



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

FACULTÉ DE MÉDECINE



Exercice physique: endurance ou résistance?

19.11.2013

PD Dr. L. Genton

Nutrition Clinique

Hôpitaux Universitaires de Genève



Déclaration d'intérêts en rapport avec la présentation (Dr. L. Genton)

➤ **Activités de conseil, fonctions de gouvernance, rédaction de rapports**
*Non / Oui ** Société(s) :

➤ **Essais cliniques, autres travaux, communications de promotion**
*Non / Oui ** Société(s) :

➤ **Intérêts financiers (actions, obligations)**
*Non / Oui ** Société(s) :

➤ **Liens avec des personnes ayant des intérêts financiers ou impliquées dans la gouvernance**
*Non / Oui ** Société(s) :

➤ **Réception de dons sur une association dont je suis responsable**
*Non / Oui ** Société(s) :

➤ **Détention d'un brevet, rédaction d'un ouvrage utilisé par l'industrie**
*Non / Oui ** Société(s) :

* Effacer l'option inadéquate

Entraînement physique: endurance ou résistance?

- Définitions
- Physiologie musculaire
- Exercice et santé
- Place de l'alimentation
- Recommandations et conclusions



Définitions

Exercice d'endurance

Exercice dynamique en **aérobie** (utilisation O_2)

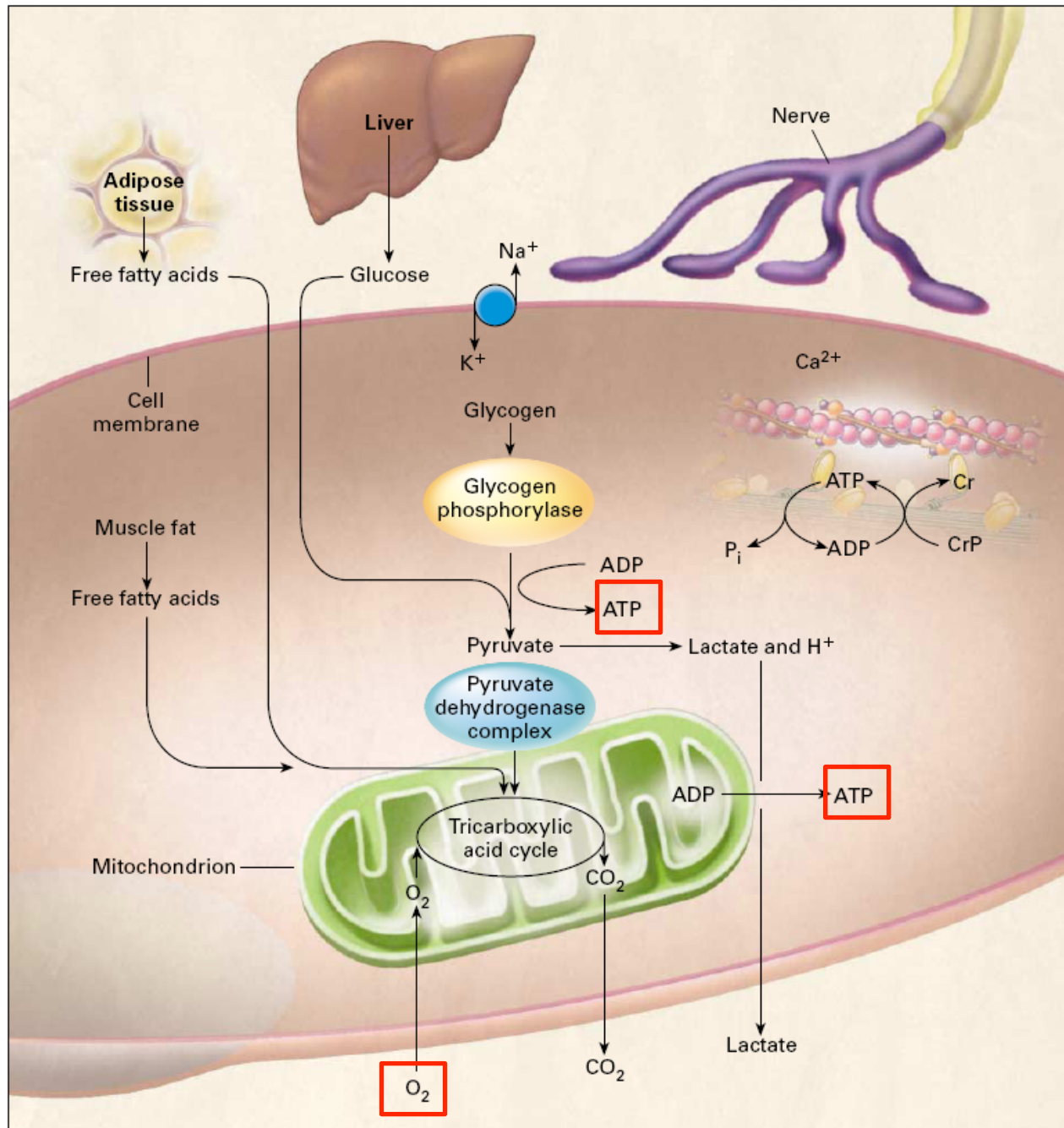
Exercice de résistance (“strength training”)

Exercice en **anaérobie** (sans utilisation O_2)

Statique, concentrique ou eccentric



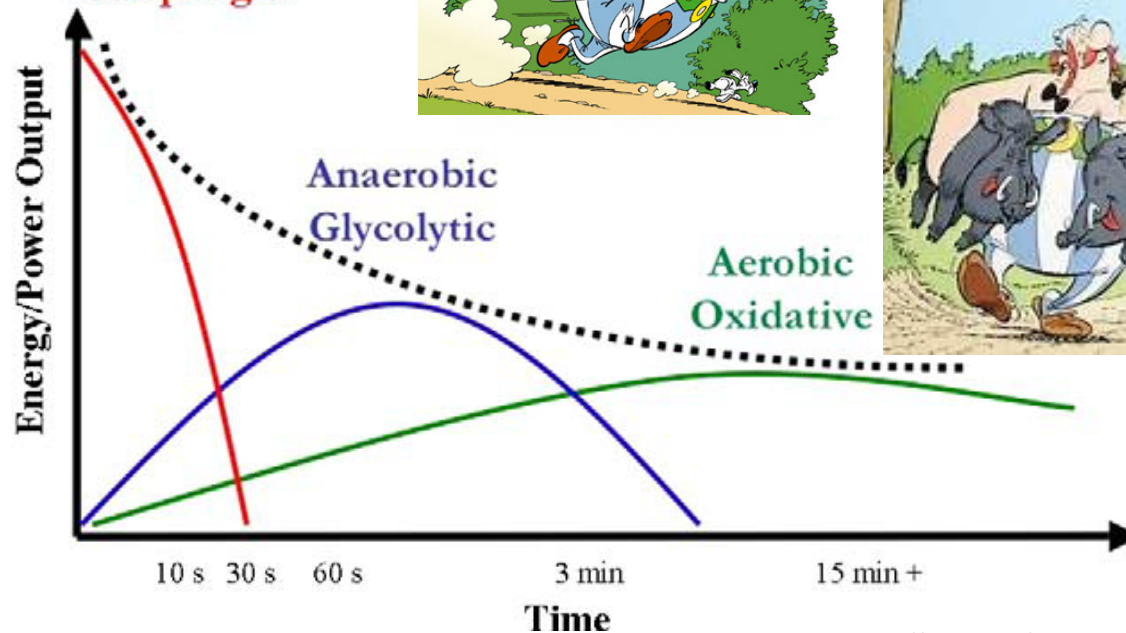
Métabolisme



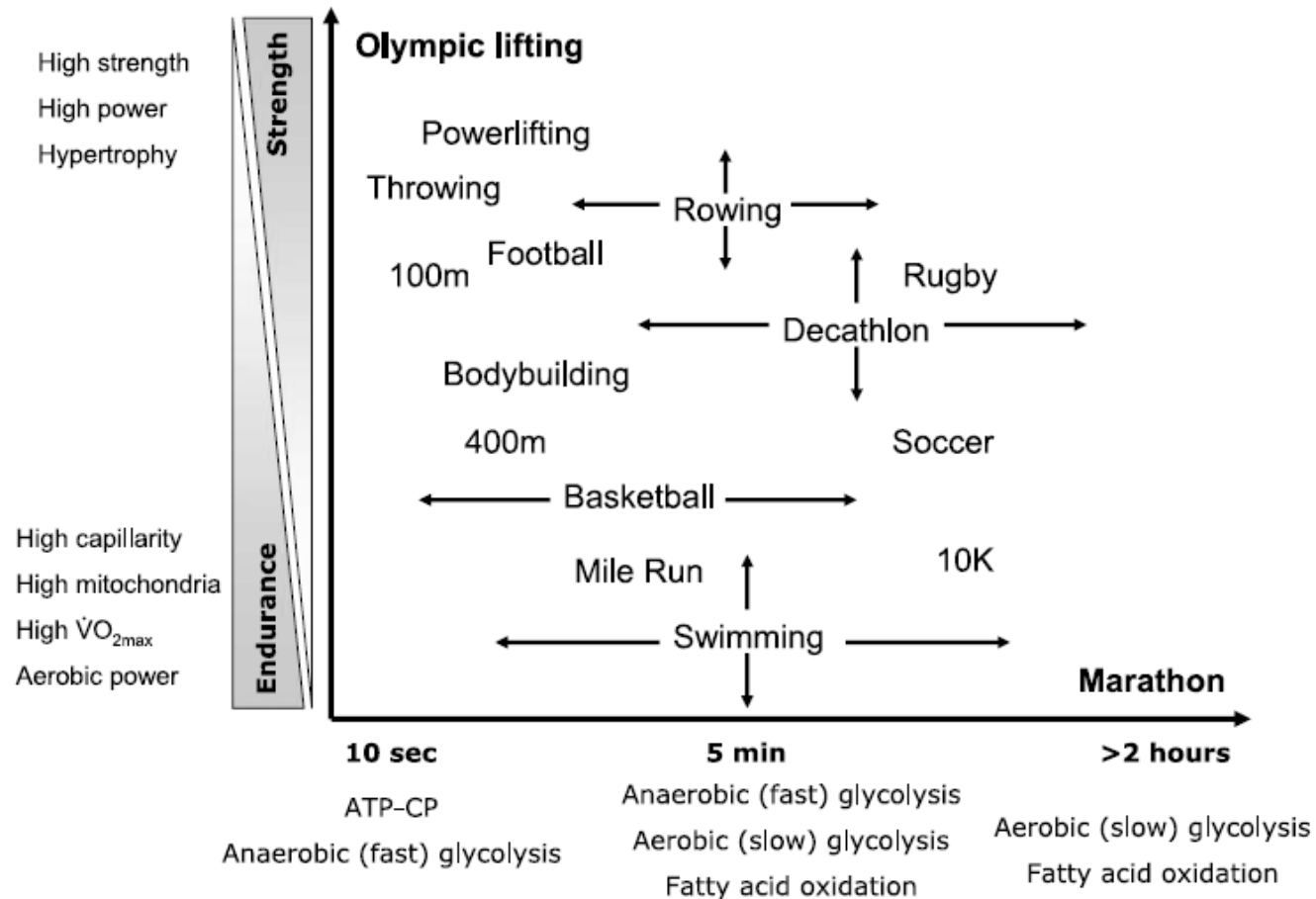
Aérobie et anaérobie: intensité et durée de l'exercice



Phosphagen



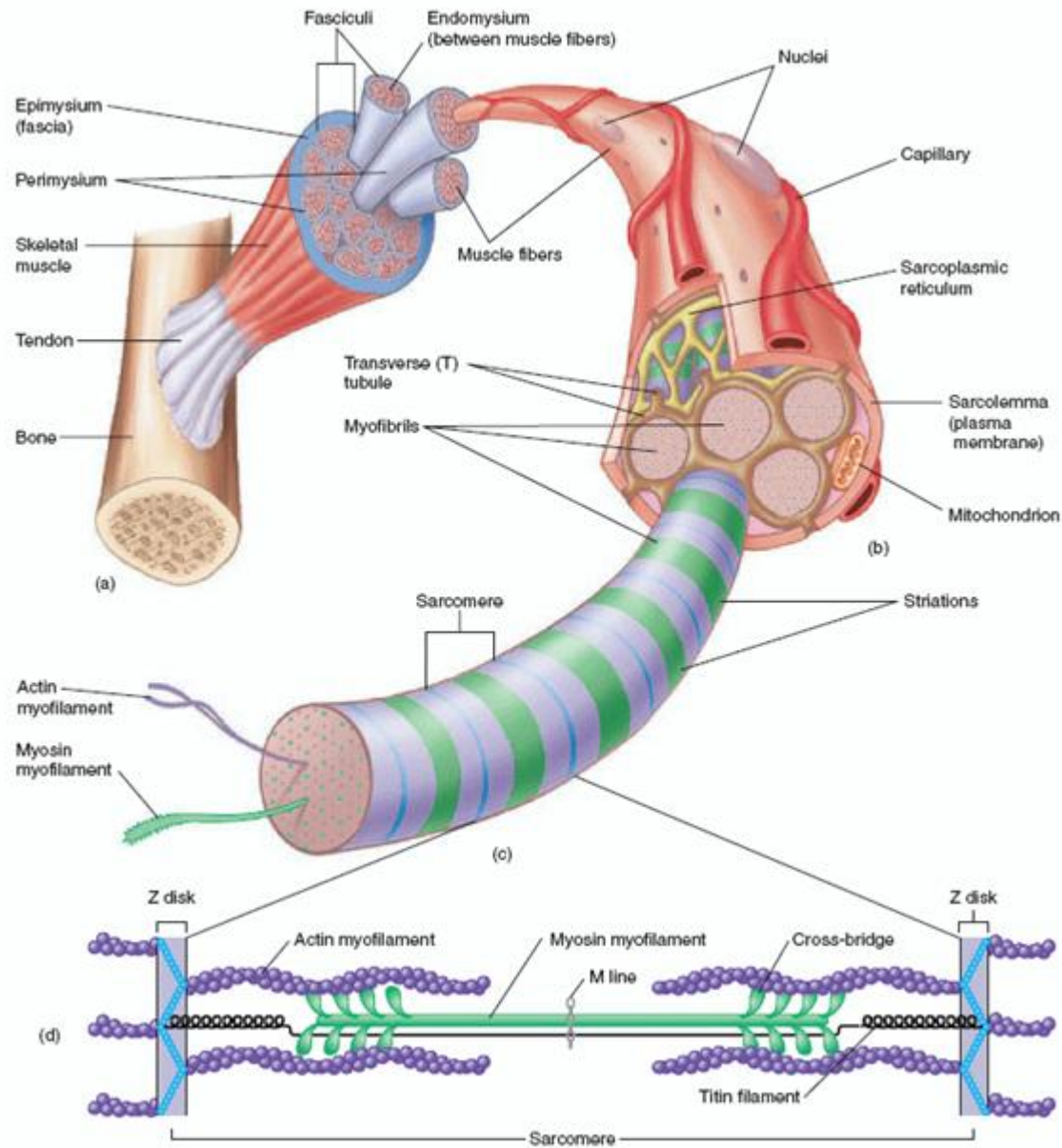
Types de sports d'endurance et de résistance



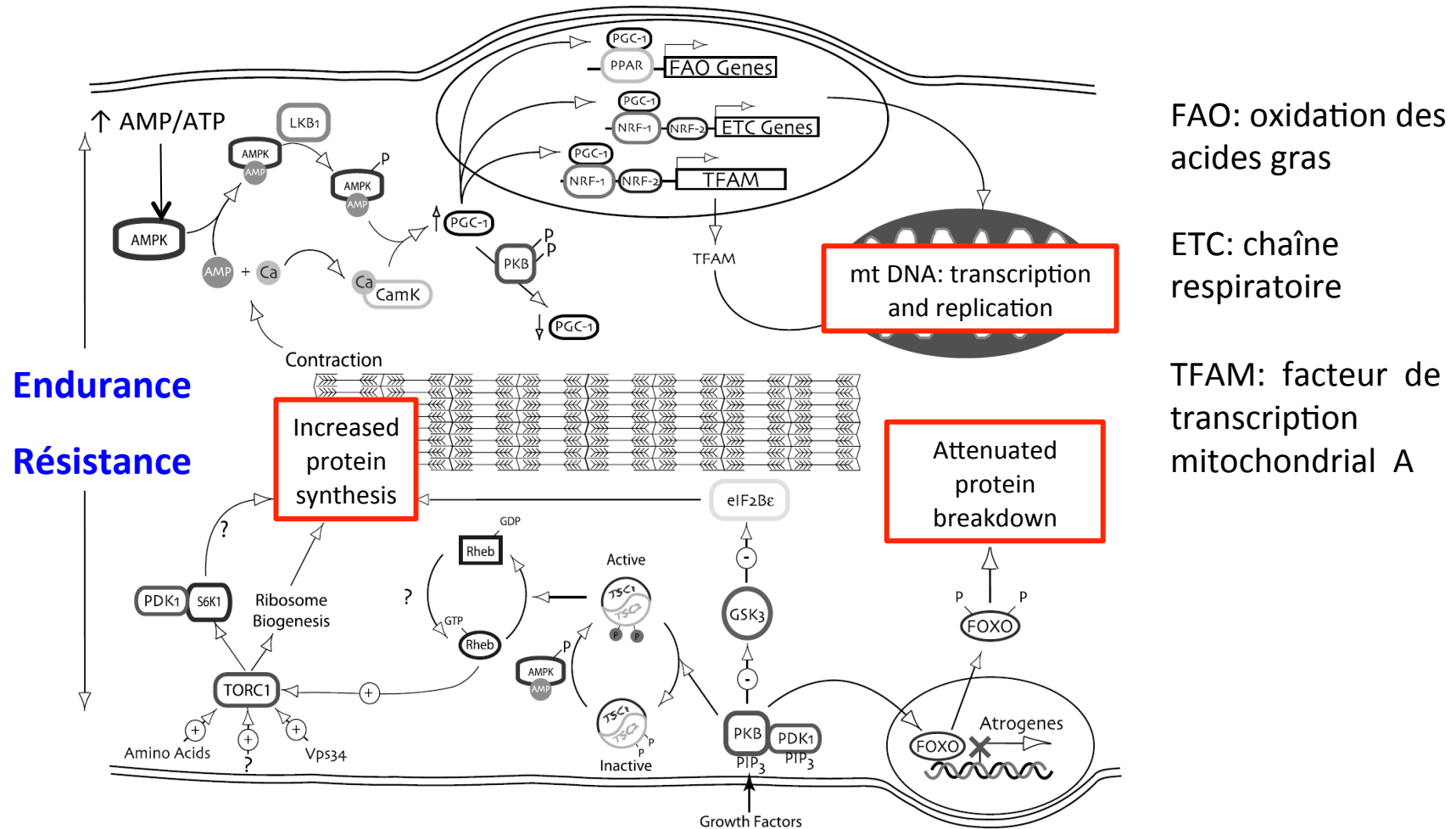
Entraînement physique: endurance ou résistance?

- Définitions
- **Physiologie musculaire**
- Exercice et santé
- Place de l'alimentation
- Recommandations et conclusions





Adaptations physiologiques

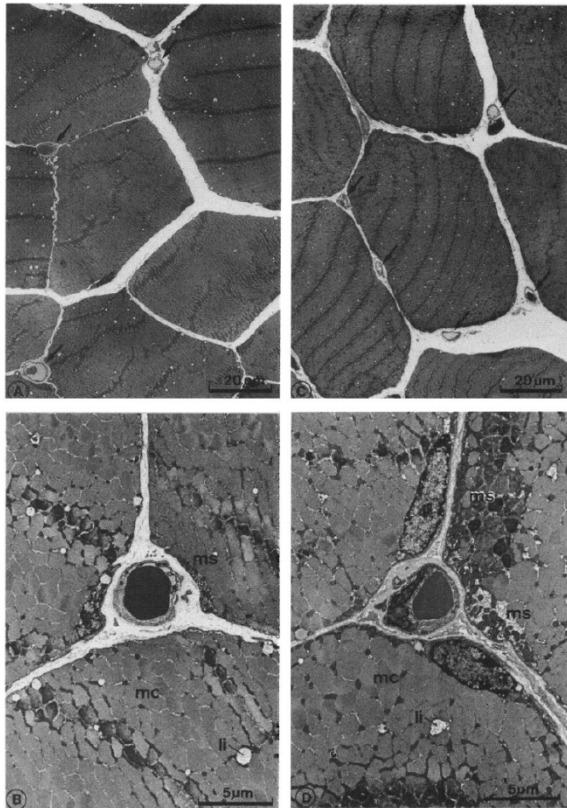


FAO: oxidation des acides gras

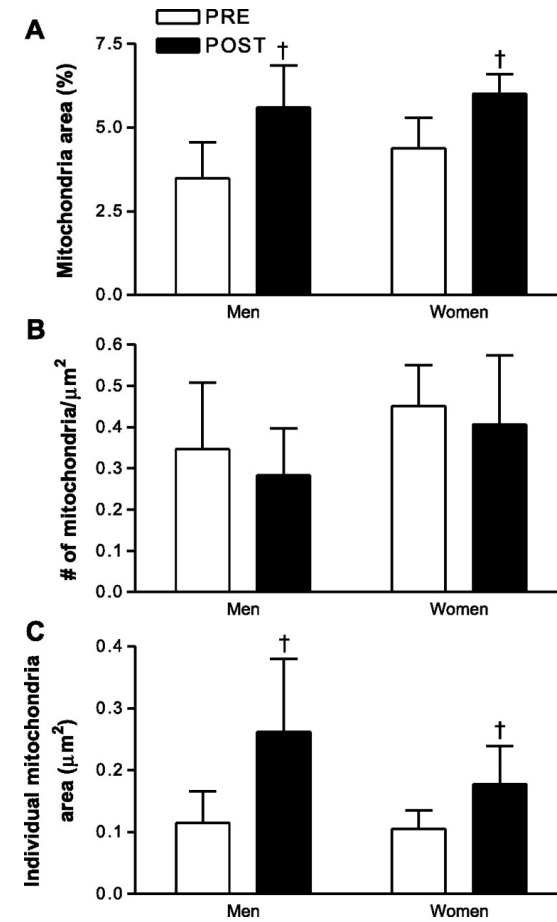
ETC: chaîne respiratoire

TFAM: facteur de transcription mitochondrial A

Endurance et biogenèse mitochondriale



Hoppeler et al, J Appl Physiol, 59, 320-7, 1985

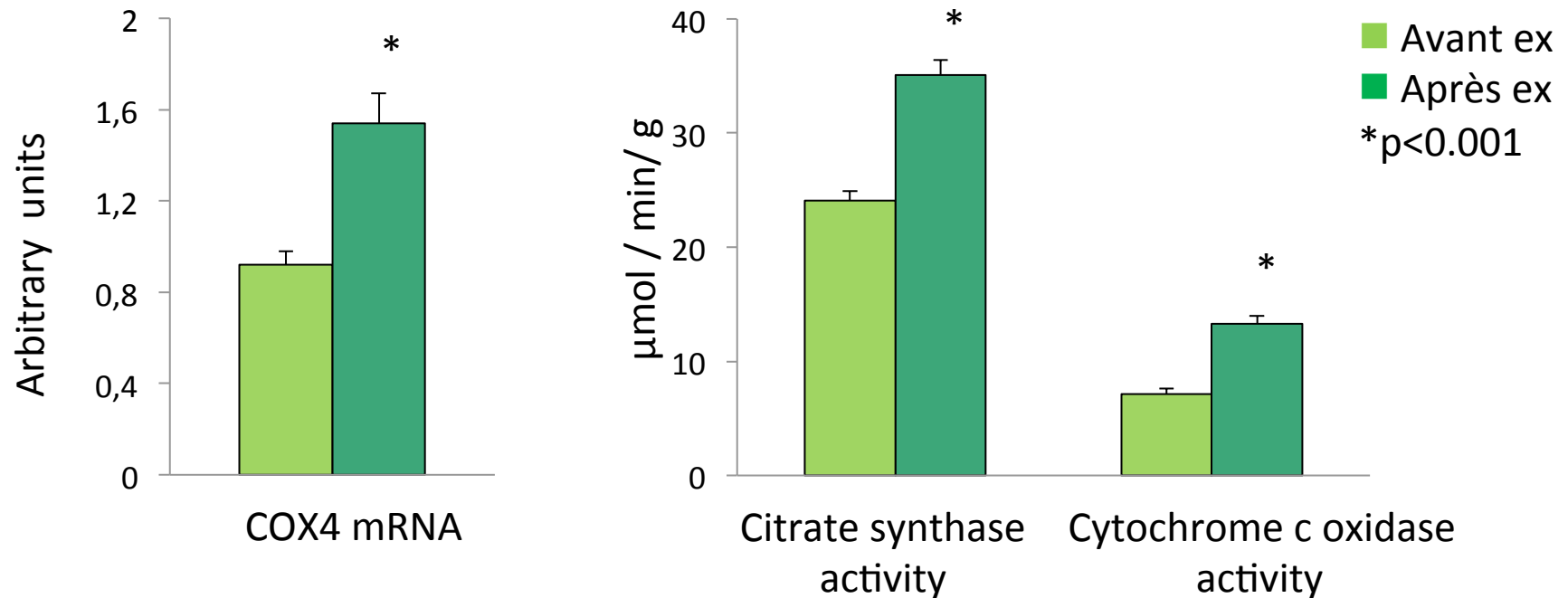


Tarnopolsky et al, Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 292, R1271-8, 2007

Endurance et capacité oxidative musculaire

65 H + F, 20 à ≥ 70 ans, bonne santé

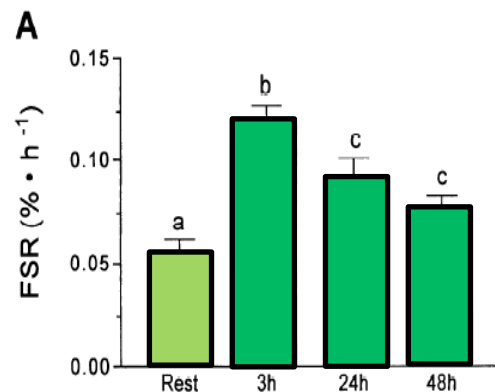
16 semaines d'ergométrie standardisée, 3-4x/sem



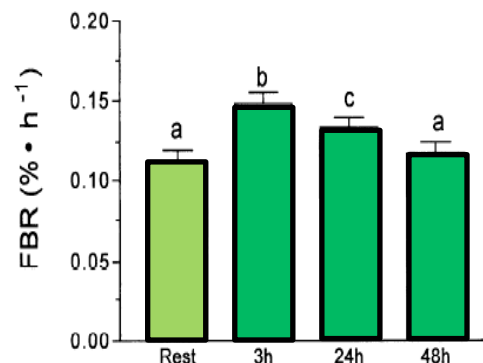
Résistance et balance protéique

4 H + 4 F, 22.6 ± 0.6 ans, modérément sportifs, mesures à jeûn
8 x 8 contractions concentriques ou excentriques du genou,
à 80% du RM (répétition maximale)

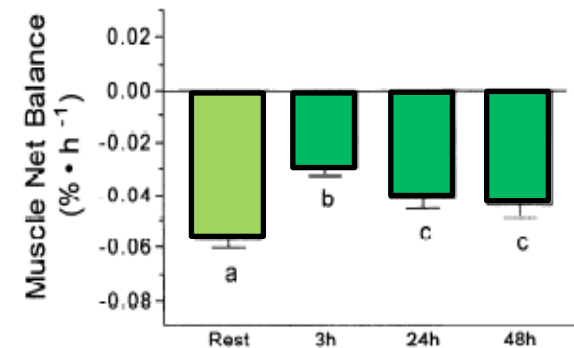
Synthèse protéique



Dégradation protéique



Balance protéique (FSR-FBR)



**-> balance protéique musculaire plus élevée pendant 48h
après l'exercice**

Résistance et synthèse protéique

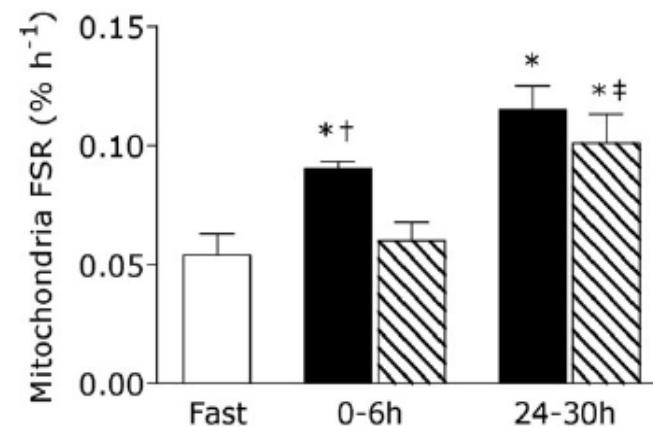
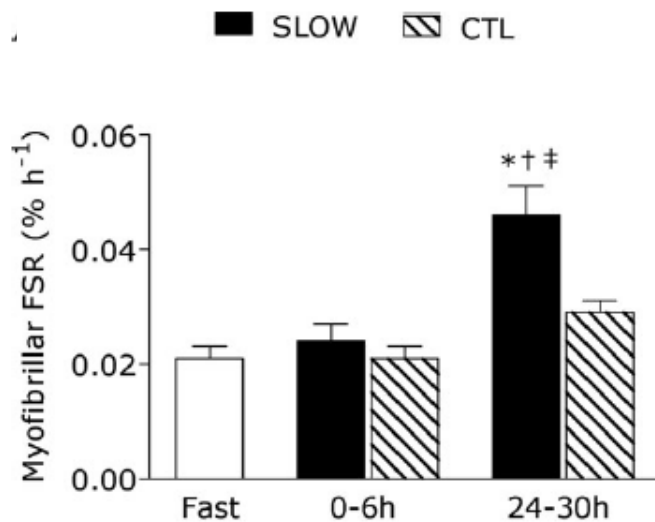
8 H, 23.5 ± 1 ans, entraînés en résistance

Jambe SLOW: 6 sec conc + 6 sec exc jusqu'à l'épuisement

Jambe CTL: 1 sec conc + 1 sec exc



<http://www.surfelite.com>



Exercice et fibres musculaires

35 H, matchés pour âge, poids, activité physique, randomisés en entraînement d'endurance, résistance ou mixte pendant 12 sem

		Groupe mixte		Groupe résistance		Groupe endurance	
Fiber		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
		<i>Percentage</i>					
A	Type I	55.6±11.1	57.7±11.1	55.21±11.7	55.44±11.5	54.1±5.9	54.6±5.3
AN	Type IIc	1.9±2.2	1.8±2.7	2.4±1.6	2.0±1.3	0.9±0.6	2.5±2.0*
AN	Type IIa	28.4±15.4	39.4±11.1*	23.3±11.5	40.5±10.6*	25.75±4.8	34.1±3.9*
AN	Type IIb	14.11±7.2	1.6±0.8*	19.1±7.9	1.9±0.8*	19.2±3.6	8.8±4.4*
		<i>Area, μm²</i>					
	Type I	5,008±874	4,756±692	4,883±1,286	5,460±1,214*	5,437±970	4,853±966*
	Type IIc	4,157±983	4,658±771	3,981.2±1,535	5,301±1,956*	2,741±482	2,402±352*
	Type IIa	5,862±997	7,039±1,151*	6,084±1,339	7,527±1,981*	6,782±1,267	6,287±385
	Type IIb	5,190±712	4,886±1,171	5,795±1,495	6,078±2,604	6,325±1,860	4,953±1,405

A: aérobie; AN: anaérobie

* p<0.05 vs. pretraining

Kraemer et al, J Appl Physiol, 78976-989, 1995

Entraînement physique: endurance ou résistance?

- Définitions
- Physiologie musculaire
- **Exercice et santé**
- Place de l'alimentation
- Recommandations et conclusions



US Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report 2008

Health Outcome		PA Type	Minimum Amount		Intensity		% Risk Reduction	Effect
			Frequency (per week)	Duration [min]	moderate 3-5.9 METs	vigorous > 6 METs		
All-Cause Mortality		Aerobic	5	30	[Moderate to Vigorous]		30% ↓	All-Cause Mortality
Cardiorespiratory		Aerobic	5	30	[Moderate to Vigorous]		20-35% ↓	Coronary Heart Disease Cardiovascular Disease Stroke
							4.5%-20% ↑	VO ₂ max
Cancer		Aerobic	7	30-60	[Moderate to Vigorous]		30% ↓	Colon & Endometrial Cancer
							20% ↓	Breast Cancer
Metabolic		Aerobic	5	30	[Moderate]		30-40% ↓	Type 2 Diabetes Metabolic Syndrome
Energy Balance	Weight Stability (1-3%)	Aerobic; Resistance	5	30	[Moderate]		1-3% ↓	Weight
	Weight Loss (≥5%)	Aerobic	7	70	[Moderate]		≥5% ↓	Weight
	Weight Stability following Weight Loss	Aerobic	7	50-80	[Moderate]			Weight Stability
Musculo-skeletal	Bone	Weight bearing, endurance	3-5	30-60	[Moderate to Vigorous]		36-68% ↓	Hip Fracture
							1-2% ↑	Bone Mineral Density
	Joint	Aerobic; Resistance	3-5	30-60	[Moderate]		22-83% ↓	Osteoarthritis
Functional	Functional	Aerobic; Resistance	3-5	30-90	[Moderate to Vigorous]		30% ↓	Delay in Function
	Prevention of Falls	Aerobic	2	30	[Moderate]		30% ↓	Risk of Falls
		Resistance, Balance	3	30	[Moderate]			
Mental		Aerobic; Resistance	3-5	30-60	[Moderate to Vigorous]		20-30% ↓	Depression Distress/Well-Being Dementia

Courtesy of K. Melzer

Type d'exercice et santé

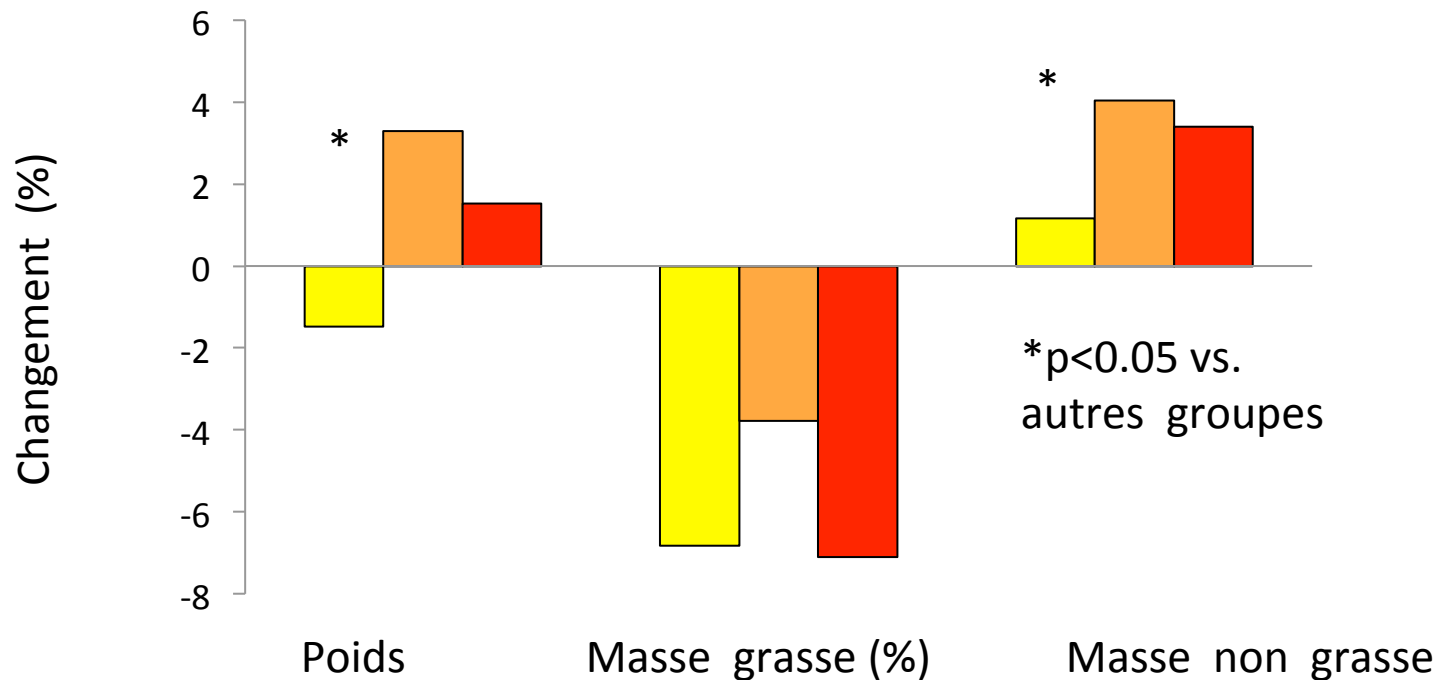


Variable	Aerobic Exercise	Resistance Exercise
Body composition		
Bone mineral density	↑↑	↑↑
Percent body fat	↓↓	↓
Lean body mass	0	↑↑
Muscle strength	0↑	↑↑↑
Glucose metabolism		
Insulin response to glucose challenge	↓↓	↓↓
Basal insulin levels	↓	↓
Insulin sensitivity	↑↑	↑↑
Plasma lipids and lipoproteins		
HDL cholesterol	↑0	↑0
LDL cholesterol	↓0	↓0
Triglycerides	↓↓	↓0
Cardiovascular dynamics		
Resting heart rate	↓↓	0
Stroke volume, resting and maximal	↑↑	0
Cardiac output, rest	0	0
Cardiac output, maximal	↑↑	0
SBP at rest	↓0	0
DBP at rest	↓0	0
$\dot{V}O_2$ max	↑↑↑	↑0
Submaximal and maximal endurance time	↑↑↑	↑↑
Submaximal exercise rate-pressure product	↓↓↓	↓↓
Basal metabolic rate	↑0	↑
Health-related quality of life	↑0	↑0



Jeunes adultes: composition corporelle

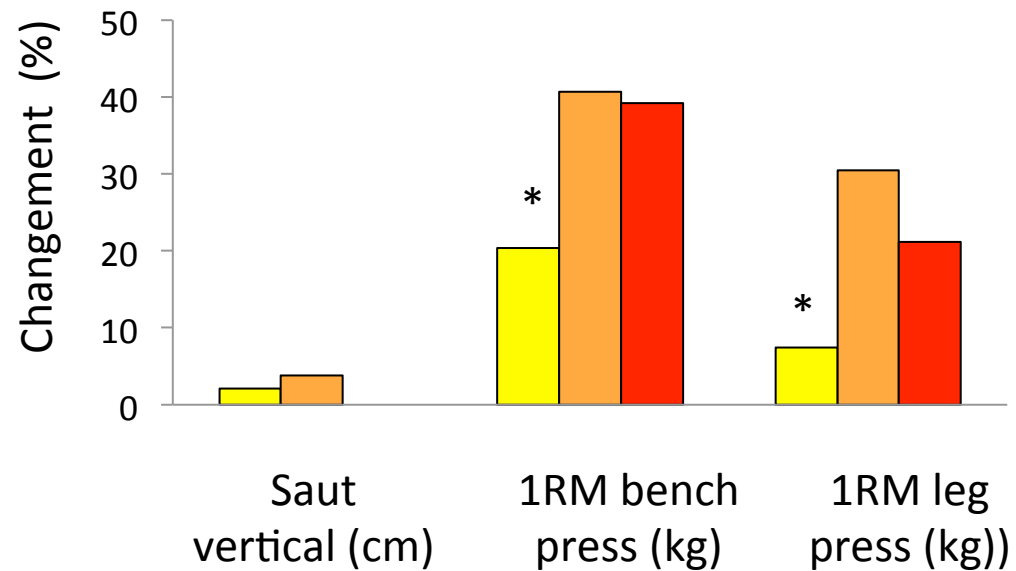
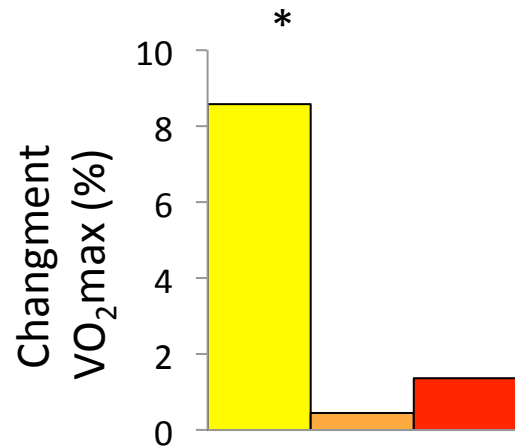
41 H non entraînés, 18 à 40 ans, randomisés en entraînement d'endurance (■), résistance (■) ou mixte pendant 3 mois (■).



*p<0.05 vs. autres groupes

Glowacki SP, Med Sci Sports Exerc, 36, 2119-2127, 2004

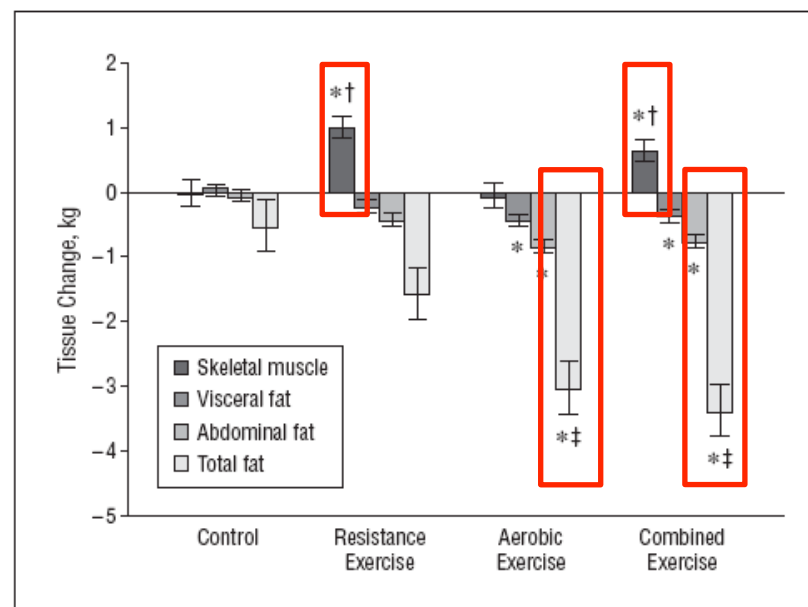
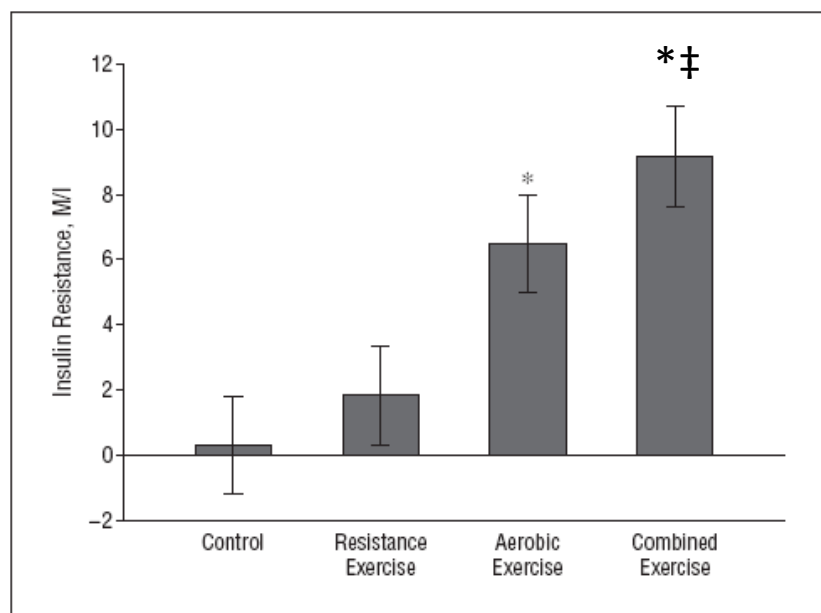
Jeunes adultes: capacité aérobie et force



* $p < 0.05$ vs. autres groupes

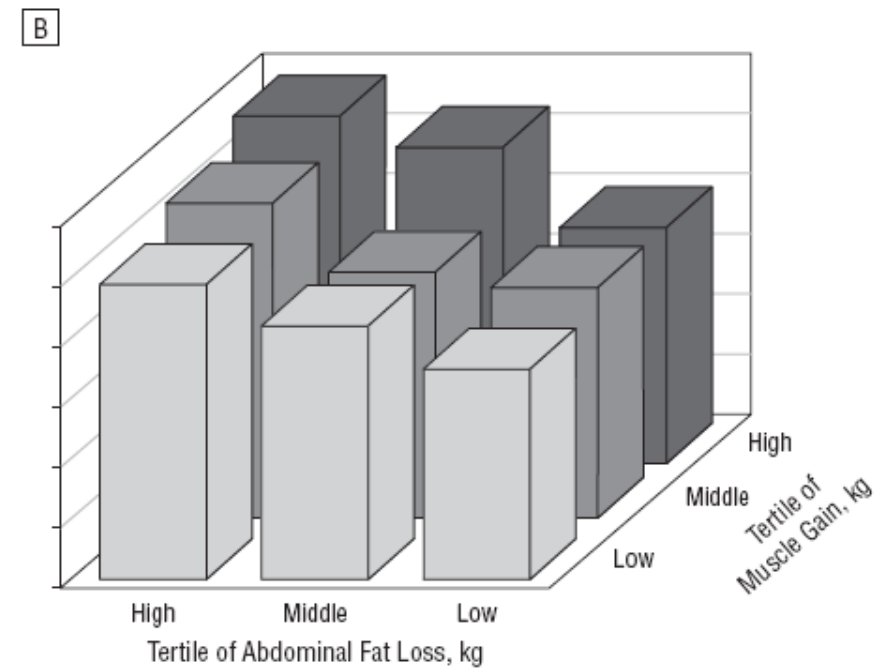
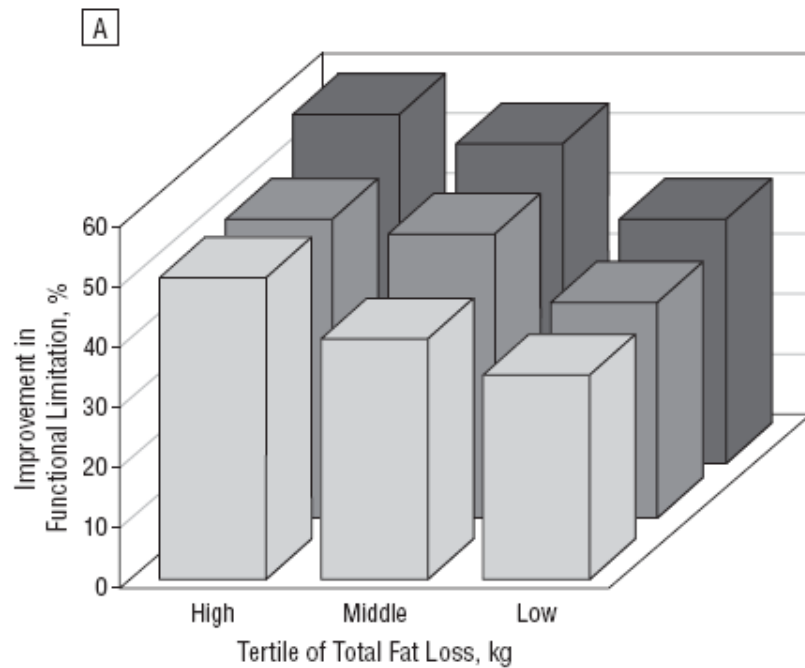
Viellissement : composition corporelle

136 H et F, 60 à 80 ans, obésité abdominale, randomisés en entraînement d'endurance, résistance, mixte ou contrôle pendant 6 mois



* $P < .05$ vs. contrôle; † vs. endurance; ‡ vs. résistance

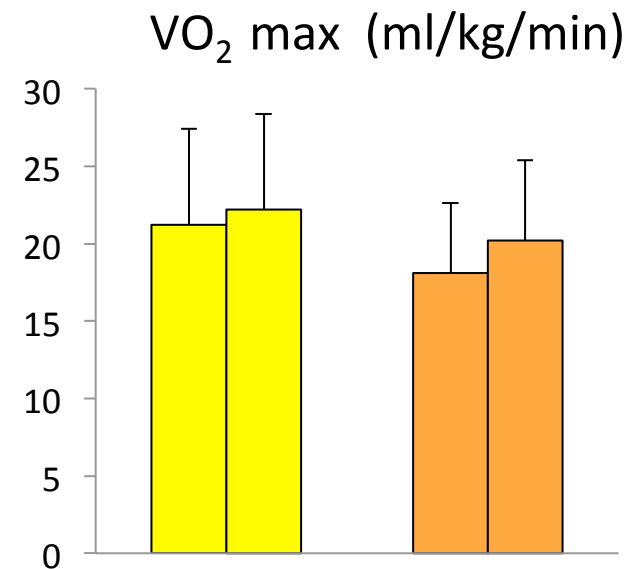
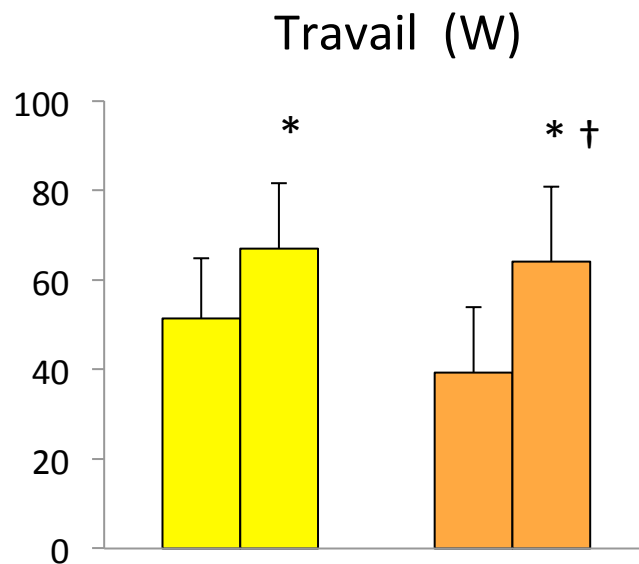
Viellissement: limitation fonctionnelle



-> limitation fonctionnelle améliorée par une perte de masse grasse et un gain de masse non grasse

Insuffisance cardiaque: travail et capacité aérobie

58 H et F, fraction d'éjection $\leq 40\%$, NYHA classe II-III, traitement pharmacologique stable. Randomisation: entraînement d'endurance (■) ou mixte (■) pendant 6 mois



*p<0.05 vs. mois 0

† p<0.05 pour changements entre groupes

Insuffisance cardiaque: force et qualité de vie

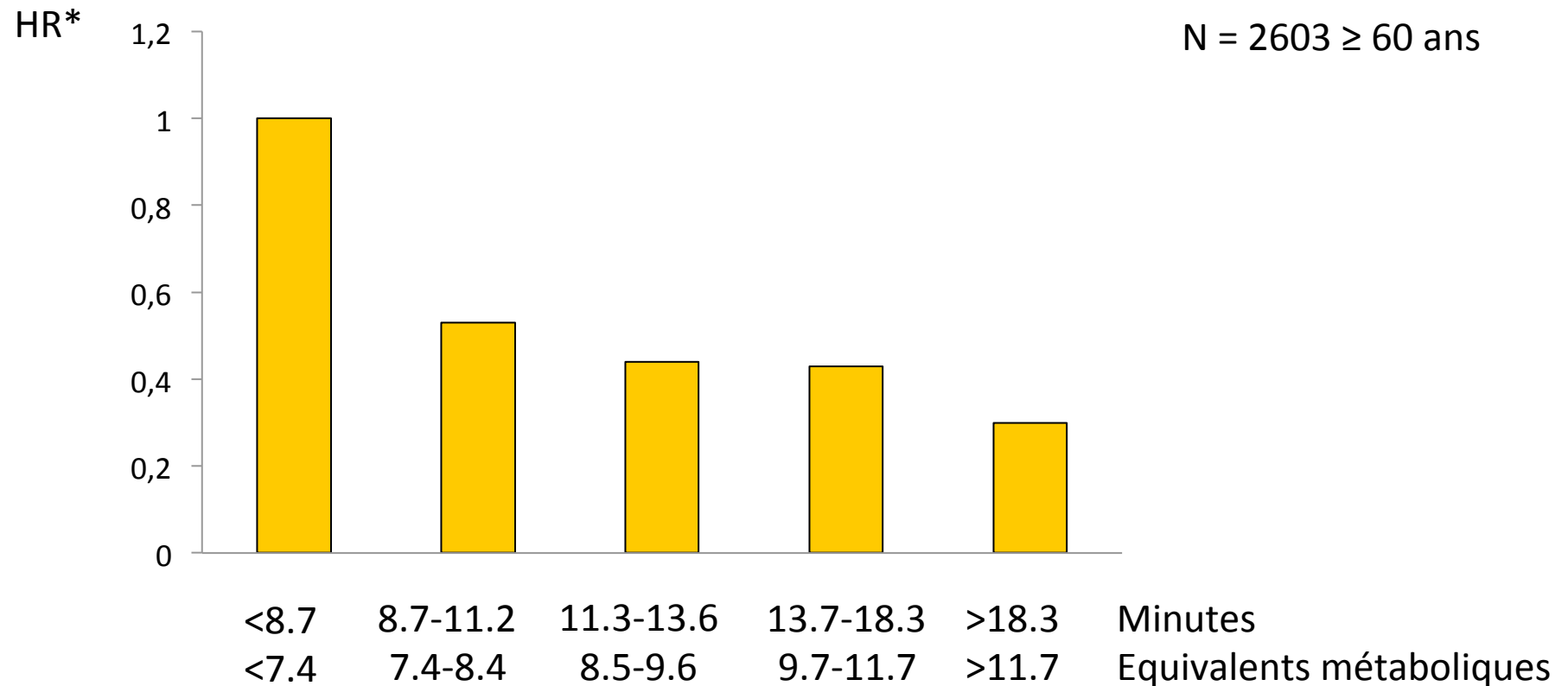
	Combined training (n = 28)		Endurance training (n = 30)		Differences in changes between groups ANOVA (P-value)
	Baseline	6 months (%)	Baseline	6 months (%)	
Linear isokinetic measurements					
Work (J)	303 ± 164	458 ± 203 (+51)	349 ± 163	424 ± 175 (+21)	0.07
Skeletal muscles (1RM)					
Lower limbs (kg)*	29.5 ± 15.5	42.3 ± 16.9	38.4 ± 18.6	49.3 ± 16.9	0.5
Upper limbs (kg)*	27.3 ± 11.7	40.5 ± 14.5	39.2 ± 11.6	44.9 ± 11.8	0.003
PEmax (kPa)	11.8 ± 3.6	12.8 ± 3.3	12.2 ± 3.4	11.1 ± 3.2	0.06
%PEmax predicted	104.9 ± 22.7	117.4 ± 20.6	106.0 ± 38.1	97.4 ± 34.9	0.03

Qualité de vie: ↑ 60% dans groupe mixte vs. ↑ 28% (p = 0.03)

Suivi 714 ± 81.4 j: mortalité et risque d'hospitalisation semblables

**-> ↑ travail musculaire, force et qualité de vie
avec exercice mixte**

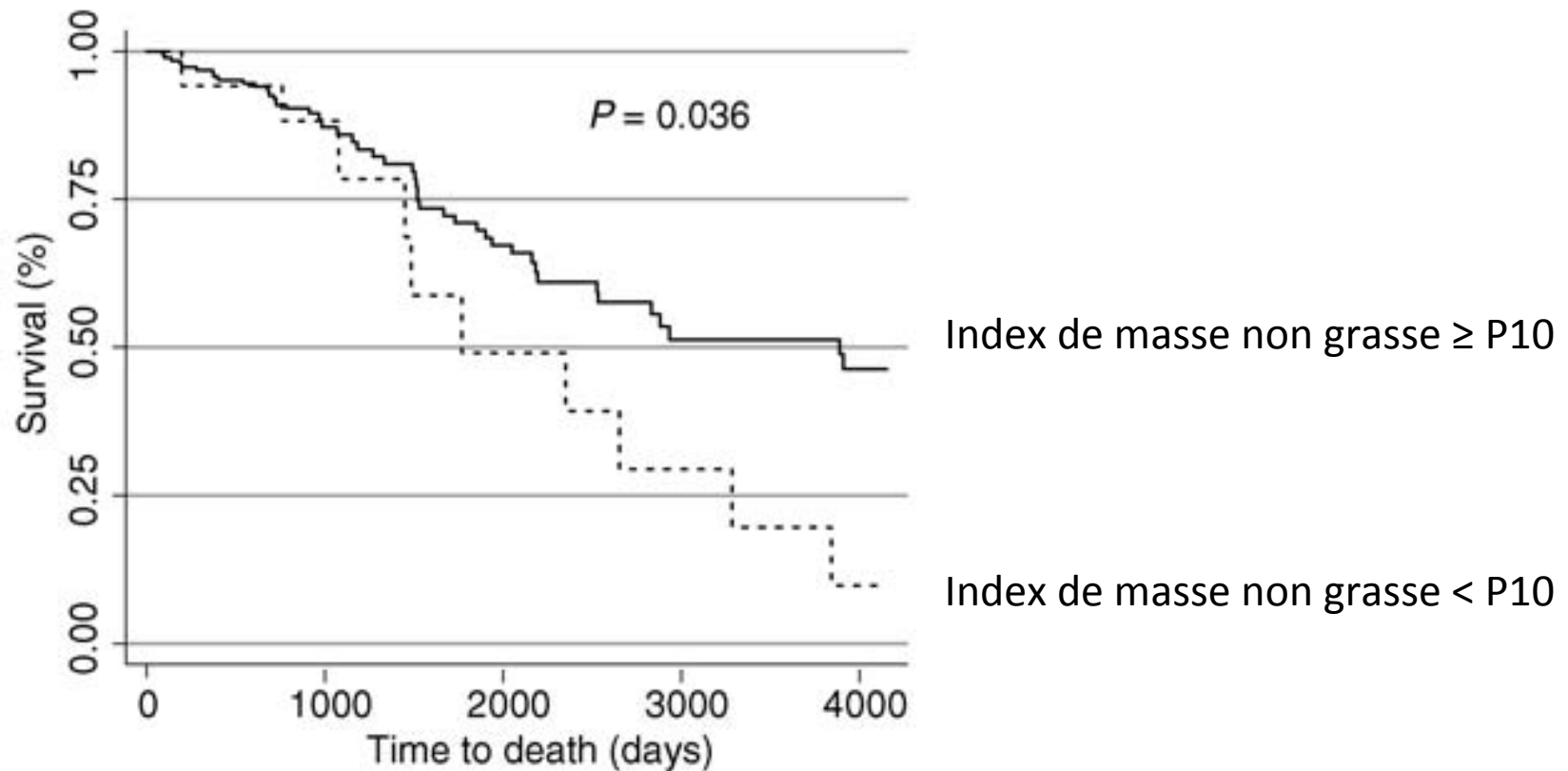
Capacité cardio-respiratoire basse: prédicteur de mortalité



* Ajusté pour âge, sexe, année d'examen, tabagisme, ECG d'effort anormal, pathologies de base

Masse non grasse basse: prédicteur de mortalité

N = 203 ≥ 65 ans



Entraînement physique: endurance ou résistance?

- Définitions
- Physiologie musculaire
- Exercice et santé
- **Place de l'alimentation**
- Recommandations et conclusions



Insuffisance respiratoire chronique

Inclusion:

Dénutrition (BMI \leq 21 kg/m², index de masse non grasse < P25) et insuffisance respiratoire chr (PaO₂ \leq 8 kPa , O₂ ou ventilation à domicile > 3 mois , pas d'exacerbation dans les 3 derniers mois)

Design: randomisée, multi-centrique sur 3 mois

Interventions:

Groupe contrôle (n= 62)

Groupe réhabilitation (n= 60):

- 1) Testostérone undécanoate oral: ♀ 40 mg 2x/d, ♂ 80 mg
- 2) Supplémentation orale: Respifor[®] (188 kcal) 3x/d
- 3) Exercice 3-5 x/sem: ergométrie + musculation

Insuffisance respiratoire chronique

	Mois 3 vs. mois 0		Mois 3: Contrôle vs. Réhab	
	Contrôle	Réhab	Δ (SEM)	p
Travail maximal (W)	-2.8	4.9	7.2 (1.7)	<0.001
Temps jusqu'à la fatigue (min)	-1.4	4.8	5.95 (1.43)	<0.001
IMC (kg/m ²)	0.09	0.62	0.56 (0.19)	0.004
F isométrique quadriceps (N)	0.55	28.6	28.3 (10.6)	0.009
IMNG (kg/m ²)	-0.15	0.51	0.60 (0.23)	0.010
Qualité de vie (CRQ)				
Hommes	2.9	5.1	1.4 (2.7)	0.617
Femmes	1.5	17.7	16.5 (5.4)	0.006

IMC: index de masse corporelle. IMNG: index de masse non grasse. CRQ: chronic respiratory disease questionnaire
 Δ (SEM): différence moyenne +/- écart type

-> Bénéfices de la combinaison "exercice + alimentation"

Surcharge pondérale et arthrose

Inclusion:

454 H et F ambulatoires, arthrose hanche ou genou, IMC 27-41, age \geq 55 ans, sédentaires (<30 min/sem).

Design:

Etude randomisée, simple aveugle, monocentrique sur 18 mois

Interventions:

Groupes:

- Alimentation hypocalorique: déficit de 800-1000 kcal/j
- Exercice: 60 min endurance et résistance, 3x/sem
- Alimentation hypocalorique + exercice

Surcharge pondérale et arthrose

18-mo Outcomes, Mean (95% CI)

	Exercise (E)	Diet (D)	D + E	Difference, E vs D	Difference, E vs D+E
Weight loss, kg	-1.8 (-5.7 to 1.8)	-8.9 (-12.4 to -5.3)	-10.6 (-14.1 to -7.1)		
Knee compressive forces, N	2687 (2590 to 2784)	2487 (2393 to 2581)	2543 (2448 to 2637)	200 (55 to 345) ^a	144 (1 to 287)
IL-6, pg/mL	3.1 (2.9 to 3.4)	2.7 (2.4 to 3.0)	2.7 (2.5 to 3.0)	0.43 (0.01 to 0.85) ^a	0.39 (-0.03 to 0.81) ^a
Pain	4.7 (4.2 to 5.1)	4.8 (4.3 to 5.2)	3.6 (3.2 to 4.1)	-0.11 (-0.81 to 0.59)	1.02 (0.33 to 1.71) ^a
Function	18.4 (16.9 to 19.9)	17.4 (15.9 to 18.9)	14.1 (12.6 to 15.6)	0.98 (-1.24 to 3.20)	4.29 (2.07 to 6.50) ^a
SF-36 physical	41.9 (40.5 to 43.2)	42.4 (41.1 to 43.7)	44.7 (43.4 to 46.0)	-0.55 (-2.53 to 1.43)	-2.81 (-4.76 to -0.86) ^a

^aDifferences were significant.

-> Bénéfices de la combinaison “exercice + alimentation”

Entraînement physique: endurance ou résistance?

- Définitions
- Physiologie musculaire
- Exercice et santé
- Place de l'alimentation
- **Recommandations et conclusions**



Recommendations (grade A)

	Endurance	Résistance
Fréquence	≥ 5j/sem: intensité modérée ou ≥ 3j/sem: intensité élevée	2-3j/sem
Intensité	Modérée et/ou élevée pour la plupart des adultes	40 - 80% de 1RM pour ↑ force < 50% de 1 RM pour ↑ endurance
Durée	30-60 min: intensité modérée 20-60 min: intensité élevée	-
Type	Groupes musculaires principaux Continu, rythmique	Groupes musculaires principaux Variété d'exercices
Répétitions	-	8-20 répétitions, 2-4 séries
Forme	1 x/j ou plusieurs sessions de ≥ 10 min/j	2-3 min entre les séries ≥ 48h entre les sessions pour un même groupe musculaire

RM: répétition maximale = charge maximale soulevée à une reprise

Intensité modérée: 3-5.9 MET. Intensité élevée: > 6 MET

Conclusion

Endurance

- ↑ capacité oxidative, taille des mitochondries, densité capillaire
- ↓ aires de certaines fibres (I, IIc)
- ↑ capacité aérobie (VO₂ max), ↓ mortalité

Résistance

- ↑ synthèse protéique musculaire, hypertrophie musculaire, aires de certaines fibres (I, IIa, IIc)
- ↑ force, poids et masse musculaire, capacité fonctionnelle,
- ↓ mortalité

Endurance ou résistance?

-> les deux !!!

+ nutrition ...

MAIS TOUT FINIT
PAR UN BANQUET!



**Merci de votre
attention**

Contre-indications à l'entraînement de résistance

Absolute

Unstable CHD

Decompensated HF

Uncontrolled arrhythmias

Severe pulmonary hypertension (mean pulmonary arterial pressure >55 mm Hg)

Severe and symptomatic aortic stenosis

Acute myocarditis, endocarditis, or pericarditis

Uncontrolled hypertension (>180/110 mm Hg)

Aortic dissection

Marfan syndrome

High-intensity RT (80% to 100% of 1-RM) in patients with active proliferative retinopathy or moderate or worse nonproliferative diabetic retinopathy

Relative (should consult a physician before participation)

Major risk factors for CHD

Diabetes at any age

Uncontrolled hypertension (>160/>100 mm Hg)

Low functional capacity (<4 METs)

Musculoskeletal limitations

Individuals who have implanted pacemakers or defibrillators

Williams MA, Circulation,
116,572-584, 2007

Recommandations: résistance et souplesse

Population	Resistance Training		Flexibility Training	
	Sets; Reps	Stations/Devices*	Frequency	Goal
Healthy/sedentary adults				
2007 AHA Scientific Statement	1 set; 8–12 reps for persons <50–60 y of age; 10–15 reps at reduced levels of resistance for persons 50–60 y of age	8–10 exercises	2–3 d/wk	Stretching the major muscle or tendon groups, 2–3 d/wk
2006 ACSM Guidelines ¹¹⁰	1 set; 8–12 reps (range, 3–20 reps) performed at a moderate rep duration (≈3 s concentric, ≈3 s eccentric)	8–10 exercises	2–3 nonconsecutive d/wk	Static stretching, major muscle tendon units a minimum of 2–3 d/wk; stretch to the ROM at a point of tightness, 15–30 s/stretch, 2–4 reps/stretch
Elderly persons				
2001 American Geriatrics Society ¹²¹	Low: 40% 1-RM; 10–15 reps Moderate: 40%–60% 1-RM; 8–10 reps High: >60% 1-RM; 6–8 reps	Not specified	2–3 d/wk	3–5 stretches/key muscle group; hold for 20–30 s; 3–5 d/wk
Cardiac patients				
2007 AHA Scientific Statement	1 set; 10–15 reps	8–10 exercises	2–3 d/wk	Stretching the major muscle or tendon groups, 2–3 d/wk
2004 AACVPR guidelines ¹¹¹	1 set; 12–15 reps	6–8 exercises	2–3 d/wk	
2006 ACSM guidelines ¹¹⁰	1 set; 10–15 reps	8–10 exercises	2–3 d/wk	

Exemples de coûts énergétiques (kcal/min)

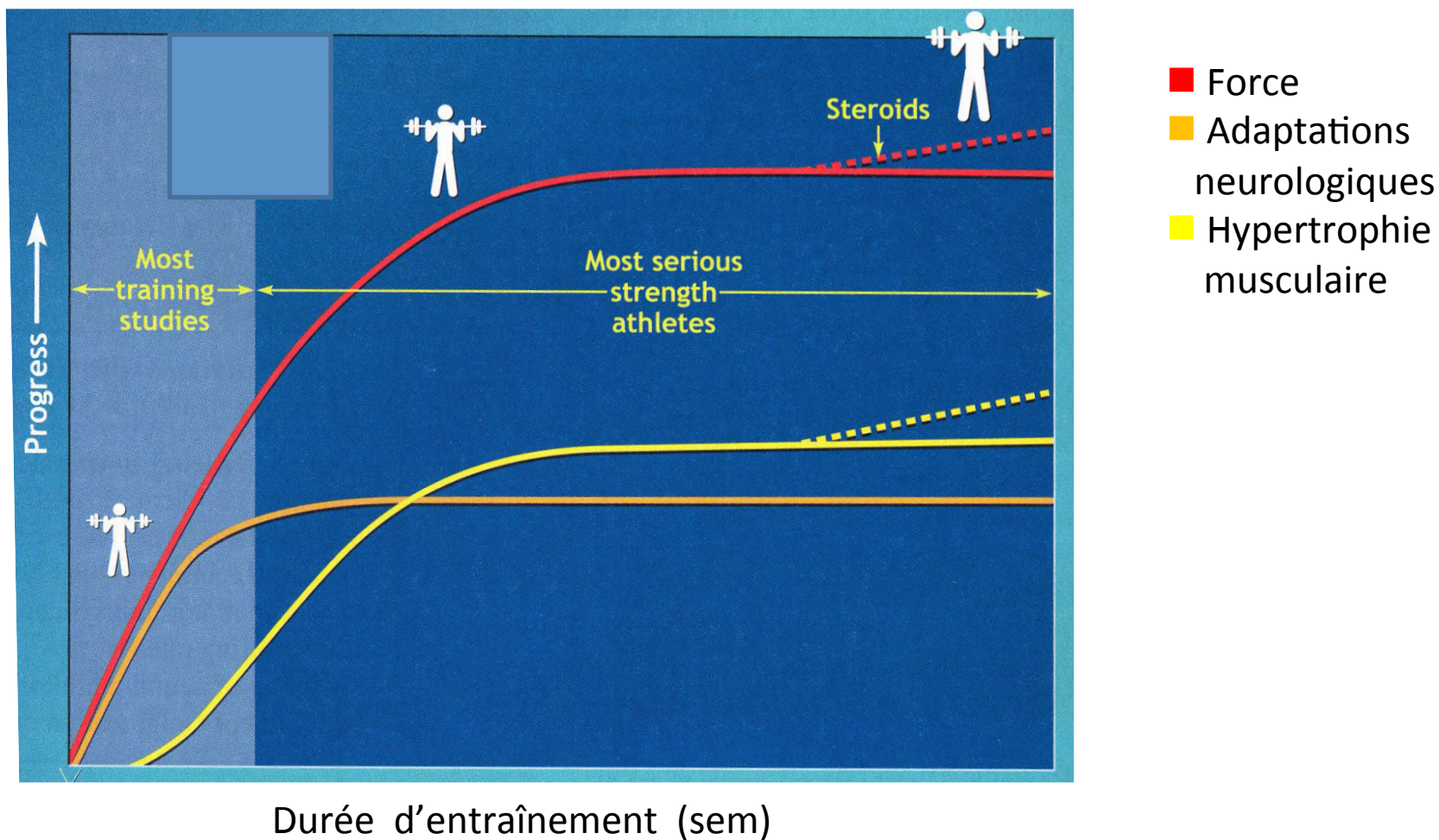
	50 kg	60 kg	70 kg
Course 7 min/km	6.8	8.4	9.6
Course 5 min/km	10.8	13.1	14.8
Cyclisme 11.5 km/h	3.2	3.8	4.5
Cyclisme 15 km/h	5.0	5.9	7.1
Football	6.8	8.1	9.8
Tennis	7.3	8.7	10.2
Musculation	4.3	5.0	6.1

Exercice et fibres musculaires

Type	I	Ila	Ilx	Ilb
Temps de contraction	+	++	+++	++++
Résistance à la fatigue	++++	+++	++	+
Activité	aérobie	Anaérobie longue durée	Anaérobie courte durée	Anaérobie courte durée
Durée d'utilisation	heures	< 30 min	< 5 min	< 1 min
Production de force	+	++	+++	++++
Densité des mitochondries	+++	+++	++	+
Densité des capillaires	+++	++	+	+
Capacité oxydative	+++	+++	++	+
Capacité glycolytique	+	+++	+++	+++
Carburant	TG	CP, glycogène	CP, glycogène	CP, glycogène

TG: triglycérides; CP: créatine phosphate

Force: hypertrophie musculaire et contrôle neurologique



Adapté de McArdle, Katch, Katch, Exercise physiology, Lipincott, Williams & Wilkins, p.521, 2010

Dans la balance de la destinée, le muscle ne pèse
jamais autant que le cerveau

James Russell Lowell

**Merci de votre
attention**