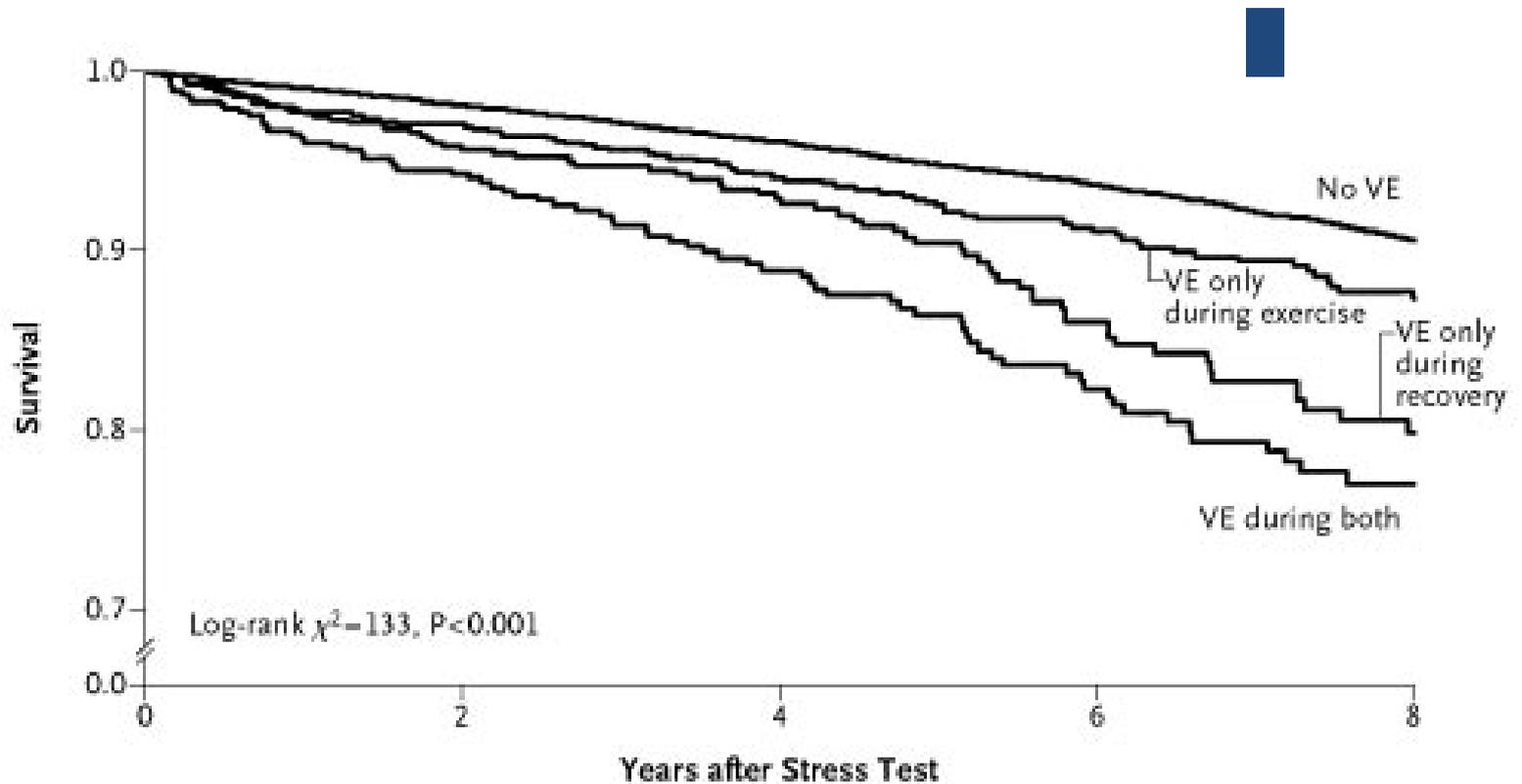
# Etudes cliniques pronostiques

## *ESV à l'effort*

- **Patients adressés pour suspicion d'ischémie**
  - Évènements CV ( avec FC max) Elhendy Am J Cardiol 2002
  - ESV en récupération > effort Frolkis N Engl J Med 2003
  - Augmentation mortalité surtout si associées à ESV  
repos Beckerman J, Ann Noninvasive Electrocardiol 2005

# Risque de décès et ESV d'effort : Frolkis et al NEJM 2003

« ESV » si 7 ou plus au cours d'une minue



### No. at Risk

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
No VE	27,219	26,295	22,900	19,576	16,708	13,971	11,283	9292	6480
VE only during exercise	945	900	840	687	598	504	418	352	255
VE only during recovery	589	564	474	425	331	276	226	162	121
VE during both	491	459	403	329	265	231	190	148	122

# Etudes cliniques pronostiques

## *ESV à l'effort*

- **Coronariens**
- **ESV plus fréquentes et plus complexes si**
  - lésions significatives,
  - tri-tronculaires,
  - altération de la FE
- **Pas d'aggravation de la mortalité ou de évènements en cas d'ESV!**

**Sami M**, Am J Cardiol 1984 - **Nair CK**, Am J Cardiol 1984 - **Califf RM**, J Am Coll Cardiol 1983 - **Schweikert RA**, Am J Cardiol 1999 - **Casella G**, Int J Cardiol 1993 - **Weiner DA**, Am J Cardiol 1984.

# Etudes cliniques pronostiques

## *ESV à l'effort*

- **Insuffisants cardiaques**
  - Facteur prédictif de mortalité surtout si surviennent en récupération

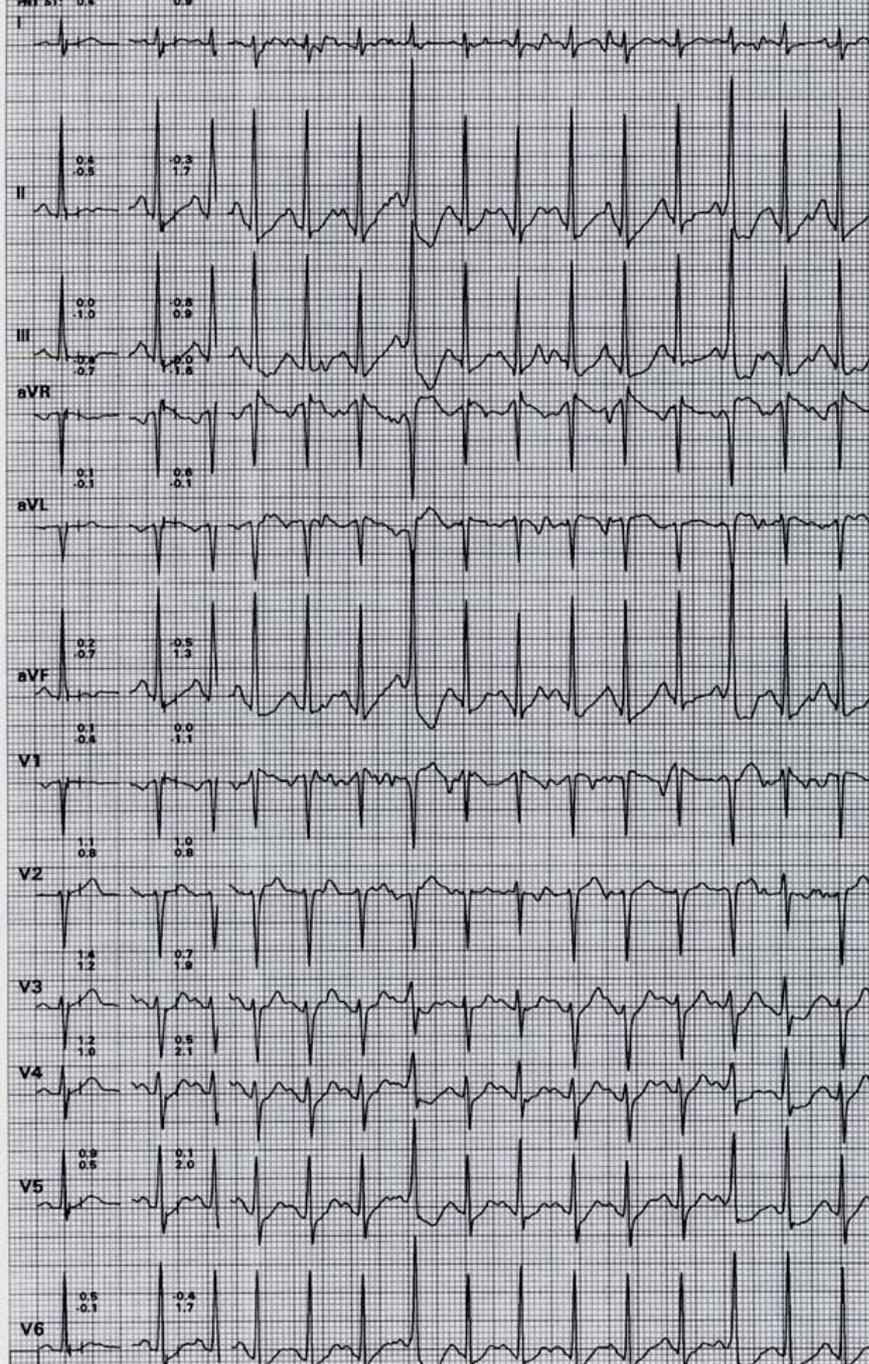
O'Neill JO, J Am Coll Cardiol 2004.

# TV à l'effort

- Fréquence 0,08% Tamakoshi K, J Cardiol 2002
- TV non soutenue Yang JC, Arch Intern Med 1991
  - Pas d'augmentation de mortalité
  - Pas de complication peu reproductif
- TV soutenue
  - Plus rares (0,001%)
  - Plus grave...

# WPW

- A rechercher systématiquement (faux positif)
- Peut disparaître à l'effort si période réfractaire longue de la voie accessoire
- Peut apparaître à l'effort !



# Troubles de conduction à l'effort



# Troubles de conduction à l'effort

**Dysfonction sinusale**

**Bloc sino-auriculaire**

**Bloc auriculo-ventriculaire**

**Bloc de branche**

**Hémi-bloc de branche**

**Bloc intra-ventriculaire**

# Troubles de conduction à l'effort

## Dysfonction sinusale

*Réponse inadaptée de la FC à l'effort*

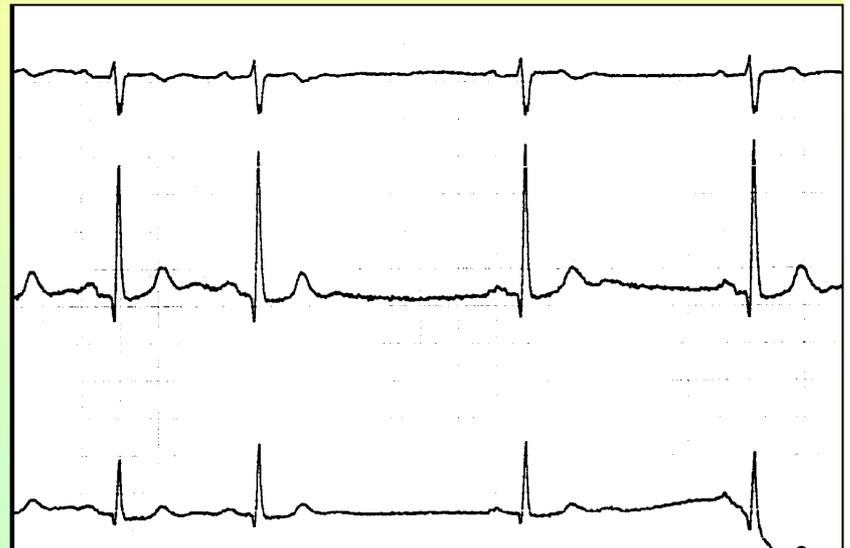
*Insuffisance chronotrope*

*( < 85% FMT )*

Lésions coronaires sévères

Bloc sino-auriculaire

Médicaments (Béta -, Ca -)



# Troubles de conduction à l'effort

## Bloc auriculo-ventriculaire

Bloc **nodal** : disparaît à l'effort

Apparaît en récupération

Bloc **distal** peut survenir à l'effort :

BAV II ou III fréquence-dépendant,

Le plus souvent dégénératif :

Absence angor, trouble de la repolarisation

La survenue d'un BAV à l'effort fait évoquer un bloc infrahisssien et pose l'indication d'une stimulation définitive.

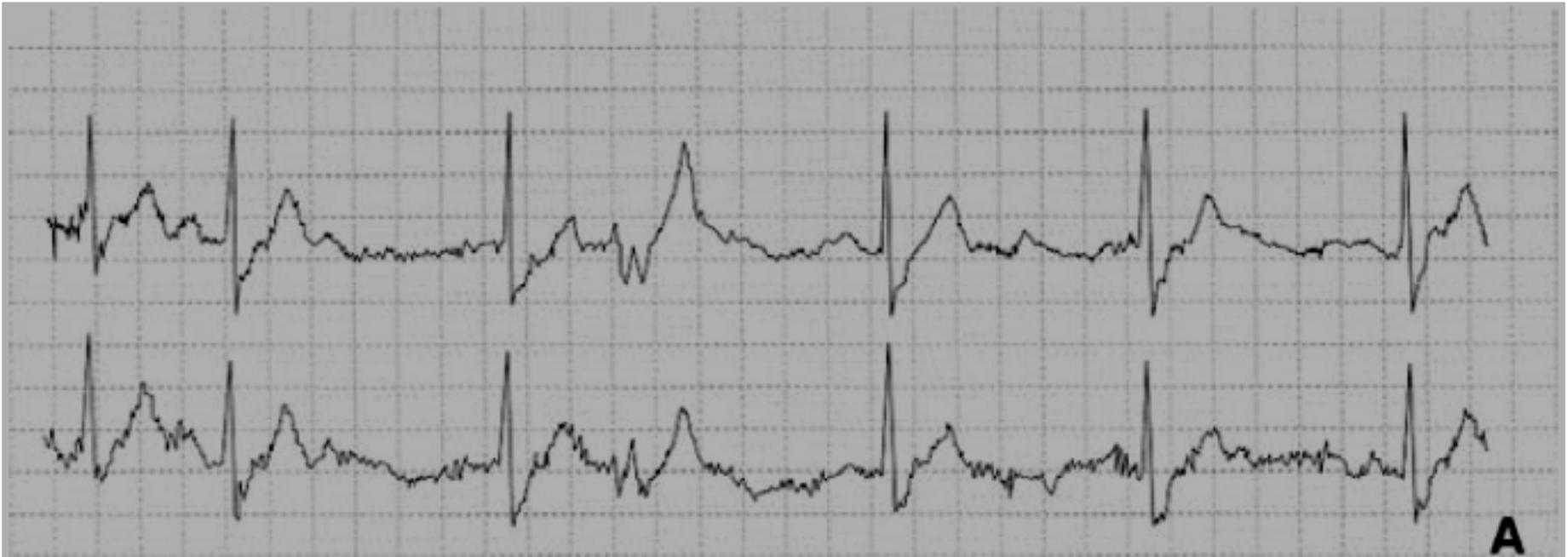


# Troubles de conduction à l'effort

- *Homme de 74 ans présentant un bloc de branche droit et des extrasystoles ventriculaires fréquentes sur l'électrocardiogramme de repos, et ayant eu deux syncopes à l'effort.*
- *Le test est demandé pour éliminer une tachycardie ventriculaire alors qu'une insuffisance coronaire est suspectée.*

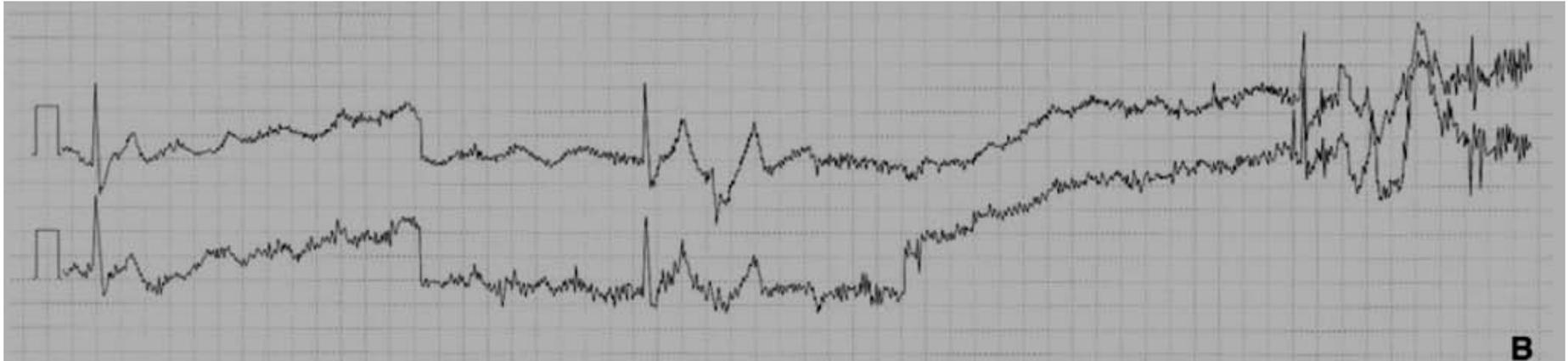
# Troubles de conduction à l'effort

- Palier 2 du protocole de Bruce: dyspnée, fatigue...



# Troubles de conduction à l'effort

- Palier 3



# Troubles de conduction à l'effort

## **Bloc de Branche**

*Fréquence : 0,49 %*

## **BBG > BBD**

*Etiologie :*

- Atteinte primitive du tissu de conduction
- Ischémique
- Drogues modifiant la conduction
- **1/2 cardiopathie sous-jacente**

# Troubles de conduction à l'effort

## Bloc de Branche

### Dégénératif :

Wayne	2/16
Williams	11/50
Virtanen	7/7
Bounhoure	7/32
Vasey	9/28
Cardiopathie :	
Wayne	2/16

## Bloc de Branche

### Ischémique

Puello	1
Oliveros	1
Boran	1
Wayne	10/16
Vasey	19/28
Williams	39/50
Bounhoure	25/32

# Troubles de conduction à l'effort

## Bloc de Branche

*En faveur d'une ischémie*

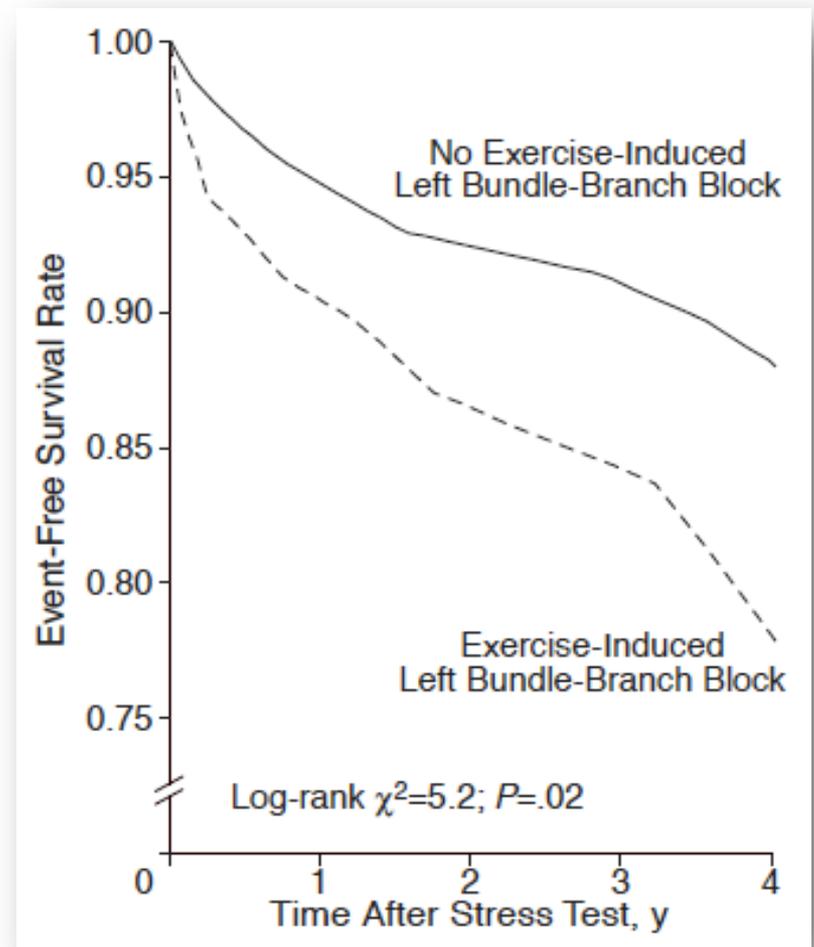
Apparition pour une FC < 125 mm

Précédé :

- *Angor*
- *Sous-décalage de ST*
- *Hémibloc de branche*

# Valeur pronostique du BBGC à l'effort

- 17277 tests d'effort
- 70 cas comparé à un groupe contrôle pendant 4 ans
- Haut risque CV



# Troubles de conduction à l'effort

## **Hémiblocs de branche**

*Fréquence : 0,28 %*

*Etiologie :*

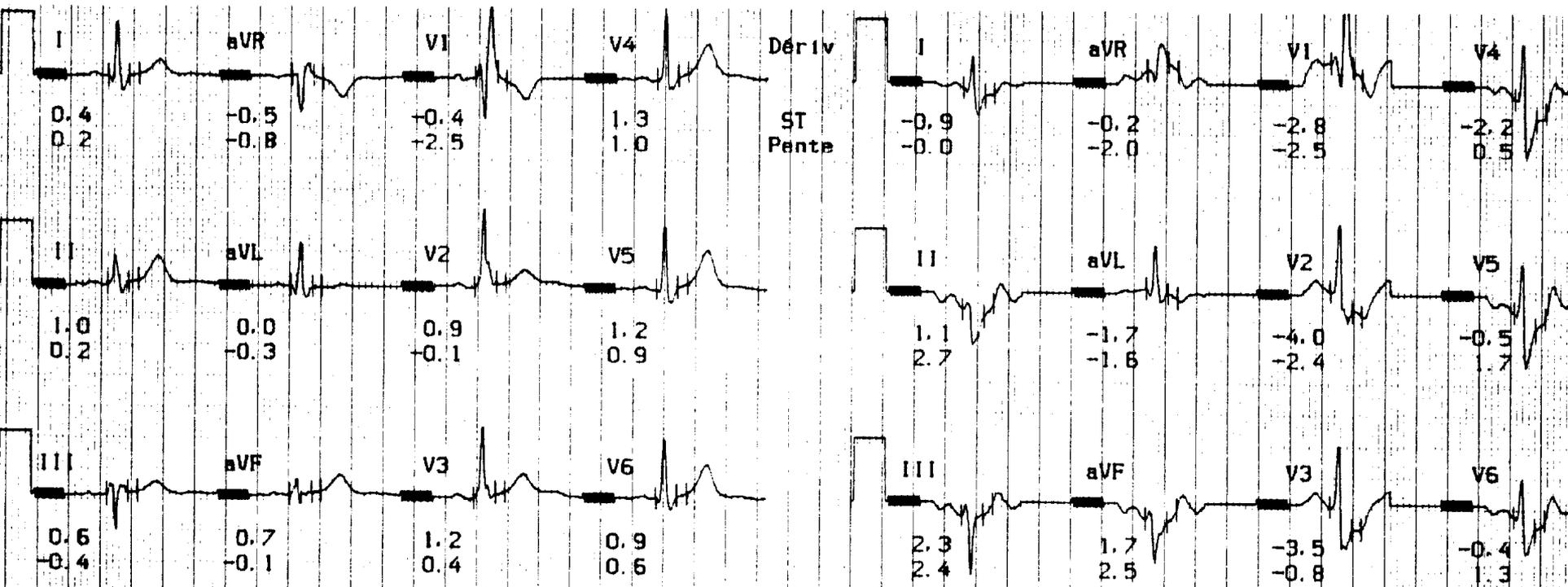
Altération primitive du tissu de conduction

Ischémie transitoire

Drogues modifiant la conduction

# Troubles de conduction à l'effort

## Hémibloc antérieur





# Troubles de conduction à l'effort

## *Etiologie*

### **HB dégénératif**

Aucun cas décrit  
dans la littérature

2 cas dans notre  
expérience

### **HB iatrogène**

Antiarythmique  
de classe Ic

Elargissement de QRS

Déviations axiales

# Troubles de conduction à l'effort

## *Etiologie*

### HB ischémique

### Mécanisme :

#### *Vascularisation des hémi-branches*

- *Antérieure* :
  - 1° septale (IVA)
- *Postérieure* :
  - artère du nœud AV (9/10)(CD)
  - circulation collatérale

	HBAG	
HBPG		
Kubbertus	3	1
Bobba	4	
Oliveros	2	
Huang	1	
Boran	4	
Marcadet	11	13

# Troubles de conduction à l'effort

## *Etiologie*

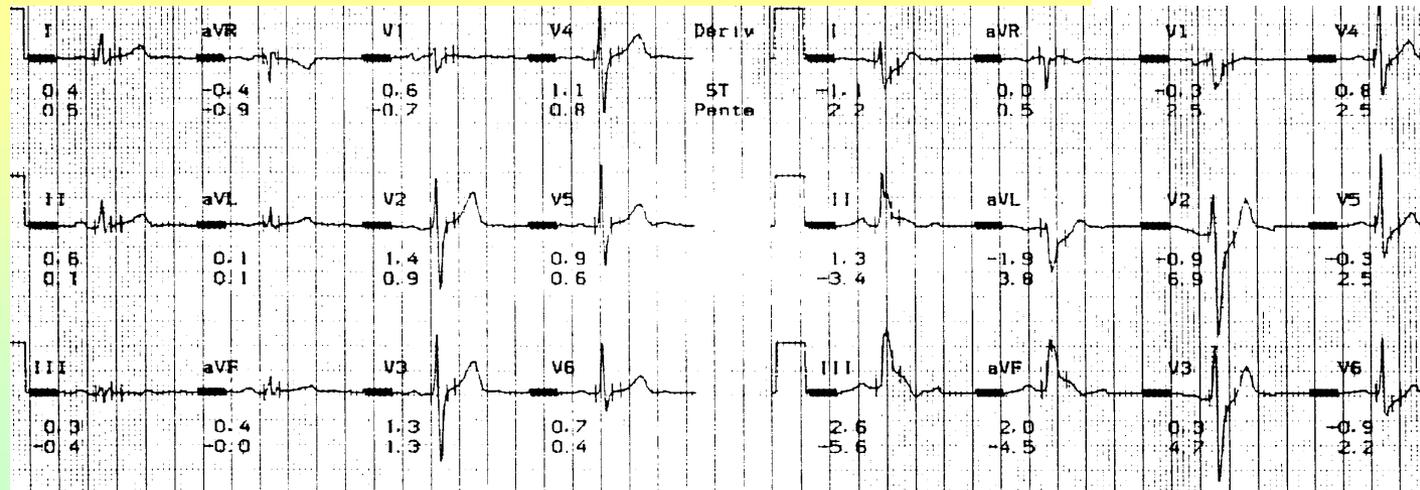
### **Arguments en faveur d'une ischémie transitoire:**

- angor typique
- troubles de la repolarisations associés (20/24)
- lésions coronaires (18/18)
- disparition après revascularisation

# Troubles de conduction à l'effort

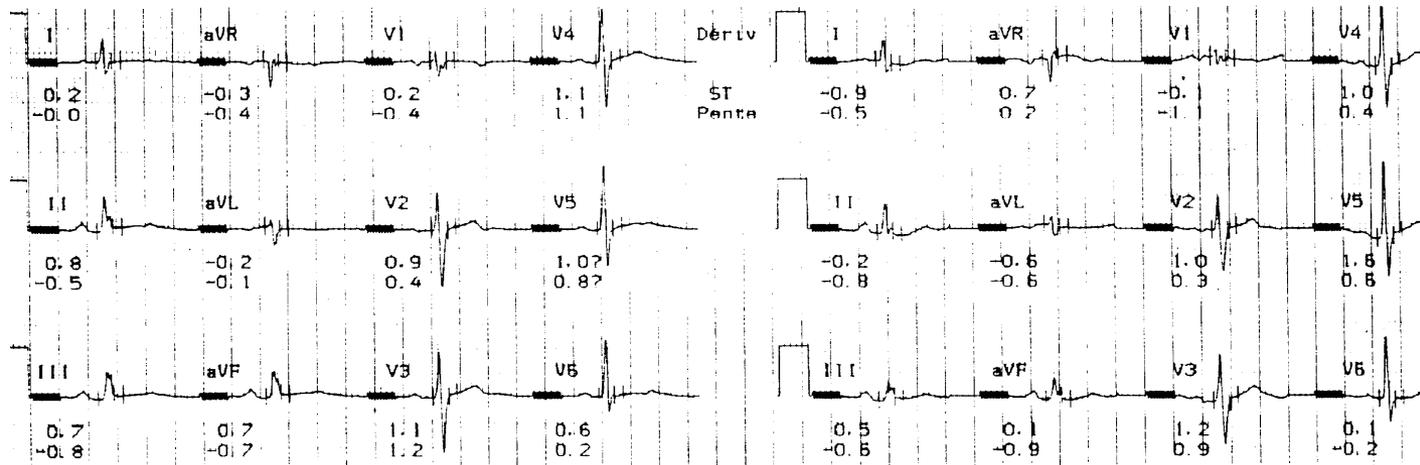
## *Etiologie*

HBPG à l'effort  
disparaissant  
après  
revascularisation



REST

PEAK EXERCISE



# Troubles de conduction à l'effort

*Etiologie*

**Valeur localisatrice :**

	<b>TC</b>	<b>IVA</b>	<b>Cx</b>	<b>CD</b>
<b>HBAG</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>HBPG</b>		<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

# Troubles de conduction à l'effort

## *Etiologie*

### **Sévérité des lésions :**

Sus-décalage de ST 11/24

Sténoses > 80 % 18/18

Sténose > 90 % 15/18

# Troubles de conduction à l'effort

*Etiologie*

## **Trouble de conduction intra-ventriculaire**

Equivalent du “péri infarction bloc”

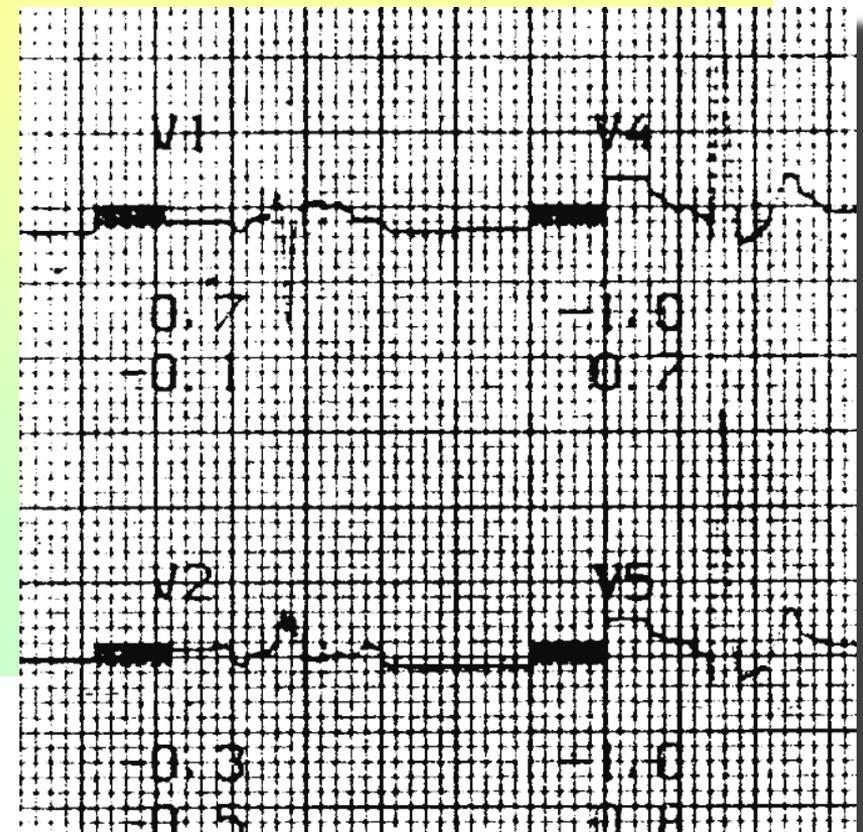
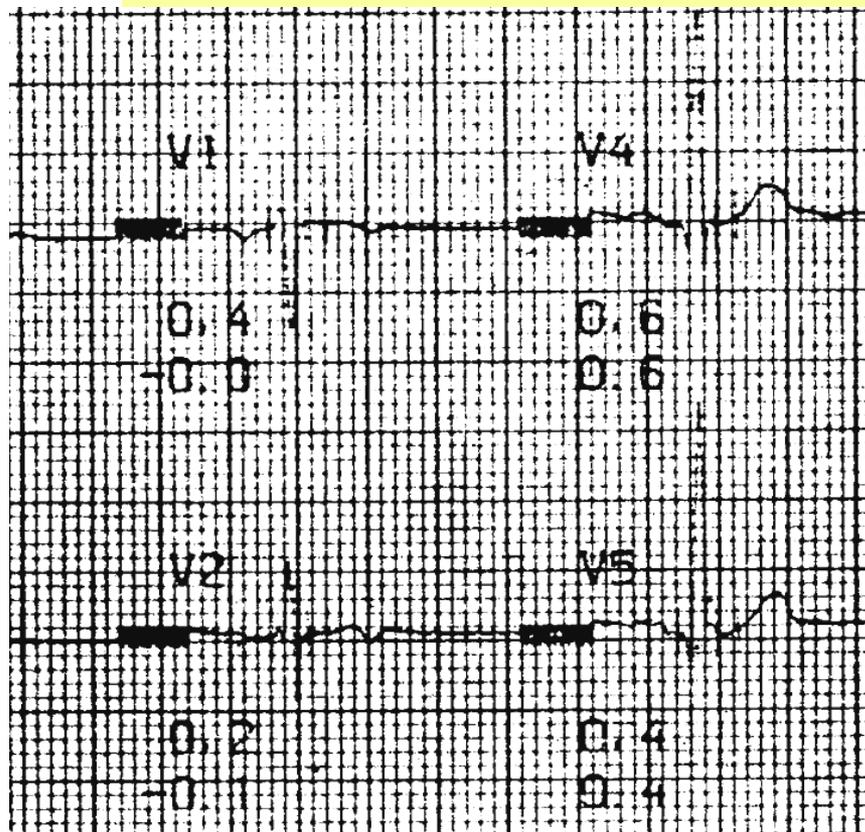
En rapport avec une lésion sévère (> 90 %) de l'artère du territoire atteint

# Troubles de conduction à l'effort

## Trouble de conduction intra-ventriculaire

Repos

Effort



# Troubles de conduction à l'effort

## Conclusion

**BSA** dégénératif, ischémie, iatrogène.

**BAV** dégénératif

**BB** cardiopathie  $\frac{1}{2}$ , facteur pronostique

**HB** ischémique

valeur localisatrice

***Intra-ventriculaire*** : ischémique, valeur localisatrice

# Conclusion

- Arythmie à l'effort
  - Supraventriculaire : rechercher AC/FA, TSV, OG
  - Ventriculaire :
    - Facteur pronostique même chez le sujet apparemment sain
    - Fn VG, âge, sexe, cardiopathie sont des éléments favorisant
- Trouble de conduction: soit dégénératif, soit ischémique soit iatrogène.