

УДК: 618.5-089.888.61-089.5-07

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА ДАННЫХ МОНИТОРИНГА КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ КЛАСТЕРОМ ПРИ КЕСАРЕВОМ СЕЧЕНИИ С ОПИАТНОЙ АНАЛГЕЗИЕЙ

© А. Г. Киселев<sup>1</sup>, Ю. М. Коростелев<sup>1</sup>, О. Н. Аржанова<sup>1</sup>, Р. В. Капустин<sup>1</sup>, П. А. Рыбальченко<sup>2</sup>,  
А. В. Тушина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта», Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский Государственный Медицинский Университет им. академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург

■ Исследование регуляции системы дыхания и кровообращения, проведенное современным методом математического многомерного корреляционного анализа (кластерного анализа) данных мониторинга кардиореспираторной системы, показало изменение адаптации и регуляции после опиатной анальгезии при кесаревом сечении.

■ **Ключевые слова:** кластерный анализ; многомерный корреляционный анализ; кардиореспираторная система; опиаты; кесарево сечение; регуляция функциональных систем.

## NEW TECHNOLOGY OF ANALYSIS OF MONITORING DATA CARDIORESPIRATORY SYSTEM USING CLUSTER FOR CAESAREAN SECTION WITH OPIATE ANALGESIA

© A. G. Kiselev<sup>1</sup>, Yu. M. Korostelev<sup>1</sup>, O. N. Arzhanova<sup>1</sup>, R. V. Kapustin<sup>1</sup>, P. A. Rybal'chenko<sup>2</sup>,  
A. V. Tushina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>D. O. Ott Research Institute for Obstetrics and Gynecology, Saint Petersburg, Russia;

<sup>2</sup>I. P. Pavlov State Medical University, Saint Petersburg, Russia

■ The research of the regulation of respiratory and hemodynamic systems, conducted by modern methods of multivariate correlation analysis (cluster analysis) data monitoring cardiorespiratory system, showed a change of adaptation and regulation after cesarean section with opiate analgesia.

■ **Key words:** cluster analysis; multivariate correlation analysis; cardiorespiratory system; opiates; caesarean section; regulation of functional systems.

### Актуальность и научная новизна

В современной анестезиологии мониторинг витальных функций включает все большее число параметров, интерпретация которых в реальном времени затруднительна и порой малоэффективна. Анализ работы функциональных систем организма, оценка степени напряженности систем регуляции адаптации и их своевременная коррекция как медикаментозными средствами, так и регуляцией параметров вентиляции газообмена, изменением нагрузки на систему кровообращения при инфузионной терапии и влиянием опиатных анальгетиков на системы жизнеобеспечения представляют значительный научный интерес и до настоящего времени практически не исследовались. Принципы функциональных систем, заложенные П. К. Анохиным, не могли быть реализованы без мощной компьютерной оценки значимости и взаимосвязи показателей, включающих в себя более 68 параметров оценки функции кардиореспираторной системы. Кластерный анализ относится к сложным методам многомерной статистической обработки на основе корреляционной связи

[1, 2, 3]. Он включает в себя масштабирование параметров и выявление минимальной локальной связи [2, 4, 5]. Применение этого метода стало возможным только при использовании специальных пакетов статистических программ мощных компьютеров и современных ЭВМ. Являясь элементом математического моделирования процесса [1, 3], он включает, помимо статистической обработки, обязательную логическую трактовку полученных данных, т. е. модель искусственного интеллекта [3, 4, 5], хотя и с обязательной коррекцией выводов специалистом в области анестезиологии и реаниматологии [4, 5].

### Материал и методы

Исследовано 1786 женщин перед операцией кесарева сечения проводимой в плановом порядке, во время операции, проводимой под общей комбинированной анестезией с ИВЛ по общепринятой методике, с использованием после извлечения ребенка опиатов, и в послеоперационном периоде, в течение первых суток, на фоне обезболивания опиатными анальгетиками. Группу соматически

здоровых женщин составили 560 женщин с доношенной беременностью, группу с гестозом средней степени — 645 человек, причем гестоз не являлся основным показанием к родоразрешению, 581 женщина составила группу с диабетом первого типа. Исследования проводились в течение 7 лет. Использовались мониторинг витальных функций, реография, капнография с маневром возвратного дыхания, спирометрия, помимо реографических исследований гемодинамики, применялся непрямой принцип Фика при капнографии для расчета минутного объема кровообращения. Общестатистическими методами проводился расчет средней величины моды, медианы формы распределения, стандартного отклонения, корреляционные взаимодействия показателей рассчитывались по Пирсону, что относилось к подготовке базы данных. Обработывая базу данных на современных вычислительных машинах, мы использовали иерархический кластер в виде дендрограммы, производящей группировку показателей по иерархии корреляционной связи с последовательным присоединением показателей по мере увеличения силы связи в многомерном пространстве. Для реализации этого принципа была проведена поэтапная подготовка базы данных.

Все показатели на 1-м этапе логически и клинически распределили на следующие группы:

- 1-я, характеризующая антропометрию: возраст, рост, вес, площадь поверхности тела, вес ребенка, величина кровопотери, должный основной обмен (ДОО), должный минутный объем дыхания (ДМОД), должная жизненная емкость легких (ДЖЕЛ), должный минутный объем кровообращения (ДМОК);
- 2-я, характеризующая внешнее дыхание, легочные объемы, вентиляцию: частота дыхания, фракционная концентрация  $O_2$  и  $CO_2$  в выдыхаемом воздухе, фракционная концентрация  $CO_2$  и  $O_2$  в альвеолярном газе, дыхательный объем (ДО), функционально мертвое пространство (ФМП), минутный объем дыхания (МОД), выделение  $CO_2$  за минуту, поглощение  $O_2$  за минуту, отношение МОД/ДМОД, альвеолярный объем (АО);
- 3-я, характеризующая газообмен: фракционное содержание  $CO_2$  в артериальной и венозной крови, парциальное давление  $CO_2$  и  $O_2$  в альвеолярном газе, парциальное давление  $CO_2$  в смешанной венозной крови, концентрация  $CO_2$  в венозной и артериальной крови, венозно-артериальная разность по  $CO_2$ , коэффициент использования кислорода, дыхательный коэффициент (ДК), эффективность вентиляции и дыхания, фактический основной обмен;
- 4-я группа, характеризующая гемодинамику: частота сердечных сокращений, систолическое АД, систолическое АД на правой и левой руках, диастолическое АД, диастолическое АД на левой и правой руках, пульсовое давление, среднее гемодинамическое давление, минутный объем кровообращения (МОК), систолический объем (СО), сердечный индекс (СИ), отношение МОК/ДМОК, общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС), удельное периферическое сосудистое сопротивление (УПСС);
- 5-я группа, характеризующая соотношение вентиляции и кровообращения: частота дыхания, пульс, МОД, МОК, выделение  $CO_2$  за минуту, систолическое АД, поглощение  $O_2$  за минуту, диастолическое АД, ДО, СО, ОПСС, венозно-артериальный градиент  $CO_2$ .

На втором этапе все показатели подвергали парному корреляционному анализу. Каждый показатель последовательно коррелировали со всеми имевшимися показателями и, чтобы предотвратить мультиколлинеарность, из анализа исключали пары с отсутствием связи = 0 и пары с функциональной связью =  $\pm 1$ . На сочетание этих пар наложен запрет, и они были выведены из каждой из 5 групп.

На третьем этапе проводили кластер-сортировку для проверки логической правомерности объединения показателей группы, т.е. проверяли соответствие выделенных групп цели: характеризовать кардиореспираторную систему. Проверку осуществляли методом масштабирования и направленности (по знакам «+», «-») в динамике изменений критерием однородности показателей и по структуре функциональной зависимости. Проверку проводили как внутри выделенных групп для исключения чуждых и случайных показателей, так и в режиме математического подбора оптимальных составляющих групп по заданной цели (пробная кластеризация).

Проведенный анализ показал, что 5-я группа не подвергается кластеризации ввиду отсутствия четкой структуры связей, т.е. ее формирование оказалось необоснованным. Это означает, что клинически невозможно влиять на систему дыхания путем изменения функции кровообращения, и наоборот. Система дыхания и система кровообращения имеют независимую друг от друга регуляцию. По состоянию системы дыхания невозможно дать прогноз о состоянии системы кровообращения, и наоборот, т.е. показатели взаимно не информативны, и показатели системы дыхания нельзя использовать для мониторинга адекватности показателей системы кровообращения.

Проведенный анализ рекомендовал включить 1-ю группу показателей как составляющую во 2-ю, а часть показателей 2-й группы включить в 3-ю группу, т.е. в ходе анализа произошла математически обоснованная коррекция логической группировки показателей, которая показала, в частности, что данные антропометрии значительно влияют на функцию внешнего дыхания. Нельзя рассматривать вентиляцию отдельно от газообмена; легочные объемы, вентиляция, газообмен представляют собой единую функциональную систему внешнего дыхания.

Объединение кластерного и клинического подходов в группировке показателей позволило выделить 3 группы показателей.

1-я группа — показатели, влияющие на эффективность вентиляции: возраст, рост, вес, вес плода, кровопотеря при операции, площадь поверхности тела, ДОО, частота дыхания, МОД, ДО, поглощение  $O_2$  за минуту, ФМП, ДЖЕЛ, ДМОД, МОД/ДМОД, альвеолярный объем, фракционная концентрация  $CO_2$  в выдохнутом воздухе, фракционная концентрация  $CO_2$  в альвеолярном газе, фракционная концентрация  $CO_2$  в венозной крови, фракционная концентрация  $O_2$  в выдыхаемом воздухе.

2-я группа — показатели, влияющие на эффективность газообмена: парциальное давление  $CO_2$  в альвеолярном газе или артериальной крови, парциальное давление  $CO_2$  в венозной крови,  $PeCO_2$ ,  $P_AO_2$ ,  $CaCO_2$ , концентрация  $CO_2$  в венозной крови, венозно-артериальная разность концентрации  $CO_2$ , выделение  $CO_2$  за минуту, поглощение  $O_2$  за минуту, КИО<sub>2</sub>, дыхательный коэффициент, эффективность дыхания.

3-я группа — показатели, влияющие на эффективность кровообращения: частота сердечных сокращений, систолическое АД на правой руке, диастолическое АД на правой руке, систолическое АД на левой руке, диастолическое АД на левой руке, систолическое АД, диастолическое АД, пульсовое давление, МОК, ДМОК, СО, СИ, ОПСС, УПСС.

Проведенная кластеризация показала, что на достоверность уровней связей в выделенных группах объединились практически все показатели, т.е. группировка по признакам влияния на эффективность вентиляции, эффективность газообмена и эффективность гемодинамики вполне обоснована. Внутри этих групп выделена стойкая система взаимовлияния показателей. Это позволило выделить 3 подсистемы регуляции:

- 1-я: функциональная система адаптации внешнего дыхания, во многом зависящая от показателей антропометрии;
- 2-я: функциональная система адаптации газообмена;

- 3-я: функциональная система адаптации кровообращения.

Общим для всех выделенных функциональных систем является следующее. До операции на достоверном уровне связи ( $p=0,05$ ) произошло объединение всех параметров в рамках выделенных функциональных систем. При этом внутри каждой кластерной системы образовалось несколько ядер, объединяющих параметры с сильной корреляционной связью равной 0,76–0,96. Эти ядра с высоким коэффициентом корреляции представляют собой системы «диагностических показателей» пригодных для мониторинга, а воздействие на них является сферой влияния симптоматической терапией. Доля показателей, входящих в эти ядра, составляет до операции от 30 до 40% от числа всех показателей в кластере.

Внутри каждой кластерной системы образовались ядра, объединяющие параметры на уровне средней корреляционной связи равной 0,42–0,75. Доля показателей, входящих в эти ядра, составляет 60–70% от числа всех показателей кластера. Ядра со средней величиной корреляционной связи представляют собой системы последовательно связанных между собой показателей, которые целесообразно использовать как симптомокомплекс и оценивать по ним направленность и характер процесса адаптации системы, т.е. эти показатели образуют систему синдромной диагностики, а воздействие на них вызывает последовательное изменение функции, следовательно, относится к патогенетической терапии.

После операции кесарева сечения структура кластеров меняется. Показатели объединяются в кластер на достоверном уровне связи ( $p=0,01$ ). Происходит объединение ядер и формирование более обширной группировки показателей с коэффициентом корреляции равной 0,84–1 и функциональной зависимостью между показателями. Число входящих в ядро с сильной корреляционной связью показателей составляет 80–90% от числа всех показателей, входящих в кластер. Система диагностических показателей значительно расширяется, симптоматическая терапия в данных условиях становится наиболее рациональной. Система регуляции напряжена из-за сильной функциональной связи, многокомпонентна и может быть охарактеризована как состояние компенсации, т.е. адаптация нарушена, нагрузка на функциональные системы повышена, задействованы компенсаторные механизмы поддержания функции системы. 10–20% показателей объединились после операции в ядра с корреляционной связью, равной 0,46–0,66.

Уменьшение объема ядер со средней корреляционной связью показывает ограниченность резерва адаптации, близость декомпенсации.

Лечебное патогенетическое воздействие на показатели, входящие в эти ядра, при правильном приложении терапии может оптимизировать состояние системы, облегчить адаптацию и снизить напряженность компенсаторных реакций; неправильное воздействие может привести к декомпенсации и развитию легочно-сердечных осложнений.

Анализ отдельных групп кластеров показал, что регуляция систем внешнего дыхания, газообмена и гемодинамики у беременных и родильниц с различным течением беременности имеет специфическую структуру, которая также своеобразно меняется в послеоперационный период, принося некоторые особенности в общую картину напряженной компенсации работы функциональной системы. На диаграммах, показывающих изменения интегральных показателей кардио-респираторной системы и диаграммах структуры вентиляционно-перфузионного отношения, это наглядно видно.

Так, например, образование ядер с сильной корреляционной связью может приводить к образованию системы, связанной между собой сильной корреляционной связью, через внутренние показатели, входящие в ядра. Иными словами, система имеет не менее двух функциональных подсистем регуляции и дублирования с обратной связью. Возможна и другая ситуация: ядра независимы, и их объединение идет через внутренние показатели связи, т. е. система имеет не менее двух функциональных подсистем с самостоятельной регуляцией. Это может объясняться воздействием на функциональную систему патологии или активацией резервных систем регуляции, как это бывает при декомпенсации. В обоих случаях это должно учитываться при проведении симптоматической терапии и правильном выборе показателей, пригодных для мониторинга. Подробное изучение структуры взаимосвязи показателей в кластере позволило сформулировать следующие положения.

У обследованных беременных с неосложненно протекавшей беременностью показатели, характеризующие операционную кровопотерю и вес плода, не связаны с показателями, описывающими внешнее дыхание. По характеру вентиляции невозможно судить о величине операционной кровопотери и уточнить массу плода. Первое ядро кластера образуют показатели: рост, должная жизненная емкость легких, вес, площадь поверхности тела, должный основной обмен, должный минутный объем дыхания.

При выборе режима вентиляции при операции кесарева сечения следует исходить из массы тела женщины. Номограммы для выбора режима вентиляции могут основываться на данных

о площади поверхности тела, должном основном объеме или должном минутном объеме дыхания. Соответствие режима вентиляции необходимому режиму целесообразно оценивать с учетом роста женщины и должной жизненной емкости легких. Первое ядро кластера имеет сильную корреляционную связь.

Второе ядро со средней корреляционной связью, входящее в систему регуляции, включает показатели, пригодные для регуляции вентиляции у беременных: частота дыхания, фракционные концентрации  $\text{CO}_2$  в выдохнутом альвеолярном воздухе и в момент эквипирации с венозной кровью, МОД, МОД/ДМОД, ДО, АО, ФМП.

Воздействие на вентиляцию, по нашим данным, следует осуществлять через изменение ДО, АО, ФМП. Мониторное наблюдение следует проводить по содержанию  $\text{CO}_2$  в выдыхаемом воздухе, артериальной и венозной крови.

Третье ядро имеет слабую корреляционную связь, следовательно, и такие показатели, как содержание  $\text{O}_2$  в выдыхаемом воздухе и поглощение  $\text{O}_2$  за минуту, не существенны.

Анализ кластера по газообмену показал, что газообмен у беременных исключает значимость показателя выделения  $\text{CO}_2$  за 1 минуту. Первое ядро образовано  $\text{P}_A\text{CO}_2$ ,  $\text{CaCO}_2$ ,  $\text{PcCO}_2$ ,  $\text{PCO}_2$  в венозной крови, концентрацией  $\text{CO}_2$  в венозной крови, показателями эффективности дыхания. Для мониторинга должна быть использована оценка уровня  $\text{CO}_2$  в артериальной и венозной крови. Регуляция осуществляется через воздействие на ДК, т. е. лечение должно быть направлено на инфузионную коррекцию кислотно-щелочного равновесия крови.

Второе ядро представлено объединением на уровне средней корреляционной связи показателей  $\text{VO}_2$ ,  $\text{КИО}_2$ ,  $\text{P}_A\text{O}_2$  венозно-артериальной разности концентраций  $\text{CO}_2$ . Коррекция должна соответствовать нарушению концентрации кислорода во вдыхаемом воздухе и респираторной компенсацией метаболического ацидоза.

Характер гемодинамики у беременных исключает влияние на нее должного минутного объема кровообращения, частоты сердечных сокращений.

Первое ядро показателей включает: диастолическое АД на правой руке и левой руке, диастолическое АД, систолическое АД на левой руке, систолическое АД, пульсовое давление. Для мониторинга пригодны диастолическое АД на правой руке, диастолическое АД на левой руке, диастолическое АД.

Второе ядро образовано МОК, СИ, СО, ОПСС, УПСС, которые характеризуют тип кровообращения. Лечебное воздействие должно быть направ-

лено на МОК, СИ, СО, т.е. изменение объемной нагрузки на сердце.

Таким образом, перед операцией и во время кесарева сечения у беременных с неосложненно протекавшей беременностью необходимо организовать мониторинговое наблюдение за фракционной концентрацией  $\text{CO}_2$  в выдохнутом воздухе,  $P_A\text{CO}_2$  и парциальным давлением  $\text{CO}_2$  в венозной крови, диастолическим АД. Режим вентиляции при наркозе должен соответствовать массе тела по номограмме. Лечебное воздействие, направленное на облегчение адаптации кардиореспираторной системы к нагрузке, обусловленной операцией кесарева сечения, должно включать повышение содержания кислорода в дыхательной смеси, увеличение ДО, введение буферных инфузионных растворов, адекватное восполнение кровопотери соответствующим объемом инфузионных растворов.

После операции кесарева сечения у родильниц с неосложненно протекавшей беременностью показатели вентиляции формируются следующим образом. Первое ядро кластера включает возраст, должный основной обмен, должный минутный объем дыхания, альвеолярный объем, вес, площадь поверхности тела, рост, фракционную концентрацию  $\text{CO}_2$  в момент эквilibрации с венозной кровью, фракционную концентрацию  $\text{CO}_2$  в выдохнутом воздухе, должную жизненную емкость легких, кровопотерю, фракционную концентрацию  $\text{O}_2$  в выдохнутом воздухе, фракционную концентрацию  $\text{O}_2$  в альвеолярном газе, функциональное мертвое пространство, поглощение  $\text{O}_2$  за минуту, вес новорожденного, дыхательный объем, частоту дыхания, МОД, фракционную концентрацию  $\text{CO}_2$  в альвеолярном газе, МОД/ДМОД. У этой группы родильниц имеется значительное увеличение объема ядра кластера с сильной корреляционной связью, т.е. система адаптации напряжена, многофункциональна. На функцию дыхания начинают влиять величина кровопотери, вес новорожденного, существенными становятся также фракционная концентрация  $\text{O}_2$  в выдохнутом воздухе и  $\text{PO}_2$ : происходят вхождения регулирующих ядер в основное ядро и перегруппировка влияния показателей на вентиляцию. Основными показателями первого у ядра кластера являются: рост женщины, фракционная концентрация  $\text{CO}_2$  в момент эквilibрации с венозной кровью, фракционная концентрация  $\text{CO}_2$  в венозной крови, ДЖЕЛ, кровопотеря, фракционная концентрация  $\text{O}_2$  в выдохнутом воздухе, фракционная концентрация  $\text{O}_2$  в альвеолярном газе, ФМП.

В мониторинговом наблюдении надо исходить из данных о наличии обструктивного и рестриктивного компонентов в легких, обращать внима-

ние на вентиляцию в нижних отделах легких, особенно у беременных с низким ростом и массивной кровопотерей, определять фракционное содержание  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  в выдыхаемом воздухе и  $\text{CO}_2$  в венозной крови. Интенсивная терапия должна быть направлена на респираторную компенсацию метаболического ацидоза гипервентиляцией.

Второе ядро кластера формируют следующие показатели: возраст женщины, ДОО, ДМОД, АО, вес, площадь поверхности тела. Вентиляция при этом должна полностью соответствовать основному обмену.

Третье ядро также входит в первое ядро, в него входят вес новорожденного, ДО, частота дыхания, МОД, фракционная концентрация  $\text{CO}_2$  в альвеолярном газе, МОД/ДМОД.

Регуляцию дыхания необходимо проводить путем изменения группы и ЧД для достижения определенной степени респираторного алкалоза.

Газообмен у родильниц после кесарева сечения с неосложненно протекавшей беременностью, по нашим данным, характеризуют следующие показатели:  $P_A\text{CO}_2$ ,  $\text{CaCO}_2$ ,  $\text{BCO}_2$ ,  $\text{PeCO}_2$ , парциальное давление  $\text{CO}_2$  в венозной крови, ДК, эффективность дыхания, КИО<sub>2</sub>, концентрация  $\text{CO}_2$  в венозной крови, венозно-артериальная разность концентраций  $\text{CO}_2$ . Имеется две функциональные системы, которые можно оценить через следующие показатели.

Первая функциональная система —  $P_A\text{CO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ ,  $\text{CaCO}_2$ ,  $\text{BCO}_2$  — характеризует вентиляционно-перфузионное отношение и степень гипервентиляции и респираторного алкалоза. Для мониторинга наиболее нормативны  $P_A\text{CO}_2 = \text{PaCO}_p$ , лечебное воздействие на них малоэффективно.

Вторая функциональная система относительно независима от первой, включает парциальное давление  $\text{CO}_2$  в венозной крови, концентрацию  $\text{CO}_2$  в венозной крови, ДК и характеризует уровень метаболизма и соответствие респираторной компенсации метаболического ацидоза. Для мониторинга следует использовать показатель парциального давления  $\text{CO}_2$  в венозной крови. Лечебное действие может быть направлено на улучшение следующих показателей:  $\text{PeCO}_2$ , эффективности дыхания, КИО<sub>2</sub>, венозно-артериальную разность концентраций  $\text{CO}_2$ ,  $P_A\text{O}_2$ ,  $\text{PO}_2$ , что требует повышения содержания кислорода во вдыхаемом воздухе, увеличение ДО.

Характер гемодинамики у родильниц после кесарева сечения, проведенного на фоне неосложненно протекавшей беременности, показывает объединение всех показателей в единый кластер, включающий диастолическое АД на правой руке, СИ, СО, ДМОК, МОК. Для мониторингового наблю-

дения следует использовать значение диастолического АД на правой руке. Лечебным воздействием служит уменьшение объемной нагрузки на сердце уменьшением объема инфузионных растворов.

Таким образом, в послеоперационный период у женщин, перенесших кесарево сечение и не имевших осложненного течения беременности, следует наблюдать за следующими показателями: фракционной концентрацией  $\text{CO}_2$  в выдохнутом воздухе, фракционной концентрацией  $\text{O}_2$  в выдохнутом воздухе, парциальным давлением  $\text{CO}_2$  в венозной крови,  $P_A\text{CO}_2$ , диастолическим АД на правой руке. Группу риска составляют женщины, имеющие массивную кровопотерю, ожирение вследствие изменения весо-ростового соотношения, когда рост не соответствует весу. У этого контингента родильниц в послеоперационный период вероятно развитие дыхательной недостаточности и обструктивного синдрома в нижних отделах легких. В терапию следует включать кислородотерапию, адекватное обезболивание для предотвращения болевого ограничения глубины дыхания, дыхательную гимнастику с подбором оптимальной частоты и глубины дыхания (волевое управление дыханием при контроле данных мониторинга). Одновременно необходимо уменьшение объема инфузионной терапии.

У обследованных беременных с сахарным диабетом образовался кластер со средним уровнем связи и разделился на 3 ядра. Несущественными оказались показатели фракционной концентрации  $\text{CO}_2$  в альвеолярном газе, фракционной концентрации  $\text{CO}_2$  в момент эквilibрации с венозной кровью, ФМП.

Первое ядро составили показатели, отражающие возраст, рост, ДШ, объем кровопотери, ведущими среди них оказались рост и ДЖЕЛ.

Второе ядро образовалось из показателей массы тела, ДОО, ДМОД, площади поверхности тела,  $\text{PO}_2$ , МОД, МОД/ДМОД, фракционной концентрации  $\text{O}_2$  в выдохнутом воздухе, фракционной концентрации  $\text{O}_2$  в альвеолярном газе, веса плода, ведущими среди них были: масса тела, ДОО, ДМОД, площадь поверхности тела.

Третье ядро составили частота дыхания, фракционная концентрация  $\text{CO}_2$  в выдохнутом воздухе, ДО, АО, основными из них следует считать ДО, АО.

Выделение диагностических показателей для мониторинга в этом случае затруднительно, т.к. имеется средний уровень связи, т.е. система регуляции нарушена, многокомпонентна и разобщена.

При сахарном диабете имеется нарушение регуляции дыхания (оно более автономно). На функцию дыхания оказывают влияние обмен-

ные процессы, вес, ДОО, площадь поверхности тела, т.е. для данного контингента родильниц важна адекватность терапии сахарного диабета и предотвращение тем самым нарушений обмена. Главным при проведении искусственной вентиляции легких у них является правильный выбор МОД (МОВ) с учетом площади поверхности тела, веса женщины и плода, точнее выбор правильного режима необходимой гипервентиляции. Беременным, страдающим сахарным диабетом, показано дыхание газовой смесью с большим, чем в атмосферном воздухе, содержанием кислорода.

Риск большей кровопотери при кесаревом сечении выше у женщин с ожирением и сахарным диабетом. Для мониторингового наблюдения рационально использовать показатели фракционной концентрации  $\text{O}_2$  в выдохнутом воздухе, фракционной концентрации  $\text{O}_2$  в альвеолярном воздухе, частоты дыхания. Лечебное воздействие следует направить на повышение содержания  $\text{O}_2$  во вдыхаемом воздухе, уровень необходимой гипервентиляции, оцениваемой по фракционной концентрации  $\text{CO}_2$  в выдохнутом воздухе, следует проводить путем увеличения ДО.

Изучение эффективности газообмена у беременных с сахарным диабетом показало, что выделенные показатели сформировали два ядра. Первое включает  $P_A\text{CO}_2$ ,  $\text{CaCO}_2$ , венозно-артериальную разность концентрации  $\text{CO}_2$ , парциальное давление  $\text{CO}_2$  в венозной крови, концентрацию  $\text{CO}_2$  в венозной крови, эффективность дыхания, основу в нем составляют  $P_A\text{CO}_2$ ,  $\text{CaCO}_2$ , венозно-артериальная разность  $\text{CO}_2$ , второе ядро формируется показателями:  $P_A\text{O}_2$ , КИО<sub>2</sub>. Таким образом, функциональная система имеет два независимых компонента. Для мониторингового наблюдения следует использовать  $P_A\text{CO}_2$ , венозно-артериальную разность  $\text{PO CO}_2$  и  $P_A\text{O}_2$ .

Система регуляции этого звена респираторной системы проявляется через показатели относящиеся к двум ядрам, и представлена  $\text{VCO}_2$ ,  $\text{PO}_2$ ,  $\text{PcCO}_2$ ). Лечебным воздействием должны служить поддержание уровня гипервентиляции, нормализация содержания  $\text{O}_2$  во вдыхаемом воздухе и усиление кровотока в легких.

Кровообращение у беременных с сахарным диабетом не характеризуется через показатели ДМОК, частоту сердечных сокращений. Система регуляции образует две функциональные системы. Ядром первой системы служат МОК, СИ, СО, ОПСС, УПСС, ядром второй — диастолическое АД на правой руке, систолическое АД на левой руке, систолическое АД, диастолическое АД на левой руке, диастолическое АД, пульсовое давление. Для мониторингового на-

блюдения пригодны показатели пульсового давления, систолического и диастолического АД. Лечебное воздействие должно быть направлено на снижение периферического сосудистого сопротивления.

Таким образом, при проведении анестезиологического пособия при кесаревом сечении у беременных с сахарным диабетом необходимо обеспечить, кроме коррекции гликемии, гипервентиляцию с увеличением ДО с учетом массы тела, увеличение содержания кислорода в дыхательной смеси, улучшение вентиляционно-перфузионного отношения, снижение периферического сосудистого сопротивления реологическими растворами, адекватное восполнение кровопотери (оптимально — гемотрансфузией). В мониторинг необходимо включить показатели фракционной концентрации  $O_2$  в выдыхаемом воздухе,  $P_AO_2$ ,  $P_ACO_2$ , венозно-артериальной разности концентрации  $CO_2$ .

После операции кесарева сечения у родильниц, страдавших сахарным диабетом во время беременности, особенности вентиляции описываются единичным кластером параметров с высокой корреляционной связью. Система адаптации напряжена. Выделяются 3 кластерных ядра: 1-е из них включает рост, величину кровопотери, МОД/ДМОД,  $PO_2$ , фракционную концентрацию  $CO_2$  в момент эквilibрации с венозной кровью, МОД, АО, ДО, частоту дыхания, ФМП. Наиболее информативными из них являются АО, ДО. 2-е кластерное ядро включает: рост, фракционную концентрацию  $O_2$  в альвеолярном газе, ДЖЕЛ, вес, ДОО, ДМОД, площадь поверхности тела (из них самыми информативными представляются вес, ДОО, ДМОД). Третье ядро включает фракционную концентрацию  $CO_2$  в выдохнутом воздухе, фракционную концентрацию  $CO_2$  в альвеолярном газе, фракционную концентрацию  $O_2$  в выдохнутом воздухе, главными из которых являются фракционная концентрация  $CO_2$  в альвеолярном газе и фракционная концентрация  $O_2$  в выдохнутом воздухе. Третье ядро присоединяется к первому на уровне функциональной связи. В качестве показателей для мониторингового наблюдения следует использовать частоту дыхания, фракционную концентрацию  $O_2$  в альвеолярном газе.

Лечебное воздействие следует направить на поддержание гипервентиляции, повышение содержания  $O_2$  во вдыхаемом воздухе.

Группу риска составляют родильницы с высокой кровопотерей: у них вероятно развитие дыхательной недостаточности. У женщин с ожирением возможны, кроме того, метаболические нарушения.

Особенности газообмена характеризуются следующим образом. Происходит усиление связей между показателями, функциональная система имеет ограниченный запас надежности, вероятно декомпенсация.

Показатели объединились в два ядра.

- 1-е с показателями:  $P_ACO_2$ , ДК,  $KIO_2$ , эффективность дыхания,  $CaCO_2$ ,  $PeCO_2$ , венозно-артериальная разность  $CO_2$ ,  $P_AO_2$ . Основные показатели  $P_ACO_2$ , ДК,  $KIO_2$ , ЭД. К ядру при-мыкает регулирующий фактор  $P_AO_2$ .
- 2-е ядро сформировано показателями: парциальное давление  $CO_2$  в венозной крови, венозная концентрация  $CO_2$ ,  $PO_2$ ,  $VCO_2$ , основу составляют парциальное давление  $CO_2$  в венозной крови и  $VO_2$ .

Мониторный контроль следует основывать на определении  $PaCO_2$ , парциального давления  $CO$  в венозной крови. Лечение должно быть основано на коррекции метаболического ацидоза в нормализации гликемии и адекватной оксигенотерапии.

Особенности кровообращения у родильниц с сахарным диабетом выражены в усилении регулирующей системы составляющей 2 взаимозависимые функциональные системы. В 1-ю входят показатели: диастолического АД на правой руке, диастолического АД, систолического АД на левой руке, диастолического АД на левой руке, систолического АД. Мониторное наблюдение следует основывать на анализе АД на левой руке. 2-я функциональная система включает: МОК, СИ, СО, ОПСС, УПСС и характеризует тип кровообращения. Лечебными воздействиями являются уменьшение инфузии и улучшение периферического сосудистого сопротивления.

Таким образом, после кесарева сечения у родильниц, перенесших сахарный диабет при беременности, необходимо наблюдать за ДО, частотой дыхания, фракционной концентрацией  $O_2$  в альвеолярном газе,  $PaCO_2$ , парциальным давлением  $CO_2$  в венозной крови, АД на левой руке. Лечение должно осуществляться путем регуляции содержания  $O_2$  во вдыхаемом воздухе, поддержания гипервентиляции следует проводить в основном за счет увеличения ДО (адекватное обезболивание), дыхательной гимнастики. Требуется постоянная коррекция гликемии, улучшение периферического сосудистого сопротивления, снижение объема инфузионной терапии. Коррекция кровопотери должна проводиться гемотрансфузией.

Группу риска по развитию дыхательной недостаточности составляют родильницы с ожирением и массивной кровопотерей (невосполненной кровопотерей).

У обследованных женщин с гестозом показатели, характеризующие вентиляцию, образовали 3 ядра кластера. 1-е ядро сформировано показателями массы тела, ДОО, ДМОД, площади поверхности тела. К нему присоединяются показатели: вес ребенка, рост, ДЖЕЛ, которые имеют регулирующее действие на респираторную систему, описываемую кластером, т. е. оказывают сильное корреляционное воздействие на другие показатели. 2-е ядро: МОД, МОД/ДМОД, ФМП, ДО, АО,  $PO_2$ , ко 2-му ядру примыкает 3-е ядро на уровне средней корреляционной связи включающее показатели: фракционную концентрацию  $CO_2$  в альвеолярном газе, фракционную концентрацию  $CO_2$  в момент эквilibрации с венозной кровью, фракционную концентрацию  $O_2$  в выдохнутом воздухе, фракционную концентрацию  $O_2$  в альвеолярном газе. К этому комплексу присоединяется регулирующая система состоящая из частоты дыхания, фракционной концентрации  $CO_2$  в выдохнутом воздухе. Т. е. режим вентиляции в случае кесарева сечения необходимо выбирать с учетом массы тела женщины путем установки МОД и ДО. В умеренной гипервентиляции нуждаются женщины с ожирением, имеющие крупный плод.

Мониторное наблюдение следует основывать на величинах ДО, фракционной концентрации  $CO_2$  в альвеолярном газе, фракционной концентрации  $CO_2$  в момент эквilibрации с венозной кровью, фракционной концентрации  $O_2$  в альвеолярном газе. Регуляцию вентиляции следует проводить изменением частоты дыхания, вызывая определенный уровень гипервентиляции, характеризуемой величиной фракционной концентрации  $CO_2$  в выдохнутом воздухе. Необходимо сочетать гипервентиляцию с большим содержанием кислорода во вдыхаемом воздухе.

Особенности газообмена при гестозе, с точки зрения кластерного анализа, состоят в следующем: выделяются 2 слабо зависимые функциональные системы. 1-я включает  $P_A CO_2$ ,  $CaCO_2$ , венозно-артериальную разность концентрации  $CO_2$ , парциальное давление  $CO_2$  в венозной крови, концентрацию  $CO_2$  в венозной крови, ЭВ. Основными показателями здесь являются  $P_A CO_2$ ,  $CaCO_2$ , венозно-артериальная разность  $CO_2$ . 2-я включает  $P_A O_2$ , КИО<sub>2</sub>.

Вентиляция значительно отделена от перфузии. К обеим системам присоединяется на уровне средней силы связи ядро кластера, включающее  $VC O_2$ ,  $PO_2$ ,  $PeCO_2$ . Показатели, пригодные для мониторинга:  $P_A CO_2$ , парциальное давление  $CO_2$  в венозной крови, парциальное давление  $CO_2$  в артериальной крови,  $P_A O_2$ .

Лечебное воздействие должно быть направлено на респираторную компенсацию метаболических

изменений, т. е. на создание необходимого уровня гипервентиляции. Система кровообращения при токсикозе представляется 2 ядрами кластера.

1-е ядро образовано показателями: систолическое АД на правой руке, систолическое АД, АД систолическое на левой руке, диастолическое АД на правой руке, диастолическое АД, диастолическое АД на левой руке. Основой ядра служат систолическое АД на правой руке, систолическое АД. 2-е ядро образовано: МОК, СИ, СО. Для мониторинга приемлемы показатели систолического и диастолического АД, особенно систолическое АД на правой руке. Лечебное воздействие связано с нормализацией систолического АД.

Таким образом, у беременных с поздним токсикозом для мониторинга следует использовать ДО, фракционную концентрацию  $CO_2$  в альвеолярном газе, фракционную концентрацию  $CO_2$  в момент эквilibрации с венозной кровью, фракционную концентрацию  $O_2$  в альвеолярном газе,  $PaCO_2$ , систолическое и диастолическое АД. Лечебное воздействие должно быть направлено на поддержание уровня гипервентиляции путем увеличения частоты дыхания, необходимо повышение содержания  $O_2$  во вдыхаемом воздухе. Регуляция гемодинамики осуществляется путем нормализации систолического АД.

Во время операции кесарева сечения режим вентиляции должен выбираться с учетом массы тела путем оптимального подбора МОД и ДО по величине фракционной концентрации  $CO_2$  в выдохнутом воздухе. Коррекция гемодинамики осуществляется регуляцией систолического и диастолического АД. Опасным становится увеличение объемной нагрузки на сердце массивной инфузионной терапией во время кесарева сечения. После кесарева сечения у родильниц, беременность которых протекала на фоне позднего токсикоза, показатели вентиляции объединились в единый кластер сильной функциональной связью.

Система регуляции напряжена. В ядро входят показатели: возраст, поглощение  $O_2$  за минуту, площадь поверхности тела, ДЖЕЛ, ДОО, МОД, фракционная концентрация  $O_2$  в альвеолярном газе, МОД/ДМОД, фракционная концентрация  $O_2$  в выдохнутом воздухе, ФМП, альвеолярный объем, ДМОД, ДО, фракционная концентрация  $CO_2$  в момент эквilibрации с венозной кровью, фракционная концентрация  $CO_2$  в альвеолярном газе, фракционная концентрация  $CO_2$  в выдохнутом воздухе, частота дыхания, масса тела, кровопотеря, рост. Основными показателями являются фракционная концентрация  $O_2$  в выдохнутом воздухе, ФМП, АЛ, ДМОД, ДО. В мониторинге наблюдение должны быть включены ДО, фракционная концентрация  $CO_2$  в выдохнутом

воздухе. Лечебное воздействие слезет направить на увеличение частоты дыхания, повышение содержания  $O_2$  во вдыхаемом воздухе и поддерживать необходимый уровень гипервентиляции в соответствии со значением фракционной концентрации  $CO_2$  в альвеолярном газе. При операции кесарева сечения необходима адекватная гемотрансфузия. В группу риска по развитию дыхательной недостаточности входят женщины с ожирением, невосполненной кровопотерей, крупным плодом.

У родильниц, перенесших гестоз в послеоперационном периоде, показатели, характеризующие газообмен образовали 3 ядра, кластера. 1-е с показателями:  $P_A CO_2$ ,  $CaCO_2$ ,  $PeCO_2$ , имеющие высокое значение корреляции. 2-е с показателями: парциальное давление  $CO_2$  в венозной крови, концентрация  $CO_2$  в венозной крови,  $VC O_2$  со средним уровнем корреляционной связи, ядро зависит от 1-го ядра — группировки. К нему же присоединяется на уровне средней связи 2-е ядро с показателями венозно-артериальной разности  $CO_2$  и эффективности вентиляции.

Для мониторингового наблюдения следует выделить  $P_A CO_2$ ,  $PeCO_2$ . Лечебное воздействие связано с поддержанием уровня гипервентиляции и улучшением вентиляционно-перфузионного отношения за счет улучшения микроциркуляции. В инфузионную терапию следует включать буферные растворы, корригирующие метаболический ацидоз. В случае неэффективности мероприятий по улучшению перфузии в легких необходимо прибегнуть к увеличению ДО.

Анализ гемодинамики у данного контингента показал, что функциональная система имеет две сильно взаимосвязанных группировки, т. е. система регуляции напряжена. 1-е ядро сформировано показателями ЧСС, УПСС, ОПСС, ПЦ, диастолическое АД, ДМОК, МОК. 2-е ядро сформировано диастолическим АД на левой руке, СИ, СО, диастолическим АД на правой руке. Для мониторингового наблюдения следует выбрать ЧСС, диастолическое АД, лечебное воздействие должно быть направлено на уменьшение периферического сосудистого сопротивления, улучшение микроциркуляции (введение реологических растворов), коррекцию диастолического АД. Объем инфузионной терапии необходимо уменьшить. Таким образом, после операции кесарева сечения у родильниц, перенесших при беременности токсикоз, особое внимание должно быть уделено женщинам, входящим в группу риска: ожирение, крупный плод, массивная кровопотеря. Мониторное наблюдение должно включать показатели фракционной концентрации  $CO_2$  в выдохнутом воздухе,  $P_A CO_2$ , ДО, ЧСС, диастолического АД.

Лечебное воздействие должно быть направлено на адекватное восполнение кровопотери, поддержание необходимого уровня гипервентиляции путем увеличения ЧД и повышения содержания  $O_2$  во вдыхаемом воздухе, инфузионную коррекцию метаболического ацидоза, улучшение микроциркуляции, уменьшение величины диастолического АД и снижение объема инфузионной терапии. Показано адекватное обезболивание с целью нормализации величины ДО. При развитии дыхательной недостаточности необходима ИВЛ.

### Обсуждение результатов исследования

Суммируя сказанное, можно сделать следующее заключение. Кластерный анализ клинико-статистических моделей перестройки дыхания и кровообращения после кесарева сечения показал, что у соматически здоровых женщин показатели вентиляции, формирующих систему регуляции, до операции составил 94%, после нее — 58%, показателей газообмена до операции — 91%, после — 51%, показателей гемодинамики — до операции 87%, а после нее — 25%. У женщин с сахарным диабетом показатели вентиляции, формирующих систему регуляции, составили до операции 96%, после — 74%, показателей газообмена до операции 94%, после нее — 56%, показателей гемодинамики до операции — 79%, а после операции — 75%. У родильниц, перенесших гестоз до операции показатели, формирующих систему регуляции вентиляции составили 90%, до операции и 39% после нее, газообмена — 86% до операции и 62% после нее, и регуляция гемодинамики — 87% до операции и 12% после кесарева сечения. Наиболее чувствительны у соматически здоровых женщин показатели гемодинамики, у больных сахарным диабетом — показатели газообмена, у женщин, перенесших гестоз, в послеоперационный период наиболее вероятны нарушения в системе кровообращения.

Операция кесарева сечения приводит к ослаблению системы регуляции у родильниц в ранний послеоперационный период. Так, у большинства женщин с физиологически протекавшей беременностью в послеоперационный период наиболее подвержено декомпенсации звено регуляции гемодинамики, у части больных сахарным диабетом — звено газообмена, у значительного числа женщин, перенесших гестоз, наиболее вероятно нарушение в звене регуляции кровообращения и вентиляции, что представлено на диаграмме.

Кластерный анализ показал, что вполне удовлетворительная адаптация кардиореспираторной системы после кесарева сечения имеет место при

сахарном диабете, а самая несовершенная адаптация свойственная родильницам, перенесшим при беременности гестоз.

### Заключение

Родоразрешение операцией кесарева сечения приводит к существенным изменениям функции дыхания и кровообращения у родильниц, требующих своевременной медикаментозной коррекции с ориентацией на сопровождавшую беременность патологию, факторы риска, время, прошедшее после операции, и состояние кардиореспираторной системы.

### Выводы

Применение в анализе мониторинга кластерного анализа позволяет определить наиболее значимые показатели для мониторинга, пути коррекции и методы адекватного воздействия на систему регуляции дыхания и кровообращения и таким образом оптимизировать состояние кардиореспираторной системы во время операции и в послеоперационном периоде.

Статья представлена И. В. Вартановой,  
ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта»,  
Санкт-Петербург

### Литература

1. Бериков В. С., Лбов Г. С. Современные тенденции в кластерном анализе. Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы». 2008: 1–26.
2. Киселев А. Г., Абрамченко В. В., Габелова К. А. Роль интерпретации кластерного анализа в оценке системы дыхания и кровообращения при обосновании принципов медикаментозной терапии у беременных с поздним токсикозом. Проблемы ОПГ-гестозов: тез. докл. Чебоксары; 1996: 139.
3. Хайдуков Д. С. Применение кластерного анализа в государственном управлении. В кн.: Философия математики: актуальные проблемы. М.: МАКС Пресс; 2009: 8–34.

4. Ailamazyan E. K., Kisseliov A. G., Arzhanova O. N. Cluster analysis for function estimation of a cardiorespiratory system of pregnant patients with a ERN-gestosis. SACS-95: Statistical analysis in clinical studies: Abstr., 10–12 may 1995, Petersburg; 1995: 17–8.
5. Kiselyov A. G. Gordeev V. I., Kulitchkin Y. V. Cluster analysis in evaluation of the cardiorespiratory system function in pregnant women with EPN-gestosis. Environment and Human health: The complete Works of International Ecologic Forum, June 29 — July 2, 2003. St. Petersburg: Spetslit; 2003: 384.

### References

1. Berikov V. S., Lbov G. S. Sovremennye tendencii v klaster-nom analize [Current trends in cluster analysis]. Vserossiiskij konkursnyj otbor obzorno-analiticheskikh statej po prioritetnomu napravleniju «Informacionno-telekommunikacionnye sistemy». 2008: 1–26. (in Russian).
2. Kiselev A. G., Abramchenko V. V., Gabelova K. A. Rol' interpretacii klaster-nogo analiza v ocenke sistemy dyhanija i krovoobrashhenija pri obosnovanii principov medikamentoznoj terapii u beremennyh s pozdnim toksikozom [The role of interpretation of cluster analysis in the evaluation of the respiratory and circulatory systems to justify the principle of drug therapy in pregnant women with late toxicosis]. Problemy OPG-gestozov: tez. dokl. Cheboksary; 1996: 139. (in Russian).
3. Hajdukov D. S. Primenenie klaster-nogo analiza v gosudarstvennom upravlenii [Use of cluster analysis in public administration]. V kn.: Filosofija matematiki: aktual'nye problemy. M.: MAKS Press; 2009: 8–34. (in Russian).
4. Ailamazyan E. K., Kisseliov A. G., Arzhanova O. N. Cluster analysis for function estimation of a cardiorespiratory system of pregnant patients with a ERN-gestosis. SACS-95: Statistical analysis in clinical studies: Abstr., 10–12 may 1995, Petersburg; 1995: 17–18.
5. Kiselyov A. G. Gordeev V. I., Kulitchkin Y. V. Cluster analysis in evaluation of the cardiorespiratory system function in pregnant women with EPN-gestosis. Environment and Human health: The complete Works of International Ecologic Forum, June 29 — July 2, 2003. St. Petersburg: Spetslit; 2003: 384.

### ■ Адреса авторов для переписки

*Киселев Андрей Геннадьевич* — к. м. н., доцент, врач анестезиолог-реаниматолог. ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта». 199034, Россия, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3.

**E-mail:** iagmail@ott.ru.

*Коростелев Юрий Михайлович* — к. м. н., доцент, старший научный сотрудник отделения анестезиологии и реаниматологии. ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта». 199034, Россия, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3. **E-mail:** iagmail@ott.ru.

*Kiselev Andrey Gennad'yevich* — PhD, Associate Prof., anesthesiologist and intensive care doc. D. O. Ott Research Institute of Obstetrics and Gynecology, RAMS. 199034, St. Petersburg, Mendeleyevskaya Line, 3, Russia. **E-mail:** iagmail@ott.ru.

*Korostelev Yuriy Mikhaylovich* — Ph.D., Associate Professor, Senior Researcher, Department of Anesthesiology and Intensive Care. D. O. Ott Research Institute of Obstetrics and Gynecology, RAMS. 199034, St. Petersburg, Mendeleyevskaya Line, 3, Russia. **E-mail:** iagmail@ott.ru.

## ■ Адреса авторов для переписки

*Аржанова Ольга Николаевна* — д. м. н., профессор. ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта». 199034, Россия, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3. **E-mail:** iagmail@ott.ru.

*Arzhanova Ol'ga Nikolaevna* — Doctor of Medicine, professor. D. O. Ott Research Institute of Obstetrics and Gynecology, RAMS. 199034, St. Petersburg, Mendeleyevskaya Line, 3, Russia. **E-mail:** iagmail@ott.ru.

*Капустин Роман Викторович* — к. м. н., врач акушер-гинеколог. ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта». 199034, Россия, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3. **E-mail:** iagmail@ott.ru.

*Kapustin Roman Viktorovich* — Ph.D., obstetrician-gynecologist. D. O. Ott Research Institute of Obstetrics and Gynecology, RAMS. 199034, St. Petersburg, Mendeleyevskaya Line, 3, Russia. **E-mail:** iagmail@ott.ru.

*Рыбальченко Полина Алексеевна* — студентка. Санкт-Петербургский Государственный Медицинский Университет им. академика И. П. Павлова. 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6/8. **E-mail:** iagmail@ott.ru.

*Rybal'chenko Polina Alekseevna* — student. I. P. Pavlov State Medical University of St. Petersburg. 197022, St. Petersburg, Lva Tolstogo St., 6/8, Russia. **E-mail:** iagmail@ott.ru.

*Тушина Анастасия Викторовна* — студентка. Санкт-Петербургский Государственный Медицинский Университет им. академика И. П. Павлова. 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6/8. **E-mail:** iagmail@ott.ru.

*Tushina Anastasiya Viktorovna* — student. I. P. Pavlov State Medical University of St. Petersburg. 197022, St. Petersburg, Lva Tolstogo St., 6/8, Russia. **E-mail:** iagmail@ott.ru.