

*Opšti pregledi/
General reviews*

MEDICINSKI ZNAČAJ ODREĐIVANJA
GLIKEMIJSKOG INDEKSA NAMIRNICA

Correspondence to:

Prof. dr **Maja Nikolić**

Medicinski fakultet Univerziteta u Nišu

Bulevar dr Zorana Đinđića 81,

18000 Niš, Srbija

Tel: + 381-64-2134441

Telefon: + 381-18-4226-384 lok 140

Fax: 381-18-4238-770

Email: mani@junis.ni.ac.rs

MEDICAL IMPORTANCE OF FOOD
GLYCEMIC INDEX DETERMINATION

Maja Nikolić, Aleksandra Stanković, Slađana Jović

Medicinski fakultet Univerziteta u Nišu

Kućna: Bulevar Nikole Tesle 21/1,
18000 Niš, Srbija

Apstrakt

Glikemijski indeks (GI) je predložen 1981. godine kao alternativni sistem za podelu namirnica koje sadrže ugljene hidrate. Aktuelna literatura ukazuje da ishrana sa niskim glikemijskim indeksom poboljšava kontrolu mnogih bolesti, posebno masovnih nezaraznih. Ovaj pregledni rad fokusirao se na način određivanja glikemijskog indeksa, koji naša naučna javnost malo poznaje, kao i na dokazanu povezanost glikemijskog indeksa, glikemijskog opterećenja i faktora rizika za pojedine bolesti. Rad je ukazao i na značaj označavanja glikemijskog indeksa u deklaraciji namirnica, kao što su to već učinile mnoge razvijene zemlje.

Ključne reči

glikemijski indeks, glikemijsko opterećenje, hrana, zdravlje

Key words

glycemic index, glycemic load, food, health

Globalno posmatrano, upotreba namirnica sa šećerima koji se naknadno dodaju u hranu tehnološkom obradom je u porastu. Ugljeni hidrati su dominantni makronutrijenti u ishrani ljudi, te je zdravstveni značaj njihovog proučavanja veliki. Pored toga, ishrana našeg stanovništva je već decenijama nezadovoljavajuća u pogledu unosa ugljenih hidrata: učešće ugljenih hidrata u ukupnom prosečnom dnevnom energetsom unosu je visoko, ali unos dijetnih vlakana i složenih ugljenih hidrata je nedovoljan. Ovi nepovoljni trendovi u ishrani u pojedinim regionima Srbije i među različitim etničkim grupama su posebno naglašeni.

Ugljeni hidrati su heterogena grupa jedinjenja, čije su uloge još uvek nedovoljno ispitane⁽¹⁻⁵⁾. Prema preporukama Organizacije za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih Nacija (Food and Agriculture Organisation - FAO) i Svetske Zdravstvene Organizacije ugljene hidrate treba deliti ne samo prema hemijskim osobinama (npr. veličini molekula, sastavu monosaharida i dr.), već i prema njihovim biološkim ulogama i tako ih i treba i deklarirati⁽⁶⁾.

Glikemijski indeks (GI) je predložen 1981. godine kao alternativni sistem za podelu namirnica koje sadrže ugljene hidrate⁽⁷⁾. Podela ugljenih hidrata prema glikemijskom indeksu prvobitno se koristila u kliničkoj praksi za predviđanje porasta glikemije u post-prandijalnom periodu kod pacijenata sa diabetes mellitus-om, a tek kasnije je počelo ispitivanje značaja ovakve podele ugljenih hidrata u prevenciji i terapiji mnogih bolesti, kao i u planiranju ishrane⁽⁸⁾.

GI označava količinu glikoze, kao i brzinu njenog ulaska u cirkulaciju pri varenju neke namirnice u poređenju sa standardom. Namirnica sa visokim GI mnogo brže i više povećavaju nivo glikemije u odnosu na namirnica sa niskim GI i dovode do naglog izlučivanja veće količine insulina iz pankreasa u krv. Namirnica sa niskim GI, međutim, „štede insulin” tj. dovode do ekonomičnog lučenja ovog hormona.

Prve zvanične Tablice sa vrednostima GI objavljene su 1995. i sadržale su 565 namirnica⁽⁹⁾. SZO i FAO odobrile su upotrebu GI kao metode za podelu namirnica koje sadrže ugljene hidrate 1997. g. i tada je predloženo da se vrednosti GI unesu u tablice sastava životnih namirnica. Danas su na snazi revidirane Tablice iz 2002. g. koje obuhvataju oko 1300 namirnica⁽¹⁰⁾.

Vrednost GI za neku namirnicu određuje se standardizovanim postupkom in vivo i zavisi od toga koja je namirnica upotrebljena kao standard (najčešće se koriste beli hleb ili glukoza). Jedinstvena metodologija za određivanje glikemijskog indeksa (GI) je neophodna kako bi se validno interpretirali podaci i uspešno primenio GI u praksi, a to podrazumeva i reproducibilnost rezultata.

Metodologiju za pravilno određivanje GI utvrdili su FAO i SZO⁽⁶⁾ i ona je testirana u sedam različitih država i na taj način dobijene vrednosti GI imaju interval pouzdanosti od 95%.

Namirnica sa niskim GI su one koje imaju vrednost GI 55 i manje (ako je referentna namirnica glukoza) i one su i

najređe prisutne u ishrani. Namirnice sa srednjim GI imaju vrednost od 56 do 69, dok namirnice čiji je GI jednak ili veći od 70 imaju visok GI ⁽¹¹⁾

Disaharidi - saharoza i mlečni šećer, imaju relativno nizak GI, obzirom na to da samo glukoza podiže nivo glikemije ⁽¹²⁾.

Vrednost GI ne zavisi od energetske vrednosti namirnice (na primer, lubenica je niskokalorična, ali ima visoki GI).

Na vrednost GI utiču mnogobrojni činioci koji se odnose na samu namirnicu (Tabela 2).

Tabela 1. Glikemijski indeks odabranih namirnica prema glikozu kao standardu (50 g ugljenih hidrata po obroku) ⁽¹¹⁾

VISOKI GI (GI ≥ 70)	SREDNJI GI (56-69)	NISKI GI (GI < 55)
Glukoza 100 Francuski hleb 99 Pečeni krompir 85 Corn falkes 84 Žele bombone 83 Napolitanke 80 Kuvan krompir 76 Integralni kreker 74 Med 73 Lubenica 72 Beli hleb 70 Kroasan 70	Fanta napitak 68 čokolada 68 beli šećer 65 suvo grožđe 64 sladoled 61 muesli 58 kuvani krompir 56 pirinač beli 56 pirinač smeđ 55 kokice 55 kukuruz 55 banana 52	Đus 54 Grašak 48 Narandža 43 Integralne žitarice 42 Spageti bez sosa 41 Jabuka 36 Kruška 36 Čokoladno mleko 34 Niskokalorični voćni jogurt 33 Obrano mleko 32 Suve kajsije 31 Banana nezrela 30 Sočivo 29 Pasulj 27 Mleko 27 Grejpfrut 25 Trešnje 23 Fruktoza 23

Tabela 2. Činioci koji utiču na GI namirnice

KOLIČINA UGLJENIH HIDRATA U NAMIRNICI
PRIRODA MONOSAHARIDNIH SASTOJAKA
<ul style="list-style-type: none"> • glukoza • fruktoza • galaktoza
PRIRODA POLISAHARIDNIH SASTOJAKA
<ul style="list-style-type: none"> • amiloza • amilopektin • interakcija skrob-nutrient • rezistentni skrob
KULINARSKA / TEHNOLOŠKA OBRADA NAMIRNICE
<ul style="list-style-type: none"> • stepen gelatinizacije skroba • veličina čestica • ćelijska struktura • oblik namirnice
DRUGI SASTOJCI KOJI SE NALAZE U NAMIRNICI
<ul style="list-style-type: none"> • masti • proteini • dijetna vlakna • antinutrijenti • organske kiseline

S aspekta planiranja ishrane, poznavanje vrednosti GI omogućava sastavljanje dijeta koje daju adekvatni glikemijski odgovor kod pacijenta ^(13,14). Međutim, kako se obrok najčešće sastoji od nekoliko različitih namirnica, namirnice sa nižim GI utiču na glikemijski odgovor srazmerno količini

i kvalitetu ugljenih hidrata ostalih namirnica, te je neophodno na drugačiji način izračunati GI celog obroka. Osim toga, da bi se pravilno razumeli njihovi fiziološki i eventualni patološki uticaji na organizam, ukupna količina unetih ugljenih hidrata i njihov GI moraju se razmatrati zajedno. Jedino na taj način može se sagledati ukupan glikemijski efekat koji se dobija posle uzimanja mešovitog obroka.

Pojam glikemijsko opterećenje (GO) uveli su istraživači sa Harvarda 1997. g. ^(15,16) kako bi brojačano izrazili ukupan glikemijski odgovor određenih obroka. GO omogućava adekvatnije predviđanje uticaja namirnice na sekreciju insulina u odnosu na GI, budući da su važne i navike u ishrani, a važno je uzeti u obzir i prosečnu količinu namirnice koja se konzumira u toku dana. Većina namirnica sa visokim GI daje i visoko GO, ako se konzumiraju u obrocima standardne veličine. Međutim, i namirnice sa umerenim GI mogu dati veliko GO ukoliko su bogate ugljenim hidratima tj. imaju veliku prehrambenu gustinu ili se veoma često koriste u ishrani. Npr. jedna uobičajena porcija šargarepe ima visok GI, ali nisko GO, zbog toga što ova namirnica ima nisku prehrambenu gustinu ugljenih hidrata. Ako bi se uzeo u obzir samo GI, prihvatilo bi se da šargarepe snažno utiču na glikemijski odgovor, a one u stvari imaju veoma malo GO (tabela 3). Međutim, krompir ima visok GI i daje visoko GO i treba ga uzimati u umerenim količinama ⁽¹⁷⁾.

Tabela 3. Primeri različitih GI i GO

Namirnica	Glikemijski indeks (%)	Glikemijsko opterećenje (g)
Šargarepa (55g u uobičajenoj porciji sadrži 5g ugljenih hidrata)	71	3,8
Krompir (110g u uobičajenoj porciji sadrži 24g ugljenih hidrata)	85	20,3

U revidiranim Tablicama glikemijskog indeksa (2002.) dodate su u 3 kolone koje su nedostajale u Tablicama iz 1995. g. u kojima su prikazane vrednosti GO namirnice, prosečna veličina porcije namirnice (težina u g ili zapremina u ml) i sadržaj ugljenih hidrata u svakoj namirnici (u g/obroku). Kako porcije variraju od zemlje do zemlje, podaci o GO iz ovih tablica moraju se uzeti sa rezervom. Najbolje bi bilo računati GO za porcije namirnice koje odgovaraju navikama u ishrani stanovnika pojedinih zemalja, kao i prema nacionalnim tablicama sastava životnih namirnica. GO je u revidiranim tablicama prikazano za skoro sve namirnice čiji je GI poznat.

GO za određenu namirnicu predstavlja proizvod količine dostupnih ugljenih hidrata u toj porciji namirnice i GI date namirnice:

$$\text{GO (g)} = \text{GI namirnice (\%)} \times \text{ugljeni hidrati u namirnici (g)} / 100\%.$$

Sadržaj ugljenih hidrata uzima se iz odgovarajućih Tablica sastava namirnica ⁽¹⁸⁾ ili iz referentnih radova.

U drugoj etapi proračunava se dnevno GO za određenu namirnicu, čija je svaka jedinica ekvivalentna 1g ugljenih hidrata iz belog hleba ili glukoze ⁽¹⁹⁾ Ova veličina predstavlja proizvod GO upotrebljene namirnice i prosečnog dnevnog unosa te namirnice u određenom periodu.

Ukupno GO namirnice = zbir svih GO standardne porcije namirnice x broj dnevnih obroka

Uobičajena veličina porcije je odabrana nakon razmatranja veličine porcije u različitim zemljama.

U trećoj etapi izračunava se ukupno GO ishranom, koji najbolje ocenjuje kvalitet ugljenih hidrata, na sledeći način:

Ukupno GO ishranom = GO ishranom / ukupna količina ugljenih hidrata (g) upotrebljena dnevno

Ukupno glikemijsko opterećenje ishranom predstavlja izmereni prosek vrednosti GI svih namirnica koje sadrže ugljene hidrate i označava ukupan kvalitet ugljenohidratnog unosa u toku jednog dana.

Upotreba glikemijskog indeksa u kliničkoj praksi, posebno internističkoj, još uvek je kontraverzna.

Prevenција i lečenje gojaznosti su osnovni razlozi zbog kojih se više od dve decenije preporučuje snižavanje unosa masti u ishrani na račun većeg unosa ugljenih hidrata. Međutim, u mnogim zemljama u poslednjih 20 godina unos masti putem hrane je značajno opao, kalorije iz masti

zamenjene su kalorijama koje potiču iz ugljenih hidrata, a broj gojaznih je sve veći i veći. Razlog za ovu paradoksalnu pojavu može biti upravo porast glikemijskog opterećenja, koje je, prema današnjim saznanjima, mogući etiološki faktor za nastanak gojaznosti. Pretpostavlja se da nizak glikemijski indeks namirnica povoljno utiče na kontrolu telesne mase na dva načina: delovanjem na osećaj gladi, odnosno sitost i putem oksidacije masti, koji su ključni faktori za kontrolu gojaznosti. Do razlika u zasićujućem dejstvu namirnica sa različitim GI dovode i neki dodatni mehanizmi.

Osnovni poremećaj kod diabetes mellitus-a je poremećaj metabolizma glukoze, te je sasvim logično da količina i vrsta ugljenih hidrata u ishrani utiču na rizik obolevanja od ove bolesti i njen tok ⁽²⁰⁾. Hrana sa visokim GI dovodi do metaboličkih posledica pre svega kod fizički neaktivnih, gojaznih ili nasledno opterećenih osoba.

Od nedavno ispituje se povezanost između GI i ostalih bolesti npr. karcinoma različitih organa (dojke, jajnika, materice, pankreasa, debelog creva, prostate), što je značajno za prevenciju malignih bolesti ⁽²¹⁻²⁵⁾. Najverovatnije da hiperinsulinemija, koja nastaje upotrebom namirnica sa visokim GI, indirektno dovodi do kancerogeneze, tako što povećava aktivnost faktora rasta nalik na insulin I.

Ishrana sa visokim GO može dovesti do pojave kardiovaskularnih bolesti indirektno, putem postprandijalne hiper-glikemije i hiperinsulinemije. Ishrana sa niskim GI snižava nivo triglicerida u krvi i LDL-holesterola, kao i odnosa ukupni holesterol : HDL-holesterol ⁽²⁶⁻²⁸⁾.

Podelu na dobre i loše namirnice prema GI u planiranje ishrane ne treba shvatiti bukvalno: namirnice sa visokim GI se ne zabranjuju potpuno, već njihov unos treba smanjiti. Prilikom planiranja ishrane treba uzeti u obzir ne samo sadržaj ugljenih hidrata, već i glikemijski indeks namirnica. Uvođenje glikemijskog indeksa namirnica u deklaraciju namirnica, kao što su to već učinile mnoge razvijene zemlje treba da bude imperativ i kod nas.

Abstract

The glycemic index was proposed in 1981 as an alternative system for classifying carbohydrate-containing food. Current data indicate that a diet characterised by low-glycaemic index foods may improve the management of many disease, especially non-communicable diseases. The purpose of this review is to present the relevant data about determining of the food glycemic index in order to contribute better informing of the scientific public. It is necessary to undertake labeling of food glycemic index in Serbia.

LITERATURA

1. Qi Q, Chu AY, Kang JH, Jensen MK, Curhan GC, Pasquale LR, Ridker PM, Hunter DJ, Willett WC, Rimm EB, Chasman DI, Hu FB, Qi L. Sugar-sweetened beverages and genetic risk of obesity. *N Engl J Med*. 2012;367(15):1387-96.
2. Cummings JH, Roberfroid MB, Andersson H, Barth C, Ferro-Luzzi A. A new look at dietary carbohydrate: chemistry, physiology and health. *Eur J Clin Nutr*. 1997; 52: 1-7.
3. Drake I, Sonestedt E, Gullberg B, Ahlgren G, Bjartell A, Wallström P, Wirfält E. Dietary intakes of carbohydrates in relation to prostate cancer risk: a prospective study in the Malmö Diet and Cancer cohort. *Am J Clin Nutr*. 2012;96(6):1409-18.
4. Ibrahim M, Anishetty S. A meta-metabolome network of carbohydrate metabolism: Interactions between gut microbiota and host. *Biochem Biophys Res Commun*. 2012;428(2):278-84
5. Brand JC, Colagiuri S, Crossman S. et al. Low-glycemic index foods improve long-term glycemic control in NIDDM. *Diabetes Care* 1991; 14:95-101.
6. WHO/ FAO, Carbohydrates in Human Nutrition, FAO food and nutrition paper No 66, Rome, Italy, 1998.
7. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH. et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr*, 1981; 34: 362-366.
8. Ludwig, DS. The Glycemic Index: Physiological Mechanisms Relating to Obesity, Diabetes, and Cardiovascular Disease, *JAMA*, 2002; 287 (18):2414-2423
9. Foster-Powell K, Brand-Miller J. International tables of glycemic index, *Am J Clin Nutr*, 1995; 62 (suppl): 871S-93S.
10. Foster-Powell K, Holt S, Brand-Miller J. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2002, *Am J Clin Nutr*, 2002; 76: 5-56.
11. Nikolić M. Glikemijski indeks namirnica i glikemijsko opterećenje kao faktori rizika za ishemijsku bolest srca, Doktorska disertacija, Medicinski fakultet u Nišu, 2004.
12. Katan MB. Are there good and bad carbohydrates for HDL cholesterol? *Lancet* 1999; 353:1029-30.
13. Ludwig DS. Dietary glycemic index and the regulation of body weight. *Lipids* 2003; 38:117-21.
14. Nikolić M, Lazarević K, Stanković A, Rančić N. Treating obesity by low-glycemic index diet, *Facta Universitatis Series: Medicine and Biology*, 11(2):102-105,2004.
15. Salmeron J, Ascherio A, Rimm EB, Colditz GA, Spiegelman D, Jenkins DJ, et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 1997; 20:545-50.
16. Salmeron J, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA* 1997; 277:472-7.
17. Ebbeling CB, Leidig MM, Sinclair KB, Hangen JP, Ludwig DS. A reduced-glycemic load diet in the treatment of adolescent obesity care. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003; 157:773-9.
18. Foster-Powell K, Holt S, Brand-Miller J. International tables of glycemic index and glycemic load values. *Am J Clin Nutr* 2002; 76:5-56.
19. Liu S, Manson JE, Stampfer MJ, Holmes MD, Hu FB, Hankinsen SF, et al. Dietary glycemic load assessed by food-frequency questionnaire in relation to plasma high-density-lipoprotein cholesterol and fasting plasma triacylglycerols in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2001; 73:560-6.
20. Sleeth M, Psichas A, Frost G. Weight gain and insulin sensitivity: a role for the glycaemic index and dietary fibre? *Br J Nutr*. 2012; 27:1-3.
21. Meyerhardt JA, Sato K, Niedzwiecki D, Ye C, Saltz LB, Mayer RJ, Mowat RB, Whittom R, Hantel A, Benson A, Wigler DS, Venook A, Fuchs CS. Dietary Glycemic Load and Cancer Recurrence and Survival in Patients with Stage III Colon Cancer: Findings From CALGB 89803. *J Natl Cancer Inst*. 2012;104(22):1702-11.
22. Choi Y, Giovannucci E, Lee JE. Glycaemic index and glycaemic load in relation to risk of diabetes-related cancers: a meta-analysis. *Br J Nutr*. 2012;18:1-14.
23. Redaniel MT, Jeffreys M, May MT, Ben-Shlomo Y, Martin RM. Associations of type 2 diabetes and diabetes treatment with breast cancer risk and mortality: a population-based cohort study among British women. *Cancer Causes Control*. 2012 ;23(11):1785-95.
24. Galeone C, Augustin LS, Filomeno M, Malerba S, Zucchetto A, Pelucchi C, Montella M, Talamini R, Franceschi S, La Vecchia C. Dietary glycemic index, glycemic load, and the risk of endometrial cancer: a case-control study and meta-analysis. *Eur J Cancer Prev*. 2013;22(1):38-45.
25. Aune D, Chan DS, Vieira AR, Navarro Rosenblatt DA, Vieira R, Greenwood DC, Cade JE, Burley VJ, Norat T. Dietary fructose, carbohydrates, glycemic indices and pancreatic cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Ann Oncol*. 2012;23(10):2536-46.
26. Dong JY, Zhang YH, Wang P, Qin LQ. Meta-analysis of dietary glycemic load and glycemic index in relation to risk of coronary heart disease. *Am J Cardiol*. 2012;109(11):1608-13.
27. Nikolić M, Nikić D, Petrović B, Rancić N, Arandelović M. [Influence of dietary glycemic index and glycemic load on the occurrence of ischemic heart disease]. *Vojnosanit Pregl*. 2009;66(3):212-7.
28. Brand-Miller J, Buyken AE. The glycemic index issue. *Curr Opin Lipidol*. 2012;23(1):62-7.