

Боронина И.В., Александрович Ю.С., Шмаков А.Н., Ошанова Л.С.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МОНИТОРА НЕИНВАЗИВНОГО КОНТРОЛЯ ГЕМОДИНАМИКИ У НОВОРОЖДЕННЫХ

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко Минздрава России;
Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Минздрава России;
Новосибирский государственный медицинский университет Минздрава России;

Boronina I.V., Alexandrovich Y.S., Shmakov A.N., Oshanova L.S.

THE POSSIBILITY TO USE THE ULTRASOUND MONITOR OF NON-INVASIVE CONTROL OF HEMODYNAMICS IN NEWBORNS

Burdenko Voronezh State Medical University of the Ministry of Health of Russia; Saint-Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia; Novosibirsk State Medical University of the Ministry of Health of Russia

Резюме

Информативными и доступными методами неинвазивного контроля гемодинамики у новорожденных являются функциональная доплерэхокардиография и оценка сердечного выброса с помощью ультразвукового монитора USCOM (Ultrasound Cardiac Output Monitor).

Целью исследования являлось определение уровня достоверности результатов измерения параметров гемодинамики с помощью неинвазивного ультразвукового монитора, полученных начинающим оператором, не имеющим навыков работы с ультразвуковыми приборами.

Параметры центральной гемодинамики определяли с использованием ультразвукового монитора неинвазивного контроля сердечного выброса USCOM левосторонним трансаортальным доступом у новорожденных детей, находящихся на лечении в отделении реанимации и интенсивной терапии. Измерения проводили два оператора, каждый из которых не был осведомлен о результатах, полученных другим исследователем. Для сопоставления были выбраны следующие показатели: ударный объем, частота сердечных сокращений и сердечный индекс. Статистическая обработка проведена с использованием критерия Уилкоксона и рангового корреляционного анализа по Спирмену. Медианы показателей практически совпали. При корреляционном сопоставлении для частоты сердечных сокращений, полученных операторами 1 и 2, выявлена высокая прямая корреляционная связь ($r=0,827$; $p=0,000$; $R^2=0,68$); для ударного объема получены значения: $r=0,837$; $p=0,000$; $R^2=0,7$; для сердечного индекса: $r=0,781$; $p=0,000$; $R^2=0,61$.

Обучение практическим навыкам работы с монитором USCOM не требует специальных затрат: достаточно обучения на рабочем месте под наблюдением инструктора.

Ключевые слова: неинвазивный мониторинг, гемодинамика, новорожденные

Abstract

Functional Doppler echocardiography and estimation of cardiac output using the ultrasound monitor USCOM (Ultrasound Cardiac Output Monitor) are informative and affordable methods of non-invasive control of hemodynamics in newborns.

The study was aimed to determine the significance level of the results of measuring hemodynamics parameters using the non-invasive ultrasound monitor obtained by a beginning operator who lacks the skills of working with ultrasound devices.

The central hemodynamics parameters were determined using the ultrasound monitor of cardiac output non-invasive control USCOM via the left-sided transaortal approach in newborn children staying at the department of resuscitation and intensive therapy. Data were measured by two operators. One of them wasn't aware of the results obtained by the other investigator. Stroke output, heart rate and cardiac index were chosen to be compared.

Statistical analysis was done using Wilkison's coefficient and Spearman's rank correlation coefficient. Median values were almost the same. In correlation comparison, a high correlation ratio was found for the cardiac rates obtained by operators 1 and 2 ($r=0,827$; $p=0,000$; $R^2=0,68$); the stroke volume values were $r=0,837$; $p=0,000$; $R^2=0,7$; the values of cardiac output were $r=0,781$; $p=0,000$; $R^2=0,61$.

Acquiring practical skills of dealing with USCOM monitor doesn't need special costs. On-site training under supervision of an instructor is enough.

Key words: non-invasive monitoring, hemodynamics, newborn children

Введение. Наиболее доступными и информативными методами неинвазивного контроля гемодинамики являются методы, основанные на ультразвуковой эхолокации (УЗИ) в сочетании с регистрацией эффекта Допплера. К ним относятся функциональная доплерэхокардиография и оценка сердечного выброса с помощью неинвазивного ультразвукового монитора USCOM (Ultrasound Cardiac Output Monitor). Преобладающим методом у новорожденных является доплерэхокардиография, но ее проведение требует значительных технических компетенций, что в сочетании с длительностью обучения данной методике и особенностями интерпретации получаемых данных ограничивает ее рутинное использование клиницистами [1].

Аппарат USCOM (производитель USCOM Ltd, Австралия, модель USCOM 1A) представляет собой ультразвуковой монитор неинвазивного контроля сердечного выброса, основанного на применении доплеровского измерения непрерывных волн. Благодаря простоте управления датчиком методика позволяет врачу, не имеющему опыта проведения доплерографии, оценивать показатели гемодинамики у постели пациента в режиме реального времени. Если для достижения базового уровня экспертизы в доплерэхокардиографии необходимо провести 150 исследований и проанализировать 150 результатов исследований (обучение длится от 4 до 6 месяцев) [1], то приобрести навык работы на USCOM можно гораздо быстрее. Вызывает интерес, насколько быстро врач, не являющийся профессиональным оператором УЗИ, может достичь компетентности при работе с USCOM.

Большинство авторов, изучавших эту задачу, считают процесс обучения достаточно быстрым и нетрудным. Так, Lam J.M., Tang C. [2], Dey I., Sprivuls P. [3] пришли к выводу, что для хорошей воспроизводимости результатов, полученных с помощью ультразвукового монитора неинвазивного контроля сердечного выброса USCOM, достаточно оценки показателей гемодинамики у 15–20 человек. Stewart G.M. et al [4] сравнивали показатели сердечного индекса и индекса периферического сопротивления, измеренные с помощью аппарата USCOM двумя исследователями последовательно, с интервалом 15 минут в отделении неотложной помощи детям. Данные исследования показали, что между операторами, незнакомыми с результатами, полученными коллегой, имеет место хо-

рошая корреляция показателей при определении сердечного индекса ($r = 0,76$) и индекса периферического сопротивления ($r = 0,79$). Kager C.C. M., Dekker G.A., Stam M.C. [5], измеряя с помощью USCOM сердечный выброс у беременных, пришли к выводу, что измерение гемодинамики аппаратом USCOM освоить достаточно легко, авторы установили, что коэффициент корреляции между результатами, полученными двумя исследователями, составляет 0,93.

Исследования, посвященные оценке воспроизводимости метода определения сердечного выброса с помощью аппарата USCOM в неонатальном периоде, единичны. Patel N., Dodsworth M., Mills J.F. определили, что воспроизводимость показателей, полученных на аппарате USCOM у новорожденных детей, достаточно высока. Так, начинающему исследователю, не имеющему до этого опыта работы с доплерометрией, чтобы овладеть методикой определения сердечного выброса на аппарате USCOM, требуется провести около 30 измерений под контролем опытного исследователя [6]. Meyer S., Todd D.A., измеряя сердечный выброс в первые 8 дней жизни у 12 новорожденных в сроке гестации $34,1 \pm 3,7$ недель со средней массой $2,268 \pm 0,872$ кг, пришли к выводу, что значительной разницы между показателями, полученными двумя врачами разного уровня обучения, не было (коэффициент корреляции составил 0,93). Но авторы отмечают, что, учитывая небольшую выборку обследованных детей, необходимо проведение дальнейших исследований в этом направлении [7].

Вероятно, следует согласиться, что 50 манипуляций под наблюдением опытного инструктора достаточно для уверенного использования такого простого в обращении прибора, как USCOM. Более актуальным кажется сравнение с эталоном результатов начинающего исследователя.

Цель: определить уровень достоверности результатов измерения параметров гемодинамики с помощью неинвазивного ультразвукового монитора USCOM, полученных начинающим оператором, не имеющим навыков работы с ультразвуковыми приборами.

Материалы и методы. Параметры центральной гемодинамики определяли с использованием ультразвукового монитора неинвазивного контроля сердечного выброса USCOM. обследо-

Таблица 1. Показатели центральной гемодинамики, полученные двумя операторами: медиана (нижний квартиль; верхний квартиль)

Показатели	Оператор 1	Оператор 2	«р» (критерий Уилкоксона)
Частота сердечных сокращений (мин ⁻¹)	136 (125; 145)	135 (127; 149)	0,267
Ударный объем (мл)	3,55 (2,6; 4,8)	3,5 (2,6; 5)	0,469
Сердечный индекс (л/мин·м ²)	3,05 (2,4; 3,5)	2,95 (2,4; 3,4)	0,646

но левосторонним трансаортальным доступом 50 новорожденных детей, находящихся на лечении в отделении реанимации и интенсивной терапии. Из них 30 мальчиков со средней массой $2070 \pm 0,89$ г, длиной $45,37 \pm 5$ см, сроком гестации $34,8 \pm 2,51$ недель и 20 девочек со средней массой $2740 \pm 0,52$ г, длиной $48,55 \pm 4,33$ см и сроком гестации $37,3 \pm 1,84$ недель. Ведущим синдромом при поступлении детей в отделение реанимации и интенсивной терапии являлась дыхательная недостаточность II–III степени, обусловленная тяжелым поражением центральной нервной системы, инфекционно-воспалительным процессом, респираторным дистресс-синдромом. Из исследования были исключены пациенты с врожденными пороками развития. Все дети при поступлении в отделение реанимации находились на искусственной вентиляции легких.

После включения аппарата вводили антропометрические данные пациента – рост, масса, пол. Профиль потока получали при использовании датчика с частотой 2,2 МГц, который при измерении трансаортального кровотока помещали на супрастернальном уровне (левосторонний доступ, надгрудинная ямка). Далее регистрировалась доплеровская кривая максимального уровня кровотока, которая имела четкие очертания, остроконечную форму и характеризовалась отчетливым громким звуком. Профиль потока отображался на мониторе в виде кривой скорости (интеграл скорости кровотока – ИСК). Как только достигался оптимальный профиль потока, кривая становилась неподвижной. Сердечный выброс (СВ) вычислялся автоматически путем умножения ударного объема (УО) на частоту сердечных сокращений (ЧСС), где УО

являлся произведением ИСК и площади поперечного сечения (ППС) аортального клапана. ППС вычислялась при помощи внутреннего алгоритма, основанного на антропометрических данных пациента.

Измерения проводили два оператора, каждый из которых не был осведомлен о результатах, полученных другим исследователем. Один из операторов работает с аппаратом USCOM в течение полутора лет (оператор 1), второй не имеет опыта оценки параметров гемодинамики ультразвуковыми методами (оператор 2). Измерения проводились у одного и того же больного с интервалом между исследованиями в 5–7 мин. Для сопоставления выбрали ударный объем как показатель, наиболее зависимый от положения датчика, частоту сердечных сокращений как показатель, независимый от квалификации оператора, и сердечный индекс, учитывающий оба предыдущих показателя и площадь поверхности тела пациента, вычисленную прибором.

Поскольку полученные данные характеризовались достаточно большим разбросом, статистическая обработка проведена с использованием непараметрических критериев: Уилкоксона для сравнения значимости различий показателей, полученных оператором 1 и оператором 2, и рангового корреляционного анализа по Спирмену. При $p < 0,05$ нулевую гипотезу отвергали. Результаты представлены в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей.

Результаты исследования. Анализируемые показатели приведены в таблице 1.

Как видно, полученные медианы практически совпадают, статистически значимых отличий

между результатами операторов не получено. Следует подчеркнуть вариабельность сердечного индекса. Вариационный размах этого показателя, по данным оператора 1, составил (1,5–10), оператор 2 получил размах (1,6–6,3). Гипердинамика (СИ >5 л/мин·м²) зафиксирована оператором 1 у 3 пациентов, оператором 2 – у 4 (различие незначимое, $p=1,0$; точный критерий Фишера). Гиподинамия (СИ <2,5 л/мин·м²) отмечена оператором 1 у 16, а оператором 2 у 13 пациентов (различие незначимое, $p=0,465$; точный критерий Фишера), причем в 11 случаях показатели совпали, отражая, скорее всего, истинную гемодинамическую ситуацию. Отмечено 5 несовпадающих значений у оператора 1 и 2 значения – у оператора 2, что может быть трактовано как разница в квалификации операторов, как систематическая ошибка прибора при определении ППС или как тревожность пациентов вследствие малого промежутка времени между исследованиями.

При корреляционном сопоставлении показателей частоты сердечных сокращений, полученных операторами 1 и 2, выявлена высокая прямая корреляционная связь ($r=0,827$; $p=0,000$; $R^2=0,68$). Эти величины мы считали независимыми от квалификации операторов и использовали в качестве референсного значения, считая, что менее тесные корреляционные связи, полученные при сопоставлении показателей гемодинамики, будут отражать разницу в квалификации, а более высокие позволят считать квалификацию оператора 2 достаточной для работы с прибором USCOM. Для ударного объема получены значения: $r=0,837$; $p=0,000$; $R^2=0,7$;

для сердечного индекса значения: $r=0,781$; $p=0,000$; $R^2=0,61$.

Обсуждение. Полученные результаты позволяют считать методику применения ультразвукового монитора центральной гемодинамики USCOM достаточно простой для освоения персоналом отделений реанимации и интенсивной терапии новорожденных. Коэффициент ранговой корреляции, определенный в нашем исследовании, незначительно ниже приведенных в литературных источниках [7], тем не менее наглядно показывает, что оператор, не имеющий опыта оценки параметров гемодинамики ультразвуковыми методами, демонстрирует результаты, на 61–70% совпадающие с результатами оператора, работающего с аппаратом USCOM в течение полутора лет. Продемонстрированный уровень воспроизводимости результатов сканирования свидетельствует о возможности использования ультразвукового аппарата USCOM в ежедневной практике проведения мониторинга у постели больного.

Выводы

1. Методика применения ультразвукового монитора центральной гемодинамики USCOM достаточно проста для освоения.

2. Для обучения практическим навыкам работы с монитором USCOM не требуется специальных затрат: достаточно обучения на рабочем месте под наблюдением инструктора.

3. Возможно использование аппарата USCOM персоналом отделений реанимации и интенсивной терапии новорожденных.

Литература

1. Mertens L., Seri I., Marek J., Arlettaz R., Barkera P., McNamara P., Moon-Grady A.J., Coon P.D., Noory S., Simpson J., Lai W.W. Targeted Neonatal Echocardiography in the Neonatal Intensive Care Unit: Practice Guidelines and Recommendations for Training. *European Journal of Echocardiography*. 2011; 12: 715–36. PubMed PMID: 21998460.
2. Lam J.M., Tang C. Emergency physicians can reliably assess patient cardiac output using non-invasive Ultrasonic Cardiac Output Monitor (USCOM). Hon Kong College of Emergence Medicine Scientific Session, 2005. Available from: <http://www.uscom.com.au/news/data/HongKongabstract.pdf>.
3. Dey I., Sprivuls P. Emergency physicians can reliably assess emergency department patient cardiac output using the USCOM continuous wave Doppler cardiac output monitor. *Emergency Medicine Australasia*. 2005; 17: 193–9. PubMed PMID: 15953218.
4. Stewart G.M., Nguyen H.B., Kim T.Y., Jauregui J., Hayes S.R., Corbett S. Inter-Rater Reliability for Noninvasive Measurement of Cardiac Function in Children. *Pediatric Emergency Care*. 2008; 24 (7): 433–7. PubMed PMID: 18580818.

5. *Kager C. C. M., Dekker G. A., Stam M. C.* Measurement of cardiac output in normal pregnancy by a non-invasive two-dimensional independent Doppler device. *Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynecology.* 2009; 49: 142–4. PubMed PMID: 19441163.
6. *Patel N., Dodsworth M., Mills J. F.* Cardiac output measurement in newborn infants using the ultrasonic cardiac output monitor: an assessment of agreement with conventional echocardiography, repeatability and new user experience. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2010; 96 (3): 206–11. PubMed PMID: 20605971.
7. *Meyer S., Todd D. A.* Assessment of portable continuous wave Doppler ultrasound (ultrasonic cardiac output monitor) for cardiac output measurements in neonates. *Journal of Pediatrics and Child Health.* 2009; 45 (7-8): 464–8. PubMed PMID: 19712182.

Авторы

БОРОНИНА Ирина Владимировна	Заведующая кафедрой анестезиологии и реаниматологии, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, 394036, Воронеж, ул.Студенческая, д. 10, E-Mail: irinaboronina@bk.ru
АЛЕКСАНДРОВИЧ Юрий Станиславович	Заведующий кафедрой анестезиологии, реаниматологии и неотложной педиатрии факультета послевузовского и дополнительного профессионального образования, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Минздрава России, 194110, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2
ШМАКОВ Алексей Николаевич	Профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии, Новосибирский государственный медицинский университет Минздрава России, 630091, Красный проспект, д. 52
ОШАНОВА Людмила Сергеевна	Аспирант кафедры анестезиологии и реаниматологии, Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, 394036, ул. Студенческая, д. 10

Принята к печати: 25.08.2017 г. ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ Не указан. КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.
FINANCING SOURCE Not specified. CONFLICT OF INTERESTS Not declared