

Кинжалова С.В.¹, Макаров Р.А.¹, Давыдова Н.С.², Пестряева Л.А.¹

Состояние кислородтранспортной функции матери и плода при абдоминальном родоразрешении в условиях различных методов анестезиологического пособия

1- ФГБУ «НИИ ОММ» Минздрава России, г. Екатеринбург; 2- ГБОУ ВПО УГМА Минздрава России, г. Екатеринбург.

Kinjalova S.V., Makarov R.A., Davydova N.S., Pestryaeva L.A.

Transport of oxygen of mother and fetus during abdominal delivery

Резюме

Проведен сравнительный анализ параметров газового гомеостаза, КОС и кислородтранспортной функции пациенток с неосложненной беременностью и их новорожденных при кесаревом сечении в условиях различных методов анестезии. 60 беременных женщин были рандомизированы в 2 группы (по 30 пациенток каждая): общая анестезия севофлураном и спинальная анестезия. Параметры КОС и транспорта кислорода определяли в венозной и артериализованной крови матери и пуповинной крови плода. Применение спинальной анестезии сопровождалось большей стабильностью основных показателей КОС и транспорта кислорода у матери. Применение общей анестезии обеспечивало более высокий уровень оксигенации пуповинной крови и меньший уровень лактата.

Ключевые слова. Общая анестезия, спинальная анестезия, кесарево сечение, транспорт кислорода

Summary

The comparative analysis of the gas homeostasis, acid-base status and parameters of oxygen transport of mother and fetus during abdominal delivery in patients with uncomplicated pregnancy were performed. 60 term pregnant women were randomized in two groups of 30 patients each: general anaesthesia with sevoflurane and spinal anaesthesia. Parameters acid-base status and transport of oxygen were measured in venous and arterial maternal and umbilical blood samples. This study demonstrated that mother's parameters of acid-base status and oxygen transport were more stable in spinal anaesthesia group. Neonates in general anaesthesia group had significantly higher umbilical venous oxygenation and significantly less lactate than those in spinal anaesthesia group.

Key words: general anesthesia, spinal anesthesia, cesarean section, transport of oxygen

Введение

В последние годы отмечается тенденция к увеличению частоты операций кесарева сечения в России и во всем мире.

К анестезиологическому пособию в акушерстве предъявляются особые требования: необходимо обеспечить защиту организма роженицы, нередко с серьезными нарушениями гомеостаза от операционной травмы и, в то же время, не оказывать выраженного отрицательного воздействия на плод, максимально сохранить его адаптивно-регуляторные механизмы, ответственные за постнатальную адаптацию [1,2].

Регионарная или общая анестезия обычно используются для большинства плановых и экстренных кесаревых сечений. Каждый вид анестезии имеет свои достоинства и недостатки, к каждому существуют достаточно строгие показания и противопоказания [2,3,4].

Остается нерешенным вопрос - артериальная гипотензия и брадикардия, нередкие на фоне нейроаксиаль-

ных методов обезболивания или артериальная гипертензия и тахикардия, сопровождающие общую анестезию вызывают более значимое напряжение гемодинамики в системе мать – плод и связанные с этим нарушения транспорта кислорода у матери и плода [3,4,5,6].

Цель исследования. Изучить состояние газового гомеостаза матери и плода при оперативном родоразрешении пациенток с физиологически протекающей беременностью в условиях общей и спинальной анестезии.

Материалы и методы

В исследование включены пациентки с физиологически протекающей беременностью (60 чел.), подвергшиеся абдоминальному родоразрешению в плановом порядке в сроке доношенной беременности. Плоды исследованных женщин по клиническим, кардиотокографическим и ультразвуковым критериям расценивали "условно здоровыми".

В зависимости от метода анестезии пациентки разделены на две исследуемые группы (по 30 пациенток): I группа – беременные, родоразрешенные в условиях общей анестезии севофлураном (ОА); II группа – в условиях спинальной анестезии (СА).

Срок родоразрешения, возраст, конституционные факторы не отличались между группами (табл. 1).

Кесарево сечение производилось преимущественно по акушерским показаниям: рубец на матке 55%; “неправильное” положение плода (тазовое, поперечное, неустойчивое) в 24,5%; механическое “препятствие” со стороны родовых путей в 12,5% случаев (незрелая шейка матки, рубцовые деформации, аномалии развития); симфизопатия у 8% пациенток. Все женщины родоразрешены в ФГБУ «НИИ ОММ» Минздравсоцразвития РФ в период с 2008 по 2011 гг.

Дизайн исследования – проспективное, сравнительное, рандомизированное. Беременные включались в исследование после получения письменного информированного согласия. Рандомизация по виду анестезии проводилась методом конвертов.

Общая анестезия севофлураном. Индукция проводилась тиопенталом натрия (5-6 мг/кг) после преоксигенации 100% кислородом в течение 3-х минут, интубация – после миоплегии лидокаином (1,5-2 мг/кг). Искусственная вентиляция легких осуществлялась аппаратом Dräger “FabiUS Plus” в режиме контролируемом по объему (CMV), с параметрами, поддерживающими нормо- или умеренную гипервентиляцию под контролем капнографии, с поддержанием $P_{et}CO_2$ не менее 30-31 мм рт. ст. Для поддержания анестезии использовался севофлуран в кислородно-воздушной смеси (1:1) по полузакрытому контуру с потоком 2 л/мин и концентрацией севофлурана на выдохе 2,0 об.%. После извлечения плода внутривенно вводился наркотический анальгетик фентанил 1,5-2 мкг/кг, миорелаксация осуществлялась введением тракриума 0,4-0,6 мг/кг.

Спинальная анестезия проводилась в положении сидя, иглой point-pencil 27G, интратекально вводился 0,5% гипербарический раствор бупивакаина 2,0-2,5 мл на уровне L4-5, на фоне инфузии раствора ГЭК 6% (130/0,4) 500,0 мл. Артериальная гипотензия профилактировалась внутривенным введением фенилэфрина через микроинфузионный насос “Sensitec”. Самостоятельное дыхание осуществлялось воздушно-кислородной смесью через лицевую маску ($FiO_2 = 50\text{об}\%$).

Исследование кислородного статуса проводили с помощью газового анализатора “ABL-700” (фирма “Radiometer”, Дания). Определяли pH, pCO_2 , pO_2 , BE_{eff} , лактат в артериализованной капиллярной и венозной крови, рассчитывали показатели CaO_2 , CvO_2 , DO_2 , VO_2 и K^*EO_2 .

Забор проб артериализованной крови у матери производился из предварительно согретого пальца кисти, венозной крови – из кубитальной вены. Образцы пуповинной крови забирались из артерий и вены пуповины сразу после его рождения (после клеммирования пуповины) до первого вдоха новорожденного [7,8].

Содержание кислорода в артериальной крови и венозной крови (CaO_2 , CvO_2) определяли по формуле: CaO_2 (мл/л) = $1,39 \times Hb \times (SaO_2/100) + 0,0031 \times pO_2$, где 1,39 – константа Гюффера; 0,0031 – коэффициент растворения кислорода в плазме крови. Показатель доставляемого в ткани кислорода (транспорта) (DO_2) рассчитывался по формуле: DO_2 (мл/мин * м²) = $Q \times CaO_2$, где D (delivery) – транспорт, доставка; Q – сердечный индекс (СИ) (мл/мин*м²). Оценка сердечного индекса проводилась с помощью неинвазивной биоимпедансной технологии мониторинговой системой «МАРГ 10-01» (Микролюкс, Челябинск). Потребление кислорода тканями (VO_2) определяли с помощью уравнения: VO_2 (мл/мин * м²) = $Q \times (CaO_2 - CvO_2)$, где VO_2 – поглощение кислорода (мл/мин * м²); CaO_2 и CvO_2 – содержание кислорода в артериальной и смешанной венозной крови (мл/100 мл крови). Коэффициент тканевой экстракции кислорода (K^*EO_2) рассчитывали по формуле: $K^*EO_2 = VO_2 / DO_2 \times 100$ [9].

Исследование газового гомеостаза и КОС матери проводилось на трех этапах: 1 этап – исходный, до начала оперативного вмешательства; 2 этап – пренатальный, на фоне различных видов анестезии до извлечения плода; 3 этап – в конце операции.

Математический расчет и статистическая обработка выполнена с использованием компьютерной программы Statistica 7.0. При анализе полученных данных использованы методы вариационной статистики с вычислением средних величин (M) и среднеквадратичного отклонения ($\pm m$). Исследована достоверность внутригрупповых и межгрупповых различий одноименных параметров с применением t-критерия Стьюдента для зависимых и независимых выборок, соответственно.

Результаты и обсуждение

Данные, характеризующие детали операции: продолжительность операции, время извлечения плода, общий объем инфузии, объем кровопотери и диурез не отличались между группами (табл.1).

Результаты проведенного сравнительного анализа параметров газового гомеостаза, КОС и кислородтранспортной функции пациенток обеих групп на этапах анестезии приведены в таблице 2. Исходные показатели не имели достоверных различий между группами.

На 2 и 3 этапе показатель pH снижался от исходного в обеих группах, при этом в I группе был достоверно ниже, чем во II, однако значение параметра оставалось в пределах физиологической нормы.

Перевод пациенток I группы на ИВЛ, несмотря на режим умеренной гипервентиляции ($P_{et}CO_2 > 30$ мм рт. ст), приводил к достоверному возрастанию $PaCO_2$ на 2 и 3 этапах исследования на 21,41% и 13,96%, соответственно. Во II группе $PaCO_2$ на 2 этапе оставался неизменным, достоверно возрастая к 3 этапу на 6,46%. Показатель $PaCO_2$ был достоверно выше в группе ОА на пренатальном этапе и в конце операции.

Показатель $BE_{\text{eff}}(a)$ на пренатальном этапе не отличался от исходного в обеих группах, а на 3 этапе от-

Таблица 1. Характеристика исследованных групп, М±m

Показатель	I группа (n=30)	II группа (n=30)
Срок гестации, нед	39,35±0,21	38,9±0,18
Возраст, лет	29,8±0,96	29,0±1,1
Рост, см	1,66±0,02	1,65±0,01
Масса тела, кг	74,6±2,54	76,24±1,88
ИМТ, кг/м ²	27,08±0,68	28,02±0,73
Время операции, мин	45,5±2,51*	55,0±2,99
Время извлечения плода, мин	6,75±0,48	7,2±0,63
Общий объем инфузии, мл	1462,5±27,36	1541,0±28,96
Кровопотеря, мл	585,0±26,43	545,0±22,62
Диурез, мл	92,5±9,78	107,5±14,18
Масса новорожденного, г	3554,5±117,9	3500,25±97,15
Рост новорожденного, см	52,0±0,53	51,5±0,49
Апгар, баллы на 1 минуте	6,5±0,69*	7,25±0,18
на 5 минуте	7,75±0,1	7,95±0,09

* $P < 0,01$ – достоверное отличие между группами.

мечалось возрастание дефицита оснований в I группе на 68,07% от исходного, что достоверно отличалось от II группы пациенток, в которой дефицит оснований увеличился на 38,96%.

Уровень лактата в капиллярной крови на пренатальном этапе не имел достоверных отличий от исходного, однако был достоверно меньше в I группе. На этапе окончания операции во II группе лактат не изменялся, а в I-ой достоверно возрастал на 35% по сравнению с исходным значением, оставаясь в пределах физиологической нормы.

Парциальное давление кислорода артериальной (PaO₂) и венозной (PvO₂) крови на пренатальном этапе достоверно возрастало в I группе на 160,2% и 267,69%, соответственно, во II группе прирост был достоверно меньше и составил 60,36% и 25,93% от исходного. На втором этапе исследования FiO₂ в обеих группах составляло 50%. На третьем этапе в I группе PaO₂ и PvO₂ были выше исходных значений на 49,0% и 113,11%, во II группе данные показатели были достоверно ниже и не отличались от исходного уровня. Это можно объяснить различием в FiO₂ на 3 этапе – 50% при ОА и атмосферные 21% при СА, поэтому рассчитывался коэффициент оксигенации PaO₂/FiO₂.

На пренатальном этапе он не изменялся в I группе, а во II-ой снижался на 32,65% и был достоверно ниже, чем в I группе. На 3 этапе PaO₂/FiO₂, напротив, снижался в I группе на 37,42% и был достоверно ниже, чем во II группе, у пациенток которой он возвращался к исходному уровню.

Содержание кислорода в артериальной крови (СаО₂) во II группе снижалось на пренатальном этапе на 7,08% от исходного, и было достоверно ниже, чем в I группе, у пациенток которой оно не отличалось от исходного уровня. Это объясняется эффектом гемодилюции, возникающим вследствие проведения инфузии раствора ГЭК для профилактики артериальной гипотензии при

СА. В конце операции СаО₂ во II группе возвращалось к исходному уровню, не имело достоверных отличий от I группы, в которой этот показатель был достоверно ниже исходного на 3,99%. Содержание кислорода в венозной крови (СvО₂) во II группе не изменялось на 2 и 3 этапах исследования, и было достоверно ниже, чем в I группе, где СvО₂ достоверно возрастало на 69,63% и 29,59%.

При анализе показателя доставки кислорода (DO₂) в обеих группах не обнаружено статистически значимых отличий на всех этапах исследования ни от исходного значения, ни между группами.

Потребление кислорода тканями (VO₂) и коэффициент экстракции кислорода (КЭО₂) на пренатальном этапе в I группе достоверно снижались на 77,16% и 77,52%, соответственно, к концу операции возвращались к исходному уровню. Во II группе VO₂ и КЭО₂ не отличались значимо от исходных и были достоверно выше, чем в I группе на 2 и 3 этапе.

В группе ОА выявлены достоверно более низкие значения оценки новорожденных по шкале Апгар на 1 минуте по сравнению с группой СА (табл. 1), к 5 мин достоверной разницы между группами не получено.

Однако оценка по шкале Апгар не может быть достаточно объективным критерием внутриутробной гипоксии. Надежным показателем благополучия плода является КОС пуповинной крови. Показатели газового гомеостаза и КОС в вене пуповины в условиях различных методов анестезии приведены в таблице 3.

Значение pH в вене пуповины сразу после извлечения находилось в пределах физиологической нормы в обеих группах. В I группе наблюдались достоверно более высокие показатели оксигенации пуповинной крови, как артериальной, так и венозной: PaO₂ было выше на 58,3%, PvO₂ выше на 49,63%, SO₂(a) на 52,1% выше, SO₂(v) выше на 82,59%, СаО₂ на 46,87% выше, СvО₂ на 92,8% выше, чем во II группе. Уровень лактата, как маркера клеточной гипоксии, во II группе в артериальной и венозной

Таблица 2. Параметры газового гомеостаза и кислотно-основного состояния матери, М±m

Показатель	Группы исследования	Этап исследования		
		1	2	3
pH (a)	I	7,427±0,005	7,363±0,004 *	7,347±0,006 *#
	II	7,432±0,004	7,418±0,004 *	7,393±0,004 *#
	P _{1-II}		0,0001	0,0001
PaCO ₂ мм рт.ст.	I	30,73±0,47	37,31±0,39 *	35,02±0,56 *#
	II	31,39± 0,42	31,73±0,5	33,42±0,63 *#
	P _{1-II}		0,0001	0,0329
PaO ₂ мм рт.ст.	I	77,17±1,54	200,8±15,67 *	114,99±11,59 *#
	II	78,47±2,07	125,84±11,88 *	75,22±2,77 #
	P _{1-II}		0,0003	0,0021
Лактат (a) ммоль/л	I	1,28±0,07	1,13±0,05	1,73±0,2 *#
	II	1,45±0,11	1,47±0,08	1,42±0,1
	P _{1-II}		0,0009	
BE _{сег} (a) ммоль/л	I	-3,54±0,24	-3,75±0,23	-5,95±0,25 *#
	II	-3,08±0,31	-3,75±0,31	-4,28±0,23 *
	P _{1-II}			0,0001
PaO ₂ /FiO ₂	I	367,47±7,32	401,6±31,34	229,98±23,18 *#
	II	373,68±9,87	251,68±23,77 *	358,2±13,22 #
	P _{1-II}		0,0003	0,0001
pH (v)	I	7,347±0,01	7,356±0,004	7,308±0,006 *#
	II	7,348±0,012	7,365±0,007	7,341±0,011 #
	P _{1-II}			0,0039
PvCO ₂ мм рт.ст.	I	39,16±1,66	35,81±0,51 *	37,7±0,52 #
	II	39,08±1,48	36,21±1,05	39,16±1,65
	P _{1-II}			
PvO ₂ мм рт.ст.	I	33,31±1,94	122,48±14,84 *	70,99±11,5 *
	II	30,42±2,3	38,31±4,12 *	30,88±3,76
	P _{1-II}		0,0001	0,0021
Лактат (v) ммоль/л	I	1,9±0,15	0,93±0,03 *	1,64±0,22 #
	II	1,94±0,28	1,34±0,12 *	1,47±0,14
	P _{1-II}		0,0005	
BE _{сег} (v) ммоль/л	I	-3,9±0,26	-5,01±0,28 *	-6,85±0,23 *#
	II	-4,04±0,4	-4,39±0,46	-4,47±0,28
	P _{1-II}			0,0001
Q (СИ) л/мин/м ²	I	3,39±0,09	3,44±0,12	3,72±0,12 *#
	II	3,55±0,07	3,66±0,15	3,56±0,11
	P _{1-II}			
CaO ₂ мл/л	I	168,99±2,17	170,91±2,95	162,26±2,52 *#
	II	162,63±3,56	151,12±3,07 *	161,98±4,68 #
	P _{1-II}		0,0001	
CvO ₂ мл/л	I	91,51±8,35	155,23±4,61 *	118,59±9,47 *#
	II	85,19±8,29	95,63±9,5	73,46±10,05
	P _{1-II}		0,0001	0,0013
DO ₂	I	570,99±19,73	603,65±30,72	585,85±21,83

* - Достоверность различий по сравнению с этапом исходных данных

- Достоверность различий по сравнению с предшествующим этапом

P I-II - Достоверность различий между группами

крови был достоверно выше на 23,25% и на 30,13% соответственно, чем в I группе. Коэффициент экстракции кислорода (КЭО2) у новорожденных I группы был достоверно ниже на 15,7%, чем во II группе, но находился в

пределах физиологической нормы.

Ранний неонатальный период у всех новорожденных обеих исследованных групп протекал без осложнений.

Таблица 3. Параметры газового гомеостаза и КОС пуповинной крови, М±m

Показатель	I группа (n=30)	II группа (n=30)	Достоверность
pH (a)	7,319±0,004	7,330±0,007	
PaCO ₂ , мм рт.ст	43,57±0,6	42,39±0,9	
PaO ₂ , мм рт.ст	40,51±1,84	25,59±1,65	<0,001
SaO ₂ , %	78,18±2,22	51,4±4,5	<0,001
Лактат (a), ммоль/л	1,29±0,06	1,59±0,09	<0,01
BE _{ст} (a), ммоль/л	-3,45±0,23	-3,36±0,38	
pH (v)	7,281±0,006	7,274±0,01	
PvCO ₂ , мм рт.ст	52,05±0,83	52,24±1,79	
PvO ₂ , мм рт.ст	20,56±1,04	13,74±0,99	<0,001
SvO ₂ , %	38,18±3,04	20,91±2,57	<0,001
Лактат (v), ммоль/л	1,46±0,07	1,9±0,14	<0,01
BE _{ст} (v), ммоль/л	-2,08±0,28	-2,64±0,41	
CaO ₂ , мл/л	152,01±5,88	103,5±9,2	<0,001
CvO ₂ , мл/л	75,0±6,34	38,9±5,02	<0,001
K ⁺ O ₂ , мл/л	51,14±3,35	60,67±2,97	<0,05

Выводы

1. Применение спинальной анестезии практически не оказывало воздействия на кислотно-основное состояние матери. Изменения газового гомеостаза и кислородтранспортной функции происходили в пределах физиологических норм.

2. На фоне общей анестезии отклонения были более выраженными, наблюдалась артериализация венозной крови, однако, сдвиги основных показателей газового гомеостаза и КОС были скомпенсированными, а так же стабильность доставки кислорода свидетельствуют об адекватности анестезиологического пособия с использованием севофлурана.

3. Несмотря на большую гемодинамическую стабильность и минимальное воздействие на газообмен матери в условиях спинальной анестезии, общая анестезия обеспечивает более высокий уровень оксигенации пуповинной крови. ■

Кинжалова С.В., к.м.н., руководитель научного отделения интенсивной терапии и реанимации ФГБУ «НИИ ОММ» Минздрава России, г. Екатеринбург; Макаров Р.А., к.м.н., научный сотрудник отделения интенсивной терапии и реанимации ФГБУ «НИИ ОММ» Минздрава России, г. Екатеринбург; Давыдова Н.С., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой анестезиологии и реаниматологии ФПК и ПП ГБОУ ВПО УГМА Минздрава России, г. Екатеринбург; Пестряева Л.А., к.б.н., руководитель научного отделения биохимических методов исследования ФГБУ «НИИ ОММ» Минздрава России, г. Екатеринбург.; Автор, ответственный за переписку: Кинжалова Светлана Владимировна, 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, д.1, E-mail: sveking@mail.ru, тел. 89122770110.

Литература:

1. Серов В.Н., Маркин С.А. Критические состояния в акушерстве: руководство для врачей. М: Медиздат, 2003.
2. Bloom S.L., Spong C.Y., Weiner S.J. et al. Complications of anesthesia for cesarean delivery. *Obstet Gynecol* 2005; 106: 281-287.
3. Bowring J, Fraser N, Vause S, Heazell AEP. Is regional anaesthesia better than general anaesthesia for caesarean section? *J Obstet Gynaecol* 2006; 26: 433-434.
4. Reynolds F, Seed P.T. Anaesthesia for Caesarean section and neonatal acid-base status: a meta-analysis. *Anaesthesia* 2005; 60: 636-653.
5. Afolabi BB, Lesi FEA, Merah NA: Regional versus general anaesthesia for caesarean section. *Cochrane Database Syst Rev* 2006; CD004350.
6. Algert C.S., Bowen J.R., Giles W.B., Knoblanche G.E., Lain S. J., Roberts C.L. Regional block versus general anaesthesia for caesarean section and neonatal outcomes: a population-based study. *BMC Medicine* 2009; 7: 20.
7. Armstrong L, Stenson B.J. Use of umbilical cord blood gas analysis in the assessment of the newborn. *Arch Dis Child* 2007; 92: 430-434.
8. Umbilical cord blood gas and acid-base analysis. ACOG Committee Opinion № 348. American College of Obstetricians and Gynecologists. *Obstet Gynecol* 2006; 108: 1319-1322.
9. Золотокрылина Е.С. Диагностика гипоксических состояний в отделении реанимации и интенсивной терапии. Клиническая лабораторная диагностика 1997; 7: 3-6.