

**Annemie Van de Sompel**

Diëtiste

UZ Antwerpen

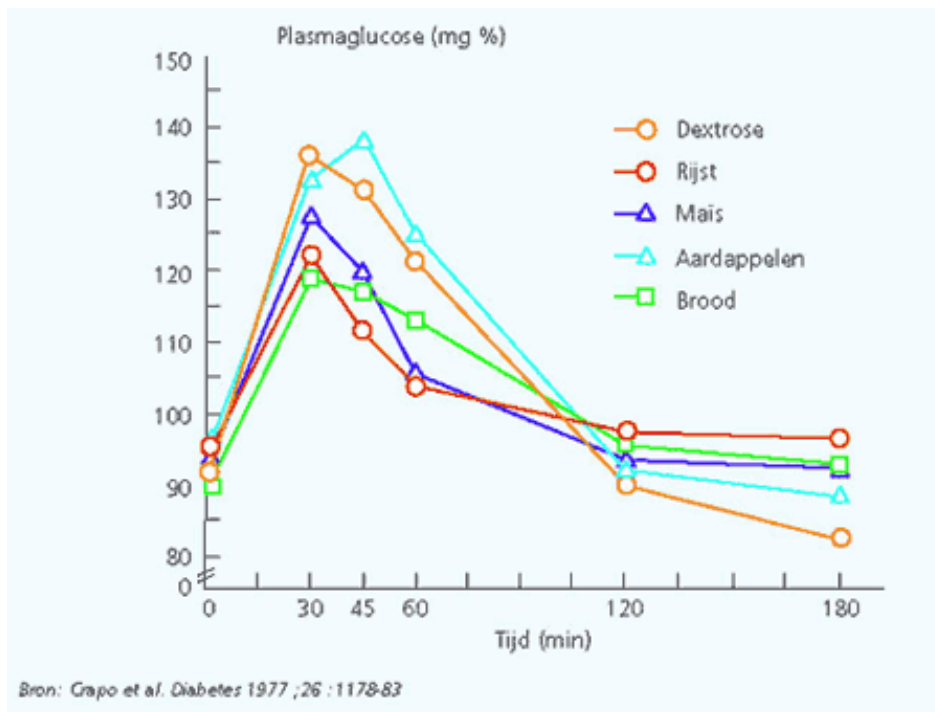
**De glycemische index (GI) is een begrip dat nu al ruim twintig jaar als een mistig gegeven boven de voedingswetenschappen hangt. Er wordt over gepraat maar er wordt evenveel over gezwegen. Ondanks talrijke onderzoeken naar het effect van de GI is er in de wetenschappelijke wereld nog geen consensus over het belang van de GI. Verschillende onderzoekers zetten nog vraagtekens bij de relevantie van het GI-concept en het belang van de GI bij ziektebehandeling of -preventie.**

---

Koolhydraten worden op basis van hun chemische samenstelling verdeeld in 2 groepen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen meervoudige of complexe koolhydraten (polysachariden) en enkelvoudige koolhydraten (mono- en disachariden). Meervoudige koolhydraten waaronder zetmeel komen voor in graanproducten (bv. brood, rijst, deegwaren), aardappelen, peulvruchten en groenten. Enkelvoudige koolhydraten komen van nature voor in fruit (fructose) en melk (lactose). In zoetigheden zoals koekjes, gebak, confituur en frisdranken is suiker (sucrose) of druivensuiker (glucose) toegevoegd. Daarnaast worden ook de termen snel- en traagresorbeerbare koolhydraten gehanteerd. Hierbij gaat men ervan uit dat mono- en disachariden sneller worden geabsorbeerd in de bloedbaan en op die manier ook sneller de bloedsuikerspiegel verhogen in vergelijking met de polysachariden. Hoewel deze voorstelling nog steeds wordt gebruikt, lijkt ze momenteel echter achterhaald. Koolhydraten die behoren tot dezelfde biochemische groep hebben immers niet noodzakelijk dezelfde metabole effecten. Verteerbare koolhydraten worden omgezet tot enkelvoudige suikers en voornamelijk tot glucose. Glucose wordt vervolgens in de bloedbaan opgenomen wat onmiddellijk aanleiding geeft tot een verhoging van de bloedglucose- of bloedsuikerpiegel. Voedingsmiddelen met eenzelfde hoeveelheid koolhydraten kunnen een verschillend effect hebben op de toename van het bloedglucosegehalte. Zij hebben dan een verschillende glycemische respons (zie figuur 1).

Fruit en melk die van nature respectievelijk fructose en lactose bevatten, zouden het bloedsuikergehalte minder snel doen stijgen dan zetmeelrijke producten. Suiker (sucrose), brood, rijst en aardappelen zouden een vergelijkbaar effect hebben op de bloedsuikerspiegel. Deze bevindingen zijn gebaseerd op het concept van de glycemische index.

*Figuur 1: Glycemische respons van enkele koolhydraatrijke voedingsmiddelen (na inname van een portie die 50 g koolhydraten bevat).*



## Glycemische index

Het concept van de glycemische index werd in 1981 geïntroduceerd door Jenkins en collega's als een alternatief om koolhydraatbevattende voedingsmiddelen in te delen. Zij kwamen tot het besluit dat de glycemie varieert naargelang de aard van het voedingsmiddel, los van het feit of het voedingsmiddel enkelvoudige dan wel meevoudige koolhydraten bevat. Binnen het GI-concept worden de voedingsmiddelen dan ook ingedeeld op basis van hun postprandiale glycemische respons en niet op basis van hun gehalte aan koolhydraten.

De glycemische index (GI) is een maat voor de snelheid waarmee een koolhydraatbevattend voedingsmiddel wordt verteerd en geabsorbeerd tijdens de postprandiale periode en het bloedsuikergehalte doet stijgen. Wanneer de glycemische respons van dit voedingsmiddel wordt vergeleken met de glycemische respons van een referentievoedingsmiddel (wit brood of glucose), bekomt men de GI van het voedingsmiddel. De GI van een voedingsmiddel wordt ook gedefinieerd als het gebied (gedurende 2 uren) onder de glycemische responscurve na inname van 50 g verteerbare koolhydraten (totale hoeveelheid koolhydraten min de vezels) in de vorm van het testvoedingsmiddel, uitgedrukt in een percentage van de respons van eveneens 50 g verteerbare koolhydraten uit een referentievoedingsmiddel, namelijk wit brood of glucose (zie tabel 1). De GI van een voedingsmiddel uitgedrukt ten opzichte van wit brood als referentie is 1,4 maal de GI uitgedrukt ten opzichte van glucose als referentie.

Voedingsmiddelen met een hoge GI (meer dan 70, met glucose (GI=100) als referentie) doen het bloedsuikergehalte snel stijgen en resulteren 2 uren na inname in een groot gebied onder de glycemische responscurve. Voedingsmiddelen met een lagere GI doen het bloedglucosegehalte meer geleidelijk toenemen. Een middelmatige GI situeert zich tussen 55 en 70, een lage GI bedraagt minder dan 55. Zetmeelrijke voedingsmiddelen hebben niet noodzakelijk een lagere GI dan enkelvoudige suikers omdat polysachariden in principe direct kunnen worden omgezet in glucose.

Belangrijk knelpunt van het GI-concept is echter dat de GI van een voedingsmiddel sterk kan variëren onder invloed van verschillende factoren (zie verder). De glycemische respons kan bij dezelfde persoon bovendien verschillen van dag tot dag. Dit betekent dat voedingsaanbevelingen voor zowel de algemene bevolking als een individu vooralsnog moeilijk op het GI-concept kunnen worden gebaseerd. De GI is dan ook in de eerste plaats ontwikkeld als een onderzoeksinstrument om koolhydraatrijke voedingsmiddelen op een fysiologische basis te kunnen indelen en vergelijken.

## Glycemische 'load'

De glycemische 'load' (GL) is een relatief nieuwe methode om de impact van koolhydraten op de glycemie te beoordelen. De GL is gebaseerd op de GI maar geeft een meer volledig beeld. De GI vertelt hoe snel de koolhydraten uit een bepaald voedingsmiddel in glucose worden omgezet maar houdt geen rekening met

hoeveel koolhydraten er precies in een portie van het voedingsmiddel zitten. De GI wordt immers altijd berekend op 50 g koolhydraten. De glycemische respons van een voedingsmiddel hangt echter niet alleen af van het soort voedingsmiddel en het type koolhydraten maar ook van de hoeveelheid die wordt gegeten. Bijvoorbeeld, bereide wortelen kunnen een hoge GI hebben, maar de GL van een portie bereide wortelen is laag omdat een doorsnee portie slechts weinig koolhydraten bevat.

De GL van een voedingsmiddel wordt als volgt berekend:  $GL = (GI : 100) \times \text{verteerbare koolhydraten per portie (g)}$ .

Een hoge GL is gelijk of groter dan 20. Een middelmatige GL situeert zich tussen 10 en 20 en een lage GL is gelijk of kleiner dan 10. Voedingsmiddelen met een lage GI hebben altijd een lage GL. Voedingsmiddelen met een middelmatige of hoge GI kunnen zowel een lage als een hoge GL hebben.

Hoewel de termen glycemische respons, glycemische index en glycemische 'load' verschillende betekenissen hebben, worden ze in de literatuur vaak door elkaar gebruikt.

*Tabel 1: Glycemische index (GI) en glycemische 'load' (GL) van een aantal voedingsmiddelen met glucose (GI = 100) als referentie.*

Voedingsmiddel	GI	portie (g)	KH (g)/portie	GL/100 g	GL/portie
fructose	19 ± 2	10	10	19	2
lactose	46 ± 2	10	10	46	5
sucrose	68 ± 5	10	10	68	7
pindanoten	14 ± 8	50	6	2	1
chocolade (melk)	43 ± 3	50	28	24	12
chips	54 ± 3	50	21	23	11
honing	55 ± 5	25	18	39	10
gebak	59 ± 6	57	26	27	15
popcorn	72 ± 17	20	11	39	8
appelsap (ongezoet)	40 ± 1	250	29	5	12
tomatensap	38 ± 4	250	9	1	4
sinaasappelsap	50 ± 4	250	26	5	13
roggebrood (volkoren)	58 ± 6	30	14	28	8
melkbrood (wit)	63 ± 10	60	32	34	20
tarwebrood (wit)	70	30	14	32	10
tarwebrood (volkoren)	71 ± 2	30	13	32	9
stokbrood (wit)	95 ± 15	30	15	49	15
muesli	55 ± 10	30	19	35	10
cornflakes	81 ± 3	30	26	69	21
aardappelen (gekookt)	50 ± 9	150	28	9	14
aardappelpuree	74 ± 5	150	20	120	15

frietten	75	150	29	15	22
aardappelen (gebakken)	85 ± 12	150	30	17	26
spaghetti (volkoren, gem. gekookt)	37 ± 5	180	42	9	16
spaghetti (wit, 10-15 min. gekookt)	44 ± 3	180	48	12	21
rijst (wit, parboiled, gem. gekookt)	47 ± 3	150	36	11	17
rijst (basmati, 10 min. gekookt)	60 ± 5	150	38	15	23
rijst (bruin parboiled, 20 min. gekookt)	64 ± 7	150	36	15	23
couscous (5 min. gekookt)	65 ± 4	150	35	15	23
kersen (rauw)	22	120	12	2	3
appel (rauw)	38 ± 2	120	15	5	6
peer (rauw)	38 ± 2	120	11	3	4
druiven (rauw)	43 ± 3	120	18	7	8
banaan (rauw)	52 ± 4	120	24	10	12
volle melk	27 ± 4	250	12	1	3
magere melk	32 ± 5	250	13	2	4

Bron: R. Mendosa. Revised international table of glycemic index (GI) and glycemic load (GL) values - 2002 (voor meer gegevens, surf naar [http://www.mendosa.com/glycemic\\_index.pdf](http://www.mendosa.com/glycemic_index.pdf)); gebaseerd op Foster-Powell K., Holt S.H.A., Brand-Miller J.C. International tables of glycemic index and glycemic load values. Am J Clin Nutr 2002; 76:5-56.

## GI van een maaltijd

Omdat de GI wordt bepaald voor afzonderlijke voedingsmiddelen en de GI onderhevig is aan tal van factoren is het vaak lastig om aan de hand van individuele GI-waarden de glycemische respons te voorspellen van een maaltijd die uit verschillende voedingsmiddelen bestaat (tabel 2). 's Morgens twee sneetjes brood eten en 's middags een sneetje kaas levert met andere woorden een verschillende glycemische respons op dan wanneer je brood met kaas zou eten.

De berekening van de GI van een maaltijd blijft slechts geldig zolang de porties en de samenstelling van de maaltijd niet wijzigen. De accuraatheid van de berekening hangt bovendien af van de accuraatheid van de GI-waarden van de voedingsmiddelen die kunnen verschillen naargelang soort, productie, bereiding enz. De haalbaarheid van een menuplaning op basis van de GI van afzonderlijke voedingsmiddelen blijft dan ook controversieel omdat de combinatie van verschillende voedingsmiddelen en de gebruikte hoeveelheden telkens de totale GI van de maaltijd kunnen wijzigen.

Tabel 2: Glycemische index van een maaltijd.

Voedingsmiddel (portie)	Verteerbare koolhydraten per portie (g)	Proportionele koolhydraatbijdragen opzichte van de totale koolhydraat-aanbreng via de maaltijd	GI voedingsmiddel	GI maaltijd
120 g bruin brood	54,72	0,669 <sup>(1)</sup>	63	42,1 <sup>(2)</sup>

smeervet	-	-	-	-
30 g platte kaas	1,53	0,018	-	-
20 g confituur	13	0,159	73	11,6
250 ml halfvolle melk	12,5	0,153	27	4,1
<b>Totaal</b>	<b>81,75</b>			<b>57,8</b>

(1)  $54,72 : 81,75$

(2)  $63 \times 0,669$

Bron: J. Absolonne. *L'index glycémique, outil incontournable de la prescription diététique des diabétiques. Dieta 1998 ; 15 :5-9*

### **Tal van factoren kunnen de glycemische index (GI) beïnvloeden.**

De GI van een voedingsmiddel wordt niet alleen bepaald door de structuur van de aanwezige koolhydraten. Tal van andere factoren zijn eveneens van invloed op de intestinale absorptie en dus ook op de glycemische respons en de glycemische index.

- **de samenstelling en de fysieke eigenschappen van het voedingsmiddel of de maaltijd en de snelheid van de maaglediging**

Vetten en vezels in voedingsmiddelen vertragen de maaglediging en de aanvoer van koolhydraten in de dunne darm. Op die manier verteren de koolhydraten meer geleidelijk, vertraagt de absorptiesnelheid van glucose en verlaagt bijgevolg ook de GI van het voedingsmiddel. Vooral oplosbare voedingsvezels zoals in groenten en fruit, peulvruchten en in sommige granen zoals haver, hebben een vertragend effect op de opname van de verteerde koolhydraten in het bloed wat de regeling van het bloedglucosegehalte verbetert.

Een vloeibaar voedingsmiddel, bijvoorbeeld fruitsap, verlaat de maag sneller dan een vast voedingsmiddel.

Zeer koude en zeer warme voedingsmiddelen verlaten de maag langzamer.

Naargelang het voedingsmiddel fijner vermalen is (bv. ook bij langdurig kauwen), verlaat het sneller de maag en wordt het gemakkelijker verteerd en geabsorbeerd met een hogere GI tot gevolg. Idem voor een hyperosmolair product in vergelijking met een osmolair referentieproduct.

Andere voedingscomponenten aanwezig in het voedingsmiddel of de maaltijd kunnen ten slotte ook de GI wijzigen: eiwitten en in het bijzonder hun effect op de insulinesecretie, bioactieve stoffen en organische zuren.

- **type koolhydraten in het voedingsmiddel**

Lactose en sucrose hebben een lagere GI dan glucose. De disachariden lactose en sucrose bestaan respectievelijk uit galactose en glucose en fructose en glucose. Na opname moeten de monosachariden fructose en galactose in de lever worden geconverteerd naar glucose. Daarom leiden ze na absorptie tot een minder uitgesproken bloedsuikerverhoging dan glucose zelf en hebben ze een lagere GI.

Bij de complexe koolhydraten zoals zetmeel speelt de structuur van het molecuul een rol in de snelheid van vertering (zie de biobeschikbaarheid van zetmeel).

De aard van de koolhydraten kan in een voedingsmiddel veranderen, bijvoorbeeld onder invloed van productie en bereiding of tijdens een rijpingsproces. Dit laatste kan bijvoorbeeld resulteren in verschillende GI-cijfers voor verschillende appelvariëteiten.

- **de biobeschikbaarheid van het zetmeel.**

De glycemische invloed van polysachariden is sterk afhankelijk van hun chemische structuur. Zetmeel kent twee verschillende chemische vormen: amylose (een onvertakte keten van glucose-eenheden gebonden met enkel  $\alpha$ -1,4-bindingen) en amylopectine (een vertakte keten van glucose-eenheden gebonden met  $\alpha$ -1,4- en  $\alpha$ -1,6-bindingen). Zetmeel met een hoog gehalte aan amylose is moeilijker verteerbaar, geeft bijgevolg aanleiding tot een lagere glycemische respons en heeft dus een lagere GI dan amylopectinerijk zetmeel. De GI van bijvoorbeeld brood kan als gevolg hiervan dus sterk variëren naargelang de gebruikte graansoort.

Daarnaast speelt ook de fysische vorm van de zetmeelmoleculen in het voedingsmiddel een rol. De meeste rauwe granen bevatten traag verteerbaar zetmeel terwijl pas gekookte zetmeelrijke voedingsmiddelen snel verteerbaar zijn. In aanwezigheid van water en bij hoge temperaturen ontrollen of splitsen de zetmeelmoleculen zich waardoor ze gemakkelijker bereikbaar zijn voor de spijsverteringsenzymen. Bewaring op lage temperatuur (bv. afgekoelde gekookte aardappelen) doet de hoeveelheid 'resistant starch' of resistent zetmeel toenemen. Resistent zetmeel is onverteerbaar in de dunne darm en heeft bijgevolg geen invloed op de bloedsuikerwaarden. Het komt als dusdanig in het colon terecht waar het een voedingsvezelwerking vertoont (zie ook het artikel '[Zetmeel in al haar vormen](#)', Nutrineds oktober 1999).

- **de hoeveelheid koolhydraten** (zie glycemische 'load')
- **de technologische bewerkingen en bereidingen (zowel industrieel als thuis) die het voedingsmiddel heeft ondergaan**

Het kookproces maakt zetmeel beter en sneller verteerbaar en verhoogt zo de glycemische respons. Zowel de temperatuur, de hoeveelheid water als de kooktijd zijn van invloed. Tijdens bewaring op lage temperatuur kan de glycemische respons van een voedingsmiddel opnieuw wijzigen door de vorming van resistent zetmeel (zie de biobeschikbaarheid van zetmeel).

Bepaalde reacties die bij de bereiding van voedingsmiddelen ontstaan, zoals de Maillard-reactie, kunnen eveneens de GI wijzigen.

- **individuele factoren**

De glycemische respons op een voedingsmiddel of een maaltijd is ook onderhevig aan individuele factoren zoals de insulinegevoeligheid, de gastro-intestinale motiliteit, fysieke activiteit, metabolisme van vorige maaltijden en metabole parameters die van dag tot dag kunnen variëren.

### **Glucose en insuline**

Insuline wordt afgescheiden zodra het bloedglucosegehalte verhoogt. Daarnaast wordt de insulinerespons ook beïnvloed door verschillende neurale en endocriene stimuli en voedingsgebonden factoren zoals de hoeveelheid en de aminozuursamenstelling van voedingseiwitten. Insuline heeft belangrijke regulerende functies in zowel het koolhydraat- als het vetmetabolisme en is noodzakelijk voor de glucoseopname door de meeste lichaamscellen. Hoge insulinegehalten zouden echter de incidentie van hart- en vaatziekten en hypertensie bevorderen. Hyperinsulinemie en insulineresistentie worden ook genoemd als mogelijke oorzaken van diabetes en kanker.

### **GI en ziektepreventie**

Een eetpatroon met een lage GI zou het risico op hart- en vaatziekten, diabetes en obesitas verminderen. Studies hebben aangetoond dat voedingsmiddelen met een lage GI gunstige effecten hebben op de glucosecontrole, een hyperinsulinemie, een insulineresistentie, de bloedlipiden en het verzadigingsgevoel. De verschillende onderzoeksresultaten zijn evenwel niet eenduidig en langetermijnstudies naar algemene gezondheidsvoordelen zijn nog niet beschikbaar. Bovendien blijft de toepassing van het GI-concept voor de samenstelling van een evenwichtige en gevarieerde voeding zeer complex gezien de grote variabiliteit van de GI-waarden.

### **GI en diabetes type 2**

Een van de belangrijkste implicaties van de GI situeert zich in het domein van diabetes. Voedingsmiddelen met een lage GI resulteren in een meer langzame absorptie van glucose in de bloedbaan. Dit kan helpen het bloedsuikergehalte makkelijker onder controle te houden. Een aantal recente studies tonen aan dat een voeding met een hoge GI de insulineresistentie bevordert en het risico op diabetes type 2 of niet-insulinedependente diabetes verhoogt. Andere studies daarentegen vinden geen duidelijke relatie.

Met ander woorden, het belang van een laag glycemische voeding is nog controversieel daar waar het belang van een goed lichaamsgewicht, een voeding rijk aan vezels en beperkt in verzadigde vetten wel al duidelijk is geassocieerd met een verbetering van de insulineresistentie. Vooral de hoeveelheid voedingsvezels lijkt van belang in een aangepaste diabetesvoeding. Een vezelrijke voeding geeft een vertraagde postprandiale stijging

van de glycemie en verbetert de glycemische controle zowel bij diabetespatiënten als bij gezonde personen. Voedingsvezels hebben op die manier een positieve invloed op de insulinegevoeligheid en het risico op diabetes type 2.

Er is meer onderzoek nodig alvorens men een diabetesdieet op basis van voedingsmiddelen met een lage GI als een primaire strategie in de menuplanning kan aanbevelen. Bovendien mag niet alleen de GI voor ogen worden gehouden. Ook andere voedingsstoffen zoals eiwitten, vetten, vezels, vitaminen en mineralen en hun onderlinge verhoudingen spelen een rol en moeten in rekening worden gebracht.

### **GI en diabetes type 1**

Diabetespatiënten behandeld met insuline hebben er alle belang bij te weten hoeveel koolhydraten hun maaltijden aanbrengen zodat zij de hoeveelheid insuline hierop kunnen afstemmen. Dit geldt in het bijzonder voor patiënten die worden behandeld met een intensieve insulinetherapie en patiënten met een insulinepomp. De komst van de supersnelwerkende insuline (insuline-analogen) en de steeds betere regeling van diabetespatiënten brengt met zich mee dat naast de kennis van de totale koolhydratenaanbreng ook de kennis van de snelheid waarmee de koolhydraten de glycemie beïnvloeden belangrijk wordt. Maaltijden met een lage GI zouden bijvoorbeeld bij goed geregelde diabetespatiënten behandeld met insuline-analogen onmiddellijk na de maaltijd een hypoglycemie tot gevolg kunnen hebben. Hoewel louter gebaseerd op ervaring, wordt in sommige centra aan goed opgeleide diabetespatiënten en in samenspraak met het diabetesteam aangeraden in dergelijke gevallen insuline toe te dienen na de maaltijd of een minder snel werkende insuline te gebruiken. Goed gedocumenteerde en bruikbare educatie omtrent de GI van maaltijden is op dit ogenblik echter nog niet mogelijk. Bovendien zijn er nog veel controversen omtrent de GI. In geval van een hypoglycemie is het evenwel nuttig voedingsmiddelen met een hoge GI te gebruiken. Het toedienen van zuivere glucose (in de vorm van tabletjes druivensuiker) of cola bij een hypo is algemeen aanvaard en wordt als dusdanig ook aan patiënten geadviseerd.

Speciale aandacht is ten slotte nodig voor insulinebehandelde diabetespatiënten die strikt vegetarisch eten. De totale GI van een dergelijk voedingspakket is doorgaans laag wat een aanpassing van de insuline vereist.

### **Suiker in de diabetesvoeding**

Het lijkt verwarrend dat een voeding relatief rijk aan sucrose en fructose ook bij diabetespatiënten geen al te hoge glycemische belasting geeft. Dit komt echter overeen met de bevindingen dat deze koolhydraten een relatief lage GI hebben. Hoewel suiker vroeger volledig uit den boze was voor diabetespatiënten, zijn nu vaak kleine hoeveelheden suiker in combinatie met een maaltijd toegestaan omdat het maar weinig impact lijkt te hebben op zowel het bloedsuikergehalte als de insulineconcentratie. Een overmatig gebruik van suiker moet uiteraard worden afgeraden, overeenkomstig de richtlijnen van een gezonde voeding en rekening houdend met het belang van een goed lichaamsgewicht. Bovendien moeten diabetespatiënten ook rekening houden met het mogelijk ongunstige effect van enkelvoudige suikers op het bloedlipidengehalte. Het gebruik van fructose als zoetstof blijft in dit kader eerder af te raden voor diabetespatiënten gezien het risico op een hypertriglyceridemie.

### **GI en cardiovasculair risico**

Een koolhydraatrijke voeding in de vorm van volkoren graanproducten, groenten en fruit kan bijdragen tot een verminderde inname van verzadigde vetten en een extra aanbreng van antioxidanten. Deze aanpassing kan bescherming bieden tegen cardiovasculaire aandoeningen. Daarnaast kan een koolhydraatrijke voeding echter ook aanleiding geven tot een daling van de HDL (high-density lipoprotein) en een stijging van zowel de VLDL (very low-density lipoprotein) als de triglyceriden. Er is echter geen bewijs dat dit ook het geval is wanneer de koolhydraten worden ingenomen via een extra portie groenten, fruit of volkoren graanproducten.

Een Hyperglycemie en een hyperinsulinemie verhogen het cardiovasculair risico. Er zijn aanwijzingen dat een voeding met een lage GI de insulinegevoeligheid en de postprandiale hyperinsulinemie verlaagt. Meer onderzoek hierover is echter nodig.

Bij al deze studies dient overigens te worden opgemerkt dat het niet mogelijk is uit epidemiologische associaties te concluderen dat er een causaal verband is. In westerse samenlevingen is een laag glycemische voeding een marker voor een gezonde leefstijl. In het Verenigd Koninkrijk hebben mensen met een voeding met een lage GI hogere inkomens en een betere opleiding, ze zijn fysiek meer actief en ze roken minder dan mensen met een voeding met een hoge GI. Ook Katan schrijft in de Lancet dat mensen die veel bonen eten in veel opzichten verschillen van personen aan het andere eind van de GI-schaal. Dergelijke kenmerken kunnen de interpretatie van epidemiologische verbanden bemoeilijken.

## GI en obesitas

De vraag of een voeding met een lage GI voordelen biedt in de preventie van obesitas blijft controversieel. Verschillende studies tonen verschillende resultaten.

De CARMEN-studie, een grote 'multicenter'-studie uitgevoerd in 5 Europese landen, toont aan dat een matige gewichtsreductie kan worden bekomen wanneer ad libitum wordt genoten van een voeding met een laag vetgehalte. Een koolhydraatrijke voeding leek geen gewichtsstijging te geven, ongeacht het soort koolhydraten.

Voedingsmiddelen met een lage GI zouden een grotere verzadiging geven waardoor het hongergevoel langer uitblijft in vergelijking met voedingsmiddelen met een hoge GI. Dit gunstige effect hangt vermoedelijk samen met een minder snelle vertering en absorptie van de koolhydraten in de dunne darm, waardoor de receptoren in het maagdarmkanaal gedurende langere tijd gestimuleerd worden. Dit resulteert in een verlengde feedbacksignalering naar het verzadigingscentrum in de hersenen door eetlustonderdrukkende hormonen. Omtrent het effect van de GI op de eetlust en het lichaamsgewicht ontbreken voorlopig echter nog goed gecontroleerde, langetermijnstudies bij mensen. Voedingsvezels kunnen trouwens ook een positieve rol spelen inzake verzadiging. Ten slotte zijn er evenmin sluitende bewijzen voor het feit dat voedingsmiddelen met een hoge GI aanleiding zouden geven tot obesitas.

Feit blijft dat een overdadige energie-inname in welke vorm ook de opslag van vetreserves bevordert. Een algemene restrictie van de energie-aanbreng en vooral ook van de vetaanbreng blijft de belangrijkste boodschap. Het belang van voldoende lichaamsbeweging in de strijd tegen obesitas mag evenmin worden vergeten.

## GI en fysieke activiteit

Een koolhydraatrijke voeding wordt algemeen aanbevolen in het kader van sportactiviteiten, maar ook hier blijft het belang van de GI onduidelijk.

Voedingsmiddelen met een lage GI geven meer geleidelijk glucose vrij en worden omwille van hun glycogeensparend effect aangeraden voor de aanvang van de sportactiviteit. Hoewel ook fructose een lage GI heeft, wordt een overmatig gebruik ervan voor het sporten afgeraden omwille van mogelijke gastro-intestinale problemen (belangrijk in verband met bepaalde sportdranken). De GI van de voeding die eventueel tijdens de activiteit wordt genomen zou minder belangrijk zijn omdat de insulinerespons tijdens het sporten wordt onderdrukt. Voedingsmiddelen met een hoge GI kunnen mogelijk onmiddellijk na het beëindigen van de activiteit voordeel bieden als bron van energie om de heropbouw van het spierglycogeen te bevorderen. In het kader van het algemene gezondheidsbeleid wordt deze aanbeveling echter in twijfel getrokken. Enkele uren na de activiteit primeert ten slotte de totale aanbreng van koolhydraten via de voeding op de GI van de voeding.

## Besluit

Ondanks de talrijke onderzoeken naar het effect van de GI is er in de wetenschappelijke wereld nog geen consensus over het belang van de GI in de voeding van de mens. Verschillende onderzoekers zetten vraagtekens bij de relevantie van het GI-concept en het belang van de GI bij ziektebehandeling of -preventie. Het concept van de GI is bovendien nog weinig toepasbaar in de praktijk gezien het groot aantal interfererende factoren die de GI van een voedingsmiddel en zeker van een maaltijd kunnen wijzigen. De bloedglucoserespons na het eten van een voedingsmiddel kan bij dezelfde persoon van dag tot dag variëren. Eenvoudige zaken zoals de rijpheid van een vrucht maar ook allerlei productie- en bereidingstechnieken kunnen de GI beïnvloeden. Wanneer een voedingsmiddel wordt gecombineerd met een ander voedingsmiddel zal de GI van de maaltijd verschillend zijn van deze van de voedingsmiddelen apart.

De indeling van voedingsmiddelen op basis van de GI zou ten slotte onterecht de indruk kunnen wekken dat er goede en slechte voedingsmiddelen zijn. Het GI-concept is bovendien veel te beperkt om als enig criterium te dienen om een goede voeding samen te stellen. De gezondheidseffecten van de voeding worden immers door veel meer factoren bepaald dan door de glycemische respons van de koolhydraten. De totale hoeveelheid koolhydraten, de hoeveelheid en type vet, de hoeveelheid en de kwaliteit van de eiwitten, de voedingsvezel-, de vitamine- en mineralensamenstelling van een voedingsmiddel zijn minstens eveneens belangrijk wanneer het erop aankomt een gezonde voeding samen te stellen. Wie de GI als enig criterium hanteert, zou bijvoorbeeld verkeerd kunnen besluiten dat een portie spek met eieren, dat onder meer omwille van het hoge vetgehalte en het zeer lage koolhydraatgehalte een lage GI heeft, gezonder zou zijn dan een snede brood met magere kaas.



Op dit ogenblik zijn er geen overduidelijke bewijzen dat de algemene voedingsaanpak moet worden gewijzigd. De algemene principes van een gezonde voeding zoals gevisualiseerd en toegelicht in de voedingsdriehoek blijven van toepassing. Voedingsmiddelen rijk aan koolhydraten en in het bijzonder aan complexe koolhydraten leveren doorgaans ook vitaminen, mineralen en andere gezondheidsbevorderende voedingscomponenten zoals bioactieve stoffen en antioxidantia en dragen in belangrijke mate bij tot een nutritioneel adequate voeding. Een voeding louter op basis van de GI kan resulteren in een voedingsplan dat nutriëntrijke voedingsmiddelen uitsluit en in het algemeen ook minder smakelijk is.

Hoewel de GI beperkt wordt toegepast bij diabetes behandeld met insuline is er meer onderzoek nodig alvorens gezondheidswerkers de GI in het algemeen kunnen aanbevelen als een hulpmiddel om maaltijden en tussendoortjes te plannen.

## Literatuur

1. Carbohydrates in human nutrition. FAO Food and Nutrition Paper – 66. Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome 14-18 April 1997 ([www.fao.org/docrep/w8079e/w8079e00.htm](http://www.fao.org/docrep/w8079e/w8079e00.htm))
2. T.M. Wolever, D.J. Jenkins, V. Vuksan, R.G. Josse, G.S. Wong et al. Glycemic index of foods in individual subjects. *Diabetes Care* 1990; 13 (2):126-132
3. T.M. Wolever, D.J. Jenkins, A.L. Jenkins, R.G. Josse. The Glycemic Index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr* 1991; 54 :846-854
4. Glycaemic Index and Health: the Quality of the Evidence. Danone Vitapole Nutrition and Health Collection. Ed. John Libbey Eurotext 2001, ISBN:2-7420-0364-9
5. A. Christophe. Wat is het verschil tussen glycemie-index en glycemische lading? *De Eetbrief* nr 103, november 2002: 8
6. J. Absolonne. L'index glycémique, outil incontournable de la prescription diététique des diabétiques. *Dieta* 1998 ;15 :5-9
7. J. Brand-Miller, T.M. Wolever, S. Colagiuri, K. Foster-Powell. *The glucose revolution*. New York, Marlowe and Company, 1999
8. L.S. Augustin, S. Franceschi, D.J. Jenkins, C.W. Kendall, C. La Vecchia. Glycemic index in chronic disease: a review. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56 (11): 1049-71
9. J. Blom. Is glycemische index van voeding belangrijk? *Voedingsmagazine*, 15e jaargang, nummer 5, oktober 2002.
10. L. Madelyn, Wheeler. *Cycles: Diabetes Nutrition Recommendations. Past, present and future*. *Diabetes Spectrum* 2000; 13 (3):116
11. D.H. Bessesen. The role of carbohydrates in insulin resistance. Symposium: Carbohydrates, friend of foe. American Society for Nutritional Sciences, 2001
12. Z.T. Bloomgarden. Diabetes and nutrition. *Diabetes Care* 2002; 25 (10):1869-75
13. M.B. Katan. Are there good and bad carbohydrates for HDL-cholesterol? *Lancet* 1999; 353:1029-1030.
14. S. Liu et al. A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake and risk of coronary heart disease in US women. *Am J Clin Nutr* 2000; 71:1455-1461
15. S. Liu. Intake of refined carbohydrates and whole grain foods in relation to risk of type 2 diabetes mellitus and coronary heart disease. *J Am Coll Nutr* 2002; 21 (4): 298-306 (2002)
16. A.R. Leeds. Glycemic index and heart disease. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 286S-289S
17. J.H. Lavin, G.A. Wittert, J. Andrews et al. Interaction of insulin, glucagon-like peptide-1, gastric inhibitory polypeptide and appetite in response to intraduodenal carbohydrate. *Am.J.Clin.Nutr* 1998; 68: 591-598
18. D.S. Ludwig, J.A. Majzoub, Ahmad Al-Zahrani, G.E. Dallal, I. Blanco, S.B. Roberts. High glycemic index foods, overeating, and obesity. *Pediatrics* 1999; 103 (3): E26
19. D.S. Ludwig. Dietary Glycemic Index and Obesity. Symposium: Dietary composition and obesity. Do we need to look beyond dietary fat. American Society for Nutritional Sciences, 2000
20. A. Astrup. The role of the glycaemic index of foods in body weight regulation and obesity. Is more evidence needed? *Obes Rev* 2002; 3 (4): 233
21. D.B. Pawlak, C.B. Ebbeling, D.S. Ludwig. Should obese patients be counselled to follow a low-glycaemic index diet? Yes. *Obes Rev* 2002; 3 (4): 235-243
22. A. Raben. Should obese patients be counselled to follow a low-glycaemic index diet? No. *Obes Rev* 2002; 3 (4): 245-256
23. J. Walberg. Glycemic index and exercise metabolism. *Sports Science Exchange* 1997; 10 (1)

