

CLARCS PREMIERE !

11 Juin 2015 - Montpellier

Que sait t'on vraiment du cœur d'athlète ?

11 Juin 2015 - Montpellier

F. Carré

Hôpital Pontchaillou - Université Rennes 1-INSERM U 1099

The Athlete's Heart.

What we did learn from Henschen,
what Henschen could have learned from us!

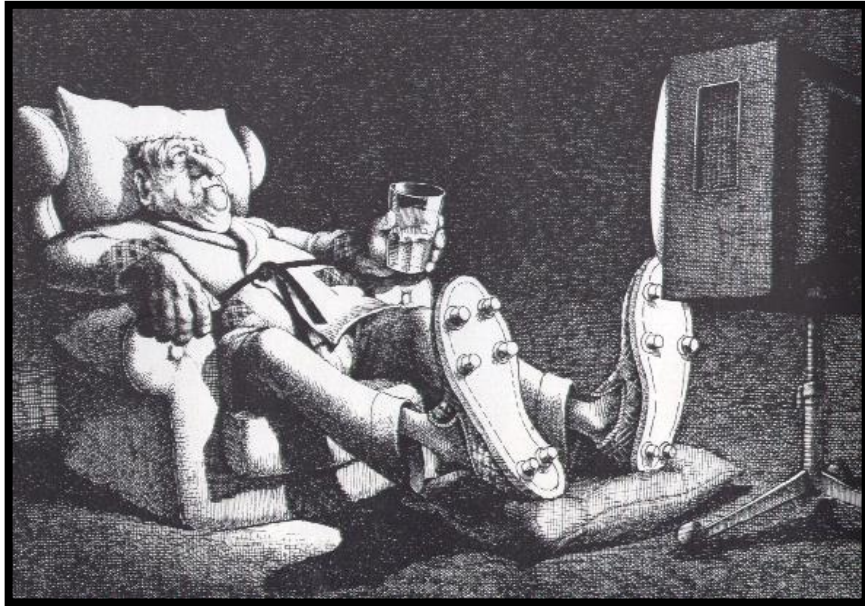
R. ROST

*From the Institute of Sports Medicine and Circulation Research
German University of Sport Sciences, Cologne, Germany*

«... skiing causes an enlargement of the heart and this enlarged heart can perform more work than the normal one. There is therefore a physiological enlargement of the heart due to the athletic activity: **THE ATHLETE'S HEART** »

Henschen, 1899

N'est pas athlète qui croit !



Athlète, de qui parle t'on ?

Athlète

Entraînement :

- > 6-8 heures / semaine
- > 60 % VO_2 max.
- > 6 mois

Entraînement régulier

Compétition

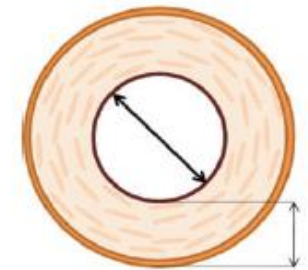
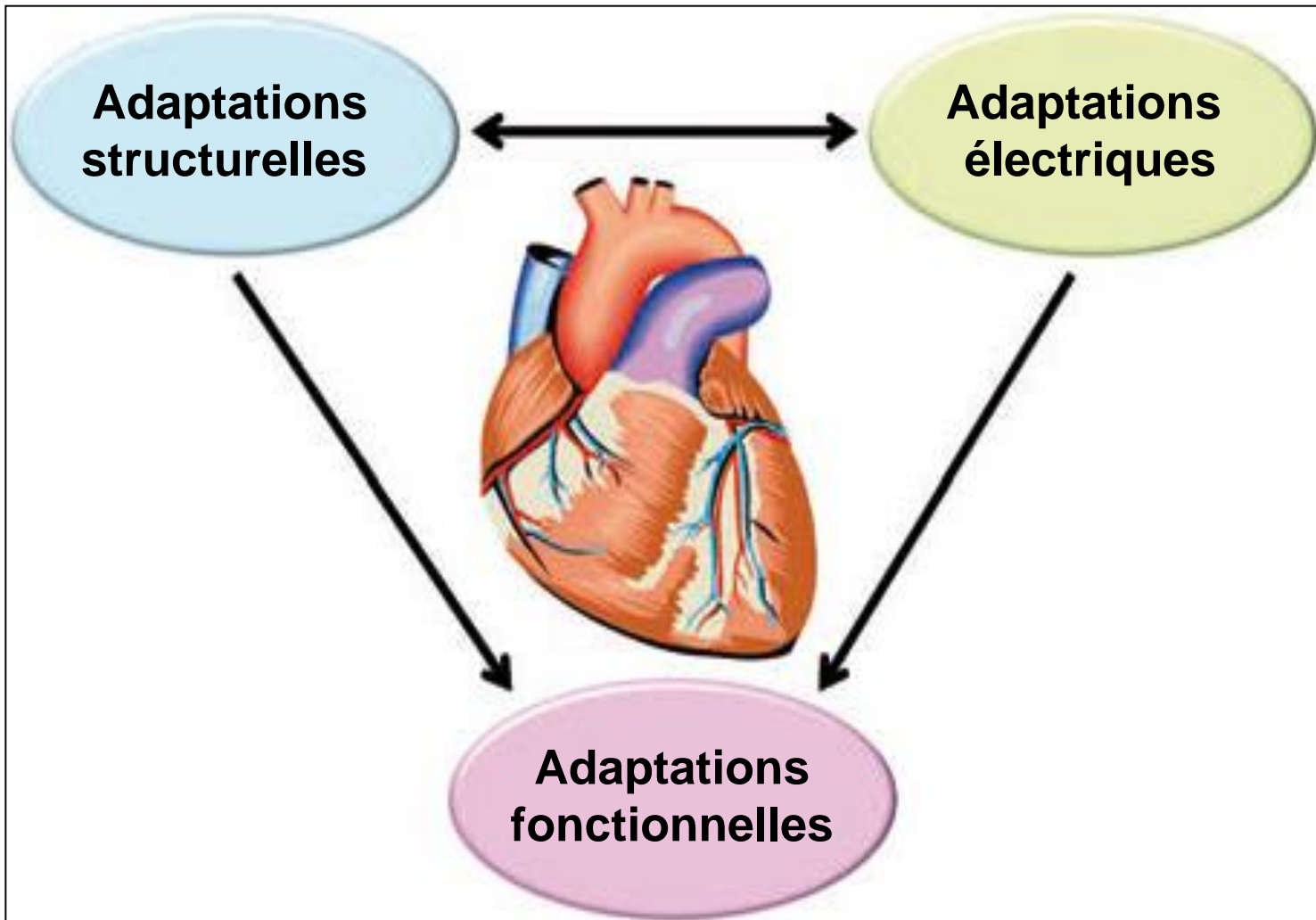
But de performance



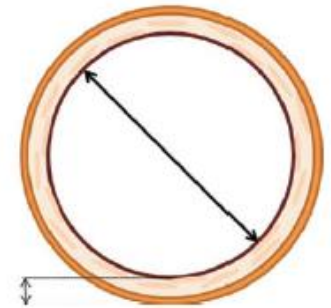
Adaptations chroniques à l'entraînement intense

Cœur

Artères



Controle

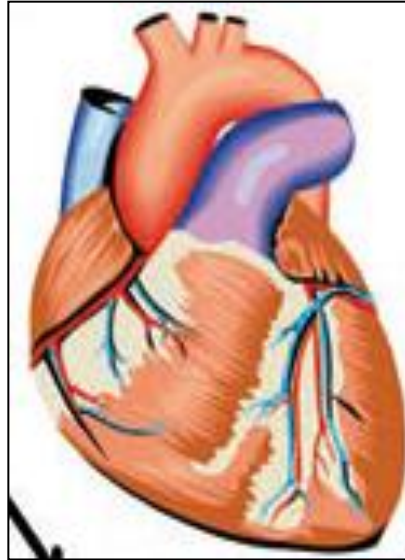


Athlete

Green D et al
Exp Physiol 2012
;97:295-304

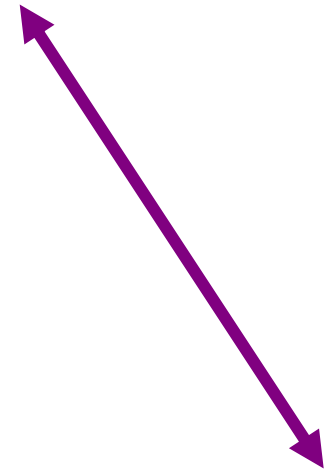
Physiopathologie du cœur d'athlète

Hémodynamiques



Neuro-hormonaux

Génétiques

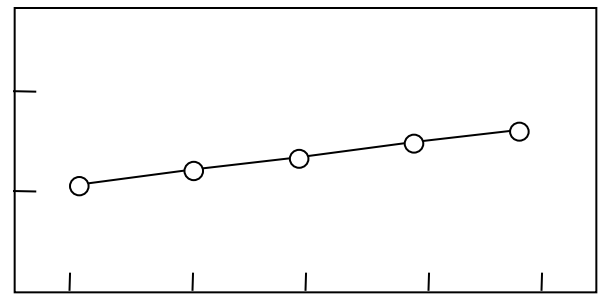
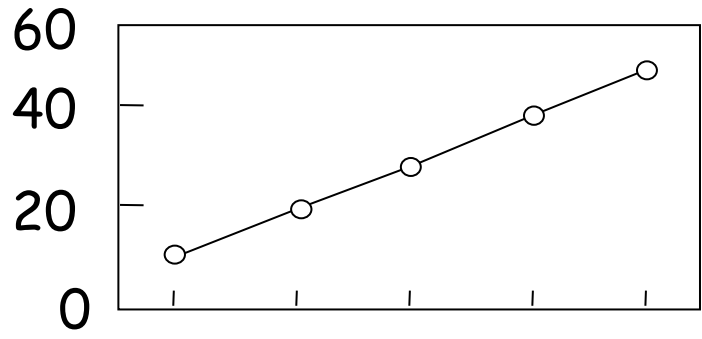


Les contraintes cardiovasculaires de l'exercice musculaire

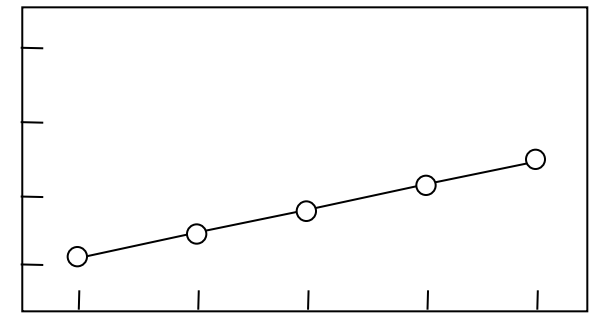
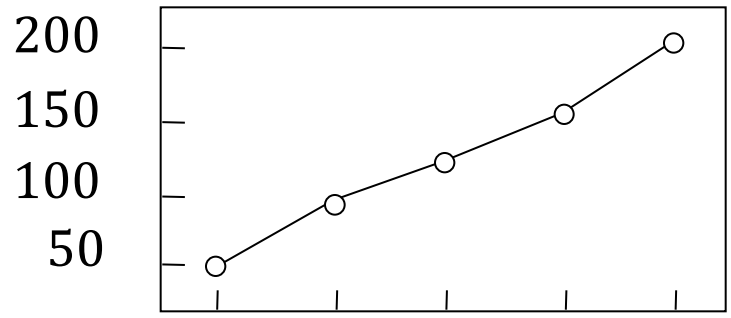
Effort dynamique

Effort isométrique

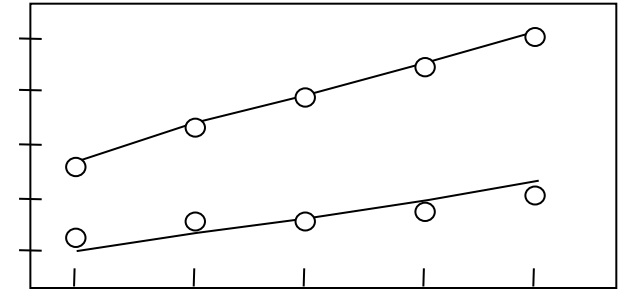
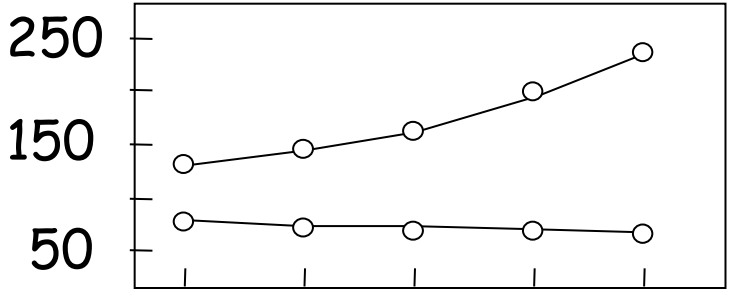
VO2
(ml/min/kg)



FC
(bpm)



PA
(mm Hg)

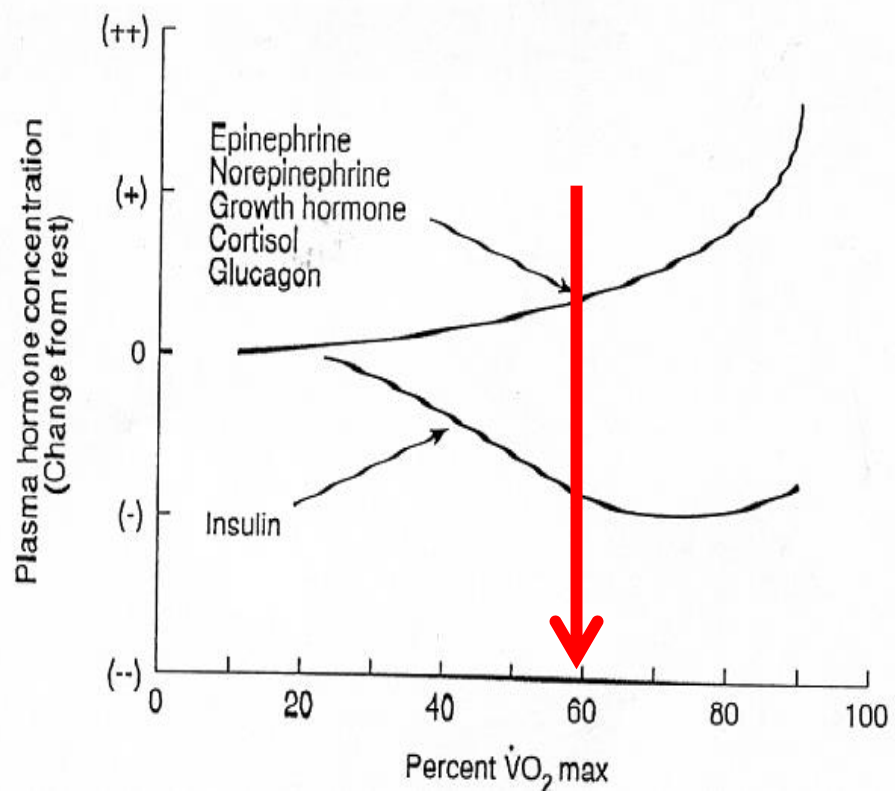


Mitchell et al.
JACC 1994

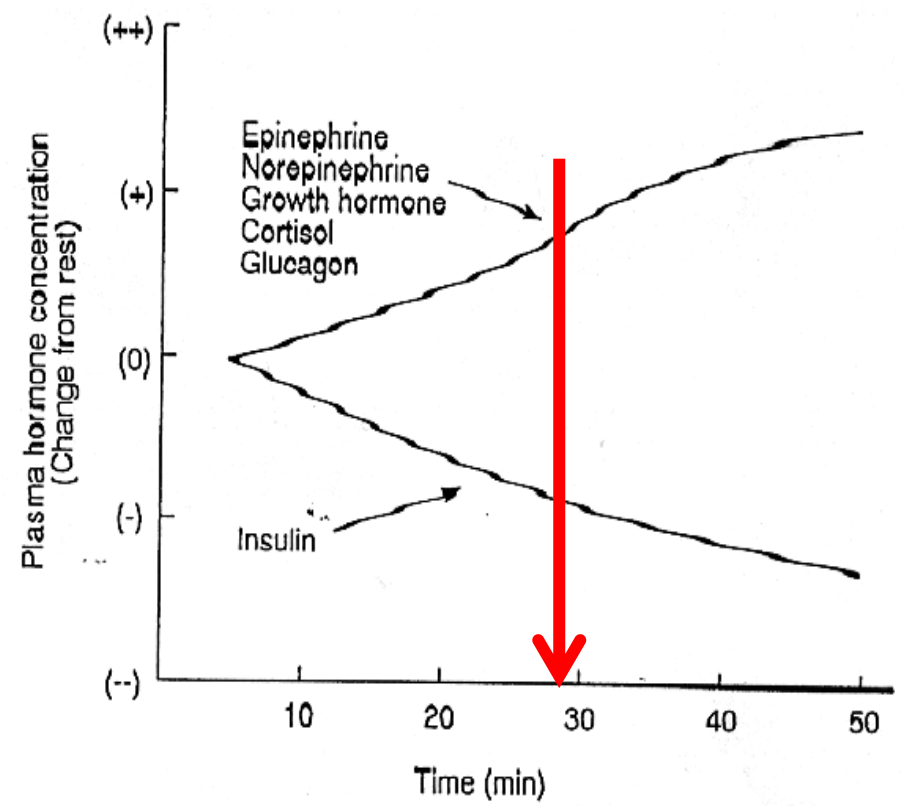
0 3 6 9 12 0 0.5 1 1.5 2 min.

Contraintes hormonales aiguës de l'exercice musculaire

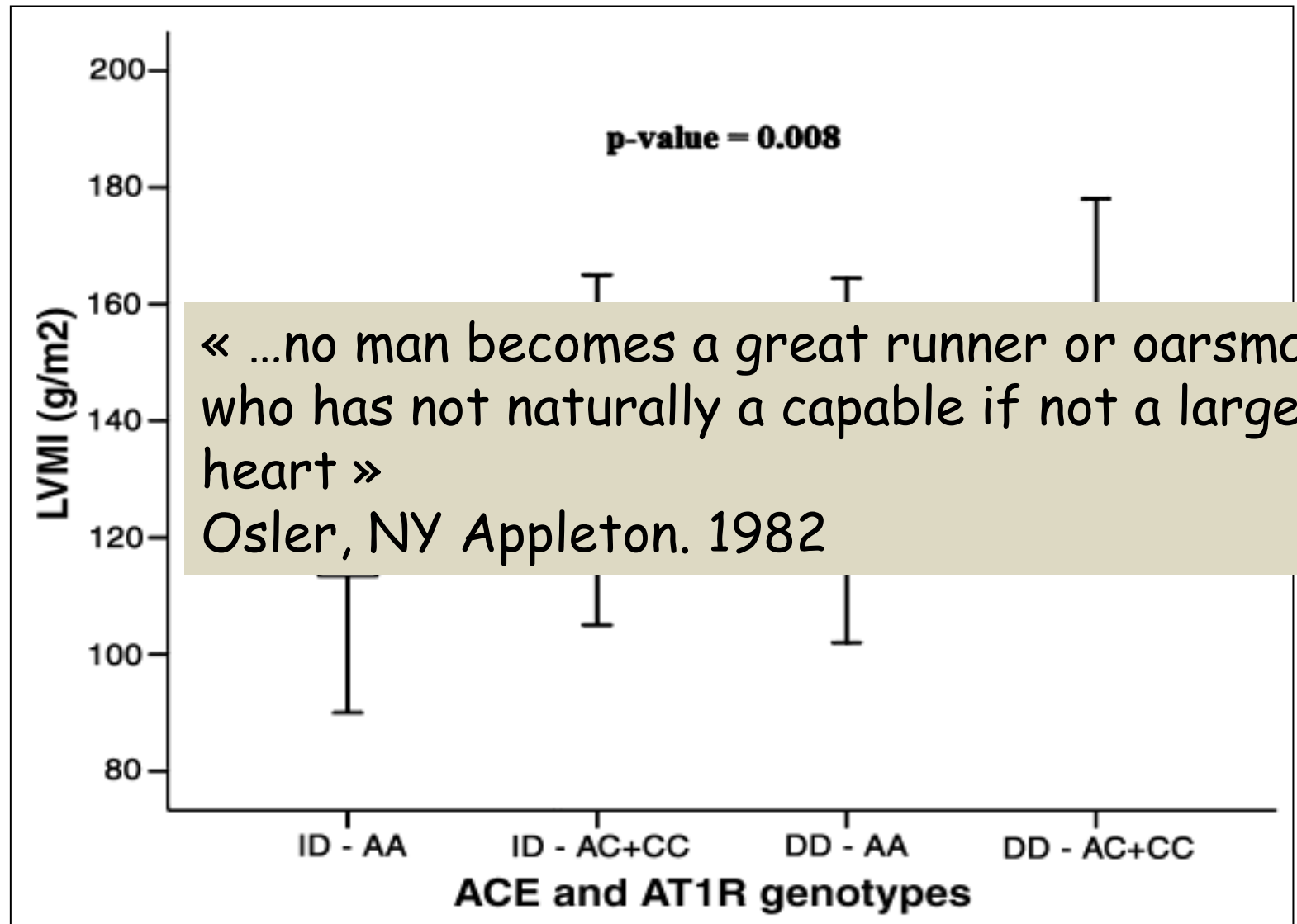
INTENSITE



DUREE

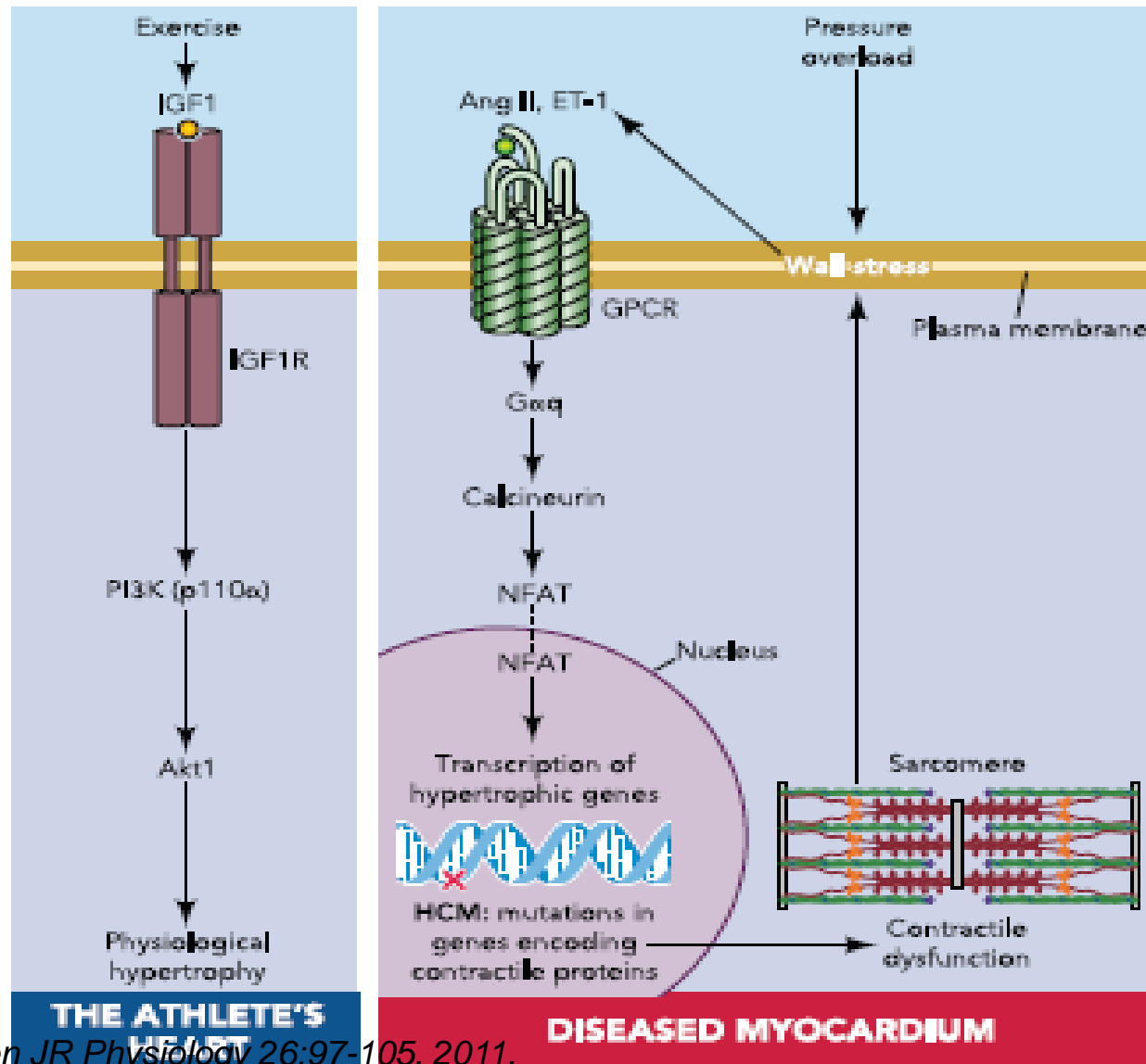


Génotype et HVG liée à l'entraînement

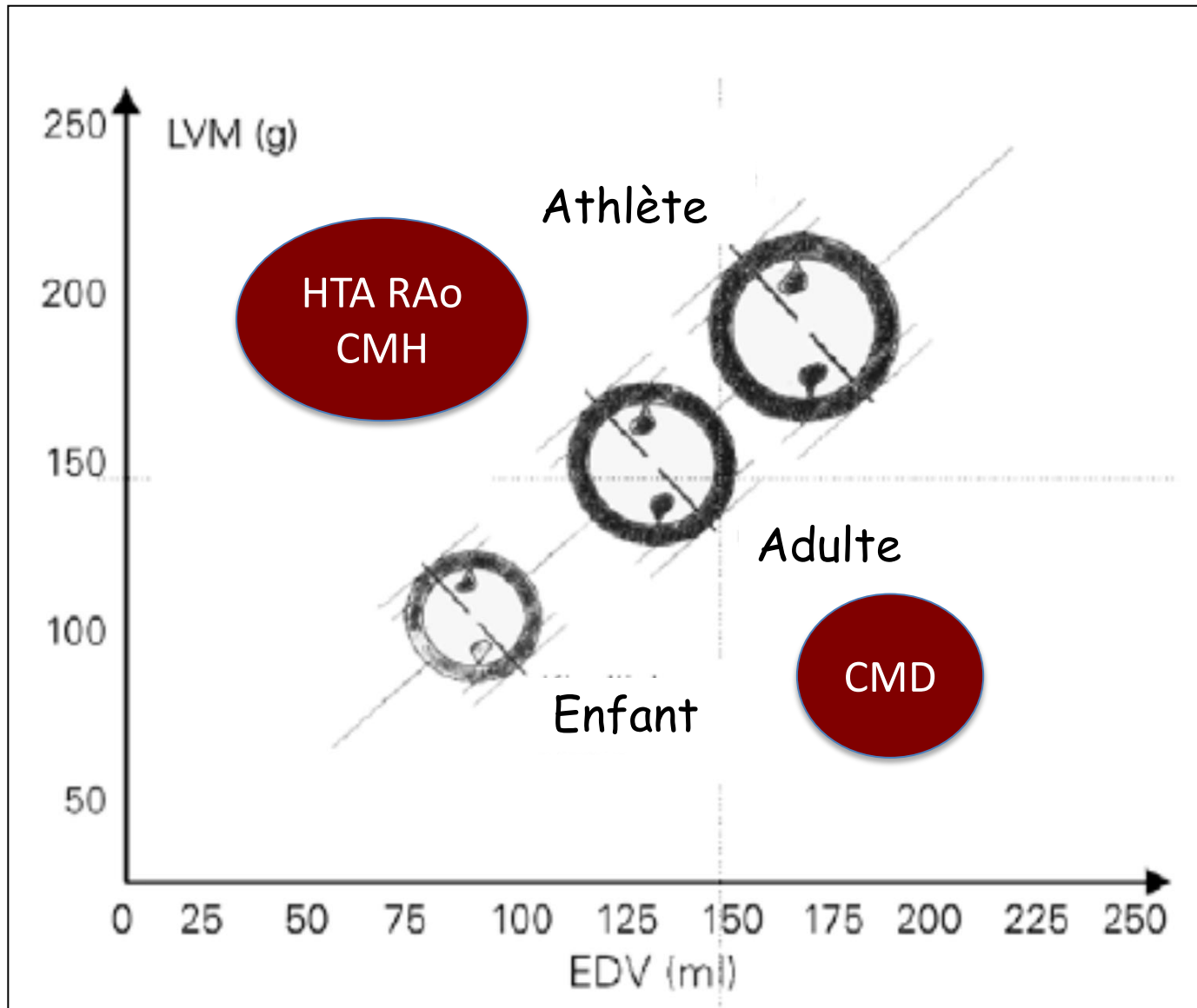


LE COEUR D'ATHLÈTE
EST PHYSIOLOGIQUE

Les voies de signalisation de l'hypertrophie cardiaque

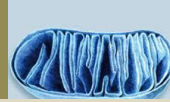


Le cœur d'athlète, adaptation physiologique



Le cœur d'athlète une hypertrophie adaptée

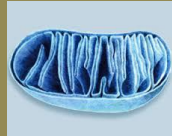
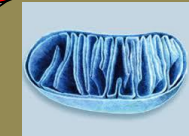
Normal



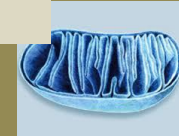
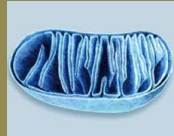
HTA

cardiopathie
hypertrophique

« ...skiing creates powerful large hearts,
hypertrophy from a different quality of
those be found in our hospitals »
Henschen, 1899



Cœur d'athlète

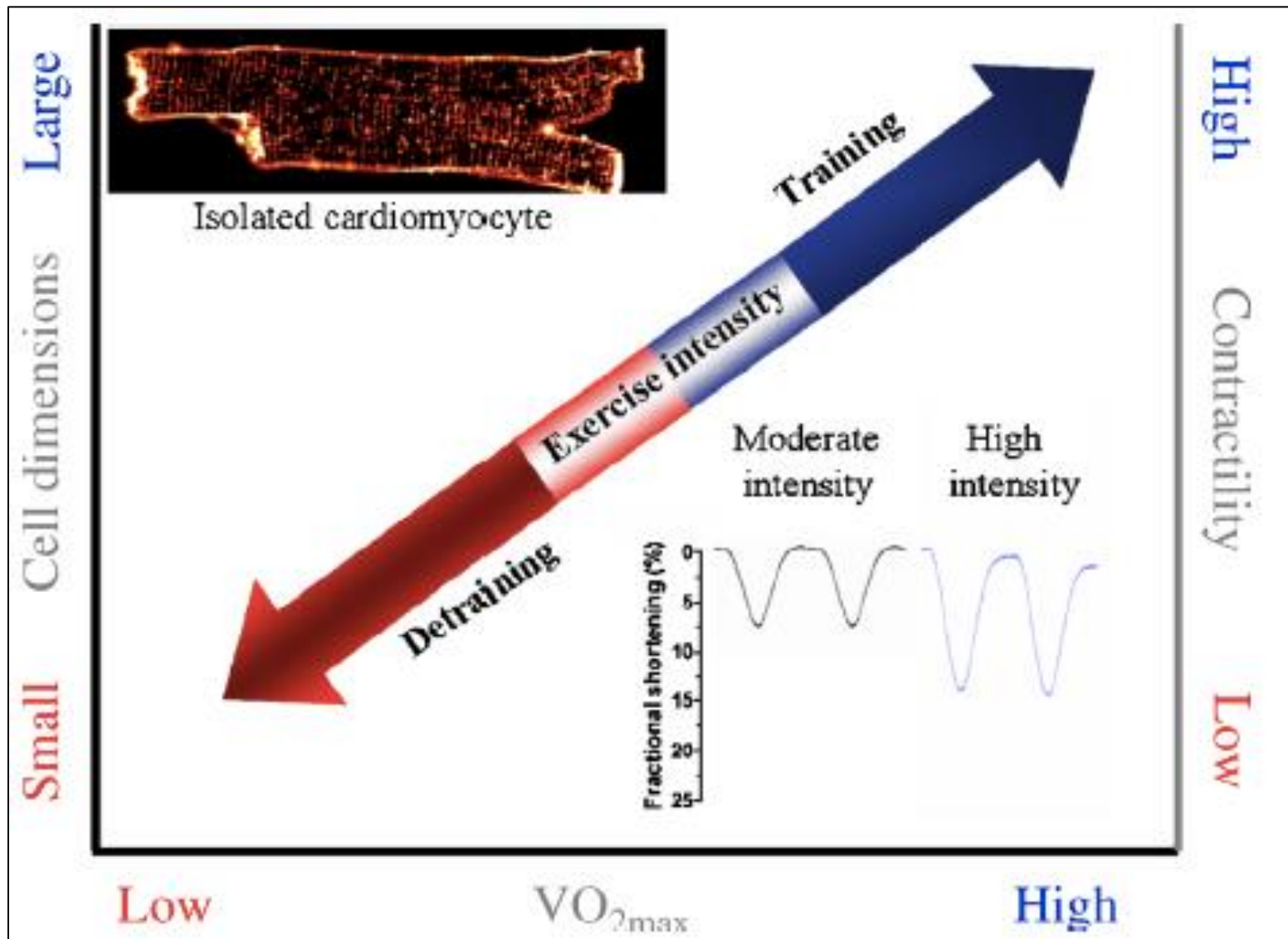


Hypertrophie
cardiaque
pathologique

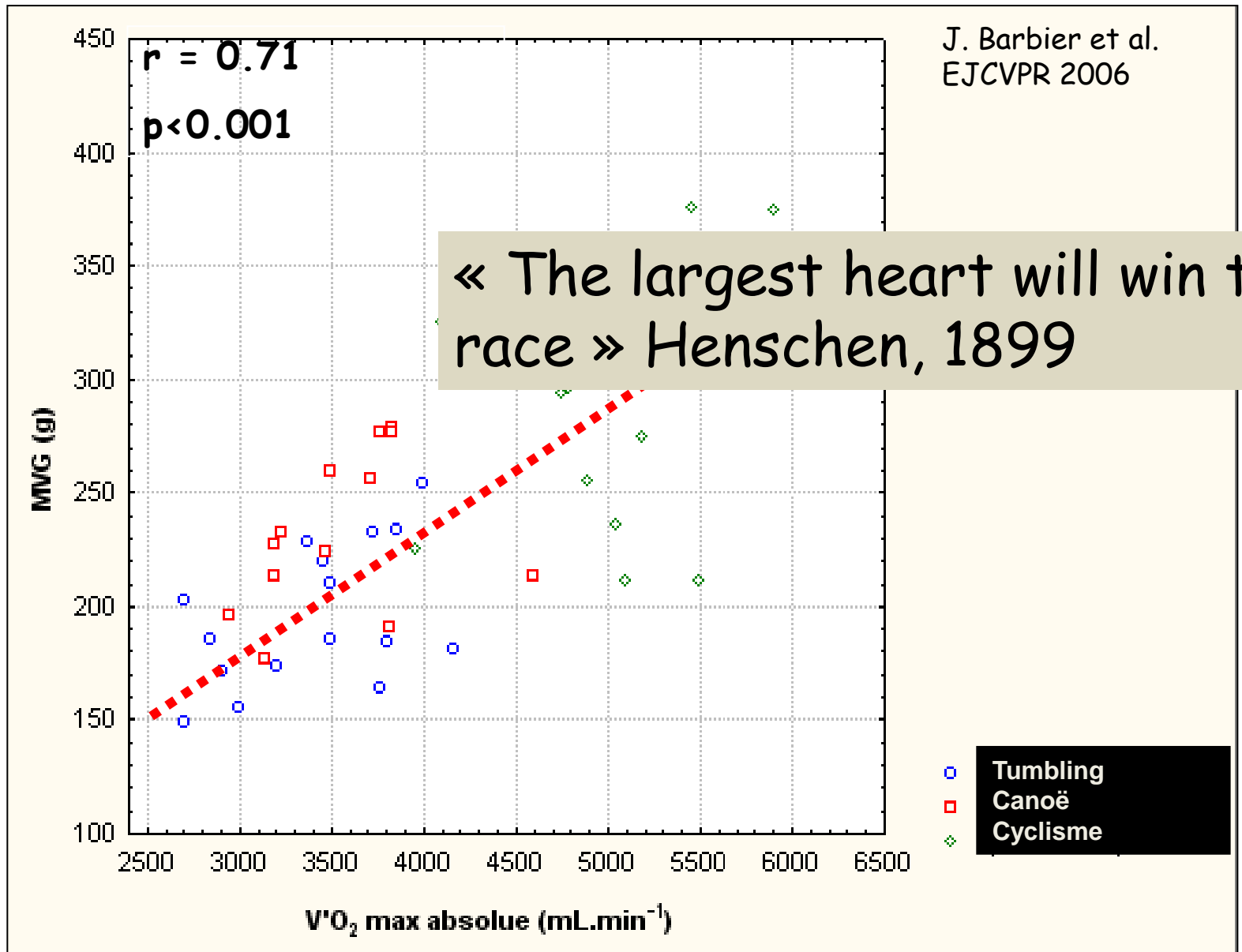


LE COEUR D'ATHLETE EST ADAPTE
POUR LA PERFORMANCE SPORTIVE

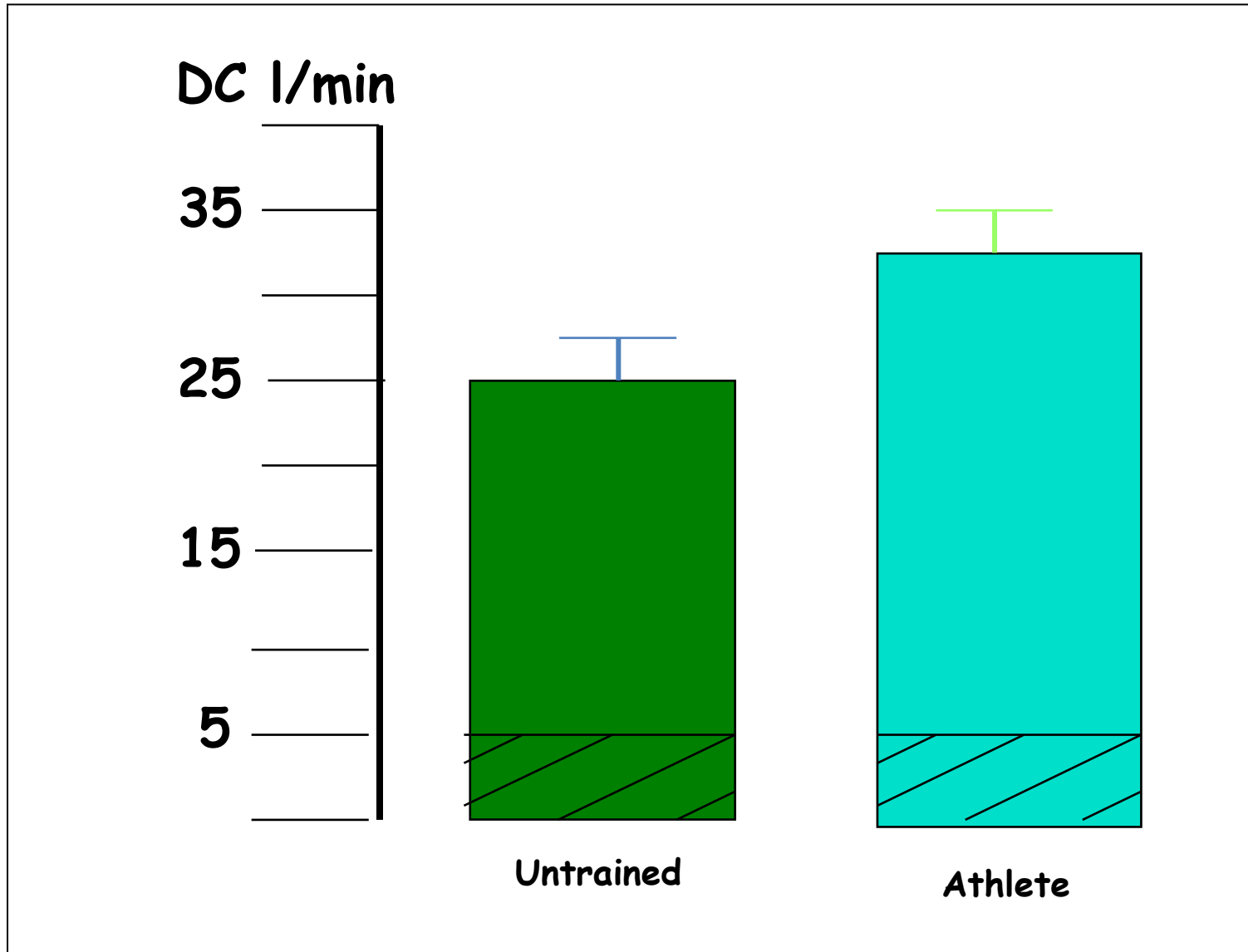
Relations intensité de l'entraînement et adaptations des cardiomyocytes



Relation masse VG et $\dot{V}O_2$ maximale

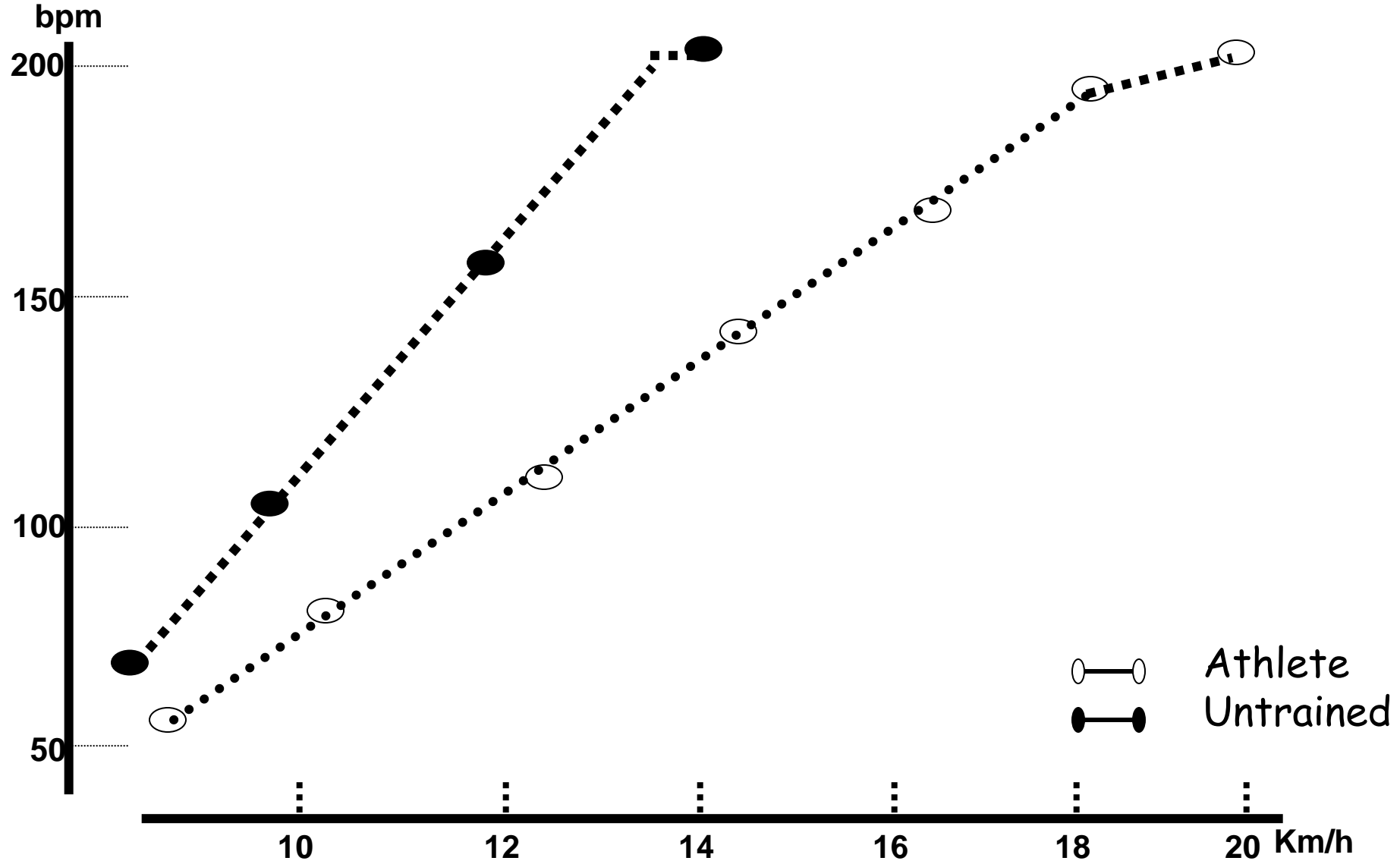


Débit cardiaque maximal de l'athlète endurant

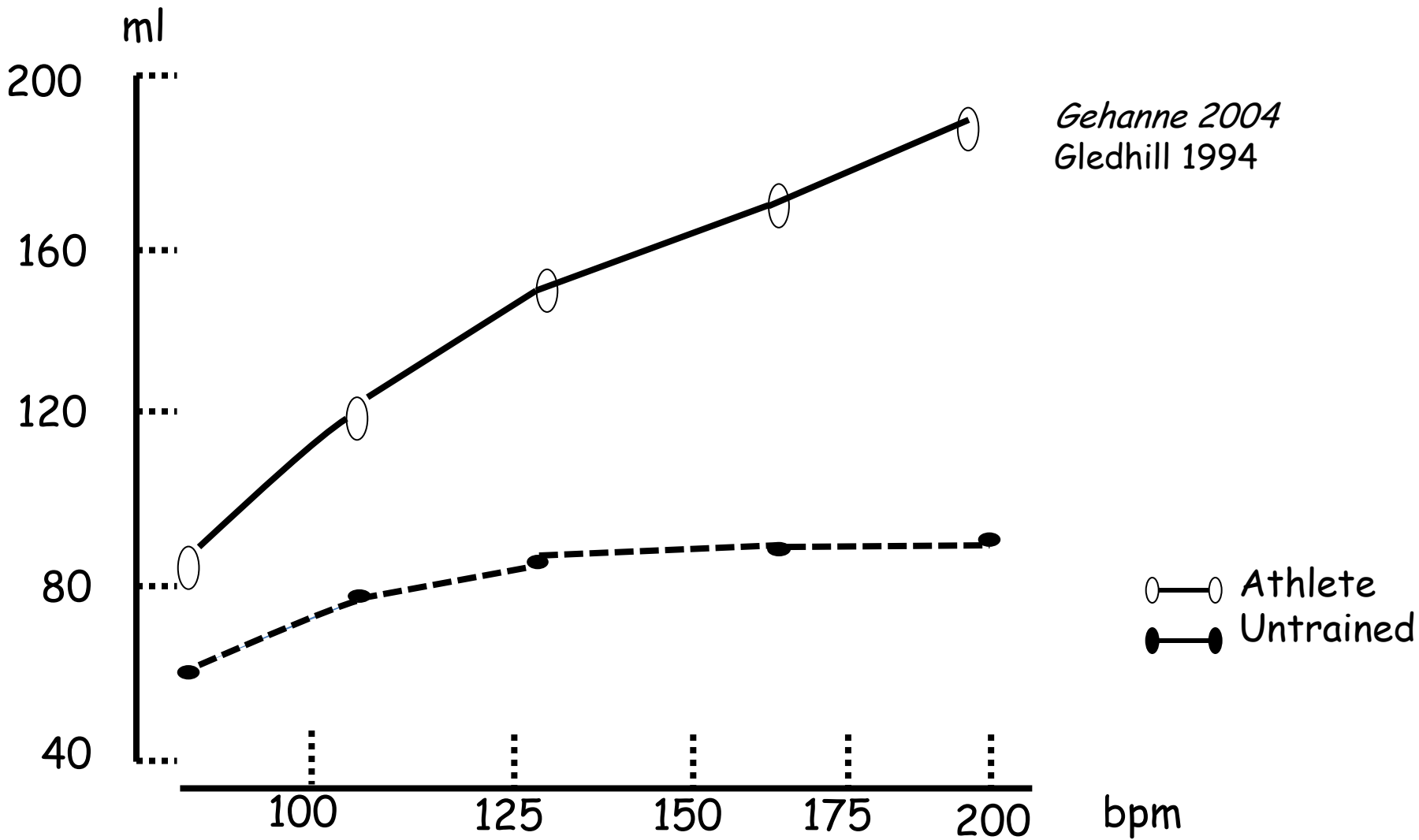


Débit cardiaque = $FC \times VES$

L'athlète épargne sa fréquence cardiaque à l'effort

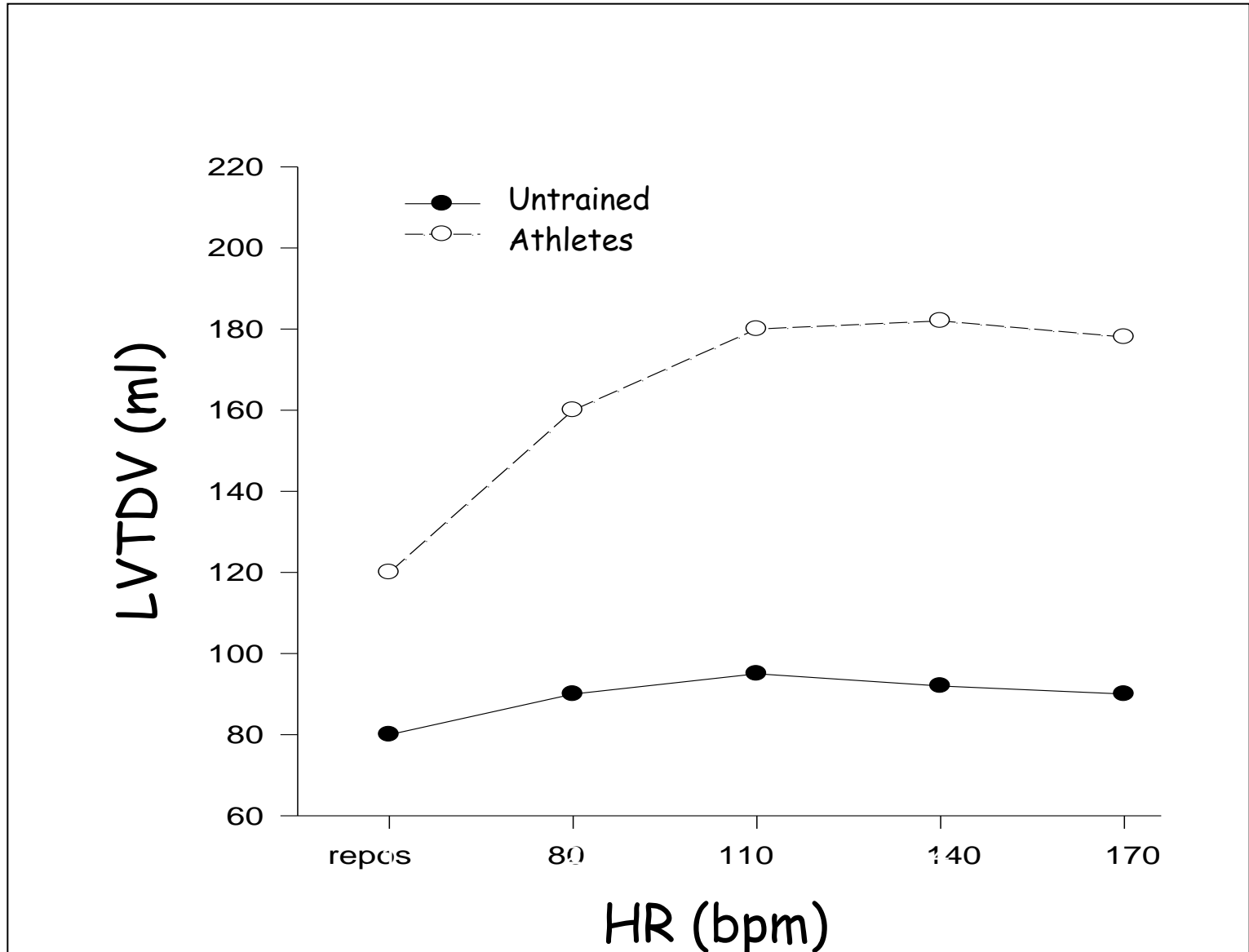


L'athlète privilégie son VES à l'effort

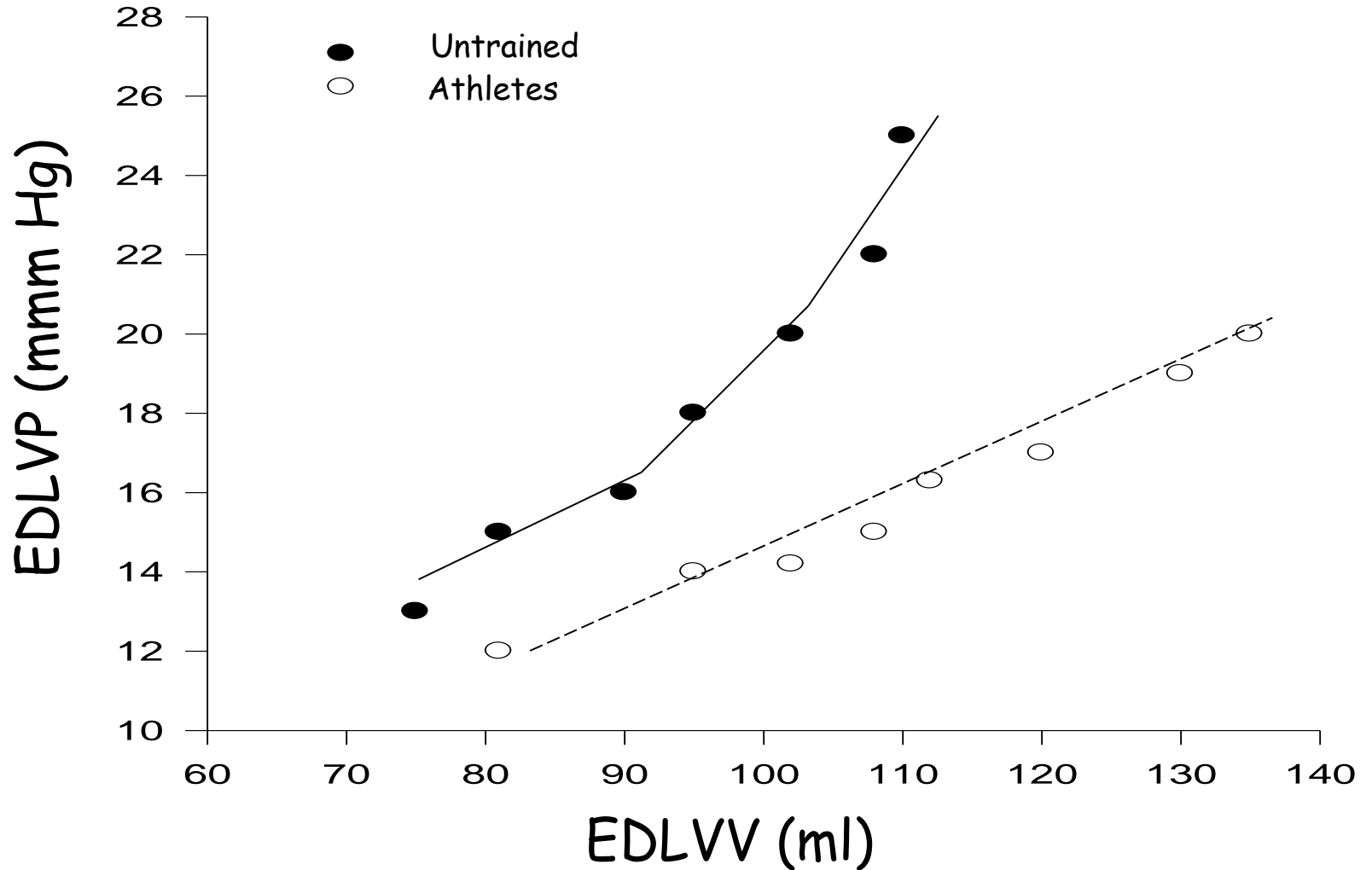


Volume d'éjection systolique = VTD - VTS

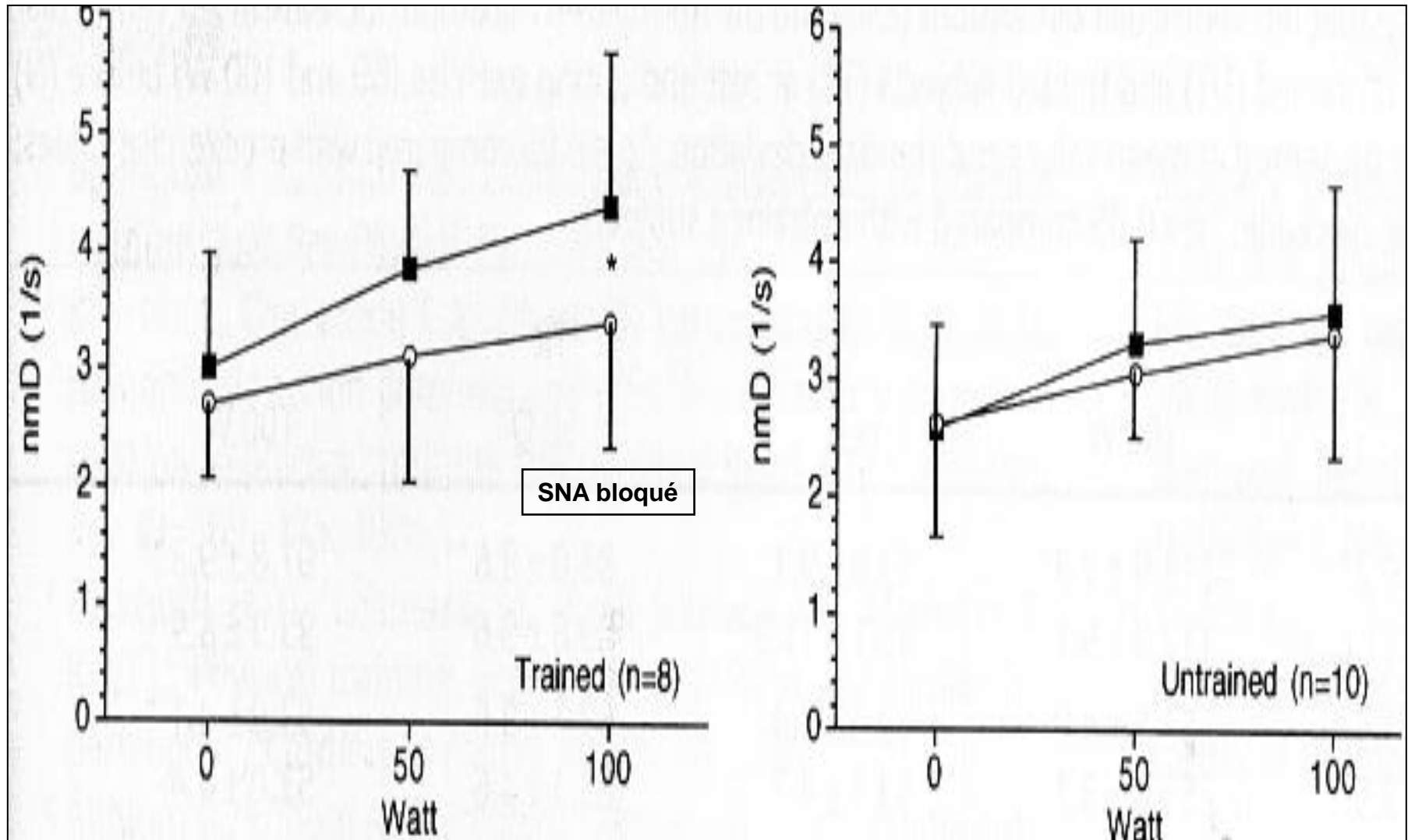
L'athlète remplit plus son ventricule à l'effort



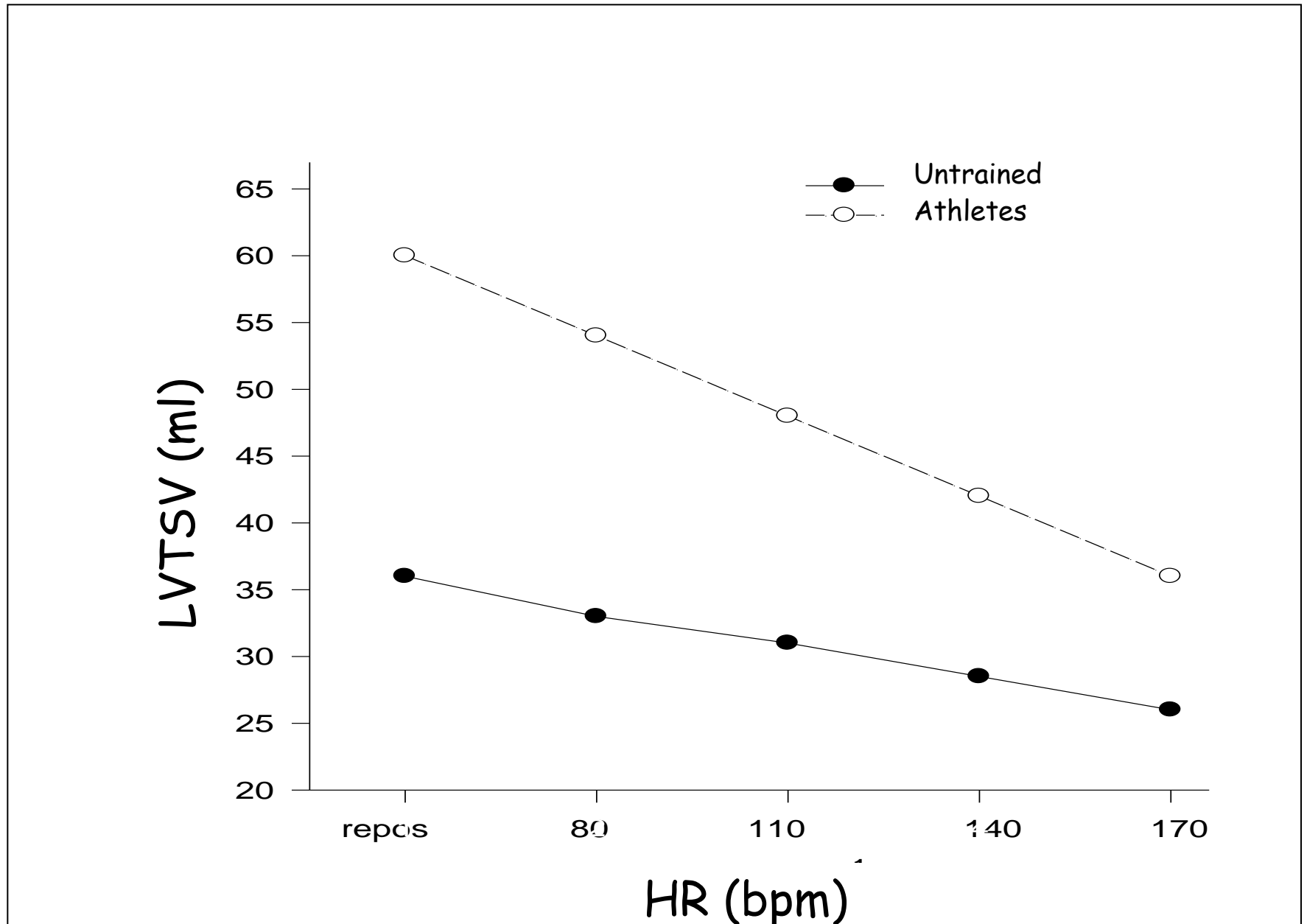
Le cœur d'athlète est plus compliant



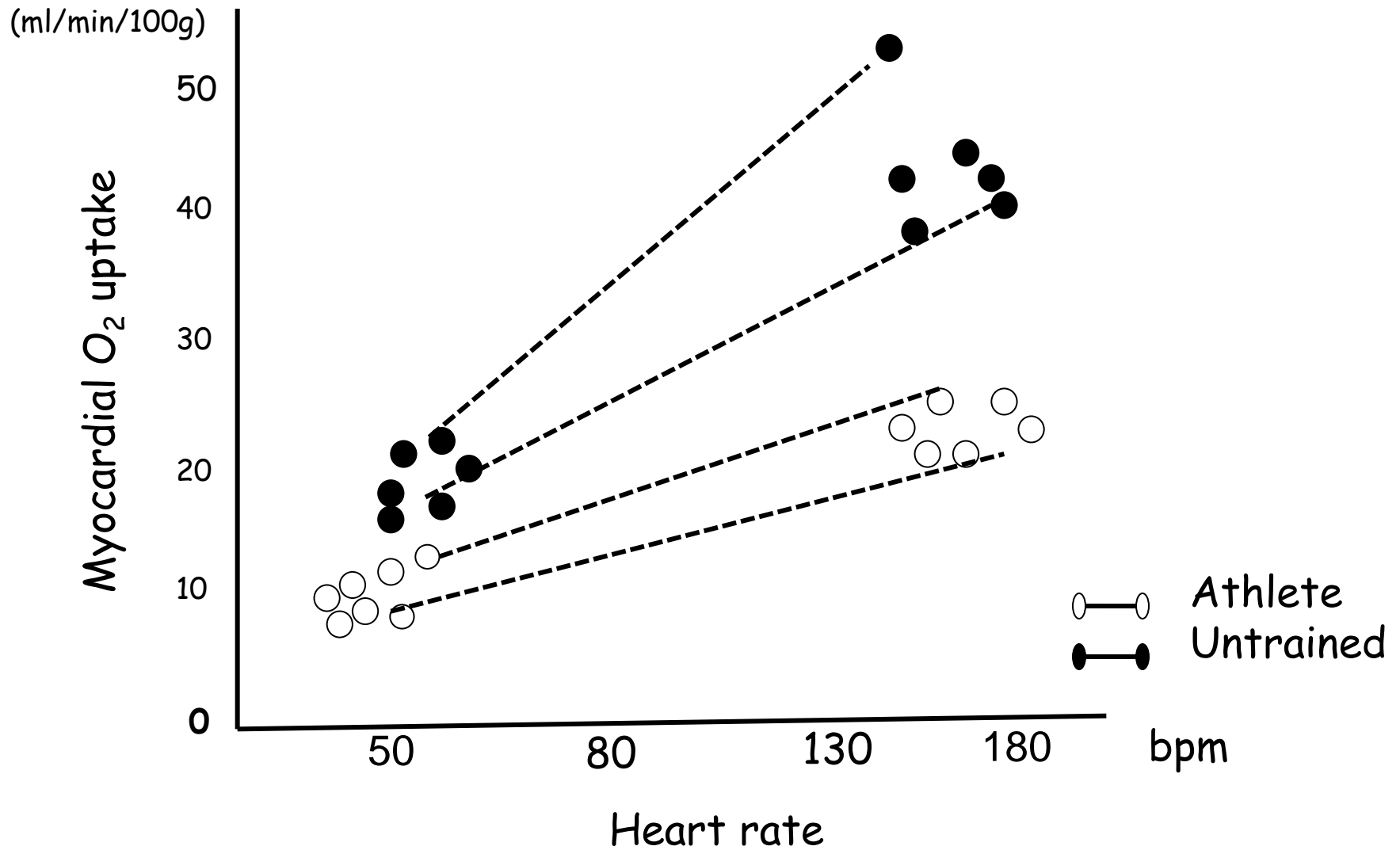
Système nerveux autonome et fonction diastolique d'effort du sportif



L'athlète vide mieux son ventricule à l'effort



Le cœur d'athlète est énergétiquement plus économique



LES SIGNES DU COEUR D'ATHLÈTE

Signes du cœur d'athlète,
ce qui est anormal n'est pas
forcément pathologique

Cœur d'athlète, adaptations multifactorielles

Sexe

Age

Morphométrie

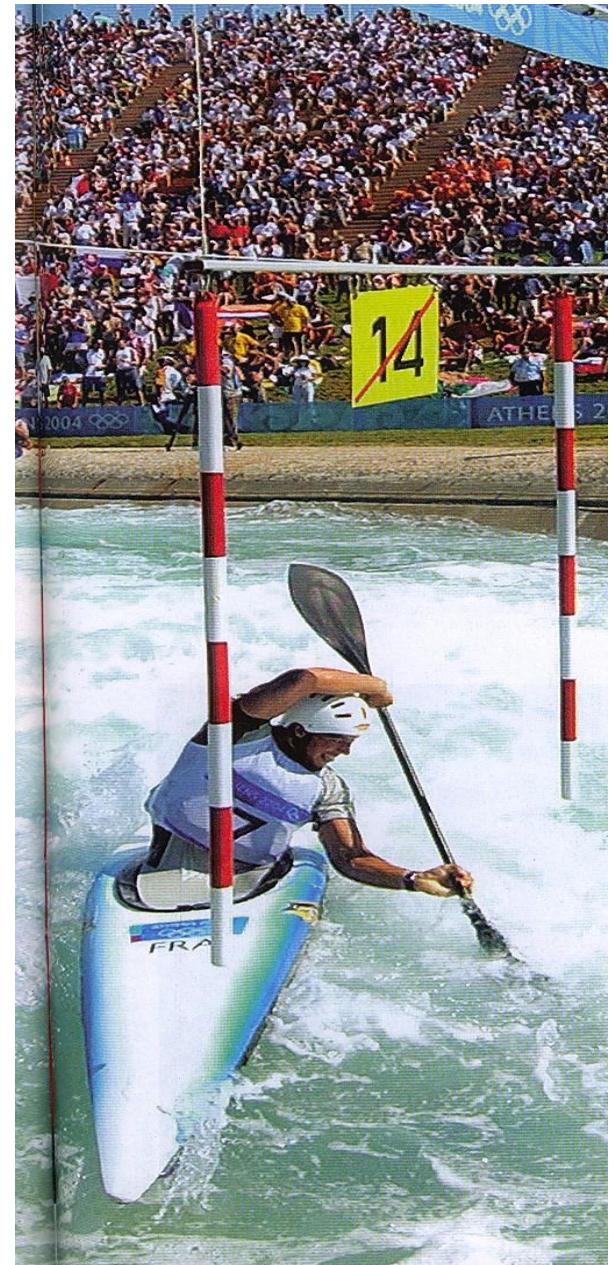
Entraînement

Origine ethnique

Génétique

Dopage

...



Cœur d'athlète, adaptations multifactorielles

Sexe

Age

Morphométrie

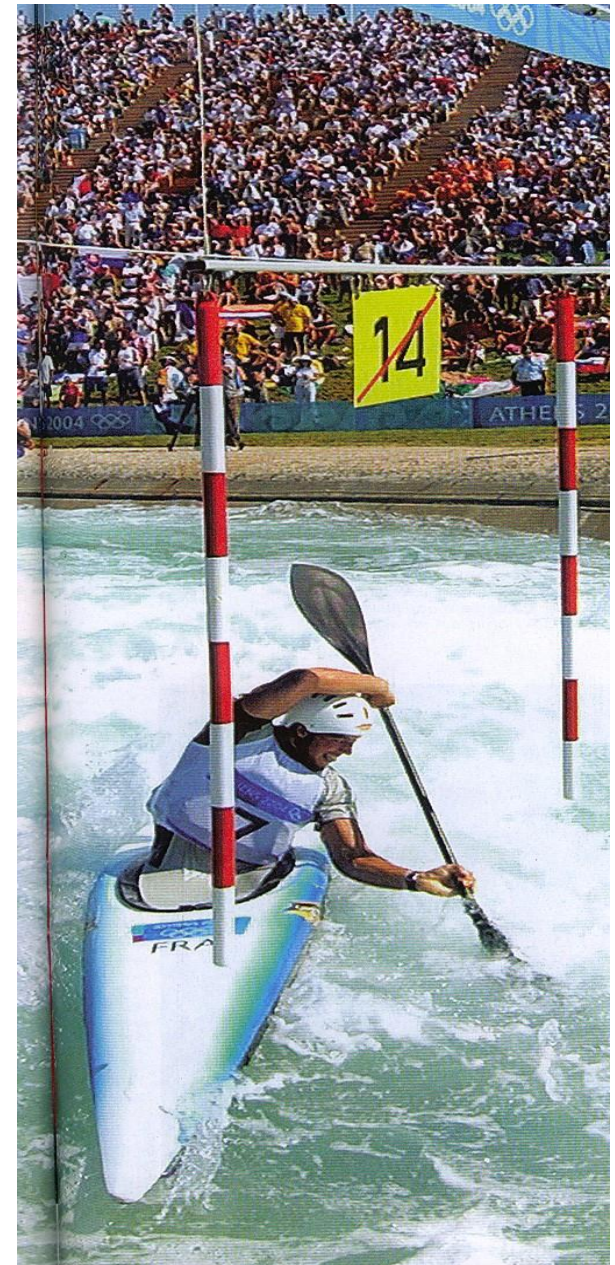
Entraînement

Origine ethnique

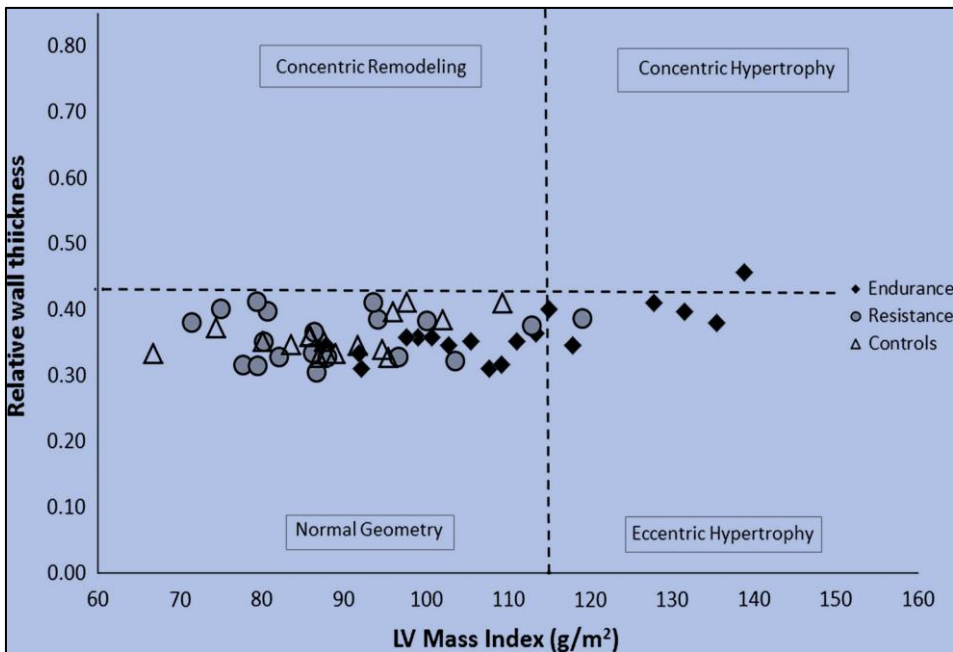
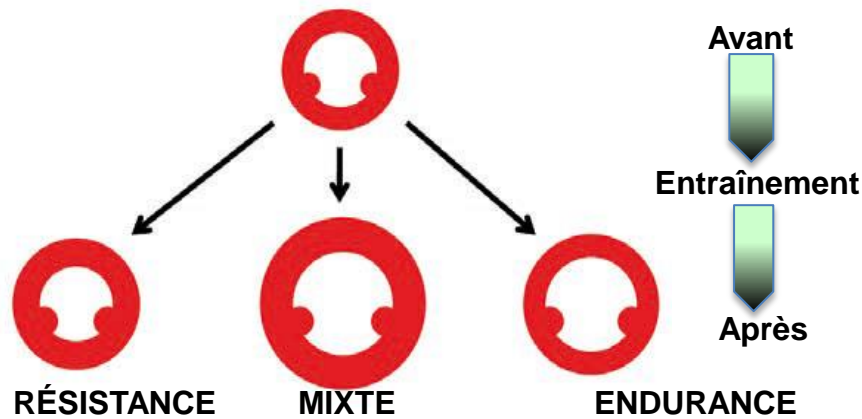
Génétique

Dopage

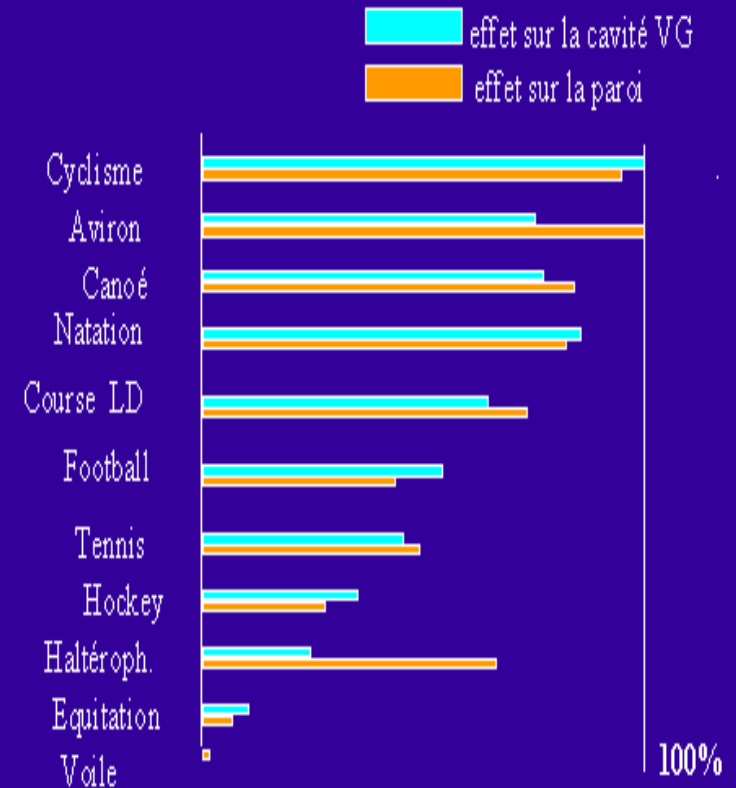
...



La théorie de Morganroth, quelle valeur?



MODIFICATIONS SELON LE SPORT PRATIQUE

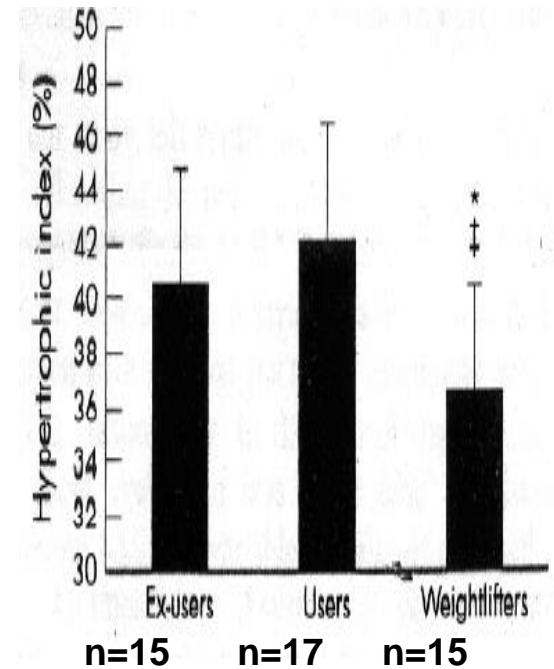


D'après A. Pellicia, Int J Sports Med 1996, 17 : S157-3

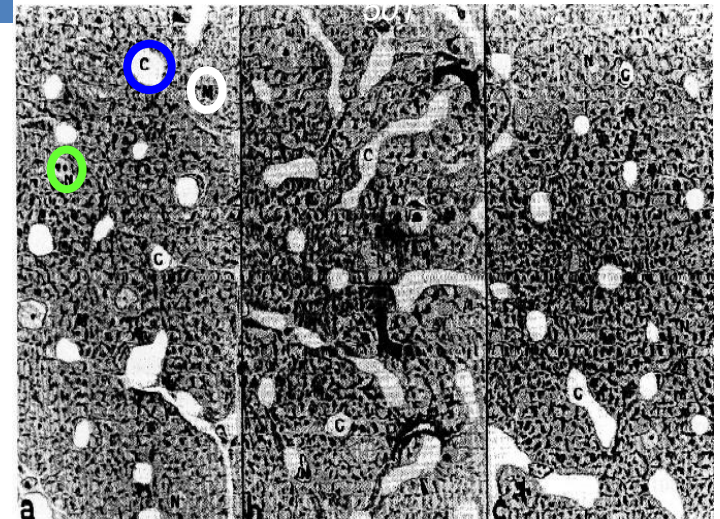


Effets du dopage

Index d'hypertrophie = $SIV + PP / DD VG$



EPO → Dilatation
 Anabolisants → Épaississement



Souris Contrôle

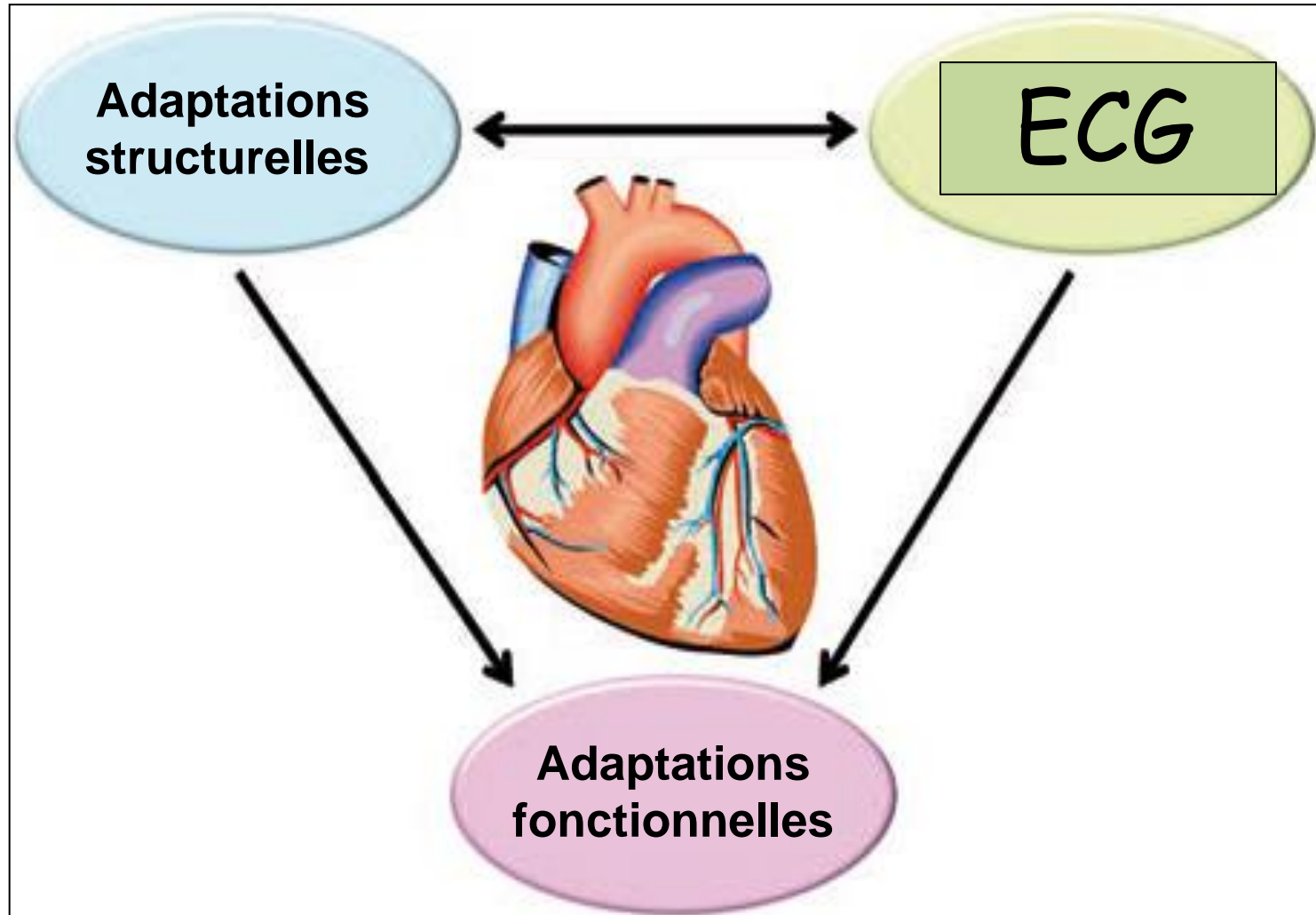
Entraînée Entraînée + anabolisant

Signes cliniques du «cœur d'athlète»

UN ATHLÈTE DOIT ÊTRE ASYMPTOMATIQUE

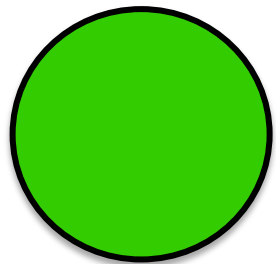
LA PERFORMANCE SPORTIVE D'UN ATHLETE
DOIT ÊTRE ADAPTEE A SON ENTRAINEMENT

Signes ECG du «cœur d'athlète»

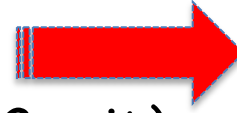
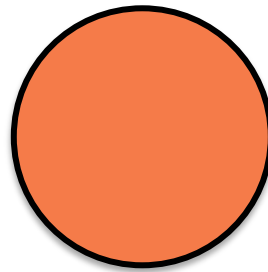


Signes ECG du «cœur d'athlète»

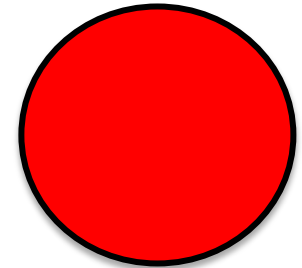
ECG normal chez 55% des hommes et 75 % des femmes



Isolé



≥ 2 critères

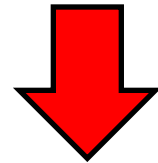
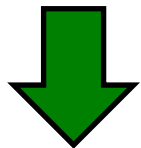


Bradycardie
sinusale
BAV Degré 1
BBD incomplet
Repolarisation
précoce
HV gauche isolée

HA gauche
HA droite
Axe gauche
Axe droit
HV droite
Afro -caribéen
T<0 et ST
surélevé → ≤ V4

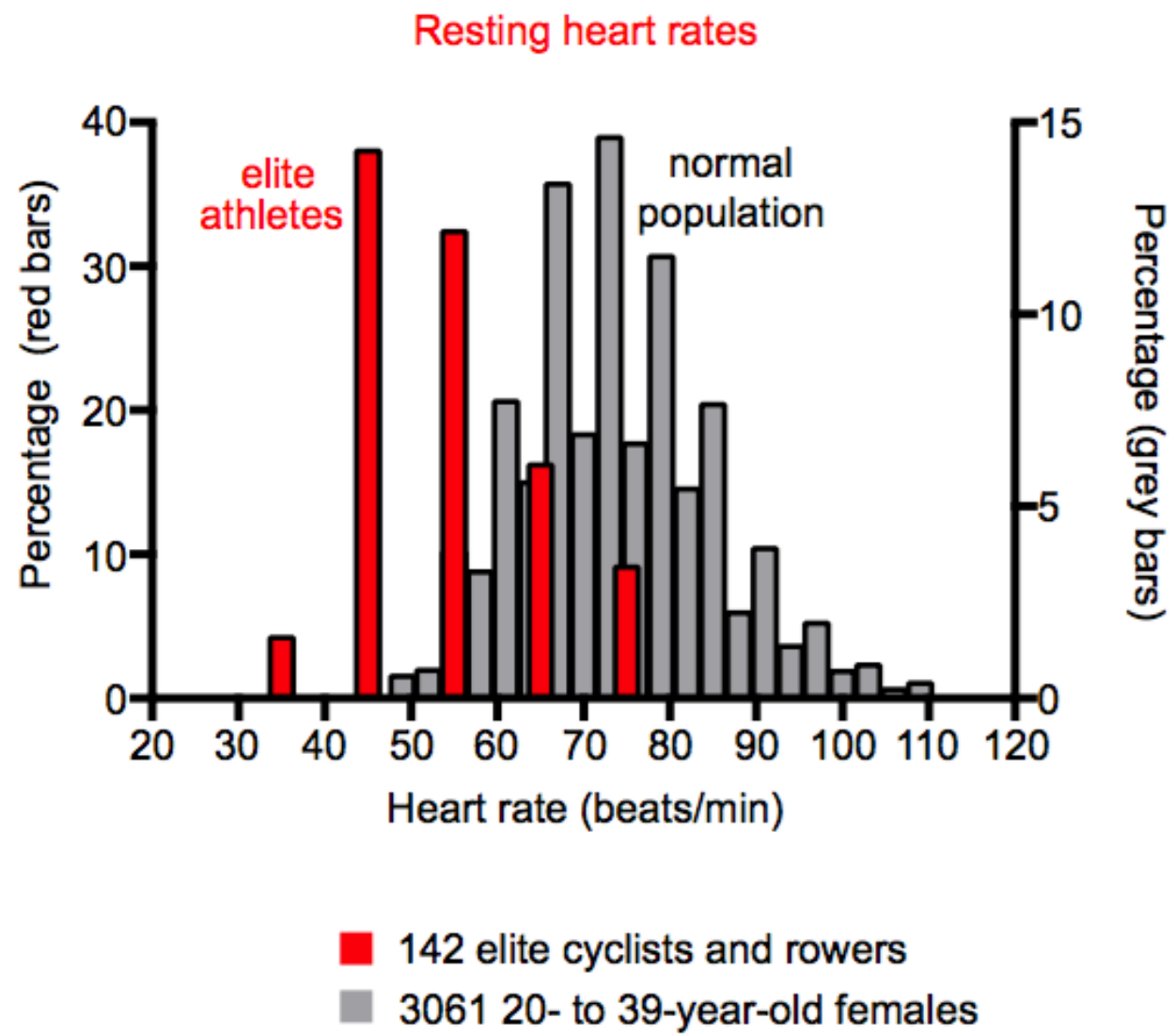
ST sous décalé
T<0 >V1 caucasien
>V4 afro-caribéen
Ondes Q anormales
Pré-excitation
BBG, BBD complet
QTc ≥ 470ms H-480 ms F
Aspect Brugada
ESSV ou ESV ≥ 2

Bilan
CV ?
NON



OUI

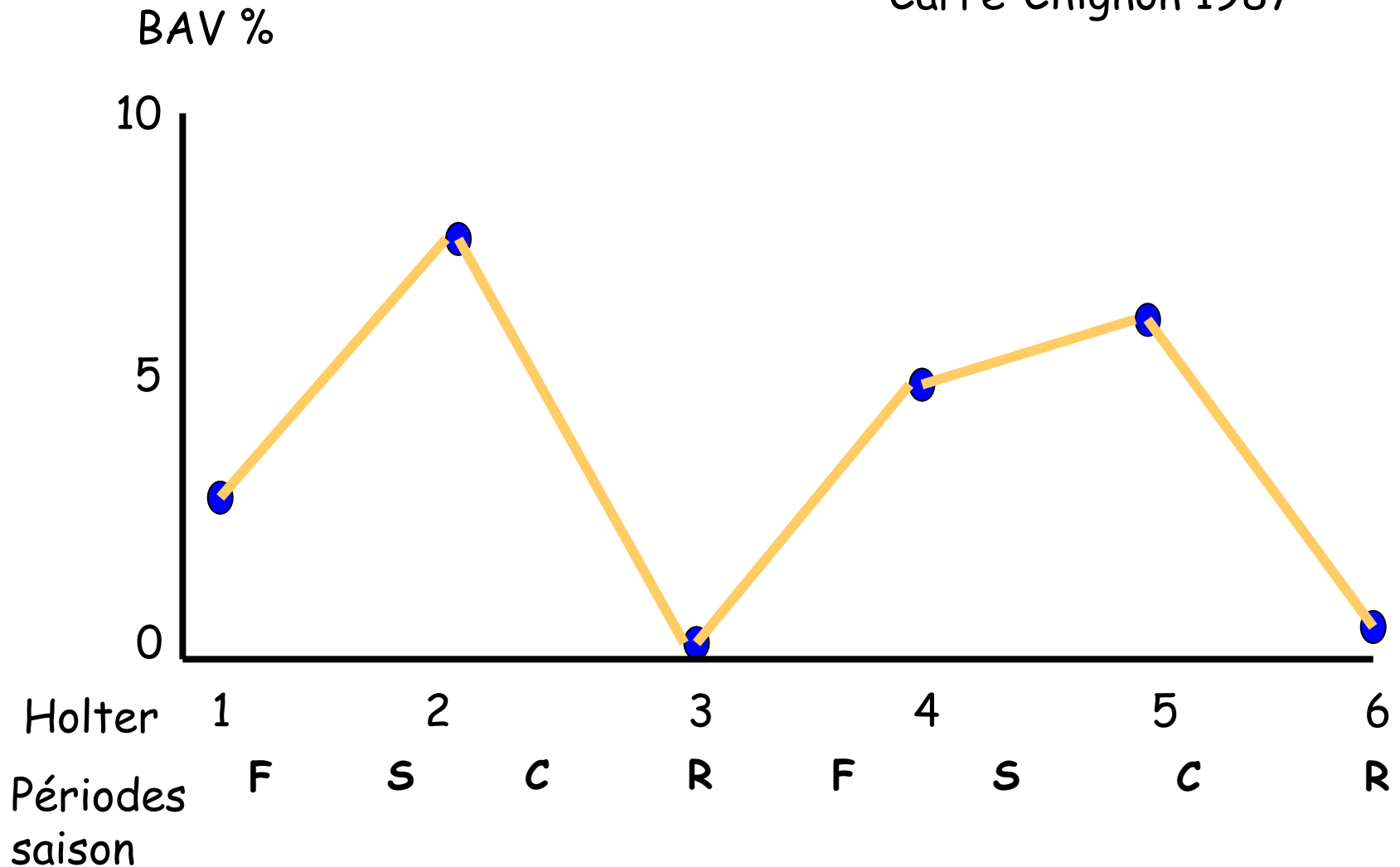
Bradycardie sinusale



Sharma S , 2015 unpublished data

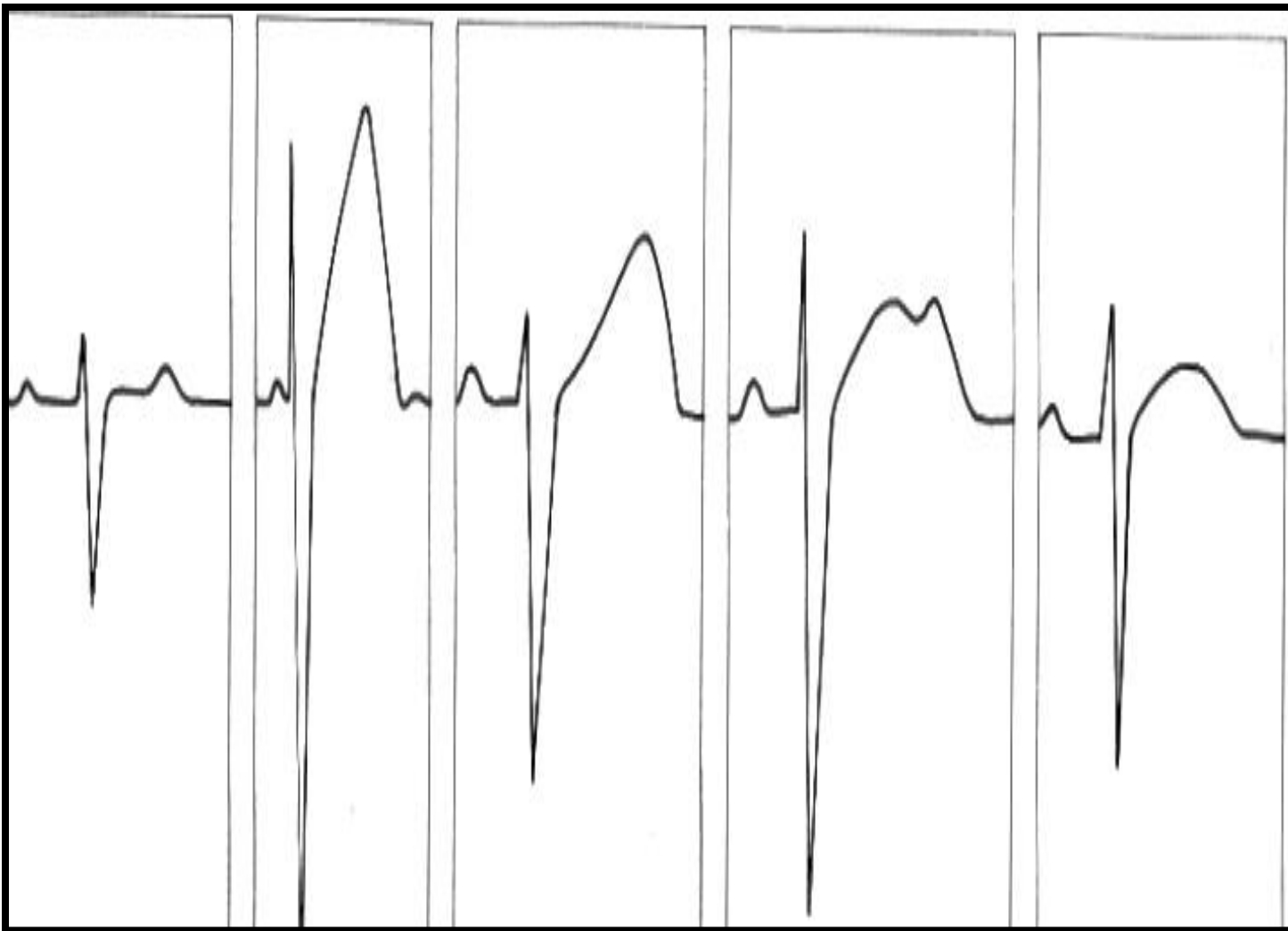
Fréquence des BAV chez un marathonien au cours de la saison

Carré-Chignon 1987

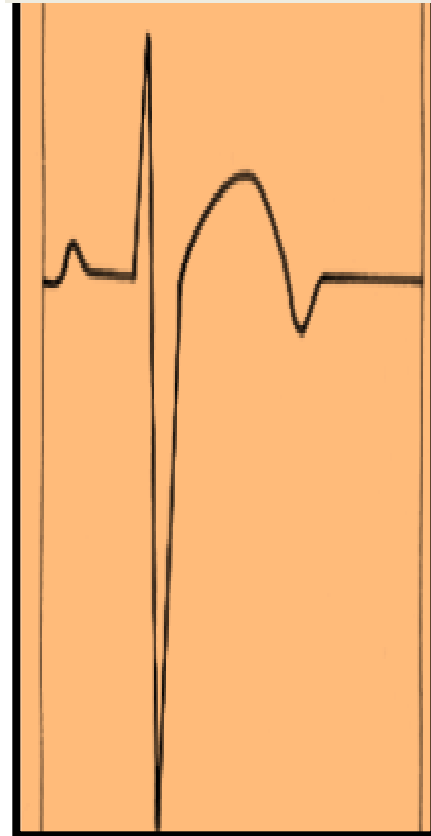


F = foncier; S = spécifique; C = compétition; R = régénération

Troubles mineurs de repolarisation chez l'athlète

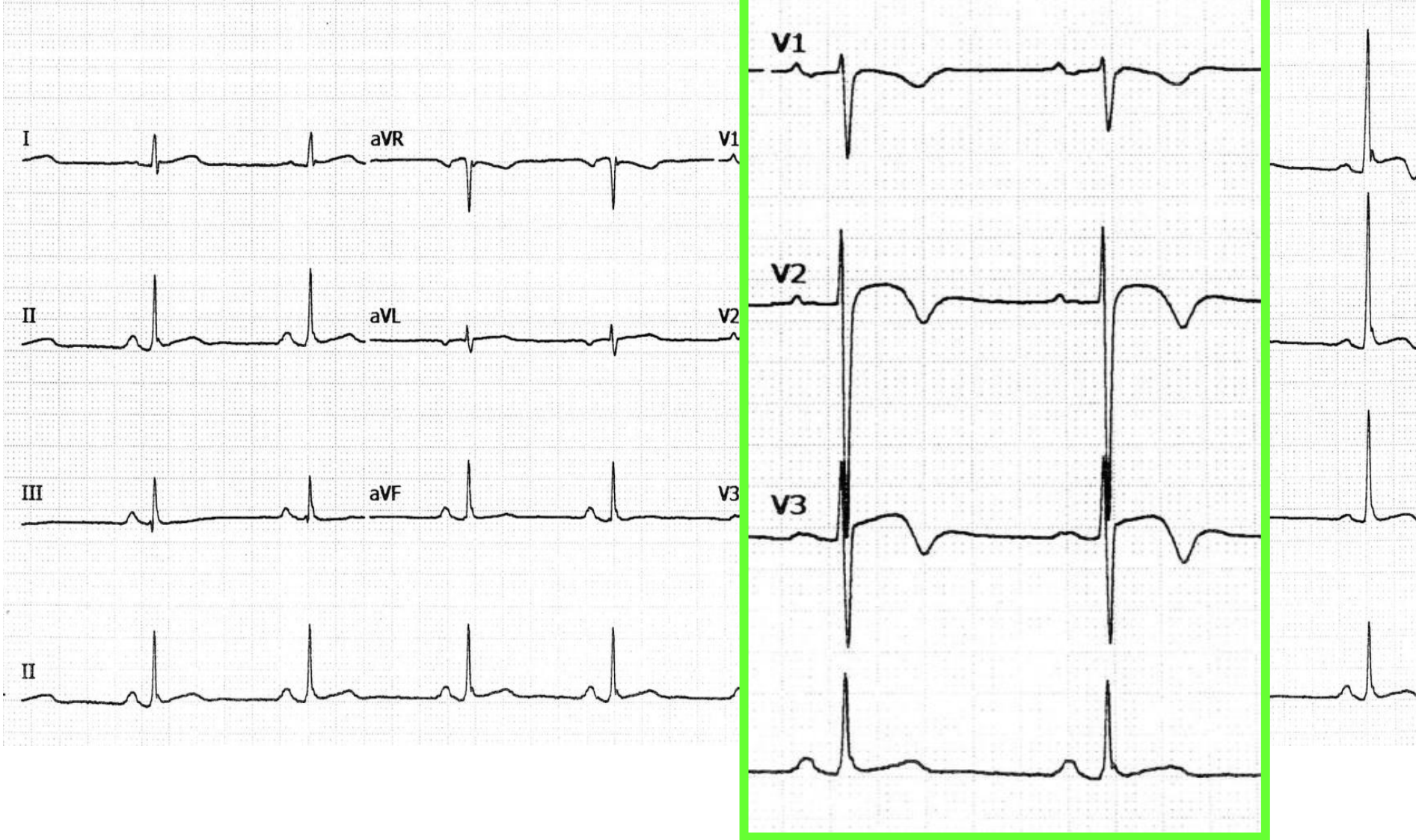


Afro-Caribéen
V1-V4
asymptomatique



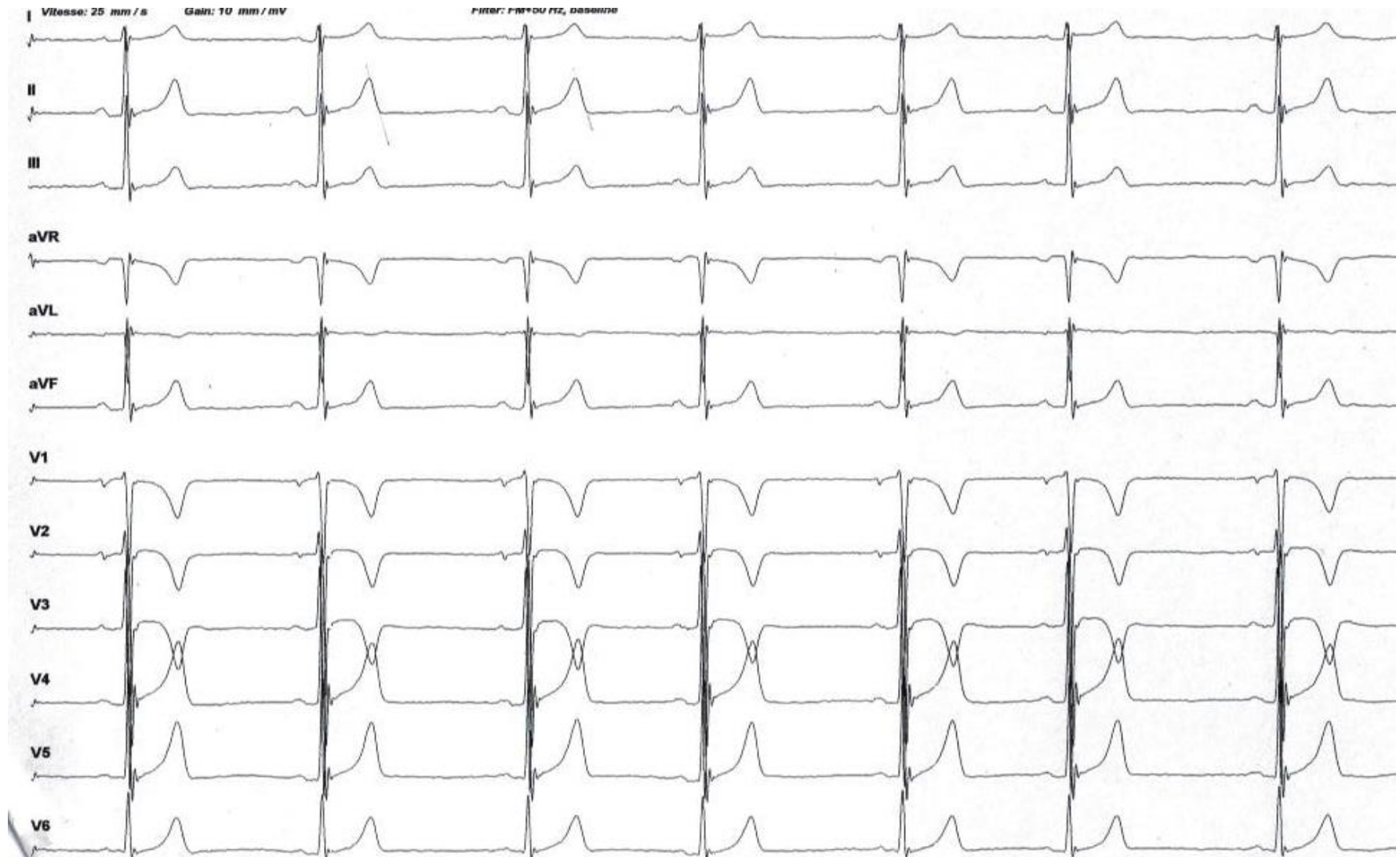
Footballeur professionnel d'Afrique de l'Ouest 23 ans

Pas de bilan cardiovasculaire



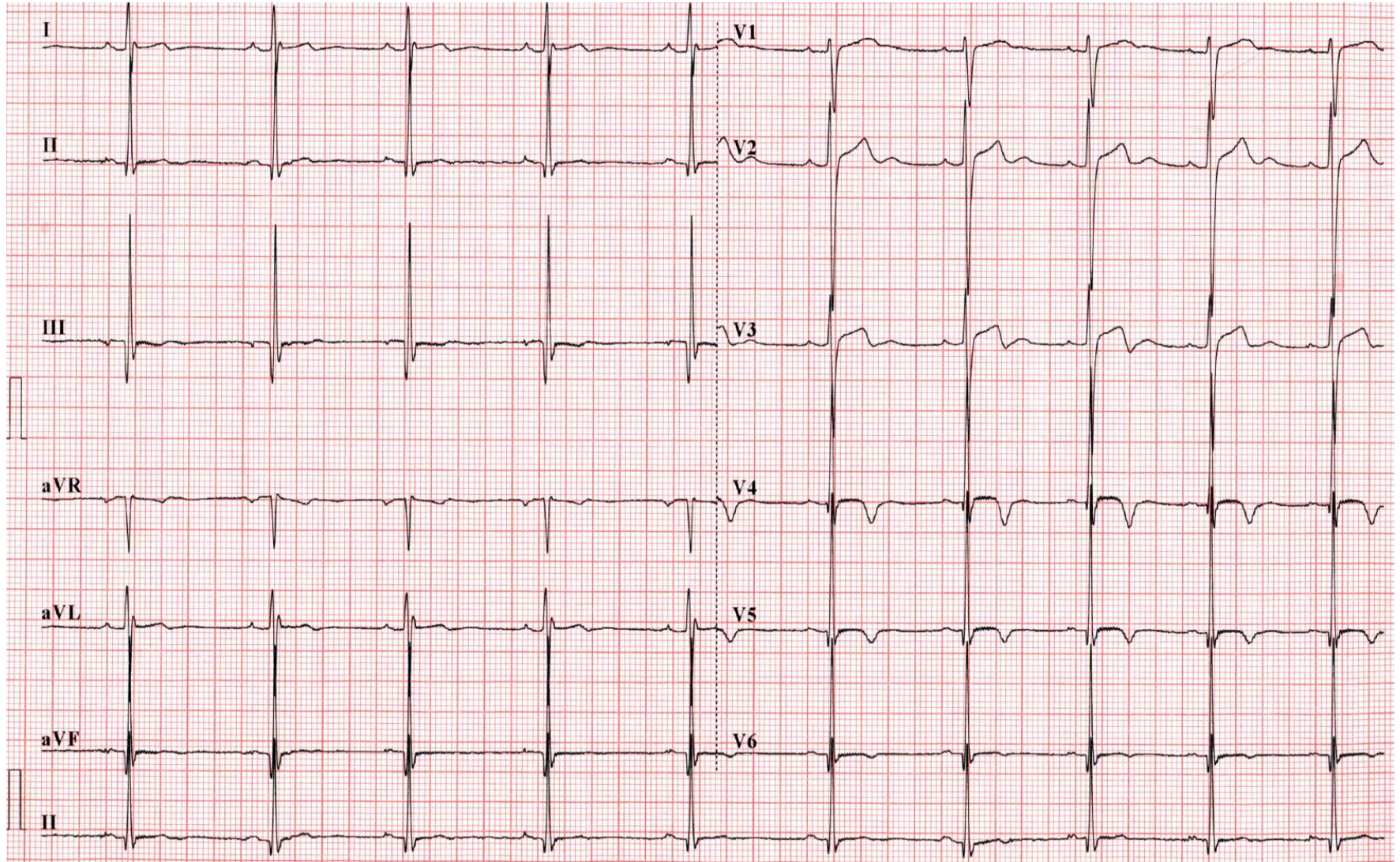
Triathlète 17 ans

bilan cardiovasculaire justifié



Basketteuse 20 ans

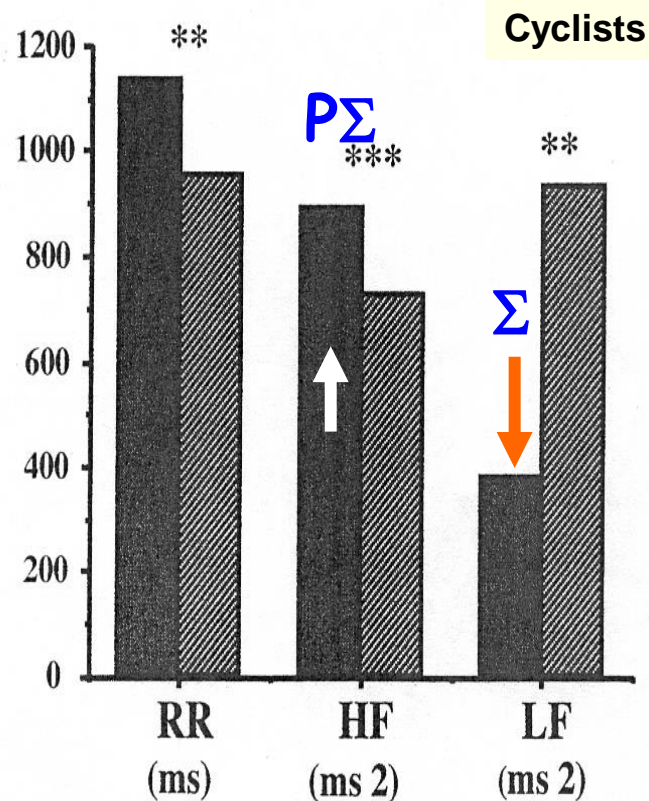
bilan cardiovasculaire justifié



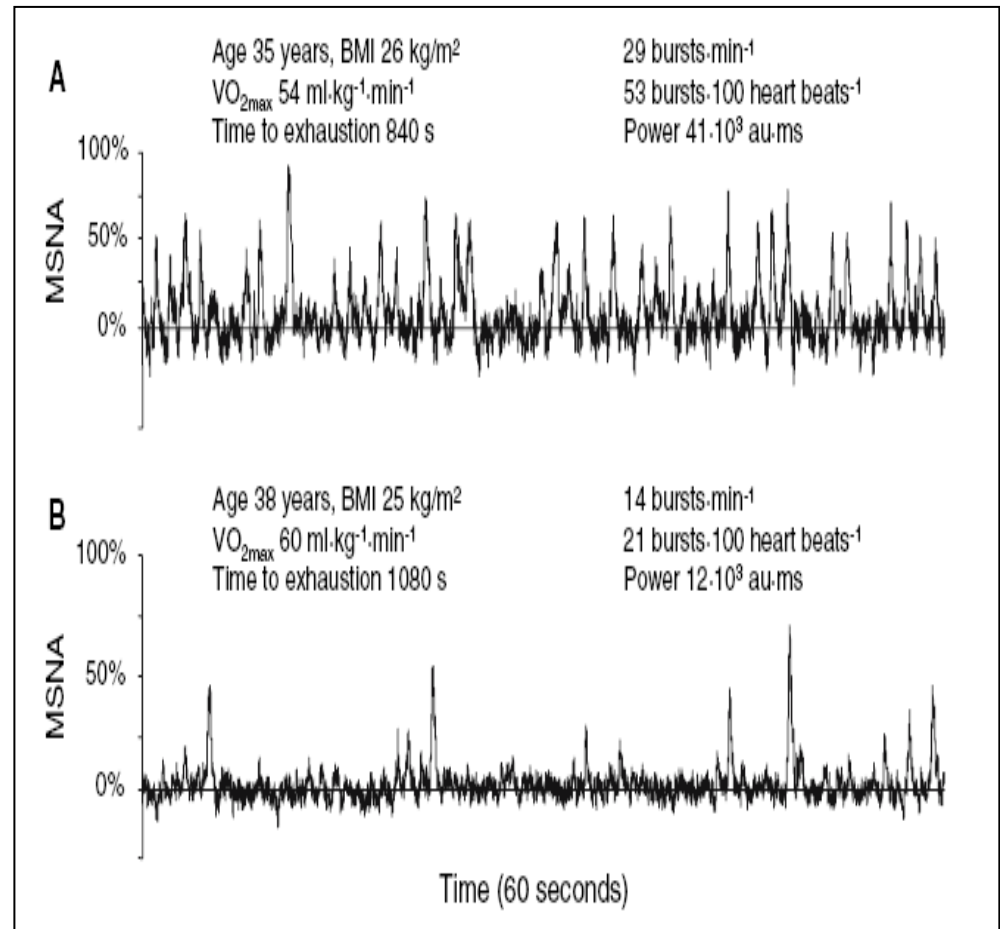
Athlete's bradycardia may be a multifactorial mechanism

David Matelot,¹ Frédéric Schnell,¹ Gaelle Kervio,² Nathalie Thillaye du Boullay,² and François Carré¹

¹Laboratoire de Traitement du Signal et de l'Image, INSERM U1099, Rennes, France; and ²Centre d'Investigation Clinique et d'Innovation Technologique, INSERM 804, Rennes, France

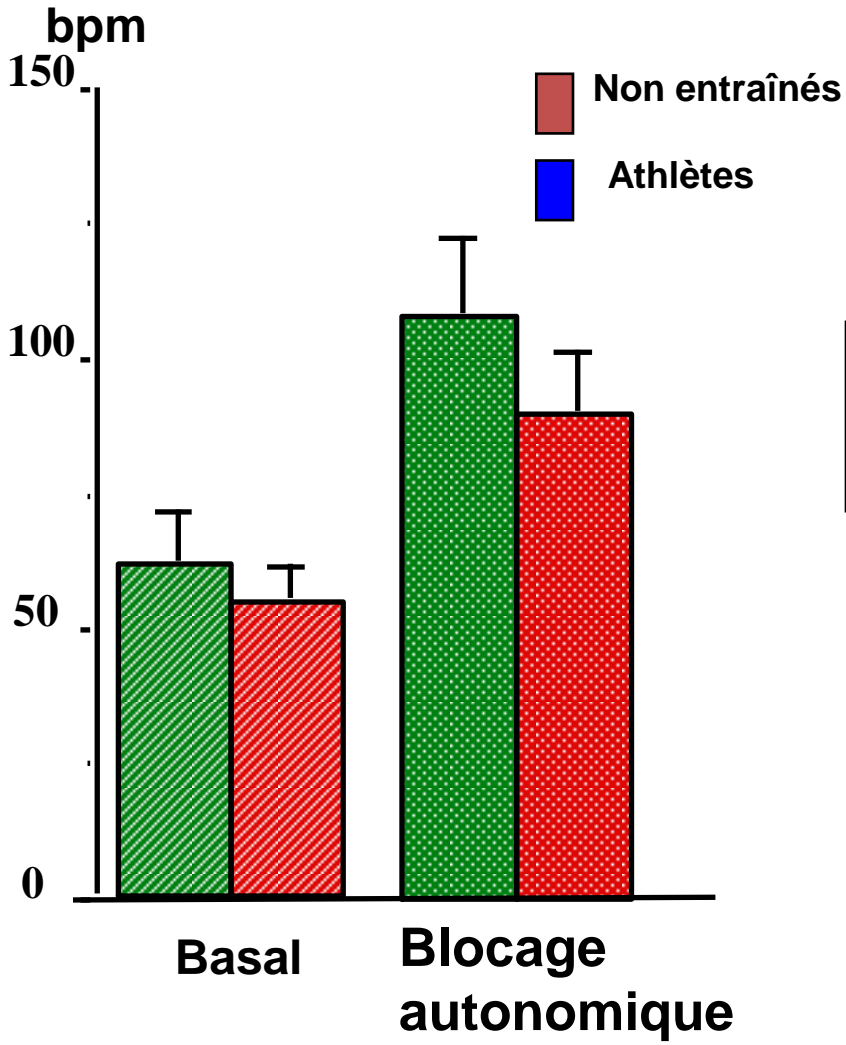


Carré F et al. 2000

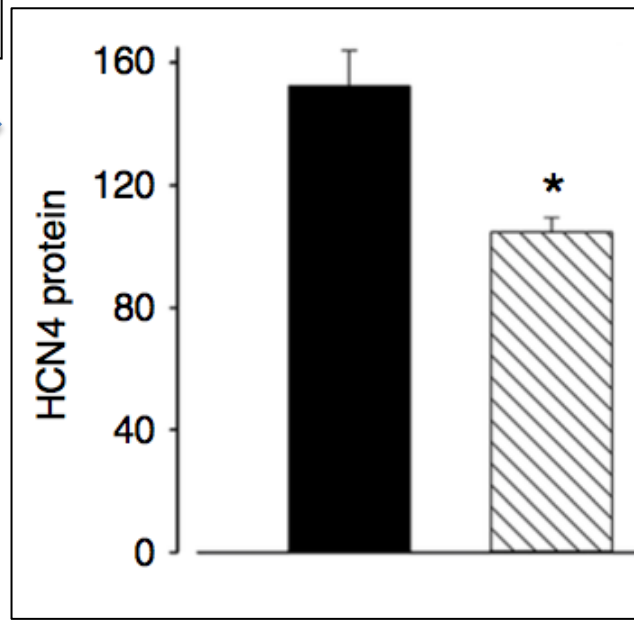
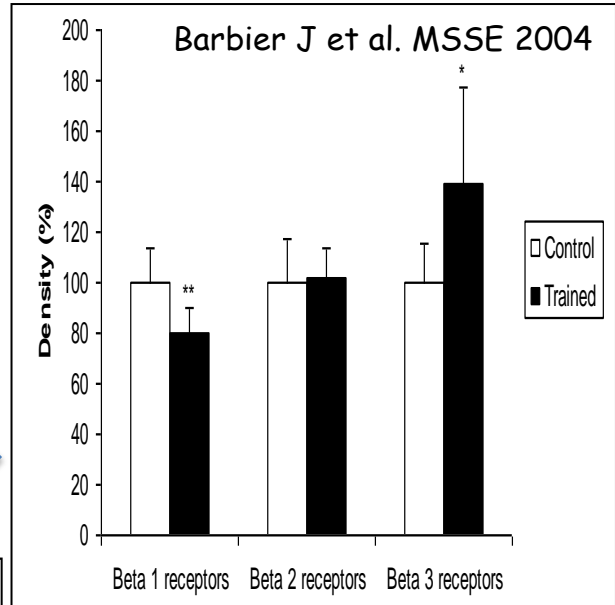


Hautala AJ Eur J Appl Physiol (2008)

Modifications structurelles membranaires (1)

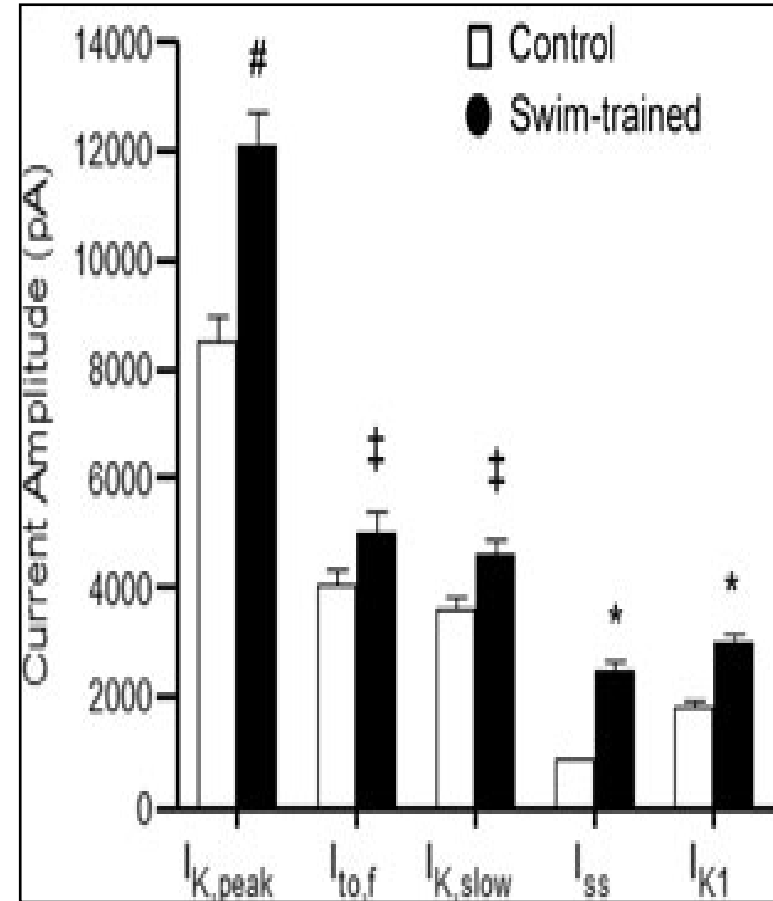
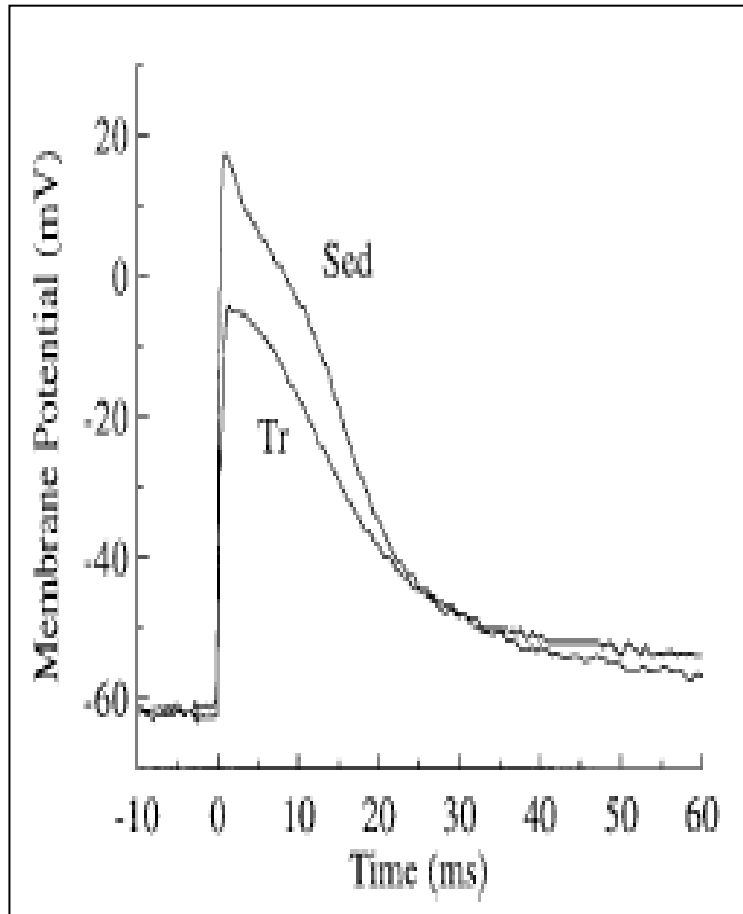
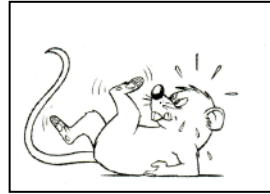


D'après Dickhuth et al, J Cardiovasc Pharmacol 1987

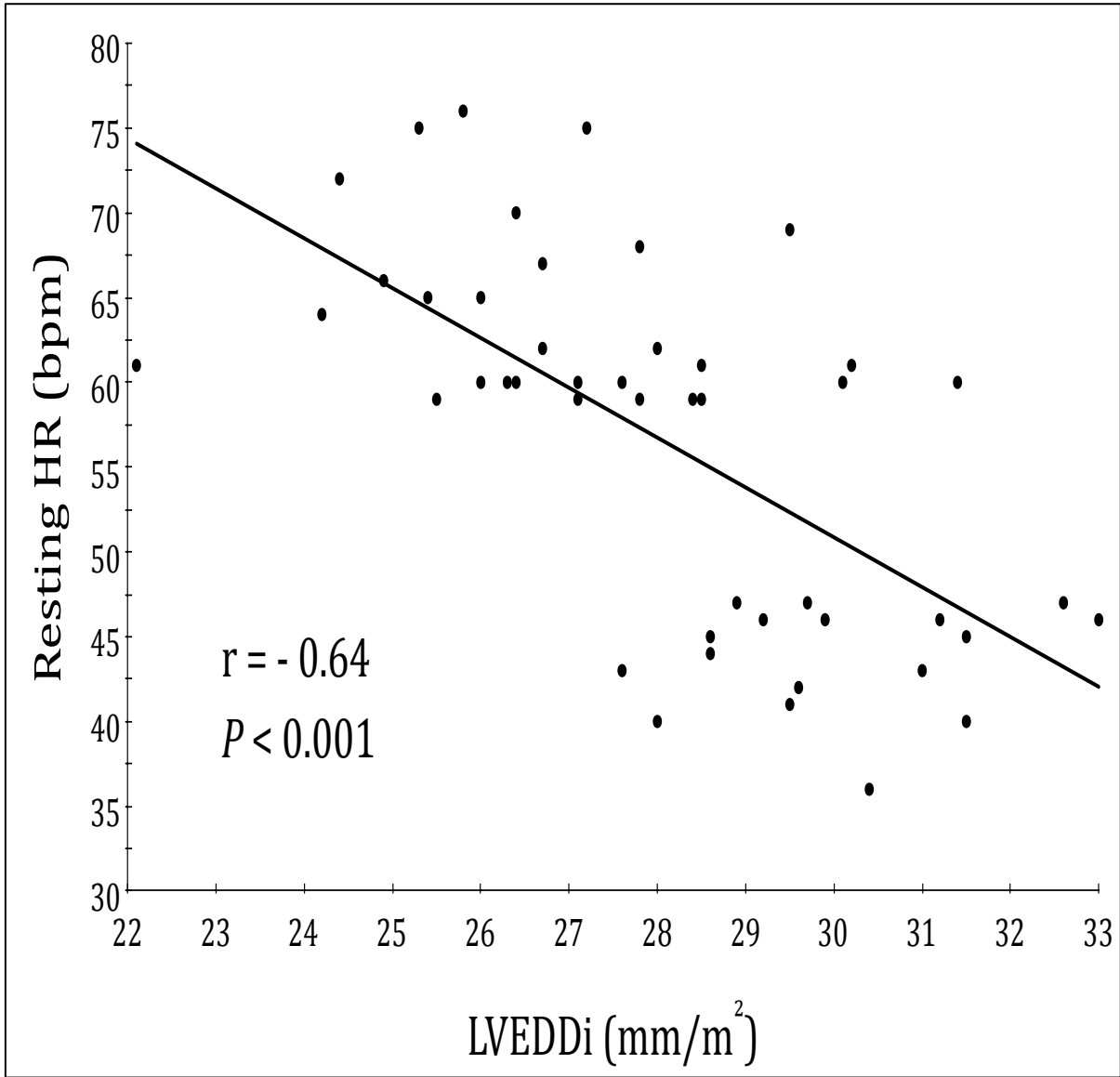


D'Souza et al., Nat Commun, 2015
D'Souza et al., J Physiol, 2015

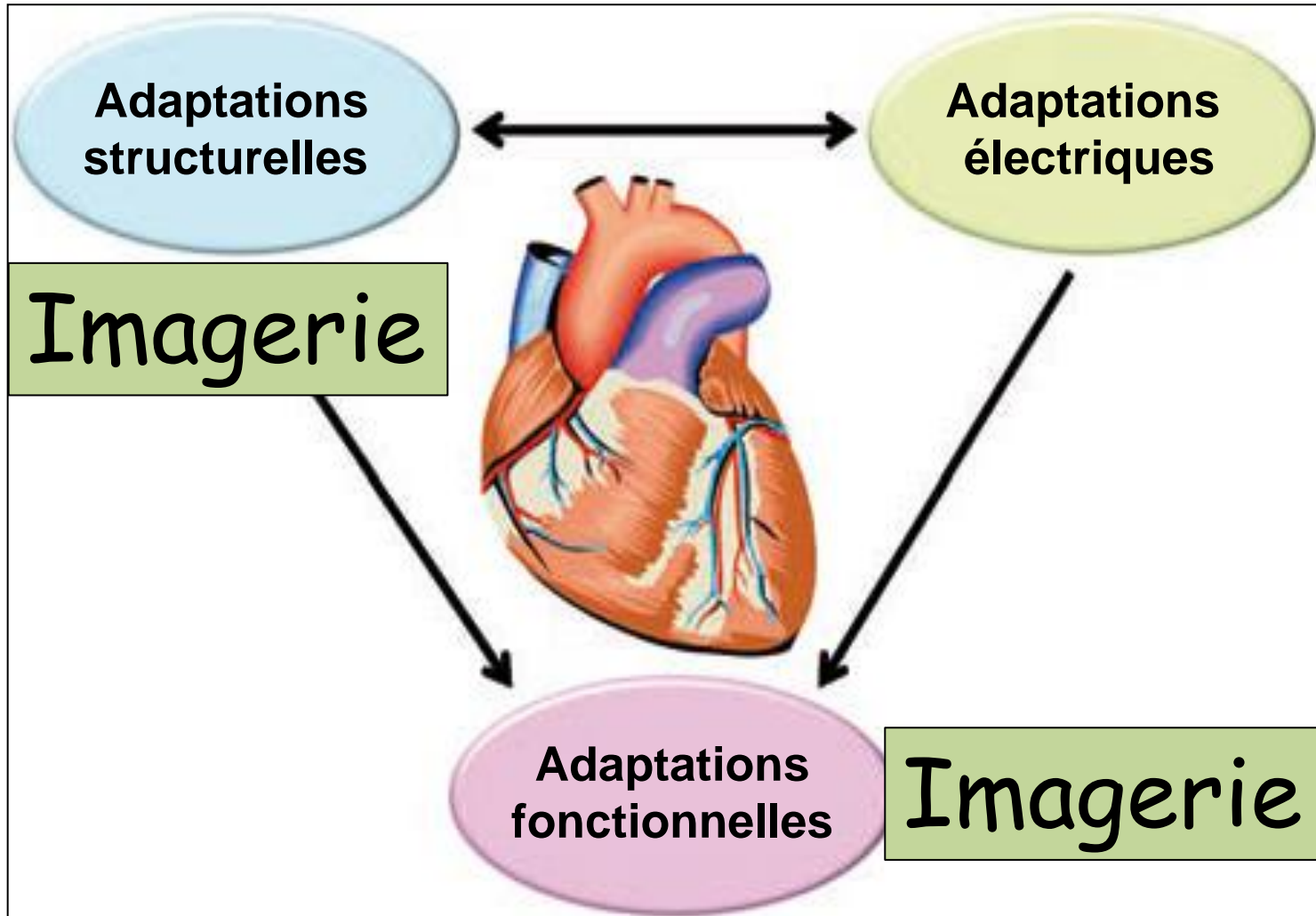
Modifications structurelles membranaires et repolarisation



Et l'hypertrophie cardiaque ?



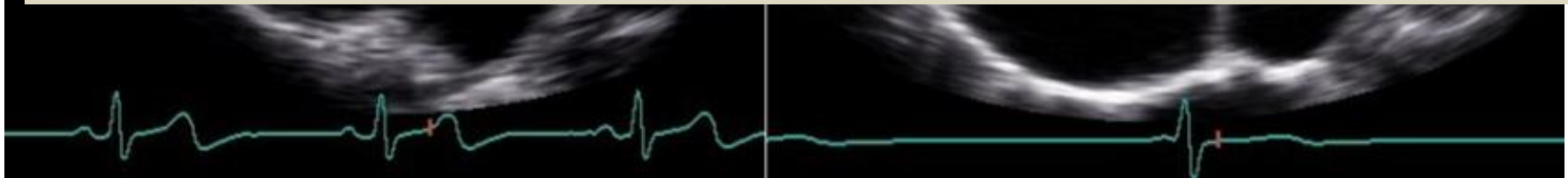
Signes morphologiques du «cœur d'athlète»



Echocardiographie du « cœur d'athlète »



« Percussion indicates, as we know very well, only cardiac size, it does not answer the question if this enlarged heart is hypertrophic or not ».
Henschen, 1899.



**DILATATION- hypertrophie harmonieuse
et modérée des quatre cavités**

Evaluation de l'athlète dans son ensemble, clinique, ECG

Ethnicité et cœur d'athlète, le ventricule gauche

Footballeurs professionnels

KervioG et al

Eur J Prev Cardiol 2013



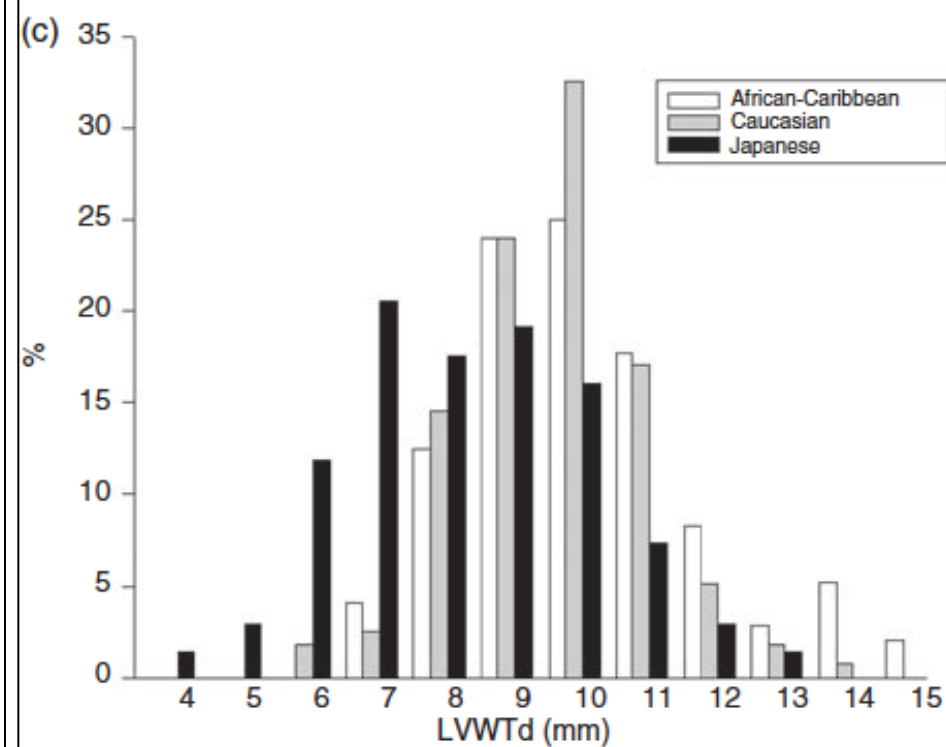
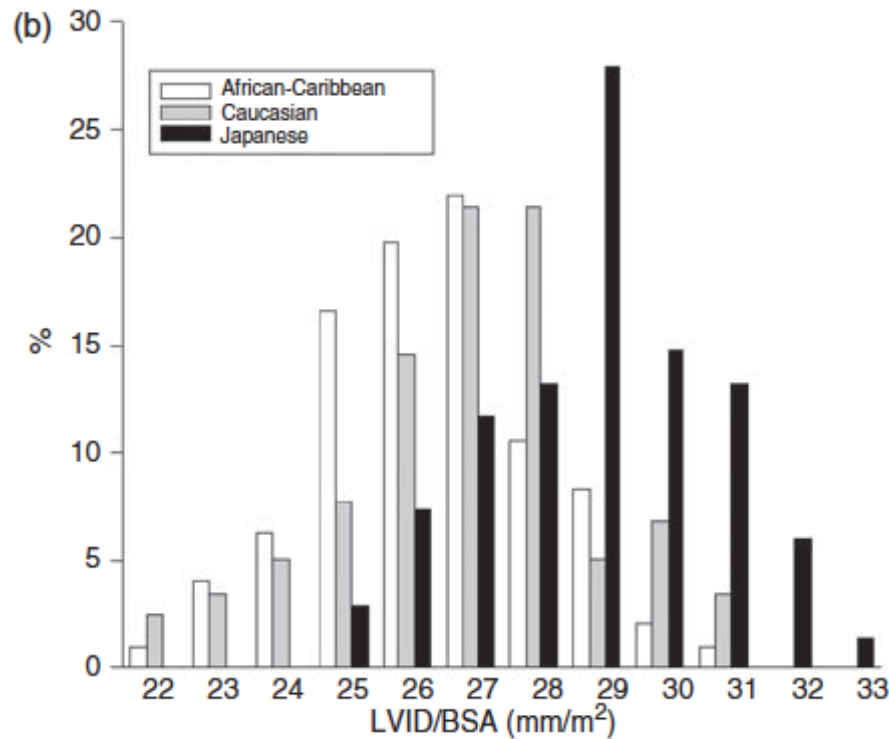
Japanese (n = 68)



African-Caribbean (n = 96)

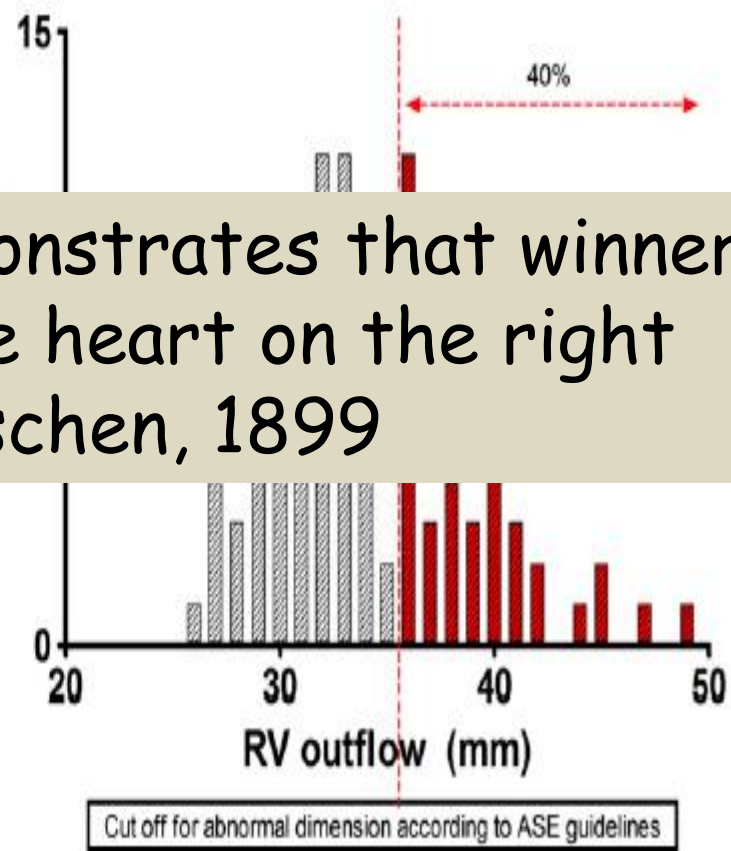
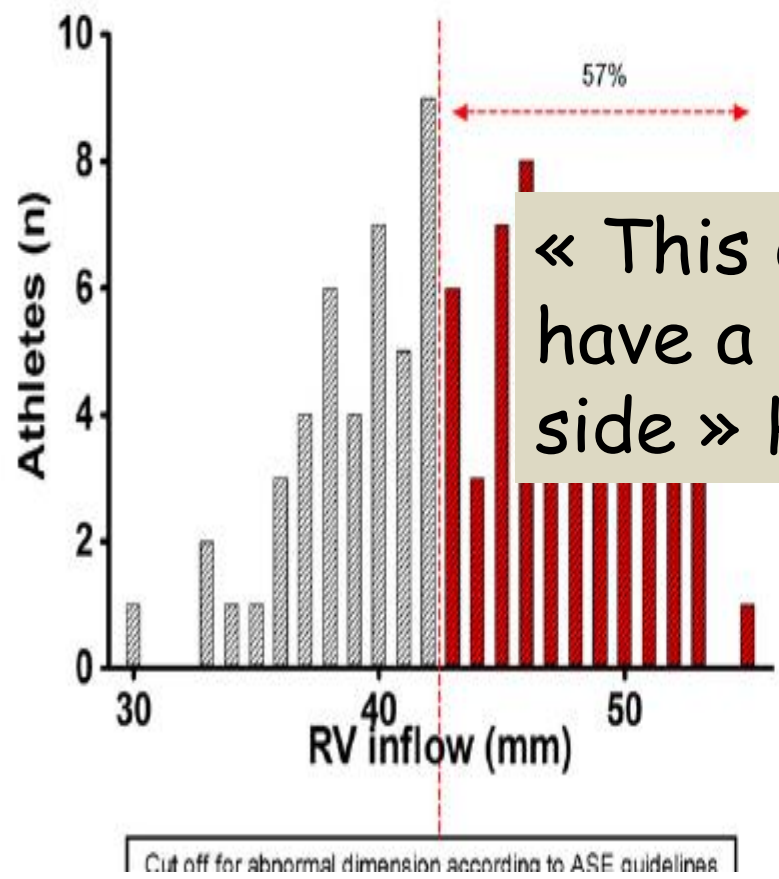
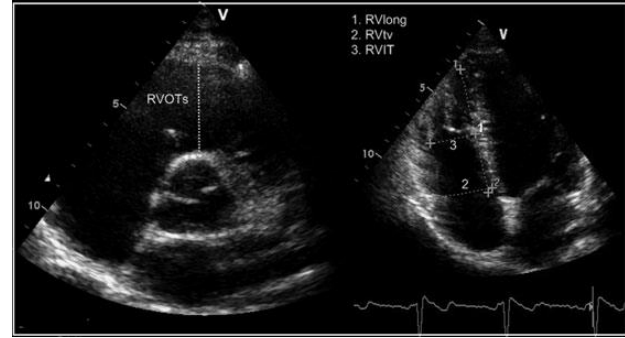


Caucasian (n = 118)



45 mm > DTDVG < 62 mm H et 56 mm F - < 32 mm.m⁻², FEVG > 45%,
 Parois VG ≤ 13 mm Caucasien H et 11 mm F et ≤ 14 mm Afro-Caribbéen H et 12mm F
 OG TM < 45 mm H et 40 mm F
 Aorte < 40 mm

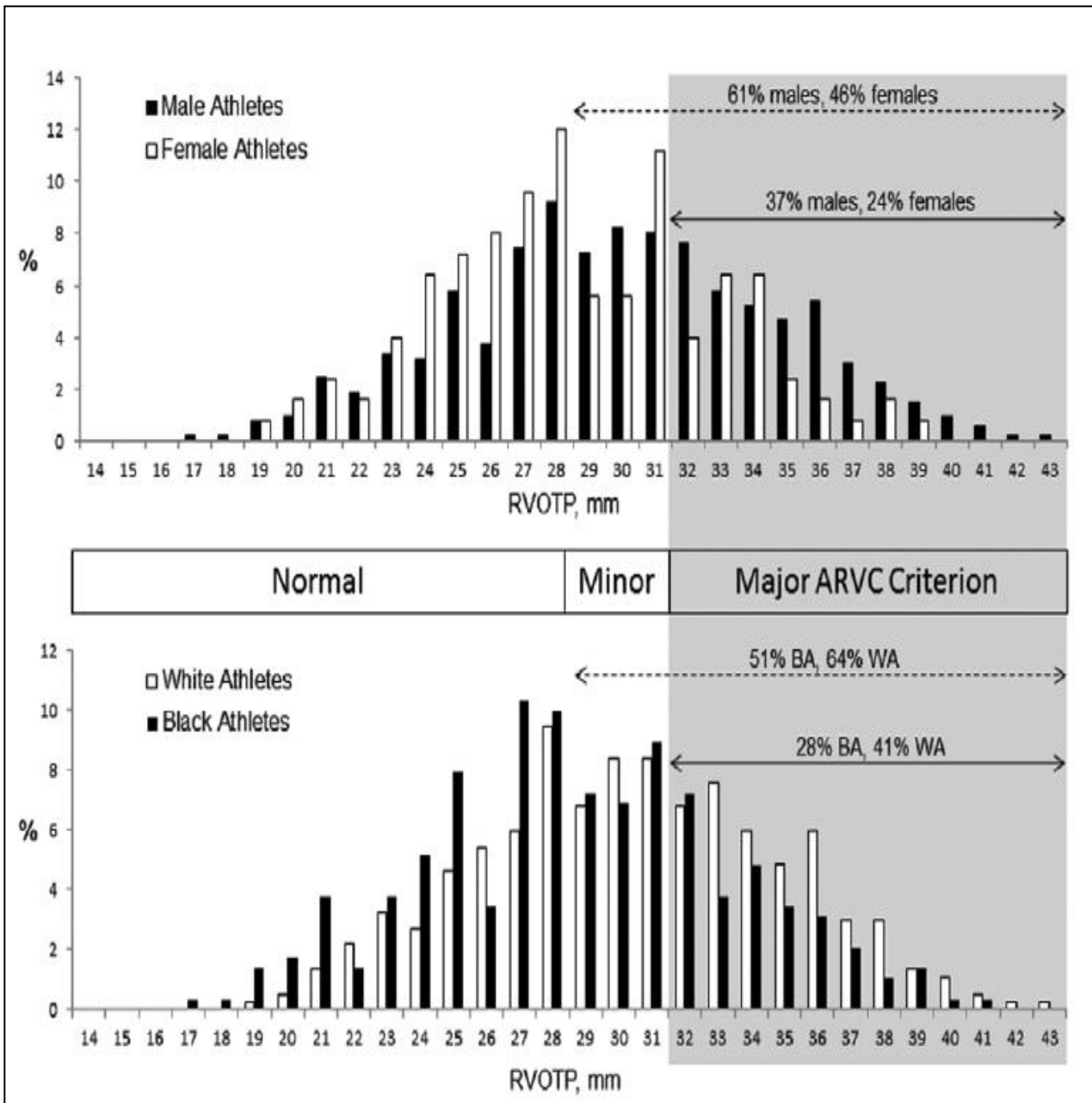
Et le ventricule droit ?



« This demonstrates that winners have a large heart on the right side » Henschen, 1899

Fonction VD normale +++, pas d'arythmie, IRM ++ si doute

Ethnicité et cœur d'athlète, le ventricule droit

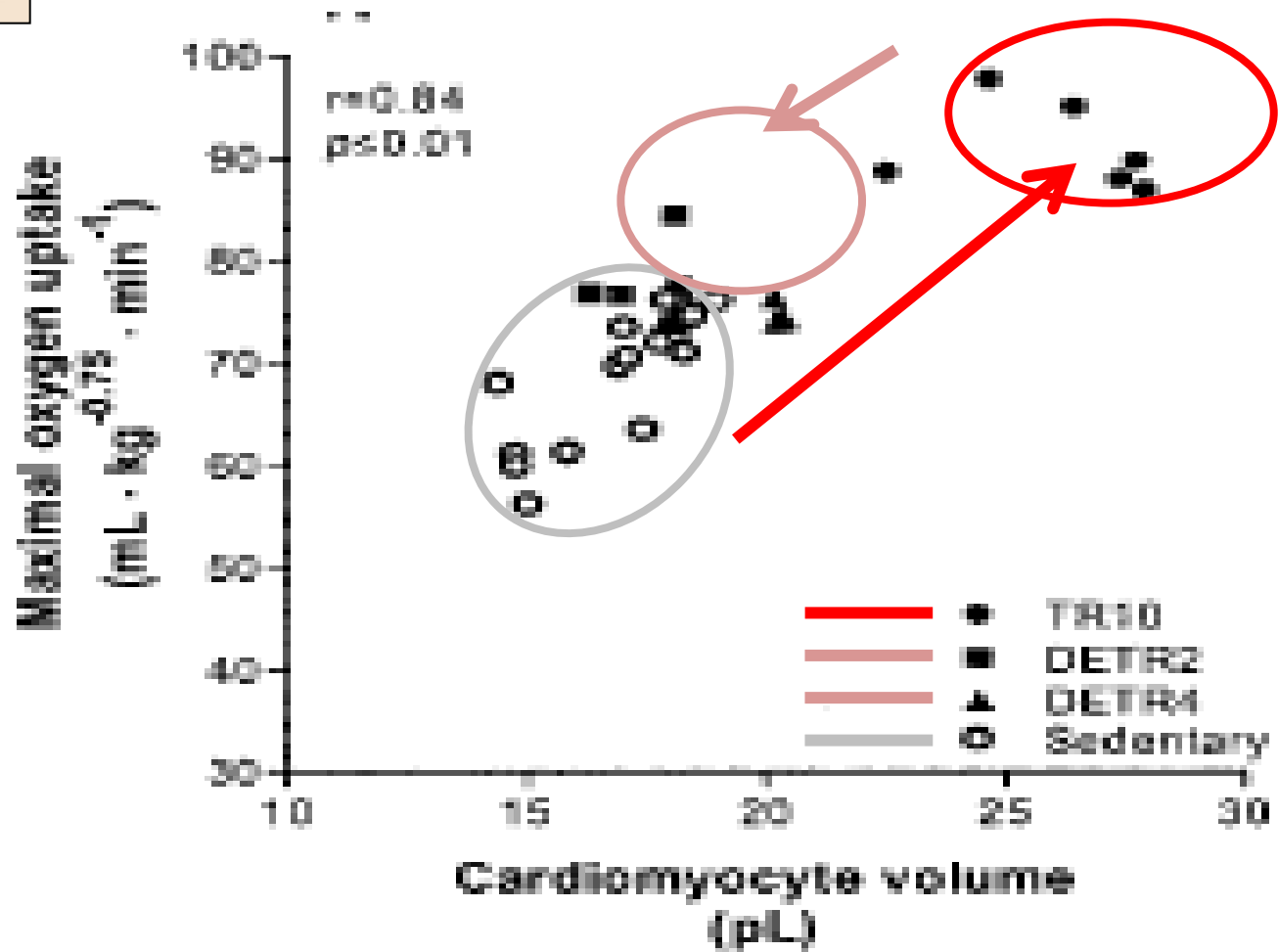


Zaidi A et al Circulation 2013

DÉSENTRAÎNEMENT ET

SIGNES DU CŒUR D'ATHLÈTE

Entraînement et désentraînement chez l'animal



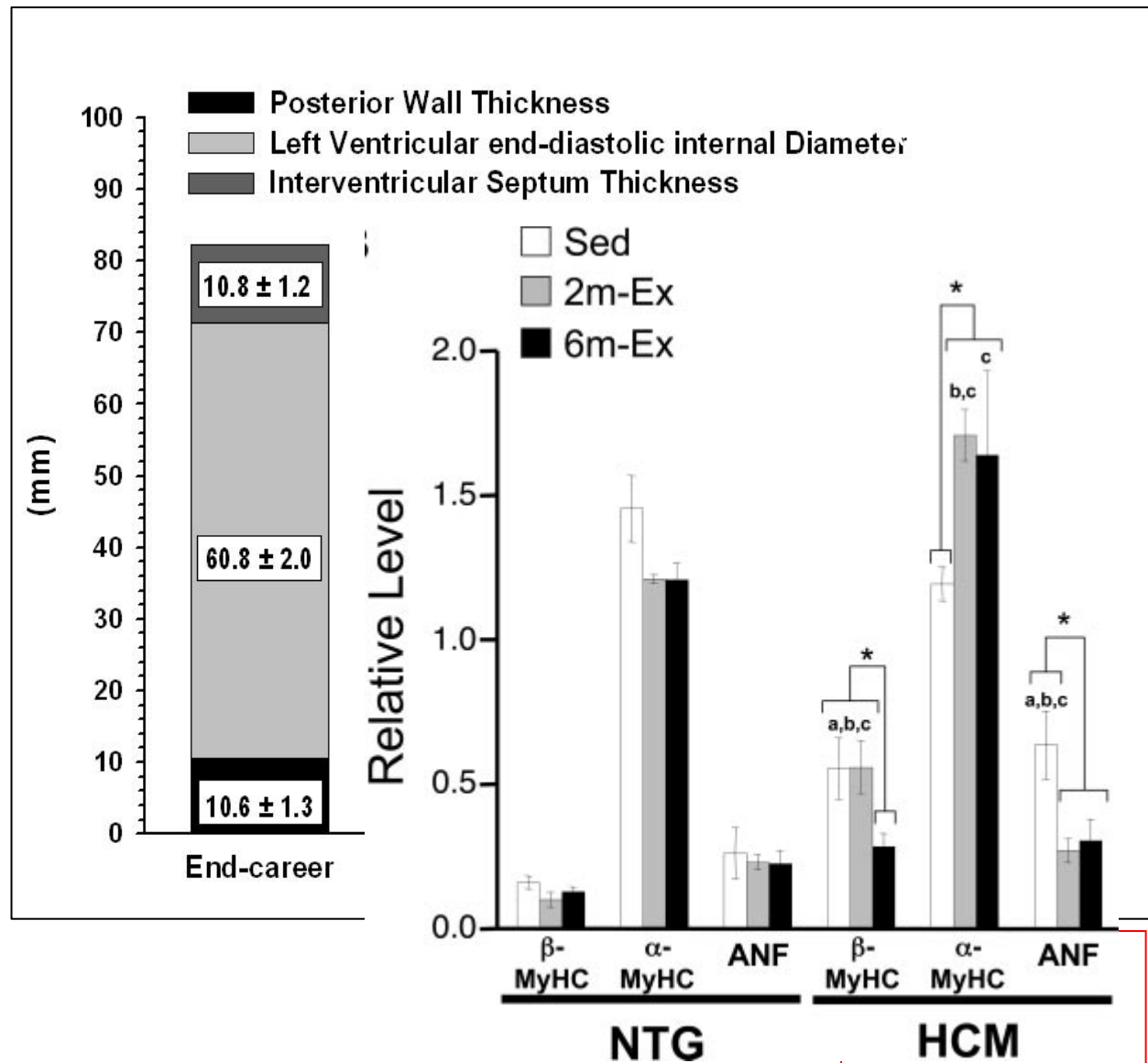
Désentraînement et adaptations morphologiques

du coeur d'athlète

Suivi longitudinal de 7
ex-cyclistes professionnels

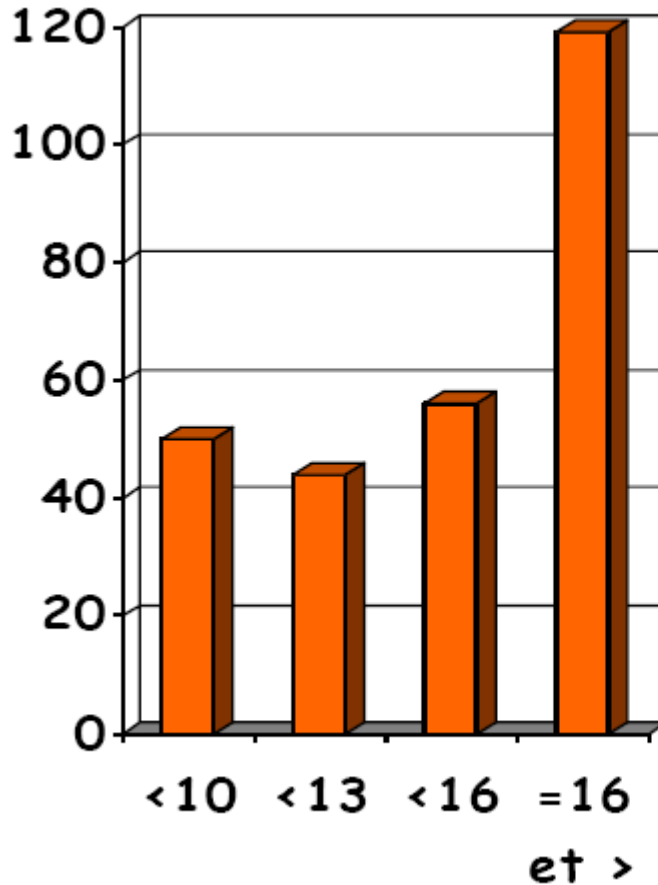
Épaisseur pariétale (-14%)

Diamètre TDVG (-4%)



Variabilité de l'hypertrophie dans les CMH

N =

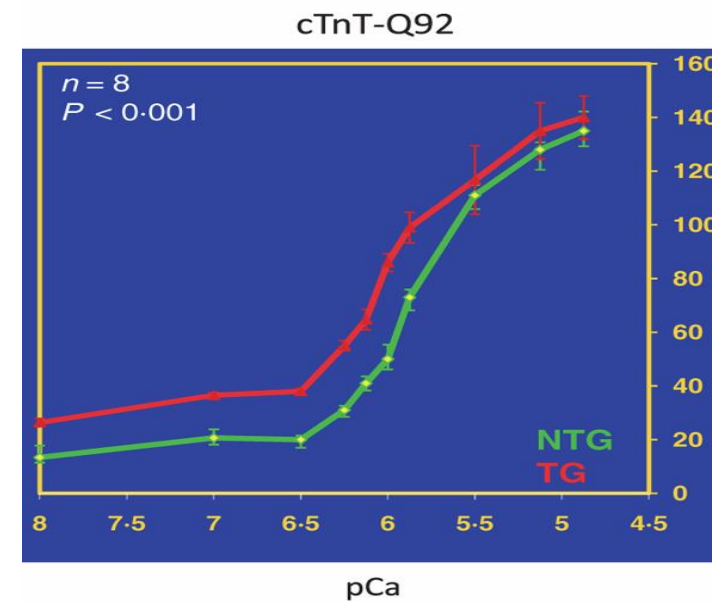
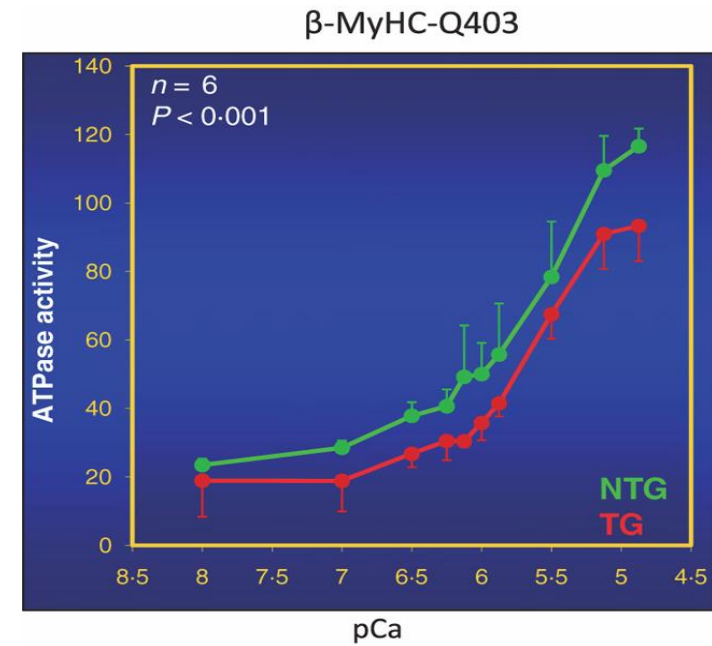
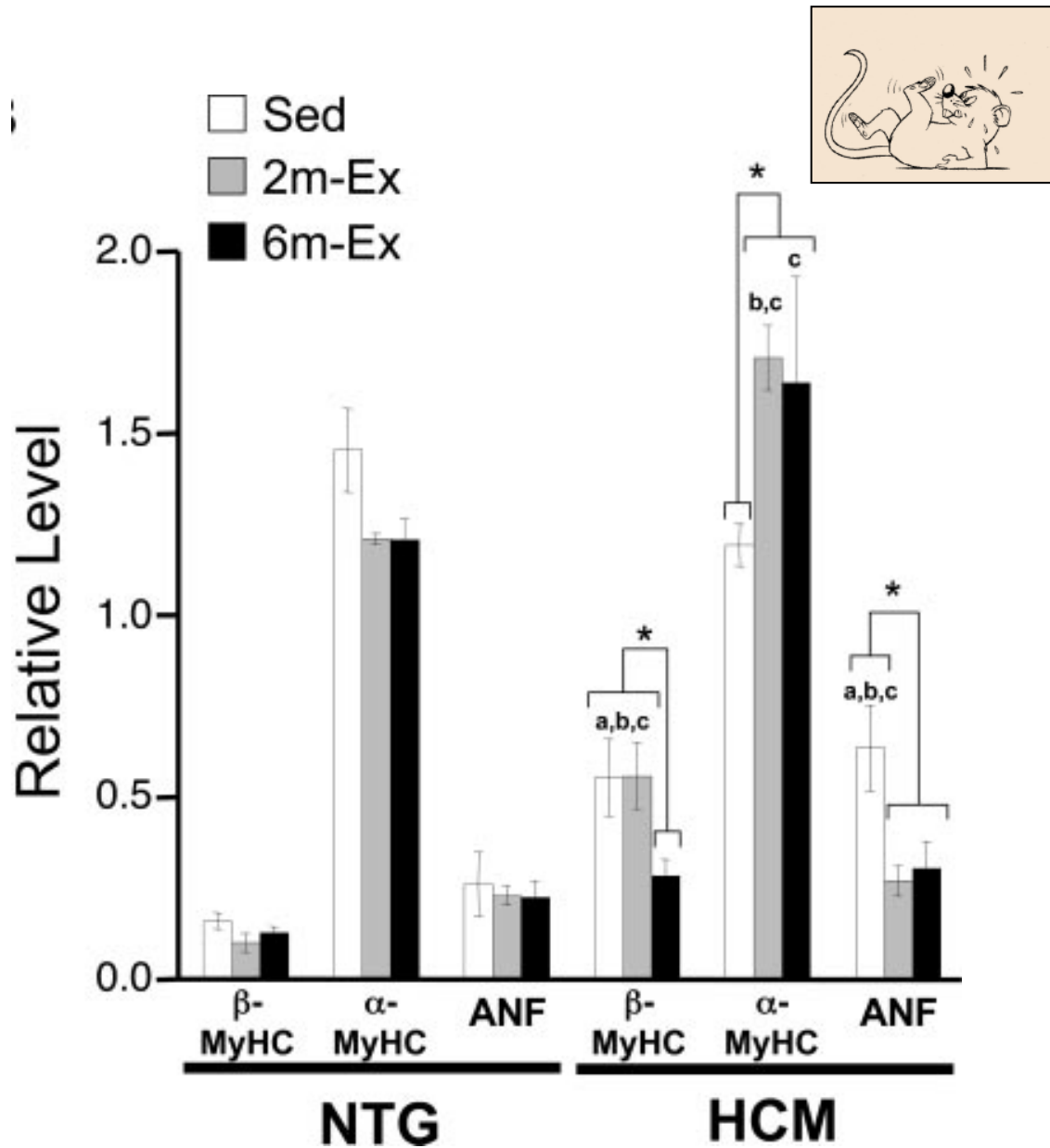


Etudes de 268 sujets adultes
porteurs de mutations

Répartition de l'hypertrophie

■ SIV mm

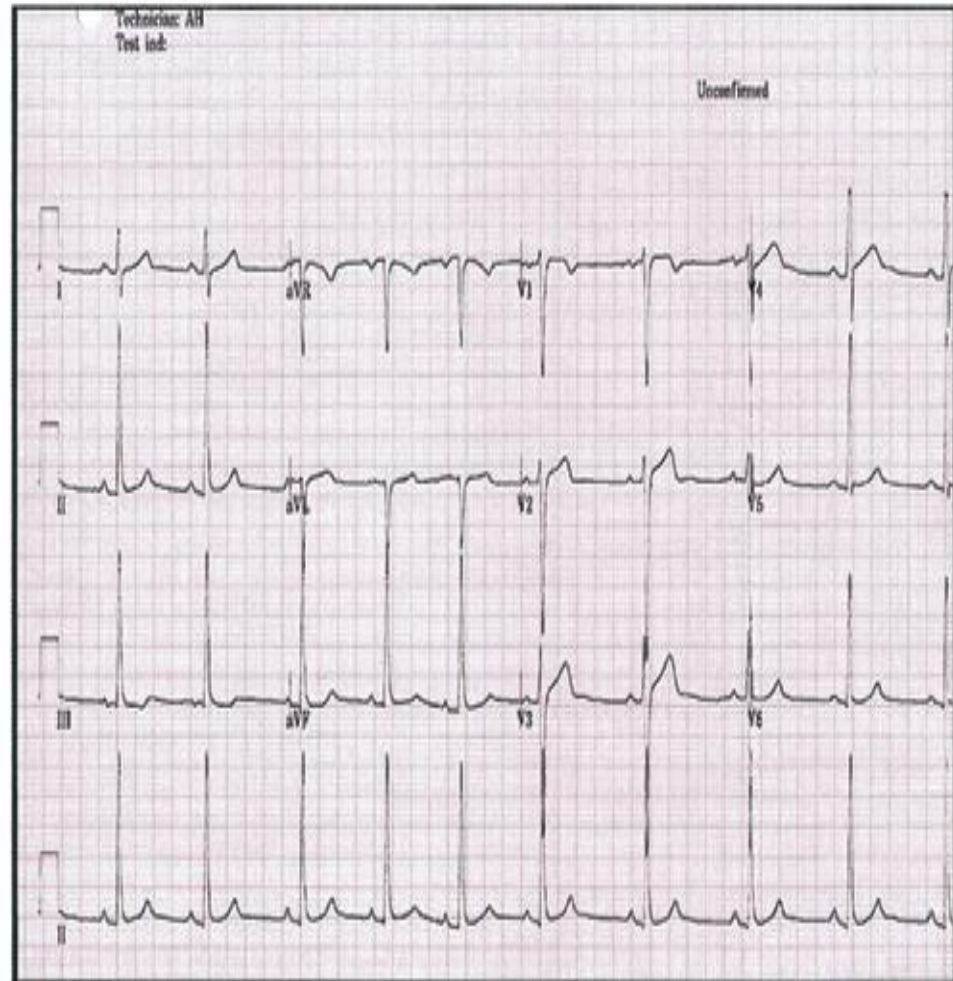
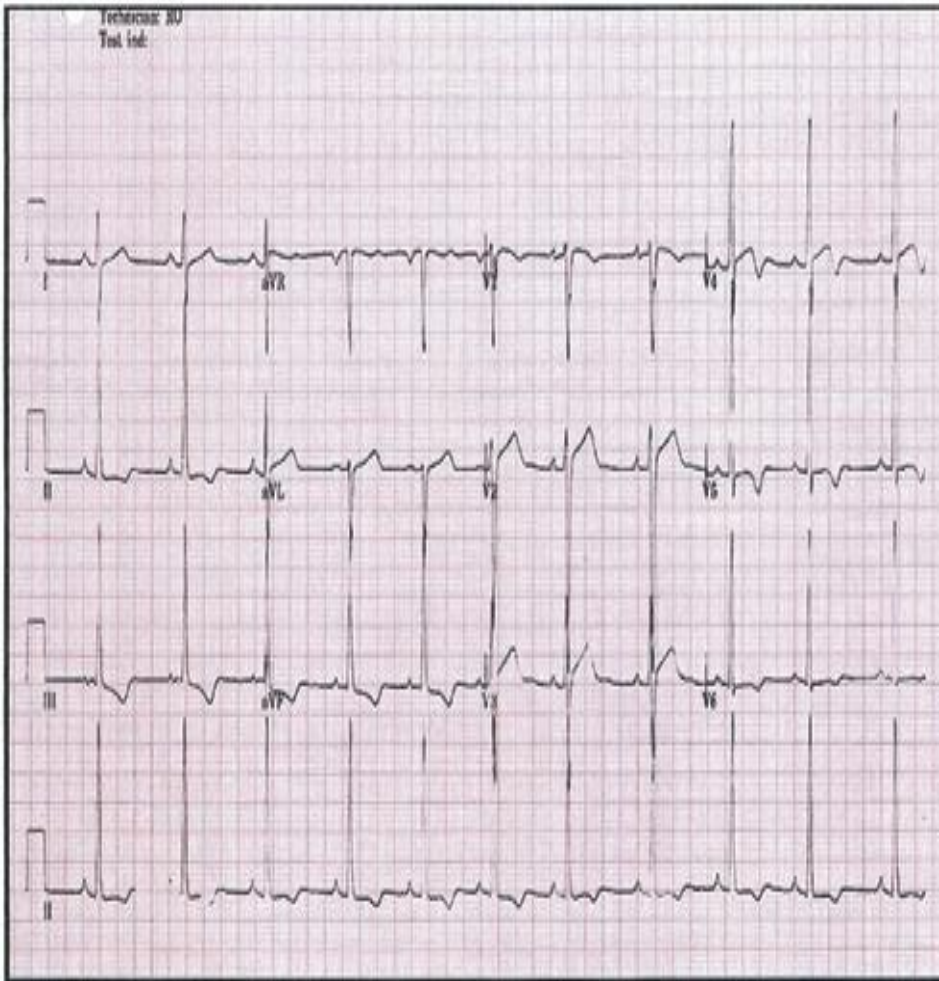
Réponses des CMH à l'entraînement



Désentraînement et ondes T négatives

Before detraining

After detraining



Désentraînement et durée QT (1)

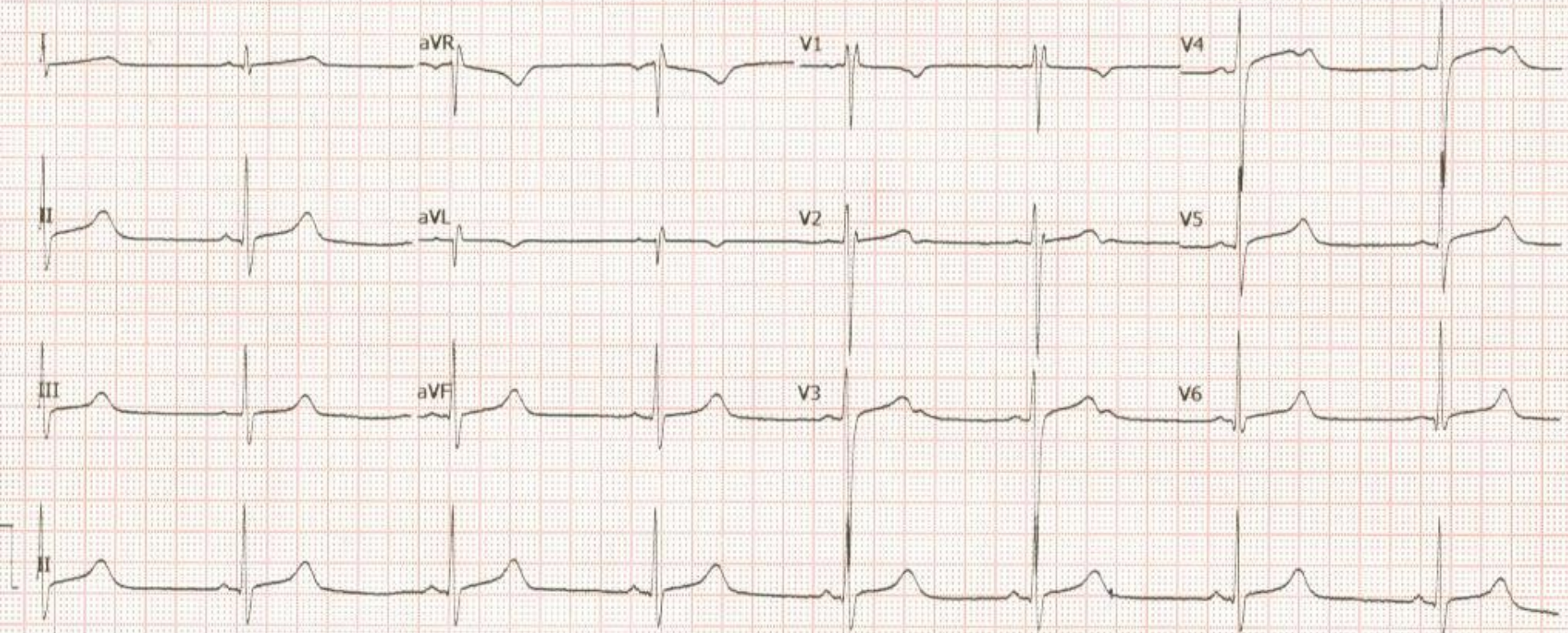
Med. referant:
Med. soignant:

QRS : 106 ms
QT / QTcBaz : 598 / 523 ms
PQ : 136 ms
P : 88 ms
RR/PP : 1308 / 1304 ms
P/QRS/T : 46 / 80 / 63 degrés

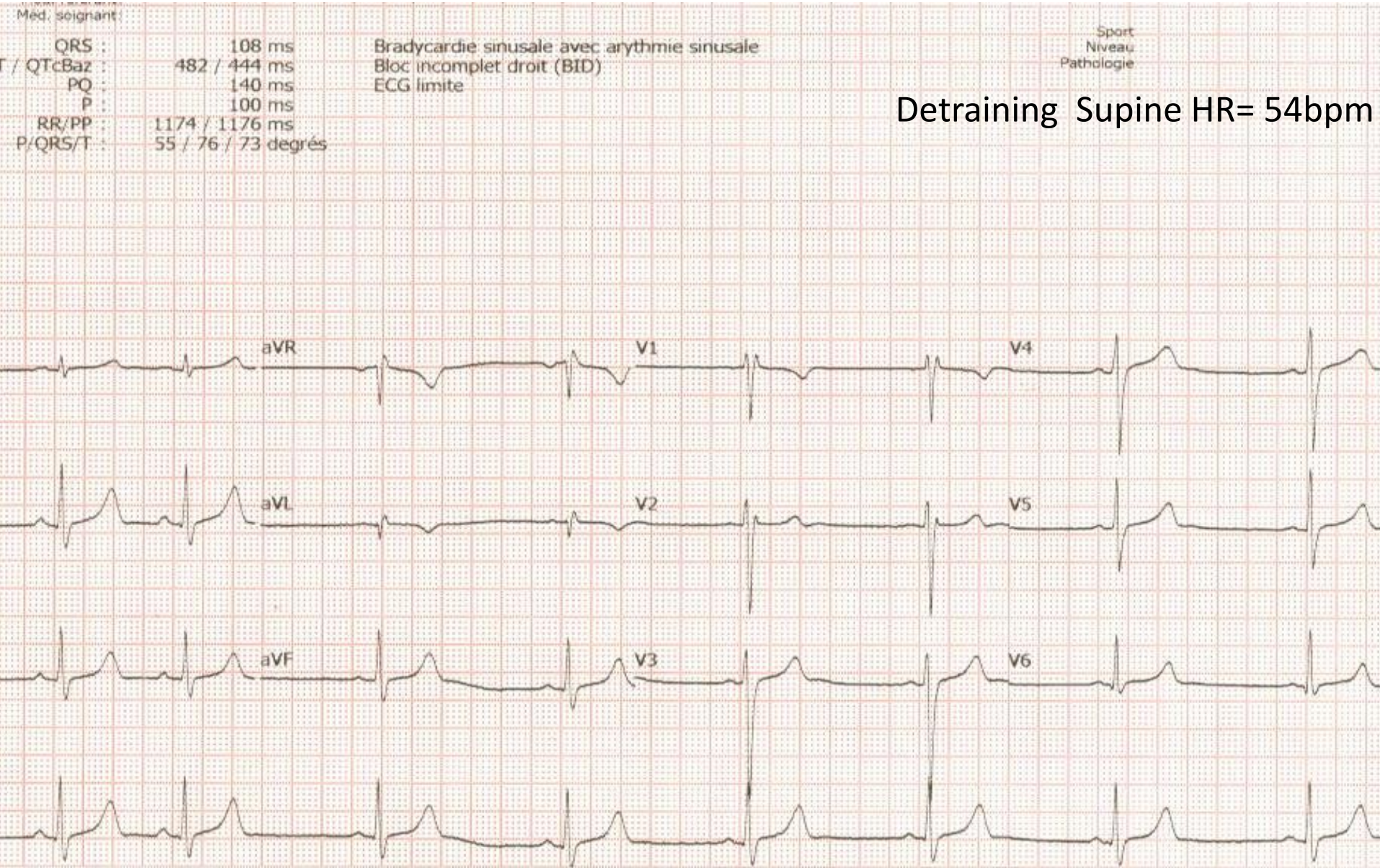
Bradycardie sinusale franche
Bloc incomplet droit (BID)
QT allongé
ECG anormal

Sport
Niveau
Pathologie

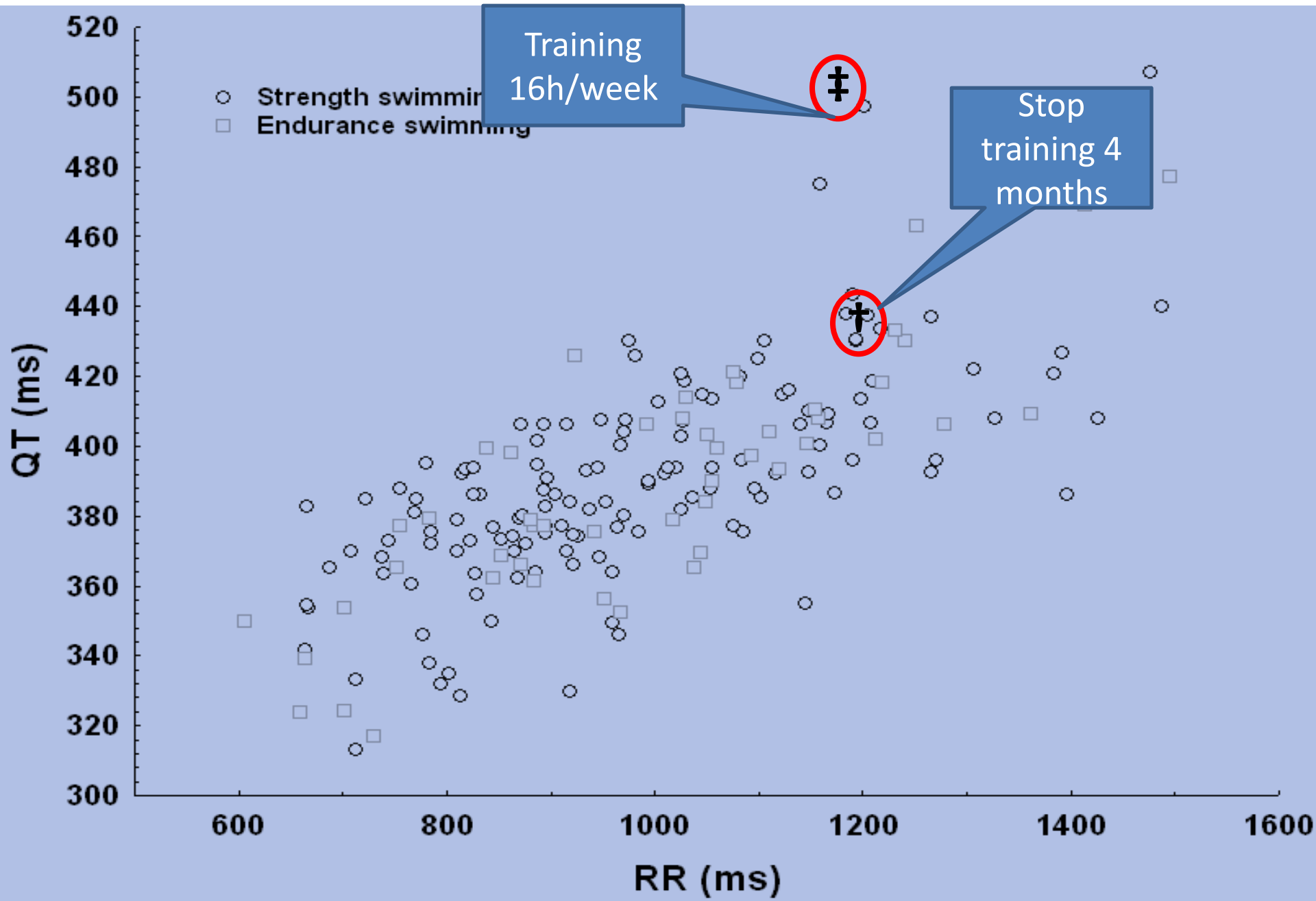
HR 47 bpm



Désentraînement et durée QT (2)



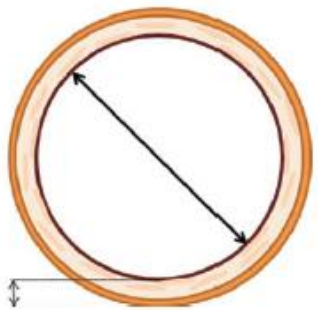
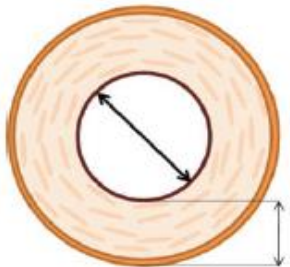
Nageur 17 ans.



L'ARTÈRE DE L'ATHLÈTE

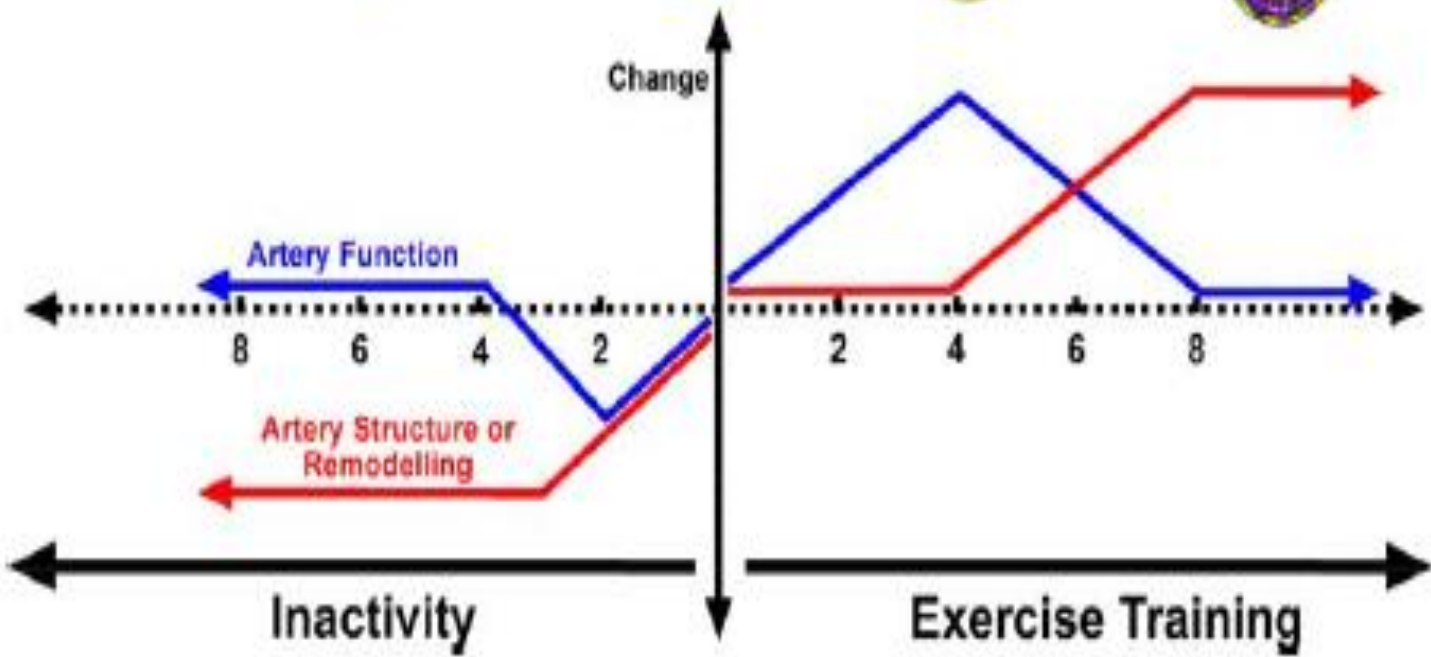
Système vasculaire de l'athlète

Contrôle



Athlète endurant

Thijssen D et al
Eur J Appl Physiol
2010 108:845-75

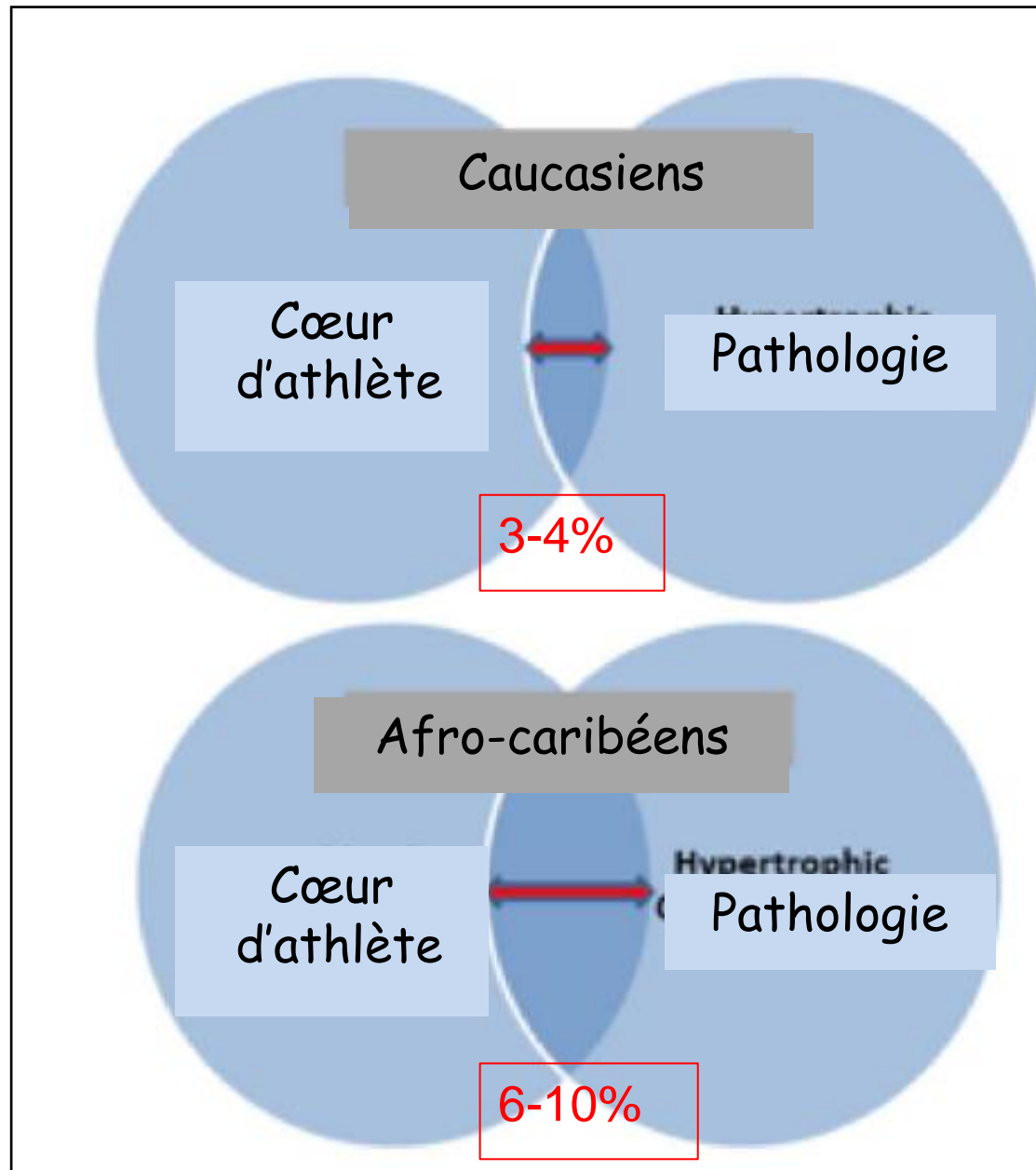


Green D et al
Exp Physiol 2012
;97:295-304

ADAPTATIONS DYNAMIQUES

LIMITES DU CŒUR D'ATHLÈTE

Ethnicité et limites du « cœur d'athlète »



Cœur d'athlète ?

CLINIQUE

Symptômes
Performances et
entraînement

Surement oui

Non

Adaptées

Doute

Oui

Inadaptées

ECG

Discordance avec entraînement

Non
Bradycardie
BBDI
BAV bas degré

Oui
Arythmie
BAV haut degré
Troubles repolarisation ++

ECHO

Discordance avec entraînement

Non

Oui

VG

Parois (mm)

$H \leq 13$
F ou < 18 ans 12
 $\leq 7 \text{mm.m}^{-2}$

> 13 ou 14 si afro-caribéen

Diamètre (mm)

$H < 60$
F ou < 18 ans < 55
 $\leq 32 \text{mm.m}^{-2}$

> 60
< 45 + hypertrophie
pariétale

VG/VD

OG TM (mm)

Equilibré
 $H < 45$
 $F < 40$

Déséquilibré
> 45
> 40

OG/OD

Equilibré

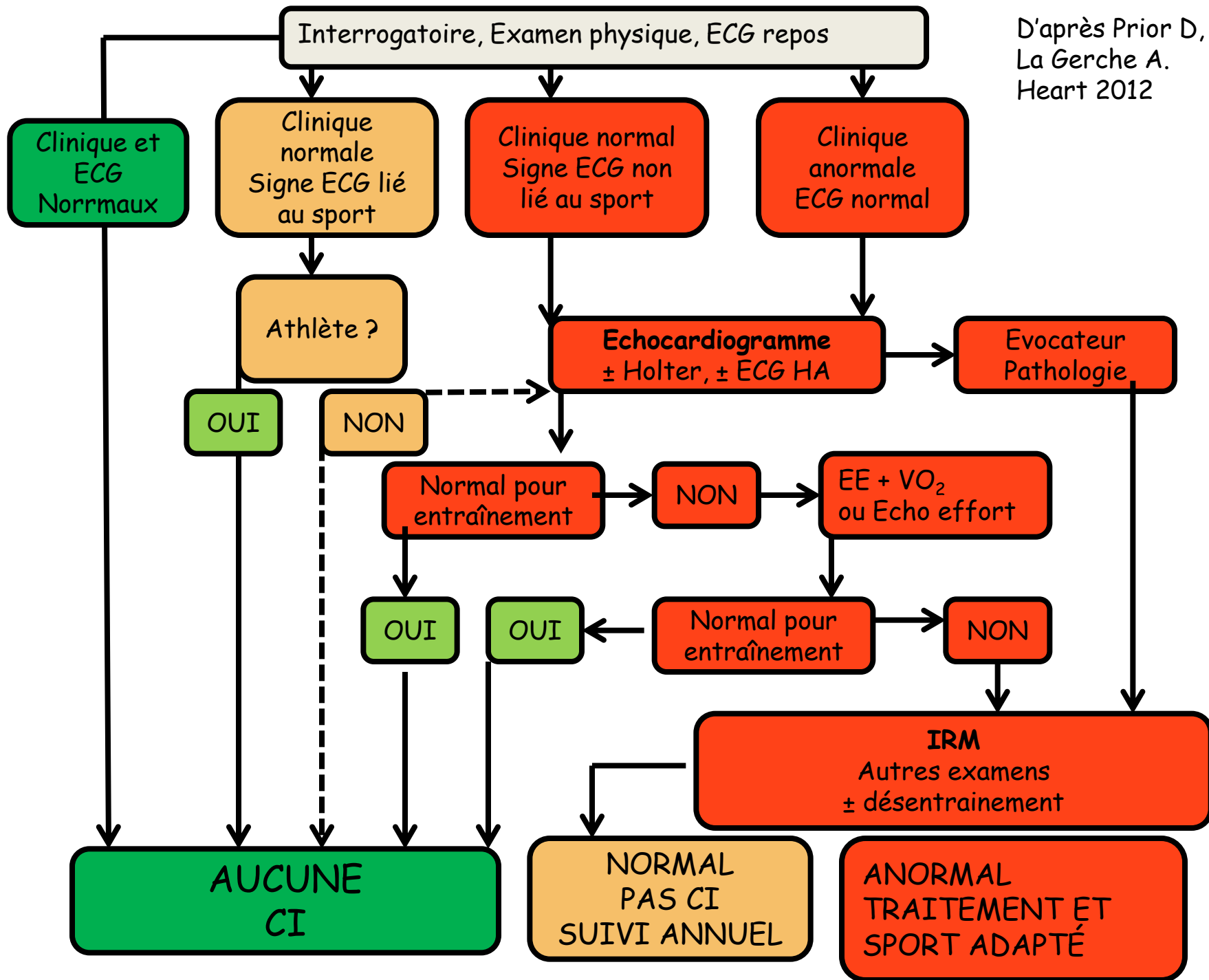
Déséquilibré

Fonctions
myocardiques

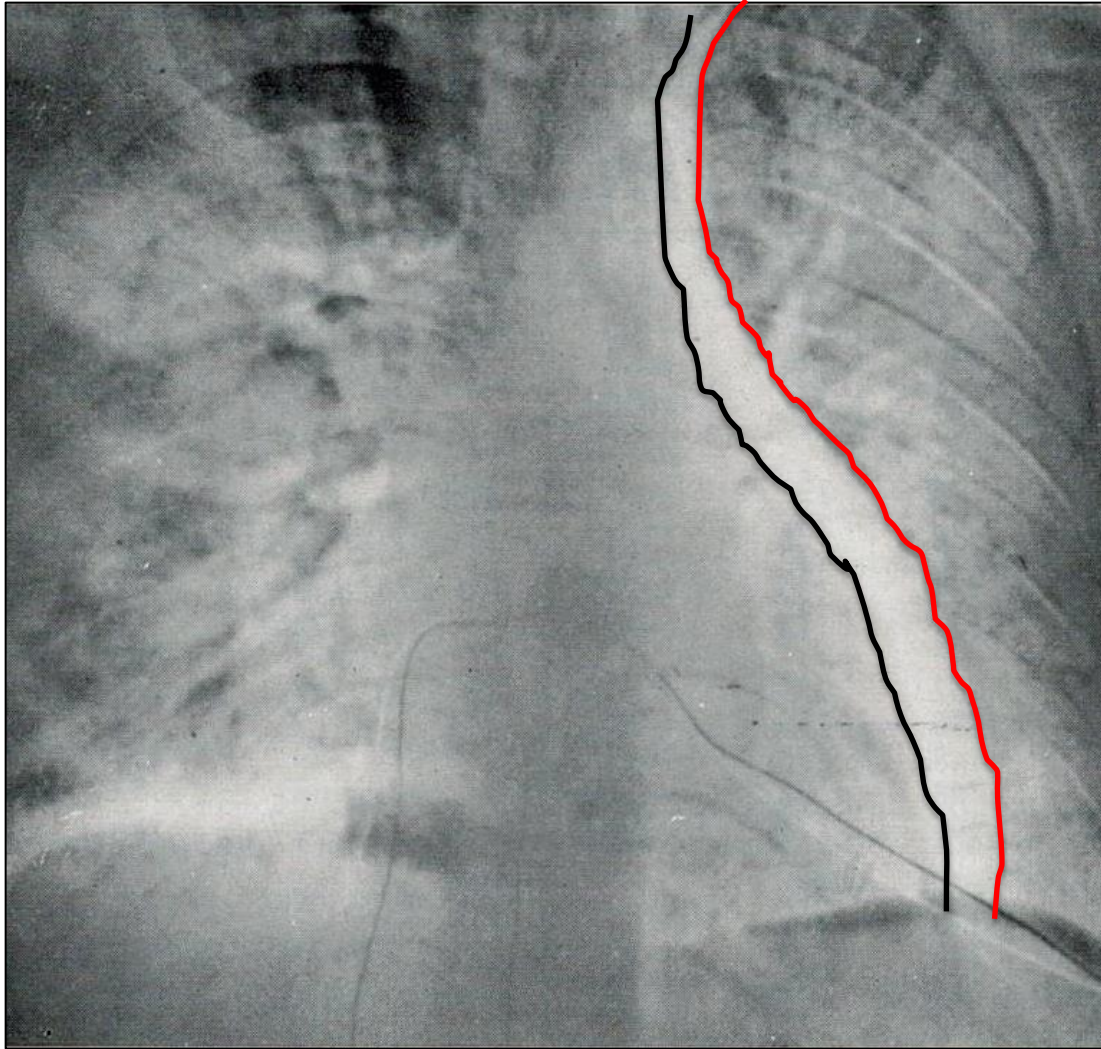
Normales ou supra normales

Anormale

D'après Prior D,
La Gerche A.
Heart 2012



La fatigue cardiaque



Avant et après effort sous maximal prolongé

Que retenir ?



Le cœur d'athlète est due à des adaptations physiologiques.

Les caractéristiques des adaptations sont multifactorielles

Savoir examiner un athlète dans son ensemble et ne pas se limiter à un paramètre isolé

Le cœur d'athlète est adapté pour l'effort, il faut savoir l'explorer à l'effort.

Aucun doute n'est acceptable sur l'intégrité du système cardiovasculaire d'un athlète.

Toute adaptation à une limite, celle-ci est parfois observée chez certains athlètes