

УДК 616.379-008.64-085

 DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0721.17.7.2021.244977>

 Яргин С.В. 

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

## Инсулиновый индекс продуктов питания, его роль при сахарном диабете 2-го типа у больных с избыточной массой тела

Известно, что длительная гиперинсулинемия способствует инсулинорезистентности и увеличению массы тела. Секреция инсулина зависит от углеводного состава пищи и уровня постпрандиальной гликемии. Помимо углеводов, известны другие пищевые и эндокринные факторы, стимулирующие секрецию инсулина: аминокислоты и жирные кислоты, глюкагон и холецистокинин, инкретины, в том числе глюкагоноподобный пептид 1 (ГПП-1) [1–4]. Гликемический индекс (ГИ) характеризует влияние продуктов питания на уровень глюкозы крови. Инсулиновый ответ также зависит от ГИ диеты. Белки в сочетании с углеводами и свободные жирные кислоты могут дополнительно стимулировать секрецию инсулина. Сообщалось, что добавление жиров к высокоуглеводной диете снижает постпрандиальную гликемию, но не инсулиновый ответ. Отмечена обратная связь между содержанием в рационе жиров и инсулиновым ответом; для белка и пищевых волокон достоверная корреляция такого рода не выявлена [1, 2, 5]. Для оценки влияния различных пищевых продуктов на уровень инсулина был предложен инсулиновый индекс (ИИ), рассчитываемый по формуле:

$$\text{ИИ} = \frac{\text{площадь под кривой концентрации инсулина в крови в течение 2 ч для 1000 кДж тестируемого продукта/то же для белого хлеба} \times 100}{1}$$

Площадь под кривой концентрации инсулина в крови коррелирует с потребностью в инсулине, которую можно рассчитать на основании ИИ потребляемых продуктов питания. ИИ количественно характеризует постпрандиальную секрецию инсулина, в частности после приема пищи с низким содержанием углеводов [1]. ИИ пищевых продуктов и блюд редко упоминается в публикациях из стран бывшего СССР [6, 7]. В мировой литературе концепция ИИ обсуждается с 1997 г. [8]. Сообщалось о корреляции ИИ потребляемых пищевых продуктов с избыточным весом у здоровых лиц моло-

дого возраста [9]. Предполагается, что высокий ИИ диеты может способствовать повышению массы тела, инсулинорезистентности и дисфункции бета-клеток [10]. Основанный на ИИ алгоритм расчета диеты при сахарном диабете (СД) 1-го типа позволил снизить постпрандиальную гипергликемию после потребления белковых продуктов [11]. В настоящем сообщении сделана попытка оценить значение ИИ для пациентов с СД 2-го типа и избыточной массой тела.

Инсулиновая нагрузка (insulin load) определяется как произведение ИИ и энергии, полученной с данным продуктом за сутки. Зная ИИ отдельных продуктов и блюд, можно рассчитать инсулиновую нагрузку, а также ИИ диеты в целом (dietary insulin index) [3, 12–14]. Сообщалось о положительной корреляции ИИ с уровнем триглицеридов в крови и отрицательной — с концентрацией липопротеидов высокой плотности (ЛПВП) у испытуемых с избыточной массой тела [14]. Исследования не выявили ассоциации ИИ с уровнем липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), гликированного гемоглобина и С-белка [14], с рисками сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения и метаболического синдрома [3, 13]. Не найдено связи инсулиновой нагрузки с уровнями триглицеридов, ЛПВП и массой тела, однако выявлена корреляция с уровнем глюкозы натощак [15]. Данные о связи между ИИ, рисками макроангиопатических и других осложнений СД 2-го типа разноречивы. Отметим, что многие недавние исследования на данную тему выполнялись в Иране, где диета содержит относительно много углеводов [3, 12, 13, 15, 16].

Авторы публикаций по ИИ отмечали, что значения этого показателя, полученные на здоровых лицах с нормальным весом, лишь условно применимы к пациентам с СД-2 [1]. По-видимому, ИИ различных продуктов (табл. 1) не дает четких ориентиров для реко-

 © 2021. The Authors. This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International License, CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which allows others to freely distribute the published article, with the obligatory reference to the authors of original works and original publication in this journal.

For correspondence: Sergei V. Jargin, MD, Associate Professor, Peoples' Friendship University of Russia, Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, 115184, Russia; e-mail: [sjargin@mail.ru](mailto:sjargin@mail.ru); contact phone: +7 (495) 951-67-88.

мендацій по дієти больных СД-2 с избыточной массой тела. Отмечается высокий ИИ отварного картофеля, однако необходимость ограничения его потребления при СД-2 известна. В некоторых публикациях сообщалось об относительно высоком ИИ молока, однако данные разноречивы (табл. 1). Согласно обзору, молочные продукты оказывают благоприятное действие или по крайней мере нейтральны при СД-2 и метаболическом синдроме [17]. Согласно другому обзору, молочные продукты снижают риск СД-2 и сердечно-сосудистых заболеваний [18]. По разным данным, уровень глюкозы натощак не менялся или снижался после приема молочных продуктов; отмечались также другие благоприятные метаболические эффекты молока [18].

Теоретически учет ИИ потребляемых продуктов при планировании диеты может быть полезным для определения потребности в экзогенном инсулине, способствовать снижению постпрандиального уровня инсулина, сохранению чувствительности тканей к инсулину и функции бета-клеток; однако долговременные эффекты требуют дальнейшего изучения [11]. Отметим также, что действие продуктов питания с высоким ИИ на секрецию инсулина аналогично одному из эффектов сахароснижающих препаратов инкретинового ряда — агонистов рецепторов ГПП-1 и ингибиторов дипептидилпептидазы-4, которые тормозят деградацию ГПП-1 [19], тем самым способствуя гликемическому контролю.

**Таблица 1. Гликемический и инсулиновый индексы некоторых продуктов питания [1, 4, 8, 20, 21]**

Продукт	ГИ	ИИ
Белый хлеб	100	100
Овсянка (геркулес)	60 (86)	40
Макаронные изделия белые (паста)	46–64	40
Зерновой хлеб	60	56–71
Белый рис	110	79
Картофель отварной	121–141	121
Яйца	42	31
Сыр	55	45
Говядина	21	51
Рыба	28	59
Чечевица	44–62	58
Яблоки	50–52	59
Апельсины	39–62	60
Виноград	74	82
Бананы	52–83	81
Арахис	12	20
Йогурт	62	115
Мороженое	70	89
Молоко цельное	15–37	33–98

лю. В связи с этим высокий ИИ диеты не является априори вредным фактором при СД 2-го типа. По мнению автора, на сегодняшний день концепция ИИ существенно не влияет на рекомендации по диете при СД 2-го типа и избыточной массе тела.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии какого-либо конфликта интересов при подготовке данной статьи.

## References

1. 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 Oct;90(4):986-92. doi: 10.3945/ajcn.2009.27720.
2. Fu Z, Gilbert ER, Liu D. Regulation of insulin synthesis and secretion and pancreatic Beta-cell dysfunction in diabetes. *Curr Diabetes Rev.* 2013 Jan 1;9(1):25-53.
3. Teymoori F, Farhadnejad H, Mirmiran P, Nazarzadeh M, Azizi F. The association between dietary glycemic and insulin indices with incidence of cardiovascular disease: Tehran lipid and glucose study. *BMC Public Health.* 2020 Oct 2;20(1):1496. doi: 10.1186/s12889-020-09586-5.
4. Hatami Marbini M, Amiri F, Sajadi Hezaveh Z. Dietary glycemic index, glycemic load, insulin index, insulin load and risk of diabetes-related cancers: A systematic review of cohort studies. *Clin Nutr ESPEN.* 2021 Apr;42:22-31. doi: 10.1016/j.clnesp.2021.02.008.
5. Gotqbek KD, Regulaska-Ilow B. Dietary support in insulin resistance: An overview of current scientific reports. *Adv Clin Exp Med.* 2019 Nov;28(11):1577-1585. doi: 10.17219/acem/109976.
6. Pustozzerov E, Tkachuk A, Vasukova E, et al. The Role of Glycemic Index and Glycemic Load in the Development of Real-Time Postprandial Glycemic Response Prediction Models for Patients With Gestational Diabetes. *Nutrients.* 2020 Jan 23;12(2):302. doi: 10.3390/nu12020302.
7. Dreval' AV, Batashova MG. Mathematical methods to calculate the glycemic index of carbohydrate food load in patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Probl Endokrinol (Mosk).* 1993 May-Jun;39(3):13-8. (in Russian).
8. 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 Nov;66(5):1264-76. doi: 10.1093/ajcn/66.5.1264.
9. Joslowski G, Goletzke J, Cheng G, 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 Nov;36(11):1463-71. doi: 10.1038/ijo.2011.241.
10. Mirmiran P, Esfandiari S, Bahadoran Z, Tohidi M, Azizi F. Dietary insulin load and insulin index are associated with the risk of insulin resistance: a prospective approach in Tehran lipid and glucose study. *J Diabetes Metab Disord.* 2016 Jul 20;15:23. doi: 10.1186/s40200-016-0247-5.
11. Bell KJ, Gray R, Munns D, et al. Estimating insulin demand for protein-containing foods using the food insulin index. *Eur J Clin Nutr.* 2014 Sep;68(9):1055-9. doi: 10.1038/ejcn.2014.126.
12. Anjom-Shoae J, Keshteli AH, Sadeghi O, et al. Association between dietary insulin index and load with obesity in adults. *Eur J Nutr.* 2020 Jun;59(4):1563-1575. doi: 10.1007/s00394-019-

02012-6.

13. Ghorbaninejad P, Imani H, Sheikhhossein F, Tijani Jibril A, Mohammadpour S, Shab-Bidar S. Higher dietary insulin load and index are not associated with the risk of metabolic syndrome and obesity in Iranian adults. *Int J Clin Pract.* 2021 Jul;75(7):e14229. doi: 10.1111/ijcp.14229.

14. 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 Jul;94(1):182-90. doi: 10.3945/ajcn.110.009555.

15. Mozaffari H, Namazi N, Larijani B, Surkan PJ, Azadbakht L. Associations between dietary insulin load with cardiovascular risk factors and inflammatory parameters in elderly men: a cross-sectional study. *Br J Nutr.* 2019 Apr;121(7):773-781. doi: 10.1017/S0007114518003872.

16. Teymoori F, Farhadnejad H, Moslehi N, Mirmiran P, Mokhtari E, Azizi F. The association of dietary insulin and glycemic indices with the risk of type 2 diabetes. *Clin Nutr.* 2021 Apr;40(4):2138-2144. doi: 10.1016/j.clnu.2020.09.038.

17. Dugan CE, Fernandez ML. Effects of dairy on metabolic syndrome parameters: a review. *Yale J Biol Med.* 2014 Jun

6;87(2):135-47.

18. Leary M, Tanaka H. Role of Fluid Milk in Attenuating Postprandial Hyperglycemia and Hypertriglyceridemia. *Nutrients.* 2020 Dec 11;12(12):3806. doi: 10.3390/nu12123806.

19. Yargin SV. Some aspects of type 2 diabetes mellitus treatment in overweight persons. *International Journal of Endocrinology (Ukraine).* 2019;15(5):410-418. doi: 10.22141/2224-0721.15.5.2019.180046. (in Russian).

20. Brand-Miller J, Holt SH, de Jong V, Petocz P. Cocoa powder increases postprandial insulinemia in lean young adults. *J Nutr.* 2003 Oct;133(10):3149-52. doi: 10.1093/jn/133.10.3149.

21. Ostman EM, Liljeberg Elmståhl HG, Björck IM. Inconsistency between glycemic and insulinemic responses to regular and fermented milk products. *Am J Clin Nutr.* 2001 Jul;74(1):96-100. doi: 10.1093/ajcn/74.1.96.

Получено/Received 25.10.2021

Рецензировано/Revised 01.11.2021

Принято в печать/Accepted 08.11.2021 ■

#### Information about author

Sergei V. Jargin, MD, Associate Professor, Peoples' Friendship University of Russia, Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, 115184, Russia; e-mail: sjargin@mail.ru; contact phone: +7 (495) 951-67-88; <https://orcid.org/0000-0003-4731-1853>.