

Klinik Uygulamalarda Düşük Glisemik ve/veya Besin İnsülin İndeksli Beslenme Yaklaşımları

Low Glycemic Index and/or Food Insulin Index Approaches in Clinical Practice

Zeynep Caferoğlu¹, Hülya Gökmen Özel²

Geliş tarihi/Received: 06.07.2017 • Kabul tarihi/Accepted: 03.03.2018

ÖZET

Obezite, diyabet ve kalp-damar hastalıkları gibi yaşam tarzıyla ilişkili kronik hastalıkların postprandiyal glisemi ve insülinemi ile ilişkisi bilinmektedir. Bu nedenle, araştırmacılar postprandiyal glisemi ve insülinemi kontrol altına alabilecek çeşitli yöntem arayışlarına girmiş ve yeni kavramlar geliştirmişlerdir. Bu kavramlardan en önemlileri 1981 yılında ilk kez tanımlanan glisemik indeks iken, diğeri 1997 yılında ortaya atılan besin insülin indeksidir. Glisemik indeks (Gİ), karbonhidrat içeren besinlerin kan glukozunu yükseltme potansiyelini göstermektedir. Besin insülin indeksi (İİ) ise sadece karbonhidrat içeren besinlerin değil, tüketilen tüm besinlerin insülin düzeyi üzerine etkilerini değerlendirmekte ve böylece protein ve yağların olası etkilerini de göz önünde bulundurmaktadır. Günlük diyetle daha çok düşük Gİ'li ve/veya İİ'li besinler tercih edilerek uzun dönemde yaşam tarzı ile ilişkili kronik hastalıklara yakalanma riski azaltılabilir. Aynı zamanda, yapılan çalışmalarda düşük Gİ'li ve/veya İİ'li öğünlerin kısa dönem olumlu etkileri olabileceği de gösterilmiştir. Düşük Gİ'li ve/veya İİ'li öğün tüketimi sonrası, yüksek Gİ'li ve/veya İİ'li öğüne göre postprandiyal hiperglisemi ve hiperinsülinemi oluşumunun önlenilebileceği ve açlık hissini azaltılıp, doyumunu artırarak iştahın kontrol altına alınabileceği önerilmektedir. Bu nedenle, düşük Gİ'li ve/veya İİ'li diyetlerin obezite ve diyabet tedavisinde yararlı olabileceğine işaret edilmektedir. Günümüzde, sağlıklı bir yaşam için fiziksel aktivite ve yeterli-dengeli beslenmenin yanısıra tüketilen besinlerin kalitesi de önem kazanmaktadır. Besinin Gİ ve İİ değeri besin kalitesini değerlendirmek amacıyla kullanılacak kriterler arasında yer almaktadır.

Anahtar kelimeler: Glisemik indeks, besin insülin indeksi, diyet, beslenme

ABSTRACT

Lifestyle-related chronic diseases such as obesity, diabetes and cardiovascular diseases are known to be associated with postprandial glycemia and insulinemia. For this reason, researchers have sought out various methods that can control postprandial glycemia and insulinemia and have developed new concepts. The most important of these concepts is the glycemic index, which was first described in 1981, and the other is the food insulin index, introduced in 1997. The glycemic index (GI) shows the blood glucose raising potential of carbohydrate-containing foods. The food insulin index (FII) assesses not only the carbohydrate-containing foods but also the effects of all consumed foods on the insulin level, thus taking into account possible effects of proteins and fats. The risk of chronic life-style related diseases in the long term can be reduced by preferring foods with lower GI and/or FII in the daily diet. It has also been shown in the conducted studies that low GI and/or FII meals may have short-term positive effects. It is suggested that the postprandial hyperglycemia and hyperinsulinemia

1. **İletişim/Correspondence:** Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kayseri, Türkiye • E-posta: zeynepcaferoglu@gmail.com
• <https://orcid.org/0000-0002-7226-5636>

2. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye
• <https://orcid.org/0000-0002-8282-6468>

can be prevented and the appetite can be controlled by reducing hunger feeling, increasing satiety after low GI and/or FII meal consumption than after high GI and/or FII meal. In this respect, it is pointed out that low GI and/or FII diets may be useful in the treatment of obesity and diabetes. Recently, the quality of the consumed food as well as physical activity and adequate-balanced nutrition become important for a healthy life. The GI and II indices of food are also among the criteria that can be used to assess its quality.

Keywords: Glycemic index, food insulin index, diet, nutrition

GİRİŞ

Postprandiyal hiperglisemi ve hiperinsülinemi, yaşam tarzıyla ilişkili kronik hastalıkların (tip 2 diyabet, koroner kalp hastalıkları vb.) gelişiminde yer alan etmenlerdendir. Karbonhidratlar, kan glukoz düzeyini doğrudan arttıran en önemli besin ögesidir ve insülin salgısının temel belirleyicisidir. Bununla birlikte, sadece diyet enerjisinin karbonhidratlardan gelen oranı hastalık riski ile hem pozitif hem de negatif yönde ilişkili değildir. Aksine, elde edilen kanıtların birçoğu diyet posası ve karbonhidrat kaynaklarının da önemli etkileri olduğunu göstermektedir (1). Bu konu ile ilgili ilk çalışma 1981 yılında yapılmış ve besinin formuna, diyet posası içeriğine ve besindeki karbonhidrat türüne göre postprandiyal gliseminin etkilendiği gösterilmiştir (2). Karbonhidrat içeren besinlerin postprandiyal glisemi üzerindeki etkilerine göre sınıflandırılması ve değerlendirilmesi için glisemik indeks kavramı ilk kez Jenkins ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır (3). FAO/WHO Uzmanlar Komitesi ise 1997 yılında, glisemik indeksin sağlığın korunmasında ve bazı hastalıkların tedavisinde kullanılabilir en uygun karbonhidrat kaynaklarının seçimi için yararlanılabilecek bir yöntem olduğunu bildirmiştir (4).

Glisemik indeks (Gİ), aynı birey tarafından tüketilen ve 50 g karbonhidrat içeren bir test besininin 2 saat içerisinde oluşturduğu kan glukoz artış alanının, aynı miktarda karbonhidrat içeren referans besinin (glukoz veya beyaz ekmek) oluşturduğu kan glukoz artış alanına göre yüzde olarak ifadesi anlamına gelen bir kavramdır (2,5). Glisemik yük (GY) ise ilk kez 1997 yılında, bir porsiyon besin tarafından oluşturulan glukoz yanıtın ve insülin gereksiniminin göstergesi olarak kullanılmıştır (1). Hem karbonhidrat içeren

besinin kalitesini (glisemik indeks) hem de tüketilen miktarını (ağırlığını) birlikte değerlendiren bir kavram olan GY, besinin postprandiyal insülin salgısı üzerine etkisini gösteren iyi bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Bu yüzden, besinlerin insülinojenik etkisini tahmin etmekte yaygın olarak Gİ ve/veya GY'ten yararlanılmaktadır (2,5). Ancak, insülin yanıtı her zaman kan glukoz yanıtı ile orantılı değildir. Karbonhidratlar insülin salgısının temel uyarıcı olmasına rağmen, diğer besin ögeleri de bu süreçte rol oynamaktadır. Protein ya da yağdan zengin besinler belirgin insülin yanıtı neden olabilirler ve proteinler, karbonhidrat içeren besinlerle birlikte sinerjik etki göstererek insülin yanıtını arttırabilirler (5).

Bu derleme yazının amacı, klinik uygulamalarda kullanılabilir düşük glisemik indeksli ve/veya besin insülin indeksli yaklaşımların sağlık üzerine etkilerine ilişkin olası mekanizmaları incelemek ve kısa dönem postprandiyal glisemi, insülinemi ve iştah üzerine etkilerini göstermektir.

Besin İnsülin İndeksi

Farklı türden besinlerin postprandiyal insülin yanıtlarını sistematik olarak değerlendirebilmek amacıyla, Holt ve arkadaşları (6) tarafından 1997 yılında insülinemik indeks kavramı geliştirilmiştir. Besin insülin indeksi (İİ), referans besinin (glukoz veya beyaz ekmek) izoenerjik porsiyonu ile karşılaştırıldığında test besinine postprandiyal insülin yanıtı doğrudan ölçmektedir. Karşılaştırma ölçütü olarak Gİ için karbonhidratların kullanılmasının aksine enerji kullanıldığı için, İİ kavramı karbonhidrat içeriği az olan ya da hiç olmayan besinlerin de test edilmesine olanak sağlamaktadır (5). Hesaplama

yapılırken, test besinin 1000 kJ (239 kkal) enerji içeren porsiyonu tüketildikten sonraki iki saat boyunca elde edilen insülinemik yanıtı (eğri altında kalan alan) referans besinin insülinemik yanıtına bölünmektedir (7). Ayrıca, diyetin ortalama insülin yükü (İY) kaydedilen tüm besinlerin insülin indeksi, enerji içeriği ve tüketim sıklığının toplamıyla hesaplanabilir ve bu sayede tüm diyetin insülin gereksinmesi tahmin edilebilir (8). Günümüze kadar, 121 besinin ve 13 karışık öğünün İİ değerleri belirlenmiştir (1). Yüksek İİ'li besinlere verilebilecek örnekler fırında pişirilmiş kuru fasulye (120), yoğurt (115) ve mısır gevrekleri (75) iken, orta İİ değeri için havuç (çiğ, 42), mısır (53) ve düşük İİ için süt (33), alkollü içecekler (beyaz şarap, 3) ve ceviz (7)'dir (5).

Glisemik İndeks ile İlişkili Olası Mekanizmalar

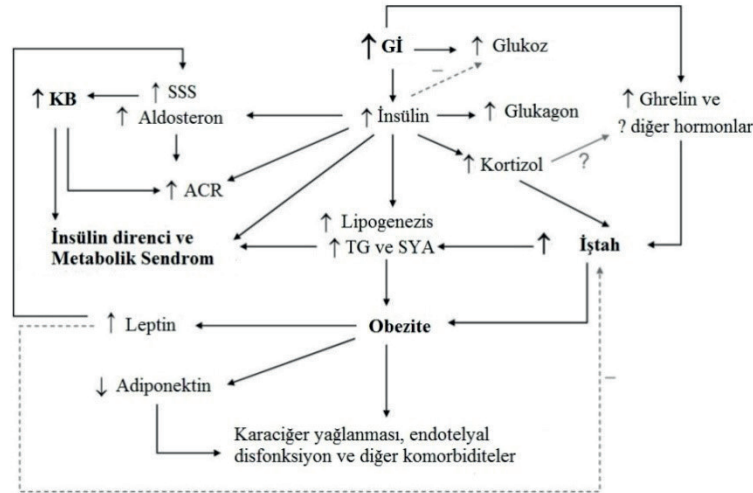
Düşük Gİ'li besinlerin tüketilmesi ile oluşan metabolik değişikliklerin altında yatan mekanizmalar tam olarak aydınlatılamamıştır (9). Besinlerin glisemik yanıt miktarında azalmaya neden olarak düşük Gİ'li olarak sınıflandırılmasını sağlayan etmenler arasında çözüner posa, amiloz, dirençli nişasta, fruktoz, protein ve yağ içeriği yer almaktadır. Çözüner posa ve pH midenin daha yavaş boşalmasını sağlamaktadır. Dirençli nişasta varlığında ise enzimlerin biyoaktivitesi azalmakta ve bu sayede ortaya çıkan ve emilen glukoz miktarı da azalmaktadır (10). Diğer taraftan, yüksek Gİ'li besinlerin tüketimi glukoz artışı ve bunun sonucu olarak da insülin salgısında artış ve glukagonun azalması gibi glukoz homeostazisinin bozulmasına neden olan bir dizi hormonal olaya neden olabilmektedir. İnsülin varlığı glukoneogenezis ve lipolizisin aktive olmasına neden olacak ve yolaklarının kontrolünü sağlayacaktır. Sonuç olarak, kısa bir süre sonra glukozda yaşanan hızlı düşüş açlık duygusunun tekrar oluşmasına, doyunluğun azalmasına fazla enerji alımına yol açacaktır (9, 10). Ayrıca, hiperglisemi serbest yağ asit düzeyindeki artış ile ilişkilidir ve reaktif oksijen ve nitrojen türlerindeki artış aracılığıyla oksidatif stresi indüklemektedir. Oksidatif stres ise sitokin salınımındaki artış vasıtasıyla düşük derecede sistemik inflamasyon

oluşumuna aracılık etmekte ve tip 2 diyabet ve metabolik sendrom patofizyolojisine katkıda bulunmaktadır. Postprandiyal hipergliseminin normal aralıklarda olsa dahi oksidatif stresi destekleyebileceği ve aterosklerozisin temelinde yatan süreci kötüleştirebileceği bir gerçektir (9).

On sağlıklı genç ile yapılan çalışmada, yüksek Gİ'li karbonhidrat kaynağı olan beyaz ekmeğin düşük Gİ'li karbonhidrat kaynağı olarak kullanılan makarna ile karşılaştırıldığında nükleer etmen kb aktivasyonundaki üç kat artışla inflamatuvar süreci daha kötü hale getirdiği kanıtlanmıştır (11). Düşük Gİ'li diyetler kan glukoz ve insülin düzeyini azaltır, daha fazla yağ oksidasyonuna katkı sağlar, lipojenezisi azaltır ve doyunluğu arttırırlar (9). Ayrıca, düşük GY'lü diyetlerin yüksek GY'lü diyetlere göre daha fazla yağ ve protein içeriğine sahip olduğu da unutulmamalıdır. Protein ve yağlar duodenum ve jejunumun I hücrelerinden kolesistokinin salgısını uyarırlar, salınan kolastokinin pilorik sfinkterdeki kendi reseptörlerini aktive eder ve sfinkterin kontraksiyonunu güçlendirir. Sonuç olarak, bireyin midesi daha geç boşalacak ve açlık ertelenecektir (10).

Enerji homeostazisinde, metabolik ve hemodinamik etkileri olan birçok hormon beyin-bağırsak-pankreas-karaciğer aksisinde yer almaktadır. Şekil 1'de yüksek Gİ'li besin tüketiminin olası sonuçları özetlenmiştir (9).

Akşam yemeklerinde düşük Gİ'li besinler tüketen sağlıklı yetişkinler ile yapılan bir çalışmada, glukoz yanıtının kolonik fermentasyon, plazma glukagon-benzeri peptid-1 (Glucagon-Like Peptide-1, GLP-1) ve kahvaltıdaki doyunluk ile ters yönde korelasyon gösterdiği saptanmış ve artmış kolonik fermentasyonla ilişkili olarak inkretin hormonlarındaki artışın düşük Gİ'li besin tüketiminden sonra gözlenen doyunluktaki artışı açıklayabileceği gösterilmiştir (12). Deney hayvanları ile yapılan çalışmalarda ise yüksek Gİ'li besinlerin posprandiyal glukoz ve insülin düzeylerinde hızla artışa, adiponektin düzeyinde düşüşe, artmış vücut yağı ve azalmış yağsız doku kütlelerine neden olduğu bulunmuştur (13,14).



Şekil 1. Glisemik indeks ile ilişkili olası mekanizmalar

(SSS: sempatik sinir sistemi, ACR: idrar albümin-kreatinin oranı, KB: kan basıncı, SYA: serbest yağ asitleri, TG: trigliserit, kalın çizgiler: destekleme ya da aktivasyon, negatif sinyalli kesik çizgiler: supresyon) (9)

Besin İnsülin İndeksi ile İlişkili Olası Mekanizmalar

Besinlerin İİ değerleri doğrudan insülin yanıtına dayandığı için, obezitede olduğu gibi insülin maruziyetine bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülen durumların değerlendirilmesinde kullanılmasının Gİ'den daha yararlı olacağı düşünülmektedir (5). Vücut yağ miktarındaki artış için yüksek postprandiyal insülin düzeylerinin mekanistik rolü, besin öğelerinin kaslarda oksidasyondan uzaklaşmaya ve yağ dokusunda depolanmaya doğru tercihlili yönelimine dayandırılabilir (15). Bu doğrultuda, yetişkinlerde yapılan bir çalışmada, 30. dakikadaki postprandiyal hiperinsülineminin ağırlık kazanımı için güçlü bir belirleyici olduğu ve altı yılda bel çevresini değiştirdiği rapor edilmiştir (16). Ayrıca, yüksek insülin ve düşük plazma glukagon düzeyleri hepatik glukoz üretimini sınırlandırabilir ve lipolizisi baskılayabilir. Böylece, uzun dönemde, beta hücreleri üzerindeki sürekli devam eden yüksek postprandiyal talep insülin duyarlılığını azaltabilir ve yağ dokusunun artışı destekleyebilir (15).

Yüksek İİ/İY'lü diyetlerin artmış vücut yağ oranına katkıda bulunabileceği bir diğer olası mekanizma, insülin ve insülin benzeri büyüme faktörü-1 (Insulinlike Growth Factor-1, IGF-1) salgısının çaprazstimülasyonu aracılığıyla gerçekleşebilir (15).

Adipozit öncül hücre kültürlerinin kullanıldığı in vitro çalışmalarda (15,17), artmış IGF-1 düzeylerinin preadipozit proliferasyonu üzerinde uyarıcı etkisinin olduğu ve bu sayede vücut yağ depolanmasına katkıda bulunabileceği bulunmuştur. Aynı zamanda, IGF-1 preadipozit ve adipozitlerde hücrel glukoz alımını uyarır, lipojenezisi artırır ve adipozitlerde lipolizisi baskılar (15).

Öğünün Glisemik İndeksinin Postprandiyal Glukoz ve İnsülin Yanıt Üzerine Etkileri

Öğünün Gİ/GY'ü ile kan glukoz ve insülin düzeyleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sonuçları tutarlılık göstermekte olup, tamamı olmasa da (18-21) büyük çoğunluğunda yüksek Gİ/GY'lü öğününün artmış postprandiyal glukoz ve insülin yanıtına neden olabileceği gösterilmiştir (22-36). Yapılan çalışmalarda daha çok öğün Gİ'inin etkileri araştırılmış ve hem sağlıklı (22-24) hem de fazla kilolu/obez (25-27) bireylerde, yüksek Gİ'li öğün sonrası glukoz ve insülin eğri altı alanlarının, düşük Gİ'li öğüne göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğün GY'ünün postprandiyal yanıt üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiş ve yüksek GY'lü öğünün hem normal ağırlıktaki hem de fazla kilolu bireylerde artmış glukoz ve insülin yanıtına

neden olduğu gösterilmiştir (30-32,37).

Öğünün İnsülin İndeksinin Postprandiyal Glukoz ve İnsülin Yanıt Üzerine Etkileri

Öğünün İİ'nin postprandiyal glukoz ve insülin yanıt üzerine etkilerini inceleyen literatürdeki ilk ve tek çalışma, Bell ve arkadaşları (38) tarafından 2015 yılında yayınlanmıştır. Sağlıklı ve tip 2 diyabetli yetişkinlerin dahil edildiği bu çalışmada enerji, makro besin öğeleri ve Gİ değerleri aynı, İİ değerleri farklı olan iki test öğünü hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda, iki öğünün postprandiyal glukoz yanıtları benzer bulunurken, yüksek İİ'li öğüne kıyasla düşük İİ'li öğün sonrası insülin yanıtın sağlıklı bireylerde %53 ve tip 2 diyabetlilerde %41 daha az olduğu belirtilmiştir (38). Literatürde yapılmış başka bir çalışmaya rastlanmaması, bu konunun araştırmaya açık olduğunu ve daha fazla çalışmaya gereksinme olduğunu göstermektedir.

Öğünün Glisemik İndeksinin İştah Üzerine Etkileri

Düşük Gİ/GY'lü öğünlerin postprandiyal glisemi ve insülinemideki dalgalanmaları en aza indirebileceği ve bu sayede açlığı ve *ad libitum* besin alımını azaltıp, doyumunu arttırarak akut dönemde iştah üzerine olumlu etkiler sağlayabileceği düşünülmektedir (39-41). İspanya'da yürütülen GLYNDIET çalışması kapsamında obez yetişkinlerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, düşük Gİ'li öğün sonrası açlık skoru yüksek Gİ'li öğüne göre daha düşük bulunurken, doyumluk skorları arasında fark saptanmamıştır (42). Fazla kilolu ve obez yetişkinlerle yapılan farklı çalışmalarda ise düşük Gİ'li öğünün azalmış açlık (27) ve artmış doyumluk (43) skoruyla ilişkili olduğu gösterilmiştir. Benzer şekilde, öğün GY'ünün iştah üzerine etkilerini araştıran bir çalışmada da düşük GY'lü diyet sonrası tokluk ve doyumluğun arttığı ve yeme isteğinin azaldığı saptanmıştır (44). Bununla birlikte, fazla kilolu olan Danimarkalı yetişkinler ile yürütülen bir çalışmada öğün sonrası açlık ve doyumluk skorlarının düşük ve yüksek Gİ'li öğünler arasında herhangi bir farklılık göstermediği

belirtilmiştir (19). Öğün Gİ'nin iştahı etkilemeği sonucuna ulaşan, sağlıklı (45,46) ve obez (18,26) yetişkinlerde yapılmış farklı çalışmalar da mevcuttur.

Öğünün İnsülin İndeksinin İştah Üzerine Etkileri

Öğünün İİ'nin iştah üzerine etkilerini inceleyen herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmamış olup, tek besinin İİ'nin etkilerine ilişkin veriler (3,47-49) ise oldukça sınırlıdır. Farklı çavdar ekmekleri ile yapılan bir çalışmada, test besinin İİ'i arttıkça öğün sonrası yeme isteğinin de arttığı, ancak hissedilen açlık veya tokluk ile ilişki bulunamadığı belirtilmiştir (47). Farklı ekmek türleri ile yapılan diğer çalışmada ise İİ ile subjektif olarak değerlendirilen iştah parametreleri arasında herhangi bir ilişki saptanmamıştır. Bununla birlikte, besin İİ'indeki artışın *ad libitum* enerji alımının artmasına neden olduğu bulunmuştur. Ayrıca, artmış İİ değerlerinin tokluk hormonları olan GLP-1 ve peptid YY düzeylerindeki artış ile ilişkili olduğu da gösterilmiştir (49). Öğünün İİ'nin açlık, doyumluk gibi iştah parametreleri ve *ad libitum* besin alımı üzerine etkilerini inceleyen herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmamış olması, bu konudaki soruları yanıtsız bırakmaktadır. Bu nedenle, öğünün İİ'nin iştah üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülecek randomize klinik çalışmalara gereksinme vardır.

Öğünün Glisemik ve İnsülin İndeks Değerlerinin Hesaplanması

Öğünün toplam Gİ/GY ve İİ/İY miktarları, Bao ve arkadaşları (1) tarafından 2011 yılında paylaşılan 121 besinin Gİ ve İİ değerleri (Tablo 1) kullanılarak aşağıdaki formüller (1,5,7) ile hesaplanabilmektedir:

$$Gİ = \frac{\sum_{a=1}^n (Gİ_a \times \text{Karbonhidrat}_a \times \text{Sıklık}_a)}{\sum_{a=1}^n (\text{Karbonhidrat}_a \times \text{Sıklık}_a)}$$

$$İİ = \frac{\sum_{a=1}^n (İİ_a \times \text{Enerji}_a \times \text{Sıklık}_a)}{\sum_{a=1}^n (\text{Enerji}_a \times \text{Sıklık}_a)}$$

$$GY = \frac{1}{100} \sum_{a=1}^n Gİ_a \times \text{Karbonhidrat}_a$$

$$İY = \sum_{a=1}^n İİ_a \times \text{Enerji}_a \times \text{Sıklık}_a$$

Tablo 1. Besinlerin makro besin ögesi bileşimleri, Gİ ve İİ değerleri (1)

Besinler	Ağırlık (g veya mL)	Protein (g)	Yağ (g)	Sin CHO (g)	Gİ	İİ
Referans besin						
Glukoz	59	0	0	59	100	100
Süt ve ürünleri						
Süt (tam yağlı)	368	11	14	17	31	24
Süt (%1 yağlı)	558	20	6	27	29	34
Yoğurt (az yağlı, çilekli)	260	12	5	38	31	84
Kaşar peyniri	59	15	21	0	0	33
Kaşar peyniri (%93 yağsız)	119	41	8	1	0	20
Süzme peynir /lor peyniri /çökelek peyniri (yağı azaltılmış)	234	29	10	7	10	40
Süzme peynir /lor peyniri /çökelek peyniri (az yağlı)	264	30	6	16	10	52
Krem/eritme peynir	68	6	24	3	0	18
Dondurma (vanilyalı)	120	5	13	26	50	65
Dondurma (vanilyalı, az yağlı)	185	6	7	44	43	69
Kahvaltılık gevrekler						
Mısır gevreği (Cornflakes)	67	5	0	55	81	82
Pirinç patlağı (Rice Bubbles)	62	4	0	54	88	94
Tahıl gevreği (Special K)	63	13	1	44	69	86
Tam buğday gevreği (All-Bran)	76	7	2	47	60	55
%100 doğal tahıl gevreği (yulaf, bal, üzümlü)	55	6	9	35	44	41
Müsli bar	63	11	5	37	56	34
Meyve ve meyve suları						
Elma	435	1	0	58	36	43
Portakal	625	7	1	51	42	44
Muz	279	3	0	56	52	59
Kavun	714	5	2	46	62	93
Siyah üzüm	395	1	0	57	50	60
Kuru üzüm (çekirdeksiz)	72	2	1	56	64	31
Avokado	112	2	25	0	0	4
Şeftali (konserve, şurupta)	346	1	2	56	58	65
Şeftali (konserve, kendi suyunda)	485	2	1	55	40	54
Ahududu reçeli	88	0	0	59	51	62
Portakal suyu (konsantre)	625	3	0	53	53	55
Elma suyu	588	0	0	59	39	47
Sebzeler						
Havuç suyu (taze sıkılmış)	762	6	1	41	43	41
Mısır (dondurulmuş)	222	6	3	43	47	39
Domates (makarna sosu)	445	6	8	38	31	41
Lahana salatası (hazır)	252	5	10	34	39	20
Karbonhidrattan zengin besinler						
Beyaz ekmek	97	9	2	44	70	73
Kepekli ekmek	101	8	3	45	74	70
Tahıllı ekmek	108	9	5	40	50	41
Patates (haşlanmış, soyulmuş)	368	10	1	49	78	88
Beyaz pirinç	203	5	1	56	72	58
Esmer pirinç	148	5	2	53	72	45
Beyaz Makarna	201	8	1	49	46	29
Esmer Makarna	218	11	2	49	42	29
Proteinden zengin besinler						
Yumurta (haşlanmış)	160	21	18	1	0	23
Sığır biftek	158	42	8	0	0	37
Tavuk (yağda kızartılmış, derili)	94	23	17	0	0	19
Tavuk (fırında kızartılmış, derisiz)	113	31	13	0	0	17
Beyaz balık	333	56	1	0	0	43
Ton balığı (konserve, suda)	239	48	5	0	0	26
Ton balığı (konserve, yağda, süzölmüş)	135	24	15	2	0	16
Karides (haşlanmış, soyulmuş)	235	48	4	2	0	21
Sosis (hot dog)	95	14	19	3	28	16
Tofu	227	27	11	7	15	21
Kuru fasulye (fırında pişmiş)	351	16	2	39	44	88
Mercimek (domates soslu)	253	19	5	29	37	42
Yer fıstığı (tuzlu, kavrulmuş)	38	10	20	5	14	15
Fıstık ezmesi	41	9	20	7	14	11
Yağdan zengin besinler						
Ceviz	35	6	23	1	0	5
Tereyağı	33	0	27	0	0	2
Zeytinyağı	27	0	27	0	0	3
İçecekler						
Meyve suyu	833	1	0	58	67	76
Soğuk çay (İcetea)	622	0	0	59	59	69
Kola	595	0	0	59	53	44
Bira (%4.9 alkollü)	671	2	0	13	66	20
Beyaz şarap (%11 alkollü)	362	1	0	1	0	3

Sin CHO: Sindirilebilir karbonhidrat, G: Glisemik indeks, İİ: Besin insülin indeksi

Formüllerde yer alan “n” değeri tüketilen besin sayısını, “Gİ_a” değeri a besininin glisemik indeksini, “İİ_a” değeri a besininin insülin indeksini, “Karbonhidrat_a” değeri a besininin bir porsiyonunun içerdiği sindirilebilir karbonhidrat (toplam karbonhidrat–diyet posası) miktarını, “Enerji_a” değeri a besininin bir porsiyonunda bulunan enerji miktarını ve “Sıklık_a” değeri ise a besininin öğün içerisinde kaç kez tüketildiğini göstermektedir (1,5,7).

Tablo 2’de bir kahvaltı öğününün Gİ ve İİ değerlerinin hesaplanması görülmektedir.

Bir besinin öğün içerisinde alındığındaki glukoz ve insülin yanıtı, tek başına alındığındaki glukoz ve insülin yanıtına göre farklı olabileceği için bazı araştırmacılar (2,50) besinlerin Gİ ve İİ’ine göre öğünün Gİ ve İİ’inin hesaplanmasının uygun olmayacağını düşünmektedir. Diğer taraftan, bazı araştırmacılar (2,50) ise öğünün Gİ ve İİ’inin besinlerin Gİ ve İİ’ine göre hesaplanmasında herhangi bir sakınca olmadığını savunmaktadır. FAO/WHO Uzmanlar Komitesi bu şekilde hesaplanarak elde edilen Gİ değerleri ile aynı öğün tüketildikten sonra ölçülen glisemik yanıt arasında güçlü bir korelasyon olduğunu bildirmiştir (2). Tablo 3’de Bao ve arkadaşları (7) tarafından hazırlanan farklı öğünlerin tüketimi ile elde edilen öğünün Gİ ve İİ değerleri görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Obezite, diyabet ve kalp-damar hastalıkları gibi birçok kronik hastalıktan korunmanın ilk adımını, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının kazandırılması ve fiziksel aktivite düzeyinin artırılmasını kapsayan sağlıklı yaşam tarzı değişiklikleri oluşturmaktadır. Bu kapsamda bireylerin hızlı hazır ve enerji içeriği yüksek besinlerden, şekerli içeceklerinden uzak durmaya, doymuş ve trans yağ asitleri alımını azaltmaya, buna karşılık meyve, sebze, tam tahıl, kurubaklagil, az yağlı süt ürünleri ve balık tüketimini arttırmaya, düzenli kahvaltı ve fiziksel aktivite yapmaya özen göstermeleri gerekmektedir. Ayrıca, yapılan çalışmalarda, düşük Gİ’li öğünlerin açlık hissi ve besin alımını azaltarak obezite tedavisine yardımcı olabileceği ve düşük Gİ’li beslenme alışkanlıkları sayesinde uzun dönemde obezite, kalp-damar hastalıkları ve diyabet gibi hastalıkların önlenebileceği gösterilmiştir.

Diğer taraftan, düşük Gİ’li diyetlerin olası yararlı etkilerini postprandiyal glisemi ve insülinemiye dengeleyerek yaptığı bilinmektedir. Son dönemde yapılan çalışmalarda ise Gİ’in tek başına postprandiyal insülinemiye kontrol altına alamayacağı ve öğünün İİ değerinin de göz önünde bulundurulmasının yararlı olacağına işaret etmektedir. Bununla birlikte, sadece 121 besinin İİ değerinin biliniyor olması, öğünün İİ değeri için yapılacak hesaplamaları oldukça

Tablo 2. Öğünün Gİ ve İİ değerlerinin hesaplanması*

Besinler	Servis ölçüsü (g veya mL)	Enerji (kJ)	Protein (g)	Yağ (g)	Sin CHO (g)	Gİ (Besin)	Gİ (Öğün)	İİ (Besin)	İİ (Öğün)
1 su bardağı tam yağlı süt	200	543	6.0	7.6	9.2	31	6.9 (31×9.2/41.3)	24	8.4 (24×543/1549)
1 adet haşlanmış yumurta	50	313	6.6	5.6	0.3	0	0 (0×0.3/41.3)	23	4.6 (23×313/1549)
1 küçük boy elma	100	230	0.2	0.0	13.3	36	11.6 (36×13.3/41.3)	43	6.4 (43×230/1549)
2 ince dilim tahıllı ekme	50	463	4.2	2.3	18.5	50	22.4 (50×18.5/41.3)	41	12.3 (41×463/1549)
Toplam öğün		1549	17	15.5	41.3		41		32

*Yazarlar tarafından hesaplanmıştır.

Sin CHO: Sindirilebilir karbonhidrat, Gİ: Glisemik indeks, İİ: Besin insülin indeksi

Bu öğünün GY’ü [(31×9.2)+ (0×0.3)+ (36×13.3)+(50×18.5)]/100 = 17’dir.

Bu öğünün İY’ü ise[(24×543) + (23×313) + (43×230) + (41×463)]/100 = %491’dir.

Tablo 3. Farklı glisemik indeks ve insülin indeksli öğün örnekleri (7)

Besin grupları	Servis ölçüsü (g veya mL)	Enerji (kJ)	Enerji oranı (%)	Protein (g)	Yağ (g)	Sin CHO (g)	Gİ	İİ
Referans besin								
Beyaz ekmek	193	2000	100	19.4	4.8	93.4	70	100
Kahvaltı								
<i>Menü 1</i>								
Tahıllı ekmek	77.7	786	39.3	12.0	5.4	23.2	36	71
Fıstık ezmesi	25.0	668	33.4	5.8	13.4	4.4	14	15
Tam yağlı süt	200	546	27.3	6.8	7.2	9.6	31	33
Toplam öğün	302.7	2000	100	24.6	26.0	37.2	32	42
<i>Menü 2</i>								
Kavun	100	140	7	0.7	0.3	6.5	62	127
Muz	98	353	17.7	1.7	0.1	19.6	52	81
Yoğurt	300	1167	58.3	15.9	2.7	44.1	31	115
Elma suyu	200	340	17	0.2	0.0	20.2	39	64
Toplam öğün	698	2000	100	18.5	3.1	90.4	40	101
Ara öğün								
<i>Menü 3</i>								
Ceviz	44	1276	63.8	7.2	29.6	1.6	N/A	7
Kuru üzüm	28.3	396	19.8	0.7	0.1	22.6	64	42
Havuç suyu	250	328	16.4	2.0	0.3	13.5	47	56
Toplam öğün	322.3	2000	100	9.9	30.0	37.7	55	22
<i>Menü 4</i>								
Ahududu reçeli	30	351	17.6	0.0	0.0	20.4	51	85
Kruvasan	85	1304	65.2	7.1	15.0	36.4	67	79
Soğuk çay	214	345	17.2	0.0	0.0	20.6	59	95
Toplam öğün	329	2000	100	7.1	15.0	77.4	61	83
Öğle yemeği								
<i>Menü 5</i>								
Fırında tavuk	75	662	33.1	20.2	8.6	0.0	N/A	23
Avokado	40	356	17.8	0.8	9.0	0.2	N/A	6
Tahıllı ekmek	97.1	982	49.1	15.1	6.8	28.9	36	71
Toplam öğün	212.1	2000	100	36.1	24.4	29.1	36	44
Akşam yemeği								
<i>Menü 6</i>								
Ton balığı	110	815	40.8	19.6	12.3	1.8	N/A	22
Beyaz pirinç	221.7	981	49.0	4.3	0.0	52.4	75	79
Mısır	45	204	10.2	1.3	0.7	8.7	47	53
Toplam öğün	376.7	2000	100	25.2	13	62.9	69	53
Kahvaltı								
<i>Menü 7</i>								
Tahıl gevreği	245	1500	75	17.2	4.6	61.0	30	32
Elma suyu	294	500	25	0.3	0.0	29.7	39	64
Toplam öğün	539	2000	100	17.5	4.6	90.7	33	40
<i>Menü 8</i>								
Haşlanmış yumurta	159	1000	50	19.6	17.8	0.5	N/A	31
Kepekli ekmek	101	1000	50	7.6	2.6	38.9	68	96
Toplam öğün	260	2000	100	27.2	20.4	39.4	67	64
Ara öğün								
<i>Menü 9</i>								
Muz	279	1000	50	4.8	0.3	55.5	52	81
Tam yağlı süt	352	1000	50	12.0	13.7	16.5	31	33
Toplam öğün	631	2000	100	16.8	14.0	72.0	47	57
<i>Menü 10</i>								
Kurabiye	49	1000	50	2.7	10.4	17.3	62	92
Dondurma	123	1000	50	6.5	12.3	27.1	50	89
Toplam öğün	172	2000	100	9.2	22.7	44.4	55	91
Öğle yemeği								
<i>Menü 11</i>								
Pizza	90	1000	50	12.4	7.6	30.2	60	64
Kola	583	1000	50	0.0	0.0	61.8	53	60
Toplam öğün	673	2000	100	12.5	7.6	92.0	55	62
Akşam yemeği								
<i>Menü 12</i>								
Makarna	201	1000	50	7.8	8.0	45.6	44	40
Mercimek	253	1000	50	19.4	4.6	17.7	37	58
Toplam öğün	454	2000	100	27.2	12.6	63.3	42	49
<i>Menü 13</i>								
Sığır biftek	158	1000	50	42	7.7	0.0	N/A	51
Haşlanmış patates	368	1000	50	10.0	1.0	39.8	77	121
Toplam öğün	526	2000	100	52.0	8.7	39.8	77	86

Sin CHO: Sindirilebilir karbonhidrat, Gİ: Glisemik indeks, İİ: Besin insülin indeksi, N/A: Değer belirlenmemiş

sınırlamaktadır. Bu nedenle, besinlerin İİ değerinin belirlendiği daha fazla çalışmaya gereksinme vardır. Ayrıca, yaygın olarak kullanılan sebzeler, meyveler, tahıllar, içecekler vb. gibi besinler için ülkelere özgü Gİ ve İİ değerlerini içeren tabloların geliştirilmesi yararlı olacaktır.

Bir öğün düşük Gİ'li olmasına rağmen, yüksek İİ'li olabilmektedir ve bunun aksi de mümkündür. Bu nedenle, öğün planlaması yaparken hem düşük Gİ'li hem de düşük İİ'li olmasına özen gösterilerek öğün sonrası yaşanacak hiperglisemi ve hiperinsülinemi önlenabilir. Bu sayede, özellikle obez bireylerde hem açlık hissi geciktirilerek iştah kontrolüne yardımcı olunabilecek hem de insülin direnci gelişimi önlenilecek veya süreç geciktirilebilecektir. Ayrıca, tip 2 diyabetli bireylerde glisemik kontrolün sağlanmasına yardımcı olacağı gibi, komplikasyonların oluşum sürecini de erteleyebilecek ve uzatacaktır.

Çıkar çatışması • Conflict of interest: *Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. • The authors declare that they have no conflict of interest.*

KAYNAKLAR

- Bao J, Atkinson F, Petocz P, Willett WC, Brand-Miller JC. Prediction of postprandial glycemia and insulinemia in lean, young, healthy adults: Glycemic load compared with carbohydrate content alone. *Am J Clin Nutr* 2011;93:984-996.
- Özel HG. Glisemik indeks ve yük: Gerçekler ve çelişkiler (Eds: Tayfur M, Ayhan NY). *Beslenme ve Diyetetik Güncel Konular - II. 1. Baskı. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 2015, s. 109-136.*
- Kong KL, Hendrich S. Glycemic index, insulinemic index, and satiety index of kefir. *J Am Coll Nutr* 2012;31:280-287.
- Joint FAO/WHO Expert Consultation on Carbohydrates in Human Nutrition (1998: Rome, Italy) & World Health Organization (1998). *Carbohydrates in human nutrition: Report of a joint FAO/WHO expert consultation, Rome, 14-18 April 1997. Rome : FAO.*
- Nimptsch K, Brand-Miller JC, Franz M, Sampson L, Willett WC, Giovannucci E. Dietary insulin index and insulin load in relation to biomarkers of glycemic control, plasma lipids, and inflammation markers. *Am J Clin Nutr* 2011;94:182-190.
- Holt SH, Miller JC, Petocz P. An insulin index of foods: the insulin demand generated by 1000-kJ portions of common foods. *Am J Clin Nutr* 1997;66:1264-1276.
- Bao J, de Jong V, Atkinson F, Petocz P, Brand-Miller JC. Food insulin index: Physiologic basis for predicting insulin demand evoked by composite meals. *Am J Clin Nutr* 2009;90:986-992.
- Jakubowicz D, Wainstein J, Ahrén B, Bar-Dayán Y, Landau Z, Rabinovitz HR, et al. High-energy breakfast with low-energy dinner decreases overall daily hyperglycaemia in type 2 diabetic patients: A randomised clinical trial. *Diabetologia* 2015;58:912-919.
- Kong AP, Chan RS, Nelson EA, Chan JC. Role of low-glycemic index diet in management of childhood obesity. *Obes Rev* 2011;12:492-498.
- Rouhani MH, Kelishadi R, Hashemipour M, Esmailzadeh A, Azadbakht L. Glycemic index, glycemic load and childhood obesity: A systematic review. *Adv Biomed Res* 2014;3:47-54.
- Dickinson S, Hancock DP, Petocz P, Ceriello A, Brand-Miller J. High-glycemic index carbohydrate increases nuclear factor-kappaB activation in mononuclear cells of young, lean healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1188-1193.
- Nilsson AC, Ostman EM, Holst JJ, Bjorck IM. Including indigestible carbohydrates in the evening meal of healthy subjects improves glucose tolerance, lowers inflammatory markers, and increases satiety after a subsequent standardized breakfast. *J Nutr* 2008;138:732-739.
- Pawlak DB, Kushner JA, Ludwig DS. Effects of dietary glycaemic index on adiposity, glucose homeostasis, and plasma lipids in animals. *Lancet* 2004;364:778-785.
- Isken F, Klaus S, Petzke KJ, Loddenkemper C, Pfeiffer AF, Weickert MO. Impairment of fat oxidation under high- vs. low-glycemic index diet occurs before the development of an obese phenotype. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2010;298:E287-295.
- Joslowski G, Goletzke J, Cheng G, Günther AL, Bao J, Brand-Miller JC, et al. Prospective associations of dietary insulin demand, glycemic index, and glycemic load during puberty with body composition in young adulthood. *Int J Obes (Lond)* 2012;36:1463-1471.
- Chaput JP, Tremblay A, Rimm EB, Bouchard C, Ludwig DS. A novel interaction between dietary composition and insulin secretion: Effects on weight gain in the Quebec Family Study. *Am J Clin Nutr* 2008;87:303-309.
- Kaaks R, Lukanova A. Energy balance and cancer: the role of insulin and insulin-like growth factor-I. *Proc Nutr Soc* 2001;60:91-106.
- 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) 2008;32:160-165.
19. Krog-Mikkelsen I, Sloth B, Dimitrov D, Tetens I, Björck I, Flint A, et al. A low glycemic index diet does not affect postprandial energy metabolism but decreases postprandial insulinemia and increases fullness ratings in healthy women. *J Nutr* 2011;141:1679-1684.
 20. Zakrzewski JK, Stevenson EJ, Tolfrey K. Effect of breakfast glycemic index on metabolic responses during rest and exercise in overweight and non-overweight adolescent girls. *Eur J Clin Nutr* 2012;66:436-442.
 21. Çelik H. Eksojen Obez Adolesanların Düşük ve Yüksek Glisemik İndeksli Kahvaltıya Yanıtının Serum Glikoz, İnsülin, C-Peptid ve Lipid Düzeyleri ile Değerlendirilmesi (Uzmanlık Tezi). Edirne: Trakya Üniversitesi; 2007.
 22. Reynolds RC, Stockmann KS, Atkinson FS, Denyer GS, Brand-Miller JC. Effect of the glycemic index of carbohydrates on day-long (10 h) profiles of plasma glucose, insulin, cholecystokinin and ghrelin. *Eur J Clin Nutr* 2009;63:872-878.
 23. Stevenson EJ, Astbury NM, Simpson EJ, Taylor MA, Macdonald IA. Fat oxidation during exercise and satiety during recovery are increased following a low-glycemic index breakfast in sedentary women. *J Nutr* 2009;139:890-897.
 24. Morgan LM, Shi JW, Hampton SM, Frost G. Effect of meal timing and glycaemic index on glucose control and insulin secretion in healthy volunteers. *Br J Nutr* 2012;108:1286-1291.
 25. Burton-Freeman BM, Keim NL. Glycemic index, cholecystokinin, satiety and disinhibition: Is there an unappreciated paradox for overweight women? *Int J Obes (Lond)* 2008;32:1647-1654.
 26. Liu AG, Most MM, Brashear MM, Johnson WD, Cefalu WT, Greenway FL. Reducing the glycemic index or carbohydrate content of mixed meals reduces postprandial glycemia and insulinemia over the entire day but does not affect satiety. *Diabetes Care* 2012;35:1633-1637.
 27. Lennerz BS, Alsop DC, Holsen LM, Stern E, Rojas R, Ebbeling CB, et al. Effects of dietary glycemic index on brain regions related to reward and craving in men. *Am J Clin Nutr* 2013;98:641-647.
 28. Solomon TP, Haus JM, Kelly KR, Cook MD, Filion J, Rocco M, et al. A low-glycemic index diet combined with exercise reduces insulin resistance, postprandial hyperinsulinemia, and glucose-dependent insulinotropic polypeptide responses in obese, prediabetic humans. *Am J Clin Nutr* 2010;92:1359-1368.
 29. Milton JE, Sananthanan CS, Patterson M, Ghatei MA, Bloom SR, Frost GS. Glucagon-like peptide-1 (7-36) amide response to low versus high glycaemic index preloads in overweight subjects with and without type II diabetes mellitus. *Eur J Clin Nutr* 2007;61:1364-1372.
 30. Brownley KA, Heymen S, Hinderliter AL, Galanko J, Macintosh B. Low-glycemic load decreases postprandial insulin and glucose and increases postprandial ghrelin in white but not black women. *J Nutr* 2012;142:1240-1245.
 31. Runchey SS, Pollak MN, Valsta LM, Coronado GD, Schwarz Y, Breymeyer KL, et al. Glycemic load effect on fasting and post-prandial serum glucose, insulin, IGF-1 and IGFBP-3 in a randomized, controlled feeding study. *Eur J Clin Nutr* 2012;66:1146-1152.
 32. Runchey SS, Valsta LM, Schwarz Y, Wang C, Song X, Lampe JW, et al. Effect of low- and high-glycemic load on circulating incretins in a randomized clinical trial. *Metabolism* 2013;62:188-195.
 33. Ball SD, Keller KR, Moyer-Mileur LJ, Ding YW, Donaldson D, Jackson WD. Prolongation of satiety after low versus moderately high glycemic index meals in obese adolescents. *Pediatrics* 2003;111:488-494.
 34. Cooper SB, Bandelow S, Nute ML, Morris JG, Nevill ME. Breakfast glycaemic index and exercise: Combined effects on adolescents' cognition. *Physiol Behav* 2015;139:104-111.
 35. Ludwig DS, Majzoub JA, Al-Zahrani A, Dallal GE, Blanco I, Roberts SB. High glycemic index foods, overeating, and obesity. *Pediatrics* 1999;103:E26.
 36. Mirza NM, Klein CJ, Palmer MG, McCarter R, He J, Ebbeling CB, et al. Effects of high and low glycemic load meals on energy intake, satiety and hunger in obese Hispanic-American youth. *Int J Pediatr Obes* 2011;6:e523-31.
 37. Ordu TY. Beden Kütle İndeksleri Farklı Yetişkin Bireylerde Öğünün Glisemik Yükünün Kan Şekeri Üzerindeki Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2011.
 38. Bell KJ, Bao J, Petocz P, Colagiuri S, Brand-Miller JC. Validation of the food insulin index in lean, young, healthy individuals, and type 2 diabetes in the context of mixed meals: An acute randomized crossover trial. *Am J Clin Nutr* 2015;102:801-806.
 39. Augustin LS, Kendall CW, Jenkins DJ, Willett WC, Astrup A, Barclay AW, et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2015;25:795-815.
 40. McMillan-Price J, Brand-Miller J. Low-glycaemic index diets and body weight regulation. *Int J Obes* 2006;30:S40-S46.
 41. Joslowski G, Halim J, Goletzke J, Gow M, Ho M, Louie JC, et al. Dietary glycemic load, insulin load, and weight loss in obese, insulin resistant adolescents: RESIST study.

- Clin Nutr 2015;34:89-94.
42. Juanola-Falgarona M, Salas-Salvadó J, Ibarrola-Jurado N, Rabassa-Soler A, Díaz-López A, Guasch-Ferré M, et al. Effect of the glycemic index of the diet on weight loss, modulation of satiety, inflammation, and other metabolic risk factors: A randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2014;100:27-35.
 43. Batista SMM, Moreira EAM, Fiates GMR, de Assis MAA, Teixeira E. Effect of low glycaemic index diets on satiety. *Br Food J* 2014;116:1233-1246.
 44. Chang KT, Lampe JW, Schwarz Y, Breymeyer KL, Noar KA, Song X, et al. Low glycemic load experimental diet more satiating than high glycemic load diet. *Nutr Cancer* 2012;64:666-673.
 45. Munsters MJ, Geraedts MC, Saris WH. Effects of different protein and glycemic index diets on metabolic profiles and substrate partitioning in lean healthy males. *Appl Physiol Nutr Metab* 2013;38:1107-1114.
 46. Probst A, Humpeler S, Heinzl H, Blasche G, Ekmekcioglu C. Short-term effect of macronutrient composition and glycemic index of a yoghurt breakfast on satiety and mood in healthy young men. *Forsch Komplementmed* 2012;19:247-251.
 47. Rosen LA, Ostman EM, Bjorck IM. Postprandial glycemia, insulinemia, and satiety responses in healthy subjects after whole grain rye bread made from different rye varieties. *J Agricul Food Chem* 2011;59:12149-12154.
 48. Simmons AL, Miller CK, Clinton SK, Vodovotz Y. A comparison of satiety, glycemic index, and insulinemic index of wheat-derived soft pretzels with or without soy. *Food Funct* 2011;2:678-683.
 49. Gonzalez-Anton C, Rico MC, Sanchez-Rodriguez E, Ruiz-Lopez MD, Gil A, Mesa MD. Glycemic responses, appetite ratings and gastrointestinal hormone responses of most common breads consumed in Spain: A randomized control trial in healthy humans. *Nutrients* 2015;7:4033-4053.
 50. Brouns F, Bjorck I, Frayn KN, Gibbs AL, Lang V, Slama G, et al. Glycaemic index methodology. *Nutr Res Rev* 2005;18:145-171.