

Кинжалова С.В., Макаров Р.А., Давыдова Н.С.

Ауторегуляция параметров кровообращения при кесаревом сечении в условиях спинальной анестезии

ФГБУ «НИИ ОММ» Минздравсоцразвития России, г.Екатеринбург

Kinzhalova S.V., Makarov R.A., Davidova N.S.

Autoregulation of haemodynamic parameters during spinal anaesthesia for caesarean section

Резюме

В статье проведен анализ параметров центральной гемодинамики и ауторегуляции при оперативном родоразрешении пациенток с неосложненной беременностью в условиях спинальной анестезии. Было обследовано 25 пациенток с помощью неинвазивной биоимпедансной технологии. Результаты исследований свидетельствуют о благоприятных изменениях гемодинамики матери на фоне спинальной анестезии. Основные параметры центральной гемодинамики при обезболивании СА были стабильны на всех этапах операции и в послеоперационном периоде, что обеспечивалось эффективным напряжением механизмов ауторегуляции.

Ключевые слова: центральная гемодинамика, ауторегуляция параметров, кесарево сечение, спинальная анестезия

Summary

The parameters of mother's haemodynamics were investigated in pregnant women during spinal anaesthesia. The parameters of autoregulation of the central haemodynamics by noninvasive bioimpedance technology have been assessed in 25 patients undergoing elective caesarean section. Our results indicate that spinal anaesthesia gives favourable changes of haemodynamics parameters. The main parameters of central haemodynamics during spinal anaesthesia were stable at all stages of the operation and postoperative periods, that was provided by effective tension of autoregulation.

Key words: central haemodynamics, autoregulation, caesarean section, spinal anaesthesia

Введение

Увеличение частоты кесарева сечения в последние годы направлено на улучшение исходов беременности для матери и плода. Расширение показаний для кесарева сечения происходит не только с целью снижения перинатальной заболеваемости и смертности, но и улучшения исходов для матери (возрастание удельного веса первородящих позднего репродуктивного возраста, "отказ" от родов через естественные родовые пути при наличии рубца на матке от кесарева сечения или консервативной миомэктомии, наступление беременности в результате ЭКО).

В этих условиях возрастают требования к безопасности анестезиологической защиты при оперативном родоразрешении. Серьезные осложнения общей анестезии привели к возрастающей популярности нейроаксиальных методов обезболивания, главным образом спинальной анестезии, как для плановых, так и для экстренных операций. Преимущества нейроаксиальных методов анестезии заключаются, прежде всего: в снижении риска аспирации и осложнений, связанных с интубацией; в обеспечении надежной ноцицептивной защиты; отсутствии медикаментозного влияния на плод; в снижении интра-

операционной кровопотери и риска развития тромбозм-болических осложнений [1,2]. Безопасность пациенток при нейроаксиальных методах обезболивания значительно выше, чем при общей анестезии.

К анестезиологическому пособию в акушерстве предъявляются особые требования: необходимо обеспечить защиту организма роженицы от операционной травмы, обеспечить стабильность показателей гемодинамики и, в то же время, не оказать выраженного отрицательного воздействия на плод, максимально сохранить его адаптивно-регуляторные механизмы, ответственные за постнатальную адаптацию.

Одной из серьезных проблем при спинальной анестезии (СА) является развитие артериальной гипотензии, вследствие симпатической блокады [3,4]. Некоторыми отечественными авторами описывается довольно высокая частота неблагоприятных гемодинамических эффектов СА при кесаревом сечении: артериальная гипотензия отмечалась в 31,9% случаев, брадикардия - в 15% [5]. Длительная артериальная гипотензия у матери может вызвать снижение маточно - плацентарного кровотока, приводящего к нарушению оксигенации и ацидозу плода [3,6].

Мониторинг показателей центральной и периферической гемодинамики является стандартом в анестезиологии. Однако регуляторные механизмы гемодинамики страдают раньше изменений привычных параметров и тем самым эти сдвиги можно назвать предклиническими [7]. С помощью спектрального анализа возможно количественно представить энергетические затраты на колебания артериального давления, ритма сердца, пульсации микрососудов, ударного объема и фракции выброса в рамках всего спектра, получить представление о том, какой вклад в затраты на колебания всего спектра вносят самые медленные волны, отражающие метаболизм (P1), медленные волны второго порядка – гуморальные влияния (P2), медленные волны отражающие симпатическую активность (P3) и высокочастотные волны, характеризующие колебательные процессы парасимпатической системы (P4) [7].

Повышение безопасности СА требует тщательного мониторинга параметров центральной гемодинамики и её ауторегуляции.

Целью настоящего исследования было изучить методом спектрального анализа процессы ауторегуляции гемодинамики на этапах оперативного родоразрешения в условиях спинальной анестезии у рожениц с физиологически протекающей беременностью.

Материалы и методы

В исследование включены 25 пациенток с физиологически протекающей беременностью, родоразрешенные в сроке доношенной беременности путем кесарева сечения в плановом порядке. Их плоды по клиническим, кардиотокографическим и ультразвуковым критериям расценивали “условно здоровыми”.

Критериями исключения являлись: наличие на момент выполнения вмешательства регулярной родовой деятельности и акушерских показаний к срочному родоразрешению; пациентки с многоплодной беременностью; ожирением II и более степени (ИМТ \geq 35); наличие патологии сердечно –сосудистой системы.

Средний возраст женщин 29,0 \pm 1,08 (здесь и далее все средние численные значения даны как $M\pm m$), с риском анестезии по ASA I-II класса.

Кесарево сечение произведено в сроке 38,9 \pm 0,18 недель беременности, преимущественно по акушерским показаниям: рубец на матке в 55%; “неправильное” положение плода (тазовое, поперечное, неустойчивое) - в 22,5%; механическое “препятствие” со стороны родовых путей – в 7,5% (незрелая шейка матки, рубцовые деформации, аномалии развития) случаев; высокая миопия – 7,5%; симфизопатия у 7,5% пациенток.

Все женщины родили живых доношенных детей с оценкой по Апгар 7,25 \pm 0,18 и 7,95 \pm 0,09 баллов на 1 и 5 минутах, соответственно. Средняя масса тела новорожденных составила 3500,25 \pm 97,15 г, рост 51,5 \pm 0,49. Ранний неонатальный период у всех детей протекал без осложнений.

Для выполнения СА интратекально на уровне L4-5 в положении сидя вводился 0,5% гипербарический раствор

бупивакаина в дозах 10 -12,5 мг, на фоне преднагрузки раствором ГЭК 6% 500,0 (130/0,4).

В настоящем исследовании всем пациенткам применялся комплекс мероприятий, предупреждающих артериальную гипотензию: эластическая компрессия нижних конечностей, использование растворов гидроксиэтилированного крахмала (ГЭК), использование симпатомиметиков и профилактика синдрома аорты – кавальной компрессии [4,8]. Профилактика и коррекция артериальной гипотензии проводилась внутривенным введением мезатона через микроинфузионный одношприцевой насос “Sensitec” с начальной скоростью 1,1-1,2 мкг/кг/мин до стабилизации АД. За время операции вводилось 2,0 -2,5 мг мезатона. Профилактика синдрома аорто-кавальной компрессии осуществлялась поворотом операционного стола влево на 15-30°.

Оценка состояния гемодинамики пациенток проводилась с помощью неинвазивной биоимпедансной технологии мониторинговой системой «МАРГ 10-01» на базе компьютера “Pentium IV”. Анализировали основные параметры кровообращения: АДср - артериальное давление среднее (мм рт.ст.); ЧСС - частота сердечных сокращений (уд/мин); УО– ударный объем (мл); СИ– сердечный индекс (л/мин/м²); ФВ – фракция выброса левого желудочка сердца (%); МОК – минутный объем кровообращения (л/мин); ИДК – индекс доставки кислорода (мл/мин/м²); ОПСС – общее периферическое сосудистое сопротивление (дин⁹с/см⁵/м²). Регистрация параметров производилась в режиме от удара к удару (beat to beat) с выборкой за 500 ударов. Автоматический расчет средних параметров за выборку уменьшал возможное влияние на результат артефактов и случайных измерений.

По исследуемым параметрам автоматически проводился расчет колебательной активности и спектральный анализ методом быстрого преобразования Фурье. Рассчитывалась общая плотность мощности всего спектра колебаний параметра гемодинамики – Power (Pm). Мощность выражалась в виде квадрата собственной величины среднего квадратичного отклонения каждого из параметров. Дополнительно определялось распределение затрат энергии на колебания разной частоты, которое отражает активность различных регуляторов колебаний гемодинамики: P1 – от 0 до 0,025 Гц – метаболическая регуляция; P2 – от 0,025 до 0,075 Гц – регуляция ренин – ангиотензиновой системы и вазопрессина; P3 – от 0,075 до 0,25 Гц – барорегуляция, баланс симпатической и парасимпатической систем; P4 – от 0,25 до 0,5 Гц – объемная, дыхательная, парасимпатическая регуляция [7]. Кроме того, рассчитывались коэффициенты: баланс низкочастотных и высокочастотных осцилляторов – α (P1+P2 / P3+P4) и баланс отношений симпатической и парасимпатической регуляции – β (P3 / P4), позволяющих судить о сохранении или изменении онтогенетически сформированного взаимоотношения частотных регуляторов.

Регистрация параметров центральной гемодинамики проводилась на шести этапах: 1 этап – исходный, до начала анестезии; 2 этап – пренатальный, до извлечения плода; 3 этап – основная анестезия, после извлечения

плода; 4 этап – конец операции; 5 этап – через 2 часа после операции; 6 этап – 1 сутки после операции.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью стандартных компьютерных программ Microsoft Excel XP. Математический расчет и статистическая обработка выполнена с использованием компьютерной программы Biostat. Достоверность различий между значениями показателей в группе оценивали по t- критерию Стьюдента (для параметрических признаков) и Манна-Уитни (для непараметрических признаков). Изменения считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

При физиологически протекающей беременности исходно отмечался зукинетический тип кровообращения с нормальными показателями артериального давления, ОПСС и объемных параметров гемодинамики. Данные изменения параметров центральной гемодинамики на этапах операции в условиях СА представлены в таблице 1.

Показатели артериального давления систолического, диастолического и среднего (АДс, АДд, АДср) изменялись однонаправленно. На пренатальном этапе и этапе основной анестезии оставались стабильными. К моменту окончания операции, через 2 часа после операции отмечалось достоверное их снижение по сравнению с исходными значениями ($p < 0,01$). Максимальное снижение АДс, АДд и АДср отмечалось к 1-ым суткам после операции на 11,4%, 15,9% и 14,0%, соответственно ($p < 0,001$).

На фоне СА ЧСС достоверно снижалась на пренатальном этапе на 6,2% ($p < 0,05$), восстанавливаясь к 3 этапу, затем вновь значительно снижалась на 4, 5 и 6 этапах исследования на 12,6%, 20,3% и 18,4% от исходного значения, соответственно ($p < 0,001$).

УО сердца и ФВ достоверно увеличивались на всех этапах анестезии и операции, начиная с пренатального этапа, оставаясь повышенными и в послеоперационном периоде.

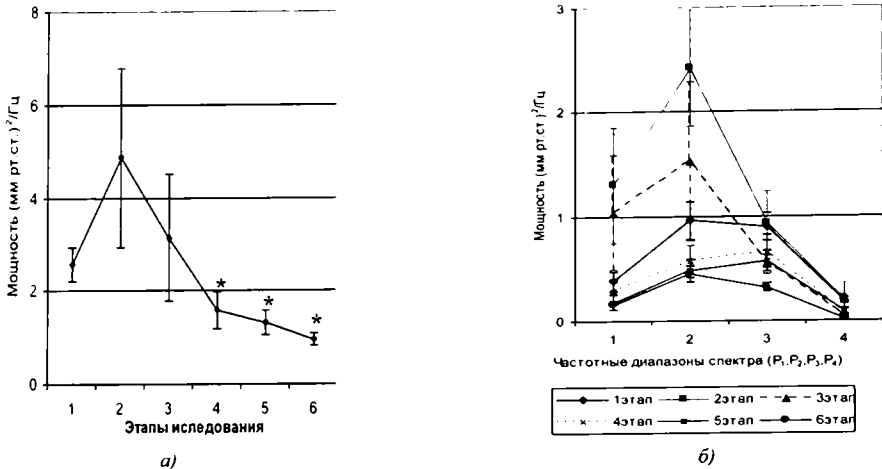
На пренатальном этапе исследования показатели МОК и СИ оставались стабильными, значительно уве-

Таблица 1. Параметры центральной гемодинамики на этапах исследования в условиях спинальной анестезии (M±m)

Показатель	Этап исследования					
	1	2	3	4	5	6
ЧСС, уд./мин	88,4±2,61	77,96±3,49	83,96±2,83	77,26±2,46*	70,45±1,64*	72,16±2,18
P		<0,05		<0,001	<0,001	<0,001
АДс, мм рт.ст.	115,15±1,39	112,52±3,16	116,48±1,84	107,7±1,93*	109,73±2,03	102,0±1,85*
P				<0,01	<0,05	<0,001
АДд, мм рт.ст.	80,95±1,08	75,57±1,93	77,61±1,72	70,52±2,03*	74,59±1,57	68,11±1,41*
P				<0,001	<0,01	<0,001
АДср, мм рт.ст.	90,68±1,14	87,67±1,99	88,35±1,51	83,7±2,23*	84,65±1,82	78,0±1,66*
P				<0,01	<0,01	<0,001
УО, мл	78,05±2,3	91,83±2,5	92,83±3,0	89,57±2,78	88,82±3,23	87,21±2,53
P		<0,001	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01
ФВ, %	58,0±0,54	60,57±0,43	60,22±0,44	60,22±0,41	60,0±0,39	59,37±0,41
P		<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,05
МОК, л/мин	6,79±0,21	6,97±0,32	7,53±0,29	6,76±0,24*	6,14±0,22*	6,21±0,2
P			<0,05		<0,05	<0,05
СИ, л/мин/м ²	3,55±0,07	3,66±0,15	3,96±0,13	3,56±0,11*	3,2±0,1*	3,32±0,1
P			<0,01		<0,05	<0,05
ИДК, мл/мин/м ²	527,35±16,3	581,4±23,9	638,4±25,4	569,4±20,7*	453,9±20,1*	501,3±24,2
P		<0,05	<0,001		<0,01	
ОПСС, дин*с*см ⁻⁵	1126,1±40,9	1086,8±55,8	1016,1±51,1	1020,9±49,2	1175,0±54,2*	1041,2±35,7*
P						

P - Достоверность различий по сравнению с исходных этапов

* - Достоверность различий по сравнению с предшествующим этапом



**Рис.1. Динамика общей мощности (а) и баланса частотных регуляторов (б) артериального давления на этапах исследования (M±m)
* - Достоверность отличий от исходного значения**

личивались к 3 этапу на 10,9% и 11,5%, соответственно. В дальнейшем показатели объемного кровотока постепенно снижались, и в послеоперационном периоде (5 и 6 этапы) достоверно отличались от исходных значений (p<0,05). МОК и СИ уменьшались на 5 этапе исследования на 9,6% и 9,7%, на 6 этапе – на 8,5% и 6,6% от исходных значений.

Индекс доставки кислорода (ИДК) возрастал на этапах операции, достигая максимального значения на этапе после извлечения плода (на 21,3% от исходного уровня) с последующим постепенным снижением после операции, до исходных значений к 1-ым суткам.

Значения ОПСС оставались стабильными на всех этапах исследования.

Стабильность объемных показателей на пренатальном этапе в условиях симпатической блокады обусловлено эффективностью комплекса профилактических мероприятий, направленных на предотвращение артериальной гипотензии. Максимальное возрастание значений УО, МОК, СИ и ИДК на 3 этапе исследования связано с извлечением плода и устранением аорто-кавальной компрессии, а также с сокращением матки и перераспределением объема маточного кровотока.

Результаты проведенного анализа изменений основных параметров центральной гемодинамики на этапах операции свидетельствуют о благоприятных гемодинамических сдвигах пациенток, родоразрешенных в условиях СА. На пренатальном этапе показатели АДс, АДд и АДср, МОК, СИ и ОПСС оставались стабильными, а показатели УО, ФВ и ИДК повышались. Подобные изменения материнской гемодинамики способствуют сохранению адекватной маточно – плацентарной перфузии и оказывают благоприятное влияние на состояние внутриутробного плода. Изменения гемодинамики в постнатальном периоде характеризовались снижением ЧСС, АДс, АДд и АДср, возрастанием УО, ФВ и стабильностью ОПСС. На всех этапах исследования отмечался эукинетический режим кровообращения.

Следующим этапом исследования явилось изучение медленноволновых процессов ауторегуляции основных показателей гемодинамики (АДср, ЧСС и УО) в условиях СА.

Динамика общей мощности спектра колебаний АДср (Pm BP) на этапах исследования представлена на рисунке 1а. Общая мощность Pm BP на пренатальном этапе не имела статистически значимых отличий от исходного уровня. Значения всех регуляторов не отличались достоверно от исходных показателей, однако наблюдался сдвиг в сторону медленных волн P1-P2, что отражалось в достоверном увеличении коэффициента α. Кроме того, достоверно возрастал коэффициент β, т.е. наблюдался некоторый сдвиг в сторону основного регулятора АД – барорегуляции (P3). На 3 этапе (после извлечения плода) Pm BP так же не отличалась от исходной, однако достоверно снижалось влияние высоковольтных осцилляторов P3-P4. На последующих этапах Pm BP достоверно снижалась (p<0,05), равномерно за счет всех регуляторов, с сохранением баланса между быстро- и медленноволновой частью спектра, но со сдвигом в сторону барорегуляции P3, что отражалось в возрастании коэффициента β (рис. 1б).

Изменение общей плотности спектра ЧСС (Pm HR) на этапах исследования отражено на рисунке 2а. На пренатальном этапе отмечалось статистически значимое возрастание Pm HR на 147,75% (p< 0,05), баланс осцилляторов смещался в сторону P1-P2, однако регуляторы P3 и P4 так же возрастали. На 3 и 4 этапах общая плотность спектра Pm HR достоверно снижалась по сравнению с исходным значением (p< 0,05). На 3 этапе баланс регуляторов постепенно восстанавливался, к 4 этапу практически до исходного уровня. В послеоперационном периоде, на 5 этапе общая мощность спектра Pm HR возвращалась к исходному уровню, а на 1-е сутки достоверно была ниже исходной (p< 0,01). На 5 этапе снижалось влияние барорегуляции, а на 6 этапе также снижалась мощ-

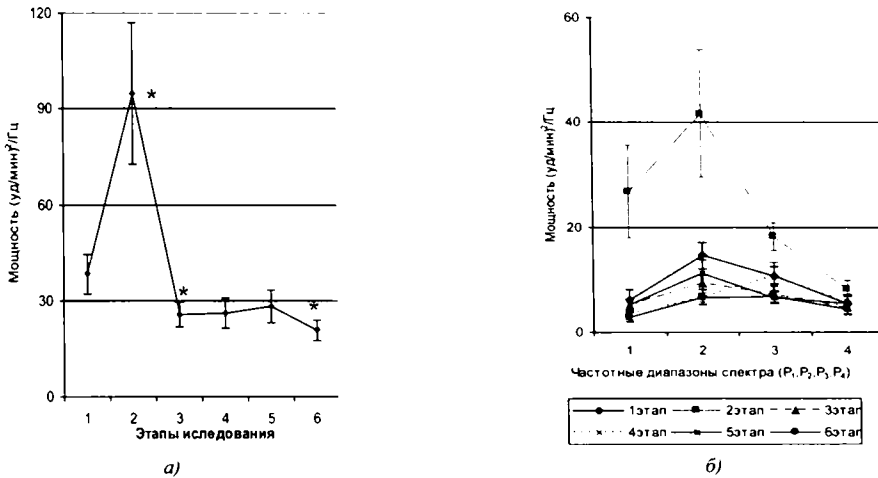


Рис.2. Динамика общей мощности (а) и баланса частотных регуляторов (б) сердечного ритма на этапах исследования ($M \pm m$)
* - Достоверность отличий от исходного значения

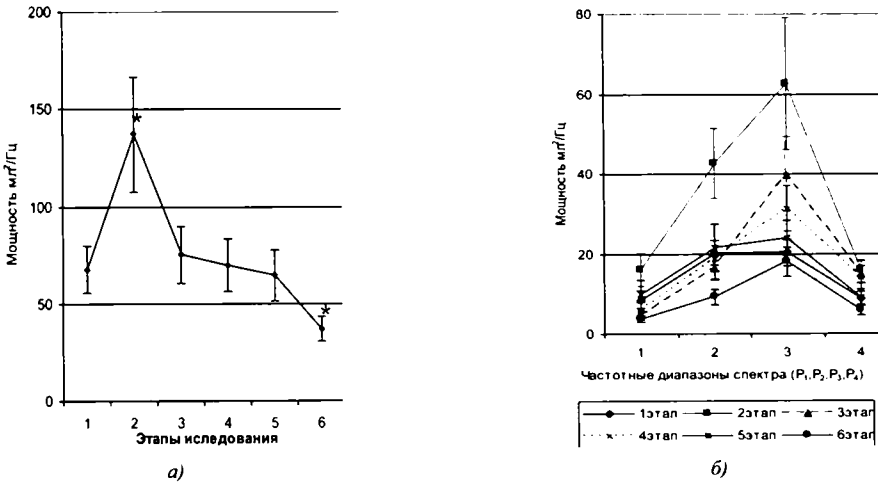


Рис.3. Динамика общей мощности (а) и баланса частотных регуляторов (б) ударного объема на этапах исследования ($M \pm m$)
* - Достоверность отличий от исходного значения

ность гуморального регулятора P2, при сохраненных P1 и P4 (рис.2б).

Истинное значение ударного объема (SV) на пренатальном этапе достоверно возросло на 13,5% ($p < 0,001$). Общая плотность мощности колебаний Pm SV на фоне СА так же достоверно возросла на 103,23% ($p < 0,05$) (рис. 3а). Прирост общей мощности колебаний происходил за счет гуморальной P2 и объемной P4 регуляции, но наиболее выражено за счет барорегуляции P3 (рис. 3б). В последующем, на 3 и 4 этапах исследования Pm SV не отличалась от исходного уровня. Баланс регуляторов на 3 этапе был сдвинут в сторону высокочастотных волн P3-P4 с депрессией P1, на 4 этапе баланс полностью восстанавливался до исходного. В послеоперационном периоде, на 5 этапе общая мощность

спектра колебаний Pm SV не отличалась от исходной, на 6 этапе достоверно снижалась. Баланс регуляторов на 5 этапе не отличался от исходного. На 6 этапе отмечалось достоверное снижение влияния медленных волн P1-P2. Т.о. ауторегуляция ударного объема в условиях СА характеризуется эффективным напряжением механизмов адаптации.

Таким образом, можно заключить, что применение СА для анестезиологического обеспечения абдоминального родоразрешения пациенткам с физиологически протекающей беременностью сопровождалось благоприятными гемодинамическими изменениями на пренатальном и последующих этапах, стабильностью или эффективным напряжением систем ауторегуляции гемодинамики.

Выводы

1. Применение спинальной анестезии при оперативном родоразрешении пациенток с физиологически протекающей беременностью сопровождается благоприятными гемодинамическими сдвигами, особенно на пренатальном этапе, на фоне стабильного АДс, АДд и АДср, МОК, СИ и ОПСС отмечалось возрастание УО, ФВ и ИДК.

2. Изменения параметров кровообращения сопровождалась эффективным напряжением систем ауторегуляции гемодинамики на пренатальном этапе и стабильностью механизмов адаптации на последующих этапах. ■

Давыдова Н.С. – д.м.н., профессор, Засл. врач РФ, зав. кафедрой анестезиологии и реаниматологии ФПК и ПП УГМА, г. Екатеринбург; *Кинжалова С.В.* – к.м.н., руководитель отделения интенсивной терапии и реанимации, ФГБУ «НИИ ОММ» Минздравсоцразвития России, г. Екатеринбург; *Макаров Р.А.* – научный сотрудник отделения интенсивной терапии и реанимации, ФГБУ «НИИ ОММ» Минздравсоцразвития России, г. Екатеринбург; Автор, ответственный за переписку - *Кинжалова Светлана Владимировна* – г. Екатеринбург, ул. Соболева 21. кор. 1, кв.128., тел. 89122770110, E-mail: sveking@mail.ru

Литература:

1. American Society of Anesthesiologists Task Force on Obstetric Anesthesia. Practice guidelines for obstetric anesthesia: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Obstetric Anesthesia. *Anesthesiology* 2007 Apr; 106 (4): 843-863.
2. Сина АМ, Dodd J: Clinical update: obstetric anaesthesia. *Lancet* 2007; 370: 640-642.
3. Robson S.C., Boys R.J., Rodeck C., Morgan B. Maternal and fetal haemodynamic effects of spinal and extradural anaesthesia for elective caesarean section. *Br J Anaesth* 1992; 68: 54-59.
4. Шифман Е.М., Филиппович Г.В. Спинальная анестезия в акушерстве. Петрозаводск: ИнтелТек; 2005: 558с.
5. Корячкин В.А., Шелухин Д.А., Хряпа А.А., Кабылбеков А.К., Ваулин Д.А. Неудачи, осложнения и побочные эффекты регионарной анестезии при кесаревом сечении. *Журнал Акушерства и женских болезней* 2007; LVI (3): 123-128.
6. Datta S., Alper M.H., Ostheimer G.W., Weiss J.B. Methods of ephedrine administration: neonatal effect of prolonged anesthetic induction for cesarean section. *Obstet Gynecol* 1981; 58: 331-335.
7. Астахов А. А. Медленные волновые процессы гемодинамики как новое перспективное направления мониторинга в анестезиологии и реаниматологии. Материалы научно-практической конференции Инженеринг в медицине. Челябинск 2002: 217-227.
8. Ngan Kee W.D., Khaw K.S., Lee B.B., Ng F.F., Wong M.M.S. Randomized controlled study of colloid preload before spinal anaesthesia for Caesarean section. *Br J Anaesth* 2001; 87: 772-774.