

# Metabolismo

Somma di tutte le reazioni chimiche che avvengono nel nostro organismo implicate in:

1. Estrazione di energia dai nutrienti
2. Utilizzo dell'energia per compiere lavoro
3. Immagazzinamento dell'energia in eccesso

- Le vie metaboliche che portano alla sintesi di grosse molecole a partire da precursori più piccoli vengono definite **vie anaboliche**

- Le vie metaboliche che degradano grosse molecole in costituenti più piccoli sono definite **vie cataboliche**

Il metabolismo si suddivide in:

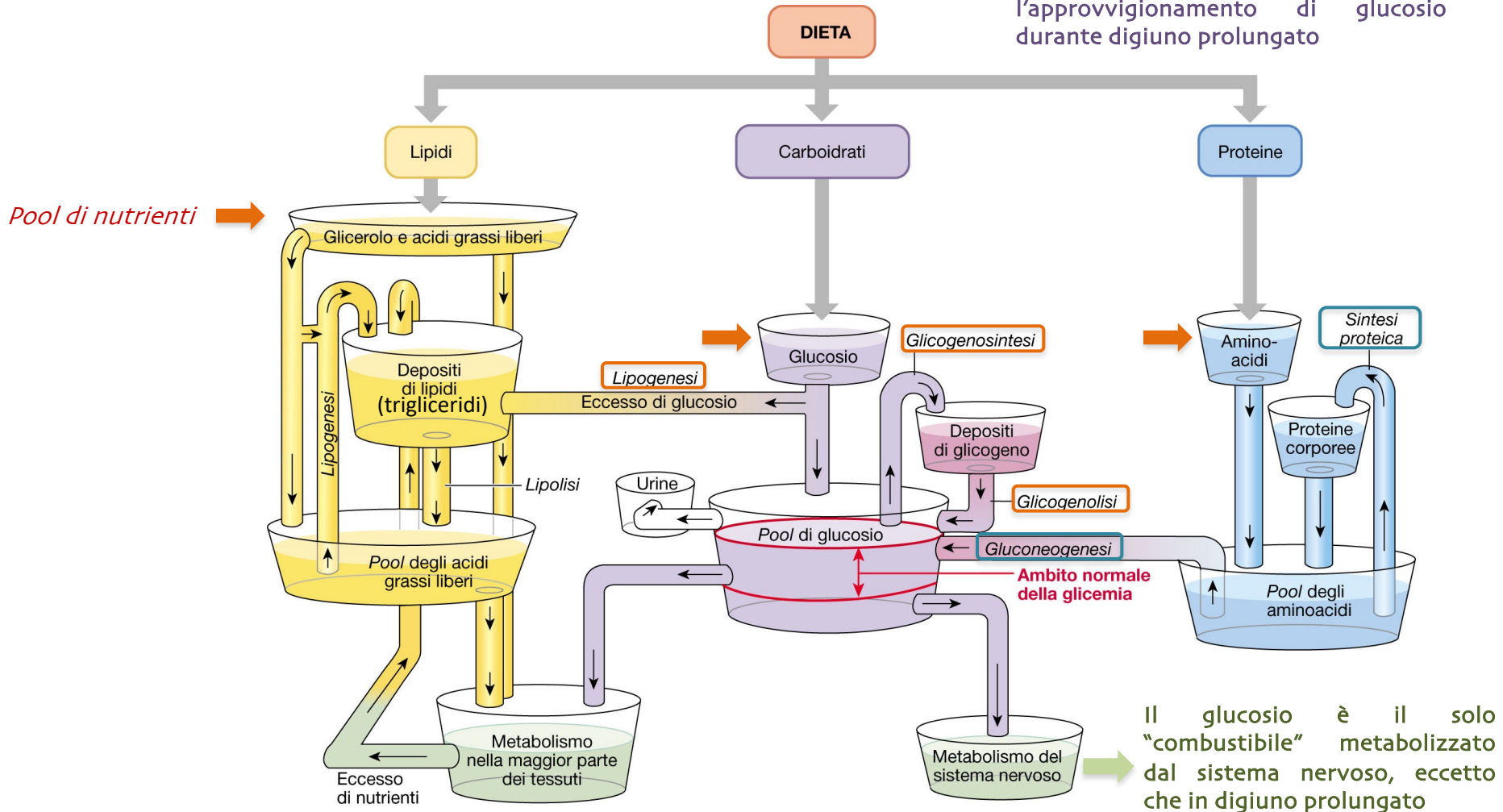
1. Uno stato di sazietà (**di assorbimento**), in seguito ad un pasto, quando le i prodotti della digestione vengono assorbiti, utilizzati e/o accumulati (**anabolico**)

2. Uno stato di digiuno (**post-assorbimento**), che coincide con l' utilizzo delle riserve di nutrienti da parte delle cellule → produce energia (**catabolico**)

Le molecole assimilate possono seguire destini diversi:

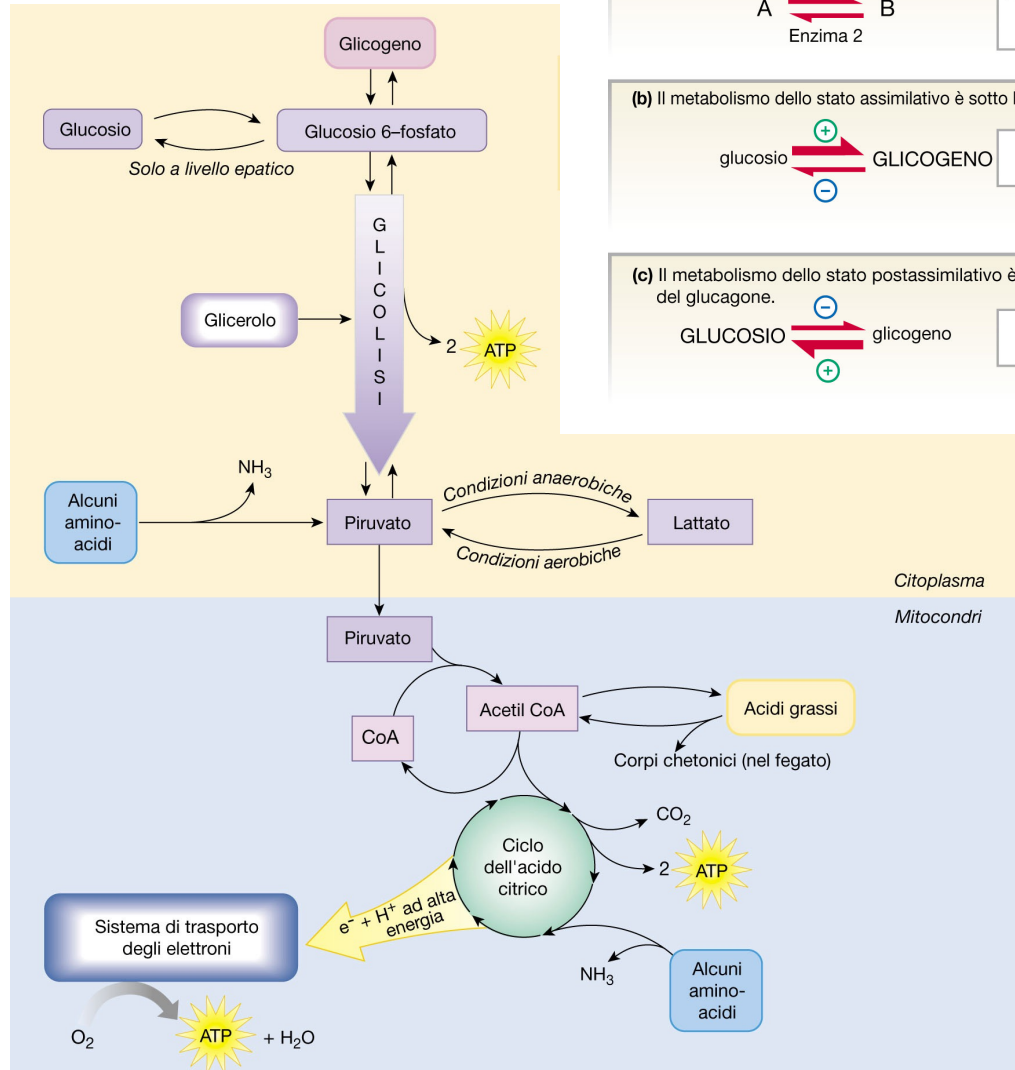
1. **Produzione di energia** (ATP, fosfocreatina nei muscoli scheletrici)
2. **Sintesi di nuove macromolecole** necessarie alla crescita e alla sopravvivenza cellulare
3. **Accumulo in forme di deposito** (glicogeno e grassi)

*Gluconeogenesi e Glicogenolisi sono i due meccanismi principali per l'approvvigionamento di glucosio durante digiuno prolungato*

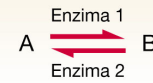


Il glucosio è il solo "combustibile" metabolizzato dal sistema nervoso, eccetto che in digiuno prolungato

# Vie metaboliche per la produzione di energia



(a) Senza regolazione dell'attività enzimatica, la via seguirà un circolo vizioso, senza guadagno né perdita finale di prodotti e di reagenti.



Nessuna produzione netta di prodotti o reagenti.

(b) Il metabolismo dello stato assimilativo è sotto l'influenza dell'insulina.



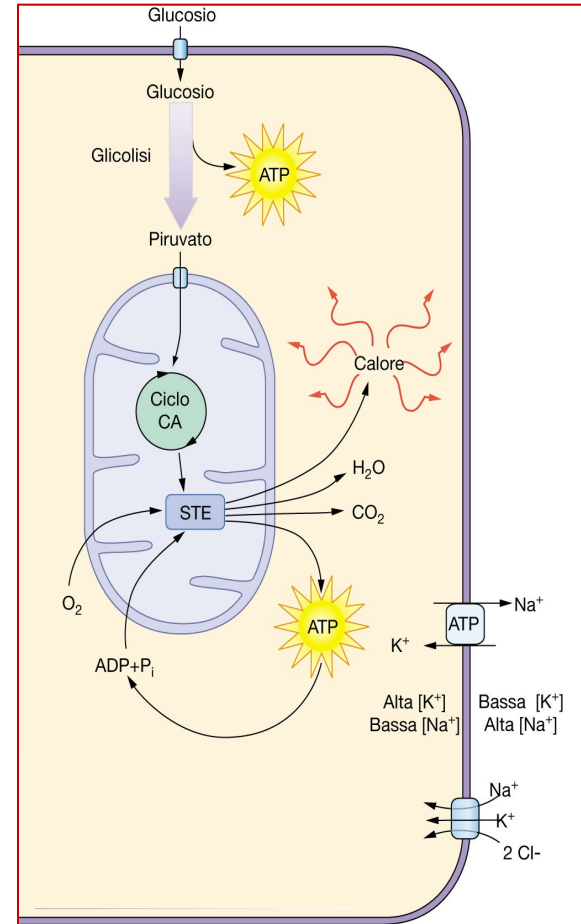
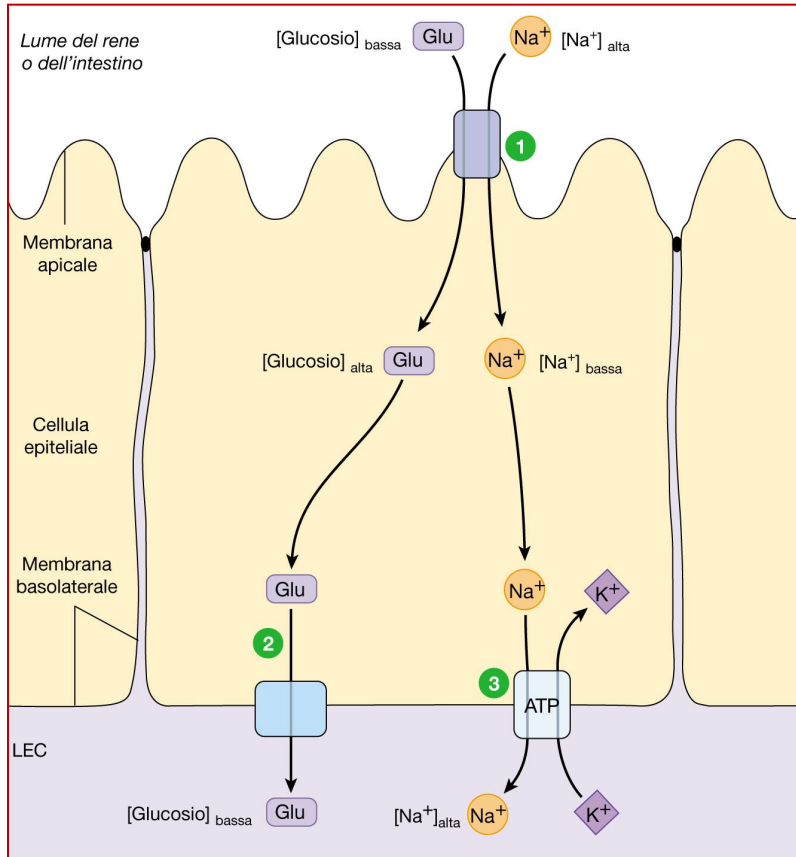
Produzione netta di glicogeno

(c) Il metabolismo dello stato postassimilativo è sotto l'influenza del glucagone.



Produzione netta di glucosio

# Il glucosio è la fonte principale di energia



Sistema portale epatico



fegato

30%

70%

Metabolizzato (sintesi di lipoproteine)

tessuto nervoso, muscoli, altri organi e tessuti



**TABELLA 22-2****Destino dei nutrienti nello stato assimilativo****Carboidrati, assorbiti principalmente come glucosio**

1. Usati immediatamente per produrre energia tramite le vie aerobiche\*
2. Usati per la sintesi di lipoproteine nel fegato
3. Accumulati come glicogeno nel fegato e nei muscoli
4. Quelli in eccesso vengono convertiti in grassi e accumulati nel tessuto adiposo:  
glucosio → piruvato → acetil-CoA → acidi grassi

**Proteine, assorbite principalmente come aminoacidi**

fegato →

1. La maggior parte degli aminoacidi raggiunge i tessuti per la sintesi proteica\* , sintesi di lipoproteine e di proteine plasmatiche (albumina, fattori coagulazione, angiotensinogeno)

↓ glucosio →

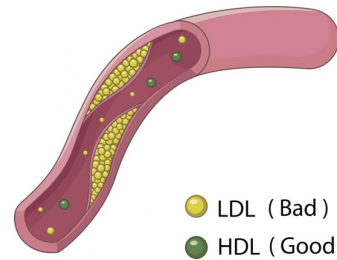
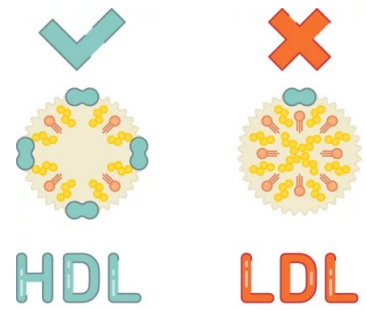
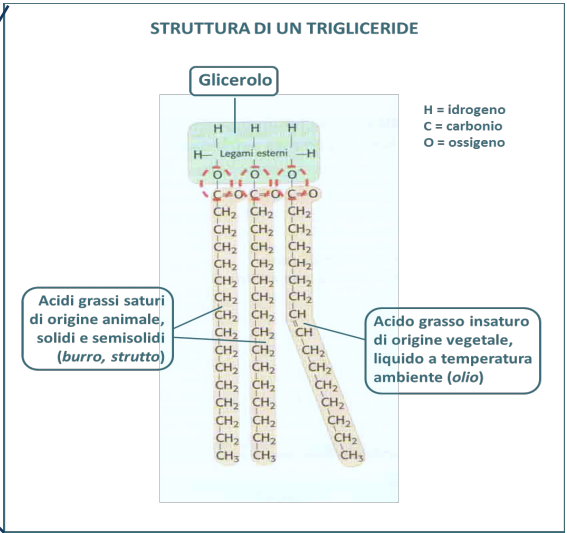
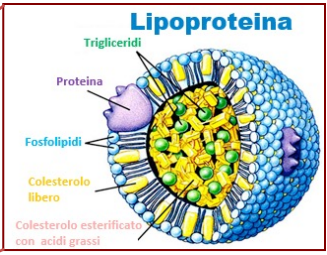
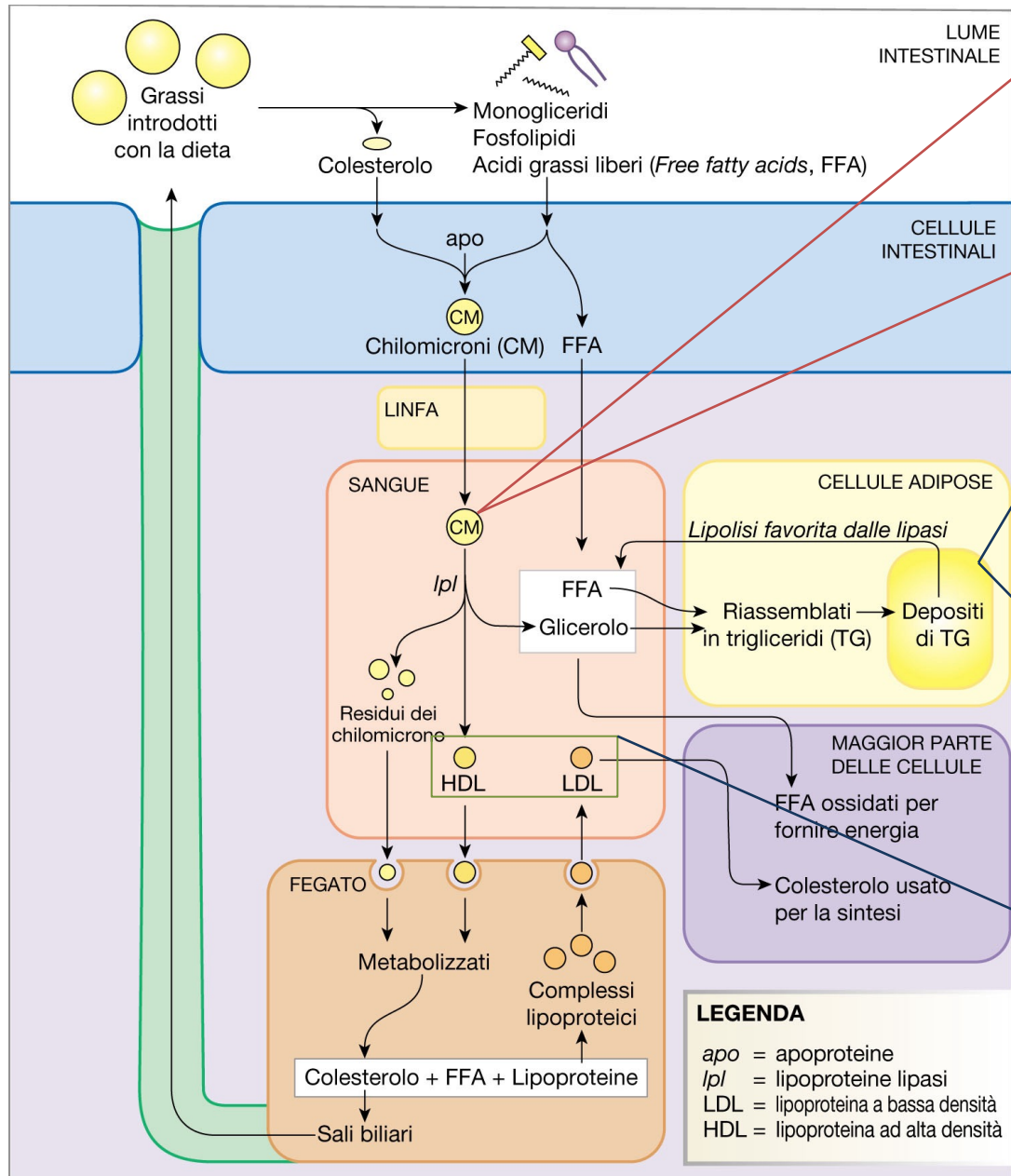
2. Se necessari per formare energia, gli aminoacidi vengono trasformati nel fegato in composti intermedi che entrano nel metabolismo aerobico
3. Quelli in eccesso vengono convertiti in grassi e accumulati nel tessuto adiposo:  
aminoacidi → acetil-CoA → acidi grassi

**Lipidi, assorbiti principalmente come trigliceridi**

1. Accumulati come grassi principalmente nel fegato e nel tessuto adiposo\*

\*Destino principale.

# Trasporto e destino dei grassi introdotti con la dieta

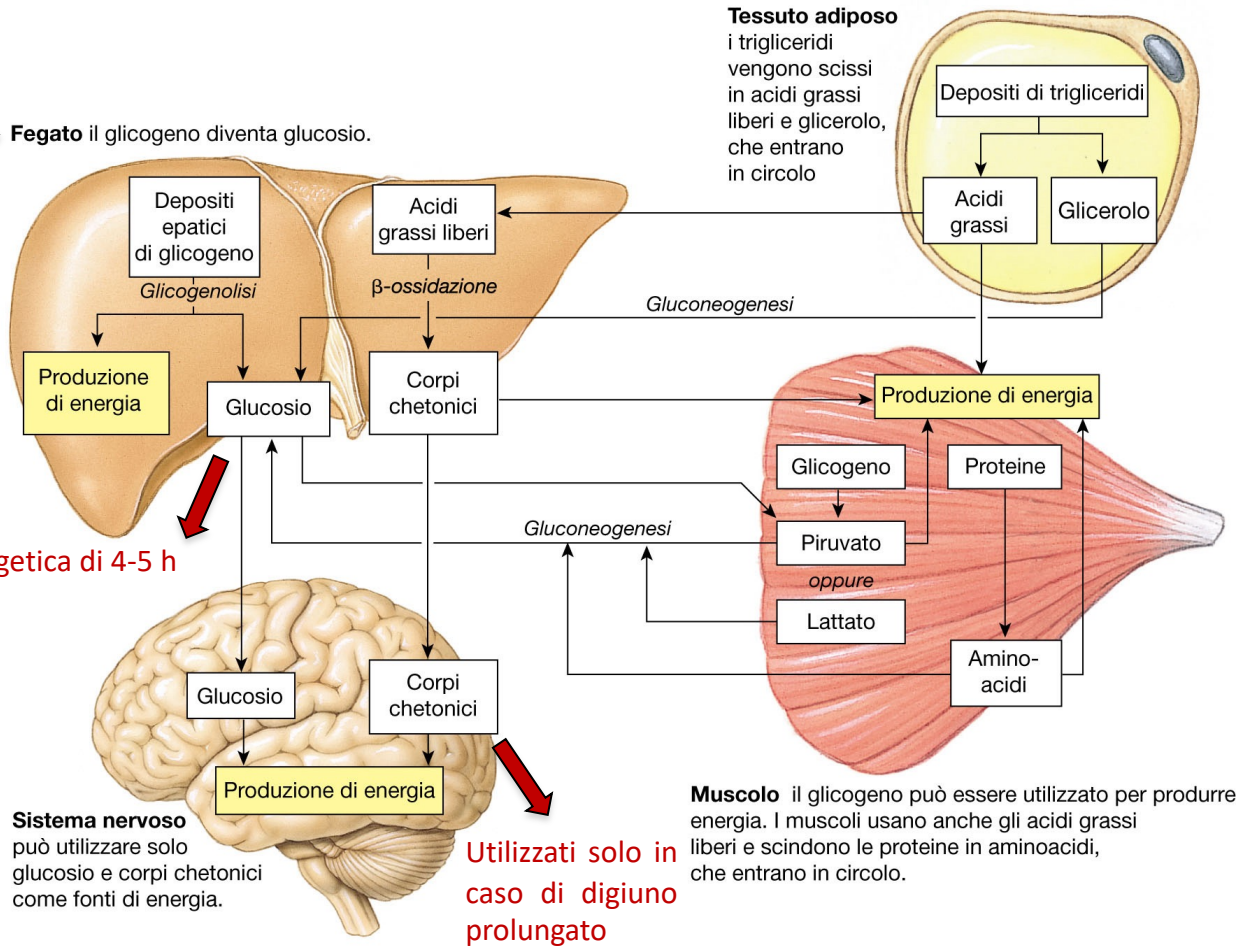


**LEGENDA**  
 apo = apoproteine  
 lpl = lipoproteine lipasi  
 LDL = lipoproteina a bassa densità  
 HDL = lipoproteina ad alta densità

# Fase post-assimilativa del metabolismo

Sorgente principale di glucosio → **Fegato** il glicogeno diventa glucosio.

Autonomia energetica di 4-5 h



**Tessuto adiposo**  
i trigliceridi  
vengono scissi  
in acidi grassi  
liberi e glicerolo,  
che entrano  
in circolo

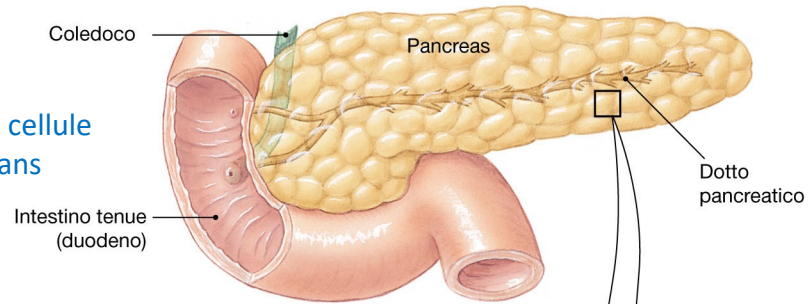
**Muscolo** il glicogeno può essere utilizzato per produrre energia. I muscoli usano anche gli acidi grassi liberi e scindono le proteine in aminoacidi, che entrano in circolo.

**Sistema nervoso**  
può utilizzare solo  
glucosio e corpi chetonici  
come fonti di energia.

# Il pancreas

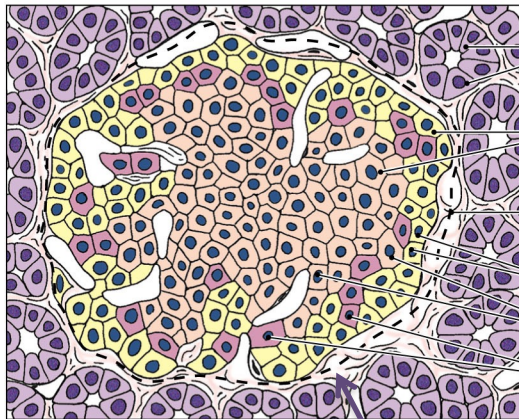
1869: Paul Langherans descrive aggregati di cellule con funzione endocrina: le Isole di Langherans

(a)

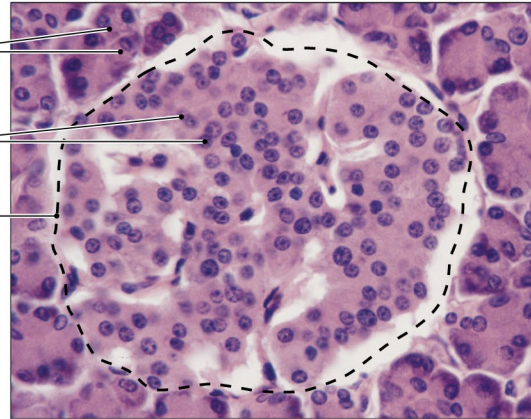


Secrezione di enzimi digestivi e bicarbonato

| CELLULA          | SECRETO:          |
|------------------|-------------------|
| Cellule $\alpha$ | Glucagone         |
| Cellule D        | Somatostatina     |
| Cellule $\beta$  | Insulina, amilina |



(b)



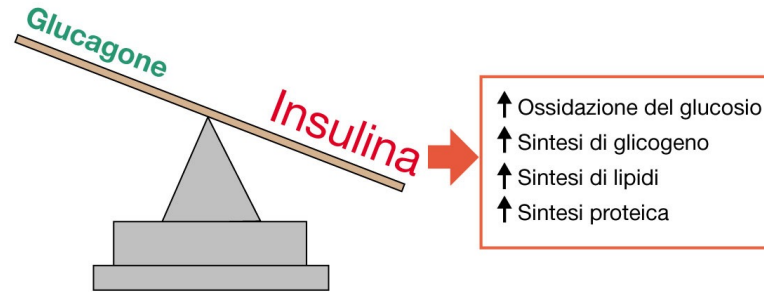
(c)

Innervate dal sistema nervoso simpatico e parasimpatico



# La glicemia è controllata dal rapporto Insulina-Glucagone

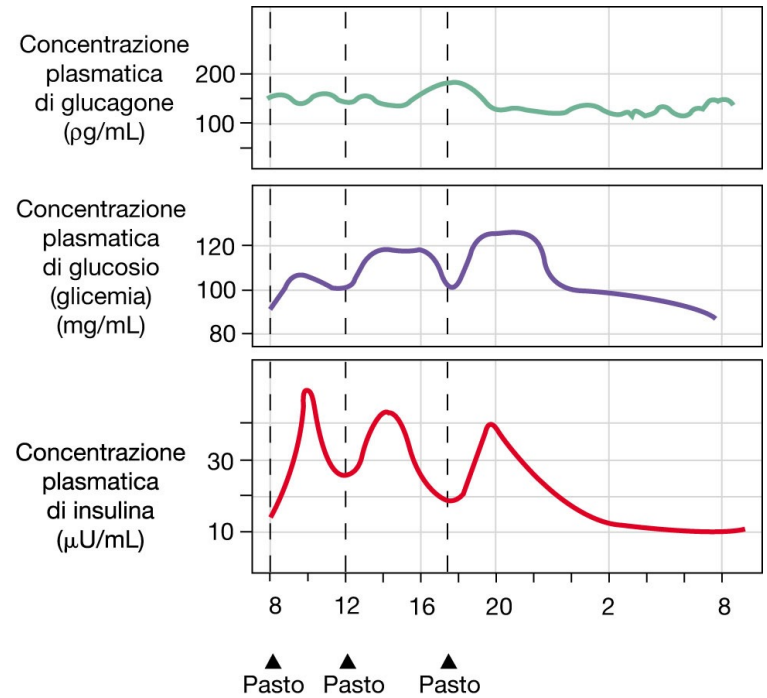
(a) Condizione di sazietà: domina l'insulina



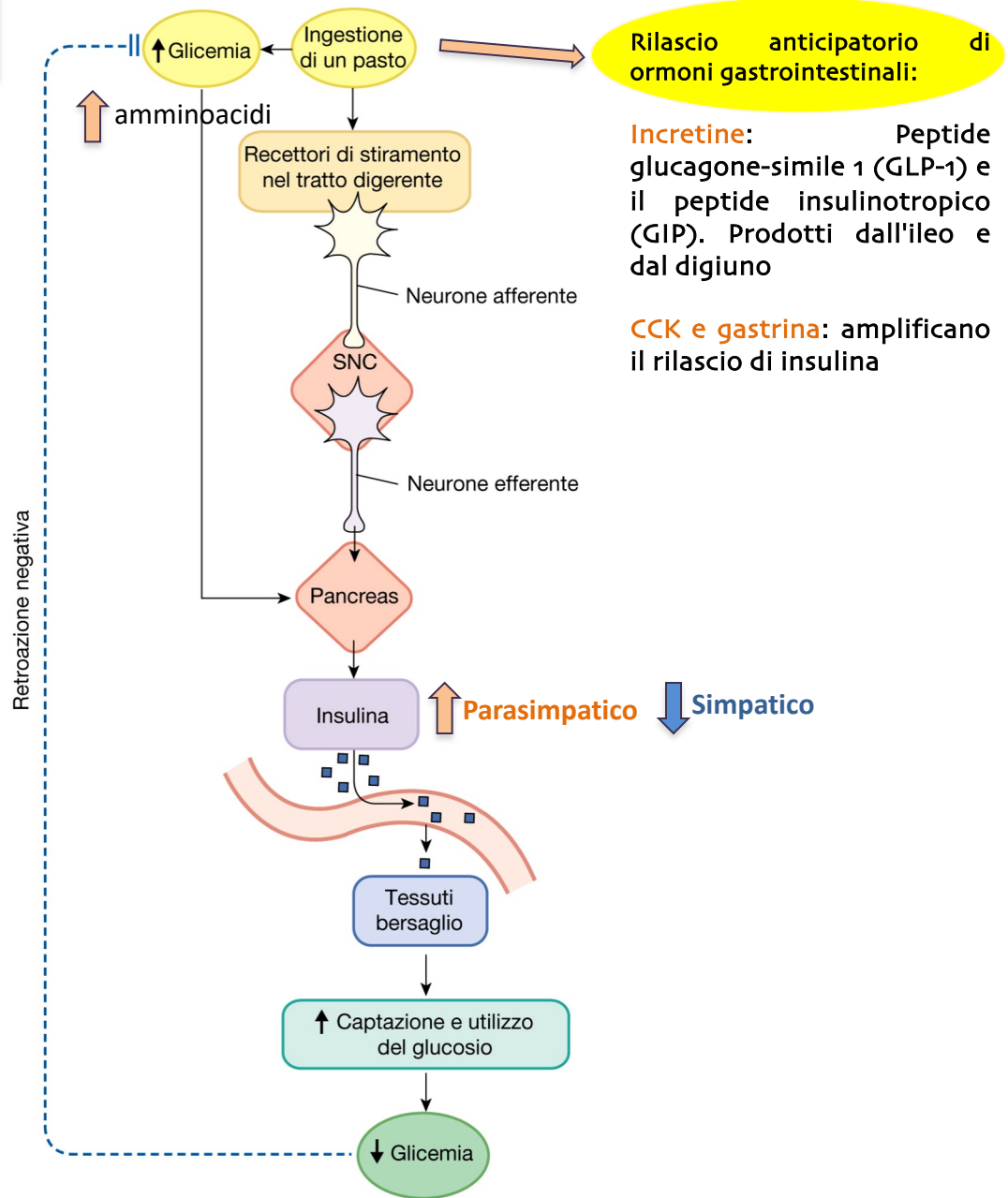
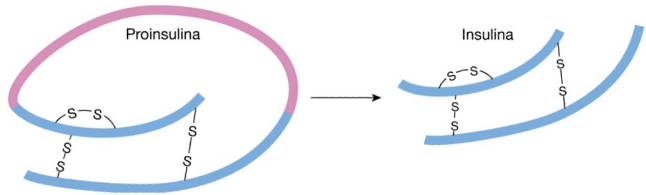
(b) Condizione di digiuno: domina il glucagone



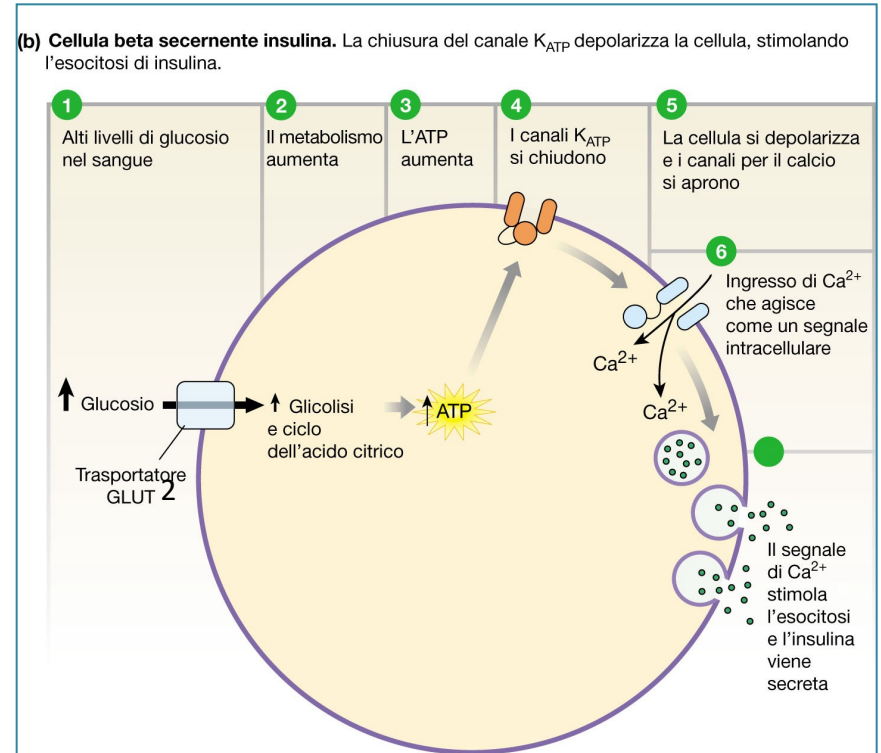
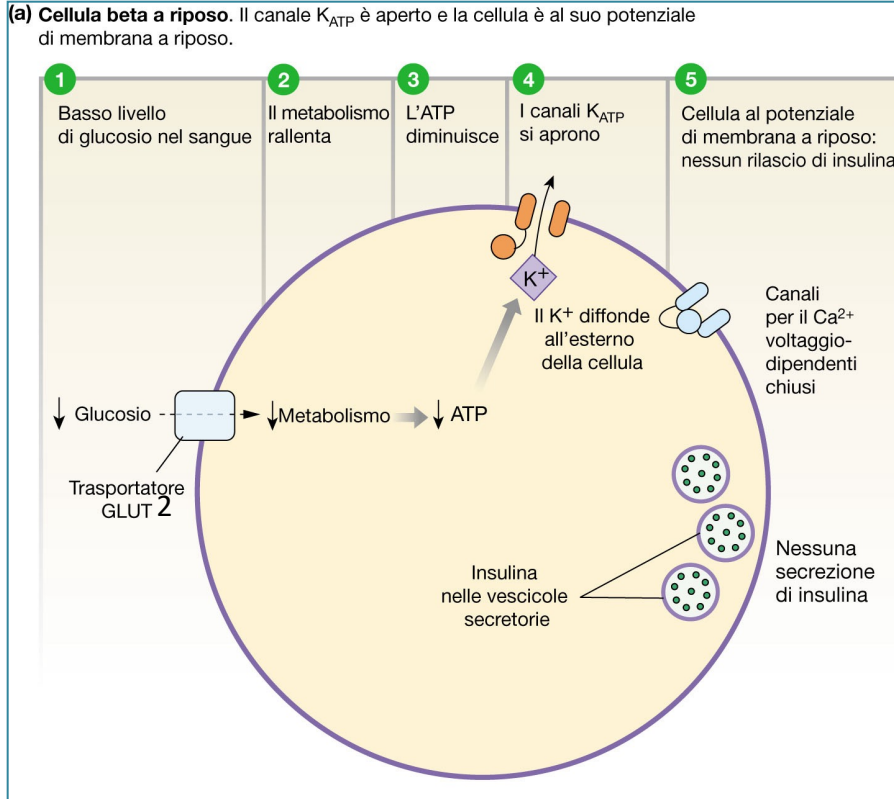
Impedisce l'ipoglicemia



# Rilascio di insulina



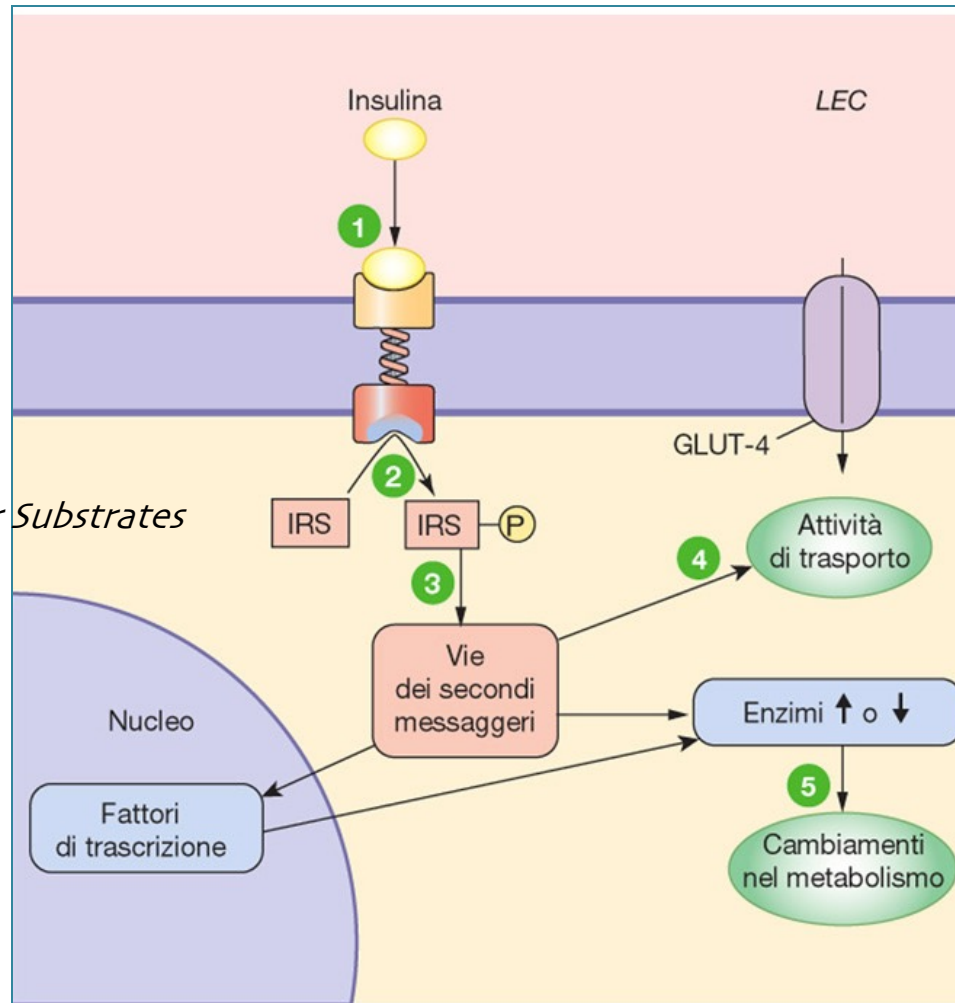
# Rilascio di insulina glucosio-mediato



# L'insulina agisce su recettori tirosin-chinasici

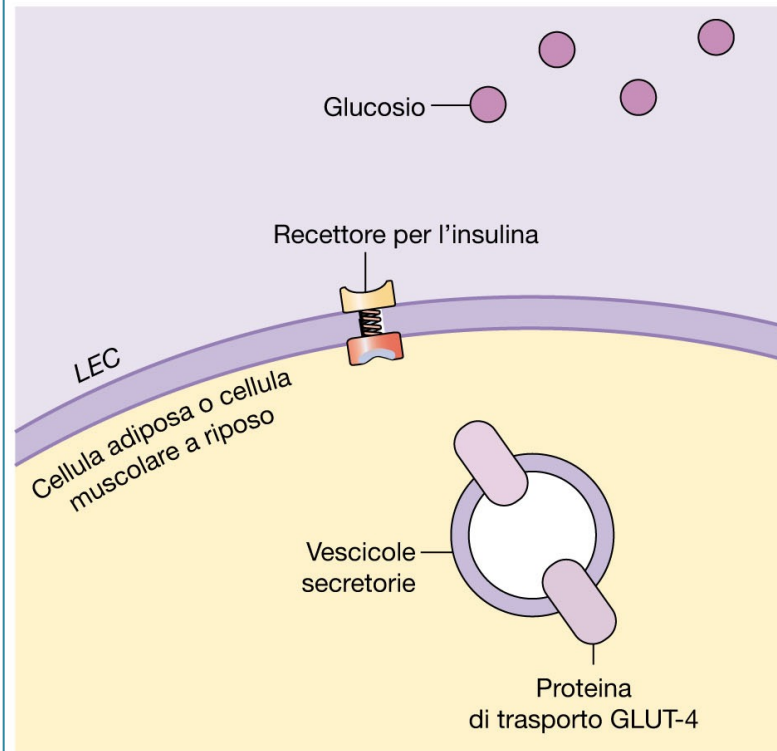
Fegato  
Tessuto adiposo  
Muscolo scheletrico

*Insulin-Receptor Substrates*

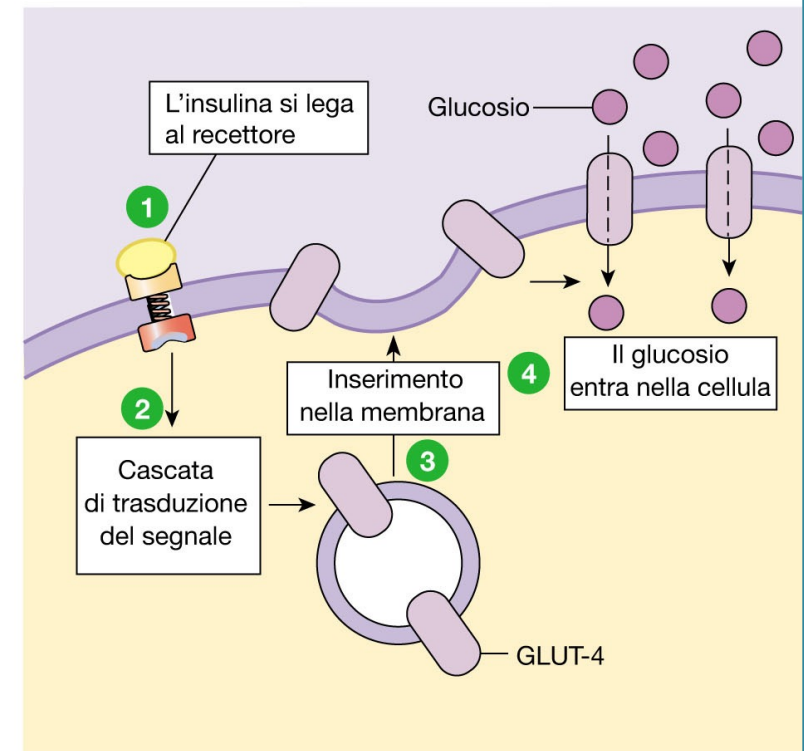


# Trasporto di glucosio negli adipociti e nei muscoli scheletrici a riposo

**(a)** In assenza di insulina il glucosio non può entrare nella cellula.



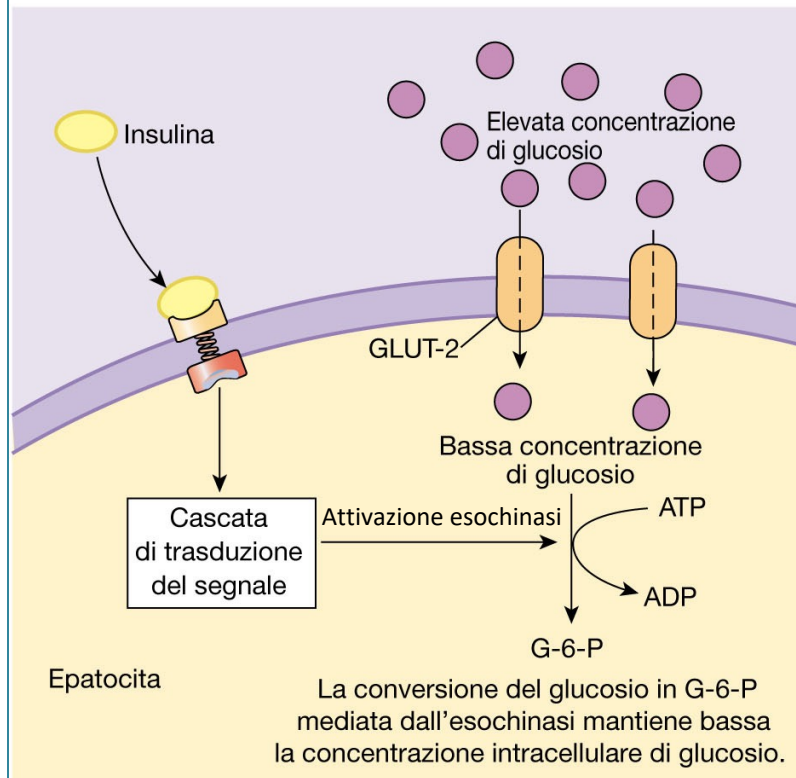
**(b)** L'insulina segnala alla cellula di inserire trasportatori GLUT-4 nella membrana, permettendo al glucosio di entrare nella cellula.



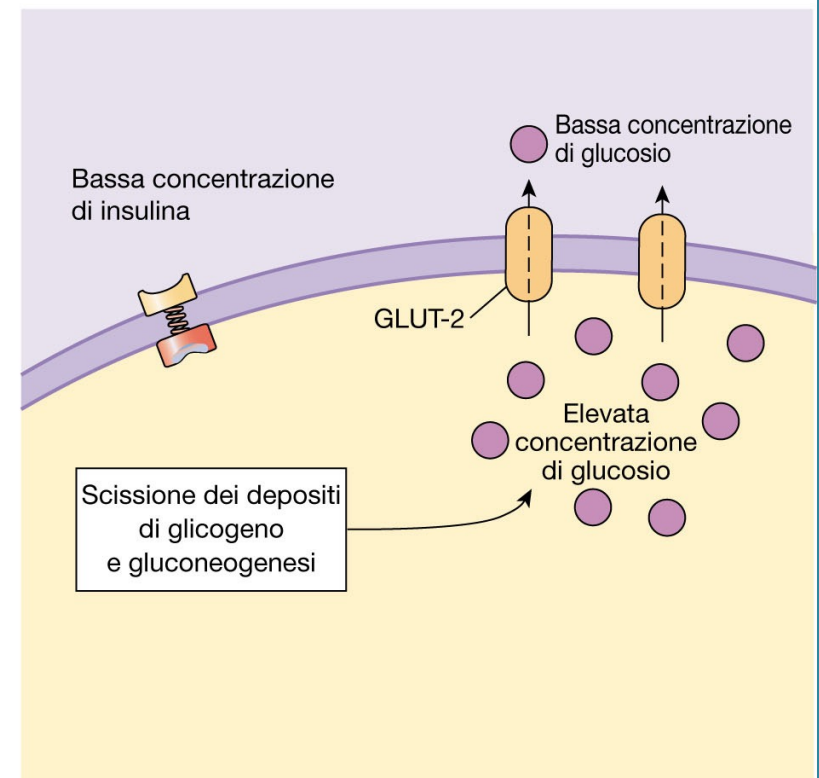
Il muscolo scheletrico in attività non necessita di insulina per la captazione di glucosio, in quanto durante la contrazione muscolare i trasportatori Glut-4 si inseriscono nella membrana plasmatica spontaneamente

# Trasporto di glucosio negli epatociti

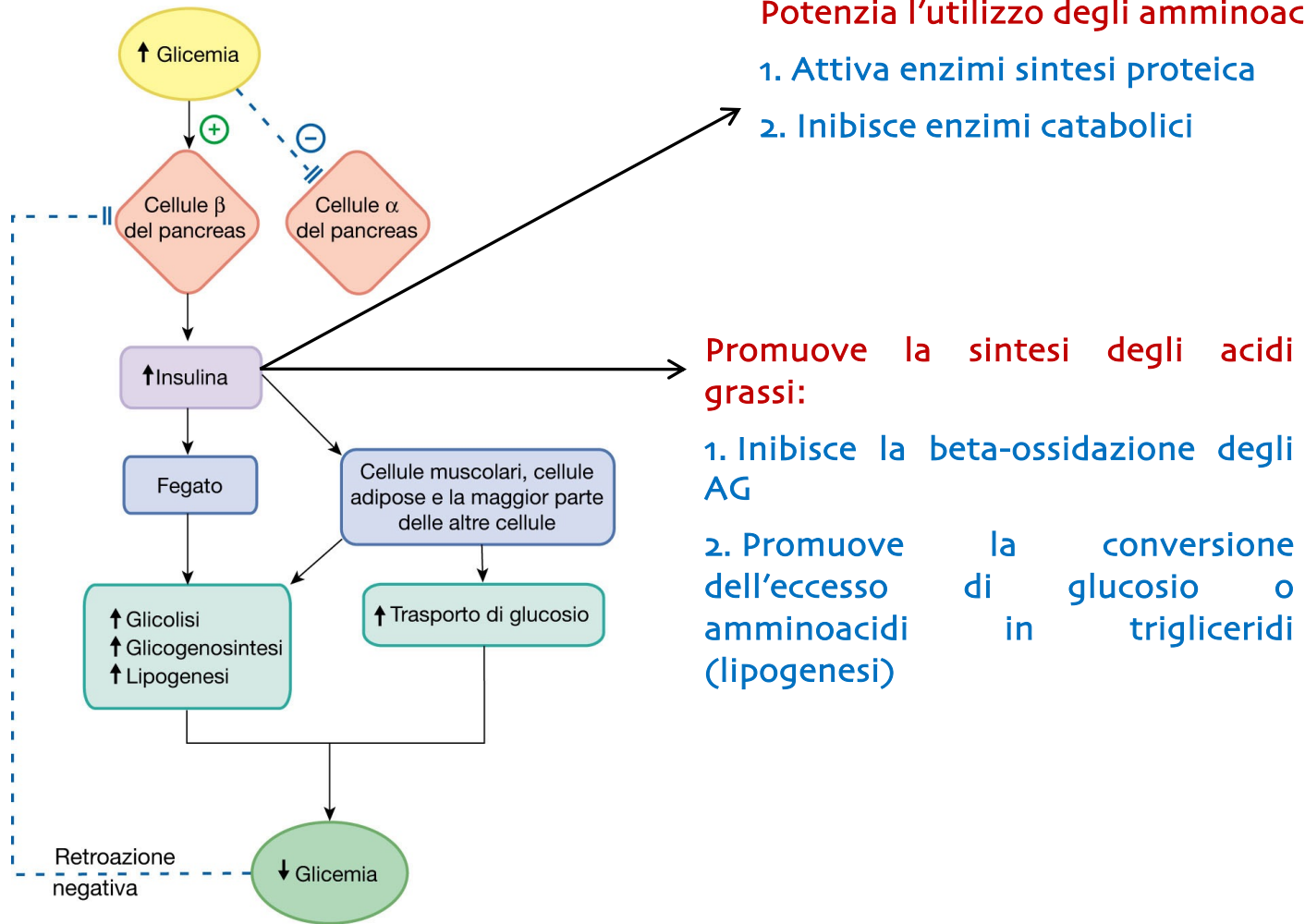
(a) Nello stato assimilativo l'epatocita assorbe glucosio.



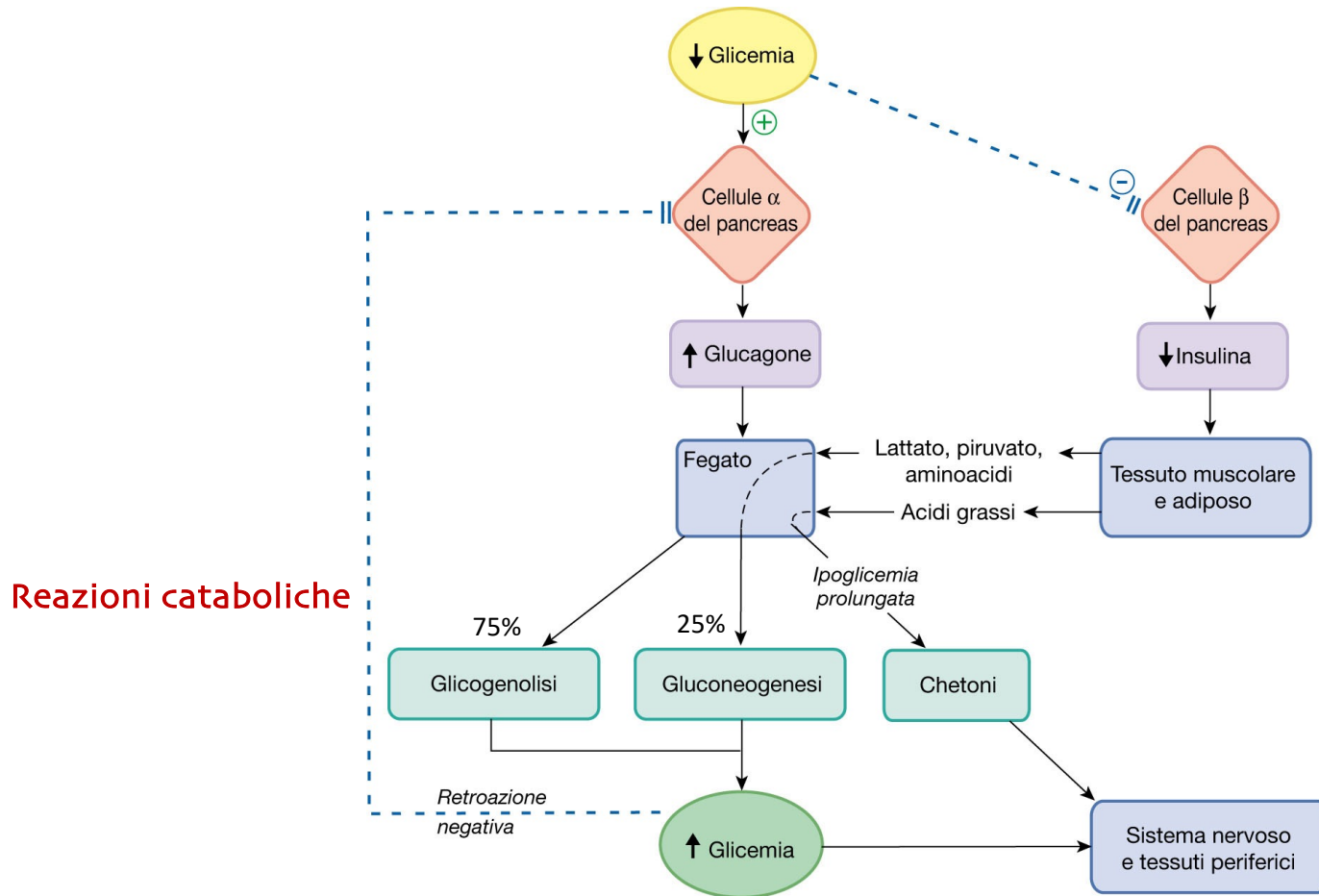
(b) Nello stato post-assimilativo l'epatocita produce glucosio e lo rilascia nel sangue.



# Azione anabolica dell'insulina



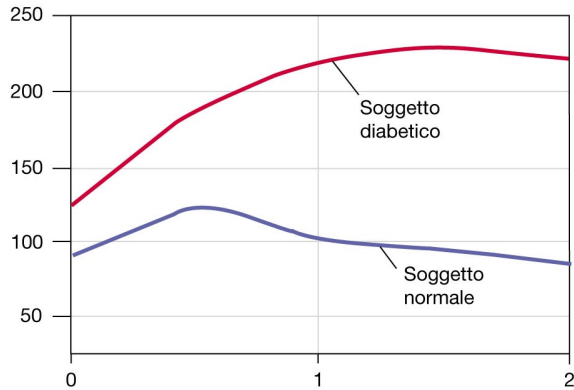
# Azione catabolica del glucagone



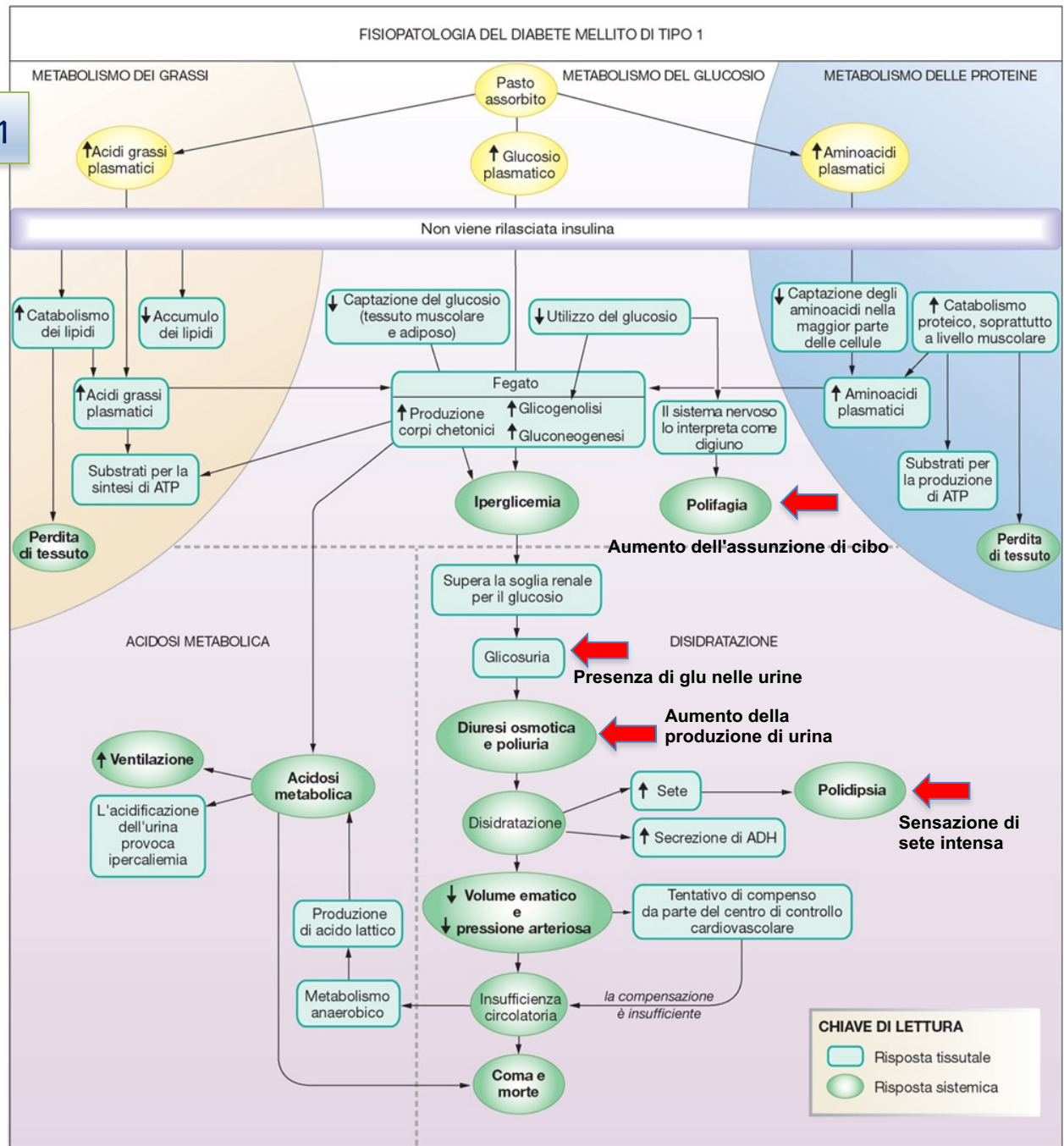


# Il diabete mellito di tipo 1

## Test di tolleranza al glucosio

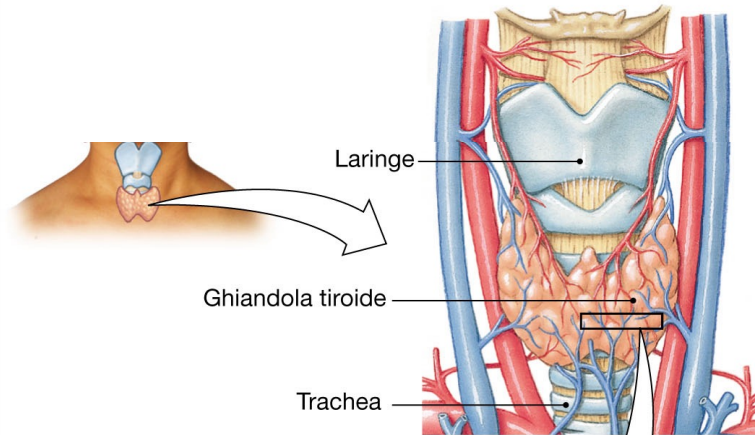


Al tempo 0 viene misurata la glicemia a digiuno  
 Tempo successivo alla assunzione orale di glucosio (ore)

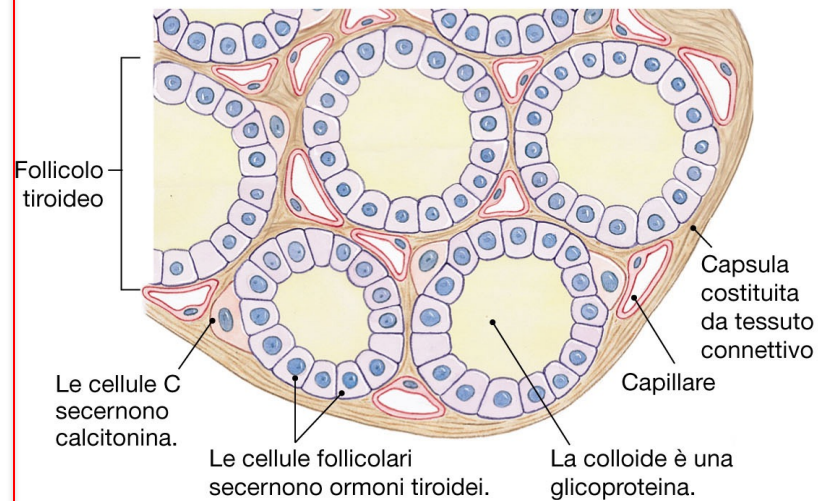


# Gli ormoni tiroidei

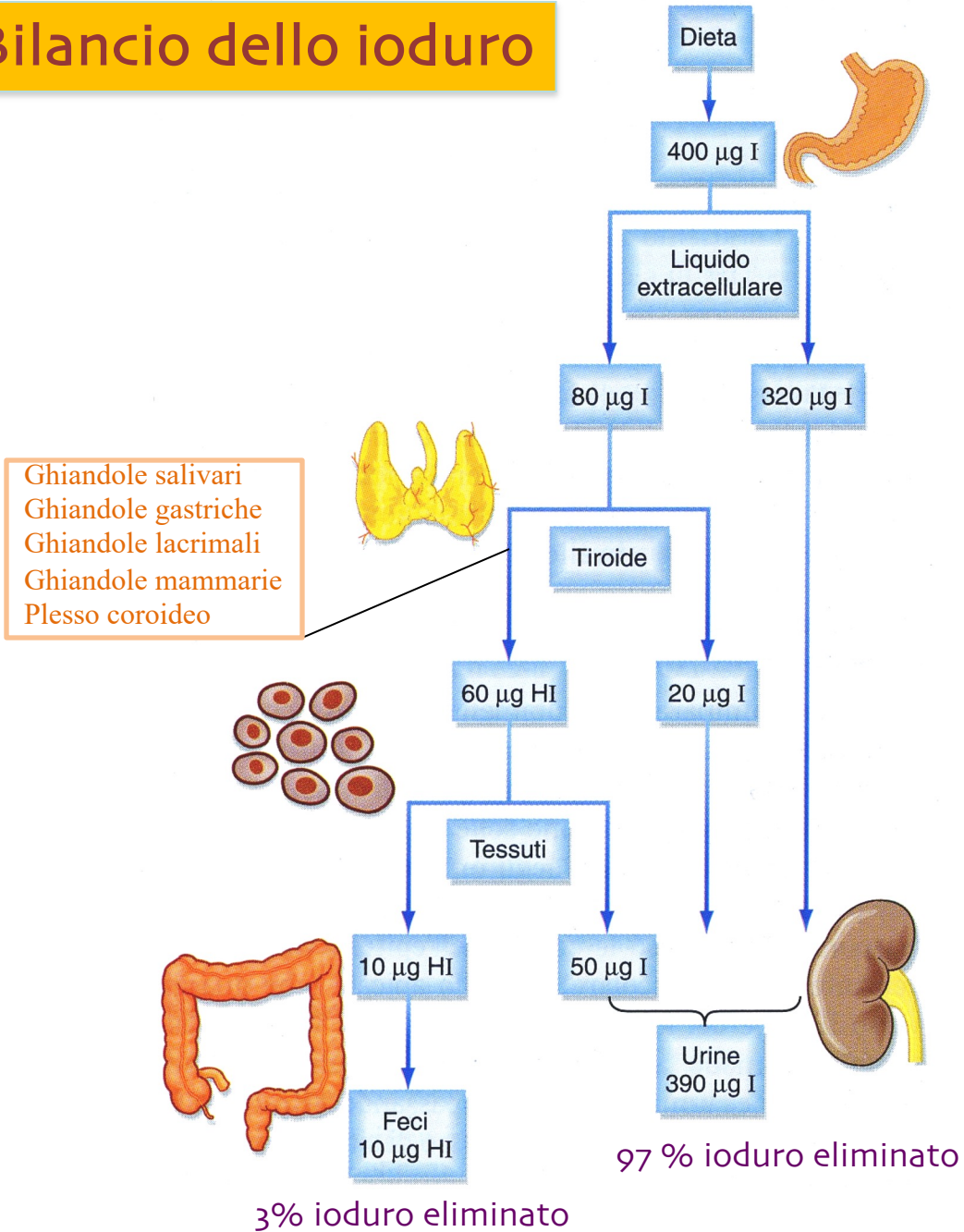
(a) La ghiandola tiroide ha forma simile a una farfalla ed è situata in posizione immediatamente caudale alla laringe.

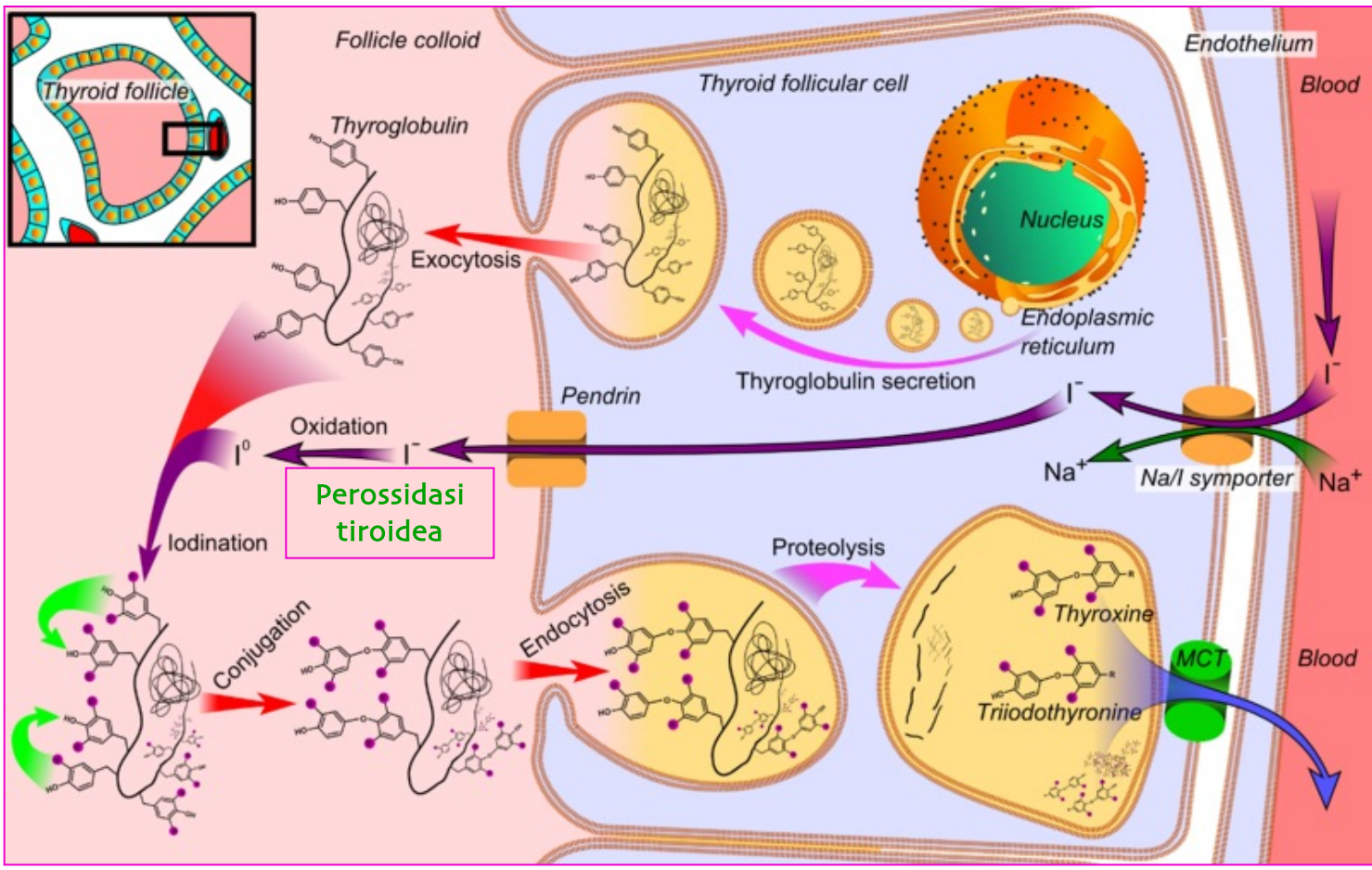


(b) Sezione della ghiandola tiroide.



# Bilancio dello ioduro

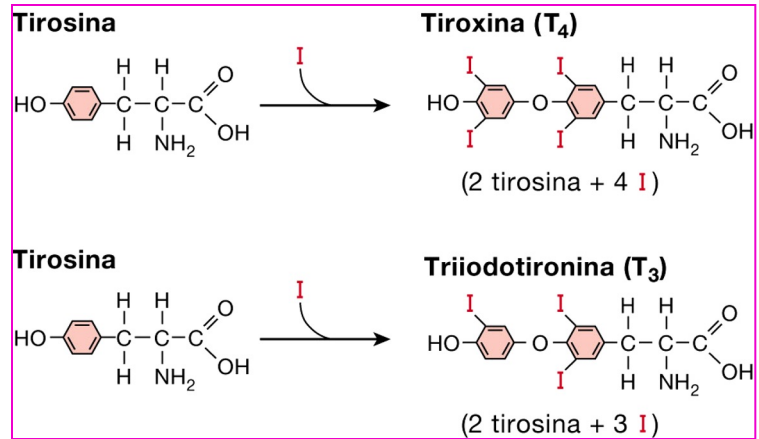




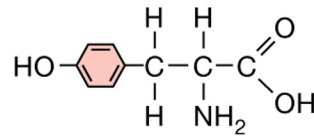
Intrappolamento dello ioduro

Perossidasi tiroidea

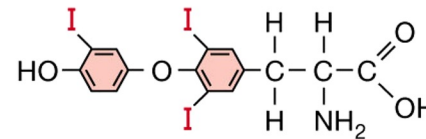
Endocitosi mediata da recettore (megalina)



**Tirosina**



**Triiodotironina (T<sub>3</sub>)**



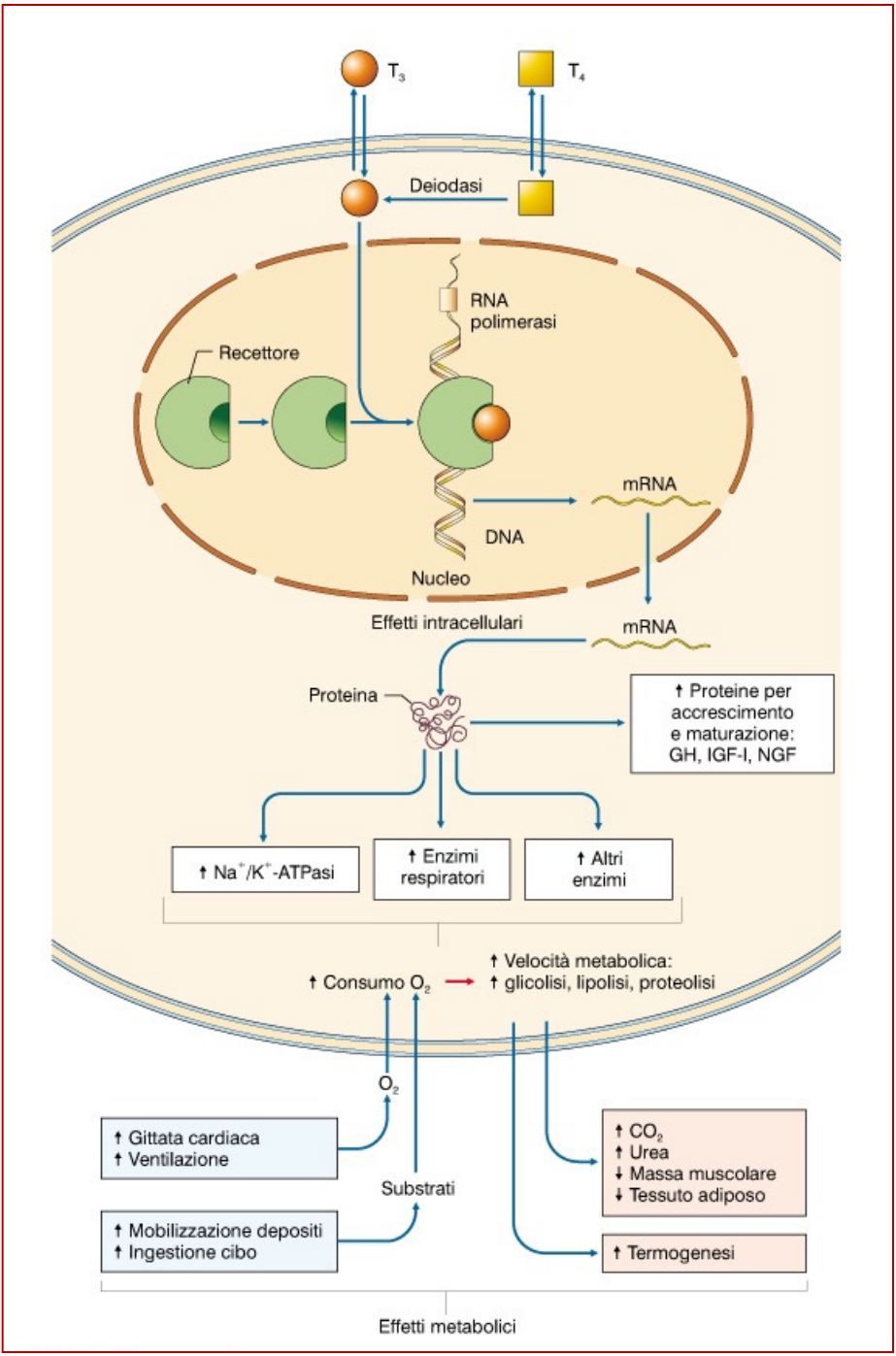
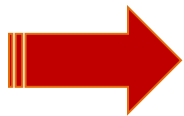
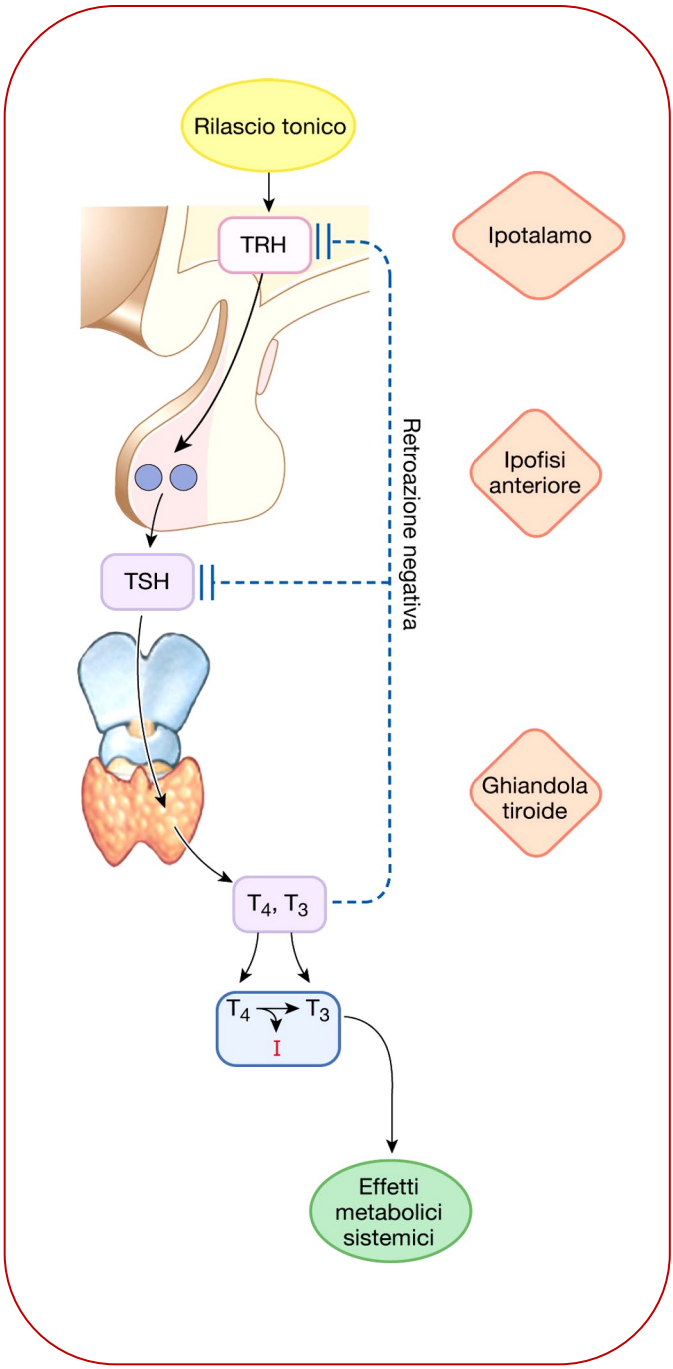
(2 tirosina + 3 I)

Aumento consumo di  
ossigeno (termogenici)  
fornendo substrati per il  
metabolismo ossidativo

Interazione con altri  
ormoni per controllare il  
metabolismo proteico,  
lipidico e dei carboidrati

Aumento attività degli  
enzimi metabolici e della  
Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPasi

Nei bambini: completa  
espressione dell'ormone  
della crescita



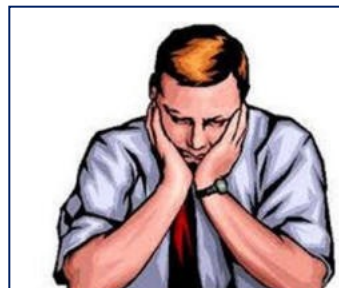


**Ipotiroidismo dovuto a bassi livelli di iodio**

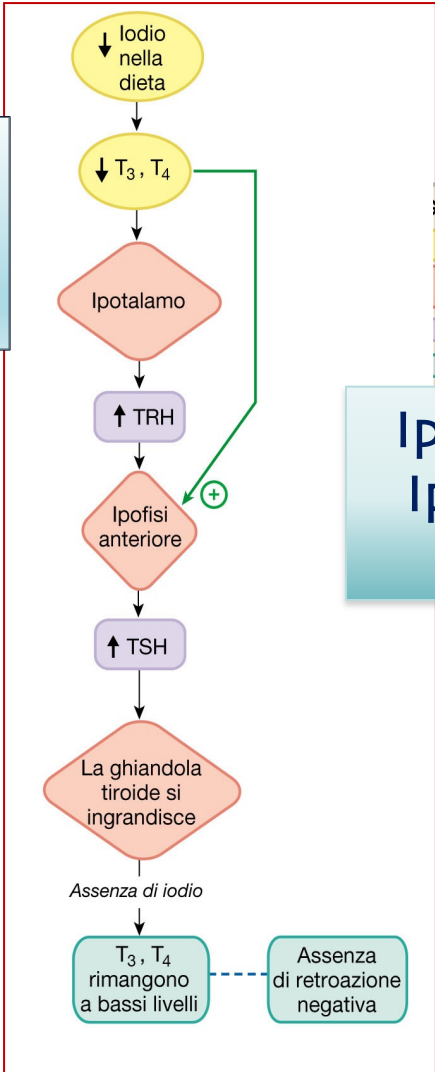


**Gozzo, fini tremori alle mani, esoftalmo, sudorazione, dolore addominale, diarrea, palpitazioni, aritmie,**

**Gozzo, facies mixedematosa, ipomimia, lingua edematosa (macroglossia) stanchezza, depressione, voce roca, cute e capelli secchi, occhi «porcini», freddo, torpore fisico**



# Ipotiroidismo e Iperitiroidismo Due esempi



**Iperitiroidismo dovuto al morbo di Graves-Basedow**

