



Associazione Medici  
Endocrinologi

**Primo Congresso  
Interregionale  
AME Sud - Italia**

Responsabile Scientifico Vincenzo Triggiani

**Primo Congresso  
Interregionale  
ANIED Sud - Italia**



**Matera, 9-10 Maggio 2014 - HILTON GARDEN INN**

# L'ENDOCRINOLOGO E LO SPORT

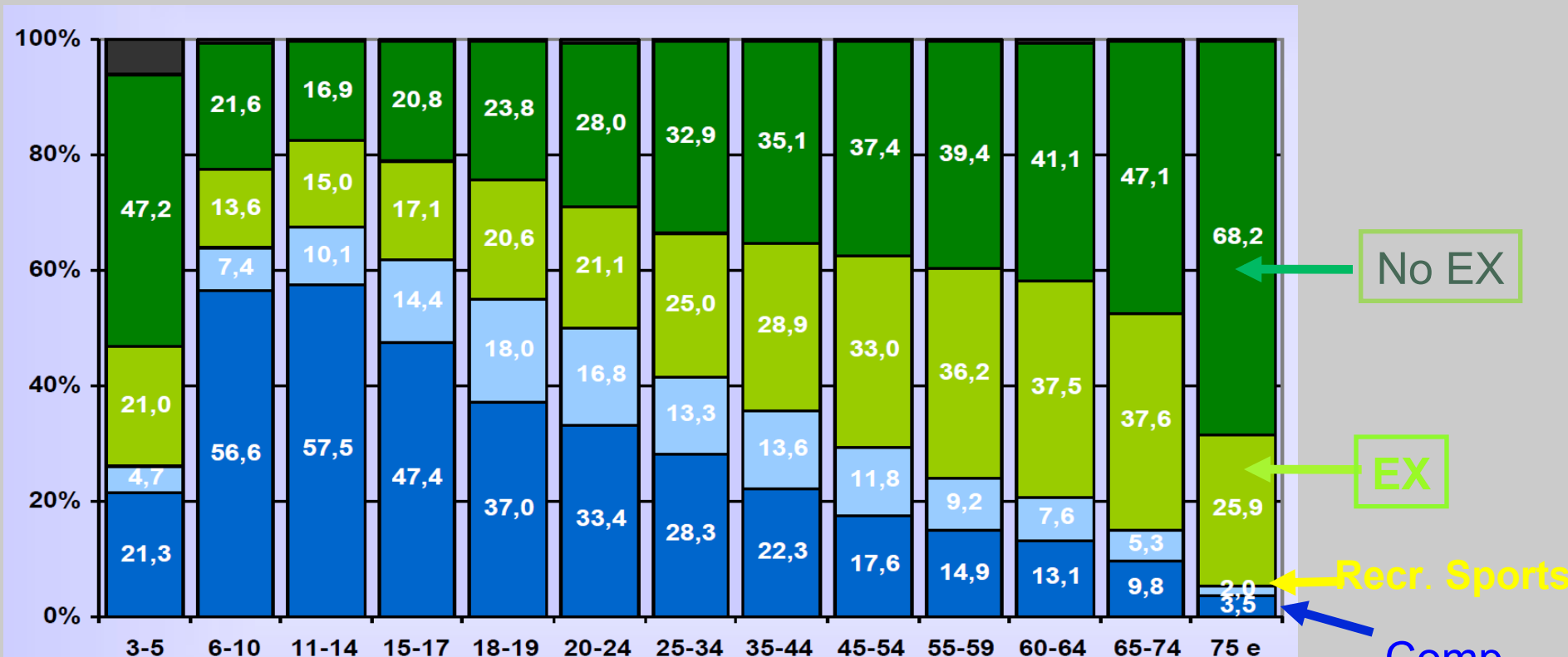


**Raffaele Volpe**

U.O.D Endocrinologia A.O.R.N. "A. Cardarelli"  
Napoli



# Athletes in Italy (2010)



19.230.000 Inhabitants practice sports (2/3 as “athletes”)

4.391.055 Competitive athletes (Italian Olympic Committee – CONI)

Comp.  
Sports  
23 %

# Fisiologia dell'esercizio fisico



- **Nell'esercizio fisico l'organismo si adatta alle nuove e più intense richieste metaboliche attraverso aggiustamenti :**



- Il processo adattativo dell'organismo all'esercizio fisico richiede principalmente una risposta del sistema neuroendocrino (NES)
- La risposta del NES è influenzata da diverse componenti dell'esercizio (tipo, intensità, durata) e diversi fattori (età, sesso, stato nutrizionale, condizioni ambientali, bioritmi, fattori genetici)

# Hormones and....



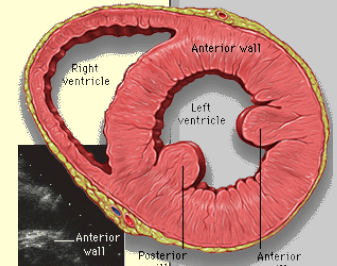
## Body Composition

- GH
- Glucocorticoids
- Growth Factors
- Insulin
- Sexual Hormones
- **Thyroid Hormones**
- Vitamin D



## Cardiovascular System

- Catecholamines
- Glucocorticoids
- GH
- Insulin, Growth Factors
- Sexual Hormones
- **Thyroid Hormones**



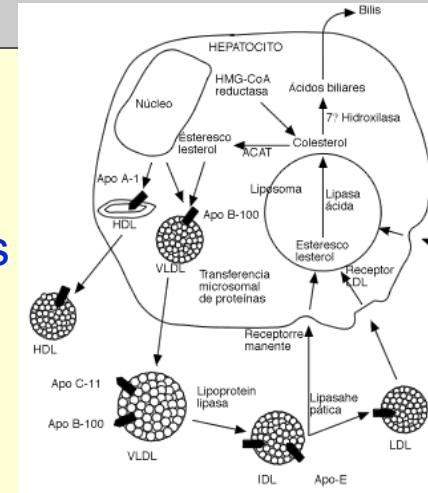
## Water/Salt

- ADH
- Aldosterone
- Calcitonin
- PRL
- PTH, Vitamin D



## Metabolisms

- Citokines
- GH, Growth Factors
- Glucagone
- Glucocorticoids
- Insulin
- Sexual Hormones
- **Thyroid Hormones**

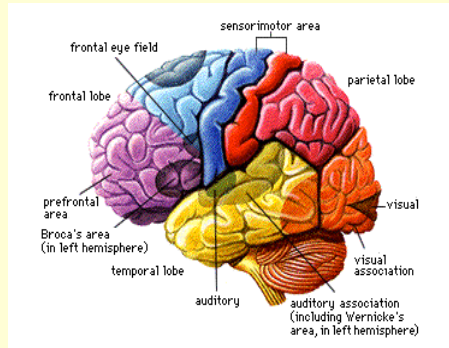


etc...

# Hormones and....



## BRAIN



- ACTH
- ADH
- CRH
- Catecholamines
- Cortisol
- Growth Factors
- Estrogen
- Opioids
- Progesterone
- Testosterone
- **Thyroid Hormones**
- etc.

## Behavior

- ADH
- Catecholamines
- Cortisol
- Sexual Hormones
- Serotonin



## Cognition

- Catecholamines
- Cortisol
- Estrogens
- Testosterone
- **Thyroid Hormones**



etc...

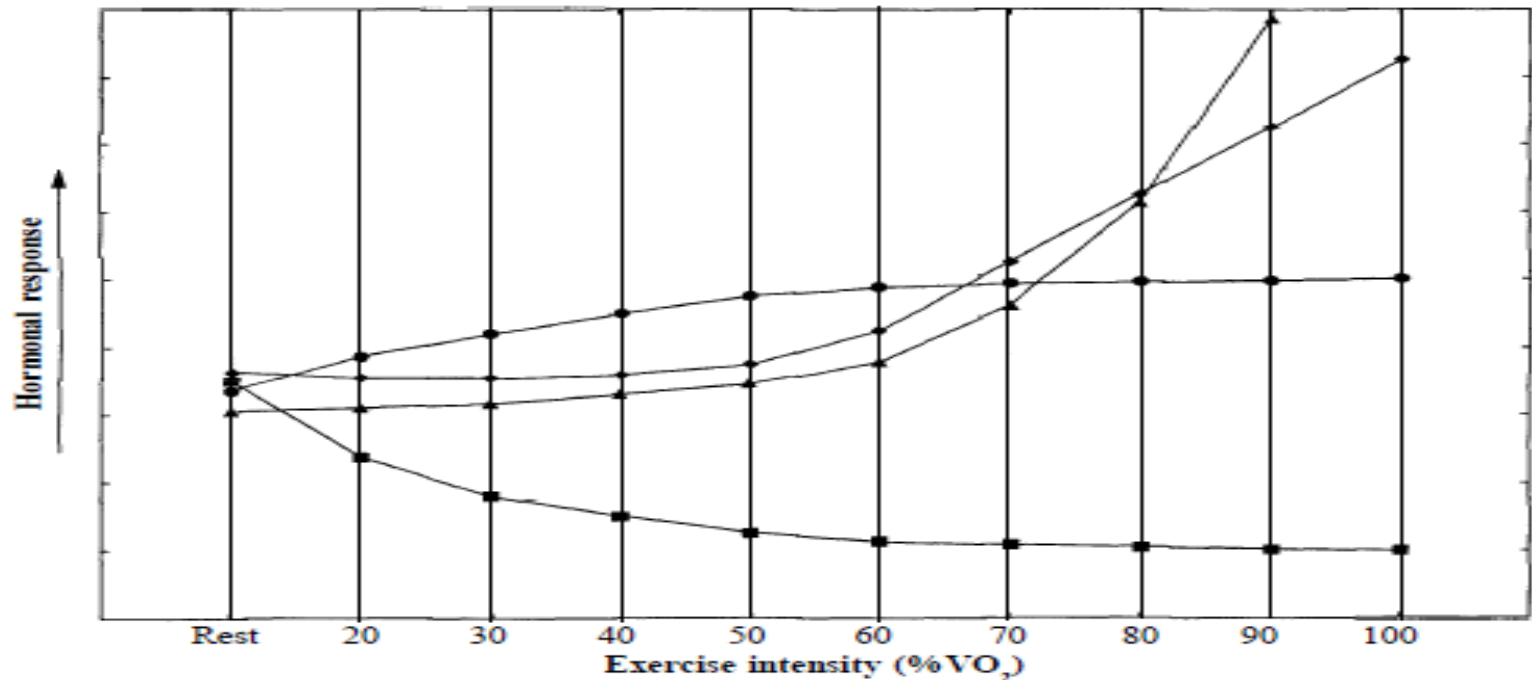


**Durata e tipo** di esercizio fisico influenzano la risposta del sistema endocrino in base al:

✓ *pathway energetico utilizzato*

✓ *tipo di fibre muscolari reclutate.*



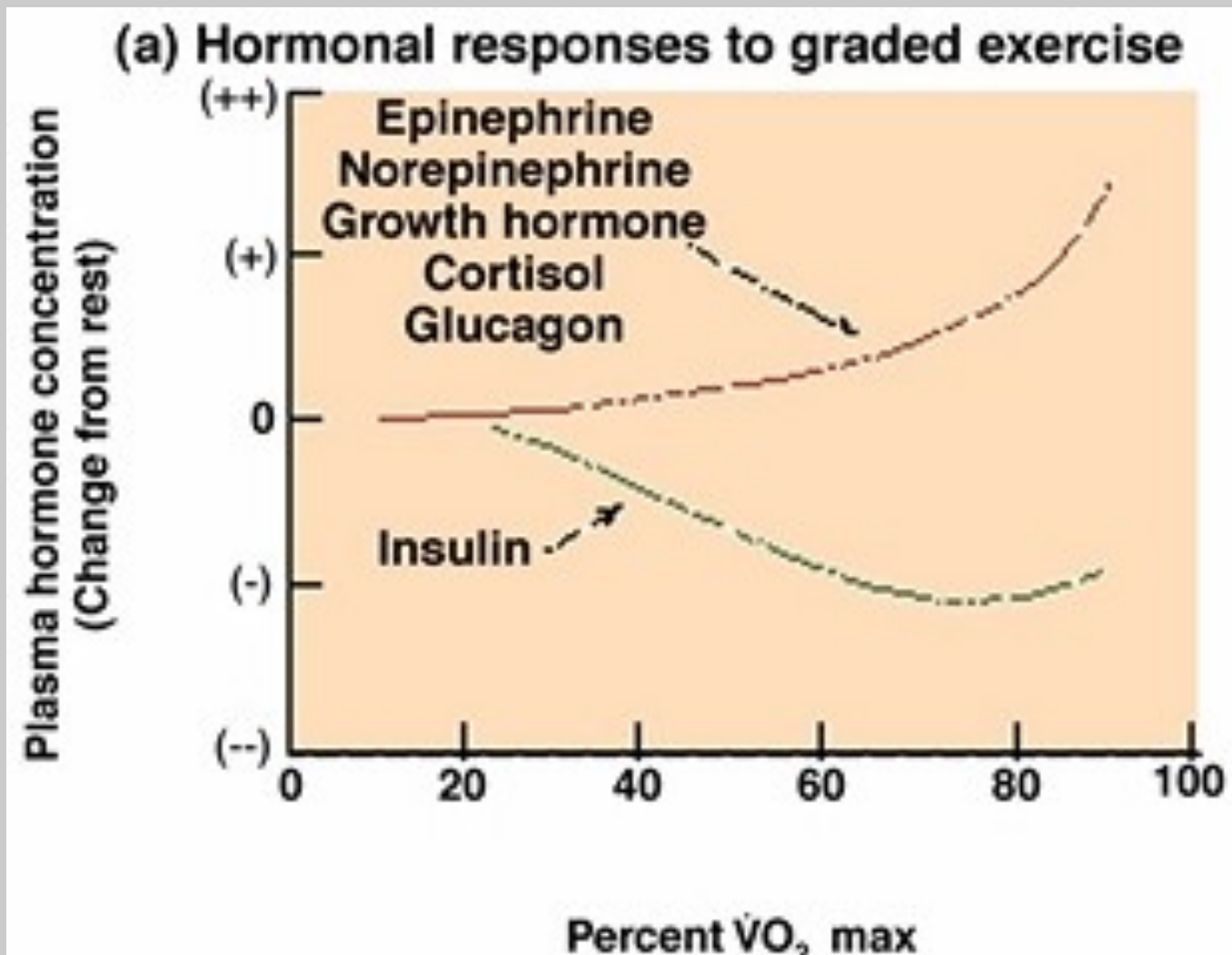


**Fig. 1. Differences in the type of hormonal responses to an exercise bout of increasing intensity**  
The Y-axis is an arbitrary scaling used only to indicate direction of hormonal changes. The X-axis represents exercise intensity in percentage of maximal oxygen uptake (%VO<sub>2</sub>).

*Medicina (Kaunas) 2006; 42(10)*

**L'aumento dell'intensità dell'esercizio modifica la risposta ormonale e può determinare: un aumento o una diminuzione della secrezione.**

# Hormonal Responses to Exercise





# UNITA' MOTORIE DEL MUSCOLO



**UNITA' MOTORIE LENTE** o FIBRE di tipo I , ROSSE (AEROBIE)

**UNITA' MOTORIE VELOCI**

o

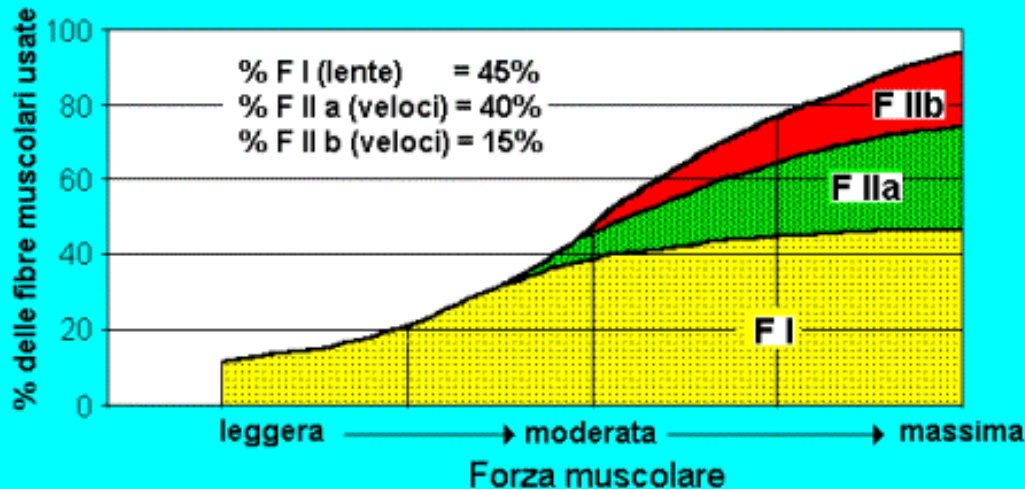
FIBRE di tipo II, BIANCHE

fibre del tipo II A (o FTa) aerobie e anaerobie

fibre del tipo II B (o FTb) anaerobie

In risposta ad uno sforzo fisico intenso si attivano per prime le unità motorie più lente (F I) e, mano a mano che l'intensità aumenta, si ha un progressivo maggior reclutamento delle fibre veloci ( F IIa – F IIb)

Entità della contrazione muscolare e tipo di fibre usate



# ▪ FIBRE MUSCOLARI ROSSE:

- Rosse nel colore (alto contenuto di mioglobina)
- Circondante da molti capillari
- Numerosi mitocondri
- Basso contenuto di glicogeno (metabolizzano acidi grassi e proteine )

# ▪ Esercizio aerobico

( corsa di lunghe distanze, nuoto)

- intensità bassa ma prolungata , fonti energetiche nel muscolo, tessuto adiposo e fegato
- Utilizzo precocemente di glucosio, poi FFA

O<sub>2</sub>

# ■ FIBRE MUSCOLARI BIANCHE:

- Larghe in diametro  
chiare nel colore (bassa mioglobina)
- Circondata da pochi capillari
- Pochi mitocondri
- Elevato contenuto di glicogeno

# ■ Esercizio anaerobico

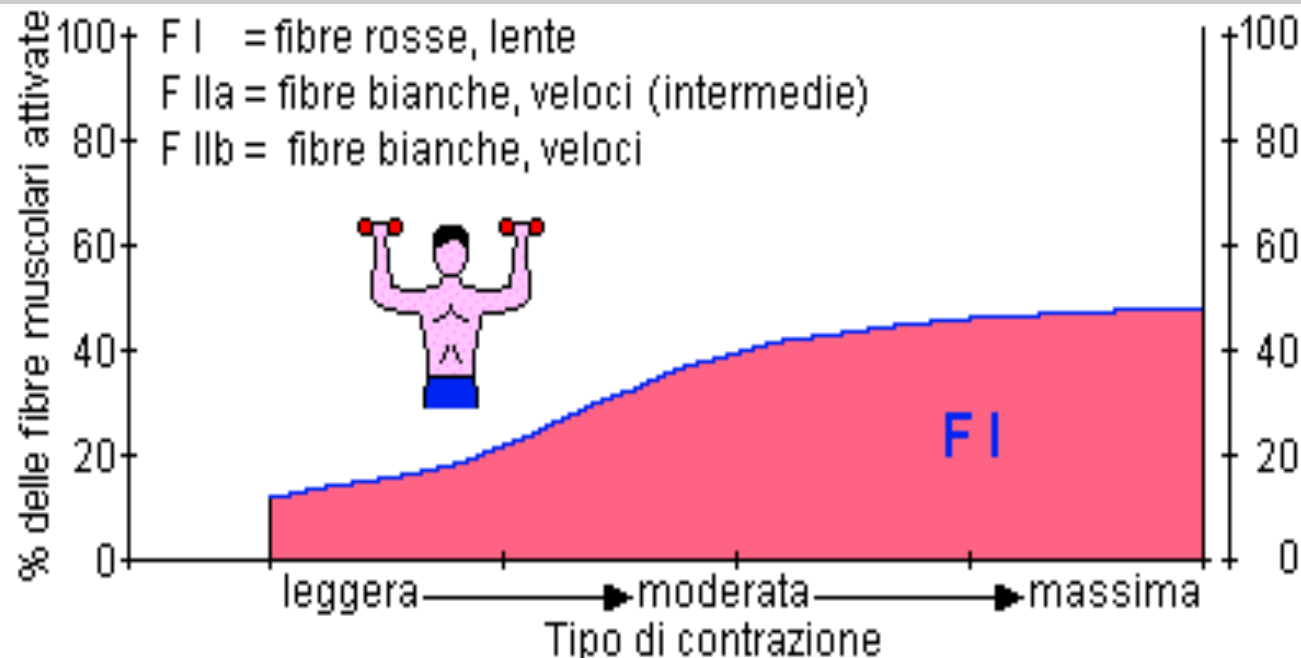
(sprint, sollevamento peso) – breve durata-grande intensità

- creatinina fosfato + glicogeno (glucosio) dal muscolo



~~O<sub>2</sub>~~

# Entità della contrazione muscolare e tipo di fibre attivate



FIBRE I	FIBRE IIa	FIBRE IIb
<ul style="list-style-type: none"> <li>- bassa intensità di tensione;</li> <li>- bassa velocità di contrazione;</li> <li>- alto potere ossidativo;</li> <li>- ricche di mitocondri e mioglobina;</li> <li>- elevata densità di capillari sanguigni.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- medio-alta intensità di tensione;</li> <li>- elevata velocità di contrazione;</li> <li>- alto potere ossidativo;</li> <li>- medio potere glicolitico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elevatissima intensità di tensione;</li> <li>- altissima velocità di contrazione;</li> <li>- alto potere glicolitico.</li> </ul>
	<b>FORZA MUSCOLARE</b>	
<b>RESISTENZA</b>	Con allenamento opportuno possono assumere le caratteristiche delle fibre IIb.	Con allenamento opportuno possono assumere le caratteristiche delle fibre IIa.

# Via anaerobica-alattacida



per gli sport esplosivi: sollevamento peso, salto, lancio, corsa 100m running, nuoto 50m )



## CREATINE PHOSPHATE (CP)

for short term,  
high rates of  
energy production

ATP

CP

+

ADP



CPK

- Disponibile subito e per massimo 8-10s
- **ATP** accumulata nel muscolo è sufficiente per i **3 s** di massimo effetto

# Via anaerobica-lattacida



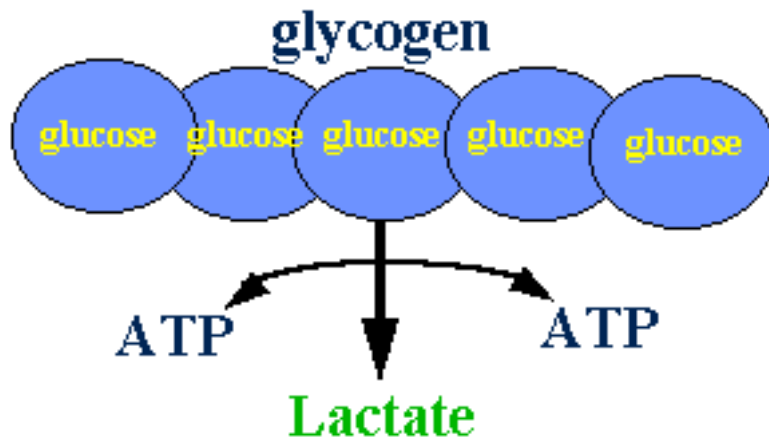
(per sport di intensità breve: *ginnastica, corsa da 200 a 1000 m, nuoto da 100 a 300 m*)



- Per meno di 2 minuti

recupero: acido lattico utilizzato per l'ossidazione e gluconeogenesi epatica

## ANAEROBIC GLYCOLYSIS





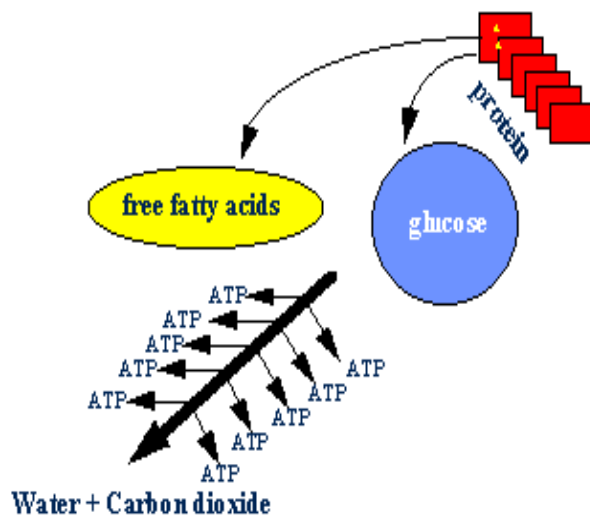
# Fonte aerobica



Per sport “lunghi”;  
(dopo 2-4 minuti)

- Utilizzo  
carboidrati  
(prima) e lipidi  
(dopo)

## OXIDATIVE PHOSPHORYLATION



# Distribuzione delle fibre muscolari



In ogni muscolo sono presenti in percentuale variabile fibre **lente** e fibre **veloci**.  
La loro distribuzione varia anche in rapporto al tipo di attività fisica

**SEDENTARIO:**

**40% di tipo I (lente) - 60% di tipo II (veloci)**

**SPRINTER:**

**20% di tipo I (lente) - 80% di tipo II (veloci)**

**PRATICA REGOLARE JOGGING**

**50% di tipo I (lente) - 50% di tipo II (veloci)**

**MEZZOFONDISTA:**

**55% di tipo I (lente) - 45% di tipo II (veloci)**

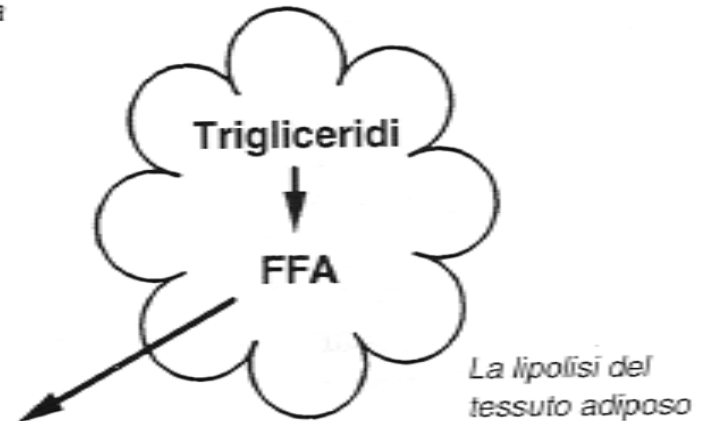
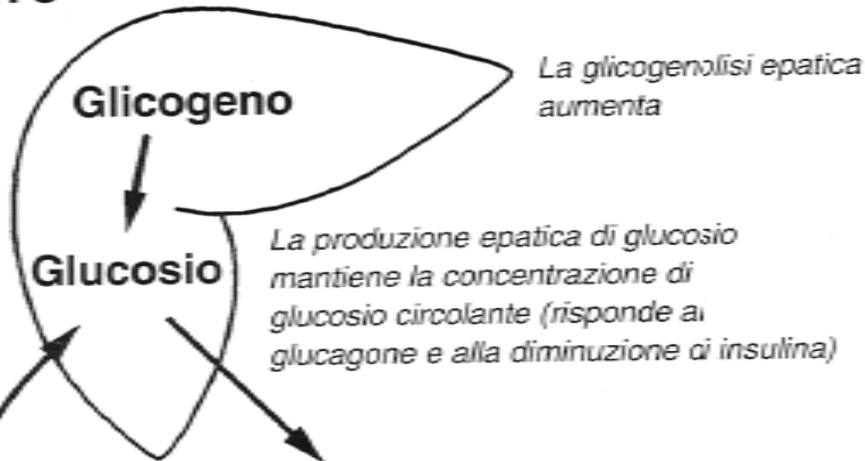
**MARATONETA :**

**95% di tipo I (lente) - 5% di tipo II (veloci)**



## FEGATO

## GRASSO



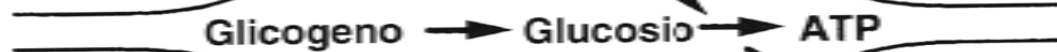
*La gluconeogenesi epatica aumenta*

**Glucosio**

**FFA**

*La captazione del glucosio aumenta precocemente durante lo sforzo*

*L'aumentato rilascio di FFA dà origine ad un maggior contributo energetico da parte dell'ossidazione degli FFA*



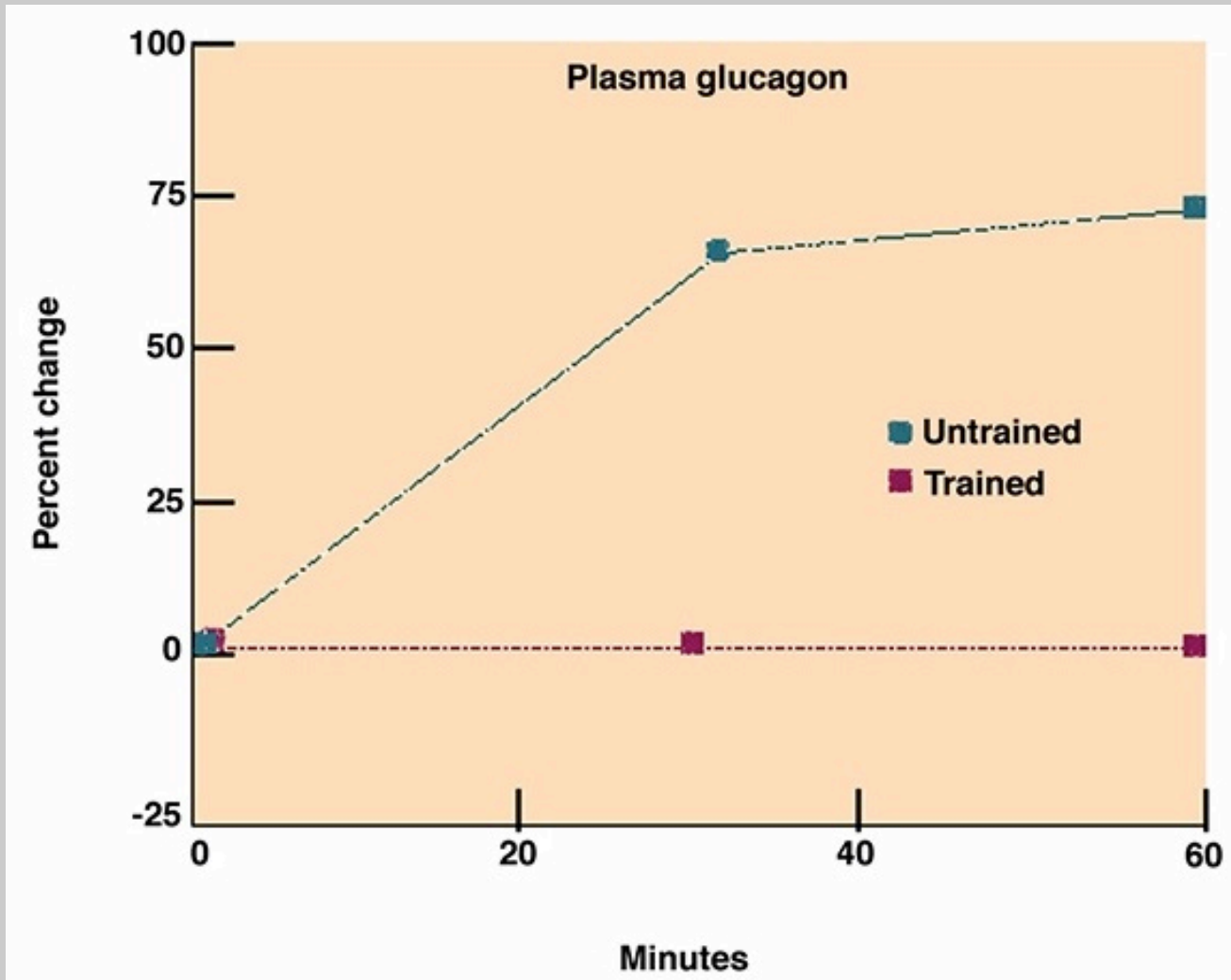
*La glicogenolisi muscolare aumenta con l'inizio dell'esercizio*

*La glicogenolisi e l'ossidazione del glucosio generano energia per il muscolo sottoposto a sforzo*

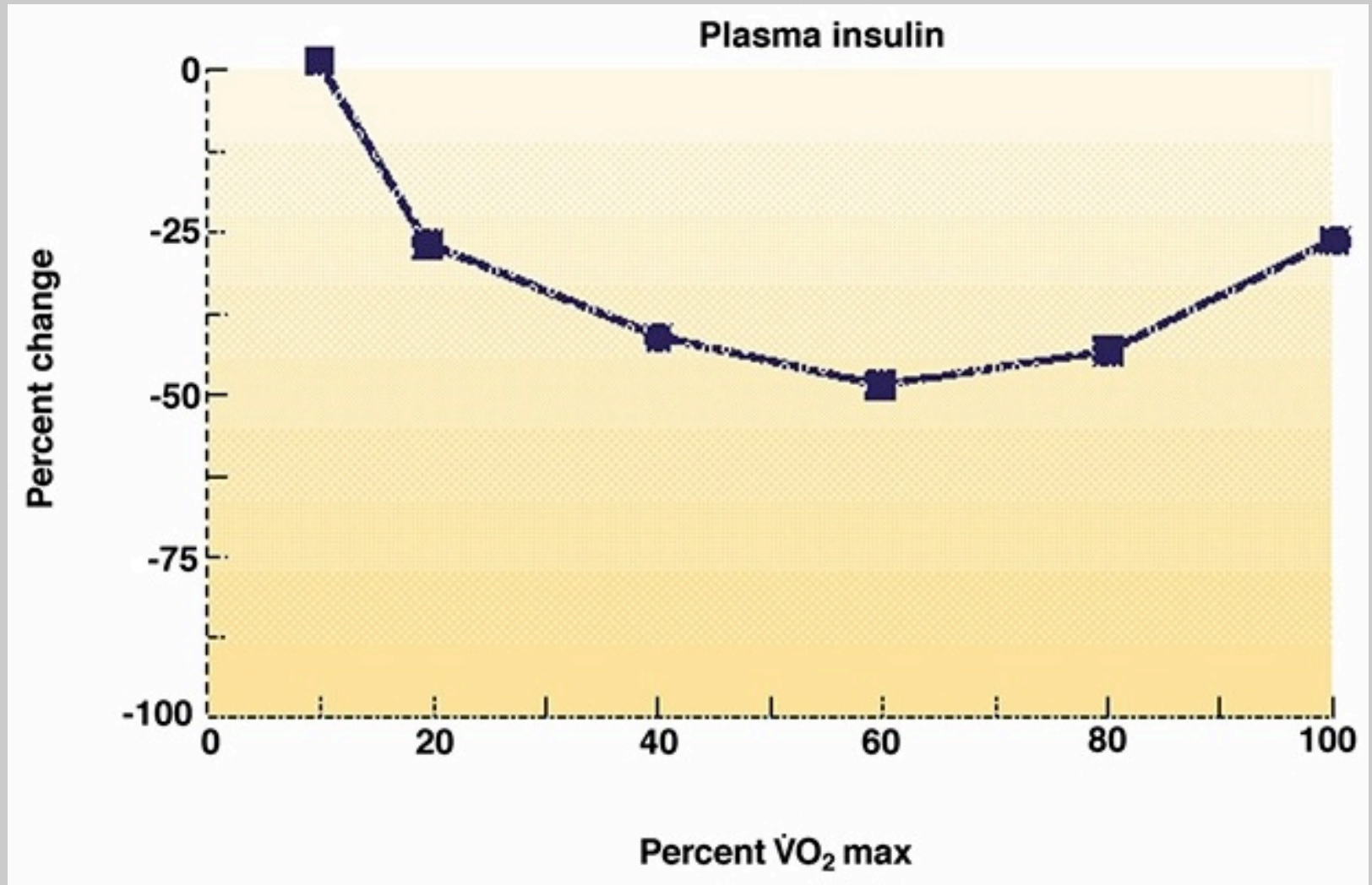
**Lattato**

**MUSCOLO**

# Effect of Training on Plasma Glucagon During Exercise

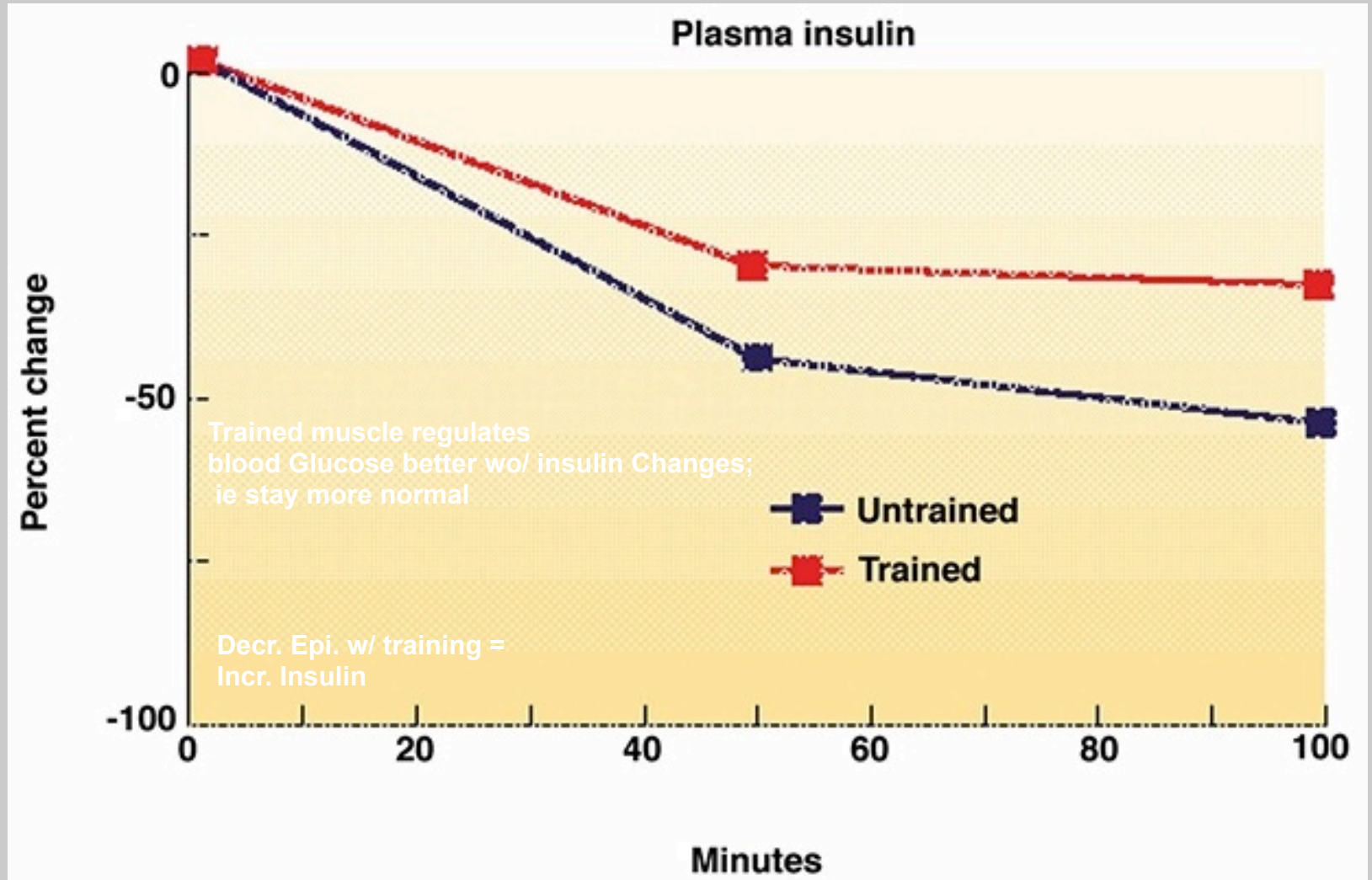


# Changes in Plasma Insulin During Exercise





# Effect of Training on Plasma Insulin During Exercise







# Exercise as a stressor to the human neuroendocrine system

Anthony C. Hackney *Medicina (Kaunas) 2006; 42(10)*



## *Exercise as a stressor to the human neuroendocrine system*

### **Magnitude and direction of responses of select hormones to exercise bouts of different mode-type and duration**

Hormone	Exercise type – situation					
	anticipation	short-term submaximal	high intensity	prolonged exercise	resistance exercise	aerobic training
ACTH	+	+	++	++	++	–
Aldosterone	0	+	++	++	+	0
AVP	0	+	++	++	?	0
Catecholamine	+	+	++	++	++	–
Cortisol	+	+	++	++	++	–
β-Endorphin	0	+ or 0	++	++	+	0
Estrogens	0	+	+	?	?	– or 0
FSH	0	+	+ or 0	+, 0, –	++	–
Glucagon	0	+	+	++	?	–
Growth hormone	0	+	++	++	++	+
Insulin	0	–	–	–	–	–
Leptin	0	+ or 0	+ or 0	+ or 0	+ or 0	– or 0
LH	0	+	+, 0, –	+ or –	++	–
Progesterone	0	+	+	?	?	– or 0
Prolactin	+ or 0	+	++	+	+	– or +
T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub>	0	0	0	+ or –	0	– or 0
Testosterone	0	+	+	+ or –	+	– or 0
TSH	0	+	+ or 0	+ or 0	?	0

“+” – increase; “++” – strong increase; “–” – decrease; 0 – no change; ? – unknow or unresolved.

# Effetti dell'attività fisica sul sistema endocrino



FASE 1 (immediata, inizio dell'esercizio)



INIZIO ATTIVITA'  
FISICA

Sistema nervoso  
simpatico

Pancreas

(-) INSULINA  
(+) GLUCAGONE

Midollare surrene

FEGATO E ALTRI TESSUTI

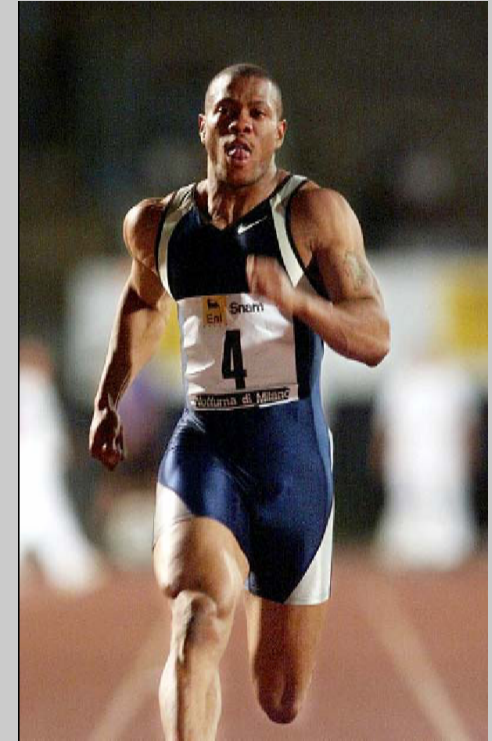
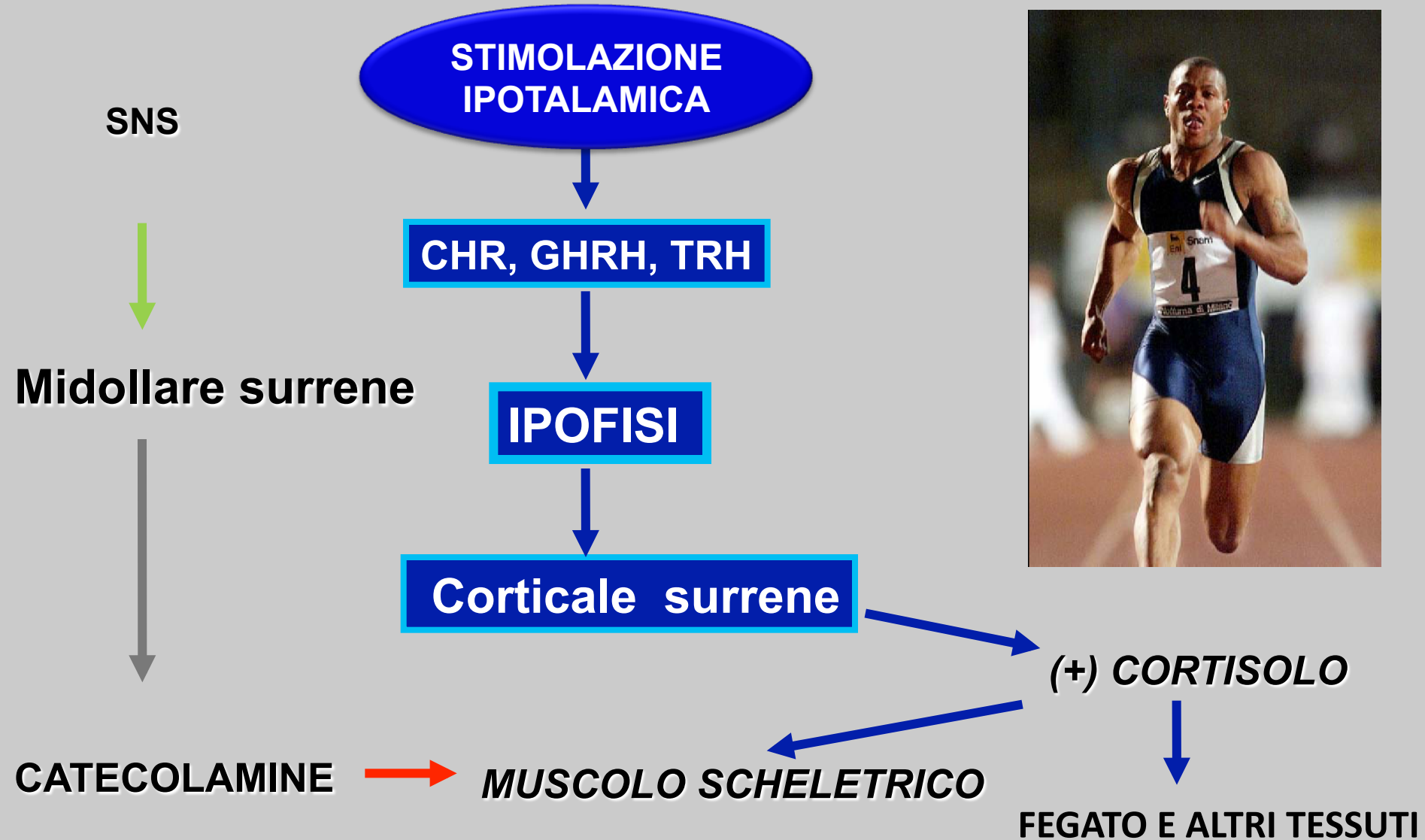
CATECOLAMINE

MUSCOLO SCHELETRICO

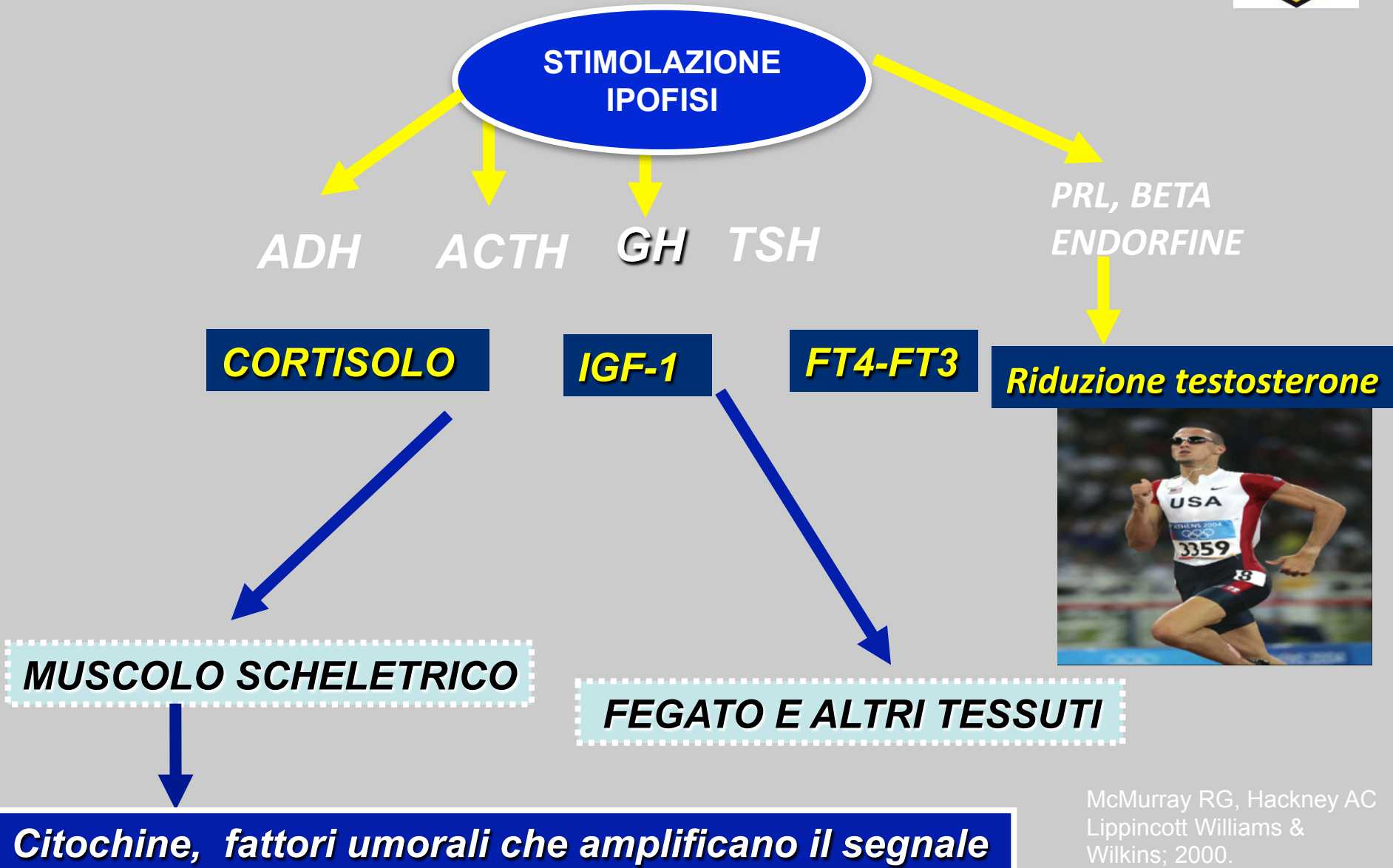
CP

GLUCOSIO

# FASE 2 (intermedia, in pochi minuti)



# FASE 3 (prolungata)



McMurray RG, Hackney AC  
Lippincott Williams &  
Wilkins; 2000.

# FASE 4 (ultima)



**FINE  
ATTIVITA'  
FISICA**



**Sistema  
nervoso  
simpatico**

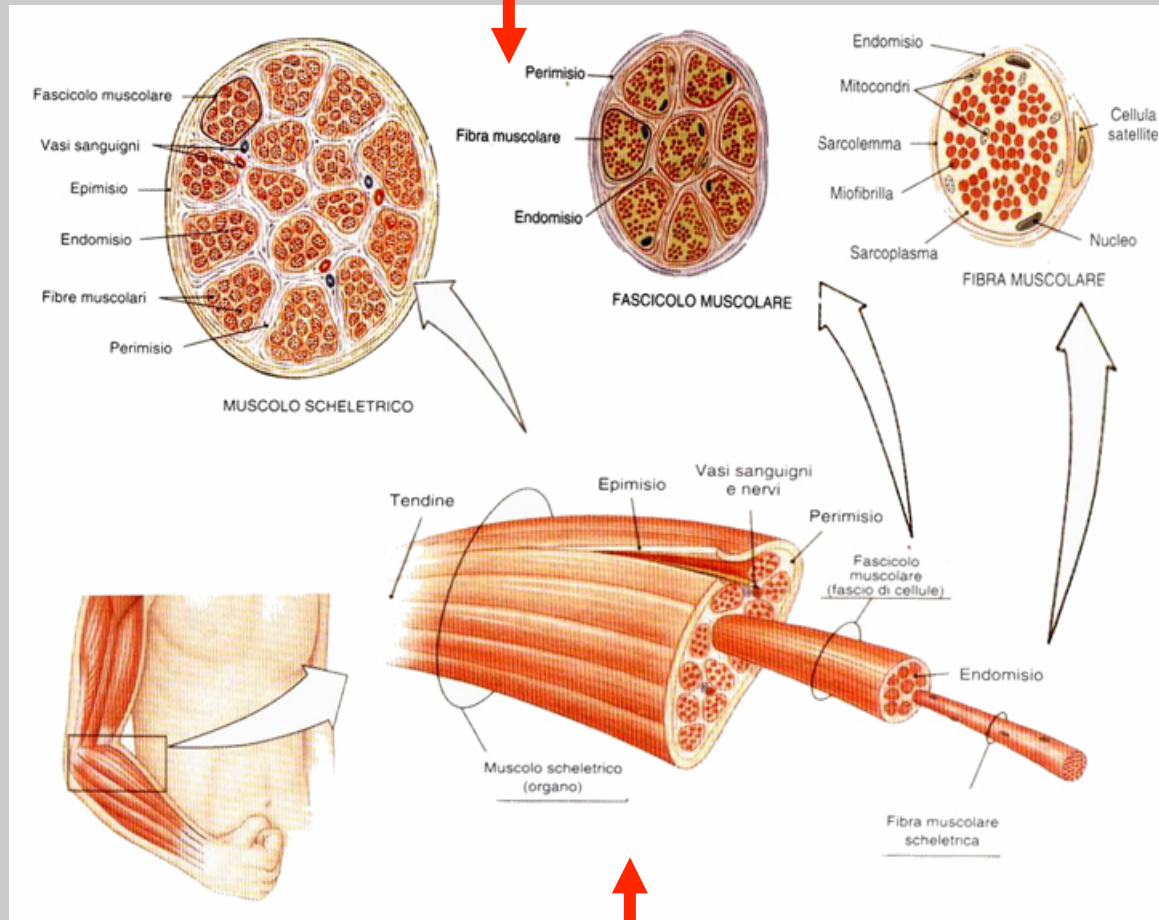
**recupero  
dipende**

**Sistema endocrino**

**Intensità e durata dell'esercizio fisico  
fase precoce e fase tardiva**

# Effetti degli ormoni sulla massa muscolare durante l'esercizio

# testosterone



**GH**



**FT4**

**FT3**



**AUMENTO MASSA MUSCOLARE**

**IGF-1**

Velloso CP; *British Journal of Pharmacology* (2008)  
Sonksen PH; *Journal of Endocrinology* (2001)



# Effetti degli ormoni sul metabolismo energetico durante l'esercizio fisico



**CATECOLAMINE**

**CORTISOLO**

**FT4 FT3**

**GH-IGF-1**

**GLUCAGONE**

**+ GLICOGENOLISI**

**- GLICOGENOSINTESI**

**+ GLUCONEOGENESI**

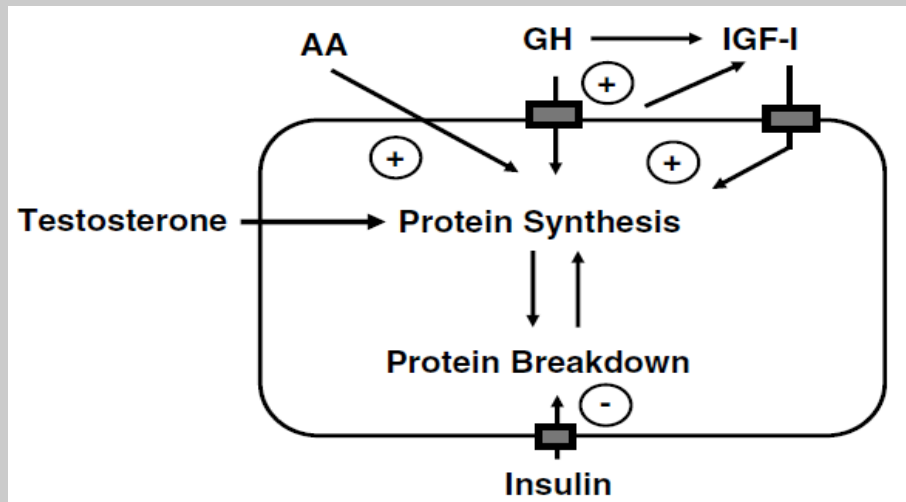


**Aumento  
energia  
muscolare**

# GH e Sport



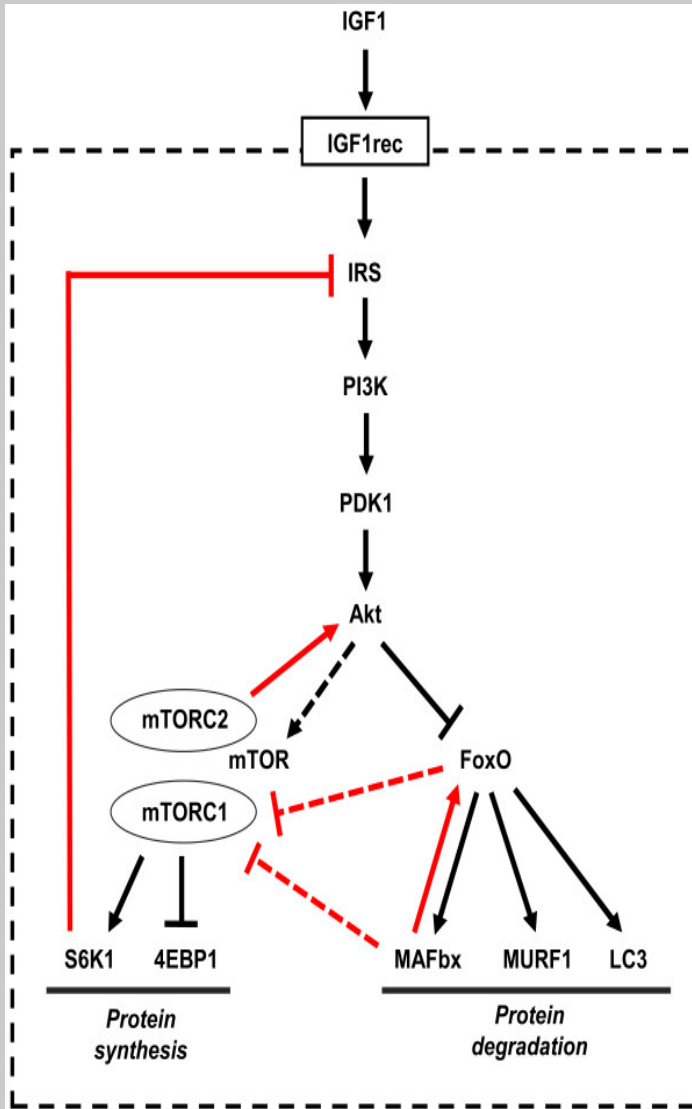
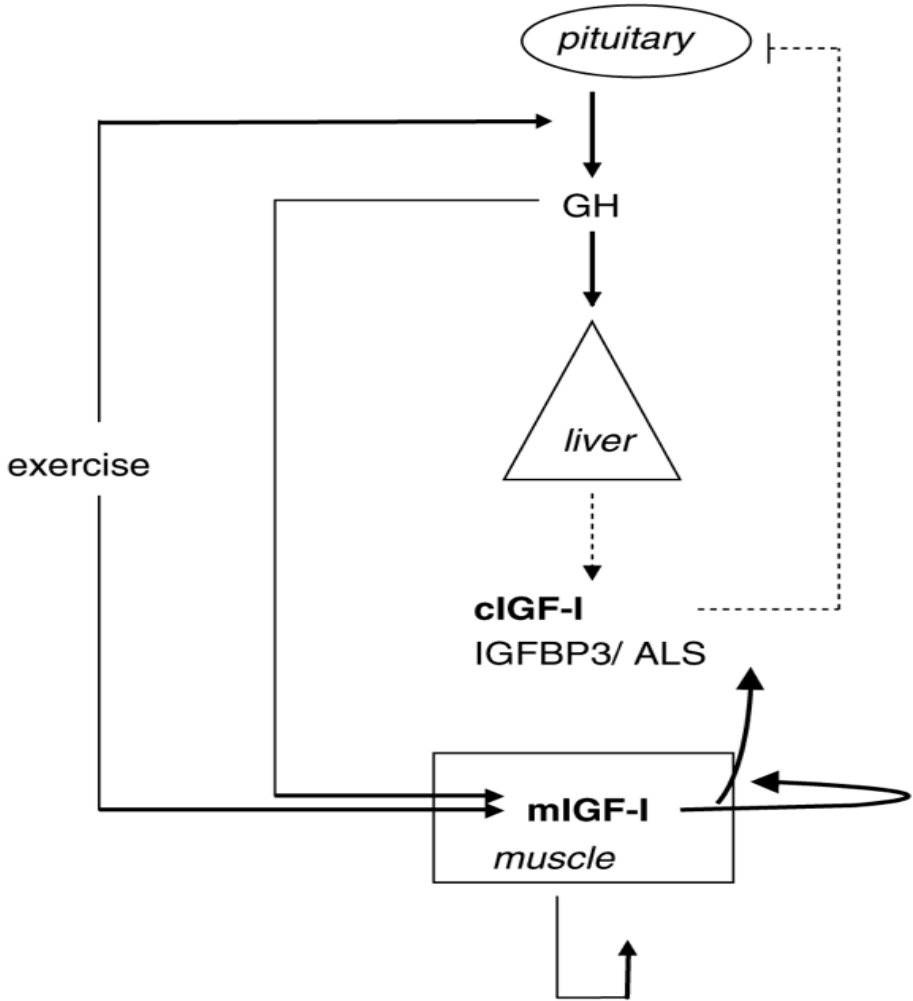
- Effetto anabolico e lipolitico (azione permissiva sulle catecolamine) con aumento della massa magra e riduzione della massa grassa.
- Aumenta a digiuno l'output epatico di glucosio e riduce l'utilizzo periferico del glucosio
- L'effetto anabolico del Gh e IGF-1 è mediato dall'aumento del trasporto di aminoacidi nella membrana e dal sinergismo con insulina e testosterone





# Regulation of muscle mass by GH and IGF-I

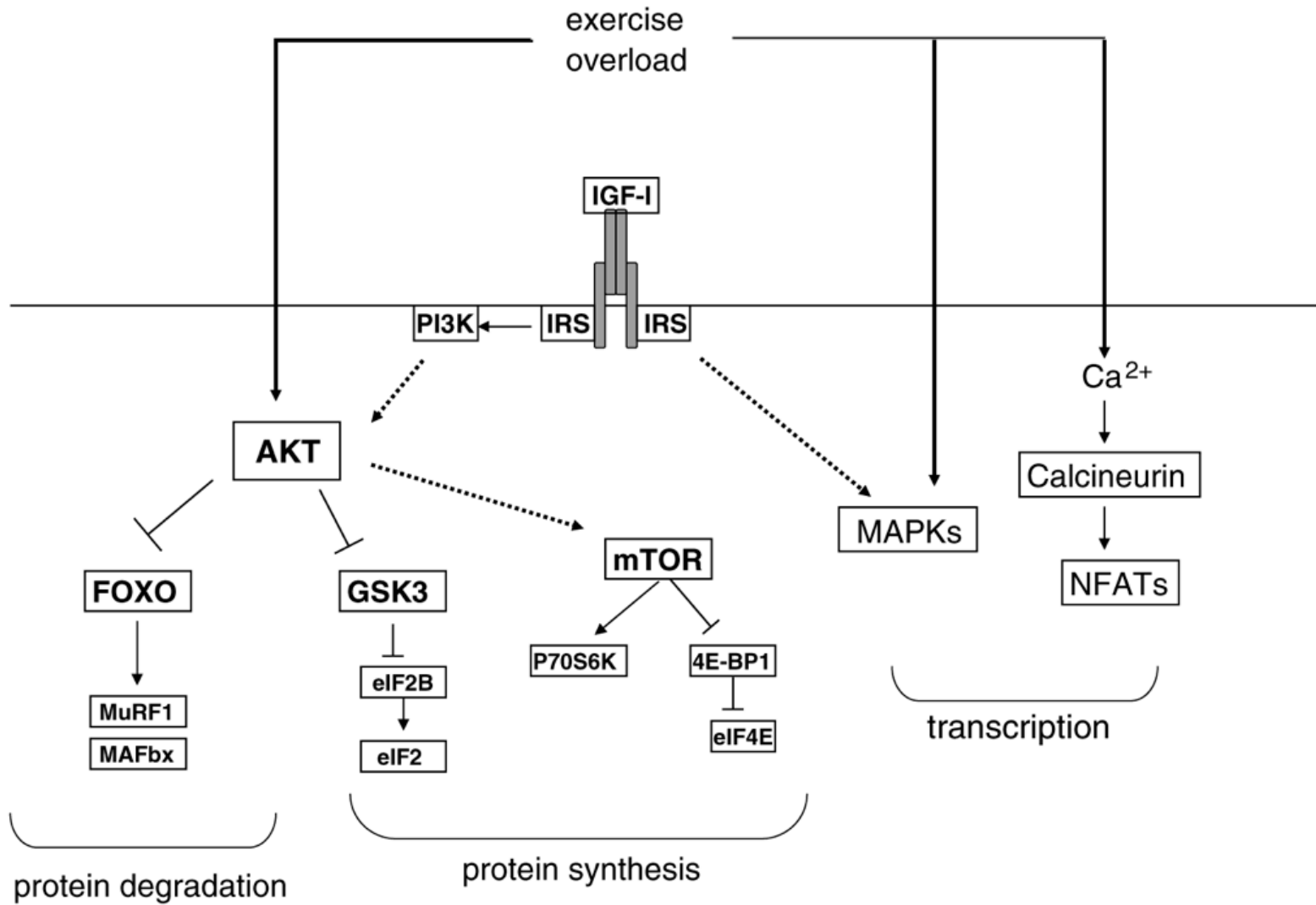
CP Velloso British Journal of Pharmacology (2008) 154, 557–568





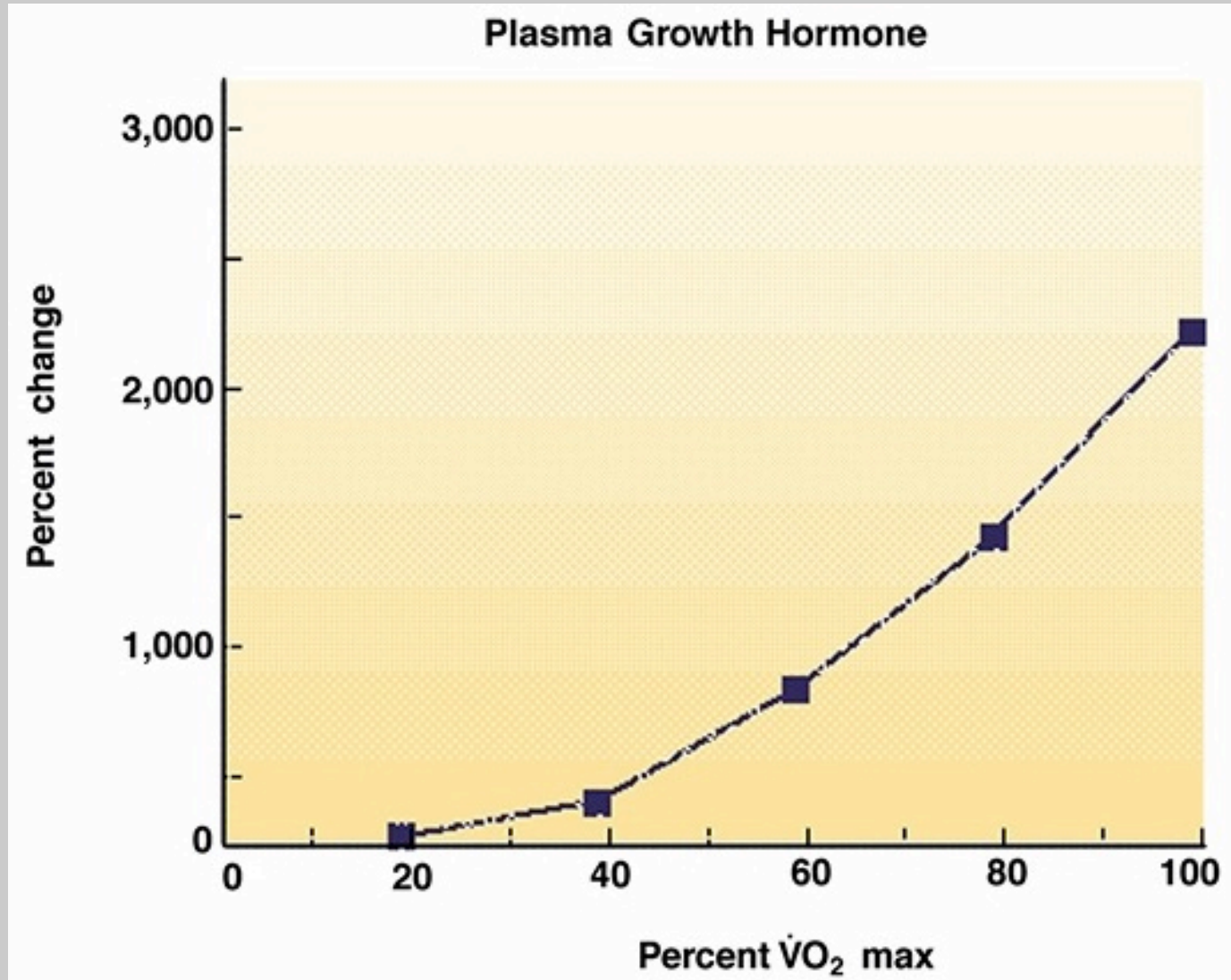
# Regulation of muscle mass by GH and IGF-I

CP Velloso British Journal of Pharmacology (2008) 154, 557–568

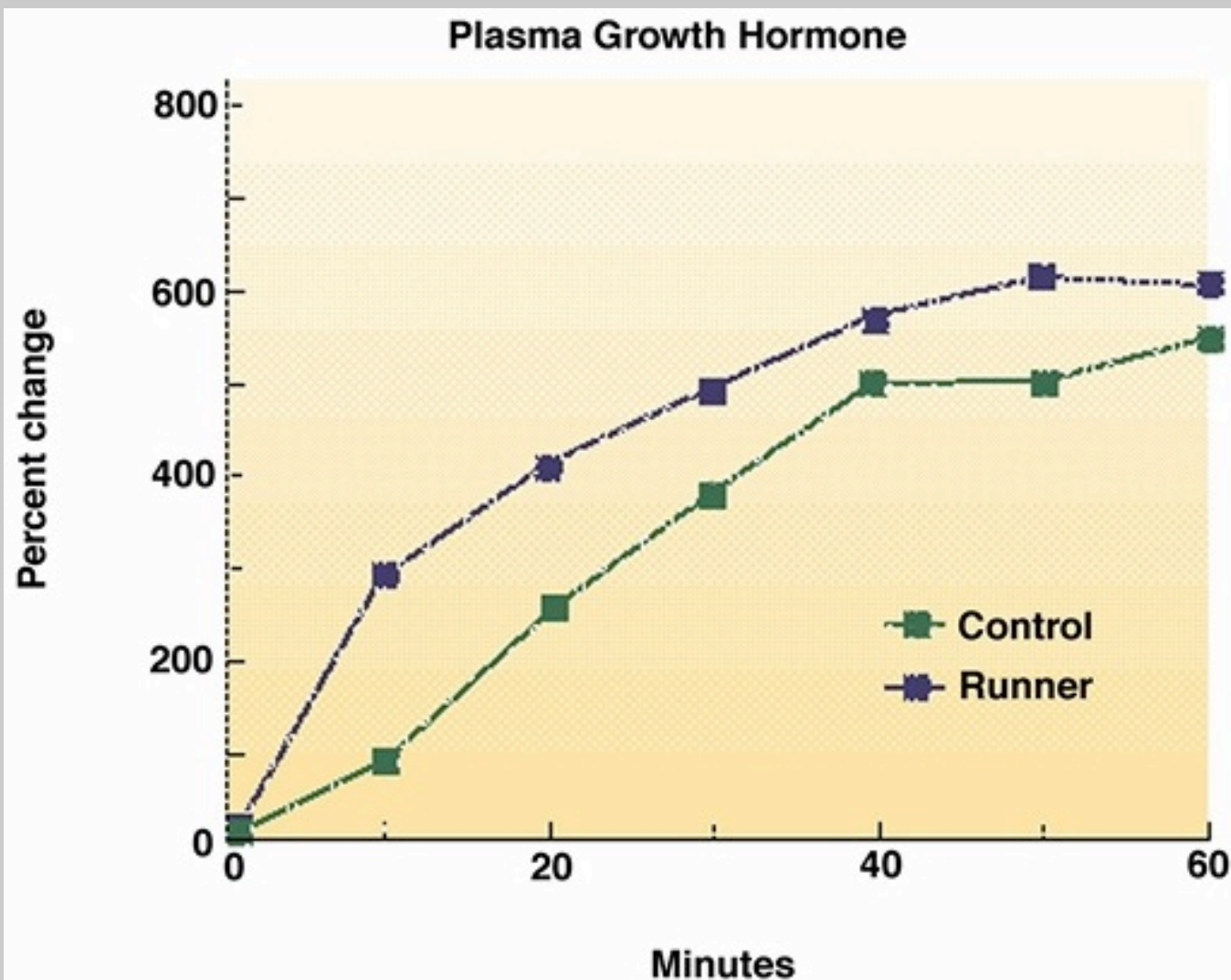




# GH durante l'esercizio: *Effetto dell'intensità*



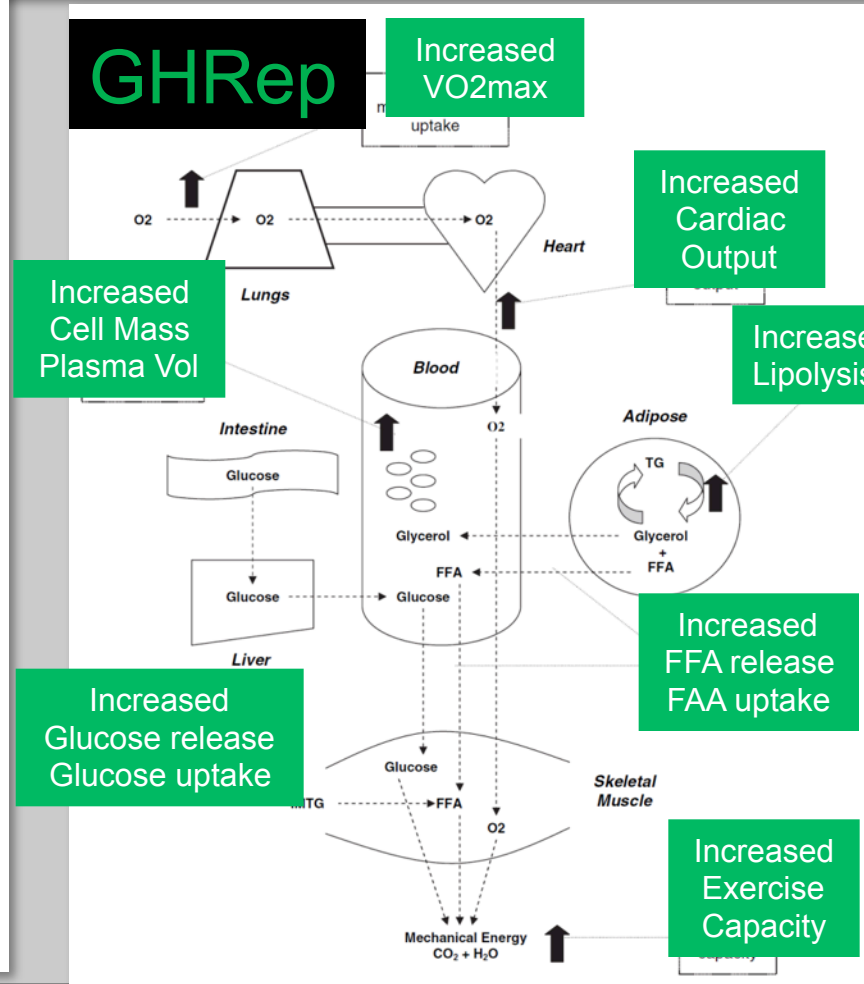
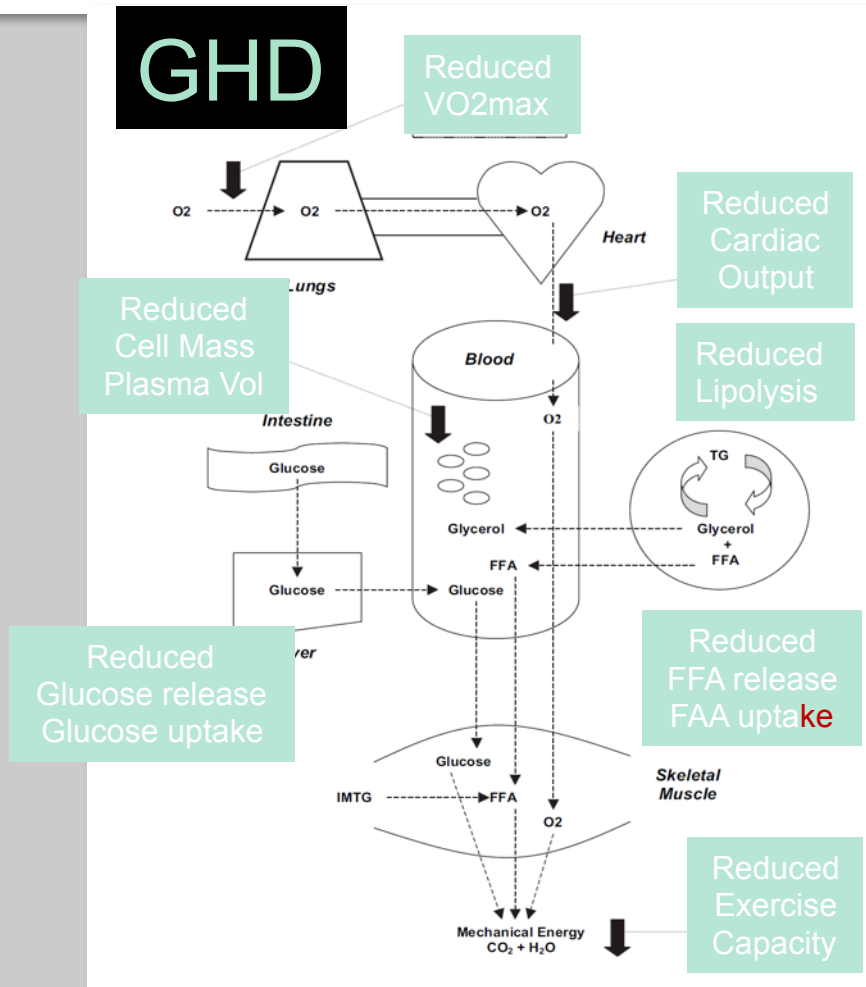
# GH durante l'esercizio: *Allenati vs Non allenati*





# The Growth Hormone/Insulin-Like Growth Factor-I Axis in Exercise and Sport

James Gibney, Marie-Louise Healy, and Peter H. Sönksen



GH improves exercise capacity in GHD adults



# DEFICIT IPOFISARI e SPORT

**Sport da  
contatto**

**Calcio**

**Sci**



Il pugilato è causa di trauma cranico con deficit di GH (20%) e di cortisolo (9%) (*Tanriverdi et al, 2007*)

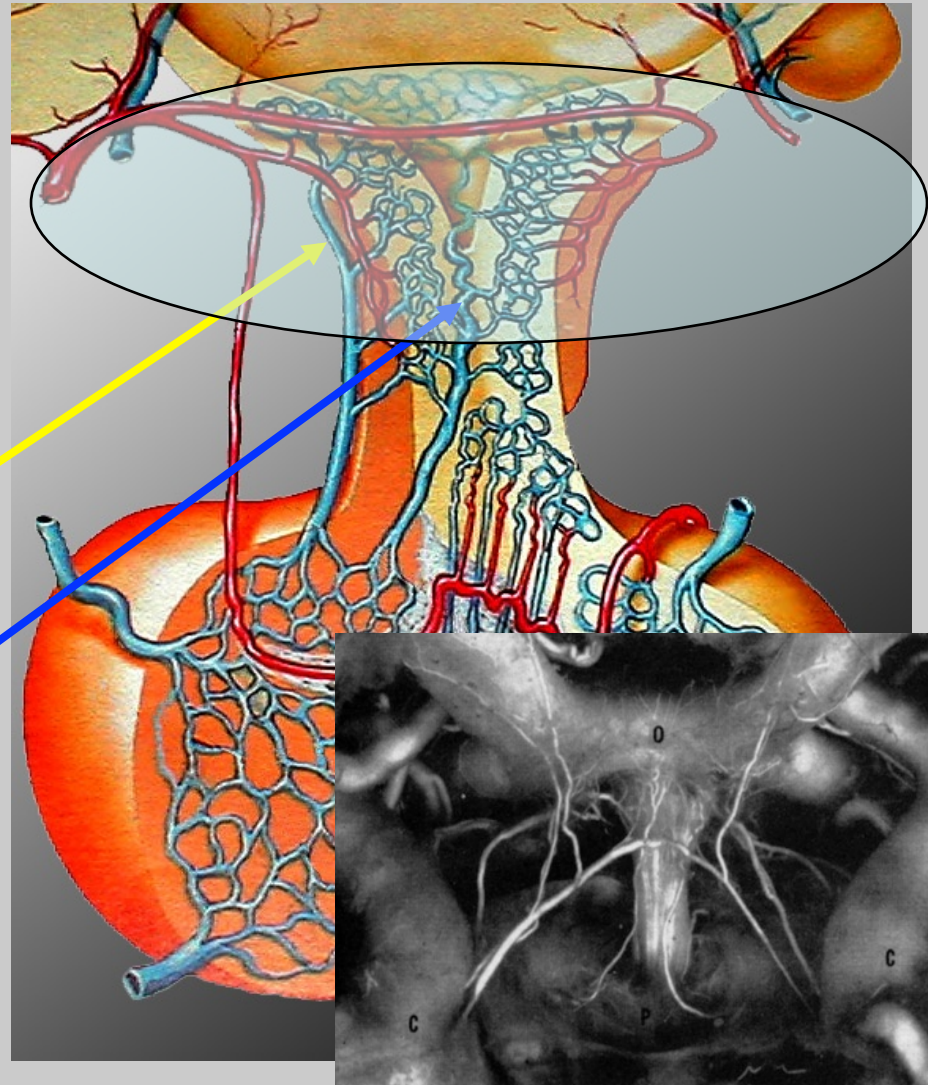
# Hypothalamic-Pituitary Vulnerability:



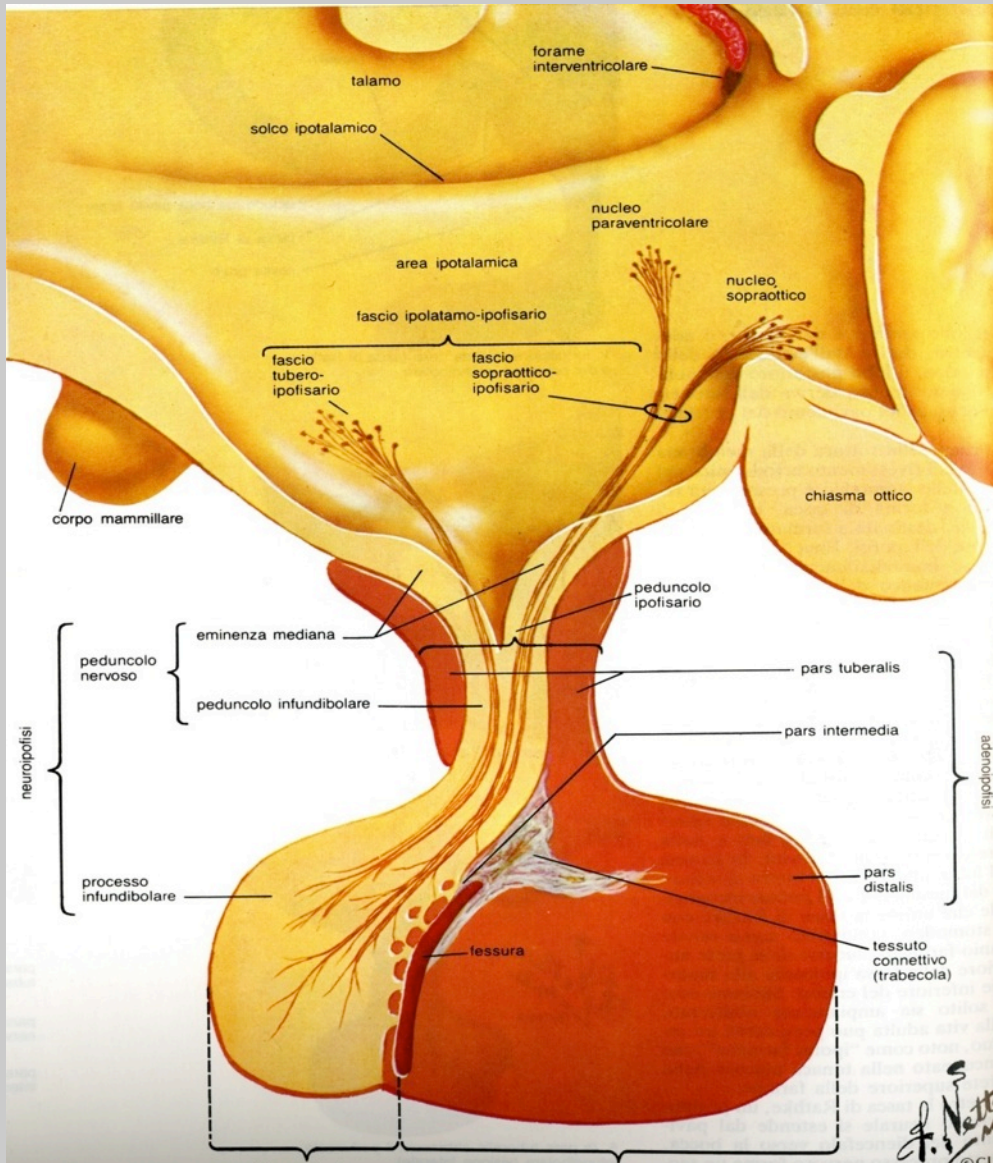
- direct trauma
- vascular insults
  - brain swelling/ICP
  - vasospasm
  - hypotension/hypoxia
  - pituitary swelling

Long hypophyseal portal veins

Short hypophyseal portal veins





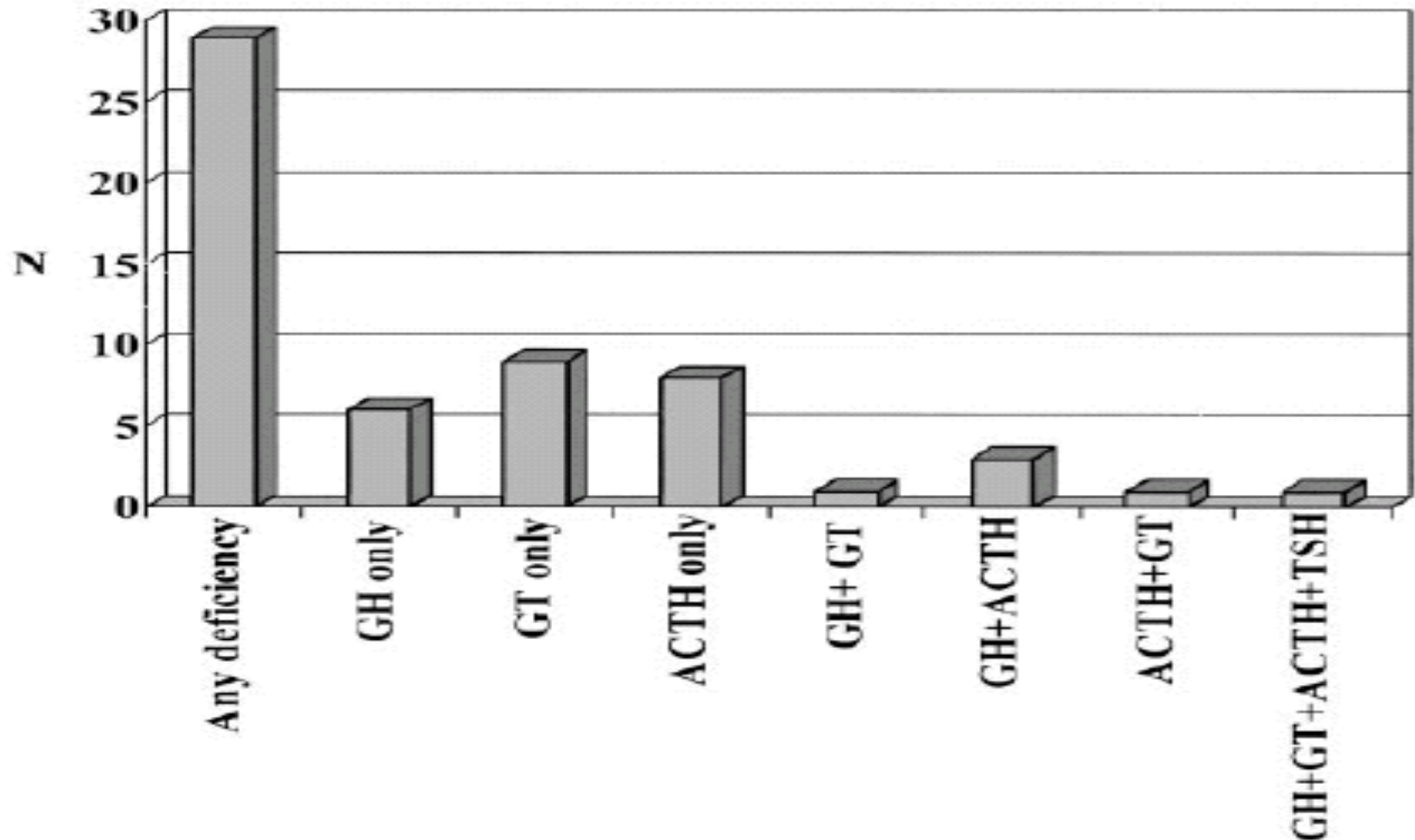


# Autoimmunità

# The frequency and pattern of different anterior pituitary hormone deficiency in 102 patients with severe or moderate TBI



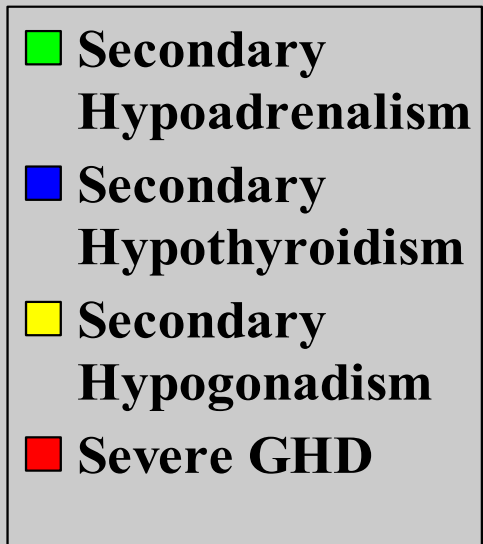
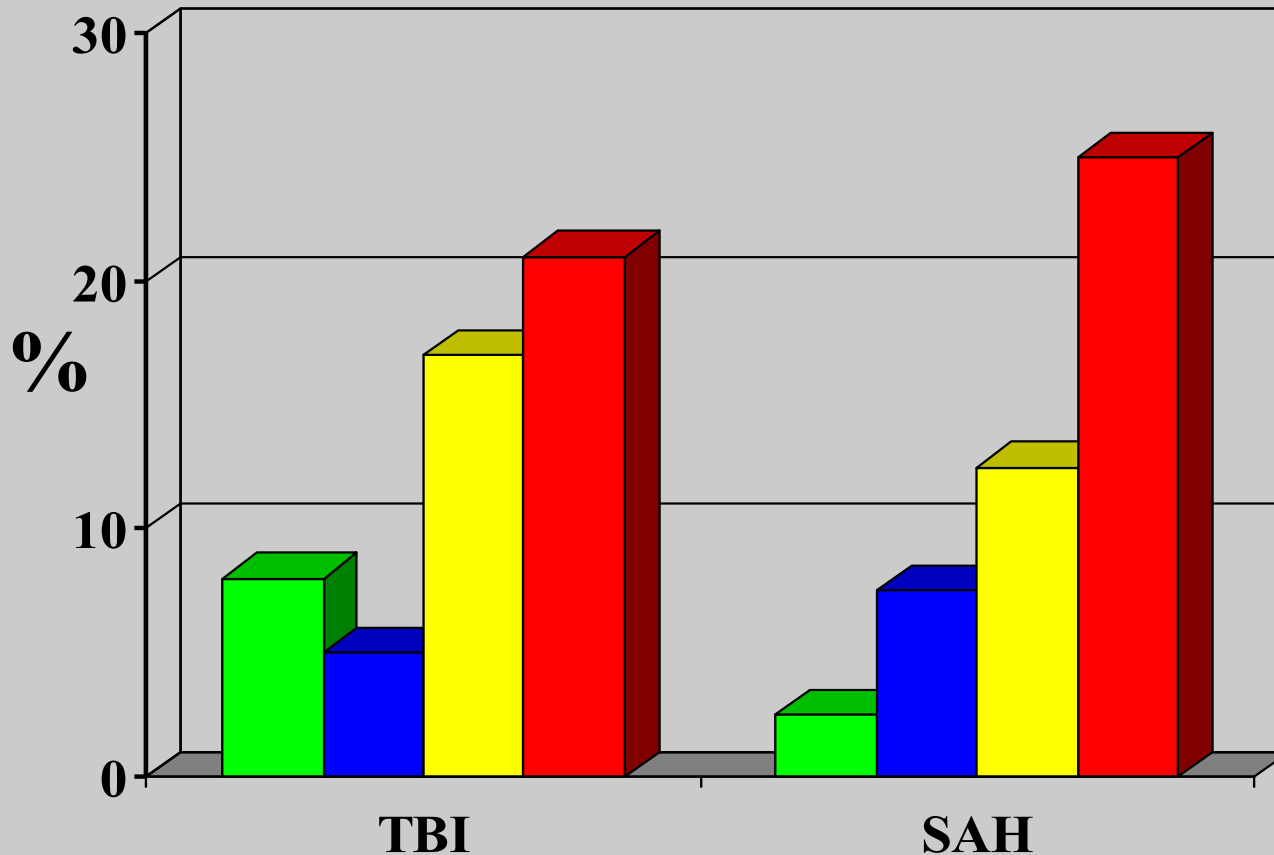
*Agha et al, JCE&M, 89: 4986-4992, 2004*



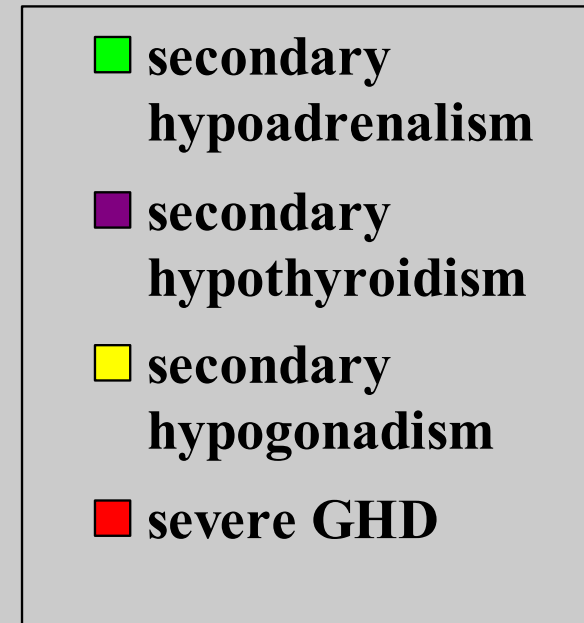
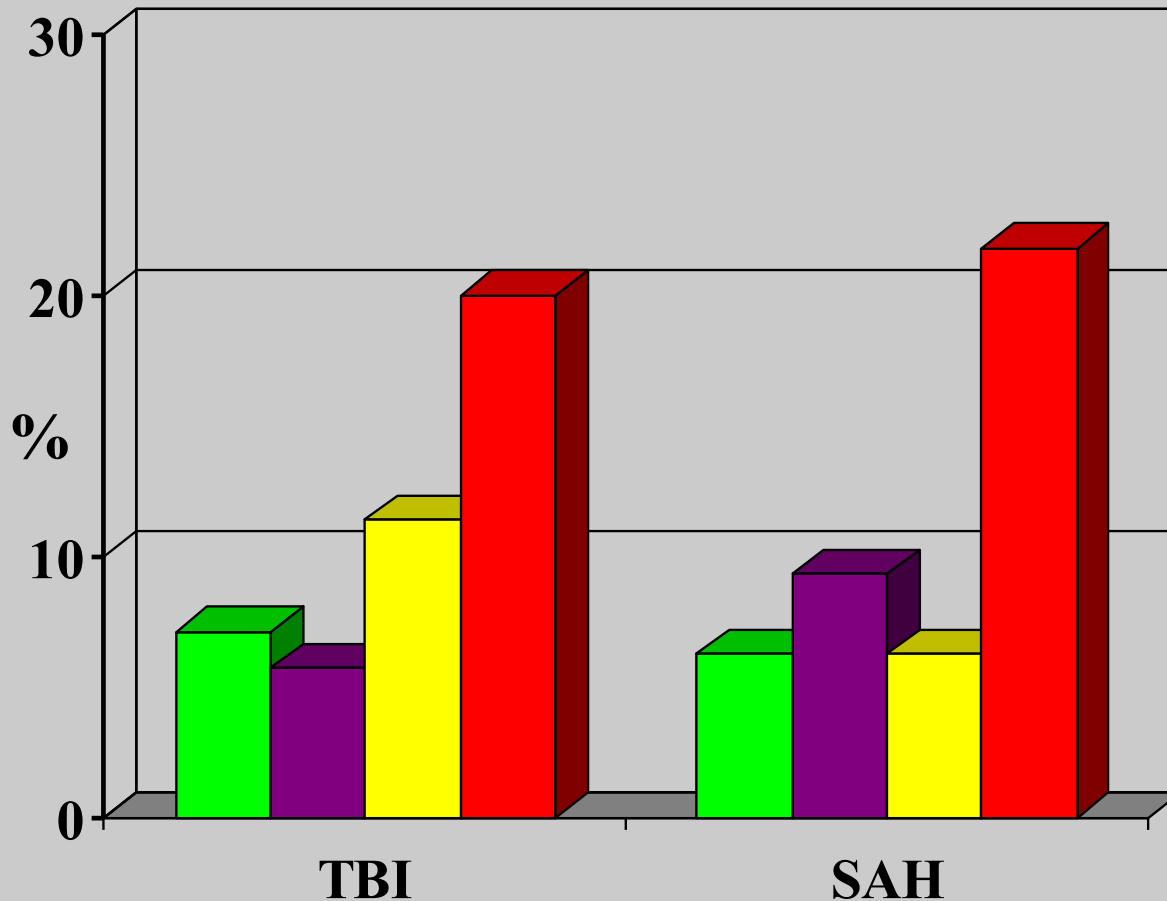
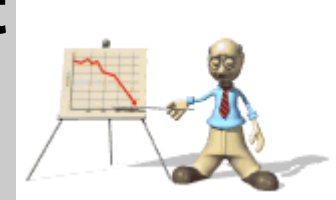
# Percentage of single pituitary deficits in patients with Traumatic Brain Injury (TBI) and Subarachnoid haemorrhage (SAH), 3 months after the pathological event



*Aimaretti et al, Clinical Endocrinology, (2004) 61: 320-326*



# Percentage of single pituitary deficits in patients with TBI and SAH, 12 months after the pathological event







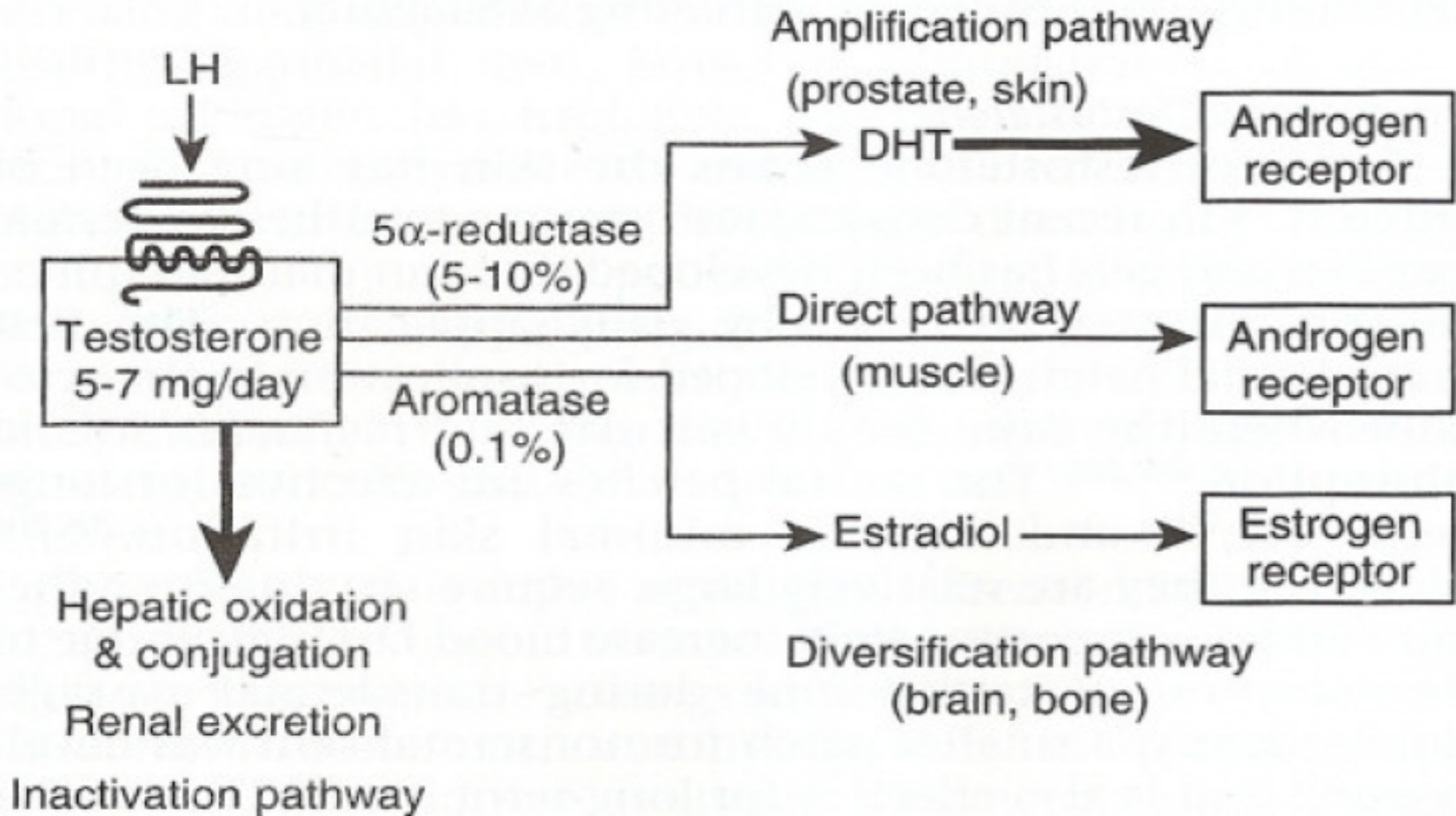
# Testosterone e Sport

- Ipertrofia muscolare (aumento miofilamenti e miofibrille).
- Aumento del peso corporeo per aumento della massa magra.
- Aumento del volume ematico per aumento dell'eritropoiesi e la ritenzione idrica.
- Antagonismo del recettore dei glucocorticoidi con effetto anticatabolico.
- Aumento dell'aggressività e della spinta emozionale.



La specificità dell'azione varia in base ai suoi metaboliti bioattivi (DHT e estradiolo).

### Pathways of testosterone action



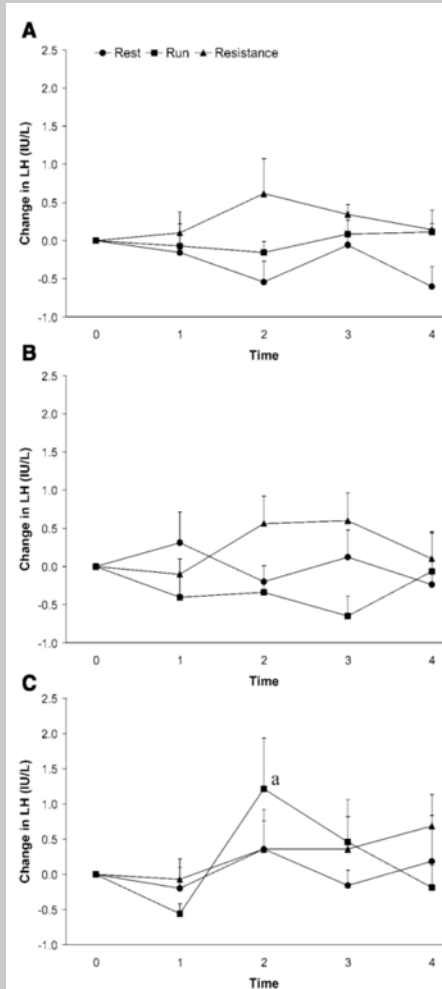
# Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men

Mark S. Tremblay, Jennifer L. Copeland, and Walter Van Helder

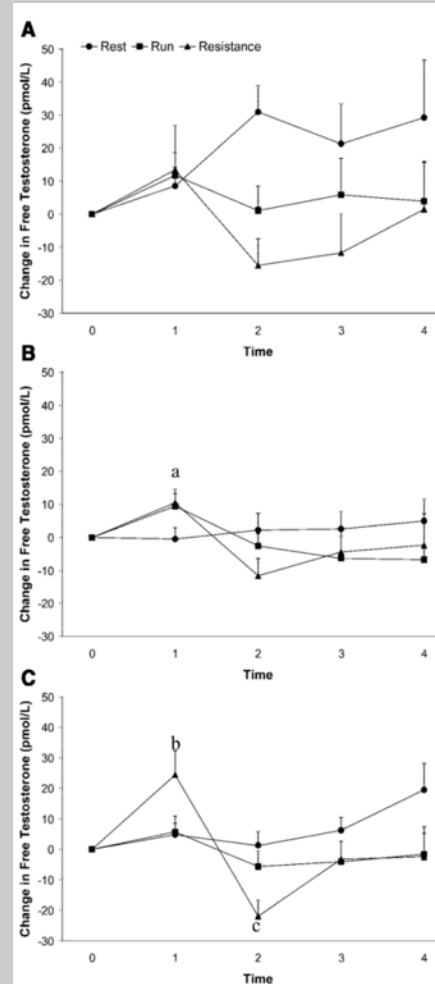
*J Appl Physiol* 96: 531–539, 2004.



## LH



## Testosterone libero



## Testosterone totale

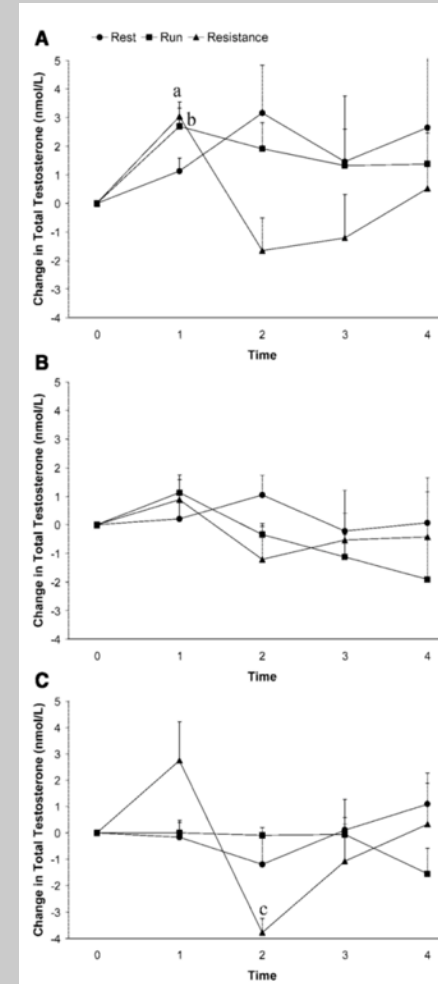
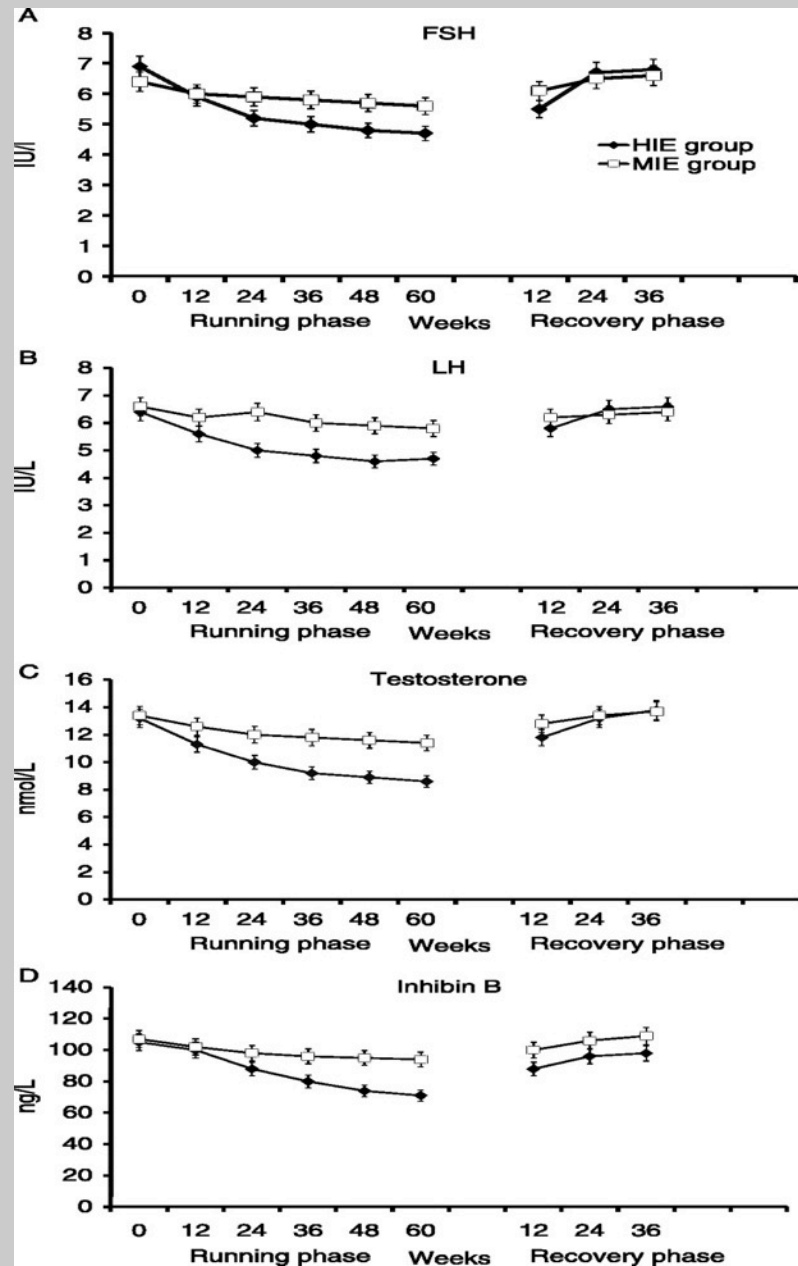


Figure 4 (A–D) Serum hormones levels during running and recovery periods.

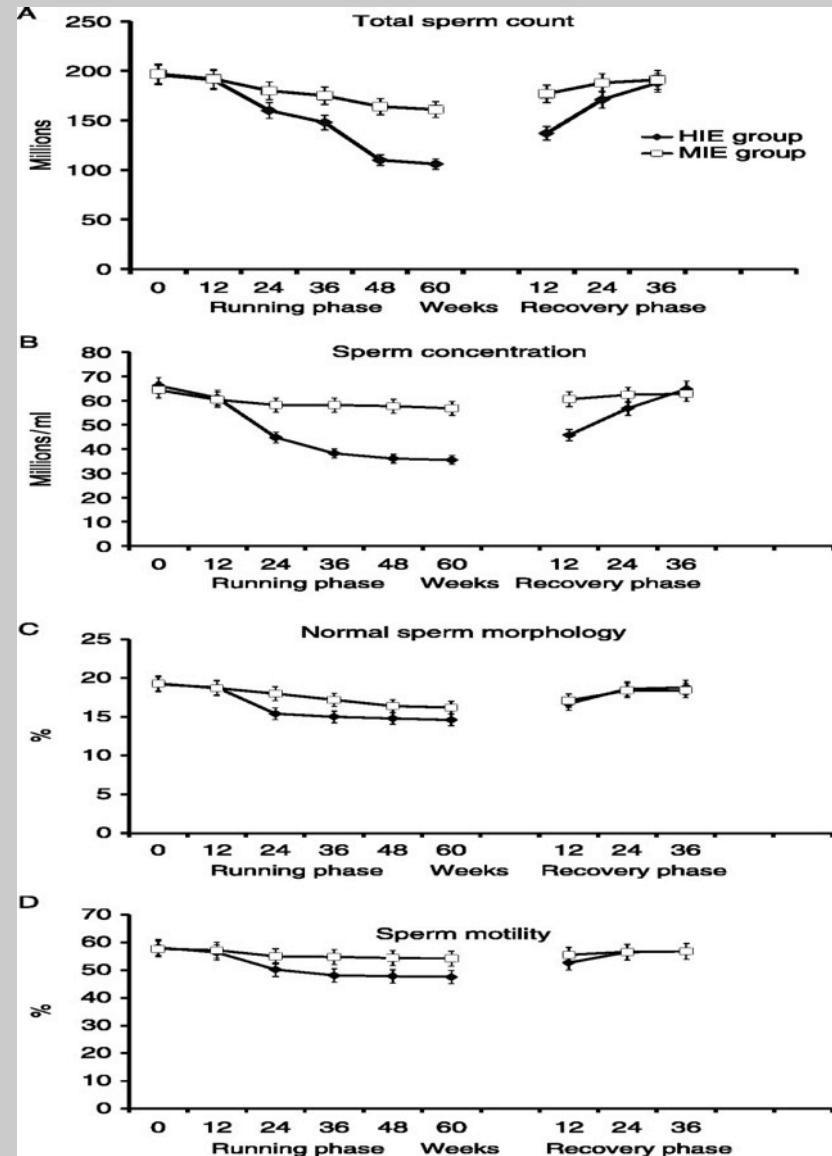


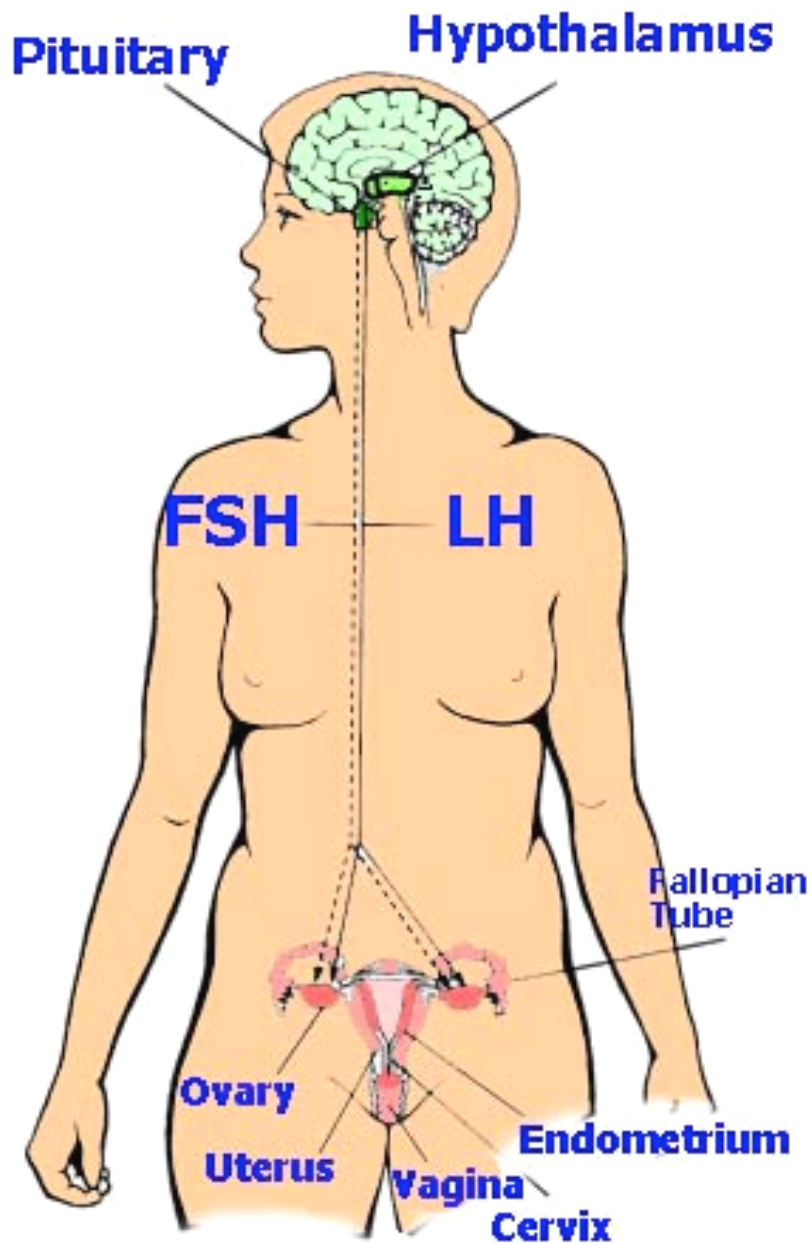
# Semen parameters during running and recovery periods.



The effects of intensive, long-term treadmill running on reproductive hormones, hypothalamus–pituitary–testis axis, and semen quality: a randomized controlled study

Mohammad Reza Safarinejad, Kamran, Azma and Ali Asgar Kolahi





## ■ AMENORRREA DELLE ATLETE

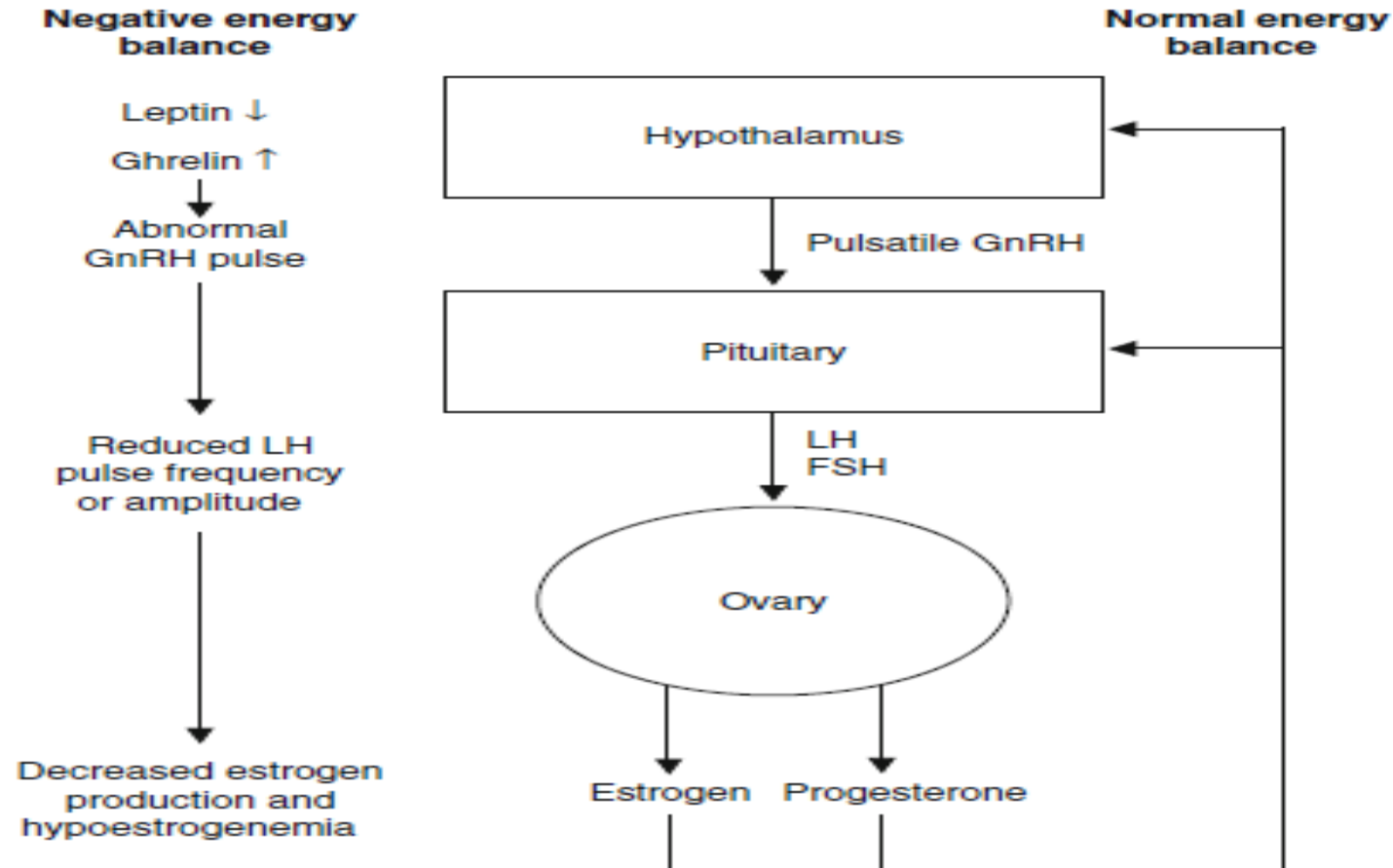
- Alterazione dell'asse ipotalamo-ipofisi-gonadi
- La riduzione della pulsatilità del GnHRH altera la secrezione di LH e FSH
- Conseguente alterazione della produzione ovarica di estrogeni





## Endocrine Disorders in Adolescent and Young Female Athletes: Impact on Growth, Menstrual Cycles, and Bone Mass Acquisition

Laurent Maïmoun, Neoklis A. Georgopoulos, and Charles Sultan

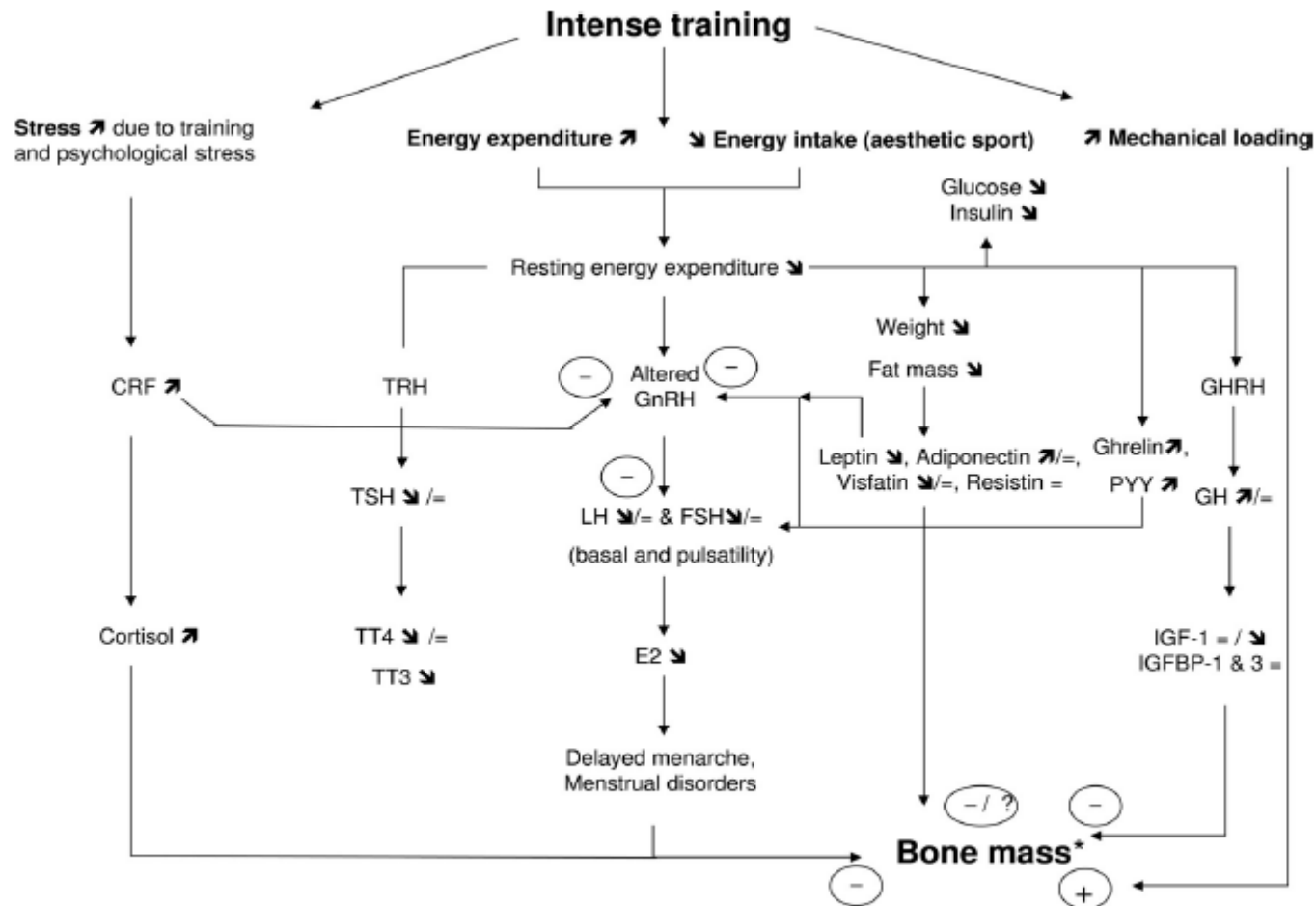


**Fig. 1.** The hypothalamic-pituitary-ovarian axis. Energy imbalance causes hypoenestrogenemia and amenorrhea. Decreases in leptin and increases in ghrelin may influence gonadotropin-releasing hormone (GnRH) secretion causing subsequent decreases in luteinizing hormone (LH) and estrogen production.<sup>[19,20]</sup> **FSH** = follicle-stimulating hormone.



# Endocrine Disorders in Adolescent and Young Female Athletes: Impact on Growth, Menstrual Cycles, and Bone Mass Acquisition

Laurent Maïmoun, Neoklis A. Georgopoulos, and Charles Sultan



**Figure 2.** Principal hormonal disorders observed in elite athletes and their potential causes and consequences. [GRAPHIC], higher; =, normal; or [GRAPHIC], lower concentration levels. [GRAPHIC], negative; [GRAPHIC], not determined; or [GRAPHIC], favorable effects. \*, Specific effect on bone mass according to the type of bone (ie, trabecular or cortical) and the bone site (mechanically loaded or not).



# Endocrine Disorders in Adolescent and Young Female Athletes: Impact on Growth, Menstrual Cycles, and Bone Mass Acquisition

Laurent Maimoun, Neoklis A. Georgopoulos, and Charles Sultan

**Table 1.** Main Hormonal Variations Reported in Adolescent and Young-Adult Female Athletes

Hormone	Intense Training
Hypothalamic-pituitary-gonadal axis	
GnRH	↘
LH	↘↘
LH pulsatility	↘↘
FSH	↘↘
E <sub>2</sub>	↘
T	↘/ =
Hypothalamic-pituitary-adrenal axis	
CRF	↘
Cortisol	↘↘
Cortisol pulsatility	↘
Hypothalamic-pituitary-thyroid axis	
TSH, T <sub>4</sub>	=
TT3	↘
GH axis	
IGF-1 or IGFBP-3	= or ↘
Adipokines	
Leptin	↘
Leptin pulsatility	↘↘
Adiponectin	↘/ =
Visfatin	↘/ =
Resistin	=
Gastrointestinal peptides	
Ghrelin	↘
Ghrelin pulsatility	↘↘
PYY	↘/ =

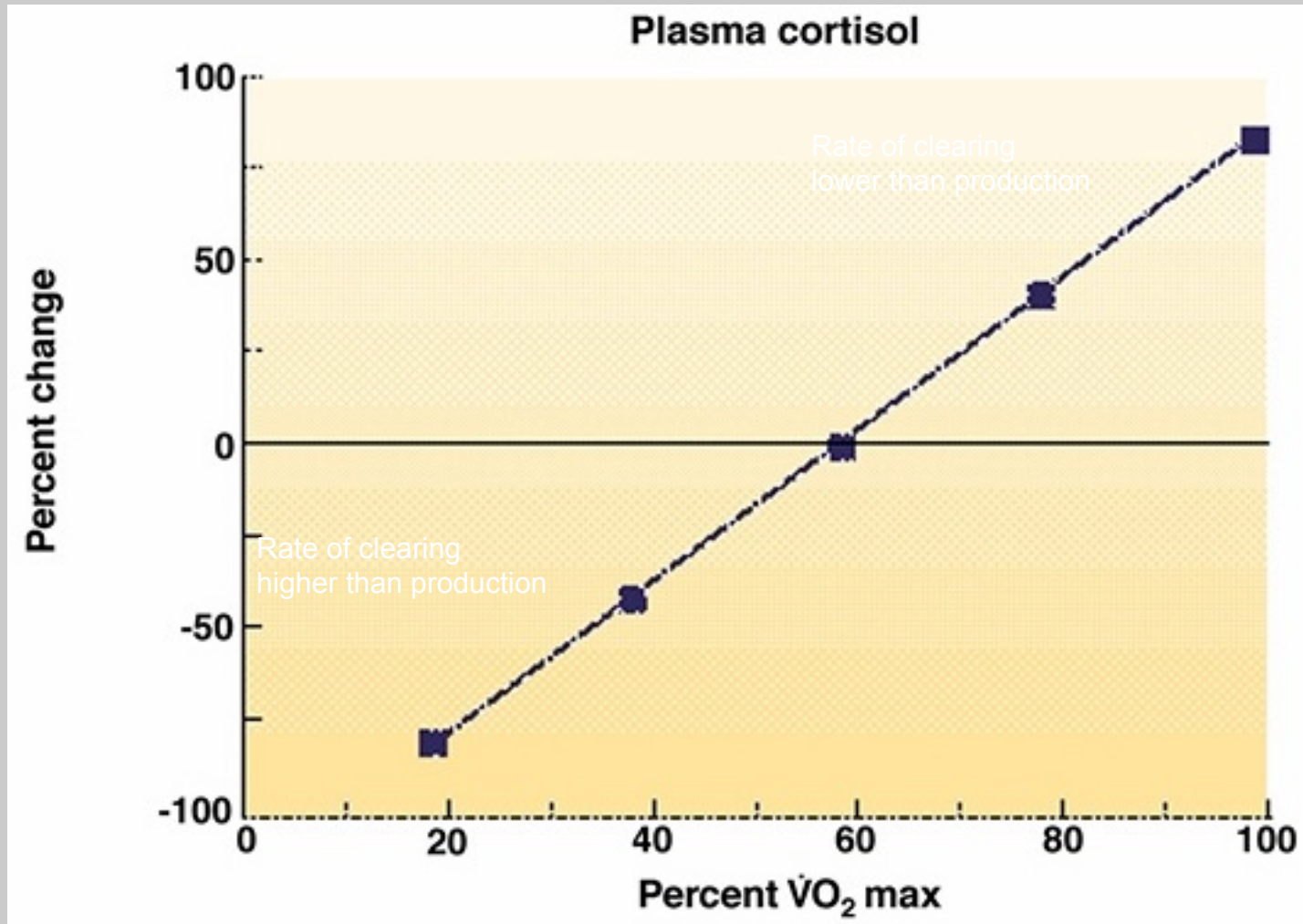


# ACTH e CORTISOLO

- **L' esercizio fisico potente stimolatore dell'asse ipotalamo – Ipofisi - Surrene .**  
*(Kjaer M et al, J Appl Physiol 1996)*
- **L'entità della risposta dipende dal carico di lavoro relativo.**
- **L' esercizio anaerobico induce un incremento maggiore del cortisolo plasmatico rispetto all'esercizio aerobico.** *(Akana et al Endocrinology 2002)*



# Modifiche del cortisolo durante l'attività fisica





# Cortisolo plasmatico durante l'esercizio

- **Bassa intensità:**

*Il cortisolo plasmatico decresce*

- **Alta intensità:**

*Il cortisolo plasmatico aumenta*



## Cortisol and Growth Hormone Responses to Exercise at Different Times of Day

Jill A. Kanaley, Judy Y. Weltman, Karen S. Pieper, Arthur Weltman and Mark L. Hartman

J. Clin. Endocrinol. Metab. 2001 86: 2881-2889, doi: 10.1210/jc.86.6.2881

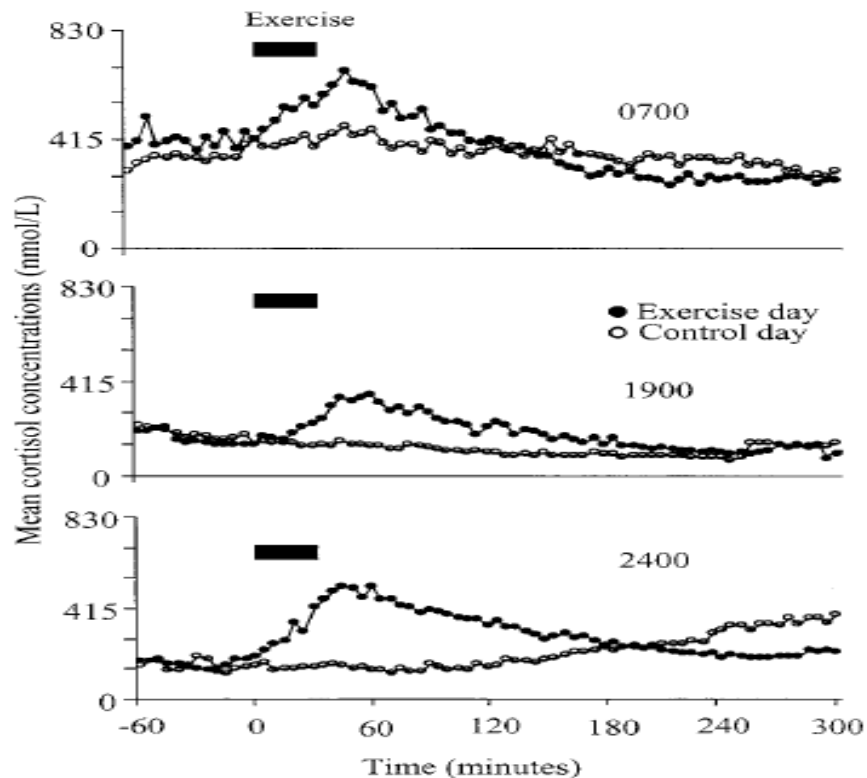


FIG. 2. Mean serum cortisol concentrations on the exercise and control days at the three different times of day. Refer to Fig. 1 for details of study design. To convert cortisol concentrations from nanomoles per L to micrograms per dL, divide by 27.59.



# CONCLUSIONI

- **Sono necessari maggiori controlli clinici endocrinologici per chi pratica attività sportiva soprattutto di intensità elevata al fine di una precoce diagnosi di disfunzioni endocrine**
- **E' necessario valutare l'inserimento di parametri di funzionalità ormonale diversificati adeguandoli all'intensità e alla durata dell'esercizio fisico**
- **E' importante individuare patologie endocrine anche in fase subclinica che possono influenzare la performance atletica e a volte compromettere lo stato di salute**



# FATTORI CARATTERISTICI DELLA PERFORMANCE SPORTIVA

**Massa muscolare**

**Metabolismo energetico**

**Integrità psicofisica**

**A**

**B**

**C**

**Deficit di GH**

**Ipocortisolismo**

**Ipotiroidismo**

**Ipercortisolismo  
Deficit di vit.D**

**Ipotiroidismo  
Ipercortisolismo**

**Ipercortisolismo  
Deficit di GH**

**Ipocortisolismo**

**Diabete**

**Ipogonadismo**

**Ipotiroidismo**

**Deficit di GH**

**Ipocortisolismo**

**Iperprolattinemia**

**Ipertiroidismo**

**Ipertiroidismo**

**Ipertiroidismo**

**Ipopituitarismo post-  
traumatico**

**Ipopituitarismo post-  
traumatico**

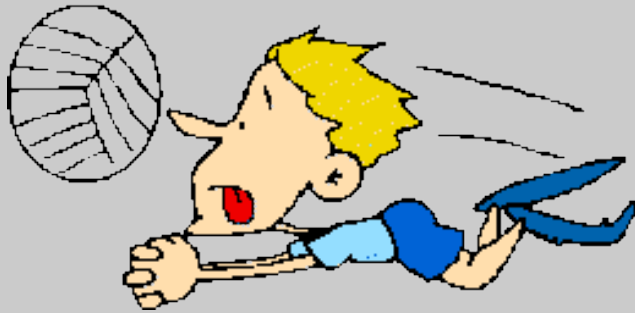
**Acromegalia**

**Ipogonadismo**

**Ipopituitarismo post-traumatico**

**ENDOCRINOPATIE**

# POTENZIALI PAZIENTI IN ATTESA DI VISITA ENDOCRINOLOGICA...



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**