

	Высокие значения ПФ-Са <sup>2+</sup> >0,50 ммоль/л	Нормальные значения ПФ-Са <sup>2+</sup> 0,25-0,50 ммоль/л	Низкие значения ПФ-Са <sup>2+</sup> <0,25 ммоль/л
<b>Низкий уровень Са<sup>2+</sup> у пациента &lt;1,0 ммоль/л</b>	Увеличение дозы цитрата на 0,5 ммоль/л и инфузии кальция на 5-10%	Увеличение инфузии кальция на 5-10%	Снижение дозы цитрата на 0,5 ммоль/л
<b>Нормальный уровень Са<sup>2+</sup> у пациента 1,0-1,2 ммоль/л</b>	Увеличение дозы цитрата на 0,5 ммоль/л	Без изменений	Снижение дозы цитрата на 0,5 ммоль/л
<b>Высокий уровень Са<sup>2+</sup> у пациента &gt;1,2 ммоль/л</b>	Уменьшение инфузии кальция на 5-10%	Уменьшение инфузии кальция на 5-10%	Снижение дозы цитрата на 0,5 ммоль/л и инфузии кальция на 5-10%

#### ОСЛОЖНЕНИЯ

##### Гипокальциемия

Парестезия, артериальная гипотензия, аритмия, удлинение интервала Q-T на ЭКГ.

##### Нарушение кислотно-щелочного баланса

При выраженной печеночной недостаточности нарушается метаболизм цитрата, что может приводить к аккумуляции цитрата с последующим развитием ацидоза. В результате большее количество поступившего кальция будет находиться в составе цитратных комплексов, а уровень ионизированного (свободного) кальция снизится, в то время как общее количество кальция увеличит анионный интервал. Данная проблема чаще всего решается посредством коррекции дозы со снижением концентрации цитрата в экстракорпоральном контуре. Однако это подразумевает персистирующий метаболический ацидоз вследствие недостаточного метаболизма цитрата, несмотря на использование оптимальной дозы цитрата с поддержанием концентрации ионизированного кальция после фильтра на уровне как можно ближе к 0,5. В этом случае цитратную антикоагуляцию следует прекратить и перейти на системную антикоагуляцию.

##### Электролитные нарушения

Нарушения электролитного баланса корректируются при необходимости в соответствии с конкретными назначениями. Необходимо проведение тщательного мониторинга, особенно таких электролитов, как магний, фосфаты и калий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Protocol from ICU Kalmar Hospital, Dr Borgström, Sweden.
2. Аппарат для экстракорпоральной коррекции гомеостаза Prismaflex, РУ № РЗН 2016/4173 от 19.08.2020
3. Раствор антикоагулянта "Призмоцитрат" (Prismocitrate), вариант исполнения 18/0, РУ № ФСЗ 2012/11831 от 04.08.2017
4. Раствор для гемодиализа/гемофильтрации Prismocal B22, РУ № ФСЗ 2008/03499 от 05.12.2017
5. Раствор для гемодиализа/гемофильтрации PRISMASOL 4, РУ № ФСЗ 2008/03499 от 05.12.2017
5. Магистраль для инфузии кальция «Кальциевая трубка для Prismaflex- CA 250», РУ № РЗН 2016/4173 от 19.08.2020
6. Устройство Prismaflex: ST100 set, ST150 set, РУ № РЗН 2016/4169 от 02.10.2018

ПФ-Са<sup>2+</sup> – концентрация ионизированного кальция после фильтра

П-Са<sup>2+</sup> – концентрация ионизированного кальция в организме пациента

Компания «Бакстер» не несет ответственности за ошибки, пропуски или неполноту данных в протоколе или расчетах. Компания «Бакстер» не дает никаких гарантий или представления в отношении безопасности или эффективности лечения с использованием данного протокола.

Для безопасного и правильного использования указанных продуктов обратитесь к соответствующим руководствам оператора или инструкциям по применению. Baxter, Индивидуальный подход в лечении, Prismaflex являются товарными знаками компании Baxter International Inc. или ее подразделений. Все права защищены.

[www.baxter.com](http://www.baxter.com)

АО Компания «Бакстер»:  
125171, Москва, Ленинградское шоссе,  
д. 16А, стр. 1, 5-й этаж  
Тел.: +7 (495) 647-68-07  
[www.baxter.com.ru](http://www.baxter.com.ru)

Протокол для проведения регионарной цитратной антикоагуляции с использованием раствора **Prismocitrate 18/0** в системе **Prismaflex**



# Протокол продленной вено-венозной гемодиализации (continuous veno-venous hemodiafiltration, CVVHDF) для проведения регионарной цитратной антикоагуляции<sup>1</sup> в системе **Prismaflex**<sup>2</sup>

**Prismocitrate** 18/0<sup>3</sup> – это содержащий цитрат раствор антикоагулянта, предназначенный для использования при проведении непрерывной заместительной почечной терапии (CRRT).

В результате инфузии раствора **Prismocitrate** 18/0 через насос перед насосом крови (НПНК) в системе **Prismaflex** достигается регионарная антикоагуляция в экстракорпоральном контуре, что позволяет полностью избежать эффекта системной антикоагуляции в организме пациента. Цитрат связывается с ионизированным кальцием, что приводит к снижению концентрации последнего и ингибированию процесса свертывания крови. Одновременно происходит образование кальций-цитратных (хелатных) комплексов.

От 30 до 60% общего количества кальций-цитратных комплексов регулируется скоростью кровотока и удаляется посредством диализа/фильтрации, в то время как оставшаяся часть возвращается в организм пациента. Для предупреждения развития гипокальциемии пациенту внутривенно вводится кальций в количестве, эквивалентном его потере с выводимым диализирующим раствором.

Этот протокол продолжительной вено-венозной гемодиализации (continuous veno-venous hemodiafiltration, CVVHDF) включает применение не содержащего кальций диализирующего раствора (**Prismocal** B22<sup>4</sup>) и замещающего раствора **Primasol** 4<sup>5</sup>.

При проведении цитратной антикоагуляции скорость потока раствора через НПНК поддерживается на уровне, пропорциональном скорости кровотока, что обеспечивает доставку цитрата в контур в постоянной дозе. Перед началом работы системы необходимо указать требуемую дозу цитрата и скорость кровотока. При необходимости коррекции дозы цитрата либо скорости кровотока во время проведения терапии программное обеспечение системы **Prismaflex** будет автоматически регулировать скорость тока раствора **Prismocitrate** 18/0 через НПНК таким образом, чтобы доза цитрата поддерживалась на должном уровне.

СОСТАВ РАСТВОРОВ			
	<b>Prismocitrate</b> 18/0 (ммоль/л)	<b>Prismocal</b> B22 (ммоль/л)	<b>Primasol</b> 4 (ммоль/л)
Цитрат	18	0	0
Бикарбонат	0	22	32
Лактат	0	3	3
Натрий	140	140	140
Калий	0	4	4
Кальций	0	0	1,75
Магний	0	0,75	0,5
Фосфаты	0	0	0
Хлориды	86	120,5	110
Глюкоза	0	6,1	6,1

## МАТЕРИАЛЫ И ПОДГОТОВКА

- Двухпросветный центральный катетер для гемодиализа + центральный венозный катетер
- Устройство **Prismaflex** ST 100 set или ST 150 set<sup>6</sup>
- Раствор **Prismocal** B22, соединенный с линией диализата
- Раствор **Prismocitrate** 18/0, соединенный с линией насоса НПНК
- Раствор **Primasol** 4, соединенный с линией замещающего раствора (ЗР), предназначенный для введения после фильтра
- Раствор кальция
- Встроенный шприцевой инфузионный насос для инфузии раствора кальция, соединенный с центральным венозным катетером
- Перед началом терапии следует определить исходное значение концентрации ионизированного кальция у пациента
- Промывка сета не требует добавления гепарина
- Раствор **Prismocal** B22 содержит калий в концентрации 4 ммоль/л. В большинстве случаев этого количества достаточно для поддержания калиевого баланса. При необходимости можно добавить дополнительное количество калия
- Оба раствора – **Prismocal** B22 и **Primasol** 4 – содержат магний. При необходимости можно ввести дополнительное количество магния в виде непрерывной внутривенной инфузии.

## ПЕРВИЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДОЗЫ ЦИТРАТА, РАВНОЙ 3,0 ММОЛЬ/Л

Масса тела (кг)	Скорость кровотока (мл/мин)	Диализат (мл/ч)	Замещающий раствор, предназначенный для введения на уровне после фильтра (мл/ч)	Фактическая доза замещения по эффлюенту (мл/кг/ч)
50	100	1000	200	37
60	110	1100	400	37
70	120	1200	500	35
80	130	1300	500	33
90	140	1400	500	31
100	150	1500	600	31
110	160	1600	700	30
120	170	1700	800	30
130	180	1800	1000	30

- Ультрафильтрация (УФ) – скорость потока НПНК + скорость потока замещающего раствора (ЗР) + скорость удаления жидкости
- Доза эффлюента – скорость УФ (как указано выше) + скорость потока диализата (т.е. общий объем, собранный в мешок эффлюента в час), разделенные на массу тела пациента. Это значение указано на экране системы **Prismaflex**.

- **Для CRRT следует указать дозу диализа (= терапевтическую дозу).** Она чаще всего указывается просто как «доза эффлюента», которая при проведении префильтрации должна составлять  $\geq 35$  мл/кг/ч (фактическая доза диализа  $\geq 30$  мл/кг/ч)
- **Актуальная доза эффлюента** - это терапевтическая доза, обеспечивающая эффективный период лечения. Обычно пациент не получает терапии на протяжении приблизительно 15% 24-часового периода, что связано с заменой фильтра, рентгенологическими исследованиями, хирургическими вмешательствами и т.д. Во всех случаях в представленной выше таблице приводится фактическая доза эффлюента, превышающая 30 мл/кг/ч. Точное значение можно увидеть на экране монитора системы **Prismaflex**
- **Для поддержания дозы эффлюента необходим мониторинг скорости потоков.** Например, в случае снижения дозы цитрата (=скорости потока НПНК) необходимо повысить скорость потока замещающего раствора после фильтра, чтобы объем эффлюента остался прежним
- **В условиях, когда необходимо удалить крупномолекулярные вещества,** например миоглобин, устанавливается более высокая скорость конвективного потока. В этих условиях необходимо установить скорость УФ >40 мл/кг/ч при общей дозе эффлюента > 50 мл/кг/ч
- При дозе цитрата, равной 3,0 ммоль/л, **скорость потока НПНК (Prismocitrate 18/0)** соответствует скорости потока крови
- При первичной установке параметров **компенсация кальция** всегда задается на уровне 100%.

## ДИАПАЗОНЫ СКОРОСТИ ПОТОКОВ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕРАПИИ

Скорость кровотока	100-180 мл/мин
Скорость потока диализата ( <b>Prismocal</b> B22)	1000-2500 мл/ч
Скорость потока замещающего раствора ( <b>Primasol</b> 4)	200-1500 мл/ч
Доза цитрата ( <b>Prismocitrate</b> 18/0)	2,0-4,0 ммоль/л
Компенсация кальция	30-200%

## КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНОЕ РАВНОВЕСИЕ

Раствор **Prismocitrate** 18/0 содержит 18 ммоль цитрата в одном литре. Метаболизм одного иона цитрата приводит к образованию 3 ионов бикарбоната. Поэтому теоретическая концентрация в бикарбонатном эквиваленте для одного пластикового пакета цитрата составляет 54 ммоль/л. Такой мощный поток оснований в час может привести к быстрому повышению уровня бикарбонатов у пациента, что при отсутствии компенсации связано с риском развития метаболического алкалоза.

Компенсация заключается в использовании диализата (раствора **Prismocal** B22), который содержит лишь 22 ммоль бикарбоната и 3 ммоль лактата в одном литре.

Таким образом, кислотно-щелочное равновесие у пациента можно контролировать посредством увеличения скорости потока диализата в случае алкалоза (= повышению диффузии бикарбоната из крови в диализат = рН) либо посредством снижения скорости потока диализата в случае ацидоза (= уменьшению диффузии бикарбоната из крови в диализат = рН!).

Снижение скорости потока диализата = повышению поступления бикарбоната. Повышение скорости потока диализата = снижению поступления бикарбоната.

Основанием для приведенного выше объяснения является оптимальный поток раствора **Prismocitrate** 18/0, т.е. поток, обеспечивающий использование как можно более низкой дозы цитрата для поддержания уровня ионизированного кальция после гемодифльтра в пределах диапазона 0,25-0,50 ммоль/л.

## МОНИТОРИНГ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНИЗИРОВАННОГО КАЛЬЦИЯ ПОСЛЕ ФИЛЬТРА И В ОРГАНИЗМЕ ПАЦИЕНТА

- Забор крови для определения концентрации ионизированного кальция (ПФ-Ca<sup>2+</sup>) после фильтра производится из синего порта линии возврата. Одновременно из артериального катетера производится забор анализа для определения концентрации ионизированного кальция в организме пациента (П-Ca<sup>2+</sup>)
- Уровень Ca<sup>2+</sup> после фильтра и в организме пациента в течение первых 4 часов после начала CRRT контролируется каждый час. После этого контроль производится в соответствии с рекомендованной частотой при изменении дозы цитрата либо, при условии стабильности уровня кальция, каждые 8 часов
- При снижении уровня Ca<sup>2+</sup> у пациента <0,8 ммоль/л ему вводится 10 мл раствора кальция и увеличивается компенсация кальция
- Целевое значение ПФ-Ca<sup>2+</sup>: 0,25-0,50 ммоль/л
- Целевое значение П-Ca<sup>2+</sup>: 1,0-1,2 ммоль/л.

## СХЕМА ДОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ РАСТВОРА PRISMOCITRATE И ИНФУЗИИ ПРЕПАРАТА КАЛЬЦИЯ

### Необходимые уровни:

Ионизированный кальций в артериальной крови 1,0-1,2 ммоль/л. Ионизированный кальций после фильтра 0,25-0,50 ммоль/л.

- Мониторинг уровня ионизированного кальция после фильтра нужен для того, чтобы определить, является ли доза цитрата достаточно высокой, а концентрация ионизированного кальция в артериальной крови – чтобы определить, насколько адекватно производится замещение кальция
- При очень низких значениях ПФ-Ca<sup>2+</sup> доза цитрата уменьшается с шагом 0,5 ммоль/л. При очень высоких значениях ПФ-Ca<sup>2+</sup> доза цитрата увеличивается с шагом 0,5 ммоль/л. При очень низких значениях П-Ca<sup>2+</sup> компенсация кальция увеличивается с шагом 5-10%
- При снижении значений П-Ca<sup>2+</sup> у пациента <0,8 ммоль/л ему одновременно вводится болюсная доза раствора кальция глюконата (2,2 ммоль кальция), т.е. 10 мл 10% раствора
- Кислотно-щелочное равновесие в организме пациента также может нарушаться при изменении скорости потока раствора **Prismocitrate** 18/0. Более подробно это описано выше в разделе «Кислотно-щелочное равновесие»
- Замещение кальция в программном обеспечении **Prismaflex** указано в %. 100% означает 100% компенсацию расчетных потерь кальция.