Профилактическая медицина
2026, т. 29, №1, с. 94–101
https://doi.org/10.17116/profmed20262901194

Russian Journal of Preventive Medicine
2026, vol. 29, no. 1, pp. 94–101
https://doi.org/10.17116/profmed20262901194

Ассоциация индекса триглицериды-глюкоза и продолжительности сна у лиц в возрасте 25—44 лет

© В.В. ГАФАРОВ, А.Н. ТРИПЕЛЬГОРН, Е.А. ГРОМОВА, И.В. ГАГУЛИН, А.В. ДЕНИСОВА, А.В. ГАФАРОВА, Ю.И. РАГИНО

Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» Минобрнауки России, Новосибирск, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования. Установить ассоциацию индекса триглицериды-глюкоза (TyG) как биомаркера инсулинорезистентности и продолжительности сна у молодого населения (25—44 года) г. Новосибирска.

Материалы и методы. Скрининг репрезентативной выборки населения в возрасте 25—44 лет Октябрьского района г. Новосибирска проведен на базе Научно-исследовательского института терапии и профилактической медицины — филиала ФГБНУ «ИЦИГ СО РАН» в 2013—2017 г. (403 мужчины, средний возраст 34±0,4 года, отклик составил 71%, и 531 женщина, средний возраст 35±0,4 года, отклик — 72%). Скрининговое обследование проведено по протоколу международной программы WHO MONICA. Индекс TyG рассчитывали по двум формулам (TyG_1 и TyG_2).

Результаты. При сравнении медиан TyG_1 и TyG_2 у лиц с разной продолжительностью сна установлено, что в верхнем дециле (≥90) показатели TyG_1 и TyG_2 выше у лиц с 5—6-часовым сном, чем у лиц с 7—8-часовым сном. Эта закономерность выявлена как у лиц обоего пола — 9,68 [9,45; 10,00] и 5,18 [5,07; 5,35] по сравнению с 9,43 [9,30; 9,67] и 5,06 [4,99; 5,18], p=0,01, так и у мужчин 9,75 [9,52; 10,13] и 5,22 [5,10; 5,41] по сравнению с 9,47 [9,32; 9,7] и 5,08 [5,00; 5,2], p=0,013. В верхнем дециле (≥90) вероятность короткой продолжительности сна повышается с каждым увеличением TyG на 1 единицу, от ОШ=4,2 в модели 1 до ОШ=9,4 у лиц обоего пола, у мужчин — от ОШ=6,04 до ОШ=16,6 (p<0,05).

Заключение Установлена ассоциативная связь между короткой продолжительностью сна и повышением индекса триглицериды-глюкоза.

Ключевые слова: *индекс триглицериды-глюкоза, индекс массы тела, индекс триглицериды-глюкоза-индекс массы тела (TyG_1-BMI), продолжительность сна, инсулинорезистентность, глюкоза плазмы натощак, общий холестерин, липопротеины высокой плотности (ЛПВП), липопротеины низкой плотности (ЛПНП), триглицериды, сахарный диабет*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Гафаров В.В. — https://orcid.org/0000-0001-5701-7856
Трипельгорн А.Н. — https://orcid.org/0000-0002-3898-3247
Громова Е.А. — https://orcid.org/0000-0001-8313-3893
Гагулин И.В. — https://orcid.org/0000-0001-5255-5647
Денисова Д.В. — https://orcid.org/0000-0002-2470-2133
Гафарова А.В. — https://orcid.org/0000-0001-5380-9434
Рагино Ю.И. — https://orcid.org/0000-0002-4936-8362
Автор, ответственный за переписку: Гафаров В.В. — e-mail: valery.gafarov@gmail.com

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Гафаров В.В., Трипельгорн А.Н., Громова Е.А., Гагулин И.В., Денисова А.В., Гафарова А.В., Рагино Ю.И. Ассоциация индекса триглицериды-глюкоза и продолжительности сна у лиц в возрасте 25—44 лет. *Профилактическая медицина*. 2026;29(1):94–101. https://doi.org/10.17116/profmed20262901194

Association of triglyceride-glucose index and sleep duration in people aged 25—44 years old

© V.V. GAFAROV, A.N. TRIPELGORN, E.A. GROMOVA, I.V. GAGULIN, A.V. DENISOVA, A.V. GAFAROVA, YU.I. RAGINO

Research Institute for Therapy and Preventive Medicine — branch of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

ABSTRACT

Objective. To establish the association of the triglyceride-glucose index (TyG) as a biomarker of insulin resistance and sleep duration in the young population (25—44 years) of Novosibirsk.

Materials and methods. Screening of a representative sample of the population aged 25-44 years of the Oktyabrsky district of Novosibirsk was conducted at the Research Institute of Internal and Preventive Medicine, Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences in 2013—2017 (403 males, mean age 34±0.4 years, 71% response,

and 531 females, mean age 35±0.4 years, 72% response). The screening was carried out according to the protocol of the WHO MONICA international program. The TyG index was calculated using two formulas (TyG_1 and TyG_2).
Results. When comparing the medians of TyG_1 and TyG_2 across different sleep durations, the TyG_1 and TyG_2 values were higher in the upper decile (≥90) for persons with 5—6 hours of sleep than for those with 7—8 hours of sleep. This pattern was found in both sexes: 9.68 [9.45; 10.00] and 5.18 [5.07; 5.35] compared to 9.43 [9.30; 9.67] and 5.06 [4.99; 5.18] (p=0.01), and in males: 9.75 [9.52; 10.13] and 5.22 [5.10; 5.41] compared to 9.47 [9.32; 9.7] and 5.08 [5.00; 5.2] (p=0.013). In the upper decile (≥90), the probability of short sleep duration increases with each increase in TyG by 1 unit, from OR=4.2 in model 1 to OR=9.4 in both sexes, and in males, from OR=6.04 to OR=16.6 (p<0.05).
Conclusion. An association was found between short sleep duration and an increase in the triglyceride-glucose index.

Keywords: *triglyceride-glucose index, triglyceride-glucose index — body mass index, sleep duration, insulin resistance, fasting plasma glucose, body mass index, total cholesterol, high-density lipoproteins, HDL, low-density lipoproteins, LDL, triglycerides, diabetes mellitus*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Gafarov V.V. — https://orcid.org/0000-0001-5701-7856
Tripelgorn A.N. — https://orcid.org/0000-0002-3898-3247
Gromova E.A. — https://orcid.org/0000-0001-8313-3893
Gagulin I.V. — https://orcid.org/0000-0001-5255-5647
Denisova A.V. — https://orcid.org/0000-0002-2470-2133
Gafarova A.V. — https://orcid.org/0000-0001-5380-9434
Ragino Yu.I. — https://orcid.org/0000-0002-4936-8362
Corresponding author: Gafarov V.V. — e-mail: valery.gafarov@gmail.com

TO CITE THIS ARTICLE:
Gafarov VV, Tripelgorn AN, Gromova EA, Gagulin IV, Denisova AV, Gafarova AV, Ragino YuI. Association of triglyceride-glucose index and sleep duration in people aged 25—44 years old. *The Russian Journal of Preventive Medicine.* 2026;29(1):94–101. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/profmed20262901194

Введение

За последнее десятилетие сокращение продолжительности сна достигло масштабов глобальной пандемии [1]. Согласно рекомендациям AASM (The American Academy of Sleep Medicine), взрослым лицам следует спать 7—8 ч в сутки, чтобы поддерживать здоровье и благополучие [2]. Однако данные, предоставленные Centers for Disease Control and Prevention, говорят об обратном. Так, практически треть (35,2%) взрослого населения в США спит меньше 7 часов в сутки[1]. В России результаты многолетнего исследования показали, что за 15-летний период с 2003 по 2018 г. в возрастной популяции 45—64 года почти в 1,5 раза снизилась доля лиц с продолжительностью сна 7 и 8 ч и, напротив, увеличилась доля тех, кто спит 6 ч и меньше [3]. Многочисленные исследования показали, что достаточный сон от 7 до 8 ч необходим для оптимального психического и эмоционального здоровья [4]. Стрессы современной жизни с постоянно растущим количеством рабочих часов, высокими требованиями учебных программ, социальными обязательствами и увеличением числа электронных средств массовой информации могут обусловливать сокращение продолжительности сна [5]. Короткая продолжительность сна от 6 ч и меньше связана с множеством неблагоприятных последствий для здоровья, включая метаболические нарушения, артериальную гипертензию, другие сердечно-сосудистые заболевания, снижение иммунитета и повышенную восприимчивость к инфекциям [6—8]. Некоторые исследователи даже связывают хроническую потерю сна с онкологическими заболеваниями [9]. Недостаток сна и инсулинорезистентность (ИР) распространены во всем мире, что порождает вопрос о связи этих явлений [10]. Количественным выражением ИР является индекс триглицериды-глюкоза (TyG), с помощью которого можно оценить чувствительность человека к инсулину путем интеграции двух биологических маркеров, а именно триглицеридов и глюкозы в крови натощак [11, 12]. Недавно показана связь между TyG и обструктивным апноэ сна, [13, 14], а также качеством сна [15], однако связь с продолжительностью сна ранее не изучалась.

Цель исследования — установить ассоциацию индекса триглицериды-глюкоза (TyG) как биомаркера инсулинорезистентности и продолжительности сна у молодого населения (25—44 года) г. Новосибирска.

Материалы и методы

Скрининг репрезентативной выборки лиц в возрасте 25—44 лет Октябрьского района г. Новосибирска проведен на базе Научно-исследовательского института терапии и профилактической медицины — филиала ФГБНУ «ИЦИГ СО РАН» в 2013—2017 г. (мужчин 403, отклик составил 71%, и женщин 531, отклик— 72%). Репрезентативная выборка сформирована на основе базы Территориального фонда обязательного медицинского страхования лиц с использованием таблицы случайных чисел. Программа скринингового обследования реализована на основании протокола международной программы MONICA[2] и включала несколько разделов.

[1]Data and Statistics. Short Sleep Duration Among US Adults. [Aug; 2021]; https://www.cdc.gov/sleep/data_statistics.html 2019

[2]World Health Organization. MONICA Psychosocial Optional Study. Suggested Measurement Instruments. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 1988.

Таблица 1. **Общая характеристика мужчин и женщин возрастной группы 25—44 лет в зависимости от пороговых значений TyG**
Table 1. **General characteristics of males and females in the 25-44 age group, depending on TyG thresholds**

Показатель	Пороговые значения TyG		*p*
	⩽10	⩾90	
	7,75⩽ и 4,22⩽	⩾9,20 и ⩾4,95	
Возраст, лет	35,70 [30,20; 40,72]	39,8 3[33,20; 43,14]	0,003
Мужчины, *n* (%)	20 (22,7)	65 (72,2)	<0,001
Женщины, *n* (%)	68 (77,3)	25 (27,8)	
Продолжительность сна, ч:			
5—6	20 (23,5)	19 (22,1)	0,087
7—8	57 (67,1)	58 (67,4)	
9—10	8 (9,4)	9 (10,5)	
Некурящие, *n* (%)	22 (24,4)	48 (55,2)	<0,001
Курящие, *n* (%)	68 (75,6)	39 (44,8)	
ОТ, см	75,45 [68,65; 85,80]	101,00 [94,15; 110,20]	<0,001
ОБ, см	98,00 [92,32; 105,90]	109,15 [103,75; 116,25]	<0,001
ОТ/ОБ, см	0,77 [0,72; 0,83]	0,93 [0,89; 0,96]	<0,001
ИМТ, кг/м²	22,67 [20,34; 26,24]	30,35 [27,38; 33,67]	<0,001
САД, мм рт. ст.	112,00 [103,50; 122,75]	129,25 [121,50; 144,12]	<0,001
ДАД мм рт. ст.	71,00 [66,12; 80,75]	88,50 [80,00; 95,50]	<0,001
ЧСС, уд в мин.	71,00 [64,00; 79,00]	76,00 [70,00; 83,00]	0,01
ОХС, мг/дл	165,00 [145,75; 189,75]	223,00 [203,50; 253,00]	<0,001
ЛПВП, мг/дл	53,50 [45,00; 63,75]	39,00 [33,00; 43,00]	<0,001
ЛПНП, мг/дл	100,80 [87,20; 122,85]	132,90 [110,60; 162,45]	<0,001
Триглицериды, мг/мл	41,50 [35,00; 44,75]	234,50 [201,50; 301,25]	<0,001
ГПН, мг/мл	97,52 [88,09; 103,18]	111,67 [105,07; 118,27]	<0,001

Примечание. **Здесь и в табл. 2, 3**: TyG — индекс триглицериды-глюкоза. Здесь и в табл. 4: ИМТ— индекс массы тела; ОХС — общий холестерин; ЛПВП — липопротеины высокой плотности; ЛПНП — липопротеины низкой плотности. ОТ — окружность талии; ОБ — окружность бедер; ОТ/ОБ — соотношение окружности талии и окружности бедер; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ЧСС — частота сердечных сокращений; ГПН — глюкоза плазмы натощак.
Note. **Here and in Tables 2 and 3**: TyG — triglycerides-glucose index. Here and in Table 4: BMI — body mass index; TC — total cholesterol; HDL — high-density lipoprotein; LDL — low-density lipoprotein. WC — waist circumference; HC — hip circumference; WC/HC — ratio of waist circumference to hip circumference; SBP — systolic blood pressure; DBP — diastolic blood pressure; HR — heart rate; FPG — fasting plasma glucose.

Таблица 2. **Распределение пороговых значений TyG и TyG-BMI в зависимости от пола обследованных лиц возрастной группы 25—44 лет г. Новосибирска**
Table 2. **Distribution of TyG and TyG-BMI thresholds depending on the sex of the study subjects in the 25—44 age group in Novosibirsk**

Показатель	Процентиль	Оба пола	*p*	Мужчины	*p*	Женщины	*p*
TyG_1	⩽10	7,60 [7,45; 7,69]	<0,001	7,60 [7,42; 7,73]	<0,001	7,60 [7,46; 7,69]	<0,001
	⩾90	9,47 [9,31; 9,72]		9,52 [9,38; 9,80]		9,33 [9,29; 9,62]	
TyG_2	⩽10	4,15 [4,07; 4,19]	<0,001	4,15[4,06; 4,21]	<0,001	4,14 [4,07; 4,18]	<0,001
	⩾90	5,08 [5,00; 5,20]		5,10 [5,04; 5,25]		5,01 [4,99; 5,15]	
TyG_1-BMI	⩽25	164,41 [153,74; 172,74]	<0,001	167,22 [160,37; 174,84]	<0,001	163,70 [152,72; 170,41]	<0,001
	⩾75	278,39 [262,07; 307,55]		278,89 [260,26; 304,38]		277,98 [266,18; 312,12]	
TyG_2-BMI	⩽25	89,46 [83,53; 93,78]	<0,001	90,78 [86,93; 94,87]	<0,001	88,92 [83,10; 92,68]	<0,001
	⩾75	150,13 [141,30; 166,75]		150,30 [140,27; 163,37]		149,96 [143,60; 167,99]	

Примечание. **Здесь и в табл. 5**: TyG1-BMI — индекс триглицериды-глюкоза-индекс массы тела.
Note. **Here and in Table 5**: TyG1-BMI — triglyceride-glucose-body mass index.

Социально-демографические показатели регистрировали в соответствии с требованием протокола программы: идентификационный номер, место жительства, ФИО, дата рождения, дата регистрации. Пол: 1 — мужской, 2 — женский.

Психосоциальный раздел. Шкала «Знание и отношение к своему здоровью» включала самооценку продолжительности сна и статус курения. Продолжительность сна оценивали в часах: 5 ч и меньше, 6, 7, 8, 9 ч, а также 10 ч и больше. Продолжительность сна 5 ч и меньше, а также 6 ч рассматривалась как короткая; 7—8 часов — нормальная; 9 ч, 10 ч и больше — длинная. Курение оценивали с помощью вопроса: «Пытались ли Вы когда-нибудь изменить что-либо в своем курении (за 12 месяцев)?» Предусмотрены следующие ответы: 1. Никогда не курил (рассматривались как некурящие). 2. Курил,

Таблица 3. **Продолжительность сна и пороговые значения TyG у мужчин и женщин возрастной группы 25—44 лет г. Новосибирска**
Table 3. **Sleep duration and TyG thresholds in males and females in the 25-44 age group in Novosibirsk**

Пол	Индекс	Дециль	Продолжительность сна, ч		*p*	Продолжительность сна, ч		*p*	Продолжительность сна, ч		*p*
			5—6	7—8		5—6	9—10		9—10	7—8	
Оба пола	TyG_1	⩽10	7,53 [7,42; 7,67]	7,6 [7,45; 7,70]	0,229	7,53 [7,42; 7,67]	7,61 [7,50; 7,65]	0,672	7,61 [7,50; 7,65]	7,6 [7,45; 7,70]	0,842
		⩾90	9,68 [9,45; 10,00]	9,43 [9,30; 9,67]	0,01	9,68 [9,45; 10,00]	9,48 [9,30; 9,61]	0,068	9,48 [9,30; 9,61]	9,43 [9,30; 9,67]	0,825
	TyG_2	⩽10	4,11 [4,06; 4,18]	4,15 [4,07; 4,19]	0,229	4,11 [4,06; 4,18]	4,15 [4,09; 4,17]	0,672	4,15 [4,09; 4,17]	4,15 [4,07; 4,19]	0,842
		⩾90	5,18 [5,07; 5,35]	5,06 [4,99; 5,18]	0,01	5,18 [5,07; 5,35]	5,09 [4,99; 5,15]	0,068	5,09 [4,99; 5,15]	5,06 [4,99; 5,18]	0,825
Мужчины	TyG_1	⩽10	7,43 [7,28; 7,67]	7,65 [7,48; 7,74]	0,412	7,43 [7,28; 7,67]	7,46 [7,31; 7,64]	1,000	7,46 [7,31; 7,64]	7,65 [7,48; 7,74]	0,305
		⩾90	9,75 [9,52; 10,13]	9,47 [9,32; 9,7]	0,013	9,75 [9,52; 10,1]	9,46 [9,25; 9,57]	0,017	9,46 [9,25; 9,57]	9,47 [9,32; 9,7]	0,434
	TyG_2	⩽10	4,06 [3,99; 4,18]	4,17 [4,08; 4,21]	0,412	4,06 [3,99; 4,1]	4,07 [4,00; 4,22]	1,000	4,07 [4,00; 4,22]	4,17 [4,08; 4,21]	0,305
		⩾90	5,22 [5,10; 5,41]	5,08 [5,00; 5,2]	0,013	5,22 [5,10; 5,41]	5,08 [4,97; 5,13]	0,017	5,08 [4,97; 5,13]	5,08 [5,00; 5,2]	0,434
Женщины	TyG_1	⩽10	7,55 [7,45; 7,67]	7,60 [7,45; 7,69]	0,488	7,55 [7,45; 7,67]	7,63 [7,52; 7,6]	0,541	7,63 [7,52; 7,6]	7,60 [7,45; 7,6]	0,694
		⩾90	9,30 [9,27; 9,55]	9,33 [9,26; 9,58]	0,962	9,30 [9,27; 9,55]	9,65 [9,35; 9,78]	0,400	9,65 [9,35; 9,78]	9,33 [9,26; 9,58]	0,125
	TyG_2	⩽10	4,12 [4,07; 4,18]	4,14 [4,07; 4,19]	0,488	4,12 [4,07; 4,18]	4,16 [4,10; 4,19]	0,541	4,16 [4,10; 4,19]	4,14 [4,07; 4,1]	0,694
		⩾90	4,99 [4,98; 5,10]	5,01 [4,97; 5,13]	0,962	4,99 [4,98; 5,10]	5,17 [5,02; 5,22]	0,400	5,17 [5,02; 5,22]	5,01 [4,97; 5,13]	0,125

Примечание. **Здесь и в табл. 4, 5**: жирным шрифтом выделена достоверная разница между 10 и 90 децилями.
Note. **Here and in table 4, 5**: A significant difference between the 10th and 90th deciles is highlighted in bold.

но бросил. 3. Курю, но меньше. 4. Курю, но бросал на некоторое время. 5. Пытался изменить курение, но безуспешно. 6. Курю, никогда не пытался бросить. Лица, давшие ответы со 2-го по 6-й, рассматривались как курящие.

Антропометрические измерения включали рост, вес, окружность талии (ОТ) и окружность бедер (ОБ), расчет индекса массы тела (ИМТ) и индекса ОТ/ОБ. Рост измеряли в положении стоя на стандартном ростомере с точностью до 0,1 см. Измерение веса выполнено без верхней одежды и обуви на рычажных весах, прошедших метрологический контроль, с точностью измерения до 0,1 кг. Индекс массы тела вычисляли по формуле (1):

$$ИМТ\ (кг/м^2) = масса\ тела\ (кг) / рост^2\ (м). \quad (1)$$

Показатели ИМТ классифицировали на основе стандартов Всемирной организации здравоохранения [16].

Окружность талии измеряли сантиметровой лентой с точностью до 1 мм в положении стоя на уровне середины расстояния между краем нижнего ребра и верхним гребнем подвздошной кости. На уровне латеральных надмыщелков бедренных костей измеряли ОБ с точностью до 1 мм.

Артериальное давление (АД) и частоту сердечных сокращений (ЧСС) измеряли трижды с интервалом 2 мин на правой руке в положении сидя после 5-минутного отдыха с помощью автоматического тонометра Omron M5-I (Omron Healthcare Co., Ltd., Япония) с регистрацией среднего значения трех измерений [17].

Показатели в крови липидного профиля, глюкозы измеряли энзиматическим методом с использованием стандартных реактивов (Thermo Fisher Scientific Inc., США) на автоматическом биохимическом анализаторе KoneLab 30i (Thermo Fisher Scientific Oy, Финляндия).

Уровень холестерина липопротеинов низкой плотности (ХС ЛПНП) рассчитывали по формуле Фридвальда. Все биохимические показатели представлены в мг/дл. Пересчет уровня глюкозы сыворотки крови в уровень глюкозы плазмы натощак (ГПН) осуществляли по формуле (2):

$$Глюкоза\ плазмы\ (ммоль/л) = -0{,}137 + 1{,}047 \times глюкоза\ сыворотки\ (ммоль/л). \quad (2)$$

Пересчет уровня глюкозы в мг/дл осуществляли по формуле (3):

$$Глюкоза\ плазмы\ (мг/дл) = ГПН\ (ммоль/л) \times 18{,}02 \quad (3)$$

Индекс TyG рассчитывали по формулам (4) и(5):

$$TyG_1 = Ln[триглицериды\ (мг/дл) \times ГПН\ (мг/дл)/2], \quad (4)$$

$$TyG_2 = Ln[триглицериды\ (мг/дл) \times ГПН\ (мг/дл)]/2. \quad (5)$$

Мы выполнили расчет с использованием обеих формул из-за расхождений в пороговых значениях индекса TyG, приведенных в литературе [18].

Для расчета индекса TyG-ИМТ (далее TyG-BMI) применяли формулу (6) [19]:

$$\text{TyG-BMI} = ИМТ \times TyG. \quad (6)$$

Для оценки влияния индекса TyG на продолжительность сна мы использовали сравнение крайних децилей TyG (т.е. 10-го и 90-го децилей) и крайних квартилей (т.е. 25-го и 75-го квартилей) индекса TyG-BMI.

Статистический анализ проведен с помощью пакета SPSS, v. 25 (IBM Corporation, США). Качественные характеристи-

Таблица 4. **Ассоциативная связь между продолжительностью сна и значениями индекса TyG1 ≥90**
Table 4. **Associative relationship between sleep duration and TyG 1 index values ≥90**

Модель	Ковариаты	Оба пола				Мужчины				Женщины			
		p	ОШ	95% ДИ ОШ		*p*	ОШ	95% ДИ ОШ		*p*	ОШ	95% ДИ ОШ	
				min	max			min	max			min	max
1	**TyG_1** на 1 ЕД	0,036	4,226	1,09	16,31	0,032	6,044	1,168	31,281	0,729	0,446	0,005	42,924
2	**TyG_1** на 1 ЕД	0,040	4,114	1,063	15,92	0,028	6,977	1,227	39,667	0,943	0,786	0,001	58,459
	возраст	0,746	1,016	0,921	1,122	0,553	0,966	0,861	1,083	0,590	1,085	0,806	1,461
3	**TyG_1** на 1 ЕД	0,014	9,119	1,577	52,74	0,023	13,747	1,430	32,188	0,881	0,603	0,001	44,131
	возраст	0,697	1,020	0,924	1,126	0,592	0,968	0,859	1,090	0,605	1,084	0,799	1,472
	ОХС	0,120	,982	0,959	1,005	0,346	0,987	0,961	1,014	0,230	0,938	0,845	1,041
	ЛПНП/ЛПВП	0,222	1,489	0,786	2,822	0,548	1,272	0,580	2,789	0,820	0,729	0,048	11,135
4	TyG_1	0,014	9,421	1,573	56,44	0,032	12,770	1,250	30,427	0,924	0,710	0,001	28,868
	возраст	0,674	1,022	0,923	1,132	0,614	0,968	0,853	1,098	0,600	1,084	0,803	1,463
	ОХС	0,119	0,982	0,959	1,005	0,413	0,988	0,961	1,017	0,237	0,936	0,839	1,044
	ЛПНП/ЛПВП	0,218	1,495	0,788	2,838	0,585	1,248	0,563	2,767	0,836	0,750	0,049	11,503
	курение	0,853	0,878	0,221	3,487	0,937	1,070	0,201	5,696	0,903	0,804	0,024	26,743
5	**TyG_1** на 1 ЕД	0,015	9,420	1,546	57,40	0,019	16,630	1,580	75,056	0,719	0,236	0,001	6,162
	возраст	0,677	1,022	0,922	1,133	0,601	0,968	0,856	1,094	0,937	0,983	0,650	1,487
	ОХС	0,134	0,982	0,958	1,006	0,424	0,988	0,960	1,017	0,182	0,933	0,843	1,033
	ЛПНП/ЛПВП	0,227	1,495	0,779	2,871	0,622	1,225	0,547	2,739	0,789	0,692	0,047	10,284
	курение	0,853	0,878	0,220	3,496	0,974	0,973	0,188	5,041	0,667	0,390	0,005	28,264
	ИМТ	0,999	1,000	0,898	1,114	0,767	1,018	0,902	1,149	0,450	0,838	0,529	1,326

Примечание. Зависимая категориальная переменная — продолжительность сна (5—6 часов и 7—8 часов).
Note. The dependent categorical variable is the sleep duration (5—6 hours and 7—8 hours).

ки представлены как абсолютные и относительные величины (*n*, %). Критерий Пирсона χ^2 использовали для анализа категориальных переменных. Нормальность распределения анализируемых непрерывных данных определяли по тесту Колмогорова—Смирнова. Непрерывные переменные имели распределение, отличное от нормального, поэтому они представлены медианой Me [25; 75], где Me — медиана выборки, [25; 75] — процентили. Для сравнения двух групп применяли непараметрический метод Манна—Уитни. Для изучения отношения шансов (ОШ) использовали многофакторный бинарный логистический регрессионный анализ с указанием 95% доверительного интервала (ДИ), где продолжительность сна представлена зависимой категориальной переменной, а ковариаты последовательно добавлены в модели. Модель 1: грубая — в качестве ковариаты TyG_1; Модель 2: скорректированная по возрасту; Модель 3: скорректированная по переменным в модели 2 + общий холестерин и соотношение липопротеины низкой плотности (ЛПНП)/липопротеины высокой плотности (ЛПВП); Модель 4: скорректированная по переменным в модели 3 + курение; Модель 5: скорректированная по переменным в модели 4 +ИМТ. Во избежание мультиколлинеарности все переменные проверены с помощью парных коэффициентов корреляции, в модели помещены показатели без выраженной зависимости между ними (r<0,9). Критический уровень статистической значимости p<0,05 [20].

Результаты

Пороговые значения TyG_1 и TyG_2 установлены как ⩾9,20 и ⩾4,95 для верхнего дециля (⩾90 TyG) и 7,75⩽ и 4,22⩽ для нижнего дециля (⩽10 TyG).

Из 178 мужчин и женщин (возраст 25—44 года), включенных в подвыборку в зависимости от пороговых значений TyG_1 и TyG_2, в верхнем дециле преобладали мужчины (72,2%), в нижнем — женщины (77,3%). Мы не установили статистически значимых различий по продолжительности сна между верхним и нижним децилями TyG_1 и TyG_2. Почти в 2 раза больше курящих лиц (75,6%) оказалось в нижнем дециле, чем в верхнем — 44,8% TyG_1 и TyG_2. Как антропометрические, так гемодинамические показатели были выше у лиц в верхнем дециле, чем в нижнем TyG_1 и TyG_2. Уровни ЛПВП были выше в нижнем дециле, а уровни общего холестерина (ОХС), ЛПНП, триглицеридов и глюкозы плазмы — в верхнем дециле TyG_1 и TyG_2 **(табл. 1)**.

В **табл. 2** показаны медиана, 25-й и 75-й процентили пороговых значений TyG_1 и TyG_2, TyG_1-BMI и TyG_2-BMI для лиц обоего пола, а также для мужчин и женщин в отдельности. Уровни индексов TyG_1 и TyG_2, а также TyG_1-BMI и TyG_2-BMI были выше в верхнем дециле, чем в нижнем(p<0,001).

При сравнении медиан уровней TyG_1 и TyG_2, у лиц с разной продолжительностью сна установлено, что в верхнем дециле (⩾90) показатели TyG_1 и TyG_2 выше у лиц с продолжительностью сна 5—6 ч, чем 7—8 ч, причем как у лиц обоего пола — 9,68 [9,45; 10,00] и 5,18 [5,07; 5,35] по сравнению с 9,43 [9,30; 9,67] и 5,06 [4,99; 5,18], p=0,01, так и у мужчин — 9,75 [9,52; 10,13] и 5,22 [5,10; 5,41] по сравнению с 9,47 [9,32; 9,7] и 5,08 [5,00; 5,2], p=0,013. В верхнем дециле (⩾90) уровни TyG_1 и TyG_2 выше у тех мужчин, продолжительность сна которых составила 5—6 ч (9,75 [9,52; 10,1] и 5,22 [5,10; 5,41]), чем 9—10 ч (9,46 [9,25; 9,57] и 5,08 [4,97; 5,13]), p=0,017 **(табл. 3)**.

Поскольку результаты ассоциативного анализа между продолжительностью сна и индексами TyG_1, TyG_2 в верхнем

Таблица 5. **Продолжительность сна и пороговые значения TyG-BMI у мужчин и женщин возрастной группы 25—44 лет г. Новосибирска**
Table 5. **Sleep duration and TyG-BMI thresholds in males and females in the 25-44 age group in Novosibirsk**

Пол	Индекс	Квартиль	Продолжительность сна, ч		*p*
			5—6	7—8	
Оба пола	TyG_1-BMI	⩽25	165,97 [155,72; 172,2]	165,00 [153,50; 173,2]	0,924
		⩾75	284,26 [269,07; 329,33]	278,64 [263,89; 303,30]	0,203
	TyG_2-BMI	⩽25	90,06 [84,39; 93,74]	89,62 [83,24; 94,03]	0,933
		⩾75	153,58 [145,57; 176,77]	150,26 [142,19; 162,94]	0,189
Мужчины	TyG_1-BMI	⩽25	173,54 [153,42; 177,3]	167,64 [154,76; 174,4]	0,762
		⩾75	290,82 [264,90; 339,2]	273,00 [256,83; 290,6]	0,022
	TyG_2-BMI	⩽25	94,41 [83,04; 96,05]	90,79 [84,44; 94,29]	0,189
		⩾75	155,12 [142,79; 181,9]	146,76 [138,87; 156,0]	0,033
Женщины	TyG_1-BMI	⩽25	165,69 [155,55; 170,69]	164,28 [150,40; 172,5]	0,734
		⩾75	277,67 [270,05; 314,8]	277,97 [261,78; 306,8]	0,747
	TyG_2-BMI	⩽25	90,05 [84,35; 92,31]	89,46 [81,87; 93,58]	0,763
		⩾75	150,03 [145,61; 169,3]	149,63 [141,00; 166,2]	0,678

Пол	Индекс	Квартиль	Продолжительность сна, ч		*p*
			5—6	9—10	
Оба пола	TyG_1-BMI	⩽25	165,97 [155,72172,2]	162,08 [152,97; 167,2]	0,288
		⩾75	284,26 [269,07; 329,3]	270,59 [258,31; 310,0]	0,161
	TyG_2-BMI	⩽25	90,06 [84,39; 93,74]	87,90 [83,12; 90,83]	0,232
		⩾75	153,58 [145,57; 176,7]	150,13 [141,30; 166,75]	0,134
Мужчины	TyG_1-BMI	⩽25	173,54 [153,42; 177,3]	166,71 [162,91; 178,0]	0,791
		⩾75	290,82 [264,90; 339,25]	260,54 [255,46; 293,84]	0,069
	TyG_2-BMI	⩽25	94,41 [83,04; 96,05]	90,57 [89,18; 96,22]	0,874
		⩾75	155,12 [142,79; 181,9]	139,97 [138,32; 157,87]	0,078
Женщины	TyG_1-BMI	⩽25	165,69 [155,55; 170,69]	157,09 [151,55; 164,69]	0,054
		⩾75	277,67 [270,05; 314,8]	278,39 [265,87; 312,5]	0,964
	TyG_2-BMI	⩽25	90,05 [84,35; 92,31]	84,94 [82,38; 89,27]	0,048
		⩾75	150,03 [145,61; 169,3]	149,96 [143,61; 168,38]	0,686

Пол	Индекс	Квартиль	Продолжительность сна, ч		*p*
			9—10	7—8	
Оба пола	TyG_1-BMI	⩽25	162,08 [152,97; 167,2]	165,00 [153,50; 173,2]	0,260
		⩾75	270,59 [258,31; 310,0]	278,64 [263,89; 303,30]	0,506
	TyG_2-BMI	⩽25	87,90 [83,12; 90,83]	89,62 [83,24; 94,03]	0,262
		⩾75	150,13 [141,30; 166,75]	150,26 [142,19; 162,94]	0,518
Мужчины	TyG_1-BMI	⩽25	166,71 [162,91; 178,0]	167,64 [154,76; 174,4]	0,476
		⩾75	260,54 [255,46; 293,84]	273,00 [256,83; 290,63]	0,198
	TyG_2-BMI	⩽25	90,57 [89,18; 96,22]	90,79 [84,44; 94,29	0,378
		⩾75	139,97 [138,32; 157,8]	146,76 [138,87; 156,0]	0,132
Женщины	TyG_1-BMI	⩽25	157,09 [151,55; 164,69]	164,28 [150,40; 172,5]	0,125
		⩾75	278,39 [265,87; 312,5]	277,97 [261,78; 306,8]	0,805
	TyG_2-BMI	⩽25	84,94 [82,38; 89,27]	89,46 [81,87; 93,58]	0,115
		⩾75	149,96[143,61; 168,38]	149,63 [141,00; 166,2]	0,793

квартиле ⩾90 дублируют друг друга, мы представили только один индекс TyG_1. В **табл. 4** показана независимая (от пола, возраста, ОХС, ЛПНП/ЛПВП, курения и ИМТ) связь между короткой продолжительностью сна и повышением индекса TyG_1 как у лиц обоего пола, так и у мужчин. В верхнем дециле (⩾90) вероятность короткой продолжительности сна повышается с каждым увеличением TyG на 1 единицу от ОШ=4,2 в модели 1 до ОШ=9,4 у лиц обоего пола, у мужчин от ОШ=6,04 до ОШ=16,6 (p<0,05).

У мужчин в верхнем квартиле (⩾75) с продолжительностью сна 5—6 ч установлены более высокие показатели индексов TyG_1-BMI/TyG_2-BMI — 290,82 [264,90; 339,2] и 155,12 [142,79; 181,9], чем с продолжительностью сна 7—8 ч — 273,00 [256,83; 290,6] и 146,76 [138,87; 156,0], p=0,022; p=0,033 соответственно. У женщин в нижнем квартиле ⩽25 с продолжительностью сна 5—6 ч индекс TyG_2-BMI выше 90,05 [84,35; 92,31], чем с продолжительностью сна 9—10 ч — 84,94 [82,38; 89,27], p=0,048 **(табл. 5)**.

Обсуждение

Наше исследование показало связь между продолжительностью сна и индексом TyG у молодых трудоспособных людей. Индекс TyG, биомаркер, полученный из концентраций глюкозы и триглицеридов натощак, недавно признан потенциальным суррогатным маркером ИР из-за простоты расчета, высокой чувствительности и специфичности [21, 22]. Мы установили, что в верхнем дециле у лиц обоего пола, а также у мужчин с короткой продолжительностью сна показатели TyG выше, чем у субъектов с нормальной или длинной продолжительностью сна. В верхнем дециле с увеличением TyG на 1 единицу вероятность короткой продолжительности сна растет как у лиц обоего пола, так и у мужчин, причем независимо от уровня ОХС, индекса ЛПНП/ЛПВП, а также курения и ИМТ.

Получены более высокие показатели индексов TyG_1-BMI/TyG_2-BMI в верхнем квартиле (⩾75) у мужчин с продолжительностью сна 5—6 ч, чем 7—8 ч. В нижнем квартиле ⩽25 показатель TyG_2-BMI был выше у женщин с короткой продолжительностью сна, чем с длинной. Наши результаты частично согласуются с предшествующими одномоментными исследованиями, в которых обнаружены ассоциативные связи TyG с обструктивным апноэ сна [13; 14], а также с качеством сна [15], в результате чего индекс TyG предложен в качестве суррогатного маркера ИР из-за его связи со сном. Изучение связи ИР с продолжительностью сна проводилось и ранее. Например, J. Cedernaes и соавт. (2016) обнаружили, что одна ночь частичного лишения сна по сравнению со сном в течение всей ночи привела к заметному повышению периферической ИР [23]. Перекрестное исследование A. So-Ngern и соавт. (2019) продемонстрировало, что толерантность к глюкозе улучшилась за счет увеличения продолжительности сна у людей, регулярно недосыпающих, и у тех, кто мог увеличить продолжительность своего сна более чем до 6 часов за ночь [24]. D.S. Nuyujukian и соавт. (2016) провели исследование на национальной выборке американских индейцев и коренных жителей Аляски с предиабетом, изучив связь между самооценкой продолжительности сна и частотой возникновения диабета, и обнаружили, что короткая продолжительность сна (<6 часов за ночь) значительно повышает риск развития диабета [25]. Схожие результаты получены В.В. Гафаровым и соавт. (2021) у мужчин с продолжительностью ночного сна 5—6 ч по сравнению с мужчинами, спящими 7—8 ч в сутки, 16-летний риск развития СД в возрасте 45—64 лет увеличивается в 1,72 раза, а в возрасте 45—54 лет — в 1,86 раза [6].

Несмотря на то что несколько исследователей предположили связь между лишением сна и ИР, нет четкого понимания ее механизма. Некоторые авторы считают, что механизм может быть связан, с одной стороны, с повышением уровня воспалительных маркеров у людей с недостатком сна [26]. С другой стороны, возможно циркадное смещение и недостаточное воздействие света. J. Qian и соавт. (2018) пришли к выводу, что циркадная система уменьшает толерантность к глюкозе биологическим утром за счет снижения динамической и статической функции β-клеток поджелудочной железы. Для сравнения, циркадное смещение снижало толерантность к глюкозе в основном за счет уменьшения чувствительности к инсулину, не влияя на функцию β-клеток [27]. Это также может быть существенным фактором. Другой типичной реакцией на физиологические стрессоры является выброс кортизола в кровоток. Исследование, проведенное K.P. Wright и соавт. (2015), показало, что острое полное лишение сна приводит к повышению уровня кортизола [28].

Заключение

Наши результаты подтверждают необходимость дальнейших исследований по использованию индекса TyG в качестве суррогатного маркера инсулинорезистентности и изучению его связи со сном. Кроме того, понимание модифицируемых факторов риска инсулинорезистентности у взрослых людей может обеспечить более эффективные усилия по первичной профилактике в группе риска и расширение вмешательств, направленных на улучшение качества сна. Будущие исследования также помогут найти связь между циркадным смещением, уровнем кортизола и воспалительными маркерами, нарушенными из-за потери сна, и выяснить то, как эти факторы влияют на развитие резистентности к инсулину.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования — Гафаров В.В., Громова Е.А., Гагулин И.В.; сбор и обработка материала — Гафаров В.В., Денисова А.В., Гафарова А.В. Трипельгорн А.Н; статистический анализ данных — Гафаров В.В., Громова Е.А., Гагулин И.В., Трипельгорн А.Н.; написание текста — Гафаров В.В., Громова Е.А., Гафарова А.В., Трипельгорн А.Н.; научное редактирование — Гафаров В.В., Громова Е.А., Рагино Ю.И.

Финансирование: *исследование выполнено в рамках бюджетной темы FWNR-2024-0002.*

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contribution: the concept and design of the study — Gafarov V.V., Gromova E.A., Gagulin I.V.; collection and processing of materials — Gafarov V.V., Denisova A.V., Gafarova A.V., Tripelgorn A.N.; statistical data analysis — Gafarov V.V., Gromova E.A., Gagulin I.V., Tripelgorn A.N.; writing the text — Gafarov V.V., Gromova E.A., Gafarova A.V., Tripelgorn A.N.; scientific editing — Gafarov V.V., Gromova E.A., Ragino Yu.I.

Financial Support: *the study was conducted as part of the budget funded research topic FWNR-2024-0002.*

The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Singh T, Ahmed TH, Mohamed N, et al. Does Insufficient Sleep Increase the Risk of Developing Insulin Resistance: A Systematic Review. *Cureus.* 2022;14(3):e23501. https://doi.org/10.7759/cureus.23501

2. Watson NF, Badr MS, Belenky G, et al. Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep.* 2015;38(6):843-884. https://doi.org/10.5665/sleep.4716

3. Гафаров В.В., Громова Е.А., Панов Д.О. и др. Динамика продолжительности сна (2003–2018 гг.) и риск возникновения инфаркта миокарда в открытой популяции 45–64 лет в России/Сибири. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(5):4943.
Gafarov VV, Gromova EA, Panov DO, et al. Dynamics of sleep duration (2003–2018) and the risk of myocardial infarction in an open population aged 45–64 years in Russia/Siberia. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal*. 2022; 27(5):4943. (In Russ.).
https://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-4943

4. Cunningham TJ, Stickgold R, Kensinger EA. Investigating the effects of sleep and sleep loss on the different stages of episodic emotional memory: A narrative review and guide to the future. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2022;16:910317.
https://doi.org/10.3389/fnbeh.2022.910317

5. Гафаров В.В., Громова Е.А., Гагулин И.В. и др. Сон и стресс на работе, в семье среди лиц молодого возраста. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2024;16(1):37-41.
Gafarov VV, Gromova EA, Gagulin IV, et al. Sleep and stress at work and in the family among young people *Nevrologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika*. 2024;16(1):37-41 (In Russ.).
https://doi.org/10.14412/2074-2711-2024-1-37-41

6. Гафаров В.В., Громова Е.А., Панов Д.О. и др. Влияние продолжительности сна на риск развития сахарного диабета 2-го типа в открытой популяции мужчин 45–64 лет (международные эпидемиологические исследования). *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2021; 13(6):23-28.
Gafarov VV, Gromova EA, Panov DO, et al. The effect of sleep duration on the risk of diabetes mellitus in an open population of men aged 45–64 years (international epidemiological studies). *Nevrologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika*. 2021;13(6):23-28. (In Russ.).
https://doi.org/10.14412/2074-2711-2021-6-23-28

7. Гафаров В.В., Громова Е.А., Гагулин И.В. и др. Нарушения сна и острые коронарные события (эпидемиологическое исследование на основе программы ВОЗ «Monica»). *Атеросклероз.* 2014;10(2):51-55.
Gafarov VV, Gromov EA, Gagulin IV, et al. Sleep disorders and sharp heart disease (epidemiological study based on theWHO program "Monica"). Atherosclerоz. 2014;10(2):51-55. (In Russ.).

8. Полуэктов М.Г. Сон и иммунитет. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2020;120(9-2):6-12.
Poluektov MG. Sleep and immunity. *Zhurnal nevrologii i psixiatrii im. SS Korsakova*. 2020;120(9-2):6-12. (In Russ.).
https://doi.org/10.17116/jnevro20201200926

9. Драпкина О.М., Шепель Р.Н. Продолжительность сна: современный взгляд на проблему с позиций кардиолога. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2015;11(4):413-419.
Drapkina OM, Shepel RN. Sleep duration: modern view of the problem from the standpoint of a cardiologist. *Racional'naya farmakoterapiya v kardiologii*. 2015;11(4):413-419. (In Russ.).

10. Iyegha ID, Chieh AY, Bryant BM, et al. Associations between poor sleep and glucose intolerance in prediabetes. *Psychoneuroendocrinology*. 2019; 110:104444.
https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2019.104444

11. Симонова Г.И., Щербакова Л.В., Малютина С.К. и др. Уровни триглицеридов и ремнантный холестерин триглицерид богатых липопротеидов при метаболическом синдроме и диабете. *Атеросклероз*. 2024; 20(3):326-344.
Simonova GI, Shcherbakova LV, Malyutina SK, et al. Triglyceride levels and remnant cholesterol triglyceride-rich lipoproteins in metabolic syndrome and diabetes. *Ateroscleroz*. 2024;20(3):326-344. (In Russ.).

12. Руяткина Л.А., Руяткин Д.С., Исхакова И.С. Возможности и варианты суррогатной оценки инсулинорезистентности. *Ожирение и метаболизм*. 2019;16(1):27-33.
Ruyatkina LA, Ruyatkin DS, Iskhakova IS. Opportunities and options for surrogate assessment of insulin resistance. *Ozhirenie i metabolizm*. 2019; 16(1):27-33. (In Russ.)
https://doi.org/10.14341/omet10082

13. Kang HH, Kim SW, Lee SH. Association between triglyceride glucose index and obstructive sleep apnea risk in Korean adults: A cross-sectional cohort study. *Lipids in Health and Disease*. 2020;19(1):1-8.
https://doi.org/10.1186/s12944-020-01358-9

14. Bikov A, Frent SM, Meszaros M, et al. Triglyceride-Glucose Index in Non-Diabetic, Non-Obese Patients with Obstructive Sleep Apnoea. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(9):1932-1932.
https://doi.org/10.3390/jcm10091932

15. Avelino DC, da Silva A, Chaves LO, et al. Triglyceride-glucose index is associated with poor sleep quality in apparently healthy subjects: A cross-sectional study. *Archives of Endocrinology and Metabolism*. 2023;67(1):73-91.
https://doi.org/10.20945/2359-3997000000517

16. Дедов И.И., Мокрышева Н.Г., Мельниченко Г.А. и др. Ожирение. Клинические рекомендации. *Consilium Medicum*. 2021;23(4):311-325.
Dedov II, Mokrysheva NG, Mel'nichenko GA, et al. Obesity. Clinical guidelines. *Consilium Medicum*. 2021;23(4):311-325. (In Russ.).
https://doi.org/10.14341/brh12763

17. Кобалава Ж.Д., Конради А.О., Недогода С.В. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(3):3786.
Kobalava ZD, Konradi AO, Nedogoda SV, et al. Arterial hypertension in adults. Clinical guidelines 2020. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal*. 2020; 25(3):3786. (In Russ.).
https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3-3786

18. Hosseini SM. Triglyceride-Glucose Index Simulation. *Journal of Clinical and Basic Research*. 2017;1(1):11-16.

19. Liang W, Ouyang H. The association between triglyceride-glucose index combined with obesity indicators and stroke risk: A longitudinal study based on CHARLS data. *BMC Endocrine Disorders*. 2024;24:234.
https://doi.org/10.1186/s12902-024-01729-8

20. Bühl A, Zöfel P. SPSS Version 10. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows; 2005.

21. Сорокина Ю.А., Занозина О.В., Постникова А.Д. Индексы инсулинорезистентности: возможность и необходимость их применения для оптимизации ведения больных сахарным диабетом 2-го типа. *Клиническая медицина*. 2020;96(7):529-535.
Sorokina YuA, Zanozina OV, Postnikova AD. The insulin resistance indices: necessity and opportunities in type 2 diabetes mellitus management. *Klinicheskaya medicina*. 2020;96(7):529-535. (In Russ.).
https://doi.org/10.30629/0023-2149-2020-98-7-529-535

22. Мадянов И.В. Косвенные способы оценки инсулинорезистентности при метаболическом синдроме. *РМЖ*. 2021;2:10-12.
Madyanov IV. Indirect methods for assessing insulin resistance in metabolic syndrome. *RMJ*. 2021;2:10-12.(In Russ.).

23. Cedernaes J, Lampola L, Axelsson EK, et al. A single night of partial sleep loss impairs fasting insulin sensitivity but does not affect cephalic phase insulin release in young men. *Journal of Sleep Research*. 2016;25(1):5-10.
https://doi.org/10.1111/jsr.12340

24. So-Ngern A, Chirakalwasan N, Saetung S, et al. Effects of Two-Week Sleep Extension on Glucose Metabolism in Chronically Sleep-Deprived Individuals. *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 2019;15(5):711-718.
https://doi.org/10.5664/jcsm.7758

25. Nuyujukian DS, Beals J, Huang H, et al.; Special Diabetes Program for Indians Diabetes Prevention Demonstration Project. Sleep Duration and Diabetes Risk in American Indian and Alaska Native Participants of a Lifestyle Intervention Project. *Sleep*. 2016;39(11):1919-1926.
https://doi.org/10.5665/sleep.6216

26. Iyegha ID, Chieh AY, Bryant BM, et al. Associations between poor sleep and glucose intolerance in prediabetes. *Psychoneuroendocrinology*. 2019; 110:104444.
https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2019.104444

27. Qian J, Dalla Man C, Morris CJ, et al. Differential effects of the circadian system and circadian misalignment on insulin sensitivity and insulin secretion in humans. *Diabetes, Obesity and Metabolism*. 2018;20(10):2481-2485.
https://doi.org/10.1111/dom.13391

28. Wright KP Jr, Drake AL, Frey DJ, et al. Influence of sleep deprivation and circadian misalignment on cortisol, inflammatory markers, and cytokine balance. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2015;47:24-34.
https://doi.org/10.1016/j.bbi.2015.01.004

Поступила 05.08.2025
Received 05.08.2025
Принята к печати 24.09.2025
Accepted 24.09.2025