

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Белорусская медицинская академия
последипломного образования
Кафедра урологии и нефрологии

В.Н. Громько К.С. Комиссаров В.С. Пилотович

**ДИАЛИЗИРУЮЩИЙ РАСТВОР В ПРАКТИКЕ
ГЕМОДИАЛИЗА**

учебно-методическое пособие

Минск БелМАПО
2018 год

УДК 616.61-08-78(075.9)

ББК 56.9_я73

Г 87

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия
НМС Белорусской медицинской академии последипломного образования
протокол № 10 от 26.12. 2018

Авторы:

к.м.н., доцент *Громыко В.Н.*,
к.м.н., доцент *Комиссаров К.С.*,
д.м.н., профессор *Пилотович В.С.*

Рецензенты:

О.В. Калачик, д.м.н., доцент, зам. директора Минского городского РНПЦ
хирургии, трансплантологии и гематологии
кафедра урологии БГМУ

Громыко В.Н.

Г 87

Диализирующий раствор в практике гемодиализа: учеб.-метод.
пособие /В.Н. Громыко, К.С. Комиссаров, В.С. Пилотович. –
Минск: БелМАПО, 2018.-12с.

ISBN 978-985-584-309-3

Настоящее пособие выпущено для врачей нефрологов, реаниматологов и других специалистов, занимающихся лечением пациентов методами внепочечного очищения крови. В нем изложены современные подходы к применению диализирующих растворов с разным ионным и молекулярным составом для коррекции электролитных нарушений, возникающих у пациентов с хронической болезнью почек и острым почечным повреждением, требующих проведения заместительной почечной терапии методом гемодиализа.

УДК 616.61-08-78(075.9)

ББК 56.9_я73

ISBN 978-985-584-309-3

© Громыко В.Н., [и др.], 2018
© Оформление БелМАПО, 2018

Введение

Современная заместительная почечная терапия с помощью технических средств позволяет длительно поддерживать жизнь пациентов с 5-ой (терминальной) стадией хронической болезни почек. Несмотря на это, искусственное очищение крови, как методом гемодиализа, так и методом перитонеального диализа, не может заменить полностью деятельность почек. Основные функции нативных почек многообразны – это регуляция водно-электролитного баланса, удаление конечных продуктов метаболизма и чужеродных химических соединений, коррекция кислотно-основного состояния и синтез эритропоэтина, поддержание артериального давления, а также баланса кальция и фосфора. Вполне естественно, что т.н. аппараты «искусственная почка» могут лишь частично замещают первые три функции собственных почек, но не ликвидировать все остальные проявления уремического синдрома.

Для коррекции метаболических, электролитных и кислотно-основных нарушений, которые возникают у пациентов с острой или хронической почечной недостаточностью, для проведения процедуры гемодиализа необходимо использование диализирующего раствора (диализата).

Диализирующий раствор

Основная функция диализирующего раствора заключается в коррекции основных компонентов биохимического состава крови пациента с уремией и приведение их концентрации до нормальных физиологических величин.

Это достигается за счет перемещения из крови в диализат через полупроницаемую мембрану технических фильтров (диализаторов) конечных продуктов метаболизма и избытка электролитов, а также восполнения через нее буферных компонентов крови, требующихся для коррекции водно-электролитного и кислотно-основного состояния. Поэтому состав диализирующего раствора является критически важным в достижении желаемой степени очищения крови и поддержании этих показателей максимально близкими к физиологическим. Для выполнения этих задач, диализирующий раствор содержит следующие компоненты (таблица 1):

Транспорт сольвентов между кровью и диализирующим раствором при проведении гемодиализа, в основном, происходит за счёт диффузии через полупроницаемую мембрану диализатора и скорость этого перемещения зависит от градиента концентрации. Все вещества, которые проникают через мембрану диализатора и не входят в состав диализирующего раствора, удаляются из крови в процессе диализа (например: мочевины, глюкоза, креатинин, аминокислоты, витамины). Скорость диффузии зависит и от массы метаболита: чем она выше, тем медленнее проходит процесс удаления из крови.

Таблица 1. Содержание компонентов в диализирующем растворе.

<i>Компонент</i>	<i>Концентрация, ммоль/л</i>
Натрий	135 – 145
Калий	0 – 4,0
Хлорид	102 – 113
Кальций	1,25 – 1,75
Магний	0,5 – 1,0
Бикарбонат	30 – 39
Ацетат	2 – 4
Глюкоза	5 – 11

Наоборот, содержащиеся в диализирующем растворе глюкоза, электролиты, а также бикарбонат поступают в кровь и, с одной стороны, снижают их концентрационный градиент, а, с другой, - компенсируют их недостаток в организме. Концентрация калия, кальция, бикарбоната может подбираться индивидуально, например снижение уровня калия в растворе позволяет быстро купировать гиперкалиемию, а повышение уровня бикарбоната - скорректировать метаболический ацидоз.

Натрий в диализирующем растворе

Натрий является главным внеклеточным катионом, который определяет осмотическое давление экстрацеллюлярной жидкости, поэтому содержание натрия в диализирующем растворе влияет на стабильность центральной гемодинамики во время сеанса гемодиализа. Концентрация натрия в диализате влияет на обмен натрия между диализатом и плазмой, и, вторично, между плазмой и внеклеточной жидкостью, влияет также на обмен воды между диализатом, плазмой, вне- и внутриклеточной жидкостью.

Натрий из организма удаляется в диализат в основном конвекцией вместе с водой, например, с 1 л ультрафильтраата удаляется ~ 6,7 г NaCl (135 ммоль/л), что позволяет регулировать его метаболизм.

Исторически концентрация натрия в диализирующем растворе была ниже натрия в плазме (130–135 ммоль/л), что предполагало выведение его из организма и снижение артериального давления в междиализный период. Это обеспечивало снижение жажды и препятствовало потреблению больших объемов жидкости с ростом веса тела в условиях олигурии. Но, при использовании современных диализаторов с высокопроницаемыми мембранами выведение натрия увеличивается, что вследствие падения его концентрации ниже физиологического уровня может приводить к появлению судорог, головной боли, тошноте и падению артериального давления.

Эти потенциально опасные интрадиализные осложнения заставили пересмотреть подходы к созданию концентрации натрия в диализирующем растворе в сторону ее увеличения. В настоящее время рекомендуемая

концентрация натрия в диализирующем растворе составляет 137-138 ммоль/л. Преимущества и недостатки разных уровней содержания натрия в современных диализатах представлены в таблице 2.

Таблица 2 – характеристика содержания натрия в диализирующих растворах

Преимущества	Недостатки
<i>Повышенный уровень натрия в диализате (139-141 ммоль/л)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ гемодинамическая стабильность ✓ реже судороги. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ вызывает жажду ✓ увеличивает междиализную прибавку веса ✓ способствует хронической гипертензии
<i>Сниженный уровень натрия в диализате (134-136 ммоль/л)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ меньшая междиализная прибавка веса 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ чаще интрадиализная гипотония и судороги

Одним из подходов к обеспечению гемодинамической стабильности пациента во время сеанса гемодиализа является использование методики профилирования натрия – это изменение концентрации натрия в диализате во время сеанса гемодиализа. Например, экспоненциальное снижение натрия с 155 до 135 ммоль/л с постоянным уровнем 135 ммоль/л последние 30 мин. диализа позволяет поддерживать артериальное давление в первую половину диализа (период активного удаления уремических токсинов белкового происхождения) и уменьшить количество принимаемых антигипертензивных препаратов в междиализный период. Также, положительный градиент натрия (разница между содержанием натрия в плазме и содержанием натрия в диализирующем растворе) на 1 ммоль/л способствует набору 70,0 мл дополнительной жидкости. В таблице 3 представлены подходы к профилированию содержания натрия в диализате за счет работы пропорционального насоса аппарата «искусственная почка», который определяет пропорции смешивания концентрата солей и химически чистой воды.

Таблица 3 Рекомендации по использованию профиля натрия в диализате

<i>Показания</i>	<i>Противопоказания</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Интрадиализная гипотензия. ✓ Судороги. ✓ Начало гемодиализа по поводу гиперазотемии. ✓ Гемодинамическая нестабильность. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Интрадиализная гипертензия. ✓ Большая междиализная прибавка в весе вследствие высокого содержания натрия в диализате. ✓ Гипернатриемия.

Целью профилирования натрия является достижение отрицательного баланса натрия в организме пациента, что способствует нормализации артериального давления со снижением дозировок и/или количества препаратов, и, в последующем позволит использовать постоянный уровень натрия в диализирующем растворе.

Калий в диализирующем растворе

В отличие от натрия, калий является внутриклеточным катионом (только 2% от общего содержания калия в организме располагается внеклеточно). Поэтому накопление в плазме крови уремического пациента калия в междиализный промежуток является опасным состоянием, способным вызвать остановку сердца. Во время сеанса гемодиализа калий удаляется из организма путем диффузии за счет градиента концентраций между плазмой и диализирующим раствором. Как правило, за сеанс диализа удаляется не более 80–100 ммоль калия, даже при использовании диализирующего раствора, не содержащего калия. При одном и том же преддиализном уровне калия и одинаковом диализном режиме (скорость кровотока, время сеанса диализа и пр.) может удаляться разное количество калия.

Хорошо и быстро калий удаляется в первые 2 часа диализа, потом степень снижения калия в крови падает. Однако, скорость перемещения калия из клеток во внеклеточное пространство заметно меньше, чем скорость удаления калия из плазмы в диализирующий раствор. Это может создавать опасную для жизни пациента синдиализную гипокалиемию, которая чаще развивается во второй половине сеанса. Она приводит к гиперполяризации кардиомиоцитов и развитию аритмий во время диализа через удлинение сегмента QT, особенно, у пациентов с заболеваниями сердца и применяющих сердечные гликозиды.

Быстрое снижение уровня калия в крови во время диализа может приводить к повышению периферического сосудистого сопротивления, повышению чувствительности сосудов к вазопрессорам и, как следствие, повышению артериального давления. Но, у пациентов с почечной патологией, уже имеющих нарушения регуляции симпатической нервной системы, в частности, при вторичном гиперальдостеронизме, снижение уровня калия приводит к нарушению ответа на стимуляцию симпатической нервной системе и падению артериального давления.

После завершения сеанса гемодиализа в течение первых 3–4 часов происходит увеличение содержания калия в плазме приблизительно на 30% за счет поступления этого химического элемента из клеток. Минимизировать синдиализную гиперкалиемию и постдиализный подъем является сложной задачей из-за большой вариабельности факторов, которые влияют на степень выведения калия. Изменение рН на 0,1 приводит к изменению концентрации

калия на 0,3 ммоль/л. В таблице 4 приведены факторы, влияющие на движения калия в двух секторах.

Таблица 4 Факторы, влияющие на внутриклеточное содержание калия

<i>Препятствуют выходу из клеток</i>	<i>Способствуют выходу из клеток</i>
✓ инсулин	✓ β-блокаторы
✓ глюкоза в диализирующем р-ре	✓ гипертоничность плазмы
✓ β-агонисты	✓ α-агонисты
✓ повышение рН в ходе диализа	

Важным показателем, который влияет на результаты лечения, является преддиализный уровень калия: так выживаемость пациентов с преддиализным уровнем калия 4,6–5,3 ммоль/л лучше, чем у пациентов с уровнем калия <4,0 или ≥5,6 ммоль/л. Поэтому основное количество пациентов должно проводить сеансы стандартного гемодиализа на диализирующем растворе с содержанием калия в нем 2,0–3,0 ммоль/л.

Пациентам, которые имеют постоянно повышенное количество калия в организме (вследствие нарушений в диете, приема медикаментов, гемолиза, катаболизма, желудочно-кишечного кровотечения, распада тканей и пр.) получают лечение с диализатом, содержащим калий менее 2,0 ммоль/л.

Пациенты, которые имеют сердечно-сосудистые заболевания, в частности аритмии и невысокий преддиализный уровень калия в плазме крови, должны получать диализирующий раствор с содержанием калия 3,0 ммоль/л и выше.

Кальций в диализирующем растворе

Концентрация кальция в стандартном диализирующем растворе обычно составляет 1,25–1,75 ммоль/л. При уровне кальция в диализате менее 1,25 ммоль/л во время сеанса гемодиализа происходит постепенное вымывание этого иона из организма, что приводит к развитию у пациента гипокальцемии и развитию костной патологии. Более высокая концентрация кальция может вызвать положительный баланс кальция и повысить риск центральной и периферической кальцификации в организме.

Изменение концентрации кальция в диализирующем растворе может влиять на центральную гемодинамику во время сеанса гемодиализа. Если у пациента имеется отрицательный кальциевый баланс, то это ведет к снижению уровня ионизированного кальция и эпизодам гипотонии, вследствие снижения сократительной способности миокарда. Поэтому у пациентов с нормальным или сниженным артериальным давлением рекомендуемый уровень кальция в диализате составляет 1,5–1,75 ммоль/л.

Изначально, в первые годы развития технологии диализотерапии, концентрация кальция в диализирующем растворе была на уровне 1,75 ммоль/л, что позволяло лучше контролировать гиперпаратиреозидизм и

предотвращать потерю кальция и костной массы. Однако, широкое применение кальций-содержащих фосфат-биндеров и аналогов витамина D в современных условиях способствует развитию гиперкальцемии и периферической кальцификации. В настоящее время рекомендуемый уровень кальция в диализирующем растворе составляет 1,5 ммоль/л для большинства пациентов с хронической болезнью почек.

Отдельным пациентам со стойкой гиперкальцемией показано лечение гемодиализом на диализате с содержанием кальция - 1,25 ммоль/л.

Магний в диализирующем растворе

Как и калий, магний является внутриклеточным ионом (только около 1–2% находится во внеклеточном пространстве). Учитывая, что 2/3 магния связано с костной тканью, то количество магния, удаляемого за сеанс гемодиализа сложно предсказать. Считается, что за 1 сеанс стандартного гемодиализа (низкопоточные мембраны, скорость кровотока 300 мл/мин, диализата 500 мл/мин, длительность сеанса 4 часа) удаляется около 10 ммоль при использовании диализирующего раствора без магния, это меньше, чем ежедневное поступление магния в организм с питанием. Поэтому рекомендуемое содержание магния в диализирующем растворе составляет 0,5–1,0 ммоль/л во всех прописях для приготовления диализата.

Глюкоза в диализирующем растворе

На начальном этапе развития заместительной почечной терапии концентрация глюкозы в диализирующем растворе составляла 11 ммоль/л для создания достаточного осмотического градиента, позволяющего удалять избыток жидкости из организма. Однако высокое содержание глюкозы в диализирующем растворе ведет к перемещению ее в плазму крови. Этот феномен способствует развитию стойкой гипергликемии и снижает выведение калия за сеанс гемодиализа вследствие стимуляции выработки инсулина с последующим перемещением калия во внутриклеточное пространство.

В настоящее время, благодаря прогрессу технических составляющих и совершенствования аппаратов «искусственная почка», применяется диализирующий раствор с физиологически содержанием глюкозы (5,5 ммоль/л) или вообще без глюкозы. Пациенты, страдающие инсулиннезависимым сахарным диабетом, и пациенты без сахарного диабета, как правило, хорошо переносят гемодиализ с диализирующим раствором без глюкозы, несмотря на потерю 25–30 г глюкозы за каждый сеанс гемодиализа. Но, эта потеря глюкозы во время сеанса гемодиализа может способствовать развитию субклинической гипогликемии, приводящей к усилению катаболизма протеинов и последующей синдиализной потере свободных аминокислот.

Бикарбонат в диализирующем растворе

Коррекция метаболического ацидоза, возникающего у пациентов с терминальной стадией хронической почечной недостаточности, достигается путем введения эквивалентов буферных оснований в диализирующий раствор, которые путем диффузии перемещаются в сосудистое русло через полупроницаемую мембрану. Для проведения гемодиализа концентрация бикарбоната в диализирующем растворе составляет 30 – 39 ммоль/л.

Первым из буферных оснований, который вводился в диализирующий раствор на ранних этапах применения метода, был тот же бикарбонат натрия, но из-за образования нерастворимых солей кальция и магния при длительном хранении готового диализата, применение этого компонента было приостановлено. В 60 годах 20 века в качестве буферного компонента был предложен ацетат натрия, который стал стандартом лечения в последующие десятилетия. Ацетат обладал рядом преимуществ – низкой бактериальной контаминацией, отсутствием формирования осадка из нерастворимых солей магния и кальция, удобством длительного хранения готового диализата. Позже, с появлением высокопроницаемых мембран и увеличением интенсивности потоков крови для удаления токсинов, значительно выросло поступление ацетата из диализирующего раствора в кровь пациента, Это привело к дополнительной нагрузке на печеночные клетки, в которых ацетат метаболизируется в бикарбонат и снижает метаболический ацидоз. Кроме того, ацетат натрия является мощным вазодилататором и у многих пациентов сразу же после начала сеанса гемодиализа артериальное давление быстро падало, что требовало останавливать процедуру. Указанные проблемы способствовали возврату к бикарбонату натрия, но уже в новом режиме.

Для минимизации образования нерастворимых солей магния и кальция, концентраты солей – кислотный и щелочной (т.е. чистый бикарбонат натрия) подаются в аппарат «искусственная почка» отдельно, а приготовление готового диализирующего раствора путем смешивания, происходит непосредственно в самом диализном аппарате прямо перед поступлением смеси в диализатор.

Еще одной из проблем щелочного компонента (бикарбоната натрия) является угроза его бактериальной контаминации. Грам-отрицательные галофильные бактерии активно растут в такой среде, так как для поддержания своей жизнедеятельности им требуется натрия бикарбонат. В этой связи щелочные компоненты диализирующего раствора готовят непосредственно перед сеансом гемодиализа, а при промышленном массовом производстве жидких концентратов солей они разливаются и хранятся в стерильных герметически закрытых емкостях.

При регулярной дезинфекции емкости для ручного приготовления бикарбоната эти бактерии могут находиться в латентном состоянии от 3 до 5

дней с последующим экспоненциальным ростом на 5–8 сутки, достигая максимального роста к 10 суткам. Если же контейнер уже загрязнен, то латентный период занимает всего 1 день, экспоненциальный рост – на 2- 3 сутки, максимум на 4 сутки. Поэтому требуется ежедневная дезинфекция емкости для ручного приготовления щелочного компонента и ежедневное приготовление бикарбоната, что позволяет предотвратить бактериальное загрязнение.

Что касается использования более качественного готового жидкого концентрата промышленного производства или картриджей с сухим бикарбонатом – эти современные методики существенно снижают риск бактериального заражения, пирогенных реакций и инфекционных осложнений диализотерапии, особенно при использовании высокопоточных мембран.

Коррекция метаболического ацидоза способствует снижению катаболизма эндогенного белка, в то время как избыточное поступление бикарбоната в кровь пациента во время сеанса гемодиализа приводит к развитию кратковременного метаболического алкалоза. Это может сопровождаться нестабильностью гемодинамики, снижением церебрального кровообращения, появлением парестезий, мышечных подергиваний и судорог, что требует компенсаторного введения солевых растворов. Поэтому пациенты, у которых развиваются эта симптоматика во время сеанса гемодиализа и исключены ее причины, не связанные с развитием метаболического алкалоза, нуждаются в сниженном содержании бикарбоната диализирующего раствора.

Приготовление диализирующего раствора

В настоящее время в Республике Беларусь пациентам с 5-ой стадией хронической болезни почек проводится только бикарбонатный гемодиализ. Для приготовления готового к использованию диализирующего раствора требуются кислотный компонент А и бикарбонатный компонент В. Эти компоненты получают из смеси химически чистой воды и сухих наборов солей или жидких промышленных концентратов для гемодиализа. Компонент А и компонент В разделяются в аппарат «искусственная почка», где в автоматическом режиме происходит смешивание двух компонентов и очищенной для гемодиализа воды в определенном соотношении. Эта соотношение для смешивания обозначается как 1+34 (1:34) и показывает, что для получения 35 частей готового диализирующего раствора необходимо к 1 части кислотного компонента добавить 34 части воды и бикарбоната. Таким образом, соотношение для смешивания в аппарате «искусственная почка» будет следующей: 1 часть компонента А + 1,23 части компонент В + 32,77 части воды. Это соотношение для смешивания основано на 8,4% растворе бикарбоната натрия (1000 ммоль/л).

Кроме 1+34, может применяться и другое соотношение для смешивания – 1+44 (1:1,72:42,28), которое в нашей стране в настоящее время не используется.

Таблица 5 Варианты смешивания кислотного и щелочного компонентов диализирующего раствора

Компоненты	Соотношение для смешивания	
	<i>1+34</i>	<i>1+44</i>
Кислота: бикарбонат: вода	1:1,23:32,77	1:1,72:42,28
Кислота: бикарбонат + вода	1:34	1:34
Бикарбонат: кислота + вода	1:27,46	1:25,16

При ручном приготовлении компонентов А и В в отделениях гемодиализа используются наборы сухих солей, предназначенных для получения 50 или 100 литров концентрата соответствующего компонента. Это подразумевает, что все пациенты (от 6 до 20) в одну диализную смену, получают единый по ионному составу диализирующий раствор, несмотря на индивидуальные особенности электролитных и кислотно-основных нарушений, возникающие вследствие хронической почечной недостаточности, что можно расценить как устаревшую методику.

Использование жидких, готовых к использованию, диализных концентратов объемом от 6 до 10 литров, позволяет к каждому пациенту подобрать индивидуальное лечение, в зависимости от водно-электролитных и метаболических расстройств.

В настоящее время на рынке Республики Беларусь имеется несколько вариантов состава концентратов диализирующих растворов отечественного промышленного производства, которые отличаются по содержанию ионов и глюкозы в готовом к использованию диализирующем растворе (таблица 6).

Применение этих стабильных по составу и качественных концентратов диализирующих растворов позволяет индивидуально подобрать оптимальный состав для каждого пациента с острым повреждением почек или хронической болезнью почек, что улучшает не только переносимость сеанса диализотерапии, но и положительно влияет на отдаленные результаты лечения в целом.

Таблица 6 Компоненты готовых концентратов диализирующего раствора промышленного производства

Состав, ммоль/л							
Na ⁺	K ⁺	Глюкоза	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	Ацетат ⁻	HCO ₃ ⁻
140	2,0	-	1,25	0,5	110,5	3,0	32
140	2,0	-	1,5	0,5	111,0	3,0	32
140	3,0	-	1,5	0,5	112,0	3,0	32
140	2,0	-	1,75	0,75	112,0	3,0	32
140	2,0	-	1,75	1,0	112,5	3,0	32
140	2,0	5,5	1,25	0,5	110,5	3,0	32
140	2,0	5,5	1,5	0,5	111,0	3,0	32
140	3,0	5,5	1,5	0,5	112,0	3,0	32
140	2,0	5,5	1,75	0,75	112,0	3,0	32
140	2,0	5,5	1,75	1,0	112,5	3,0	32
140	2,0	11	1,25	0,5	110,5	3,0	32
140	2,0	11	1,5	0,5	111,0	3,0	32
140	3,0	11	1,5	0,5	112,0	3,0	32
140	2,0	11	1,75	0,75	112,0	3,0	32
140	2,0	11	1,75	1,0	112,5	3,0	32

Перспективы разработки новых диализирующих растворов

Современным и перспективным для нашей страны подходом коррекции ренальной анемии в будущем является использование диализирующего раствора обогащённого ионами железа. Приготовление такого диализирующего раствора осуществляется за счет добавления в щелочной компонент раствора цитрата пирофосфата железа (Ferric pyrophosphate citrate) до достижения концентрации 2 мкмоль/л железа.

При этом во время сеанса гемодиализа происходит медленное поступление ионов железа в кровоток пациента (в отличие от стандартного болюсного внутривенного введения), что позволяет компенсировать потери этого микроэлемента, связанные как с процедурой диализа, так и процессом жизнедеятельности пациентов с ХБП. Дополнительным преимуществом такого варианта заместительной терапии является возможность снижения доз парентеральных форм железа и поддержание его метаболизма на постоянном уровне, а также ограничение частоты введения дорогостоящих эритропоэтинов. Клинические исследования этого варианта диализирующего раствора показали уменьшение оксидативного стресса и риска развития сердечно-сосудистых осложнений у пациентов, находящихся на программном лечении.

Учебное издание

Громько Виктор Николаевич
Комиссаров Кирилл Сергеевич
Пилотович Валерий Станиславович

ДИАЛИЗИРУЮЩИЙ РАСТВОР В ПРАКТИКЕ ГЕМОДИАЛИЗА

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В.Н. Громько

Подписано в печать 26.12. 2018. Формат 60x84/16. Бумага «Discovery».

Печать ризография. Гарнитура «Times New Roman».

Печ. л. 0,81. Уч.- изд. л. 0,62. Тираж 100 экз. Заказ 267.

Издатель и полиграфическое исполнение –

Белорусская медицинская академия последипломного образования.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/136 от 08.01.2014.

220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 3.

