

Руководство по инфузионной терапии ААНА 2024 собак и кошек*

Mariana Pardo, BVSc, MV, DACVECC, Erin Spencer, MEd, CVT, VTS (ECC), Adesola Odunayo, DVM, MS, DACVECC, Mary L. Ramirez, DVM, DABVP (Canine and Feline), Elke Rudloff, DVM, DACVECC, cVMA, Heidi Shafford, DVM, PhD, DACVAA, Ann Weil, DVM, MS, DACVAA, Ewan Wolff, DVM, PhD, DACVIM (Small Animal Internal Medicine)

*Перевод и адаптация на русский язык: к.в.н., Воронова Мария Олеговна, вице-президент АТО ВИТАР

Абстракт

Инфузионные растворы - это лекарственные средства, используемые в ветеринарной практике, способные оказывать благоприятное терапевтическое или непреднамеренное пагубное влияние на внутрисосудистый, интерстициальный и внутриклеточный жидкостные секторы организма. Индивидуальная разработка плана инфузионной терапии требует тщательной оценки состояния пациента и целенаправленного выбора конкретных типов растворов, способов их введения и дозировок, а также корректировок во время терапии, специально разработанных в соответствии с индивидуальной потребностью пациента в жидкости и терапевтическим ответом. Персонализированные схемы инфузионной терапии и тщательное наблюдение за пациентами помогают избежать осложнений, связанных с недостатком жидкости в организме или ее избытком, а также нарушения электролитного баланса, что способствует улучшению результатов лечения таких пациентов. В этих рекомендациях дается обзор динамики жидкости в жидкостных секторах организма, описываются различные типы растворов и способы их применения, а также излагаются рекомендации по введению растворов в целях шоковой инфузии, регидратации и поддерживающей инфузии. В руководстве также описываются подходы к инфузионной терапии пациентов, находящихся под наркозом, и повторяются рекомендации по снижению объема инфузии у этой категории пациентов. Дополнительно - в целом, рекомендации включают практические стратегии инфузионной терапии для пациентов с различными распространенными заболеваниями. Цель этих рекомендаций - помочь ветеринарным специалистам безопасно и эффективно назначать и проводить инфузионную терапию для собак и кошек ((J Am Anim Hosp Assoc 2024; 60: 131-163. DOI 10.5326/JAANA-MS-7444).

ЧЛЕНСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Critical Care Veterinarian Consulting, Pleasantville, New York (M.P.);
Veterinary Emergency Group, Derry, New Hampshire (E.S.); University of
Florida, Gainesville, Florida (A.O.); North Dallas Veterinary Emergency and
Specialty Hospital, Frisco, Texas (M.L.R.); Blue Pearl Pet Hospice,
Milwaukee, Wisconsin (E.R.); Veterinary Anesthesia Specialists, Gladstone,
Oregon (H.S.); Purdue University, West Lafayette, Indiana (A.W.); Blue
Pearl NE Portland, Portland, Oregon (E.W.)

АВТОРЫ РЕЦЕНЗИЙ

Elisa Mazzaferro, MS, DVM, PhD, DACVECC, Cornell University
Veterinary Specialists, Department of Emergency and Critical Care

Vaidehi Paranjape, BVSc, MVSc, MS, DACVAA, Virginia Polytechnic
Institute and State University, Virginia-Maryland College of Veterinary
Medicine, Department of Small Animal Clinical Sciences

Почта: guidelines@aaha.org

М. Pardo and E. Spencer являются сопредседателями ААНА Fluid Therapy Guidelines Task Force

Это руководство было подготовлено целевой группой экспертов, созванной Американской ассоциацией ветеринарных клиник (ААНА). Этот документ предназначен только для ознакомления с рекомендациями, и не является стандартом медицинской помощи ААНА. Данные руководящие принципы и рекомендации не должны рассматриваться как предписывающие какой-либо эксклюзивный протокол, курс лечения или процедуру. Возможны вариации в практике, основанные на потребностях конкретного пациента, ресурсах и ограничениях, характерных для каждой конкретной практики. Обоснованная поддержка конкретных рекомендаций приводилась всякий раз, когда это возможно и целесообразно. Другие рекомендации основаны на практическом клиническом опыте и единодушном мнении экспертов. Для документирования некоторых из этих рекомендаций необходимы дальнейшие исследования. На момент написания этой статьи разрешения на использование лекарственных средств и их маркировка были актуальными, но со временем они могут измениться. Поскольку каждый случай индивидуален, ветеринарные врачи должны основывать свои решения на наилучших доступных научных данных в сочетании со своими собственными знаниями и опытом.

ААНА выражает благодарность координатору целевой группы Mia Cary, DVM (she/her), of Cary Consulting, and Theresa Entriken, DVM за помощь в редактировании в процессе разработки.

ААНА приветствует одобрение этих Руководящих принципов Американской Ассоциации кошачьих ветеринарных врачей (AAFP).

ИВЛ (искусственная вентиляция легких); ЖКТ (желудочно-кишечный тракт); ЧСС (частота сердечных сокращений); ССС (сердечно-сосудистая система); ОЦК (объем циркулирующей крови); ЭТТ (эндотрахеальная трубка); Т (температура); ОЗСН (острая застойная сердечная недостаточность); АД (артериальное давление); ЭКГ (электрокардиография); ОПП (острое повреждение почек); СНК (скорость наполнения капилляров); ВСО (видимые слизистые оболочки); УЗИ (ультразвуковое исследование); КПВ (каудальная полая вена); КТ (компьютерная томограмма); МТ (масса тела); ГЭК (гидроксиэтилкрахмал); КСП (криосупернатантная плазма); СЛР (сердечно-легочная реанимация); ИПС (инфузия с постоянной скоростью); СНК (время пополнения капилляров); CSA (алюминий, специфичный для собак); ДСВ (дефицит свободной воды); СКФ (скорость клубочковой фильтрации); в/к (внутрикостная); Na (натрий); КСI (хлорид калия); п/к (подкожно); в/м (внутримышечно); в/в (внутривенно); в/к (внутрикостно); ЧМТ (черепно-мозговая травма); ООИ (общий объем инфузии); VТVI (объем, подлежащий инфузии).

Содержание:

Разделы

Раздел 1: Введение

Раздел 2: Общие принципы инфузионной терапии

Раздел 3: Инфузионные растворы для заместительной и поддерживающей терапии

Раздел 4: Инфузионная терапия и анестезия

Раздел 5: Инфузионная терапия у пациентов с заболеваниями

Раздел 6: Перегрузка жидкостью

Раздел 7: Вопросы и противоречия, связанные с инфузионной терапией

Раздел 8: Инфузионная терапия и мониторинг

Раздел 9: Заключение

Рисунки

Рисунок 1: Нормальное распределение воды в организме

Рисунок 2: Модифицированная гипотеза Старлинга

Рисунок 3: Гиповолемия

Рисунок 4: Лечение гиповолемии

Рисунок 5: Обезвоживание и эуволемия

Рисунок 6: Лечение обезвоживания

Рисунок 7: Сильное обезвоживание и гиповолемия

Рисунок 8: Лечение тяжелого обезвоживания и гиповолемии

Рисунок 9: Инфузионная терапия во время анестезии

Рисунок 10: Подход к инфузионной терапии собак и кошек с черепно-мозговой травмой

Рисунок 11: Влияние перегрузки жидкостью на функцию органов

Рисунок 12: Алгоритм терапии перегрузки жидкостью

Таблицы

Таблица 1: Оценка внутрисосудистого объема

Таблица 2: Стадии и клинические признаки гиповолемического шока

Таблица 3: Оценка обезвоживания (%), основанная на результатах физикального осмотра

Таблица 4: Параметры оценки внеклеточной гидратации и ожидаемые изменения по сравнению с исходными параметрами пациентов с гипо- и гипергидратацией

Таблица 5: Дополнительные клинические и диагностические данные, которые указывают на гипергидратацию/перегрузку жидкостью

Таблица 6. Условия, создающие трудности, касательно индивидуальных потребностей жидкостного сектора

Таблица 7: Конечные точки для мониторинга гиповолемии и обезвоживания

Таблица 9: Инфузионная терапия согласно потребностям пациента

Таблица 10: Эмпирические рекомендации по подкожной инфузионной терапии

Таблица 11: Рекомендации по добавлению калия к растворам

Таблица 12А: Подход к инфузионной терапии у пациентов с гипонатриемией

Таблица 12В: Распространенные причины острой и хронической гипонатриемии у собак и кошек

Таблица 12С: Концентрация натрия в изотонических кристаллоидах

Таблица 12D: Расчет ожидаемых изменений концентрации натрия

Таблица 13А: Подход к инфузионной терапии у пациентов с гипернатриемией

Таблица 13В: Распространенные причины острой и хронической гипернатриемии у собак и кошек

Таблица 14: Как приготовить растворы, содержащие декстрозу

Таблица 15: Клинические, рентгенологические и ультразвуковые данные, связанные с перегрузкой жидкостью

Таблица 16: Способы внутривенного введения растворов

Таблица 17: Периферический внутривенный катетер. Установка и уход

Таблица 18: Контроль подачи растворов

Таблица 19: Оценка и мониторинг параметров, которые учитываются у пациентов, получающих инфузионную терапию

Таблица 20: Методы контроля количества выделяемой жидкости

Определения

Обезвоживание - состояние, при котором организм теряет больше жидкости, чем получает, что приводит к дисбалансу воды и электролитов.

Эволемия/эволемический отек - нормальный баланс и распределение общего количества воды в организме.

Перегрузка жидкостью/синдром накопления жидкости - Клинический спектр, который простирается от гиперволемии до угрожающих жизни отеков и полостных выпотов. Рабочая группа по рекомендациям предположила, что непереносимость жидкости может быть более подходящим термином для этого состояния, поскольку этот термин более точно описывает, что количество жидкости, необходимое для перегрузки пациента, зависит от переносимости данного количества жидкости. Таким образом, "непереносимость жидкости" охватывает как ятрогенную перегрузку, так и перегрузку из-за сопутствующих заболеваний. Однако, учитывая, что "перегрузка жидкостью" по-прежнему широко используется и признается в ветеринарной медицине, в данном руководстве этот термин будет использоваться в основном для обозначения этого состояния.

Гиперволемия - увеличение объема жидкости в сосудах. Гипертония обычно не является признаком гиперволемии (за исключением случаев заболевания почек).

Гиповолемия - уменьшение объема жидкости в сосудах.

Поддерживающие растворы - кристаллоидные растворы, в состав которых входят электролиты с концентрацией, соответствующей суточной потребности пациента.

Замещающие растворы - кристаллоидные растворы, предназначенные для восполнения потерянных организмом жидкостей и электролитов.

Общее количество воды в организме - общее количество воды, содержащейся в трех секторах организма млекопитающих: внутриклеточном (67%) и внеклеточном (33%), которое, в свою очередь, делится на интерстициальное (25%) и сосудистое (или внутрисосудистое) пространство (8%).

Раздел 1: Введение

Инфузионная терапия является распространенным аспектом терапии ветеринарного пациента, необходимым при широком спектре клинических состояний, начиная от относительно легких случаев (например, кратковременного сниженного аппетита при остром гастрите), более тяжелыми состояниями (например, хронической болезни почек) и заканчивая неотложными случаями, представляющими угрозу для жизни (например, при значительной потере объема циркулирующей крови и шоке). При правильном назначении инфузионная терапия может стать одним из наиболее эффективных методов лечения, доступных в ветеринарии. Однако достижение желаемых терапевтических результатов, а не введение растворов, которые не дают эффекта или усугубляют проблему, требует понимания физиологических факторов, влияющих на движение жидкости в организме и электролитный баланс. Совершенствование этих знаний для создания индивидуальных терапевтических планов на каждого пациента может быть сложной задачей до тех пор, пока пациент не достигнет удовлетворительного состояния по здоровью.

В этих рекомендациях дается обзор динамики жидкости в организме и даются практические рекомендации по выбору растворов, расчету скорости введения и выбору путей введения собакам и кошкам в целях шоковой инфузии, заместительной и поддерживающей инфузии. В руководстве также содержатся рекомендации по проведению инфузионной терапии для пациентов, находящихся под наркозом, пациентов с обычными заболеваниями и пациентов с болезнями, представляющими особую сложность для проведения инфузионной терапии. Кроме того, в этих рекомендациях подробно описываются параметры наблюдения за пациентом, методы предотвращения перегрузки жидкостью, варианты введения растворов и рассматриваются противоречия и неправильные представления об инфузионной терапии. Онлайн-ресурсы содержат практические примеры и ответы на часто задаваемые вопросы.

Раздел 2: Общие принципы инфузионной терапии.

Три основных рекомендации:

1. Инфузионные растворы - это лекарственные препараты, и их необходимо назначать соответствующим образом, чтобы быстро достичь желаемых терапевтических целей и свести к минимуму осложнения.
2. Для каждого сектора жидкости в организме - внутриклеточного, интерстициального и внутрисосудистого - могут потребоваться различные виды растворов с учетом индивидуальных потребностей пациента.
3. Произвольное назначение нормы или дозы введения инфузионных растворов может способствовать ухудшению состояния и увеличению смертности пациентов и не привести к достижению целей инфузионной терапии.

Обзор

Инфузионная терапия включает в себя введение определенных растворов для восстановления баланса жидкости в организме пациента. Как и в случае с любым медикаментозным лечением, для достижения терапевтических целей и сведения к минимуму осложнений, необходимо учитывать фармакокинетику и фармакодинамику каждого раствора. Однако сама по себе инфузионная терапия не может устранить все отклонения, а использование стандартной дозы раствора для всех пациентов может привести к осложнениям (см. Вставку 1). Чтобы назначить эффективную инфузионную терапию, ветеринарный врач должен иметь базовое представление о жидкостных секторах организма и о том, как вода распределяется между ними.

Вставка 1: Одна норма дозировки раствора не подходит для всех

Распространенное заблуждение заключается в том, что введение раствора в дозе в два раза превышающей поддерживающий объем, обеспечит адекватное лечение большинства ветеринарных пациентов, нуждающихся в инфузионной терапии. Однако в некоторых случаях такой подход может оказаться неуместным или с непредсказуемым ответом организма, как показано в следующих примерах:

- **Внутриклеточная дегидратация.** При двукратном введении поддерживающей инфузии для регидратации у пациента с 5%-ной интерстициальной дегидратацией потребуется примерно 33 часа, что намного больше рекомендуемых 12-24 часов.
- **Уремия, вызванная острым повреждением почек (ОПП).** Основная цель в лечении ОПП заключается в обеспечении адекватной почечной перфузии и способности почек справляться с объемом жидкости. Скорость введения жидкости у пациентов с нормоволемией должна определяться исходя из объема выделяемой жидкости (см. раздел 5 "Инфузионная терапия у пациентов с заболеваниями").
- **Интоксикации.** Введение увеличенного ежечасного объема жидкости для форсированного диуреза и усиления диуреза может не привести к увеличению выведения токсинов, а также может привести к перегрузке организма жидкостью. Например, хотя некоторым животным, страдающим от токсичности нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП), может быть полезна инфузионная терапия для лечения обезвоживания или гиповолемии, высокое потребление жидкости (также известное как форсированный диурез) не ускоряет выведение НПВП, поскольку большинство НПВП хорошо связываются с белками.

Распределение и движение жидкости между основными секторами организма

Вода содержится в трех основных секторах организма млекопитающих. Секторы внутриклеточной и внеклеточной жидкости содержат 67% и 33% общего количества воды в организме соответственно (Рис. 1), и эти секторы разделены клеточными мембранами. Сектор внеклеточной жидкости далее делится на интерстициальное (25% от общего количества воды в организме, или 75% внеклеточной воды в организме) и сосудистое (8% от общего количества воды в организме, или 25% внеклеточной воды организма), а стенки капилляров разделяют эти пространства (Рис. 1).

Потребление жидкости любым способом может повлиять на содержание жидкости в организме. Вводимые жидкости перемещаются между секторами в зависимости от:

- Тонуса жидкости
- Тонуса внеклеточного пространства пациента
- Размера макромолекул во вводимой жидкости

Натрий является наиболее распространенным катионом во внеклеточном пространстве и является наиболее важной молекулой, поддерживающей внеклеточный тонус. Жидкость, вводимая внутривенно, которая содержит концентрацию натрия, аналогичную концентрации внеклеточной жидкости, будет перераспределяться в течение 45 минут в зависимости от процентного содержания общей воды в организме, т.е. у нормального животного 25% введенной жидкости останется во внутрисосудистом пространстве, а 75% переместится в интерстициальное пространство. Движение жидкости через эндотелиальную мембрану зависит от состава вводимой жидкости и состояния мембраны капилляров пациента. Модифицированная гипотеза Старлинга описывает, как жидкость перемещается по капилляру мембраны (Рис. 2). Гидростатическое давление, коллоидно-осмотическое давление и проницаемость сосудов влияют на движение жидкости [1,2].

При повышении проницаемости мембран капилляров, повышении внутрисосудистого гидростатического давления или снижении коллоидно-осмотического давления плазмы крови большее количество изотонической жидкости может попасть в интерстиций или полость тела и вызвать отек тканей, выпот или и то, и другое вместе.

Внутривенное введение гипертонического раствора приведет к перемещению воды из интерстициального и внутриклеточного пространства во внутрисосудистое пространство. Это может быть желательно для быстрого восстановления внутрисосудистого объема. Однако, чтобы эта стратегия была успешной, интерстициальное и внутриклеточное пространство уже должно быть достаточно наполнено. При внутривенном введении гипотонический раствор вызывает перемещение воды из внеклеточного пространства во внутриклеточное, что является хорошим подходом при лечении дефицита воды, не содержащей растворенных веществ.

Целенаправленная инфузионная терапия

Для выполнения целенаправленной инфузионной терапии требуется составление плана, который восполняет дефицит жидкости в необходимом секторе, используя следующие шаги:

1. Определите, в каком компартменте есть дефицит жидкости.
2. Определите, какой тип жидкости и способ введения лучше всего восполнят каждый дефицит.
3. Рассчитайте дозу раствора и скорость введения.
4. Контролируйте реакцию пациента на терапию и признаки осложнений [3-5].

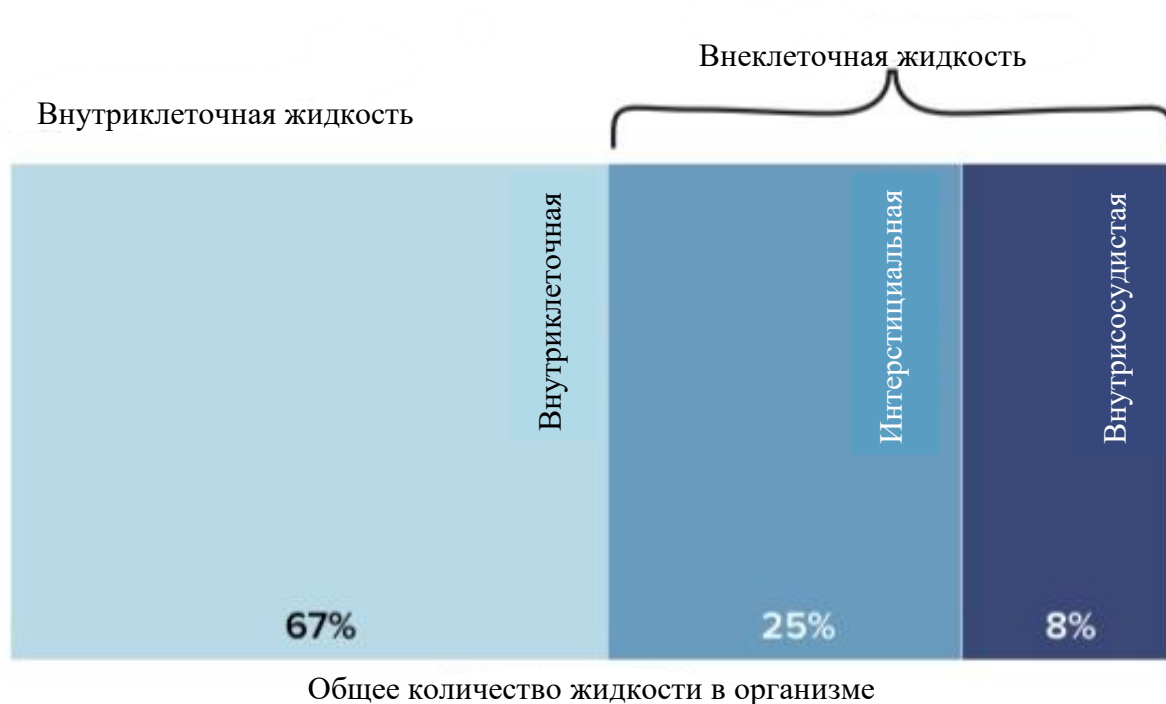


РИСУНОК 1

Нормальное распределение жидкости в организме

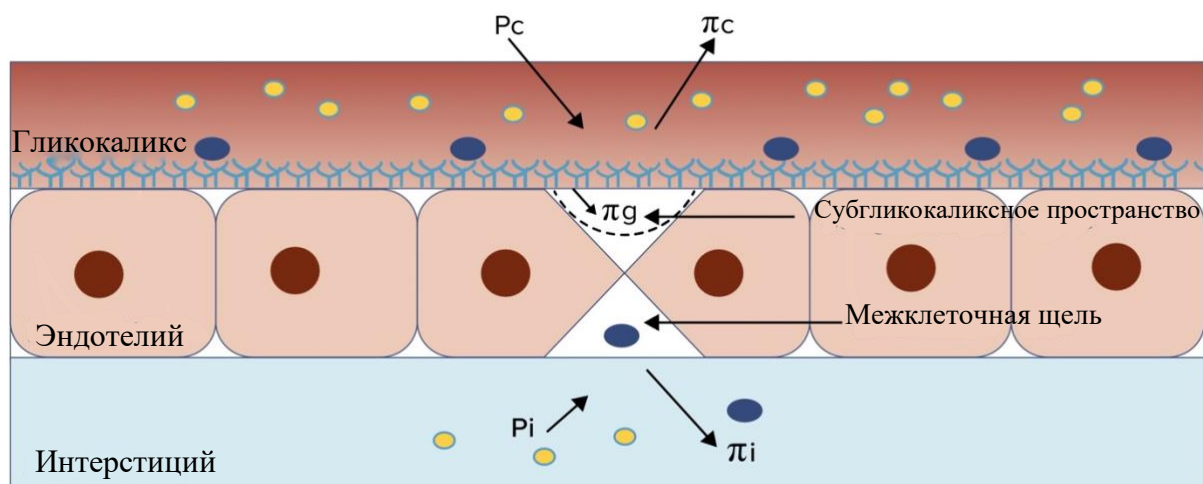


РИСУНОК 2

Модифицированная гипотеза Старлинга*

Модифицированная исходная гипотеза о течении жидкости через капиллярную мембрану. Сила фильтрации = $([P_c - P_i] - \sigma[\pi_r - \pi_g])$, где P_c – капиллярное гидростатическое давление; P_i – внутритканевое гидростатическое давление; π_r – онкотическое давление плазмы; π_g – внутритканевое онкотическое давление; гликокаликсное онкотическое давление.

*Silverstein DC and Hopper K, eds., Small Animal Critical Care Medicine, 3rd ed., Waddell L., Colloid osmotic pressure and osmolality, p. 1055, Elsevier (2022).

Общие принципы обследования пациентов перед и во время проведения инфузионной терапии

Объем внеклеточной жидкости (т.е. сосудов и интерстициального пространства) должен быть достаточным для устранения дефицита внутриклеточной жидкости. Поэтому оценка и устранение изменений физиологического объема должно происходить в следующем порядке:

1. Оцените объем внутрисосудистой жидкости, проанализировав:
 - Историю болезни пациента
 - Параметры перфузии (ментальный статус, частоту сердечных сокращений (ЧСС), скорость наполнения капилляров (СНК), цвет слизистых оболочек, температуру конечностей, тургор кожи и качество пульса).
 - Контролируемые параметры (артериальное давление, результаты электрокардиограммы)
 - Результаты лабораторных исследований (Таблица 1)
 - Результаты диагностической визуализации (Таблицы 1, 2)
2. Оцените интерстициальное пространство, определив:
 - Параметры гидратации пациента (Таблицы 3-5)
3. Оцените внутриклеточное пространство, определив
 - Концентрацию натрия у пациента
 - Дефицит свободной воды (ДСВ) (Вставка 2)

Восполнение дефицита и мониторинг реакции

Для восполнения дефицита внеклеточной жидкости (т.е. дефицита жидкости в сосудах и интерстициальной жидкости) необходимо:

- Ввести буферный изотонический кристаллоидный раствор, содержащий натрий в концентрации, близкой к данному пациенту.
- Для быстрого восполнения внутрисосудистого объема можно использовать гипертонический кристаллоид, коллоидный раствор или и то, и другое вместе [4].

- Внимательно следите за параметрами пациента до тех пор, пока не будет достигнут и поддерживаться баланс жидкости (таблицы 1, 3-5).
- Мониторинг также может быть осуществлен путем оценки относительных изменений каудальной полой вены (КПВ) в течение одного дыхательного цикла с помощью ультразвукового исследования (УЗИ) и расчета индекса спадения КПВ [6,7]. В таблице 6 приведены некоторые состояния, которые создают дополнительные трудности при удовлетворении индивидуальных потребностей в жидкостных секторах. Более подробную информацию о решении проблем, связанных с инфузионной терапией, смотрите в разделе 5 "Инфузионная терапия у пациентов с заболеваниями".

Вставка 2: Расчет дефицита свободной воды

Дефицит свободной воды (ДСВ) в литрах (Л) = $[Na \text{ пациента} / \text{Желаемый Na}] - 1] \times (0,6 \times \text{Вес [кг]})$

ТАБЛИЦА 1
Оценка внутрисосудистого объема

Критерий	Гиповолемия	Гиперволемия*
История болезни	Рвота, диарея, снижение жажды, анорексия или гипорексия, респираторные симптомы, лихорадка, гипотензия и кровопотеря	Ятрогенная перегрузка жидкостью, полидипсия, солевая интоксикация, введение осмотических препаратов
Клинический осмотр	Смотри таблицу 2 Может наблюдаться при сильном обезвоживании (>12%), а также при признаках кровопотери (кровотечение, эпистаксис и т.д.)	Учащенный пульс, появление шумов в сердце, влажные хрипы в легких, выделения из глаз/носа, расширение яремной вены, периферические отеки
Данные АД и ЭКГ	Артериальная гипотензия, аритмии	Аритмии
Лабораторные исследования	Гиперлактатемия, метаболический ацидоз, острая анемия, гипопротейнемия (может быть вторичной по отношению к кровоизлиянию)	Гемоделиция эритроцитов, мочевины и электролитов
Визуальная диагностика (рентген, УЗ, КТ)	Микрокардия, индекс спадения КПВ >27%	Переполнение брюшных вен, индекс спадения КПВ <27%, выпоты: плевральный, забрюшинный, околопочечный, асцит

*Обычно возникает в сочетании с признаками гипергидратации интерстициального пространства (см. Таблицы 4 и 5).

ТАБЛИЦА 2

Стадии и клинические признаки гиповолемического шока

	ЧСС	СНК	ВСО	Пuls	АД	Конечности	T
Стадия компенсации							
Кошка	Распознается редко (от нескольких секунд до нескольких минут)						
Собака	Норма или повышена	1-2 сек	Норма или красные	Умеренный	Норма или повышено	Норма	Гипотермия, гипертермия или норма
Стадия ранней декомпенсации							
Кошка	Норма или снижена	>2 сек	Бледные	Слабый	Низкое	Прохладные на ощупь	Гипотермия
Собака	Увеличена	>2 сек	Бледные, белые	Слабый	Нормальное или снижено	Прохладные на ощупь	Гипотермия, гипертермия или норма
Стадия поздней декомпенсации							
Кошка	Понижена	>2 с или отс	белые	Отсутствует	Низкое или не определяется	Холодные на ощупь	Гипотермия
Собака	Норма или снижена	>2 сек или отс	белые	Отсутствует	Низкое или не определяется	Холодные на ощупь	Гипотермия, гипертермия или норма

ТАБЛИЦА 3

Оценка обезвоживания (%), основывающаяся на результатах физикального осмотра

% обезвоживания	Результаты физического осмотра
<5%	Клинически не определяется
5-6%	Незначительное снижение тургора
6-8%	Снижение тургора Сухость слизистых оболочек*
8-10%	Явное снижение тургора кожи Энофтальм
10-12%	Кожная складка не расправляется Помутнение роговицы** Признаки гиповолемии
>12%	Гиповолемический шок Летальный исход

Примечание: есть существенные клинические различия между клиническими признаками и степенью обезвоживания, поэтому оценка является приблизительной.

Silverstein DC and Hopper K, eds., Small Animal Critical Care Medicine, 3rd ed., Rudloff, E, Assessment of hydration, p. 1054-58, Elsevier (2022)

*У пациентов с ОПП и ХБП без обезвоживания может наблюдаться ксеростомия

**Так же может быть энофтальм

ТАБЛИЦА 4

Параметры оценки внеклеточной гидратации и ожидаемые изменения по сравнению с исходными параметрами пациентов с гипо- и гипергидратацией

Параметр	Гипогидратация	Гипергидратация
Тургор кожи	↓	↑
Влажность слизистых оболочек	↓	↑
Эритроциты	↑	↓
Общий белок	↑	↓
Мочевина	↑	↓
Осмолярность мочи	↑	↓
Плотность мочи	↑	↓

Silverstein DC and Hopper K, eds., Small Animal Critical Care Medicine, 3rd ed., Rudloff, E, Assessment of hydration, p. 1054-58, Elsevier (2022)

ТАБЛИЦА 5

Дополнительные клинические и диагностические данные, которые указывают на гипергидратацию/перегрузку жидкостью

Резкое увеличение массы тела

Респираторные признаки

- Тахипноэ
- Кашель
- Влажные хрипы в легких
- Затрудненное дыхание
- Результаты диагностической визуализации, подтверждающие наличие плеврального выпота, асцита и/или отека легких

Отек

- Хемоз
- Подкожный отек
- Отек и дисфункция органов (например, желудочно-кишечные симптомы, изменение ментального статуса, аритмии)

Серозные выделения из носа

Полостной выпот

Полиурия при отсутствии почечной недостаточности

Дрожь

Беспокойство

ТАБЛИЦА 6**Условия, создающие трудности, касательно индивидуальных потребностей жидкостного сектора**

Состояние	Трудности
Гиповолемический шок у кошек	<ul style="list-style-type: none">• Для кошек характерно развитие брадикардии, гипотермии и артериальной гипотензии• Эта триада делает кошек более восприимчивыми к гиперволемии и гипергидратации по сравнению с собаками с использованием аналогичной стратегии инфузионной терапии (см. Таблицу 2)
Повышенная проницаемость капилляров (например, вследствие системного воспаления, ожогов, травм)	<ul style="list-style-type: none">• Может привести как к гиповолемии, так и гипергидратации
ОЗСН у пациента, получающего диуретики и средства, снижающие постнагрузку	<ul style="list-style-type: none">• Может привести к ухудшению перфузии и признакам шока из-за сердечно-сосудистой дисфункции
Терапия осмотическими диуретиками или неконтролируемая гипергликемия	<ul style="list-style-type: none">• Может привести к гиперволемии и уменьшению объема интерстициальной и внутриклеточной воды

Раздел 3: Инфузионные растворы для заместительной и поддерживающей терапии

Три основных рекомендации:

1. Рассчитайте потребность в жидкости, исходя из трех основных этапов инфузионной терапии: реанимации, регидратации и поддержания. Способ введения зависит от тяжести дефицита жидкости у пациента и его способности принимать жидкость перорально. По возможности следует использовать энтеральный способ введения.
2. Используйте замещающие жидкости, также называемые изотоническими кристаллоидами, для лечения гиповолемии и дегидратации, помня о том, что каждое состояние требует различных стратегий. Пациентам с гиповолемией требуется немедленное внутрисосудистое восполнение объема жидкости, которое осуществляется одним или несколькими небольшими внутривенными или внутрикостными болюсами в течение 15-30 минут. Обезвоженным пациентам требуется непрерывное введение жидкости в течение 12-24 часов.
3. Используйте поддерживающие жидкости, также называемые гипотоническими кристаллоидами, для обеспечения суточной потребности в жидкости у пациентов с недостаточным потреблением жидкости. Использование изотонических кристаллоидов для удовлетворения потребности в поддерживающей жидкости может привести к нарушению электролитного баланса у пациентов.

Обзор

При разработке плана заместительной или поддерживающей инфузионной терапии следует учитывать тип раствора, объем, способ введения и частоту введения индивидуально для каждого пациента. *Имейте в виду, что оценка баланса жидкости у пациента - это не разовое мероприятие.* По мере улучшения клинического состояния пациента назначайте растворы в соответствии с текущими потребностями, реакцией на терапию и течением заболевания [8].

Гиповолемия и дегидратация - это два взаимосвязанных клинических состояния, которые связаны с дефицитом жидкости в организме и требуют заместительной инфузионной терапии. Хотя эти состояния схожи, между ними есть явные различия, и стратегии введения жидкости различаются.

Пациентам с дефицитом внутрисосудистого объема или гиповолемией требуется быстрая внутривенная замена жидкости. С другой стороны, пациенты с дефицитом жидкости из-за недостаточного потребления жидкости и продолжающихся потерь или обезвоживания нуждаются в медленном, устойчивом восполнении дефицита жидкости, позволяющем интерстициальным и внутриклеточным отделам повторно поглощать эту жидкость. Как только пациенты получают достаточное количество жидкости и у них проходит эуволемиа, им может потребоваться поддерживающая инфузионная терапия только в том случае, если они не в состоянии поддерживать баланс жидкости при пероральном приеме.

Лечение гиповолемии

Гиповолемией является уменьшение объема циркулирующей крови, что приводит к снижению перфузии тканей. Гиповолемия возникает при потере жидкости и электролитов, что приводит к уменьшению общего объема крови в системе кровообращения (Рис. 3). Гиповолемия может быть вызвана различными факторами, такими как обильное кровотечение, тяжелые ожоги, сильная диарея или рвота, заболевания почек или недостаточное потребление жидкости. Параметры для выявления гиповолемии приведены в Таблице 2.

Для пациентов с гиповолемией крайне важна немедленная медицинская помощь, поскольку не купируемая гиповолемия может привести к серьезным осложнениям. Лечение заключается во внутривенном введении растворов для восстановления объема циркулирующей крови и устранения первопричины. Устраните гиповолемию, введя болюсно изотонический раствор с буфером в дозе 5-10 мл/кг (кошкам) и 15-20 мл/кг (собакам) в течение 15-30 минут. Болюсы можно вводить повторно, если желаемые показатели гемодинамики и перфузии не были достигнуты, и у пациента сохраняется гиповолемия (Рис. 4).

Лечение обезвоживания

Обезвоживание - это состояние, при котором организм теряет больше жидкости, чем получает, что приводит к дисбалансу воды и электролитов (Рис. 5). Недостаточное потребление жидкости, учащенное дыхание у собак, рвота, диарея или такие заболевания, как диабет, могут привести к обезвоживанию. Параметры, позволяющие определить обезвоживание, приведены в Таблице 3.

В зависимости от степени обезвоживания, как правило, можно восполнить потерю жидкости оральным путем или подкожным введением растворов. В тяжелых случаях обезвоживания или когда пациент не может принимать жидкости внутрь, предпочтительно внутривенное введение растворов.

Обезвоживание можно скорректировать, рассчитав дефицит жидкости (Вставка 3) в зависимости от степени обезвоживания (Таблица 3) и назначив инфузионную терапию в течение 12-24 часов (Рис. 6).

Вставка 3: Расчет дефицита жидкости

Дефицит жидкости (мл) = Масса тела (кг) × % обезвоживания (в десятичной системе счисления)

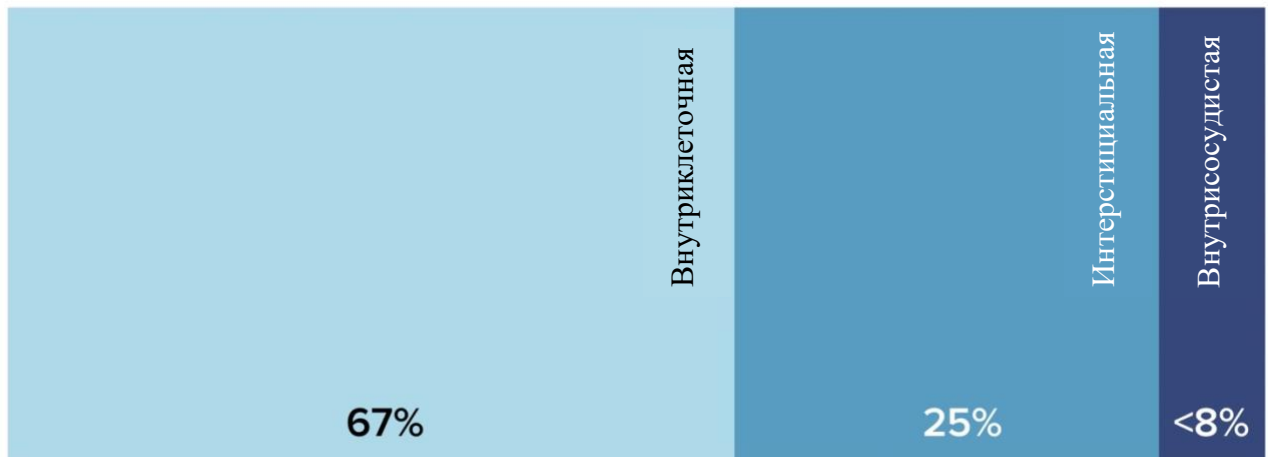
Лечение гиповолемии и обезвоживания

В случаях, когда присутствуют как гиповолемия, так и дегидратация (Рис. 7), сначала устраните гиповолемию, затем регидратируйте (Рис. 8). Оба назначения инфузионной терапии должны включать конкретные конечные точки для мониторинга, чтобы определить, когда гиповолемия и дегидратация разрешатся (Таблица 7). Дополнительно может проводиться ультразвуковая оценка состояния камер сердца и каудальной полой вены (индекс спадания КПВ) для достоверной оценки чувствительности к жидкости.

Выбор растворов для внутривенного введения

Чтобы назначить соответствующую внутривенную инфузионную терапию, необходимо учитывать множество факторов, включая возраст пациента, текущие и сопутствующие заболевания (например, почечную или сердечную недостаточность, гипопроотеинемию), водно-электролитный баланс и другие особые потребности (см. раздел 5 "Инфузионная терапия у пациентов с заболеваниями"). Эти факторы влияют на выбор типа раствора для внутривенного введения и необходимость корректировки ее состава или скорости введения.

Гиповолемия

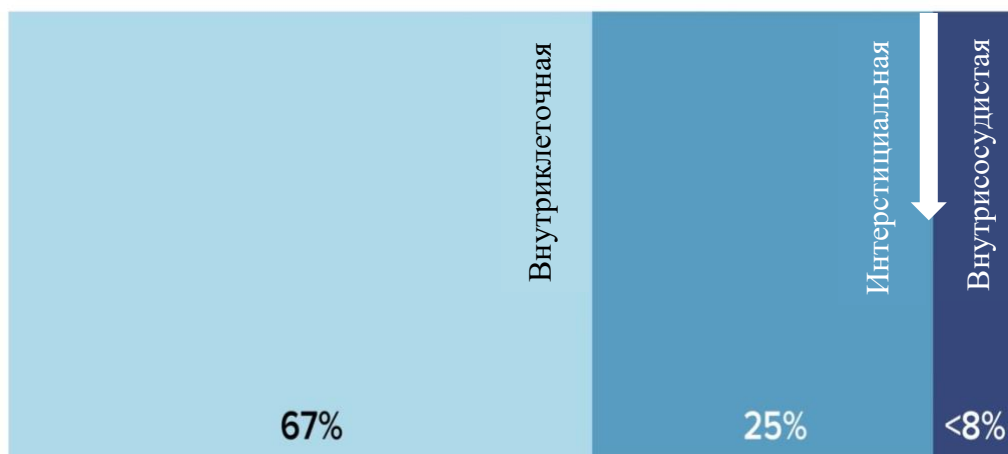


Общее количество жидкости в организме

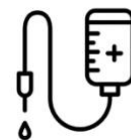
РИСУНОК 3

Гиповолемия приводит к уменьшению объема внутрисосудистого пространства. При острой гиповолемии, в первую очередь, страдает именно внутрисосудистый компартмент. Поскольку тяжесть и продолжительность гиповолемии сохраняются, она может влиять и на другие жидкостные отделы.

Лечение гиповолемии



Общее количество жидкости в организме



Кошки: 5-10 мл/кг,
Собаки: 15-20 мл/кг
сбалансированного
изотонического
раствора в течение 15-
30 мин

Потерянный объем
быстро восполняется
и доставляется в
сосудистое русло

РИСУНОК 4

Лечение гиповолемии требует быстрого введения жидкости в сосудистое пространство для восстановления эффективного объема циркулирующей крови

Обезвоживание и зуволемия

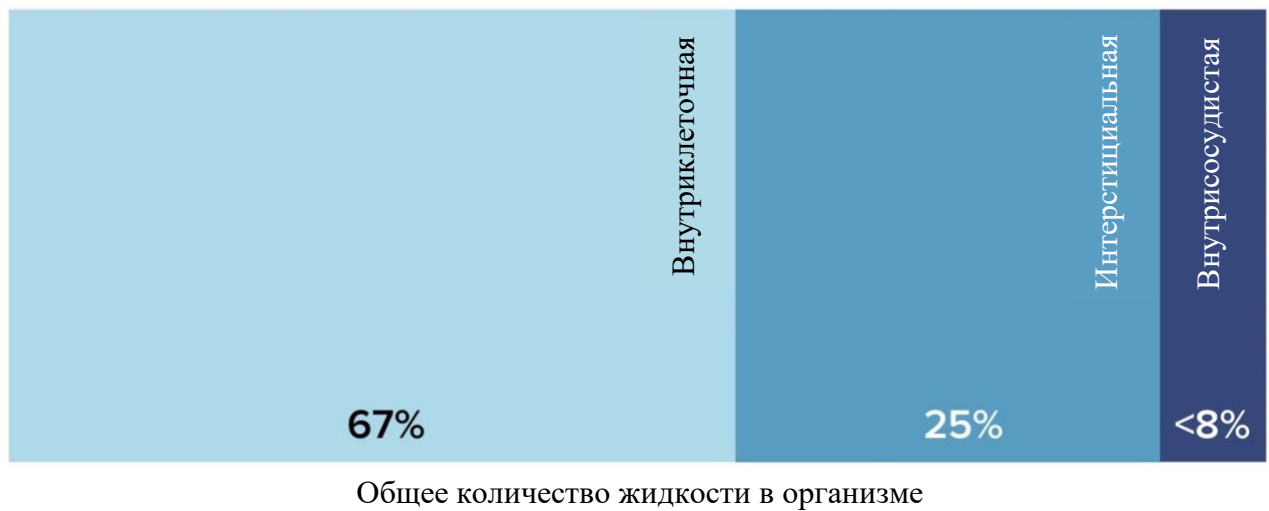


РИСУНОК 5

Обезвоживание приводит к уменьшению объема в интерстициальном пространстве

Лечение обезвоживания

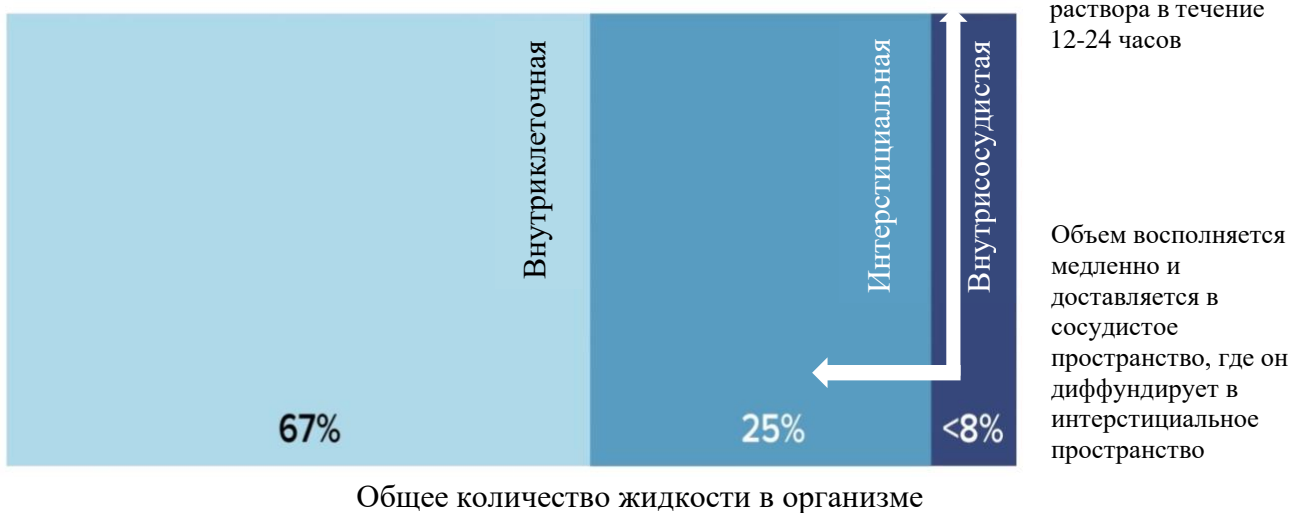


РИСУНОК 6

Лечение дегидратации требует медленной, продолжительной внутрисосудистой инфузии, которая будет медленно диффундировать в интерстициальное пространство в течение 12-24 часов. Подкожное или пероральное пути введения не показаны, однако эти метода также устраняют обезвоживание

Сильное обезвоживание и гиповолемия

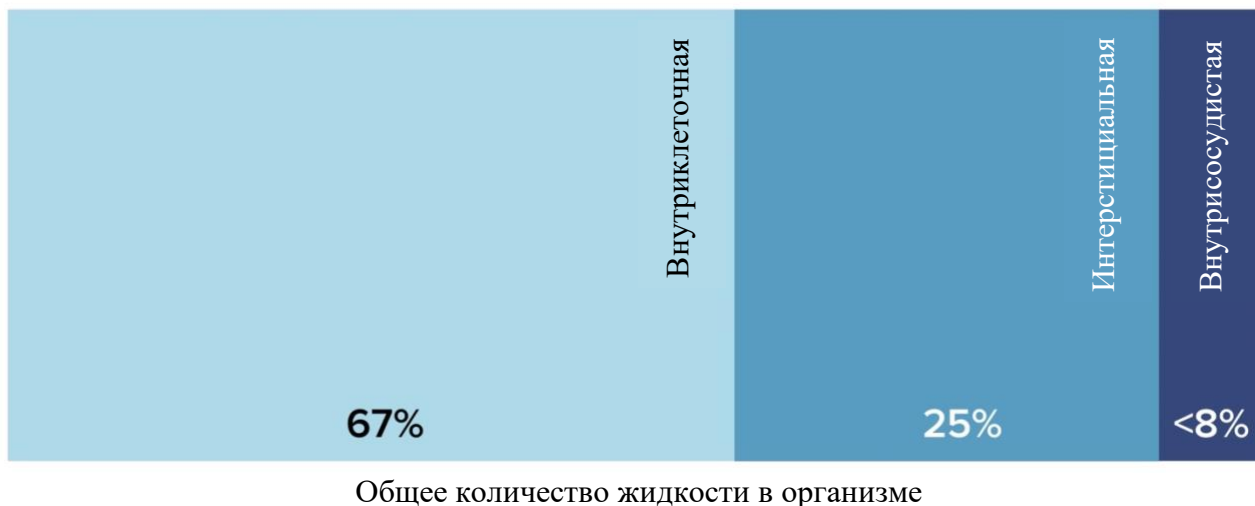


РИСУНОК 7

Обезвоживание приводит к уменьшению объема в интерстициальном пространстве. По мере усиления обезвоживания, оно может также влиять на внутрисосудистый и внутриклеточный компартмент, приводя к обезвоживанию с сопутствующей гиповолемией

Лечение тяжелого обезвоживания и гиповолемии

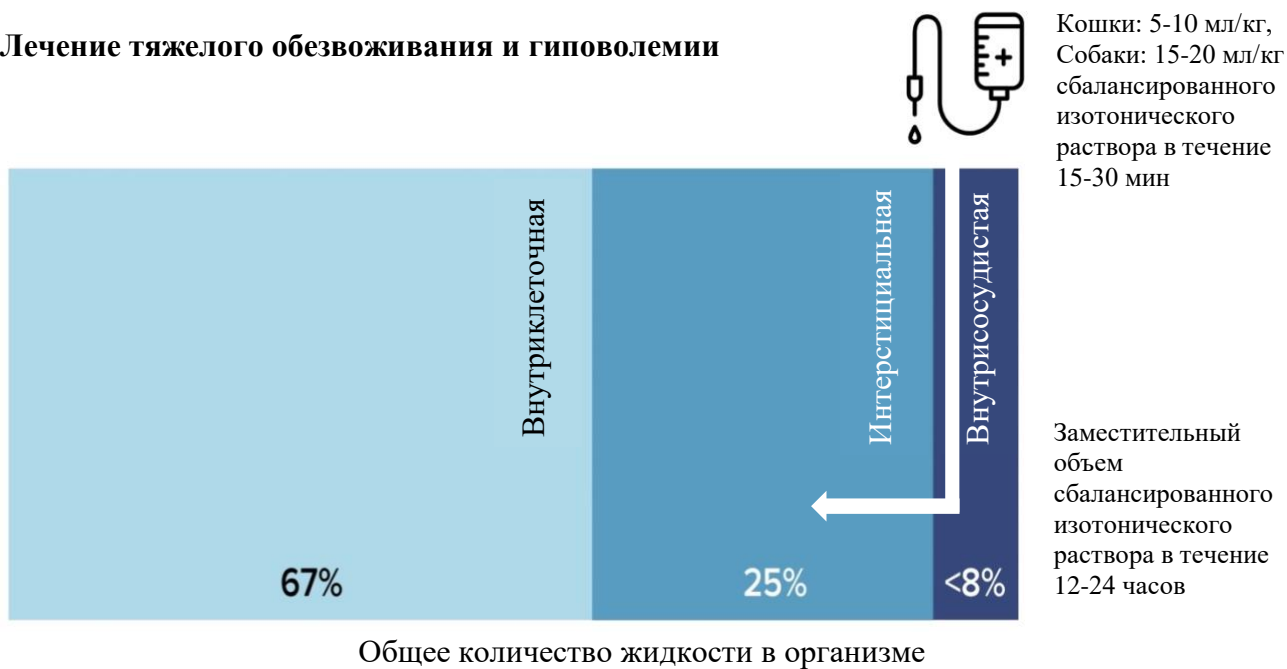


РИСУНОК 8

Лечение тяжелой дегидратации и гиповолемии требует двойной стратегии. Для начала, устраните гиповолемию путем быстрой доставки внутрисосудистой жидкости и восстановления эффективного объема циркулирующей крови. Как только гиповолемия компенсируется, регидратируйте пациента путем медленной инфузии внутривенных растворов, вводимых в течение 12-24 часов

ТАБЛИЦА 7**Конечные точки для мониторинга гиповолемии и обезвоживания**

Жидкостный статус	Гиповолемия	Обезвоживание
Начальные параметры	(см. Таблицу 2)	(см. Таблицу 3)
Первоначальная стратегия лечения	<ul style="list-style-type: none">• 5-10 мл/кг (кошка), 15-20 мл/кг (собака) сбалансированного изотонического раствора в течение 15 минут• Оценка параметров перфузии в конце каждого болюса	<ul style="list-style-type: none">• Рассчитайте объем заместительной терапии и введите в течение 12-24 часов• Оценивайте параметры пациента на протяжении всего периода введения раствора с целью коррекции полного дефицита дегидратации в течение 12-24 часов
Последний этап	<ul style="list-style-type: none">• Улучшение ЧСС, СНК, АД, сознания	<ul style="list-style-type: none">• Улучшение тургора кожи, ВСО и плотности мочи, а также увеличение массы тела и диуреза
Стратегия лечения на последней ступени	<ul style="list-style-type: none">• Если жизненно важные показатели пришли в норму, то оцените нужно ли купировать обезвоживание, и продолжайте инфузионную регидратацию• Если показатели улучшились, но не нормализовались, повторите болюс такого же или меньшего объема и повторите оценку	<ul style="list-style-type: none">• Если конечные показатели пришли в норму, то оцените, возможен ли оральный прием. Если нет, то продолжайте введение поддерживающих растворов• Если обезвоживание не устранено полностью, пересчитайте потребность пациента в жидкости и продолжайте инфузию в течение дополнительных 12-24 часов

Кристаллоиды

Кристаллоидные растворы являются наиболее распространенным типом используемых растворов, и их можно классифицировать как замещающие или поддерживающие растворы. Состав замещающих растворов напоминает состав внеклеточной жидкости (Таблица 8). Поддерживающие растворы содержат меньше натрия и больше калия, чем заместительные растворы (Таблица 8) [10].

Сравнение поддерживающих и заместительных растворов для инфузии

Использование термина "поддерживающие растворы" для обозначения нормы введения жидкости является распространенным заблуждением. Вместо этого мы относим этот термин к классификации кристаллоидных растворов, приготовленных с использованием различных концентрацией электролитов, соответствующие суточной потребности пациента. Заместительные растворы (например, Рингера лактат) предназначены для восполнения потери организмом жидкости и электролитов (Таблица 8). Заместительные растворы часто используются как для в заместительной терапии, так и для поддерживающей терапии, когда

врачи добавляют в поддерживающие растворы калий или декстрозу, чтобы раствор соответствовал поддерживающей инфузионной терапии. Длительное использование заместительных растворов вместо поддерживающих может привести к нарушению обмена натрия в крови и гипокалиемии [11]. Хотя нет никаких доказательств того, что использование заместительных растворов для инфузии в качестве поддерживающих имеет краткосрочные негативные последствия, важно правильно обращаться с этими растворами и обеспечивать надлежащее соблюдение потребностей пациента к поддерживающей инфузионной терапии (состав электролитов и вводимый объем).

Концентрация натрия

Всегда учитывайте концентрацию натрия в крови пациента. У собак более низкая концентрация натрия (~145 мэкв/л) по сравнению с концентрацией натрия у кошек (~155 мэкв/л) [12]. У педиатрических пациентов натрий также может быть несколько ниже, чем у взрослых. Несмотря на то, что анализ крови в клинике позволяет получить быстрые результаты, он не всегда может быть доступен в случаях, когда требуется немедленная инфузионная терапия. В ситуациях, когда концентрация натрия неизвестна, лучшим выбором является сбалансированный изотонический раствор. Как только концентрация натрия будет определена, скорректируйте выбор раствора, соответствующий потребностям пациента (Таблица 8).

Расчет потребности в инфузионной терапии

Разделите план инфузионной терапии на шоковую инфузию, регидратацию, поддерживающую инфузию (Таблица 9) следующим образом:

Общая потребность в инфузии = показатель шоковой инфузии + показатель регидратации (включая текущие потери) + показатель поддерживающей инфузии.

Для расчета потребности в жидкости доступно несколько формул [13], и нет доказательств того, что одна из них превосходит другую [14]. Независимо от используемой формулы, подбирайте схему введения растворов индивидуально для каждого пациента и корректируйте ее в зависимости от результатов наблюдения за пациентом и текущих потерь.

Выбор способа введения инфузии

Выбор способа введения жидкости зависит от тяжести дефицита жидкости и способности пациента принимать жидкости перорально или через зонд. Гиповолемия всегда требует введения жидкости внутривенно или внутрикостно. Однако обезвоживание можно скорректировать с помощью внутривенного введения, п/к введения жидкости или энтерального введения жидкости или комбинации этих методов.

ТАБЛИЦА 8**Состав инфузионных кристаллоидных растворов [1,2-4]**

	Осм (мОсм/л)	pH	Na (мЭКВ/л)	Cl (мЭКВ/л)	K (мЭКВ/л)	Mg (мЭКВ/л)	Ca (мЭКВ/л)	Декс троза (г/л)	Буфер
Заместительные кристаллоидные растворы									
Гипертонические кристаллоиды									
NaCl 7,5%	2566	5.0	1293	1293	0	0	0	0	Нет
Изотонические кристаллоиды									
NaCl 0,9%	308	5,0	154	154	0	0	0	0	Нет
Рингер	209	6	147	156	4	0	2.2	0	Нет
Рингера лактат	275	6.5	130	109	4	0	3	0	Лактат
Плазма-Лит 148	294	5.5	140	98	5	3	0	0	Ацетат, Глюконат
Йоностерил	291	6	137	110	4	1.25	2	0	Ацетат
Стерофундин	309	5,5	145	127	4	1	2.5	0	Ацетат, Малат
Поддерживающие кристаллоидные растворы									
Гипотонические кристаллоиды									
Глюкоза 5%	252	4.0	0	0	0	0	0	50	Нет
NaCl 0,45%	154	5.6	77	77	0	0	0	0	Нет
NaCl 0,45% в 2,5% Глюкозе	252	4.0	0	0	0	0	0	50	Нет

1. Rudloff E, Hopper K. 2021. Crystalloid and colloid compositions and their impact. *Frontiers in Veterinary Science*. 8:639848.

2. Strandvik GF. 2009. Hypertonic saline in critical care: a review of the literature and guidelines for use in hypotensive states and raised intracranial pressure. *Anaesthesia*. 64(9): 990-1003

3. Holden D, et al. 2023. Hypertonic saline use in neurocritical care for treating cerebral edema: A review of optimal formulation, dosing, safety, administration and storage. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 80(6): 331-342 .

4. Carr CJ, et al. 2021. An audit and comparison of pH, measured concentration, and particulate matter in mannitol and hypertonic saline solutions. *Frontiers in Neurology*.

Внутривенное и внутрикостное введение растворов

Способы внутривенного и внутрикостного введения предпочтительны у пациентов с тяжелым дефицитом жидкости, острой потерей ОЦК и перфузионным дефицитом, а также у пациентов с минимальным потреблением жидкости перорально или энтерально вообще без нее. Эти пути позволяют быстро распределять жидкость и электролиты, обеспечивая точную дозировку и безопасное введение больших объемов жидкостей и гипертонических растворов. Внутрикостный доступ обычно используется у пациентов, которым внутривенный доступ невозможен, и служит мостиком для реанимации до тех пор, пока не будет установлен внутривенный катетер. Однако скорость внутривенного введения более ограничена, чем скорость в/к инфузии; например, в области плечевой и бедренной костей скорость в/к инфузии составляет до 1 мл/кг/мин [15].

Подкожное введение растворов

Метод подкожного введения предпочтителен для амбулаторной инфузионной терапии или для пациентов, получающих инфузии несколькими способами (например, внутривенно во время дневной госпитализации и п/к ночью). Однако сегодня нет научно обоснованной информации об идеальном выборе пациента для проведения подкожной инфузионной терапии, оптимальном объеме и частоте п/к инфузий, а также о ее возможных побочных эффектах [13]. В Таблице 10 приведены эмпирические рекомендации по п/к инфузионной терапии.

Чтобы оценить степень обезвоживания пациента и рассчитать поддерживающую инфузионную терапию, следуйте рекомендациям, изложенным выше. Важно избегать назначения подкожных инфузий пациентам с недостаточной гидратацией, поскольку нет доказательств того, что такая терапия полезна, и это может отразиться негативно для пациентов, у которых нарушен баланс жидкости в организме (например, при сопутствующих заболеваниях сердца и гипопротейнемии). Используйте каждый раз новый флакон или пакет с раствором для каждого отдельного пациента.

ТАБЛИЦА 9
Инфузионная терапия согласно потребностям пациента

Стадия	Формула	Скорость введения	Комментарии
Шоковая инфузия	Кошка 5-10 мл/кг Собака 15-20 мл/кг	15 мин	Оцените параметры перфузии после введения болюса. При необходимости можно повторить введение болюса
Регидратация	Общий дефицит жидкости (мл) = Масса тела (кг) x % обезвоживания (в десятичной дроби)	Более 12-24 часов	Текущие потери должны оцениваться с помощью входных и выходных данных и включаться в план инфузии
Поддержание	Собака: а. 60 мл/кг/сут б. $132 \times \text{МТ} (\text{кг})^{0,75}$ с. $30 \times \text{МТ} (\text{кг}) + 70 =$ мл/кг/сут Кошка: а. 40 мл/кг/сут б. $80 \times \text{МТ} (\text{кг})^{0,75}$ с. $30 \times \text{МТ} (\text{кг}) + 70 =$ мл/кг/сут Педиатрические: Щенки: 3 x доза для взрослых Котята: 2,5 x доза для взрослых	Более 24 часов	Также включите энтеральную воду, жидкую диету и внутривенные препараты в общий объем инфузионного плана

ТАБЛИЦА 10**Эмпирические рекомендации по подкожной инфузионной терапии**

Доза раствора	Частота	Тип жидкости	Комментарии
20-30 мл/кг	Один или два раза в день	Лактат рингера, Стерофундин, Йоностерил NaCl 0,9% имеет низкий уровень pH и может вызывать болезненные ощущения. Избегайте использования п/к	Вводить в нескольких участках в зависимости от объема и эластичности кожи. Максимальный объем 10-20 мл/кг на один участок

Энтеральное введение жидкостей

По возможности, используйте энтеральный способ введения. Энтеральные жидкости часто используются недостаточно и должны быть неотъемлемой частью плана инфузионной терапии, если пациенты могут потреблять жидкости перорально. Установка зонда для кормления может помочь в доставке жидкости энтеральным путем у пациентов с анорексией и должна рассматриваться как часть общего плана инфузионной терапии.

Энтеральные жидкости могут использоваться исключительно для коррекции умеренного обезвоживания у пациентов с недостаточным потреблением жидкости или в дополнение к способам парентерального введения. Во-первых, оцените процент обезвоживания пациента, а затем рассчитайте поддерживающую потребность в жидкости, как обычно. Жидкое питание и воду можно вводить самостоятельно или через зонды для кормления (например, назогастрально и эзофагостомически). Энтеральное введение может быть особенно полезно обезвоженным пациентам, которые не переносят внутривенное введение растворов (например, пациентам с заболеваниями сердца или гипопроотеинемией). При наличии питательного зонда вводите энтеральные жидкости в виде периодических болюсов или в виде непрерывной инфузии (ИПС) с помощью перфузора. Обязательно следите за тем, чтобы жидкости для перорального приема были надлежащим образом маркированы, чтобы избежать случайных ошибок при введении воды или жидкой пищи в сосуды.

Раздел 4. Инфузионная терапия и анестезия

Три основных рекомендации

1. Большинству здоровых животных, перенесших плановую операцию, не требуется инфузионная терапия в послеоперационный период. Вместо этого рекомендуется как можно скорее вернуться к энтеральному приему пищи и воды.
2. Пациентам, которые не ели перед анестезией, может потребоваться послеоперационная инфузионная терапия до тех пор, пока они не смогут самостоятельно потреблять достаточное количество воды для удовлетворения своих потребностей. Пациентам, у которых, как ожидается, будут проблемы с приемом пищи после операции, например пожилым кошкам, могут быть рекомендованы подкожные инфузии в домашних условиях.
3. У пациентов с заболеваниями почек (в частности, 3 или 4 стадия IRIC), не пытайтесь устранить артериальную гипотензию с помощью больших скоростей инфузии растворов.

Обзор

Инфузионная терапия рекомендуется пациентам, проходящим общую анестезию, в первую очередь как противодействие расширению сосудов и снижению сердечного выброса, вызванным ингаляционными анестетиками, а также для поддержания проходимости внутривенного катетера. До публикации *Руководства ААНА/AAFP по инфузионной терапии собак и кошек от 2013 года* рекомендуемая норма введения жидкости во время анестезии составляла 10 мл/кг/час, что не было подкреплено доказательствами [16]. Однако чрезмерно высокое введение растворов в больших объемах предрасполагает пациентов, находящихся под наркозом, к повышенному риску перегрузки объемом и связанные с этим последствия. В рекомендациях 2013 года рекомендуется снизить количество объема у пациентов, находящихся под наркозом, до 5 мл/кг/час у собак и 3 мл/кг/час у кошек [17]. Хотя эти сниженные дозы не подвергались официальному изучению, они получили широкое признание и внедрены в клиническую практику.

Цели инфузионной терапии у пациентов, находящихся под наркозом.

В данном разделе рассматриваются важные аспекты введения растворов до, во время и после анестезии, включая механизмы устранения артериальной гипотензии и предотвращения перегрузки жидкостью. *(Для получения дополнительной информации о пациентах под анестезией, ознакомьтесь с рекомендациями ААНА по анестезии и мониторингу за собаками и кошками 2020 года, доступными по адресу aaaha.org.)*

1. Рассмотрите потенциальный дефицит жидкости (например, потери в результате обезвоживания, голодания, незначительные потери или ожидаемые потери жидкости во время операции) [18]. По возможности, старайтесь снизить уровень обезвоживания пациента на 80% в течение 24 часов перед анестезией.
2. Большинству пациентов нет необходимости воздерживаться от приема воды перед анестезией.
3. Установите внутривенный катетер всем пациентам, проходящим анестезию.
4. Вводите собакам с нормальной сердечной и почечной функцией сбалансированные изотонические кристаллоидные растворы, следуя следующим рекомендациям:
 - a. Начальная скорость инфузии раствора для собак с нормальной сердечной и почечной функцией составляет 5 мл/кг/час.
 - b. Начальная скорость инфузии раствора у кошек с нормальной сердечной и почечной функцией должен составлять 3-5 мл/кг/час.
5. Внутривенное введение растворов может быть полезным для поддержания проходимости внутривенного катетера и сердечно-сосудистой функции. Однако пациентам с повышенной гидратацией и эводемией, получающим инъекционные анестетики в течение короткого периода времени, как правило, не требуется внутривенная инфузионная терапия. Пищу и воду следует предлагать как можно скорее после пробуждения, но пациентам, которые не сразу возвращаются к приему пищи и питья, можно делать подкожные капельницы. По возможности, перед общей анестезией уделяйте первоочередное внимание коррекции гиповолемии и обезвоживания.
6. Для обеспечения надлежащей перфузии тканей поддерживайте минимальное среднее артериальное давление (МАР) на уровне 60 мм рт.ст.

Лечение артериальной гипотензии

Артериальная гипотензия является распространенным осложнением общей анестезии с применением ингаляционных анестетиков (Рис. 9) [19-21]. Как абсолютная гиповолемия (например, вследствие кровотечения), так и относительная гиповолемия (например, вследствие травмы, сепсиса или применения анестетиков и сосудорасширяющих препаратов) также может способствовать развитию артериальной гипотензии. В случае возникновения

артериальной гипотензии во время анестезии начните со снижения дозы ингаляционного анестетика в испарителе и разумного введения кристаллоидных растворов.

1. Тщательно оценивайте глубину анестезии каждого пациента. Небольшое снижение дозы ингаляционного анестетика может существенно повлиять на артериальное давление и провести черту между нормотензией и гипотонией.
2. Следите за частотой сердечных сокращений пациента. Брадикардия может привести к гипотензии у пациентов, находящихся под наркозом. Если частота сердечных сокращений ниже нормы и у пациента артериальная гипотензия, рассмотрите возможность назначения антихолинергической терапии.
3. Измерьте температуру тела. Пониженная температура тела или переохлаждение могут вызвать артериальную гипотензию. Открытые полости тела и вдыхание холодных газов из наркозного аппарата могут привести к снижению температуры тела. Повышение температуры тела поможет уменьшить гипотонию.
4. Рассмотрите возможность одновременного применения дополнительных анальгетиков, седативных средств или их комбинации, чтобы снизить потребление ингаляционных анестетиков, а также рассмотрите возможность использования техник регионарной анестезии.
5. При использовании ингаляционных анестетиков вводите сбалансированные изотонические кристаллоидные жидкости:
 - i. 5 мл/кг/час для собак
 - ii. 3-5 мл/кг/час для кошек
6. Если артериальная гипотензия сохраняется, несмотря на снижение дозы ингаляционного анестетика и введение кристаллоидных растворов, рассмотрите возможность назначения симпатомиметиков с инотропами, вазопрессорами или коллоидными растворами.
7. Если артериальная гипотензия вызвана тяжелым или продолжающимся кровотечением, необходимо переливание цельной крови или эритроцитарной массы для поддержания объема крови и соответствующей массы эритроцитов для доставки кислорода к тканям.
8. Имейте в виду, что не во всех случаях артериальная гипотензия может быть устранена введением растворов, особенно у детей и пациентов с заболеваниями сердца, сепсисом и т.д. (см. Раздел 5, кардиоренальные заболевания, инфузионная терапия у пациентов с заболеваниями).
9. Помните, что как гиповолемия, так и гиперволемия вредны для пациентов, находящихся под наркозом.



РИСУНОК 9

Инфузионная терапия во время анестезии

Мониторинг

1. Внимательно следите за длительностью анестезии и общим объемом вводимых растворов. Если количество вводимой жидкости превышает 20 мл/кг в течение одной анестезии, пересмотрите как объем вводимых растворов, так и объем внутрисосудистой жидкости пациента. Как правило, большинству здоровых животных не требуется поддерживающая доза инфузии в 5 мл/кг/час в течение длительного времени, если только не происходит значительной потери крови. Чтобы определить общий объем вводимой жидкости во время одной анестезии, рассчитайте суточную норму поддерживающей дозы (Таблица 9).
2. Тщательно наблюдайте за пациентами, находящимися под наркозом, чтобы выявить любые признаки избыточного введения жидкости. Признаки перегрузки жидкостью включают (см. Таблицу 5 – там приведены дополнительные клинические и диагностические признаки):
 - a. Звук галопа или новый шум (особенно у кошек)
 - b. Отечность тканей и хемоз
 - c. Отечность лап
 - d. Прозрачные выделения из носа (отек носа)
 - e. Хрипы в легких
 - f. Снижение насыщения крови кислородом (SpO₂)
 - g. Отсутствие изменений АД наряду с другими клиническими признаками (т.е. пациенты остаются без артериальной гипертензии)
 - h. Плевральный выпот, асцит
3. Прекратите введение растворов (или используйте минимальный объем для проходимости внутривенного катетера), если у пациента появились признаки избыточного введения жидкости. Фуросемид (1-2 мг/кг внутривенно) может потребоваться, если у пациентов есть признаки отека легких (например, хрипы в легких, признаки отека легких или низкий SpO₂) или плеврального выпота.
4. Для пациентов, находящихся под наркозом и находящихся на искусственной вентиляции легких (ИВЛ) с положительным давлением, рассмотрите возможность использования монитора вариабельности пульсового давления [22, 23] или плетизмографического индекса вариабельности с помощью пульсоксиметрии для оценки чувствительности к жидкости [24, 25]. Монитор используется аналогично пульсоксиметру и помогает оценить, увеличивается ли сердечный выброс при увеличении объема крови.
5. Обеспечьте рутинным хирургическим пациентам нормальное питание как можно скорее после анестезии.

Пациенты с заболеваниями почек

Для эффективного лечения пациентов с заболеваниями почек (в особенности по классификации IRIS стадия 3 или 4), крайне важно устранить обезвоживание перед анестезией, оптимизировать сердечный выброс, используя соответствующий протокол анестезии, поддерживающий сердечно-сосудистую функцию (избегайте приема дексметомидина, если доступны другие альтернативы), и тщательно контролировать артериальное давление. Следует избегать попыток купирования артериальной гипотензии путем чрезмерного введения растворов.

Применение синтетических коллоидов у пациентов в настоящее время вызывает споры из-за соображений безопасности, эффективности и отсутствия консенсуса, основанного на фактических данных.

Более подробную информацию о коллоидах смотрите в разделе 7, Вопросы и противоречия, связанные с инфузионной терапией.

Вставка 4: Особые потребности в инфузионной терапии во время анестезии

1. Гипогликемия

- Добавляйте декстрозу для щенков маленьких пород собак или в ответ на гипогликемию у собак или кошек.
 - Добавьте 62,5 мл 40%-ной декстрозы в пакет объемом 1 л раствора, чтобы создать 2,5%-ный раствор декстрозы.

2. Острая хирургическая кровопотеря

- Увеличьте объем инфузии (до 10 мл/кг/час), пока устраняется хирургическая проблема (например, кровоточащая культя сосуда).
- Учтите, что для восполнения одного объема потерянной крови требуется в три раза больше кристаллоидного объема раствора.
- Если препараты крови недоступны, а перфузия пациента нарушена, рекомендуется использовать коллоиды для улучшения перфузии.

3. Гипопротеинемия

- Используйте собачий альбумин, если общий уровень белка составляет менее 2,0 г/дл (доза собачьего альбумина в 450 мг/кг увеличит уровень сывороточного альбумина на 0,5 г/дл). Начните с 0,5-1 мл/кг массы тела в течение 30 минут и увеличьте дозу, если не будет замечено побочных эффектов. Вводите в течение 3-4 часов. Дополнительную информацию см. в статье Маццаферро Э.М., Эдвардс Т. "Последние данные об альбуминотерапии при критических состояниях". *Ветеринарная клиника Норт Э.М. Small Anim Pract 2020;50(6): 1289-305.*
- Используйте коллоид с кристаллоидом, если общее содержание белка <4,0 г/дл (гетастархат 1-5 мл/кг/час у пациента, находящегося под наркозом).
- Используйте свежемороженную плазму, если таковая имеется.
 - Учтите, что для повышения уровня альбумина на 0,5 г/дл требуется ~ 20-25 мл/кг, а для собак крупных пород это может оказаться непомерно дорого. Конкретные дозы приведены в Beer KS, Silverstein. Споры по поводу использования свежемороженой плазмы у мелких домашних животных в критическом состоянии. *J Vet Emergency Crit Care (Сан-Антонио) 2015;25(1):101-6.*

Раздел 5. Инфузионная терапия у пациентов с заболеваниями

Три основных рекомендации

1. При инфузионной терапии животных с заболеваниями, не забывайте об энтеральных путях доставки жидкости, включая назогастральный, назоэзофагеальный или пищеводный зонд. При хорошей переносимости пациентом воду можно смешивать с пищей или давать отдельно.
2. Не следует отказывать в приеме жидкости пациентам с обезвоживанием или гиповитаминозом из-за сопутствующей анемии. Внимательно наблюдайте за пациентом, чтобы определить, показано ли ему переливание крови.
3. Тщательно устраняйте электролитные нарушения. Никогда не вводите болюсно растворы с добавлением хлорида калия (КСІ). Перед введением тщательно смешайте растворы, чтобы обеспечить равномерное распределение КСІ. Целенаправленно снижайте уровень натрия в крови, чтобы избежать потенциально опасных для жизни изменений концентрации жидкости в головном мозге, которые могут возникнуть при быстром устранении хронических (>24-48 часов) изменений уровня натрия.

Обзор

Инфузионная терапия у пациентов с заболеваниями требует осторожного, сбалансированного подхода и умения прогнозировать проблемы до того, как они возникнут. Ветеринарные врачи сталкиваются со сложными проблемами при проведении инфузионной терапии в лечении пациентов, у которых имеются такие патологии, как заболевания желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), почек или сердечно-сосудистой системы (ССС), анемия, электролитный дисбаланс, черепно-мозговая травма (ЧМТ), гиповолемический или сосудорасширяющий (вазогенный) шок, отеки, нарушения терморегуляции и гипогликемия.

Диетотерапия в качестве основы для энтерального введения жидкостей

Питание является одним из наиболее игнорируемых требований пациентов во время госпитализации [26]. После 72 часов анорексии метаболизм пациента переключается на альтернативные источники энергии, такие как кетоны и жирные кислоты, вместо гликогена и глюкозы [27]. Носоэзофагеальный, назогастральный или пищеводный зонды облегчают потребление калорий [28], а воду можно смешивать с пищей или вводить отдельно [29]. Для увеличения потребления воды используйте диетические консервы.

На момент начала энтерального питания объем желудка составляет 5-10 мл/кг [30], и единого мнения о времени опорожнения желудка у собак и кошачьих не существует (хотя сообщалось о более длительном времени опорожнения) [31]. Для энтерального питания используйте расчеты потребности в жидкости и консервах и корректируйте их в зависимости от клинических признаков пациента: тошнота, регургитация и рвота.

Определите суточную потребность в воде для энтерального введения и распределите это количество между внутривенным введением и приемом внутрь [32]. Важно продолжать обеспечивать свободный доступ к воде. Учитывая, что норма энтерального питания обычно составляет треть от потребности в энергии в состоянии покоя, [33] чтобы избежать синдрома повторного кормления, введение энтеральной воды может также способствовать увеличению объема желудка для приема увеличенных объемов последующего энтерального питания.

Анемия

Не следует воздерживаться от приема жидкостей у пациентов с анемией. Если у пациента с анемией также наблюдается обезвоживание или гиповолемия, назначьте инфузионную терапию, учитывая, что пациентам с низким гематокритом могут потребоваться препараты крови. У здоровых пациентов шоковая терапия не приводит к снижению концентрации

гемоглобина [34]. Инфузионная терапия может привести к благоприятному увеличению микрососудистого кровотока и перфузии при общем увеличении доставки кислорода у пациентов с гиповолемическим или распределительным шоком. Однако введение растворов пациентам, не отвечающим на инфузионную терапию, или у пациентов с избыточным потреблением жидкости может наблюдаться относительное, но не абсолютное снижение концентрации гемоглобина (дiluционная анемия), что может вызвать значимое снижение доставки кислорода.

Тщательно наблюдайте за пациентами с анемией и тщательно оценивайте их состояние на предмет шока, гиповолемии, дегидратации и потребности в поддерживающем приеме воды. Эти потребности следует удовлетворять с помощью соответствующего назначения инфузионной терапии. У этих пациентов может развиваться зависимость от переливания крови при соответствующей шоковой терапии или регидратации. Факторы, провоцирующие переливание крови (например, ЧСС, СНК, ВСО, частота дыхания и глубина вдоха, качество пульса, АД, ментальный статус) следует рассматривать с результатами лабораторных анализов (например, количество эритроцитов в крови и их динамика, гематокрит, уровень гемоглобина и лактата в крови), чтобы определить необходимость переливания [35, 36]

Азотемия

Пациентам с азотемией необходима различная потребность в жидкости, которая зависит от таких факторов, как гидратационный статус (включая как обезвоживание, так и избыток жидкости), объем мочи, острое или хроническое начало, кислотно-щелочной и электролитный статус, первопричина азотемии и степень ее тяжести [37]. Эти пациенты представляют особые трудности для наблюдения, поскольку у них может наблюдаться ксеростомия (сухость во рту), вторичная по отношению к уремии [38], длительное шелушение кожи из-за снижения ее эластичности, связанного со старением, концентрированная моча, задерживаемая в организме, и неточные относительные уровни креатинина из-за уменьшения мышечной массы [39]. Кроме того, могут отсутствовать исходные данные концентрации креатинина или прежней массы тела для сравнения. Отдельные методы оценки дегидратации включают оценку тургора кожи над грудной клеткой, анализ динамики веса и концентрации натрия, анамнез приема воды и пищи, а также выявление признаков перегрузки жидкостью (см. раздел 6 "Перегрузка жидкостью").

В тех случаях, когда пациенты не страдают артериальной гипотензией, назначение инфузионной терапии должно обеспечивать постепенную коррекцию дегидратации, в то время как пациенты со значительным нарушением функции почек должны получать жидкость более медленными темпами. Инфузионная терапия не является основой лечения пациентов с азотемией. Скорее, это поддержка почек путем коррекции поддающихся лечению нарушений, связанных с нарушением функции почек, чтобы почки могли восстановиться самостоятельно. Ключевые аспекты включают снижение нагрузки на почки натрием и хлоридом [40], регулирование АД, лечение анемии [41, 42] и инфекций, обеспечение адекватного кратковременного питания (без ограничения белка), устранение первичных состояний, которые могут спровоцировать вторичное ОПП (например, острый панкреатит) [43], или проявлений острого или хронического заболевания почек. Потребность в жидкости у пациентов с хронической болезнью почек варьируется в зависимости от тяжести полиурии и полидипсии, а также других клинических признаков [44].

Болезни сердца

Наиболее важным аспектом инфузионной терапии у пациентов с заболеваниями сердца является предотвращение развития сердечной недостаточности [45]. У кардиологических пациентов терапевтические цели включают повышение сократительной способности миокарда, снижение преднагрузки и постнагрузки, противодействие патологическим эффектам ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, улучшение вазодилатации и оптимизацию диастолического наполнения [46, 47].

Пациенты с сердечными заболеваниями могут испытывать обезвоживание, относительную гиповолемию, электролитные нарушения, умеренную или тяжелую азотемию и нарушение обмена веществ. Дисбаланс, вызванный сердечной недостаточностью и приемом лекарств. Кардиохирургическим пациентам часто не назначают инфузионную терапию, поскольку она может увеличить преднагрузку при левосторонней сердечной недостаточности, увеличить постнагрузку и уменьшить венозный отток при правосторонней сердечной недостаточности (особенно при наличии повышенного внутрибрюшного давления из-за асцита) [48-50]. По возможности следует обеспечить прием жидкости энтерально, например, с водой и диетическими консервами. При необходимости инфузионной терапии назначают 0,45% NaCl с 2,5% декстрозой внутривенно в дозе от половины до суточной нормы (См. Таблицу 9 для определения поддерживающего объема), в зависимости от потребностей пациента и переносимости дополнительных жидкостей [51]. Гипотензия у пациентов с застойной сердечной недостаточностью должна быть устранена путем применения положительных инотропных препаратов.

Кардиоренальные расстройства

Кардиоренальная система является важным фактором [51], поскольку патологическое состояние либо сердечно-сосудистой, либо почечной систем потенциально могут повлиять друг на друга [52]. Лечение заболеваний почек сосредоточено на поддержании гидратации с помощью энтерального введения воды, поэтому при лечении заболеваний сердца возникает меньше противоречий; однако введение дополнительных препаратов может привести к нарушению функции почек. Инфузионная терапия сопряжена с определенными трудностями. Сердечные препараты потенциально могут привести к легкой азотемии из-за фарсированного диуреза (например, фуросемид) [53] и снижению скорости клубочковой фильтрации (СКФ) (например, эналаприл и телмисартан) [54]. Крайне важно постоянно контролировать наличие перегрузки жидкостью, тяжелой прогрессирующей азотемии, ухудшения сердечной недостаточности, изменений артериального давления и других показателей, чтобы гарантировать, что у этих пациентов не ухудшится состояние в результате инфузионной терапии. Даже при наилучшей терапии это может быть серьезной проблемой.

Пациенты с гиповолемией и отеками

Изменения в механизмах Старлинга (гидростатическое и онкотическое давление) (Рис. 2) могут способствовать развитию отеков у животных. Распространенные причины отеков включают васкулит, гипоальбуминемию, сердечную недостаточность, почечную недостаточность, лимфатическую обструкцию и тромбоз [55]. Инфузионная терапия у пациентов с гиповолемией и отеками представляет собой сложную терапевтическую задачу, и для безопасного проведения инфузии необходимо учитывать первопричину отека.

Когда отек возникает в результате гипоальбуминемии, восстановление внутрисосудистого объема имеет первостепенное значение, и для повышения коллоидно-онкотического давления могут быть использованы коллоиды. Этого можно достичь быстрым введением синтетических коллоидов (например, гидроксипроксиэтилкрахмалы (ГЭК) [хотя их применение вызывает споры; см. раздел 7 "Вопросы и противоречия инфузионной терапии"]), собачий альбумин для собак, сывороточный человеческий альбумин для собак или кошек (который может предрасполагать пациентов к аллергическим реакциям или анафилаксии) и препараты плазмы (например, свежемороженая плазма, замороженная плазма и плазма с низким содержанием криопреципитата - криосупернатантная плазма [КСП]).

Хотя препараты плазмы в меньшей степени вызывают аллергические реакции, для существенного изменения концентрации альбумина необходимы большие объемы плазмы (~22 мл/кг плазмы для повышения уровня сывороточного альбумина на 0,5 г/дл), что приводит к увеличению затрат и рисков перегрузки объемом. В одном исследовании не было выявлено различий в средних концентрациях сывороточного альбумина до и после переливания свежемороженой плазмы (средняя доза 15-18 мл/кг) [56]. Таким образом, хотя болус

плазмы может использоваться для лечения гиповолемии у пациентов с отеками, его применение для этой цели является спорным [57].

В отчете о клиническом случае для лечения гипоальбуминемии описана ИПС собачей плазмы с низким содержанием криопреципитата, вводимая со скоростью 1,1-2,2 мл/кг/час [58]. Это может быть более разумным методом в качестве лечения гипоальбуминемии, поскольку такая плазма имеет более высокую концентрацию альбумина, чем другие препараты плазмы [59], хотя она менее широко доступна [58].

Собачий альбумин, по-видимому, является относительно безопасной альтернативой синтетическим коллоидам и повышает концентрацию альбумина более эффективно, чем препараты плазмы [60, 61]. В одном исследовании применение собачьего альбумина улучшило шоковый индекс у собак с гиповолемией [61]. В другом исследовании у собак с септическим перитонитом собачий альбумин повышал артериальное давление в течение 2 часов после введения [60].

Введение коллоидов пациентам с отеками, вызванными васкулитом, может быть спорно, поскольку коллоиды могут просачиваться в интерстициальное пространство и усиливать интерстициальный отек. Таким пациентам рекомендуется разумное использование коллоидов в сочетании с меньшим количеством кристаллоидов. В целом, независимо от причины отека, кристаллоиды следует применять с осторожностью у всех пациентов с этим заболеванием.

Диуретики в низких дозах могут быть рекомендованы пациентам с отеками, но только у пациентов с нормальным давлением и нормоволемией.

Черепно-мозговая травма

Основной целью инфузионной терапии при лечении животных с ЧМТ является оптимизация церебрального перфузионного давления и среднего АД. В рекомендациях Фонда по борьбе с травмами головного мозга для пациентов рекомендуется поддерживать систолическое АД в пределах 100-110 мм рт.ст. для снижения смертности и улучшения прогнозов [62].

Исследования, в которых оценивался бы идеальный раствор для ветеринарных пациентов с ЧМТ, ограничены. Однако информация, основанная на клинических исследованиях на людях, а также на исследованиях на свиньях и грызунах, подтверждает целесообразность использования эритроцитарной массы, плазмы и тромбоцитов вместо кристаллоидов, чем у пациентов с продолжающимся кровотечением [63, 64].

Осмотерапия - использование осмотических средств (например, гипертонического раствора или маннита) для уменьшения объема внутричерепного содержимого - широко распространена при лечении пациентов с ЧМТ (Рис. 10). Различные исследования и метаанализ в области медицины человека показывает, что и маннит, и гипертонический физраствор эффективно снижают внутричерепное давление, но нет доказательств того, что один из них предпочтительнее другого [65-67]. Гипертонический физраствор может иметь преимущество в предотвращении диуреза, увеличении сердечной преднагрузки и положительном влиянии на церебральную перфузию [65]. Собакам и кошкам маннит обычно вводят в дозе 0,5-1 г/кг внутривенно в течение 15 мин с использованием микрофилтра, тогда как гипертонический физиологический раствор (NaCl 7,2%) вводят в дозе 1-6 мл/кг внутривенно в течение 15 мин. ИПС гипертонического физиологического раствора была описана у людей, но считается, что это существенно не влияет на исход [68].

Электролитные нарушения

Электролитный дисбаланс часто встречается у пациентов с заболеваниями. Правильный выбор раствора и, при необходимости, добавление электролитов помогают восстановить баланс.



РИСУНОК 10

Подход к инфузионной терапии собак и кошек с ЧМТ

* Методы шоковой инфузии могут быть любыми из перечисленных ниже или их комбинацией: (1) Быстрое внутривенное введение кристаллоидов в дозе 10-20 мл/кг до 60-90 мл/кг. (2) 5-10 мл/кг 6%-ной ГЭК внутривенно быстро до 40-50 мл/кг. (3) быстрое в/в введение плазмы 5-10 мл/кг до 20-30 мл/кг. (4) В/в введение 3-4 мл/кг 7%-ной ГКС в течение 10-15 минут. (5) Цельная кровь или эритроцитарная масса, если это показано

** Измененный уровень сознания с двусторонним или односторонним миозом зрачков или без него; отсутствие зрачкового рефлекса или мидриаз; потеря глазоцефалического рефлекса; брадикардия с гипертензией (рефлекс Кушинга); вынужденные позы (опистотонус, децеребрационный синдром); изменение характера дыхания.

***1 г/кг маннита внутривенно в 3 приема каждые 60-90 мин ИЛИ 3-4 мл/кг 7% гипертонического натрия хлорида внутривенно.

Пиготт А., Рудлофф Э. Травматический травма головного мозга - обзор внутривенной инфузионной терапии.
Главный ветеринарный врач

Гипокалиемия

Собаки и кошки со слабым здоровьем часто страдают от гипокалиемии. Это может быть связано с повышенной потерей мочи или из ЖКТ, длительной анорексией, алкалемией, опухолью, секретирующей альдостерон, или лечением растворами-заменителями с низким содержанием калия [69]. Клинические признаки гипокалиемии могут включать слабость, сердечные аритмии и нарушения дыхательной мускулатуры [70].

Лечение гипокалиемии с помощью добавок КСI в виде внутривенных инфузий (Таблица 11). Определите дозу КСI, основываясь на концентрации калия в сыворотке крови пациента. При внутривенном введении КСI рассчитайте общее количество мэкв/кг/час, которое необходимо ввести, убедившись, что скорость введения не превышает 0,5 мэкв/кг/час, поскольку быстрое введение может привести к летальному исходу [70]. Никогда не вводите КСI болюсно. Перед введением тщательно перемешайте растворы, чтобы обеспечить равномерное распределение КСI [71]. Будьте осторожны с растворами с высоким содержанием добавок или ИПС КСI, чтобы предотвратить случайное введение болюса или превышение дозировки. В качестве меры предосторожности используйте соответствующие настройки инфузомата или перфузора и информируйте персонал о рисках чрезмерного введения. В случаях стойкой гипокалиемии даже после вливания КСI проверьте уровень магния, чтобы определить, нужны ли добавки магния [72].

Дисбаланс натрия

Нарушения концентрации натрия встречаются часто. В таких случаях следует проявлять особую осторожность, чтобы предотвратить потенциально опасные для жизни изменения количества жидкости в головном мозге, которые могут возникнуть после быстрой коррекции, быстрее, чем 0,5 мэкв/кг/час при хроническом (более 24-48 часов) снижении содержания натрия.

Гипонатриемия. У пациентов с острой эволемической гипонатриемией (например, первичной полидипсией) могут наблюдаться неврологические симптомы, и им следует назначать 2-6 мл/кг 3-7,5% гипертонического физиологического раствора в течение 10-15 мин [73-75]. При симптоматической хронической гипонатриемии - аналогичный подход с использованием гипертонического раствора. Как только неврологические симптомы исчезнут, лечение следует продолжать аналогично лечению пациентов с бессимптомной хронической гипонатриемией. У пациентов с бессимптомной хронической гипонатриемией применяют изотонические кристаллоиды (Таблица 12С), содержащие натрий. Как только неврологические клинические признаки исчезнут, лечение следует продолжать аналогично лечению пациентов с бессимптомной хронической гипонатриемией. У пациентов с бессимптомной хронической гипонатриемией следует выбирать изотонические кристаллоиды (Таблица 12С), содержание натрия в которых на ~10 мэкв/л выше, чем в организме пациента. Следует рассчитать скорость коррекции, которая не должна превышать 0,5 мэкв/л/час или максимальное увеличение содержания натрия на 10-12 мэкв/л/сут для предотвращения синдрома осмотической демиелинизации (Таблицы 12А, 12D) [76].

Пациентам с гиповодемической гипонатриемией следует проводить шоковую инфузию с помощью кристаллоидов, содержание натрия в которых соответствует текущей концентрации натрия у пациента [74, 75]. В зависимости от тяжести гипонатриемии, изотонические кристаллоиды с аналогичным содержанием натрия могут быть недоступны. В этих случаях можно подобрать специальные растворы, добавив воду для инъекций к изотоническому кристаллоиду для достижения желаемого содержания натрия. Эти растворы следует использовать исключительно для болюсного введения до устранения гиповодемии. Гипотонические растворы не следует применять пациентам с гипонатриемией [75].

Гипернатриемия. Стратегии лечения гипернатриемии аналогичны тем, которые применяются при гипонатриемии, с учетом ее хронического характера и скорости коррекции на уровне 0,5 мэкв/л/час. Более быстрое снижение концентрации натрия у пациентов с хронической гипернатриемией может вызвать резкий отток жидкости, что приведет к отеку

мозга [77]. Однако пациенты с острой гипернатриемией могут быстро скорректировать концентрацию натрия без риска развития отека мозга с помощью внутривенного введения гипотонических растворов. Рассчитайте дефицит свободной воды и вводите растворы с соответствующей скоростью, часто контролируя концентрацию натрия, чтобы обеспечить безопасное устранение гипернатриемии (Таблица 13А).

Гипохлоремия. Относительные изменения в содержании хлорида обычно сопровождаются изменениями в содержании натрия. Для оценки истинных нарушений, связанных с содержанием хлорида в крови, на фоне нарушений, связанных с содержанием натрия, уровень хлорида следует корректировать, используя следующее уравнение:

$$\text{Скорректированный уровень Cl} = (\text{нормальный Na/измеренный Na}) \times \text{Измеренный Cl}$$

У пациентов с истинной гипохлоремией, у которых развился метаболический алкалоз NaCl 0,9% исторически был предпочтительным раствором из-за высокой концентрации хлоридов (154 мэкв/л). Недавно были высказаны опасения по поводу влияния NaCl 0,9% l на функцию почек из-за потенциального риска развития гиперхлоремии, которая, как было показано, вызывает сужение почечных сосудов и снижение почечного кровотока [78 79]. Чтобы безопасно применять 0,9% NaCl у пациентов с почечной гипохлоремией, необходимо часто проверять концентрацию хлорида и, как только уровень хлорида будет скорректирован, использовать вместо него буферный изотонический кристаллоид (например, лактированный раствор Рингера или Стерофундин).

Гипокальциемия. Используйте глюконат кальция для лечения пациентов с клиническими признаками гипокальциемии (например, слабостью, тахикардией и тремором). Лактатный Рингера раствор содержит очень небольшое количество кальция, и он не устраняет гипокальциемию.

Гиперкальциемия. Традиционно для лечения кальциуреза у пациентов с гиперкальциемией рекомендовался NaCl 0,9%, но его действие, как правило, незначительно. Из-за опасений, связанных с повреждением почек при применении NaCl 0,9%, рассмотрите возможность использования сбалансированного изотонического кристаллоида у пациентов с риском развития или с текущим заболеванием почек.

ТАБЛИЦА 11
Рекомендации по добавлению калия в растворы

Концентрация калия в сыворотке крови	Рекомендуемая доза калия	Рекомендуемое количество калия, добавляемого к изотоническим кристаллоидам 60 мл/кг/сут для собаки 10 кг (25 мл/ч)
< 2,0 мэкв/л	0,5 мэкв/кг/ч	200 мэкв/л
2,0-2,5 мэкв/л	0,3-0,4 мэкв/кг/ч	120-160 мэкв/л
2,6-3 мэкв/л	0,2-0,25 мэкв/кг/ч	80-100 мэкв/л
3,1-3,5 мэкв/л	0,1-0,15 мэкв/кг/ч	40-60 мэкв/л
>3,5 мэкв/л	0,05 мэкв/кг/ч	20 мэкв/л

ТАБЛИЦА 12А

Подход к инфузионной терапии у пациентов с гипонатриемией

1. Гипонатриемия является острой или хронической?	
острая	хроническая
<p>А. Как можно быстрее ↑ концентрацию Na в сыворотке крови</p> <p>В. Введение изотонических кристаллоидов с концентрацией Na, превышающей его концентрацию в крови пациента</p> <p>С. Контроль концентрации Na в крови через 2-4 часа после начала терапии для оценки терапевтического эффекта, с последующим контролем каждые 6-8 часов</p>	<p>А. Мозгу требуется 24-48 часов для компенсации гипонатриемии</p> <p>В. Медленная коррекция хронической гипонатриемии с целью предотвращения синдрома осмотической демиелинизации</p> <p>С. Увеличение концентрации Na в крови не более чем на 0,5 мэкв/л/ч для максимальной общей коррекции на 10-12 мэкв/л/сут</p>
2. Есть ли у пациента клинические признаки гипонатриемии?	
<p>А. Клинические признаки включают рвоту, дезориентацию и судороги, вызванные отеком мозга.</p> <p>В. При появлении симптомов назначается 3, 5 или 7,5%-ный гипертонический раствор в рекомендуемой дозе 2-6 мл/кг в течение 10-15 минут¹.</p> <p>С. У людей, у которых концентрация Na в крови повышается на 4-6 мэкв/л, этого часто бывает достаточно для облегчения симптомов¹.</p>	
3. Есть ли у пациента гиповолемия?	
<p>А. Провести шоковую инфузию: 5-10 мл/кг (кошки) или 15-20 мл/кг (собаки) быстро ввести в течение 15-30 мин буференный изотонический раствор, способный расширять внутрисосудистое пространство (Таблица 12с)¹.</p> <p>В. Повторять по мере необходимости, пока параметры перфузии не восстановятся. Поддерживающие или гипотонические растворы (0,45% NaCl, 5% декстроза) содержат низкую концентрацию Na и не показаны для лечения гиповолемии¹.</p>	
4. Есть ли у пациента хроническая гипонатриемия без неврологических симптомов?	
<p>А. Медленно корректировать концентрацию Na, не превышая 0,5 мэкв/л в час или 10-12 мэкв/л в день.</p> <p>В. Для лечения бессимптомных пациентов следует умеренно ограничить потребление воды и контролировать концентрацию Na в сыворотке крови.</p> <p>С. Использовать приведенную ниже формулу Адруга-Мадияса, чтобы рассчитать ожидаемое изменение концентрации Na при приеме 1 л жидкости (см. таблицу 12с)².</p> <p style="text-align: center;">Ожидаемое изменение концентрации Na в сыворотке крови при введении 1 л раствора = концентрация Na в растворе - концентрация Na в сыворотке крови / (общее количество воды в организме + 1)</p> <p style="text-align: center;">Где общее количество воды в организме = масса тела в кг × 0,6</p>	

1. Adrogué HJ, Tucker BM, Madias NE. Diagnosis and management of hyponatremia: a review. JAMA. 2022;328(3): 280-91 .

2. Heinz J, Cook A. Evaluation and management of the hyponatremia patient. Today's Veterinary Practice. 2022;12(2). February 10, 2022.

ТАБЛИЦА 12В**Распространенные причины острой и хронической гипонатриемии у собак и кошек**

Острая	Хроническая*
<ul style="list-style-type: none">• Потребление большого количества пресной воды, приводящее к острой водной интоксикации• Введение значительного объема не заместительных растворов (например, введение 5% раствора декстрозы обезвоженному пациенту)	<ul style="list-style-type: none">• Застойная сердечная недостаточность• Гипоадренкортицизм• Дисфункция печени• Потери Na через ЖКТ и почки <p>*учтите, что у пациентов с неясными клиническими признаками в течение более 28-48 часов, скорее всего, будет наблюдаться хроническая гипонатриемия</p>

ТАБЛИЦА 12С**Концентрация натрия в изотонических кристаллоидах**

Раствор Рингера лактата	130 мЭКв/л
Плазмолит 148	140 мЭКв/л
Стерофундин	145 мЭКв/л
Йоностерил	137 мЭКв/л
NaCl 0,9% *	154 мЭКв/л

*Данные, полученные на пациентах, свидетельствуют о том, что 0,9% NaCl может быть вредным для здоровья почек

1. Ostermann M, Randolph AG. Resuscitation fluid composition and acute kidney injury in critical illness. *New England Journal of Medicine*. 2022;386(9): 888-889

2. Sigmon J, May CC, Bryant A, Humanez J, Singh V. Assessment of acute kidney injury in neurologically injured patients receiving hypertonic sodium chloride: does chloride load matter? *Annals of Pharmacotherapy*. 2020;54(6): 541-546.

ТАБЛИЦА 12D

Расчет ожидаемых изменений концентрации натрия

Стиви, 5-летний кастрированный кобель весом 10 кг Джек-Рассел-терьер, поступил для обследования на предмет рвоты и диареи продолжительностью 72 часа. Стиви был слегка заторможен, но все показатели перфузии (ЧСС, ВСК, АД, качество пульса) были в норме, и никаких других отклонений при физикальном осмотре обнаружено не было. Концентрация Na в сыворотке крови Стиви составила 115 мэкв/л.

Предполагается, что у Стиви хроническая гипонатриемия, поскольку клинические признаки наблюдаются более 48 часов. У Стиви нет неврологических симптомов, поэтому лечение гипертоническим болюсным введением физиологического раствора не показано. Изотонический кристаллоидный болюс также не показан, поскольку показатели перфузии у Стиви в норме.

Для коррекции гипонатриемии была использована формула Адрога-Мадиса с Нормосолом R в качестве жидкости выбора:

Ожидаемое изменение концентрации Na в крови при приеме 1 л Плазмолита 148 = $\frac{140 \text{ мэкв/л} - 115 \text{ мэкв/л}}{(10 \text{ кг} \times 0,6) + 1} = 3,57 \text{ мэкв/л}$

Таким образом, 1 л Плазмолита 148 изменит концентрацию Na в организме Стиви на ~3,5 мэкв/л.

Если Стиви капать со скоростью 25 мл/час (60 мл/кг/день), то в течение 24 часов будет введено ~600 мл Плазмолита 148, что позволит оценить изменение содержания Na на уровне 2,1 мэкв/л.

Для более быстрой коррекции в Плазмолит 148 можно вводить гипертонический физиологический раствор, чтобы увеличить концентрацию Na в растворе, используя следующую формулу:

Na в растворе = Na у пациента + [Целевое увеличение NA у пациента за установленное время x (TBW + Объем жидкости, вводимой за установленное время)].'

TBW = масса тела в кг x 0,6

1. Heinz J, Cook A. Evaluation and management of the hyponatremia patient. Today's Veterinary Practice. 2022;12(2). February 10, 2022

ТАБЛИЦА 13А

Подход к инфузионной терапии у пациентов с гипернатриемией

1. Гипернатриемия является острой или хронической?	
острая	хроническая
<ul style="list-style-type: none">• Для коррекции используйте гипотонические в/в растворы• Концентрация Na может быстро корректироваться без риска развития отека мозга• Расчет дефицита свободной воды и введения в нужное время (см. #3 ниже)• Контроль концентрации Na в сыворотке крови каждые 4-6 часов	<ul style="list-style-type: none">• Мозгу требуется 24-48 часов для компенсации гипернатриемии• Медленная коррекция хронической гипернатриемии с целью предотвращения отека головного мозга• Снижение концентрации Na в сыворотке крови не более чем на 0,5 мэкв/л/ч для максимальной общей коррекции на 10-12 мэкв/л/сут (см. #3 ниже)
2. Есть ли у пациента гиповолемия?	
<ul style="list-style-type: none">• Провести шоковую инфузию буферным изотоническим раствором, способным расширить внутрисосудистое пространство• Поддерживающие или гипотонические растворы (NaCl 0,45%, декстроза 5%) содержат низкую концентрацию Na и не показаны для лечения гиповолемии.• Растворы, перечисленные в таблице 12С являются подходящими вариантами лечения гиповолемии (5-10 мл/кг для кошек и 15-20 мл/кг для собак вводятся в течение 15-30 минут и повторяются по мере необходимости) до восстановления параметров перфузии	
3. Расчеты для хронической и острой гипернатриемии?	
<p>Оценка количества потерянной воды (дефицит свободной воды). Введение растворов, которые относительно разбавлены по сравнению с плазмой</p> <p>Дефицит свободной воды (ДСВ) в литрах (Л) = [(Na пациента/Na желаемый) – 1] x (0,6 x вес [кг])</p>	<p>Изменение расчета дефицита свободной воды в зависимости от того, является ли гипернатриемия острой или хронической, используя следующие формулы:</p> <p>Время восполнения ДСВ (ч) при острой гипернатриемии = Na пациента – целевой Na</p> <p>Время восполнения FWD (ч) при хронической гипернатриемии = (Na пациента – целевой Na) x 2</p> <p>В общем случае, восполните дефицит свободной воды путем введения раствора декстрозы 5%</p>
4. Обезвожен ли пациент?	
<ul style="list-style-type: none">• Одновременно проводите лечение, вводя буферный изотонический кристаллоид (Таблица 12С)• Коррекция гидратации в течение 12-24 часов, чтобы свести к минимуму сдвиги в содержании Na• Контроль концентрации Na каждые 4-6 часов, чтобы предотвратить резкие изменения• Ограничение потребления воды до тех пор, пока концентрация Na у пациента не приблизится к целевой	

1. Heinz J, Cook A. Evaluation and management of the hyponatremia patient. Today's Veterinary Practice. 2022;12(2). February 10, 2022

ТАБЛИЦА 13В**Распространенные причины острой и хронической гипернатриемии у собак и кошек**

Острая	Хроническая
Прием большого количества хлорида натрия (прием внутрь соленой воды, домашнего пластилина или соли)	Гипотонические потери жидкости (диарея, перитонит, рвота, заболевания почек)
	Нефрогенный несахарный диабет
	Тепловой удар
Заместительная инфузионная терапия или инфузия гипертонических растворов может привести к острой или хронической гипернатриемии, в зависимости от того, как часто перепроверяется концентрация Na у пациента во время госпитализации	

Состояния, связанные с расширением сосудов (вазодилатация)

У пациентов могут наблюдаться признаки плохой перфузии или шока (такие как тахикардия, артериальная гипотензия, слабый периферический пульс или повышенная концентрация лактата) из-за генерализованной вазодилатации, также называемой сосудорасширяющим (вазогенным) или распределительным шоком. При вазогенном шоке происходит чрезмерное расширение кровеносных сосудов, что приводит к значительному снижению артериального давления и недостаточной перфузии жизненно важных органов [80, 81]. Распространенные клинические состояния, которые могут привести к расширению сосудов, включают острый панкреатит, анафилаксию, сепсис, травму и парвовирусный энтерит. Исторически лечение сосудорасширяющего шока основывалось на быстром введении жидкостей, применении антибиотиков широкого спектра действия, контроле источников и использовании фармакологических вмешательств для поддержания адекватного среднего артериального давления [80, 82].

Поскольку провести различие между гиповолемическим и сосудорасширяющим шоком, основываясь исключительно на результатах физикального обследования, сложно, и поскольку у пациентов с сосудорасширяющим шоком может наблюдаться некоторая степень гиповолемии, в таких ситуациях разумным подходом к лечению является введение жидкости.

Слабая или ограниченная реакция на введение жидкости можно предположить вазодилатацию. В случаях, когда на инфузионную терапию наблюдается слабый ответ, следует рассмотреть возможность назначения вазопрессорной терапии [82]. Пациентам с подозрением на анафилаксию крайне важно как можно скорее ввести адреналин, вазопрессорное средство [83].

Нарушения терморегуляции

Гипотермия. По возможности, используйте теплые растворы для шоковой инфузии или регидратации пациентов с гипотермией для активного согревания тела.

Рабочая группа считает, что теплое питье, по крайней мере, смягчит усиливающееся переохлаждение по сравнению с введением растворов комнатной температуры. Рекомендуется подогревать растворы для внутривенного введения до 40-42°C (104-107, 6°F) [84]. Растворы можно нагревать различными способами, включая погружения капельной системы в теплую воду, микроволновую обработку пакета для растворов, встроенные подогреватели растворов и предварительный подогрев растворов в устройстве конвекционного обогрева [85]. Однако влияние теплых растворов на повышение температуры тела является спорным [86-88].

ТАБЛИЦА 14**Как приготовить растворы, содержащие декстрозу**

Количество 40% раствора декстрозы, добавляемого к 1-литровому пакету изотонических кристаллоидов*	Конечная концентрация декстрозы
31,25 мл	1,25%
62,5 мл	2,5%
125 мл	5%

*Перед добавлением декстрозы удалите из пакета эквивалентное количество изотонического кристаллоидного раствора

У кошек, находящихся в состоянии шока, часто наблюдается гипотермия. Шоковая инфузия с целью восстановления нормального АД у кошек, страдающих гипотензивным синдромом, часто приводит к избытку интерстициальной жидкости, отеку легких и плевральному выпоту. Введение умеренных объемов растворов (например, 5 мл/кг внутривенно болюсно за один раз) одновременно с активным согреванием является неотъемлемой частью шоковой реанимационной терапии у кошек [89].

Гипертермия. Инфузионная терапия важна при лечении гипертермии у собак и кошек. Введение растворов комнатной температуры может способствовать охлаждению и максимальному увеличению объема [90].

Гипогликемия

Назначайте декстрозу пациентам с клиническими признаками, связанными с гипогликемией, такими как летаргия, слабость, атаксия или судороги. Для болюсного введения используйте 0,5-1 мл/кг (0,3-0,5 г/кг) 40%-ной глюкозы, которую следует разводить в соотношении 1:2-1:4 и вводить в течение 2-5 мин [91]. В большинстве случаев после болюсного введения следует ввести 1,25-5% раствор глюкозы (Таблица 14) до тех пор, пока пациент не сможет поддерживать нормогликемию. Концентрация декстрозы в растворе зависит от тяжести гипогликемии пациента и скорости введения раствора. Рекомендуется вводить глюкозу концентрации выше 5% через центральный катетер (в яремную вену), чтобы избежать флебита.

Обратите внимание, что у пациентов с инсулиномой прием декстрозы может усилить гипогликемию. Поэтому декстрозу следует назначать только при наличии клинических признаков гипогликемии, а для предотвращения проявления клинических признаков следует использовать самую низкую эффективную концентрацию [92].

Раздел 6. Перегрузка жидкостью

Три основных рекомендации

1. Во-первых, не навреди. Перегрузка жидкостью - это потенциально опасное для жизни осложнение, для лечения которого не существует универсально эффективного лечения.
2. Чрезмерное введение ятрогенных растворов является наиболее распространенной причиной перегрузки организма жидкостью. Профилактика и тщательный мониторинг имеют решающее значение для снижения потенциальных рисков, связанных с инфузионной терапией.

3. Пациенты с нарушением функции почек подвергаются повышенному риску перегрузки организма жидкостью из-за неспособности их почек увеличить диурез и эффективно выводить избыток жидкости.

Обзор

Перегрузка жидкостью или непереносимость жидкости - это клинический спектр, который простирается от гипергидратации до опасного для жизни отека и полостного выпота.

Рабочая группа по руководящим принципам предположила, что непереносимость жидкости может быть более подходящим термином для этого состояния, поскольку этот термин более точно описывает, как количество жидкости, необходимое для перегрузки пациента, зависит от его переносимости данного количества жидкости.

"Непереносимость жидкости" включает в себя как ятрогенную перегрузку, так и перегрузку из-за сопутствующих заболеваний. Однако, учитывая, что "перегрузка жидкостью" по-прежнему широко используется и признается в ветеринарной медицине, это будет основной термин, используемый в данном руководстве для обозначения этого состояния.

Все пациенты, получающие инфузионную терапию, подвержены непереносимости жидкости/перегрузке жидкостью, однако чрезмерное введение является наиболее распространенной причиной перегрузки жидкостью. Гиперволемиа может быть более выражена чаще, чем кажется, поскольку ранние признаки увеличения массы тела и положительного баланса жидкости трудно оценить. Как правило, гиперволемиа выявляется при появлении таких серьезных симптомов, как отек и выпот [93]. Важно понимать вред избыточного количества жидкости и необходимость предотвращения этого осложнения, учитывая ограниченную эффективность методов лечения.

Распознавание избыточного количества жидкости и управление им

Как обсуждалось ранее, на движение жидкости влияют гидростатическое давление, онкотическое давление и проницаемость сосудов. У пациентов, которые получают избыток растворов во время шоковой инфузии, поддерживающей инфузии или анестезии, в первую очередь развивается гиперволемиа, которая вызывает повышение гидростатического давления. Снижение онкотического давления может происходить из-за разбавления белков плазмы, связанного с избыточным введением растворов или потерей белка при заболеваниях. Гиперволемиа, а также воспаление и травма могут привести к повреждению гликокаликса и повышению проницаемости сосудов. В совокупности эти изменения в гидродинамике способствуют оттоку жидкости из сосудов и попадают в межклеточное пространство. По мере расширения межклеточного пространства оно становится более эластичным, вмещая большее количество межклеточной жидкости, что еще больше усугубляет проблему перегрузки жидкостью.

Изменения в гидродинамике, способствующие накоплению внутритканевой жидкости, часто наблюдаются в сочетании с физиологической реакцией организма на стресс. Гиповолемиа, болезни и травмы приводят к задержке воды и натрия и усилению жажды. Такая реакция увеличивает риск перегрузки организма жидкостью, поскольку растворы шоковой инфузии вводятся пациентам в критическом состоянии, когда их организм настроен на удержание жидкости [94].

К моменту появления клинического отека или выпота также будет наблюдаться внутренний отек, который может негативно повлиять на функцию органа (Рис. 11) [94]. Если отек возник, его очень трудно устранить даже с помощью ультрафильтрации. Таким образом, профилактика и раннее распознавание являются ключом к минимизации заболеваемости и смертности, связанных с избытком жидкости [94].

Хотя все пациенты, получающие жидкости внутривенно, подвержены риску перегрузки жидкостью, наибольшему риску подвергаются пациенты с нарушением функции почек, заболеваниями сердца или печени, а также те, кто получает большие объемы растворов (Вставка 5). Домашние животные с олигоанурической почечной недостаточностью особенно

чувствительны к перегрузке жидкостью, потому что они не способны выводить лишнюю жидкость. Тем не менее, эти пациенты часто получают агрессивную инфузионную терапию, требующую тщательного наблюдения за увеличением веса, артериальной гипертензией (при наличии ОПП/ХБП) или ранних признаков отеков [93,94,95].

Гиперволемия

- Увеличение массы тела
- Разбавление коагуляционных факторов, риск кровотечения
- Разбавление онкотических факторов

Отек кишечника

Непроходимость кишечника
Снижение всасывания
Повышенная проницаемость кишечника
Рвота, диарея
Асцит

Отек мозга

Изменение ментального статуса

Отек почек

Снижение кровотока в почках
Снижение СКФ

Отек миокарда

Снижение сердечного выброса
аритмии

Периферический (тканевой) отек

Повышенный риск инфекций
Нарушение заживления ран
Слабость

Отек легких

Отек легких
Плевральный выпот
Гипоксемия
гиповентиляция

Отек печени

Снижение печеночного кровотока
Измененный метаболизм глюкозы
Снижение метаболизма лекарственных средств

РИСУНОК 11

Влияние перегрузки жидкостью на функцию органов

Вставка 5: Типичные случаи перегрузки организма жидкостью

1. Продолжение внутривенной инфузионной терапии у кошки с заболеванием почек. У кошки наблюдается обезвоживание, уремия и анурия. Хотя внутривенное введение растворов улучшает состояние гидратации, уремия сохраняется. Внутривенное введение растворов продолжается с ложной целью улучшения СКФ. Однако эффективного увеличения СКФ не произойдет, независимо от того, какой объем инфузии получает этот пациент.

2. Внутривенная инфузионная терапия у пациента, находящегося под наркозом в течение длительной процедуры. Собака получает 10 мл/кг раствора в течение 6-часовой процедуры, и во время восстановления после анестезии у нее развивается нарушение дыхания.

3. Внутривенная инфузионная терапия у кошки со скрытым или острым заболеванием сердца. Кошку приводят для обследования на предмет рвоты, связанной с недомоганием при застойной сердечной недостаточности, и назначают ей подкожную инфузию, несмотря на отсутствие признаков обезвоживания.

ТАБЛИЦА 15**Клинические, рентгенологические и ультразвуковые данные, связанные с перегрузкой жидкостью**

Клинические признаки	Рентгенографические данные	Данные УЗИ
<ul style="list-style-type: none">• Увеличение массы тела (>10%)• Отек конечностей (межчелюстная область, конечности, зависимые зоны, химоз)• Серозные выделения из носа• Серозные выделения из ЭТТ у пациентов в анестезии• Учащение и усиление дыхания• Уменьшение SPO₂• Новый сердечный шум, звук голопа• Желудочно-кишечные симптомы (вздутие живота, диарея, отсутствие аппетита, анорексия)• Отсутствие измерений АД; АГ редко ассоциируется с перегрузкой жидкостью, за исключением ОПП/ХБП12	<ul style="list-style-type: none">• Плевральный выпот• Отек легких• Кардиомегалия• Отек грудной стенки• Расширение легочной артерии• Расширение КПВ• Расширение легочной вены• Вздутие кишечника	<ul style="list-style-type: none">• Подкожный отек• Плевральный выпот• В-линии• Увеличение соотношения La/Ao• Расширение КПВ• Снижение индекса свертываемости КПВ• Асцит• Утолщение стенки кишечника• Гиперэхогенная брыжейка и поджелудочная железа• Застой в печени• Отек стенки желчного пузыря• Околопочечный отек

1. Cole LP, Jepson R, Dawson C, Humm K. Hypertension, retinopathy, and acute kidney injury in dogs: A prospective study [published correction appears in J Vet Intern Med. 2020 Nov;34(6):3168]. J Vet Intern Med. 2020;34(5):1940-1947.

2020 Nov;34(6):3168]. J Vet Intern Med. 2020;34(5):1940-1947.

2. Park S, Lee CJ, Lee M, et al. Differential effects of arterial stiffness and fluid overload on blood pressure according to renal function in patients at risk for cardiovascular disease. Hypertens Res. 2019;42: 341-353.

Вставка 6: Распространенные заблуждения, которые могут привести к перегрузке организма жидкостью

Заблуждение: внутривенное введение растворов увеличивает СКФ у пациентов с нормальным уровнем гидратации.

Поправка: Внутривенное введение растворов не приведет к увеличению СКФ у пациентов с повышенным уровнем гидратации и эволемией.

Заблуждение: артериальная гипертензия может быть использована для диагностики гиперволемии.

Поправка: артериальная гипертензия редко сопровождается гиперволемией или отеками. У некоторых пациентов с заболеваниями почек может развиваться артериальная гипертензия, сопровождающаяся гиперволемией.

Заблуждение: если у пациента артериальная гипотензия, продолжайте вводить растворы болюсно до тех пор, пока его артериальное давление не улучшится.

Поправка: Некоторые пациенты с гипотензией не реагируют на внутривенную инфузионную терапию. Если пациент не реагирует на инфузионную терапию, прекратите инфузионные болюсы, устраните любые нарушения электролитного баланса или уровня глюкозы, и рассмотрите возможность лечения вазопрессорами.

Заблуждение: гемодиализ всегда является запасным вариантом лечения избытка жидкости, если диуретики не помогают.

Поправка: гемодиализ играет очень ограниченную терапевтическую роль в лечении отеков, поскольку поступление этой жидкости в сосудистое пространство ограничено.

Чтобы снизить риск перегрузки жидкостью:

- Используйте стратегию шоковой инфузии малым объемом.
- Адаптируйте текущую инфузионную терапию к потребностям каждого пациента.
- Контролируйте подсчет всех растворов, поступающих в виде лекарств, инфузий, промываний и энтерального питания, чтобы повысить точность расчета баланса жидкости. Кошки и маленькие собаки с меньшим объемом крови могут быстро вернуться к недостатку жидкости, если врачи не будут обращать внимания на количество вводимой жидкости.
- Ограничьте общий объем растворов, вводимых пациентам, находящимся под наркозом, во время длительных процедур. Как правило, у пациентов, получающих анестезию, количество жидкости не должно превышать рекомендуемой суточной нормы - 20 мл/кг в сутки [94].
- Рассмотрите возможность приема воды для энтерального введения.

Чтобы быстрее распознать гиперволемию, часто взвешивайте пациентов (каждые 6-12 часов), чтобы выявить увеличение массы тела на 10% по сравнению с исходным уровнем [23, 24]. Регулярно документируйте все поступления и потери/выведение жидкости, чтобы определить положительный водный баланс. Дополнительные признаки перегрузки организма жидкостью приведены в Таблице 15.

Как только развивается отек, он может стать опасен для жизни, и его очень трудно устранить. Распространенные заблуждения, которые могут привести к перегрузке организма жидкостью, приведены во Вставке 6. **Определенного лечения не существует.** Общие

терапевтические подходы включают ограничение потребления натрия и воды, прекращение внутривенного введения растворов, назначение диуретиков и повышение мобильности пациента (Рис. 12). Возможности вмешательств и их успешность ограничены. Таким образом, наилучший подход - избегать перегрузки жидкостью [93, 94].



РИСУНОК 12

Алгоритм терапии перегрузки жидкостью

Раздел 7: Вопросы и противоречия в области жидкостной терапии

Три основных рекомендации:

1. Инфузионные растворы - это лекарственные средства, которые оказывают сложное воздействие на организм и требуют понимания того, как и когда их назначать. При назначении инфузионной терапии врачи должны тщательно учитывать уровень гидратации и объем раствора электролитные и кислотно-щелочные нарушения, а также сопутствующие заболевания.
2. Здесь даны ответы на вопросы, касающиеся безопасности синтетических коллоидов, эффективности плазмы для лечения гипоальбуминемии, безопасности растворов, содержащих калий, при лечении пациентов с гиперкалиемией и необходимости внутривенного введения растворов во время сердечно-легочной реанимации (СЛР).

3. В рекомендациях по расширенному жизнеобеспечению для ветеринарных врачей при проведении СЛР рекомендуется тщательный подход к назначению инфузии пациентам с остановкой сердца и дыхания из-за возможности снижения доставки кислорода к тканям миокарда и головного мозга у пациентов без гиповолемии или распространительного шока.

Обзор

Нехватка масштабных, слепых, проспективных исследований по инфузионной терапии в ветеринарии порождает вопросы и противоречия относительно ее применения на практике. Клинические решения часто приходится принимать на основе имеющихся ограниченных данных, что еще больше усугубляет текущие дискуссии и неопределенности, связанные с инфузионной терапией.

Безопасны ли синтетические коллоиды?

Коллоиды быстро расширяют внутрисосудистое пространство и обладают более длительным действием, чем кристаллоиды. Их применение долгое время считалось "экономичным" по сравнению с объемом кристаллоидов, необходимым для достижения соответствующего эффекта. Синтетические коллоиды (например, гидроксипропилкрахмалы (наиболее распространенные), желатины и декстраны) более доступны и дешевле, чем природные коллоидные альтернативы, такие как препараты крови или видоспецифичный альбумин. Несмотря на их первоначальную привлекательность в качестве растворов для шоковой инфузии, использование синтетических коллоидов у критически больных мелких животных в настоящее время вызывает споры из-за проблем с безопасностью и эффективностью [96-100]. Осложнения, связанные с их использованием у людей, включают развитие ОПП и коагулопатии. Коллоиды растворяются в NaCl, который доставляет большое количество хлоридов в дистальные каналы и это объясняет некоторые почечные эффекты, наблюдаемые у людей. Существует ограниченное количество свидетельств того, что те же осложнения могут возникать у собак и кошек в критическом состоянии, хотя большинство исследований - это ретроспективные оценки или небольшие экспериментальные исследования [101-120]. Новое понимание функции поверхностного слоя эндотелия [121] и пересмотр гипотезы Старлинга [122,123] вызвали опасения, что экстравазация этих синтетических макромолекул увеличивает отек тканей и, в конечном счете, снижает доставку кислорода в условиях повышенной проницаемости сосудов, например, при синдроме системной воспалительной реакции, сепсисе, травме и т.д. и других повреждениях поверхностного слоя эндотелия [124].

Нет единого мнения об оптимальном применении синтетических коллоидов у мелких животных. Существует очень мало данных о том, является ли один синтетический коллоид более безопасным или эффективным, чем другой. Клиницисты должны тщательно взвешивать соотношение риска и пользы для отдельных пациентов.

Перед введением синтетических коллоидов необходимо учитывать следующее:[100]

- Избегайте применения синтетических коллоидов, если пациент реагирует на кристаллоидную или альтернативную терапию.
- Синтетические коллоиды не следует использовать в качестве заменителя альбумина. В случаях тяжелой гипоальбуминемии следует использовать натуральные коллоиды, такие как препараты плазмы или альбумин.
- При сложных патологических процессах, таких как сепсис или септический шок, лечение является мультимодальным и может включать использование природных коллоидов и/или вазопрессоров.
- Имеющиеся данные свидетельствуют о минимальном риске ОПП, связанного с синтетическими коллоидами, у собак и кошек при применении в небольших дозах (<20 мл/кг) в течение короткого периода времени.

- Не рекомендуется назначать синтетические коллоиды гемодинамически стабильным пациентам и пациентам с уже существующей азотемией.
- Синтетические коллоиды могут быть использованы при кратковременной необходимости поддержания коллоидно-осмотического давления (например, во время анестезии при перевязке портосистемного шунта у пациента с гипоальбуминемией).

Современные рекомендации по применению синтетических коллоидов включают сведение к минимуму дозы и продолжительности их применения при тщательном мониторинге функции почек (до 90 дней после воздействия), показателей свертываемости крови, гематокрита и количества тромбоцитов [100].

Пациентам с уже существующей азотемией, коагулопатией, анемией и тромбоцитопенией следует избегать применения синтетических коллоидов или применять их с осторожностью [100]. Некоторые ветеринарные врачи также считают системную гипертензию и сепсис противопоказаниями к применению синтетических коллоидов [99].

Можно ли использовать плазму для лечения гипоальбуминемии?

Концентрация сывороточного альбумина $<2,0$ г/дл является негативным прогностическим показателем, связанным с повышенной заболеваемостью пациентов и смертностью мелких животных из-за развития периферических отеков, нарушения перфузии тканей и насыщения их кислородом, гиперкоагуляции, нарушения метаболизма лекарственных средств, связанных с белками, и плохого заживления ран. В целом, природные коллоиды (например, альбумин и плазма) предпочтительнее синтетических коллоидов для лечения гипоальбуминемии, но их применение остается спорными из-за отсутствия доказательств, связывающих коррекцию концентрации альбумина с улучшением исходов у ветеринарных пациентов в критическом состоянии [56, 125, 126]. Препараты альбумина, специфичные для конкретных видов животных, рекомендуются для переливания ветеринарных пациентов с тяжелой или обостряющейся гипоальбуминемией. [61, 125] Из-за ограниченной доступности и дороговизны видоспецифического альбумина, для лечения гипоальбуминемии у собак и кошек иногда используются продукты плазмы (например, свежезамороженной плазмы, замороженной плазмы, и КСП) [127].

Несмотря на то, что препараты плазмы содержат разное количество альбумина [59], осложнения при переливании плазмы, по-видимому, менее опасны, чем при ксенотрансфузии препаратами человеческого альбумина [125, 128-131]. Потребность в объеме и стоимость плазмы для повышения концентрации сывороточного альбумина являются серьезным ограничением в ее использовании для лечения гипоальбуминемии. Для многих пациентов диетическая поддержка является более эффективной, менее сложной, менее рискованной и менее дорогостоящей, чем попытки повысить уровень сывороточного альбумина непосредственно с помощью натуральных коллоидов [132, 133].

Вредны ли "сбалансированные" изотонические кристаллоиды, содержащие калий, для пациентов с гиперкалиемией?

Гиперкалиемия является распространенным электролитным нарушением у мелких домашних животных с такими состояниями, как односторонняя или двусторонняя обструкция мочеточников, разрыв мочевого пузыря, гипoadренокортицизм (у собак), анурическая или олигурическая почечная недостаточность и другими [134]. Многим из этих пациентов требуется реанимация с введением растворов, и клиницисты должны выбирать между введением растворов, не содержащей калия (например, NaCl 0,9%) или сбалансированный изотонический раствор электролита (например, раствор Рингера Лактата, Стерофундин, Йоностерил и Плазмолит 148).

Сбалансированные изотонические растворы электролитов для реанимации содержат лишь небольшое количество калия (4-5 мэкв/л) (таблица 8). В нескольких исследованиях был сделан вывод о том, что изотонические растворы, содержащие калий, не вредны для

выведения жидкости и регидратации у кошек с гиперкалиемией и обструкцией мочеиспускательного канала [135, 136]. Сбалансированные изотонические жидкости устраняют кислотно-щелочной дисбаланс быстрее, чем подкисляющие жидкости, такие как 0,9% NaCl. Сбалансированные изотонические кристаллоиды также помогают предотвратить чрезмерно быструю коррекцию уровня натрия у пациентов с гипонатриемией и гиперкалиемией (например, при аддисоновском кризе) [137]. Это важно для выявления и лечения основной причины гиперкалиемии. Дальнейшее лечение тяжелой гиперкалиемии для предотвращения нарушений сердечной проводимости и других опасных для жизни осложнений показано, когда уровень калия в сыворотке крови превышает 7 ммоль/л [138].

Показаны ли внутривенные вливания во время СЛР?

Инфузионная терапия показана во время СЛР, если она поможет снизить гиповолемию, которая привела к остановке сердца и легких. Внутривенное введение растворов в виде кристаллоидных болюсов увеличивает преднагрузку и сердечную деятельность у мелких животных с гиповолемией при соответствующей вазодилатации (например, при анафилаксии, сепсисе и синдроме системной воспалительной реакции). Однако увеличение внутрисосудистого объема у пациентов с эволемией может в конечном итоге снизить перфузионное давление и уменьшить доставку кислорода к тканям миокарда и головного мозга [139-142]. По этой причине в рекомендациях RECOVER по расширенной реанимации для ветеринарных врачей при проведении СЛР рекомендуется тщательно подходить к назначению растворов пациентам с остановкой сердца и легких. В этих рекомендациях предлагается использование инфузии только по особым показаниям, например, у пациентов с гиповолемией или с вероятностью ее развития [143, 144]. Экспериментальные исследования на крысах и свиньях показывают, что гипертонический физиологический раствор, вводимый во время СЛР, может оказывать нейропротекторное действие [145-147]. Однако клинических доказательств применения у собак и кошек с остановкой сердца и легких недостаточно. Таким пациентам следует избегать применения синтетических коллоидов из-за потенциального риска и отсутствия преимуществ для выживания, которые оправдывали бы эти риски [144]. Пациентам со значительным кровотечением могут потребоваться препараты крови. Пациентам с нарушениями показателей калия, кальция, магния, глюкозы или кислотно-щелочного баланса может быть полезна целенаправленная терапия, направленная на устранение опасных для жизни нарушений. Пациентам с острыми жирорастворимыми токсикозами может быть полезна внутривенная терапия липидными эмульсиями.

Раздел 8: Инфузионная терапия и мониторинг

Три основных рекомендации:

1. Привлечение квалифицированных ветеринарных специалистов для проведения и мониторинга инфузионной терапии позволяет ветеринарному врачу сосредоточиться на задачах, которые он должен выполнять самостоятельно (т.е. на диагностике, рекомендациях, включая назначение инфузионной терапии, прогнозе и хирургическом вмешательстве), что приводит к повышению эффективности и надзору за пациентами.
2. Мониторинг во время внутривенной инфузионной терапии имеет решающее значение для предотвращения перегрузки организма жидкостью. Если наблюдение за пациентом или направление его в клинику, где проводится мониторинг, недоступны, рассмотрите альтернативный способ доставки.
3. Часто используются инфузоматы и перфузоры, однако они не всегда могут быть оптимальным методом введения растворов.

Обзор

Внутривенное введение растворов может осуществляться различными способами. Медицинский персонал ветеринарной клиники должен быть обучен всем техникам, чтобы избежать перегрузки пациентов жидкостью и связанных с этим потенциальных рисков. Эти факторы помогают определить наилучшее решение для внутривенной инфузионной терапии:

- Объем инфузии
- Общая продолжительность инфузии
- Уровень контроля, доступный во время введения
- Тип вводимой жидкости

Введение жидкости

Чаще всего используются внутривенные инфузионные насосы, но это не всегда идеальный способ введения. Например, крупной собаке, нуждающейся в быстром введении кристаллоидов, может потребоваться скорость инфузии, превышающая 1-2 л/час, которую обеспечивают стандартные инфузоматы. В этом случае для подачи большого объема растворов за короткое время предпочтительным методом является использование мешка для инфузии под давлением. Для животных, получающих небольшой объем жидкости, шприцевой дозатор может быть более точным, чем стандартный инфузионный насос (инфузомат), который не имеет микроустановок (Таблица 16).

Набор для внутривенного введения является еще одним фактором при выборе оборудования. Маленьким животным может быть полезен набор микрокапель (60 капель на мл), который обеспечивает более точную подачу раствора. Это может быть особенно полезно при использовании стандартной капельной системы для введения растворов маленьким пациентам. Инфузионные насосы также обычно предназначены для использования с трубками определенного типа или размера, поэтому важно соответствовать им, чтобы обеспечить достаточную подачу раствора (Таблица 16).

Используйте новую капельницу и пакет для каждого нового пациента [148] (уход за внутривенным катетером и его установка описаны в Таблице 17). Перед использованием заполните капельницу раствором для инфузии, чтобы избежать воздушной эмболии. Т-образный порт облегчает введение лекарств, а Y-образный порт можно использовать при проведении более чем одной совместимой инфузии.

Пакеты для внутривенного введения не следует использовать для промываний физиологическим раствором из-за риска загрязнения. Для снижения вероятности бактериального заражения, которое может привести к инфекции, предпочтительны предварительно заполненные шприцы, выпускаемые в продаже [149-151].

Если внутривенный доступ невозможен, используйте внутрикостные катетеры на ранней стадии лечения, чтобы избежать задержек с введением растворов при шоковой инфузии. Устройства для внутрикостного введения способны быстро просверливать кость, но требуют подготовки. При отсутствии устройства можно использовать иглы или периферические внутривенные катетеры (см. <https://www.youtube.com/watch?v=10twNYP1pV0> инструкции по установке внутрикостного катетера).

Мониторинг жидкости

Обученный средний персонал должен постоянно контролировать внутривенное введение растворов (Таблица 18). Без надлежащего мониторинга могут возникнуть серьезные последствия и ухудшиться качество лечения пациента. Используйте многопараметрический мониторинг, чтобы получить полную картину объема раствора у пациента и состояния гидратации и избежать осложнений, связанных с введением растворов (Таблица 19).

Наблюдайте за пациентами с высоким риском перегрузки жидкостью, по крайней мере, каждые 2 часа (методы приведены в Таблицах 19 и 20). Взвешивайте таких пациентов 2-3 раза

в день, проверяйте частоту дыхания каждые 1-2 часа, измерьте количество поступающей жидкости и диуреза, а также следите за признаками отека.

ТАБЛИЦА 16

Способы внутривенного введения растворов

Способ доставки	Замечания
Инфузионный насос (инфузомат)	<ul style="list-style-type: none"> • Возможность очень высокой и, возможно, очень низкой скорости введения • Максимальная скорость введения может ограничить способность быстро вводить болюс с большими объемами растворов
Шприцевой дозатор (перфузор)	<ul style="list-style-type: none"> • Ограничен небольшими объемами введения • Удлинитель располагается вплотную к внутривенному катетеру, чтобы обеспечить своевременное введение инфузии пациенту
Система капельная (инфузионная)	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимо рассчитать скорость капель: $\text{скорость раствора (мл/ч)} \times \text{коэффициент капель (капля/мл)} / 3600 = \text{количество капель/с}$ • Необходим тщательный мониторинг, поскольку нет сигналов тревоги
Буретрол	<ul style="list-style-type: none"> • Используется в сочетании с инфузоматом • Предотвращает подачу большого объема раствора маленьким пациентам • Позволяет добавлять меньше объемы, что приводит к меньшему разведению объемами у маленьких пациентов или в случае частой смены схемы введения растворов
Шприц	<ul style="list-style-type: none"> • Ручное введение небольших объемов • Не оставляйте шприц, прикрепленный к пациенту
Мешок для вливания под давлением	<ul style="list-style-type: none"> • Подходит идеально, когда объем, необходимый для инфузии за определенное время превышает возможности инфузомата и капельной системы

ТАБЛИЦА 17

Контрольный список по установке периферического внутривенного катетера и уходу за ним

Большое отверстие/калибр, короткая канюля	<ul style="list-style-type: none"> • Короткие катетеры большого диаметра оказывают меньшее сопротивление кровотоку, чем длинные катетеры меньшего диаметра • Идеально подходит для использования в случае необходимости быстрой инфузии
Асептическая подготовка и уход	<ul style="list-style-type: none"> •
Надежность катетера	<ul style="list-style-type: none"> • Закрепите 1ый кусок пластыря на катетере, фиксирую его. Используйте как можно меньше пластыря и закрепите го концы для удобства во при снятии катетера • Используйте дополнительный материал для повязки по мере необходимости. Будьте осторожны, не закрепляйте слишком туго или слишком свободно, чтобы избежать отека или преждевременного смещения

Ежедневный уход	<ul style="list-style-type: none"> • Проверяйте катетеры не реже двух раз в день. Полностью размотайте бинт, покрывающий пластырь, чтобы осмотреть место введения катетера на наличие признаков отека или тромбофлебита. Извлеките катетер и установите еще один, если есть показания • Данные, полученные на пациентах людей показывают, что рутинная замена катетера не дает никаких преимуществ по сравнению с заменой периферических катетеров по клиническим показаниям²
Промывание портов при подключении	<ul style="list-style-type: none"> • Обработка входов изопропиловым спиртом • Предпочтительны безыгольные инъекции и соединительные порты

1. Reddick AD, et al. Intravenous fluid resuscitation: was Poiseuille right? *Emerg Med J* 2011;28(3):201-2.
2. Webster J, Osborne S, Rickard CM, Marsh N. Clinically-indicated replacement versus routine replacement of peripheral venous catheters. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;1(1):CD007798.

ТАБЛИЦА 18
Контроль подачи растворов

Способ вливания	Мониторинг
Инфузионный насос, Буретрол	<ul style="list-style-type: none"> • Установите значение общего объема инфузии на 0 при запуске. Фиксируйте в протоколе каждые 2-4 часа. • Установите заданный объем инфузии в интервале между контролем
Шприцевой дозатор	<ul style="list-style-type: none"> • Установите общий объем инфузии на 0 при запуске. Протоколируйте каждые 2 часа • Установите заданный объем инфузии в интервале между контролем
Капельная система, мешок для вливания под давлением	<ul style="list-style-type: none"> • Отметьте верхний уровень раствора на пакете перед началом инфузии и документируйте его каждые 1-2 часа • Проводите мониторинг чаще, когда есть риск изменения объема инфузии (например, каждые 5 мин для объемов, вводимых за 15-20 мин)
Шприц	<ul style="list-style-type: none"> • Используйте только для болюсного введения • Не оставляйте прикрепленным к пациенту

ТАБЛИЦА 19
Оценка и мониторинг параметров, которые учитываются у пациентов, получающих инфузионную терапию*

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Частота и качество пульса** • СНК • ВСК • Частота и глубина дыхания • Шумы в легких • Тургор кожи • Масса тела • Ментальный статус • Диурез • Гематокрит/количество эритроцитов | <ul style="list-style-type: none"> • Общий белок • Лактат • Плотность мочи • Мочевина • Электролиты • АД • Газы венозной или артериальной крови • Насыщение кислородом |
|--|--|

*Reprinted from Davis H, Jensen T, Johnson A, et al. 2013 AAHA/AAFP fluid therapy guidelines for dogs and cats. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2013;49930:149-59.

**Включая аускультацию сердца для выявления шумов

Если возможно, выполните УЗИ для определения чувствительности к задержке жидкости, которое включает сканирование полости на наличие выпота и В-линий в легких, а также оценку состояния полой вены. Для пациентов с риском рецидива гиповолемического шока оценка состояния КПВ может быть лучшим показателем рецидива, чем другие, более часто контролируемые параметры, такие как ЧСС и АД [152].

Имейте в виду, что у маленьких пациентов, особенно педиатрических, последовательный забор крови может привести к уменьшению объема крови. Обращение к ветеринарным специалистам, которые могут не только настроить и провести инфузионную терапию, но и выявить признаки возможных осложнений, связанных с инфузионной терапией, позволяет врачу делегировать эту задачу среднему персоналу после назначения инфузионной терапии. Чем лучше ветеринарный специалист понимает "зачем" флюидотерапия - то, чему уделяется внимание в ветеринарных технологиях и программах ухода за больными, - тем в большей степени они могут быть оптимизированы в полной мере, что позволяет повысить эффективность работы ветеринарной команды. Многие ветеринарные клиники либо не в состоянии оказывать круглосуточную медицинскую помощь, либо географически не имеют возможности направлять пациентов в круглосуточный госпиталь. Когда постоянное наблюдение за пациентами невозможно, целевая группа рекомендует вводить растворы внутривенно в часы работы клиники и подкожные инфузии перед уходом на ночь. В течение дня можно вводить немного больше растворов внутривенно, если это не противопоказано из-за состояния пациента. При введении растворов внутривенно необходимо обеспечить наблюдение за пациентом.

ТАБЛИЦА 20

Методы контроля количества выделяемой жидкости

Диурез <ul style="list-style-type: none">• Мочевой катетер с закрытой системой сбора мочи• Впитывающие памперсы• Невпитывающие наполнители для туалета• Сбор мочи во время прогулки
Оценка объема рвоты и диареи
Зонд для кормления <ul style="list-style-type: none">• Количество вводимого корма• Количество остаточного содержимого в желудке
Масса тела
Дренажные наружные системы

Раздел 9: Заключение

Инфузионная терапия является краеугольным камнем терапии для многих собак и кошек. Пациентам, нуждающимся в дополнительном приеме жидкости, требуется индивидуальный план инфузионной терапии, который обеспечивает введение необходимого раствора с соответствующей скоростью и в нужном объеме. Полагаться при проведении инфузионной терапии на стратегию "один показатель подходит большинству пациентов" не только непрактично, но и потенциально вредно. Понимание различий между видами растворов и их воздействия на жидкостные секторы организма имеет решающее значение, наряду с продуманным и всесторонним обследованием пациента. Назначение специальной инфузионной терапии учитывает потребности каждого пациента в шоковой инфузии, регидратации и поддерживающим лечении. Инфузионная терапия также предполагает прогнозирование изменений в электролитах и других биологических параметрах, которые произойдут в результате инфузионной терапии и дополнительного приема жидкости или иного изменения плана лечения для предотвращения побочных эффектов. Тщательный мониторинг состояния пациента необходим для оценки терапевтического эффекта и определения того, когда необходимы изменения в планах инфузионной терапии для оптимизации результатов лечения пациентов.

Список используемой литературы

1. Waddell L. Colloid osmotic pressure and osmolality. In: Silverstein DC, Hopper K, eds. *Small Animal Critical Care Medicine*. 3rd ed. St. Louis: Elsevier; 2022:1054-58.
2. Woodcock TE, Michel CC. Advances in the Starling principle and microvascular fluid exchange; consequences and implications for fluid therapy. *Front Vet Sci* 2021;8:623671.
3. Boysen SR, Gommeren K. Assessment of volume status and fluid responsiveness in small animals. *Front Vet Sci* 2021;8:630643.
4. Rudloff E, Hopper K. Crystalloid and colloid compositions impact. *Front Vet Sci* 2021;8:639848. and their
5. Rudloff E. Assessment of hydration. In: Silverstein DC, Hopper K, eds. *Small Animal Critical Care Medicine*. 3rd ed. St. Louis: Elsevier; 2022: 373-77.
6. Marshall KA, Thomovsky EJ, Brooks AC, et al. Ultrasound measurements of the caudal vena cava before and after blood donation in 9 greyhound dogs. *Can Vet J* 2018;59(9): 973-980.
7. Donati PA, Guevara JM, Ardiles V, et al. Caudal vena cava collapsibility index as a tool to predict fluid responsiveness in dogs. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2020;30(6): 677-86.
8. Tello LH, Pardo MA. Fluid and electrolyte therapy during vomiting and diarrhea. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2022;52(3): 673-88.
9. Harris BA, Hofmeister EH, Gicking JC. A survey of emergency and critical care veterinarians regarding IV fluid bolus therapy and monitoring practices in small animals. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2021;31(5): 564-73.
10. DiBartola SP, Bateman S. Introduction to fluid therapy. In: DiBartola SP, ed. *Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice*. 4th ed. St. Louis: Elsevier Saunders; 2012: 331-50.
11. Hansen B, Vigani A. Maintenance fluid therapy: isotonic versus hypotonic solutions. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2017;47(2): 383-95.

12. Wellman ML, DiBartola SP, Kohn CW. Applied physiology of bodyfluids in dogs and cats. In: DiBartola SP, ed. *Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice*. 4th ed. St. Louis: Elsevier Saunders; 2012:15.
13. Hopper K, Garcia Rojas A, Barter L. An online survey of small animal veterinarians regarding current fluid therapy practices in dogs and cats. *J Am Vet Med Assoc* 2018;252(5):553-9.
14. Mazzaferro E, Powell LL. Fluid therapy for the emergent small animal patient: crystalloids, colloids, and albumin products. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2022;52(3): 781-96.
15. Lange J, Boysen SR, Bentley A, et al. Intraosseous catheter flow rates and ease of placement at various sites in canine cadavers. *Front Vet Sci* 2019;(19):6:312.
16. Bednarski, RM. Dogs and cats. In: Tranquilli WJ, Thurmon JC, Grimm KA, eds. *Lumb & Jones Veterinary Anesthesia and Analgesia*. 4th ed. Hoboken (NJ): Blackwell Publishing; 2007: 705-15.
17. Davis H, Jensen T, Johnson A, et al; American Association of Feline Practicioners; American Animal Hospital Association. 2013 AAHA/AAFP fluid therapy guidelines for dogs and cats. *J Am Anim Hosp Assoc* 2013;49(3): 149-59.
18. Muir WW. A new way to monitor & individualize your fluid therapy plan. *Vet Med* 2013;108(2). Available at <https://www.dvm360.com/view/new-way-monitor-and-individualize-your-fluid-therapy-plan>. Accessed July 13, 2023.
19. Kudnig ST, Mama K. Perioperative fluid therapy. *J Am Vet Med Assoc* 2002;221:1112-21.
20. Gaynor JS, Dunlop CI, Wagner AE, et al. Complications and mortality associated with anesthesia in dogs and cats. *J Am Anim Hosp Assoc* 1999;35:13-7.
21. Redondo JI, Rubio M, Soler G, et al. Normal values and incidence of cardiorespiratory complications in dogs during general anaesthesia. A review of 1281 cases. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med* 2007;54: 470-77.
22. Fantoni DT, Ida KK, Gimenes AM, et al. Pulse pressure variation as a guide for volume expansion in dogs undergoing orthopedic surgery. *Vet Anaesth Analg* 2017;44:710-8.
23. Celeita-Rodriguez N, Teixeira-Neto FJ, Garofalo NA, et al. Comparison of the diagnostic accuracy of dynamic and static preload indexes to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated isoflurane anesthetized dogs. *Vet Anaesth Analg* 2019;46: 276-88.
24. Klein AV, Teixeira-Neto FJ, Garofalo NA, et al. Changes in pulse pressure variation and plethysmographic variability index caused by hypotension-inducing hemorrhage followed by volume replacement in isoflurane-anesthetized dogs. *Am J Vet Res* 2016;77(3):280-7.
25. Skouropoulou D, Lacitignola L, Di Bella C, et al. Intraoperative assessment of fluid responsiveness in normotensive dogs under isoflurane anaesthesia. *Vet Sci* 2021;8(2):26.
26. Brunetto MA, Gomes MO, Andre MR, et al. Effects of nutritional support on hospital outcome in dogs and cats. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2010;20(2): 224-31.
27. Kraft MD, Btaiche IF, Sacks GS. Review of the refeeding syndrome. *Nutr Clin Pract* 2005;20(6): 625-33.
28. Brunet A, Bouzouraa T, Cadore JL, et al. Use of feeding tubes in 112 cats in an internal medicine referral service (2015-2020). *J Feline Med Surg* 2022;24(10):e338-46.
29. Cooper E. Routes of fluid administration. In: Cooper E, Guillaumin J, Yaxley P, et al. *Small Animal Fluid Therapy*, CABI; 2023:33-40.
30. Kathrani A. Enteral feeding tubes. In: Aronson LR, ed. *Small Animal Surgical Emergencies*. 2nd ed. Hoboken (NJ): Wiley Blackwell; 2022: 251-61.
31. Tolbert MK, Telles NJ, Simon BT, et al. Gastrointestinal transit time is faster in Beagle dogs compared to cats. *J Am Vet Med Assoc*. 2022;260(S3):S8-14.
32. Becvarova I. Tube feeding in small animals: diet selection and preparation. In: Chan DL, ed. *Nutritional Management of Hospitalized Small Animals*. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons; 2015:80-91.
33. Chan DL. Nutritional support of the critically ill small animal patient. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2020;50(6):1411-22.
34. Grathwohl KW, Bruns BJ, LeBrun CJ, et al. Does hemodilution exist? Effects of saline infusion on hematologic parameters in euvolemic subjects. *South Med J* 1996;89(1):51-5.

35. Prittie JE. Triggers for use, optimal dosing, and problems associated with red cell transfusions. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2003; 33(6):1261-75.
36. Kisielewicz C, Self I, Bell R. Assessment of clinical and laboratory variables as a guide to packed red blood cell transfusion of euvoletic anemic dogs. *J Vet Intern Med* 2014;28(2): 576-82.
37. Langston C, Gordon D. Effects of IV fluids in dogs and cats with kidney failure. *Front Vet Sci* 2021;8:659960.
38. Langston C. Managing fluid and electrolyte disorders in renal failure. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2008;38(3): 677-97 , xiii.
39. Harison E, Langston C, Palma D, Lamb K. Acute azotemia as a predictor of mortality in dogs and cats. *J Vet Intern Med* 2012;26(5):1093-8.
40. Von Hendy-Willson VE, Pressler BM. An overview of glomerular filtration rate testing in dogs and cats. *Vet J* 2011;188(2): 156-65.
41. Fiocchi EH, Cowgill LD, Brown DC, et al. The use of darbepoetin to stimulate erythropoiesis in the treatment of anemia of chronic kidney disease in dogs. *J Vet Intern Med* 2017;31(2): 476-85.
42. Chalhoub S, Langston CE, Farrelly J. The use of darbepoetin to stimulate erythropoiesis in anemia of chronic kidney disease in cats: 25 cases. *J Vet Intern Med* 2012;26(2):363-9.
43. Gori E, Lippi I, Guidi G, et al. Acute pancreatitis and acute kidney injury in dogs. *Vet J* 2019;245:77-81.
44. Quimby J. Management of chronic kidney disease. In: Bruyette DS, Bexfield N, Chretien JD, et al., eds. *Clinical Small Animal Internal Medicine*. Hoboken (NJ): Wiley Blackwell; 2020:1165-73.
45. Perkowski SZ, Oyama MA. Pathophysiology and anesthetic management of patients with cardiovascular disease. In: Grimm KA, Lamont LA, Tranquilli WJ, et al., eds. *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Fifth Edition of Lumb and Jones*. Hoboken (NJ): Wiley Blackwell; 2015: 496-510.
46. Keene BW, Atkins CE, Bonagura JD, et al. ACVIM consensus guidelines for the diagnosis and treatment of myxomatous mitral valve disease in dogs. *J Vet Intern Med* 2019;33(3):1127-40.
47. Ferasin L, DeFrancesco T. Management of acute heart failure in cats. *J Vet Cardiol* 2015;17 (suppl 1):S173-89.
48. Boysen SR, Gommeren K. Assessment of volume status and fluid responsiveness in small animals. *Front Vet Sci* 2021;8:630643.
49. Luis Fuentes V, Abbott J, Chetboul V, et al. ACVIM consensus statement guidelines for the classification, diagnosis, and management of cardiomyopathies in cats. *J Vet Intern Med* 2020;34(3):1062-77.
50. Nguyen VQ, Gadiraju TV, Patel H, et al. Intra-abdominal hypertension: an important consideration for diuretic resistance in acute decompensated heart failure. *Clin Cardiol* 2016;39(1):37-40.
51. Pouchelon JL, Atkins CE, Bussadori C, et al. Cardiovascular-renal axis disorders in the domestic dog and cat: a veterinary consensus statement. *J Small Anim Pract* 2015;56(9): 537-52.
52. Ronco C, Haapio M, House AA, et al. Cardiorenal syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2008;52(19):1527-39.
53. Giorgi ME, Mochel JP, Yuan L, et al. Retrospective evaluation of risk factors for development of kidney injury after parenteral furosemide treatment of left-sided congestive heart failure in dogs. *J Vet Intern Med* 2022;36(6):2042-52.
54. Lefebvre HP, Brown SA, Chetboul V, et al. Angiotensin-converting enzyme inhibitors in veterinary medicine. *Curr Pharm Des* 2007;13(13): 1347-61.
55. Hoorn EJ. Intravenous fluids: balancing solutions [published correction appears in *J Nephrol* 2020;33(2):387]. *J Nephrol* 2017;30(4): 485-92.
56. Snow SJ, Ari Jutkowitz L, Brown AJ. Trends in plasma transfusion at a veterinary teaching hospital: 308 patients (1996-1998 and 2006-2008). *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2010;20(4):441-5.
57. Beer KS, Silverstein DC. Controversies in the use of fresh frozen plasma in critically ill small animal patients. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2015;25(1):101-6.

58. Ropski MK, Guillaumin J, Monnig AA, et al. Use of cryopoor plasma for albumin replacement and continuous antimicrobial infusion for treatment of septic peritonitis in a dog. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2017;27(3): 348-56.
59. Culler CA, Iazbik C, Guillaumin J. Comparison of albumin, colloid osmotic pressure, von Willebrand factor, and coagulation factors in canine cryopoor plasma, cryoprecipitate, and fresh frozen plasma. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2017;27(6): 638-44.
60. Craft EM, Powell LL. The use of canine-specific albumin in dogs with septic peritonitis. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2012;22(6):631-9.
61. Sahagian MJ, Mastrocco A, Weltman JG, et al. Retrospective analysis of the use of canine-specific albumin in 125 critically ill dogs. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2023;33(2): 192-200.
62. Carney N, Totten AM, O'Reilly C, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury, fourth edition. *Neurosurgery* 2017;80(1):6-15.
63. Leibner E, Andreae M, Galvagno SM, et al. Damage control resuscitation. *Clin Exp Emerg Med* 2020;7(1):5-13.
64. Pigott A, Rudloff E. Traumatic brain injury-a review of intravenous fluid therapy. *Front Vet Sci* 2021;8:643800.
65. Shi J, Tan L, Ye J, et al. Hypertonic saline and mannitol in patients with traumatic brain injury: A systematic and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2020;99(35):e21655.
66. Li M, Chen T, Cai J, et al. Comparison of equimolar doses of mannitol and hypertonic saline for the treatment of elevated intracranial pressure after traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2015;94(17):e668.
67. Gu J, Huang H, Huang Y, et al. Hypertonic saline or mannitol for treating elevated intracranial pressure in traumatic brain injury: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Neurosurg Rev* 2019;42: 499-509.
68. Roquilly A, Moyer JD, Huet O, et al; Atlanrea Study Group and the Société Française d'Anesthésie Réanimation (SFAR) Research Network. Effect of continuous infusion of hypertonic saline vs standard care on 6-month neurological outcomes in patients with traumatic brain injury: the COBI randomized clinical trial. *JAMA* 2021;325(20):2056-66.
69. Kogika MM, de Morais HA. A quick reference on hypokalemia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2017;47(2): 229-34.
70. Schaer M. Disorders of serum potassium, sodium, magnesium and chloride. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 1999;9(4): 209-17.
71. Hoehne SN, Hopper K, Epstein SE. Accuracy of potassium supplementation of fluids administered intravenously. *J Vet Intern Med* 2015;29(3):834-9.
72. Humphrey S, Kirby R, Rudloff E. Magnesium physiology and clinical therapy in veterinary critical care. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2015;25(2): 210-25.
73. Sterns RH, Silver SM, Hix JK. Treatment of hyponatremia. In: Simon EE, ed. *Hyponatremia: Evaluation and Treatment*. New York: Springer; 2013: 221-50.
74. Sahay M, Sahay R. Hyponatremia: A practical approach. *Indian J Endocrinol Metab* 2014;18(6): 760-71.
75. Adrogué HJ, Tucker BM, Madias NE. Diagnosis and management of hyponatremia: a review. *JAMA* 2022;328(3): 280-91.
76. O'Brien DP, Kroll RA, Johnson GC, et al. Myelinolysis after correction of hyponatremia in two dogs. *J Vet Intern Med* 1994;8(1):40-8.
77. Muhsin SA, Mount DB. Diagnosis and treatment of hypernatremia. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2016;30(2): 189-203.
78. Ostermann M, Randolph AG. Resuscitation fluid composition and acute kidney injury in critical illness. *N Engl J Med* 2022;386(9):888-9.
79. Sigmon J, May CC, Bryant A, et al. Assessment of acute kidney injury in neurologically injured patients receiving hypertonic sodium chloride: does chloride load matter? *Ann Pharmacother* 2020;54(6):541-6.

80. Chow JH, Abuelkasem E, Sankova S, et al. Reversal of vasodilatory shock: current perspectives on conventional, rescue, and emerging vasoactive agents for the treatment of shock. *Anesth Analg* 2020;130(1):15-30.
81. Landry DW, Oliver JA. The pathogenesis of vasodilatory shock. *N Engl J Med* 2001;345(8): 588-95.
82. Wieruszewski PM, Khanna AK. Vasopressor choice and timing in vasodilatory shock. *Crit Care* 2022;26(1):76.
83. Brown JC, Simons E, Rudders SA. Epinephrine in the management of anaphylaxis. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2020;8(4):1186-95.
84. Campbell G, Alderson P, Smith AF, et al. Warming of intravenous and irrigation fluids for preventing inadvertent perioperative hypothermia. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;2015(4):CD009891.
85. Brodeur A, Wright A, Cortes Y. Hypothermia and targeted temperature management in cats and dogs. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2017;27(2): 151-63.
86. Jourdan G, Didier C, Chotard E, et al. Heated intravenous fluids alone fail to prevent hypothermia in cats under general anaesthesia. *J Feline Med Surg* 2017;19(12):1249-53.
87. Chiang V, Hopper K, Mellema MS. In vitro evaluation of the efficacy of a veterinary dry heat fluid warmer. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2011;21(6): 639-47.
88. Lee RA, Towle Millard HA, Weil AB, et al. In vitro evaluation of three intravenous fluid line warmers. *J Am Vet Med Assoc* 2014;244(12): 1423-8.
89. Oncken AK, Kirby R, Rudloff E. Hypothermia in critically ill dogs and cats. *Compendium* 2001;23(6): 506-21.
90. Johnson SI, McMichael M, White G. Heatstroke in small animal medicine: a clinical practice review. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2006;16(2):112-9.
91. Klein SC, Peterson ME. Canine hypoadrenocorticism: part II. *Can Vet J* 2010;51(2):179.
92. Goutal CM, Brugmann BL, Ryan KA. Insulinoma in dogs: a review. *J Am Anim Hosp Assoc* 2012;48(3): 151-63.
93. Thomovsky E, Brooks A, Johnson P. Fluid overload in small animal patients. *Top Companion Anim Med* 2016;31(3):94-9.
94. Hansen B. Fluid overload. *Front Vet Sci* 2021;8:668688.
95. Londono L. Fluid therapy in critical care. *Today's Vet Pract* 2019;9(3). Available at: <https://todaysveterinarypractice.com/internal-medicine/fluid-therapy-in-critical-care/>. Accessed August 31, 2023.
96. Adamik KN, Yozova ID, Regenscheit N. Controversies in the use of hydroxyethyl starch solutions in small animal emergency and critical care. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2015;25(1):20-47.
97. Cazzolli D, Prittie J. The crystalloid-colloid debate: Consequences of resuscitation fluid selection in veterinary critical care. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2015;25(1):6-19.
98. Wong C, Koenig A. The colloid controversy: are colloids bad and what are the options? *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2017;47(2): 411-21.
99. Yozova ID, Howard J, Sigrist NE, et al. Current trends in volume replacement therapy and the use of synthetic colloids in small animals-an internet-based survey (2016). *Front Vet Sci* 2017;4:140.
100. Adamik KN, Yozova ID. Colloids yes or no? - a "Gretchen question" answered. *Front Vet Sci* 2021;8:624049.
101. Hayes G, Benedicenti L, Mathews K. Retrospective cohort study on the incidence of acute kidney injury and death following hydroxyethyl starch (HES 10% 250/0.5/5:1) administration in dogs (2007-2010). *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2016;26(1):35-40.
102. Yozova ID, Howard J, Adamik KN. Retrospective evaluation of the effects of administration of tetrastarch (hydroxyethyl starch 130/0.4) on plasma creatinine concentration in dogs (2010-2013): 201 dogs. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2016;26(4): 568-77.
103. Yozova ID, Howard J, Adamik KN. Effect of tetrastarch (hydroxyethyl starch 130/0.4) on plasma creatinine concentration in cats: a retrospective analysis (2010-2015). *J Feline Med Surg* 2017;19(10):1073-9.

104. Sigrist NE, Kälin N, Dreyfus A. Changes in serum creatinine concentration and acute kidney injury (AKI) grade in dogs treated with hydroxyethyl starch 130/0.4 from 2013 to 2015. *J Vet Intern Med* 2017;31(2): 434-41.
105. Sigrist NE, Kälin N, Dreyfus A. Effects of hydroxyethyl starch 130/0.4 on serum Creatinine concentration and development of acute kidney injury in nonazotemic cats. *J Vet Intern Med* 2017;31(6):1749-56.
106. Schmid SM, Cianciolo RE, Drobatz KJ, et al. Postmortem evaluation of renal tubular vacuolization in critically ill dogs. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2019;29(3): 279-87.
107. Boyd CJ, Claus MA, Rasis AL, et al. Evaluation of biomarkers of kidney injury following 4% succinylated gelatin and 6% hydroxyethyl starch 130/0.4 administration in a canine hemorrhagic shock model. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2019;29(2): 132-42.
108. Boyd CJ, Sharp CR, Claus MA, et al. Prospective randomized controlled blinded clinical trial evaluating biomarkers of acute kidney injury following 6% hydroxyethyl starch 130/0.4 or Hartmann's solution in dogs. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2021;31(3): 306-14.
109. Adamik KN, Stoffel MH, Tangermann S, et al. Assessment of hydroxyethyl starch (6% HES 130/0.4) kidney storage in critically ill dogs: a post-mortem prospective study. *Front Vet Sci* 2022;8:802507.
110. Classen J, Adamik KN, Weber K, et al. In vitro effect of hydroxyethyl starch 130/0.42 on canine platelet function. *Am J Vet Res* 2012;73(12):1908-12.
111. Falco S, Bruno B, Maurella C, et al. In vitro evaluation of canine hemostasis following dilution with hydroxyethyl starch (130/0.4) via thromboelastometry. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2012;22(6):640-5.
112. Reuteler A, Axiak-Flammer S, Howard J, et al. Comparison of the effects of a balanced crystalloid-based and a saline-based tetrastarch solution on canine whole blood coagulation and platelet function. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2017;27(1):23-34.
113. Wurlod VA, Howard J, Francey T, et al. Comparison of the in vitro effects of saline, hypertonic hydroxyethyl starch, hypertonic saline, and two forms of hydroxyethyl starch on whole blood coagulation and platelet function in dogs. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2015;25(4): 474-87.
114. Gauthier V, Holowaychuk MK, Kerr CL, et al. Effect of synthetic colloid administration on coagulation in healthy dogs and dogs with systemic inflammation. *J Vet Intern Med* 2015;29(1): 276-85.
115. Albrecht NA, Howard J, Kovacevic A, et al. In vitro effects of 6% hydroxyethyl starch 130/0.42 solution on feline whole blood coagulation measured by rotational thromboelastometry. *BMC Vet Res* 2016; 12(1):155.
116. Diniz MS, Teixeira-Neto FJ, Gonçalves DS, et al. Effects of 6% tetrastarch or lactated Ringer's solution on blood coagulation in hemorrhaged dogs [published correction appears in *J Vet Intern Med* 2019;33(2):1110]. *J Vet Intern Med* 2018;32(6):1927-33.
117. McBride D, Hosgood G, Rasis A, et al. Platelet closure time in anesthetized greyhounds with hemorrhagic shock treated with hydroxyethyl starch 130/0.4 or 0.9% sodium chloride infusions. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2016;26(4): 509-15.
118. Boyd CJ, Claus MA, Rasis AL, et al. Hypocoagulability and platelet dysfunction are exacerbated by synthetic colloids in a canine hemorrhagic shock model [published correction appears in *Front Vet Sci* 2020;7:641]. *Front Vet Sci* 2018;5:279.
119. Iannucci C, Dirkmann D, Howard J, et al. A prospective randomized open-label trial on the comparative effects of 6% hydroxyethyl starch 130/0.4 versus polyionic isotonic crystalloids on coagulation parameters in dogs with spontaneous hemoperitoneum. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2021;31(1):32-42.
120. Smart L, Jandrey KE, Kass PH, et al. The effect of Hetastarch (670/0.75) in vivo on platelet closure time in the dog. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2009;19(5):444-9.
121. Gaudette S, Hughes D, Boller M. The endothelial glycocalyx: Structure and function in health and critical illness. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2020;30(2): 117-34.

122. Michel CC. Starling: the formulation of his hypothesis of microvascular fluid exchange and its significance after 100 years. *Exp Physiol* 1997;82(1):1-30.
123. Levick JR. Revision of the Starling principle: new views of tissue fluid balance. *J Physiol* 2004;557(Pt 3):704.
124. Becker BF, Chappell D, Bruegger D, et al. Therapeutic strategies targeting the endothelial glycocalyx: acute deficits, but great potential. *Cardiovasc Res* 2010;87(2): 300-10 .
125. Mazzaferro EM, Edwards T. Update on albumin therapy in critical illness. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2020;50(6): 1289-305.
126. Montealegre F, Lyons BM. Fluid therapy in dogs and cats with sepsis. *Front Vet Sci* 2021;8:622127.
127. Culler CA, Balakrishnan A, Yaxley PE, et al. Clinical use of cryopoor plasma continuous rate infusion in critically ill, hypoalbuminemic dogs. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2019;29(3): 314-20.
128. Francis AH, Martin LG, Haldorson GJ, et al. Adverse reactions suggestive of type III hypersensitivity in six healthy dogs given human albumin. *J Am Vet Med Assoc* 2007;230(6):873-9.
129. Cohn LA, Kerl ME, Lenox CE, et al. Response of healthy dogs to infusions of human serum albumin. *Am J Vet Res* 2007;68(6): 657-63.
130. Trow AV, Rozanski EA, Delaforcade AM, et al. Evaluation of use of human albumin in critically ill dogs: 73 cases (2003-2006). *J Am Vet Med Assoc* 2008;233(4): 607-12.
131. Horowitz FB, Read RL, Powell LL. A retrospective analysis of 25% human serum albumin supplementation in hypoalbuminemic dogs with septic peritonitis. *Can Vet J* 2015;56(6):591-7.
132. Liu DT, Brown DC, Silverstein DC. Early nutritional support is associated with decreased length of hospitalization in dogs with septic peritonitis: A retrospective study of 45 cases (2000-2009). *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2012;22(4):453-9.
133. Conner BJ. Treating hypoalbuminemia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2017;47(2):451-9.
134. Kogika MM, de Morais HA. A quick reference on hyperkalemia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2017;47(2):223-8.
135. Drobatz K, Cole S. The influence of crystalloid type on acid-base and electrolyte status of cats with urethral obstruction. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2008;18(4): 355-61.
136. Cunha MG, Freitas GC, Carregaro AB, et al. Renal and cardiorespiratory effects of treatment with lactated Ringer's solution or physiologic saline (0.9% NaCl) solution in cats with experimentally induced urethral obstruction. *Am J Vet Res* 2010;71(7):840-6.
137. Lathan P, Thompson AL. Management of hypoadrenocorticism (Addison's disease) in dogs. *Vet Med (Auckl)* 2018;9:1-10.
138. Jones JM, Burkitt-Creedon JM, Epstein SE. Treatment strategies for hyperkalemia secondary to urethral obstruction in 50 male cats: 2002-2017. *J Feline Med Surg* 2022;24(12):e580-e587.
139. Voorhees WD III, Ralston SH, Kougiaris C, et al. Fluid loading with whole blood or Ringer's lactate solution during CPR in dogs. *Resuscitation* 1987;15(2): 113-23.
140. Ditchey RV, Lindenfeld J. Potential adverse effects of volume loading on perfusion of vital organs during closed-chest resuscitation. *Circulation* 1984;69(1):181-9.
141. Gentile NT, Martin GB, Appleton TJ, et al. Effects of arterial and venous volume infusion on coronary perfusion pressures during canine CPR. *Resuscitation* 1991;22(1):55-63.
142. Yannopoulos D, Zviman M, Castro V, et al. Intra-cardiopulmonary resuscitation hypothermia with and without volume loading in an ischemic model of cardiac arrest. *Circulation* 2009;120(14):1426-35.
143. Fletcher DJ, Boller M, Brainard BM, et al; American College of Veterinary Medicine; Veterinary Emergency and Critical Care Society. RECOVER evidence and knowledge gap analysis on veterinary CPR. Part 7: Clinical guidelines. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2012; 22(suppl 1):S102-31.
144. Fletcher DJ, Boller M. Fluid therapy during cardiopulmonary resuscitation. *Front Vet Sci* 2021;7:625361.

145. Fischer M, Hossmann KA. Volume expansion during cardiopulmonary resuscitation reduces cerebral no-reflow. *Resuscitation* 1996;32(3): 227-40.
146. Zhou X, Liu Y, Huang Y, et al. Hypertonic saline infusion suppresses apoptosis of hippocampal cells in a rat model of cardiopulmonary resuscitation. *Sci Rep* 2017;7(1):5783.
147. Breil M, Krep H, Sinn D, et al. Hypertonic saline improves myocardial blood flow during CPR, but is not enhanced further by the addition of hydroxy ethyl starch. *Resuscitation* 2003;56(3): 307-17.
148. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al; Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis* 2011;52(9):e162-93.
149. Sabino CV, Weese JS. Contamination of multiple-dose vials in a veterinary hospital. *Can Vet J* 2006;47(8): 779-82.
150. Gorski LA, Hadaway L, Hagle ME, et al. Infusion therapy standards of practice, eighth edition. *J Infus Nurs* 2021;44(1S suppl 1):S1-224.
151. Guillaumin J, Olp NM, Magnusson KD, et al. Influence of hang time and location on bacterial contamination of intravenous bags in a veterinary emergency and critical care setting. *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2017;27(5): 548-54.
152. Yanagawa Y, Sakamoto T, Okada Y. Hypovolemic shock evaluated by sonographic measurement of the inferior vena cava during resuscitation in trauma patients. *J Trauma* 2007;63(6):1245-8.