

## Управление сахарным диабетом 2 типа: влияние урбанизации

Л. Л. Камынина<sup>1</sup>, Н. П. Чернусь<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Европейский лечебно-диагностический центр «АТЕ Clinic», 141407, Российская Федерация, Московская обл., г/о Химки, Юбилейный пр-т, д. 74А.

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский университет)», 119992, Российская Федерация, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2.

### Аннотация

Управление сахарным диабетом 2 типа (СД2) неразрывно связано с процессом урбанизации – две трети пациентов с СД2 проживают в городах, что нашло отражение в появлении термина «городской диабет». Развитие и прогрессирование СД2 определяется не только сложным взаимодействием модифицируемых и немодифицируемых факторов риска, но и социодемографическими детерминантами, модификация которых на муниципальном уровне позволяет снизить воздействие неблагоприятных факторов риска СД2/ожирения. Нерациональное питание, нарушение циркадианных ритмов, низкая комплаентность у пациентов с СД2, ассоциированные с проживанием в городе, приводят к развитию ожирения, ухудшению качества гликемического контроля, развитию высокой постпрандиальной гипергликемии, глюкозолипотоксичности, эпигенетических изменений генов и формированию отрицательной метаболической памяти. Между тем, политика городских муниципалитетов может существенно повлиять на модифицируемые метаболические факторы при проведении муниципальной политики рационального общественного питания, развитии массового спорта, создании рекреационных зон, снижении чрезмерной интенсивности городского трафика, решении экологических проблем. В статье сообщается об особенностях миграционных потоков с вектором в городскую сторону, соблюдения религиозного поста, COVID-19 у пациентов с СД2, проживающих в городах. Показано, что «городской диабет» должен учитываться при терапевтическом обучении пациентов и влиять на формирование активного управления СД2.

**Ключевые слова:** сахарный диабет 2 типа; ожирение; вариабельность гликемии; эпигенетика; флеш-мониторинг гликемии; урбанизация; миграция; COVID-19; религиозный пост; терапевтическое обучение.

**Для цитирования:** Камынина Л. Л., Чернусь Н. П. Управление сахарным диабетом 2 типа: влияние урбанизации. *Здоровье мегаполиса*. 2020;1(2):76-88. <https://doi.org/10.47619/2713-2617.zm.2020.v1i2;76-88>.

© Автор(ы) сохраняют за собой авторские права на эту статью.

© Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция-СохранениеУсловий») 4.0 Всемирная.

## Type 2 Diabetes Management: the impact of urbanization

L. L. Kamynina<sup>1</sup>, N. P. Chernus<sup>2</sup>

<sup>1</sup> European medical-diagnostic center «ATE Clinic», 74a, Yubileyniy prospect, Khimki, Moscow region, Russian Federation, 141407.

<sup>2</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Sechenovskiy University)», 8-2, Trubetskaya street, Moscow, Russian Federation, 119992.

### Abstract

Management for Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) is connected with urbanization because 2/3 of T2DM-patients live in towns, that is reflected in the term «urban diabetes». The T2DM-onset and T2DM-progression are depended not only on complex interaction of modified and non-modified risk factors, but also and sociodemographic determinants (and its modification at municipal level allowed to neutralize the unfavorable risk factors of T2DM&obesity. The urban non-rational food, disturbance of circadian rhythm, low T2DM-pts compliance stimulate onset of obesity, deterioration of glycemic control, high postprandial hyperglycemia, glucolipotoxicity, epigenetic changes and negative metabolic memory. Meanwhile the city politics may affect to the non-modified T2DM-risk factors at carrying the municipal policy directed to the rational catering, mass sports, organization of recreational zones, decrease of excessive urban traffic, improvement of ecology. The paper considers the features of migration to urban, religious fasting, COVID-19 at the urban T2DM. The «urban diabetes» must be considered at therapeutic education and affected to form the active T2DM-pts-management.

**Key words:** Type 2 Diabetes Mellitus; obesity; glycemic variability; epigenetics; Flash glucose monitoring; urbanization; migration; COVID-19; religious fasting; therapeutic education.

**For citation:** Kamynina L. L., Chernus N. P. Type 2 Diabetes Mellitus Management: the impact of urbanization. *City HealthCare Journal*. 2020;1(2):76-88. <https://doi.org/10.47619/2713-2617.zm.2020.v1i2;76-88>.

© Author(s) retain the copyright of this article.

© This article is published under the terms of the Creative Commons «Attribution-ShareAlike» 4.0 International.

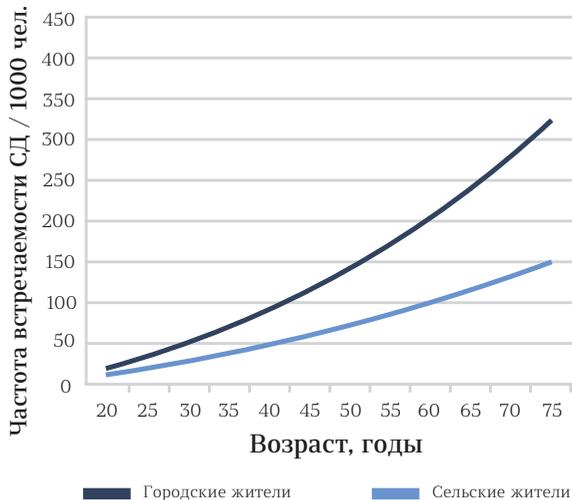
Актуальной проблемой, связанной с феноменом урбанизации, является повышение частоты встречаемости сахарного диабета 2 типа (СД2) среди городских жителей, что нашло отражение в появлении термина «городской диабет» (urban diabetes). Урбанизация же рассматривается как одно из неотъемлемых проявлений глобализации, при этом неуклонно набирающая обороты неинфекционная эпидемия СД2 и диаожирения развивается наиболее ярко именно в городах быстро урбанизирующихся регионов (рис. 1). Департамент по экономическим и социальным вопросам ООН (последний пересмотр UNDESA 2018 г.) представил расчетные данные, согласно которым в 2030 г. 4,0 млрд мировой населения будут жить в городах, при этом степень урбанизации наиболее значительно повысится в развивающихся странах [1]. Между тем, многие факторы риска развития и прогрессирования СД2, такие как нерациональное питание и низкая физическая активность, могут и должны быть устранены на государственном и муниципальном уровнях.

**Рисунок 1.** Превалирование распространенности СД среди городского населения в сравнении с сельским (данные Южноазиатского региона).

Адаптировано согласно Cheema A. и соавт. [2].

**Figure 1.** DM prevalence in urban versus rural populations (South Asian region data).

Adapted according to Cheema A. et al. [2].



С позиции метаболических нарушений прогрессирование СД2 определяется сложным сочетанием модифицируемых и немодифицируемых факторов риска. К немодифицируемым факторам относятся возраст, пол, генетическая предрасположенность. Модифицируемыми факторами являются висцеральное ожирение, различной степени выраженности глюкозо-

и липотоксичность, качество гликемического контроля, вариабельность гликемии, пенетрантность генотипа в диабетический фенотип, тип пищевого поведения, следование рациональному питанию, степень физиологичности циркадианного ритма, а также комплаентность пациента в отношении приема фармакологических препаратов, использования диабетических гаджетов и приборов. Взаимодействие перечисленных факторов во многом определяется внешними условиями жизни, в том числе – темпом и ритмом жизни проживающих в мегаполисе пациентов с СД2. Таким образом, воздействие городской среды на течение СД2 является многофакторным, при этом – взаимозависимым и способствующим развитию осложненной СД2.

Ключевые факторы риска, вовлеченные в патогенез СД2 [3]:

- избыточная масса тела/ожирение (ИМТ > 25 кг/м<sup>2</sup> для европейцев);
- висцеральное ожирение – центральное/андроидное, а также увеличение окружности талии (независимо от ИМТ);
- другие компоненты метаболического синдрома (гипертриглицеридемия, низкий уровень ЛПВП, артериальная гипертензия);
- нерациональное питание/нерациональные диетические предпочтения (высокое потребление переработанного красного мяса и алкоголя и/или низкое употребление фруктов, овощей, клетчатки, цельнозерновых продуктов);
- малоподвижный образ жизни и снижение физической активности;
- табакокурение;
- пожилой возраст;
- расовые (этнические) особенности;
- семейный анамнез СД2 (особенно у родственников I степени родства и при более ранней манифестации заболевания);
- генетическая предрасположенность/факторы;
- семейный анамнез гестационного СД;
- низкий социально-экономический статус, социальная депривация;
- стресс, тревожные расстройства, нарушения общения;
- прием некоторых фармакологических препаратов (например, отдельных представителей класса статинов и бета-блокаторов).

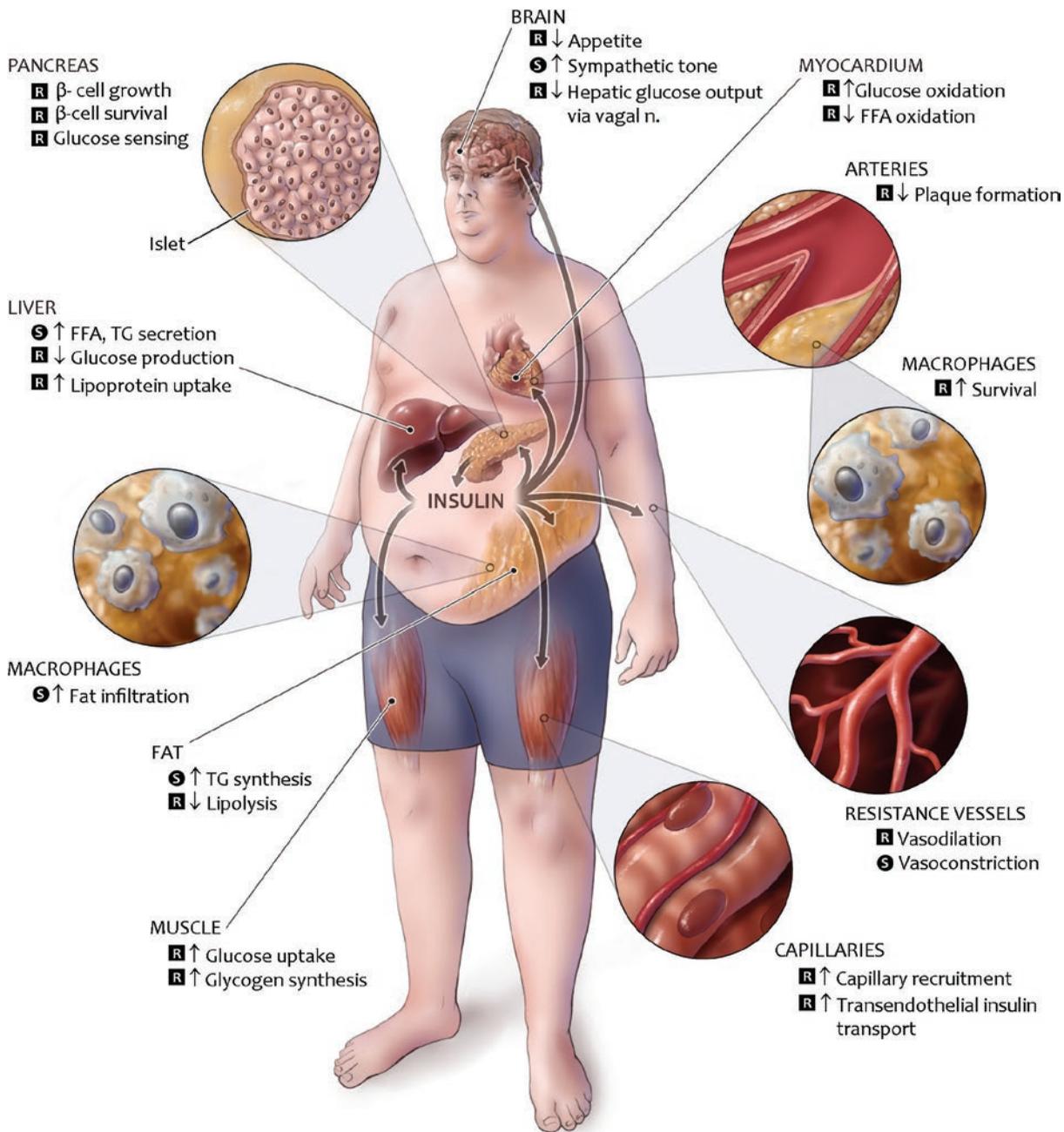
Патогенез СД2 обусловлен развитием инсулинорезистентности и/или нарушения секреции инсулина. При этом доказана глубинная связь СД2 и метаболически нездорового ожирения, что обуславливает усиление степени выраженности глюкозолипотоксичности и повышение вариабельности гликемии (рис. 2).

**Рисунок 2.** Связь СД2 и метаболического синдрома.

R – инсулинорезистентность, S – инсулиночувствительность. Адаптировано согласно Rask-Madsen C. и соавт. [5].

**Figure 2.** Association between T2DM and metabolic syndrome.

R – insulin resistance, S – insulin sensitivity. Adapted according to Rask-Madsen C. et al. [5].



## Немодифицируемые метаболические факторы СД2

**Возраст.** СД2 является классическим возраст-ассоциированным заболеванием. Между тем, при развитии макрососудистых катастроф, рассматриваемых в качестве основного осложнения СД2, проведение КТ/МРТ-диагностики и ангиохирургического пособия в мегаполисе оказывается более доступным, что приводит к значимому увеличению продолжительности жизни пациентов. Все более доступной и совершенной в городских условиях становится и диагностика СД2, что сопровождается снижением возраста пациентов с впервые диагностированным СД2 и увеличивает период их жизни с заболеванием. Однако по мере повышения возраста пациента и длительности СД2 закономерно повышается как степень коморбидности пациента, так и квота долгожителей в городском возрастном структурном срезе. Между тем, статистические данные свидетельствуют и о миграционных потоках в мегаполис молодых работоспособных жителей в рамках поиска места учебы или офисной работы, что также оказывает влияние на распределение возрастной структуры пациентов с СД2.

**Пол.** Гендерный срез СД2 предполагает связь его развития с гестационным СД, нивелирующим различие в распространенности СД2 в городской и сельской местности.

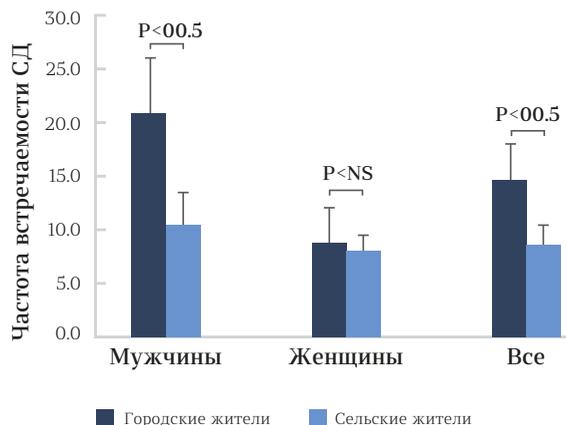
В южнокорейском исследовании, предпринятом с целью выявления причины стремительного распространения заболевания в этом быстро урбанизирующемся регионе, выявлено превалирование СД2 среди мужчин, преимущественно жителей города. Так, распространение СД2 среди мужчин и женщин составило соответственно 20,8 % и 8,6 % ( $p < 0,01$ ) среди городского населения, 10,3 % и 7,9 % ( $p < 0,05$ ) – среди сельского. При этом максимальное различие в частоте распространения СД2 в зависимости от места проживания было выявлено среди мужчин (рис. 3). Систематический обзор 19 исследований из 9 стран Южноазиатского региона также подтвердил вывод о том, что СД2 чаще встречается у мужчин в сравнении с женщинами. При этом проживание в городских условиях сильно коррелирует с более высоким распространением СД2 у обоих полов, достигающим двукратного увеличения в возрасте 55+ [2, 4].

**Генетическая предрасположенность** к развитию СД2 и носительство полиморфных маркеров генов, ассоциированных с СД2, закреплено в геноме индивидуума. Гены, ответственные за СД2, сильно ассоциированы с генами, способствующими развитию ожирения. Сообщается также о генетической предрасположенности к развитию осложнений СД2 и эффективности фармакологического отве-

та при использовании сахароснижающей терапии. Между тем, носительство генетических полиморфизмов имеет «зеркальное» отражение в данных, предоставляемых семейным анамнезом. Модифицируемые факторы СД2 оказывают определяющее влияние на фенотипический портрет пациента с СД2 [6].

**Рисунок 3.** Гендерное распределение распространенности СД2 в городской и сельской популяции Южной Кореи. Адаптировано согласно Lee HY и соавт. [4].

**Figure 3.** Gender distribution of T2DM prevalence in South Korea urban and rural populations. Adapted according to Lee HY et al. [4].



## Модифицируемые метаболические факторы

Все модифицируемые факторы однонаправленно влияют на прогрессирование СД2 и неразрывно взаимосвязаны. Вследствие этого их «изолированное» рассмотрение представляется искусственным. Однако хронологически краткое очертание фатальной цепочки взаимосвязанных звеньев может быть представлено следующим образом.

**Висцеральное ожирение** рассматривается как наиболее значимый фактор риска СД2, что связано с усилением **липотоксичности** и развитием **инсулинорезистентности**. В контексте данной статьи следует отметить, что в городской среде закономерно преобладает метаболически нездоровое ожирение. При манифестации СД2 в случае высокой гипергликемии **глюкозотоксичность** накладывается на липотоксичность, и их прогностически неблагоприятное сочетание (**глюкозолипотоксичность**) при плохом качестве гликемического контроля вызывает ухудшение течения СД2. **Качество гликемического контроля** рассматривается как хорошее только в случае достижения целевых интегральных показателей гликемии при условии отсутствия высокой вариабельности гликемии.

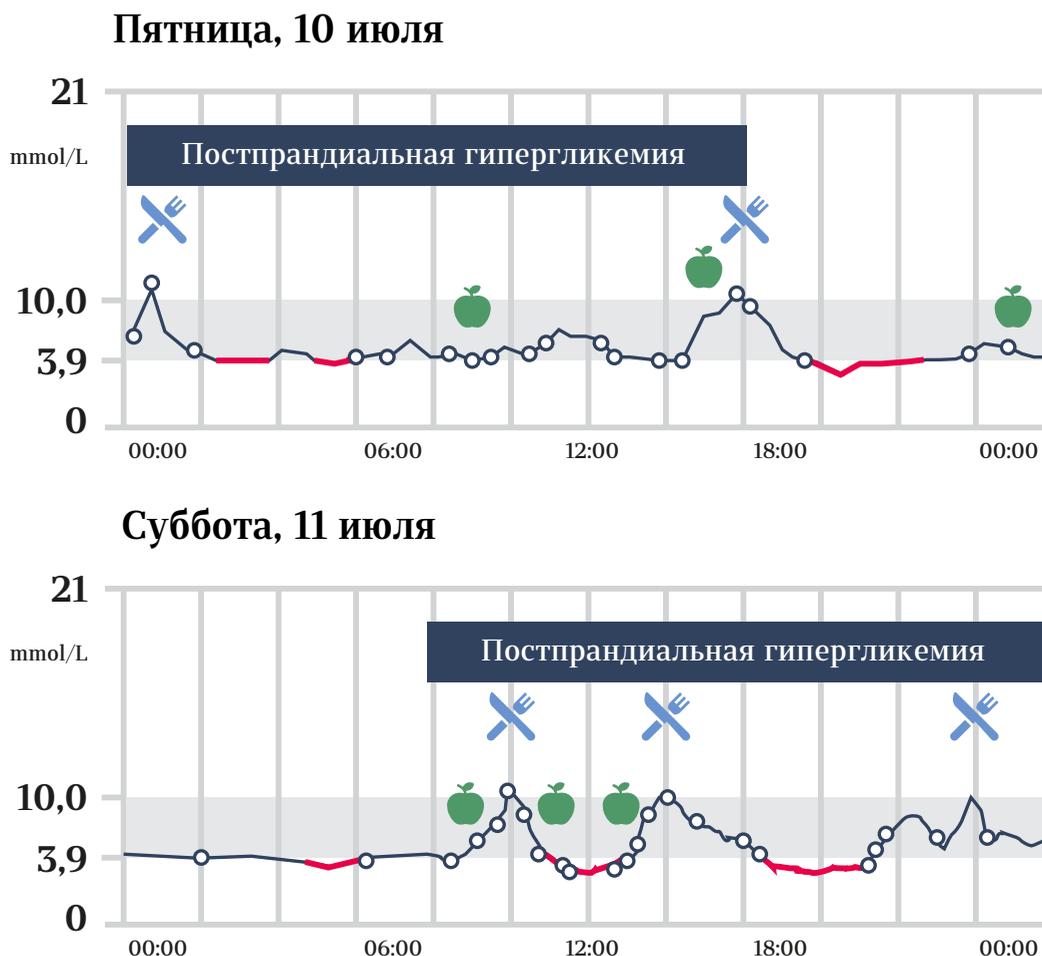
**Высокая вариабельность гликемии** – ключевой фактор ухудшения качества гликемического контроля, корректируемый при назначении адекватной схемы сахароснижающей терапии, соблюдении адекватной степени физической нагрузки, приверженности рациональному питанию и высокой комплаентности пациента. Наибольший вклад в повышение вариабельности гликемии вносят **высокая постпрандиальная гипергликемия** и колебания гликемической кривой между гипер- и гипогликемическим диапазоном (рис. 4). Между тем, высокая вариабельность гликемии

способствует развитию окислительного стресса и активации ранее молчащих генов ожирения/СД2, а также **эпигенетическому преобразованию генов**, ассоциированных с развитием осложнений СД2, даже при последующем достижении идеального гликемического контроля.

Поэтому **ключевой точкой приложения метаболических знаний является устранение высокой постпрандиальной гипергликемии**, и это же достигается при реализации муниципальных программ в сфере здорового образа жизни, общественного питания и снабжения продовольственными товарами, а также спорта, общественного транспорта, здравоохранения и высокотехнологичной медицинской помощи.

**Пенетрантность генотипа в диабетический фенотип.** Модифицируемые факторы риска оказывают мощное влияние на реализацию генетической

**Рисунок 4.** Высокая постпрандиальная гипергликемия и быстрый темп ее нарастания по данным флеш-мониторирования гликемии (из личного архива автора).  
**Figure 4.** High postprandial hyperglycemia and its rapid growth rate according to Flash glucose monitoring (from the author's personal archive).



предрасположенности к развитию СД2. Наряду с прямой активацией «молчащих» генов у носителей полиморфных маркеров генов, ответственных за набор массы тела и реализацию нарушенных углеводного обмена, в условиях высокой гипергликемии также развиваются эпигенетические модификации генов, обусловленные процессами метилирования ДНК. Ключевым для реализации генетических и эпигенетических факторов и формирования метаболической памяти является воздействие экзогенных факторов (рис. 5). Кроме того, в условиях гипергликемии может активироваться гистерезис генов, также влияющий на формирование отрицательной метаболической памяти [7].

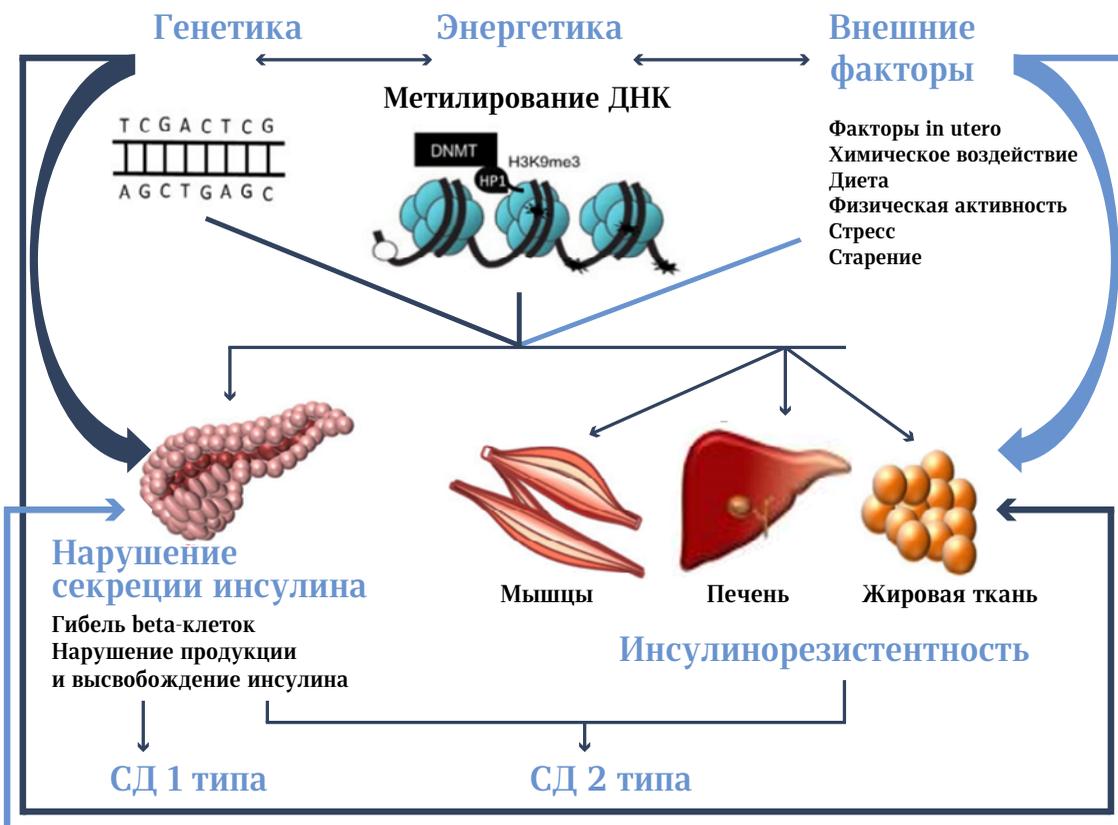
**Тип пищевого поведения** оказывает влияние на вклад модифицируемых факторов. Нерациональное пищевое поведение дает запуск диабетологическому континууму, способствует развитию ожирения и быстрому присоединению нарушений углеводного обмена в соответствии с патологической метаболической цепочкой, описанной выше. В связи с этим ключевым оказывается также фокус на устранение постпрандиальной гипергликемии.

**Рисунок 5.** Связь метилирования ДНК и СД.  
Адаптировано согласно Bansal A и Pinney SE [8].  
**Figure 5.** Association of DNA methylation and DM.  
Adapted according to Bansal A and Pinney SE [8].

Основные нарушения пищевого поведения связаны с извращением циркадианных ритмов и синдромом ночной еды. Различают три вида таких нарушений пищевого поведения – экстернальный (извращенная реакция на внешние стимулы), эмоциональный (компульсивное пищевое поведение, синдром ночной еды) и ограничительный (следование нерациональным диетам) [9]. Экстернальное пищевое поведение может развиваться при виде рекламного флаера, при искусственном распространении запаха пищи на расстоянии минутной ходьбы от ресторана и т. д. Ограничительное поведение чаще всего отмечается у молодых девушек, преследующих цель соответствовать определенному дресс-коду, предъявляемому компанией (стюардессы, модели, офисные работники).

Многие сугубо городские профессии (полицейские, водители, штат медицинских стационаров, официанты, работники сферы обслуживания и т. д.) связаны с нарушением циркадианных ритмов в случае посменного или суточного графика работы.

Кроме того, нарушение приема пищи может отмечаться при неправильном соблюдении регламента многодневных постов, установленных много веков назад для проживающих преимущественно в аграрных условиях.



Так, разрешение в период православного поста приема легкоусвояемых углеводов при превышении их квоты сопряжено с развитием постпрандиальной гипергликемии. Решением данной проблемы является включение факультативного модуля «Сахарный диабет и религиозный пост» в программу терапевтического обучения школы СД2 [10].

Постпрандиальная гипергликемия также может развиваться в период многодневного поста Рамадан при превышении количества пищи во время Ифгара и Сухура (основных приемов пищи до рассвета и после заката). В городских условиях примером решения проблемы стала муниципальная организация Сухура и других праздников (Ураза-Байрам) на территории предприятий общественного питания [11].

Реалией современного времени стал процесс религиозной конверсии, часто сопровождающийся резким изменением культуры питания и пищевых традиций, что также требует отсутствия проявления метаболических нарушений после изменения ранее используемого ритма питания [12].

Городской образ жизни способствует отказу от национальных пищевых традиций, более соответствующих правилам рационального питания. Так, З. Г. Ахмедовой и соавт. [13] было показано превалирование СД2/ожирения среди городского населения азербайджанской популяции при переходе к вестернизированному питанию и более редкому следованию вековым национальным пищевым традициям в сравнении с проживающими в горных районах пациентами с СД2, относящимся к малым этническим группам.

### Следование рациональному питанию как муниципальная проблема.

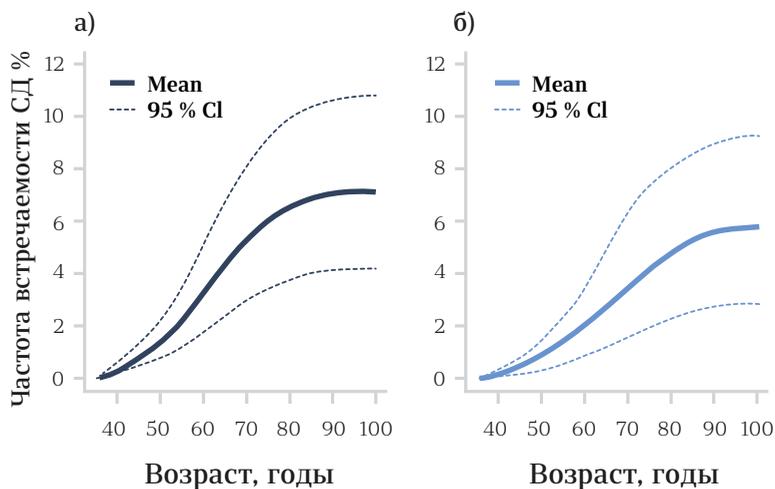
Рациональное питание должно стать приоритетом пищевой промышленности. Для этого необходим диалог с компаниями-производителями пищевых продуктов. На муниципальном уровне должно быть реализовано муниципальное управление торговлей. При этом пища с невысоким содержанием легкоусвояемых углеводов и животных жиров должна преобладать на витринах супермаркетов и фуд-кортов. К сожалению, муниципальный фаст-фуд чаще ассоциируется с вестернизацией питания. Примером должна явиться превентивная стратегия ряда европейских стран, в которых рациональное питание закладывается в принципы управления, систему финансирования и нормативную документацию [14].

**Физическая активность** на муниципальном уровне определяется транспортной политикой, созданием пешеходных и прогулочных зон, велосипедных дорожек, развитием системы фитнес-центров и программ массового спорта.

Городской транспортный трафик определяется расстоянием от адреса проживания до пересадочных транспортных узлов. Он определяет уровень загрязнения окружающей среды, выброс вредных веществ, особенно сильный – в транспортных заторах. Показано, что увеличение степени физической активности в немецких городах соотносится со снижением риска развития СД2 при увеличении активности маломобильного трафика (велосипед, самокат) (рис. 6). При этом необходимое дополнительное увеличение физической нагрузки средней интенсивности (2,5 часа в неделю) может быть реализовано при длительности

**Рисунок 6.** Расчетный абсолютный риск уменьшения развития СД2 среди мужчин (а) и женщин (б) при реализации программ «активного транспорта». *Адаптировано согласно Brinks R. и соавт. [15].*

**Figure 6.** Estimated absolute risk of reduced T2DM onset among men (a) and women (b) in the implementation of Active Transport Programs. *Adapted according to Brinks R. et al. [15].*



активного трафика 15 минут по пути на работу и столько же обратно (пешком или на велосипеде).

Проживание в пешеходных кварталах закономерно увеличивает время, затраченное на дорогу и на работу, и на пешеходные прогулки, связанные с досугом. Тем самым опосредуется «вынужденное» увеличение физической активности и профилактика ожирения/СД2. В объединенный анализ, выполненный N. Kartschmit и соавт. [16], были включены 16 008 участников из 5-ти когортных исследований, проведенных в различных федеративных землях Германии, что позволяет экстраполировать данные анализа на всю европейскую популяцию: HNR (Heinz Nixdorf Recall Study), DHS (Dortmund Health Study), KORA (Cooperative Health Research in the Region of Augsburg), CARLA (Cardiovascular Disease Living and Ageing in the city of Halle) и SHIP (Study of Health in Pomerania). У 1256 пациентов на момент включения был диагностирован СД2. Средний срок наблюдения составил  $9,2 \pm 5,6$  лет, в течение которого у 1032 участников развился СД2. Для оценки пешеходной нагрузки была создана специальная гексагональная сетка с пешеходной дистанцией 640 метров до станций велопроката или остановок общественного транспорта. Установлено, что выбор места проживания в пешеходной зоне городского центра оказывается более благоприятным для следования правилам здорового образа жизни и сохранения здоровья. Большое количество станций проката маломобильного транспорта и различных культурных объектов способствует снижению риска развития СД2 в сравнении с участниками исследования с более низким социальным статусом, проживающими в районах, где условия для прогулок менее привлекательны. При этом городская транспортная инфраструктура становится ведущим фактором, определяющим физическую активность горожан.

**Диабет-индуцированный дистресс.** Урбанизация оказывает влияние на выраженность диабет-ассоциированного дистресса, развивающегося в ответ на установление диагноза, проведение терапии у пациентов с СД2 и членов их семей. В исследовании K. Kintzoglakis и соавт. [17] приняли участие 125 пациентов, проживающих в различных греческих городах, наблюдавшихся в системе первичной медицинской помощи у семейных докторов, ранжированные с помощью балльной шкалы DDS (Diabetes Distress Scale) на две группы – с низким и высоким уровнем диабет-индуцированного дистресс-синдрома (отрезная точка – 2 балла). Продемонстрировано, что высокий балл DDS ассоциируется с достоверно статистически значимым ухудшением качества гликемического контроля (уровень HbA1c составил 7,4 % при целевом значении < 7,0 %). При этом у пациентов

с плохим качеством гликемического контроля диабет-индуцированный дистресс-синдром оказался наиболее тесно ассоциированным с эмоциональным доменом DDS (уровень значимости с поправкой Бонферрони  $p=0,002$ ), с которым в свою очередь коррелировали длительность использования инсулинотерапии ( $p=0,048$ ) и количество инъекций инсулина в день ( $p=0,019$ ). Диабет-индуцированный дистресс-синдром был более выражен у лиц с низким социальным статусом ( $p=0,048$ ) и гиподинамией ( $p=0,017$ ).

Технологический подход к управлению СД2 с большей вероятностью реализуется в крупных городских центрах и предполагает использование инновационных приборов, средств доставки инсулина, непрерывного мониторингования гликемии, участие в очных программах терапевтического обучения с акцентом на использование инновационных диабетических технологий. В систематическом обзоре P. Vieira и соавт. [18] было показано, что технологический подход связан с улучшением управления СД2 и снижением уровня диабет-ассоциированного дистресс-синдрома при условии обратной (очной, web) связи с обучателем.

**Формирование комплаентности пациента с СД2** в отношении приема фармакологических препаратов и использования диабетических гаджетов и приборов является традиционно трудноразрешимой проблемой. Между тем, комплаентность пациента с СД2 не ограничивается только строгим и беспрекословным выполнением врачебных предписаний, но является основой для повышения роли пациента в управлении СД2 и формирования его активного отношения к неуклонно прогрессирующему заболеванию. Между тем, более высокая численность врачей и медицинского персонала сосредоточена в городских условиях, особенно в крупных городах, где расположены головные медицинские учреждения и ведущие медицинские центры. Терапевтическое обучение пациента с СД2 – ключевой фактор повышения комплаентности пациента. В городской среде возможно как терапевтическое обучение в индивидуальном режиме, так и групповое – в школах сахарного диабета. В таких школах возможна организация занятий с привлечением команды врачей-обучателей различных специальностей – эндокринолога-диетолога, подиатра, офтальмолога, невролога, психолога.

**COVID-19 у пациентов с СД2** обозначил проблемы, связанные с активным управлением СД2. Показано, что соблюдение строгих карантинных мер пациентами с СД2 было ассоциировано с ухудшением гликемического контроля, более выраженным при значительном снижении уровня физической активности, частоты самоконтроля гликемии, особенно у пациентов с низким

образовательным уровнем и низкой комплаентностью.

Так, при анализе данных телефонного опроса 1159 пациентов с СД2, выписавшихся из эндокринологического отделения госпиталя Хуачжунского университета науки и технологии (г. Ухань, Китай) в январе 2020 г., в течение последующего полугодия 74,46 % из них имели плохое качество гликемического контроля. Ухудшению качества гликемического контроля способствовали (ОШ): более пожилой возраст (1,017[1,003-1,030],  $p=0,013$ ), обучение менее 12 лет (1,646[1,202-2,255],  $p=0,002$ ), отсутствие глюкометра в доме (2,728[1,205-6,179],  $p=0,016$ ), низкая фармакологическая комплаентность (1,627[1,076-2,460],  $p=0,021$ ), низкая частота самоконтроля гликемии (10,884[5,883-20,1339],  $p<0,001$ ). Подчеркнута необходимость повторного терапевтического обучения с целью формирования необходимого уровня медицинской комплаентности [19].

В период карантина наряду с гиподинамией у пациентов с СД2 наблюдается увеличение суточного калоража [20]. При отсутствии же адекватной диабетологической помощи в период пандемии COVID-19, вызванной переоборудованием медицинских учреждений в COVID-госпитали, уже в ближайшем будущем социальная COVID-детерминанта будет влиять на увеличение частоты осложнений СД2, что потребует многоуровневого подхода к управлению СД2, предполагающего включение социальных детерминант [21]. Безусловно, к управлению СД2 в постковидный период будет активно привлекаться и муниципальный уровень.

### Миграционные потоки как городской социодемографический вектор СД2

Урбанизация тесно связана с глобализацией и миграцией. При этом усиление миграционных потоков (эмиграционных и внутригосударственных) рассматривается как общемировая тенденция. Между тем, с 70-х годов прошлого века прослеживается четкая тенденция к так называемому «пищевому транзиту», закономерно способствующему у мигрантов перееданию и набору массы тела. Согласно объединенным межгосударственным статистическим данным, проживание в городе ассоциируется с большей частотой нарушений углеводного обмена вследствие доступного нерационального питания, гиподинамии, неблагоприятных экологических факторов, напряженного стрессового темпа жизни. Усиление мощности миграционного потока

в города обуславливает повышение частоты заболеваемости СД2 и его осложнений.

При этом жизнь в городе свыше 30 лет в настоящее время предлагается рассматривать как новый фактор риска развития СД2. В продолжающемся проспективном исследовании PERU MIGRANT Study прослежена связь между проживанием в городских условиях и риском развития СД2 среди коренных городских жителей, мигрантов (из сельской местности в городскую) и сельского населения. Следует отметить, что на момент включения в исследование распространенность СД2 уже была более высокой среди горожан и составила соответственно 8,0, 3,6, 1,5 % в вышеуказанных группах. Продемонстрировано, что в сравнении с деревенскими жителями коренные горожане и мигрировавшие из сельской местности имеют более высокий риск развития СД2 (особенно при продолжительности жизни в городских условиях более 30 лет). Так, при сроке наблюдения 7,7+1,1 лет отношение шансов составило 4,3(1,6-11,9) и 2,7(1,1-6,8) соответственно. Необходима разработка и внедрение специальных программ, направленных на уменьшение риска СД2 среди городских жителей, в том числе – мигрантов, имеющих, как правило, более низкий уровень образования и социально-экономический статус [22].

Проблемой мигрантов становится усиление модифицируемых факторов СД2 в городских реалиях. Оказывают влияние промышленные выбросы, экологическое загрязнение, табакокурение, нерациональное питание с высокой квотой насыщенных жиров и легкоусвояемых углеводов, а также низкий уровень образования в сравнении с коренными жителями. Проблема влияния урбанизации на СД2 наиболее актуальна для мигрантов из стран с низким и средним уровнем доходов.

Сохраняется актуальность влияния урбанизации как фактора риска развития аутоиммунных заболеваний. Усиление роли аутоиммунного компонента в условиях урбанизации способствует запуску сахарного диабета 1 типа и LADA-диабета (латентного аутоиммунного диабета взрослых). Тем не менее аутоиммунный компонент может накладываться и на патофизиологические звенья СД2. Сочетание аутоиммунного поражения  $\beta$ -клеток поджелудочной железы с развитием инсулинорезистентности или нарушений секреции инсулина получило название «диабет полтора». К факторам, усиливающим воздействие аутоиммунного компонента под действием урбанизации на территории РФ, относятся:

- загрязнение воздуха, связанное с интенсив-

ным транспортным городским трафиком;

- автомобилизация;
- высокая плотность автомобильных дорог (выброс твердых пылевых частиц и нитрозаминов – аэрополлютантов, осаждающихся в легких);
- большие объемы сточных вод и высокая концентрация в них вредных промышленных веществ.

Аэрополлютанты оказывают адъювантное системное действие и могут способствовать образованию неоантигенов в условиях окислительного стресса [23].

В экологическом исследовании было показано, что не сама урбанизация *per se*, но именно высокий темп нарастания урбанизации способствует развитию эпидемии СД2 среди городского населения. Так, было установлено, что гиподинамия, ожирение и повышение квоты углеводов в питании в значительной степени ассоциируются с увеличением частоты встречаемости СД2. При проведении одновариантного анализа было продемонстрировано, что урбанизация, ожирение и показатель валового национального продукта (ВНП) на душу населения статистически значимо способствуют возникновению гиподинамии. В свою очередь гиподинамия, урбанизация и повышение ВНП на душу населения оказывают влияние на увеличение потребления легкоусвояемых углеводов и благоприятствуют развитию ожирения. При проведении многофакторного анализа урбанизация находилась в прямой корреляции с потреблением сахара и гиподинамией, но не с ожирением. При этом высокое употребление сахара ассоциировалось с развитием более тяжелого ожирения, а ожирение определялось именно гиподинамией [24].

Подчеркивается, что в странах с более слабым экономическим развитием рост числа городов и увеличение количества и плотности населения способствуют формированию городского окружения, негативно влияющего на ритм и качество питания, уровень физической активности и излишней автомобилизации, что приводит к развитию ожирения и СД2. При этом в экономически высокоразвитых странах расширение мегаполисов, наоборот, вызвано необходимостью расширения «зоны комфорта» для городского населения, в том числе – в виде доступности высокотехнологичных медицинских программ и программ по профилактике заболеваний, в том числе СД2, требующего командного подхода с участием врачей нескольких специальностей. Именно в условиях мегаполиса возможна организация сети школ СД2 на базе стационарных и амбулаторных отделений.

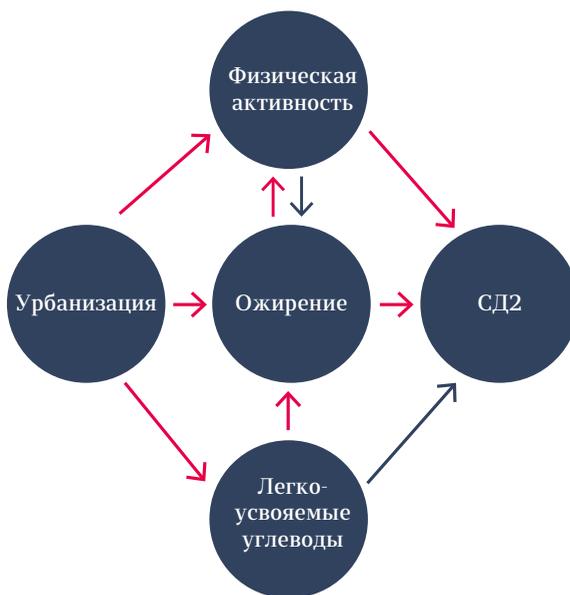
В заключение необходимо отметить, что управление СД2 и его осложнениями не должно ограничиваться рассмотрением заболевания

исключительно с точки зрения метаболической проблемы, а требует учета комплекса социальных, экономических, демографических факторов, отрицательный вклад которых в развитие «городского диабета» может быть нивелирован в рамках превентивной медицины при реализации муниципальных программ (рис. 7).

**Рисунок 7.** Мультивариантная модель развития СД2.

*Адаптировано согласно Z. Gassasse и соавт. [24].*

**Figure 7.** Multivariant model of T2DM onset. *Adapted according to Z. Gassasse et al. [24].*



## Выводы

1. Урбанизация как социодемографический феномен привносит свой вклад в развитие СД2 (две трети пациентов с СД2 – городские жители). Вследствие имплицитности укладу городской жизни модифицируемых факторов риска развития СД2 проживание в городе следует рассматривать в качестве независимого социокультурного и социально-экономического фактора развития и прогрессирования метаболических нарушений, ассоциированных с СД2.
2. Основной фактор риска формирования глюколипотоксичности и отрицательной метаболической памяти при СД2 – постпрандиальная гипергликемия – может быть элиминирован при фокусном воздействии муниципальных социально-экономических программ.
3. Городская среда должна стать первой линией организации превентивной борьбы с СД2, в

контексте которой необходима разработка и внедрение городских программ – мероприятий по раннему выявлению заболевания, диспансерному учету, организации городских школ СД2, созданию доступных городских рекреационных зон и т. д. Муниципальные усилия должны быть направлены на устранение модифицируемых факторов риска, и городской образ жизни должен предоставлять общедоступный рациональный диетический паттерн, учреждения физической культуры, создавать условия для повышения уровня комплаентности пациента с СД2/ожирением.

**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Финансовая поддержка:** отсутствует.

## Список литературы

1. UNDESA. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. New York: United Nations Department of Economics and Social Affairs, Population Division; 2018. <https://doi.org/10.22311/2074-1529-2016-12-2-31-46>.
2. Cheema A., Adeloje D., Sidhu S., Sridhar D., Chan K.Y. Urbanization and prevalence of type 2 diabetes in Southern Asia: A systematic analysis. *J Glob Health*. 2014;4(1):010404. <https://doi.org/10.7189/jogh.04.010404>.
3. Kyrou I., Tsigos C., Mavrogianni C. et al. Sociodemographic and lifestyle-related risk factors for identifying vulnerable groups for type 2 diabetes: a narrative review with emphasis on data from Europe. *BMC Endocr Disord*. 2020;20(1):134. <https://doi.org/10.1186/s12902-019-0463-3>.
4. Lee H. Y., Won J. C., Kang Y. J. et al. Type 2 diabetes in urban and rural districts in Korea: factors associated with prevalence difference. *J Korean Med Sci*. 2010;25(12):1777-1783. <https://doi.org/10.3346/jkms.2010.25.12.1777>.
5. Rask-Madsen C., Kahn C. R. Tissue-specific insulin signaling, metabolic syndrome, and cardiovascular disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2012;32(9):2052-2059. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.111.241919>.
6. Аметов А. С., Камынина Л. Л., Ахмедова З. Г. Клинические аспекты генетики, нутригенетики и фармакогенетики сахарного диабета типа // *Терапевтический архив*. – 2015. – Т.7. – №8. – С.124-31. <https://doi.org/10.17116/terarkh2015878124-131>.
7. Mobbs C. V. Glucose-Induced Transcriptional Hysteresis: Role in Obesity, Metabolic Memory, Diabetes, and Aging. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2018;9:232. <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00232>.
8. Bansal A., Pinney S. E. DNA methylation and its role in the pathogenesis of diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2017;18(3):167-177. <https://doi.org/10.1111/pedi.12521>.
9. Ачкасов Е. Е., Рапопорт С. И., Руненко С. Д., Разина А. О. Ожирение: современный взгляд на проблему // *Клиническая медицина*. – 2016. – Т.94. – №5. – С.333-338. <https://doi.org/10.18821/0023-2149-2016-94-5-333-338>.
10. Аметов А., Камынина Л. Управление сахарным диабетом типа 2 в период религиозного поста // *Врач*. – 2014. – №7. – С.28-31. eLIBRARY ID: 21843901.
11. Албогачиева М. С.-Г. Праздник Ураза-Байрам в Ингушетии: общее и специфическое. // *Ислам в современном мире: внутривосударственный и международно-политический аспекты*. – 2016. – Т.12. – №2. – С.31-46. <https://doi.org/10.22311/2074-1529-2016-12-2-31-46>.
12. Рязанова Э. Ф. Изменение культуры питания и пищевых традиций после религиозной конверсии у немцев-мусульман // *Человек и культура*. – 2020. – №3. – С.94-103. <https://doi.org/10.25136/2409-8744.2020.3.32181>.
13. Ахмедова З., Исмаилова С. Фенотипические особенности пациентов с сахарным диабетом типа 2 в зависимости от модели питания (на примере малых этнических групп) // *Врач*. – 2015. – №3. – С.78-82. eLIBRARY ID: 23222661.
14. Коновалов А. А., Позднякова М. А. Организация превентивной медицины в ряде европейских государств (обзор) // *Медицинский альманах*. – 2020. – Т.1. – №6. – С.8-19. eLIBRARY ID: 42801755.
15. Brinks R., Hoyer A., Kuss O., Rathmann W. Projected effect of increased active travel in German urban regions on the risk of type 2 diabetes. *PLoS One*. 2015;10(4):e0122145. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122145>.
16. Kartschmit N., Sutcliffe R., Sheldon M. P., Moebus S., Greiser K. H., Hartwig S., Thürkow D., Stentzel U., van den Berg N., Wolf K., Maier W., Peters A., Ahmed S., Köhnke C., Mikolajczyk R., Wienke A., Kluttig A., Rudge G. Walkability and its association with prevalent and incident diabetes among adults

in different regions of Germany: results of pooled data from five German cohorts. *BMC Endocr Disord.* 2020;20(1):7. <https://doi.org/10.1186/s12902-019-0485-x>.

17. Kintzoglakis K., Vonta P., Copanitsanou P. Diabetes-Related Distress and Associated Characteristics in Patients With Type 2 Diabetes in an Urban Primary Care Setting in Greece. *Chronic Stress (Thousand Oaks)*. 2020;4:2470547020961538. <https://doi.org/10.1177/2470547020961538>.

18. Vieira P., Kobayasi R., Pereira F., Zaia I. M., Sasaki S. U. Impact of technology use in type 2 diabetes distress: A systematic review. *World J Diabetes*. 2020;11(10):459-467. <https://doi.org/10.4239/wjd.v11.i10.459>.

19. Tao J., Gao L., Liu Q. et al. Factors contributing to glycemic control in diabetes mellitus patients complying with home quarantine during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) epidemic. *Diabetes Res Clin Pract.* 2020;170:108514. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108514>.

20. Peric S., Stulnig T. M. Diabetes and COVID-19: Disease-Management-People. *Wien Klin Wochenschr.* 2020;132(13-14):356-361. <https://doi.org/10.1007/s00508-020-01672-3>.

21. Patel M. R. Social Determinants of Poor Management of Type 2 Diabetes Among the Insured. *Curr Diab Rep.* 2020;20(11):67. <https://doi.org/10.1007/s11892-020-01354-4>.

22. Ruiz-Alejos A., Carrillo-Larco R. M., Miranda J. J. et al. Addressing the impact of urban exposure on the incidence of type 2 diabetes mellitus: The PERU MIGRANT Study. *Sci Rep.* 2018;8(1):5512. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23812-6>.

23. Сопрун Л. А., Акулин И. М., Утехин В. И., Гвоздецкий А. Н., Чурилов Л. П. Связанные с урбанизацией факторы заболеваемости сахарным диабетом первого типа // Биосфера. – 2018. – Т.10. – №4. – С.282-292. <https://doi.org/10.24855/biosfera.v10i4.464>.

24. Gassasse Z., Smith D., Finer S., Gallo V. Association between urbanisation and type 2 diabetes: an ecological study. *BMJ Glob Health.* 2017;2(4):e000473. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2017-000473>.

## References

1. UNDESA. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. New York: United Nations Department of Economics and Social Affairs, Population Division; 2018. <https://doi.org/10.22311/2074-1529-2016-12-2-31-46>.

2. Cheema A., Adeloye D., Sidhu S., Sridhar D., Chan K.Y. Urbanization and prevalence of type 2 diabetes in Southern Asia: A systematic analysis. *J Glob Health.* 2014;4(1):010404. <https://doi.org/10.7189/jogh.04.010404>.

3. Kyrou I., Tsigos C., Mavrogianni C. et al. Sociodemographic and lifestyle-related risk factors for identifying vulnerable groups for type 2 diabetes: a narrative review with emphasis on data from Europe. *BMC Endocr Disord.* 2020;20(1):134. <https://doi.org/10.1186/s12902-019-0463-3>.

4. Lee H. Y., Won J. C., Kang Y. J. et al. Type 2 diabetes in urban and rural districts in Korea: factors associated with prevalence difference. *J Korean Med Sci.* 2010;25(12):1777-1783. <https://doi.org/10.3346/jkms.2010.25.12.1777>.

5. Rask-Madsen C., Kahn C. R. Tissue-specific insulin signaling, metabolic syndrome, and cardiovascular disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2012;32(9):2052-2059. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.111.241919>.

6. Ametov A. S., Kamynina L. L., Akhmedova Z. G. Type 2 diabetes mellitus: Clinical aspects of genetics, nutrigenetics, and pharmacogenetics. *Ter Arkh.* 2015;8:124-131. <https://doi.org/10.17116/terarkh2015878124-131>. (In Russian)

7. Mobbs C. V. Glucose-Induced Transcriptional Hysteresis: Role in Obesity, Metabolic Memory, Diabetes, and Aging. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2018;9:232. <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00232>.

8. Bansal A., Pinney S. E. DNA methylation and its role in the pathogenesis of diabetes. *Pediatr Diabetes.* 2017;18(3):167-177. <https://doi.org/10.1111/pedi.12521>.

9. Achkasov E. E., Rapoport S. I., Runenko S. D., Razina A. O. Obesity: a modern view of a problem. *Klinicheskaya meditsina [Clinical medicine]*. 2016;94(5):333-338. <https://doi.org/10.18821/0023-2149-2016-94-5-333-338> (In Russian).

10. Ametov A., Kamynina L. The Type 2 Diabetes Mellitus management at the religious fasting. *Vrach [The Doctor]*. 2014(7):28-31. eLIBRARY ID: 21843901 (In Russian).

11. Albogachieva Makka S.-G. EID AL-FITR Festivities in Ingushetia: common characteristics and specifics. *Islam v sovremennom mire [Islam in the modern world]*. 2016;12(2):31-46. <https://doi.org/10.22311/2074-1529-2016-12-2-31-46> (In Russian).

12. Riazanova E. Change of food culture and traditions of Muslim Germans after religious conversion. *Chelovek i kultura [Man and Culture]*. 2020(3):94-103. <https://doi.org/10.25136/2409-8744.2020.3.32181> (In Russian).

13. Akhmedova Z., Ismailova S. Phenotypic features of patients With Type 2 Diabetes Mellitus in relation to the pattern of nutrition (in case of minority ethnic groups). *Vrach [The Doctor]*. 2015(3):78-82. eLIBRARY ID: 23222661 (In Russian).

14. Konovalov A. A., Pozdnyakova M. A. Organization of preventive medicine in a number of European States (review). *Meditsinskiy almanakh*. 2020;1(62):8-19. eLIBRARY ID: 42801755 (In Russian).

15. Brinks R., Hoyer A., Kuss O., Rathmann W. Projected effect of increased active travel in German urban regions on the risk of type 2 diabetes. *PLoS One*. 2015;10(4):e0122145. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122145>.

16. Kartschmit N., Sutcliffe R., Sheldon M. P., Moebus S., Greiser K. H., Hartwig S., Thürkow D., Stentzel U., van den Berg N., Wolf K., Maier W., Peters A., Ahmed S., Köhnke C., Mikolajczyk R., Wienke A., Kluttig A., Rudge G. Walkability and its association with prevalent and incident diabetes among adults in different regions of Germany: results of pooled data from five German cohorts. *BMC Endocr Disord*. 2020;20(1):7. <https://doi.org/10.1186/s12902-019-0485-x>.

17. Kintzoglakis K., Vonta P., Copanitsanou P. Diabetes-Related Distress and Associated Characteristics in Patients with Type 2 Diabetes in an Urban Primary Care Setting in Greece. *Chronic Stress (Thousand Oaks)*. 2020;4:2470547020961538. <https://doi.org/10.1177/2470547020961538>.

18. Vieira .P, Kobayasi R., Pereira F., Zaia I. M., Sasaki S. U. Impact of technology use in type 2 diabetes distress: A systematic review. *World J Diabetes*. 2020;11(10):459-467. <https://doi.org/10.4239/wjd.v11.i10.459>.

19. Tao J., Gao L., Liu Q. et al. Factors contributing to glycemic control in diabetes mellitus patients complying with home quarantine during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) epidemic. *Diabetes Res Clin Pract*. 2020;170:108514. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108514>.

20. Peric S., Stulnig T. M. Diabetes and COVID-19: Disease-Management-People. *Wien Klin Wochenschr*. 2020;132(13-14):356-361. <https://doi.org/10.1007/s00508-020-01672-3>.

21. Patel M. R. Social Determinants of Poor Management of Type 2 Diabetes Among the Insured. *Curr Diab Rep*. 2020;20(11):67. <https://doi.org/10.1007/s11892-020-01354-4>.

22. Ruiz-Alejos A., Carrillo-Larco R. M., Miranda J. J.

et al. Addressing the impact of urban exposure on the incidence of type 2 diabetes mellitus: The PERU MIGRANT Study. *Sci Rep*. 2018;8(1):5512. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23812-6>.

23. Soprun L. A., Akulin I. M., Utekhin V. J., Gvozdetskiy A. N., Churilov L. P. Urbanization-related factors of the incidence of type 1 diabetes mellitus *Biosfera*. 2018;10(4):282-292. <https://doi.org/10.24855/biosfera.v10i4.464> (In Russian).

24. Gassasse Z., Smith D., Finer S., Gallo V. Association between urbanisation and type 2 diabetes: an ecological study. *BMJ Glob Health*. 2017;2(4):e000473. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2017-000473>.

### Информация об авторах:

**Камынина Людмила Леонидовна** – кандидат медицинских наук, врач-эндокринолог Европейского лечебно-диагностического центра «АТЕ Clinic», <https://orcid.org/0000-0003-1217-545X>.

**Чернусь Наталья Павловна** – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры поликлинической терапии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет)», <https://orcid.org/0000-0002-3272-9600>.

### Information about authors:

**Liudmila L. Kamynina**, PhD in Medical Sci., Endocrinologist, European medical-diagnostic center «ATE Clinic», <https://orcid.org/0000-0003-1217-545X>.

**Natalya P. Chernus**, PhD in Medical Sci., Assistant of the Outpatient Care Department, FSAEI of HE «I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Sechenovskiy University)», <https://orcid.org/0000-0002-3272-9600>.

### Для корреспонденции

Камынина Людмила Леонидовна

### Correspondence to:

Liudmila L. Kamynina

[petrology@yandex.ru](mailto:petrology@yandex.ru)