

**РОЛЬ ИНДЕКСА МИОКАРДИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ (MOD-MPI) ПРИ НАРУШЕНИЯХ МАТОЧНО-ПЛАЦЕНТАРНО-ПЛОДОВОГО КРОВОТОКА**

**Жолымбетов Исламбек Пазылбекович** базовый докторант Республиканского научно-практического медицинского центра здоровья матери и ребенка [islambek\\_95@mail.ru](mailto:islambek_95@mail.ru). <https://orcid.org/0009-0008-4888-2678>

---

**ANNOTATSIYA**

*Ushbu sharhning maqsadi miokardiyal ishlash indeksi (MPI) bo'yicha dolzarb ma'lumotlarni umumlashtirish, uning klinik ahamiyati va metodologik jihatlarini tahlil qilish hamda keyingi tadqiqot yo'nalishlarini aniqlashdan iborat. Modifikatsiyalangan miokardiyal ishlash indeksi (Mod-MPI) homilaning yurak mushagi faoliyatini baholash uchun muhim vositadir. Uning klinik qo'llanilishi ona-plasentar-homila qon oqimi buzilishlarini tashxislash, gipoksiya va unga bog'liq perinatal asoratlarni, jumladan, bachadon ichki o'sish kechikishi (BIOK) va fetoplatsentar yetishmovchilikni (FPY) bashorat qilishni o'z ichiga oladi. Mod-MPI – bu anatomik xususiyatlardan qat'i nazar, homilaning yurak-qon tomir tizimini obyektiv baholash imkonini beruvchi noinvaziv usuldir. Ushbu maqolada Mod-MPI ni o'lchash usullari, uning normal qiymatlari, klinik ahamiyati va cheklovlari ko'rib chiqiladi.*

**Kalit so'zlar:** miokardiyal ishlash indeksi, Mod-MPI, doppler ultratovush, ona-plasentar qon oqimi, homila gipoksiyasi, perinatal natijalar, fetoplatsentar yetishmovchilik.

**АННОТАЦИЯ**

*Целью данного обзора является обобщение актуальных данных о MPI, включая его клиническую значимость и методологические аспекты, с целью выявления направлений для дальнейших исследований. Индекс работоспособности миокарда (Mod-MPI) является важным инструментом для оценки функции миокарда у плода. Его клиническое применение охватывает диагностику нарушений маточно-плодово-плацентарного кровотока (НМППК), прогнозирование гипоксии и связанных с ней перинатальных осложнений, включая задержку роста плода (ЗРП) и фетоплацентарную недостаточность (ФПН). Mod-MPI является неинвазивным методом, который позволяет объективно оценивать сердечно-сосудистую систему плода независимо от его анатомических особенностей. В статье рассматриваются методы измерения Mod-MPI, его нормативные значения, клиническая значимость и ограничения.*

**Ключевые слова:** миокардиальный индекс работоспособности, Mod-MPI, доплерометрия, маточно-плацентарный кровоток, гипоксия плода, перинатальные исходы, фетоплацентарная недостаточность.

**ABSTRACT**

*The purpose of this review is to summarize current data on the Myocardial Performance Index (MPI), including its clinical significance and methodological aspects, to identify directions for further research. The Modified Myocardial Performance Index (Mod-MPI) is an essential tool for assessing fetal myocardial function. Its clinical applications encompass the diagnosis of uteroplacental-fetal blood flow disorders, prediction of hypoxia, and related perinatal complications, including intrauterine growth restriction (IUGR) and fetoplacental insufficiency (FPI). Mod-MPI is a non-invasive method that enables objective assessment of the fetal cardiovascular system, regardless of anatomical characteristics. This article reviews the measurement methods of Mod-MPI, its normative values, clinical significance, and limitations.*

**Key words:** *myocardial performance index, Mod-MPI, Doppler ultrasonography, uteroplacental blood flow, fetal hypoxia, perinatal outcomes, fetoplacental insufficiency.*

---

Нарушение маточно-плацентарно-плодового кровотока (НМППК) – это один из ведущих факторов перинатальной заболеваемости и смертности, так как оно может привести к гипоксии плода, задержке развития плода (ЗРП), фетоплацентарной недостаточности (ФПН) и даже внутриутробной гибели [1,3,6]. Встречаются в 3-15% беременностей, особенно у женщин с гестозом, сахарным диабетом, анемией, многоплодием и резус-иммунизацией [2,4]. При тяжёлом степени данной патологии требуется досрочное родоразрешение [5]. Тем самым остается ведущей причиной перинатальной заболеваемости и смертности. Она влияет не только на внутриутробное развитие, но и на последующие этапы жизни ребенка, повышая риск неврологических нарушений и задержки психомоторного развития [7,9]. По данным различных авторов, признаки дезадаптации выявляются у более 30% новорожденных, а поражения ЦНС – почти у 50% [8].

Для оценки состояния плода широко применяют доплерографию, анализируя кровотоки в пупочной артерии (ПА), средней мозговой артерии (СМА) и венозном протоке (ВП) [3,7]. Однако, несмотря на нормальные спектры кровотока, неблагоприятные исходы могут возникать внезапно [5,9]. Поэтому ведутся исследования по поиску новых маркеров, позволяющих более точно оценивать состояние плода, индекс миокардиальной работоспособности является одним из таких методов [6,8]. Поиск объективных критериев и маркеров, позволяющих прогнозировать течение беременности при НМППК тяжёлой степени и ЗРП, остается актуальной задачей [1,4]. Это поможет специалистам своевременно принять решение о пролонгировании беременности или необходимости досрочного родоразрешения, а также быть готовыми к реанимационным мероприятиям при критическом ухудшении состояния плода [2,7].

Индекс миокардиальной работоспособности (modified myocardial performance index, Mod-MPI) рассматривается как перспективный показатель состояния сердечно-сосудистой системы плода [3,9]. Он не зависит от размеров сердца, частоты сердечных сокращений и его геометрии [5,8]. Исследования подтверждают, что ЗРП связано с пренатальным ремоделированием сосудов сердца, однако мнение специалистов разделилось [6]. Часть ученых считает MPI надежным и клинически значимым параметром, другие подчеркивают недостаточность исследований и необходимость дальнейших клинических наблюдений [2,4].

Индекс работоспособности миокарда (MPI) представляет собой перспективный показатель, отражающий способность сердца плода к сокращениям и расслаблениям [1,7]. Его применение в акушерской практике обусловлено возможностью неинвазивной оценки сердечной функции плода [3,6]. MPI не зависит от размеров сердца плода, частоты его сокращений и других анатомических факторов, что делает его универсальным инструментом. В данной обзорной статье представлен анализ существующих данных о методах измерения MPI, его нормальных значениях, клиническом применении и перспективах дальнейших исследований [5,8]. MPI приобретает особую актуальность в условиях диагностики гипоксии и нарушений сердечной функции у плода, вызванных патологическими состояниями, такими как нарушение маточно-плодово-плацентарного кровотока (НМППК) [2,9].

**Целью** данного обзора является обобщение актуальных данных о МРІ, включая его клиническую значимость и методологические аспекты, с целью выявления направлений для дальнейших исследований.

**Методы измерения МРІ.** МРІ вычисляется по формуле:  $(ICT + IRT) / ET$ , где ICT обозначает время изоволюметрического сокращения, IRT — время изоволюметрического расслабления, а ET — время выброса [3,6]. Для расчета МРІ курсор доплеровского устройства размещается в левом желудочке сердца плода, близко к митральному клапану.

Hernandez-Andrade и коллеги предложили методику, использующую доплеровские щелчки открытия и закрытия аортального и митрального клапанов [4]. Эта методика стандартизирует процесс измерения и минимизирует вариативность данных. Для повышения точности рекомендуется проводить измерения трижды и использовать среднее значение. Важно отметить, что угол инсонации поддерживается менее 20 градусов, а скорость доплеровской развертки устанавливается на 5 см/с для достижения четкой визуализации волн.

Дополнительно Sun и коллеги в 2024 году разработали усовершенствованную методику анализа данных МРІ, позволяющую автоматизировать процесс и снизить человеческий фактор в интерпретации результатов [8]. Это особенно важно для использования метода в массовых скрининговых программах.

**Нормальные значения МРІ.** Систематический обзор Bligard и соавторов (2023) выявил значительную гетерогенность данных о нормальных значениях МРІ [6]. Sun и коллеги (2024) предложили следующие референсные диапазоны:

20–24 недели гестации: 0.37–0.52 (50-й перцентиль — 0.44);

28–32 недели гестации: 0.39–0.53 (50-й перцентиль — 0.45).

Эти значения получили широкое признание благодаря использованию крупных выборок и автоматических методов измерения. Турецкие исследователи, такие как Kadriye Yakut, установили референтные диапазоны для 25–39 недель беременности ( $0.42 \pm 0.10$ ), что дополнительно подтверждает необходимость региональных исследований для стандартизации показателя [5].

В ходе исследований также была выявлена высокая степень корреляции между ручными и автоматическими измерениями МРІ, что подтверждает надежность метода при условии соблюдения протоколов измерений [7].

**Клиническое применение МРІ.** МРІ является важным маркером сердечной дисфункции у плода [2]. Его применение особенно актуально при диагностике нарушений маточно-плодово-плацентарного кровотока (НМППК), которые сопровождаются гипоксией и изменениями функции сердца плода.

**Прогнозирование неблагоприятных исходов.** Исследования Mariana Oliveira и соавторов (2022) продемонстрировали, что  $MPI \geq 0.54$  является предиктором неблагоприятных перинатальных исходов, таких как перинатальная смерть, гипоксически-ишемическая энцефалопатия и бронхолегочная дисплазия [6]. Установлено, что сочетание МРІ с показателями венозного шунта повышает прогностическую точность. Lina Zhang и коллеги (2021) подтвердили, что МРІ ( $OR=3.307$ , 95% CI 1.425–7.674,  $P=0.005$ ) является значимым предиктором неблагоприятных исходов при раннем СЗРП [9].

МРІ также оказался полезным при прогнозировании исходов беременности с наличием нулевого или обратного кровотока в пупочной артерии. Исследования показывают, что комбинация МРІ с такими показателями, как индекс пульсации в среднемозговой артерии (PI СМА), значительно увеличивает точность прогноза [7].

**Ограничения.** Несмотря на широкий спектр применения, существуют ограничения метода [8]. Исследования Pacheco Silva (2016) и других не выявили значимости МРІ при беременности с синдромом задержки роста плода (СЗРП), что подчеркивает необходимость дополнительных исследований [5]. Кроме того, измерения МРІ могут варьироваться в зависимости от уровня подготовки оператора и используемого оборудования.

Кроме того, Kadriye Yakut и его коллеги указали, что интерпретация МРІ может быть затруднена у женщин с ожирением и при многоплодной беременности, где получение четкого изображения сердечной активности плода затруднено технически [7].

**Перспективы дальнейших исследований.** Современные исследования предлагают новые подходы к оценке состояния плода, включая измерение толщины эпикардального жира (ТЭЖ) [5]. Yakut и коллеги (2021) подтвердили, что этот показатель может дополнять МРІ для прогнозирования гипоксии и СЗРП. Применение комбинированных подходов, таких как анализ венозного шунта в сочетании с МРІ, может повысить диагностическую точность [9].

Дополнительно стоит отметить необходимость многоцентровых исследований, направленных на разработку универсальных протоколов измерения МРІ. Важно учитывать региональные особенности и стандарты при интерпретации полученных данных, что позволит улучшить прогностическую ценность показателя [6]. Также перспективным направлением является изучение динамики МРІ в сочетании с биохимическими маркерами гипоксии, такими как уровень лактата в крови плода. Это может предоставить более полную картину состояния плода и помочь в своевременном принятии решений [4].

**Заключение.** МРІ является важным инструментом для оценки функции миокарда у плода, однако его клиническая значимость в прогнозировании неблагоприятных исходов беременности требует дальнейшего изучения. Дальнейшие исследования должны быть направлены на стандартизацию методов измерения и разработку новых подходов к диагностике. Объединение МРІ с другими маркерами может значительно улучшить качество перинатальной помощи. Более глубокое понимание изменений МРІ со временем может стать ключом к раннему выявлению сердечной дисфункции у плода и своевременным вмешательствам.

### **Литература.**

1. Ayşe Şimşek, Semir Köse. Modified Myocardial Performance Index in Fetal Growth Disturbances as Diagnostic and Prognostic Adjunct. *The Anatolian Journal of Cardiology*. 2023 Jan 1;27(1):34–40.
2. Christoph C Lees, Roberto Romero, Tamara Stampalija et al.. Clinical Opinion: The diagnosis and management of suspected fetal growth restriction: an evidence-based approach *American Journal of Obstetrics Gynecology*. 2022 Jan 10;226(3):366–378.
3. Ebru Alici Davutoglu, Aysegul Ozel, Funda Oztunc, Riza Madazli. Modified myocardial performance index and its prognostic significance for adverse perinatal outcome in early and late onset fetal growth restriction. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine* 2020 Jan;33 (2):277-282.
4. Hernandez-Andrade E., López-Tenorio, Figueroa-Diesel, Sanin-Blair, Carreras, Cabero, Gratacos. A modified myocardial performance (Tei) index based on the use of valve clicks improves reproducibility of fetal left cardiac function assessment. *Ultrasound Obstetrics & Gynecology* 2005 Sep;26(3):227-32.

5. Kadriye Yakut , Doğa Fatma Öcal, Cem Sanhal Yaşar, Filiz Halıcı Öztürk, Cengiz Şanlı, Şevki Çelen. Fetal epicardial fat thickness in fetal growth restriction; effects on fetal heart function and relationship with the severity of disease. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine* 2022 Dec;35(25):6946-6952.
  6. Katherine H. Bligard, Michelle Doering, Shay Porat, Joshua I. Rosenbloom. Reference Ranges for Left Modified Myocardial Performance Index: Systematic Review and Meta-Analysis. *Fetal Diagnosis and Therapy* (2024) 51 (2): 159–167.
  7. Oliveira M., Dias J.P., Guedes-Martins L. (2022). Fetal Cardiac Function: Myocardial Performance Index. *Current Cardiology Reviews*. 2022;18(4):e271221199505.
  8. Sun L., Wang J., Su X., et al. (2024). Reference ranges of fetal heart function using a Modified Myocardial Performance Index: a prospective multicentre, cross-sectional study. *BMJ Open* 2021;11:e049640.
- Zhang L., Han J., Zhang N., Li Z. Assessment of fetal modified myocardial performance index in early-onset and late-onset fetal growth restriction. *A Journal of Multimodality Cardiovascular Imaging*. 2019 May 22;36(6):1159–116

