

# ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЕНОЗНОГО ДАВЛЕНИЯ ОТ ИНДЕКСА КОЛЛАБИРОВАНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЯРЕМНОЙ ВЕНЫ У ПАЦИЕНТОВ С ТРАВМОЙ И КРОВОПОТЕРЕЙ

## INTERACTIONS BETWEEN CENTRAL VENOUS PRESSURE AND COLLAPSIBILITY INDEX OF INTERNAL JUGULAR VEIN IN PATIENTS WITH TRAUMA AND BLOOD LOSS

**Нигматуллина А.Р. Nigmatullina A.R.**  
**Касаткин А.А. Kasatkin A.A.**  
**Ураков А.Л. Urakov A.L.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации,

Бюджетное учреждение здравоохранения «Городская клиническая больница № 9 Министерства здравоохранения Удмуртской Республики», г. Ижевск, Россия

Izhevsk State Medical Academy,

City Clinical Hospital No.9,

Izhevsk, Russia

Неинвазивная оценка волемического статуса пациентов с травмой и кровопотерей позволяет избежать осложнений, связанных с катетеризацией центральных вен.

**Цель исследования** – изучение зависимости величины центрального венозного давления от индекса коллабироваия внутренней яремной вены у пациентов с травмой.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 30 взрослых пациентов обоего пола со спонтанным дыханием в возрасте 18-74 лет. Ультразвуковое исследование вен проводили с помощью аппарата «Alpinion E-CUBE 9» (Южная Корея) и линейного датчика 5-14 Мгц. Измерение ЦВД осуществляли прямым методом после установки катетера в центральную вену.

**Результаты.** В группе 1 (n = 13) с показателем ЦВД 4 и менее см водного столба значение индекса коллабироваия составило  $60,5 \pm 23,6\%$  (M  $\pm$  SD), в группе 2 (n = 17) – с показателем ЦВД 5 и более см водного столба –  $29,3 \pm 21,7\%$ .

**Выводы.** Показатель центрального венозного давления у пациентов с травмой и кровопотерей зависит от индекса коллабироваия внутренних яремных вен. Прогнозировать гиповолемию можно при значении индекса коллабироваия ВЯВ более 60 %.

**Ключевые слова:** ультразвук; кровопотеря; волемический статус; мониторинг.

Noninvasive assessment of volemic status in patients with trauma and blood loss prevents the complications associated with central venous catheterization.

**Objective** – to research the dependence between central venous pressure and the collapsibility index of the internal jugular vein in patients with trauma.

**Materials and methods.** The study included 30 adult men and women with spontaneous breathing. The age of the patients was from 18 to 74. The ultrasound examination of the veins was performed using the apparatus ALPINIONE-CUBE 9 (South Korea) and the linear sensor 5-14 MHz. CVP was measured with the direct approach after placement of the catheter into the central vein.

**Results.** The group 1 (n = 13) showed  $CVP \leq 4$  cm H<sub>2</sub>O and the collapsibility index was  $60.5 \pm 23.6\%$  (M  $\pm$  SD), the group 2 (n = 17) –  $CVP \geq 5$  cm H<sub>2</sub>O and the collapsibility index –  $29.3 \pm 21.7\%$ .

**Conclusion.** The value of central venous pressure in patients with trauma and blood loss depends on the collapsibility index of the internal jugular vein. Hypovolemia can be predicted only with the collapsibility index of the internal jugular vein more than 60 %.

**Key words:** ultrasound; blood loss; volemic status; monitoring.

Показатель центрального венозного давления (ЦВД), наряду с другими гемодинамическими параметрами, такими как артериальное давление, частота сердечных сокращений и сердечный индекс, имеет важное значение для оценки состояния волемического статуса пациентов с травмой и кровопотерей [1]. Острая кровопотеря сопровождается различной степенью

гиповолемии и может приводить к развитию у пострадавшего геморрагического шока и полиорганной недостаточности [2, 3]. В связи с этим своевременная диагностика кровотечения, оценка объема кровопотери и степени гиповолемии имеют первостепенное значение при оказании пациенту с травмой анестезиолого-реанимационной помощи. Принято считать,

что показатель ЦВД менее 5 см водного столба свидетельствует о гиповолемии [4]. Традиционная методика определения ЦВД предполагает предварительную установку венозного катетера в подключичную или внутреннюю яремную вену пациентов. При этом известны осложнения катетеризации центральных вен, такие как пневмо- и гемоторакс, повреждение нервных

сплетений, артерий и перикарда [5, 6]. В связи с этим неинвазивная оценка венозного давления и волемического статуса пациентов с травмой и кровопотерей может иметь очевидные преимущества.

Результаты проведенных ранее исследований показали высокий уровень корреляции между индексом коллабироваия нижней полой вены и показателем центрального венозного давления у взрослых пациентов [7]. Тем не менее, данный метод имеет известные ограничения при некоторых заболеваниях и травмах [8]. В то же время известны результаты исследований, свидетельствующие о возможности оценки волемического статуса пациентов с помощью ультразвукового исследования внутренней яремной вены (ВЯВ) [9, 10]. В связи с этим исследование взаимосвязи величины центрального венозного давления и индекса коллабироваия ВЯВ у пациентов с травмой и кровопотерей может являться актуальным.

**Цель исследования** — изучение зависимости величины центрального венозного давления от индекса коллабироваия внутренней яремной вены у пациентов с травмой.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено ультразвуковое исследование правой внутренней яремной вены у 30 пациентов с травмой сразу после поступления их в отде-

ление анестезиологии-реанимации. В исследование были включены взрослые пациенты обоего пола на спонтанном дыхании в возрасте 18-74 лет. Критериями исключения пациентов из исследования явились возраст старше 74 лет, травма шеи, необходимость искусственной вентиляции легких. Оценку тяжести состояния пациентов проводили с помощью системы Injury Severity Score (ISS), степени кровопотери оценивали по классификации Американского хирургического колледжа (ATLS) [11]. Ультразвуковое исследование вен проводили с помощью аппарата «ALPINIONE-CUBE 9» (Южная Корея) и линейного датчика 5-14 Мгц. Регистрировали максимальные и минимальные размеры диаметра ВЯВ в М-режиме. Измерение ЦВД осуществляли прямым методом после установки внутрисосудистого катетера (BBraun Certofix MonoV 420) в центральную вену и последующего рентгенологического контроля правильности его расположения. Перед измерением ЦВД пациентов переводили в горизонтальное положение лежа на спине, нулевое деление шкалы флеботонометра устанавливали на уровне точки пересечения IV ребра со среднеподмышечной линией справа.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 10 (Statsoft). Количественные данные представ-

лены в виде среднего арифметического (M), стандартного отклонения (SD), медианы (Me), диапазона значений (Min-Max), индекса коллабироваия (CI). Индекс коллабироваия рассчитывался по формуле:  $((\text{максимальный диаметр (D макс.)} - \text{минимальный диаметр (D мин.)}) / \text{максимальный диаметр (D макс.)}) \times 100 \%$ .

Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании применялся  $\leq 0,05$ . Корреляционный анализ Спирмена был использован для определения взаимосвязи между несколькими независимыми переменными.

План исследований был одобрен этическим комитетом Ижевской государственной медицинской академии на основании принципов, которые изложены во Всемирной Медицинской Декларации в Хельсинках.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены у 30 пациентов, разделенных на 2 группы в зависимости от полученных у них значений ЦВД. Группу 1 (n = 13) составили пациенты с показателем ЦВД 4 см и менее водного столба, группу 2 (n = 17) — с показателем ЦВД 5 см и более водного столба. Демографические показатели пациентов обеих групп, а также показатели тяжести травм ISS представлены в таблице 1.

Таблица 1  
Основные характеристики исследуемых групп  
Table 1  
The main characteristics of the study groups

Основные характеристики Main characteristics	Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2
	ЦВД $\leq 4$ см вод. ст. CVP $\leq 4$ cm H <sub>2</sub> O	ЦВД $\geq 5$ см вод. ст. CVP $\geq 5$ cm H <sub>2</sub> O
	n = 13	n = 17
Средний возраст, лет / Mean age, years M $\pm$ SD	46.3 $\pm$ 9.8	46.0 $\pm$ 11.2
Медиана / Median	45	47
Диапазон значений / Range	33 - 65	25-61
Пол, мужчины % / женщины % Gender, male % / female %	74.6 / 25.4	76.5 / 23.5
Оценка тяжести повреждений (шкала ISS), баллы Injury Severity Score (ISS), points	30.6 $\pm$ 2.1	27.1 $\pm$ 1.8

Примечание: ЦВД – центральное венозное давление.

Note: CVP – central venous pressure

Проведенный анализ клинических данных (ATLS) позволил установить предполагаемый объем кровопотери у пациентов, который соответствовал в 1-й группе II-III классу кровопотери (1500-2000 мл), а во 2-й группе – I-II классу (до 1500 мл). Таким образом, увеличение объема кровопотери сопровождалось уменьшением показателя ЦВД.

Проведенные ультразвуковые исследования правой внутренней яремной вены пациентов выявили различия у пациентов с низкими и нормальными показателями ЦВД (табл. 2).

Установлена корреляционная зависимость между ЦВД и средними значениями диаметра внутренних яремных вен и индексом коллабирования (табл. 3).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Мониторинг гемодинамических показателей, в частности центрального венозного давления, важен для оценки состояния волемиического статуса пациентов с травмой. Поскольку травма нередко сопровождается острым наружным и/или внутренним кровотечением, приводящим к абсолютному дефициту объема циркулирующей крови, развитию геморрагического шока, гипоксии и смерти пациента, то своевременная оценка его волемиического статуса имеет первостепенное значение при составлении плана оказания медицинской помощи [2, 12].

Принято считать, что показатель ЦВД менее 5 см водного столба свидетельствует о гиповолемии, требующей проведения инфузионной терапии. В настоящее время существуют инвазивные и неинвазивные методики определения ЦВД [4, 7]. Несмотря на безопасность и информативность неинвазивной оценки волемиического статуса с помощью ультразвукового определения индекса коллабирования нижней полой вены, существуют объективные ограничения его применения в практике. В частности, патологические состояния, сопровождающиеся внутрибрюшной гипертензией, препятствуют получению достоверной информации с помощью ультразвука.

Таблица 2  
Данные ультразвукового исследования правой внутренней яремной вены (ВЯВ)  
Table 2  
The ultrasound examinations of the right internal jugular vein (IJV)

Характеристики ВЯВ IJV characteristics	Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2
	ЦВД ≤ 4 см вод. ст. CVP ≤ 4 cm H <sub>2</sub> O	ЦВД ≥ 5 см вод. ст. CVP ≥ 5 cm H <sub>2</sub> O
	n = 13	n = 17
ЦВД, см вод. ст. CVP, cm H <sub>2</sub> O	1.7 ± 1.4	8.1 ± 1.6
Медиана [диапазон значений] Median [range]	2 [0 - 4]	8 [5 - 10]
D мин., мм D min, mm	2.8 ± 1.7	8.6 ± 4.3
Медиана [диапазон значений] Median [range]	3.5 [0.1 - 4.6]	8.8 [1.1 - 19.6]
D макс., мм D max, mm (M ± SD)	7.0 ± 2.9	11.6 ± 3.4
Медиана [диапазон значений] Median [range]	7.6 [2 - 10.6]	12 [6.6 - 21.4]
Индекс коллабирования, % Collapsibility index, %	60.5 ± 23.6	29.3 ± 21.7
Медиана [диапазон значений] Median [range]	54.2 [23.5 - 99]	28.8 [4.3 - 88.1]

Примечание: ЦВД – центральное венозное давление; ВЯВ – внутренняя яремная вена; D мин. – минимальный диаметр, D макс. – максимальный диаметр.

Note: CVP – central venous pressure; IJV – internal jugular vein; D min – minimal diameter; D max – maximal diameter.

Таблица 3  
Коэффициент корреляции Спирмена между ЦВД и полученными значениями  
Table 3  
Spearman's correlation coefficient between CVP and the obtained values

Характеристики ВЯВ IJV characteristics	Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2
	ЦВД ≤ 4 см вод. ст. CVP ≤ 4 cm H <sub>2</sub> O	ЦВД ≥ 5 см вод. ст. CVP ≥ 5 cm H <sub>2</sub> O
	n = 13	n = 17
D мин., мм / D min, mm (M ± SD)	-0.71	0.19
D макс., мм / D max, mm (M ± SD)	0.02	0.31
Индекс коллабирования, % Collapsibility index, %	0.64	0.07

Примечание: Отмеченные корреляции значимы на уровне  $p < 0,05$ ;

ЦВД – центральное венозное давление; ВЯВ – внутренняя яремная вена;

D мин. – минимальный диаметр; D макс. – максимальный диаметр.

Note: The indicated correlations are significant for  $p < 0.05$ ; CVP – central venous pressure; IJV – internal jugular vein; D min – minimal diameter; D max – maximal diameter.

В связи с этим в настоящее время ведется поиск альтернативных неинвазивных методов оценки волемиического статуса, например, с помощью оценки индекса коллабирования внутренней яремной вены. Известны результаты исследований внутренней яремной вены здоровых доноров до и после кро-

вотери в объеме 450 мл, демонстрирующие противоречивые данные информативности показателя индекса коллабирования ВЯВ для оценки волемиического статуса [13, 14]. Существенным недостатком данных исследований явилось отсутствие контроля ЦВД у исследуемых, что, безусловно, снизило

информативность полученных результатов.

Преимуществом нашего исследования явилась оценка взаимосвязи индекса коллабироваия ВЯВ с показателем центрального венозного давления у пациентов с травмой и кровопотерей. Установлена средней силы корреляционная связь между значением индекса коллабироваия ВЯВ и показателем ЦВД у пациентов с гиповолемией (ЦВД  $\leq$  4 см водного столба), что свидетельствует о возможности применения данного неинвазивного метода в оценке гиповолемии у пациентов

с травмой. При значении индекса коллабироваия ВЯВ у пациента более 60 % можно прогнозировать значение ЦВД  $\leq$  4 см водного столба. Результаты наших исследований подтверждают данные ранее проведенного исследования, показавшего высокую чувствительность и специфичность данного метода в оценке волемического статуса госпитальных пациентов [15].

#### ВЫВОДЫ

Показатель центрального венозного давления у пациентов с травмой и кровопотерей зависит от

индекса коллабироваия внутренних яремных вен. Прогнозировать гиповолемию можно при значении индекса коллабироваия ВЯВ более 60 %. Для повышения точности полученных результатов необходимы дополнительные исследования.

#### Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Chiu WC. Cardiovascular Monitoring. In: *Trauma. Critical care*. Wilson WC, Grande CM, Hoyt DB, editors. New York : Informa Healthcare USA, Inc., 2007. Vol. 2. P. 162-163.
2. Agadzhanian VV, Ustyantseva IM. Scientific-practical conception of polytrauma management. *Polytrauma*. 2013; 2 : 5-10. Russian (Агаджанян В.В., Устьянцева И.М. Научно-практическая концепция лечения политравмы // Политравма. 2013. № 2. С. 5-10).
3. Urakov AL, Urakova NA, Kasatkin AA. Thermal imaging improves the accuracy of hemorrhagic shock diagnostics: the concept and practical recommendations. LAP Lambert Academic Publishing, 2016. P. 60.
4. Guerin L, Monnet X, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness: an update. *Ann Intensive Care*. 2016; 6 (1): 111.
5. Kasatkin AA, Urakov AL, Shchegolev AV, Nigmatullina AR. Internal jugular vein cannulation without the risk of double wall punctures. *J Emerg Trauma Shock*. 2016; 9: 157.
6. Lorchirachoonkul T, Ti LK, Manohara S, Lye ST, Tan SA, Shen L, Kang DS. Anatomical variations of the internal jugular vein: implications for successful cannulation and risk of carotid artery puncture. *Singapore Med J*. 2012; 53 (5): 325-328.
7. Stawicki SP, Adkins EJ, Eiferman DS, Evans DC, Ali NA, Njoku C et al. Prospective evaluation of intravascular volume status in critically ill patients: does inferior vena cava collapsibility correlate with central venous pressure? *J Trauma Acute Care Surg*. 2014; 76 (4): 956-963.
8. Bauman Z, Coba V, Gassner M, Amponsah D, Gallien J, Blyden D et al. Inferior vena cava collapsibility loses correlation with internal jugular vein collapsibility during increased thoracic or intra-abdominal pressure. *J Ultrasound*. 2015; 18: 343-348.
9. Urakov AL, Kasatkin AA, Nigmatullina AR. The dynamics of changing internal jugular veins diameter based on increasing head elevation angle. *Indian J Crit Care Med*. 2015; 19: 610-612.
10. Kent A, Patil P, Davila V, Bailey JK, Jones C, Evans DC, et al. Sonographic evaluation of intravascular volume status: can internal jugular or femoral vein collapsibility be used in the absence of IVC visualization? *Ann Thorac Med*. 2015; 10: 44-49.
11. Bouglé A, Harrois A, Duranteau J. Resuscitative strategies in traumatic hemorrhagic shock. *Annals of Intensive Care*. 2013; 3: 1.
12. Agadzhanian VV, Kravtsov SA, Shatalin AV, Levchenko TV. Hospital mortality in polytrauma and main directions for its decrease. *Polytrauma*. 2015; 1: 6-15. Russian (Агаджанян В.В., Кравцов С.А., Шаталин А.В., Левченко Т.В. Госпитальная летальность при политравме и основные направления ее снижения // Политравма. 2015. №1. С. 6-15).

13. Unluer EE, Kara PH. Ultrasonography of jugular vein as a marker of hypovolemia in healthy volunteers. *Am J Emerg Med.* 2013; 31 (1): 173-177.
14. Akill NB, Cander B, Dundar ZD, Koylu R. A new parameter for the diagnosis of hemorrhagic shock: jugular index. *J Crit Care.* 2012; 27 (5): 530.e13-8.
15. Siva B, Hunt A, Boudville N. The sensitivity and specificity of ultrasound estimation of central venous pressure using the internal jugular vein. *J Crit Care.* 2012; 27(3): 315. e7-11.

#### Сведения об авторах:

**Нигматуллина А.Р.,** аспирант, кафедра общей и клинической фармакологии, ФГБОУВО «Ижевская государственная медицинская академия», врач анестезиолог-реаниматолог БУЗУР «ГКБ № 9 МЗУР» г. Ижевск, Россия.

**Касаткин А.А.,** к.м.н., заведующий отделением анестезиологии-реанимации, БУЗ УР «ГКБ № 9 МЗ УР», ассистент кафедры общей и клинической фармакологии, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия», г. Ижевск, Россия.

**Ураков А.Л.,** д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей и клинической фармакологии, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия», г. Ижевск, Россия.

#### Адрес для переписки:

Нигматуллина А.Р., ул. Ильфата Закирова, 9-27, г. Ижевск, Россия, 426072

Тел: +7 (912) 011-14-35

E-mail: rtan80@mail.ru

#### Information about authors:

**Nigmatullina A.R.,** postgraduate, chair of general and clinical pharmacology, Izhevsk State Medical Academy, anesthesiologist-intensivist, City Clinical Hospital No.9, Izhevsk, Russia.

**Kasatkin A.A.,** candidate of medical science, head of department of anesthesiology and intensive care, City Clinical Hospital No.9, assistant of chair of general and clinical pharmacology, Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia.

**Urakov A.L.,** MD, PhD, professor, head of chair of general and clinical pharmacology, Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia.

#### Address for correspondence:

Nigmatullina A.R., Ilfata Zakharova St., 9-27, Izhevsk, Russia, 426072

Tel: +7 (912) 011-14-35

E-mail: rtan80@mail.ru

