

L'indice glicemico degli alimenti

Maria Cristina Neri



Indice glicemico IG

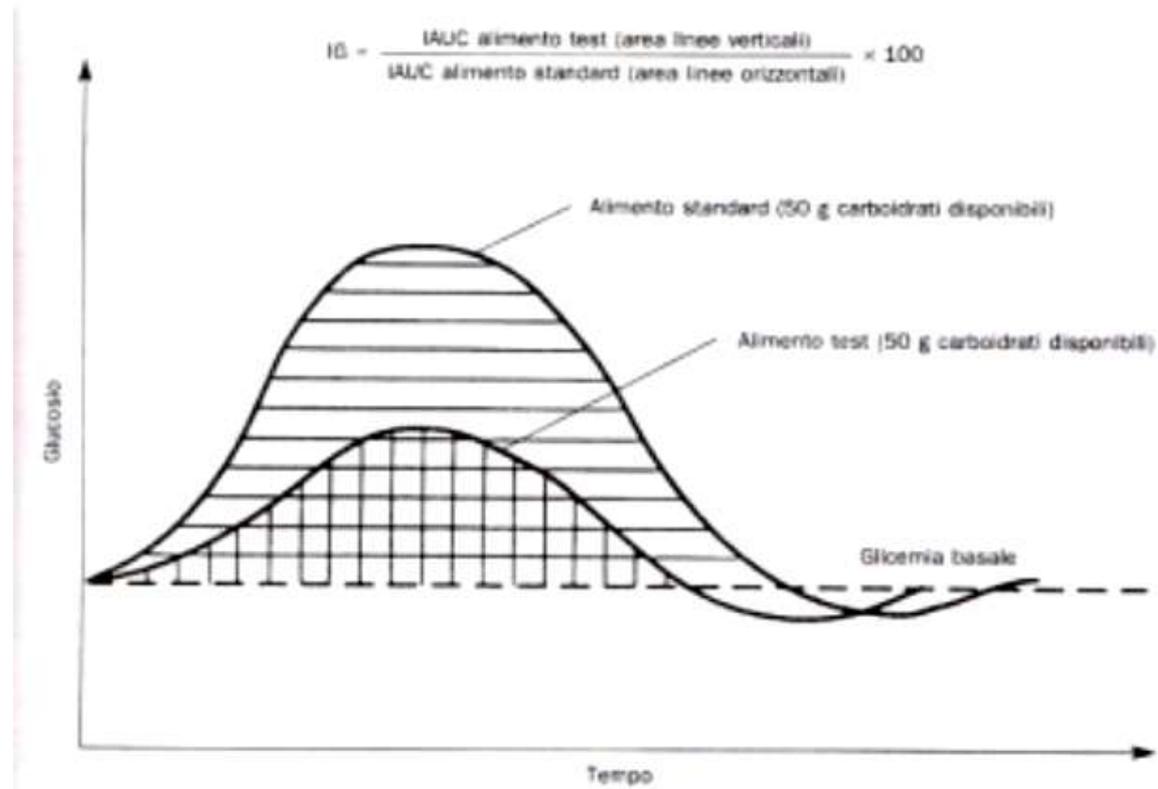
Anni '80: nasce il sistema di classificazione dei carboidrati presenti negli alimenti in base al loro impatto immediato sui livelli post-prandiali di glucosio nel sangue (Jenkins *et al.*, 1981):

- consistenza degli alimenti,
- presenza delle fibre
- natura dei carboidrati

Anni 2000: caratterizzato l'indice glicemico di oltre 1000 alimenti (Foster Powell *et al.*, 2002).

Definizione di Indice glicemico

L'indice glicemico misura la capacità di un determinato glucide di alzare la glicemia dopo il pasto rispetto a uno standard di riferimento che è il glucosio puro o pane bianco.



Indice Glicemico

Per costruire la scala degli indici glicemici Jenkins ha assegnato arbitrariamente al glucosio l'indice 100. (Jenkins *et al.*, 1978).



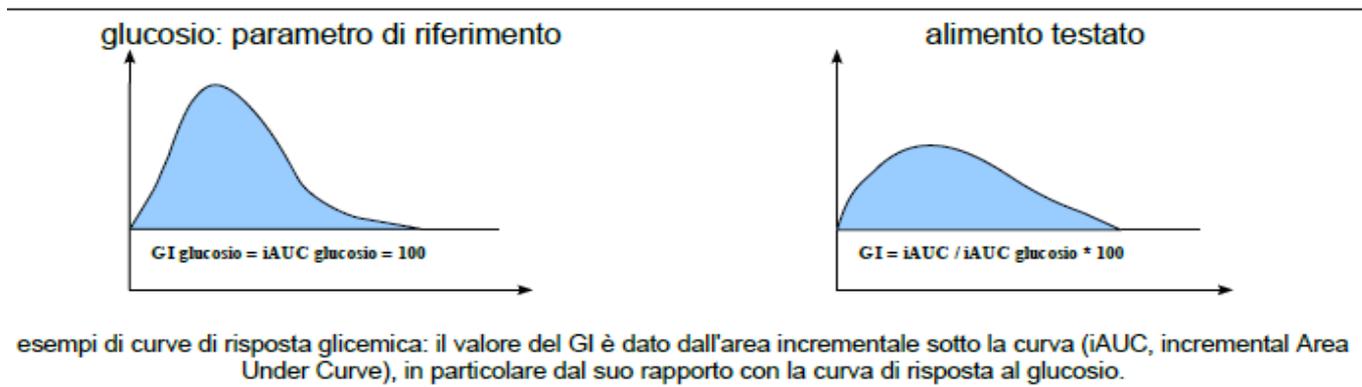
Espresso in termini percentuali rispetto all'aumento della glicemia dovuto all'assunzione dell'alimento di riferimento.

$$\text{Indice glicemico} = (\text{AUC}_{\text{alimento}} / \text{AUC}_{\text{glucosio}}) \times 100$$

Misurazione dell' IG

- Campione di 10 persone
- Glicemia a digiuno
- 50 g di glucosio → si valuta la glicemia ad intervalli di tempo regolari: 15' 30' 45' 60' 90' 120'

In un grafico le variazioni glicemiche in relazione al trascorrere del tempo.

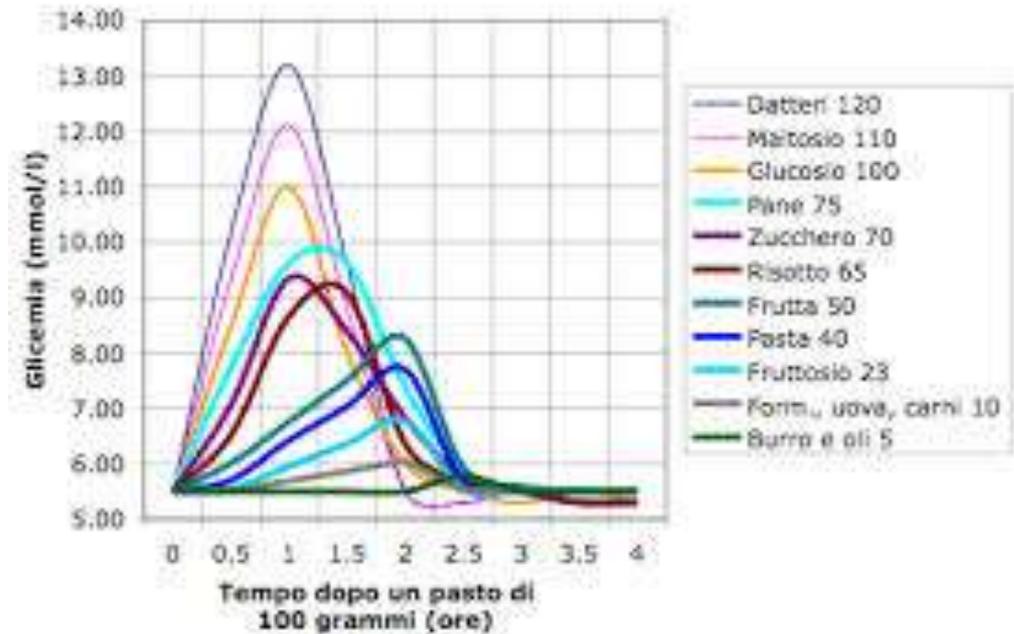


In altra giornata, vengono misurati i valori glicemici ad intervalli di tempo regolari dopo somministrazione in quantità isoglucidica dell'alimento testato.

$$\text{Indice glicemico} = \left(\text{AUC}_{\text{alimento}} / \text{AUC}_{\text{glucosio}} \right) \times 100$$

Classificazione valori IG

Valori IG	Classificazione
Fino a 40	Molto basso
Da 41 a 55	Basso
Da 59 a 69	Moderato
Oltre 70	Alto



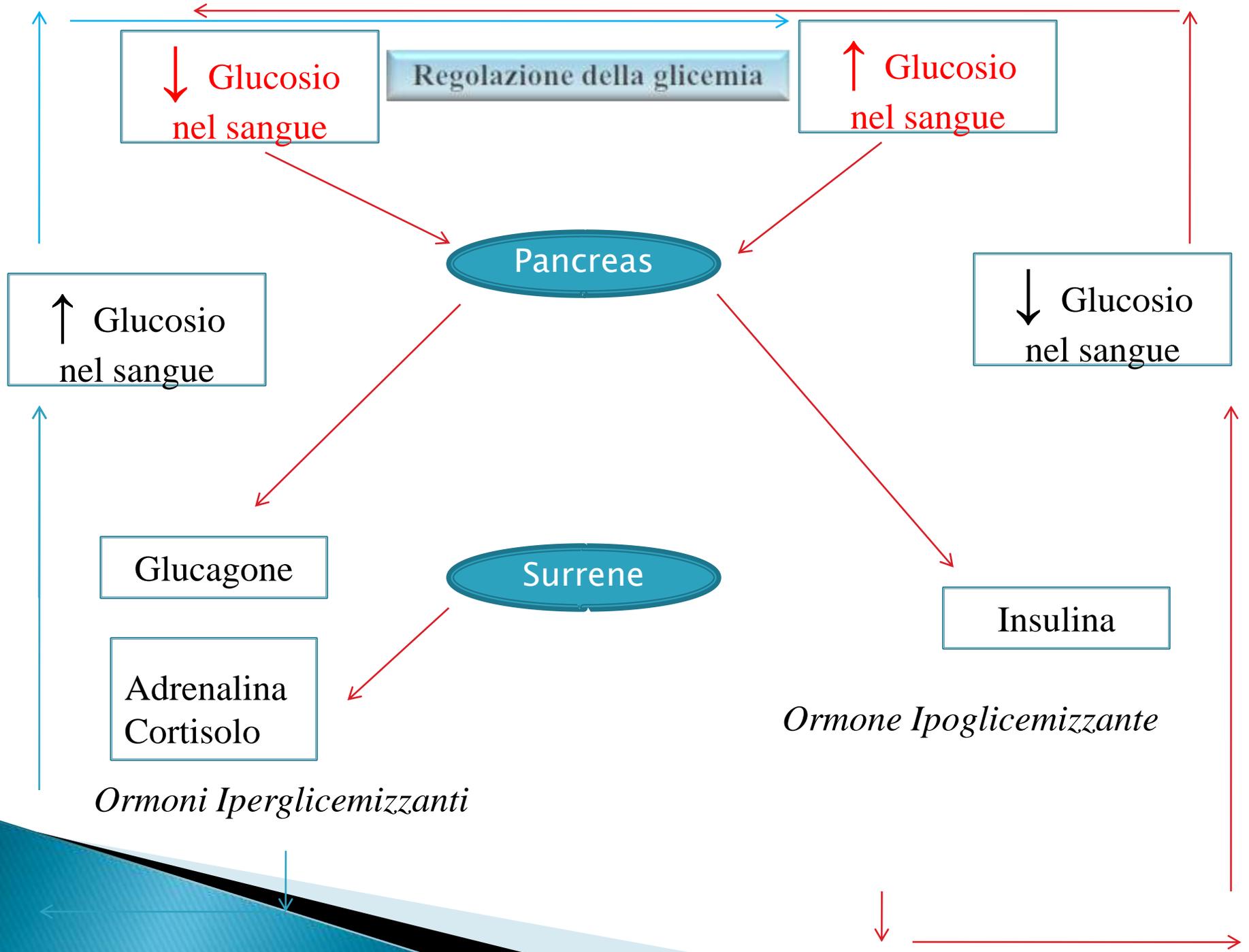
Glicemia

Omeostasi glicemica

Valori normali plasmatici a digiuno tra 70 e 110 mg/dL

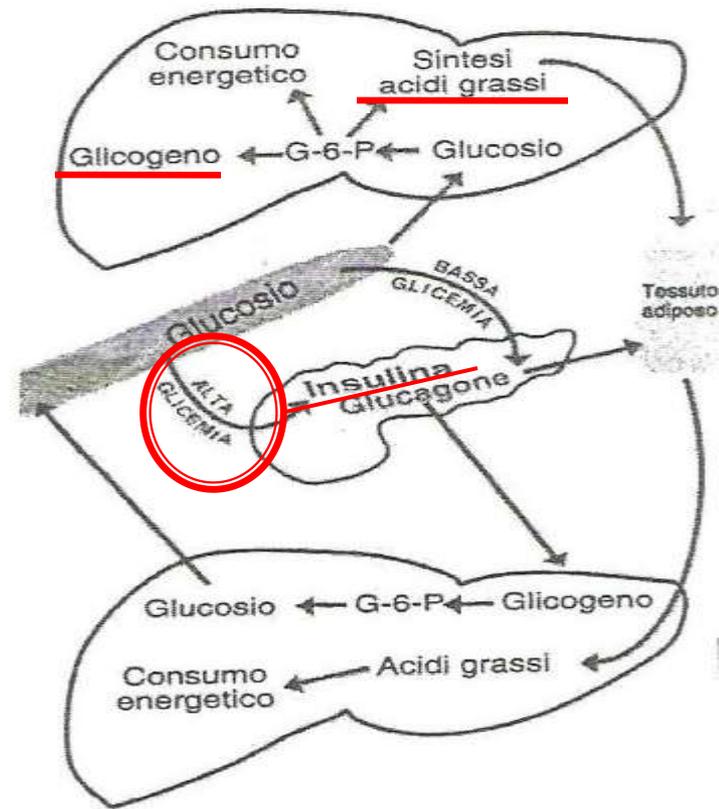
Glicemia post-prandiale ≤ 140 mg/dL

L'omeostasi serve a mantenere il funzionamento del cervello (tessuto nervoso) e ad evitare i danni provocati dall'iperglicemia (danno alle pareti delle arterie e agli occhi)



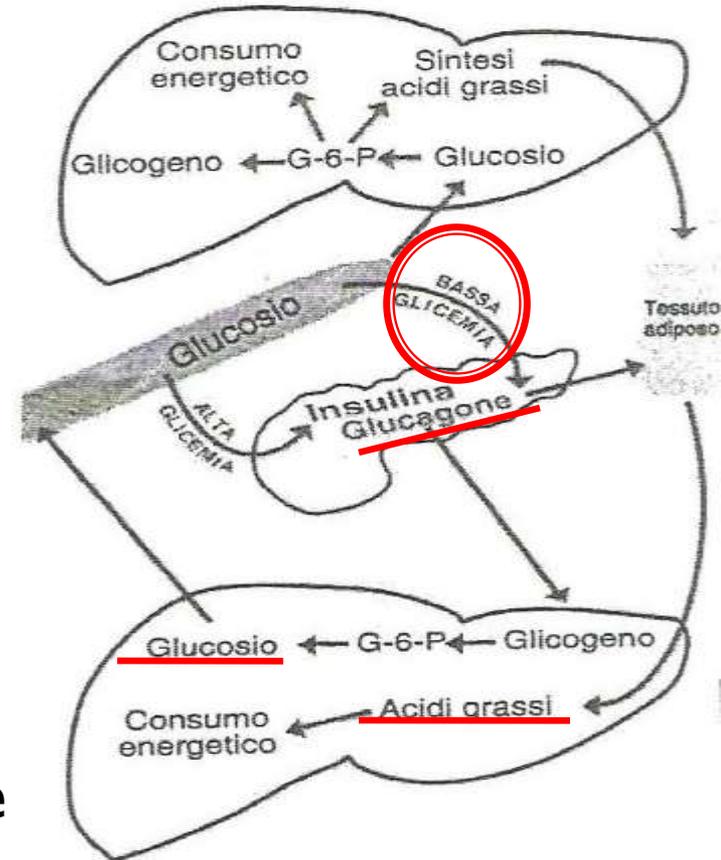
Effetti dell'Insulina sul metabolismo

- ➔ Promuove l'accumulo di glicogeno (zucchero di riserva) nel fegato e nei muscoli ↓ GLICEMIA
- ➔ Promuove la formazione di trigliceridi (grassi) a partire da carboidrati e acidi grassi.
- ➔ Promuove l'immagazzinamento di grassi nel tessuto adiposo. ↑ ADIPE
- ➔ Deprime il consumo di grassi e proteine in favore dei carboidrati: spinge le cellule a bruciare carboidrati piuttosto che proteine e grassi. ↓ GLICEMIA ↑ ADIPE



Effetti del Glucagone sul metabolismo

- ➔ Promuove la **liberazione del glicogeno dal fegato**, che viene riversato sottoforma di glucosio nel sangue.
↑ GLICEMIA
- ➔ Promuove la **mobilizzazione dei grassi dai tessuti adiposi**, che vengono resi disponibili ai tessuti per essere bruciati.
↓ ADIPE
- ➔ Promuove il **consumo di grassi e proteine a sfavore dei carboidrati**, ovvero spinge le cellule a bruciare le proteine e i grassi piuttosto che i carboidrati. ↑ GLICEMIA ↓ ADIPE

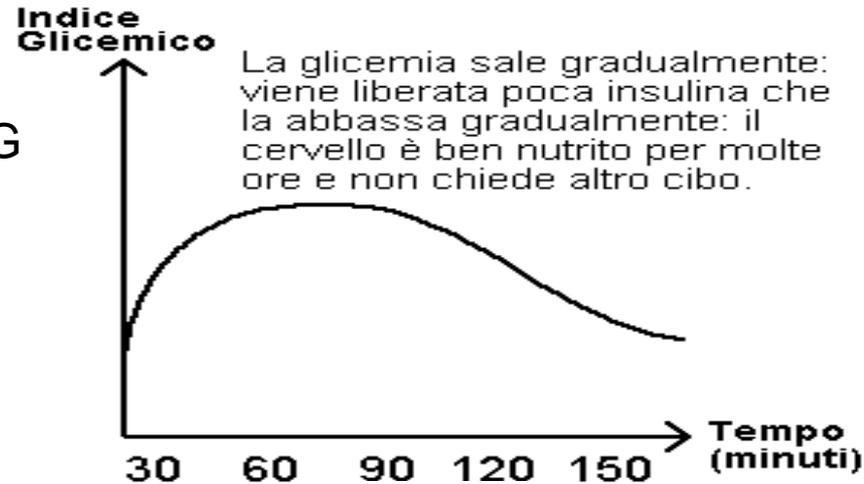


ALTERAZIONI METABOLISMO GLUCIDICO

- ▶ **IPERGLICEMIA CRONICA** (forti consumatori di carboidrati, magri e sovrappeso):
 - ▶ **IPERINSULINEMIA**
 - ▶ **INSULINORESISTENZA**
 - ▶ **DIABETE**

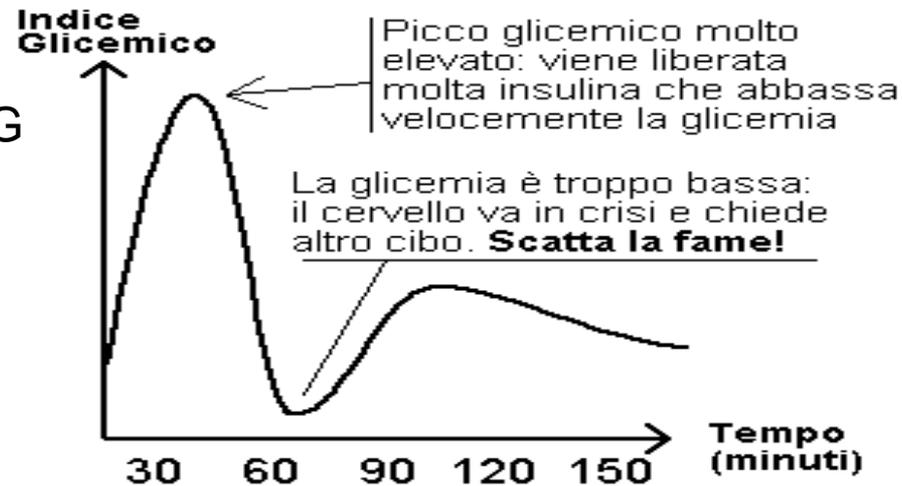
Iperglicemia

Alimenti a basso IG



rebound o rimbalzo glicemico

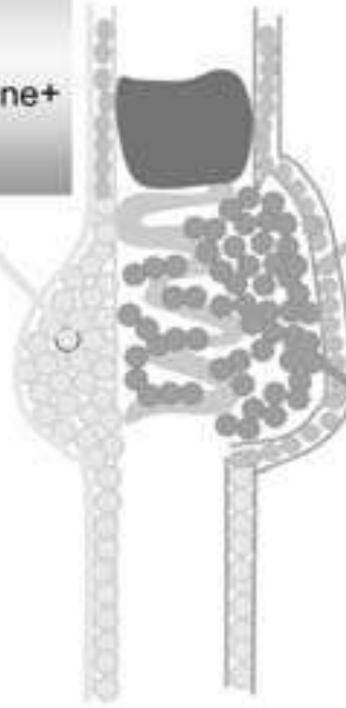
Alimenti ad alto IG



Obesità addominale

Obesità sottocutanea gluteo-femorale

Effetto insulinico +++
Sensibilità alle catecolamine +
Rilascio FFA +
Rilascio lattato +



Obesità addominale sottocutanea

Effetto insulinico ++
Sensibilità alle catecolamine ++
Rilascio FFA ++
Rilascio lattato ++

Obesità addominale viscerale

Effetto insulinico +
Sensibilità alle catecolamine +++
Rilascio FFA +++
Rilascio lattato +++

L'aumento di acidi grassi circolanti determina una ridotta utilizzazione glucidica a livello muscolare → meccanismo metabolico di competizione tra l'utilizzazione intracellulare dei grassi e del glucosio).

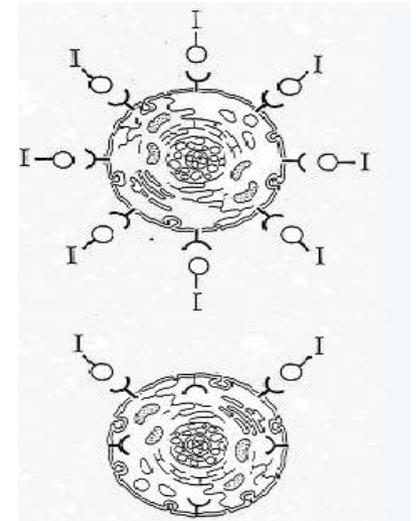
→ conseguente **iperglicemia e iperinsulinemia.**

Iperinsulinemia

Uno stato d'iperinsulinemia può indurre una **riduzione del numero di recettori di membrana del tessuto adiposo e muscolare**

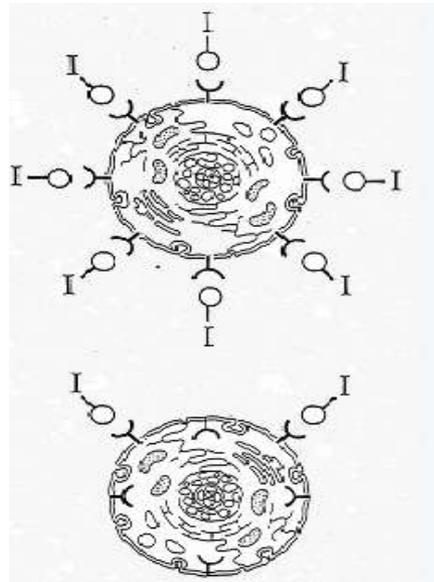
Progressivamente si determina la **down-regulation**: difesa da parte della cellula che **diminuisce i recettori di superficie per l'insulina stessa.**

- ▶ Per internalizzazione
- ▶ Per diminuita sintesi
- ▶ Per aumentata demolizione



Insulinoresistenza

➡ *l'insulina evoca una risposta biologica anormale a causa della diminuzione del numero di recettori di superficie delle cellule* (http://www.dietology.it/index.php/area_dietologica/cause_dell_aumento_di_peso/insulinoresistenza).



Processo di internalizzazione del recettore
(http://www.dietology.it/index.php/area_dietologica/cause_dell_aumento_di_peso/insulinoresistenza).

Insulinoresistenza

→ Quando la risposta insulinica non è più adeguata alla richiesta si instaura uno *stato iperglicemico* ponendo le basi all'insorgenza del *diabete mellito tipo 2* (Mariani Costantini *et al.*, 2011).

Glicemia plasmatica a digiuno ≥ 126 mg/dL

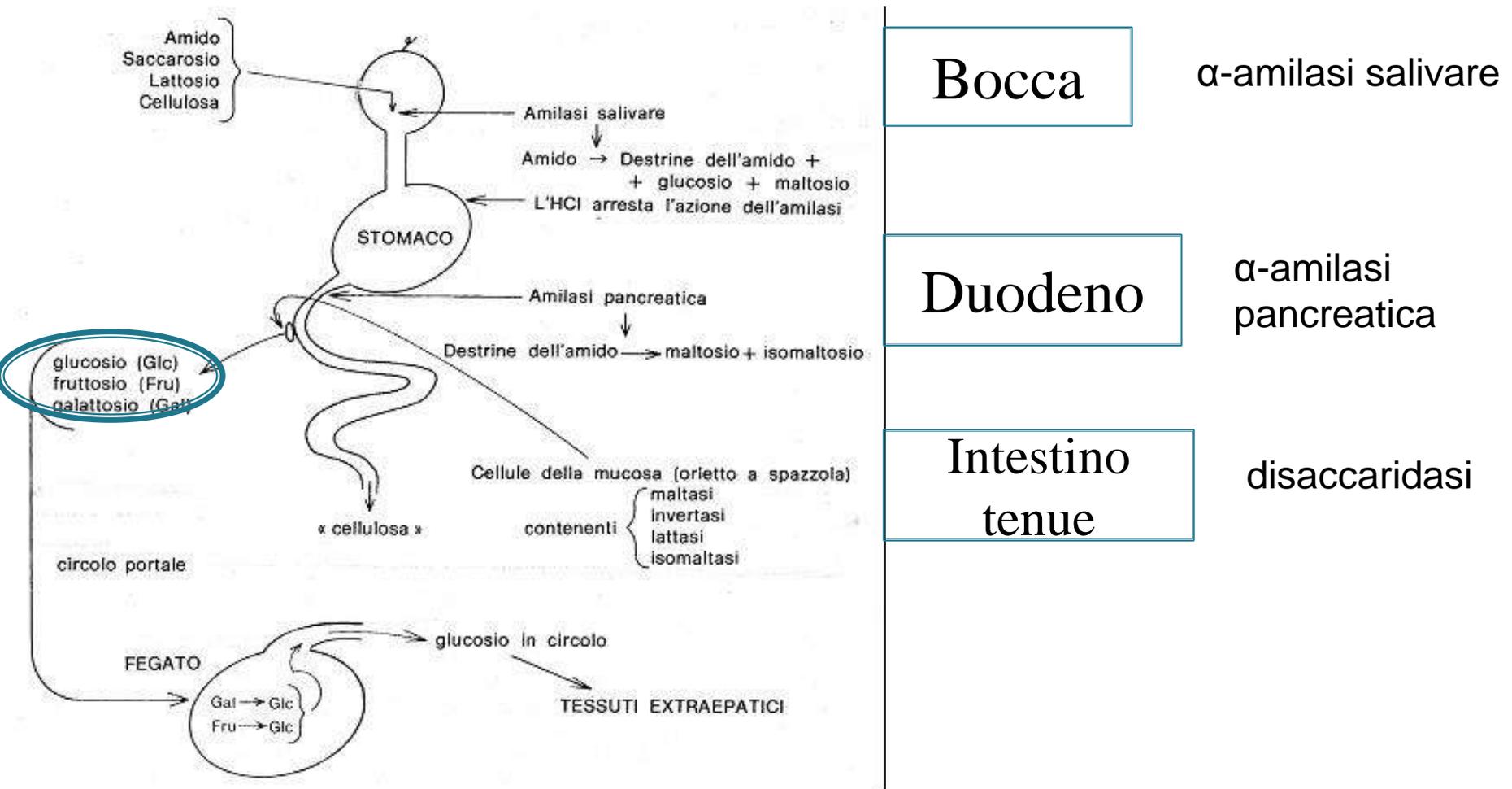
Glicemia plasmatica post-prandiale ≥ 200 mg/dL

(Report WHO Consultation, 1999)

Carboidrati e alimentazione

- ❑ Non residuano sottoprodotti intermedi metabolici potenzialmente dannosi: come i corpi chetonici nel caso dei grassi, l'ammoniaca nel caso delle proteine (Mariani Costantini *et al.*, 2011).
- ❑ Fonte elettiva di glucosio per alcuni tessuti: SNC, eritrociti, cornea, cristallino, retina, midollare del rene (Mariani Costantini *et al.*, 2011).

Digestione dei carboidrati



L' aumento della glicemia è funzione della velocità di assorbimento dell'alimento contenete i carboidrati.

CARBOIDRATI

Zuccheri semplici

Amido

Fibra alimentare

CARBOIDRATI

Zuccheri semplici

Monosaccaridi

Glucosio  Fruttosio  Galattosio 

Disaccaridi

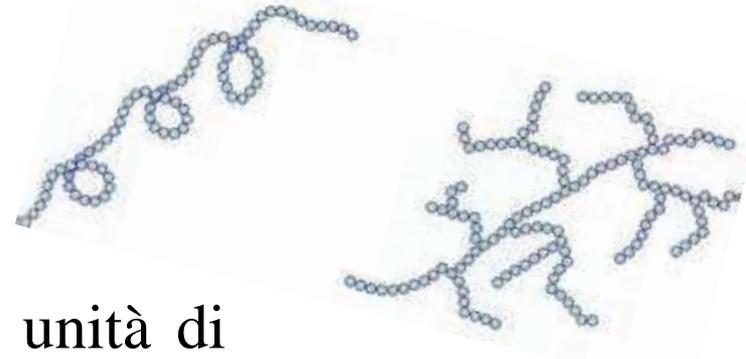
- Maltosio (glucosio + glucosio) 
- Saccarosio (glucosio + fruttosio) 
- Lattosio (glucosio + galattosio) 

CARBOIDRATI

Amido

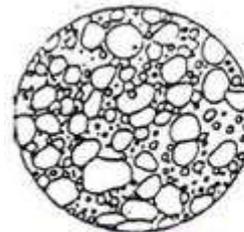
Miscela eterogenea di due composti complessi del glucosio:

Amilosio composto lineare

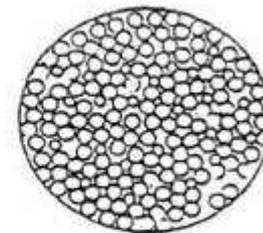


Amilopectina ramificazioni circa 20-26 unità di glucosio che si inseriscono sulla molecola lineare di amilosio

Queste due componenti in natura si trovano sotto forma di granuli



AMIDO DI FRUMENTO



AMIDO DI RISO

CARBOIDRATI

Fibra alimentare



Cellulose_Pectine_Lignine_Fruttooligosaccaridi
FOS_

- ▶ Non vengono digeriti nell'intestino tenue
- ▶ Raggiungono il colon → degradati ad opera della flora batterica intestinale: metano, anidride carbonica, acqua e acidi grassi a catena corta: propionico, butirrico, acetico

→ effetti di tipo funzionale e metabolico

Fibra Solubile

Fibra Insolubile



CARBOIDRATI

Fibra Solubile Pectine, Inulina, FOS

- ▶ Composto gelatinoso lume intestinale:
 - ❑ aumenta senso di sazietà,
 - ❑ riduce assorbimento zuccheri e grassi.

- ▶ Attività *prebiotica*:
 - ❑ abbassa il pH intestinale favorendo la crescita di batteri simbiotici (*Lactobacillus acidophilus*)

- ▶ Riduce rischio tumori apparato digerente



- ❖ Legumi (lenticchie_fagioli_ceci)
- ❖ Frutta fresca
- ❖ Avena e fiocchi di avena
- ❖ Verdura

Controllo glicemia e colesterolemia

CARBOIDRATI

Fibra Insolubile

Emicellulose, cellulosa, lignina

- ▶ Aumenta massa fecale
- ▶ Stimola peristalsi intestinale
- ▶ Accelera il transito intestinale
- ▶ Diminuisce tempi di contatto con agenti cancerogeni
- ▶ Riduce assorbimento zuccheri e grassi.



- ❖ Cereali (integrali)
- ❖ Verdure a radice (carote_rape_sedano)
- ❖ Cavolo_Verza
- ❖ Radicchio
- ❖ Frutta (pere)
- ❖ Legumi (piselli_fave)
- ❖ Castagne

Regola le funzioni intestinali

Fattori che influenzano l'IG

→ Influiscono sulla digeribilità dell'amido e quindi sulla velocità di assorbimento del glucosio

La gelatinizzazione dell'amido

% Amilopectina e Amilosio

Il trattamento termico
(gelatinizzazione e retrogradazione dell'amido)

Il contenuto di fibre e di proteine

Il grado di maturazione e di invecchiamento

La conservazione degli alimenti

Fattori che influenzano l'IG

La gelatinizzazione dell'amido aumenta l'IG

► se sottoposto a un riscaldamento eccessivo in acqua, la struttura dell'amido si modifica, i granuli di amido idratandosi progressivamente si gonfiano e una frazione di amilopectina passa nella soluzione; poi, riscaldando ulteriormente, anche una frazione di amilosio passa nella soluzione.

► *Viscosità* più o meno consistente della sospensione.

► un amido gelatinizzato è *facilmente idrolizzabile dalle α -amilasi* e maggiore è la sua propensione a trasformarsi in glucosio → aumenta la glicemia

La cottura al dente 5-6 min. consente di conservare l'IG più basso < gelatinizzazione

Cuocere le patate con la buccia riduce il contatto con i liquidi e quindi la trasformazione degli amidi

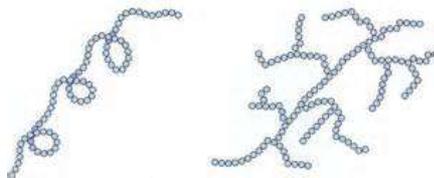


Alcuni processi industriali aumentano al massimo la gelatinizzazione:

Purea di patate istantanea / cornflake

Fattori che influenzano l'IG

La gelatinizzazione è maggiore quanto maggiore è la quota di amilopectina presente



Il diagramma mostra due strutture molecolari: a sinistra, una catena lineare di amilosio; a destra, una struttura ramificata di amilopectina.

	Amilosio (%)	Amilopectina (%)	IG
Legumi	30	70	25-32
Frumento	28	72	50
Patata	21	79	59
Riso	17	83	70

L'aumento della frazione di amilopectina rispetto all'amilosio determina un IG più alto.

Fattori che influenzano l'IG

La retrogradazione riduce l'IG:

- ▶ Dopo essere stato oggetto di cottura, che provoca gelatinizzazione, l'amido si modifica nuovamente raffreddandosi: il gel riorganizza le macro-molecole di amilosio e di amilopectina.
- ▶ Il fenomeno di retrogradazione aumenta con il tempo e con la riduzione della temperatura.
- ▶ Non provoca una reversibilità totale della gelatinizzazione, consente comunque di ridurre l'IG

Pasta fredda

Pane rafferma

Alimenti sotto vuoto a bassa temperatura

La cottura al forno riduce l'IG

Pastafrolla e biscotti

Fattori che influenzano l' IG

La «pastificazione» riduce l' IG.

► Pastificazione del grano: si forma una pellicola protettiva → assente nella pasta fatta a mano

Ravioli IG 70,
Spaghetti IG 40

L'estrusione della pasta attraverso la filiera produttiva porta ad una forte compressione dell'impasto che contribuisce a rallentare la gelatinizzazione degli amidi durante la cottura.

Fattori che influenzano l'IG

Il grado di maturazione e di invecchiamento aumentano l'IG

- ▶ La conservazione di alcuni alimenti, in particolar modo la patata, provoca un aumento dell'indice glicemico per via della trasformazione naturale dei loro amidi.
- ▶ La maturazione dei frutti provoca un aumento dell'IG, in particolare la banana

Banana acerba IG 40

Banana matura IG 80

Fattori che influenzano l'IG

Il contenuto di proteine e di fibre diminuiscono l'IG

Le *proteine* riducono l'*idrolizzazione degli amidi* e, di conseguenza, l'IG.

Le *fibre alimentari* costituiscono una *barriera contro l'azione delle amilasi* e riducono così ulteriormente l'assorbimento di glucosio.

Un pasto misto è assorbito più lentamente

Fattori che influenzano l'IG

Il contenuto di proteine e di fibre diminuiscono l'IG

Nutrienti	Farina integrale per 100 g	Farina bianca 00 per 100 g
Proteine	12 g	8 g
Lipidi	2,5 g	1 g
Glucidi	60 g	74 g
Fibre	10 g	3 g
Acqua	15,5 g	14 g
Dimensione delle particelle	Grossolana	Sottile
Indice Glicemico	60	85

La dimensione delle particelle

► Più le particelle di amido sono sottili, più l'idrolizzazione delle molecole di amido è favorita
→ aumento IG

Regole d'oro per ridurre l'IG

Inserire nella dieta alimenti ricchi di fibre

- ✓ al mattino sostituire i corn-flakes con i fiocchi d'avena (fonte di fibre solubili).
- ✓ Preferire cereali integrali, IG più basso e più fibre.
- ✓ Abbinare il riso alle verdure; preferire riso Basmati (>amilosio) o integrale (>fibre).
- ✓ Prima di mangiare la pizza consumare un piatto di verdura cruda con olio e limone.

Fare attenzione alla cottura

- ✓ la pasta di semola (farina di grano duro) cotta al dente ha IG < di pane, riso, pizza (in sequenza).
- ✓ Cuocere se possibile le patate con la buccia, meglio se novelle.

Consumare preferibilmente pasti misti

- ✓ il contenuto degli altri macronutrienti, grassi (insaturi) e proteine, determina un < IG.
- ✓ Condire con sostanze acide: il limone e l'aceto riducono l'IG degli amidi.

Carico glicemico CG

Quantità di carboidrati consumati per il loro indice glicemico/100.

CARICO GLICEMICO = (Indice glicemico × g carboidrati)/100

→ valuta l'effetto sulla glicemia di un alimento basandosi sulle quantità di carboidrati effettivamente consumati per porzione.

Valori CG	Classificazione
Fino a 10	Basso
11 - 19	Medio
Oltre 20	Alto

Carico glicemico CG

(Indice glicemico × g carboidrati porzione) / 100

<i>Alimento</i>	<i>GI</i>	<i>Porzione (g)</i>	<i>Carboidrati disponibili (g)</i>	<i>CG</i>
Anguria	72	120	6	$6 \times 72 / 100 = 4$
Zucca	75	200	7	$7 \times 75 / 100 = 5$
Spaghetti	49	40	30	$49 \times 30 / 100 = 15$
Riso integrale	60	30	24	$60 \times 24 / 100 = 14$
Riso bianco	73	30	24	$73 \times 24 / 100 = 18$
Fiocchi di mais	81	25	22.5	$81 \times 22,5 / 100 = 18$

Valori CG	Classificazione
Fino a 10	Basso
Da 11 a 19	Medio
Oltre 20	Alto

IG medio di alimenti comuni, derivato da studi in diversi laboratori

20-40	40-80	40-80	80-100
Crusca (avena/frumento) 15	Ceci in scatola scolati 40	Ananas 59	Patate fritte 80
Zucchine 15	Arance 43	Riso integrale 60	Cornetti-brioche 80
Yogurt scremato 20	Pesche 43	Farina di frumento integr 60	Corn-flakes 81
Piselli secchi 25	Piselli in scatola scolati 45	Patate cotte con buccia 65	Carote cotte 85
Ceci secchi 28	Fagioli cannellini in scatola 45	Uva 67	Latte di riso 86
Orzo 28	Albicocche 46	Patate cotte senza buccia 70	Semolino 94
Fagioli borlotti 28	Spaghetti integrali 48	Grissini 70	Farina di riso 95
freschi/secchi	Spaghetti 49	Ravioli 70	Gnocchi 95
Carote crude 30	Biscotti integrali 50	Riso bianco 73	Pane bianco 100
Fagioli 30	Succo d'arancia 50	Miele 73	
Fagioli cannellini secchi 30	Mango 51	Puré di patate 74	oltre 100
Lenticchie in scat o 30	Banane 51	Anguria/melone 75	Crackers 102
secche	Banane 51	Zucca 75	Glucosio 103
Ciliege 32	Mais dolce 52	Farina di frumento tipo 0 75	Wafers alla vaniglia 110
Latte di soia 34	Fagioli borlotti in scatola 52	Banana matura 80	Castagne (farina) 114
Piselli freschi 35	Spaghetti di riso 53	Farina di frumento tipo 00 85	Pane di frumento senza glutine 129
Mela 36	Muesli 57		Riso soffiato 132
Latte scremato 37	Gelato vaniglia/cioccolato 57		Patate al forno 135
Pompelmo 38			
Pere 38			
Pane di segale 39			
Latte intero 39			
Banana acerba 40			
Farro 40			

“L’abbinamento della valutazione dell’IG con il tradizionale conteggio dei carboidrati dei pasti aiuta a raggiungere più facilmente gli obiettivi glicemici voluti”

American Diabet Association





Grazie dell'attenzione

