

УДК 618.36:616.12

**В.П. Хохлов, Н.В. Протопопова, В.В. Малышев**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА В ОЦЕНКЕ АДАПТАЦИОННЫХ  
ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ МАТЕРИ ВО ВРЕМЯ  
БЕРЕМЕННОСТИ С ВЫСОКИМ АКУШЕРСКИМ РИСКОМ**

**ГУ НЦ МЭ ВСНЦ СО РАМН (Иркутск)  
ГОУ ДПО ИГИУВ (Иркутск)**

---

*Исследование регуляции сердечного ритма может быть использовано в оценке адекватности адаптивных реакций у женщин во время беременности. В исследовании беременных женщин с факторами риска и гестозом использовался метод кардиоритмографии для оценки срочной адаптации в различные сроки беременности. При развитии осложнений во время беременности усиливается симпатическая активность и формируется монополярный тип регуляции. Парасимпатический монополярный тип регуляции является предвестником срыва адаптационных процессов.*

**Ключевые слова:** кардиоритмограмма, гестоз, симпатический, парасимпатический тип регуляции, адаптация

**INVESTIGATION OF RHYTHM REGULATION IN EVALUATION OF ADAPTATIVE  
POSSIBILITIES OF MATERNAL CARDIOVASCULAR SYSTEM DURING PREGNANCY  
WITH HIGH OBSTETRICAL RISK**

**V.P. Khokhlov, N.V. Protopopova, V.V. Malishev**

**Scientific Center of Medical Ecology ESSC SB RAMS, Irkutsk  
Irkutsk State Institute of Physicians' Training, Irkutsk**

*Investigation of cardiac rhythm regulation can be used in evaluation of adaptative reactions adequacy in women during pregnancy. The method of cardiorythmography, used for evaluation of urgent adaptation in*

*various terms of pregnancy, was used in investigation of pregnant women with risk factors and gestosis. With developing complications during pregnancy sympathetic activity increases and monopolar type of regulation forms. Parasympathetic monopolar type of regulation is a precursor of adaptive processes failure.*

**Key words:** *cardiorhythmogram, gestosis, sympathetic, parasympathetic type of regulation, adaptation*

Адаптационные возможности представляют собой одно из фундаментальных свойств организма. Адаптация — это общебиологическая категория, она присуща всем живым системам [4, 7].

Современные знания и достижения патофизиологии определяют адаптацию как процесс. Как процесс, адаптация — это изменение реактивности. Как результат этого процесса, адаптация — это способность организма осуществлять нормальную жизнедеятельность, выполнять свои функции и поддерживать внутренний гомеостаз в условиях изменений внешней и внутренней среды и действия патогенных факторов [6]. Чтобы решить эти задачи, необходим запас функциональных резервов — информационных, энергетических и метаболических ресурсов, расходование которых сопровождается постоянным восполнением. Этот процесс происходит в интересах поддержания необходимого уровня функционирования основных систем организма [2]. Чем выше функциональные резервы, тем ниже степень напряжения этих структур, необходимая для поддержания гомеостаза. Это следует из понимания резервов как потенциальной способности тех или иных систем увеличивать интенсивность своей работы, а не как физического наличия запасов. Информационный, энергетический и метаболический ресурсы взаимосвязаны в единую приспособительную реакцию и имеют структурную основу [3].

Мобилизация на этапах срочной адаптации регулируется механизмами низшего звена, так называемой автономной системой регуляции. Стратегические задачи регулируются центральными механизмами. Если автономные механизмы регуляции не обеспечивают поддержания необходимого уровня функционирования отдельных систем, мобилизация стратегических резервов осуществляется центральными механизмами регуляции (нейрогуморальными). Важно отметить способность центральных механизмов регуляции обеспечивать реакции компенсации, то есть при недостатке функциональных резервов одной из систем активизировать расход функциональных резервов другой, связанной с ней системой, что позволяет достичь необходимого конечного результата другими путями.

С позиций теории функциональных систем, предложенной академиком П.К. Анохиным (1975), деятельность каждой функциональной системы направлена на достижение определенного полезного результата — жизненно значимого адаптивного показателя деятельности организма.

По мере развития беременности сердечно-сосудистая система и аппарат внешнего дыхания, понимаемые как «кардио-респираторная система», подвергаются воздействию комплекса гормональ-

ных и механических факторов. В этих условиях достижение режима оптимального функционирования обеспечивается включением адаптационных механизмов. С этих позиций беременность можно рассматривать как состояние адаптации систем организма женщины к проявлениям гормональной активности фето-плацентарной системы [8, 9].

Исследование сердечно-сосудистой системы, как маркера адекватности приспособительных реакций организма женщины представляется важным звеном оценки благоприятного развития беременности и может быть использовано в прогнозе развития сано- или патогенетических адаптационных процессов.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В обследовании приняли участие 166 женщин. Проведено формирование групп обследованных пациенток на основании наличия факторов риска развития гестоза. Диагноз «гестоз» устанавливался на основании анамнеза, клинических и лабораторных данных (повышение артериального давления, отеки, протеинурия, гипопроteinемия, гиперкоагуляция). Для обследования отбирались женщины с легкой степенью тяжести гестоза, критерии которого оценивались по общепринятой классификации МКБ-10. Контрольную группу составили женщины с физиологическим течением беременности без хронических заболеваний и отклонений со стороны сердечно-сосудистой и респираторной системы. В группе факторов риска учитывалось наличие хронических заболеваний сердечно-сосудистой, респираторной, мочевыделительной, эндокринной систем.

Группа женщин с факторами риска составила 45 беременных женщин; группа беременных с гестозом — 42 пациентки, контрольная группа — 79 пациенток.

Исследование проводилось в динамике по триместрам в 11 — 13 недель, 22 — 24 недели и 33 — 34 недели.

Для решения поставленных задач были сформированы базы данных. Обработка, анализ и предметное изучение материалов исследования проводилось с использованием программных средств, статистических пакетов: пакет «Статистика-6», «Биостат», регрессия в Excel [1].

Для изучения реакции сердечно-сосудистой системы проводился пассивный «tilt-test» с изменением положения тела из горизонтального в вертикальное под углом 60°. В исследовании использовался аппаратно-программный комплекс «Omega-system» (Россия).

Изучение регуляции автоматической активности сердечного ритма проводилось с использова-

нием математического анализа методом кардио-ритмографии (КРГ) по Р.М. Баевскому (1981). Запись проводилась в горизонтальном положении после 10-минутного отдыха в течение 2-х минут (> 100 сердечных комплексов) и через 7 мин. после изменения положения тела в 3-х стандартных отведениях. Анализ сердечного ритма производился с помощью скатерограммы, гистограммы и спектрального анализа быстрых и медленных волн, регулирующих сердечный ритм. На основании полученных графиков КРГ рассчитывались следующие параметры:

- мода (Мо) — наиболее часто встречающийся значение интервала R – R в 100 сердечных циклах;
- амплитуда моды (АМо) — частота выявления Мо в процентах от общего количества R – R интервалов;
- R – R разброс ( $\Delta R - R$ ) — разница между наибольшим и наименьшим интервалом R – R.

Для измерения степени напряжения регуляторных механизмов рассчитывался ряд интегральных показателей, в том числе индекс напряжения (ИН):  $ИН = АМо/2Мо \times \Delta R - R$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведённых исследований нами получены следующие данные.

Из представленных результатов видно, что в группе беременных с гестозом регистрируются низкие значения показателя активности механизмов вагусной регуляции (табл. 1). В контрольной группе значения находятся на нижней границе нормы (норма – 0,16–0,41). Эта тенденция сохраняется и по показателю активности механизмов гуморальной регуляции (фактор долгосрочной адаптации) (норма – 0,8–1,3). Из всех исследуемых групп наиболее высокие показатели определяются в контрольной группе, здесь же в подгруппах (по триместрам) получены достоверные различия по t-критерию, особенно в самих группах между 1 и 3 триместрами (значения t-критерия равны в группе факторов риска между первым и третьим триместром 3,1877, в контрольной группе соответственно – 4,4476). Наряду с этим достоверные различия получены между всеми триместрами, в группе с гестозом (значение t

между вторым и третьим триместрами равно 2,2001).

Активность механизмов симпатической регуляции завышена и наиболее выражена в группе женщин с гестозом – 68,36 (норма – 15–55). Высок также и индекс напряжения во всех группах, что понимается как проявление более выраженного напряжения регуляторных систем, особенно в группе пациенток с гестозом – 799,26 (норма – 15–180). Доля аperiодических влияний – это тонические колебания в организме, не связанные с дыхательными волнами – находится в пределах нормы во всех исследуемых группах (норма – 1,25–3,05). Но здесь была выявлена достоверная разница значений между группой с факторами риска и гестозом (t = 2,7706) и еще более выраженное различие между контрольной группой и пациентками с гестозом (t = 3,5386). Дисперсия амплитуды дыхательных волн находится в пределах нормы (норма – 0,018–0,054) во всех исследуемых группах и практически равна друг другу, но на порядок выше, чем в контрольной группе.

Результаты анализа полученных данных, характеризующие сердечную систему в исследуемых группах, отражены в таблице 2.

Приведённые данные показывают, что в группе женщин с гестозом имеет место повышение ЧСС (средняя величина – 95,21), по сравнению с группой факторов риска (средняя величина – 84,98) и контрольной группой (средняя величина – 82,57). Здесь нами была получена достоверная статистическая разница по t-критерию между группой с факторами риска и гестозом и контрольной группой, наиболее выраженная в последнем случае.

Известно, что повышение ЧСС во время беременности физиологически обусловлено. Это одно из физиологических механизмов компенсации повышенных требований к системе кровообращения матери – так называемая ритмо-инотропная зависимость. Таким способом достигается требуемое при беременности увеличение минутного объема крови. По данным А.П. Зильбера (1997), излишняя артериодилатация, а также дефект заполнения и перераспределения крови (жидкость из системы низкого давления (вены) не может сра-

Таблица 1

Сравнительная характеристика показателя теста «сердечный ритм»

Признаки	1 группа – беременные с факторами риска (n = 45)	2 группа – беременные с гестозом лёгкой степени (n = 42)	3 группа – контрольная (n = 79)	t-критерий, p < 0,001
Активность механизмов вагусной регуляции	0,14 ± 0,001	0,11 ± 0,008	0,16 ± 0,009	
Активность механизмов гуморальной регуляции	0,72 ± 0,01	0,64 ± 0,01	0,73 ± 0,01	t = 2,3155–6,0591
Активность механизмов симпатич. регуляции	60,13 ± 2,92	68,36 ± 3,40	58,16 ± 2,40	
Индекс напряжения	502,64 ± 62,47	799,26 ± 25,83	458,58 ± 54,07	
Доля аperiодических влияний	2,27 ± 0,10	2,36 ± 0,10	1,94 ± 0,06	t <sub>2-3</sub> = 3,5386 t <sub>1-2</sub> = 2,7706
Дисперсия амплитуды дыхательных волн	0,01 ± 0,001	0,01 ± 0,001	0,02 ± 0,001	

**Таблица 2**  
**Сравнительный анализ показателей, характеризующих текущее состояние сердечной системы в исследуемых группах**

Признаки		1 группа беременные с факторами риска (n = 45)		2 группа беременные с гестозом лёгкой степени (n = 42)		3 группа контрольная (n = 79)		t-критерий p < 0,001
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	
ЧСС		84,98 ± 1,88		95,21 ± 2,51		82,57 ± 1,65		t <sub>2-3</sub> = 4,3268 t <sub>1-2</sub> = 3,2882
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	
Ритм	Синусовая аритмия	26	57,8	25	59,5	53	67,1	t = 2,0344–3,5558
	Ригидный	7	15,6	6	14,2	6	7,6	
	Умеренное нарушение автоматизма	1	2,2	3	7,2	6	7,6	
	Стабильный	11	24,4	8	19,1	14	17,7	
Вегетативный баланс	Норма	12	26,6	4	9,5	26	32,9	
	Симпатикотония	27	60,1	35	83,3	42	53,1	
	Парасимпатикотония	–	–	–	–	3	3,8	
	Амфотония	6	13,3	3	7,2	8	10,2	
Состояние механизмов регуляции	Норма	10	22,2	4	9,5	25	31,6	
	Мобилизация	9	20,0	3	7,2	13	16,4	
	Напряжение	9	20,0	11	26,2	21	26,6	
	Перенапряжение	14	31,1	19	45,2	17	21,6	
	Дисфункция	3	6,7	5	11,9	3	3,8	
Адаптация к внешним воздействиям	Удовлетворительная	20	44,5	5	11,9	31	39,3	
	Затруднённая	22	48,8	32	76,2	44	55,6	
	Напряжение	–	–	–	–	3	3,8	
	Срыв	3	6,7	5	11,9	1	1,3	
Функциональный резерв	Норма	14	31,1	4	9,5	21	26,6	
	Низкий	30	66,7	38	90,5	51	64,5	
	Высокий	1	2,2	–	–	7	8,9	

зу же перераспределиться в систему высокого и среднего давления – артерии и артериолы) стимулирует увеличение сердечного выброса. Решение достигается, в том числе, и увеличением ЧСС.

Учитывая тот факт, что в обследование были включены только женщины с лёгкой формой гестоза, когда система кровообращения ещё не приведена к критическому состоянию и имеются только начальные нарушения, для поддержания на должном уровне перфузионного давления и стимулируются данные адаптационные механизмы.

Если этого становится недостаточно, включаются другие более энергоёмкие механизмы компенсации, которые и приводят к тяжёлым проявлениям гестоза. К ним относятся повышение АД, увеличение общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС). Таким образом, можно предположить, что тенденция к увеличению ЧСС выше 90 ударов в минуту может служить прогностическим признаком развития гестоза.

Ведущая роль в регуляции адаптационных реакций, направленных на сохранение беременно-

сти и вынашивания плода, принадлежит вегетативной нервной системе. Данные, полученные при изучении вегетативной регуляции у женщин во время беременности, методом математического анализа ритма сердца, показывают, что ритм сердца является своеобразным индикатором нейровегетативной регуляции и позволяет качественно оценивать состояние симпатического и парасимпатического отделов. Однако результаты этих исследований достаточно противоречивы. У беременных с гестозом лёгкой степени наблюдается усиление вагусной активности. По мере нарастания тяжести гестоза влияние парасимпатического отдела усиливается, вплоть до генерализации, или отмечается уменьшение смешанных типов вегетативного реагирования. Увеличивается проявление монополярного типа регуляции, как с активацией симпатического либо парасимпатического отделов ВНС. Причём в последнем случае отмечается наиболее неблагоприятное течение беременности и её исходов для матери и плода (рис. 1, 2).

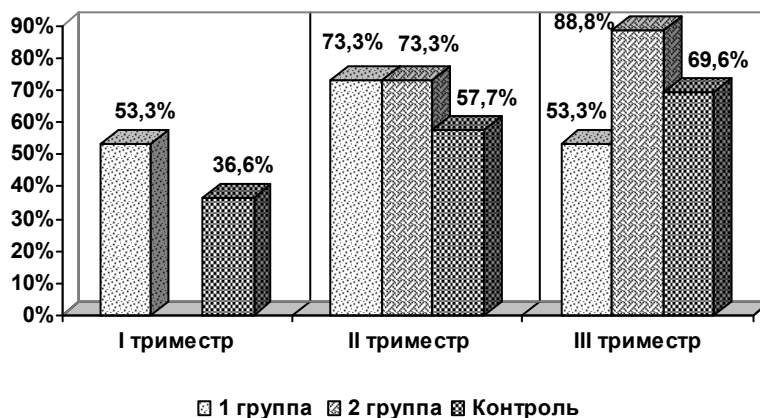


Рис. 1. Распределение доминирующей симпатикотонии в исследуемых группах по триместрам.

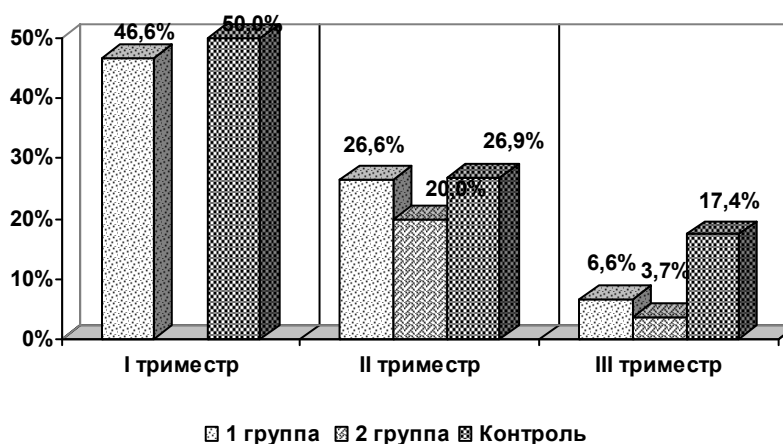


Рис. 2. Распределение нормального типа регуляции в исследуемых группах.

Результаты данного исследования выявили преобладающий симпатический тип регуляции во втором триместре в группе беременных с факторами риска и гестозом — 73,3 %. В третьем триместре доминирующая симпатическая активность значительно чаще встречалась в группе беременных женщин с гестозом — 88,8 %.

Координированное влияние отделов ВНС в группе с гестозом было зарегистрировано лишь в 9,5 % случаев. Это значительно меньше, чем в остальных группах.

Таким образом, рассматривая беременность в целом как стресс, можно предположить, что усиление активности симпатического отдела ВНС является показателем адекватной адаптивной реакции организма матери, направленной на мобилизацию и обеспечение его энергетическим ресурсом. С этих позиций вполне понятно, что чем выше функциональный резерв, тем ниже степень напряжения этих механизмов, необходимая для достижения адекватной адаптации.

Как видно из таблицы 2, состояние перенапряжения в большей степени отмечается в группе пациентов преэклампсии — 45,2 %. В группе с факторами риска — 31,1 %, в контрольной же группе

перенапряжение наблюдается в 21,6 % случаев. Дисфункция механизмов регуляции (по сути, срыв механизмов) также значительно чаще отмечается в группе беременных женщин с гестозом — 26,2 %.

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают, что при развитии осложнений во время беременности в значительной степени усиливается напряжение адапционных процессов в организме матери, проявляющееся усилением симпатической активности и формированием монополярного (симпатического) типа регуляции сердечного ритма. Истощение функциональных резервов приводит к срыву регуляции и неспособности формирования адекватных адаптивных реакций со стороны сердечно-сосудистой системы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алфёрова М.А. Примеры практической работы с Excel / М.А. Алфёрова, И.М. Михалевич, И.М. Рожкова, А.Е. Сыклен // Учебно-методическое пособие — Иркутск: ИГИУВ, 2001. — 41 с.
2. Баевский Р.М. Адаптационный потенциал системы кровообращения и вопросы донозологической диагностики / Р.М. Баевский // Проблемы

адаптации детского и взрослого организма: Под ред. проф. Р.Р. Ширяева. М.: Медицина, 1990. — 367 с.

3. Гаркави Л.Х. Антистрессорные реакции активации. Активационная терапия. Реакция активации, как путь к здоровью через процессы саморегуляции / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, Т.С. Кузьменко. — М.: ИМЕДИС, 1998. — 656 с.

4. Зайко Н.Н. Патологическая физиология / Н.Н. Зайко, Л.Я. Данилова, Ю.В. Быця, В.А. Горбана, В.А. Мхеева и др. — Киев: Лого, 1996. — 575 с.

5. Зильбер А.П. Акушерство глазами гинеколога / А.П. Зильбер, Е.М. Шифман. — Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского университета, 1997. — 397 с.

6. Крыжановский Г.Н. Дизрегуляционная патология. Руководство для врачей и биологов / Под ред. Г.Н. Крыжановского. — М.: Медицина, 2002. — 632 с.

7. Парин В.В. Введение в медицинскую кибернетику / В.В. Парин, Р.М. Баевский — М.: Медицина, 1966. — С. 220.

8. Eneroth E. Preeclampsia and maternal heart rate variability / E. Eneroth, N. Storck // Gynecol. Obstet. Invest., Sweden. — 1998. — Vol. 45(3). — P. 170—173. PMID: 9565140 [PubMed — indexed for MEDLINE].

9. Pagani M. Heart rate variability and pregnancy / M. Pagani // J. Hypertens. — 2002. — Nov., Vol. 20 (11). — P. 2125—2126. PMID: 12409943 [PubMed-for MEDLINE].