5ème Forum Européen *Cœur Exercice et Prévention*

Société Française de cardiologie

Fédération Française de Cardiologie

C.C.S.

Association Francophone pour la Prévention-Réadaptation Cardiovasculaire

Avoir du cœur

suffit-il pour être performant ?

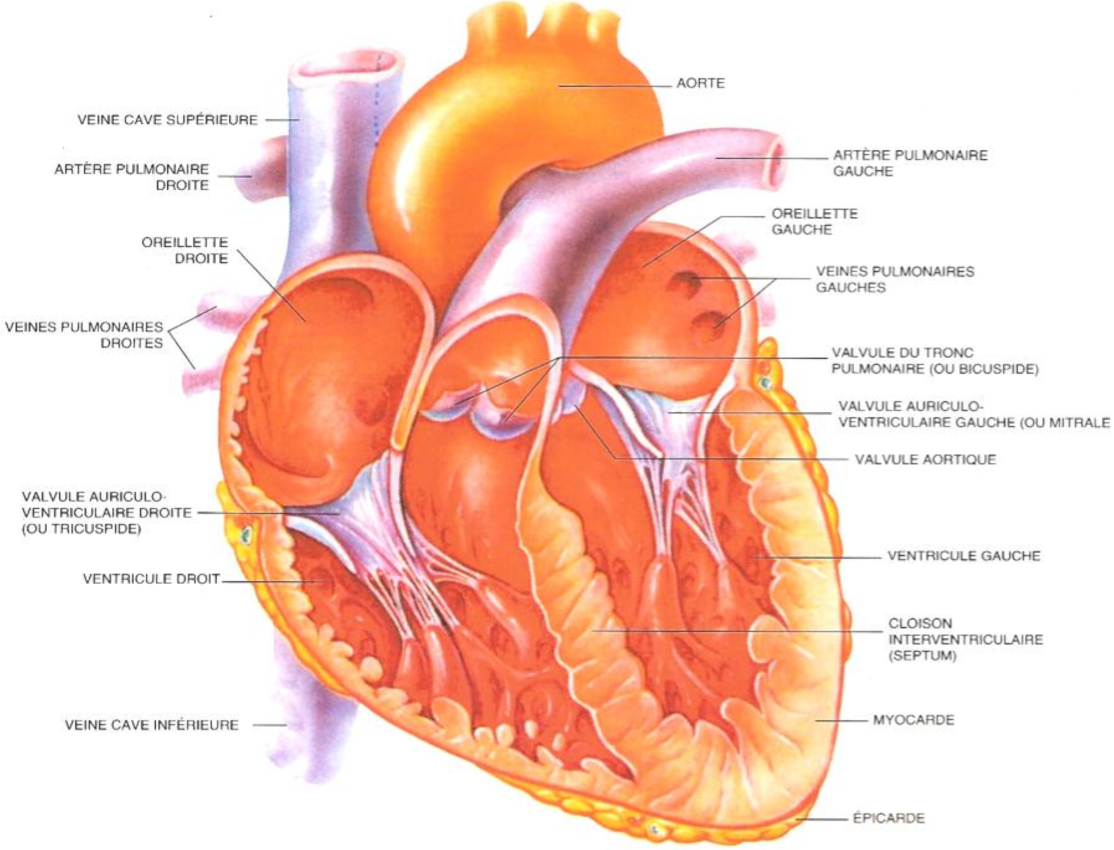
Laurent Bosquet

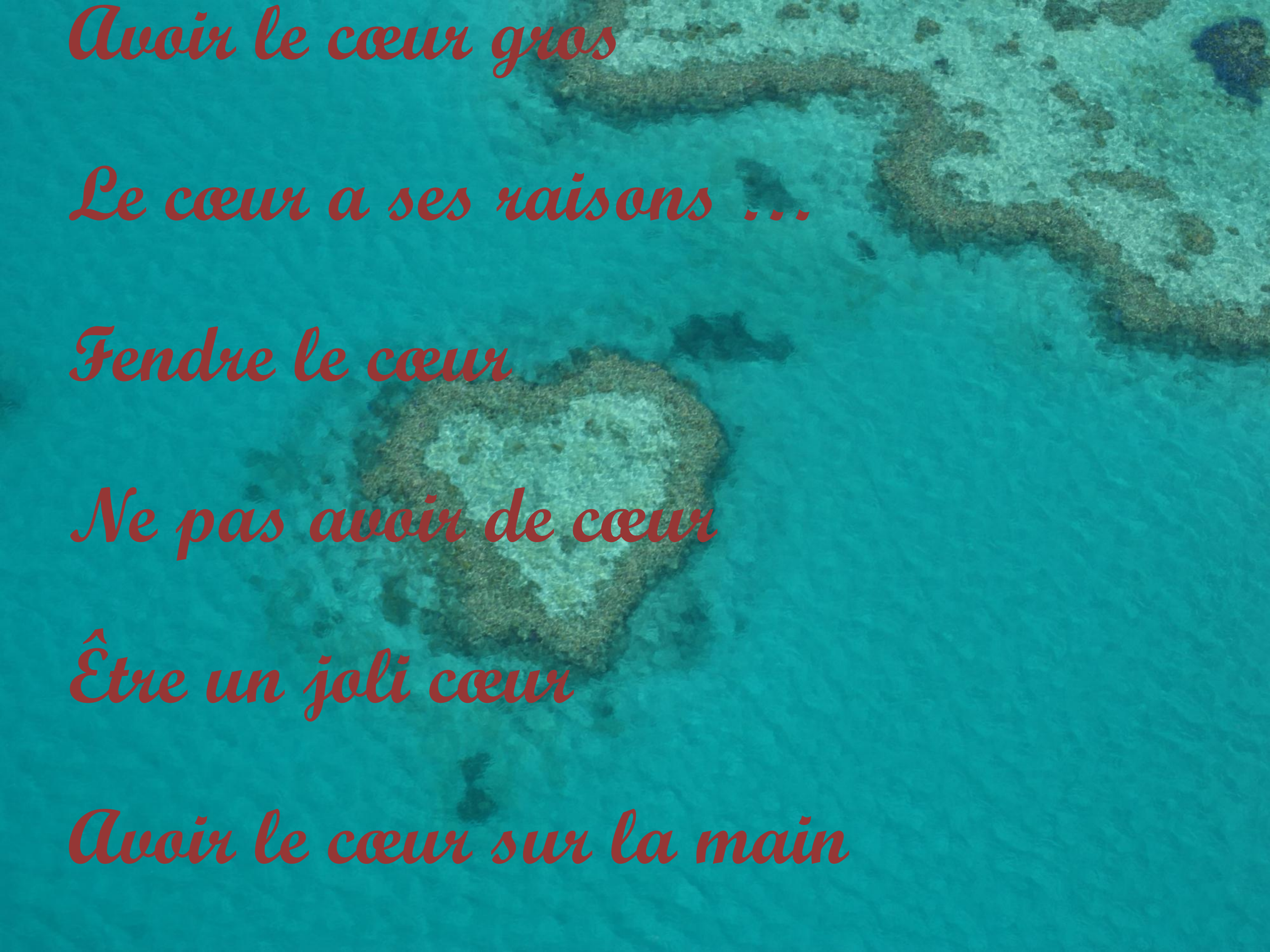
Poitiers Faculté des Sciences du Sport

Université de Poitiers

Introduction

Le cœur




Avoir le cœur gros
Le cœur a ses raisons …
Fendre le cœur
Ne pas avoir de cœur
Être un joli cœur
Avoir le cœur sur la main

Introduction

Le cœur

Le Soldat de Marathon
Luc Olivier Merson (1869)

Clarence DeMar
(1889-1958)

Introduction

Le cœur

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

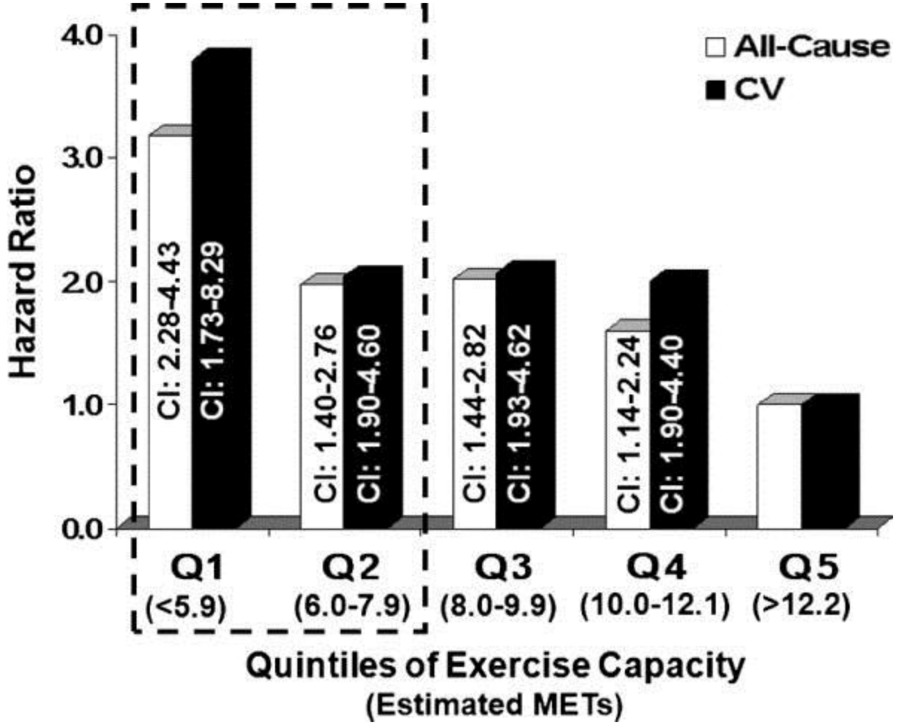
Half a Century of Running — Clinical, Physiologic and Autopsy Findings in the Case of Clarence DeMar (Mr. Marathon)

James H. Currens, M.D.[†], and Paul D. White, M.D.[‡]

N Engl J Med 1961; 265:988-993

Introduction

Aptitude cardio-respiratoire et santé



4384 participants évalués en moyenne tous les 8 ans pendant une période de 20 ans

Mandic et coll. *Med Sci Sports Exerc 2009 ; 41 : 1573-1579*

Introduction

Aptitude cardio-respiratoire et santé

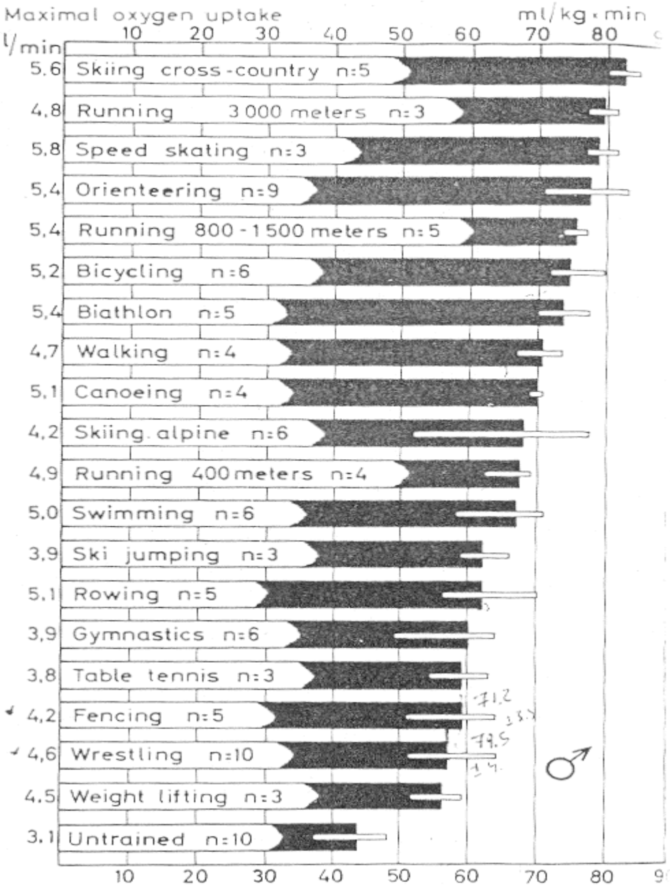
L'activité physique est un traitement efficace pour lutter contre :

- Dyslipidémies
- Hypertension artérielle
- Certains cancers
- Diabète de type 2

Introduction

Aptitude cardio-respiratoire et performance

Arthur Vivian HILL
(1886 – 1977)
Prix Nobel de médecine en 1922



Saltin et Astrand. *J Appl Physiol 1967 ; 23 : 353-358*

La consommation d'oxygène

Le principe de Fick

$$\dot{V}O_2 = \dot{Q}c \times \left(a - \bar{v}\right)O_2$$

La consommation d'oxygène

Le principe de Fick

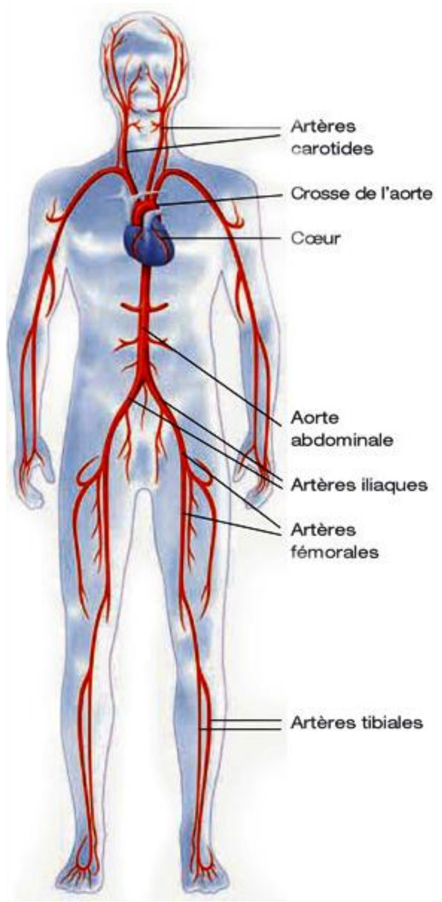
Quelques valeurs

Variable	Sédentaire	Marathonien
VO_2max ($ml.min^{-1}.kg^{-1}$)	40	80
Qc ($l.min^{-1}$)	22	35
(a-v) O_2 ($ml.100\ ml^{-1}$)	14	16

Wilmore et coll. *Human Kinetics 2008, pp 220-250*

La consommation d'oxygène

Le système cardiovasculaire



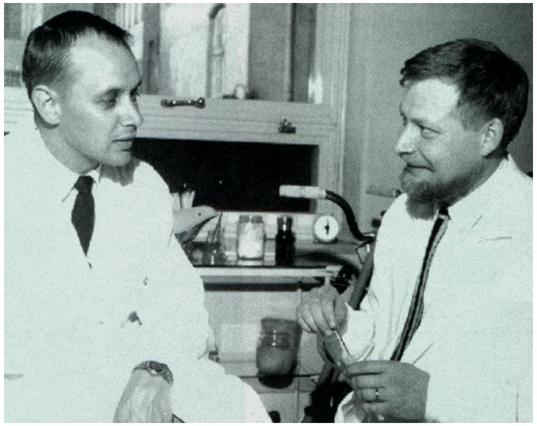
La consommation d'oxygène

Le principe de Fick

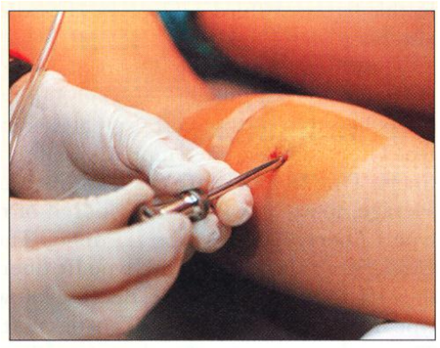
$$\dot{V}O_2 = \dot{Q}c \times \left(a - \bar{v}\right)O_2$$

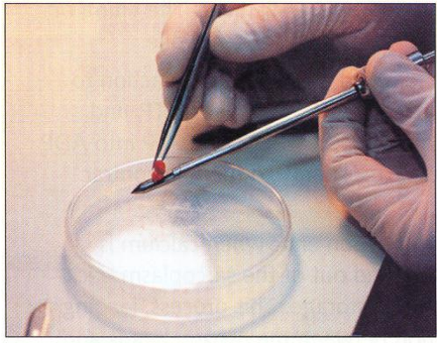
Caractéristiques du muscle

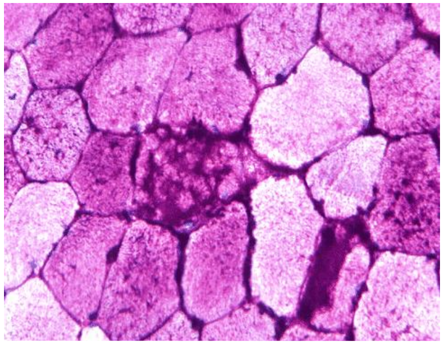
Méthodes d'exploration



Jonas Bergstrom et Eric Hultman

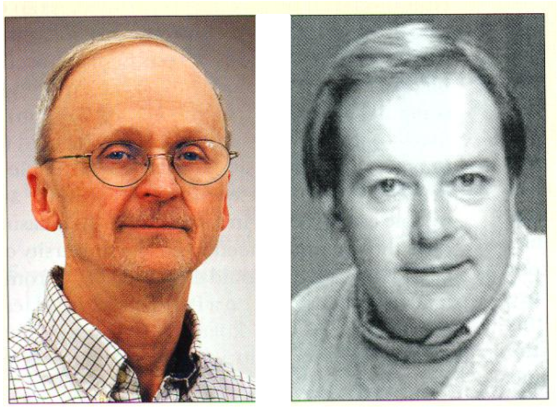




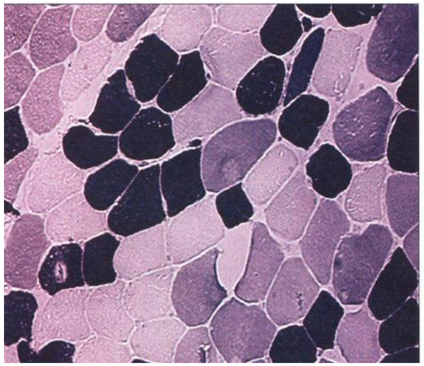


Caractéristiques du muscle

Méthodes d'exploration



Franck Booth et Ken Baldwin



Fibres de type 1 (rouges)

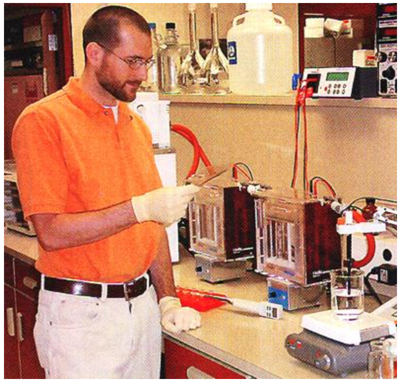
Fibres de type 2a (grises)

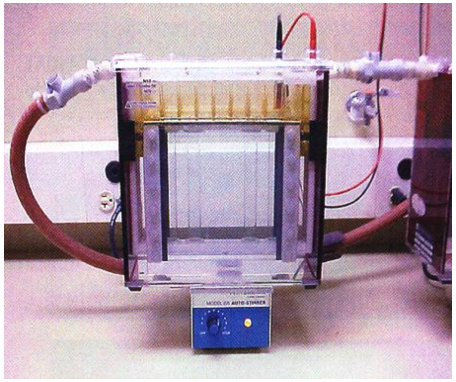
Fibres de type 2x (blanches)

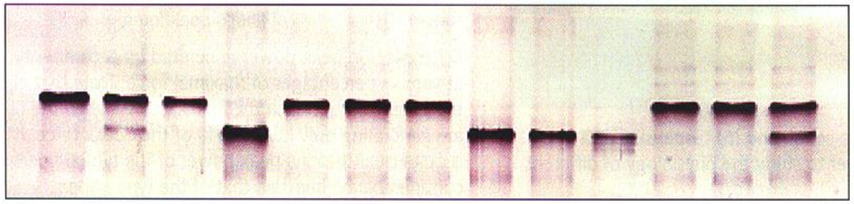
Caractéristiques du muscle

Méthodes d'exploration

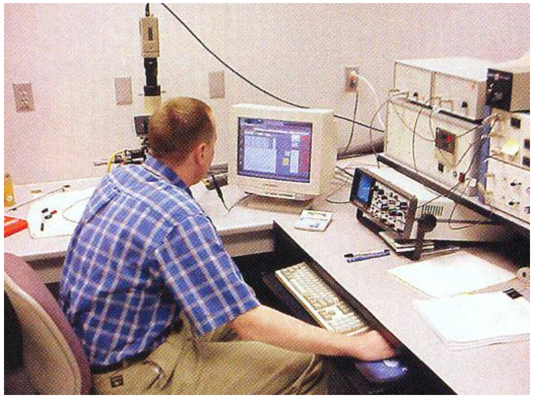
L'électrophorèse

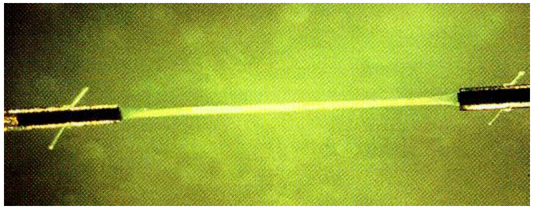






La fibre pelée





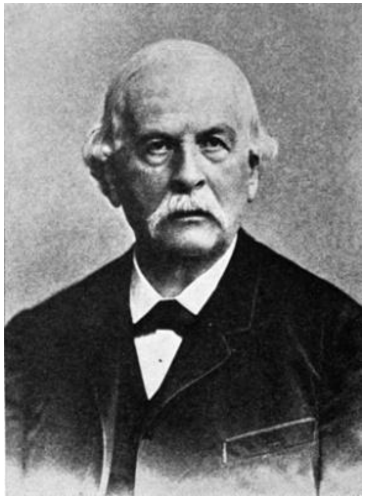
Caractéristiques du muscle

Comparaison fonctionnelle

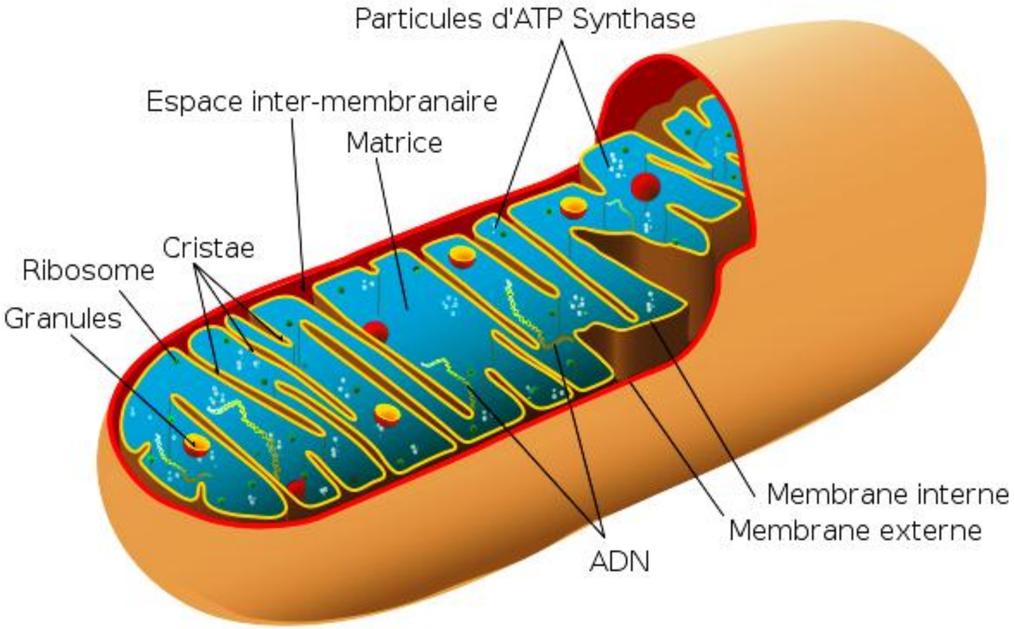
Caractéristique	I	IIa	IIx
Activité de l'ATPase de la myosine	Lente	Rapide	Rapide
Développement du réticulum sarcoplasmique	Faible	Elevé	Elevé
Densité mitochondriale	Elevée	Elevée	Faible
Densité capillaire	Elevée	Elevée	Faible
Concentration de myoglobine	Elevée	Elevée	Faible
Taille des motoneurones	Petite	Grande	Grande
Nombre de fibres par motoneurone	< 300	> 300	> 300
Capacité oxydative	Elevée	Intermédiaire	Faible
Capacité glycolytique	Faible	Elevée	Très élevée

Caractéristiques du muscle

La densité mitochondriale



Rudolph Kölliker
(1857)



Caractéristiques du muscle

Performance sportive

Athlète	Sexe	Muscle	% type I	% type II
Sédentaires	M	Vastes latéraux	47	53
	F	Gastrocnémiens	52	48
½ fond - fond	M	Gastrocnémiens	79	21
	F	Gastrocnémiens	69	31
Sprint	M	Gastrocnémiens	24	76
	F	Gastrocnémiens	27	73

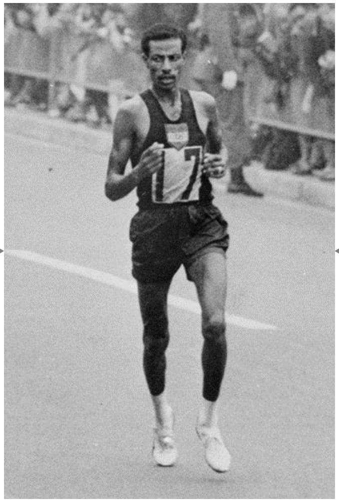
Wilmore et coll. *Human Kinetics 2008, pp 220-250*

Facteurs de la performance

Coût énergétique

VO_2max
(ml.min^{-1}.kg^{-1})

Coût Énergétique
(ml.kg^{-1}.m^{-1})



Abebe Bikila

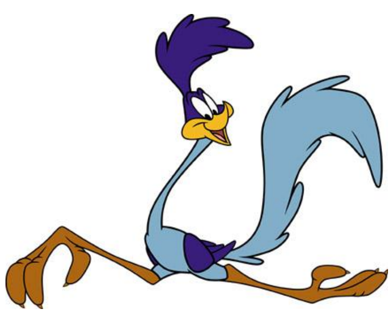
Champion Olympique
du marathon en 1960 et 1964

DiPrampero et coll. *Eur J Appl Physiol 1986 ; 55 : 259-266*

Coût énergétique

Définition

Litres d'essence pour parcourir 100 km

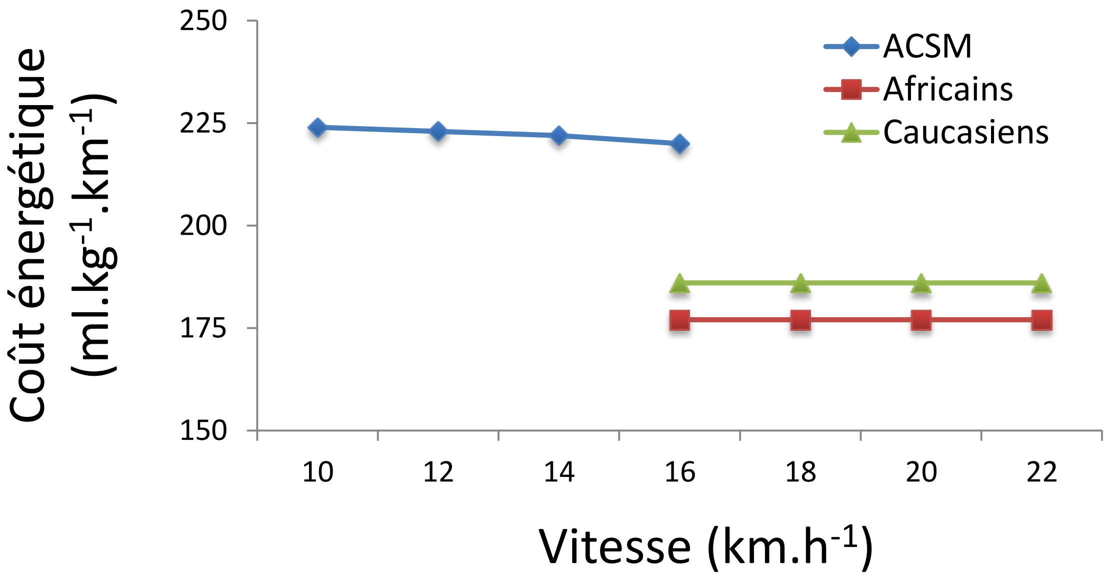


Millilitres d'O_2 pour parcourir 1 km

Coût énergétique

Définition

Quelques valeurs



Weston et al. *Med Sci Sports Exerc 2000 ; 32 : 1130-1134*

Coût énergétique

Facteurs sous-jacents

Composition corporelle

Morphologie

Coût Énergétique
(ml.kg^{-1}.m^{-1})

Croissance

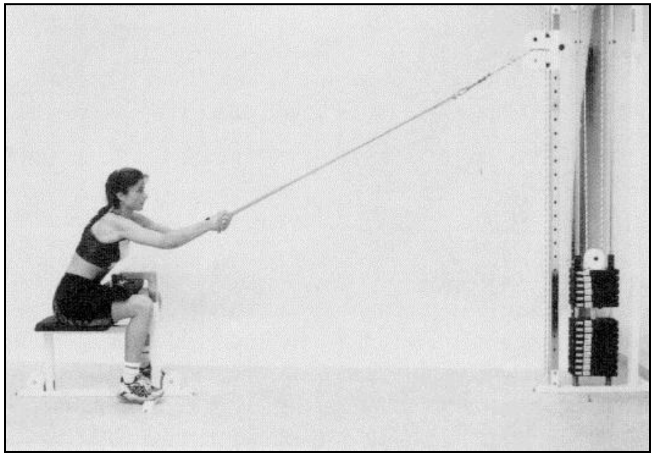
Force musculaire

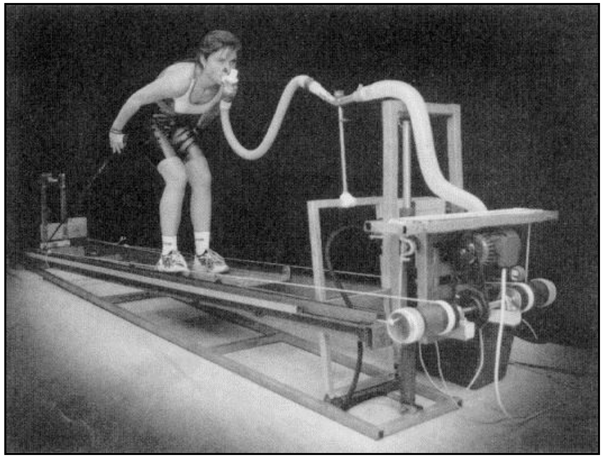
Composante élastique

Saunders et coll. *Sports Med 2004 ; 34 : 465-485*

Coût énergétique

Force maximale





Hoff et coll. *Med Sci Sports Exerc 1999 ; 31 : 870-877*

Coût énergétique

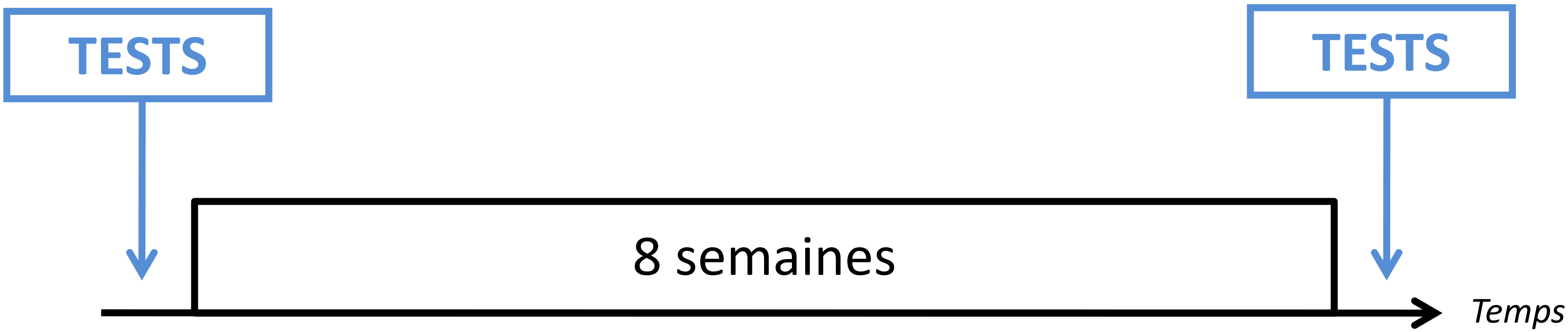
Force maximale

Contenus du programme d'entraînement		
	Expérimental	Contrôle
Entraînement aérobie	X	X
Entraînement force max	X	

Hoff et coll. *Med Sci Sports Exerc 1999 ; 31 : 870-877*

Coût énergétique

Force maximale

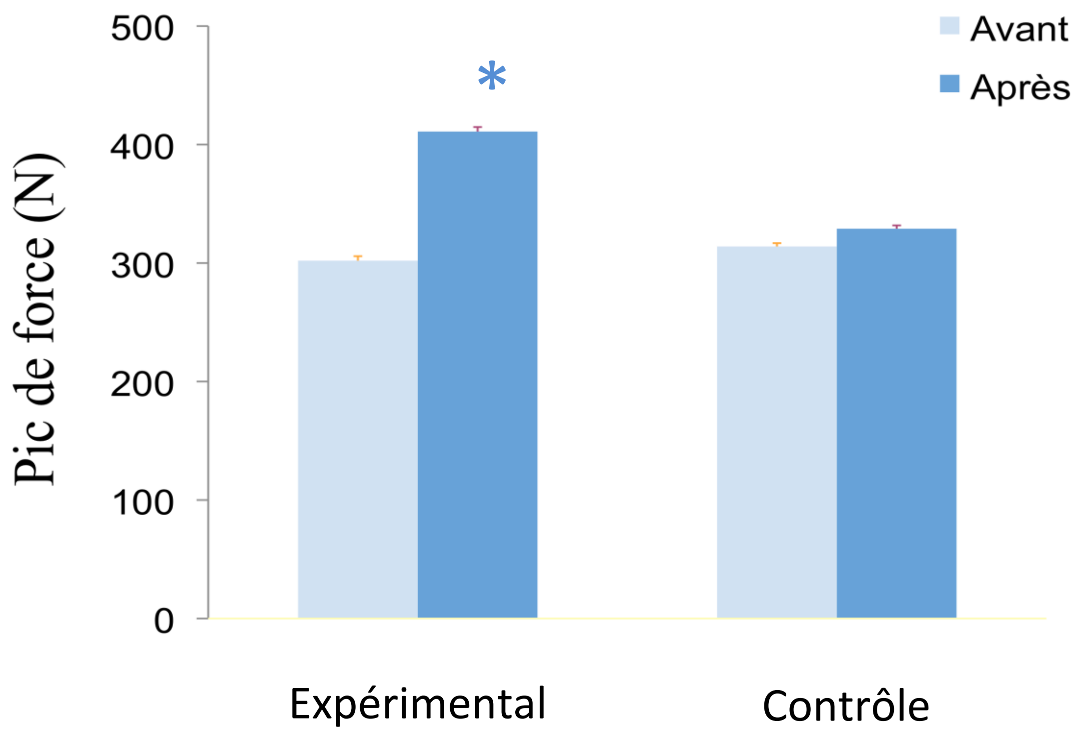


- **Test incrémenté** : coût énergétique, VO_2max et PAM
- **Test force maximale** : 1 répétition maximale
- **Test à charge constante** : performance

Hoff et coll. *Med Sci Sports Exerc 1999 ; 31 : 870-877*

Coût énergétique

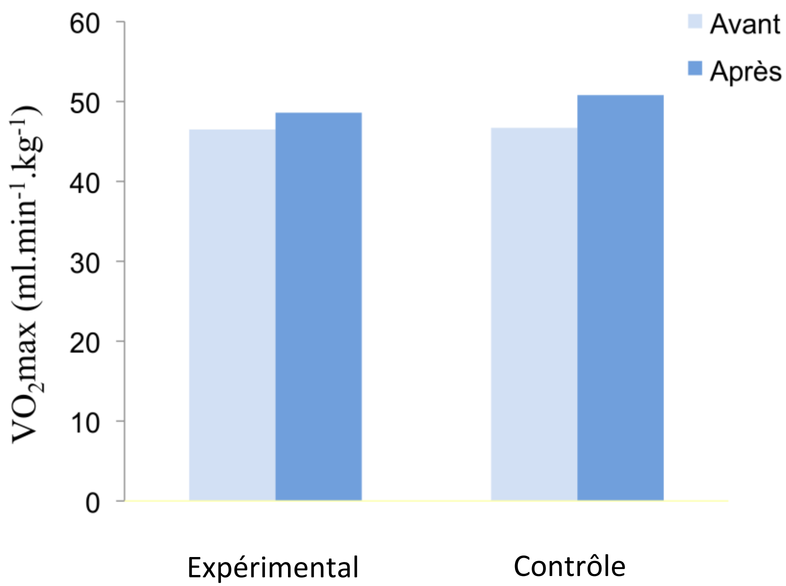
Force maximale

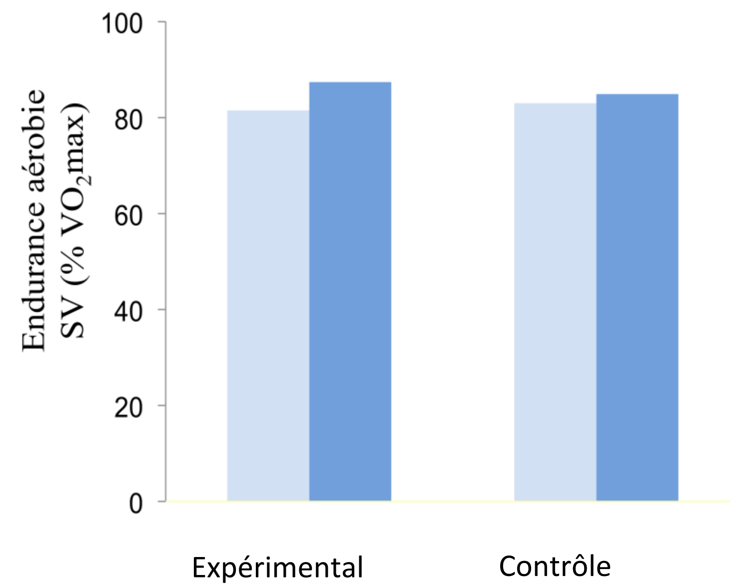


Hoff et coll. *Med Sci Sports Exerc 1999 ; 31 : 870-877*

Coût énergétique

Force maximale

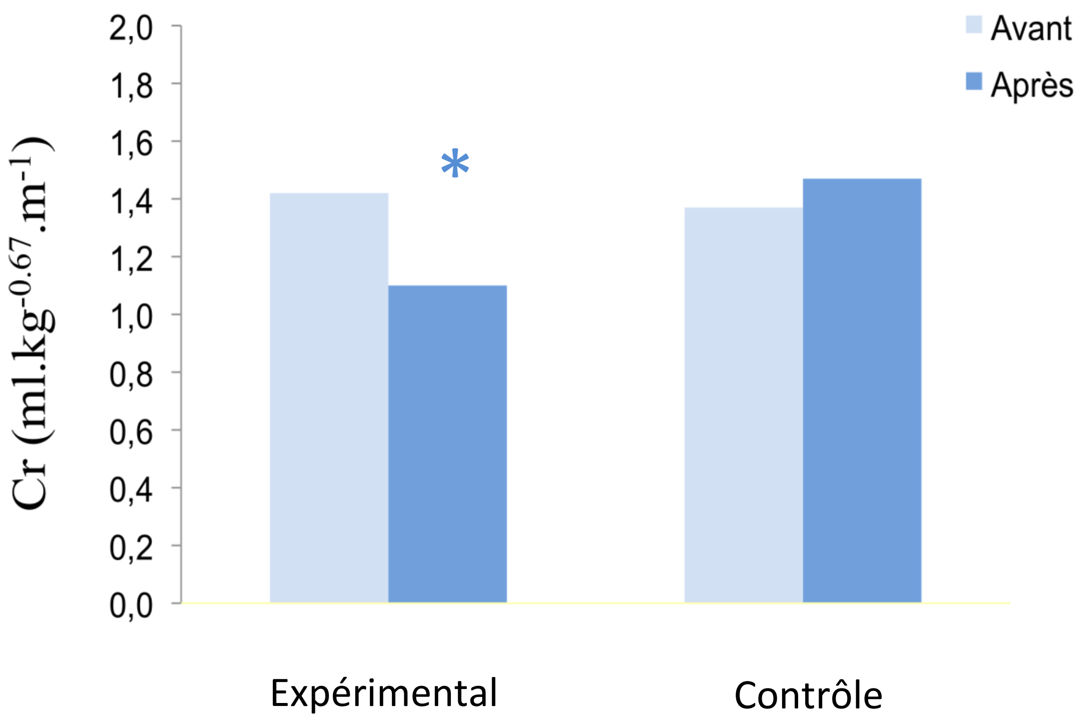




Hoff et coll. *Med Sci Sports Exerc 1999 ; 31 : 870-877*

Coût énergétique

Force maximale



Hoff et coll. *Med Sci Sports Exerc 1999 ; 31 : 870-877*

Coût énergétique

Facteurs sous-jacents

Composition corporelle

Morphologie

Coût Énergétique
(ml.kg^{-1}.m^{-1})

Croissance

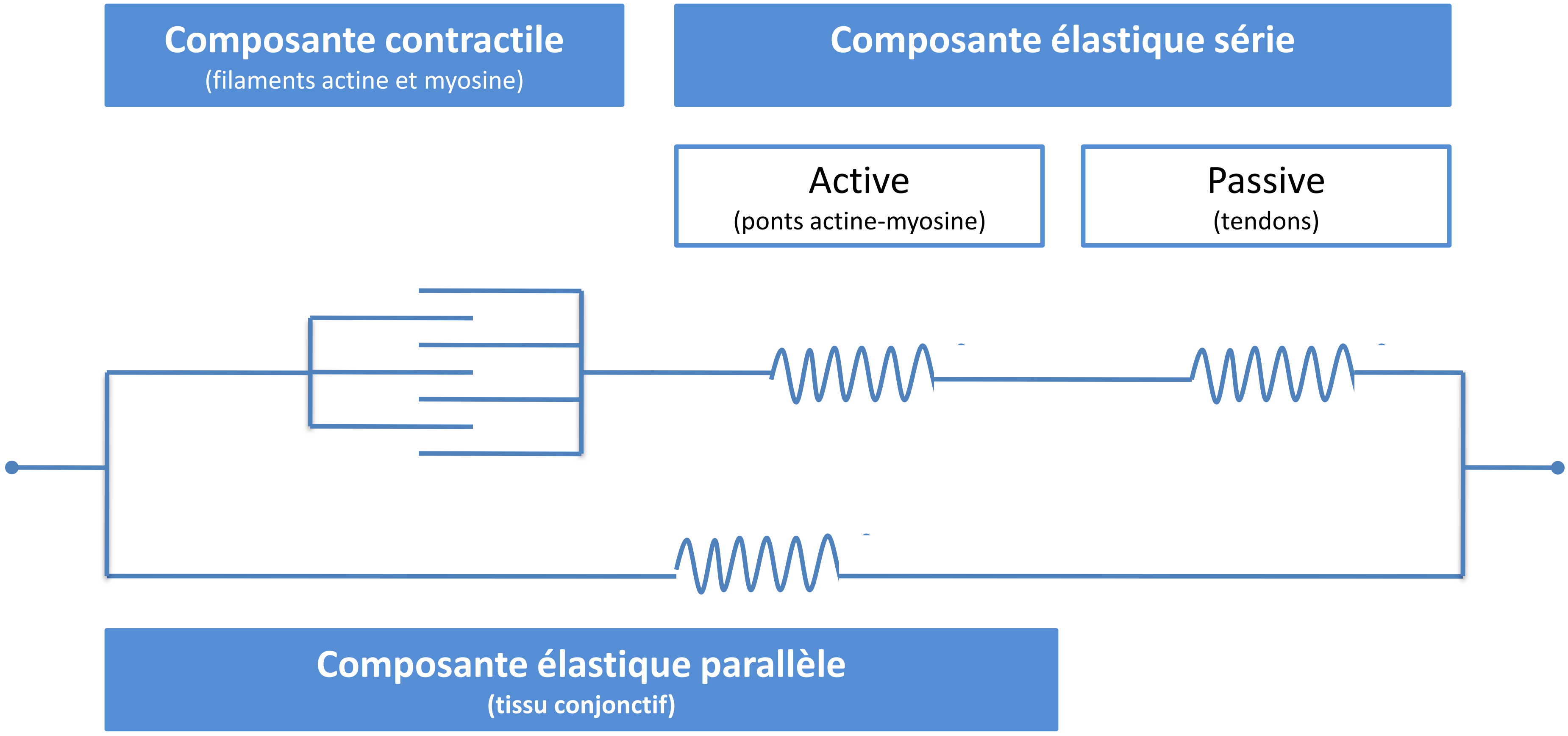
Force musculaire

Composante élastique

Saunders et coll. *Sports Med 2004 ; 34 : 465-485*

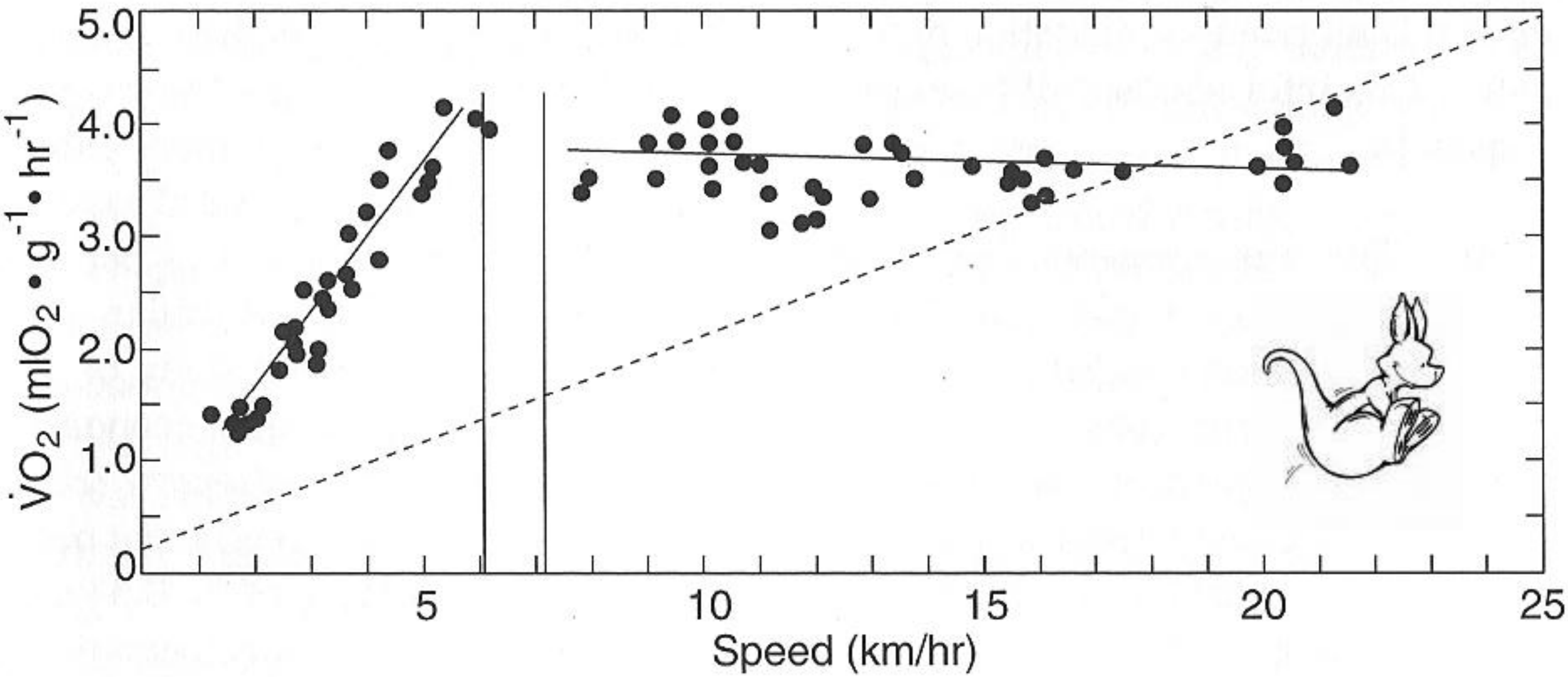
La contraction musculaire

Modèle de Huxley-Simmons



Coût énergétique

Composante élastique



Dawson et Taylor. *Nature 1973 ; 246 : 313-314*

Coût énergétique

Composante élastique

Effect of Plyometric vs. Dynamic Weight Training on the Energy Cost of Running

Nicolas Berryman,[1] Delphine Maurel,[2] and Laurent Bosquet[1,2]

[1]*Department of Kinesiology, Exercise Physiology Laboratory, University of Montreal, Montreal, Canada; and*
[2]*Faculty of Sport Sciences, University of Poitiers, Poitiers, France*

Abstract

Berryman, N, Maurel, D, and Bosquet, L. Effect of plyometric vs. dynamic weight training on the energy cost of running. *J Strength Cond Res* 24(7): 1818–1825, 2010—The purpose of this study is to compare the effects of 2 strength training methods on the energy cost of running (C_r). Thirty-five moderately to well-trained male endurance runners were randomly assigned to either a control group (C) or 2 intervention groups. All groups performed the same endurance-training program during an 8-week period. Intervention groups added a weekly strength training session designed to improve neuromuscular qualities. Sessions were matched for volume and intensity using either plyometric training (PT) or purely concentric contractions with added weight (dynamic weight training [DWT]). We found an interaction between time and group ($p < 0.05$) and an effect of time ($p < 0.01$) for C_r. Plyometric training induced a larger decrease of C_r (218 ± 16 to 203 ± 13 $ml \cdot kg^{-1} \cdot km^{-1}$) than DWT (207 ± 15 to 199 ± 12 $ml \cdot kg^{-1} \cdot km^{-1}$), whereas it remained unchanged in C. Pre–post changes in C_r were correlated with initial C_r ($r = -0.57$, $p < 0.05$). Peak vertical jump height (VJH_{peak}) increased significantly ($p < 0.01$) for both experimental groups (DWT = 33.4 ± 6.2 to 34.9 ± 6.1 cm, PT = 33.3 ± 4.0 to 35.3 ± 3.6 cm) but not for C. All groups showed improvements ($p < 0.05$) in $Perf_{3000}$ (C = 711 ± 107 to 690 ± 109 seconds, DWT = 755 ± 87 to 724 ± 77 seconds, PT = 748 ± 81 to 712 ± 76 seconds). Plyometric training were more effective than DWT in improving C_r in moderately to well-trained male endurance runners showing that athletes and coaches should include explosive strength training in their practices with a particular attention on plyometric exercises. Future research is needed to establish the origin of this adaptation.

Key Words concurrent training, half squat, drop jump, running performance

Introduction

Successful running performance in long duration events is directly influenced by maximal oxygen uptake ($\dot{V}O_2max$), fractional use of $\dot{V}O_2max$ (End), and the energy cost of running (C_r) (10). Although we have been aware of its importance since the 1970s, the state of knowledge about C_r is low compared to our understanding of $\dot{V}O_2max$ or End (10,13). C_r is the O_2 equivalent of the energy required to run through a given distance at a submaximal speed (32). It is particularly relevant to predict performance in individuals with similar $\dot{V}O_2max$ (9) and has been acknowledged as one of the multiple determinants of East African runners' domination in international competitions (21). C_r depends on a complex interplay of factors including training, environment, physiology, biomechanics, anthropometry, and training (32). Recent research suggests that strength training is one of the most powerful interventions for improving C_r (17,28,34,36,37) However, because muscular hypertrophy has been shown to interfere with some peripheral aerobic adaptations, (5,23) it has been suggested that implementations should use strength training methods that emphasize on neural adaptations (11).

Plyometric and dynamic weight training (PT and DWT) fulfill this requirement (14,20,40). Plyometric training involves an eccentric contraction immediately followed by a concentric contraction to allow the muscle to store and recoil elastic energy (6,24,38). Jumps and rebounds are typically used to induce this muscle strech shortening cycle. Dynamic weight training involves concentric contractions leading to the maximal power output (40). It generally consists in moving relatively light loads (between 30 and 50% of 1 repetition maximum) as fast as possible (40).

The effectiveness of plyometric and DWT (either alone or in combination) to decrease C_r has been highlighted in several convergent reports (28,35,37). In a recent study (35), 8 moderately trained endurance runners improved C_r after

Address correspondence to Laurent Bosquet, laurent.bosquet@gmail.com.

24(7)/1818–1825

Journal of Strength and Conditioning Research

Travail pliométrique

Travail concentrique

Coût énergétique

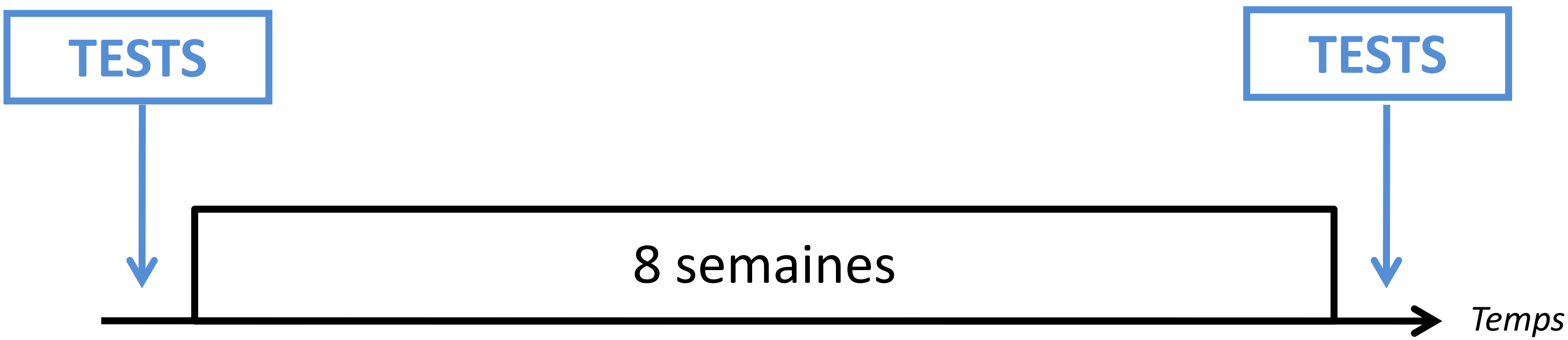
Composante élastique

Contenus du programme d'entraînement			
	Pliométrique	Concentrique	Contrôle
Entraînement aérobie	X	X	X
Entraînement puissance	X	X	

Berryman et coll. *J Strength Cond Res 2010 ; 24 : 1818-1825*

Coût énergétique

Composante élastique

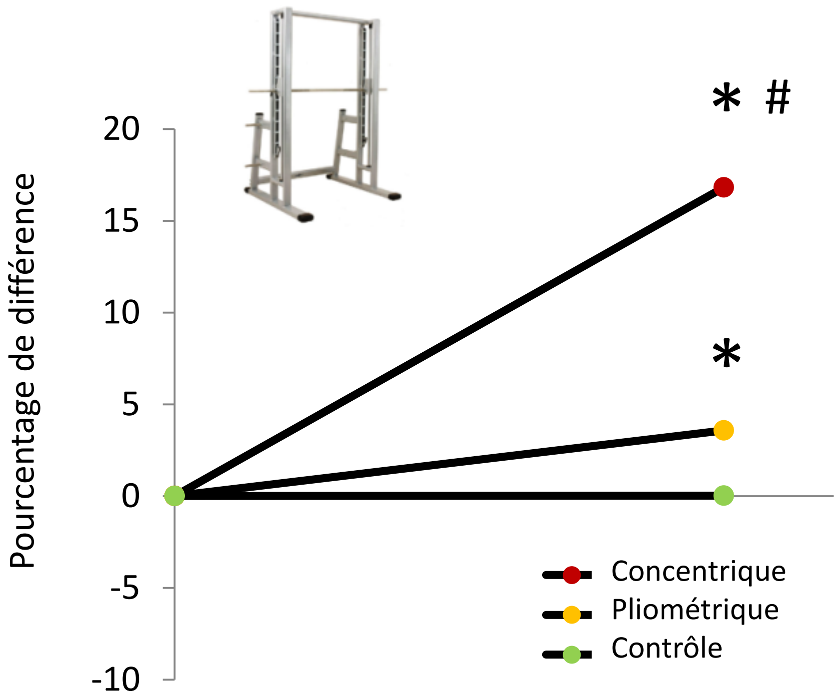


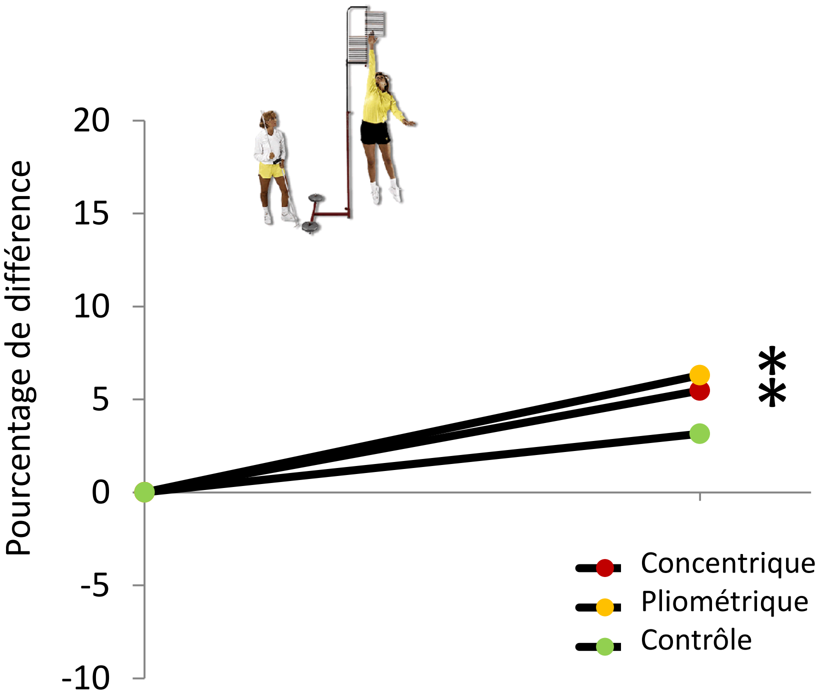
- **Test incrémenté** : coût énergétique, VO_2max et VAM
- **Test force-vitesse** : puissance maximale concentrique
- **Test de sauts** : puissance maximale pliométrique
- **Test à travail constant** : performance et endurance

Berryman et coll. *J Strength Cond Res 2010 ; 24 : 1818-1825*

Coût énergétique

Composante élastique

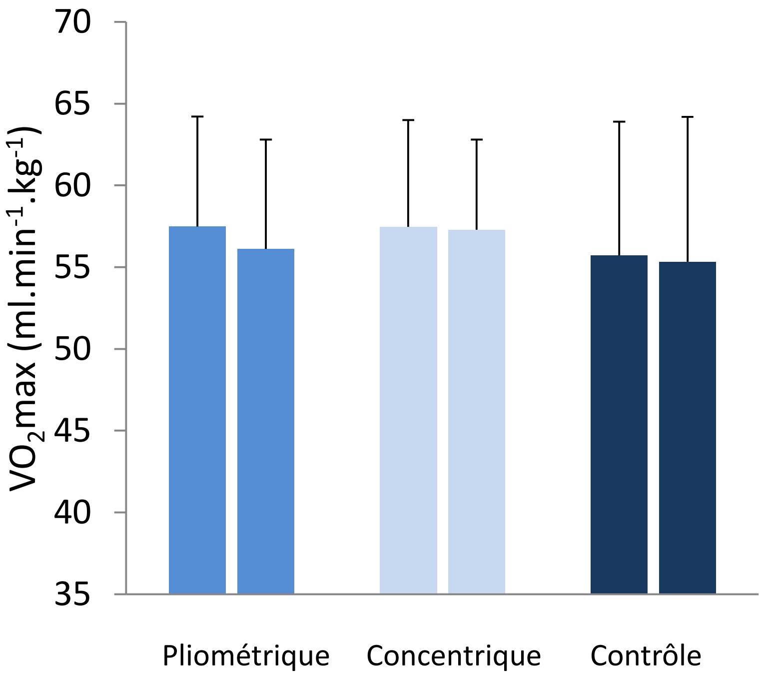


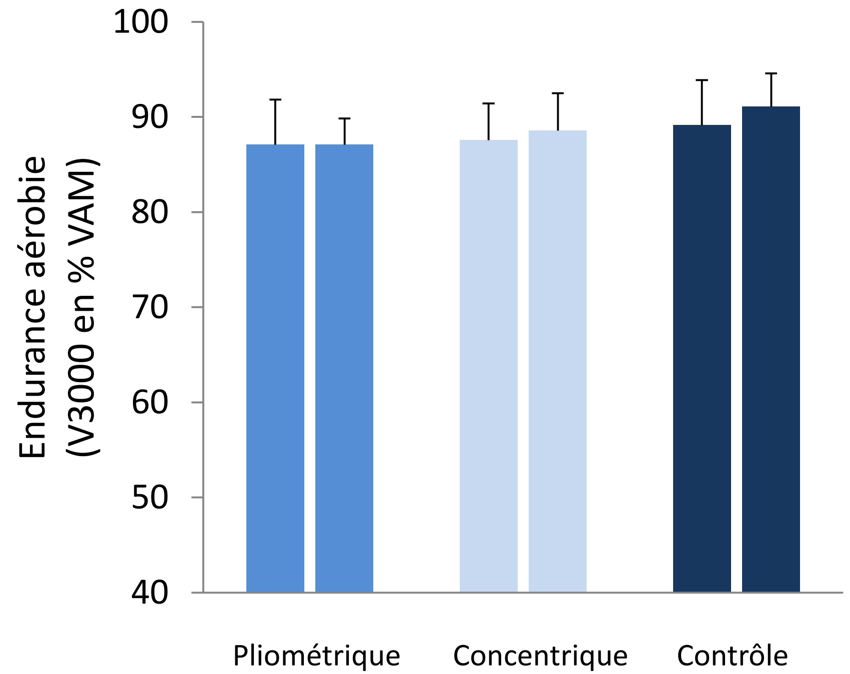


Berryman et coll. *J Strength Cond Res 2010 ; 24 : 1818-1825*

Coût énergétique

Composante élastique

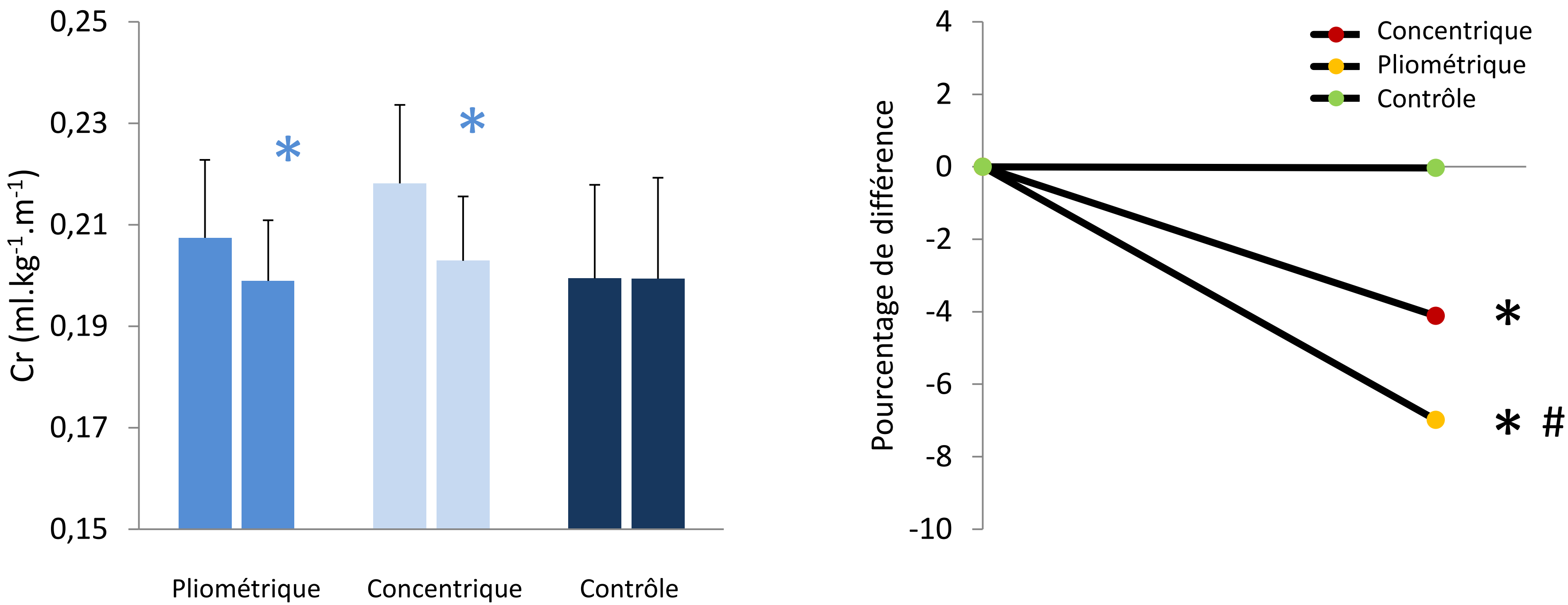




Berryman et coll. *J Strength Cond Res 2010 ; 24 : 1818-1825*

Coût énergétique

Composante élastique



Berryman et coll. *J Strength Cond Res 2010 ; 24 : 1818-1825*

Coût énergétique

Facteurs sous-jacents

Composition corporelle

Morphologie

Coût Énergétique
(ml.kg^{-1}.m^{-1})

Croissance

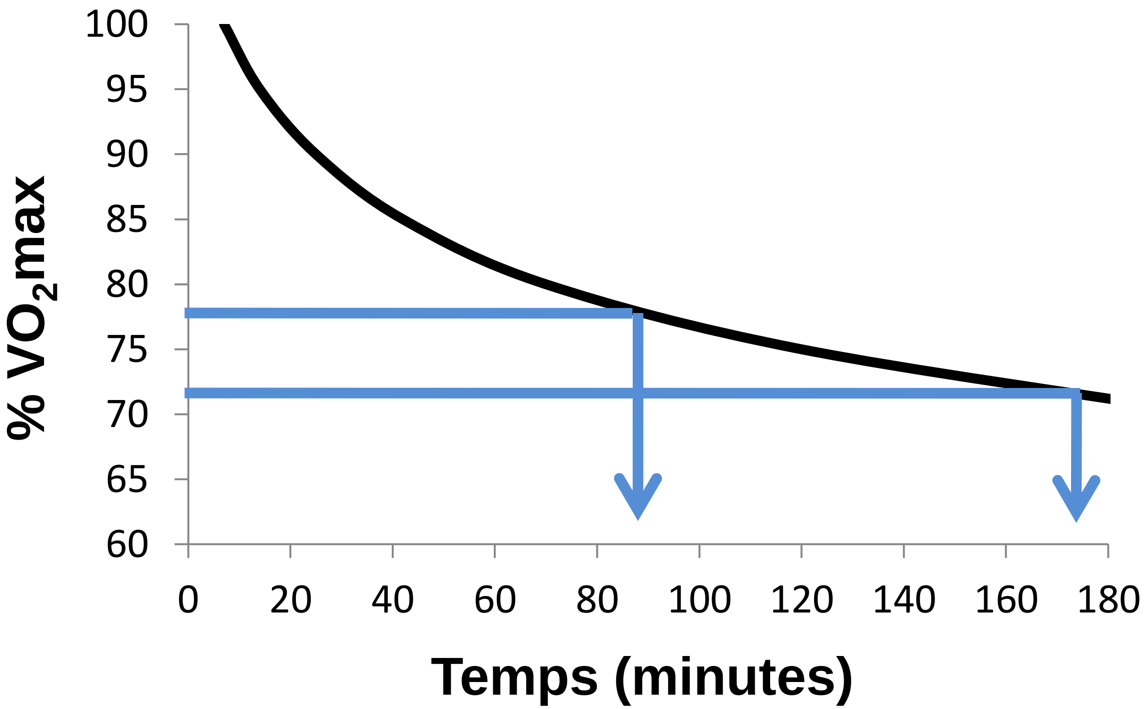
Force musculaire

Composante élastique

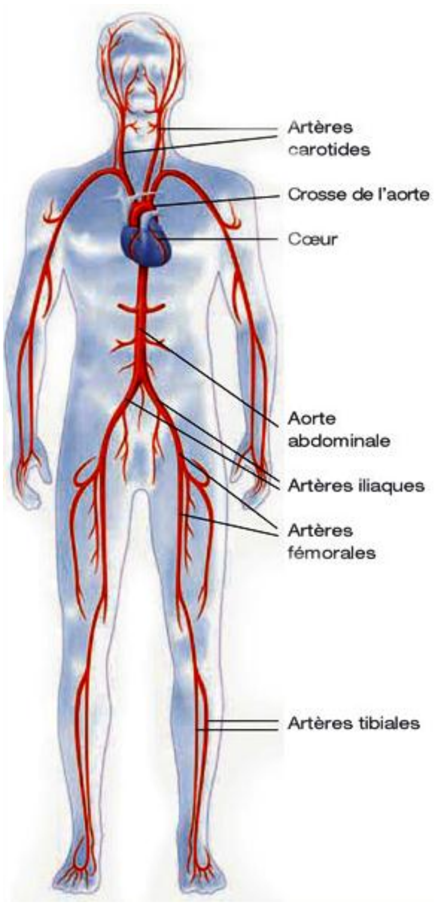
Saunders et coll. *Sports Med 2004 ; 34 : 465-485*

Coût énergétique

Relation avec la performance



Conclusion



Le **cœur** occupe une fonction centrale dans la performance humaine

Le rôle du **muscle** est souvent sous-estimé. Pourtant ses caractéristiques structurelles et fonctionnelles jouent un rôle clé dans la capacité à se mouvoir

Un élément clé est la coordination de tous les acteurs. Le chef d'orchestre est le **cerveau**.

Merci de votre attention

Laurent Bosquet

Université de Poitiers

laurent.bosquet@univ-poitiers.fr

Téléphone : +33 (0) 549 45 33 40

Faculté des Sciences du Sport