

# Diabete e attività fisica



**Dott. Francesco Costantino**

Clinica Pediatrica  
Servizio di Diabetologia Infantile  
Università "La Sapienza" Roma

# Tipologia del Diabete

## Diabete mellito tipo 1



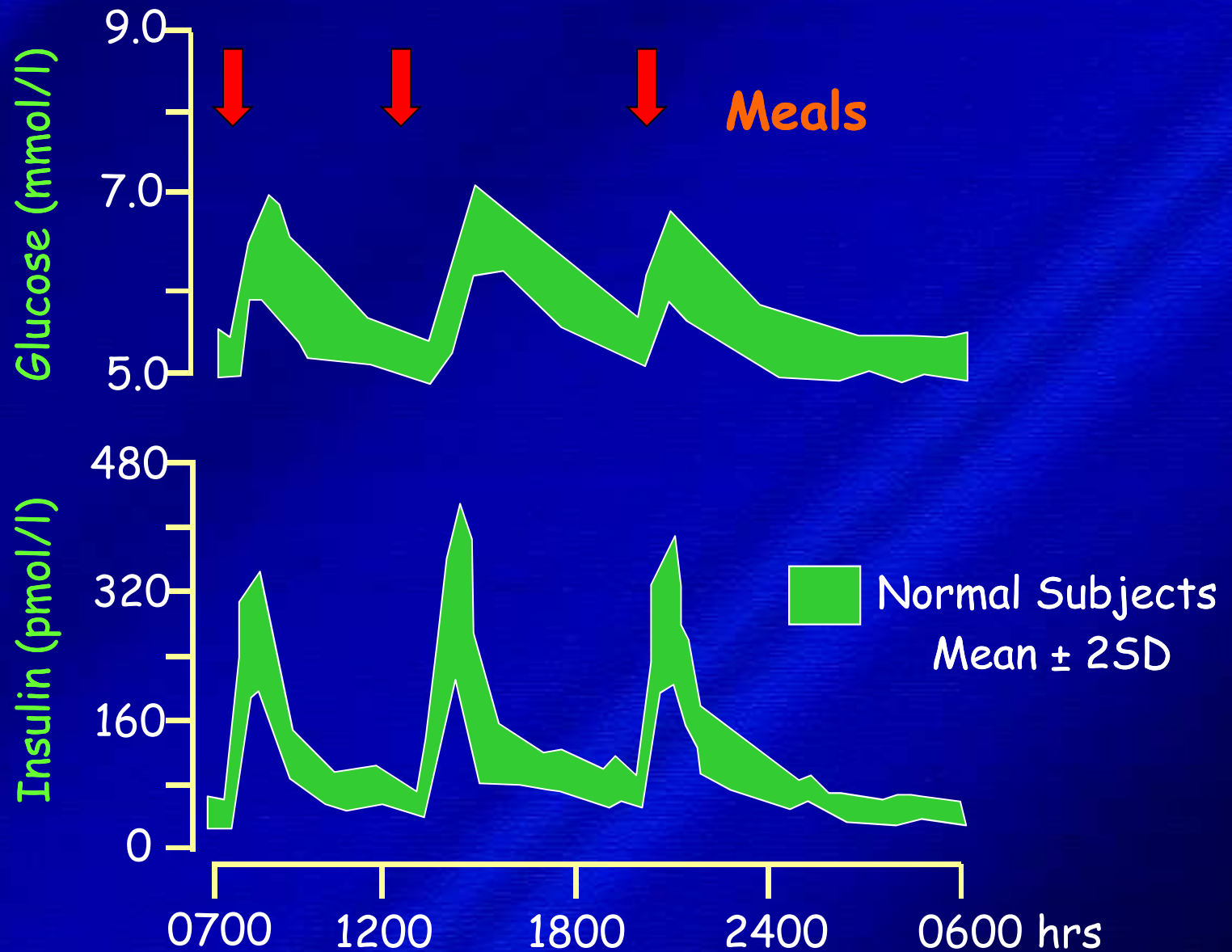
E' caratterizzato dalla distruzione delle beta cellule con conseguente riduzione e successiva scomparsa della secrezione di insulina

## Diabete mellito tipo 2



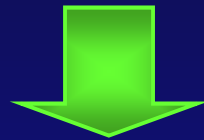
E' caratterizzato da insulino-resistenza con successiva riduzione della secrezione di insulina

# Glucose Homeostasis

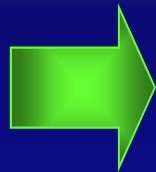


# I pilastri della terapia nel Diabete Tipo 1

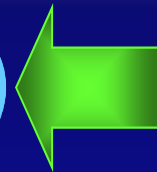
Terapia farmacologica



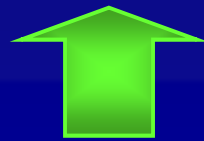
Autocontrollo



PAZIENTE



attività  
fisica



Educazione alimentare  
CHO Counting

# Funzioni dell'insulina


- regola la penetrazione del glucosio nella cellula

- favorisce il deposito delle molecole di glucosio come glicogeno

- favorisce l'utilizzazione di glucosio come substrato energetico

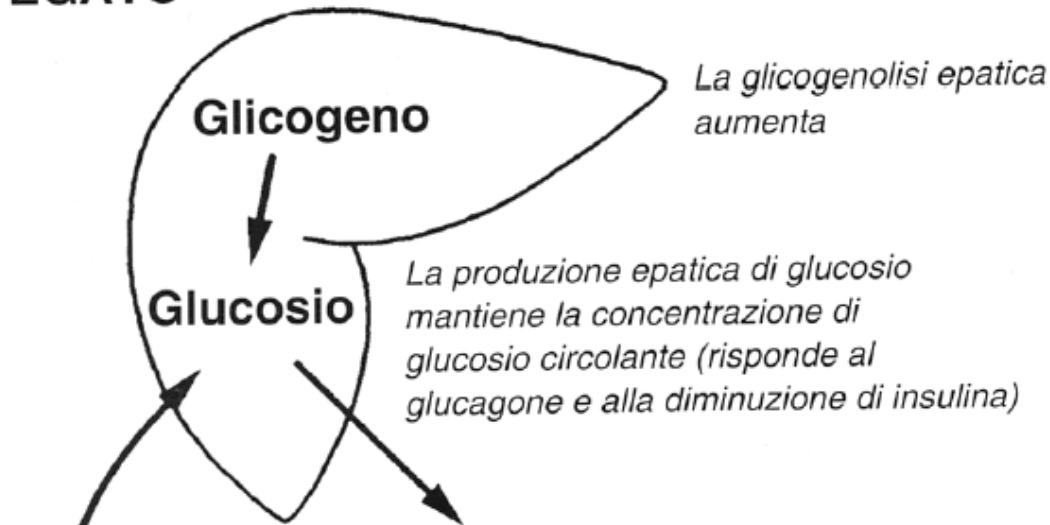
- aumenta la sintesi proteica e i grassi a lunga catena

# Effetti biologici dell'Insulina

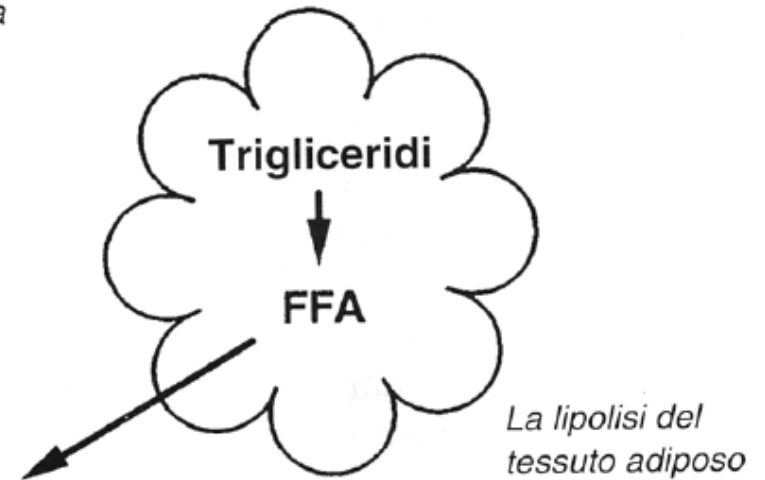
ORGANO  BERSAGLIO	METABOLISMO GLICIDICO	METABOLISMO LIPIDICO	METABOLISMO PROTEICO
FEGATO	<p>↑ glicogenosintesi glicolisi</p> <p>gluconeogenesi ↓</p>	<p>↑ sintesi trigliceridi</p> <p>β-ossidazione ↓ chetogenesi ↓</p>	<p>catabolismo proteico ↓</p>
TESSUTO ADIPOSO	<p>↑ captazione glucosio glicolisi</p>	<p>↑ sintesi trigliceridi</p> <p>lipasi ormono-sensibile ↓</p>	
MUSCOLO	<p>↑ captazione glucosio glicolisi glicogenosintesi</p>		<p>↑ captazione acidi proteosintesi</p>

 tessuti insulino-dipendenti

## FEGATO



## GRASSO



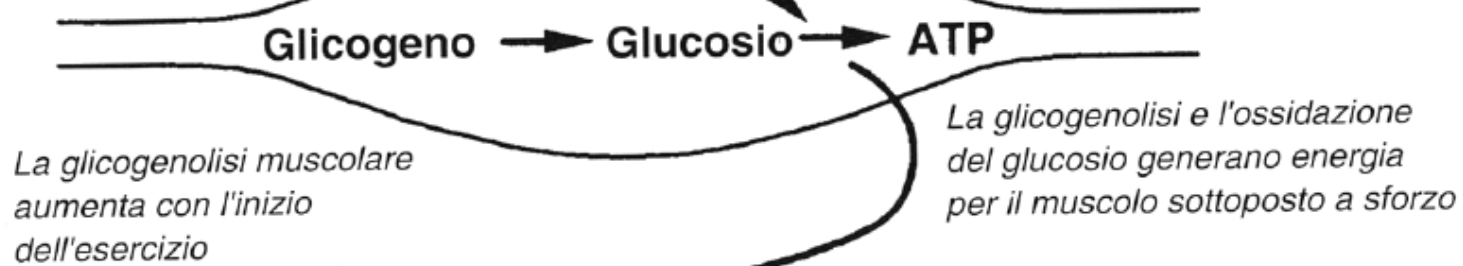
*La gluconeogenesi epatica aumenta*

**Glucosio**

*La captazione del glucosio aumenta precocemente durante lo sforzo*

**FFA**

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



**Lattato**

## MUSCOLO

# Fisiologia dell'esercizio

I muscoli scheletrici a riposo hanno un basso metabolismo



Durante lo sforzo le loro richieste energetiche possono aumentare fino a **100** volte

Il sistema cardiorespiratorio deve essere in grado di soddisfare le aumentate richieste metaboliche





# Fisiologia dell'esercizio

L'esecuzione di uno sforzo muscolare dipende dalla capacità:

di trasferire l'O<sub>2</sub> ai mitocondri in q.tà sufficiente a soddisfare l'aumentata richiesta energetica

eliminare la CO<sub>2</sub> ad una velocità tale da mantenere lo stato di steady-state (equilibrio acido-base dei muscoli entro il range compatibile con un efficace accoppiamento chimico-meccanico)

# Fisiologia dell'esercizio fisico

L'utilizzazione dei diversi substrati durante l'esercizio fisico è in stretta relazione con l'intensità, la durata, il grado di allenamento, il tipo di alimentazione

**METABOLISMO  
ENERGETICO**



Metabolismo  
glucidico



Metabolismo  
lipidico



Metabolismo  
proteico

# Fisiologia dell'esercizio fisico

## Metabolismo glucidico

di pronto intervento



Glicogeno muscolare



Glicogenolisi epatica



Gluconeogenesi epatica (da lattato, alanina e piruvato)



# Fisiologia dell'esercizio fisico

## Metabolismo lipidico



Attività protratta



L'ossidazione degli acidi grassi essenziali a catena lunga è essenziale per la produzione di ATP nel muscolo



Gli acidi grassi derivano dalla lipolisi dei trigliceridi



Oltre alla loro aumentata ossidazione si ha aumentata produzione di chetoni

# Fisiologia dell'esercizio fisico

## Metabolismo proteico



Oltre l'attività fisica  
(recupero)



Aumento dell'alanina (transaminazione di piruvato dal metabolismo glucidico muscolare)



Aumento degli aminoacidi a catena ramificata per maggiore dismissione epatica

# Fisiologia dell'esercizio fisico

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

NERVOSI  
ENDOCRINI  
METABOLICI

CARDIO-  
RESPIRATORI

dipendenti da

VASCOLARI

MUSCOLARI

Intensità  
Durata  
Tipo di esercizio fisico

# Risposte ormonali nell'esercizio fisico



Riduzione dei livelli plasmatici di insulina per effetto inibitorio  $\alpha$ -adrenergico sulle  $\beta$ -cellule



Aumento degli "ormoni della controregolazione" (glucagone, cortisolo, epinefrina, norepinefrina) che favoriscono la dismissione epatica di glucosio e la lipolisi

# Fisiologia dell'esercizio fisico

## Risposta endocrino-metabolica

### ACUTA

- ❖ ↑ CATECOLAMINE  
(glicogenolisi, lipolisi)
- ❖ ↓ INSULINA
- ❖ ↔ ↑ GLUCAGONE  
(glicogenolisi)

### CRONICA

- ❖ ↑ GLUCAGONE  
(glicogenolisi)
- ❖ ↑ CORTISOLO  
(glicogenolisi, neoglucogenesi)
- ❖ ↑ GH



# Azioni biologiche del GH

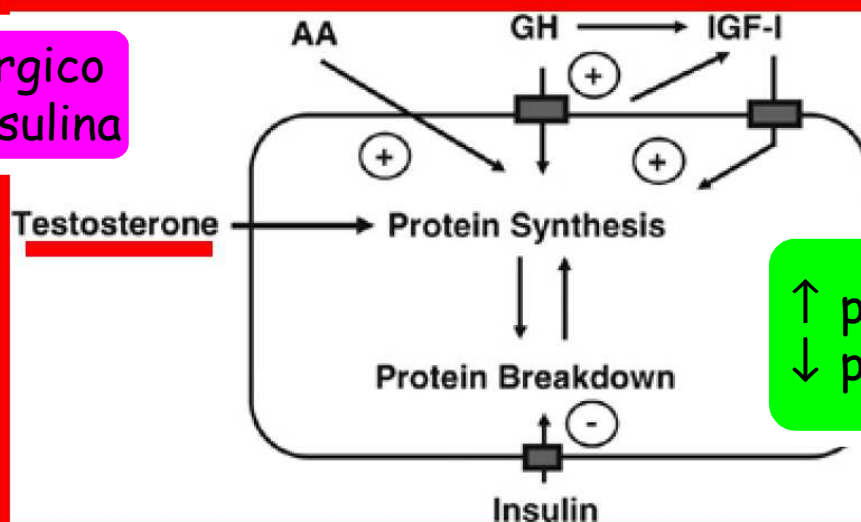
## DIRETTE

- ↑ Lipolisi
- ↑ Neoglicogenesi
- ↑ Chetogenesi
- Ritenzione di Na e H<sub>2</sub>O
- ↓ Uptake glucosio (muscolo)

## INDIRETTE (IGF-1 mediate)

- ↑ Sintesi proteiche
- ↑ Masse muscolari
- ↑ Crescita cartilagini
- ↑ Crescita osso
- Sintesi DNA e RNA

Effetto sinergico  
GH/IGF 1/insulina



↑ passaggio intracellulare di aa  
↓ proteolisi

# Fisiologia dell'esercizio fisico

## MUSCOLO SCHELETRICO

### Fibre tipo I (a contrazione lenta)

- ❖ **Determinate geneticamente**
- ❖ ↑ insulinosensibilità
- ❖ ↑ Proteina GLUT (aumenta ulter.te la risposta all'es. fisico)
- ❖ ↑ capacità ossidativa
- ❖ ↑ vascolarizzazione capillare

### Fibre tipo II (a contrazione rapida)

- ❖ **IIb glicolitiche**
  - ↓ insulinosensibilità
  - ↑ Proteina GLUT 4
- ❖ **IIa ossidative**
  - ↑ insulinosensibilità
  - ↑ Proteina GLUT 4

# Fisiologia dell'esercizio fisico



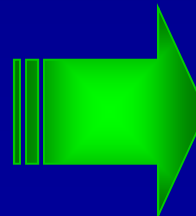
A livello del muscolo scheletrico, l'esercizio fisico induce:

↑ **Vascolarizzazione**  
(quindi ↑ esposizione ai substrati energetici e all'insulina)

↑ **Proteina GLUT4**  
(quindi ↑ captazione del glucosio)

↑ **Conversione Fibre IIb**

**Fibre IIa**



# Fisiologia dell'esercizio fisico



Il consumo di  $O_2$  può aumentare di >20 volte dei livelli basali



I muscoli sfruttano le riserve di glicogeno, trigliceridi e FFAs (dai depositi adiposi)



La glicemia viene mantenuta costante per assicurare un regolare fabbisogno di glucosio al SNC



Le variazioni metaboliche che mantengono l'euglicemia sono in massima parte mediate x via ormonale

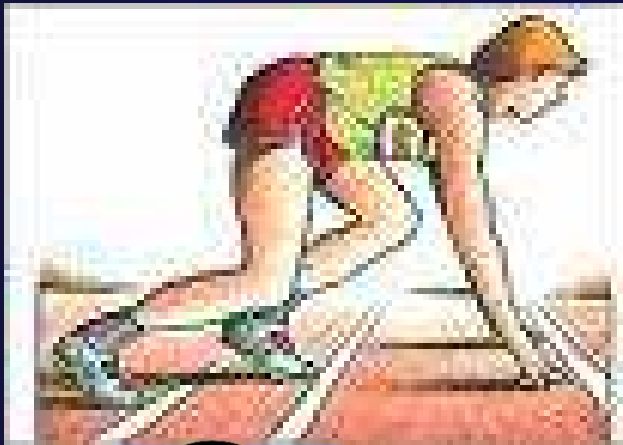


Una riduzione di insulina e la presenza di glucagone plasmatici sono necessari x il precoce incremento della produzione epatica di glucosio durante lo sforzo



Durante sforzi prolungati un aumento di glucagone e di catecolamine gioca un ruolo chiave

# Fisiologia dell'esercizio fisico



## Il soggetto allenato

presenta un'aumentata percentuale di massa magra

presenta una maggiore percentuale di fibre IIa e quindi un maggiore metabolismo ossidativo

presenta una migliore sensibilità insulinica e un miglior profilo lipidico

utilizza FFA come principale substrato e in minor misura carboidrati con un lento declino delle riserve di glicogeno e una maggiore resistenza allo sforzo

# I carboidrati (CHO)

SEMPLICI

rapido assorbimento

COMPLESSI

lento assorbimento

FIBRE

non assorbite

**N.B.**

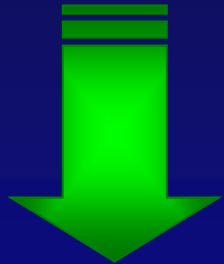
Zuccheri semplici o zuccheri complessi hanno più o meno gli stessi effetti sulla glicemia post-prandiale

# I carboidrati (CHO)



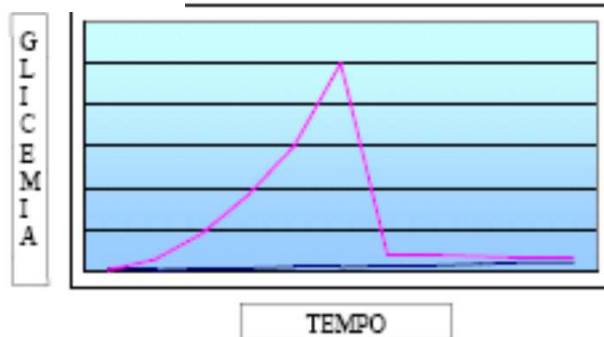
## SEMPLICI

Zucchero da tavola, miele e marmellate, torte, pasticcini, gelati, budini, caramelle, cioccolatini, torrone, bevande zuccherate, frutta



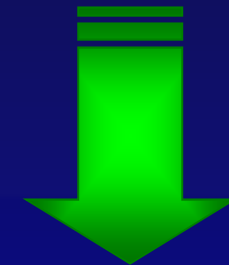
Rapido aumento della glicemia postprandiale

Succo di frutta



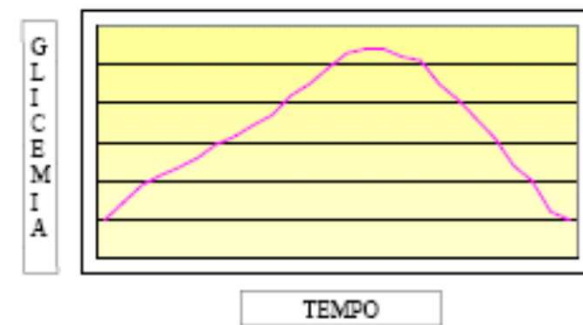
## COMPLESSI

Pane  
Pasta  
Riso  
Patate  
Legumi



Aumento graduale della glicemia postprandiale

Pane



# Diabete tipo 1 ed esercizio fisico

Consentite tutte le attività in pazienti giovani senza complicanze e con buon controllo glicometabolico

Necessario l'automonitoraggio glicemico frequente e la capacità di modificare le dosi insuliniche

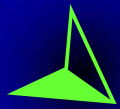
L'ipoglicemia può insorgere immediatamente, durante o alcune ore dopo l'esercizio



La terapia intensiva con analoghi ad azione rapida ha notevolmente migliorato la flessibilità della terapia



# Fisiopatologia del Diabete tipo 1



Scarse concentrazioni di insulina circolanti (terapia inadeguata) non contrastano l'eccessivo rilascio di ormoni contro-insulari (cortisolo, glucagone, catecolamine) aggravando l'iperglicemia e precipitando i già alti livelli di corpi chetonici



Al contrario, alti livelli di insulina (esogena) circolante possono ridurre o impedire la aumentata mobilizzazione di glucosio e substrati indotta dallo sforzo, causando ipoglicemia

# Diabete tipo 1 ed esercizio fisico

Prima  
dell'esercizio

- evitarlo  
se chetosi e glicemia >250mg/dl
- cautela se  
glicemia >300 mg/dl senza chetosi
- se glicemia <100mg/dl ingerire CHO

Alimentazione

- consumare CHO aggiuntivi  
x evitare ipoglicemie
- durante lo sforzo disporre  
di alimenti ricchi in CHO

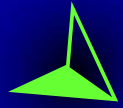


Auto-  
monitoraggio  
glicemico



prima e dopo  
l'esercizio

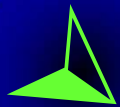
# Fisiopatologia del Diabete tipo 2



Simili eventi possono svilupparsi nei tipi 2 insulino-trattati o in terapia con sulfaniluree



L'ipoglicemia durante lo sforzo è di minor rilevanza in questi soggetti (riserva insulinica residua)



Inoltre, l'esercizio fisico regolare riduce l'insulino-resistenza e le alterazioni metaboliche correlate contribuendo al miglior controllo glico-metabolico

# Diabete tipo 2 ed esercizio fisico

Il Diabete tipo 2 è una componente della **Sindrome Metabolica**, associata a insulino-resistenza con ipertensione, obesità androide, ipertrigliceridemia, basso colesterolo HDL,  $\uparrow$  LDL e  $\uparrow$  FFAs.  
La maggior parte dei soggetti hanno vita sedentaria



Numerosi trials evidenziano  
il miglioramento  
della sensibilità insulinica e delle  
alterazioni metaboliche correlate

# La prescrizione dell'esercizio



Il medico deve rispondere ai quesiti:



?

Quale esercizio il paziente deve eseguire

?

Quanto dovrebbe essere pesante l'esercizio

?

Quanto dovrebbe durare l'esercizio

?

Quanto spesso dovrebbe allenarsi

?

Qual è il momento migliore per allenarsi

# Attività fisica nel Diabete

## DIABETE MELLITO TIPO 1

➤ da consigliare  
vivamente in terapia

➤ da programmare  
**accuratamente**  
con il paziente

## DIABETE MELLITO TIPO 2

➤ da consigliare  
vivamente in terapia

➤ da programmare  
con il paziente



GRADUATE!

