Основы инфузионной терапии .

ГУ Республиканская Детская Больница
Коми филиал ГОУВПО КГМА федерального агенства по здравоохранению и социальному развитию в г.Сыктывкаре
2011

Инфузионная терапия – метод лечения, заключающийся в парентеральном введении в организм различных веществ и фармацевтических препаратов в виде растворов.

Трансфузионная терапия – раздел инфузионной терапии, занимающийся переливанием крови и ее компонентов.

Принципы инфузионной терапии

- Обеспечение физиологической (патофизиологической) потребности больного в воде и ионах.
- Устранение дефицита воды и ионов.
- Возмещение текущих патологических потерь воды и ионов.

Dennis, 1962

Показания и противопоказания для проведения инфузионной терапии.

Показания:

- Необходимость решения определённых терапевтических задач
- Невозможность их решения другими методами

Противопоказания:

- Нет

Задачи инфузионной терапии.

- Поддержание волемического статуса
- Поддержание гидро-ионного обмена (ГИО) и его восстановление
- Нормализация кислотно-основного состояния (КОС)
- Дезинтоксикация
- Улучшение «свойств» крови: реологических, транспортных, коагуляционных и др.)
- Пассивная иммунизация и стимуляция иммунных процессов
- Введение медикаментов
- Обеспечение организма пластическими и энергетическими субстратами (ПЭП).

«Терапевтические» цели проведения инфузионной терапии. Штатнов М.К. 2003г.

- Суточ**ный дисбаланс воды не более ± 5 % от массы тела**
- **Концентрация натрия в сыворотке 135 – 155 ммоль/л**
- **Концентрация калия в сыворотке 3,5 – 5,5 ммоль/л**
- **Концентрация калия в эритроцитах ≥ 80 ммоль/л**
- **Концентрация магния в сыворотке 0,5 – 1,5 ммоль/л**
- **Объём циркулирующей плазмы ± 5 % от нормы**
- **Гематокрит в острых случаях не менее 0,22**
- **Гемоглобин в острых случаях не менее 70 – 80 г/л, при поражении лёгких не менее 100 г/л**
- **Концентрация альбумина плазмы ≥ 25 г/л**
- **pH крови 7,30 – 7,45**

Физиология гидро-ионного обмена.

1. Поступление воды в организм:

- Через желудочно-кишечный тракт
- Оксидационная вода:

100 гр углеводов – 60 мл воды,

100 гр жиров – 100 мл воды.

2. Удаление воды из организма:

- Диурез
- Перспирация:

новорожденные – 2 мл/кг/час

дети до 1 года – 1 мл/кг/час

дети старше 1 года – 0,5 мл/кг/час.

Содержание воды в организме.

- Женщины – 50% от массы тела
- Мужчины – 60% от массы тела.

Общая вода тела:

- Внутриклеточная жидкость(К) - 66% от массы тела
- Внеклеточная жидкость (34%) = плазма 4%+ интерстициальная жидкость(ИП) 25,5% + трансклеточная жидкость 2-4%.

Среднее соотношение объемов

С : ИП : К =1 : 4 : 8

- Вода тела= (Sт м² *15,05) – 0,71
- М =±7,1%

- <u>Рассчет долженствующей величины ОЦК</u> (мл/кг «тощей массы тела» ТМТ) исходят из массы тела (Гогложа Р.Л., 1972):

ТМТ(кг) = К * Рост²(см); где К

0,00204 – для мужчин

0,00175 – для женщин

- Оптимальная масса тела (рекомендуемая Европейской ассоциацией нутрициологов):
- Мужчины Рост-100-{(Рост-152) * 0,2}или

48,1 кг на первые 150 см роста + по 2,72 кг на каждые 2,5 см сверху

Женщины Рост-100-{(Рост-152)*0,4 или

45,4 кг на первые 150 см роста +по 2,27 кг на каждые 2,5 см сверху

Основные ионы организма.

- Na+ - (135-145 ммоль/л) – основной представитель внеклеточных ионов.
- К+ - (3,5-5,5 ммоль/л) – плазма,
  - (80-120 ммоль/л) – эритроциты – основной представитель внутриклеточных ионов.

- CL – (90-110 ммоль/л) основной внеклеточный анион.
- Са+ - (1,1- 1,5 ммоль/л)
- Mg + (0,7 – 1,05 ммоль/л)

- **Mg** – внутриклеточный катион, кофактор более 300 ферментов
- -фармакологический антогонист К+ (восполнение Mg нормализует гипокалигистию)
- **Гипомагниемия:** увеличенный выброс А и NA при стрессе, апатия, галлюцинации, мышечная слабость, тремор, дисфагия, удлинение интервала QT на ЭКГ, желудочковая экстрасистолия
- **Гипермагниемия:**падение АД, нарушение и угнетение дыхания (снижение в/черепного давления), тошнота, рвота, гипорефлексия, удлинение PQ, QT, бради-, затем тахи-кардия, АВ блокада, остановка сердца в диастоле (угнетает автоматизм и проводимость на всех участках проодящей системы).
- **Антидот –** глюканат Са (10-20 мл в/в)

- **К –** концентрация в плазме не всегда является надежным показателем общего содержания К в организме
- **Гипокалиемия –** стресс любой этиологии (гиперкатехоламинемия), первичный гипоальдостеронизм, внеклеточный алколоз с внутриклеточным ацидозом,атония мышц до вялого паралича, атония мочевого пузыря и парез ЖКТ, нарушение глотание, остановка сердца в систоле. На фоне гипокалиемии быстрые в/в введения эуфиллина, мочегонных, концентрированных растворов глюкозы могут вызвать остановку сердца.
- **Гиперкалиемия –** спазм кишечника, олигоанурия, фасцикулярные подергивания мышц, увеличение диастолы вплоть до остановки сердца в диастолу
- Антогонист – Ca, H, Na, Mg

- Na- определяет элекктропроводность, осмотическое давление и точку замерзания раствора
- Каждые 3 ммоль/л сверх 145 ммоль/л свидетельствуют о дефиците 1 л воды
- Гипонатриемия:эпилептиформные припадки, отек ГМ (клиника летаргии), восполнение концентрации Na не больше 12 мэкв/л/день – приболее быстром темпе возможна осмотическая демиелинизации ЦНС и синдрома изоляции.

>135 ммоль/л – умеренный избыток воды

135 – 125 ммоль/л – значительный избыток воды

<125 ммоль/л – выраженный избыток воды во внеклеточном секторе с дефицитом Na и Cl

Выраженные нарушения содержания Na (<125 ммоль/л и >150 ммоль/л) требуют гемодиализа

- Ca – необходимы для свертывания крови, электромеханического сопряжения в сердечной и скелетной мускулатуре и электросекреторного сопряжения в эндокринных органах
- Повышение ионизированного Ca уменьшает действие АДГ (проявляется полиурией, рвотой,адинамией), общей слабостью, запорами, тоническими судорагами
- Гиперкальциемия может вызывать спазм коронарных сосудов, фибрилляцию желудочков и остановку сердца в систоле
- Гипокальциемия искажая активные потенциалы клеточных мембран, снижает порог судорожной готовности и способствует развитию «дистальной» тетании , парастезии губ, ларинго- и бронхоспазм, эпилептиформные приступы. Перевозбуждает дыхательный центр с остановкой на вдохе. На ЭКГ – удлинение сегмента ST увеличивается интервал QT(не пропорционально степени гипокальциемии, но опережая клинику), укорачиватся PQ , уплощается T.

- Осматическое давление – сила, стремящаяся переместить воду через полупроницаемую мембрану в сторону большей концентрации ионов и выровнять асимметрию давлений. Осматическое давление регулирует направление, скорость и количество перемещения воды во всех жидкостных секторах организма.
- Определяется:

1. Концентрационным градиентом
2. Соотношением размеров частиц и проницаемостьюмембран
3. Числом частиц в единице объема

- Осмолярность плазмы по Кейту М.Д.(1988)

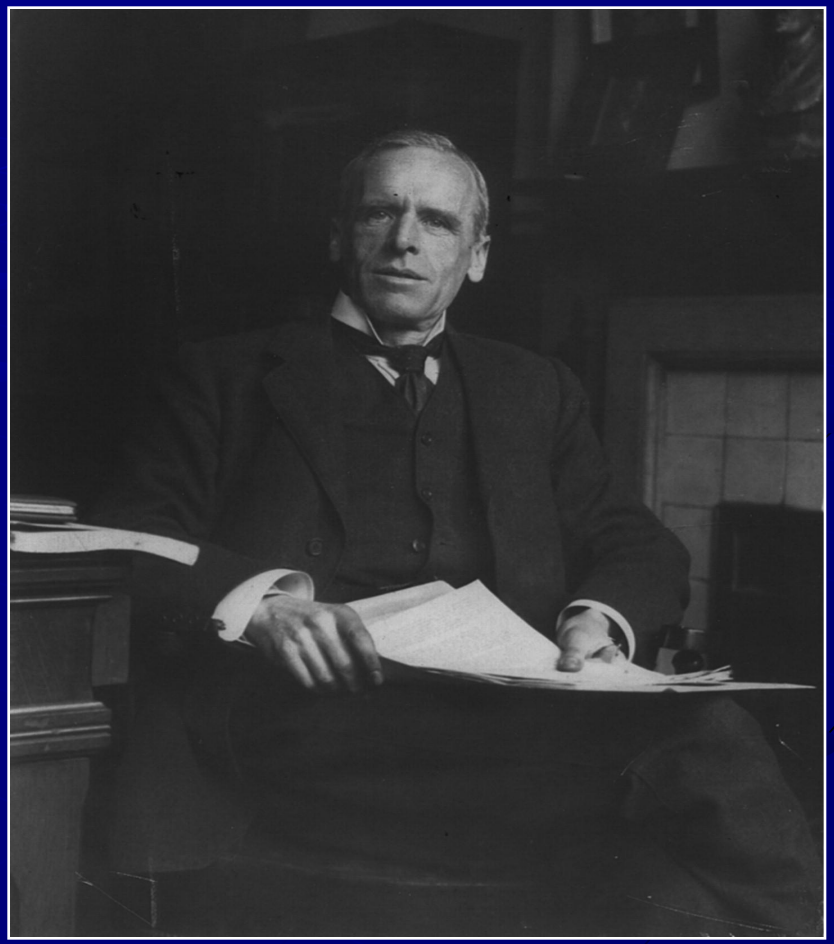
ОСМ = 2 * (Na + K)+ глюкоза (в N = 297±2 мОсм/л)

С возрастом референтные границы нормы растут(от 265 мОсм/л – при рождении, до 300 мОсм/л – у пожилых; Хейль В.,Шуктис Ф., 1996)

Движение жидкости с растворенными в ней веществами между различными водными пространствами организма происходит по законам осмоса и под действием основных сил: осмотического давления, гидростатического давления и онкотического давления.

Эрнест Генри Старлинг
(1866 - 1927)

«…создаваемое белками плазмы осмотическое давление предупреждает формирование отека путем уравновешивания гидростатического давления в сосудах... Снижение концентрации белков плазмы приводит к развитию отека».



$$JV = Kfc\,[(Pcap - Pint) - \sigma d\,(\pi cap - \pi int)]$$

Гидростатическое давление является основной силой, способствующей выходу жидкости из капилляров в интерстициальное пространство

$$JV = Kfc\,[(Pcap - Pint) - \sigma d\,(\pi cap - \pi int)]$$

Коллоидное осмотическое (онкотическое) давление в капилляре является единственной силой, противодействующей гидростатическому давлению

- положительный водный баланс (нарушение функции почек, приём большого количества осмотически активных веществ и др.)
- повышение гидростатического давления преимущественно в венозном отделе сосудистого русла (венозная гиперемия местная или при сердечной недостаточности, а также воспаление)
- понижение коллоидно-осмотического давления крови(гипопротеинемия при голодании, нефротическом синдроме, недостаточности функций печени и др.)
- повышение коллоидно-осмотического давления в ткани в результате накопления осмотически-активных веществ: электролитов, белков, продуктов метаболизма (при воспалении, аллергии, гипоксии)
- повышение проницаемости капиллярных сосудов: а) под действием гуморальных факторов (гистамин, серотонин, кинины, простогландины и др.); б) при нарушении трофики стенки капиллярных сосудов (расстройство нервно- трофического обеспечения, голодание, гипоксия и др.)
- нарушение оттока лимфы (механическая или динамическая лимфатическая недостаточность)
- нарушение нервной и гуморальной регуляции водно-электролитного обмена (вторичный гиперальдостеронизм, и как следствие – накопление натрия в интерстициальном пространстве)

В результате обменно-диффузионных процессов, постоянно идущих между сосудистым и интерстициальным пространствами, имеющиеся в крови натрий, другие электролиты, глюкоза и мочевина равномерно распределяются по обе стороны капиллярной стенки.

Распределение воды между интерстициальным пространством и клетками происходит по закону осмоса.
Перенос через клеточную мембрану электролитов энергетически-зависимый процесс.

Физиологическая, фактическая осмолярность всех жидкостей человеческого организма, включая плазму, составляет 286 ± 5 ммоль/л.

Основными составляющими осмолярности внеклеточной жидкости являются ионы натрия и хлора, в меньшей степени остальные ионы, глюкоза и мочевина.

Дегидратация.

- Изотоническая – 90%. Потери при диарее.

  Осмолярность – N.

  Na+ плазмы – N.
- Гипертоническая. Гипертермия, гипервентиляция, гипостенурия.

  Осмолярность – повышена .

  Na+ плазмы – больше 145 ммоль/л.
- Гипотоническая. Потери из верхних отделов ЖКТ.

  Осмолярность – снижена.

  Na+ плазмы – меньше 135 ммоль/л.

Клинические признаки дегидратации. Папаян А.В. Цибулькин Э.К. 1984г

Система, орган, показатель	Вододефицитная	Изотоническая	Соледефицитная
Нервная система	Беспокойство, возбуждение, сильная жажда	Вялость, сомнолентность	Сопор, кома, судороги
Температура тела	Гипертермия	Субфебрильная	Нормальная
Кожа	Эластичность сохранена, теплая	Холодная, сухая, пониженной эластичности	Дряблая, холодная, с цианотичным оттенком
Слизистые оболочки	Очень сухие, запекшиеся	Сухие	Нередко покрыты слизью
АД	Долго остается нормальным	Снижено или повышено	Низкое
Дыхание	Гипервентиляция, внезапные апноэ	Без особенностей	Медленное дыхание
Причина смерти	Резкое повышение осмотического давления, блокада внутриклеточных дыхательных ферментов	Недостаточность кровообращения	Недостаточность кровообращения

Последовательность проведения инфузионной терапии (1).

Исходные данные и принятие решения о необходимости ИТ:

1. Возраст.
2. Диагноз, включая ведущий патологический синдром (увеличение или уменьшение объема).
3. Состояние волемии.
4. Вес на момент осмотра и накануне заболевания – степень дегидратации / гипергидратации (Д воды).
5. Почасовой диурез.
6. Возможность поступления жидкости через рот.
7. Наличие текущих патологических потерь:

-Количество стула, рвотных масс, мочи измерять;

-Гипертермия 10 мл/кг/сутки на 1 градус выше N;

-Парез кишечника 1ст – 10мл/кг/сутки, 2 ст – 20 мл/кг/сутки, 3ст – 40 мл/кг/сутки;

-Одышка 10 мл/кг/сутки.

Последовательность проведения инфузионной терапии (2).

Выбор и обеспечение доступа к сосудистому руслу.

1. Пункция периферической вены.
2. Катетеризация периферической вены (пункционно или секционно).
3. Катетеризация центральной вены через периферическую.
4. Катетеризация центральной вены.

Забор крови для анализов: показатели Hb, о.белок крови, сахара крови, К плазмы, Na плазмы, КОС.

Начальный этап инфузионной терапии:

- Шок: 20 мл/кг струйно солевого кристаллоидного раствора, переход на противошоковую схему инфузионной терапии.
- Вероятность оперативного вмешательства: сбалансированный солевой раствор со скоростью 10 мл/кг/час.
- Диагноз не ясен: сбалансированный солевой раствор в темпе физиологической потребности

Последовательность проведения инфузионной терапии (3).

Программа инфузионной терапии.

- V= ФП + Д (ЖВО) + ТПП.

ФП – физиологическая потребность в воде и электролитах.

Д – дефицит воды и электролитов.

ТПП – текущие патологические потери воды и электролитов.

ФП в жидкости:

1. На кг массы тела в зависимости от возраста (таблицы, номограммы).
2. На м2 поверхности тела (1500 мл/м2/ сутки).
3. По энергетическим затратам организма (100-150 мл / 100 ккал).

Ребенок 5 лет: 19 кг; 1,2 м2; 1500 ккал.

1. 100 мл/кг х 19 = 1900 мл
2. 1500 мл/м2 х 1,2 = 1800 мл
3. 1500 ккал / 100 ккал х 125 мл = 1875 мл

Суточная потребность в жидкости.

(по Э. К. Цибулькину)

Возраст	Потребность мл/кг/сутки
7 суток – 3 месяца	140
3 – 9 месяцев	130
9 месяцев – 1 год	125
1 – 2 года	120
3 – 5 лет	100
6 – 9 лет	80
10 – 14 лет	60
Старше 14 лет	50
Взрослые	30-40

Суточная потребность в электролитах.

- Na – 2-3 ммоль/кг = 15-20 мл/кг 0,9% раствора NaCl = 1-2 мл/кг 10% раствора NaCl.
- K – 2 ммоль/кг = 2 мл/кг 7,5% раствора KCl.
- Ca – 10% раствор CaCl или Ca глюконат (мл) = 7,5 % раствор KCl (мл): 5.
- Mg – 25% раствор MgSO4 – 0,2 мл/кг.
- Cl – за счет NaCl и KCl

Источники воды и электролитов.

- 5 - 40% растворы глюкозы. Осмолярность 5% раствора- 277 ммоль/литр in vitro.
- Монорастворы солей: 0,9% раствор NaCl, 7,5% раствор KCl, 10% раствор CaCl2, 25% раствор MgSO4.
- Сбалансированные растворы: Рингер, Рингер-лактат, Стерофундин, Ионостерил, Плазмалит.

Параметр	Внеклеточное пространство		Раствор						
	Интерстициальная жидкость	Плазма крови	Стерофундин Изотонический	Рингер	Рингер лактат	Ионостерил	Стерофундин Г-5	Нормофундин Г-5	Плазмалит 148
Na^+ (ммоль/л)	145	136–143	140	147	130	137	140	100	140
K^+ (ммоль/л)	4	3,5–5,5	4	4	5	4	4	18	5
Ca^{2+} (ммоль/л)	2,5	2,38–2,63	2,5	2,25	1	1,65	2,5	2	–
Mg^{2+} (ммоль/л)	1	0,75–1,1	1	1	1	1,25	1	3	3
Cl^- (ммоль/л)	116	96–105	127	156	112	110	141	90	98
HCO_3^- (ммоль/л)	29	24	–	–	–	–	–	–	–
Лактат (ммоль/л)	–	1–1,1	–	–	27	–	–	–	–
Ацетат (ммоль/л)	–	–	24	–	–	36,8	–	38	27
Малат (ммоль/л)	–	–	5	–	–	–	10	–	–
Глюконат (ммоль/л)	–	–	–	–	–	–	–	–	23
Глюкоза (г/л)	–	1	–	–	–	–	50	50	–
Осмолярность (ммоль/л)	300	300	304	309	276	291	299+277*	253+277*	296
Потенциальный избыток оснований BE_{pot} (ммоль/л)	–	-3 – +2,5	0	-24	+3	+13	–	–	+26
Расход O_2 (л O_2/л)	–	–	1,4	0,0	1,8	1,9	–	–	4,0

*277 ммоль/л – осмолярность 5% раствора глюкозы

Программа инфузионной терапии при нормогидратации и отсутствии патологических потерь..

- Осмотически свободная вода (раствор глюкозы 5% стартово) с добавлением потребности в электролитах (Na, K, Ca, Mg, Cl).
- 30 мл/кг 0,9% раствора хлорида натрия + раствор глюкозы + K + Ca + Mg(по ФП).

Расчет дефицита воды.

- Разница между исходной и фактической массой.
- Оценка дефицита по степени эксикоза.
- Расчет по Na плазмы при гипертонической дегидратации: Д = Na факт/ Na N х (0,6 л/кг х Мт кг) – (0,6 л/кг х Мт кг).

  М= 4,5 кг, Na = 170 ммоль/л.

  170 / 145 х 0,6 х 4,5 – (0,6 х 4,5) = 0,46 л

Расчет дефицита электролитов.

- Д Na (ммоль) = (Na N 145 ммоль/л – Na факт) х М кг х К внеклеточной жидкости.

  Na 110, М= 4,5 кг

  Д Na (ммоль) = (145-110) х 4,5 х 0,3 = 47 ммоль (305 мл 0,9 % NaCl или 28 мл 10% NaCl).
- Д К (ммоль) = (К N 5,5 ммоль/л – К факт) х Мкг х К внеклеточной жидкости х 2.

  К 2,5, М = 4,5 кг

  Д К (ммоль) = (5,5 – 2,5) х 4,5 х 0,3 х 2 = 8 ммоль (8 мл 7,5% KCl).

К - коэффициент внеклеточной жидкости:

- Новорожденные – 40 % массы тела = 0,4
- Дети до 1 года – 30 % массы тела = 0,3
- Дети старше 1 года – 20% массы тела = 0,2

Программа инфузионной терапии

- V= ФП + Д (ЖВО) + ТПП.

NB! При эксикозе 2-3 степени в 1-е сутки возмещается не более 2/3 дефицита.

Пример: 5 лет Мо = 20 кг, М= 18 кг, потери 400 мл/сутки, Na = 140 ммоль/л, К = 3,5 ммоль/л.

Решение 1:

1. Вода = ФП (100х20) + Д (2/3 х 2000) + 400 = 3800 мл.
2. Na = ФП (3х20) + Д (145 х 1,4 х 0,2) + (145 х 0,4) = 160 ммоль Na = 1100 мл 0,9% Na Cl или 94 мл 10% Na Cl.
3. К = ФП (2х20) + Д (5,5 – 3,5) х 20 х 0,2 х 2= 56 ммоль = 56 мл KCl 7,5%.
4. Ca = 1/5 KCl 7,5% = 11 мл 10% CaCl2.
5. Mg = 0,2 мл/кг = 4 мл 25% Mg SO4.
6. Лечебные растворы = 400мл.
7. Глюкоза 5% = 3800 – 1100 – 500 = 2200 мл.

Программа инфузионной терапии при дегидратации.

- Осмотически свободная вода (раствор глюкозы 5% стартово) с добавлением потребности в электролитах (Na, K, Ca, Mg, Cl).
- Глюкоза/соли = 1/1+ K + Ca + Mg при гипотонической дегидратации.
- Глюкоза/соли = 2/1+ K + Ca + Mg при изотонической дегидратации.
- Глюкоза/соли = 3/1+ K + Ca + Mg при гипертонической дегидратации.
- Глюкоза/стерофундин изотонический = 1/1+ K при гипотонической дегидратации.
- Глюкоза/стерофундин изотонический = 2/1+ K при изотонической дегидратации.
- Глюкоза/стерофундин изотонический = 3/1+ K при гипертонической дегидратации.

Техника проведения инфузионной терапии.

- В заданный промежуток времени – равномерно.
- Скорость введения жидкости = кол-во мл / кол-во часов / 3 = капли/минуту.
- Глюкозу и солевые растворы лучше вводить параллельно или смешать, в крайнем случае чередовать через 20 мл/кг.
- Электролиты вводятся равномерно в любом кристаллоидном растворе в течение суток.
- К+ добавляется в раствор только после восстановления диуреза.

Когда прекращать инфузионую терапию?

Когда основные функции организма, тесно связанные с гидроионным обменом, будут устойчиво колебаться в удовлетворительных пределах, а поддержание ГИО баланса будет возможно естественным путём.

Как прекращать инфузионую терапию?

Специальных подходов, как правило, нет. При необходимости и возможности – одномоментно.