

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОГО И КЛАССИЧЕСКОГО МЕТОДОВ РАСЧЕТА ДОЗЫ ДИАЛИЗА У БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ ПОЧЕК В ПРОСПЕКТИВНОМ ПЕРЕКРЕСТНОМ ИССЛЕДОВАНИИ

¹Кафедра нефрологии ФПДО ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова»,

²Кафедра факультетской терапии ФГБОУ ВО Тверской государственной медицинской университет Минздрава России,

³ООО «Б. Браун Авитум Руссланд Клиникс», Москва

В статье представлены результаты сравнительной оценки эффективности спектроскопического и классического методов измерения обеспеченной гемодиализной дозы у 100 пациентов в возрасте $57,8 \pm 14,8$ года, проведенных за 12 месяцев терапии на аппарате Б. Браун Диалог Эволюшн, оснащенный модулем Adimea. Установлено, что онлайн-мониторирование дозы диализа является предпочтительным методом оценки индекса Kt/V. Его преимущества по сравнению с общепринятой методикой: исключены ошибки персонала при заборе крови, вычисление индекса Kt/V происходит на протяжении всей процедуры, доза диализа вычисляется каждый сеанс гемодиализа. Система онлайн-мониторирования отработанного диализата является надежным и точным инструментом для определения величин eKt/V в режиме реального времени в ходе лечения. Модуль Adimea удобен в применении: необходим ввод единственного параметра – веса пациента перед диализом, нет необходимости в расходных материалах.

Ключевые слова: заместительная почечная терапия, гемодиализ, индекс Kt/V, доза диализа, методы расчета.

EFFICIENCY OF SPECTROMETRIC AND CLASSICAL METHODS FOR HEMODIALYSIS DOSE MEASURING IN PATIENTS WITH CHRONIC KIDNEY DISEASE IN PROSPECTIVE CROSS STUDY

I.Yu. Drachev^{2,3}, V.Yu. Shilo^{1,3}, G.S. Dzhulay²

¹A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry

²Tver State Medical University

³LLC «B. Braun Avitum Russland»

The article presents the results of a comparative assessment of the efficiency of spectroscopic and classical methods for measuring the delivered hemodialysis dose in 100 patients aged $57,8 \pm 14,8$ years, performed during 12 months of therapy with B. Brown Dialog Evolution, equipped with the Adimea module. It was founded that online-monitoring dialysis dose is the preferred method for Kt/V calculation index. Its advantages as compared with the generally accepted method: personnel errors during blood sampling are excluded, the calculation of the Kt/V index occurs throughout the procedure, the dialysis dose is calculated every hemodialysis session. The online-monitoring system for spent dialysate is a reliable and accurate tool for determining real-time eKt/V values during treatment. The Adimea module is easy to use: you need to enter a single parameter – the patient's weight before dialysis, there is no need for consumables.

Key words: renal replacement therapy, hemodialysis, Kt/V index, dialysis dose, calculation methods.

Введение

Одним из главных критериев адекватности гемодиализа (ГД) является удаление растворенных веществ малой и средней молекулярной массы. Общепринятым показателем, отражающим удаление вещества-маркера, является фракционный клиренс мочевины, или индекс Kt/V [1]. Классическим методом определения дозы диализа является расчет Kt/V по пробам крови, забираемым до и после ГД. Не вызывает сомнений, что минимальный уровень дозы диализа (однопуловый Kt/V – spKt/V) должен быть достигнут у всех пациентов каждую процедуру. При этом лучше всего эффективность процедур отражает «выравненный», или «эквilibрированный», индекс Kt/V – eKt/V, в котором уже учтен «рикошет»

мочевины, появляющийся через 30–60 минут после процедуры, рикошет уровня мочевины за первые полчаса после диализа составляет около 17% [2–3]. При удалении мочевины последняя продолжает поступать в кровотоки после процедуры из пространств с худшим кровоснабжением, так что ее концентрация растет, завышая однопуловый Kt/V. В рекомендациях по качеству лечения не менее 85% пациентов должны достигать минимальной дозы ГД [4].

При классическом подходе доза диализа рассчитывается один раз в месяц, что соответствует рекомендациям NKF-DOQI [5]. Необходимо более частое определение дозы ГД, в идеале она должна определяться в ходе каждой диализной сессии. Поскольку невозможно определять индекс Kt/V ежедиализно

классическим способом, были разработаны онлайн-методы определения дозы диализа в ходе процедуры. Все больше диализных аппаратов обладают возможностью определять eKt/V в режиме реального времени. Изначально механизм строился на распаде мочевины и измерении проводимости, которая в связи с этими процессами подвергалась изменениям. По интенсивности изменений проводимости диализата можно было сделать вывод о количестве мочевины и эффективности диализа. В 1993 году Н. Steil et al. предложили метод ионного диализанса [6]. По результатам исследований был сделан вывод о том, что ионный диализанс, вызываемый ионами натрия, должен соотноситься с клиренсом мочевины, так как молекулы натрия и мочевины сопоставимы по размерам и физическим характеристикам. Методика ионного диализанса основана на многократном изменении концентрации натрия в диализате для создания концентрационного градиента в крови пациента. С ее помощью производится расчет ионного диализанса на входе и выходе из диализатора. Если оценивать количество ионного диализанса точно так же, как количественное значение мочевины, и отслеживать этот параметр на протяжении всей процедуры, можно определить показатель Kt/V , что подтверждено в ряде исследований [7–10].

Другой методикой определения индекса Kt/V -онлайн является метод ультрафиолетовой спектроскопии, основанный на явлении отражения и поглощения спектра света ультрафиолетового диапазона. Он получил название «Adimea» и применяется в диализных аппаратах немецкой фирмы Б. Браун. Блок Adimea измеряет эффективность диализа путем определения снижения молярной концентрации мочевины в отработанном диализате. Источник света в блоке Adimea пропускает ультрафиолетовый луч света через отработанный диализат, а частицы мочевины, которые были удалены из плазмы во время процедуры диализа, этот свет поглощают. Разницу в поглощении света измеряет датчик. Этот способ измерения Kt/V имеет ряд важных отличий. Одной из важнейших черт метода является то, что процесс расчета индекса идет на протяжении всей процедуры непрерывно, в отличие от метода ионного диализанса. При этом блок Adimea имеет прямой контакт с пациентом, измеряя концентрацию мочевины в диализате, что делает его результаты наиболее значимыми при онлайн-мониторинге дозы диализа. Также преимуществом метода является возможность точно отвечать на изменения в программе прямо во время процедуры ГД, что нашло подтверждение в работе L.J. Chesterton [11], где удлинение диализного времени потребовалось в 26% случаев. Было доказано, что измерения, основанные на поглощении ультрафиолетового излучения, могут использоваться для определения дозы диализа, так как существует линейная корреляция между величиной поглощенного света и концентрацией уровня мочевины крови [12]. Достоинством системы также являются простота и дешевизна ее применения: для измерения

Kt/V во время диализа не нужны какие-либо расходные материалы и дополнительные анализы. Нет необходимости и в определении объема распределения мочевины (V). Все, что требуется, – это ввод параметра массы тела пациента перед процедурой ГД. Данный подход имеет преимущества над классическим методом – нет необходимости забора крови, исключаются лабораторные ошибки, а также ошибки в работе персонала. Клинические исследования показали высокую степень корреляции между $spKt/V$, рассчитанным на основе лабораторного анализа крови, и $spKt/V$, определенным системой Adimea. В ходе одного из исследований кровь периодически забиралась для определения содержания мочевины и расчета $spKt/V$ в течение 64 процедур ГД. Одновременно $spKt/V$ определялся и регистрировался системой Adimea. Анализ полученных данных подтвердил, что существует сильная корреляция ($r = 0,93$) между $spKt/V$ по результатам проб крови и $spKt/V$, определенным системой Adimea [13]. Тем самым подтверждена высокая степень точности данного метода. Ошибки определения зафиксированы только в 7% случаев от общего числа определений $spKt/V$.

В настоящее время в литературе мало работ, посвященных сравнению различных способов измерения дозы ГД. В работе F. Uhlin et al. [12] у 6 пациентов на третьем сеансе ГД в неделю снижали скорость кровотока на 25%, что повлекло за собой снижение достигнутой дозы ГД на 18% для классического метода по пробам крови и на 17% – для UV- Kt/V .

Целью исследования являлась сравнительная оценка эффективности спектроскопического и классического методов измерения обеспеченной гемодиализной дозы.

Материалы и методы

Мы сравнили результаты оценки эффективности ГД, полученные при помощи двух различных подходов: определение индекса Kt/V по снижению молярной концентрации мочевины в отработанном диализате ежедиализно и по общепринятой методике (лабораторный анализ сыворотки крови, забираемой до и после процедуры ГД один раз в месяц).

В исследовании приняли участие 100 диализных пациентов – 51 женщина и 49 мужчин в возрасте $57,8 \pm 14,8$ года. Данные были собраны на протяжении 12 месяцев. Перед сеансом АД составляло $144,1 \pm 18,4$ и $85,2 \pm 12,8$ мм рт. ст. Эффективное время лечения составило $254,2 \pm 19,6$ мин. Все пациенты находились на трехразовом программном ГД: каждому пациенту проводилось по 3 сеанса ГД или ГДФ в неделю (всего 8181 процедура). У 84 больных в качестве сосудистого доступа использовалась артериовенозная фистула (АВФ), у 13 больных использовался центральный венозный катетер (ЦВК), у 3 больных – сосудистый протез. В ходе исследования скорость кровотока не изменялась. Использовались диализаторы: Elisio 17H, Elisio 19H, Elisio 21H, Elisio 25H, Xevonta Hi 20, Xevonta Hi 23. Диализы

Таблица

Общая характеристика больных

Характеристики	Группы больных			p
	Женщины (n = 51)	Мужчины (n = 49)	Всего (n = 100)	
eKt/V по анализам	1,72 ± 0,24	1,58 ± 0,21	1,64 ± 0,24	0,003
eKt/V-online	1,7 ± 0,27	1,6 ± 0,22	1,65 ± 0,26	0,052
Возраст (лет)	59,6 ± 14	56,6 ± 15,7	57,5 ± 14,7	0,42
Продолжительность диализной терапии (лет)	7,0 ± 6,1	5,7 ± 5,1	6,42 ± 6,07	0,16
Продолжительность процедуры (мин)	250,7 ± 18,2	257,5 ± 20,6	254,4 ± 19,6	0,1
Объем УФ (л)	1,87 ± 0,82	2,31 ± 1,09	2,09 ± 0,98	0,02
Средняя скорость крови (мл/мин)	308,5 ± 43,4	334,8 ± 41,3	321,8 ± 44,2	0,002
Средний постдиализный вес (кг)	67,8 ± 15,9	80,3 ± 14,7	74,2 ± 16,2	<0,0001

Примечание. eKt/V по анализам – выравненный индекс Kt/V, рассчитанный по результатам анализов мочевины крови до и после процедуры; eKt/V-online – выравненный индекс Kt/V, рассчитанный с помощью ультрафиолетовой спектроскопии. Исследование различий группы по двум методам измерения дозы диализа статистически не значимо (p = 0,93).

проводились на аппарате Б. Браун Диалог Эволюшн, оснащенный модулем Adimea. Принцип работы модуля основан на вычислении показателя eKt/V по концентрации мочевины до и после диализа с соответствующим забором крови.

Характеристика обследованных диализных больных представлена в таблице.

Статистический анализ был проведен с помощью программы STATISTICA 6.0. Использовались стандартные методы описательной и вариационной статистики: вычисление средних значений и стандартного отклонения при нормальном распределении величин или определение медианы. Для сравнения переменных с нормальным распределением использовали t-тест Стьюдента. Значимость различий количественных параметров и их динамики определяли с помощью t-критерия Стьюдента. Различия считали значимыми при p < 0,05. Корреляционно-регресси-

онный анализ проводили с определением коэффициента корреляции Пирсона.

Результаты

На рис. 1 изображены усредненные данные эффективности ГД при определении eKt/V по пробам крови (1,64 ± 0,24) и с помощью метода спектроскопии (1,65 ± 0,26; p < 0,05). Усредненные данные URR составили 0,78 и 0,79 соответственно (p < 0,05).

При построении диаграммы рассеяния (рис. 2) данных eKt/V по анализам сыворотки крови и Adimea была получена сильная корреляция между двумя методами (r = 0,8).

Почти в половине случаев (49 из 100) индекс eKt/V, измеренный блоком спектроскопии, был ниже, чем eKt/V, рассчитанный по пробам крови (усредненная разница составила 0,1 ± 0,09 единицы). У 47 больных индекс eKt/V, измеренный блоком спектроскопии, был выше, чем eKt/V, рассчитанный

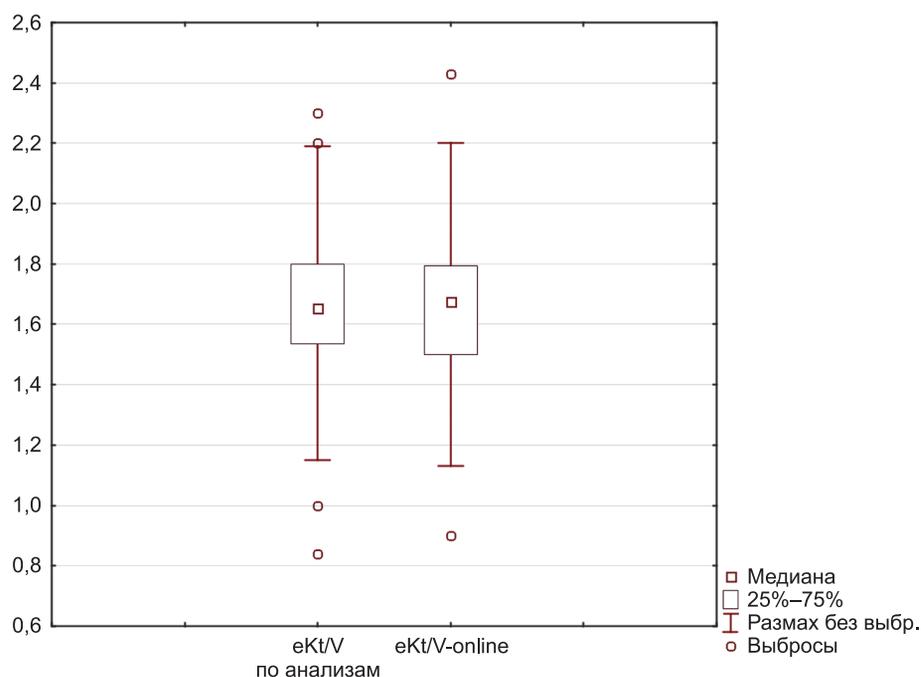


Рис. 1. Диаграмма размаха и сравнение средних показателей eKt/V двух методов определения дозы ГД (p < 0,05)

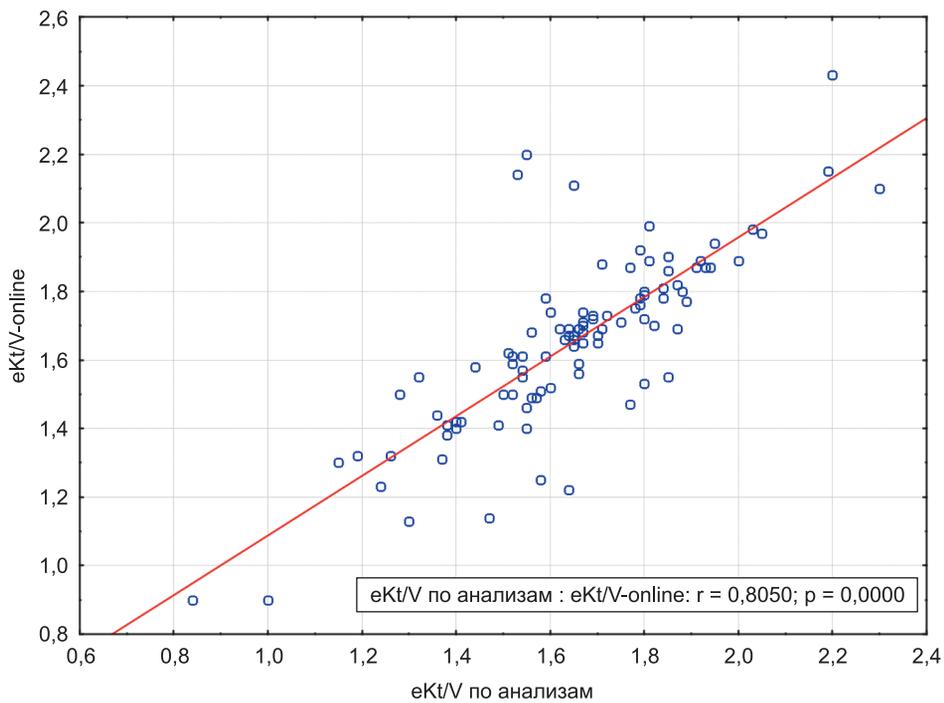


Рис. 2. Диаграмма рассеяния данных eKt/V, полученных двумя методами определения дозы ГД

по пробам крови (усредненная разница также составила $0,1 \pm 0,14$ единицы).

Для уточнения соответствия достигнутой дозы диализа принятым минимальным значениям были проанализированы результаты достижения целевого уровня eKt/V, определенного с помощью онлайн-мониторирования дозы отработанного диализата. При стандартной программе ГД, которая подразумевает процедуры три раза в неделю, минимальный уровень eKt/V составляет 1,2 (рис. 3).

Среди больных, включенных в исследование, у 4 не отмечалось достижения целевого уровня eKt/V (менее 1,2). У 96 больных эффективность ГД достигала целевых значений. При более детальном исследовании было выявлено, что коэффициенты детерминации не достигли статистической значимости в определении eKt/V с учетом длительности лечения, индекса массы тела, веса до или после процедуры, пред- и постдиализных значений АД, гемоглобина, уровня насыщения трансферрина, ферритина, альбумина, креатинина, объема и скорости УФ. При этом

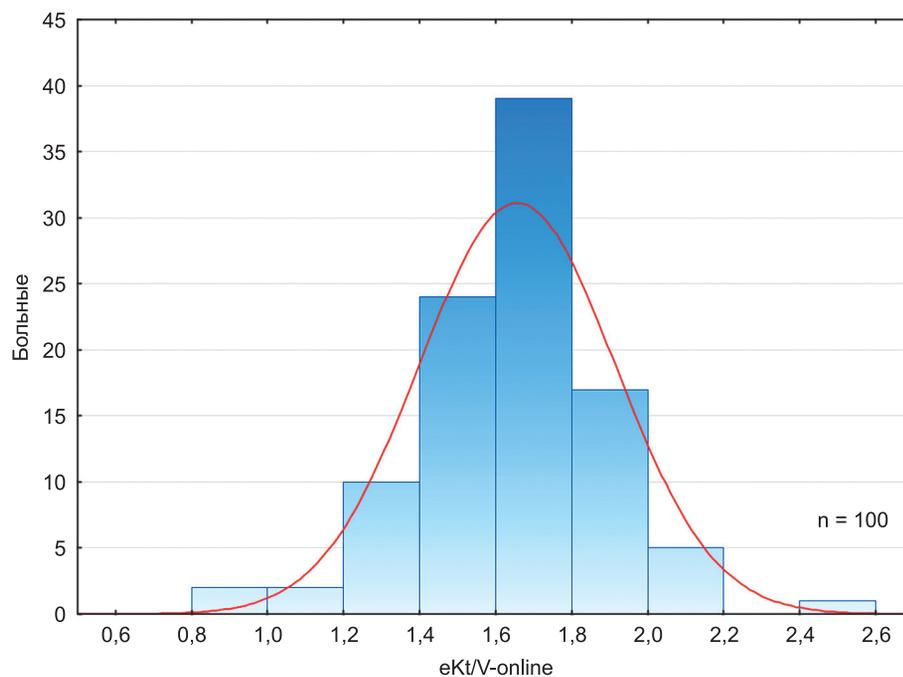


Рис. 3. Результаты достижения целевого усредненного уровня eKt/V

найдена сильная связь ($p = 0,0069$) между значением eKt/V и скоростью кровотока на процедуре ГД. На рис. 4 представлена зависимость eKt/V от скорости кровотока на сеансе диализа. Критерий Фишера в дисперсионном анализе регрессии – 16,6, $p < 0,001$, свидетельствующий о тенденции к достижению более высоких значений достигнутой дозы ГД при увеличении скорости кровотока.

График, представленный на рис. 5, демонстрирует влияние скорости кровотока на процесс удаления мочевины, зафиксированный УФ-датчиком на аппарате «искусственная почка», оснащенный

системой онлайн-мониторирования дозы отработанного диализата. У пациента с преддиализным весом 109,8 кг УФ составила 5 литров, продолжительность процедуры 5 часов. Скорость кровотока по программе 450 мл/мин, однако через 30 минут после начала процедуры скорость кровотока была снижена до 200 мл/мин на 40 минут, что вызвало нелинейность кривой и ухудшение очистки. Однако это не отразилось на достижении минимального значения eKt/V .

При сравнении результатов определения индекса eKt/V в ходе процедур была отмечена вариабельность показателей клиренса при одной и той же ско-

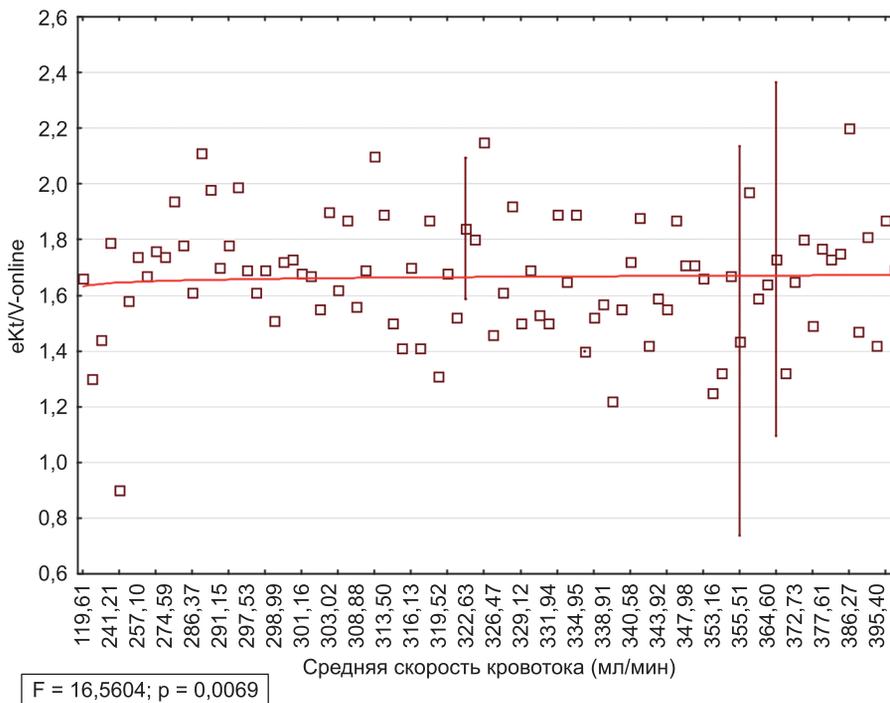


Рис. 4. Зависимость значений eKt/V от скорости кровотока



Рис. 5. Влияние скорости кровотока на кривую UV-abs

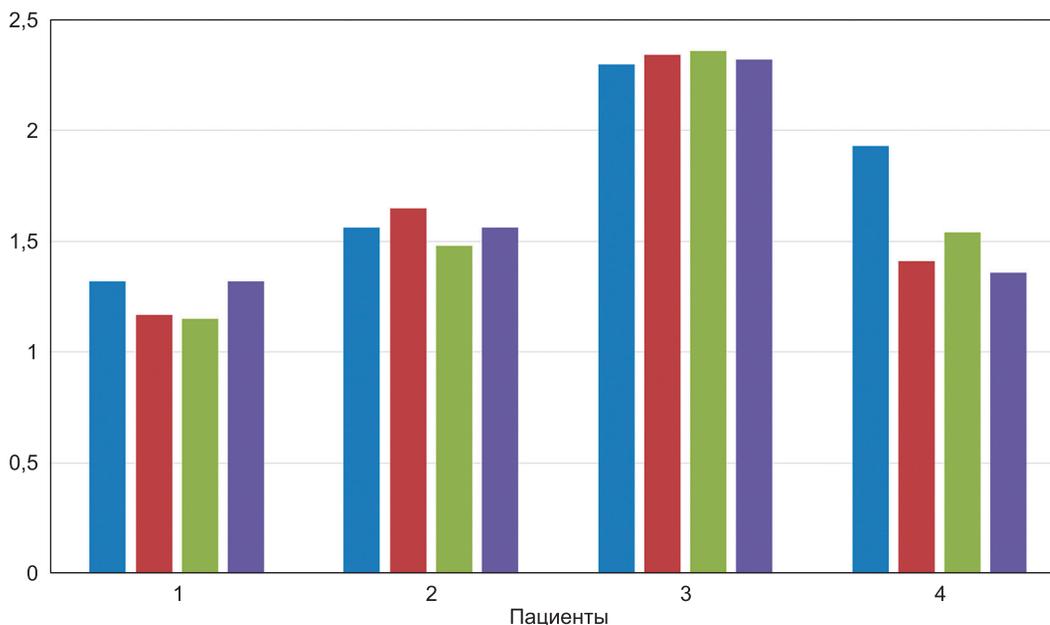


Рис. 6. Вариабельность достигнутой дозы диализа у четырех пациентов за период исследования

рости кровотока у разных пациентов, и соответственно, различные данные eKt/V от диализа к диализу. Результаты зависели, прежде всего, от состояния АВФ и скорости кровотока. На рис. 6 представлена гистограмма 4 сеансов ГД у четырех разных пациентов. У одного из пациентов с проблемным сосудистым доступом в ряде случаев отмечались проблемы с пункцией АВФ, что приводило к снижению кровотока и низким значениям индекса eKt/V (пациент 1) – во второй и третьей процедуре. У пациентов 2 и 4 результаты были удовлетворительными (усредненный eKt/V составил 1,47 и 1,51). У пациента 3 отмечался высокий (2,3) усредненный индекс, что объясняется небольшой массой тела (51 кг) и достаточной скоростью кровотока (350 мл/мин).

У всех больных отмечались различия в достигнутой дозе диализа, даже при адекватной функции АВФ и постоянной скорости потока крови. Как видно из рисунка, даже при устоявшейся программе ГД индекс eKt/V может значительно варьировать у одного пациента. Объем УФ у всех обследованных пациентов не превышал 5% от массы тела пациента после ГД, что существенно не влияло на показатель эффективности диализа.

В период выполнения данного исследования был проведен внутренний аудит на предмет поиска ошибок в работе медицинского персонала. В его ходе выявлено, что средний медицинский персонал при заборе крови для анализа допускал ошибки в среднем в трети случаев. В 17% случаев не уменьшалась скорость кровотока до 100 мл/мин на 15–30 секунд, в 21% случаев не выдерживался интервал 15–30 секунд, в 12% случаев не устанавливалась минимальная УФ. При этом за весь период наблюдения наблюдалось только 2 случая отказа системы онлайн-мониторирования eKt/V .

Обсуждение

Самым распространенным методом оценки эффективности процедур ГД сегодня остается индекс Kt/V . Поскольку его определение при применении спектроскопического метода происходит непрерывно и отслеживается любое изменение клиренса, связанное с изменением скорости потока крови, снижением эффективности диализатора, определяется обеспеченный показатель Kt/V за каждый сеанс ГД. Мы сравнили данные, рассчитанные при помощи блока Adimea, с результатами, полученными по пробам крови у группы больных. Была сформирована группа из 100 пациентов, у которых предполагалось получить широкий спектр значений eKt/V – от низких до высоких. В ходе сеансов ГД проводилось сравнение показателей. Усредненные данные eKt/V , определенные блоком Adimea, оказались незначительно выше показателя, полученного стандартным методом, что совпадало с уже известными исследованиями [12].

При проведении корреляционно-регрессионного анализа мы получили сильную корреляцию между результатами eKt/V по анализам крови и по блоку онлайн-мониторирования дозы диализа, что в целом соответствует ранее опубликованным данным [14]. Уточнение соответствия достигнутой дозы диализа принятым минимальным значениям обнаружило большую долю пациентов с достигнутым минимальным значением eKt/V : усредненные значения за 12 месяцев достигли целевых у 96 пациентов из 100. Это соотносится с рекомендациями Российского диализного общества, чьи данные свидетельствуют, что лучшей характеристикой работы отделения является не средняя доза диализа, а доля пациентов, превысивших минимально приемлемую дозу. В программах качества помощи такая доля соответствует 85% [4].

Нами было установлено, что скорость кровотока – единственный фактор, значимо влияющий на Kt/V . Этот факт уже находил отражение в ранних исследованиях, а также в работе F. Uhlin et al. [12,15]. Данные немецких исследователей указали на то, что при увеличении скорости потока крови с 300 до 500 мл/мин клиренс по мочеvine увеличивается на 40%, а клиренс по бета-2-микроглобулину увеличивается на 16% [16].

При более детальном анализе eKt/V были получены данные о вариабельности индекса у одних и тех же больных от процедуры к процедуре. При этом отмечались случаи как недостижения минимальной дозы диализа, так и удовлетворительные показатели с одной и той же скоростью кровотока, что может указывать на влияние косвенных факторов, напрямую не влияющих на эффективность диализа и не достигших статистической значимости. В частности, вес пациента значимо не влиял на данные eKt/V , но, по нашим данным, у пациентов с малым весом усредненный уровень индекса был выше, чем у больных с большим весом при тех же условиях. Если рассматривать больных с большой массой тела (свыше 90 кг), увеличение скорости кровотока до 400 мл/мин порой не позволяло достигнуть целевых значений диализа за 4-часовую процедуру. Таким образом, у пациентов с большой массой тела достигнуть целевых значений дозы ГД за 4 часа при трехразовом ГД удастся с большим трудом. Для таких больных оптимальным решением будет увеличение диализного времени до 4,5–5 часов либо увеличение числа процедур в неделю. Недавнее исследование J.T. Daugirdas подтверждает рациональность увеличения диализного времени: показано, что у группы пациентов с усредненным временем процедуры 201 минута смертность была выше на 26% по сравнению с группой с диализным временем 240 минут [17].

Существуют данные, свидетельствующие о влиянии УФ на обеспеченную дозу диализа, что идет вразрез с полученными результатами [18]. Данный факт может объясняться тем, что больные нашей группы не имели высоких значений УФ и в процентном соотношении УФ не превышала 5% от массы тела. Одной из возможных причин неудовлетворительной дозы ГД могла быть недостаточная площадь поверхности диализатора. У больных с большой массой тела при недостижении целевых значений Kt/V применялся диализатор с большей площадью. При этом все диализаторы были высокопроницаемы, т. к. существует общепринятая теория о необходимости удаления средних и крупных (инсулин, инулин, бета-2-микроглобулин), а не только малых молекул (мочевина) [19]. Однако увеличение проницаемости диализной мембраны не дает значительного прироста к индексу Kt/V . Отмечалось, что при применении блока ультрафиолетовой спектроскопии возникали ошибки. Источником ошибок в данном методе может являться то, что при снижении эффективной дозы ГД по причине снижения кровотока или образования тромбов в диализаторе снижается уро-

вень мочевины в диализате и увеличивается наклон кривой. Блок Adimea рассматривает данный факт как увеличение клиренса, и график снижения уровня растворенных веществ в отработанном диализате принимает ломаный вид [20]. В этом случае опираться на эти результаты нельзя. В будущем ожидается оптимизация алгоритма с целью ликвидации подобных ошибок. В нашем исследовании доля подобных искажений достигла 0,3% от всех случаев измерения, значимо не влияя на общий результат сравнения данных eKt/V , полученных фотометрически и биохимически, при этом данная доля ничтожно мала по сравнению с ошибками персонала и лаборатории при классическом определении дозы ГД.

Заключение

Онлайн-мониторирование дозы диализа является предпочтительным методом оценки Kt/V . Установлено, что данный метод имеет ряд преимуществ по сравнению с общепринятой методикой: исключены ошибки персонала при заборе крови, вычисление индекса Kt/V происходит на протяжении всей процедуры, доза диализа вычисляется каждый сеанс ГД. Система онлайн-мониторирования отработанного диализата является надежным и точным инструментом для определения величин eKt/V в режиме реального времени в ходе лечения. Система Adimea удобна в применении: необходим лишь ввод одного определенного для пациента параметра – веса пациента перед диализом, нет необходимости в расходных материалах.

Литература/References

1. Gotch, F.A. A mechanistic analysis of the National Cooperative Dialysis Study (NCDS) / F.A. Gotch, J.A. Sargent // *Kidney Int.* – 1985. – Vol. 28, № 3. – P. 526–534.
2. Руководство по диализу: 3-е изд. / Ред. Д.Т. Даугирдас, П.Д. Блейк, Т.С. Инг. – 2003. – С. 51–55 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.url: http://thebit48man.ru/id-7090.html](http://thebit48man.ru/id-7090.html). – 24.03.2019.
3. Postdialysis urea rebound: Determinants and influence on dialysis delivery in chronic hemodialysis patients / M. Leblanc [et al.] // *Am. J. Kidney Dis.* – 1996. – Vol. 27, № 2. – 253–261.
4. Земченков, А.Ю. О рекомендациях Российского диализного общества по оценке качества оказания медицинской помощи при подготовке к началу заместительной почечной терапии и проведении лечения диализными методами взрослых пациентов с ХБП V стадии / А.Ю. Земченков, А.М. Андрусов // *Нефрология и диализ.* – 2015. – Т. 17, № 1. – С. 34–51.
5. Zemchenkov, A.Yu. O rekomendacziyakh Rossijskogo dializnogo obshchestva po ocenke kachestva okazaniya mediczinskoj pomoshchi pri podgotovke k nachalu zamestitel'noj pochechnoj terapii i provedenii lecheniya dializnymi metodami vzroslykh paczientov s KhBP V stadii / A.Yu. Zemchenkov, A.M. Andrushev // *Nefrologiya i dializ.* – 2015. – Т. 17, № 1. – С. 34–51.
6. Daugirdas, J.T. Simplified equations for monitoring Kt/V , PCRn, eKt/V , and $ePCRn$ / J.T. Daugirdas // *Advances in Renal Replacement Therapy.* – 1995. – Vol. 2, № 4. – P. 295–304.
7. In vivo verification of an automatic noninvasive system for real time Kt evaluation / H. Steil [et al.] //

American Society for Artificial Internal Organs. – 1993. – Vol. 39, № 3. – P. 348–352.

7. *Басшадзе, И.В.* Достоверность определения показателя Kt/V по ионному диализансу в ходе диализа / И.В. Басшадзе, Я.Л. Поз, А.Г. Строков // *Нефрология и диализ.* – 2003. – Т. 5, № 2. – С. 141–144.

Basshadze, I.V. Dostovernost' opredeleniya pokazatelya Kt/V po ionnomu dializansu v khode dializa / I.V. Basshadze, Ya.L. Poz, A.G. Strokov // *Nefrologiya i dializ.* – 2003. – Т. 5, № 2. – С. 141–144.

8. On-line monitoring of dialysis adequacy / D.L. Vecchio [et al.] // *The International Journal of Artificial Organs.* – 1998. – Vol. 21, № 9. – С. 521–525.

9. *McIntyre, C.W.* Assessment of haemodialysis adequacy by ionic dialysance: inpatient variability of delivered treatment / C.W. McIntyre, S.H. Lambie, M.W. Taal, R.J. Fluck // *Nephrol. Dial. Transplant.* – 2003. – Vol. 18, № 3. – P. 559–563.

10. Isoionic dialysance a valid parameter for quantification of dialysis efficiency? / L. Mercadal [et al.] // *Artificial Organs.* – 1998. – Vol. 22, № 12. – P. 1005–1009.

11. Continuous online monitoring of ionic dialysance allows modification of delivered hemodialysis treatment time / L.J. Chesterton [et al.] // *Hemodial. Int.* – 2006. – Vol. 10, № 4. – P. 346–350.

12. *Uhlen, F.* Dialysis dose (Kt/V) and clearance variation sensitivity using measurement of ultraviolet-absorbance (on-line), blood urea, dialysate urea and ionic dialysance / F. Uhlin, I. Fridolin, M. Magnusson, L.G. Lindberg // *Nephrol. Dial. Transplant.* – 2006. – Vol. 21, № 8. – P. 2225–2231.

13. *Castellarnau, A.* Real-time Kt/V determination by ultraviolet absorbance in spent dialysate: technique validation / A. Castellarnau, M. Werner, R. Günthner, M. Jakob // *Kidney Int.* – 2010. – Vol. 78, № 9. – P. 920–925.

14. Классические и online методы измерения Kt/V: сопоставления и надежность / Земченков, Г.А. [и др.] // *Нефрология и диализ.* – 2015. Т. 17, № 2. – С. 173–184.

Klassicheskie i online metody' izmereniya Kt/V: сопоставleniya i nadezhnost' / Zemchenkov, G.A. [i dr.] // *Nefrologiya i dializ.* – 2015. Т. 17, № 2. – С. 173–184.

15. Blood pump speed vs actual or «compensated» blood flow rate / H.F. Williams [et al.] // *Nephrology Nursing Journal.* – 2007. – Vol. 34, № 5. – С. 491–499.

16. *Wizemann, V.* Efficacy of haemodiafiltration / V. Wizemann, M. Külz, F. Techert, B. Nederlof // *Nephrology Dialysis Transplantation.* – 2001. – Vol. 16, № 4. – P. 27–30.

17. *Daugirdas, J.T.* Dialysis time, survival, and dose-targeting bias / J.T. Daugirdas // *Kidney Int.* – 2013. – Vol. 83, № 1. – P. 9–13.

18. *Sternby, J.M.* Representation of Standard Kt/V Including Ultrafiltration and Residual Renal Function / J.M. Sternby // *ASAIO Journal.* – 2018. – Vol. 64, № 5. – P. 88–93.

19. Review on uremic toxins: classification, concentration, and interindividual variability / R. Vanholder [et al.] // *Kidney Int.* – 2003. – Vol. 63, № 5. – P. 1934–1943.

20. Possibilities for improvement of delivered dose monitoring while measuring on-line Kt/V by absorbtometry / G.A. Zemchenkov [et al.] // *World Congress of Nephrology 2015. March 13–17. – Cape Town, South Africa, 2015. – Abstract SAT478.*

Джулай Галина Семеновна (контактное лицо) – д. м. н., профессор, заведующая кафедрой факультетской терапии ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет Минздрава России; 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4. Тел. (4822) 44-47-67; e-mail: djoulai@mail.ru.

УДК 616-089.5-053.2

С.И. Ситкин, О.Б. Поздняков

ВОЗМОЖНОСТИ НОВОЙ ТЕХНИКИ ИНДУКЦИИ В АНЕСТЕЗИЮ СЕВОФЛУРАНОМ У ДЕТЕЙ

*Кафедра анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии
ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет Минздрава России*

Введение. К осложнениям севофлурановой анестезии относятся возбуждение и брадикардия во время индукции, агитация после анестезии. Цель. Сравнить традиционную технику VIMA и новую, с двойной болюсной индукцией севофлураном, на частоту развития возбуждения, брадикардии и агитации у детей. **Материалы и методы.** Стоматологическое лечение в условиях ингаляционной анестезии севофлураном проведено у 300 детей в возрасте от 3 до 6 лет. В ретроспективное исследование вошли 210 детей (традиционная техника VIMA – 1-я группа). Проспективное исследование включало 90 детей (новая техника VIMA – 2-я группа). При новой технике VIMA применялась двойная болюсная индукция в анестезию севофлураном. Первый болюс 6% севофлурана с O₂ (40%) и N₂O (60%) использовался до момента утраты сознания, после чего подача анестетика прекращалась. В дальнейшем ребенок дышал через контур наркозного аппарата в течение 3–4 минут, при этом концентрация севофлурана в выдыхаемом воздухе снижалась с 3 до 0,3%. Второй болюс севофлурана при полностью открытом испарителе и прежних потоках O₂ и N₂O начинался с момента прекращения урежения ЧСС и начала его учащения на 2–3 удара в минуту. Продолжительность второго болюса составляла 1,0–1,5 минуты. Всем детям была установлена ларингеальная маска и выполнена ИВЛ. Поддержание анестезии в исследуемых группах было одинаковым и включало в себя севофлуран 2,0–2,5% в потоке газонаркоотической смеси 1,5 л/мин (O₂ – 0,6 л/мин, N₂O – 0,9 л/мин). Продолжительность анестезии 95 ± 10 мин. **Результаты.** Возбуждение во время индукции в 1-й группе зарегистрировано у 163 детей (77,6%), во 2-й группе – у 19 (21,1%) детей (p < 0,001). Брадикардия (ЧСС < 75 в минуту) в 1-й группе