



ALIMENTAZIONE NEGLI SPORT DI RESISTENZA E DURATA

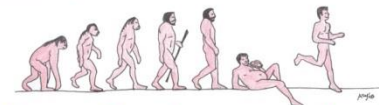


Pierpaolo De Feo

CUR.I.A.M.O.



Università di Perugia

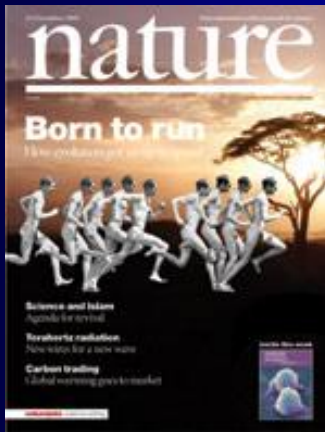


Centro Universitario Ricerca Interdipartimentale Attività **MO**toria
Obesità, Diabete, Ipertensione, Arteriosclerosi, Osteoporosi, Invecchiamento

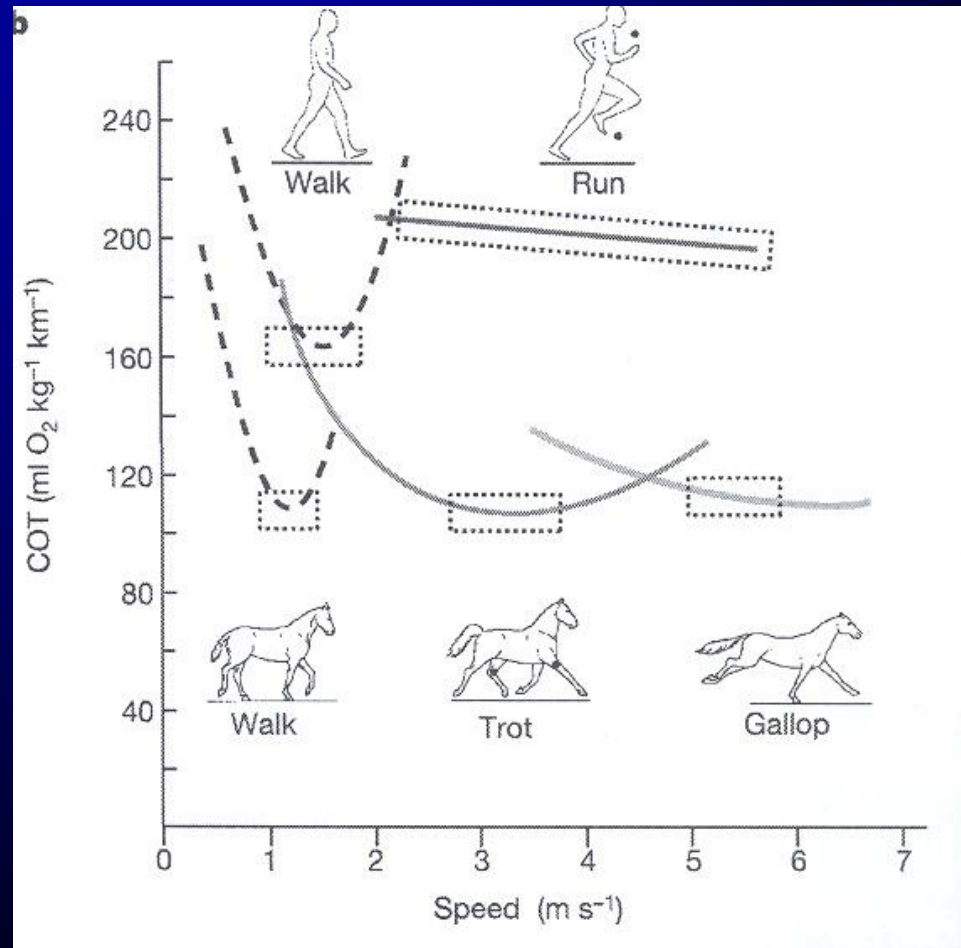


BORN TO RUN

Endurance running and the evolution of *Homo*



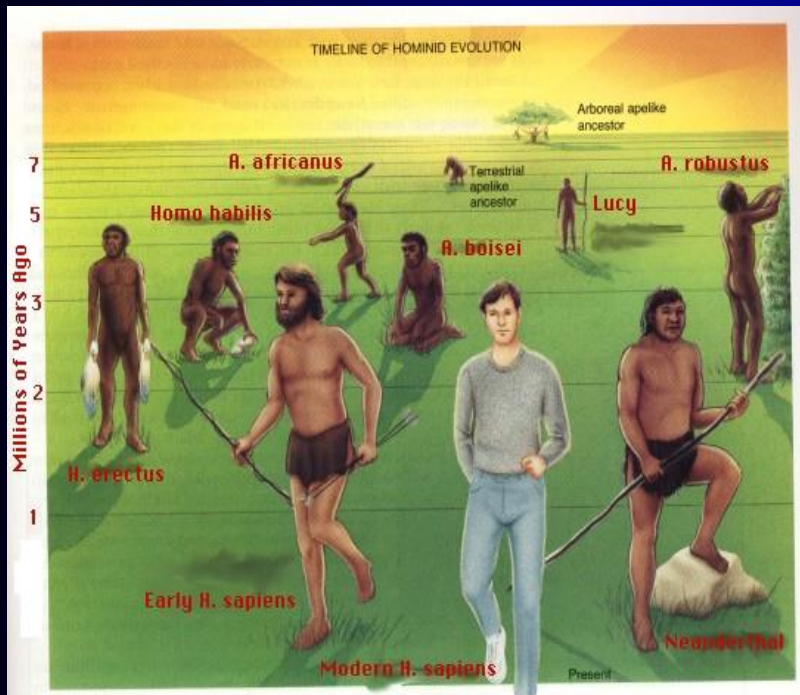
- Muscolo-scheletro
- Stabilizzazione
- Termoregolazione
- Respirazione



DM Bramble, DE Lieberman. Nature 432:345, 2004



SOPRAVVIVENZA DEI NOSTRI ANTENATI



- Attività fisica rapida e ad alta intensità
- → situazione di fuga/attacco (caccia, predatori...)
- Attività fisica sostenuta e prolungata
- → migrazioni



ATP fonte terminale di energia



- Riposo: 1.6 kg ATP/h
- Esercizio intenso: 30 kg ATP/h



Fonti di ATP

- Shuttle fosfocreatina
- Glicolisi anaerobia

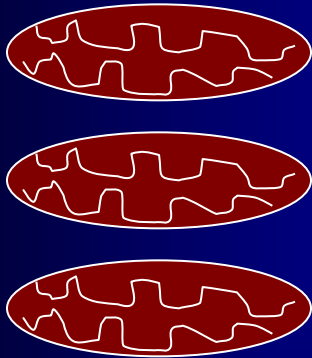
ContraZIONE rapida
ed intensa

- Fosforilazione ossidativa

ContraZIONE lenta e
sostenuta



Fosforilazione ossidativa



Nei mitocondri i substrati sono completamente ossidati in CO_2 attraverso il ciclo di Krebs e la fosforilazione ossidativa, nella quale l'ATP è generato mediante flusso di elettroni e O_2

•SUBSTRATI

- **Carboidrati** (glicogeno intracellulare, glucosio circolante o prodotto ex novo)
- **Lipidi** (Acidi grassi liberi)
- **Proteine** (BCAA)



Distribuzione dei carboidrati nell'organismo

•400 gr carboidrati
•1600 kcal

- ✓79% glicogeno muscolare
- ✓14% glicogeno epatico
- ✓7% (20-21 gr) glucosio neoprodotto o libero nel sangue

I carboidrati forniscono energia sia tramite la via anaerobica che l'aerobica. La glicolisi anaerobia porta alla formazione di 2 molecole di ATP, mentre la fosforilazione ossidativa porta alla produzione di 36 molecole di ATP.

Le scorte di glicogeno muscolare forniscono energia per meno di due ore di attività fisica submassimale. L'esaurimento delle scorte di glicogeno determina l'instaurarsi del senso di fatica e debolezza muscolare.



Utilizzo lipidi

- **Peso variabile**
- 90.000-110.000 kcal

- ✓ 95% depositi nel tessuto adiposo
- ✓ trigliceridi liberi intracellulari
- ✓ trigliceridi da lipoproteine di trasporto

I lipidi forniscono energia solo tramite la fosforilazione ossidativa, con produzione netta da 1 M di 457 M di ATP (ossidazione acidi grassi e glicerolo).

Coprono dal 30 all'80% delle richieste energetiche, in relazione alle condizioni di allenamento, nutrizione e tipologia del lavoro muscolare.



FIBRE MUSCOLARI

• In base al contenuto di mioglobina, alla rapidità di contrazione ed alla prevalenza delle vie metaboliche, le fibre del muscolo scheletrico vengono suddivise in:

- **TIPO 1 o ROSSE**: a contrazione lenta, alta capacità ossidativa, lavoro di resistenza;
- **TIPO 2 o BIANCHE**: contrazione rapida, alta capacità glicolitica, lavoro di breve intensità o pesante e rapido.
 - 2B: classiche fibre bianche;
 - 2A: intermedie, più ricche in mitocondri;
 - 2X: contrazione intermedia, più simili al tipo 1.



Sistema energetico prevalente

- PC e AL (fibre rapide)
- AL/O₂ (rapide e intermedie)
- O₂ (lente, tipo 1)

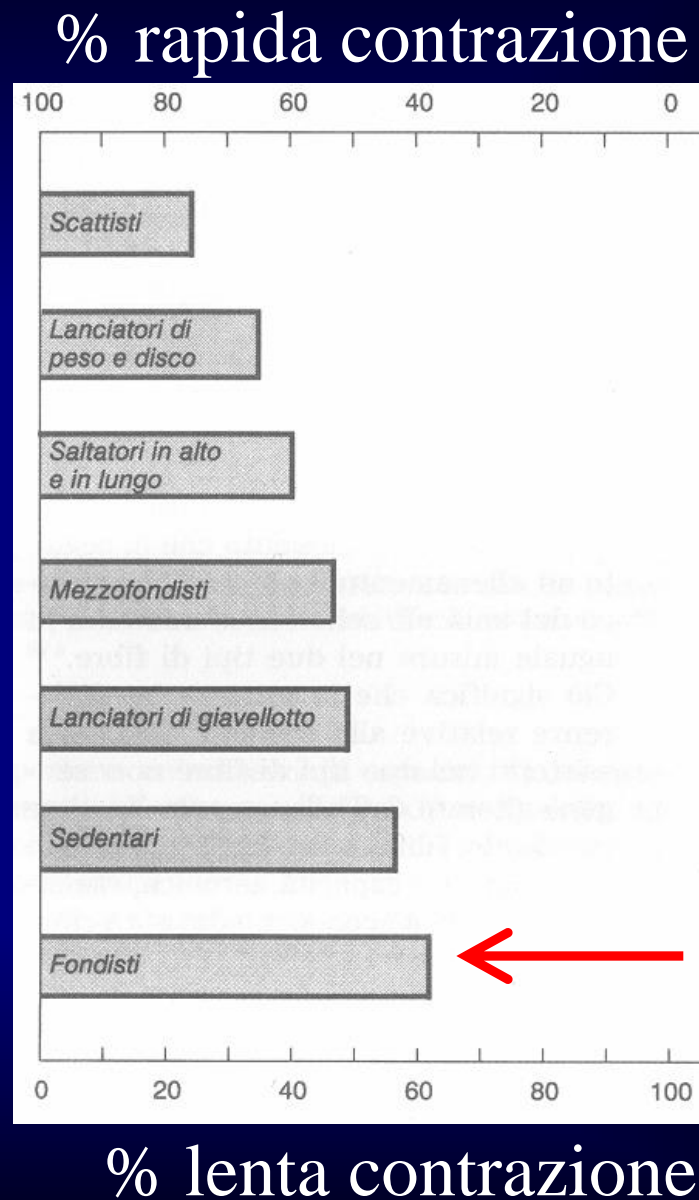


Sistema energetico prevalente

Sport	PC e AL	AL/O2	O2
Calcio	80	20	
Sci discesa	80	20	
Sci fondo		5	95
Maratona		5	95
10000	5	15	80
400	80	15	5
100	98	2	
Nuoto 100	80	15	5
Nuoto 1500	10	20	70



Composizione delle fibre muscolari in atleti di diverse specialità ed in sedentari





Ormoni e vie metaboliche



- INSULINA

- GLICOGENOLISI

- LIPOLISI



- GLUCAGONE

- GLUCONEOGENESI

- CATECOLAMINE

- (precursori: FFA,
lattato, glicerolo e BCAA)

- GH

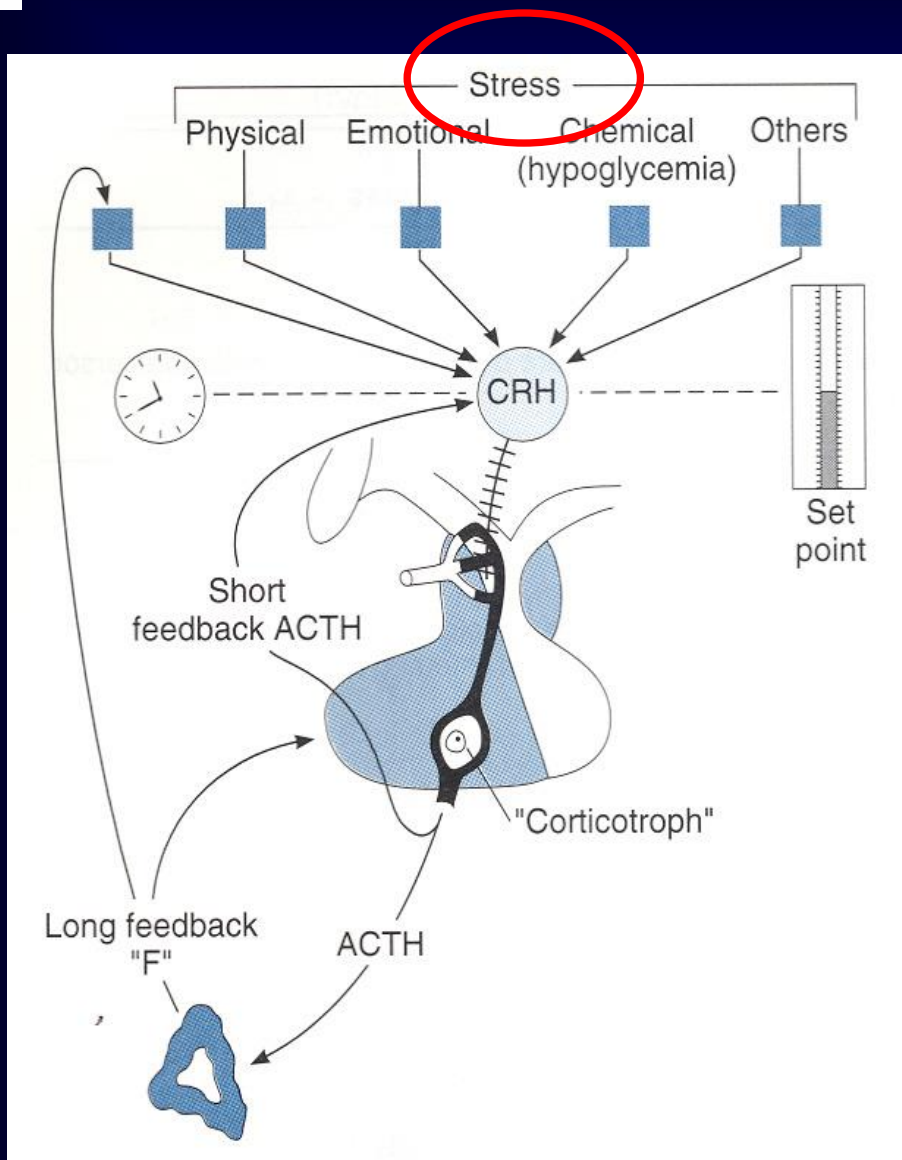
- CORTISOLO



Produzione endogena di glucosio durante attività fisica intensa

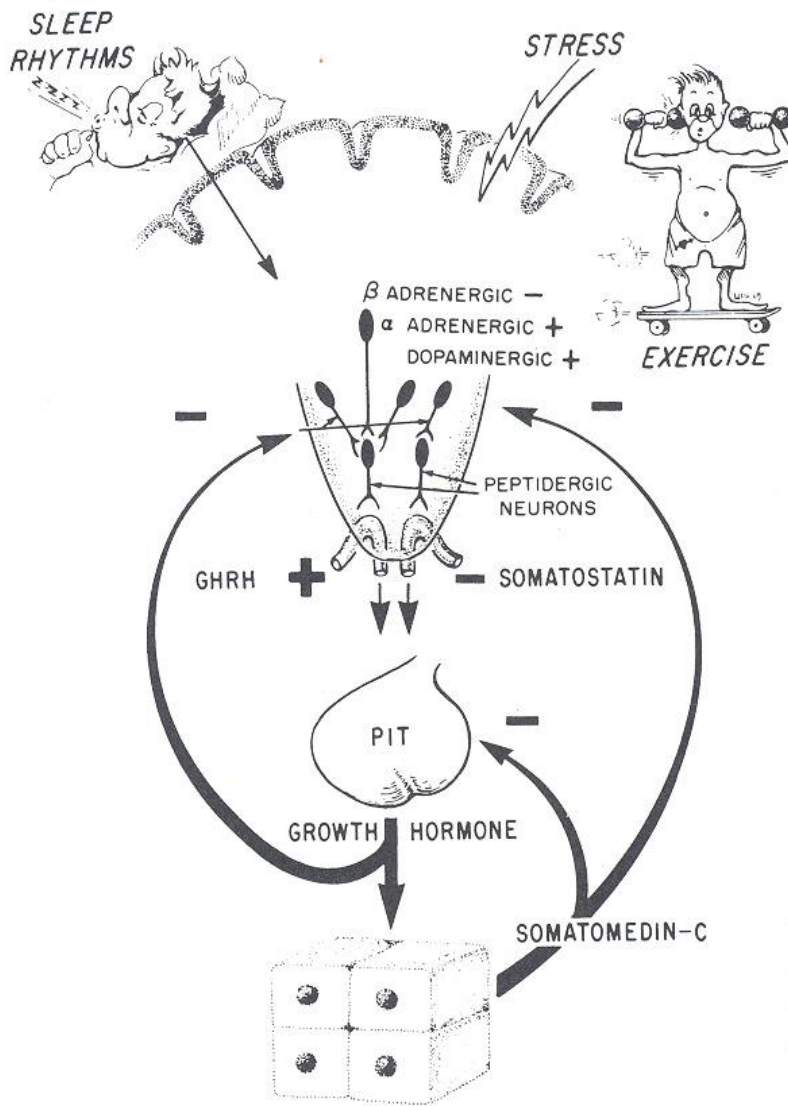
La produzione endogena di glucosio sale di oltre 7 volte (atleta 70 kg ~ 10 a 50-70 gr/h)

Le catecolamine aumentano di 15 volte e sono la principale causa di stimolazione della produzione endogena di glucosio.



Effetti del cortisolo

- ↑ gluconeogenesi
- ↑ lipolisi
- Controllo pressione arteriosa
- Adattamento alla fatica e agli stimoli dolorosi



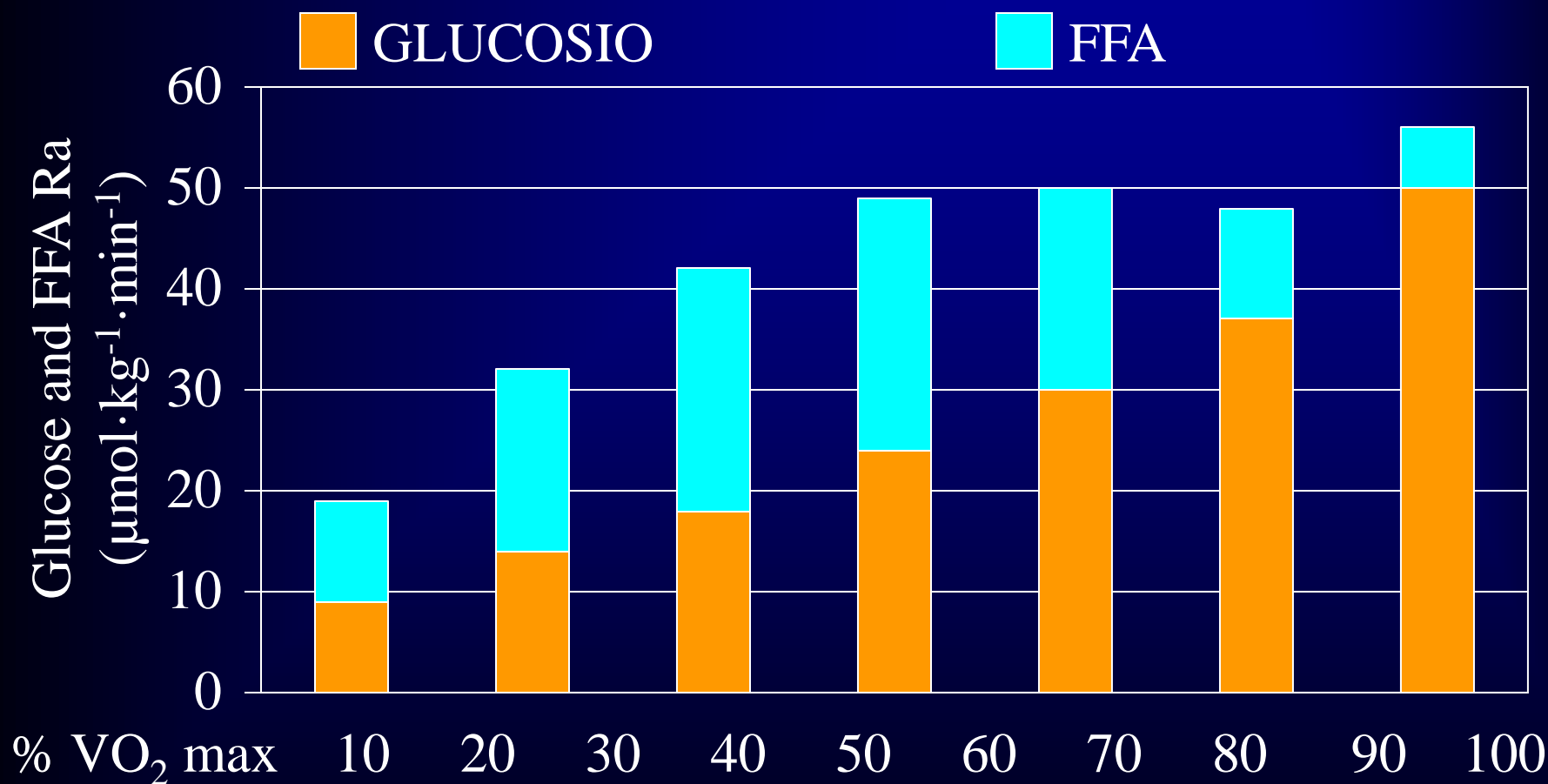
HYPOTHALAMIC - GROWTH HORMONE - SOMATOMEDIN AXIS

Effetti del GH

- \uparrow lipolisi
- \uparrow sintesi proteica muscolare
- effetti tardivi, circa 2-3 ore post-esercizio

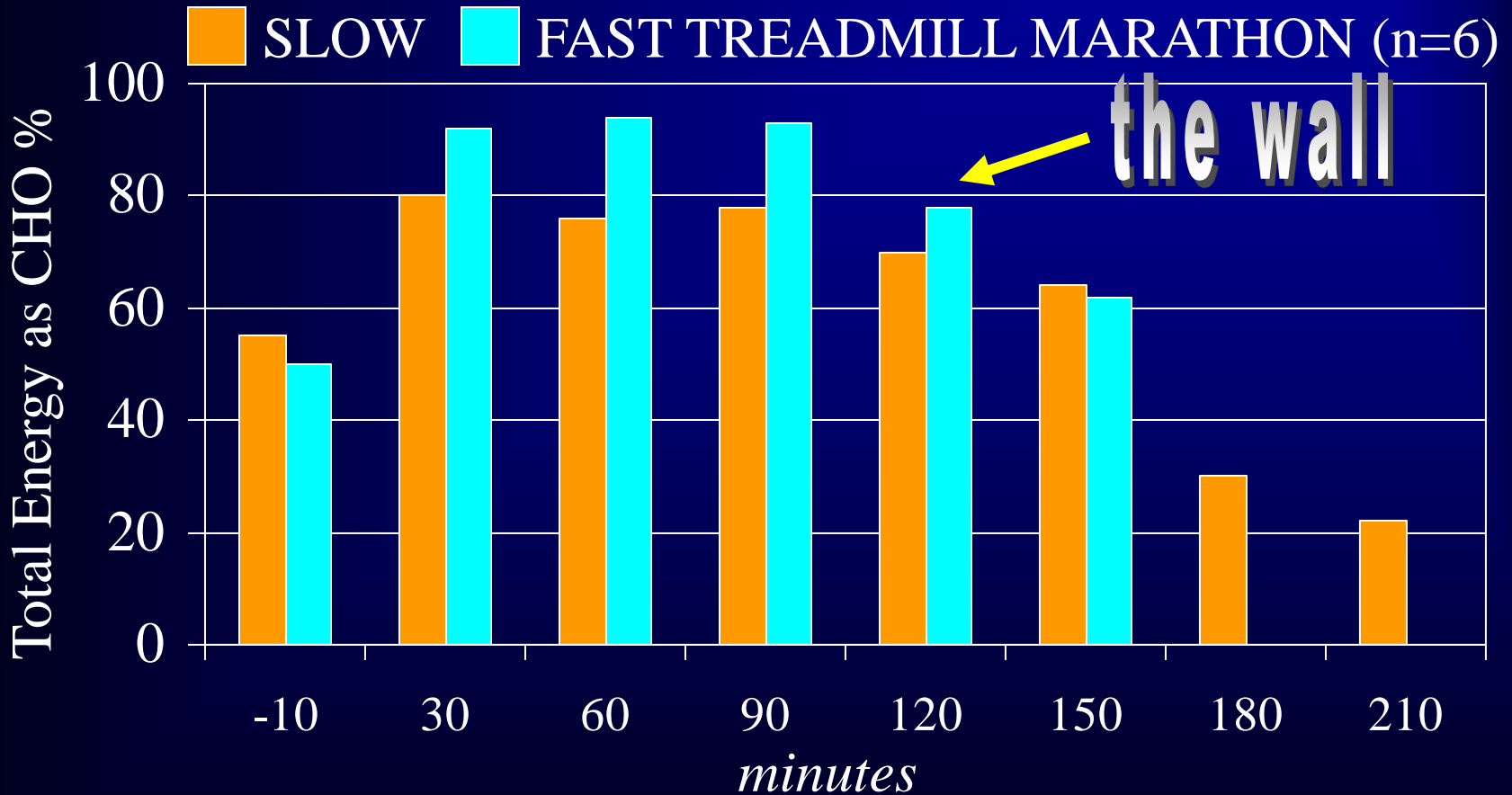


CONTRIBUTO DI GLUCOSIO E FFA IN RELAZIONE ALL'INTENSITA'





OSSIDAZIONE DI CHO STIMATA DAL RAPPORTO DEI GAS ESPIRATORI





Allenamento di resistenza ha impatto positivo sulla capacità ossidativa del muscolo scheletrico

- Aumenta il contenuto cellulare di:

- Mitocondri

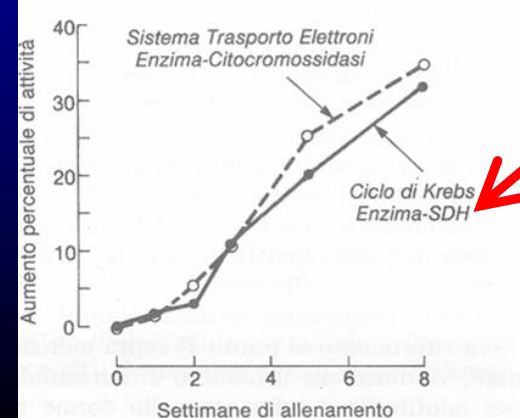
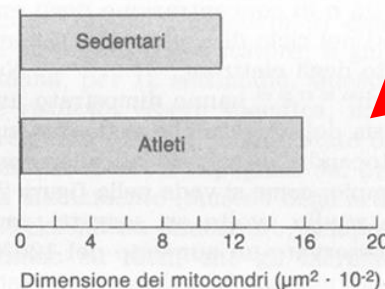
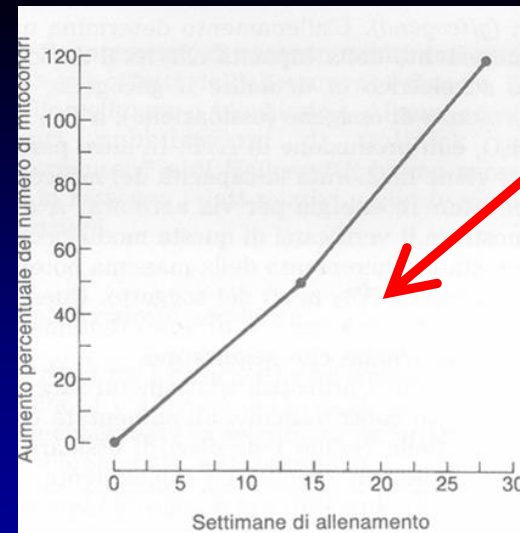
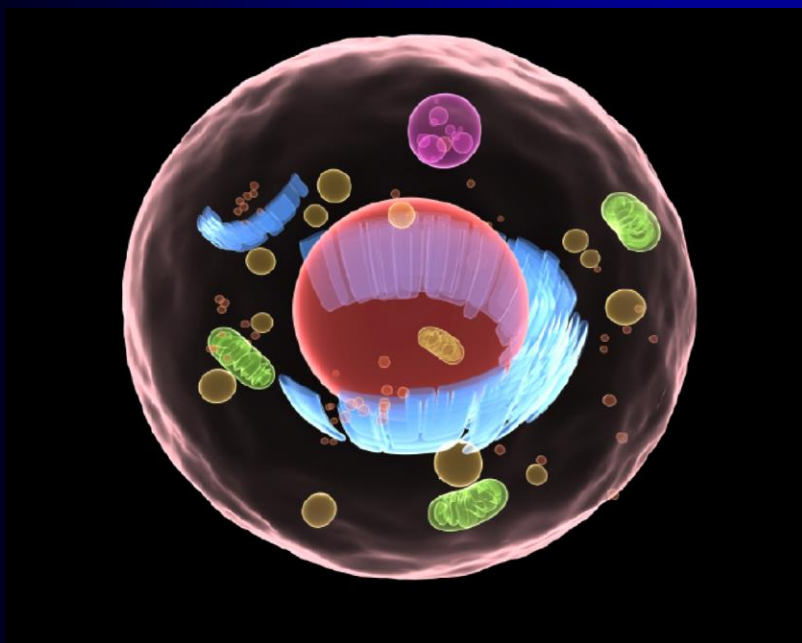
- PDH

- Esokinasi

Enzimi chiave per la
fosforilazione ossidativa

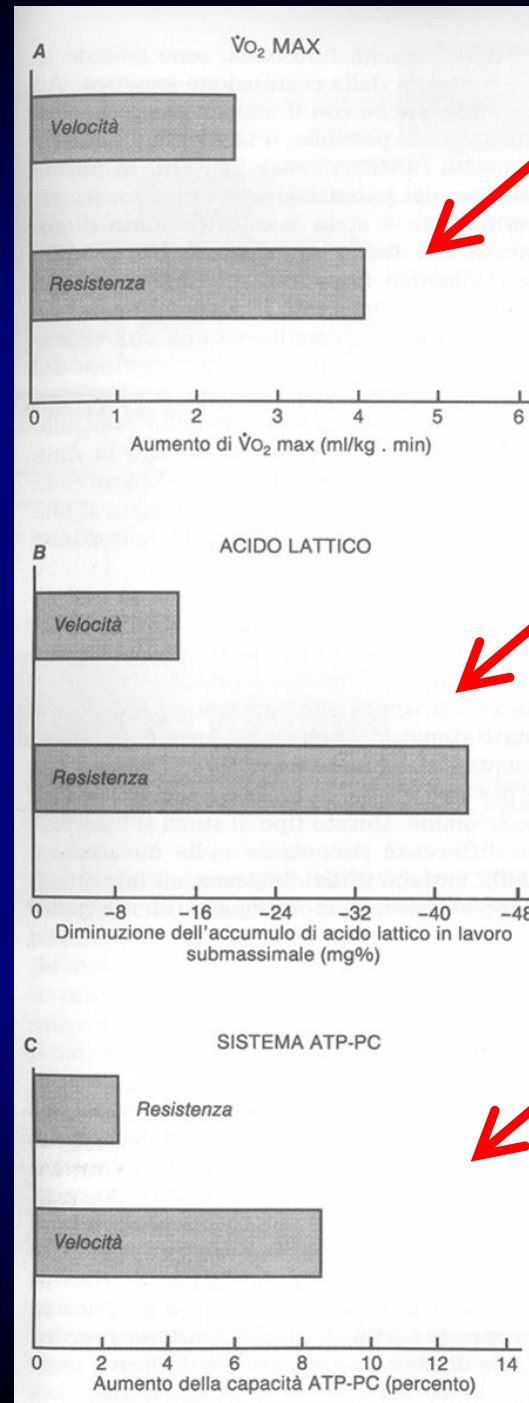


Effetti dell'allenamento aerobico sui mitocondri dei muscoli utilizzati



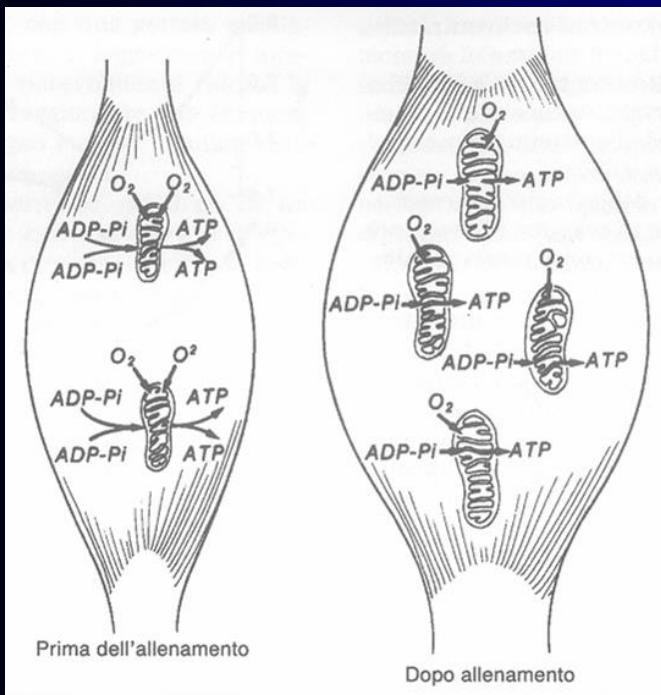


Tipo di allenamento e modifiche dei sistemi energetici



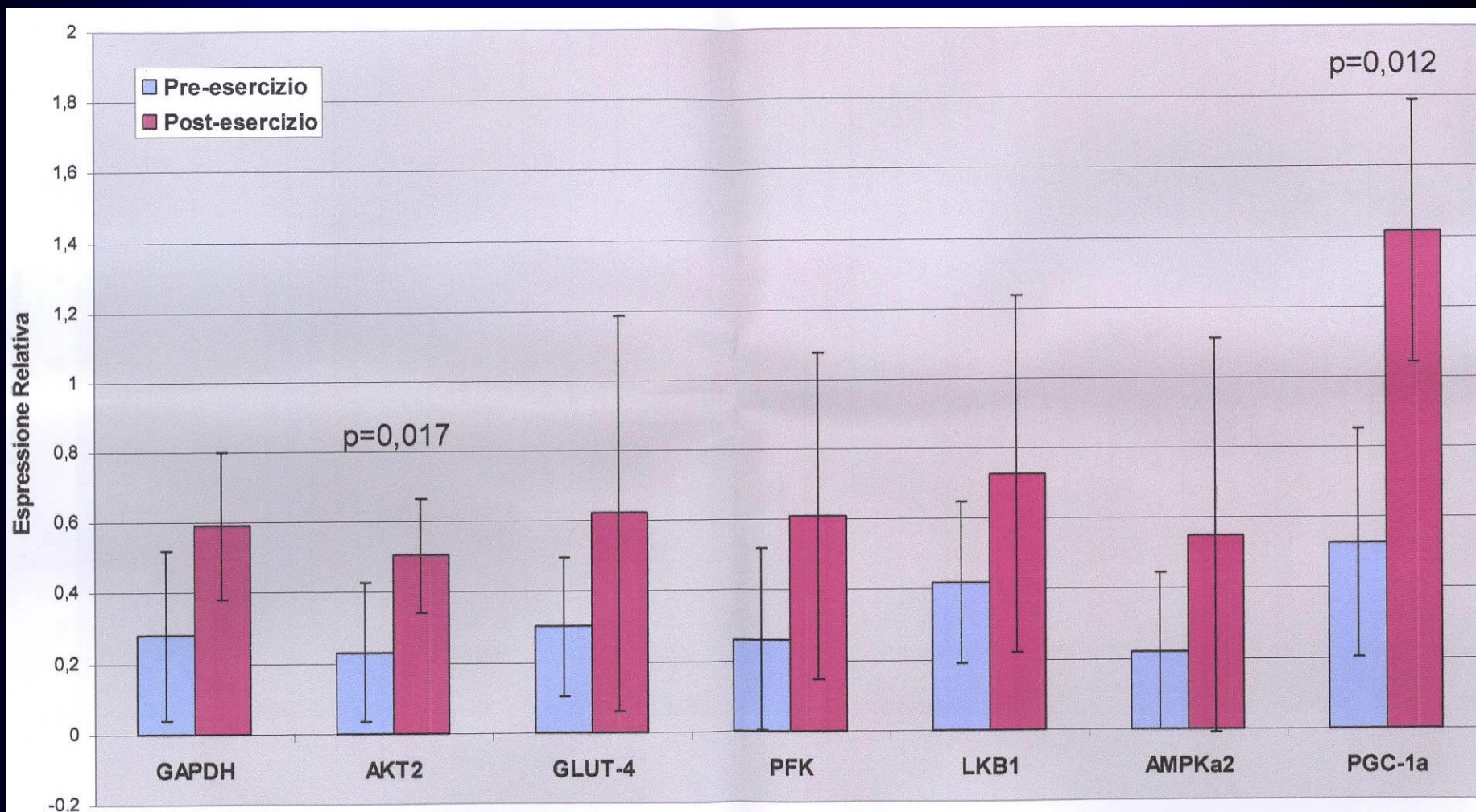


L'aumento del numero dei mitocondri modifica l'utilizzazione dei substrati energetici



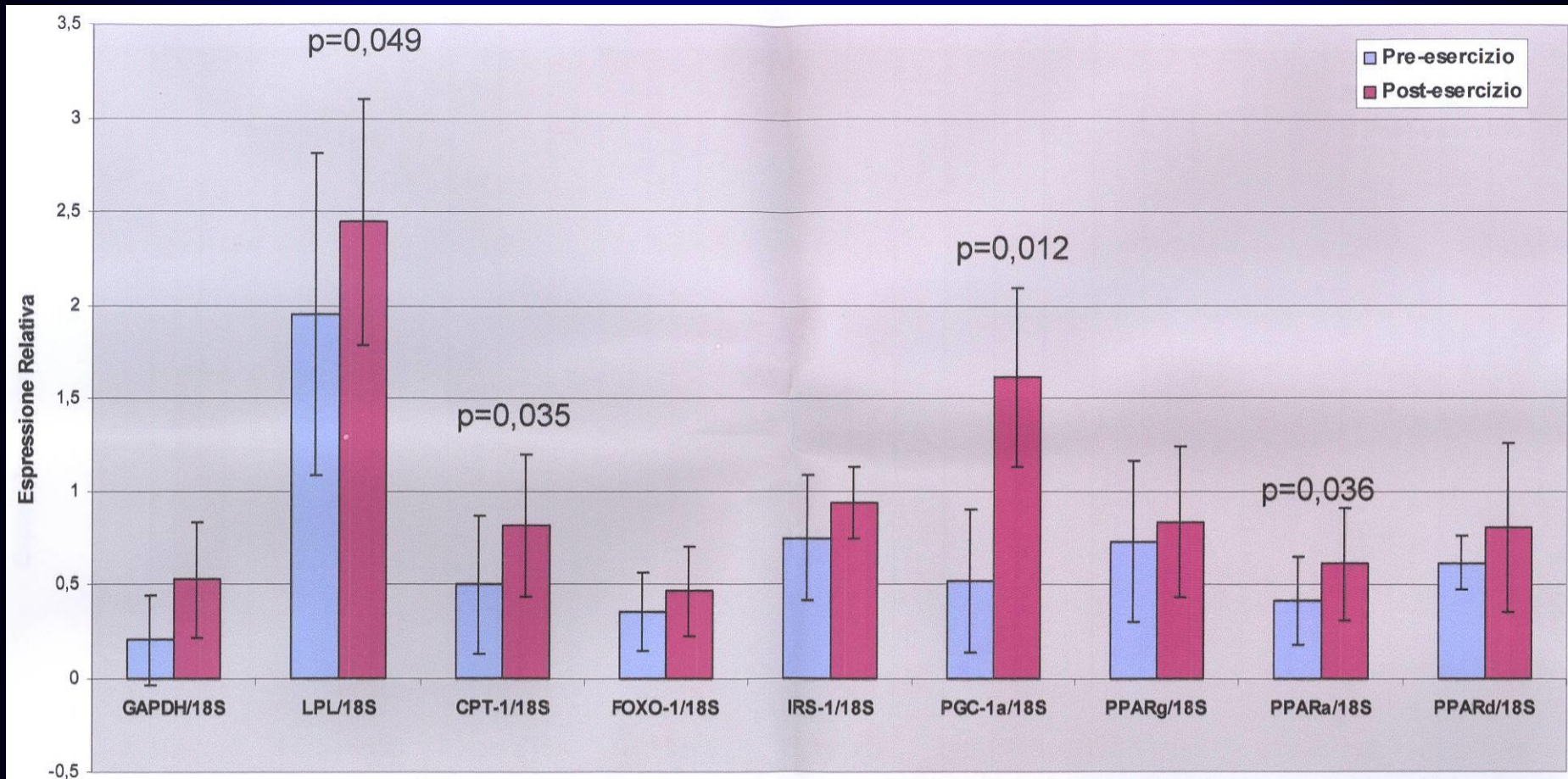


Skeletal muscle gene expression of bikers before and after 3 hours of exercise



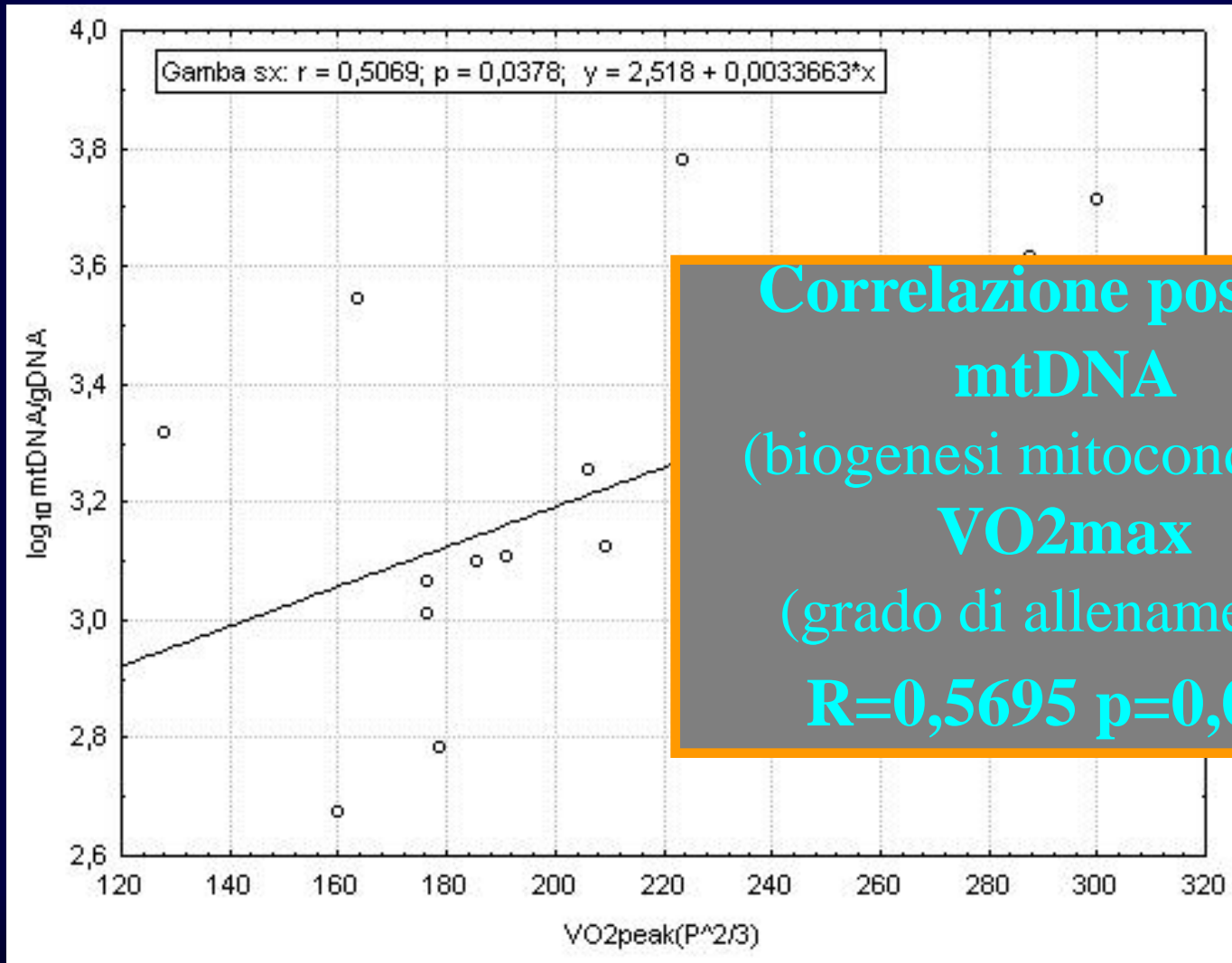


Skeletal muscle gene expression of bikers before and after 3 hours of exercise





CORRELAZIONE TRA IL CONTENUTO DI DNA MITOCONDRIALE E VO_{2MAX} IN 21 INDIVIDUI SANI CON DIVERSO GRADO DI ALLENAMENTO AEROBICO

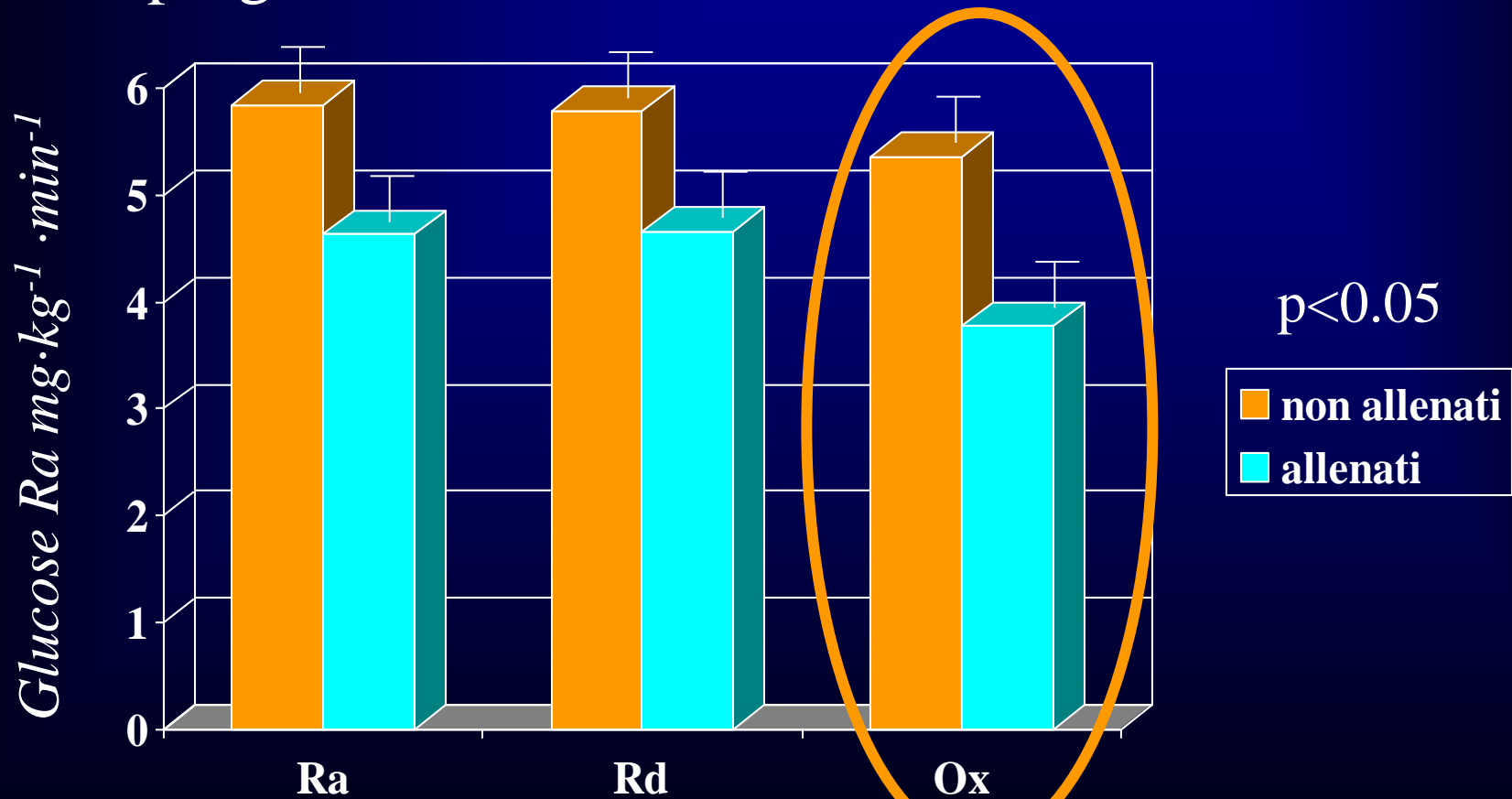


**Correlazione positiva
mtDNA
(biogenesi mitocondriale)
VO2max
(grado di allenamento)
R=0,5695 p=0,007**



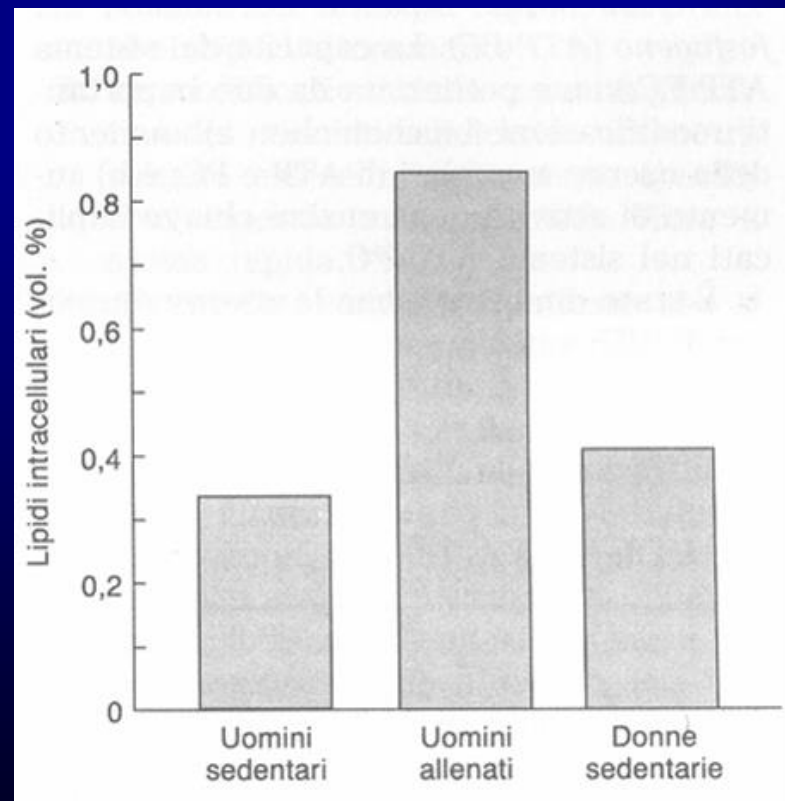
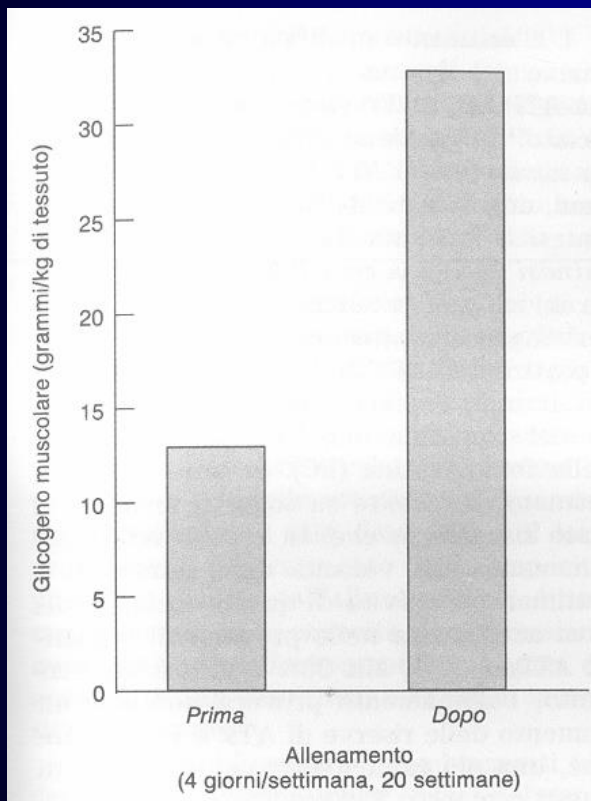
L'allenamento risparmia glucosio

1 ora di bici al 65% VO₂ max prima e dopo un programma di allenamento di 10 settimane





Effetti dell'allenamento aerobico sul contenuto in glicogeno e lipidi nei muscoli utilizzati





Carico di carboidrati

8-10 g/kg/dì per i 3-4 giorni
prima di una competizione



- Il contenuto di glicogeno muscolare aumenta ~ 50%
- La resistenza allo sforzo aumenta di ~ 25%

Sport and exercise intensity variability

TABLE 4. Predicted sweating rates ($\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$) for running 8.5 to 15 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ in cool/temperate ($T_{\text{db}} = 18^\circ\text{C}$) and warm weather ($T_{\text{db}} = 28^\circ\text{C}$).

Body Weight (kg)	Climate	8.5 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (~5.3 mph)	10 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (~6.3 mph)	12.5 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (~7.9 mph)	15 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (~9.5 mph)
50	Cool/temperate	0.43	0.53	0.69	0.86
	Warm	0.52	0.62	0.79	0.96
70	Cool/temperate	0.65	0.79	1.02	1.25
	Warm	0.75	0.89	1.12	1.36
90	Cool/temperate	0.86	1.04	1.34	1.64
	Warm	0.97	1.15	1.46	1.76

Effects of dehydration on exercise performance

- Dehydration increases physiologic strain as measured by core temperature, heart rate and perceived exertion responses during exercise-heat stress .
- The greater the body water deficit, the greater the increase in physiologic strain for a given exercise task.
- Dehydration $>2\%$ BW degrades aerobic exercise and cognitive/mental performance in temperate-warm-hot environments.
- Individual variability exists (some individuals will be more or less tolerant to dehydration).
- Dehydration (3–5% BW) probably does not degrade either muscular strength (54,68,72) or anaerobic performance.

Before exercise

The goal of prehydrating is to start the physical activity euhydrated and with normal plasma electrolyte levels. If sufficient beverages are consumed with meals and a protracted recovery period (8–12 h) has elapsed since the last exercise session, then the person should already be close to being euhydrated.

Prehydrating with beverages, if needed, should be initiated at least several hours before the exercise task to enable fluid absorption and allow urine output to return toward normal levels. Consuming beverages with sodium and/or salted snacks or small meals with beverages can help stimulate thirst and retain needed fluids.

When hydrating prior to exercise the individual should slowly drink beverages (for example, $\sim 5\text{--}7 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{BW}$) at least 4 h before the exercise. Attempting to hyperhydrate with fluids that expand of the extra- and intracellular spaces (e.g., water and glycerol solutions) will greatly increase the risk of having to void during competition and provides no clear physiologic or performance advantage over euhydration.

During exercise

The goal of drinking during exercise is to prevent excessive dehydration (>2% BW loss from water deficit) and excessive changes in electrolyte balance to avert compromised exercise performance.

TABLE 5. Predicted percent body weight loss due to dehydration at end of 42-km marathon held in cool/temperate weather (dry bulb temperature = 18°C) for individuals of varying body weight drinking 400–800 mL·h⁻¹ while running at 8.5–15 km·h⁻¹.

Body Weight (kg)	Fluid Intake (mL·h ⁻¹)	8.5 km·h ⁻¹ (~5.3 mph)	10 km·h ⁻¹ (~6.3 mph)	12.5 km·h ⁻¹ (~7.9 mph)	15 km·h ⁻¹ (~9.5 mph)
50	400	-0.4	-1.1	-2.0	-2.6
	600	<i>1.6</i>	<i>0.6</i>	<i>-0.6</i>	-1.5
	800	<i>3.6</i>	<i>2.2</i>	<i>0.7</i>	-0.3
70	400	-1.8	-2.3	-3.0	-3.4
	600	-0.4	-1.1	-2.0	-2.6
	800	<i>1.1</i>	<i>0.1</i>	-1.0	-1.8
90	400	-2.6	-3.0	-3.5	-3.9
	600	-1.5	-2.1	-2.8	-3.2
	800	-0.4	-1.1	-2.0	-2.6

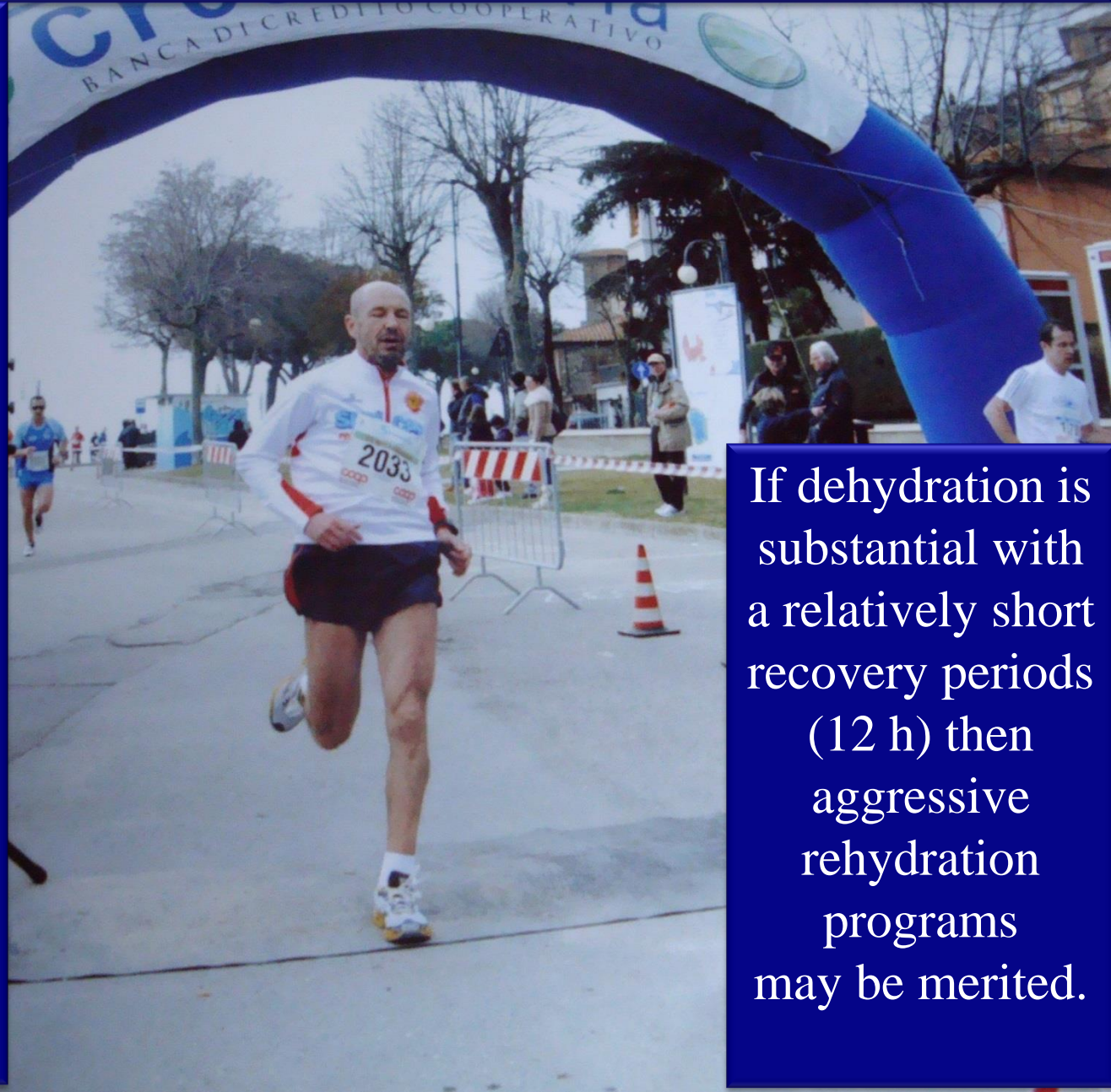
Italic values illustrate overdrinking relative to sweating rate and increased risk of hyponatremia. Bold values illustrate sufficient dehydration (3% was selected as next full percentage above >2% criteria provided in text) to compromise performance.



After exercise

The goal is to fully replace any fluid and electrolyte deficit. The aggressiveness to be taken depends on the speed that rehydration must be accomplished and the magnitude of the fluid-electrolyte deficit.

If recovery time permits consumption of normal meals and snacks with a sufficient volume of plain water will restore euhydration.



If dehydration is substantial with a relatively short recovery periods (12 h) then aggressive rehydration programs may be merited.



Le gare di fondo e l'alimentazione pre-gara, durante e post-gara

- **Pre-gara:** preparare la competizione raggiungendo la giusta composizione corporea almeno un mese prima della gara
- **Pre-gara:** aumentare le scorte di glicogeno nei tre giorni precedenti la competizione
- **Durante:** acqua, sali e carboidrati semplici
- **Dopo:** nella prima ora ripristinare le scorte di glicogeno muscolare con carboidrati semplici e complessi
- **Dopo:** nella seconda/terza ora pasto misto con proteine



Integratori, maltodestrine, barrette....

Sono utili?

Questione di gusti....



**Grazie per
l'attenzione**