

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

АКУШЕРСТВО И ГИНЕКОЛОГИЯ

УДК 618.3:[612.015.32-008+616.12-009.3]

<https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-2-58-66>

# ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА МАТЕРИ И ПЛОДА ПРИ ГЕСТАЦИОННОМ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ

НОВИКОВА О.Н.<sup>1</sup>✉, ГЛАЗОВСКАЯ О.В.<sup>2</sup><sup>1</sup>Кемеровский государственный медицинский университет, ул. Ворошилова, д. 22А, г. Кемерово, 650056, Россия<sup>2</sup>Городская клиническая больница №15 им. О.М. Филатова Департамента здравоохранения Москвы, Центр женского здоровья на Перервинском, бульвар Перервинский, д. 4, корп. 2, Москва, 109451, Россия

## Основные положения

В работе исследована вариабельность сердечного ритма матери и плода у пациенток с гестационным сахарным диабетом в двух группах – с развитием макросомии у плода и без нее. Доказано, что в патогенезе осложнений беременности и родов для матери и плода одним из ключевых моментов являются метаболические нарушения, отражающиеся на показателях вариабельности сердечного ритма матери и плода и взаимоотношении между ними.

## Резюме

**Цель.** Изучить регуляторные процессы в системе мать – плацента – плод при гестационном сахарном диабете с целью выявления различий в их характере в зависимости от развития макросомии плода. **Материалы и методы.** Проведено исследование вариабельности сердечного ритма по стандартной методике матери и плода у 100 женщин и их плодов, у которых был установлен диагноз ГСД и выявлена макросомия по данным УЗИ в 28–29 недель беременности; вторую группу составили 100 женщин с установленным диагнозом ГСД, но без макросомии по данным УЗИ в 28–29 недель беременности. **Результаты.** Результаты исследования демонстрируют принципиально разный характер адаптации у беременных с ГСД, в зависимости от развития макросомии. Благоприятная картина (без макросомии): организм демонстрирует эффективную адаптацию – реагирует на нагрузки адекватно, быстро восстанавливается, поддерживает высокий энергетический потенциал. Это говорит о сохраненных резервах системы регуляции. Неблагоприятный сценарий (при макросомии): несмотря на гипердаптивные попытки, регуляция смещается в сторону автономных механизмов (более

примитивных и энергозатратных). Низкий энергетический статус, неадекватные реакции на нагрузки и отсутствие восстановления указывают на критическое снижение адаптационного потенциала. Это создает риск декомпенсации и осложненного течения беременности. У плодов без макросомии преобладает состояние гипердаптации с оптимальным балансом вегетативной регуляции (соотношений симпатических и парасимпатических влияний составляет примерно 3:1), высокой вариабельностью ритма сердца и быстрой адаптацией к нагрузкам, что отражает значительный адаптационный потенциал. При развитии макросомии на фоне ГСД происходит срыв компенсаторных механизмов: адаптационные резервы угнетаются, вегетативная регуляция нарушается, а доминирование центрального компонента регуляции свидетельствует о перенапряжении регуляторных систем плода. **Заключение.** Исследование подчеркивает негативное влияние макросомии на функциональное состояние регуляторных систем матери и указывает на необходимость разработки специальных реабилитационных мероприятий для женщин с данным осложнением ГСД.

**Ключевые слова:** макросомия, кардиоритмограмма матери и плода, осложнения гестации, диабет беременных

## Корреспонденцию адресовать:

Новикова Оксана Николаевна, 650029, Россия, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22А, E-mail: Oxana777\_07@mail.ru

© Новикова О.Н. и др.

**Соответствие принципам этики.** Исследование проведено в соответствии с разрешением Локального этического комитета ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России (№ 238/к от 13.11.2019 г).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Благодарности.** Авторы выражают глубокую благодарность Бразник В.А., главному врачу ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Н. Э. Баумана № 29 Департамента здравоохранения Москвы» за возможность сбора и обработки материала.

## Для цитирования:

Новикова О.Н., Глазовская О.В. Вариабельность сердечного ритма матери и плода при гестационном сахарном диабете. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2026;11(2):58-66. <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-2-58-66>

Поступила:

30.03.2026

Поступила после доработки:

11.04.2026

Принята в печать:

29.05.2026

Дата печати:

25.06.2026

## Сокращения

ГСД – гестационный сахарный диабет

ПГТТ – пероральный глюкозотолерантный тест

СД – сахарный диабет

СПМ – спектральная плотность мощности

ORIGINAL RESEARCH  
OBSTETRICS AND GYNECOLOGY

# MATERNAL AND FETAL HEART RATE VARIABILITY IN PATIENTS WITH GESTATIONAL DIABETES MELLITUS

OKSANA N. NOVIKOVA<sup>1</sup> ✉, OLGA V. GLAZOVSKAYA<sup>2</sup><sup>1</sup>Kemerovo State Medical University, Voroshilova Street, 22A, Kemerovo, 650056, Russia<sup>2</sup>Municipal Clinical Hospital No. 15 named after O.M. Filatov Moscow Department of Health, Women's Health Center on Perervinsky, 4, Building 2, Moscow, 109451, Russia

## HIGHLIGHTS

This study examined maternal and fetal heart rate variability in patients with gestational diabetes in two groups: those with and those without fetal macrosomia. It was demonstrated that metabolic disturbances, which affect maternal and fetal heart rate variability and the relationship between them, play a key role in the pathogenesis of pregnancy and childbirth complications for both mother and fetus.

## Abstract

**Aim.** To study regulatory processes in the maternal-placental-fetal system in gestational diabetes mellitus to identify differences in their nature depending on the development of fetal macrosomia. **Materials and Methods.**

A study of heart rate variability was conducted using standard maternal-fetal methods in 100 women and their fetuses diagnosed with gestational diabetes mellitus and macrosomia detected by ultrasound at 28–29 weeks of pregnancy. The second group consisted of 100 women diagnosed with gestational diabetes mellitus but without macrosomia, according to ultrasound at 28–29 weeks of pregnancy.

**Results.** The study demonstrates fundamentally different patterns of adaptation in pregnant women with gestational diabetes depending on the development of macrosomia. A favorable scenario (without macrosomia): the body demonstrates effective adaptation – it responds adequately to stress, recovers quickly, and maintains a high energy potential. This indicates intact reserves of the regulatory system. An unfavorable scenario (with macrosomia): despite hyperadaptive efforts, regulation shifts toward autonomous

mechanisms (more primitive and energy-consuming). Low energy status, inadequate responses to stress, and lack of recovery indicate a critical decline in adaptive potential. This creates a risk of decompensation and pregnancy complications. Fetuses without macrosomia exhibit a predominantly hyperadaptive state with an optimal balance of autonomic regulation (the ratio of sympathetic to parasympathetic influences is approximately 3:1), high heart rate variability, and rapid adaptation to stress, reflecting significant adaptive potential. With the development of macrosomia in the setting of gestational diabetes, compensatory mechanisms fail: adaptive reserves are suppressed, autonomic regulation is disrupted, and the dominance of the central component of regulation indicates overstrain of the fetal regulatory systems. **Conclusion.** The study highlights the negative impact of macrosomia on the functional state of the mother's regulatory systems and points to the need to develop specific rehabilitation measures for women with this complication of gestational diabetes.

**Keywords:** macrosomia, maternal and fetal cardiac rhythmogram, gestational complications, gestational diabetes

### Corresponding author:

Prof. Oksana N. Novikova, Voroshilova Street, 22A, Kemerovo, 650029, Russia, E-mail: Oxana777\_07@mail.ru

© Oksana N. Novikova, et al.

**Ethics Statements.** The study was conducted in accordance with the permission of the Local Ethics Committee of Kemerovo State Medical University of the Russian Ministry of Health (No. 238/k dated November 13, 2019).

**Conflict of Interest.** The authors declare that there is no conflict of interest.

**Financing.** The study had no sponsorship (own resources).

**Acknowledgments.** The authors express their deep gratitude to V.A. Brazhnik, Chief Physician of the N.E. Bauman City Clinical Hospital No. 29 of the Moscow Department of Health, for the opportunity to collect and process the material.

### For citation:

Oksana N. Novikova, Olga V. Glazovskaya. Maternal and fetal heart rate variability in patients with gestational diabetes mellitus. *Fundamental and Clinical Medicine*. 2026;11(2):58-66. (In Russ.). <https://doi.org/10.23946/2500-0764-2026-11-2-58-66>

**Received:**

30.03.2026

**Received in revised form:**

11.04.2026

**Accepted:**

29.05.2026

**Published:**

25.06.2026

## Введение

Беременная женщина является многоуровневой, самоорганизующейся, саморегулирующейся системой, целью которой является вынашивание и рождение живого и здорового ребенка [1]. Местом передачи информации от плода к матери и в обратном направлении через медленные колебания гемодинамики являются плацентарное ложе и плацентарная мембрана. Можно предположить, что при гестационном сахарном диабете (ГСД) передача информации изменяется, и, как следствие, происходит нарушение в системе мать – послед – плод с развитием крупного плода и других осложнений.

Иностранные и отечественные исследователи подтверждают, что клиническая значимость диабетической фетопатии при гестационном сахарном диабете (ГСД) обусловлена ее ключевой ролью в структуре перинатальных потерь. Это состояние существенно повышает риск преждевременного родоразрешения, интранатальной гипоксии и асфиксии, метаболических расстройств и нарушений адаптационных механизмов у новорожденного. Следовательно, диабетическая фетопатия определяет основной пласт неонатальной патологии у детей от матерей с ГСД, что подчеркивает необходимость ранней диагностики и коррекции метаболических нарушений у беременных для снижения перинатальных рисков [2, 3, 4, 5]. Отмечается взаимосвязь между наличием ДФ и осложнениями в родах. Достоверно чаще роды были индуцированными [6], родоразрешение происходит путем операции кесарево сечение и вакуум-экстракцией плода [7], встречаются родовой травматизм [8], послеродовое кровотечение [9].

## Цель исследования

Изучить регуляторные процессы в системе мать – плацента – плод при гестационном сахарном диабете с целью выявления различий в их характере в зависимости от развития макросомии плода.

## Материалы и методы

Исследование выполнено на базе женской консультации № 4 ГБУЗ «Городская клиническая больница им. Н. Э. Баумана № 29 Департамента здравоохранения Москвы» (главный врач – Бражник В. А.) в период с 2019 по 2024 годы и одобрено Этическим комитетом ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный

медицинский университет» Минздрава России (№ 238/к от 13.11.2019 г).

I группу составили 100 женщин, у которых был установлен диагноз ГСД и выявлена макросомия по данным УЗИ в 28–29 недель беременности; II группу – 100 женщин с установленным диагнозом ГСД, но без макросомии по данным УЗИ в 28–29 недель беременности.

Диагноз ГСД устанавливался на основании диагностических критериев «Клинические рекомендации» 2024 г.): уровень глюкозы венозной плазмы натощак  $\geq 5,1$  ммоль/л, но  $< 7,0$  ммоль/л при первом обращении беременной к врачу любой специальности (акушеру-гинекологу, терапевту, врачу общей практики) на сроке с 6–7-й до 24-й недели для исключения нарушения углеводного обмена, либо при проведении перорального глюкозо-толерантного теста с 75 г глюкозы между 24-й и 28-й неделями всем беременным женщинам с нормогликемией натощак (глюкоза венозной плазмы натощак 5,1 ммоль/л и более, но менее 7,0 ммоль/л, через 1 час – 10–11,0 ммоль/л, через 2 часа – 8,5–11,0 ммоль/л) [10,11,12].

*Критерии включения в I группу:* уровень гликемии натощак более 5,1 ммоль/л, но менее 7,0 ммоль/л или отклонение показателей крови при проведении перорального глюкозотолерантного теста (ПГТТ), макросомия по данным УЗИ исследования, наличие информированного добровольного согласия на участие в исследовании.

*Критерии невключения в I группу:* нормогликемия натощак, нормальные показатели ПГТТ в 24–28 недель беременности, многоплодие.

*Критерии исключения из I группы:* СД 1 и 2 типа, манифестного СД, отказ от участия в исследовании, отсутствие сведений о родоразрешении.

*Критерии включения во II группу:* уровень гликемии натощак более 5,1 ммоль/л, но менее 7,0 ммоль/л или отклонение показателей крови при проведении ПГТТ, отсутствие макросомии по данным УЗИ исследования, наличие информированного добровольного согласия на участие в исследовании

*Критерии невключения во II группу:* нормогликемия натощак, нормальные показатели ПГТТ в 24–28 недель беременности, многоплодие.

*Критерии исключения из II группы:* наличие

СД 1 и 2 типа, манифестного СД, отказ от участия в исследовании, отсутствие сведений о родоразрешении.

Исследование вариабельности ритма сердца (ВРС) позволило оценить нейроэндокринную регуляцию кардиоритма у матери и плода. Анализ выполнен в соответствии с Едиными стандартами Европейского кардиологического общества и СевероАмериканского общества стимуляции и электрофизиологии [11].

Регуляция сердечного ритма изучалась методами спектрального и математического анализа коротких записей кардиоритмограмм. В рамках исследования оценивали спектральную плотность мощности (СПМ) колебаний гемодинамики трех диапазонов:

- очень медленных (VLF);
- медленных (LF);
- быстрых (HF).

Оценки проводились в исходном состоянии, на фоне функциональных нагрузок и в период восстановления. Для классификации энергоизмененных состояний применяли методику А. Н. Флейшмана.

Для анализа кардиоритма и вариабельности ритма плода применяли методику Г. А. Ушаковой и Ю. В. Рец (свидетельство о регистрации ПО «Fetal», № 2005613111; патент № 2290861 на «Способ прогнозирования течения беременности»).

Статистическую обработку данных проводили в программном пакете «Statistica 6.0 for Windows».

## Результаты

При изучении регуляции кардиоритма матери с ГСД и развитием макросомии плода в исходном состоянии гипердаптивное состояние наблюдалось у 80 %, нормоадаптивное – у 5 %, гиподаптивное – у 15 %. В группе сравнения соответственно 70 %, 25 % и 15 %. Преобладание гипердаптивных реакций у беременных с ГСД отражает мобилизацию адаптационных механизмов в условиях метаболических нарушений. Сохранение баланса между симпатoadреналовыми, парасимпатическими и метабологуморальными компонентами регуляции указывает на компенсаторную активность системы адаптации, где ведущая роль принадлежит центральному контуру регуляции. Это позволяет поддерживать достаточный уровень адаптационных реакций, несмотря на наличие ГСД.

Сравнительный анализ адаптационных реакций на первую нагрузочную пробу (ментальный тест) выявил существенные различия между группами: в основной группе преобладали гиподаптивные реакции (55 %), что указывает на сниженную способность к адаптации при когнитивной нагрузке. Гиперадаптивные состояния зафиксированы у 35 % женщин, что отражает попытки компенсаторной мобилизации ресурсов. У 5 % участниц в каждой подгруппе выявлены специфические нарушения регуляции – феномен функциональной ригидности (неспособность гибко перестраивать регуляторные процессы) и энергетической складки (дефицит энергетических резервов). Примечательно, что нормоадаптивные реакции в этой группе полностью отсутствовали. В группе сравнения наблюдалась принципиально иная картина: у всех пациенток (100 %) регистрировалось гипердаптивное состояние. Это свидетельствует о высокой функциональной готовности регуляторных систем к ответу на ментальную нагрузку и отсутствию признаков дезадаптации.

При проведении ментального теста у матери в балансе контуров регуляции кардиоритма у пациенток основной группы наблюдалось напряжение регуляторных систем – нарастание спектральных характеристик как автономного, так и центрального контуров регуляции, преобладание симпатoadреналового компонента, что может свидетельствовать о неадекватности компенсаторно-приспособительных реакций в ответ на нагрузку. В группе сравнения имеет место относительное повышение активности автономного контура с сохранением преобладания центрального, что свидетельствовало о достаточных адаптационных резервах центрального контура и его способности в дальнейшем обеспечивать компенсаторно-приспособительные реакции.

Анализ восстановительных процессов после первой нагрузочной пробы выявил значимые различия в адаптационных возможностях между группами беременных с ГСД. В основной группе у половины женщин (50 %) регистрировалась гиподаптивная реакция, что отражает истощение функциональных резервов организма. Сохранение феноменов энергетической складки и функциональной ригидности (по 5 %) указывает на дефицит энергетических ресурсов и нарушение гибкости регуляторных процессов. Лишь у 40 % пациенток сохранялась гипердаптивная реакция как признак попытки компенсации. В группе без макросомии ситуа-

ция принципиально отличалась: 75 % женщин демонстрировали достаточный уровень адаптации, а 25 % – гиперадаптивные реакции. Отсутствие снижения адаптационных возможностей у всех участниц этой группы свидетельствует о сохранности регуляторных механизмов.

Результаты анализа вариабельности ритма сердца (BPC) подтвердили эти выводы: в группе без макросомии отмечен хороший уровень адаптации в восстановительном периоде, в группе с макросомией выявлено стойкое снижение адаптационно-приспособительных реакций и энергетического состояния, которое не восстанавливалось даже в покое.

При проведении пробы с гипервентиляцией у матерей с ГСД и макросомией увеличилось количество гиподаaptивных состояний до 60 %, частоты встречаемости феномена функциональной ригидности (15 %) и феномена энергетической складки (10 %). У матерей с ГСД без макросомии нормаадаптивная реакция зарегистрирована у 2 %, гиперадаптивная – у 98 %, гиподаaptивной реакции и феноменов энергетической складки и функциональной ригидности зарегистрировано не было. Сравнительная оценка адаптационных реакций на пробу с гипервентиляцией выявила следующие различия между группами беременных с ГСД: у матерей с ГСД и макросомией доля гиподаaptивных состояний возросла до 60 %, что указывает на значительное напряжение регуляторных систем и снижение адаптационных возможностей организма, из них у 15 % женщин зафиксирован феномен функциональной ригидности, отражающий нарушение гибкости регуляторных процессов, и у 10 % женщин – феномен энергетической складки, свидетельствующий о дефиците энергетических резервов. Эти данные указывают на истощение компенсаторных механизмов у женщин с макросомией при функциональных нагрузках. В группе с ГСД без макросомии картина была принципиально иной: подавляющее большинство (98 %) демонстрировало гиперадаптивную реакцию, что отражает высокую функциональную готовность регуляторных систем, нормаадаптивные реакции зафиксированы лишь у 2 % женщин, отсутствие гиподаaptивных реакций и патологических феноменов (энергетической складки, функциональной ригидности) подтверждает сохранность адаптационных резервов. Наличие макросомии у плода при ГСД ассоциируется с выраженным снижением адаптационного потенциала матери

при функциональных нагрузках, тогда как при отсутствии макросомии адаптационные механизмы остаются сохранными и эффективными.

Сравнительная оценка восстановительных процессов после гипервентиляционной нагрузки выявила различия между группами беременных с ГСД. У женщин с макросомией плода лишь 21 % продемонстрировали удовлетворительный уровень восстановления и нормальное энергетическое обеспечение. Это указывает на существенное ограничение адаптационных резервов и нарушение процессов энергообеспечения в восстановительном периоде. Низкий уровень адаптации, выявленный при анализе BCP в периоде восстановления II) прямо связан с энергодефицитом и свидетельствует о неполном восстановлении регуляторных механизмов после нагрузки. Напротив, в группе без макросомии подавляющее большинство пациенток (95 %) имели достаточный уровень адаптационных реакций, что отражает сохранность восстановительных механизмов. Анализ кардиоритма в период восстановления II подтвердил хороший уровень адаптационно-приспособительных возможностей, указывая на эффективное восстановление регуляторных процессов и достаточный энергетический потенциал. Наличие макросомии при ГСД ассоциируется с выраженным снижением восстановительных возможностей организма после функциональных нагрузок, что может повышать риск осложнений беременности и требует особого внимания при ведении таких пациенток.

Сравнительная характеристика адаптационных реакций матери при ГСД представлена в **таблице 1**.

При проведении анализа BCP плодов от матерей с ГСД выяснено, что у плодов с макросомией в исходном состоянии нормаадаптивные реакции отсутствовали, в 60 % случаев отмечались гиперадаптивные реакции, в 40 % – гиподаaptивные. В группе без макросомии было установлено, что показатели СПМ сердечного ритма находились в границах физиологической нормы (нормаадаптация) только у 2 % обследуемых, в остальных случаях (98 %) наблюдалось превышение нормативных параметров СПМ. При этом признаки сниженной адаптационной способности (гиподаaptация) отсутствовали.

В исходном состоянии у плодов обеих групп было зафиксировано повышение активности центральных структур регуляции сердечного ритма, что указывает на определенное напря-

Параметр / Parameter	ГСД с макросомией / GDM with macrosomia	ГСД без макросомии / GDM without macrosomia
Тип адаптационных реакций / Type of adaptation reactions	Гиперадаптивные при доминировании автономного уровня регуляции / Hyperadaptive when the autonomous level of regulation dominates	Преобладание гиперадаптивных / Predominance of hyperadaptive conditions
Соотношение спектральных компонентов / Ratio of spectral components	Правильное, но с дисбалансом в сторону автономной регуляции / The right ratio, but with an imbalance towards autonomous regulation	Правильное / The Right Ratio
Энергетический статус / Energy status	Низкий / Low status	Хороший / Good status
Реакция на нагрузки / Reaction to loads	Недостаточная или извращенная / Insufficient or perverted reaction	Адекватная / Adequate response
Восстановление после нагрузок / Recovery from loads	Отсутствие восстановления исходных значений / Failure to restore the original values	Возврат показателей к исходным / Returning the indicators to the original ones
Вывод / Conclusion	Постепенное истощение энергетических ресурсов / Gradual depletion of energy resources	Высокие адаптационные резервы / High adaptive reserves

**Таблица 1.** Сравнительная характеристика адаптационных реакций матери при ГСД

**Table 1.** Comparative characteristics of maternal adaptation responses in GDM

жение адаптационных процессов. Однако, несмотря на сдвиг регуляторного баланса, соотношение симпатических и парасимпатических влияний оставалось в пределах адекватных значений, а потенциал компенсаторно-приспособительных реакций оценивался как высокий.

При проведении первой нагрузочной пробы у матери у плодов с макросомией в 80 % случаев отмечалась гиподаптивная реакция, по 10 % реакция в виде феномена функциональной ригидности и энергетической складки. У плодов без макросомии преобладала гиперадаптивная реакция (80 %), в остальных 20 % случаев наблюдалась нормаадаптивная реакция.

При оценке баланса регуляции ВСР плодов с макросомией наблюдался дисбаланс регуляторных механизмов, в то время как при отсутствии макросомии значимых изменений во взаимодействии центрального и автономного контуров регуляции не происходило.

В период восстановления после первой нагрузочной пробы у плодов с макросомией в 91 % случаев фиксировались гиподаптивные состояния, только в 9 % – нормаадаптивная реакция. У плодов без макросомии в период восстановления, наоборот, в 95 % случаев отмечалась нормаадаптивная реакция, в 5 % – гиперадаптивная, гиподаптивных состояний не зарегистрировано.

В ходе функциональной пробы с гипервентиляцией у плодов с макросомией отмечены: появление феномена функциональной ригидности (15 %) и энергетической складки (20 %), сохранение высокой частоты гиподаптивных реакций (55 %); гиперадаптивные реакции наблюдались лишь в 10 % случаев. У плодов без макросомии преобладающим типом реакции был гиперадаптивный (93 %), оставшиеся 7 % имели нормаадаптивную реакцию.

Анализ вариабельности сердечного ритма плода в ходе второй нагрузочной пробы показал увеличение СПМ у пациенток обеих групп. Прирост показателей осуществлялся за счет активации всех спектральных диапазонов, при этом наиболее выраженная динамика наблюдалась со стороны симптоадреналовой активности. Выявленное перераспределение вклада компонентов указывает на нарушение адаптационных возможностей и дезорганизацию центральных механизмов регуляции сердечной деятельности плода.

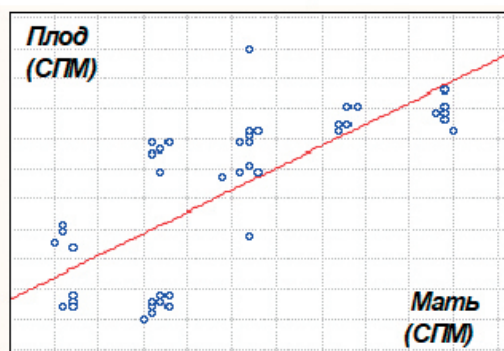
В период восстановления после второй нагрузочной пробы у плодов с макросомией в 91 % случаев отмечена гиподаптивная реакция, нормаадаптация зафиксирована только у 9 % плодов. В группе плодов без макросомии нормаадаптивная реакция имела место в 95 % случаев, в 5 % отмечена гиподаптивная реакция.

**Рисунок 1.**

Корреляция между показателями сердечного ритма матери и плода при ГСД без макросомии: по оси абсцисс – СПМ волн кардиоритма матери ( $ms^2/Гц$ ); по оси ординат – СПМ волн кардиоритма плода ( $ms^2/Гц$ )

**Figure 1.**

Correlation between maternal and fetal heart rate in GSD without macrosomia: along the abscissa – PCM of maternal cardiorythm waves ( $ms^2/Hz$ ); along the ordinate axis – PCM of fetal cardiorythm waves ( $ms^2/Hz$ )

Correlation:  $r = 0,82$ ;  $p = 0,001$ 

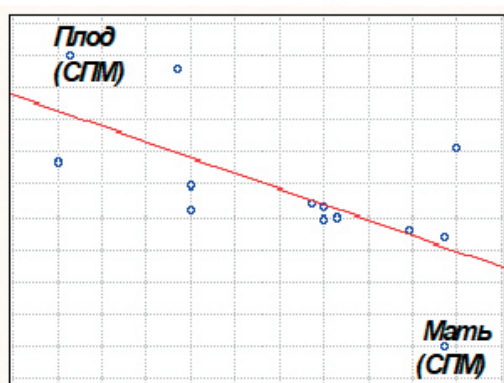
Таким образом, у плодов без макросомии преобладает состояние гиперадаптации с оптимальным балансом вегетативной регуляции (соотношений симпатических и парасимпатических влияний составляет примерно 3:1), высокой вариабельностью ритма сердца и быстрой адаптацией к нагрузкам, что отражает значительный адаптационный потенциал. При развитии макросомии на фоне ГСД происходит срыв компенсаторных механизмов: адаптационные резервы угнетаются, вегетативная регуляция нарушается, а доминирование центрального компонента регуляции свидетельствует о перенапряжении регуляторных систем плода.

Корреляция между показателями сердечного ритма матери и плода при ГСД без макросомии отражена на **рисунке 1**.

В ходе исследования установлено, что при ГСД без макросомии изменения сердечного ритма матери и плода синхронизированы. Об этом свидетельствует сильная положительная корреляционная связь ( $r = 0,82$ ), обладающая статистической значимостью ( $p = 0,001$ ).

Корреляция между показателями сердечного ритма матери и плода при ГСД с развитием макросомии отражена на **рисунке 2**.

Существует достоверная взаимосвязь обратного характера ( $p = 0,001$ ) между процессами ре-

Correlation:  $r = -0,63$ ;  $p = 0,001$ **Рисунок 2.**

Корреляция между показателями сердечного ритма матери и плода при ГСД с развитием макросомии: по оси абсцисс – СПМ волн кардиоритма матери ( $ms^2/Гц$ ); по оси ординат – СПМ волн кардиоритма плода ( $ms^2/Гц$ )

**Figure 2.**

Correlation between maternal and fetal heart rate in GSD with the development of macrosomia: along the abscissa – PCM of maternal cardiorythm waves ( $ms^2/Hz$ ); along the ordinate axis – PCM of fetal cardiorythm waves ( $ms^2/Hz$ )

гуляции сердечного ритма беременной и плода при ГСД и вероятностью разаятия макросомии. Сила этой корреляции оценивается как умеренная, о чем свидетельствует коэффициент  $-0,63$ .

При сопоставлении показателей ВСП с исходами родов при неблагоприятных вариантах процессов адаптации (гипоадаптивное состояние, феномен функциональной ригидности, феномен энергетической складки) обнаружена более высокая частота осложнения родов и неонатального периода. Дети имели достоверно большую массу тела,  $p = 0073$ . При этом крупный плод встречался у 78 (78 %) беременных группы 1, в группе II – у 9 (9 %),  $p^0 < 0,001$ . Статистических различий по показателям длины тела и окружности головы в группах не выявлено. Выявлены различия в показателях окружности груди – 32 и 36 см,  $p = 0,005$ .

Вторичные исходы (доля новорожденных, потребовавших ИВЛ, количество койко-дней пребывания в стационаре, доля новорожденных, потребовавших перевода на второй этап выхаживания) отражены в **таблице 2**.

Количество детей, потребовавших ИВЛ в родильном зале, и доля детей, потребовавших перевода на второй этап выхаживания, в группе женщин ГСД с макросомией значительно превышало эти показатели в II группе,  $p < 0001$ .

## Обсуждение

Макросомия остается одним из основных и серьезным осложнением ГСД, частота встречаемости достигает 35 % [1314]. По данным литературы, заподозрить макросомию можно при ультразвуковом исследовании в сроке с 22–24-й недели [15]. В нашем исследовании в группах с установленным диагнозом увеличение размеров плода по данным УЗИ диагностировано в 94 и 28 случаях соответственно ( $p < 0001$ ).

Организм беременной женщины претерпевает множество изменений во всех системах и органах для обеспечения потребностей внутриутробного роста плода. По данным литературы, скорость метаболических реакций во время гестации увеличивается до 20 %. Изменения затрагивают и сердечно-сосудистую систему уже в сроке 7–8 недель: увеличивается объем циркулирующей крови, увеличивается сердечный выброс, повышается АД, изменения общего периферического сосудистого сопротивления и т.д. [16]. Все эти сдвиги определены изменением регуляции на всех уровнях – нейровегетативной, нейрогуморальной и метабологумо-

Показатели/ Indicators	Основная группа/ Main group (IV), n = 100		Группа сравнения/ Comparison group (V), n = 100		p
	абс.	%	абс.	%	
Доля новорожденных, потребовавших ИВЛ, абс.% / The proportion of newborns requiring mechanical ventilation, abs. %	4	4,0	9	9,0	<0,001
Доля новорожденных, потребовавших перевода на второй этап выхаживания, абс.% / The proportion of newborns requiring transfer to the second stage of nursing, abs. %	10	10,0	23	23,0	<0,001
Количество койко-дней пребывания в стационаре, Me, Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> [25 – 75 %] / Number of hospital bed days, Me, Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> [25 – 75 %]	6 (4;7)		10 (4;18)		<0,001

**Таблица 2.**  
Исходы родов для плода и новорожденного

**Table 2.**  
Fetal and neonatal secondary birth outcomes

ральной. Сердечно-сосудистая система матери и плода составляют вместе материнско-плодово-плацентарный комплекс, имеющий разные уровни регуляции и различные механизмы взаимодействия между отдельными звеньями системы. Изучение регуляторных и адаптационных процессов представляется возможным на всех уровнях в процессе гестации и родов [8,9].

Актуальность метода оценки ВСР матери и плода заключается в том, что исследование можно выполнять в любом сроке беременности, а также в первом периоде родов, что может способствовать оптимизации ведения пациенток с гестационным диабетом и снижению риска развития неблагоприятных перинатальных исходов.

## Заключение

Развитие акушерских и перинатальных осложнений при ГСД во многом обусловлено дисфункцией регуляторных механизмов и снижением

ем адаптационного потенциала в системе мать – плацента – плод. Эти нарушения формируют основу патогенеза осложнений, влияя на течение беременности и состояние плода. Исследование подчеркивает негативное влияние макросомии на функциональное состояние регуляторных систем матери и указывает на необходимость разработки специальных реабилитационных мероприятий для женщин с данным осложнением ГСД. Нарушения регуляторных и адаптационных процессов в системе мать – послед – плод при ГСД обусловлены метаболическими нарушениями в организме матери и плода и могут быть исследованы в третьем триместре беременности, прогнозируя нарушения развития плода и снижением его адаптационных возможностей. Эти данные могут быть использованы практическими врачами для решения вопросов о сроках и методе родоразрешения с целью улучшения перинатальных исходов.

## Вклад авторов

**О. Н. Новикова:** разработка концепции и дизайна исследования, критический пересмотр рукописи с внесением ценного интеллектуального содержания; полная ответственность за содержание.

**О. В. Глазовская:** сбор и анализ данных, подготовка текста рукописи, полная ответственность за содержание.

Все авторы утвердили окончательную версию статьи.

## Author contributions

**Oxana N. Novikova:** study concept and design, critical revision of the manuscript for important intellectual content, fully responsible for the content.

**O.V. Glasovskaja:** acquisition and analysis of data, drafting the manuscript, fully responsible for the content.

All authors approved the final version of the article.

## Литература :

- Ушакова Г.А., Гребнева И.С., Захаров И.С., Карась И.Ю., Карсаева В.В., Кубасова Л.А. и др. *Регуляторные и адаптационные процессы в системе мать-плацента-плод при физиологической и осложненной беременности*. Кемерово : Авторское издательство Кузбассвузиздат, 2015. 283 с. ISBN 978-5-202-01294-5. EDN VYUYOL
- Chen Y.H., Chen W.Y., Chang C.Y., Cho C.Y., Tang Y.H., Yeh C.C., et al. Association between maternal factors and fetal macrosomia in full-term singleton births. *J. Chin. Med. Assoc.* 2023;86(3):324–329. <https://doi.org/10.1097/JCMA.0000000000000871>
- Капустин Р.В., Коптеева Е.В., Алексеенкова Е.Н., Ковальчук-Ковалевская О.В., Рыбачек А.В., Аржанова О.Н. и др. Неонатальные исходы при сахарном диабете у матери: анализ данных исследования DAPSY. *Журнал акушерства и женских болезней.* 2024;73(2):15–26.
- O'Dwyer V., Russell N.M., McDonnell B., Sharkey L., Mulcahy C., Higgins M.F. Antenatal prediction of fetal macrosomia in pregnancies affected by maternal pre-gestational diabetes. *J. Matern Fetal Neonatal. Med.* 2022;35(25):7412–7416. <https://doi.org/10.1080/14767058.2021.1949447>

- Zhou J., Yu J., Ren J., Ren Y., Zeng Y., Wu Y., et al. Association of maternal blood metabolomics and gestational diabetes mellitus risk: a systematic review and meta-analysis. *Rev. Endocr. Metab. Disord.* 2025 A;26(2):205–222. <https://doi.org/10.1007/s11154-024-09934-5>
- Baudry M., Eyraud J.L., Aubard Y., Bru N., Coste Mazeau P. Impact of induction of labor in fetal macrosomia: comparative series from 256 cases. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2022;306(4):959–967. <https://doi.org/10.1007/s00404-022-06685-z>
- Njogu P.K., Makunyi E.G., Musau J. Risk factors for caesarean delivery and fetal macrosomia among women with gestational diabetes in Nyeri County, Kenya: a cross-section study. *Pan Afr. Med. J.* 2022;41:322. <https://doi.org/10.11604/pamj.2022.41.322.29734>
- Abdelwahab M., Frey H.A., Lynch C.D., Klebanoff M.A., Thung S.F., Costantine M.M., et al. Association between Diabetes in Pregnancy and Shoulder Dystocia by Infant Birth Weight in an Era of Cesarean Delivery for Suspected Macrosomia. *Am. J. Perinatol.* 2023;40(9):929–936. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1764206>
- Yunas I., Islam M.A., Sindhu K.N., Devall A.J., Podesek M., Alam S.S., et al. Causes of and risk factors for postpartum haemorrhage: a systematic review and meta-analysis. *Lancet.* 2025;405(10488):1468–1480. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)00448-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)00448-9)
- Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Гаврилушкин А.П., Довгалецкий П.Я., Кукушкин Ю.А., Миронова Т.Ф. и др. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации. *Вестник аритмологии.* 2001;24:65–86. EDN: HSPLXF.
- Вариабельность сердечного ритма. Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования. *Вестник аритмологии.* 1999;11:53–78. EDN: HSPHGV.
- American Diabetes Association Professional Practice Committee. 15. Management of Diabetes in Pregnancy: Standards of Care in Diabetes-2025. *Diabetes Care.* 2025;48(1 Suppl 1):S306–S320. <https://doi.org/10.2337/dc25-S015>
- Закирова Н.И., Закирова Ф.И., Абдуллаева Н.Э. Макросомия плода: современный взгляд на проблему. *Евразийский журнал медицинских и естественных наук.* 2025;5(1):100–104. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14672383>
- Путилова Т.А., Данькова И.В., Третьякова Т.Б. Диабетическая фетопатия на фоне материнского ожирения при гестационном сахарном диабете. *Российский вестник акушера-гинеколога.* 2024;24(1):19–24.
- Савельева И.В., Бухарова Е.А., Широкова О.В., Носова Н.В. К вопросу о прогнозировании формирования крупного плода у женщин с ожирением. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины.* 2020;35(4):65–70. [https://doi.org/10.29001/2073-8552\\_2020-35-4-65-70](https://doi.org/10.29001/2073-8552_2020-35-4-65-70)
- Кардиология.* Национальное руководство. Краткое издание. Под ред. Е.В. Шляхто. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2023:712–731. ISBN 978-5-9704-7537-9

## References:

- Ushakova GA, Grebneva IS, Zakharov IS, Karas IYu, Karsaeva VV, Kubasova LA, et al. *Regulatory and adaptive processes in the mother-placenta-fetus system during physiological and complicated pregnancy. Kemerovo, 2015. 283 p. (Russ.).* ISBN 978-5-202-01294-5. EDN VYUYOL
- Chen YH, Chen WY, Chang CY, Cho CY, Tang YH, Yeh CC, et al. Association between maternal factors and fetal macrosomia in full-term singleton births. *J Chin Med Assoc.* 2023;86(3):324–329. <https://doi.org/10.1097/JCMA.0000000000000871>
- Kapustin RV, Kopteeva EV, Alekseenkova EN, Kovalchuk-Kovalevskaya OV, Rybachek AV, Arzhanova ON, et al. Neonatal outcomes in women with diabetes mellitus – analysis of DAPSY data. *Journal of obstetrics and womens diseases.* 2024;73(2):15–26. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/JOWD624553>
- O'Dwyer V, Russell NM, McDonnell B, Sharkey L, Mulcahy C, Higgins MF. Antenatal prediction of fetal macrosomia in pregnancies affected by maternal pre-gestational diabetes. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2022;35(25):7412–7416. <https://doi.org/10.1080/14767058.2021.1949447>
- Zhou J, Yu J, Ren J, Ren Y, Zeng Y, Wu Y, et al. Association of maternal blood metabolomics and gestational diabetes mellitus risk: a systematic review and meta-analysis. *Rev Endocr Metab Disord.* 2025 A;26(2):205–222. <https://doi.org/10.1007/s11154-024-09934-5>
- Baudry M, Eyraud JL, Aubard Y, Bru N, Coste Mazeau P. Impact of induction of labor in fetal macrosomia: comparative series from 256 cases. *Arch Gynecol Obstet.* 2022;306(4):959–967. <https://doi.org/10.1007/s00404-022-06685-z>
- Njogu PK, Makunyi EG, Musau J. Risk factors for caesarean delivery and fetal macrosomia among women with gestational diabetes in Nyeri County, Kenya: a cross-section study. *Pan Afr Med J.* 2022;41:322. <https://doi.org/10.11604/pamj.2022.41.322.29734>
- Abdelwahab M, Frey HA, Lynch CD, Klebanoff MA, Thung SF, Costantine MM, et al. Association between Diabetes in Pregnancy and Shoulder Dystocia by Infant Birth Weight in an Era of Cesarean Delivery for Suspected Macrosomia. *Am J Perinatol.* 2023;40(9):929–936. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1764206>
- Yunas I, Islam MA, Sindhu KN, Devall AJ, Podesek M, Alam SS, et al. Causes of and risk factors for postpartum haemorrhage: a systematic review and meta-analysis. *Lancet.* 2025;405(10488):1468–1480. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)00448-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)00448-9)
- Baevsky RM. Analysis of heart rate variability using various electrocardiographic systems. *Vestnik aritmologii.* 2001;24:65–86. (In Russ.). EDN: HSPLXF.
- Variabel'nost' serdechnogo ritma. Ctandarty izmereniya, fiziologicheskoy interpretatsii i klinicheskogo ispol'zovaniya. *Vestnik aritmologii.* 1999;11:53–78. (In Russ.). EDN: HSPHGV.
- American Diabetes Association Professional Practice Committee. 15. Management of Diabetes in Pregnancy: Standards of Care in Diabetes-2025. *Diabetes Care.* 2025;48(1 Suppl 1):S306–S320. <https://doi.org/10.2337/dc25-S015>
- Zakirova N, Zakirova F, Abdullayeva N. Fetal macrosomia: a modern perspective on problem. *Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences.* 2025;5(1):100–104. (In Russ.). <https://doi.org/10.5281/zenodo.14672383>
- Putilova TA, Dan'kova IV, Tretyakova TB. Maternal obesity as risk factor for diabetic fetopathy in gestational diabetes mellitus. *Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist.* 2024;24(1):19–24. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/rosakush20242401119>
- Savelyeva IV, Bukharova EA, Shirokova OV, Nosova NV. Predicting the birth of a large fetus in obese women. *The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine.* 2020;35(4):65–70. [https://doi.org/10.29001/2073-8552\\_2020-35-4-65-70](https://doi.org/10.29001/2073-8552_2020-35-4-65-70) (In Russ.).
- Shlyakhto E.V., ed. *Cardiology. National leadership.* Moscow: GEO-TAR-Media, 2020. P. 712–731. ISBN 978-5-9704-7537-9

## Сведения об авторах

**Новикова Оксана Николаевна** ✉, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры акушерства и гинекологии им. профессора Г.А. Ушаковой федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.  
**ORCID:** 0000-0001-5570-1988

**Глазовская Ольга Вадимовна**, врач акушер-гинеколог акушерско-гинекологического отделения № 3 женской консультации Центра женского здоровья на Перервинском, государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница №15 им. О. М. Филатова Департамента здравоохранения города Москвы».  
**ORCID:** 0000-0002-6955-1949

## Authors

**Dr. Oxana N. Novikova**, Dr. Sci (Medicine), associate Professor of the Department of Obstetrics and Gynecology named after Professor G.A. Ushakova at Kemerovo State Medical University.  
**ORCID:** 0000-0001-5570-1988

**Dr. Olga V. Glazovskaya**, MD, obstetrician-gynecologist of the obstetrics and gynecology department № of the Women's Health Center on Perervinsky, City Clinical Hospital №15 named after O.M. Filatov, Moscow Department of Health.  
**ORCID:** 0000-0002-6955-1949