

DOI: 10.24835/1607-0763-2018-1-52-56

Оценка эффективности нового ультразвукового метода количественного определения жидкости в плевральной полости

Базылев В.В., Бабуков Р.М., Фаткабарова А.М. *, Бартош Ф.Л.

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, Пенза, Россия

Evaluation of new ultrasound methods for quantifying the fluid in the pleural cavity

Bazylev V.V., Babukov R.M., Fatkabrarova A.M. *, Bartosh F.L.

Federal Centre for Cardiovascular Surgery, Penza, Russia

Цель исследования: определить точность применения новой методики количественной оценки жидкости в плевральной полости (ПП).

Материал и методы. В исследование включены 296 пациентов после оперативного вмешательства в ФЦССХ г. Пензы в условиях искусственного кровообращения с 2015 по 2017 г. Всем пациентам проводилось ультразвуковое исследование плевральной полости (УЗИ ПП) с выведением полного объема жидкостного компонента в ПП, преобразующийся в эллиптическую форму, с последующим вычислением объема методом дисков EDV ($D_{\max} \cdot L_{\max} \cdot 3,42$) – 6,44. Обработку данных производили в демоверсии SPSS Statistics (англ. Statistical Package for the Social Sciences). Для сравнения двух способов измерения объемов плеврального выпота: объема, рассчитанного с помощью метода дисков, и фактического объема жидкости, полученного после плевральной пункции, мы применяли метод согласованности измерений Блэнда–Алтмана и коэффициент корреляции Пирсона. Для каждой пары измерений вычислялась разность, средняя величина разности ($M_{\text{разн.}}$) с указанием стандартного отклонения разности ($SD_{\text{разн.}}$) с последующей проверкой гипотезы отличия $M_{\text{разн.}}$ от 0. Для этого использовали сравнение выборочной средней с гипотетической генеральной средней по критерию Стьюдента.

Результаты. При установлении возможной связи между результатами ультразвукового измерения количества жидкости и фактически полученным объемом из ПП при пункции с помощью уравнения линейной регрессии была выявлена высокая линейная связь между ними, так, R^2 равнялся 0,85 ($p < 0,001$).

При сравнении количества жидкости методом Блэнда–Алтмана также не было получено различий в количестве жидкости: все измерения находятся в пределах $2SD_{\text{разн.}}$ этих показателей, что свидетельст-

вует о согласованности этих методов между собой. При сравнении выборочной средней с гипотетической генеральной средней величинами по критерию Стьюдента достоверных отличий ($p = 0,52$) не выявлено.

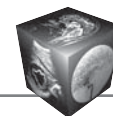
Заключение. Обоснованность разработки данной методики заключается в том, что в кардиохирургической и торакальной практике в послеоперационном периоде часто встречаются ситуации, когда необходимо быстро и достаточно точно определить объем плеврального выпота и оценить его в динамике.

Ключевые слова: плевральная полость, ультразвуковое исследование, количественный метод оценки, метод дисков, плевральная пункция.

Ссылка для цитирования: Базылев В.В., Бабуков Р.М., Фаткабарова А.М., Бартош Ф.Л. Оценка эффективности нового ультразвукового метода количественного определения жидкости в плевральной полости. *Медицинская визуализация*. 2018; 22 (1): 52–56. DOI: 10.24835/1607-0763-2018-1-52-56.

Purpose: to determine accuracy of applying the new quantitative assessment methodology for liquid in the pleural cavity.

Materials and methods. The research encompassed 296 patients who underwent surgeries at Federal Center of Cardiovascular Surgery (Penza, Russia) with assisted blood circulation from 2015 to 2017. All the patients had ultrasonic examinations of the pleural cavities that identified the full volume of the liquid component in the pleural cavity, shaped elliptically, with further calculation of the volume with the disk test EDV ($D_{\max} \times L_{\max} \times 3.42$) – 6.44. The research data was processed with the demo software SPSS Statistics (Statistical Package for the Social Sciences). In order to compare the two methods of assessing the pleural effusion



volume resulting from the pleural puncture, we applied the Bland-Altman comparison method and Pearson correlation coefficient. A difference and a mean difference (M difference) were calculated for each pair of measurements; a standard difference deviation (SD difference) was specified with further verification of the assumption that M difference differed from 0. For this purpose, the sampling mean was compared with the speculative general mean, as tested with Student's *t* – distribution.

Results. While determining potential connection between the findings of liquid quantity ultrasonic measurement and the actual volume after pleural cavity puncture, the equation of linear regression found a strong linear connection between them with R^2 equal to 0.85 $p < 0.001$.

Comparison of the liquid volume by the Bland-Altman method did not find difference in the liquid volume either: all the measurements are within 2SD difference of those parameters, which proves congruity of those methods. When the sampling mean was compared with the speculative general mean, as tested with Student's *t* – distribution, no reliable differences ($p = 0.52$) were identified.

Conclusion. Development of this methodology proves to be justified by the fact that there are often cases in the post-surgery cardiosurgical and thoracic practice when the pleural effusion volume should be measured quickly and rather accurately and assessed in dynamics.

Key words: pleural cavity, ultrasound, quantitative evaluation method, disk method, pleurocentesis.

Recommended citation: Bazylev V.V., Babukov R.M., Fatkabrarova A.M., Bartosh F.L. Evaluation of new ultrasound methods for quantifying the fluid in the pleural cavity. *Medical Visualization*. 2018; 22 (1): 52–56. DOI: 10.24835/1607-0763-2018-1-52-56.

Введение

До сих пор для центров сердечно-сосудистой и торакальной хирургии остается актуальной проблема оценки в динамике количества жидкости в плевральных полостях (ПП) при риске развития

внезапных кровотечений или образования выпота. При этом общепринятых методов точного определения объема выпота в ПП, который коррелировал бы с жидкостью, полученной после пункции, на сегодняшний день не существует. В клиниках до сих пор используют методы качественной, а не количественной оценки жидкости в ПП (малого, умеренного и большого количества жидкости) [1, 2]. Однако встречаются ситуации, когда необходимо быстро и достаточно точно определить объем плеврального выпота и оценить его в динамике. Нами был разработан и внедрен в практику новый метод количественной оценки жидкости в ПП.

Цель исследования

Определить точность применения новой методики количественной оценки жидкости в ПП. Чтобы доказать эффективность и точность предложенной методики, нами было проведено исследование.

Материал и методы

Исследование проводили на базе ФЦССХ г. Пензы. В наблюдение было включено 296 пациентов после оперативного вмешательства в условиях искусственного кровообращения с 2015 по 2017 г. Всем пациентам проводилось ультразвуковое исследование плевральных полостей (УЗИ ПП) с использованием конвексного датчика с частотой 3,5–5 МГц (УЗ-аппараты GE VIVID 7 PRO, Норвегия). Исследование проводилось в положении пациента сидя от задней подмышечной линии к позвоночнику в косопоперечном направлении под углом 45–60° с выведением полного объема жидкостного компонента в ПП и последующим вы-

Для корреспонденции*: Фаткабарова Антонина Маратовна – 440046 Пенза, ул. Мира, 69-77. Тел.: +7-905-366-59-39. E-mail: a_fatkabrarova@mail.ru

Базылев Владлен Владленович – доктор мед. наук, главный врач ФГБУ “Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии” Минздрава России, Пенза.

Бартош Федор Леонидович – канд. мед. наук, заведующий отделением эхокардиографии и функциональной диагностики ФГБУ “Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии” Минздрава России, Пенза.

Бабуков Руслан Медарисович – врач ультразвуковой диагностики отделения эхокардиографии и функциональной диагностики ФГБУ “Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии” Минздрава России, Пенза.

Фаткабарова Антонина Маратовна – врач ультразвуковой диагностики отделения эхокардиографии и функциональной диагностики ФГБУ “Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии” Минздрава России, Пенза.

Contact*: Antonina M. Fatkabrarova – Russian Federation, Penza, 440046, Mira str., 69-77. Phone: +7-905-366-59-39. E-mail: a_fatkabrarova@mail.ru

Vladlen V. Bazylev – doct. of med. sci., Chief Medical Officer of Federal Center of Cardiovascular Surgery, Penza.

Fedor L. Bartosh – cand. of med. sci., Head of Echo-Cardiography and Functional Diagnostics Unit of Federal Center of Cardiovascular Surgery, Penza.

Ruslan M. Babukov – ultrasonic medical investigation specialist of Echo-Cardiography and Functional Diagnostics Unit of Federal Center of Cardiovascular Surgery, Penza.

Antonina M. Fatkabrarova – ultrasonic medical investigation specialist of Echo-Cardiography and Functional Diagnostics Unit of Federal Center of Cardiovascular Surgery, Penza.

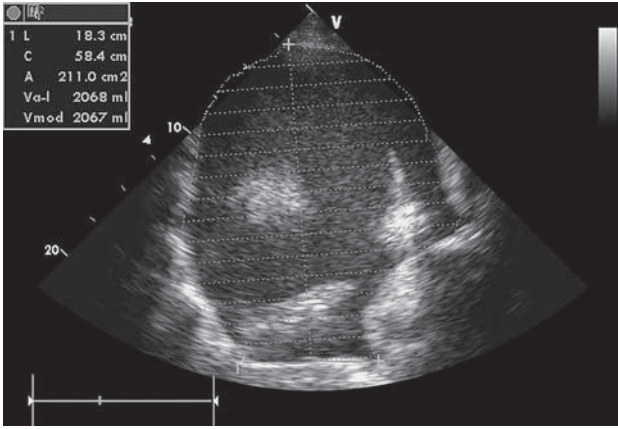
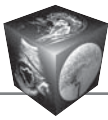


Рис. 1. УЗ-изображение выпота в плевральной полости в косопоперечном направлении под углом 45–60° с выведением полного объема жидкостного компонента и стандартное изображение плевральной полости. Объем плеврального выпота 2000 мл, вычислен методом дисков по формуле $EDV (D_{max} \cdot L_{max} \cdot 3,42) = 6,44$.

числением объема жидкостного компонента методом дисков $EDV (D_{max} \cdot L_{max} \cdot 3,42) = 6,44$ (рис. 1).

После вычисления объема жидкости в ПП пациентам выполнялась пункция с полной эвакуацией жидкостного компонента. После чего при контрольном УЗИ ПП определялась остаточная жидкость в ПП. При неполной эвакуации плеврального выпота производилась повторная пункция.

Обработку данных производили в демоверсии SPSS Statistics (Statistical Package for the Social Sciences). Для сравнения двух способов измерения объемов плеврального выпота: объема, рассчитанного с помощью метода дисков, и фактического объема жидкости, полученного после

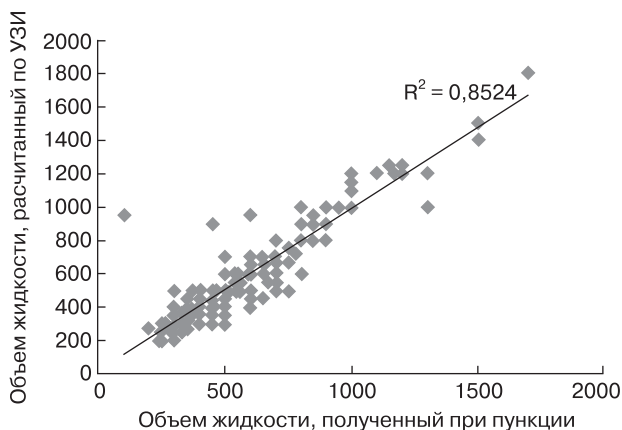


Рис. 2. Диаграмма разброса и линия регрессии объема жидкости, полученного при пункции и рассчитанного по УЗИ.

плевральной пункции, мы применяли метод согласованности измерений Блэнда–Алтмана и коэффициент корреляции Пирсона. Для каждой пары измерений вычислялась разность, средняя величина разности ($M_{разн.}$) с указанием стандартного отклонения разности ($SD_{разн.}$) с последующей проверкой гипотезы отличия $M_{разн.}$ от 0. Для этого использовали сравнение выборочной средней с гипотетической генеральной средней по критерию Стьюдента.

Результаты

При установлении возможной связи между результатами ультразвукового измерения количества жидкости и фактически полученным объемом из ПП при пункции с помощью уравнения линейной регрессии была выявлена высокая линейная связь между ними, так, R^2 равнялся 0,85 ($p < 0,001$) (рис. 2).

При сравнении количества жидкости методом Блэнда–Алтмана (рис. 3) также не было получено различий в количестве жидкости: все измерения находятся в пределах $2SD_{разн.}$ этих показателей, что свидетельствует о согласованности этих методов между собой. При сравнении выборочной средней с гипотетической генеральной средней величинами по критерию Стьюдента достоверных отличий ($p = 0,52$) не выявлено.

Обсуждение

На сегодняшний день “золотым стандартом” для определения и вычисления количества жидкости в ПП является компьютерная томография [3–5]. К ее ограничениям относятся низкая доступность (особенно в отдаленных центрах),

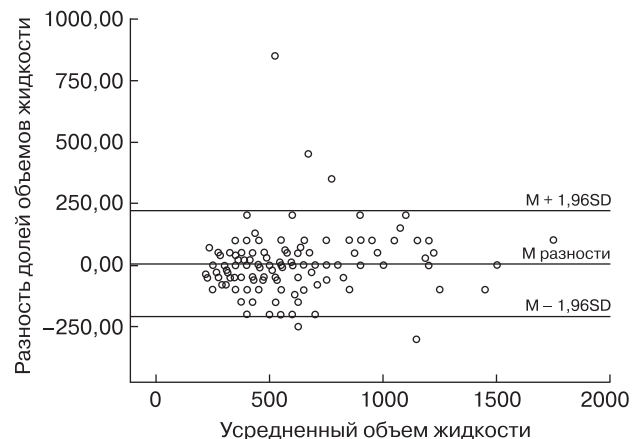


Рис. 3. Разновидности долей объемов жидкости для каждого усредненного объема жидкости в плевральной полости.

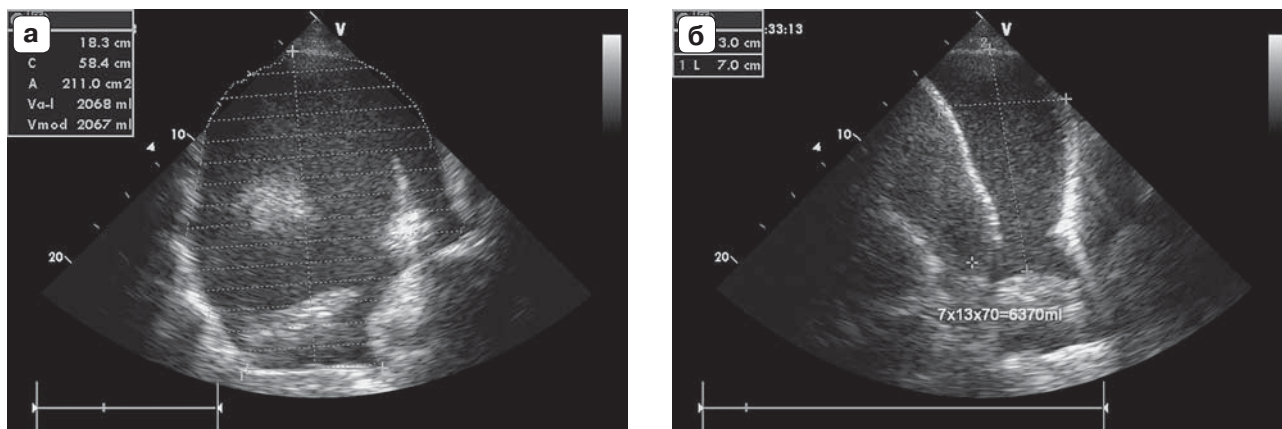
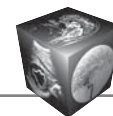


Рис. 4. Расчет количества жидкости в плевральных полостях. а – объем жидкости в плевральной полости, вычисленный по методу дисков EDV ($D_{\max} \cdot L_{\max} \cdot 3,42$) – 6,44 (2000 мл); б – объем жидкости в плевральной полости, вычисленный с помощью линейной формулы $V = D1 \cdot D2 \cdot 70$ (мл) (6300 мл). При плевральной пункции получено 2000 мл. При контрольном УЗИ плевральной полости жидкости не выявлено.

высокая стоимость, высокая доза излучения и необходимость проводить исследование в специализированных кабинетах, что задерживает диагностику.

Из ультразвуковых способов оценки и измерения количества жидкости в ПП применяются различные методы.

В частности, количество жидкости в ПП может быть рассчитано на основании изменения минимального и максимального расхождения листков плевры по формуле:

$$V = D1 \cdot D2 \cdot 70 \text{ (мл)},$$

где $D1$ – расстояние от купола диафрагмы до края легкого, $D2$ – расстояние от верхней границы уровня жидкости до купола диафрагмы [6].

К. Sikora и соавт. предлагают следующую формулу вычисления объема жидкости в ПП [7]:

$$сс = 20 \cdot \text{sep in mm},$$

где $сс$ – размер выпота, sep – максимальное расстояние разделения между париетальной и висцеральной плеврой в конце выдоха.

U. Engin и соавт. предлагают вычислять объем ПП по упрощенной формуле [8]:

$$V = D \cdot 16,$$

где D – максимальное расстояние между серединой высоты диафрагмы и висцеральной плеврой. Исследование проводят в положении пациента сидя. УЗ-датчик располагается в краниальном направлении по среднелопаточной линии. В случае если $D > 30$, пациентам проводится плевральная пункция.

Согласно протоколу FAST (Focus assessment with sonography for trauma), объем плеврального

выпота определяется как сумма расстояний (расстояние от легкого до диафрагмы + латеральная максимальная высота), умноженная на 70 [2, 9].

Однако основной проблемой ультразвуковой диагностики в точности измерения количества жидкости в ПП является то, что существующие на данный момент методики преимущественно основаны на вычислении с помощью линейных уравнений. Учитывая тот факт, что ПП имеет неправильную форму, расчеты по предложенным методам могут быть неточными [6].

В методе расчета количества жидкости по формуле Симпсона объем жидкости в ПП и объем края легкого принимается за конечный диастолический объем, а объем края легкого – за конечный систолический объем. Ударный объем составляет приблизительное количество жидкости в ПП. Данный способ нельзя применять при большом количестве жидкости, так как в область сканирования не удастся заключить весь объем жидкостного содержимого в ПП, что может привести к его недооценке [6].

Преимущество нашей методики определения количества жидкости в ПП заключается в том, что при сканировании на экран выводится весь жидкостной объем, преобразующийся при этом в эллиптическую форму, благодаря чему с помощью формулы дисков можно с высокой степенью точности вычислить количество выпота в ПП (рис. 4).

Обоснованность разработки данной методики заключается в том, что в кардиохирургической и торакальной практике в послеоперационном периоде часто встречаются ситуации, когда необходимо быстро и достаточно точно определить объем плеврального выпота и оценить его в динамике.



Заключение

Методика количественного определения жидкости, основанная на методе дисков, является точным способом определения количества жидкости в плевральных полостях.

Список литературы

1. Kirkpatrick A.W., Sirois M., Laupland K.B, Liu D., Rowan K., Ball C.G., Hameed S.M., Brown R., Simons R., Dulchavsky S.A., Hamilton D.R., Nicolaou S. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *J. Trauma*. 2004; 57: 288–295. DOI: 10.1097/01.TA.0000133565.88871.E4.
2. Alexandre G., David Carlos S., Álvaro Nagib A., Sergio A., Wagner I. Diagnostic accuracy of sonography for pleural effusion: systematic review. *Sao Paulo Med. J.* 2010; 128(2):90–95. DOI: 10.1590/S1516-31802010000200009.
3. Kataoka H., Takada S. The role of thoracic ultrasonography for evaluation of patients with decompensated chronic heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000; 35 (6): 1638–1646. DOI: 10.1016/S0735-1097(00)00602-1.
4. Reissig A., Kroegel C. Accuracy of transthoracic sonography in excluding post-interventional pneumothorax and hydropneumothorax. Comparison to chest radiography. *Eur. J. Radiol.* 2005; 53 (3): 463–470. DOI: 10.1016/j.ejrad.2004.04.014.
5. Rocco M., Carbone I., Morelli A., Bertoletti L., Rossi S., Vitale M., Montini L., Passariello R., Pietropaoli P. Diagnostic accuracy of bedside ultrasonography in the ICU: feasibility of detecting pulmonary effusion and lung contusion in patients on respiratory support. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2008; 52 (6): 776–784. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2008.01647.x.
6. Рыбакова М.К., Алехин М.Н., Митьков В.В. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Издательский дом Видар-М, 2008: 282–284.
7. Sikora K., Perera P., Mailhot T., Mandavia D. Ultrasound for the Detection of Pleural Effusions and Guidance of the Thoracentesis Procedure. *ISRN Emergency Med.* 2012; 2012: 10. DOI: 10.5402/2012/676524.
8. Engin U., Migdat M., Gerhard Z. Ultrasound estimation of volume of postoperative pleural effusion in cardiac surgery patients. *Interactive CardioVasc. Thoracic Surg.* 2010; 10 (2): 204–207. DOI: 10.1510/icvts.2009.222273.

9. Reardon R., Moscati R. Beyond the FAST Exam: Additional Applications of Sonography in Trauma. *Ultrasonography in Trauma: The FAST Exam*, American College of Emergency Physicians: Dallas, TX, 2003: 107–126.

References

1. Kirkpatrick A.W., Sirois M., Laupland K.B, Liu D., Rowan K., Ball C.G., Hameed S.M., Brown R., Simons R., Dulchavsky S.A., Hamilton D.R., Nicolaou S. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *J. Trauma*. 2004; 57: 288–295. DOI: 10.1097/01.TA.0000133565.88871.E4.
2. Alexandre G., David Carlos S., Álvaro Nagib A., Sergio A., Wagner I. Diagnostic accuracy of sonography for pleural effusion: systematic review. *Sao Paulo Med. J.* 2010; 128(2):90–95. DOI: 10.1590/S1516-31802010000200009.
3. Kataoka H., Takada S. The role of thoracic ultrasonography for evaluation of patients with decompensated chronic heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000; 35 (6): 1638–1646. DOI: 10.1016/S0735-1097(00)00602-1.
4. Reissig A., Kroegel C. Accuracy of transthoracic sonography in excluding post-interventional pneumothorax and hydropneumothorax. Comparison to chest radiography. *Eur. J. Radiol.* 2005; 53 (3): 463–470. DOI: 10.1016/j.ejrad.2004.04.014.
5. Rocco M., Carbone I., Morelli A., Bertoletti L., Rossi S., Vitale M., Montini L., Passariello R., Pietropaoli P. Diagnostic accuracy of bedside ultrasonography in the ICU: feasibility of detecting pulmonary effusion and lung contusion in patients on respiratory support. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2008; 52 (6): 776–784. DOI: 10.1111/j.1399-6576.2008.01647.x.
6. Rybakova M.K., Alekhin M.N., Mitkov V.V. Practical Guidance to Ultra-Sound Diagnostics. Echo-cardiography. Ver. 2, amended and supplemented. Moscow: Publishing House Vidar-M, 2008: 282–284. (In Russian)
7. Sikora K., Perera P., Mailhot T., Mandavia D. Ultrasound for the Detection of Pleural Effusions and Guidance of the Thoracentesis Procedure. *ISRN Emergency Med.* 2012; 2012: 10. DOI: 10.5402/2012/676524.
8. Engin U., Migdat M., Gerhard Z. Ultrasound estimation of volume of postoperative pleural effusion in cardiac surgery patients. *Interactive CardioVasc. Thoracic Surg.* 2010; 10 (2): 204–207. DOI: 10.1510/icvts.2009.222273.
9. Reardon R., Moscati R. Beyond the FAST Exam: Additional Applications of Sonography in Trauma. *Ultrasonography in Trauma: The FAST Exam*, American College of Emergency Physicians: Dallas, TX, 2003: 107–126.

Поступила в редакцию 7.12.2017.
Принята к печати 12.01.2018.

Received on 7.12.2017.
Accepted for publication on 12.01.2018.