

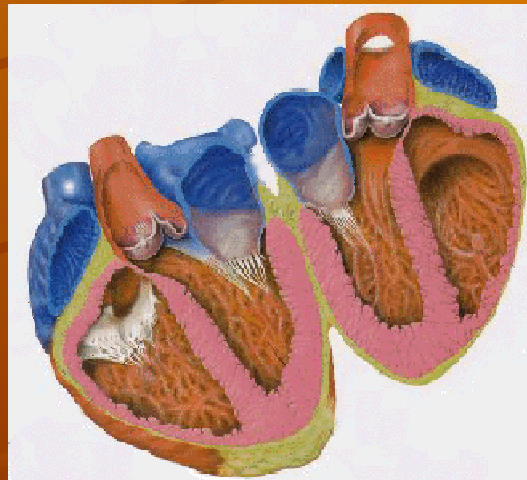
Le cœur et le sport



Dr Y.DAVIENNE
CH Epernay
Le 09 juin 2011

Pour memoire

- ◆ Le **cœur** est un muscle creux qui fonctionne à la manière **d'une pompe foulante et aspirante.**

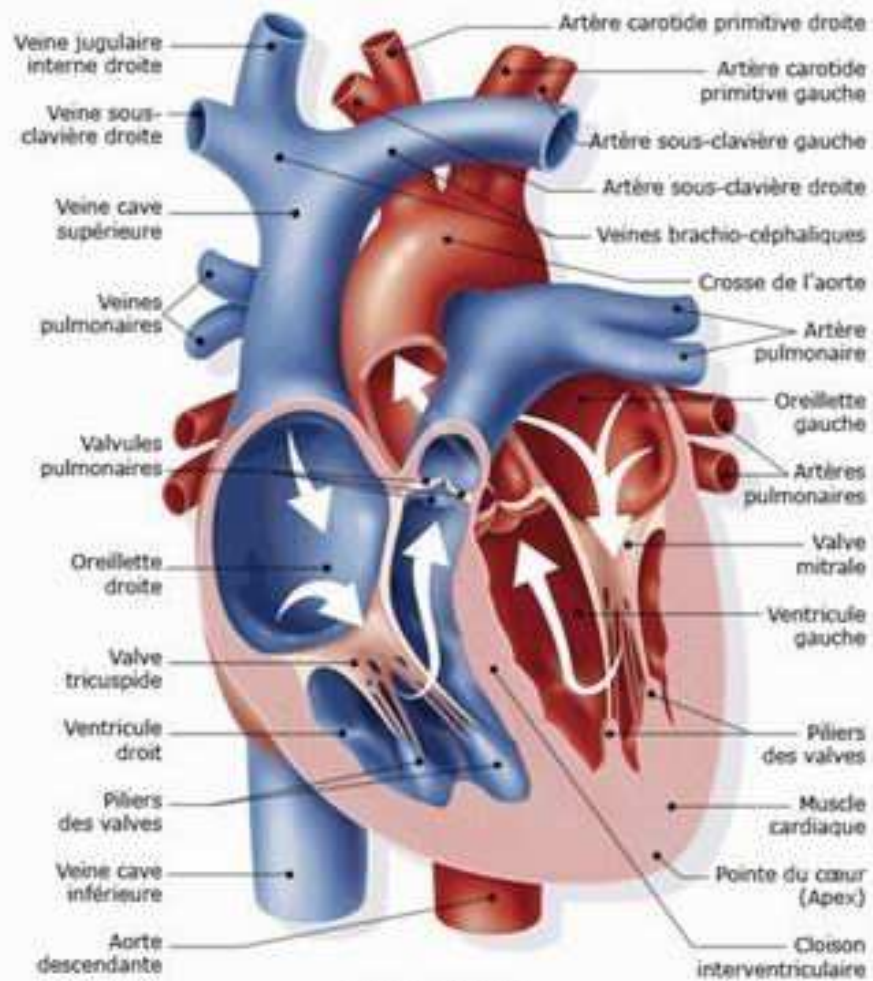


Pour memoire

- ◆ Cœur=pompe musculaire
- ◆ 200 à 425g
- ◆ Pas plus gros que notre propre poing
- ◆ Il bat 2,5 milliard de fois dans une vie soit 100 000 fois par jour
- ◆ Il pompe 7200 litres de sang par jour

Pour memoire

- ◆ 2 phases se succèdent lors du cycle cardiaque :
 - une phase de repos (la diastole) ou **phase de remplissage du cœur par le sang.**
 - une phase de contraction (la systole) ou **phase d'éjection du sang** vers la circulation générale.



Coupe du cœur
 (le sens du courant sanguin est indiqué par des flèches)

Copyright © sanofi-aventis france



Pour memoire

✦ Pour fonctionner, le cœur doit s'approvisionner en oxygène et en éléments nutritifs, qu'il reçoit par le sang qui est pompé dans ses artères coronaires.

✦ C'est une véritable pompe électrique

– Autogerée

– Régulé par le systeme neurovegetatif

Au repos puis pendant l'effort !

- ◆ Le débit cardiaque va être fonction de la fréquence de contraction et du volume de sang éjecté à chaque contraction.
- ◆ Plus la fréquence cardiaque est rapide, plus le débit augmente avec cependant deux facteurs limitants:
 - l'épuisement de la force musculaire cardiaque.
 - la mauvaise qualité de remplissage du cœur avant l'éjection du sang.

Donc

- ◆ Donc plus la fréquence cardiaque augmente,
 - plus le remplissage des cavités cardiaques est altéré
 - et moins le volume d'éjection à chaque contraction cardiaque est important.



En fait

- ◆ **La machine cardio-respiratoire s'adapte au cours de l'effort selon le mécanisme suivant :**
- ◆ - la respiration augmente, car les tissus ont besoin de davantage d'oxygène.
- ◆ Les échanges gazeux s'accroissent et s'accélèrent, avec augmentation de la consommation d'oxygène et du rejet de gaz carbonique (CO₂), proportionnellement à la puissance de l'effort ;
- la fréquence cardiaque augmente, tandis que s'accroît également le volume de sang éjecté à chaque systole ;
- la répartition des volumes sanguins se modifie sous l'influence du système nerveux végétatif : au cours de l'effort, les muscles sont davantage irrigués, au détriment des viscères comme le rein ou le système digestif.

En fait

- ◆ L'ensemble de ces adaptations permet d'apporter davantage d'oxygène aux tissus musculaires, en fonction de l'effort.
 - Par exemple, à l'état sédentaire, on consomme de 30 à 35 millilitres d'oxygène en moyenne par kilo et par minute.
 - Chez les marathoniens, cette consommation peut atteindre 80 millilitres, soit environ deux fois et demi la quantité habituelle, grâce aux capacités d'adaptation du moteur cardio-respiratoire. Ce chiffre sans doute, difficile à dépasser.
- ◆ il existe **un débit cardiaque maximal, qui dépend du volume d'éjection maximum**, (rapidement atteint), et de la **fréquence**.
- ◆ On estime que la fréquence cardiaque maximale peut être calculée selon la formule suivante :
 - ***Fréquence cardiaque maximale (FMT) = 220 - âge en années***

Que faire

✦ Le meilleur compromis pour obtenir un cœur puissant et endurant consiste à

– augmenter le volume de remplissage des cavités cardiaques


– augmenter l'épaisseur de la paroi cardiaque ("muscler le cœur").

– Tout en baissant la fréquence cardiaque

✦ L'ensemble sera au mieux réalisé par **le travail en endurance.**

La preuve par les chiffres

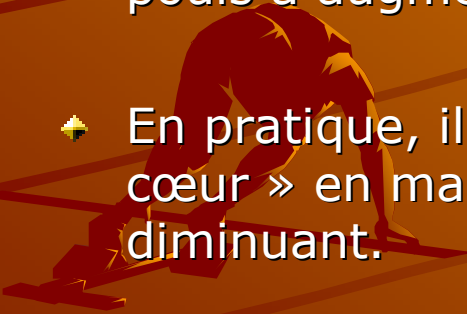
- ◆ Une étude publiée en 2006 à Paris, a porté sur plus de 4.000 personnes âgées de 42 à 53 ans et suivies durant les vingt ans précédents.



- ◆ Étude de la fréquence cardiaque chez des patient sportif ou non avec les conséquence sur la mortalité

La preuve par les chiffres

- ◆ Globalement, chez les sujets dont la fréquence cardiaque a diminué de plus de 7 battements par minute, le risque de mortalité baisse de 18% par rapport aux personnes dont le rythme cardiaque est resté stable pendant les 20 années de suivi
- ◆ En revanche, le risque s'élève de 47% chez les volontaires dont le pouls a augmenté de plus de 7 battements par minute.
- ◆ En pratique, il est possible d'augmenter « la durée de vie du cœur » en maintenant une **fréquence cardiaque basse** ou en la diminuant.
- ◆ la pratique d'une **activité physique régulière** est le moyen le plus sûr d'abaisser sa **fréquence cardiaque au repos** ou de la maintenir basse.



A quelle fréquence?

✦ Les fréquences cardiaques remarquables

Fréquence cardiaque maximale(FCM)

Théorique : $220 - \text{âge du coureur}$

Réelle : 2000 m progressif dont dernière minute à fond.

Fréquence cardiaque de repos

Coeur endurant = FCR lente (<65)

Coeur résistant = FCR rapide (>65)

Fréquence au seuil anaérobie

85 à 90 % de FCM

(voir le test de terrain)

Fréquence au seuil aérobie

70% de FCM

Comment améliorer

- **endurance cardiovasculaire** est la capacité de poursuivre pendant un certain temps un effort modéré sollicitant l'ensemble des muscles.
- L'**endurance cardiovasculaire** peut donc être développée par plusieurs activités physiques complémentaires.
 - Lors d'une longue séance d'exercice qui nécessite des efforts d'intensité modérée, d'une durée équivalant au moins à 40 minutes, le rythme cardiaque se situera entre 70 et 75 % environ de sa fréquence maximale.
 - Tandis que pour une séance courte d'intensité élevée, d'une durée maximum de 30 minutes, le rythme cardiaque se situera entre 75 et 80 % environ de sa fréquence maximale.



Et l'endurance!

- ✦ L'endurance (aérobie) est la capacité de maintenir dans le temps un certain niveau d'intensité exigée.
- ✦ En sport, et de manière générale pour les efforts physiques, l'*endurance physique* fait intervenir les facteurs suivants :

- ✦ - Endurance cardiovasculaire et respiratoire **doivent fournir un apport en oxygène suffisant pour maintenir l'intensité voulue ;**
- ✦ - **Endurance musculaire : le travail prolongé fait notamment intervenir les fibres musculaires.**
- ✦ - **Volonté, résistance morale à la fatigue**

Et donc on améliore

- ◆ **L'endurance fondamentale** ou endurance de base correspond à des efforts réalisés à faible intensité soit 70 à 80% de la FCM. Les apports et les besoins en oxygène sont équilibrés, correspondant au seuil aérobie.
- ◆ Elle doit représenter 80% du volume total d'entraînement d'un coureur de fond.
- ◆ Elle sera courue en course continue

Et l'endurance!

- ✦ Au cours d'un exercice d'intensité croissante, la consommation d'oxygène augmente linéairement avec la puissance développée jusqu'à une valeur limite qui reste constante, même si la puissance imposée est encore accrue.
- ✦ Cette valeur limite correspondant à la valeur maximale d'oxygène possible pour le sujet c'est la **VO₂max** exprimée en **millilitre/minute/kg**.
- ✦ A cette valeur de VO₂Max correspondent les valeurs de VMA et de PMA.

VO2- VMA

- ◆ La **vitesse maximale aérobie**, ou **VMA**, est la vitesse à partir de laquelle une personne consomme le maximum d'oxygène, c'est-à-dire atteint la VO2Max.
- ◆ En deçà de cette limite, la consommation d'oxygène croît avec l'intensité de l'effort et la plupart de l'énergie provient du métabolisme aérobie.
- ◆ Au-delà, la consommation d'oxygène reste constante et la puissance supplémentaire est assurée par la filière anaérobie lactique.
- ◆ La VMA est utilisée en sport, par exemple pour la course à pied.
 - À sa VMA, un sportif peut tenir 4 à 8 minutes.
 - A ce rythme environ 85% de l'énergie est produite par le métabolisme aérobie et 15% provient de la filière anaérobie lactique.
 - C'est la production d'acide par la filière anaérobie lactique qui diminue la capacité de contraction du muscle et produit l'épuisement.

La VMA



- ✦ *La formule de Léger et Mercier relie la VO₂max et la VMA d'un coureur en supposant une technique de course idéale*
- ✦ *VMA = VO₂max / 3,5 exprimée en km/h et la VO₂max en ml/kg/min. — Dans la pratique, il est difficile d'obtenir la VO₂max sans appareillage complexe, de sorte que la détermination se fait par des tests.*
 - *Plusieurs test (tableau)*
 - *Le test VMA de Astrand consiste en une course à allure continue de 3 minutes . A l'issue de la course on considère que la distance courue aurait été courue à allure VMA sur 3 minutes trente secondes . Une simple règle de trois suffit alors pour connaître sa VMA : distance courue divisée par 210 secondes et multipliée par 3600 , divisée enfin par 1000 pour obtenir une vitesse en kilomètres par heure .*

Test	Allure	Course Vitesse	Initiale Paliers	(durée ou distance)	Incrément de vitesse	Estimation de la VMA
LUC LEGER	progressive-	continue	vma 4km/h	1 min	0,5km/h	vitesse du dernier palier réalisé
LEGER BOUCHER	progressive	continue	8 km/h	2 min	1,0 km/h	vitesse dernier palier réalisé +0,5 km/h pour un palier réalisé aux 2/3
CONCONI	progressive	continue	8 km/h	200 m	0,5 km/h	vitesse des 1200 dernier mètres
LEGER	progressive	aller-retours (20 m)	VMA - 4 km/h	1mn	0,5 km/h	fonction affine de la vitesse du dernier palier
CAGON 45-15	progressive	intervalles 45 s-15S	8 km/h	1mn	0,5 km/h	vitesse du dernier palier réalisé
DEMI-COOPER	CONSTANTE	CONTINU	VMA	6mn	-	vitesse moyenne
1500- 3000m	CONSTANTE	CONTINU	VMA	4-9mn	-	vitesse moyenne

VMA et endurance

- ◆ **Le seuil aérobie** commence au moment où le lactate sanguin augmente au-dessus de sa valeur de repos soit : **2 mmol/litre**.
- ◆ Ce seuil représente le début des interactions entre les filières énergétiques aérobie et anaérobie.
- ◆ Seuil aérobie = **vitesse marathon - 1km/h**
- ◆ Il se situe aux alentours des 70% de la fcm
- ◆ *Exemple : pour une FCM de 190, le seuil aérobie est 133*



VMA et endurance

◆ Seuil anaérobie

- *Le seuil anaérobie est le point à partir duquel le mode d'oxygénation change,*
- *à ce niveau d'intensité, la filière anaérobie lactique commence à entrer dans la production d'énergie.*
- *Il est étroitement lié à la VMA (environ 85% de celle-ci). Le recours au seuil anaérobie est plus précis pour des efforts de l'ordre de l'heure (contre-la-montre cycliste, semi-marathon).*
- *Exemple : pour une FCM de 190, le seuil aérobie est 171*

A titre d'information

- ◆ *La Puissance Maximale Aérobie (PMA) est la puissance développée par un individu pour atteindre la VMA. Ce paramètre est très utilisé en cyclisme car la VMA est un critère qui dépend de la vitesse de déplacement donc du terrain ainsi que du vent, et on ne peut pas l'utiliser en pratique. On utilise la PMA, mesurée avec un capteur de puissance*

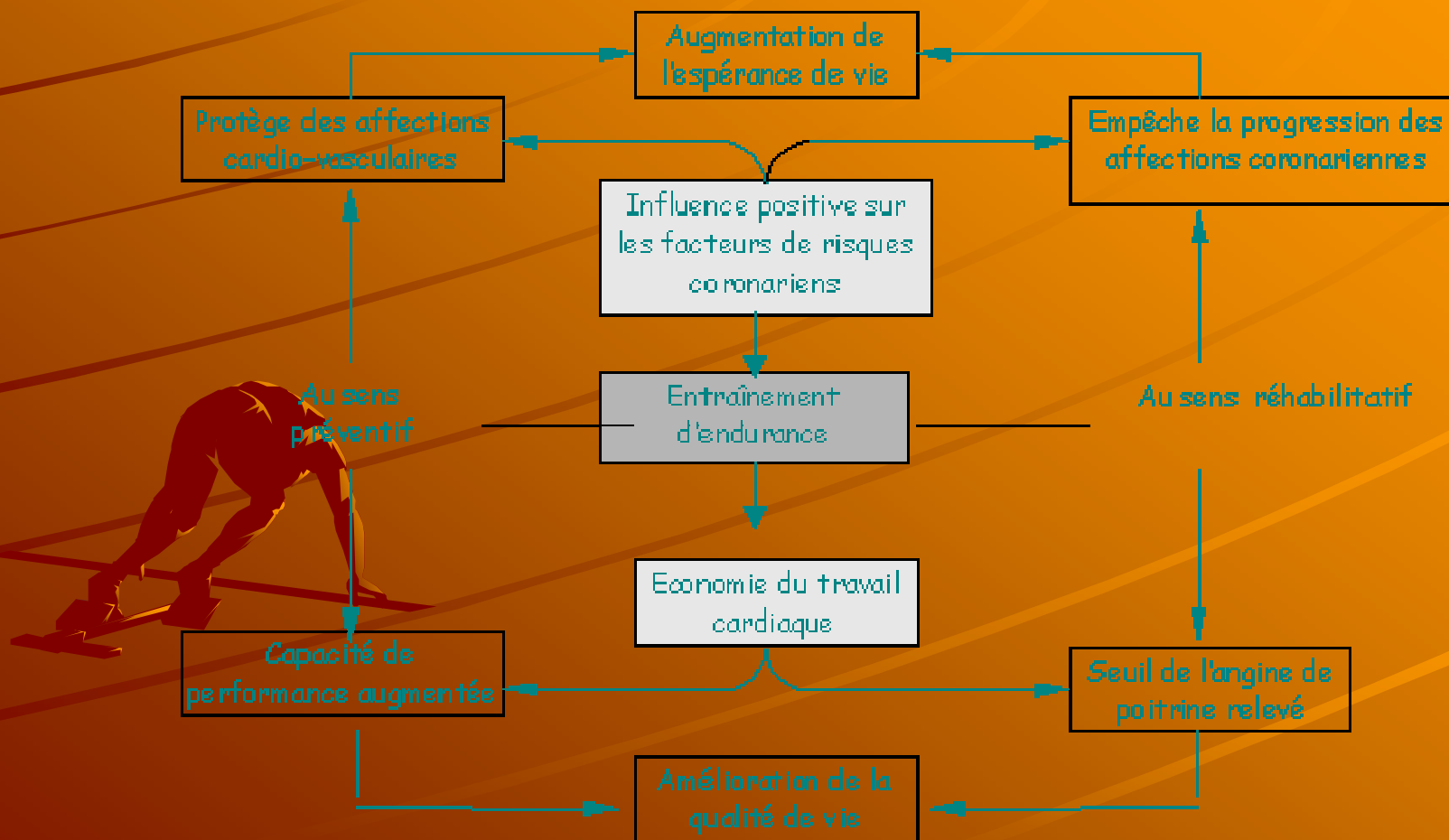
Performances améliorées!

✦ Améliorer ses performances cardiaque

- En travaillant son endurance
- Pour baisser sa fréquence cardiaque d'effort
- Pour des niveaux d'effort similaire

✦ Pour les « puriste » avoir la notion du seuil aérobie et anaérobie pour aller plus loin...

Bienfaits de l'activité physique



Bienfaits de l'activité physique

- ◆ L'entraînement en endurance n'a pas seulement une influence importante sur le cœur (et par là même un effet cardioprotecteur)
- ◆ mais aussi sur de nombreux facteurs de risque qui favorisent l'installation de maladies cardio-vasculaires dégénératives. Ces facteurs de risque sont principalement
 - la sédentarité, l'obésité, l'hypertension artérielle, le tabac, le diabète et l'hypercholestérolémie. (facteurs souvent intriqués).,
 - la présence de plusieurs facteurs entraîne non pas une addition mais une multiplication des risques de voir apparaître une maladie cardio-vasculaire dégénérative

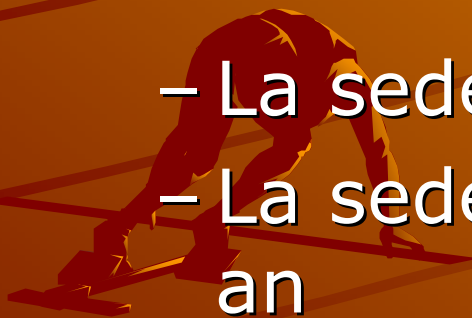
Bienfaits de l'activité physique

◆ Le sport prévient et participe au traitement de la maladie coronarienne

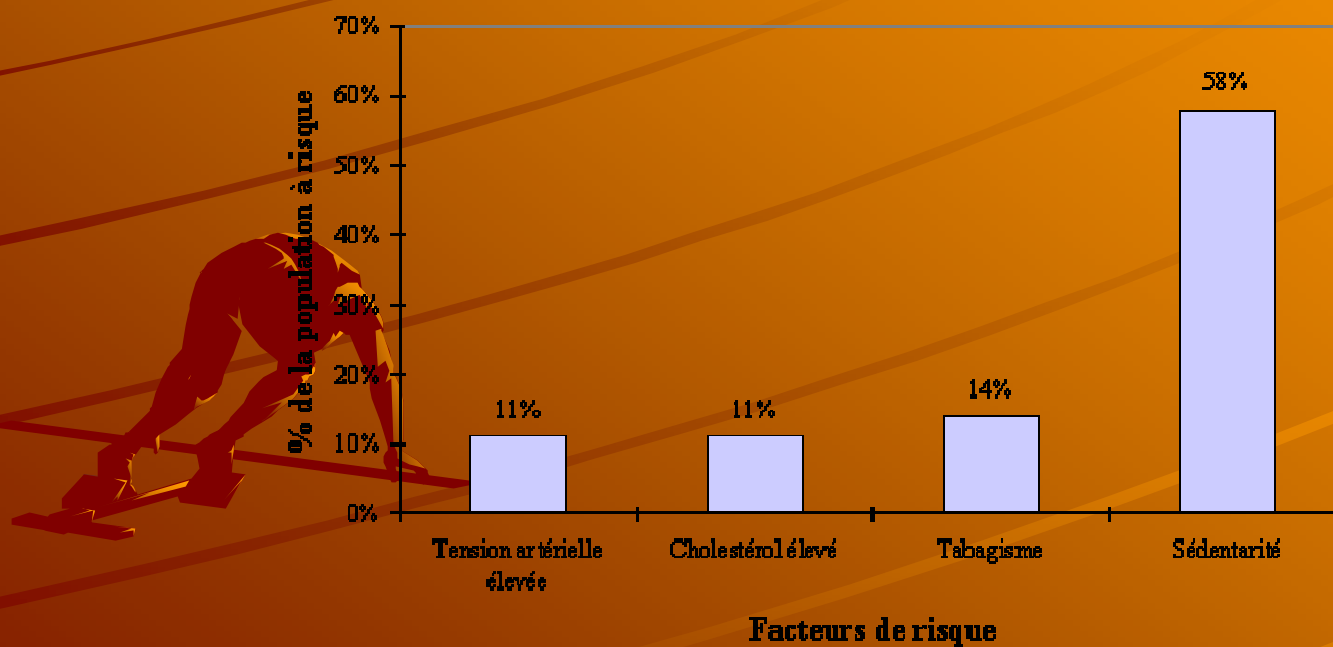
– La sédentarité = risque x 2 à 3

– La sédentarité = 2 million de mort par an

– Depuis 1968 on réadapte les infarctus



Bienfaits de l'activité physique

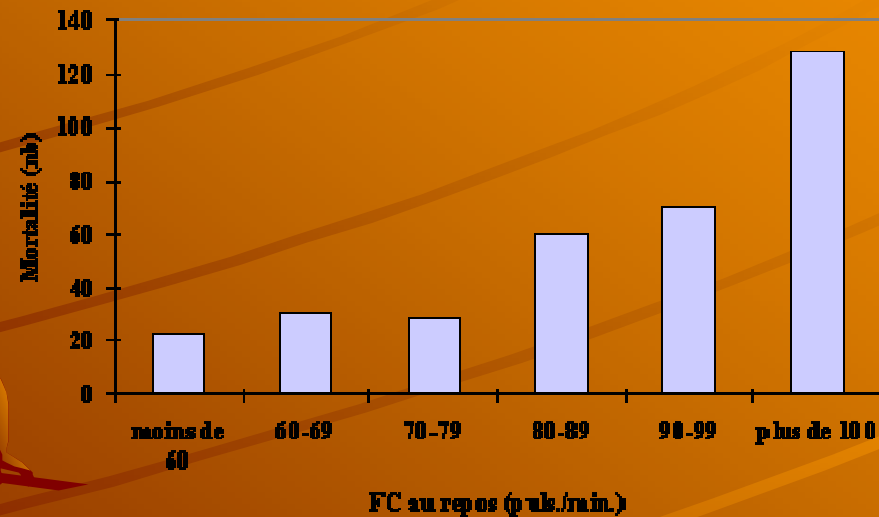


Effets de l'entraînement en endurance sur le cœur

- ◆ Un des premiers effets de l'entraînement en endurance est l'abaissement de la fréquence cardiaque.
- ◆ La diminution de la fréquence cardiaque induit une réduction considérable du travail quotidien du myocarde ; de plus, une fréquence cardiaque plus basse est, à la lumière des statistiques, un gage de moindre risque d'affections cardiovasculaires.
- ◆ la diminution de la fréquence cardiaque réduit nettement les risques de problèmes coronariens mortels.

Bienfaits de l'activité physique

- Relation entre la fréquence cardiaque (au repos) et la mortalité sur 10 ans par affections coronariennes



Visite medicale d'aptitude

- ◆ Important+++

- ◆ Car il y a des risques

- 1500 cas de mort subite/an

- ◆ 85% de cause coronarienne 1/10000 après 35 ans

- ◆ Anomalie cvx 2,3% entre 13 et 35ans sur 100 000





C'est bien mais...

◆ Sport multiplie le risque de mort subite

– Pendant le sport le risque est x 7

– Chez le « sédentaire repentant » x 56

– Chez le sportif assidu x 5

– Mais le sport **divise par 10** le risque de mort subite pendant le sport... ou l'activité physique



C'est souvent le cœur!

◆ Les causes de mort subite avant 35 ans sont des anomalies cardiaques

- Brugada, QT long
- Anomalie coronarienne et vasculaire
- Dysplasie du ventricule droit, wolf parkisson white

C'est souvent le cœur!

- ◆ Les cause de mort subite apres 35 ans: les coronaires
- ◆ Sexe(maculin) age antecedent familiaux
- ◆ Cholesterol tabac HTA
- ◆ Sedentarité stress diabete
- ◆ Surpoid, faible niveau socio economique





DÉPISTAGE & DIAGNOSTIC
DE MALADIE CARDIOVASCULAIRE
CHEZ LE SPORTIF

depistage

- ◆ Visite medicale d'aptitude pour prevenir

- ◆ Test de ruffier

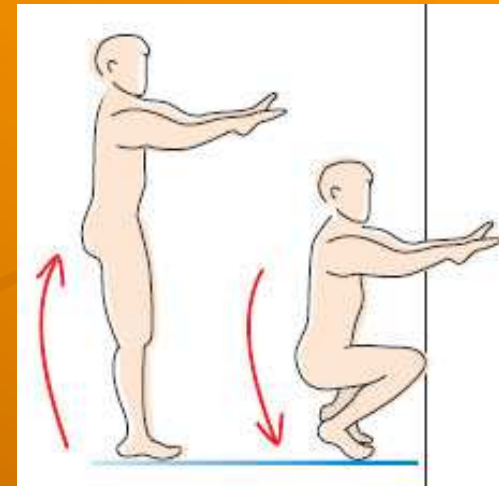
- 30 accroupissement en 45 s

- Test le tonus vagal

- mais pas correlé aux aptitudes aerobie

- ◆ Indice de ruffier

- $I_r = \frac{fc \text{ de repos} + fc \text{ de fin d'effort} + fc \text{ a } 1mn - 200}{10}$



dépistage

- ◆ Athlétique=0
- ◆ Forte 0 à 5
- ◆ Bonne 5 à 10
- ◆ Moyenne 10 à 15
- ◆ Faible + de 15

depistage

◆ Le cardiologue sur avis du medecin traitant

– ECG

◆ Homme 35 ans femme 50 ans particularité auscultatoire, arythmie. Enfant pour ecg de reference

– Echocardiographie

◆ Pour completer l'examen

◆ Rechercher certaines maladies

– Epreuve d'effort





◆ Epreuve d'effort

- ◆ Hommes 40 ans ou 35 ans +1ou 2 facteurs de risque

- ◆ Femme 50 ans ou 45 ans +1à2 facteurs de risque

- ◆ Hommes sportifs depuis l'enfance de plus de 50ans

- ◆ Femmes sportives depuis l'enfance de plus de 60ans

– Puis tout les 3 à 5 ans en fonction des facteurs de risque



◆ ECG d'effort

– Coronnaire; sensibilité de 40 à 90 %

◆ 40% chez le sportif

◆ 75% en moyenne

◆ 90% dans les bonnes indications

◆ Mort subite; avant 40 ans, détection
1/200 000

Dépistage

- Différences notables entre l'Europe et les USA
- **Exemple de l'Italie :**
 - Loi de 1982 : **certificat de non contre-indication au sport**
 - Nécessaire en cas de compétition officielle
 - Évaluation annuelle par un **médecin du sport**
 - Incluant examen clinique et **ECG** 12 dérivations
 - Utile pour le dépistage des cardiomyopathies chez le sujet asymptomatique
 - Avec **réduction prouvée de la mortalité due aux cardiomyopathies**
- **Exemple des USA :**
 - Dépistage au lycée et à l'université chez les sportifs
 - Avec le seul examen clinique
 - Et par un médecin souvent non spécialisé
- Utilité du **dépistage génétique** des cardiomyopathies arythmogènes
 - Non effectué en routine aux USA et en Europe
 - Mais de façon très sélective (suspicion de Marfan ou QT long notamment)
 - Problème éthique de protection des informations génétiques



Dépistage

- **Mort Subite du Sportif : *En France***
- **1200/an en France dont 50% dans enceinte sportive**
- 20 fois plus chez des sportifs occasionnels que de haut niveau
- **VNCI (Visite de Non Contre Indication) : légalement obligatoire pour la compétition**
 - Contenu détaillé pour les sportifs professionnels et ceux inscrits sur les listes de haut niveau
 - Libre pour les autres et réalisés par un médecin qui se juge compétent
- **Recommandations Consensus européen 2005**
 - ECG entre 12 et 35 ans pour tout demandeur d'une licence sportive de compétition
 - A répéter / 2 ans
 - ETT non systématique, à réaliser en cas de suspicion de cardiopathie
- **Recommandations de la SFC 2005**
 - ECG pour tout demandeur d'une licence sportive de compétition > 12 ans, puis tous les 3 ans et tous les 5 ans entre 20 et 35 ans
 - Problème de formation des médecins à l'interprétation des ECG
 - Une grille d'aide dg de l'ECG est proposée, à valider



conclusion

- ◆ Le cœur a un rôle majeur dans les activités physiques
- ◆ Le travail en endurance est un gage d'amélioration des performances
- ◆ Les bienfaits du sport sont indéniables mais doivent être encadrés car il y a des risques
- ◆ Et donc



Cœur et activité sportive :



Les 10 règles d'or

« Absolument, pas n'importe comment »

Recommandations édictées par le Club des Cardiologues du Sport

1

Je signale à mon médecin toute douleur dans la poitrine ou tout essoufflement anormal survenant à l'effort*

2

Je signale à mon médecin toute palpitation cardiaque survenant à l'effort ou juste après l'effort*

3

Je signale à mon médecin tout malaise survenant à l'effort ou juste après l'effort*

4

Je respecte toujours un échauffement et une récupération de 10 min lors de mes activités sportives

10

Je pratique un bilan médical avant de reprendre une activité sportive intense (plus de 35 ans pour les hommes et plus de 45 ans pour les femmes)



5

Je bois 3 ou 4 gorgées d'eau toutes les 30 min d'exercice, à l'entraînement comme en compétition

9

Je ne fais pas de sport intense si j'ai de la fièvre ni dans les 8 jours qui suivent un épisode grippal (fièvre + courbatures)

6

J'évite les activités intenses par des températures extérieures $< -5^{\circ}\text{C}$ ou $> +30^{\circ}\text{C}$ et lors des pics de pollution

8

Je ne consomme jamais de substance dopante et j'évite l'automédication en général

7

Je ne fume jamais 1 heure avant ni 2 heures après une pratique sportive

* Quels que soient mon âge, mes niveaux d'entraînement et de performance ou les résultats d'un précédent bilan cardiologique.

