

# Obesità e sovrappeso

L'obesità e il sovrappeso sono l'epidemia del Duemila. Un grave problema medico-sociale che richiede un mosaico di interventi:

- Approccio cognitivo comportamentale
- Educazione alimentare
- Terapia nutrizionale
- Esercizio fisico

La contrazione richiede energia. Tale energia è fornita da ATP.

L'organismo possiede tre fonti principali di ATP:

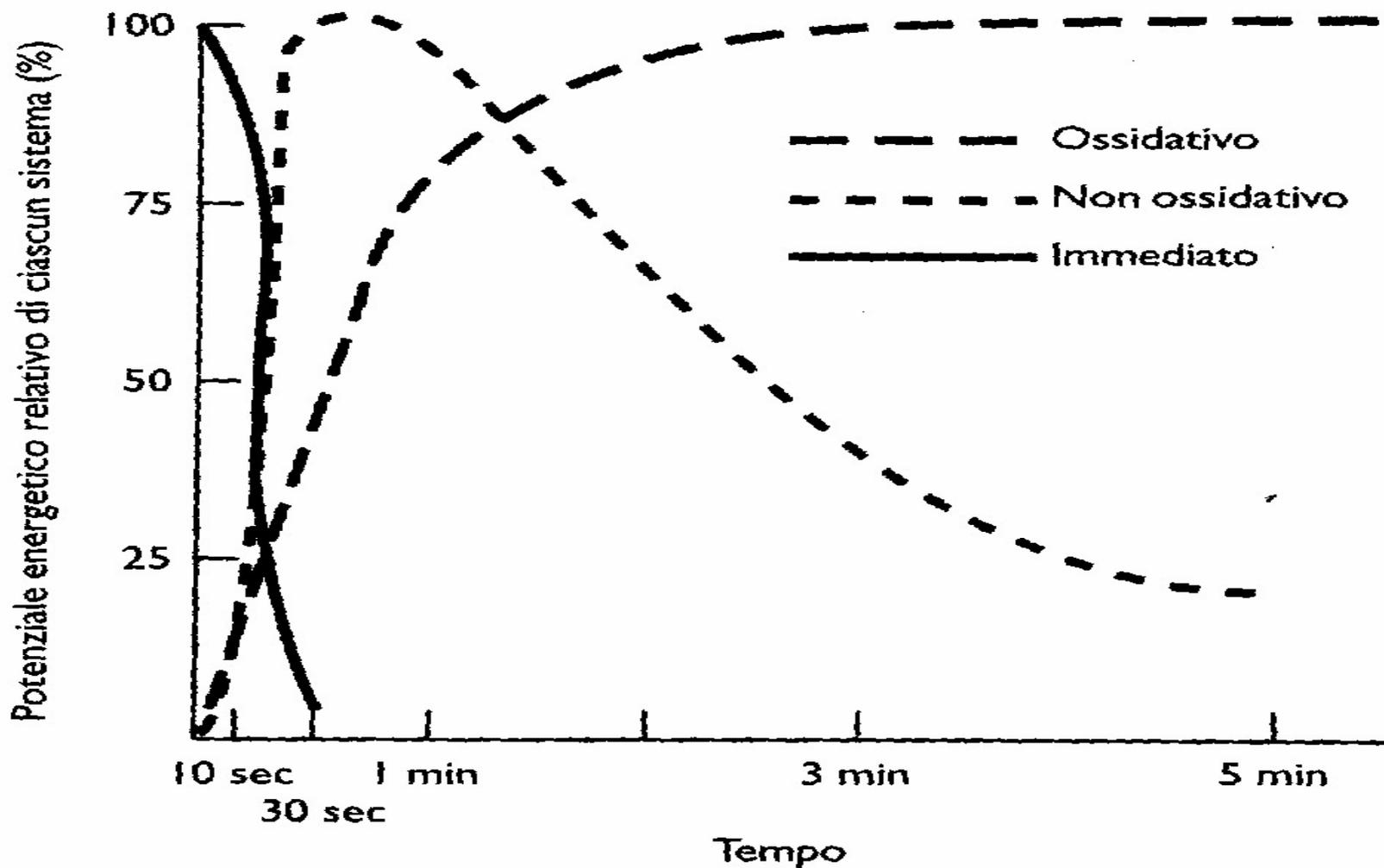
- ATP immediato/di deposito
- ATP da fonti non ossidative
- ATP da fonti ossidative

La fonte di energia dominante durante un particolare esercizio fisico o durante una fase specifica di un periodo di attività fisica è determinata dalla velocità di produzione e dalla quantità di ATP richiesto.

Nel muscolo a riposo sono depositati circa 85 gr. di ATP. Per prevenire una deplezione immediata dell'ATP esiste una seconda fonte “immediata” costituita dal CP, presente in quantità 5-6 volte superiori rispetto all'ATP.

Nonostante questi sistemi di rigenerazione rapida, nel muscolo è presente energia immediata sufficiente a fornire solo circa 5-15 secondi di contrazione alla massima intensità.

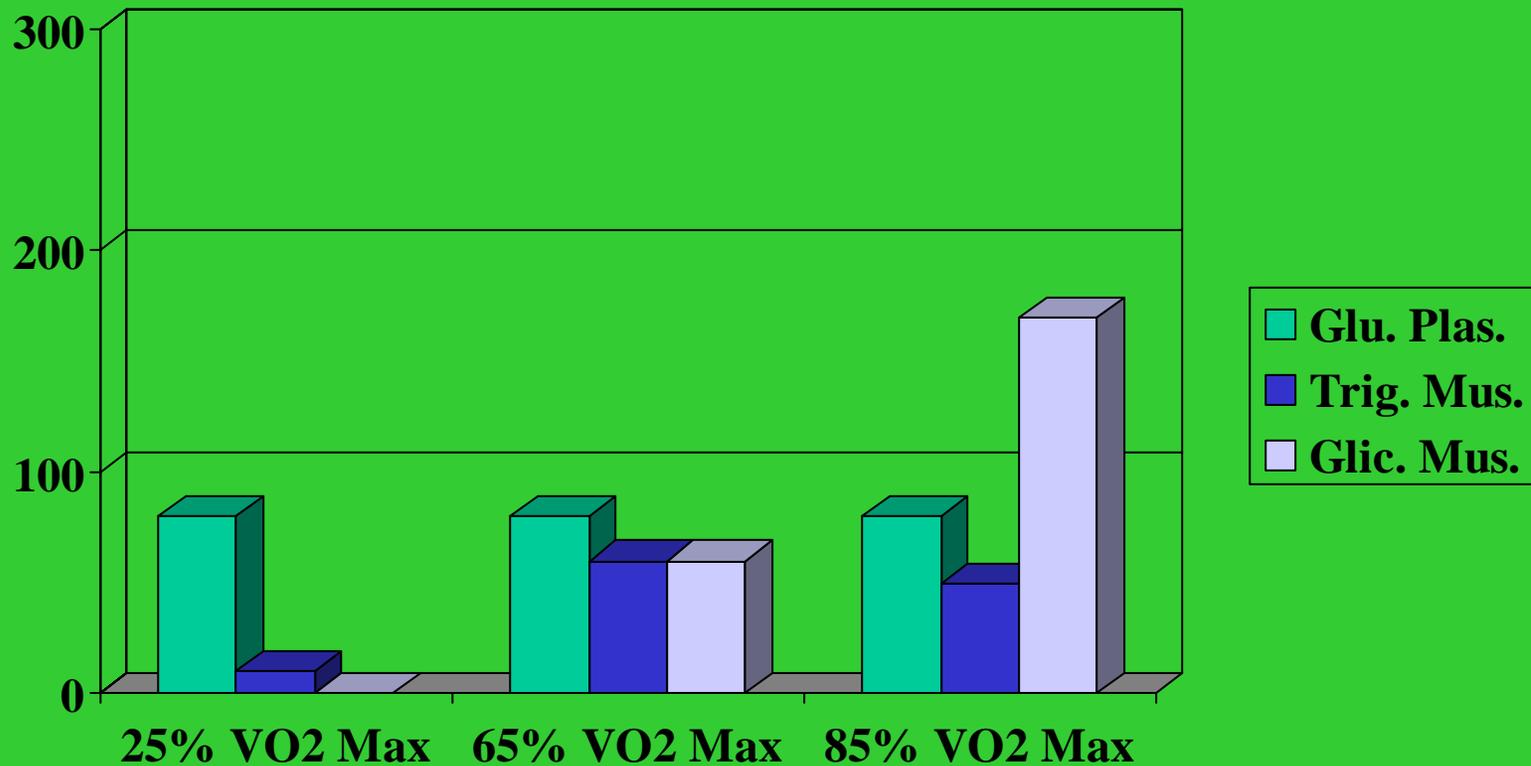
La fonte nutritiva non ossidativa dell'organismo è costituita dai carboidrati. Lipidi, carboidrati e proteine possono essere metabolizzati attraverso le vie ossidative.

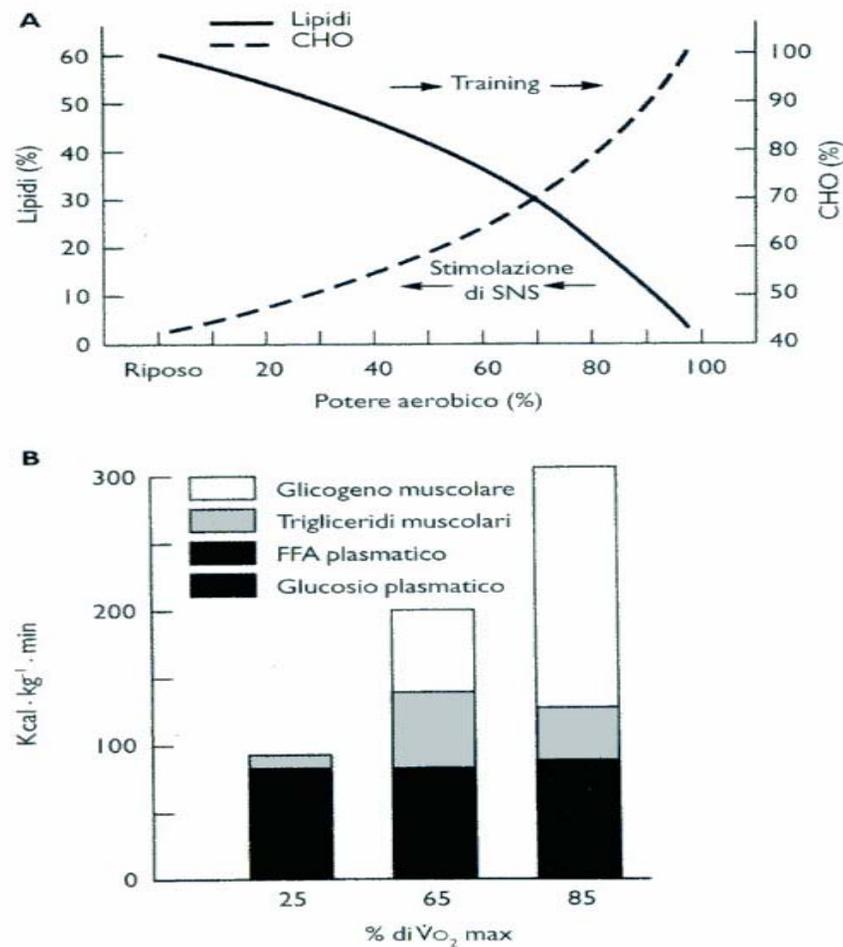


**Figura 17.1.** Fonti energetiche per il muscolo in funzione della durata dell'attività fisica. Rappresentazione schematica che mostra per quanto tempo i principali sistemi energetici possono sopportare i vari tipi di attività, rif. bibl. 7.

Ad una data intensità predomina una fonte di energia ed almeno una delle altre due fornisce un contributo.

# Concetto di Cross-Over





**Figura 17.2.** (A) Il bilancio dell'utilizzo dei carboidrati e dei lipidi durante l'esercizio fisico spiegato mediante il "concetto del crossover". In caso di attività di bassa-moderata intensità, sia i carboidrati che i lipidi possono avere ruoli importanti quali substrati energetici. Tuttavia, quando l'attività aerobica relativa raggiunge il 60-65%, allora i carboidrati (CHO) diventano sempre più importanti mentre i lipidi diventano meno importanti. A causa del fenomeno del crossover, in molte attività atletiche i depositi di glicogeno costituiscono la principale fonte di energia per l'esercizio fisico. I lipidi diventano importanti fonti energetiche durante la fase di recupero. Il termine SNS si riferisce al sistema nervoso simpatico ed agli effetti metabolici dell'adrenalina e della noradrenalina. (B) Illustrazione del crossover nel passaggio da lipidi a carboidrati quando l'intensità dello sforzo aumenta (25%  $\dot{V}O_2$  max) (Riprodotta da rif. bibl. 7).

L' aumentata ossidazione lipidica durante le fasi medio-avanzate di un esercizio fisico moderato riduce la quantità di energia che deve essere ricavata dalla scissione del glicogeno muscolare, la cui deplezione sembra essere una delle principali cause di affaticamento muscolare.

Quando si considera il ruolo del metabolismo glucidico nella produzione dell'energia durante un esercizio fisico, devono essere esaminate due aree importanti:

- Combustibile per la produzione di energia
- Mantenimento dei livelli di glucosio plasmatico

L'assorbimento del glucosio deve aumentare dai livelli a riposo a quelli durante lo sforzo in modo che sia disponibile una quantità sufficiente di combustibile (glucosio e glicogeno) da scindere per la produzione di energia

Per mantenere costanti i livelli del glucosio plasmatico questo aumento dell'assorbimento del glucosio deve essere “associato” alla produzione di glucosio a livello epatico.

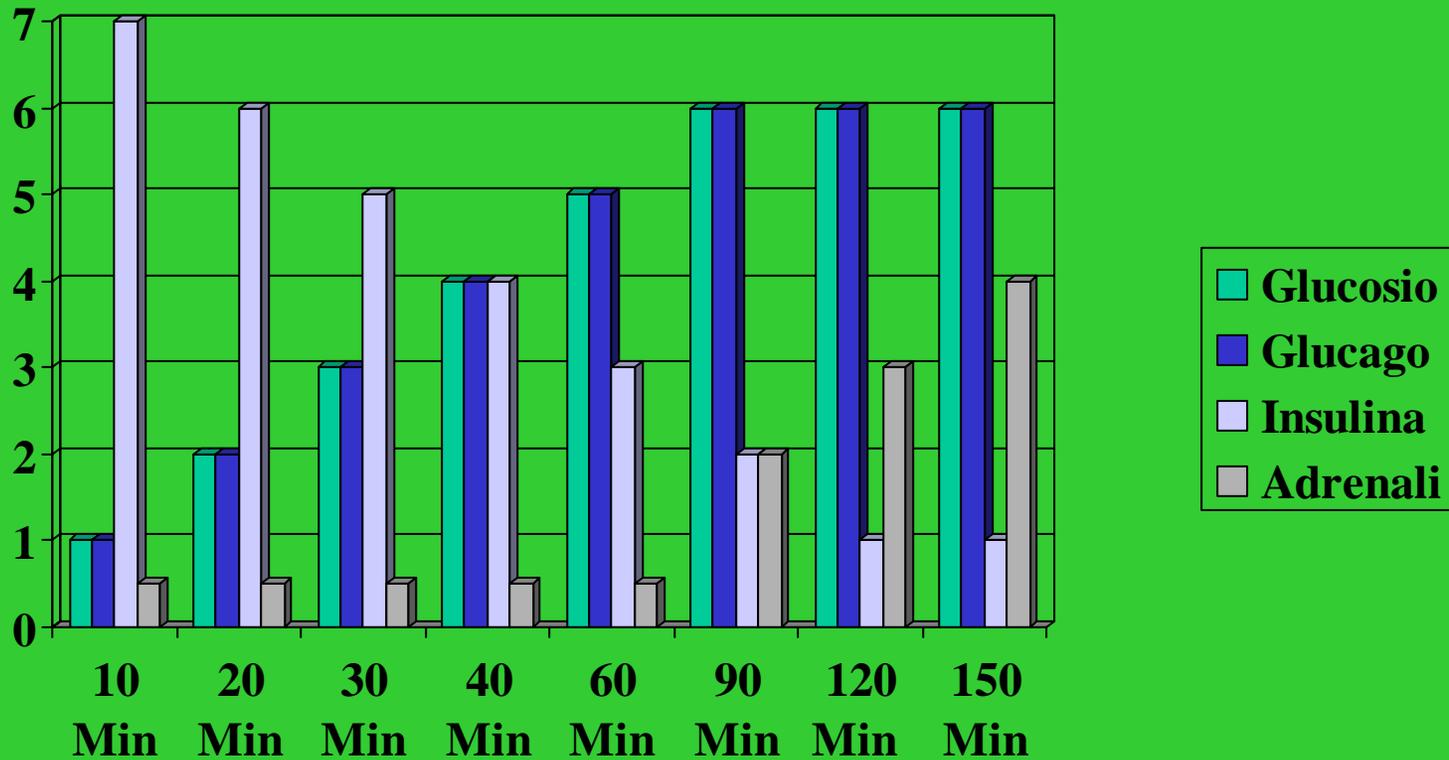
REGOLAZIONE  
DELLA  
PRODUZIONE DI  
GLUCOSIO  
EPATICO

Le variazioni nella velocità di produzione del glucosio epatico (HGP-Glicogenolisi) sono mediate da processi ormonali (insulina, glucagone, catecolamine, cortisolo, GH) e neurali.

A riposo l'HGP è regolata dai livelli circolanti di insulina e glucagone.

L'attività fisica è associata ad una caduta dei livelli di insulina plasmatica, che è compensata da un aumentato flusso ematico ed un aumento del glucagone.

# Produzione di glucosio durante un'attività fisica intensa



L'aspetto più importante della risposta ormonale consiste nel fatto che l'interrelazione tra i livelli di insulina e glucagone durante uno sforzo stimola la produzione di glucosio e mantiene costanti i livelli plasmatici dello stesso, prevenendo quindi l'ipoglicemia nonostante un aumento dell'assorbimento di glucosio da parte dei tessuti in attività.

Quando la durata dello sforzo diventa più prolungata l'aumento della secrezione di glucagone diventa particolarmente importante nella stimolazione della neogluco-genesi epatica.

Il Glucagone è responsabile di oltre il 60% della produzione epatica di glucosio durante una moderata attività fisica, tuttavia durante l'attività fisica intensa il ruolo del Glucagone è ancora maggiore.

Oltre al Glucagone, anche le Catecolamine e il Cortisolo sono responsabili della produzione epatica di glucosio.

REGOLAZIONE  
DEL  
METABOLISMO  
DEI CARBOIDRATI  
A LIVELLO  
MUSCOLARE

I livelli di glucosio plasmatico durante un esercizio fisico sono mantenuti costanti nonostante l'aumentata HGP a causa del corrispondente aumento dell'assorbimento di glucosio da parte dei muscoli

L'assorbimento del glucosio plasmatico a livello muscolare avviene per un processo di diffusione facilitata attraverso dei “trasportatori del glucosio”.

I trasportatori, sono delle proteine trans-membrana (GLUT1-GLUT7).

Nel muscolo il GLUT4 è il trasportatore dominante ed è presente anche il GLUT1 anche se ad una concentrazione significativamente inferiore.

Il GLUT4 è localizzato prevalentemente nel cuore, muscolo scheletrico e tessuto adiposo.

In condizioni basali il GLUT4 è contenuto in vescicole intracellulari.

Durante lo sforzo aumenta il numero, il turnover e la disponibilità del GLUT4

Sia l'insulina che la contrazione muscolare causano la traslocazione dei trasportatori dalle vescicole alle membrane delle cellule muscolari.

L'aumento del flusso ematico durante uno sforzo può controbilanciare la riduzione della concentrazione di insulina.

# LIPIDI QUALI FONTE DI ENERGIA

I grassi sono di gran lunga la fonte di energia potenzialmente più abbondante.

Sebbene la capacità di questo sistema energetico sia vasta, la velocità alla quale fornisce energia è considerevolmente più bassa rispetto a quella delle fonti energetiche immediate o a quella del metabolismo glucidico.

Le tappe che portano all'utilizzo dei grassi come fonte energetica sono:

- Lipolisi
- Mobilizzazione
- Trasporto
- Assorbimento
- Traslocazione
- Beta-ossidazione/catena respiratoria

La lipasi ormone-sensibile (HSL)  
regola la degradazione dei TG  
accumulati nel tessuto adiposo ad  
acidi grassi e glicerolo.

L'attivazione dell'HSL avviene  
per fosforilazione ad opera delle  
catecolamine.

Una volta mobilizzati dal tessuto adiposo verso il circolo ematico, gli FFA si legano all'albumina per poter essere trasportati al muscolo.

A livello della membrana muscolare l'albumina e gli FFA si dissociano e gli FFA entrano nel muscolo tramite un processo mediato da carrier.

Una volta all'interno della cellula, gli FFA sono depositati sotto forma di TG o vengono ossidati.

Il glicerolo viene scisso nella  
neoglucogenesi.

Fattori quali la disponibilità degli FFA, il potenziale ossidativo del muscolo (beta-ossidazione e ciclo di Krebs) e la disponibilità dei carboidrati sono fattori importanti nella regolazione dell'utilizzo degli FFA.

L' HSL è inibita dall'insulina.

I trigliceridi muscolari sono importanti produttori di energia durante l'attività fisica prolungata.

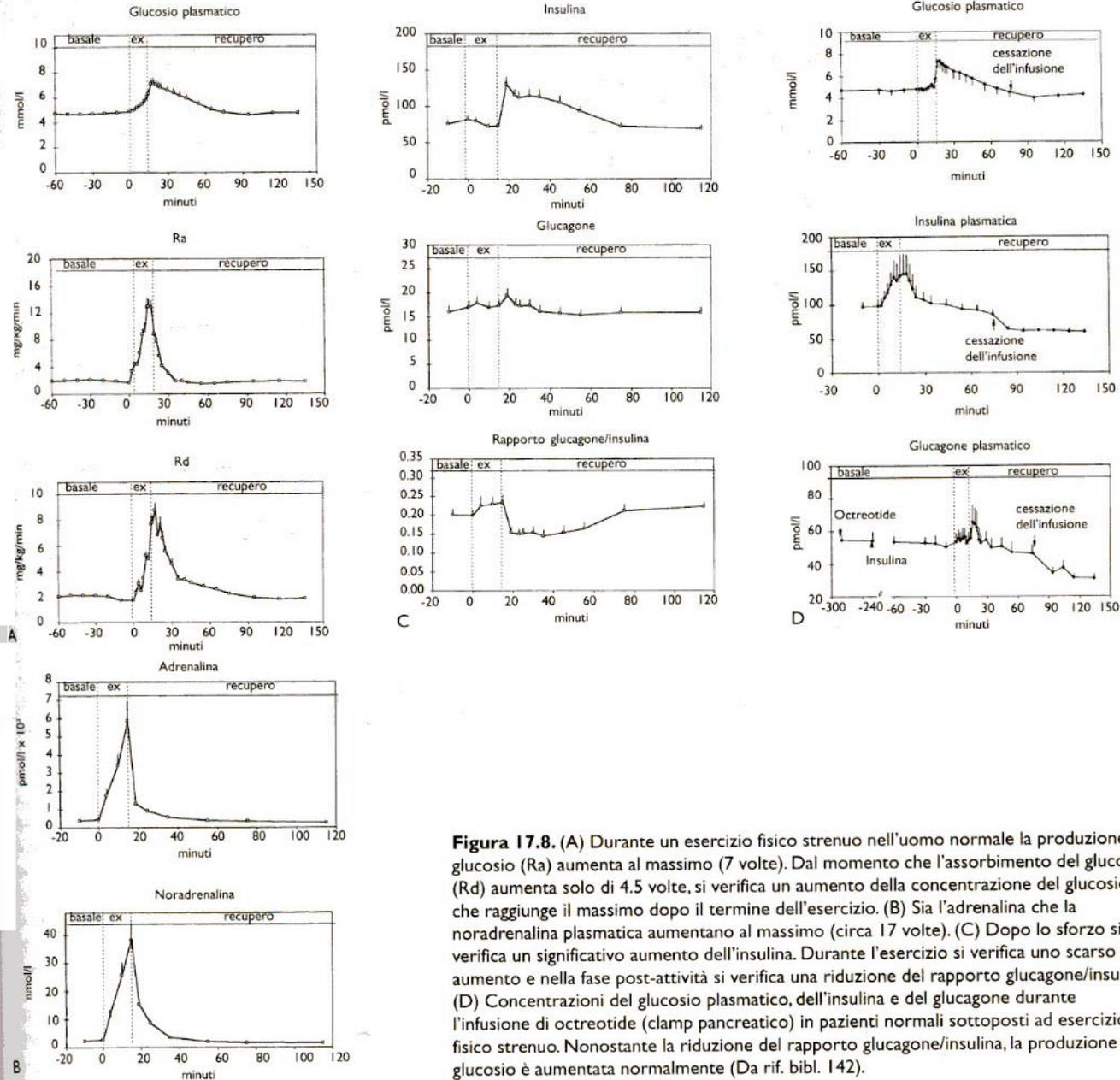
Oltre ad agire come un'abbondante fonte di energia, i livelli di FFA influenzano anche l'utilizzo dei carboidrati.

Dal momento che la deplezione di glicogeno è direttamente proporzionale all'affaticamento muscolare, l'utilizzo dei lipidi preserva i carboidrati e ritarda l'insorgenza della fatica.

Gli FFA e i corpi chetonici  
inibiscono l'assorbimento del  
glucosio nelle fibre a contrazione  
lenta.

PROTEINE  
COME FONTE  
ENERGETICA

Il contributo delle proteine come fonte energetica durante uno sforzo è limitato 5-18%.



**Figura 17.8.** (A) Durante un esercizio fisico strenuo nell'uomo normale la produzione di glucosio (Ra) aumenta al massimo (7 volte). Dal momento che l'assorbimento del glucosio (Rd) aumenta solo di 4.5 volte, si verifica un aumento della concentrazione del glucosio che raggiunge il massimo dopo il termine dell'esercizio. (B) Sia l'adrenalina che la noradrenalina plasmatica aumentano al massimo (circa 17 volte). (C) Dopo lo sforzo si verifica un significativo aumento dell'insulina. Durante l'esercizio si verifica uno scarso aumento e nella fase post-attività si verifica una riduzione del rapporto glucagone/insulina. (D) Concentrazioni del glucosio plasmatico, dell'insulina e del glucagone durante l'infusione di octreotide (clamp pancreatico) in pazienti normali sottoposti ad esercizio fisico strenuo. Nonostante la riduzione del rapporto glucagone/insulina, la produzione del glucosio è aumentata normalmente (Da rif. bibl. 142).