



PROBIOTICI e PREBIOTICI *loro evoluzione*



Istituto di Scienza dell'Alimentazione

Università "La Sapienza" - Roma

C. Cannella

aumento della spesa sanitaria
allungamento della vita media
necessita' di prolungare la vita attiva
modificazioni dello stile di vita

ALIMENTAZIONE

progressi scientifici
sviluppo di nuove tecnologie alimentari

ALIMENTI FUNZIONALI

salute
qualità di vita
qualità dell'invecchiamento



ALIMENTI FUNZIONALI (1)

European consensus on developing health claims legislation on functional foods, 1999

Un alimento può essere definito funzionale se, al di là delle proprietà nutrizionali, è scientificamente dimostrata la sua capacità di influire positivamente su una o più funzioni fisiologiche, contribuendo a preservare o migliorare lo stato di salute e di benessere e/o a ridurre il rischio di insorgenza delle malattie correlate al regime alimentare.

ALIMENTI FUNZIONALI (1b)

- ✓ Alimenti caratterizzati da effetti addizionali dovuti alla presenza di componenti, generalmente non-nutrienti, che interagiscono più o meno selettivamente con una o più funzioni fisiologiche dell'organismo (biomodulazione).
- ✓ Ne possono derivare effetti positivi per il mantenimento dello stato di salute e la prevenzione di malattie.

ALIMENTI FUNZIONALI (2)

- ✓ Gli alimenti funzionali devono essere **distinti dagli alimenti supplementati e/o fortificati.**
- ✓ Gli alimenti funzionali **non devono essere confusi con gli "alimenti dietetici":**
 - i dietetici sono destinati ad individui affetti da specifiche patologie, mentre gli alimenti funzionali sono destinati a soggetti sani che desiderano rimanere sani;
 - i dietetici sono utilizzati su indicazione medica specialistica, mentre gli alimenti funzionali sono acquistati direttamente dal consumatore.

ALIMENTI FUNZIONALI (3)

- ✓ Gli alimenti funzionali sono **alimenti tradizionali**, non pillole, capsule o supplementi dietetici.
- ✓ Devono essere assunti come **parte integrante di un normale regime alimentare** e gli effetti ottenuti assumendone quantità analoghe a quelle previste da una dieta comune.
- ✓ Le proprietà funzionali sono riconducibili a **composti naturalmente presenti nell'alimento**, eventualmente in concentrazioni più elevate (*alimenti funzionali naturalmente ricchi o funzionali arricchiti*) o a **composti aggiunti** in un alimento in cui non sono presenti in origine (*alimenti funzionali supplementati*).

SETTORI DI APPLICAZIONE E DI SVILUPPO DEGLI ALIMENTI FUNZIONALI

- (1) Fisiologia e funzioni dell'apparato gastroenterico
- (2) Stress ossidativo
- (3) Rischio cardiovascolare
- (4) Metabolismo
- (5) Sviluppo e accrescimento
- (6) Prestazioni intellettive e processi cognitivi
- (7) Fitness e sport

FISIOLOGIA E FUNZIONE DELL'APPARATO GASTROENTERICO (1)

Alimenti funzionali

- ✓ **Probiotici:** lactobacilli e bifidobatteri (e lo *Streptococcus thermophilus*) sono utilizzati nello yogurt o in prodotti lattiero-caseari fermentati. È necessaria un'assunzione regolare. Effetti funzionali: alleviano l'intolleranza al lattosio ed attivano le difese immunitarie locali e sistemiche.
- ✓ **Prebiotici:** sono un substrato metabolico elettivo per la microflora intestinale di cui stimolano la crescita. I prodotti della fermentazione hanno un'azione positiva locale e sistemica.

Fibra alimentare e prebiotici – glossario.

FIBRA ALIMENTARE

- La frazione degli alimenti vegetali resistente all'azione degli enzimi del corredo digestivo umano
- Principalmente polisaccaridi (parete cellulare secondaria, essudati, deposito)
- Burkitt & Trowell 1970

PREBIOTICI

- Sostanze non digeribili in grado di stimolare selettivamente microrganismi positivi per la salute dell'ospite
- Principalmente oligosaccaridi (naturali o di sintesi)
- Gibson & Roberfroid 1995

Meccanismi e siti di azione delle fibre alimentari.

Svuotamento gastrico
(*sazietà, glicemia*)

Assorbimento nutrienti
(*glicemia, lipemia*)

Binding sali biliari
(*colesterolemia*)

Massa fecale
(*stipsi, diverticolosi,
cancro al colon-retto*)

- Fibre solubili
(*guar, pectina,
glucomannano*)

- Fibre insolubili
(*cellulosa, lignina,
pentosani*)

Meccanismi e siti di azione dei carboidrati prebiotici.

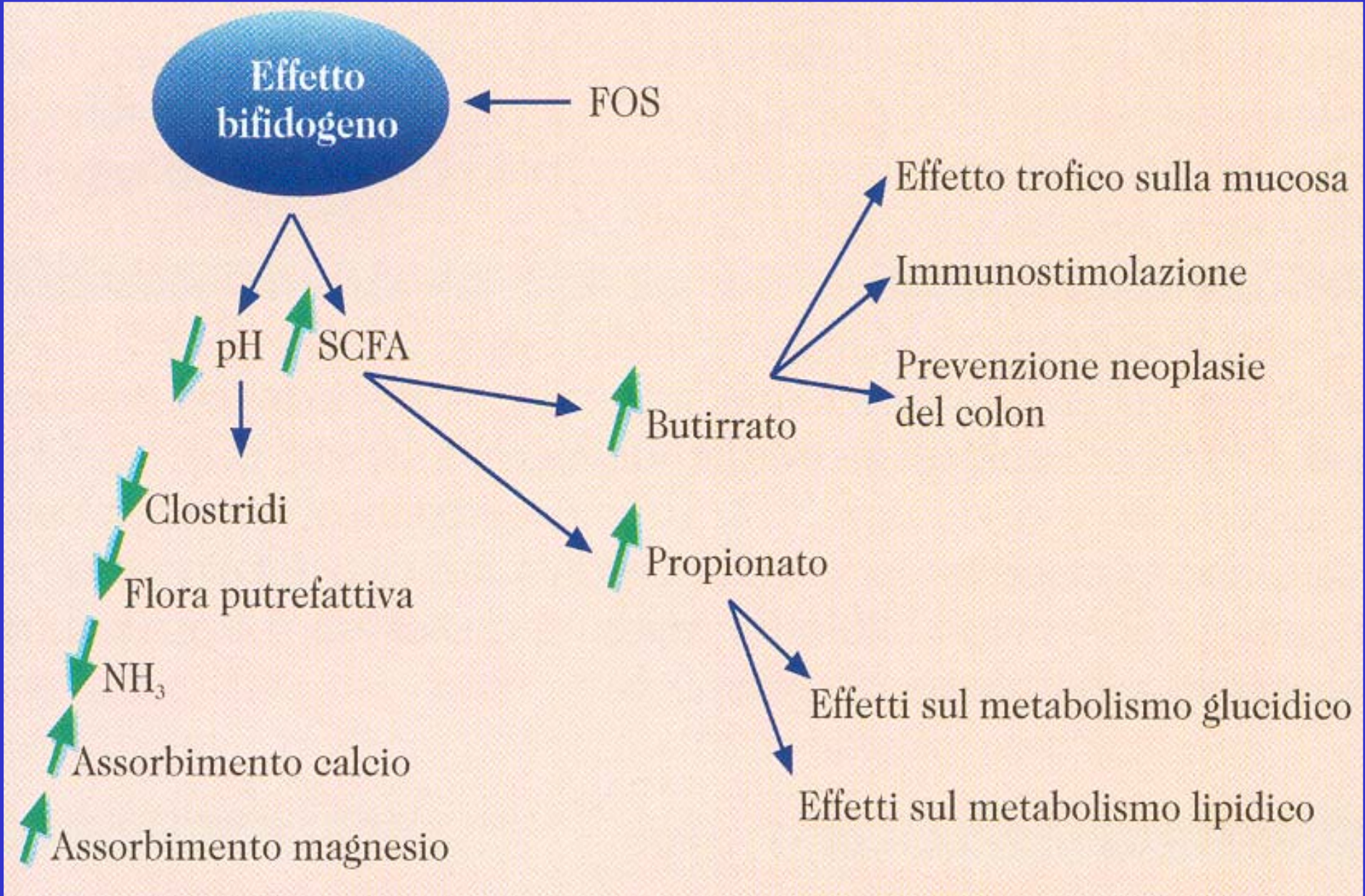
- Acidificazione del lume
(*modulazione attività
enzimatiche,
encefalopatia epatica*)
- Produzione di VFA
(*glicemia, lipemia,
cancro al colon-retto,
assorbimento minerali*)
- Selezione microflora
(*inibizione patogeni,
aumento bifidobatteri*)

Oligosaccaridi e
polisaccaridi
fermentescibili
(*lattulosio, lattitolo,
galatto-oligosaccaridi,
xilo-oligosaccaridi,
amido resistente,
frutto-oligosaccaridi,
inulina*)

I PRINCIPALI CARBOIDRATI ALIMENTARI NON DISPONIBILI

CLASSE	SOTTOGRUPPO (GRADO DI POLIMERIZZAZIONE)	COMPONENTE	MONOMERO
Carboidrati semplici	Disaccaridi (2)	Lattulosio	Fruttosio - galattosio
	Polialcoli (1-2)	Sorbitolo Xilitolo Maltitolo	
	Oligosaccaridi (3-2)	Raffinosio Stachiosio Verbascosio Fos	Galattosio - glucosio Galattosio - glucosio Galattosio - glucosio Fruttosio - glucosio
Carboidrati complessi	Polisaccaridi (> 9)	Cellulosa	Glucosio
		Emicellulose	Arabinosio - xilosio
		Pectine	Acido glucuronico
		Galattomannani	Galattosio - glucosio
		Glucomannani	Mannosio - glucosio
		Inulina Amido resistente	Fruttosio - glucosio Glucosio

Tra i **CARBOIDRATI PREBIOTICI** sono studiati gli oligofruzzani, polimeri del fruttosio che terminano con una molecola di glucosio. Si distinguono in **Fruttooligosaccaridi** (FOS - grado di polimerizzazione < 10) e **Inulina** (10-60). Inulina e FOS sono estratti da vegetali che ne sono particolarmente ricchi (cicoria e topinambur) oppure sono sintetizzati a partire dal fruttosio. Hanno bassa viscosità e sono completamente e rapidamente fermentati dalla microflora intestinale.



Prebiotici e lipidi.

	Sostanza	Trigliceridi	Colesterolo	Riferimento
Animal studies				
	Inulina	↓↓↓	↓↓	Fiordaliso et al., 1995
	Inulina	↓↓	↓↓	Delzenne et al., 1995
	FOS	↓↓	↓	Vanhoof et al., 1995
	FOS	↓↓	↔	Kok et al., 1996
Human studies				
	FOS 8 g/d	↔	↓	Yamashita et al., 1984
	Lattulosio 15	↔	↑↑	Jenkins et al., 1991
	FOS 20 g/d	↔	↔	Luo et al., 1996
	Inulina 14 g/d	↔	↔	Pedersen et al., 1997
	Inulina 18 g/d	↓	↓	Davidson et al., 1998
	Inulina 9 g/d	↓↓	↓	Brighenti et al., 1999

STRESS OSSIDATIVO (2)

- ✓ I radicali liberi dell'ossigeno (*ROS, Reactive Oxygen Species*) sono considerati responsabili dell'invecchiamento e di alcune patologie (m. cardiovascolari, neoplasie, cataratta, declino delle funzioni immunitarie, m. degenerative del SNC: M. di Parkinson ed Alzheimer)
- ✓ In condizioni fisiologiche i fattori proossidanti sono in equilibrio con le difese antiossidanti; uno sbilanciamento a favore dei fattori proossidanti determina uno stato di "stress ossidativo".

Possibile sviluppo di alimenti funzionali

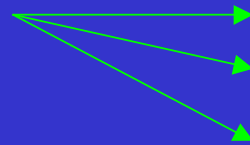
- ✓ Minerali ed oligoelementi: Se, Cu, Mn, Zn;
- ✓ Composti a basso PM: glutathione, vitamina C ed E, carotenoidi, polifenoli

RADICALI LIBERI

Molecole bersaglio

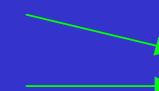
Conseguenze

Proteine



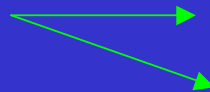
aumento del turnover proteico

perdita dell'attività enzimatica



*Lesione
cellulare*

Lipidi ossidati



alterazione della membrana cellulare

modificazione delle lipoproteine (LDL)

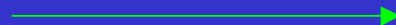


Aterosclerosi

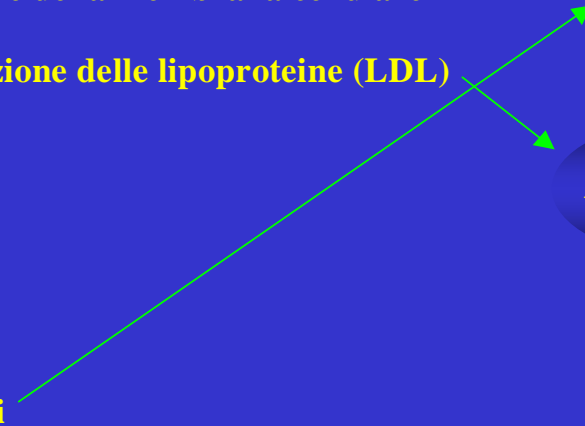
Prodotti secondari
(aldeidi)



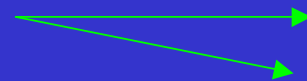
DNA



mutazioni



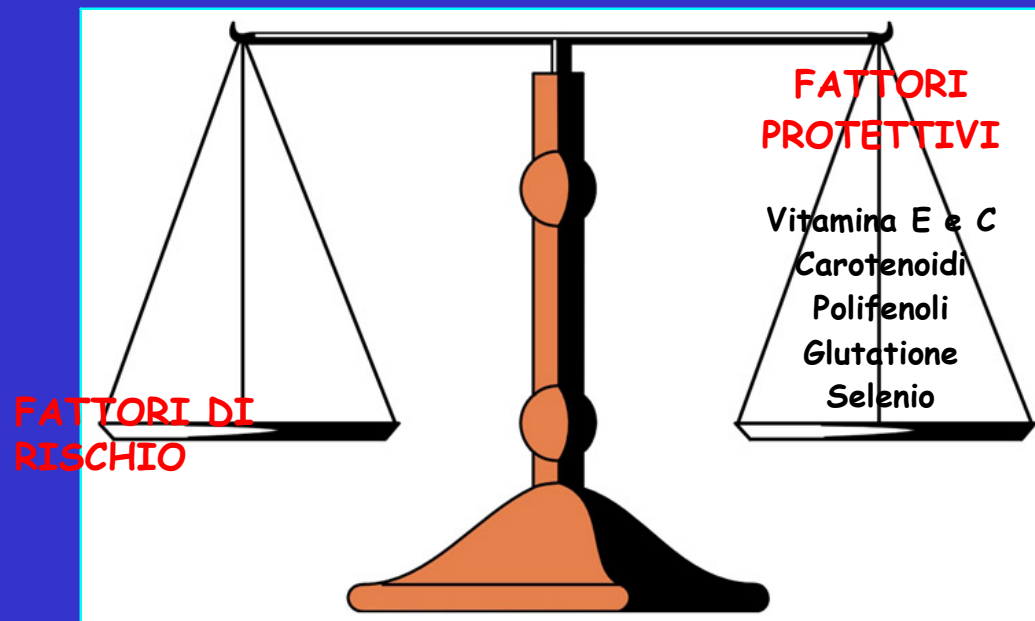
Carboidrati



alterazioni dei recettori

ridotta viscosità dei fluidi sinoviali

Equilibrio tra fattori ossidanti ed antiossidanti



Sorgenti di radicali liberi

<i>Sorgenti interne di radicali liberi</i>	<i>Sorgenti esterne di radicali liberi</i>
Mitocondri	Fumo di sigaretta
Fagociti	Inquinamento ambientale
Xantina ossidasi	Radiazioni
Reazioni che coinvolgono il ferro o altri metalli di transizione	Sorgenti di tipo chimico come pesticidi, solventi industriali
Via dell'arachidonato	Ozono
Perossisomi	Luce ultravioletta
Infiammazioni	
Ischemia	
Esercizio fisico	

Principali "fattori protettivi" e loro fonti alimentari

Fattore protettivo	Fonti vegetali	Fonti animali
Carotenoidi	abbondanti	solo alcuni derivati
<i>α-carotene</i>	vegetali a foglia verde, peperoni	assente
<i>β-carotene</i>	vegetali a foglia verde, peperoni, carote	formaggio, uova, burro e fegato
<i>licopene</i>	pomodori, melone	rare
<i>luteina</i>	broccoli e vegetali a foglia verde	rare
Flavonoidi	numerose	assenti o molto scarse
<i>flavonoli</i>	tè verde e nero, olio di oliva	
<i>antociani, tannini</i>	vino rosso, tè	
Vitamine	numerose	numerose
<i>vitamina C</i>	agrumi, pomodori, broccoli, cavoli, fragole	
<i>vitamina E</i>	olio di oliva, cereali integrali, asparagi, avocado	fegato, uova, burro
<i>vitamine gruppo B</i>	ortaggi verdi, cereali, legumi	fegato, fragole, pesce azzurro
Oligoelementi	numerose	numerose
<i>selenio</i>	spinaci, broccoli, cavoli, cipolle, funghi, noci del Brasile	carni (pesce, pollo, fragole)
<i>zinco</i>	spinaci, cavoletti	ostriche, fragole



Una tazza di tè o un bicchiere di vino rosso contengono ~ 200 mg di sostanze polifenoliche totali



RISCHIO CARDIOVASCOLARE

- ✓ Elevata pressione arteriosa
- ✓ Alterazioni endoteliali
- ✓ elevati livelli lipidici plasmatici (\uparrow LDL-C, \downarrow HDL-C, \uparrow TG postprandiali):
- ✓ LDL ossidate
- ✓ Iper-omocisteina
- ✓ Stato procoagulativo
- ✓ Bassi livelli di vit. K

Possibile sviluppo di alimenti funzionali

- ✓ Lipidi alimentari: ac. Grassi saturi ($\geq 16 C$); ac. Grassi insaturi - cis ($\geq 18 C$); ac. Grassi insaturi - trans; PUFA n-3 a lunga catena
- ✓ fibra solubile; antiossidanti; ac. Folico, vit. B6, vit. B12; K, Na; proteine della soia, steroli e stanoli vegetali; vit. K

REGOLAZIONE DI PROCESSI METABOLICI

- ✓ OBESITA': interazione tra fattori genetici, ambientali e stile di vita (sedenterietà, alimentazione iperlipidica);
- ✓ DIABETE MELLITO (tipo 1, tipo 2)
- ✓ SINDROME METABOLICA ed INSULINO RESISTENZA

Possibile sviluppo di alimenti funzionali

- ✓ alimenti a basso indice glicemico:
 - ✓ proprietà e caratteristiche dell'amido, amido resistente (fisicamente inaccessibile, non gelatinizzato, retrogradato, modificato)
 - ✓ fibra alimentare solubile
 - ✓ carboidrati idrogenati (polioli), trealosio.

INDICE GLICEMICO

Gli alimenti ad elevato indice glicemico generano inizialmente iperglicemia e conseguentemente iperinsulinemia; in seguito si osserva un'ipoglicemia reattiva e un'elevata concentrazione sierica di acidi grassi liberi.

Questi eventi promuoverebbero un aumento riflesso dell'assunzione di cibo, un'alterazione della funzione delle cellule- β pancreatiche, dislipidemia e alterazioni endoteliali.

Per questi motivi il consumo di cibi ad alto indice glicemico predisporrebbe all'obesità (Ludwig DS, 2002), anche se non è semplice stabilire questa consequenzialità poiché, nei soggetti che sono già obesi, l'ipoglicemia di rimbalzo dopo un pasto ad elevato indice glicemico appare più pronunciata che nei normopeso (Stephan T, 1972).

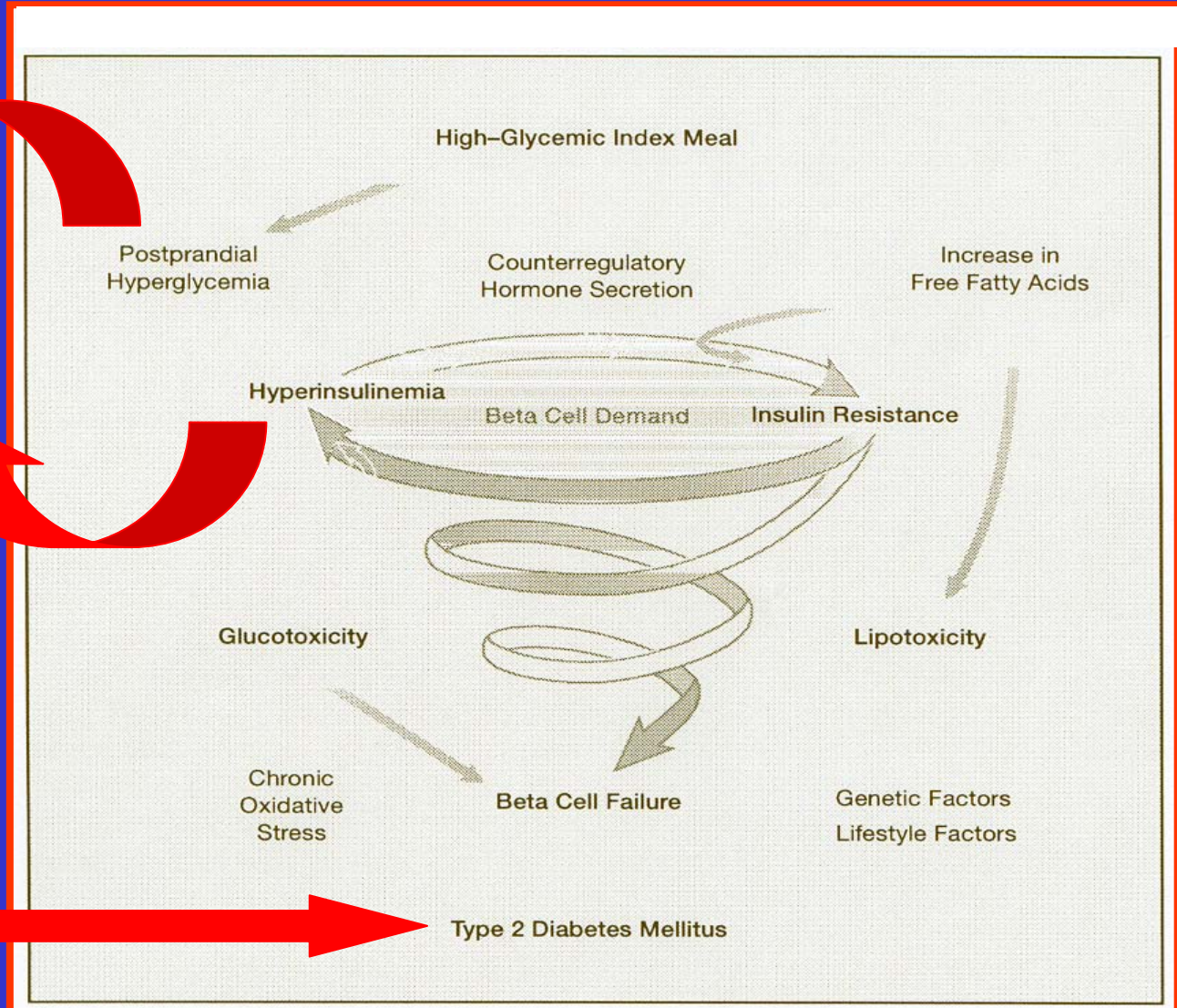
L'assunzione di cibi a basso indice glicemico, invece, si associa ad un miglioramento della sensibilità insulinica e ad un aumento dei livelli di colesterolo HDL (Wolever TMS, 2000).

Hight-Glycemic Index Diet and Risk for Diabetes Mellitus

**IPOGLICEMIA
REATTIVA**

**ASSUNZIONE
DI CIBO**

OBESITA'



The hypothetical model relates a high-glycemic index diet to increased risk for type 2 diabetes mellitus.