

*О.М. ДАЦОК*, канд. техн. наук, доц. ХНУРЭ (г. Харьков),  
*С.А. КРАСНИКОВА*, аспирантка каф. БМЭ ХНУРЭ (г. Харьков)

## **СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ДИАГНОСТИКЕ ГЕМОДИНАМИКИ БЕРЕМЕННЫХ С НАРУШЕНИЯМИ РАБОТЫ СЕРДЦА**

Рассмотрены особенности рефлекторных изменений дыхательных движений и сердечных сокращений, сопровождающихся повышением давления в лёгочной артерии малого круга кровообращения. Предложен подход к оцениванию давления малого круга кровообращения с помощью регистрации частоты сердечных сокращений и частоты дыхательных движений, который позволяет повысить возможности экспресс-диагностики сердечно-сосудистой системы беременных. Ил.: 3. Табл.: 2. Библиогр.: 8 назв.

**Ключевые слова:** гемодинамика беременных, давление, лёгочная артерия, экспресс-диагностика.

**Постановка проблемы.** Знание влияния заболеваний сердечно-сосудистой системы на течение беременности и развитие плода, а также знание влияния самой беременности на сердечно-сосудистую систему позволяют правильно вести разрешенную беременность, сохранить здоровье женщины и получить здоровое потомство. Своевременная диагностика и профилактика функциональных нарушений в деятельности сердечно-сосудистой системы у беременных в значительной степени зависят от эффективности применяемых методов исследования. Ограниченность традиционных методических возможностей при изучении активности сердечно-сосудистой системы на основе анализа доступных физиологических сигналов делают необходимым поиск более чувствительных и информативных диагностических критериев.

**Анализ литературы.** Измерение артериального давления (АД) любым неинвазивным методом – аускультативным, осциллометрическим – это золотой стандарт. Однако, следует отметить, что при современном понимании задач системы кровообращения этот показатель недостаточно информативен в исследовании таких процессов, как органный и мозговой кровотоки, функциональная производительность сердца, уровень волегии [1, 2]. Измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС) так же, как и АД, не требует больших затрат и может измеряться как пальпаторно, так и аппаратно по кривой ЭКГ. Этот параметр в сочетании с другими может давать целостную картину состояния гемодинамики и при непрерывном автоматическом измерении может эффективно выявлять аритмии [3]. Одним из самых обязательных и эффективных методов исследования динамики сердца и диагностики режима его функционирования для пациенток с подозрением на сердечно-сосудистое заболевание является метод электрокардиографии, который позволяет произвести анализ последовательности возникновения потенциалов, регистрируемых от волокон различных отделов сердца и дать наиболее точные сведения о пути и скорости распространения волны возбуждения [4]. В

настоящее время широко используемым методом является метод биоимпедансометрии. Этот метод, используя методики либо интегральной реографии по Тищенко, либо тетраполярной реографии по Кубичеку, позволяет получать реографическую кривую торакального кровотока и расчетные данные по ударному объёму (УО), минутному объёму крови (МОК), систолическому индексу (СИ). Современное программное обеспечение позволяет получать данные, которые максимально приближены к данным, полученным путем инвазивных измерений [5, 6]. Однако, несмотря на неопровержимые преимущества вышеперечисленных методов, неизвестным остается довольно важный показатель – давление малого круга кровообращения. Увеличение этого параметра свидетельствует об усиленной работе правого желудочка, которая сопровождается увеличением частоты сердечных сокращений и дыхательных движений, что в результате позволяет оценить состояние беременной женщины как критическое [7]. Для оценки параметров гемодинамики и состояния здоровья беременных женщин целесообразно использование интегральных показателей изменений частоты дыхательных движений, сердечных сокращений, артериального давления, в том числе и значения давления малого круга кровообращения [8].

**Цель статьи** – оценить возможности инструментальных методов исследования с целью повышения эффективности применения комплексного показателя диагностики основных параметров сердца, необходимого для обоснования новых подходов к диагностике структурно-функциональных изменений сердечно-сосудистой системы беременных женщин, позволяющие качественно определить состояние здоровья и степень риска заболевания.

**1. Физиологические изменения сердечно-сосудистой системы беременных.** На сегодняшний день, если говорить об индексе здоровья беременных, то в лучшем случае 40% всех беременных женщин вынашивают беременность без осложнений, то есть без токсикозов беременных и без экстрагенитальных заболеваний [7].

Ведение беременности и родов у женщин с заболеваниями сердца – настоящее искусство, требующее совместных и скоординированных усилий акушера-гинеколога и кардиолога, поскольку это состояние предъявляет повышенные требования к сердечно-сосудистой системе будущей мамы. Это вызвано изменениями, которые обусловлены сосуществованием двух организмов – матери и плода. Говоря о сочетании болезней сердца и сосудов с беременностью необходимо отметить, что беременность и обусловленные ею изменения кровообращения, обмена веществ, массы тела, водно-солевого обмена требуют от сердца усиленной работы и нередко отягощают течение сердечно-сосудистого заболевания. Все эти изменения связаны с тем, что у беременной женщины появляется дополнительное кровообращение – маточно-плацентарный кровоток – соответственно изменяются нагрузки на сердце. Увеличенные нагрузки зависят от вида патологии и от того, как сердце справляется с

возложенной на него задачей.

Основой правильного ведения и лечения таких беременных является точная диагностика, учитывающая причину заболевания.

**2. Особенности диагностики сердечно-сосудистой системы у беременных женщин.** Современная медицина обладает достаточно эффективными методиками, позволяющими вычислить степень риска, связанного с беременностью и родами у женщин с заболеваниями сердца. Проведенные исследования дали основания утверждать, что мониторинг состояния здоровья беременных должен быть максимально полным и включать следующие параметры: артериальное давление, частоту сердечных сокращений, электрокардиограмму, минутный объем крови, общее периферическое сопротивление сосудов. Состояние сосудистой стенки артериальных сосудов отображают пульсовые колебания. Характер пульса зависит от деятельности сердца и состояния артерий. Этот показатель отображает силу сокращения сердца, прилив крови в артериальную систему, сопротивление и эластичность периферических сосудов. Одним из эффективных методов исследования динамики сердца и диагностики режима его функционирования для пациенток с подозрением на сердечно-сосудистое заболевание является метод электрокардиографии. Достоинство ЭКГ заключается в возможности анализа последовательности возникновения потенциалов, регистрируемых от волокон различных отделов сердца, что позволяет получить наиболее точные сведения о пути и скорости распространения волны возбуждения. В настоящее время широко используемым методом является метод биоимпедансометрии. Этот метод, используя методики либо интегральной реографии по Тищенко, либо тетраполярной реографии по Кубичеку, позволяет получать реографическую кривую торакального кровотока и расчетные данные по УО, МОК, СИ. Современное программное обеспечение позволяет получать данные, которые максимально приближены к данным, полученным путем инвазивных измерений [4, 5]. Эти методы безвредны и помогают объективно оценить состояние полостей и клапанов, электрическую активность сердца, осуществить регистрацию колебаний пульсовой волны и оценить кровоток.

Синхронная регистрация стандартных физиологических показателей позволяет максимально точно оценить состояние сердечно-сосудистой системы беременных и определить степень риска заболевания.

**3. Повышение информативности методов диагностики гемодинамики беременных по основному критерию.** Функциональное значение сосудистой системы малого круга кровообращения (рис. 1) состоит в обеспечении газообменной функции легких, тогда как бронхиальные сосуды удовлетворяют собственные циркуляторно-метаболические потребности легочной ткани.



Рис. 1. Схема малого круга кровообращения

У беременной с нарушениями сердечно-сосудистой системы давление в легочных сосудах соответствует значениям:

- систолическое давление в легочной артерии – 20 мм.рт.ст.;
- диастолическое давление - 9 мм.рт.ст.;
- среднее давление – 13 мм.рт.ст.

На рис. 2 приведено графическое изображение соотношения давлений крови в малом круге кровообращения. Линия ABC соответствует нормальному протеканию процессов в малом круге кровообращения (движение крови от А к В, затем к С). Линия  $A_1B_1C_1$  соответствует повышению давления в малом круге кровообращения, что сопровождается усиленной работой правого желудочка, увеличением ЧСС и частоты дыхательных движений (ЧДД).

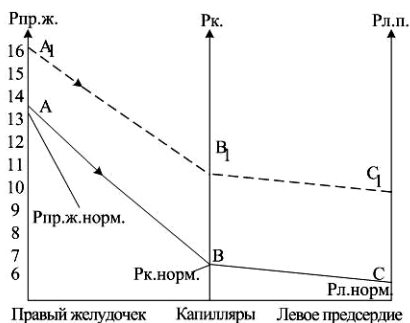


Рис. 2. Соотношение давлений крови в малом круге кровообращения (в мм.рт.ст.)

Левожелудочковая недостаточность приводит к переполнению вен малого круга и повышению в них давления крови. На графике линия BC перемещается вверх в положение  $B_1C_1$ ;  $R_{пр.ж.}$  – давление крови в начале артериального отдела малого круга кровообращения;  $R_{л.п.}$  – давление крови у левого предсердия (конечный пункт венозного отдела малого круга кровообращения);  $R_{к.}$  – давление крови в капиллярах. На рис. 2 избыточное давление крови в капиллярах малого круга кровообращения выражено

отрезком ВВ<sub>1</sub>. Избыточное давление крови в капиллярах малого круга кровообращения в действительности оказывают сильное влияние на дыхание человека – появляется обильная жидкая мокрота, удушье, правый желудочек работает сильнее нормы.

Между кровообращением и дыханием существует тесное функциональное взаимодействие, направленное на удовлетворение потребностей организма в кислороде. Установлено, что под влиянием 5 – 10 максимально глубоких и частых дыхательных движений происходит быстрое снижение альвеолярной углекислоты, а также ее количества в артериальной крови. Затем следуют падение тонуса периферических сосудов и депонирование в них крови, падение артериального и пульсового давлений, рост венозного давления, изменение коронарного кровообращения и кровообращения головного мозга, ЧСС. Рефлекторные изменения частоты дыхательных движений и сердечных сокращений сопровождаются повышением давления в легочной артерии малого круга кровообращения. Величина этих изменений зависит от состояния ССС и ее способности справляться с возникшими неблагоприятными условиями функционирования.

Таблица 1

Контрольные значения вегетативных показателей для беременных

ЧДД	ЧСС	Состояние артериального отдела малого круга кровообращения
16-17	60-80	нормотония
15 и менее	60 и менее	гипотония
18 и более	80 и более	гипертония

Выяснение математических закономерностей взаимоотношений вегетопоказателей позволит численными методами выяснять, какие из систем организма вышли за рамки нормального функционирования, разработать методы влияния на эти системы и режимы мониторинга. Проведён статистический анализ с вычислением статистических характеристик рядов значений и взаимодействия математических значений этих физиологических показателей (табл. 2).

Таблица 2

Статистические характеристики рядов значений ЧСС и ЧДД

Статистический показатель	ЧСС	ЧДД
Количество наблюдений	120	120
Мода	84	35
Максимум	105	75
Минимум	48	17
Дисперсия	93,3	96,2
Асимметрия распределения	- 0,5	1,5
Экссесс	0,8	3,5

Табл. 2 показывает, что организм человека склонен к спонтанной брадикардии и тахипноэ. Об этом говорит отрицательная асимметрия распределения у пульса и положительная у частоты дыхательных движений.

Для выяснения математических характеристик физиологического взаимодействия пульса и частоты дыхательных движений была построена зависимость значений пульса относительно частоты дыхательных движений (рис. 3).

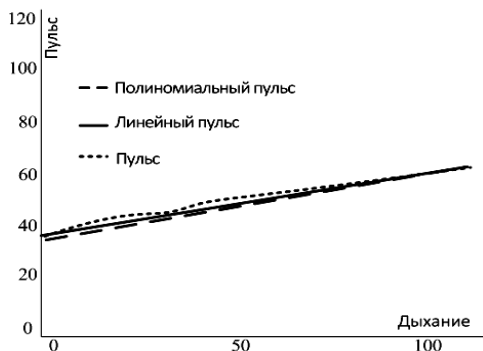


Рис. 3. Зависимости значений пульса относительно частоты дыхания

При этом на область диаграммы была наложена линия квадратного тренда и прямая сглаживающая линия, на которые выводились уравнение аппроксимации и коэффициент аппроксимации.

В результате проведенных вычислений определили, что пульс и частота дыхательных движений прямо пропорциональны друг другу.

**Выводы.** На основе экспериментальных исследований показана возможность оценки показателя давления малого круга кровообращения, который является одним из самых важных критериев оценивания состояния сердечно-сосудистой системы беременных, с помощью синхронной регистрации ЧСС, ЧДД и стандартных физиологических показателей.

По результатам исследований можно сделать вывод, что при ЧСС = 60 – 80 уд./мин. ЧДД составляет 16 – 17 движ./мин., что соответствует нормотоническому состоянию; давление малого круга кровообращения понижено, что соответствует гипотонии, при ЧСС  $\leq$  60 уд./мин., ЧДД  $\leq$  15 движ./мин.; прогностически неблагоприятная величина наблюдается при ЧСС  $\geq$  80 уд./мин., ЧДД  $\geq$  18 движ./мин., что соответствует гипертонии в артериальном отделе малого круга кровообращения.

Практическое значение полученных результатов заключается в том, что на основе теоретических исследований с целью достоверного определения

гемодинамических показателей предложена методика оценки давления в легочных артериях малого круга кровообращения с помощью регистрации ЧСС и ЧДД, которая позволяет не только воссоздавать известные физиологические закономерности, но может быть использована при диагностике сердечно-сосудистых заболеваний у беременных.

**Список литературы:** 1. *Виноградова Т.С.* Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы: [Справочник] / *Т.С. Виноградова*. – М.: Медицина, 1986. – 416 с. 2 *Уайт Поль Д.* Ключи к диагностике и лечению болезней сердца / *Поль Д. Уайт*. – М.: Медицинская литература, 2002. – 190 с. 3. *Дощицин В.Л.* Практическая электрокардиография / *В.Л. Дощицин*. – М.: Медицина, 1987. – 336 с. 4. Клиническая кардиология: В 3 т. / *Под. ред. Амосова Е.Н.* – К.: Здоровье, 2002. – Т. 1–2. 5. *Яковлев В.Б.* Диагностика и лечение нарушений ритма сердца: Пособие для врачей / *В.Б. Яковлев*. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003. – С. 168–200. 6. *Силиберто К.Ф.* Физиологические изменения, связанные с беременностью / *К.Ф. Силиберто, Г.Ф. Маркс*. – М.: Мир, 1996. – С. 284–315. 7. *Макаров О.В.* Особенности центральной гемодинамики у беременных с артериальной гипертензией / *О.В. Макаров, Н.Н. Николаев, Е.В. Волкова* // *Акушерство и гинекология*. – 2003. – № 4. – С. 18–22. 8. *Красникова С.А.* Особенности экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы беременных / *С.А. Красникова* // Тезисы XIII Международного молодёжного форума "Радиоэлектроника и молодёжь в XXI веке". – Харьков: ХНУРЭ, 2009. – С. 259.

*Статья представлена доктором физ.-мат. наук, проф. Бых А.И.*

УДК 621.391.833

**Сучасний підхід до діагностики гемодинаміки вагітних з порушеннями роботи серця / Дато́к О.М., Краснікова С.О.** // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2010. – № 31. – С. 80 – 86.

Розглянуті особливості рефлекторних змін дихальних рухів і серцевих скорочень, що супроводжуються підвищенням тиску в легеневій артерії малого кола кровообігу. Запропонований підхід до оцінювання тиску малого кола кровообігу за допомогою реєстрації частоти серцевих скорочень і частоти дихальних рухів, який дозволяє підвищити функціональні можливості медичних приладів і систем при експрес-діагностики стану серцево-судинної системи вагітних. Лл.: 3. Табл.: 2. Бібліогр.: 8 назв.

**Ключові слова:** гемодинаміки вагітних, тиск, легенева артерія, експрес-діагностика.

UDC 621.391.833

**Modern approach to diagnosis hemodynamic pregnant violations of the heart / Datsok O.M., Krasnikova S.A.** // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2010. – №. 31. – P. 80 – 86.

Considered features of reflex changes of respiratory motions and heart-throbs which are accompanied the increase of pressure in the pulmonary artery of small circle of circulation of blood. Offered approach near the evaluation of pressure of small circle of circulation of blood by registration of frequency of heart-throbs and frequency of respiratory motions, which allows to promote functional possibilities of biomedical devices and systems at rapid diagnosis of the state of the cardiovascular system of pregnancy. Figs.: 3. Tabl.: 2. Refs.: 8 titles.

**Key words:** hemodynamics of pregnant, pressure, pulmonary artery, rapid diagnosis.

*Поступила в редакцію 05.05.2010*