

Положительный водный баланс и последствия для водно-электролитного обмена у пациентов с политравмой

Ю. П. Орлов, Н. В. Говорова, М. С. Нейфельд, И. А. Горст

ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Омск

Positive water balance and consequences for water-electrolyte metabolism in patients with polytrauma

Yu. P. Orlov, N. V. Govorova, M. S. Neifeld, I. A. Gorst

Omsk State Medical University, Omsk, Russia

Резюме

Цель работы. Оценить влияние трехдневного положительного водного баланса (ПВБ) при проведении инфузионной терапии на уровень электролитов плазмы крови (натрий, хлор), гематокрита, концентрацию общего гемоглобина и влияние изучаемых факторов на выживаемость пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии. **Материалы и методы.** У 47 больных с политравмой, имевших полиорганную дисфункцию и признаки системного воспаления, с помощью непараметрического анализа, метода ROC-кривых, логистической регрессии, анализа относительного риска, было изучено влияние ПВБ на обмен натрия и хлора, показатель гематокрита, концентрацию общего гемоглобина и оценена их взаимосвязь с исходом лечения. **Исследуемые** были разделены на две группы: I — выжившие пациенты, у которых уровень ПВБ за 3 суток был менее 3000 мл ($n = 28$), и II — умершие ($n = 19$), чей уровень ПВБ за 3 дня был более 3000 мл. **Результаты.** Среднее значение натрия за трое суток было значительно выше у пациентов II группы: $140,267 \pm 3,713$ ммоль/л против данных пациентов I ($138,067 \pm 2,515$ ммоль/л при $p = 0,020906$) I группы. К концу 3-х суток уровень общего гемоглобина был статистически значимо меньше во II группе ($101,89 \pm 18,27$ г/л), чем в I группе ($120,30 \pm 21,70$ г/л) при $p < 0,000025$. Показатель гематокрита также был значимо меньше у пациентов II группы ($29,40 \pm 4,85\%$), чем в I ($34,30 \pm 6,03\%$) при $p < 0,000034$. **Заключение.** При уровне ПВБ за 3 дня более 3000 мл отмечается увеличение натрия в крови с тенденцией к гипернатриемии, эффект гемодилюции со снижением уровня гемоглобина и показателя гематокрита. Выявлено отрицательное влияние ПВБ на водно-электролитный обмен, кислотно-основное состояние, расстройства которых обуславливают увеличение риска смерти, наблюдаемой в несколько раз чаще у пациентов с избыточным ПВБ (более 3000 мл за 3 суток), чем среди пациентов, с меньшим ПВБ (менее 3000 мл за аналогичный период).

Ключевые слова: инфузионная терапия, политравма, сепсис, водный баланс, натрий, хлор, гемоглобин, гематокрит.

Summary

Objective. To assess the effect of a three-day positive water balance (PWB) during infusion therapy on the level of blood plasma electrolytes (sodium, chlorine), hematocrit, the concentration of total hemoglobin and the influence of the studied factors on patient survival in the intensive care unit. **Materials and methods.** In 47 patients with polytrauma who had multiple organ dysfunction and signs of systemic inflammation, using non-parametric analysis, the ROC-curve method, logistic regression, and relative risk analysis, we studied the effect of PWB on sodium and chlorine metabolism, hematocrit, total hemoglobin concentration and evaluated their relationship with treatment outcome. **The subjects** were divided into two groups: I — surviving patients whose PWB level for three days was less than 3,000 ml ($n = 28$) and II — the died ($n = 19$) whose PWB level for three days was more than 3,000 ml. **Results.** The average value of sodium for three days was significantly higher in patients of group II: 140.267 ± 3.713 mmol/l against the patients (138.067 ± 2.515 mmol/l; $p = 0.020906$) of group I. By the end of three days, the level of total hemoglobin was statistically significantly lower in group II (101.89 ± 18.27 g/l) than in group I (120.30 ± 21.70 g/l); $p < 0.000025$. The hematocrit index was also significantly lower in patients of group II ($29.40 \pm 4.85\%$) than in group I ($34.30 \pm 6.03\%$); $p < 0.000034$. **Conclusion.** At a PWB level of three days over 3,000 ml, there is an increase in blood sodium with a tendency to hypernatremia, a hemodilution effect with a decrease in hemoglobin and hematocrit. A negative effect of PWB on water-electrolyte metabolism, an acid-base state, the disorders of which cause an increased risk of death, is observed several times more often in patients with excess PWB (more than 3,000 ml in three days) than among patients with lower PWB (less than 3,000 ml for the same period).

Key words: infusion therapy, polytrauma, sepsis, water balance, sodium, chlorine, hemoglobin, hematocrit.

Актуальность

Внутривенное введение жидкости обычно используется в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) в целях восстановления эффективного объема крови и поддержания перфузии органов во время шока, реанимационных мероприятий. Несмотря на значительные успехи, достигнутые в лечении тяжелобольных пациентов, оптимальные типы жидкости, как и объем внутривенной жидкости, используемые в интенсивной терапии, остаются неопределенными [1].

Многие исследования показывают существенную связь гиперволемии с увеличением смертности и заболеваемости среди пациентов в ОРИТ. J. H. Boyd *et al.* (2011) на большой когорте больных с септическим шоком показал, что больший положительный баланс жидкости в первые 12 часов интенсивной терапии и через 4 дня после был связан с более высокой смертностью. Они также сообщили о прямой зависимости между уровнем ЦВД в течение первых 12 часов и смертностью, где у больных с ЦВД выше 12 мм рт. ст. был отмечен самый высокий уровень

смертности [2]. Однако что подразумевается под большим положительным балансом, остается до сих пор непонятным.

В предыдущих исследованиях нами была проведена ретроспективная оценка 3-дневного ПВБ при проведении инфузионной терапии, определено ее влияние на выживаемость пациентов в ОРИТ, госпитализированных с диагнозом «политравма» [3]. Результаты проведенного исследования выявили фактор неблагоприятного исхода у пациентов с политравмой в ОРИТ, которым является суммированный положительный баланс жидкости. У пациентов с большим объемом ПВБ (более 4075 мл) за 3 дня нахождения в ОРИТ риск смертности наблюдается в 5,1 раза чаще, чем среди пациентов, ПВБ которых был менее 4075 мл. В этом же исследовании с точностью до 95,1 % был определен неблагоприятный исход у тяжело травмированных пациентов ($p < 0,05$; 95% ДИ: 0,773–0,992) [3].

На наш взгляд, под большим ПВБ нужно подразумевать тот объем, который существенно влияет на такие физиологические параметры, как натрий и хлор, уровень общего гемоглобина, показатель гематокрита. Общеизвестно, что

избыток введенной внутривенно жидкости способствует развитию гемодилюции, изменяющей реологию крови и функции не только гемостаза за счет разведения факторов свертывания, но и нарушает баланс основных электролитов плазмы (натрия и хлора), способствуя развитию нарушений в сторону их избытка или недостатка, а также определяет расстройство кислотно-основного обмена [4].

Цель исследования: ретроспективно оценить влияние 3-дневного ПВБ при проведении инфузионной терапии на уровень основных электролитов плазмы крови (натрий, хлор), а также на уровень гематокрита, концентрацию общего гемоглобина и влияние изучаемых факторов на выживаемость пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ).

Материал и методы

Для исследования влияния ПВБ на выживаемость в ретроспективное исследование были включены данные 47 больных (25 мужчин, 22 женщины), госпитализированных в 2016–2018 годах в ОРИТ БУЗОО «ГК БСМП № 1» г. Омска с диагнозом «политравма». Средний возраст пациентов составил $48,3 \pm 15,7$ года. Пациенты, включенные в выборку, поступали только с диагнозами «политравма», «травматический и сочетанный шок» (травматический и геморрагический) с учетом оценки тяжести общего состояния по упрощенной шкале оценки острых функциональных изменений SAPS II (Simplified Acute Physiology Score), тяжести повреждений по шкале ISS (Injury Severity Score) [5]. Все пациенты имели полиорганную дисфункцию с оценкой по шкале MOF (Multiple Organ Failure) [6]. Диагностика гиповолемического (сочетание травматического и геморрагического) шока осуществлялась с учетом критериев: расстройства сознания ниже 13 баллов по шкале комы Глазго, наличие симптома белого пятна длительностью более 3 с, среднее артериальное давление выше 65 мм рт. ст., уменьшение скорости диуреза ниже 0,5 мл/кг/ч, отсутствие эффекта от волемиической нагрузки и необходимость использования вазопрессоров для увеличения сердечного выброса при отсутствии ответа на волемическую нагрузку [7].

Исследуемые были разделены на две группы: I — выжившие, у которых уровень ПВБ за 3 суток был менее 3000 мл ($n = 28$) и составил в среднем 2240 ± 700 мл, II — умершие, чей уровень ПВБ за 3 дня был более 3000 мл ($n = 19$) и составил в среднем 5230 ± 1100 мл.

Критериями включения в выборку послужили: повреждение нескольких (более трех) костных сегментов (голень, бедро, таз, плечо, предплечье, ключица); закрытая черепно-мозговая травма с ушибом головного мозга; ушиб легких и сердца; длительность пребывания в ОРИТ более 3 суток; количество баллов по шкале SAPS II более 40, по шкале ISS более 20, по шкале MOF более 10; ИВЛ в условиях обогрева и увлажнения дыхательной смеси.

Критериями исключения являлись: открытая черепно-мозговая травма с ушибом головного мозга и кровоизлиянием (субдуральным, субарахноидальным); повреждение менее трех костных сегментов, внутренних органов

с кровопотерей; количество баллов по шкале ISS менее 10, по шкале MOF менее 5; смерть пациента в период до 3 суток с момента травмы; отсутствие в истории болезни оценки тяжести повреждений по шкале ISS, оценки по шкале MOF; количество баллов по шкале SAPS II менее 40; ИВЛ на вентиляторах без увлажнения и обогрева.

Всем пациентам проводилась минимальная хирургическая помощь в объеме остановки кровотечения и первичная хирургическая обработка, профилактика столбняка по показаниям, обезболивание наркотическими анальгетиками. Все пациенты находились на искусственной вентиляции легких (ИВЛ) по причине тяжелых расстройств сознания (менее 9 баллов по шкале комы Глазго) и острой дыхательной недостаточности. Всем пациентам проводилась профилактика тромбоэмболии легочной артерии по стандартному протоколу и адекватное обезболивание наркотическими анальгетиками.

В программе инфузионной терапии у пациентов обеих групп использовались растворы 0,9%-ного NaCl в среднем объеме до 1250 ± 45 мл в сутки, раствор Гелофузина в среднем объеме 850 ± 110 мл в сутки и 10%-ный раствор глюкозы с включенным раствором 7,5%-ного KCl и инсулина в среднем объеме до 850 ± 80 мл в сутки по глюкозе. Нами также учитывался и объем жидкости, используемый как носитель лекарственных препаратов (антибактериальные препараты и вазопрессорные), который не имел статистически значимых различий между группами и составил средний объем 420 ± 30 и 450 ± 40 мл в I и II группах соответственно.

ПВБ рассматривался нами как превышение объема поступления жидкости в организм (внутривенно) над объемом выведения с учетом диуреза, гипертермии, отделяемого по зондам и дренажам, что фиксировалось ежедневно. В исследовании оценивались только данные о водном балансе за первые 3 суток интенсивной терапии.

Результаты

При исследовании влияния ПВБ за 3 суток на уровень концентрации натрия была обнаружена статистически значимая взаимосвязь. Установлено (рис. 1), что среднее значение натрия за 3 суток было статистически значимо выше у тех пациентов, у которых положительный ВБ за 3 дня был более 3000 мл: $140,267 \pm 3,713$ ммоль/л против данных пациентов ($138,067 \pm 2,515$ ммоль/л) при $p = 0,020906$ с ПВБ за 3 дня менее 3000 мл.

Также было выявлено, что уровень натрия статистически значимо увеличивался с 1-х по 3-и сутки в среднем на $2,975 \pm 2,027$ ммоль/л (Student's t-test; $p < 0,05$) в противоположность.

В процессе статистического исследования значимых изменений в концентрации хлора выявлено не было.

При исследовании влияния ПВБ за 3 дня в I и II группах пациентов на уровень общего гемоглобина также были выявлены статистически значимые (Student's t-test; $p < 0,000025$) различия (рис. 2). Следует отметить, что объем гемо-, плазматрансфузий в I группе составил $700 \pm 200 / 800 \pm 200$ мл и во II группе — $800 \pm 200 / 800 \pm 200$ мл, что на фоне общего объема инфузий за первые сутки интенсивной терапии

(3 133,33 ± 833,99 мл в I группе и 4 033,33 ± 402,76 во II группе) позволило достигнуть приемлемой концентрации общего гемоглобина 127,6 ± 3,3 и 128,2 ± 3,1 г/л в исследуемых группах соответственно. Но к концу 3-х суток уровень общего гемоглобина был статистически значимо меньше в группе с 3-суточным ПВБ более 3000 мл (101,89 ± 18,27 г/л), чем в I группе (120,3 ± 21,7 г/л), где 3-суточный ПВБ был ниже 3000 мл.

Также были установлены статистически значимые различия (Student's t-test; $p < 0,000034$) между уровнем показателя гематокрита к концу 3-х суток, где исследуемый показатель был значимо меньше у пациентов II группы (29,4 ± 4,85%), чем в I группе (34,3 ± 6,03%) (рис. 3).

Обсуждение

В последнее время появились публикации, отмечающие пагубные последствия чрезмерного введения кристаллоидов и коллоидов [8]. Большинство исследований, с учетом цели лечения, определяют, что для достижения нормоволемии требуется объем 2 550 мл жидкости в течение первых 6–8 часов жидкостной реанимации в случае септического или гиповолемического шока [9]. Тем не менее другие утверждают, что такие большие объемы жидкости «приводят к ятрогенному утоплению в соленой воде» и предлагают более консервативную стратегию [10].

Подобное осторожное отношение к объемам инфузионной терапии в большей степени связано с влиянием вводимых растворов на водно-электролитный обмен, который, как известно, является важнейшей системой внутренней среды организма, постоянство которой, по выражению Клода Бернара, есть условие свободной жизни.

Пациенты в ОРИТ, требующие проведения инфузионной терапии, имеют те или иные расстройства в виде гиповолемии и дегидратации, и конечно коррекция имеющихся нарушений требует очень осторожного подхода. Выявленные нами расстройства при выраженном ПВБ (более 3000 мл за 3 суток) в виде тенденции к гипернатриемии, явной гемодилуции и анемии, без сомнения, являются следствием избыточного введения инфузионных растворов и прямо влияют на последующие исходы пациентов с политравмой. Количество баллов по шкале SAPS II более 40, по шкале ISS более 20, по шкале MOF более 10 и заместительная ИВЛ — все это относит пациентов с политравмой в разряд крайне тяжелых и требующих более «нежного» обращения в виде менее агрессивной тактики лечения.

В современных руководствах по лечению травматических повреждений рекомендуется тактика не только в виде минимизации хирургических манипуляций, но и минимизации объемов инфузионной терапии, что подразумевает раннее использование вазопрессорных препаратов при отсутствии эффекта от введения 3 000 мл кристаллоидов за первые 6 часов оказания помощи [11]. Указанный подход обусловлен целью избежать гипернатриемии, прогрессирования ацидоза за счет снижения кислотности плазмы на фоне широко используемого физиологического раствора (имеющего pH 5,5) и разбавления оставшейся

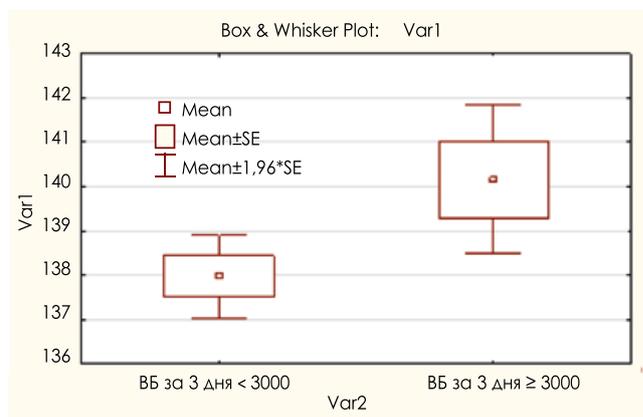


Рисунок 1. Среднее значение уровня натрия в крови в I (140,267 ± 3,713 ммоль/л) и II (138,067 ± 2,515 ммоль/л) группах пациентов (Student's t-test; $p = 0,020906$) в зависимости от ПВБ.

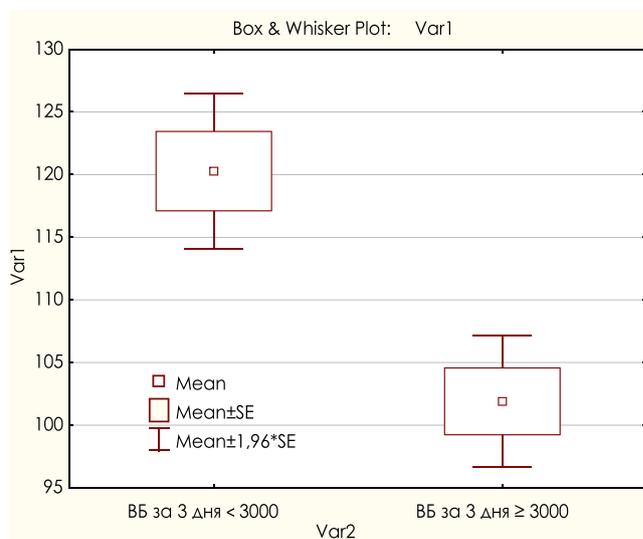


Рисунок 2. Среднее значение уровня гемоглобина к 3-м суткам в зависимости от ПВБ в I (120,3 ± 21,7 г/л) и II (101,89 ± 18,27 г/л) группах пациентов (Student's t-test; $p \leq 0,000025$).

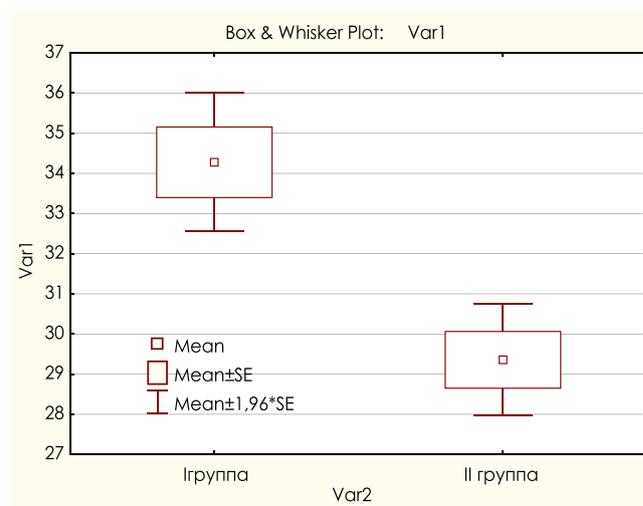


Рисунок 3. Среднее значение уровня гематокрита к 3-м суткам в зависимости от положительного ВБ в I (34,3 ± 6,03%) и II (29,4 ± 4,85%) группах пациентов (Student's t-test; $p \leq 0,000034$).

буферной емкости крови (снижение концентрации общего гемоглобина), которая определяется в большей степени гемоглиновым буфером [12].

ПВБ подразумевает увеличение массы тела в сторону от исходной, и этот факт давно был определен многими авторами [13, 14] как отрицательный фактор в выживании пациентов с различными травматическими повреждениями. Это опять же связано с расстройствами как в системе гемостаза, так и в водно-электролитном и кислотно-основном гомеостазах.

В этой связи рациональная инфузионная терапия должна включать ограничение жидкости, особенно у больных с высоким риском развития легочных осложнений, что актуально для пациентов с политравмой [10]. Главным выводом для анестезиологов и реаниматологов является то, что отек может развиваться быстро, но разрешается медленно. Безусловно, в результате патологического процесса происходят потери жидкости, причем они происходят не одновременно, а в течение определенного временного промежутка. В этот период работают компенсаторные механизмы, а именно — мобилизация межтканевой жидкости и переход ее в сосудистое русло [15]. Все это должно учитываться при применении любого режима инфузионной терапии.

Заключение

Таким образом, нами было установлено, что при уровне ПВБ за 3 дня более 3000 мл отмечаются увеличение среднего значения натрия в крови с тенденцией к гипернатриемии, эффект гемодилюции со снижением уровня гемоглобина и показателя гематокрита, которые значимо уменьшились по сравнению с первым днем. С учетом данных нашего ранее проведенного исследования [3], можно говорить об отрицательном влиянии ПВБ на важные гомеостатические показатели (водно-электролитный обмен, кислотно-основное состояние), которые обуславливают увеличение

риска смерти, наблюдаемой в несколько раз чаще, чем среди пациентов с меньшим ПВБ, зарегистрированным в течение первых 3 суток интенсивной инфузионной терапии.

Список литературы

1. Edwards M.R., Mythen M.G. Fluid therapy in critical illness. *Extrem Physiol Med.* 2014; 3: 16.
2. Kelm DJ, Perrin JT, Cartin-Ceba R, Gajic O, Schenck L, Kennedy CC. Fluid overload in patients with severe sepsis and septic shock treated with early goal-directed therapy is associated with increased acute need for fluid-related medical interventions and hospital death. *Shock* 2015; 43: 68–73.
3. Орлов Ю.П., Говорова Н.В., Глушенко А.В., Нейфельд М.С., Горст И.А. Гиперинфузия как один из предикторов неблагоприятного исхода у пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии. *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова.* 2018; 4: 51–6.
4. Ceccani M, Hofer C, Teboul JL, Pettita V, et al. Fluid challenges in intensive care: the FENICE study: A global inception cohort study. *Intensive Care Med.* 2015 Sep; 41 (9): 1529–37.
5. Balogh Z, Offner PJ, Moore EE, Biff WL. NISS predicts postinjury multiple organ failure better than the ISS. *J Trauma.* 2000 Apr; 48 (4): 624–7; discussion 627–8.
6. Bernard GR. Quantification of organ dysfunction: seeking standardization. *Crit Care Med.* 1998 Nov; 26 (11): 1767–8.
7. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3). *JAMA.* 2016; 315: 801–10.
8. Cotton BA, Guy JS, Morris JA Jr, Abumrad NN. The cellular, metabolic, and systemic consequences of aggressive fluid resuscitation strategies. *Shock.* 2006 Aug; 26 (2): 115–21.
9. Marik PE. Iatrogenic salt water drowning and the hazards of a high central venous pressure. *Ann Intensive Care.* 2014 Jun 21; 4: 21.
10. Boyd JH, Forbes J, Nakada TA, Walley KR, Russell JA. Fluid resuscitation in septic shock: a positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality. *Crit Care Med.* 2011 Feb; 39 (2): 259–65.
11. Samuels JM, Moore HB, Moore EE. Damage Control Resuscitation. *Chirurgia (Bucur).* 2017 Sept-Oct; 112 (5): 514–523.
12. Thom CS, Dickson CF, Gell DA, Weiss MJ. Hemoglobin variants: biochemical properties and clinical correlates. *Semin Cell Dev Biol.* 2013 Mar 1; 3 (3): a011858.
13. Malbrain ML, Marik PE, Witters I, Cordemans C, Kirkpatrick AW, Roberts DJ, et al. Fluid overload, de-resuscitation, and outcomes in critically ill or injured patients: a systematic review with suggestions for clinical practice. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2014 Nov-Dec; 46 (5): 361–80.
14. Vaara ST, Korhonen AM, Kaukonen KM, Nisula S, et al. Fluid overload is associated with an increased risk for 90-day mortality in critically ill patients with renal replacement therapy: data from the prospective FINNAKI study. *Crit Care.* 2012; 16: R197.
15. Danziger J, Zeidel ML. Osmotic homeostasis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2015 May 7; 10 (5): 852–62.

Для цитирования. Орлов Ю.П., Говорова Н.В., Нейфельд М.С., Горст И.А. Положительный водный баланс и последствия для водноэлектролитного обмена у пациентов с политравмой // Медицинский алфавит. Серия «Неотложная медицина и кардиология». — 2019. — Т. 2. — 31 (406). — С. 37–40.



XXVI Российский национальный конгресс «Человек и лекарство — 2019»

Внедрение достижений фундаментальных исследований в практику

Сборник материалов XXVI Российского национального конгресса «Человек и лекарство». Тезисы докладов. — М.: Видокс, 2019. 149 с. — (Библиотека Российского национального конгресса «Человек и лекарство»). ISBN 978–5–9500825–7–3

В сборнике опубликованы тезисы докладов представителей научных и образовательных учреждений, научно-практических медицинских центров, обществ и ассоциаций России, ближнего и дальнего зарубежья на XXVI Российском национальном конгрессе «Человек и лекарство» (г. Москва, 8–11 апреля 2019 года)

о результатах новейших научно-практических исследований в области медицины, фармации и здравоохранения.

Приоритетное внимание уделено инновационным междисциплинарным подходам к проблемам клинической медицины, комплексному использованию современных медицинских технологий, новейшим клиническим рекомендациям отечественных научно-практических обществ по диагностике и лечению основных заболеваний человека, обсуждению острых проблем доступности медицинской и социальной помощи.

Материалы сборника окажутся полезными для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов медицинских и фармацевтических учебных заведений, а также практикующих врачей.

