

Effetti dei carboidrati complessi e dell'indice glicemico della dieta sul controllo del peso corporeo

Rosalba Giacco¹, Giuseppina Costabile²

¹Istituto di Scienze dell'Alimentazione del CNR, Avellino

²Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale dell'Università degli Studi "Federico II", Napoli

La prevenzione e il trattamento dell'obesità rappresentano una delle maggiori preoccupazioni per il sistema sanitario sia perché la prevalenza dell'obesità è in continua e rapida crescita in tutto il mondo, sia perché tale condizione costituisce un importante fattore di rischio per lo sviluppo del diabete tipo 2 (DMT2), delle malattie cardiovascolari e di alcune neoplasie. Il consumo di una dieta ad alta densità energetica e un basso livello di attività fisica sono i due fattori responsabili di questo trend a livello mondiale. L'approccio tradizionale di utilizzare diete ipocaloriche (talvolta anche drastiche) per promuovere la perdita di peso ha avuto successo a breve termine, ma è risultato fallimentare nel lungo termine. Pertanto, già da alcune decadi i programmi di riduzione del peso sono rivolti all'uso di regimi alimentari che favoriscono un decremento dell'introito energetico, preservando il più possibile alto il livello di sazietà. A tal riguardo, la riduzione in grassi della dieta, tra le varie manipolazioni dietetiche utilizzate, è stata quella che è risultata associata a un decremento spontaneo dell'apporto energetico e del peso corporeo, senza che si utilizzasse a priori un intervento di restrizione calorica. Questo tipo di approccio, infatti, favorisce la sazietà inducendo una riduzione spontanea dell'introito energetico. Negli ultimi anni i risultati di alcuni studi epidemiologici e d'intervento clinico hanno suggerito che anche l'uso di alimenti a basso indice glicemico (IG), in una dieta ad alto contenuto in carboidrati (CHO), promuove la perdita di peso (1). La dieta a basso IG produce, infatti, un assorbimento più lento dei CHO che potrebbe aumentare il senso di

sazietà e, grazie a una ridotta secrezione insulinica, ridurre l'accumulo di tessuto adiposo e favorire l'incremento dell'ossidazione dei grassi rispetto ai CHO. Tale ipotesi è supportata dai risultati di uno studio su animali, che ha dimostrato che topi alimentati con una dieta ad alto IG accumulano una quantità di grasso doppia rispetto ad animali che utilizzano una dieta a basso IG ma a eguale contenuto in CHO ed energia (2). Da un punto di vista clinico, stabilire se il basso IG e carico glicemico (CG) sono in grado di prevenire o rallentare l'aumento di peso e/o di favorirne la perdita è rilevante perché offre la possibilità di massimizzare l'impatto che la dieta a basso/moderato contenuto in grassi ha sulla riduzione *ad libitum* dell'apporto energetico. Tuttavia la reale efficacia del basso IG e CG nella regolazione del peso è ancora dibattuta a causa dei risultati contrastanti derivanti da studi epidemiologici e trial clinici.

I CHO rappresentano una categoria di sostanze molto eterogenea dal punto di vista sia della composizione sia degli effetti fisiologici e non sempre questa eterogeneità è stata considerata negli studi di intervento. Infatti, la relazione tra CHO della dieta e peso corporeo dovrebbe tener conto non solo della quantità dei CHO totali, ma anche della quantità di fibre, dell'IG e, infine, del CG della dieta.

L'IG esprime l'entità dell'incremento della glicemia indotto da una quantità fissa di CHO disponibili presenti in un alimento o un pasto. Esso si calcola dividendo la risposta glicemica (area della glicemia misurata ogni 30 minuti per due ore) dopo l'ingestione di un alimento test contenente 50 g di CHO disponibili con la

risposta glicemica registrata dopo l'ingestione di un alimento di riferimento (pane bianco o glucosio) contenente la stessa quantità di CHO (50 g) e si esprime come percentuale (Tabella 1) (3).

Il CG rappresenta l'effetto sulla glicemia indotto sia dalla qualità (IG) sia dalla quantità dei CHO disponibili contenuti in un alimento o in un pasto. Esso si calcola moltiplicando l'IG per la quantità di CHO disponibili (g) contenuti nell'alimento o pasto. Una riduzione del CG di una dieta può essere ottenuta o scegliendo alimenti a basso IG o riducendo la quota dei CHO totali.

Studi osservazionali

La relazione tra IG, CG e peso corporeo è stata valutata in diversi studi osservazionali fornendo risultati contrastanti (4).

Tre grandi studi di coorte condotti su donne (5-7) e due su uomini (8, 9) hanno mostrato un'associazione inversa tra IG della dieta e indice di massa corporea (IMC), con un IMC ridotto di oltre 1,5 kg/m² nel quin-

tile più alto di IG rispetto al quintile più basso (Tabella 2). Al contrario, quattro studi, due su una coorte di donne (10, 11) e due su una coorte di uomini e donne (12, 13) hanno evidenziato che l'IMC aumentava parallelamente all'incremento dell'IG (Tabella 2). In uno studio su una coorte adulta di danesi un'associazione diretta tra IG e variazione del peso corporeo e percentuale di massa grassa era osservata solo nelle donne, soprattutto in quelle sedentarie, ma non negli uomini (14). In altri studi condotti su soggetti adulti (15) e adolescenti (16) non è stato riscontrato, invece, alcun tipo di associazione col peso corporeo.

I risultati di questi studi non permettono, quindi, di trarre alcuna conclusione sulla reale efficacia dell'IG nella regolazione del peso corporeo. Se la relazione tra peso corporeo e IG è controversa ancora di più lo è quella con il CG. Infatti, con l'eccezione di due studi (17, 13) che hanno osservato una relazione diretta tra IMC e CG, molti altri mostrano un'assenza di relazione (11, 12, 18-21) o addirittura un'associazione inversa (5-7, 22-25) (Tabella 3). In particolare, negli studi in cui l'IMC correla inversamente con il carico glic-

Tabella 1 **Indice glicemico di alcuni alimenti ricchi in carboidrati abitualmente consumati nella dieta**

	IG (Glucosio=100)		IG (Glucosio=100)
Zuccheri		Patate	
Glucosio	100	Patate novelle (bollite)	78
Saccarosio	68	Patate fritte	75
Miele	58	Patate al forno	60
Fruttosio	20	Legumi	
Cereali		Fagioli secchi bolliti	29
Pane bianco tipo baguette	95	Ceci secchi bolliti	28
Special K™ Kellogg's	84	Lenticchie rosse bollite	26
Pizza	80	Frutta	
Crackers	70	Ananas	59
Pane a lievitazione acida	66	Banana	52
Fette biscottate	64	Arancia	42
Riso	64	Succo di mela	40
Riso parboiled	56	Mela	38
Mais dolce	53	Pera	38
Gnocchi di patate	52	Bevande	
Spaghetti	44	Aranciata light	68
Orzo	25	Coca-cola light	58

Tabella 2 Relazione tra indice glicemico della dieta e indice di massa corporea in nove studi epidemiologici

Autori	Studio e numero di partecipanti	Valutazione dei consumi alimentari	Associazione
Donne			
Schulze et al, 2004	<i>Nurses' Health Study</i> 91.249	Questionario di frequenza	Inversa
Higginbotham et al, 2004	<i>Women's Health Study</i> 38.446	Questionario di frequenza	Inversa
Silvera et al, 2005	<i>Canadian NBSS</i> 49.111	Questionario di frequenza	Inversa
Salmeron et al, 1997	<i>US Women</i> 65.173	Questionario di frequenza	Diretta
Murakami et al, 2006	<i>Japanese Multicentered Environmental Toxicants Study</i> 1354	Storia dietetica	Diretta
Uomini			
Salmeron et al, 1997	<i>Health Professional Study</i> 42.759	Questionario di frequenza	Inversa
van Dam et al, 2000	<i>Zutphen Study</i> 646	Questionario di frequenza	Inversa
Uomini/donne			
Ma et al, 2005	572	Diario dei 7 giorni	Diretta
Lau et al, 2006	<i>Inter99 Study</i> 6334	Questionario di frequenza	Diretta

mico l'IMC risulta da 0,3 a 2,1 kg/m² più basso nel quintile più alto di CG rispetto a quello più basso. Queste differenze sono evidenti anche dopo aggiustamento per apporto di energia totale della dieta e per altre potenziali variabili confondenti. In particolare, un'analisi combinata delle coorti del *Nurses' Health Study* I e II mostrava che l'IMC era ridotto di 1,1 kg/m² nel quintile più alto di CG rispetto a quello più basso, in assenza di differenze in attività fisica e con una prevalenza di fumatori più bassa (22). Pertanto, una parte degli studi epidemiologici supporta che il CG è un predittore di adiposità, una parte non lo supporta e un'altra sembra suggerire che l'alto CG ha addirittura effetti benefici sul controllo del peso corporeo. La discordanza nei risultati di questi studi è attribuibile essenzialmente a fattori metodologici, *in primis* alla determinazione dell'IG e CG delle diete. Infatti, l'IG e il CG utilizzati nei diversi studi spesso derivano da fonti differenti, per cui uno stesso alimento può avere IG e CG diversi oppure perché per alcuni alimenti non si conosce l'IG. Un altro errore metodologico importante è che in alcuni studi IG e CG sono calcolati sui CHO totali

della dieta piuttosto che su quelli disponibili (21). Un altro fattore confondente è rappresentato dall'introito energetico totale della dieta che spesso è sottostimato rispetto a quello reale. Nello studio di Lau (13), infatti, l'IMC correlava positivamente con l'IG quando il modello era aggiustato per l'introito totale di energia e venivano esclusi dall'analisi statistica i soggetti che sottostimavano il loro introito calorico. Infine, un altro fattore confondente è costituito dal metodo di rilievo dei consumi alimentari. Il "questionario di frequenza", ad esempio, tende a sottostimare l'introito calorico, soprattutto nei soggetti sovrappeso/obesi, il "diario dei 7 giorni" è, invece, più accurato perché basato sulla pesata, ma ha il limite di non tener conto della stagionalità dei prodotti, ecc. Pertanto, i risultati degli studi epidemiologici vanno interpretati con cautela prima di trarre una conclusione sugli effetti positivi o negativi di IG e CG sulla salute.

È importante sottolineare che l'associazione tra IG e peso corporeo (più basso IG più basso peso corporeo) è spiegata, almeno in parte, anche dal più alto consumo di alimenti ricchi in fibre vegetali che, generalmente,

Tabella 3 Relazione tra carico glicemico della dieta e indice di massa corporea in dodici studi epidemiologici

Autori	Studio e numero di partecipanti	Valutazione dei consumi alimentari	Associazione
Donne			
Schulze et al, 2004	<i>Nurses' Health Study</i> 91.249	Questionario di frequenza	Inversa
Higginbotham et al, 2004	<i>Women's Health Study</i> 38.446	Questionario di frequenza	Inversa
Flood et al, 2006	<i>Prostate, Lung, Colorectal and Ovarian screening Study</i> 18.341	Questionario di frequenza	Inversa
Silvera et al, 2005	<i>Canadian NBSS</i> 49.111	Questionario di frequenza	Inversa
Murakami et al, 2006	<i>Japanese Multicentered Environmental Toxicants Study</i> 1354	Storia dietetica	Nessuna
Larsson et al, 2006	<i>Swedish Mammography Study</i> 61.433	Storia dietetica	Inversa
Sahyoun et al, 2005	<i>Health Aging and Body composition</i> 1169	Questionario di frequenza	Nessuna
Uomini			
Sahyoun et al, 2005	<i>Health Aging and Body composition</i> 1079	Questionario di frequenza	Nessuna
Flood et al, 2006	<i>Prostate, Lung, Colorectal and Ovarian screening Study</i> 20.172	Questionario di frequenza	Inversa
Uomini/donne			
Hodge, 2004	<i>Melbourne Collaborative Cohort Study</i> 36.787	Questionario di frequenza	Diretta
Ma et al, 2005	572	Diario dei 7 giorni	Nessuna
Lau et al, 2006	<i>Inter99 Study</i> 6334	Questionario di frequenza	Diretta

sono a basso IG. Infatti, l'associazione inversa tra consumo di fibre (in particolare di fibre da cereali) sotto forma di cereali integrali e peso corporeo è evidente in quasi tutti gli studi epidemiologici (26–30).

Studi d'intervento

Recentemente sono state pubblicate una meta-analisi e una *review* su questo argomento. La *Cochrane review* (31) ha analizzato numerosi studi d'intervento ma solo sei soddisfacevano i criteri di inclusione perché erano trial controllati e randomizzati (32–37). I sei trial, effettuati su una popolazione complessiva di 202 parteci-

panti, in cui la durata dell'intervento dietetico variava da un minimo di cinque settimane (32) fino a sei mesi (33, 34), hanno confrontato l'effetto sul peso corporeo di una dieta a basso IG (45 valore medio) e CG (89 valore medio) con una ad alto IG (70) e CG (129) in soggetti obesi o in sovrappeso. Va sottolineato che nei due studi di Ebbeling (33, 34) la dieta a basso carico glicemico era paragonata a una dieta convenzionale, mentre in quello di Slabber (36) a una normale dieta ipocalorica. L'analisi complessiva degli studi ha mostrato che il decremento dell'IMC era significativamente maggiore ($-1,3 \text{ kg/m}^2$, $p < 0,05$) con una dieta a basso IG e ciò si accompagnava a una maggiore riduzione della massa grassa. Questi risultati dimostrano

che la diminuzione dell'IG e del CG della dieta è in grado di promuovere una maggiore riduzione del peso corporeo, almeno a medio termine (sei mesi). Ovviamente, questo risultato deve essere verificato con studi a lungo termine per valutare se il calo ponderale si mantiene anche per periodi più lunghi. Un altro aspetto riguarda la grandezza del campione studiato che deve essere sufficientemente grande da poter evidenziare eventuali differenze. Infatti, mentre la su citata meta-analisi indica che la riduzione dell'IG e del CG della dieta è in grado di favorire una maggiore diminuzione del peso corporeo, alcuni studi, valutati singolarmente, non sono in grado di dimostrarla o addirittura la smentiscono (38).

Nel 2008 Livesey e collaboratori hanno pubblicato una *review* in cui hanno cercato di esaminare l'effetto dell'IG, del CG e dei CHO, disponibili e non, sul calo ponderale e su altri parametri metabolici (39). In questo caso sono stati analizzati 45 studi, di cui 13 effettuati in soggetti sani, 2 in soggetti con ridotta tolleranza ai CHO, 24 in pazienti diabetici e 6 studi in soggetti a elevato rischio cardiovascolare, con un numero complessivo di 972 soggetti studiati. La riduzione di peso era significativamente associata all'IG della dieta e ancor più al CG. Infatti, la diminuzione del CG di 17 g glucosio equivalente/die induceva una significativa perdita di peso che diventava più consistente quando il CG era ridotto di oltre 42 g glucosio equivalente/die. Oltre all'effetto sul peso corporeo, la dieta a basso IG aveva effetti positivi su altri parametri di rischio cardiovascolare. Essa, infatti, migliorava la glicemia e l'emoglobina glicosilata, indipendentemente dal consumo di CHO disponibili e non disponibili e tali effetti erano più evidenti nei pazienti diabetici. Il più basso IG e il più alto consumo di CHO indigeribili incrementavano l'insulino-sensibilità sia nei diabetici sia nei soggetti in sovrappeso e obesi e tale effetto era riproducibile in tutti gli studi. Rispetto ad altre *reviews* precedentemente pubblicate sull'argomento (40-43), questa di Livesey ha il merito di esaminare quale è il contributo dell'IG rispetto al CG e il ruolo dei CHO non disponibili sui diversi fattori di rischio cardiovascolare in una popolazione di individui normali e/o con anomalie metaboliche di vario grado. La valutazione del ruolo dei CHO indigeribili è importante in quanto, come prima menzionato, il contenuto in fibre della dieta è uno dei principali fattori che influenzano l'IG e il CG. Infatti, gli alimenti ricchi in fibre, prevalentemente quelle solubili, sono quelli con il più basso IG. Pertanto, alcuni

effetti del basso IG/CG possono anche essere dovuti a un effetto indipendente delle fibre. Mentre l'associazione tra l'introito di fibre vegetali - in particolare di quelle dei cereali - e il più basso peso corporeo è dimostrata in quasi tutti gli studi epidemiologici, i risultati dei pochi studi d'intervento disponibili sono meno convincenti (5, 44). I risultati di questa *review* di Livesey mostrano che sia il basso IG/CG sia l'alto contenuto in fibre della dieta influenzano in maniera indipendente tutti i parametri di rischio cardiovascolare, inducendo un significativo miglioramento. Pertanto, l'utilizzo di diete a basso IG/CG e ricche in fibre vegetali non deve essere riservato solo ai soggetti con anomalie del metabolismo glico-lipidico, ma deve essere esteso anche a individui normali, nei quali l'adozione di questo approccio nutrizionale aiuta a prevenire l'incremento ponderale e/o a perdere peso.

Effetti dell'indice glicemico sul senso di fame/sazietà

La dieta a basso IG/CG può prevenire l'obesità e favorire il calo ponderale mediante un incremento della sazietà e la riduzione dell'introito energetico. Infatti, la più bassa velocità di digestione e assorbimento dei nutrienti, tipica degli alimenti a basso IG, sarebbe in grado di stimolare più a lungo i recettori del tratto gastrointestinale da cui partono i segnali di sazietà e di prolungare il loro effetto sui centri di fame/sazietà. Questi meccanismi, però, non sono uniformemente supportati dagli studi d'intervento presenti nella letteratura scientifica.

Una *review* di Bornet (45) ha cercato di chiarire se il basso IG di un alimento o di un pasto è in grado di aumentare il senso di sazietà o ridurre il senso di fame rispetto a un alimento o pasto ad alto IG e se questo effetto è mediato dalla risposta glicemica. Nella *review* sono stati valutati separatamente gli studi acuti (durata <1 giorno) e quelli di media-lunga durata (durata di alcuni giorni o settimane). Dei 18 studi acuti analizzati, più della metà supportava il maggiore effetto saziante degli alimenti o pasti a basso IG rispetto a quelli ad alto IG, indipendentemente dal metodo di valutazione della sazietà utilizzato (metodo diretto o indiretto) e dal possibile contributo di alcuni fattori confondenti (fibre, palatabilità). Per valutare se la dieta a basso IG è in grado di influenzare l'introito alimentare e regolare il peso corporeo occorrono studi d'intervento a lungo termine in cui gli alimenti a basso o alto IG siano consu-

mati *ad libitum* e la proporzione di proteine, CHO e grassi tra le diete testate sia simile. Infatti, i diversi macronutrienti influenzano in modo differente la sazietà. Nella *review* di Borner solo sette studi possedevano questi criteri (32, 34, 37, 46–49). I risultati di questi studi, ottenuti in soggetti sia normopeso sia obesi, non confermavano che l'aumento di sazietà osservato in acuto con gli alimenti a basso IG era in grado di ridurre l'introito energetico e/o regolare il peso corporeo a lungo termine. Infatti, solo in tre studi (39, 41, 49) la dieta a basso IG tendeva a diminuire l'introito energetico, ma tale riduzione non era statisticamente significativa e non aveva effetti rilevanti sul peso corporeo. Lo stesso risultato è stato riscontrato in uno studio più recente, condotto in donne in sovrappeso/obese, in cui la dieta a basso IG non era in grado di influenzare la sazietà e l'introito energetico dopo 12 settimane di trattamento (50).

In linea con quanto osservato nella popolazione adulta, uno studio effettuato su un campione di bambini tra gli 8 e 11 anni, in cui veniva confrontato l'effetto sull'introito energetico di una prima colazione a basso IG rispetto a una ad alto IG per un periodo di 10 settimane, mostrava che la dieta a basso IG tendeva a diminuire l'introito energetico ma l'entità della riduzione non raggiungeva la significatività statistica (51).

Considerando gli studi che hanno investigato l'effetto della dieta a basso IG sull'introito energetico, la durata dell'osservazione varia da un minimo di otto giorni a un massimo di sei mesi. L'assenza di effetto potrebbe dipendere da diversi fattori: il tempo richiesto per evidenziarsi è più lungo, oppure i metodi disponibili per il rilievo dell'introito energetico non sono così sensibili da essere in grado di apprezzare anche piccole differenze nella riduzione dell'apporto energetico giornaliero. Un'altra possibilità è che l'effetto del basso IG/CG della dieta sul peso corporeo potrebbe essere mediato attraverso meccanismi diversi da quelli della sazietà e della riduzione dell'apporto energetico, ad esempio semplicemente attraverso una maggiore ossidazione dei grassi piuttosto che dei carboidrati, inducendo quindi una riduzione dei depositi adiposi (2).

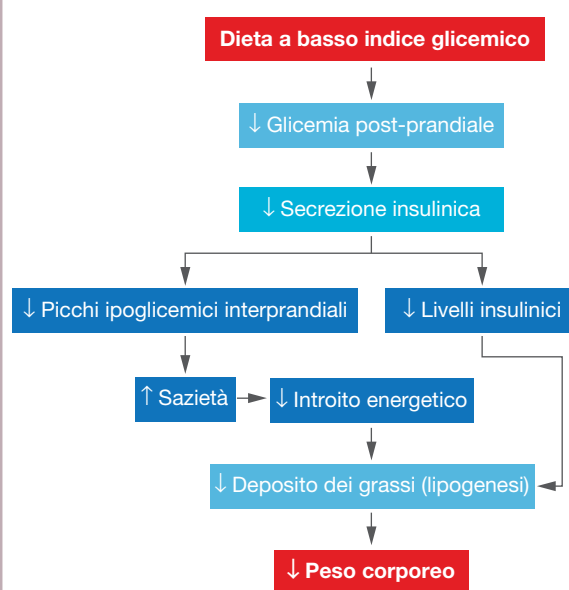
Conclusioni

Gli studi d'intervento, al contrario di quelli epidemiologici, suggeriscono che la dieta a basso IG/CG ha effetti positivi sul peso corporeo e sui fattori di rischio

cardiovascolare. Il suo effetto è più evidente nei pazienti diabetici e in quelli con sindrome metabolica. Meno chiari sono i meccanismi attraverso cui questo tipo di dieta esplica i suoi effetti (Figura 1). I maggiori benefici osservati nei pazienti insulino-resistenti supportano l'ipotesi che il miglioramento della sensibilità insulinica stimoli l'utilizzazione ossidativa dei lipidi da parte dei tessuti periferici e riduca il deposito dei grassi a livello del tessuto adiposo. La capacità della dieta a basso IG di aumentare il senso di sazietà è un altro possibile meccanismo fortemente avallato dagli studi in acuto mentre quelli a medio termine, nella maggioranza dei casi, non mostrano alcun effetto significativo sulla riduzione dell'apporto energetico. Non si può escludere che la scarsa precisione e sensibilità dei metodi che valutano l'introito energetico degli individui possa avere un ruolo rilevante.

Dal punto di vista pratico, una dieta a basso IG può essere ottenuta implementando il consumo giornaliero di alimenti a basso IG, sia di quelli ricchi in fibre vegetali solubili, quali legumi, frutta e vegetali, sia di alimenti come la pasta che, pur non essendo ricca in fibre, ha comunque un IG basso. In questo contesto il consumo di pasta e di cereali integrali per la prima colazione a basso IG andrebbe incoraggiato perché in grado di combinare due proprietà nutrizionali utili per la rego-

Figura 1 Ipotesi dei meccanismi mediante i quali l'indice glicemico influenza il peso corporeo



lazione del peso corporeo: basso IG e alto contenuto in fibre vegetali.

Bibliografia

1. Brand-Miller JC, Holt SHA, Pawlak DB, et al. Am J Clin Nutr 76: 281S-285S, 2002.
2. Kabir M, Rizkalla SW, Quignard-Boulangé A, et al. A high glycemic index starch diet affects lipid storage-related enzymes in normal and to a lesser extent in diabetic rats. J Nutr 128: 1878-1883, 1998.
3. Wolever TM, Brand-Miller JC, Abernethy J, et al. Measuring the glycemic index of foods: Interlaboratory study. Am J Clin Nutr 87 (Suppl 1): 247-257, 2008.
4. Gaesser GA. Carbohydrate quantity and quality in relation to body mass index. J Am Diet Assoc 107: 1768-1780, 2007.
5. Schulze MB, Liu S, Rimm EB, et al. Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women. Am J Clin Nutr 80: 348-356, 2004.
6. Higginbotham S, Zhang ZF, Lee IM, et al. Dietary glycemic load and breast cancer risk in the Women's Health Study. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 13: 65-70, 2004.
7. Silvera SA, Jain M, Howe GR, et al. Dietary carbohydrates and breast cancer risk: A prospective study of the roles of overall glycemic index and glycemic load. Int J Cancer 114: 653-658, 2005.
8. Salmerón J, Ascherio A, Rimm EB, et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. Diabetes Care 20: 545-550, 1997.
9. van Dam RM, Visscher AW, Feskens EJ, et al. Dietary glycemic index in relation to metabolic risk factors and incidence of coronary heart disease: The Zutphen Elderly Study. Eur J Clin Nutr 54: 726-731, 2000.
10. Salmerón J, Manson JE, Stampfer MJ, et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. JAMA 277: 472-477, 1997.
11. Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y, et al. Dietary glycemic index and load in relation to metabolic risk factors in Japanese female farmers with traditional dietary habits. Am J Clin Nutr 83: 1161-1169, 2006.
12. Ma Y, Olendzki B, Chiriboga D, et al. Association between dietary carbohydrates and body weight. Am J Epidemiol 161: 359-367, 2005.
13. Lau C, Toft U, Tetens I, et al. Association between dietary glycemic index, glycemic load, and body mass index in the Inter99 study: Is underreporting a problem? Am J Clin Nutr 84: 641-645, 2006.
14. Hare-Bruun H, Flint A, Heitmann BL. Glycemic index and glycemic load in relation to changes in body weight, body fat distribution, and body composition in adult Danes. Am J Clin Nutr 84: 871-879, 2006.
15. Forbes LE, Storey KE, Fraser SN, et al. Dietary patterns associated with glycemic index and glycemic load among Alberta adolescents. Appl Physiol Nutr Metab 34: 648-658, 2009.
16. Cheng G, Karaolis-Danckert N, Libuda L, et al. Relation of dietary glycemic index, glycemic load, and fiber and whole-grain intakes during puberty to the concurrent development of percent body fat and body mass index. Am J Epidemiol 169: 667-677, 2009.
17. Hodge AM, English DR, O'Dea K, Giles GG. Glycemic index and dietary fiber and the risk of type 2 diabetes. Diabetes Care 27: 2701-2706, 2004.
18. Liese AD, Schulz M, Fang F, et al. Dietary glycemic index and glycemic load, carbohydrate and fiber intake, and measures of insulin sensitivity, secretion, and adiposity in the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. Diabetes Care 28: 2832-2838, 2005.
19. Mayer-Davis EJ, Dhawan A, Liese AD, et al. Towards understanding of glycaemic index and glycaemic load in habitual diet: Associations with measures of glycaemia in the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. Br J Nutr 95: 397-405, 2006.
20. Marshall JA, Bessesen DH, Hamman RF. High saturated fat and low starch and fibre are associated with hyperinsulinaemia in a non-diabetic population: The San Luis Valley Diabetes Study. Diabetologia 40: 430-438, 1997.
21. Sahyoun NR, Anderson AL, Kanaya AM, et al. Dietary glycemic index and load, measures of glucose metabolism, and body fat distribution in older adults. Am J Clin Nutr 82: 547-552, 2005.
22. Wu T, Giovannucci E, Pischon T, et al. Fructose, glycemic load, and quantity and quality of carbohydrate in relation to plasma C-peptide concentrations in US women. Am J Clin Nutr 80: 1043-1049, 2004.
23. Cho E, Spiegelman D, Hunter DJ, et al. Premenopausal dietary carbohydrate, glycemic index, glycemic load, and fiber in relation to risk of breast cancer. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 12: 1153-1158, 2003.
24. Flood A, Peters U, Jenkins DJ, et al. Prostate, Lung, Colorectal, Ovarian (PLCO) Project Team. Carbohydrate, glycemic index, and glycemic load and colorectal adenomas in the Prostate, Lung, Colorectal, and Ovarian Screening Study. Am J Clin Nutr 84: 1184-1192, 2006.
25. Larsson SC, Bergkvist L, Wolk A. Glycemic load, glycemic index and carbohydrate intake in relation to risk of stomach cancer: A prospective study. Int J Cancer 118: 3167-3169, 2006.
26. Good CK, Holschuh N, Albertson AM, Eldridge AL. Whole grain consumption and body mass index in adult women: An analysis of NHANES 1999-2000 and the USDA pyramid servings database. J Am Coll Nutr 27: 80-87, 2008.
27. Sahyoun NR, Jacques PF, Zhang XL, et al. Whole-grain intake is inversely associated with the metabolic syndrome and mortality in older adults. Am J Clin Nutr 83: 124-131, 2006.
28. Larsson SC, Giovannucci E, Bergkvist L, Wolk A. Whole grain consumption and risk of colorectal cancer: A population-based cohort of 60,000 women. Br J Cancer 92: 1803-1807, 2005.
29. Bazzano LA, Song Y, Bubes V, et al. Dietary intake of whole and refined grain breakfast cereals and weight gain in men. Obes Res 13: 1952-1960, 2005.
30. Steffen LM, Jacobs DR Jr, Murtaugh MA, et al. Whole grain intake is associated with lower body mass and greater insulin sensitivity among adolescents. Am J Epidemiol 158: 243-250, 2003.
31. Thomas DE, Elliott EJ, Baur L. Low glycaemic index or low glycaemic load diets for overweight and obesity. Cochrane

- Database Syst Rev (3):CD005105, 2007.
32. Bouché C, Rizkalla SW, Luo J, et al. Five-week, low-glycemic index diet decreases total fat mass and improves plasma lipid profile in moderately overweight nondiabetic men. *Diabetes Care* 25: 822-828, 2002.
 33. Ebbeling CB, Leidig MM, Sinclair KB, et al. A reduced-glycemic load diet in the treatment of adolescent obesity. *Arch Pediatr Adolesc Med* 157: 773-779, 2003.
 34. Ebbeling CB, Leidig MM, Sinclair KB, et al. Effects of an ad libitum low-glycemic load diet on cardiovascular disease risk factors in obese young adults. *Am J Clin Nutr* 81: 976-982, 2005.
 35. Sloth B, Krog-Mikkelsen I, Flint A, et al. No difference in body weight decrease between a low-glycemic-index and a high-glycemic-index diet but reduced LDL cholesterol after 10-wk ad libitum intake of the low-glycemic-index diet. *Am J Clin Nutr* 80: 337-347, 2004.
 36. Slabber M, Barnard HC, Kuyl JM, et al. Effects of a low-insulin-response, energy-restricted diet on weight loss and plasma insulin concentrations in hyperinsulinemic obese females. *Am J Clin Nutr* 60: 48-53, 1994.
 37. McMillan-Price J, Petocz P, Atkinson F, et al. Comparison of 4 diets of varying glycemic load on weight loss and cardiovascular risk reduction in overweight and obese young adults: A randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 166: 1466-1475, 2006.
 38. Philippou E, Neary NM, Chaudhri O, et al. The effect of dietary glycemic index on weight maintenance in overweight subjects: A pilot study. *Obesity (Silver Spring)* 17: 396-401, 2009.
 39. Livesey G, Taylor R, Hulshof T, Howlett J. Glycemic response and health--a systematic review and meta-analysis: Relations between dietary glycemic properties and health outcomes. *Am J Clin Nutr* 87: 258S-268S, 2008.
 40. Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. Low-glycemic index diets in the management of diabetes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care* 26: 2261-2267, 2003.
 41. Opperman AM, Venter CS, Oosthuizen W, et al. Meta-analysis of the health effects of using the glycaemic index in meal-planning. *Br J Nutr* 92: 367-381, 2004.
 42. Anderson JW, Randles KM, Kendall CW, Jenkins DJ. Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: A quantitative assessment and meta-analysis of the evidence. *J Am Coll Nutr* 23: 5-17, 2004.
 43. Kelly S, Frost G, Whittaker V, Summerbell C. Low glycaemic index diets for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev* 18 (4):CD004467, 2004.
 44. Wolk A, Manson JE, Stampfer MJ, et al. Long-term intake of dietary fiber and decreased risk of coronary heart disease among women. *JAMA* 281: 998-2004, 1999.
 45. Bornet FR, Jardy-Gennetier AE, Jacquet N, Stowell J. Glycaemic response to foods: Impact on satiety and long-term weight regulation. *Appetite* 49: 535-553, 2007.
 46. Brynes AE, Mark Edwards C, Ghatei MA, et al. A randomised four-intervention crossover study investigating the effect of carbohydrates on daytime profiles of insulin, glucose, non-esterified fatty acids and triacylglycerols in middle-aged men. *Br J Nutr* 89: 207-218, 2003.
 47. Alfnas RC, Mattes RD. Influence of glycemic index/load on glycemic response, appetite, and food intake in healthy humans. *Diabetes Care* 28: 2123-2129, 2005.
 48. Wolever TM, Mehling C. Long-term effect of varying the source or amount of dietary carbohydrate on postprandial plasma glucose, insulin, triacylglycerol, and free fatty acid concentrations in subjects with impaired glucose tolerance. *Am J Clin Nutr* 77: 612-621, 2003.
 49. Raben A, McDonald I, Astrup A. Replacement of dietary fat by sucrose or starch: Effects on 14 d ad libitum energy intake, energy expenditure and body weight in formerly obese and never obese subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord* 10: 846-859, 1997.
 50. Aston LM, Stokes CS, Jebb SA. No effect of a diet with a reduced glycaemic index on satiety, energy intake and body weight in overweight and obese women. *Int J Obes (Lond)* 32: 160-165, 2008.
 51. Henry CJ, Lightowler HJ, Strik CM. Effects of long-term intervention with low- and high-glycaemic-index breakfasts on food intake in children aged 8-11 years. *Br J Nutr* 98: 636-640, 2007.

