Состояние основных параметров гемодинамики по данным транспульмональной термодилюции у детей с массой тела менее 10 кг после коррекции врожденных пороков сердца с легочной гиперволемией

Д.м.н. О.В. СТРУНИН, А.А. ПЕРЕВОЗЧИКОВА, д.м.н. В.В. ЛОМИВОРОТОВ, д.м.н., проф. Ю.Н. ГОРБАТЫХ, к.м.н. С.Н. ПРОХОРОВ, к.б.н. Л.Г. КНЯЗЬКОВА

Status of main hemodynamic indices according to transpulmonary thermodilution in children weighting up to 10 kg after correction of congenital heart diseases with pulmonary hypovolemia

O.V. STRUNIN, A.A. PEREVOZCHIKOVA, V.V. LOMIVOROTOV, YU.N. GORBATIKH, S.N. PROKHOROV, L.G. KNYAZ'KOVA

Новосибирский научно-исследовательский институт патологии кровообращения им. акад. Е.Н. Мешалкина Минздравсоцразвития России

Проведен анализ основных гемодинамических параметров, влияющих на сердечный выброс после операций по поводу врожденных пороков сердца в условиях искусственного кровообращения. Обследованы 26 детей с врожденными пороками сердца с лево-правым сбросом в возрасте от 2 мес до 1 года (средний возраст 7 мес) и массой тела менее 10 кг (в среднем 6,6±1,3 кг), которым проведена радикальная коррекция порока сердца в условиях гипотермической перфузии. Гемодинамику изучали по данным, полученным при помощи прибора PiCCO-plus. Измеряли также уровень предсердного натрийуретического пептида (BNP) и стандартные клинические показатели. Обнаружено, что состояние основных факторов, влияющих на сердечный выброс в послеоперационном периоде, подвержено быстрым динамическим изменениям. Наиболее критическим для снижения функции сердца являлся период с 12-го по 24-й час после операции. Наибольшую прогностическую ценность в отношении длительности респираторной поддержки имела совокупность показателей сократимости левого желудочка (dPmax), индекса функции сердца (CFI) и индекс внесосудистой воды легких (ELWI), измеренных в период максимального напряжения компенсаторных механизмов — 12 ч после операции.

Ключевые слова: врожденные пороки сердца, искусственное кровообращение, легочная гиперволемия, гемодинамика, транспульмональная термодилюция.

26 infants aged 2 months — 1 year (mean age — 7 months) and weighting less than 10 kg (6,6±1,3 in average) with congenital heart diseases (left-to-right shunts) operated under hypothermic perfusion were investigated. Hemodynamics was studied using PiCCO-plus device. Level of atrial natriuretic peptide (BNP) and standard clinical indices were measured as well. It is ascertained that condition of main factors impacting the cardiac output in postoperative period is subjected to rapid dynamic changes. The most critical period of decreased cardiac function is from 12 to 24 hours after the operation. Combination of indices reflecting left ventricular contractility (dPmax), cardiac function (CFI) and extravascular pulmonary water (ELWI) that has been measured in the period of maximal intension of compensatory mechanisms (12 hours after the operation) has the highest prognostic value.

Key words: congenital heart diseases, artificial circulation, pulmonary hypervolemia, hemodynamics, transpulmonary thermodilution.

Основным стратегическим направлением современной кардиохирургии врожденных пороков сердца (ВПС) в последние десятилетия является максимально ранняя радикальная хирургическая коррекция. Хорошо известны особенности гемодинамики у детей раннего возраста, обусловленные низкими адаптивными резервами незрелого миокарда, тесной зависимостью сердечного выброса от частоты сердечных сокращений и общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС). После хирургической коррекции ВПС с гиперволемией малого круга кровообращения на состояние гемодинамики начинают влиять дополнительные факторы: резидуальная легочная гипертензия, лабильность легочного и системного сосудистого сопротивления в рамках стресс-реакции, отек миокарда в результате системного воспалительного ответа и дисфункции эндотелия и его повреждение (кардиоплегия, хирургическая травма). Достойным ответом на расширяющийся круг проблем являются, с одной стороны, быстрый прогресс технологий вспомогательного кровообращения, с другой — появление новых препаратов (например, левосимендан) и подходов к фармакологической коррекции. Перечисленные факторы предъявляют новые требования к дифференцированной динамической оцен-

© Коллектив авторов, 2012

Kardiol serdečno-sosud hir 2012; 2: 98

e-mail: struninov@mail.ru

ке основных гемодинамических параметров. Становится актуальной стратегия профилактики тяжелых гемодинамических сдвигов, а не их констатация с последующей терапией осложнений. Основной метод ультразвуковой диагностики и общеизвестные клинические диагностические методы, являющиеся «золотым стандартом» еще с прошлого столетия, не безупречно соответствуют этому подходу. Более релевантны указанным требованиям методы термодилюционного определения функции кровообращения и относительно недавно появившаяся в клинической практике технология PiCCO («pulse-induced contour cardiac output»), которая представляет собой метод мониторинга состояния гемодинамики, основанный на комбинации транспульмональной термодилюции и анализа формы пульсовой волны. Одними из основных его достоинств являются относительная малоинвазивность, безопасность и широкий диапазон измеряемых параметров. Сопоставимость получаемых данных с данными других методов подробно описана в литературе. Опыт применения данной технологии в педиатрии все еще ограничен. Нормальные показатели для детей различных возрастных групп находятся в стадии формирования [5]. В педиатрической кардиохирургии количество исследований, посвященных клинической эффективности данного метода, также ограничено. В имеющихся публикациях приведены результаты обследования небольшого числа детей (от 16 до 24) в широком возрастном диапазоне (от периода новорожденности до 14 лет) с различными типами ВПС как с гиперволемией малого круга кровообращения, так и со сниженным легочным кровотоком, объединявшихся в одну группу [3, 4]. В нашем исследовании мы сконцентрировали внимание на детях первого года жизни (за исключением периода новорожденности) с массой тела менее 10 кг и ВПС с гиперволемическим типом легочной гемодинамики.

Материал и методы

Обследованы 26 детей с ВПС с лево-правым сбросом (переполнение малого круга кровообращения) в возрасте от 2 мес до 1 года (средний возраст 7 мес), которым была выполнена радикальная коррекция порока в условиях гипотермической перфузии (средняя температура 33,0±1,5 °С). Из них у 18 (69%) детей имелась полная форма атриовентрикулярного сообщения, у 8 (31%) — дефект межжелудочковой перегородки. Все пороки сопровождались легочной гипертензией (давление в легочной артерии 50—70 мм рт.ст). В исследование вошли больные с недостаточностью кровообращения I—IIа степени. Дети с более тяжелой степенью недостаточности кровообращения из исследования исключались. Масса тела в среднем составила 6,6±1,3 кг.

Все дети поступали для планового хирургического лечения. Операции проводили в условиях комбинированной эндотрахеальной анестезии. Индукцию выполняли с помощью масочной ингаляции севофлюрана в дозе 3—4% по объему. Перед интубацией использовали фентанил в дозе 2,5—5 мкг/кг, мидазолам в дозе 0,1—0,2 мг/кг. В дальнейшем анестезия поддерживалась внутривенной инфузией фентанила в дозе 5—10 мкг/кг/ч, ингаляцией севофлюрана 0,5—1,5% по объему, болюсными введениями мидазолама 0,1—02 мг/кг/ч. Искусственное кровообращение (ИК) проводили с использованием систем Lilliput-1 или Lilliput-2. В качестве компонентов заполнения использовали отмытые эритроциты, донорскую плазму. Средняя длительность ИК составила 106±42 мин, окклюзии аорты — 59±30 мин. Измеряли стандартный набор параметров гемодинамики: инвазивное артериальное давление, центральное венозное давление, частота сердечных сокращений. Адекватность сердечного выброса (СВ) определяли по насыщению кислородом смешанной венозной крови и уровню лактата. Наряду с этим дополнительно определяли содержание мозгового натрийуретического пептида (BNP) в периферической крови методом иммунохемилюминесцентного анализа с помощью наборов реагентов фирмы «Abbot» (США) на автоматическом анализаторе Architect i2000sr (США). Измеряли уровень pro-BNP (реагенты фирмы «Biomedica», Словакия) методом иммуноферментного анализа (ELISA) на микропланшетном ридере ELX-800 (США).

При помощи прибора PiCCO-plus оценивали основные показатели преднагрузки, функции миокарда и постнагрузки. Термодилюционный катетер 3F PULSIOCATH (диаметр 0,9 мм, рабочая длина 7 см, дистальный просвет 0,018") для измерения устанавливали пункционно по Сельдингеру в левую бедренную артерию и использовали для постоянного мониторинга артериального давления и взятия проб артериальной крови. Пробы и измерения осуществляли на следующих этапах: 1-й этап — до хирургического вмешательства (в операционной, сразу после интубации и катетеризации артерии и вены); 2-й этап — сразу после окончания ИК, выполнения ультрафильтрации и введения протамина; 3-й этап — через 12 ч после операции в отделении интенсивной терапии; 4-й этап — через 24 ч; 5-й этап — через 48 ч.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли при помощи программ M. Excel, Biostat. Для сравнения зависимых измерений на этапах исследования применяли непараметрический критерий Вилкоксона. Для определения суммарного воздействия изучаемых величин на клинически значимые показатели проводили многофакторный анализ, рассчитывали коэффициент корреляции Спирмена. Статистически значимыми считали результаты при $p<0,05$.

Результаты

Программное обеспечение прибора PiCCO осуществляет корректировку результатов измерения при наличии у пациента внутрисердечного шунтирования справа налево. Однако у всех обследованных нами пациентов имелась ранняя стадия развития легочной гипертензии, при которой давление в легочной артерии и правых камерах сердца хотя и повышается, но остается ниже, чем давление в левых отделах. В этих условиях внутрисердечное шунтирование крови осуществляется по градиенту давления слева направо. В этой связи данные метода термодилюции, полученные на первом этапе исследования, не могут быть признаны корректными и в этой публикации не приводятся. Последующие измерения проводились после коррекции порока, включавшего хирургическое устранение внутрисердечного шунтирования. После окончания ИК и удаления избыточной жидкости при помощи модифицированной ультрафильтрации (МУФ) измеряли гемодина-

мические показатели. О состоянии преднагрузки можно было судить по уровню центрального венозного давления, равного 8,0±2,2 мм рт.ст., и грудному конечному диастолическому объему (ГКДО), являющемуся суммой конечных диастолических объемов всех камер сердца. В этот момент ГКДО составлял 225,6±160,1 мл, а его индекс (ИГКДО) — 507,8±190,7 мл/м^2. Оба показателя были максимальными за весь период исследования. При этом ИГКДО максимально приближался к величине 556±428 мл/м^2, полученной в качестве эталонной для этого показателя J. Lopez-Herce и соавт. [5] у 9 критически больных пациентов массой тела менее 20 кг. Максимальным также был такой показатель преднагрузки, как индекс внутригрудного объема крови (ИВГОК), состоящий, как принято считать, на 80% из конечных диастолических объемов камер сердца и на 20% из легочного объема крови. Вариабельность ударного объема левого желудочка — ЛЖ (SVV), зависит как от наполнения сосудистого русла, так и от способности сердца отвечать на внезапное изменение преднагрузки. При этом SVV составил 12,5±4,7%, что соответствует данным J. Lopez-Herce (12,9±5,8%) [5]. При «норме» около 10% увеличение SVV свидетельствует о состоянии гиповолемии. Таким образом, посленагрузка сразу после ИК, несмотря на только что проведенную МУФ, характеризовалась максимальными за все этапы исследования показателями, которые, однако, только приближались к нижним границам оптимальных уровней для детей со сходными весовыми характеристиками. На следующем этапе (через 12 ч после операции) отмечалось, напротив, максимальное за весь период обследования снижение рассмотренных показателей преднагрузки. Так, ИГКДО снижался до 389,4±90,4 мл/м^2 (p=0,48). Только к 24 ч после операции он начинал вновь повышаться и к 48 ч достигал показателей 1-го этапа (рис. 1).

Динамика таких показателей функции сердца, как индекс функции сердца (ИФС), ударный объем (УО) и его индекс (ИУО), отражена на рис. 2. Отчетливо видно, что максимальными функциональными показателями характеризовался период окончания МУФ. Надо полагать, что одним из определяющих факторов СВ в этот период была адекватная преднагрузка. К 12 ч после операции все показатели функции сердца демонстрировали снижение, сохранявшееся до 48 ч. Так, ИУО снижался к 12-му часу на 36% (p=0,006) до 24,1±8,9 мл/м^2 и был минимальным за все время исследования. В дальнейшем ИУО статистически значимо не изменялся. Однонаправленную динамику демонстрировали ИФС и глобальная фракция изгнания. Все они достигали минимума к 12 ч послеоперационного периода и на последующих этапах статистически значимо не изменялись. В то же время такой показатель сократимости, как максимальная скорость нарастания давления dPmax, характеризующий сократимость ЛЖ, оставался к 12-му часу на уровне 711,5±242,6 мм рт.ст./с, что даже превышало, хотя и с невысокой степенью статистической значимости, уровень на предыдущем этапе (рис. 3). Однако к 24-му часу послеоперационного периода этот показатель снижался до 566,1±210,1 мм рт.ст./с (p=0,05) и вновь восстанавливался только к 48-му часу послеоперационного периода. Не отмечено статистически значимой корреляции между этим показателем и дозами кардиотонической поддержки (допамин). Так, через 12 ч после операции только 73% пациентов получали инфузию допамина в средней дозе 2,8±1,5 мкг/кг/мин, в то время как сразу после окончания МУФ 92% больных нуждались в инфузии допамина в средней дозе 3,4±1,8 мкг/кг/мин.

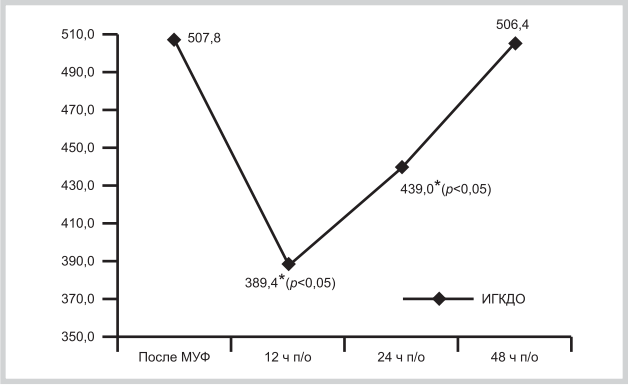


Рис. 1. **Динамика индекса глобального конечного диастолического объема (ИГКДО, мл/м^2) на этапах исследования.**

МУФ — модифицированная ультрафильтрация; п/о — после операции.

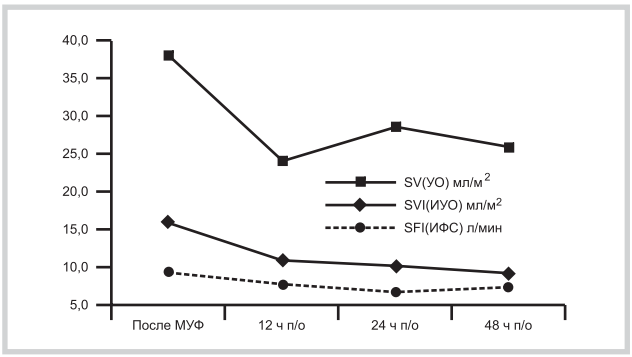


Рис. 2. **Изменение показателей сердечного выброса на этапах исследования.**

УО — ударный объем; ИУО — индекс ударного объема; ИФС — индекс функции сердца.

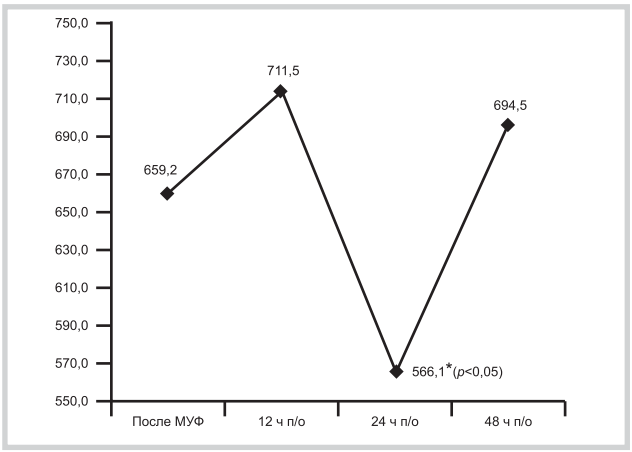


Рис. 3. **Динамика максимальной скорости нарастания давления (dPmax, мм рт.ст./с).**

Состояние посленагрузки оценивали по индексу системного сосудистого сопротивления (ИССС). Нормальные его величины при определении аппаратом PiCCO находятся в диапазоне 1200—2000 дин·с·см$^{-5}$·м^2 [5]. Динамика данного показателя отражена на рис. 4. Минимальной за весь период исследования посленагрузка была сразу после окончания ИК и проведения МУФ. Сочетание низкого сосудистого сопротивления с адекватной преднагрузкой и хорошей сократимостью обеспечивало в этот момент максимальный сердечный индекс (СИ) — 5,1±2,2 л/мин/м^2. В пользу данного предположения свидетельствует и относительно невысокий уровень pro-BNP, равный 125,5±256 пг/мл сразу после МУФ и резко повышавшийся только на следующих этапах. Максимальным ИССС становился к 12 ч после операции. К этому моменту он превышал границы нормы и составлял 2175,5±796 дин·с·см$^{-5}$·м^2. Как показано выше, этот этап исследования сопровождался относительной гиповолемией и хорошими показателями сократимости dPmax. Взаимодействие этих факторов, тем не менее, приводило к снижению СИ до 3,4±2,5 л/мин/м^2 (p=0,02). Уровень лактата в этот момент достигал в среднем 2,8±1,6 ммоль/л (рис. 5). К 24 ч послеоперационного периода СИ оставался сниженным (3,34±1,69 л/мин/м^2). Преднагрузка в этот период статистически значимо (p=0,05) повышалась на 12% (см. рис. 1), появлялась тенденция к снижению посленагрузки (до 1830,3±715 дин·с·см$^{-5}$·м^2; p=0,07). Следует напомнить, что к этому моменту снижалась и dPmax до 566,1±210,1 мм рт.ст./с (p=0,05). Таким образом, через 24 ч после операции происходило относительное снижение СВ, обусловленное снижением сократимости миокарда на фоне относительно сниженной преднагрузки и сохраняющегося высокого сосудистого сопротивления. Повышенное сосудистое сопротивление, по-видимому, компенсировало уровень артериального давления, так как клинически уже только 50% этих больных к данному моменту требовалась кардиотоническая поддержка (допамин) в средней дозе 2,8±1,18 мкг/кг/мин. Уровень лактата крови в этот момент составлял в среднем 1,7±0,5 ммоль/л, что демонстрировало адекватность механизмов компенсации СВ и отсутствие выраженной гипоксии тканей. Однако о выраженном напряжении механизмов компенсации свидетельствовало максимальное повышение уровней BNP и pro-BNP до 569,3±427 пг/мл и 394±197 фмоль/мл соответственно. По сравнению с исходными значениями (BNP 80,0±77,6 пг/мл, pro-BNP 86,6±92,6 фмоль/мл) содержание данных маркеров увеличилось в 7,1 и 4,5 раза (p<0,05 в обоих случаях) и было максималь-

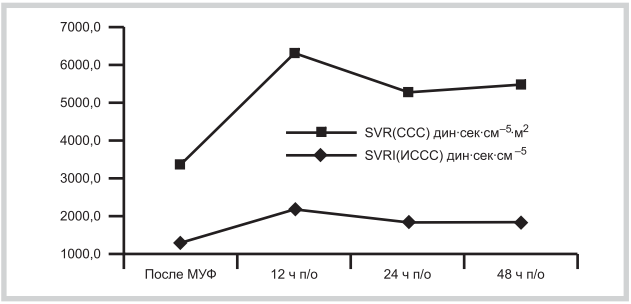


***Рис. 4*. Динамика системного сосудистого сопротивления (ССС) и его индекса (ИССС) на этапах исследования.**

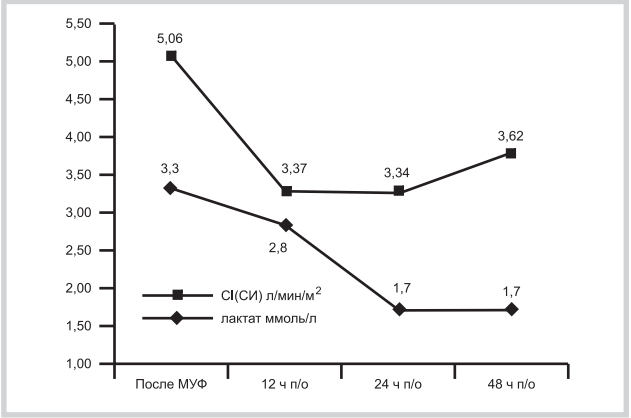


***Рис. 5*. Изменение сердечного индекса (СИ) и уровня лактата на этапах исследования.**

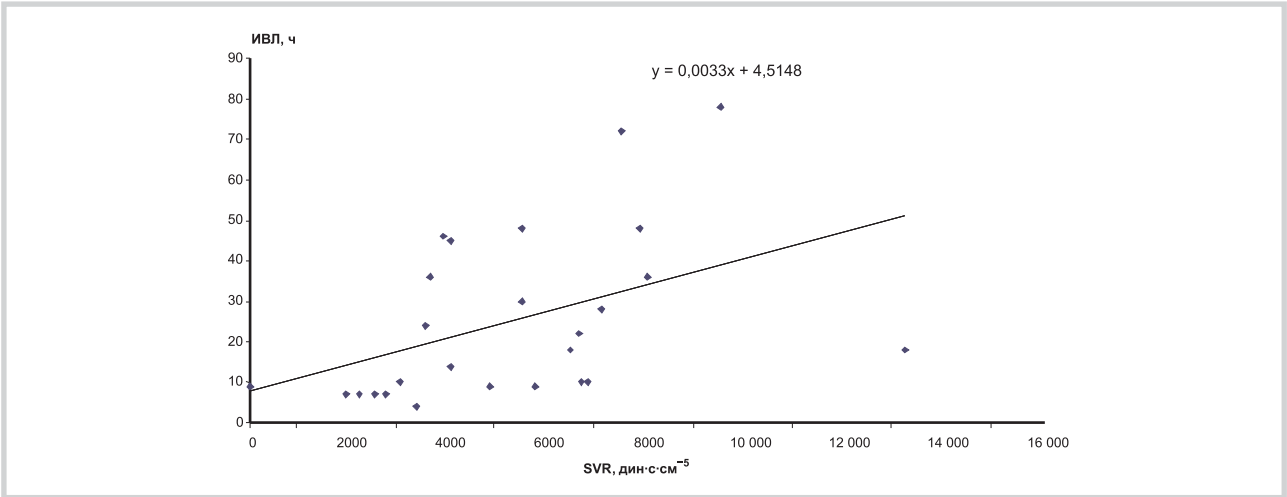


***Рис. 6*. Корреляция длительности искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и системного сосудистого сопротивления (SVR) через 12 ч после операции.**

ным за весь период исследования. Следующий этап — 48 ч после операции — характеризовался дальнейшей тенденцией к оптимизации показателей преднагрузки (см. рис. 1). Показатели ударного объема, индекс производительности миокарда и глобальная фракция изгнания не претерпевали статистически значимых изменений по сравнению с предыдущим этапом. Максимальная скорость нарастания давления (dPmax) статистически значимо повышалась и достигала значений, зарегистрированных после МУФ и в первые 12 ч. Кроме того, статистически значимо не изменялся ИССС. Таким образом, этот период характеризовался оптимизацией преднагрузки и сократимости (dPmax) на фоне все еще повышенного ОПСС. Сердечный индекс статистически значимо не менялся на этом этапе и составлял по данным PICCO 3,62±1,79 л/мин/м^2. Уровень лактата (1,7±0,7 ммоль/л) свидетельствовал об отсутствии гипоксии тканей. Оптимизация сократимости, отражавшаяся в повышении dPmax, подтверждалась и статистически значимым снижением уровня BNP (до 329,5±226,7 пг/мл) и pro-BNP (до 239,9±128,7 фмоль/мл). Тем не менее их уровень на данном этапе все еще оставался существенно повышенным по сравнению с исходным (BNP 80,0±77,6 пг/мл, pro-BNP 86,6±92,6 фмоль/мл).

Для оценки влияния измеряемых показателей на интегральный клинический показатель, каковым является время искусственной вентиляции легких (ИВЛ), изучали корреляционные связи между ними. Статистически значимые корреляции обнаружены на этапе исследования, соответствовавшем 12 ч послеоперационного периода. Длительность ИВЛ в послеоперационном периоде находилась в тесной положительной корреляции с системным сосудистым сопротивлением SVR — r_s=0,61; p<0,05 и в отрицательной корреляции с показателями СВ: СВ, определенном по форме пульсовой волны (r_s=–0,65; p<0,05), ударным объемом (r_s=–0,65; p<0,05), СВ (r_s=–0,66; p<0,05) (рис. 6).

Для определения суммарного воздействия изучаемых показателей на длительность ИВЛ в послеоперационном периоде проводили анализ трехфакторной статистической зависимости вида $X=c_0+c_1z1+c_2z2+c_3z3+e$, где X — показатель ИВЛ (часы), z1, z2, z3 — изучаемые показатели, c_0 — константа, c_1, c_2, c_3 — коэффициенты при соответствующих показателях, e — ошибки регрессии. Установлено, что к 12 ч после операции (3-й этап исследования) определяющими факторами, влияющими на необходимость респираторной поддержки, являлись индекс сократимости ЛЖ (dP-3), индекс функции сердца (CFI-3) и индекс внесосудистой воды легких (ELWI-3). Наилучшие статистические результаты, которые позволяют максимально точно объяснить наблюдаемые изменения, получены в приведенной регрессии:

[Длительность ИВЛ]=14,2 — 0,05[dP-3]+2,74[CFI-3]+ 0,83[ELWI-3], R2=66%.

Анализ двухфакторной статистической зависимости вида: $X=c_0+c_1z1+c_2z2+e$ позволил выявить, что непосредственно после операции и завершения МУФ (2-й этап исследования) длительность ИВЛ находилась в обратной зависимости от индекса системного сосудистого сопротивления (SVRI-2) и такого показателя преднагрузки, как глобальный конечный диастолический объем (GEDV-2):

[ИВЛ] = 68,3–0,02[SVRI-2]–0,076[GEDV-2], R2=44%.

Обсуждение

На основании полученных данных можно сделать вывод, что состояние различных факторов, влияющих на СВ в послеоперационном периоде, подвержено динамическим изменениям и часто имеет разнонаправленный характер. В каждый конкретный момент времени направление вектора, определяющего эффективный СВ, задается в той или иной степени разными сочетаниями пред-, посленагрузки и силы сердечных сокращений. Таким образом, алгоритмы лечения, определяющие стандартизованные подходы к ведению послеоперационного периода, в целом не могут быть признаны релевантными данной ситуации. В то же время простая коррекция каждого из определяющих показателей вне связи с остальными тоже не может быть признана адекватной. Так, в отношении преднагрузки критическим был период 12 ч после операции, что сопровождалось снижением ИУО (см. рис. 1). Казалось бы, собственно увеличение инфузионной терапии может исправить ситуацию. Однако, как было нами показано в предыдущих публикациях [6], уже к 24-му часу послеоперационного периода накапливается существенное количество внесосудистой воды в легких, что связано не только с состоянием гемодинамики, но и с повышением сосудистой проницаемости (в результате системного воспаления и других факторов). Данное состояние положительно коррелировало с длительностью послеоперационной ИВЛ. Одновременно со снижением преднагрузкии и ударного объема к 12-му часу послеоперационного периода значительно повышается ОПСС. Можно предположить, что это повышение носит компенсаторный характер в ответ на гиповолемию. Однако на последующих этапах, когда гиповолемия практически устранена, ОПСС остается еще существенно выше нормы, вероятно, за счет стресс-реакции. Динамические изменения ОПСС и преднагрузки происходят на фоне снижения (к 24-му часу) dPmax — максимальной скорости нарастания давления (индекс сократимости ЛЖ). Максимальное повышение уровней BNP и pro-BNP до 569,3±427 пг/мл и 394±197 фмоль/мл соответственно, дополнительно свидетельствовало о выраженном напряжении механизмов компенсации. Адекватность определения BNP и pro-BNP для оценки перегрузки объемом и давлением в педиатрической кардиохирургии подтверждена в ряде клинических исследований [1, 2]. Таким образом, коррекция волемии с одновременным комплексным (вазодилататоры, седация и обезболивание) управлением ОПСС и динамическим контролем эффективности данной терапии может оказаться чрезвычайно эффективной у критически больных пациентов с малой массой тела.

Выводы

1. У детей с массой тела менее 10 кг после кардиохирургических операций состояние основных факторов, влияющих на СВ в послеоперационном периоде, подвержено быстрым динамическим изменениям. Управление гемодинамикой должно базироваться на комплексном анализе показателей пред-, посленагрузки, СВ и накопления внесосудистой воды в легких с динамическим контролем эффективности проводимой терапии.

2. После кардиохирургической коррекции ВПС у детей наиболее критическим в плане снижения функции сердца являлся период с 12-го по 24-й час после операции. Снижение СВ с повышенным уровнем лактата, BNP и pro-BNP обусловливалось высоким индексом системного сосудистого сопротивления и относительной гиповолемией на фоне удовлетворительных показателей сократимости.

3. Наибольшую прогностическую ценность в отношении длительности респираторной поддержки имела совокупность показателей сократимости ЛЖ, индекса функции сердца и внесосудистой воды легких, измеренных в период максимального напряжения компенсаторных механизмов — 12 ч после операции. Самостоятельную прогностическую ценность имело системное сосудистое сопротивление.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Amiram N., Nadera N.* Clinical Value of NT-ProBNP and BNP in Pediatric Cardiology. J Cardiac Fail 2005; 11: 5: 76—80.
2. *Cantinotti M., Clerico A., Murzi M. et al.* Clinical relevance of measurement of brain natriuretic peptide and N-terminal pro-brain natriuretic peptide in pediatric cardiology. Clin Chim Acta 2008; 390: 1—2: 12—22.
3. *Fakler U., Pauli Ch., Balling G. et al.* Cardiac index monitoring by pulse contour analysis and thermodilution after pediatric cardiac surgery. J Thor Cardiovasc Surg 2007; 133: 1: 224—228.
4. *Jonathan R.E., Festa M., Cole A.D. et al.* Clinical assessment of cardiac performance in infants and children following cardiac surgery. Int Care Med 2005; 31: 568—573.
5. *Lopez-Herce J., Bustinza A., Sancho L. et al.* Cardiac output and blood volume parameters using femoral arterial thermodilution. Pediatr Int 2009; 51: 1: 59—65.
6. *Perevozchikova A., Strunin O.V., Karaskov A.M. et al.* Dynamics of extravascular lung water volume in infants after congenital heart surgery with cardiopulmonary bypass. J Cardiothor Vasc Anest 2011; 25: 10.

Поступила 14.11.11