

А.И. Хрипун<sup>1</sup>, В.Г. Владимиров<sup>2</sup>, С.А. Заринская<sup>2</sup>, И.Ю. Перевезенцев<sup>2</sup>, Г.Б. Махуова<sup>2</sup>

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРИБРЮШНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

<sup>1</sup> ГУЗ Городская клиническая больница № 12, Москва<sup>2</sup> ГОУ ВПО Российский государственный медицинский университет Росздрава, Москва

*Разработаны три модели внутрибрюшной гипертензии («жидкостная», «газовая» и «отечная») для изучения эффективности различных вариантов декомпрессивных пособий, направленных на снижение давления в брюшной полости. Представлена техника воспроизведения внутрибрюшной гипертензии, оценены недостатки и преимущества каждой модели.*

**Ключевые слова:** брюшная полость, внутрибрюшная гипертензия, декомпрессия

## EXPERIMENTAL MODELING OF AN INTRABELLY HYPERTENSION

A.I. Khripun<sup>1</sup>, V.G. Vladimirov<sup>2</sup>, S.A. Zarinskaya<sup>2</sup>, I.Y. Perevezentcev<sup>2</sup>, G.B. Makhuova<sup>2</sup><sup>1</sup> Municipal Clinical Hospital N 12, Moscow<sup>2</sup> Russian State Medical University, Moscow

*Three models of an intrabelly hypertension («liquid», «gas» and «edematous») for studying efficiency of various variants of decompression the grants directed on pressure decrease in an abdominal cavity are developed. The technique of reproduction intrabelly hypertension is presented, lacks and advantages of each model are estimated.*

**Key words:** abdominal cavity, intrabelly hypertension, decompression

Частота внутрибрюшной гипертензии (ВБГ) у больных с травмой органов брюшной полости и после операций на животе достигает 30 %, с развитием синдрома интраабдоминальной гипертензии, по данным ряда авторов, в 5,5 % случаев [2, 10, 11]. Достоверно доказано, что наиболее эффективным методом снижения внутрибрюшной гипертензии является хирургическая декомпрессия брюшной полости [3, 5, 6, 11], однако варианты ее выполнения, а также эффективность при разных степенях ВБГ остаются предметом дискуссий [3, 6–8].

**Целью** настоящего исследования явилась разработка моделей повышенного внутрибрюшного давления (ВБД) для изучения эффективности различных вариантов декомпрессивных пособий как со вскрытием брюшной полости, так и без рассечения брюшины, а также оценка преимуществ и недостатков предлагаемых способов воспроизведения внутрибрюшной гипертензии.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальная работа выполнена на 135 нефиксированных трупах людей со средним возрастом  $62 \pm 17$  лет. Мужчин было 68, женщин – 67, со средней массой тела  $76 \pm 6,7$  кг, средним ростом  $170 \pm 7,4$  см, без лапаротомии в анамнезе. Причина смерти обследуемых не была связана с заболеваниями органов брюшной полости. Время проведения экспериментов после констатации смерти составило от 10 до 24 часов.

Исследования проводили в закрытом помещении с искусственным освещением, при  $t$  воздуха =  $21^\circ\text{C}$  и относительной влажности 65–68 %, с учетом типовых конституциональных особенностей телосложения. После определения антропометрических показателей осуществляли катетеризацию

мочевого пузыря для измерения ВБД. Мониторинг внутрибрюшного давления осуществляли по стандартной методике, впервые предложенной и описанной еще Kron и Iberti в 1973 г. [9].

Следующий этап исследования состоял в моделировании повышенного внутрибрюшного давления. В положении трупа на спине выполняли пункцию брюшной полости в 3 пункционных точках: 1) на середине расстояния между верхним краем лобкового симфиза и пупка; 2) на середине расстояния между правой верхней передней подвздошной остью и пупком; 3) на середине расстояния между левой верхней передней подвздошной остью и пупком. Прокол передней брюшной стенки в этих точках уменьшал опасность повреждения мочевого пузыря и кишечника. В месте пункции скальпелем на протяжении 1 см рассекали кожу и подкожно-жировую клетчатку. В ране зажимом Кохера захватывали собственную фасцию с апоневрозом.левой рукой подтягивали зажим, а правой пунктировали брюшную полость троакаром  $\varnothing = 5–8$  мм со стилетом. Троакар направляли снизу вверх к пупку под углом  $30^\circ$  к плоскости кожи, чтобы исключить ранение петель тонкой кишки. Троакар снабжен затворным клапаном, предупреждающим вытекание жидкости после ее введения в брюшную полость. При использовании троакара без запорного клапана в брюшную полость, после извлечения стилета, устанавливали катетер  $\varnothing = 4$  мм, наружный конец которого фиксировали к коже прошивной лигатурой.

С целью создания повышенного внутрибрюшного давления были разработаны три модели внутрибрюшной гипертензии.

Модель № 1 (жидкостная). Давление в брюшной полости повышали посредством введения в

нее жидкость. В положении на спине в брюшную полость устанавливали троакар, через который нагнетали жидкость (физиологический раствор 0,9%,  $t = 21 - 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Данные о количестве введенного раствора для достижения тех или иных уровней внутрибрюшной гипертензии представлены в таблице 1, при этом следует отметить, что после нагнетания указанных объемов раствора, цифры ВБД всегда оказывались несколько выше, постепенно снижаясь до обозначенных значений за счет эластической растяжимости тканей передней брюшной стенки [4].

Отрицательной стороной данной модели являлась невозможность выполнения декомпрессии с рассечением париетальной брюшины. Для этих целей предложен следующий способ воспроизведения внутрибрюшной гипертензии.

Модель № 2 («газовая»). При горизонтальном положении трупа на спине ВБГ моделировали введением газа в герметичный резервуар, предварительно установленный в брюшную полость. С этой целью через лапаротомный параректальный мини-доступ, помещали полиэтиленовый герметичный резервуар с размером не менее  $20 \times 20 \times 50 \text{ см}$  и объемом не менее 20 литров. Параметры резервуара обеспечивали равномерное его распределение в брюшной полости при наполнении. Резервуар соединяли через переходник, имеющий затворный клапан, с насосом известного объема закачки воздуха (300 мл). При этом возможна замена газа на жидкость. Мониторинг ВБД проводили также как и в первой модели. Уровень ВБД равный 20, 25 и 30 мм рт.ст. достигался при введении  $4140 \pm 250 \text{ мл}$ ,  $5200 \pm 230 \text{ мл}$  и  $6018 \pm 210 \text{ мл}$  газа соответственно (табл. 1).

Отличие газовой модели от жидкостной состояло в возможности рассечения париетальной брюшины при выполнении декомпрессивных вмешательств. Однако обе модели не обеспечивали воспроизведение отека забрюшинного пространства, который, как правило, развивается, например, у пациентов с деструктивным панкреатитом [5, 8]. Для создания отека забрюшинной клетчатки нами разработана и предложена следующая модель.

Модель № 3 («отечная»). В горизонтальном положении трупа на левом или правом боку выполняли пункцию забрюшинного пространства. Точки пункции определяли по паравертебральным линиям слева и справа от L1 до верхнего края L4. Проколы осуществляли иглой длиной до 12 см и  $\varnothing = 2,5 \text{ мм}$ , соединенной со шприцем объемом 150

мл. Паранепанкреатические, околоободочные, околопочечные клетчаточные пространства заполняли жидкостью (вода,  $t = 21 - 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Средняя глубина пункционного прокола составила  $7,2 \pm 0,9 \text{ см}$ . После определения точки пункции, иглу вводили перпендикулярно поверхности тела на 4 – 8 см. Затем, изменяя угол положения иглы, в забрюшинную клетчатку нагнетали раствор. Иглу располагали под углом  $30 - 45^{\circ}$  к поверхности кожи. Раствор инъецировали по часовой стрелке с «шагом в 2 часа» (угол  $60^{\circ}$ ). Средние значения объема введенной жидкости представлены в таблице 1.

После создания экспериментальной модели внутрибрюшной гипертензии выполняли различные варианты декомпрессивных хирургических вмешательств. Следует отметить, что выбор модели ВБГ зависел от метода декомпрессии, при этом учитывали необходимость рассечения брюшины.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе экспериментального исследования были разработаны и оценены три модели внутрибрюшной гипертензии: «жидкостная», «газовая» и «отечная».

Модель № 1 (жидкостная). В данной модели подъем давления в брюшной полости осуществляли посредством введения жидкости в полость брюшины. Воспроизведение этой модели на кадаверном материале в техническом отношении оказалось наиболее простым, требующим применения минимального количества инструментария. Уровень давления, необходимый при моделировании ВБГ, создавали нагнетанием жидкости с помощью шприца. Рост внутрибрюшного давления, как показал опыт, имеет нелинейную зависимость от объема вводимой жидкости. Полученные результаты позволяют утверждать, что наличие жидкости в брюшной полости в объеме до 3 литров не приводит к увеличению ВБД выше 15 мм рт.ст.

Средние значения объемов введения жидкости при моделировании ВБГ с учетом типового строения объектов исследования представлены в таблице 2. Анализ этих данных позволяет сделать вывод, что объемы вводимой жидкости находятся в прямой зависимости от конституционального типа строения. К недостаткам данной модели следует отнести невозможность рассечения брюшины, поскольку жидкость изливается из брюшной полости, а ВБД резко падает до нуля.

Газовая модель (модель № 2), в отличие от жидкостной, позволяет рассекать брюшину. При

Таблица 1

Объемы жидкости и газа, вводимые при создании моделей ВБГ

Значения ВБД, мм рт.ст.	Объем жидкости/газа, л		
	«жидкостная» модель	«газовая» модель	«отечная» модель
20	$4,32 \pm 0,31$	$4,14 \pm 0,25$	$4,66 \pm 0,42$
25	$5,35 \pm 0,26$	$5,2 \pm 0,23$	$6,32 \pm 0,34$
30	$6,16 \pm 0,22$	$6,0 \pm 0,2$	$7,08 \pm 0,38$

Объемы жидкости, необходимые для достижения ВБД 20, 25 и 30 мм рт.ст.

Конституциональный тип	ВБД, мм рт.ст.	Объем введенного раствора, л	
		мужчины	женщины
Гиперстенический	20	4,44 ± 0,31	4,51 ± 0,34
Нормостенический		4,36 ± 0,30	4,33 ± 0,31
Астенический		4,12 ± 0,31	4,19 ± 0,30
Гиперстенический	25	5,58 ± 0,26	5,51 ± 0,27
Нормостенический		5,37 ± 0,24	5,42 ± 0,27
Астенический		5,22 ± 0,26	5,38 ± 0,26
Гиперстенический	30	6,39 ± 0,22	6,41 ± 0,23
Нормостенический		6,16 ± 0,22	6,21 ± 0,24
Астенический		6,01 ± 0,21	6,15 ± 0,22

этом не происходит падения ВБД до нулевой отметки. Резервуар повторяет выпячивание органов брюшной полости при высоком ВБД, пролабируя через выполненный разрез. Отрицательным моментом модели является необходимость установки герметичного резервуара, а также возможность повреждения его при проведении декомпрессивных пособий.

При создании «газовой» модели объемы газа, вводимые в брюшную полость, незначительно отличались от таковых при «жидкостной» модели (табл. 1).

Модель № 3 (отечная). В этой модели увеличение ВБД происходит за счет значительного отека ретроперитонеальной клетчатки, что можно наблюдать, например, при панкреонекрозе [6, 7]. При анализе используемых объемов жидкости для воспроизведения этой модели, обращают на себя внимание сравнительно большие затраты растворов по сравнению с «жидкостной» моделью ( $p > 0,05$ ), что, по-видимому, связано с особенностями анатомического строения забрюшинного пространства [1]. После декомпрессивного вмешательства проводили ревизию брюшной полости и забрюшинного пространства. Наибольшее скопление введенной жидкости наблюдали в парапанкреатическом, околоободочных, околопочечных клетчаточных пространствах.

Эксперимент показал, что создание этой модели технически сложнее ввиду неподатливости фасциальных листков. Кроме того, из пункционных отверстий отмечали истечение введенной жидкости вследствие негерметичности мест проколов, а так же высокого давления в забрюшинном пространстве. Осложнения, полученные при воспроизведении «отечной» модели отражены в таблице 3.

Кроме того, обнаружено, что использование газа в «отечной» модели невозможно. Газ, вводимый в забрюшинное пространство, при достижении объема более 1200 мл начинал интенсивно проникать в подкожно-жировую клетчатку поясничной области и передней брюшной стенки. Заполнения забрюшинного пространства при этом

не происходило, что подтверждалось отсутствием повышения ВБД по данным манометрического прибора. На наш взгляд, это обстоятельство обусловлено отсутствием свободной полости в забрюшинном пространстве и высокой плотностью фасциальных футляров, формирующих его отделы.

Таблица 3

Осложнения при создании «отечной» модели

Осложнения в виде пункции	Частота, %
Брюшной полости	57
Почки	43
Тела и хвоста поджелудочной железы	42
Надпочечников	34
Толстой кишки	21
Брюшной части аорты и нижней полой вены	21

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценивая разработанные модели ВБГ, следует отметить: что «жидкостная» — наиболее легко воспроизводимая. Существенным ее недостатком является невозможность рассечения париетальной брюшины, так как это приводит к резкому истечению жидкости наружу и падению ВБД. Этого недостатка лишена «газовая» модель. Герметичный резервуар в брюшной полости позволяет рассекать брюшинный покров без падения давления. Вместе с тем, техническое воспроизведение газовой модели более сложное, поскольку требует установки герметичного резервуара в брюшную полость. «Отечная» модель ВБГ наиболее приближена к клинической ситуации, но наиболее трудоемка и сложна в техническом отношении. Однако она позволяет выполнять декомпрессивные вмешательства, как со вскрытием, так и без вскрытия брюшной полости.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Поражение забрюшинной клетчатки при деструктивном панкреатите / Е.Ю. Попова и др. // Хирургия: журнал им Н.И. Пирогова. — 2004. — № 8. — С. 52 — 55.

2. Синдром интраабдоминальной гипертензии (обзор литературы) / Б.Р. Гельфанд, Д.Н. Проценко, О.В. Игнатенко, А.И. Ярошецкий // Медицина неотложных состояний. — 2008. — № 5. — С. 94–99.

3. Чадаев А.П. Перитонит и внутрибрюшное давление / А.П. Чадаев, А.И. Хрипун. — М., 2003. — 148 с.

4. Эластический каркас кожи передней брюшной стенки / П.А. Самогосов и др. // Современные проблемы абдоминальной антропометрии: Сб. науч. тр. — Красноярск, 2002. — С. 28–30.

5. Abdominal Compartment Syndrome in Severe Acute Pancreatitis: An Indication for a Decompressing Laparotomy? / M. Schein, G. Gecelter, B. Fahouma, S. Syed Gardezia // Dig Surg. — 2002. — Vol. 19. — P. 402–405.

6. Calzia E. Decompression in abdominal compartment syndrome: How early is early? / E. Calzia, S. Klaus, M. Sugrue // Intensive Care Med. — 2007. — Vol. 33. — P. 1319–1321.

7. De Waele J.J. Intra-abdominal hypertension in patients with severe acute pancreatitis / J.J. De Wae-

le et al. // J. Crit. Care. — 2005. — Vol. 9(4). — P. 452–457.

8. Herzelee I.V. Translumbar extraperitoneal decompression for abdominal compartment syndrome after endovascular treatment of a ruptured / I.V. Herzelee, J.J. De Waele, F. Vermassen // J. Endovasc. Therapy. — 2003. — Vol. 10(5). — P. 933–935.

9. Malbrain M.L. Intra-abdominal pressure measurement techniques / M.L. Malbrain, F. Jones // Abdominal Compartment Syndrome / eds. R. Ivatury, M. Cheatham, M. Malbrain, M. Sugrue. — Landes Bioscience, Georgetown. — 2006. — P. 19–68.

10. Secondary abdominal compartment syndrome is a highly lethal event / W.L. Biffl et al. // Am. J. Surg. — 2001. — Vol. 182. — P. 645–648.

11. Results from the international conference of experts on intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome. Recommendations / M.L. Cheatham, N.G. Malbrain, A. Kirkpatrick, M. Sugrue // Intensive Care Med. — 2007. — Vol. 33. — P. 951–962.

#### Сведения об авторах

**Хрипун А.И.** — д.м.н., проф., гл. врач городской клинической больницы № 12 г. Москвы, 115516, г. Москва, ул. Бакинская, 26.

**Владимиров В.Г.** — д.м.н., проф., зав. каф. оперативной хирургии и топографической анатомии ГОУ ВПО Российский государственный медицинский университет Росздрава, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1.

**Заринская С.А.** — к.м.н., профессор каф. оперативной хирургии и топографической анатомии ГОУ ВПО Российский государственный медицинский университет Росздрава, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1.

**Перевезенцев И.Ю.** — старший преподаватель каф. оперативной хирургии и топографической анатомии ГОУ ВПО Российский государственный медицинский университет Росздрава, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1.

**Махуова Г.Б.** — к.м.н., доцент кафедры общей хирургии, e-mail: gulmira1976@mail.ru, ГОУ ВПО Российский государственный медицинский университет Росздрава, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1.