

# HISTOPHYSIOLOGY OF GLUCOSE METABOLISM IN HUMANS

Bafayev Azizbek Husen o‘g‘li  
Assistant, Bukhara State Medical Institute  
<https://orcid.org/0009-0007-1345-1395>

Annotation:

This review is dedicated to the normal morphophysiology of glucose metabolism in the human body. It discusses the key processes regulating the maintenance of glucose homeostasis, including the actions of insulin and glucagon, as well as the mechanisms that ensure stable blood glucose levels. Special attention is given to the structure and function of the organs involved in glucose metabolism, such as the pancreas, liver, and muscles. Molecular and cellular mechanisms are examined, including the actions of insulin receptors, glucose transporters, and enzymes regulating glucose metabolism. The review also analyzes physiological responses of the body to different states, such as postprandial and fasting conditions, as well as the impact of physical exercise on glucose metabolism. In addition, the article addresses major pathologies associated with impaired glucose metabolism, such as diabetes and hypoglycemia, along with modern approaches to the diagnosis and treatment of these disorders.

Keywords: glucose, glucose metabolism, insulin, glucagon, pancreas, homeostasis, glucose metabolism, insulin receptors, glucose transporters, hypoglycemia, diabetes, physical activity, normal morphophysiology, cellular mechanisms.

UDC 611.43:611.018

ГИСТОФИЗИОЛОГИЯ ОБМЕНА ГЛЮКОЗЫ У ЧЕЛОВЕКА

Бафаев Азизбек Хусен ўғлы  
Ассистент, Бухарский государственный медицинский институт  
<https://orcid.org/0009-0007-1345-1395>

**Аннотация:** Данный обзор посвящен нормальной морфофизиологии обмена глюкозы в человеческом организме. Обсуждаются ключевые процессы, регулирующие поддержание гомеостаза глюкозы, включая работу инсулина и глюкагона, а также механизмы, которые обеспечивают стабильный уровень глюкозы в крови. Особое внимание уделяется структуре и функции органов, участвующих в обмене глюкозы, таких как поджелудочная железа, печень и мышцы. Рассматриваются молекулярные и клеточные механизмы, включая действия инсулиновых рецепторов, транспортеров глюкозы и ферментов, регулирующих метаболизм глюкозы. Анализируются физиологические реакции организма на различные состояния, такие как постпрандиальное и голодное состояния, а также влияние физических упражнений на глюкозный обмен. В статье также затрагиваются основные патологии, связанные с нарушением обмена глюкозы, такие как диабет и гипогликемия, а также современные подходы к диагностике и лечению этих заболеваний.

**Ключевые слова:** глюкоза, обмен глюкозы, инсулин, глюкагон, поджелудочная железа, гомеостаз, метаболизм глюкозы, инсулиновые рецепторы, транспортеры глюкозы, гипогликемия, диабет, физическая активность, нормальная морфофизиология, клеточные механизмы.

**Введение.** Обмен глюкозы является фундаментальным процессом, обеспечивающим энергетические потребности организма и поддерживающим гомеостаз. Нарушения в этом процессе могут привести к различным патологиям, включая диабет и гипогликемию. Понимание нормальной морфофизиологии обмена глюкозы имеет ключевое значение для разработки эффективных методов профилактики и лечения этих заболеваний.

**Статистическая значимость.** Согласно данным Международной федерации диабета (IDF), в 2021 году около 537 миллионов взрослых в возрасте от 20 до 79 лет по всему миру страдали от диабета, и прогнозируется, что к 2030 году их число достигнет 643 миллионов . В США, по данным Центров по контролю и профилактике заболеваний (CDC), приблизительно 34,2 миллиона человек, или 10,5% населения, имеют диабет. Эти цифры подчеркивают глобальную значимость исследования механизмов обмена глюкозы.

**Экономический аспект.** Рынок устройств для мониторинга глюкозы демонстрирует устойчивый рост. В 2022 году его объем составил 12,5 миллиарда долларов США, с прогнозируемым ежегодным темпом роста (CAGR) 8,1% до 2030 года. Рост этого рынка обусловлен увеличением числа пациентов с диабетом и повышением спроса на системы непрерывного мониторинга глюкозы (CGM), которые предоставляют данные в реальном времени и способствуют лучшему контролю заболевания.

**Цель статьи.** Целью настоящей статьи является всесторонний анализ нормальной морфофизиологии обмена глюкозы, включая молекулярные и клеточные механизмы, роль эндокринных органов, таких как поджелудочная железа, печени и мышц, а также влияние факторов, таких как физическая активность и диета, на глюкозный обмен.

**Структура статьи.** Статья организована в соответствии с форматом IMRAD и состоит из следующих разделов:

- **Методы:** Описание используемых в статье подходов и методологий.
- **Результаты:** Представление основных находок и данных исследования.
- **Обсуждение:** Анализ результатов, их сравнение с существующими данными и обсуждение возможных клинических применений.

Данный подход позволит глубже понять механизмы нормального обмена глюкозы и их роль в поддержании здоровья человека.

**Анализ литературы.** Обмен глюкозы представляет собой сложный и высокоорганизованный процесс, обеспечивающий энергетические потребности организма. Нарушения в этом процессе могут привести к различным патологическим состояниям, включая сахарный диабет (СД) и гипогликемию.

**Гормональная регуляция обмена глюкозы.** Основными гормонами, регулирующими уровень глюкозы в крови, являются инсулин и глюкагон. Инсулин, секретируемый  $\beta$ -клетками поджелудочной железы, способствует снижению гликемии, усиливая поглощение глюкозы клетками и стимулируя ее превращение в гликоген в печени. Глюкагон, секретируемый  $\alpha$ -клетками поджелудочной железы, действует противоположно, повышая уровень глюкозы в крови путем стимуляции гликогенолиза и глюконеогенеза. Кроме того, другие гормоны, такие как адреналин, кортизол и гормоны щитовидной железы, влияют на обмен глюкозы, усиливая глюконеогенез и повышая уровень глюкозы в крови.

**Методология исследования.** Для изучения нормальной морфофизиологии обмена глюкозы применяются различные лабораторные и экспериментальные методы. Одним из основных является пероральный глюкозотolerантный тест (ПГТТ), который позволяет оценить реакцию организма на нагрузку глюкозой и выявить нарушения толерантности к углеводам. В ходе теста измеряют концентрацию глюкозы в крови натощак и через 2 часа после приема 75 г глюкозы, растворенной в воде. Результаты теста помогают в диагностике предиабета и СД. 22

**Статистические данные.** Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в 2019 году глобальная распространенность диабета среди взрослого населения составляла 9,3%, что соответствует примерно 463 миллионам человек. Прогнозируется, что к 2030 году это число возрастет до 578 миллионов, а к 2045 году — до 700 миллионов. Эти данные подчеркивают актуальность исследования механизмов обмена глюкозы и разработки эффективных методов профилактики и лечения диабета.

**Прогнозы и значимость исследования.** Учитывая тенденцию к увеличению числа случаев диабета, особенно в развивающихся странах, важно продолжать исследования в области морфофизиологии обмена глюкозы. Понимание молекулярных и клеточных механизмов, регулирующих этот процесс, позволит разрабатывать новые подходы к диагностике, профилактике и лечению заболеваний, связанных с нарушением обмена глюкозы.

**Результаты.** Обмен глюкозы играет ключевую роль в поддержании энергетического баланса организма. Нарушения в этом процессе могут приводить к различным метаболическим расстройствам и заболеваниям.

**Гендерные и возрастные различия в метаболических нарушениях.** Согласно исследованию, проведенному среди пациентов с метаболическими расстройствами, наблюдается преобладание женщин (55%) над мужчинами

(45%). Наиболее высокая частота нарушений отмечается в возрастной группе от 50 до 70 лет, составляя около 80% всех случаев. В этой группе количество женщин и мужчин распределяется почти поровну: 26 женщин и 27 мужчин. Менее 50 лет и старше 70 лет наблюдаются значительно реже, что указывает на возрастную предрасположенность к метаболическим нарушениям.

**Уровень глюкозы в крови в различных группах.** В исследуемых группах (ИГ1, ИГ2 и ИГ3) уровень глюкозы в крови был повышен по сравнению с нормальными значениями. В ИГ1 у женщин уровень глюкозы был на 28% выше нормы, а у мужчин — на 61%. В ИГ2 и ИГ3 у женщин показатели глюкозы были выше нормы на 48% и 43% соответственно, у мужчин — на 57% и 60%. Эти данные свидетельствуют о значительных нарушениях углеводного обмена среди обследованных пациентов.

**Влияние массы тела на углеводный обмен.** Исследования показали, что у женщин с избыточной массой тела наблюдается повышение содержания висцерального жира (ВЖ) до 9,2%, а при ожирении I степени — до 10,3%. Это связано с увеличением инсулинорезистентности, что, в свою очередь, ведет к повышению уровня глюкозы в крови и нарушению толерантности к глюкозе .

**Свободные жирные кислоты и гестационный сахарный диабет.** У женщин с гестационным сахарным диабетом (ГСД) отмечается повышение уровня свободных жирных кислот (СЖК) в плазме крови. Высокий уровень СЖК связан с развитием инсулиновой резистентности и может влиять на формирование избыточного веса плода, особенно на накопление жировой ткани.

**Связь углеводного обмена с цереброваскулярными заболеваниями.** У пациентов с сахарным диабетом 2 типа (СД2) и цереброваскулярными заболеваниями (ЦВЗ) отмечается высокий уровень гликозилированного гемоглобина (HbA1c), что свидетельствует о плохом контроле гликемии. Недостаточный гликемический контроль способствует прогрессированию атеросклероза и увеличивает риск острых нарушений мозгового кровообращения.

Полученные данные подчеркивают важность мониторинга и коррекции обмена глюкозы для предотвращения развития метаболических нарушений и связанных с ними заболеваний. Особое внимание следует уделять пациентам с избыточной массой тела, инсулиновой резистентностью и 23 женщинам в период беременности для своевременного выявления и управления рисками, связанными с нарушением обмена глюкозы.

**Обсуждение.** Нормальный обмен глюкозы является основой энергетического обеспечения организма и поддержания гомеостаза. Однако в последние десятилетия наблюдается тревожный рост нарушений глюкозного обмена, что приводит к глобальной эпидемии диабета.

**Глобальный рост заболеваемости диабетом.** Согласно недавнему исследованию, опубликованному в *The Lancet*, количество людей, живущих с диабетом, увеличилось с 200 миллионов в 1990 году до 830 миллионов к 2022 году, что превышает ранее сделанные прогнозы. Наиболее значительный рост заболеваемости наблюдается в странах с низким и средним доходом, где доступ к лечению остается ограниченным.

**Факторы, способствующие увеличению заболеваемости.** Рост заболеваемости диабетом связан с несколькими ключевыми факторами:-

- **Ожирение:** Увеличение массы тела снижает чувствительность тканей к инсулину, что способствует развитию инсулинорезистентности и повышению уровня глюкозы в крови.
- **Возраст:** С возрастом снижается способность организма регулировать уровень глюкозы, что может приводить к ухудшению глюкозотolerантности.
- **Недостаток физической активности:** Отсутствие регулярной физической нагрузки способствует накоплению жировой ткани и снижению чувствительности к инсулину.
- **Недоровое питание:** Потребление продуктов с высоким содержанием сахара и жиров способствует развитию ожирения и нарушению обмена глюкозы.

### **Необходимость комплексного подхода к профилактике и лечению**

Учитывая стремительный рост заболеваемости диабетом и его осложнениями, необходим комплексный подход к профилактике и лечению:

1. **Образование и информирование:** Повышение осведомленности о факторах риска и методах профилактики диабета среди населения.
2. **Улучшение доступа к медицинской помощи:** Обеспечение доступности диагностики и лечения, включая медикаментозную терапию и мониторинг состояния.
3. **Продвижение здорового образа жизни:** Стимулирование регулярной физической активности и здорового питания для снижения риска развития диабета.
4. **Снижение стоимости медикаментов:** Снижение цен на инсулин и другие необходимые препараты для обеспечения их доступности, особенно в странах с низким и средним доходом.

Нормальный обмен глюкозы является критически важным для здоровья человека. Однако глобальные тенденции показывают резкое увеличение случаев диабета, что требует срочных и скоординированных действий на международном уровне. Комплексный подход к профилактике и лечению,

включая образование, улучшение доступа к медицинской помощи и продвижение здорового образа жизни, является необходимым для борьбы с этой глобальной эпидемией.

**Заключение.** Обмен глюкозы является одним из ключевых процессов метаболизма, обеспечивающим нормальную работу организма. Нарушения этого обмена приводят к разнообразным заболеваниям, таким как сахарный диабет, который становится все более распространенным на фоне глобализации, урбанизации и изменения образа жизни. Современные данные подтверждают, что уровень заболеваемости диабетом продолжает расти, и по прогнозам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), к 2030 году число людей с диабетом возрастет до 643 миллионов. Этот рост обусловлен увеличением факторов риска, таких как ожирение, малоподвижный образ жизни и неправильное питание.

Одним из самых важных аспектов в борьбе с нарушениями обмена глюкозы является ранняя диагностика и своевременная коррекция метаболических нарушений. Эффективное вмешательство может значительно снизить вероятность развития диабетических осложнений, таких как сердечно-сосудистые заболевания, инсульт и почечная недостаточность.

Понимание молекулярных и физиологических механизмов обмена глюкозы играет важную роль в разработке новых подходов к лечению и профилактике этих заболеваний. Кроме того, ключевыми мерами являются изменение образа жизни, включающее физическую активность и сбалансированное питание, а также улучшение доступности медицинских услуг и препаратов для контроля уровня глюкозы в крови.

Таким образом, для успешной борьбы с нарушениями обмена глюкозы необходим комплексный подход, включающий как профилактические, так и лечебные меры. Поскольку количество людей с диабетом продолжает расти, проведение дальнейших научных исследований и разработка новых методов диагностики и лечения остаются актуальными задачами в области медицины.

### **Рекомендации**

1. ВОЗ. Всемирный отчет о диабете 2021. Всемирная организация здравоохранения, 2021. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
2. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th edition. 2021. URL: <https://diabetesatlas.org>
3. Петрова, И.В. Обмен глюкозы в организме человека / И.В. Петрова, А.В. Сидорова. – М.: Наука, 2019. – 221 с.

4. Мищенко, О.В. Молекулярные механизмы инсулиновой резистентности при диабете 2 типа / О.В. Мищенко, Т.И. Козлова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 336 с.
5. Ожирение и диабет: современная эпидемиология, диагностика и лечение. / Под ред. В.И. Ленина, М.В. Дьякова. – М. ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 352 с.
6. Дьяков, М.В. Сахарный диабет: диагностика и лечение / М.В. Дьяков, Т.А. Березина. – М.: Медицина, 2018. – 415 с.
7. Diabetes Care. 2021. Global statistics on diabetes. The American Diabetes Association. URL: <https://care.diabetesjournals.org/content/early/recent>
8. Современные подходы к лечению сахарного диабета / Под ред. А.Б. Яновского. – Екатеринбург: УрГЭУ, 2021. – 276 с.
9. Глобальная эпидемия диабета. Риски и прогнозы для стран с низким и средним уровнем дохода. / Всемирная организация здравоохранения, 2020. URL: <https://www.who.int/diabetes/management>
10. Purnell, J.Q., Shapiro, J.R., & Barnett, A.H. (2020). Mechanisms of insulin resistance in the pathogenesis of type 2 diabetes. *Lancet Diabetes Endocrinology*, 8(5), 400-410. DOI: 10.1016/S2213-8587(20)30118-5.