

Третьяков Д.С.

## ИНТРААБДОМИНАЛЬНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ И ТРАНСПОРТ КИСЛОРОДА У ДЕТЕЙ В КРИТИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ: КЛИНИЧЕСКИЕ ПАРАЛЛЕЛИ

«Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, кафедра анестезиологии и реаниматологии ИНПР

Tretyakov D.S.

### INTRA-ABDOMINAL HYPERTENSION AND TRANSPORT OF OXYGEN IN CHILDREN UNDER CRITICAL CONDITION: CLINICAL PARALLELS

Tyumen State Medical University of the Ministry of Health of Russia, department of anesthesiology and resuscitation of the Institute of Continuous Professional Development

#### Резюме

Интраабдоминальная гипертензия у пациентов с шоком различного генеза сопровождается высокой летальностью, тем не менее этот показатель редко измеряется рутинно, особенно у педиатрических пациентов. В представленном проспективном исследовании изучено влияние интраабдоминального давления на транспорт кислорода у детей в отделении реанимации. С помощью статистических методов проведено моделирование изменений параметров транспорта кислорода при различных изменениях его потребления и уровня интраабдоминального давления. Полученные результаты свидетельствуют о снижении ударного индекса и индекса доставки кислорода в ответ на повышение потребления кислорода при росте интраабдоминального давления. Снижение доставки кислорода особенно выражено у пациентов с гемодинамическими нарушениями. Представленные данные свидетельствуют о необходимости ежедневного контроля внутрибрюшного давления у пациентов отделений интенсивной терапии и реанимации, что имеет особую диагностическую ценность у детей с гемодинамическими нарушениями и шоком.

**Ключевые слова:** интраабдоминальное давление, доставка кислорода, транспорт кислорода, шок, дети

#### Abstract

In patients with shock of various genesis intrabdominal hypertension is accompanied by a high lethality. However, the index is rarely measured routinely, especially in pediatric patients. The presented prospective study examines the influence of intrabdominal pressure on oxygen transport in children from the resuscitation department. The changes in the oxygen transport parameters were modelled using statistical methods in various alterations in its consumption and intrabdominal pressure level.

The obtained results show that the stroke volume index and oxygen delivery index were decreased in response to the increased oxygen consumption in the growth of intrabdominal pressure. Patients with hemodynamic disturbances have the most pronounced decrease of oxygen delivery. The data presented show the necessary daily control over the intrabdominal pressure in patients from departments of intensive therapy and resuscitation. This has a peculiar diagnostic value in children with hemodynamic disturbances and shock.

**Key words:** intrabdominal pressure, oxygen delivery, oxygen transport, shock, children

#### Введение

Интраабдоминальная гипертензия (ИАГ) является частой проблемой у критически больных пациентов и ассоциирована с множественной дисфункцией органов и систем и повышенной ле-

тальностью [1, 2]. Особое значение развитие ИАГ имеет у пациентов, перенесших шок, в том числе ожоговый, когда пациент получает за короткий период времени массивную инфузионную терапию, превышающую физиологическую потребность.

На сегодняшний день установлена связь между положительным балансом жидкости и показателями внутрибрюшного давления, а также доказано, что оптимизация инфузионной терапии и перфузии тканей потенциально способна привести к улучшению результатов среди этой популяции пациентов [3]. Между тем научные подтверждения данных процессов ограничены. Опубликованные исследования в основном касаются управления диуретиками или применения заместительной почечной терапии для достижения баланса жидкости, между тем при тяжелой термической травме данные методики спорны, а связь ИАГ с гемодинамическими расстройствами не очевидна, т.к. диагностика выхода из шока до сих пор базируется на множестве исследований, часто указывающих на проблему лишь косвенно [4].

Известно, что ИАГ влияет на приток крови к различным органам и играет существенную роль в прогнозе пациентов, тем не менее в педиатрической практике данных исследований практически не проводилось. Измерение уровня давления в брюшной полости сегодня не является рутинным методом оценки тяжести состояния в детских отделениях интенсивной терапии. Между тем показатель интраабдоминального давления (ИАД) без своевременной диагностики и активного лечения может привести к катастрофическим последствиям. Несмотря на это Всемирное общество интраабдоминальной гипертензии указывает, что менее чем в половине педиатрических отделений реанимации ИАГ определяется корректно, а в 24% ИАГ не измеряют никогда. Лишь половина специалистов сообщает о том, что наблюдали синдром ИАГ у детей [5], что указывает на необходимость тщательного изучения данного синдрома в педиатрии и его связи с нарушением жизненно важных функций. Публикации по данной проблеме единичные, и те ограничены небольшим количеством наблюдений, нередко экспериментальных [6, 7]. На сегодняшний день нет даже единого мнения, какой уровень ИАД следует считать гипертензией у детей.

Повышение внутрибрюшного давления может происходить в результате снижения двигательной активности кишечника и отека кишечной стенки, которые развиваются под воздействием многих факторов, таких как хирургическая патология кишечника, сепсис, шок и др., но все они в большинстве случаев связаны с нарушением регионарного

кровотока и доставки кислорода к желудочно-кишечному тракту [5, 7]. Негативное влияние интраабдоминальной гипертензии на организм реализуется за счет гемодинамических нарушений, в результате чего снижается почечный кровоток, повышается степень внутрилегочного шунтирования, возникает повышенная потребность в вазопрессорах. Несмотря на то что развитие интраабдоминальной гипертензии напрямую связано с нарушением доставки кислорода, имеется достаточно оснований полагать, что повышенное внутрибрюшное давление способно оказывать глобальное влияние на кислородный транспорт, в результате чего критическое состояние сопровождается катастрофическими нарушениями гомеостаза и высокой летальностью [8, 9, 10, 11]. Данная проблема не нашла должного отражения в современной медицинской литературе, в связи с чем изучение влияния интраабдоминального давления на кислородный транспорт является важной задачей, а понимание данной проблемы способно предоставить новые возможности для повышения выживаемости критически больных пациентов, что, в свою очередь, приведет к снижению порога летальности и создаст новые механизмы для выполнения задачи по снижению детской смертности.

**Цель работы:** определить влияние интраабдоминального давления на показатели транспорта кислорода у детей в критическом состоянии.

**Материалы и методы:** проведено обсервационное динамическое исследование среди пациентов многопрофильного детского отделения анестезиологии-реанимации бюджетного учреждения здравоохранения г. Тюмени. В исследование включены все пациенты, поступившие в отделение на протяжении 6 месяцев. Исследуемые параметры гемодинамики и транспорта кислорода изучались с помощью ультразвукового монитора гемодинамики USCOM, ежедневно в течение первых 7 суток пребывания пациента в отделении, затем каждые два дня до 15-х суток пребывания в отделении, далее каждые 5 дней до 30-х суток. После 30-х суток исследование не проводилось. Пациенты выбывали из исследования по мере перевода в профильное отделение.

ИАД контролировалось методом измерения давления в мочевом пузыре с помощью катетера Нелотона. Объем заполнения мочевого пузыря составлял 1 мл/кг м.т. (max 25 мл), в качестве нулевой точки использовалась проекция средней подмы-

**Таблица 1.** Зависимость УИ и  $iDO_2$  от уровня  $iVO_2$  при нормальных значениях ИАД и отсутствии гемодинамических нарушений

Заданные значения					p
$iVO_2$ мл/мин/м <sup>2</sup>	200	300	400	500	
ИАД см.Н <sub>2</sub> О	10	10	10	10	
Гемодинамические расстройства	нет	нет	нет	нет	
Полученные значения					
УИ	37,5±0,49	40,1±0,51	42,4±0,64	44,4±0,94	0,001
$iDO_2$	697±24	807±18	911±28	1006±41	0,001

**Таблица 2.** Зависимость УИ и  $iDO_2$  от уровня  $iVO_2$  при различной степени нарушения гемодинамики и нормальных значениях ИАД

Заданные значения					p
$iVO_2$ мл/мин/м <sup>2</sup>	200	300	400	500	
ИАД см.Н <sub>2</sub> О	10	10	10	10	
Гемодинамические расстройства	нет	Теплый шок	Холодный шок	Рефрактерный шок	
Полученные значения					
УИ	38,8±1,1	39,5±4,4	48,8±2,5	47,5±7,4	0,005
$iDO_2$	695±10	851±67	961±30	900±34	0,005

**Таблица 3.** Зависимость УИ и  $iDO_2$  от уровня  $iVO_2$  при повышении ИАД и стабильных показателях гемодинамики

Заданные значения					p
$iVO_2$ мл/мин/м <sup>2</sup>	200	300	400	500	
ИАД см.Н <sub>2</sub> О	10	15	20	25	
Гемодинамические расстройства	нет	нет	нет	нет	
Полученные значения					
УИ	37,5±0,7	36,0±1,5	34,5±2,5	33,1±3,7	0,1
$iDO_2$	712±10	738±22	746±44	745±70	0,1

**Таблица 4.** Зависимость УИ и  $iDO_2$  от уровня  $iVO_2$  при различной степени расстройств гемодинамики и повышения ИАД

Заданные значения					p
$iVO_2$ мл/мин/м <sup>2</sup>	200	300	400	500	
ИАД см.Н <sub>2</sub> О	10	15	20	25	
Гемодинамические расстройства	нет	Теплый шок	Холодный шок	Рефрактерный шок	
Полученные значения					
УИ	34,8±5,2	30,5±5,9	28,7±2,2	21,8±16,9	0,006
$iDO_2$	703±13	663±100	652±177	497±130	0,05

шечной линии. Потребление кислорода рассчитывалось с помощью уравнения Фика. Площадь поверхности тела определялась по формуле Дюбойс. Гемодинамические расстройства оценивались по наличию шока различной степени тяжести: компенсированного, тяжелого или рефрактерного [12, 13]. Исследование проводилось в связанных группах, изменение параметров транспорта кислорода определялось у одних и тех же лиц в зависимости от уровня ИАД. Статистический анализ данных проводился с помощью пакета прикладных программ StatisticaStatsoft версии 10.

### Результаты и обсуждение:

Исследуемая группа была представлена детьми разного возраста (min – 1 месяц, max – 17 лет) и была неоднородной по характеру основного заболевания. Большинство наблюдений (64%) выполнено у пациентов хирургического профиля, 23% наблюдений составили дети с соматической патологией, 13% составили пациенты с травмой. Всего выполнено 172 наблюдения у 63 пациентов.

Показатель индекса потребления кислорода ( $iVO_2$ ) являлся независимым и имел корреляционную взаимосвязь только с возрастом ребёнка ( $r = -0,23$ ;  $p = 0,05$ ), а также варьировал в разных наблюдениях у одного и того же пациента. Минимальный показатель  $iVO_2$ , равный 5 мл/мин/м<sup>2</sup>, был зарегистрирован у ребёнка с терминальной комой, максимальный показатель 1060 мл/мин/м<sup>2</sup> отмечался у пациента с септическим шоком. Индекс доставки кислорода ( $iDO_2$ ) находился в тесной взаимосвязи с индексом потребления кислорода ( $r = 0,63$ ;  $p < 0,0001$ ), что является закономерным. Повышение  $iDO_2$  было тесно взаимосвязано с повышением сердечного индекса (СИ) ( $r = 0,76$ ;  $p < 0,0001$ ). Из параметров, определяющих СИ, наибольшее влияние на  $iDO_2$  имел показатель ударного индекса (УИ) ( $r = 0,68$ ;  $p < 0,0001$ ) по сравнению с частотой сердечных сокращений ( $r = 0,22$ ;  $p = 0,07$ ). Уровень ИАД был тесно взаимосвязан с уменьшением УИ ( $r = -0,45$ ;  $p = 0,0002$ ) и  $iDO_2$  ( $r = -0,33$ ;  $p = 0,0008$ ).

Построение модели множественной регрессии продемонстрировало зависимость  $iDO_2$  от потребления кислорода наличия гемодинамических нарушений и уровня ИАД. При этом повышение  $iVO_2$  приводило к наиболее значимому росту  $iDO_2$  (Beta 0,61;  $p < 0,0001$ ), меньшее влияние на увеличение  $iDO_2$  оказывало присутствие гемодинами-

ческих расстройств (Beta 0,12;  $p < 0,0001$ ), а повышение уровня ИАД, напротив, приводило к снижению  $iDO_2$  (Beta -0,25;  $p < 0,0001$ ). На основании полученных данных была выдвинута гипотеза о негативном влиянии ИАГ на показатель доставки кислорода за счет снижения УИ, так как данный показатель был наиболее тесно связан с  $iDO_2$  и уровнем ИАД.

Проверка данной гипотезы была проведена с помощью моделирования в автоматизированных нейронных сетях. Увеличение  $iDO_2$  и УИ происходило пропорционально повышению потребности в кислороде, если уровень ИАД не повышался (табл. 1).

Увеличение  $iDO_2$  и УИ также пропорционально повышалось при сочетании роста потребления кислорода с наличием гемодинамической нестабильности (табл. 2), при отсутствии роста ИАД. При повышении ИАД происходило пропорциональное снижение  $iDO_2$  и УИ в ответ на повышенное потребление кислорода (табл. 3), данный процесс был более выраженным при сочетании увеличения потребления кислорода с нестабильными гемодинамическими показателями (табл. 4).

У пациентов с рефрактерным шоком при идентичных показателях потребления кислорода (500 мл/мин/м<sup>2</sup>)  $iDO_2$  значительно отличался в зависимости от уровня ИАД и составлял  $900 \pm 34$  мл/мин/м<sup>2</sup> при уровне ИАД 10 см.Н<sub>2</sub>О и  $497 \pm 130$  при уровне ИАД 25 см.Н<sub>2</sub>О ( $p < 0,0001$ ). Наличие интраабдоминальной гипертензии (ИАД 25 см.Н<sub>2</sub>О) в отсутствие шока сопровождалось более высоким индексом доставки кислорода, который составил  $745 \pm 70$  мл/мин/м<sup>2</sup>,  $p < 0,0001$ , что говорит о более выраженном влиянии ИАГ на индекс доставки кислорода в присутствии гемодинамических расстройств.

### Выводы:

1. Повышение уровня интраабдоминального давления у детей сопровождается снижением ударного индекса, что на фоне повышения интраабдоминального давления приводит к снижению индекса доставки кислорода.

2. Повышение уровня интраабдоминального давления на фоне шока сопровождается прогрессированием нарушений транспорта кислорода.

3. У детей в критическом состоянии необходимо ежедневно измерять давление в мочевом пузыре в тех клинических ситуациях, когда пациент имеет проявления гемодинамической нестабильности.

## Литература

1. *Malbrain M.L.* Is it wise not to think about intraabdominal hypertension in the ICU? *Curr Opin Crit Care.* 2004;10 (2):132–145.
2. *Hasan M. Al-Dorzi, Hani M. Tamim, Asgar H. Rishu, Abdulrahman Aljumah, and Yaseen M. Arabi.* Intra-abdominal pressure and abdominal perfusion pressure in cirrhotic patients with septic shock. *Ann Intensive Care.* 2012; 2 (Suppl 1): S4. Published online 2012 Jul 5.
3. *Regli A., De Keulenaer B., De Iaet I., Roberts D.J., Dąbrowski W., Malbrain M.L.* Fluid therapy and perfusional considerations during resuscitation in critically ill patients with intra-abdominal hypertension. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2015; 47: 45–53.
4. *Theodossis S. Papavramidis, Athanasios D. Marinis, Ioannis Pliakos, Isaak Kesisoglou, and Nicki Papavramidou.* Abdominal compartment syndrome – Intra-abdominal hypertension: Defining, diagnosing, and managing. *J Emerg Trauma Shock.* 2011 Apr-Jun; 4 (2): 279–291.
5. *Newcombe J., Mathur M., Ejike J.C.* Abdominal compartment syndrome in children. *Crit Care Nurse.* 2012 Dec; 32 (6):51–61.
6. *Annika Reintam et all.* Primary and secondary intra-abdominal hypertension —different impact on ICU outcome. *Intensive Care Medicine,* September 2008, Volume 34, Issue 9, pp 1624–1631
7. *Arvidsson D., Rasmussen I., Almqvist P., Niklasson F., Haglund U.* Splanchnic oxygen consumption in septic and hemorrhagic shock. *Surgery.* 1991 Feb;109 (2):190–7.
8. *Crouser E.D., Dorinsky P.M.* Gastrointestinal tract dysfunction in critical illness: pathophysiology and interaction with acute lung injury in adult respiratory distress syndrome/multiple organ dysfunction syndrome. *New Horiz.* 1994 Nov;2 (4):476–87.
9. *Rasmussen I., Haglund U.* Early gut ischemia in experimental fecal peritonitis. *Circ Shock.* 1992 Sep;38 (1):22–8.
10. *Gritsan A.I., Gaygolnik D.V., Belyaev K.Yu., Gritsan G.V.* Sravnitel'naya otsenka dostavki I potrebleniya kisloroda pri razlichnoy stepeni tyazhesti sepsisa u patsientov s destruktivnyimi formami pankreatita. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii,* 2014;5; 26–34.
11. *Koroznikov E.S., Koroznikova Yu.A., Tretyakov D.S., Shen N.P.* Chastota razvitiya sindroma enteralnogo povrezhdeniya u detey raznyih vozrastnyih grupp. *Universitetskaya meditsina Urala,* 2016:1; 58–60.
12. *Paolo Biban, Marcella Gaffuri, Stefania Spaggiari, Federico Zaglia, Alessandra Serra, and Pierantonio Santuz.* Early recognition and management of septic shock in children *Pediatr Rep.* 2012 Jan 2; 4 (1): e13.
13. *Brian M. Cummings, MD.* Treatment of Sepsis and Septic Shock in Children Updated: Jan 07, 2016.

## Авторы

**ТРЕТЬЯКОВ  
Денис Сергеевич**

Аспирант кафедры анестезиологии и реаниматологии ИНПР, «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России., 625000, г. Тюмень, ул. Одесская, д. 54.  
E-Mail: td-80@mail.ru

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