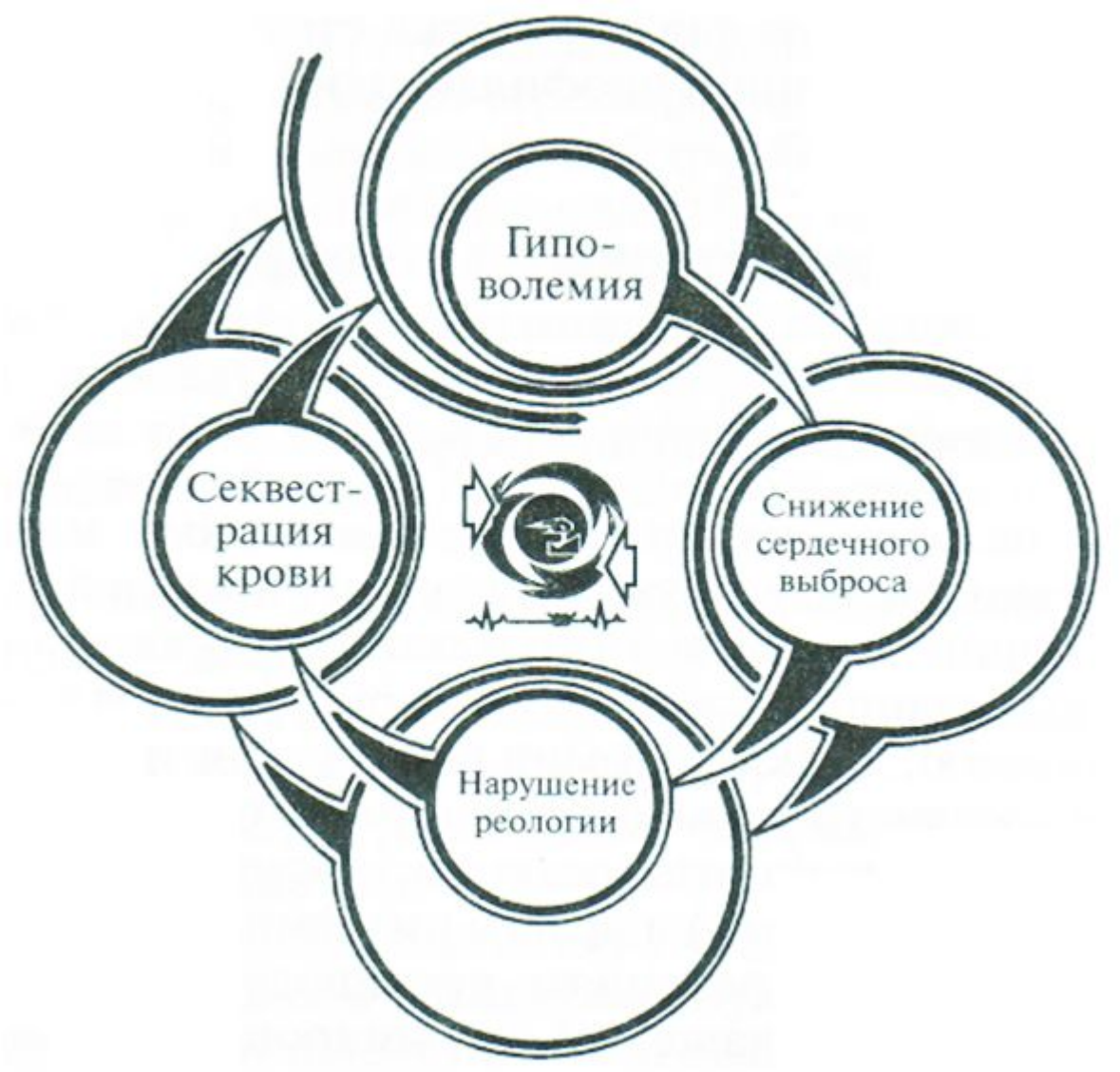
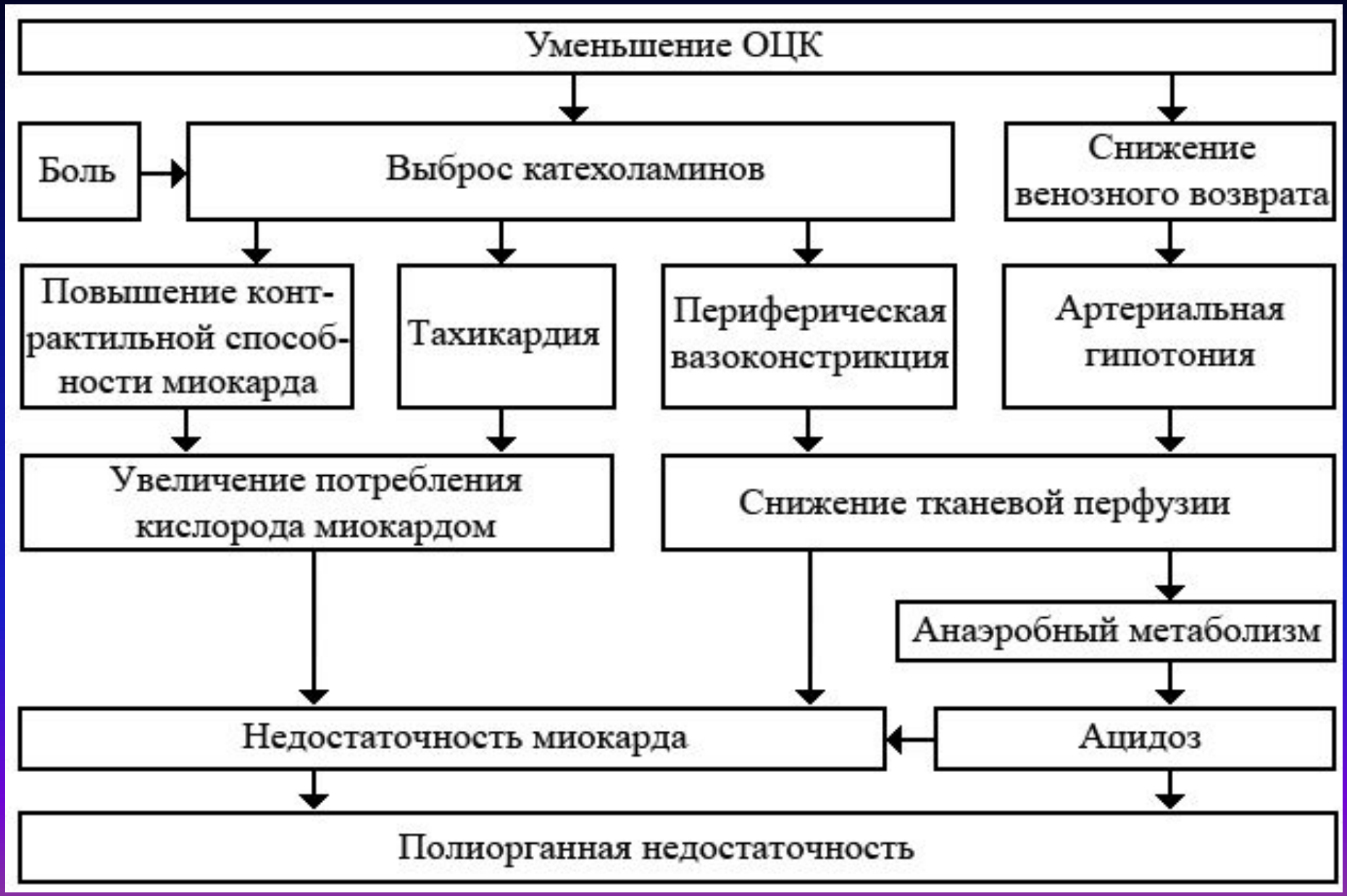
# ГИПОВОЛЕМИЯ



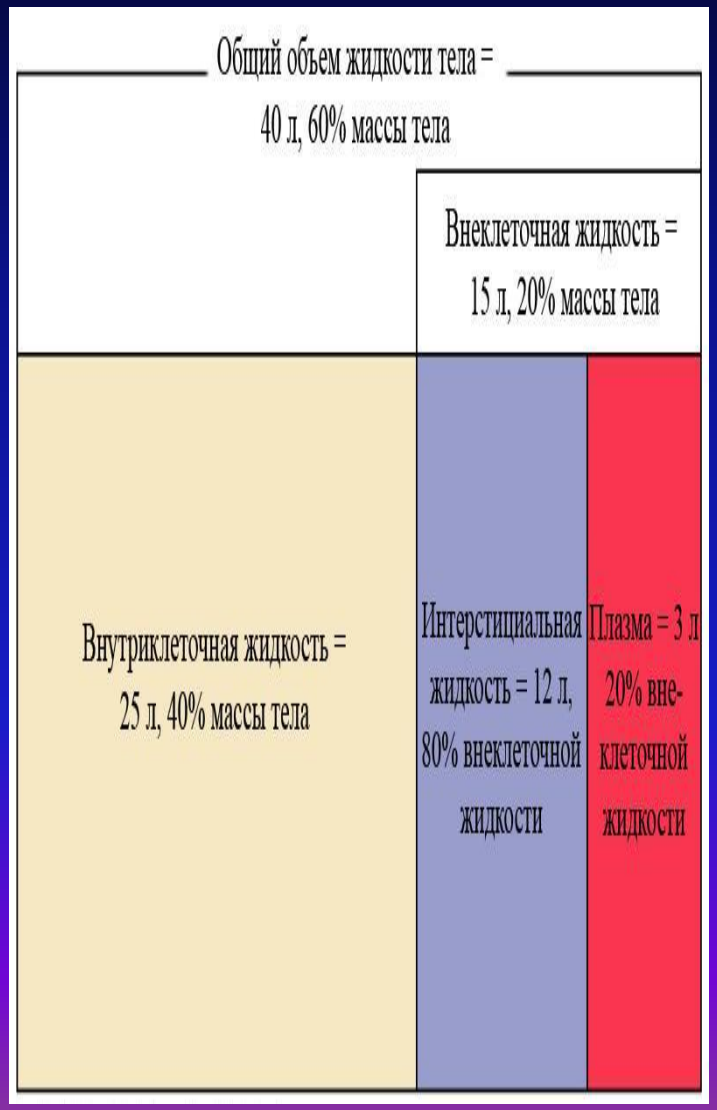
# ГИПОВОЛЕМИЯ КАК ПРИЧИНА РАЗВИТИЯ СПОН



**Инфузионная терапия** (лат. infusio вливание, впрыскивание; греч. therapeia лечение) - метод восстановления объема и состава внеклеточного и внутриклеточного водного пространства организма с помощью парентерального введения жидкости

# ВОДНЫЕ ПРОСТРАНСТВА ОРГАНИЗМА

*(классификация J.S. Edelman, J.Leibman 1959)*




- Интрацеллюлярная жидкость (пространство)
- Экстрацеллюлярная жидкость (пространство)
  - внутрисосудистая жидкость
  - межклеточная жидкость (собственно интерстициальная)
  - трансцеллюлярная жидкость – вода в составе секретов желудочно-кишечного тракта, пищеварительных и других желез, мочи, ликвора, жидкости полости глаз, отделяемого серозных оболочек, синовиальной жидкости

# ВОДНЫЕ СЕКТОРА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

| Водный сектор | Новорожденный ребенок | Взрослый |
|---|---|---|
| Общее содержание воды в организме | 70-80 | 50-60 |
| Внутриклеточная жидкость | 35-40 | 35-40 |
| Внеклеточная жидкость | 35-40 | 20 |
| Интерстициальная жидкость | 35 | 15 |
| Плазма | 4 | 4 |

## ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

*(Исаков Ю.Ф., Михельсон В.А., Штатнов М.К., 1985)*

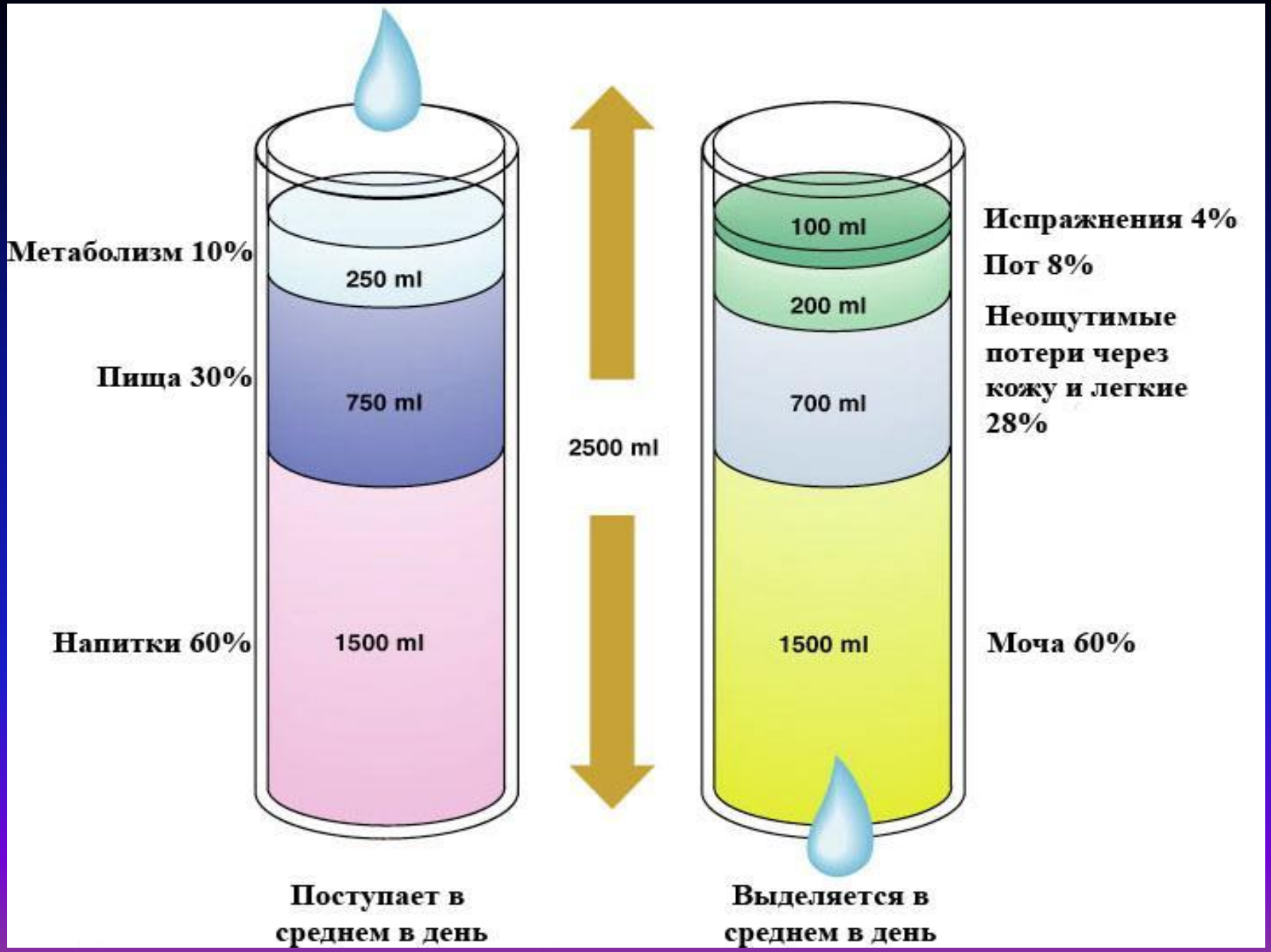
- Содержание воды в организме в целом
- Характеристика водных пространств организма
- Состояние обмена воды и электролитов между организмом и внешней средой
- Состояние межпространственного обмена воды

# ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ В ОРГАНИЗМЕ

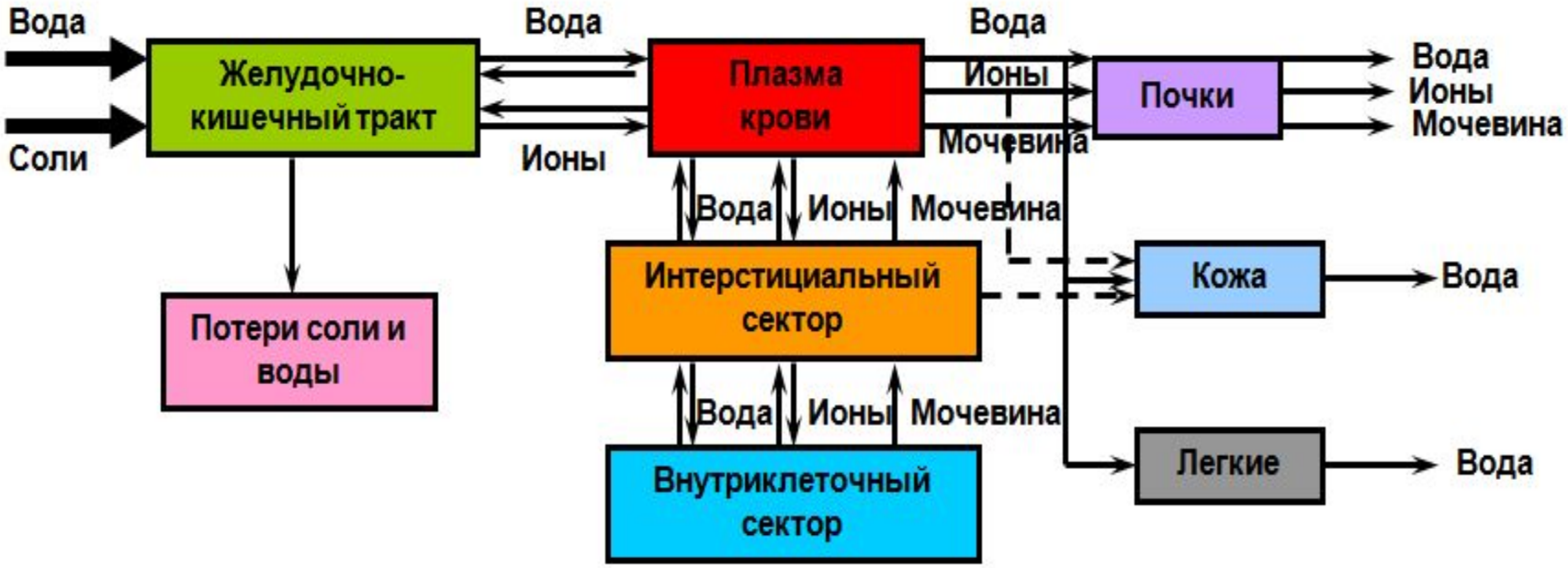
- **Общее количество воды в организме у детей старше одного года и взрослых = 0,6 х вес, кг**
- **Общее количество воды в организме у новорожденных и детей первого года жизни = 0,78 х вес, кг**

# ОБЪЁМ И СОСТАВ ЖИДКОСТЕЙ ОРГАНИЗМА

| Вещество | Внутриклеточный сектор | Внеклеточный сектор | |
|---|---|---|---|
| | | Плазма | Интерстиций |
| Вода (мл/кг) | 400 (330-450) | 50 (45-55) | 150 (120-220) |
| Катионы (ммоль/л) | | | |
| Na+ | 3 | 140 (135-145) | 135 (130-140) |
| K+ | 140 (120-160) | 4,5 (3,5-5,0) | 4,5 (3,5-5,0) |
| Ca2+ | 2 (1,5-2,5) | 2,5 (2-3) | 1,5 (1-2) |
| Mg2+ | 15 (12-17) | 2 | 1,5 |
| Анионы (ммоль/л) | | | |
| $Cl^-$ | 6 (4-9) | 103 (95-110) | 108 (100-115) |
| $HCO3^-$ | 8 (6-10) | 26 (22-30) | 27 (22-30) |
| Фосфаты | | 2 | 2 |
| Сульфаты | | 2 | 2 |
| Органические кислоты | 16 | 3 | 3 |
| Органически фосфаты | 75 | | |
| Другое (ммоль/л) | | | |
| Мочевина | 4 | 4 | 4 |
| Глюкоза | | 5 (4-6) | 5 (4-6) |
| Общее (ммоль/л) | 299 | 294 | |
| Осмоляльность (мОсмоль/кг) | 287 (280-295) | 287 (280-295) | 287 (280-295) |
| Осмолярность (мОсмоль/кг) | 278 (270-286) | 278 (270-286) | 278 (270-286) |


Метаболизм 10%
250 ml
Пища 30%
750 ml
Напитки 60%
1500 ml
2500 ml
100 ml
200 ml
700 ml
1500 ml
Испражнения 4%
Пот 8%
Неощутимые потери через кожу и легкие 28%
Моча 60%
Поступает в среднем в день
Выделяется в среднем в день

# ОСНОВНЫЕ ПУТИ ПОСТУПЛЕНИЯ, РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ВЫВЕДЕНИЯ ВОДЫ И СОЛЕЙ



# «ТРЕТЬЕ ПРОСТРАНСТВО»

- Скопления внеклеточной жидкости, в которых не действуют физиологические механизмы регуляции ВЭБ.
- Временно эта жидкость недоступна для внутриклеточного и внеклеточного жидкостных секторов, что вызывает клинические признаки объемного дефицита жидкости.
- Объем ТП нельзя уменьшить ограничением введения натрия и воды.
- Подобные ограничения приводят лишь к снижению объема внеклеточной жидкости, в то время как объем секвестрированной в ТП не уменьшиться.

# ТИПЫ ПОЛУПРОНИЦАЕМЫХ МЕМБРАН

Жидкостные сектора организма отделены друг от друга избирательно проницаемой мембраной, через которую перемещается вода и некоторые растворенные в ней субстраты.

1. Клеточные мембраны, которые состоят из липидов и белков и разделяют внутриклеточную и интерстициальную жидкость.

2. Капиллярные мембраны отделяют внутрисосудистую жидкость от трансцеллюлярной жидкости.

3. Эпителиальные мембраны, которыми является эпителий слизистых оболочек желудка, кишечника, синовиальных мембран и почечных канальцев. Эпителиальные мембраны отделяют интерстициальную и внутрисосудистую жидкость от трансцеллюлярной жидкости.

# ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ВОДЫ В ЖИДКОСТНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

- ✔ **Осмос – движение воды через полупроницаемую мембрану, возникающее при разных концентрациях растворенных веществ по обе стороны мембраны**
- ✔ **Осмотическое давление – давление, необходимое для противодействия движению воды по концентрационному градиенту через полупроницаемую мембрану. Оно зависит от общего количества молекул и не зависит от их молекулярной массы**
- ✔ **Белки плазмы, альбумины и гамма-глобулины определяют коллоидно-онкотическое давление плазмы (КОД)**

# Коллоидно-осмотическое давление плазмы (КОД)

**0,521 х Концентрация общего белка плазмы крови - 11,4**

**КОДП = 20-25 мм рт. ст.**

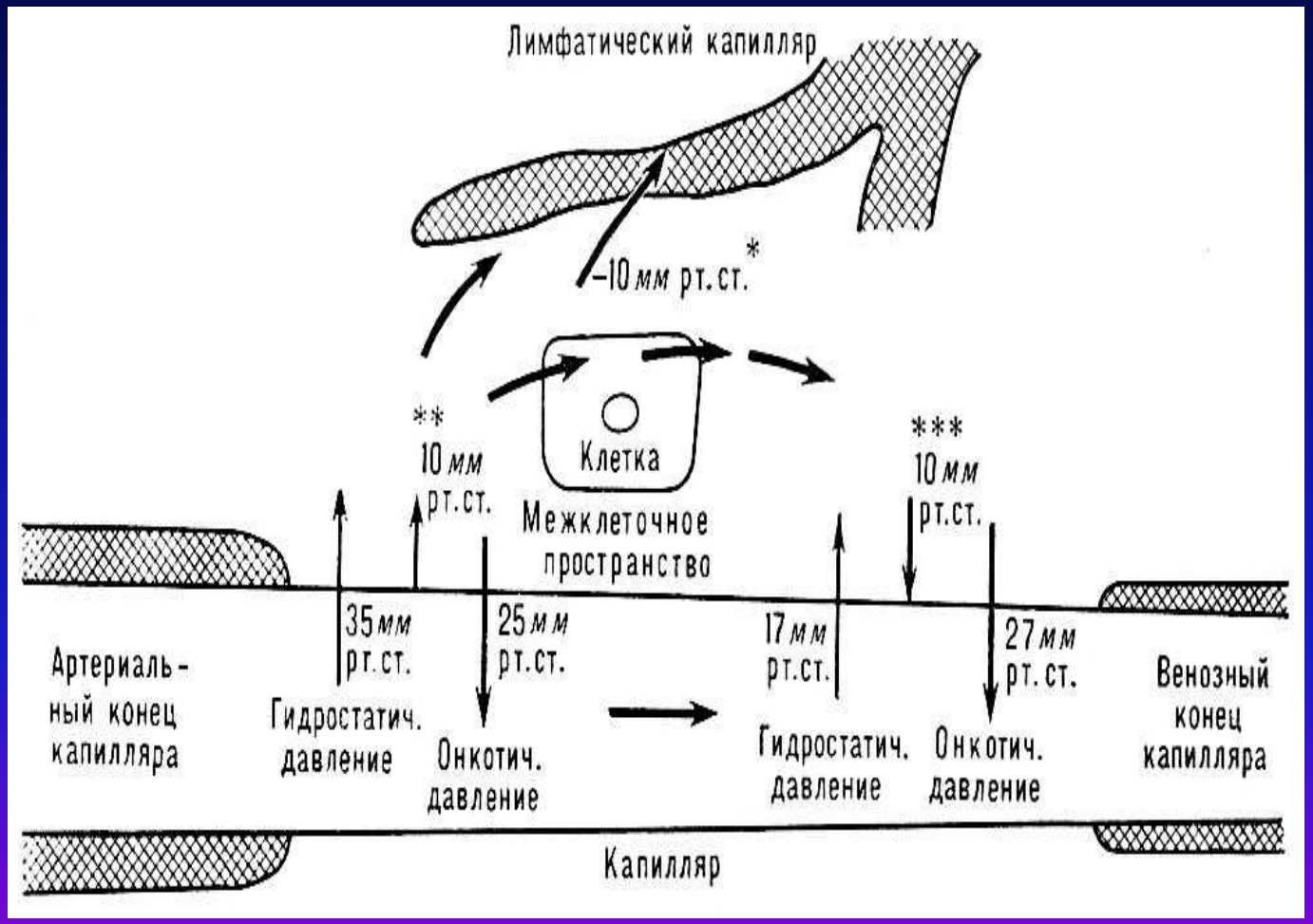
# Коллоидно-осмотическое давление плазмы (КОД)

- Коллоидно-осмотическое давление на 70-80% формируется за счет альбумина (Mr = 69000 Да)
- Около 50-60% альбумина секвестрировано в интерстиции.
- В плазме его концентрация составляет всего 30-50 г/л (40-50%)
- Альбумин ограничивает перемещение воды в интерстициальное пространство, несмотря на большой концентрационный градиент (40 г/л и 10 г/л), что позволяет поддерживать адекватный ОЦП и объем интерстициальной жидкости
- Кроме этого, альбумин осуществляет транспортную функцию, являясь переносчиком всех вводимых лекарственных средств

# Факторы, влияющие на количество и распределение воды в организме

- Состояние центрального и периферического кровообращения
- Температура тела
- Проницаемость эндотелия
- Масса тела
- Пол и возраст
- Во время беременности средняя прибавка ОЦК составляет 40-50%

# ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ОБМЕН ЖИДКОСТЬЮ МЕЖДУ КАПИЛЛЯРАМИ И ИНТЕРСТИЦИАЛЬНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ




$$Q = P_c - P_{osm}$$

# ФИЗИОЛОГИЯ ВОДНОГО БАЛАНСА

## ОСМОТИЧЕСКАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ

**Осмоляльность** - количество осмотически активных частиц в 1000 г раствора (мосм/кг)

**Осмолярность** - количество осмотически активных частиц в единице объема раствора (мосм/л)

# ОСМОЛЯРНОСТЬ

2(Na+К)+(мочевина+глюкоза)/0,93

# ОСМОЛЯЛЬНОСТЬ ПЛАЗМЫ

| Осмотически активные вещества | Осмоляльность, мосм/кг $H_2O$ | Осмотическое давление, мм рт. ст. |
|---|---|---|
| Натрий | 280 | 5404 |
| Азот мочевины | 4 | 79 |
| Глюкоза | 6 | 116 |
| Белок | 1,2 | 23 |
| Всего | 291,2 | 5620 |

# ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ИНФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

*(Гельфанд Б.Р. и соавт., 2009)*

- **Восстановление и поддержание объема и состава всех водных секторов организма (сосудистого, интерстициального, клеточного)**
- **Оптимизация параметров центральной, регионарной гемодинамики и микроциркуляции**
- **Коррекция параметров гомеостаза: поддержание водного и кислотно-основного равновесия, осмолярности и онкотического давления**
- **Обеспечение адекватного транспорта кислорода к органам и тканям**
- **Профилактика реперфузионных повреждений**

# КОГДА НУЖНА ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ?

1. Дегидратация любого генеза
2. Предоперационная подготовка
3. Интраоперационное поддержание водно-электролитного гомеостаза
4. Интенсивная терапия критических состояний (шок, острая надпочечниковая недостаточность, острая церебральная недостаточность и т.д.)

# ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ

**ОБЪЕМ ЖИДКОСТИ на СУТКИ**

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОТРЕБНОСТЬ**

**ДЕФИЦИТ ЖИДКОСТИ**

**ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ**

# ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ

ПОДДЕРЖИВАЮЩАЯ ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ

ЗАМЕСТИТЕЛЬНАЯ ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ

ВОСПОЛНЯЮЩАЯ ДЕФИЦИТ ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ

# ПОДДЕРЖИВАЮЩАЯ ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ

- Основная задача - поддержание оптимальных показателей водно-электролитного гомеостаза
- Наиболее часто этот режим терапии используется в предоперационном периоде у детей первого года жизни перед обширными хирургическими вмешательствами
- Основными растворами являются изотонические растворы глюкозы, 0,9% раствор хлорида натрия, полиионные растворы (раствор Рингера, Плазмолит, Йоностерил и др.)
- Следует избегать использования гипотонических растворов!
- Объем инфузионной терапии определяется возрастными потребностями ребенка в жидкости в зависимости от массы или поверхности тела
- Максимальный объем жидкости на сутки у детей всех возрастных групп не должен превышать 2400 мл!

# КЛАССИФИКАЦИЯ КРОВЕЗАМЕНИТЕЛЕЙ

I. ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ КРОВЕЗАМЕНИТЕЛИ, ПРОИЗВОДНЫЕ:

- желатина;
- декстрана;
- гидроксиэтилкрахмала;
- полиэтиленгликоля

II. ДЕЗИНТОКСИКАЦИОННЫЕ КРОВЕЗАМЕНИТЕЛИ, ПРОИЗВОДНЫЕ:

- низкомолекулярного поливинилпирролидона;
- низкомолекулярного поливинилового спирта

III. ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ПАРЕНТЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ:

- белковые гидролизаты;
- смеси аминокислот;
- жировые эмульсии;
- углеводы и спирты

IV. РЕГУЛЯТОРЫ ВОДНО-СОЛЕВОГО И КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ:

- солевые растворы;
- осмодиуретики

V. КРОВЕЗАМЕНИТЕЛИ С ФУНКЦИЕЙ ПЕРЕНОСА КИСЛОРОДА:

- растворы гемоглобина;
- эмульсии перфторуглеродов

VI. ИНФУЗИОННЫЕ АНТИГИПОКСАНТЫ:

- растворы фумарата;
- растворы сукцината

VII. КРОВЕЗАМЕНИТЕЛИ КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ

# ПЛАЗМОЗАМЕНИТЕЛИ

- **КРИССТАЛОИДЫ** (глюкоза, физиологический раствор, инфузионные антигипоксанты)
- **КОЛЛОИДЫ**: натуральные (альбумин) и синтетические (желатин, декстраны, ГЭК)
- **КОМПОНЕНТЫ КРОВЫ:** эритроцитсодержащие среды, СЗП, криопреципитат, концентрат тромбоцитов

# «Идеальный» плазмозаменитель должен:

- ✔ быстро восстанавливать объем циркулирующей крови
- ✔ восстанавливать гемодинамическое равновесие
- ✔ улучшать микроциркуляцию
- ✔ обладать достаточно продолжительным внутрисосудистым эффектом
- ✔ улучшать реологические свойства крови
- ✔ улучшать доставку кислорода и других компонентов, а также улучшать тканевой обмен и функционирование органов
- ✔ легко метаболизироваться, не накапливаться в тканях, легко выводиться и хорошо переноситься
- ✔ оказывать минимальное воздействие на иммунную систему

# ХАРАКТЕРИСТИКА КРИСТАЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ

- Осмолярность
- Изотоничность
- Ионность
- Резервная щелочность

# ХАРАКТЕРИСТИКА КРИСТАЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ

## *Изоосмолярный эффект*

Волемический эффект составляет 100% при струйном введении препарата и около 25% через 30 минут после окончания введения

## *Гипосмолярный эффект*

Более 75% воды, введенной с электролитным раствором, перейдет во внесосудистое пространство (интерстиций)

## *Гиперосмолярный эффект*

Вода из внесосудистого пространства (интерстиция) будет поступать в сосудистое русло до нормализации осмолярности крови

# ЦЕЛИ ИНФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

| Цель | Пространство | Состав | Раствор |
|---|---|---|---|
| Восполнение объема циркулирующей крови | Внутрисосудистое | Изоонкотический<br>Изотонический<br>Изоионный | 6% раствор гидроксиэтилкрахмала 130/0,42 в сбалансированном электролитном растворе |
| Восполнение дефицита свободной жидкости | Внеклеточное | Изотонический<br>Изоионный | Сбалансированный электролитный раствор |
| Электролитная или осмотерапия | Внутриклеточное<br>Внеклеточное | Изотонический | 5% раствор глюкозы |

# ИНФУЗИОННЫЕ СРЕДЫ

| КРИСТАЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ |
| --- |
| Изотоничные растворы не имеют коллоидно-осмотического давления, равномерно распределяются по внеклеточному пространству, быстро переходят в интерстиций |
| Гипотоничные растворы, растворы глюкозы способны проникать во внутриклеточное пространство |
| Применяются для увеличения объема интерстициального пространства |
| Обладают дезинтоксикационным эффектом |
| При избыточном введении приводят к развитию отечного синдрома |
| Гипертонические растворы обладают незначительным диуретическим эффектом, усиливают эффекты осмотических диуретиков |
| Быстро выводятся почками |
| Ограниченный волемический эффект и его продолжительность |
| Не оказывают выраженного терапевтического эффекта при дефиците ОЦК > 30% |
| **КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ** |
| Водные растворы крупных молекул, масса которых превышает 10 000 Да |
| Плохо проникают через эндотелий капилляров, повышают онкотическое давление плазмы |
| Весь объем введенного коллоиодного раствора остается в кровеносном русле |
| Основное показание для назначения – лечение выраженной гиповолемии |

# ХАРАКТЕРИСТИКА КРИСТАЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ

| Раствор | Состав, ммоль/л | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $Na^+$ | $K^+$ | $Ca^{++}$ | $Mg^{++}$ | $Cl^-$ | $HCO_3^-$ | Ацетат | Лактат | Субстраты | Осмолярность |
| **Плазма крови** | **135-145** | **3,5-5.5** | **2,4-2,6** | **0,75-1,1** | **96-105** | **26-30** | **-** | **-** | **-** | **280-290** |
| ИЗООСМОЛЯРНЫЕ РАСТВОРЫ | | | | | | | | | | |
| Раствор NaCL 0,9% | 154 | - | - | - | 154 | - | - | - | - | 308 |
| Раствор Рингера | 140 | 4 | 6 | - | 150 | - | - | - | - | 300 |
| Раствор Рингера-ацетат | 131 | 4 | 2 | 1 | 111 | | 30 | | - | 280 |
| Йоностерил | 137 | 4 | 1,65 | 1,25 | 110 | - | 36,8 | - | - | 291 |
| Лактасол | 140 | 4 | 1,5 | 1,0 | 115 | 3,5 | - | 30 | - | 294 |
| Плазма-лит 148 | 140 | 5,0 | - | 1,5 | 98,0 | | 27,0 | 23,0 | - | 294,5 |
| Трисоль | 133 | 13 | - | - | 98 | 48 | - | - | - | 292 |
| Хлосоль | 120 | 23 | - | - | 104 | - | 39 | - | - | 286 |
| ГИПООСМОЛЯРНЫЕ РАСТВОРЫ | | | | | | | | | | |
| Ацесоль | 110 | 13 | - | - | 99 | 9 | 24 | - | - | 246 |
| Дисоль | 127 | - | - | - | 103 | | 24 | - | - | 254 |
| Глюкоза 5% | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 277 |
| Стерофундин Г5 | 140 | 2,5 | 1 | 141 | - | - | - | | Малат – 10<br>Глюкоза – 50 | 270 |
| ГИПЕРОСМОЛЯРНЫЕ РАСТВОРЫ | | | | | | | | | | |
| Раствор NaCl 3% | 513 | - | - | - | 513 | - | - | - | - | 1026 |
| Раствор NaCl 5,85% | 1000 | - | - | - | 1000 | - | - | - | - | 2000 |
| Раствор NaCl 7,2% | 1232 | - | - | - | 1232 | - | - | - | - | 2464 |
| Раствор NaCl 10% | 1710 | - | - | - | 1710 | - | - | - | - | 3420 |
| Нормофундин Г5 | 100 | 18 | 2 | 3 | 90 | - | 38 | | Глюкоза –50 | 530 |

# ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФУЗИОННЫХ АНТИГИПОКСАНТОВ

| Раствор | Состав, ммоль/л | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $Na^+$ | $K^+$ | $Ca^{++}$ | $Mg^{++}$ | $Cl^-$ | $HCO_3^-$ | Ацетат | Лактат | Субстраты | Осмолярность |
| **Плазма крови** | **135-145** | **3,5-5.5** | **2,4-2,6** | **0,75-1,1** | **96-105** | **26-30** | **-** | **-** | **-** | **280-290** |
| ИЗООСМОЛЯРНЫЕ РАСТВОРЫ | | | | | | | | | | |
| Стерофундин изотонический | 140 | 4 | 2,5 | 1 | 127 | - | 24 | - | Малат – 5 | 304 |
| ГИПООСМОЛЯРНЫЕ РАСТВОРЫ | | | | | | | | | | |
| Стерофундин Г5 | 140 | 4 | 2,5 | 1 | 141 | - | - | - | Малат – 10<br>Глюкоза – 50 г/л | 270 |
| ГИПЕРОСМОЛЯРНЫЕ РАСТВОРЫ | | | | | | | | | | |
| Мафусол | 280 | 4 | - | 1,2 | 109 | - | - | - | Фумарат – 86 | 410 |
| Полиоксифумарин | 280 | 4 | | 1,2 | 109 | | | | Фумарат – 86 | 410 |
| Реамберин 1,5% | 142,4 | 4 | - | 1,2 | 109 | - | - | - | Сукцинат – 44,7<br>N-МГА – 44,7 | 313 |

# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ МЕЖДУ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОСТРАНСТВАМИ ОРГАНИЗМА

| Раствор | Осмолярность, мосм/л | РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ МЕЖДУ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОСТРАНСТВАМИ ОРГАНИЗМА | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Внеклеточное пространство | | Внутриклеточное пространство |
| | | Плазма | Интерстиций | |
| Электролитный раствор | 280-290 | 25% | 75% | - |
| 5% раствор глюкозы | 277 | 7% | 28% | **65%!** |
| Полиэлектролитный раствор с 5% глюкозой | Электролиты - 160 | 25% | 75% | - |
| | Глюкоза – 277 | 7% | 28% | **65%** |
| | Итого - 437 | 17% | 53% | **30%** |

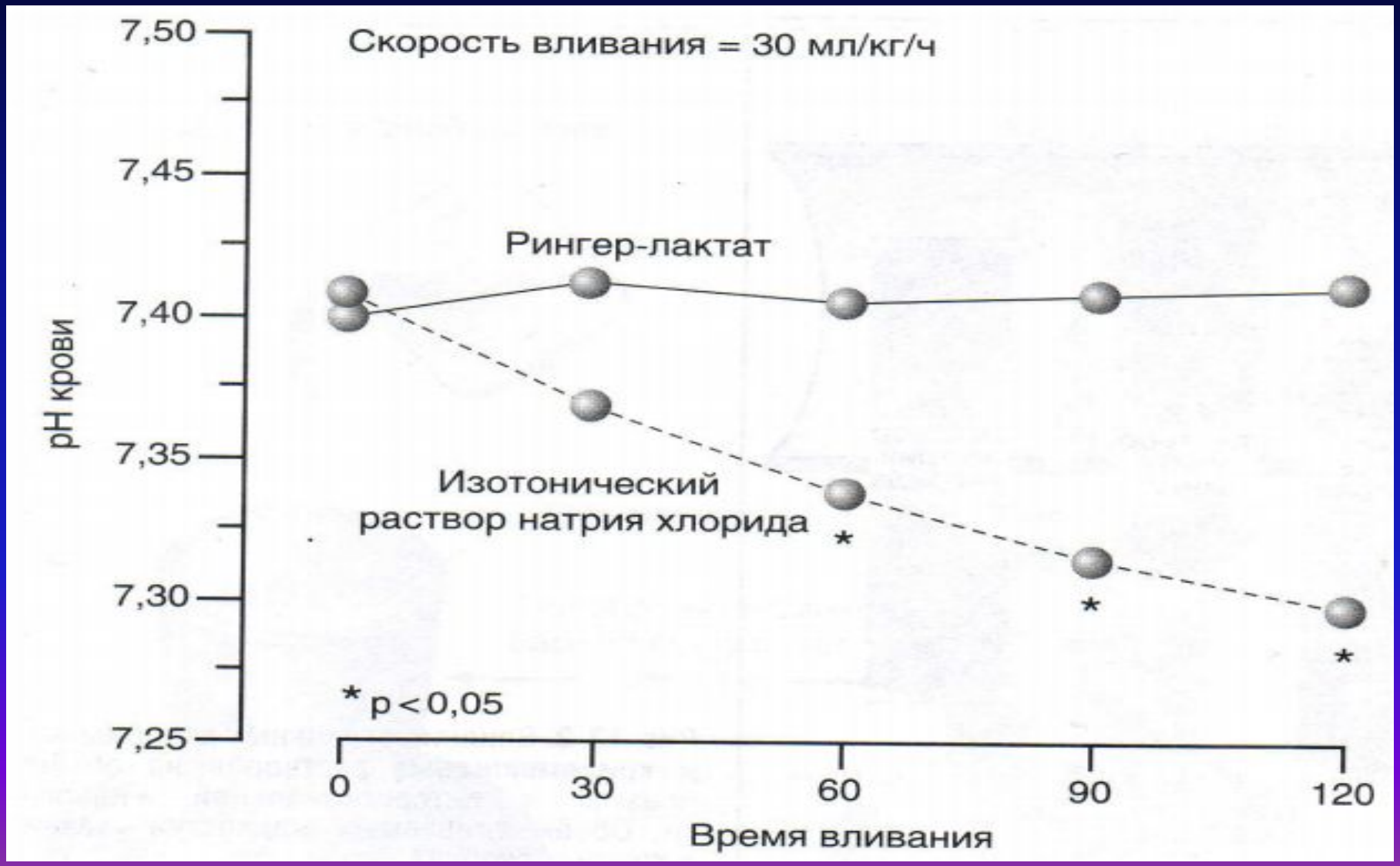
# ИЗОТОНИЧЕСКИЙ РАСТВОР ХЛОРИДА НАТРИЯ 0,9%

| Характеристика | Описание |
|---|---|
| Показания | Применяется как донатор ионов натрия и хлора при потерях внеклеточной жидкости |
| Свойства | 1. Является гипертоническим по отношению к плазме крови<br>2. Имеет слабокислую реакцию<br>3. Хорошо совмещается со всеми кровезаменителями и кровью<br>4. НЕСОВМЕСТИМ С ЭРИТРОМИЦИНОМ, ОКСАЦИЛЛИНОМ, ПЕНИЦИЛЛИНОМ<br>5. Не следует использовать как универсальный раствор (содержит мало свободной воды, нет калия) |
| Осложнения | 1. Гиперхлоремический метаболический ацидоз<br>2. Отечный синдром |

# ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ РАСТВОР ФИЗИОЛОГИЧНЫМ?

| Состав раствора | 0,9% раствор хлорида натрия | Плазма |
|---|---|---|
| Натрий | 154 | 136-143 |
| Калий | | 3,5-5,0 |
| Кальций | | 2,38-2,63 |
| Магний | | 0,75-1,1 |
| Хлор | 154 | 96-105 |
| Бикарбонат | | 29-30 |
| Глюкоза | | 3,3-5,5 |
| Лактат | | 0-0,5 |
| Осмолярность | 308 | 280-290 |

# ИЗОТОНИЧЕСКИЙ РАСТВОР НАТРИЯ ХЛОРИДА И МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ АЦИДОЗ



# РАСТВОР РИНГЕРА

| Характеристика | Описание |
|---|---|
| Показания | Замещение потерь внеклеточной жидкости |
| Свойства | 1. Является гипоосмолярным по отношению к плазме крови<br>2. При наличии в растворе Рингера анионов гидрокарбоната, ацетата, лактата или фумарата возможна коррекция нарушений кислотно-основного состояния<br>3. Терапевтические эффекты раствора Рингера реализуются только в условиях аэробного гликолиза. При гипоксии и гипоксемиии раствор Рингера может усугубить уже имеющийся лактат-ацидоз |
| Осложнения | 1. Гиперкалиемия<br>2. Отечный синдром<br>3. Внутричерепная гипертензия, отек головного мозга<br>4. Лактат-ацидоз |

# РАСТВОР РИНГЕРА
## *(Griffits C.A., 1986)*

| Полностью несовместим | Относительно несовместим |
|---|---|
| Компоненты крови<br>Тиопентал-натрия<br>Этиловый спирт<br>Кислота аминокапроновая<br>Цефамандол<br>Амфотерицин В | Амикацин<br>Азлоциллин<br>Орнид<br>Клиндамицин<br>Норадреналина гидратартрат<br>Маннитол<br>Метилпреднизолон<br>Нитроглицерин<br>Натрия нитропруссид<br>Анаприлин<br>Циклоспорин<br>Ванкомицин<br>Вазопрессин<br>Урокиназа<br>Новокаинамид |

# ИЗОТОНИЧЕСКИЙ РАСТВОР ГЛЮКОЗЫ 5%

| Характеристика | Описание |
|---|---|
| Показания | 1. Гипертоническая дегидратация, дефицит свободной воды<br>2. Основа для приготовления сложных комбинированных и полионных растворов |
| Свойства | 1. При внутривенном введении 5% раствора глюкозы пациент получает 3,4 ккал/г или 170 ккал/л<br>2. Каждые 50 г глюкозы повышают осмолярность раствора на 278 мосм. |
| Осложнения | 1. Гипотоническая дегидратация<br>2. Лактат-ацидоз |

# ГИПЕРГЛИКЕМИЯ ПРИ ОЦН

- Повышение концентрации глюкозы более 9,4 ммоль/л связано с усилением нейронального повреждения

*(Li P.A., He Q.P., Csiszar K., Siesjo B.K. Does long term glucose infusion reduce brain damage after transient cerebral ischemia? Brain Res 2001. – 912 - 203-5).*

- Безопасный уровень гликемии у пациентов с ОЦН составляет 8,6 ммоль/л

*(Wass CT, Lanier W. Glucose modulation of ischemic brain injury: review and clinical recommendations. Mayo Clin. Proc. – 1996 – 71 - 801-12)*

# ГИПЕРТОНИЧЕСКИЙ РАСТВОР ХЛОРИДА НАТРИЯ (7,5%)

| Характеристика | Описание |
|---|---|
| Показания | Быстрое увеличение объема внеклеточной жидкости. Раствор для «малообъемной реанимации» |
| Свойства | 1. Является гипертоническим по отношению к плазме крови<br>2. Инфузия 250 мл гипертонического раствора NaCL способствует поступлению 1750 мл внутриклеточной жидкости |
| Осложнения | 1. Гиперхлоремический метаболический ацидоз<br>2. Отечный синдром<br>3. Гипертоническая дегидратация |

# ОБЪЕМНЫЕ ЭФФЕКТЫ КРИСТАЛЛОИДОВ

**Основной объемный эффект кристаллоидных растворов связан не с увеличением объема плазмы, а с перемещением жидкости в интерсициальное пространство!**

# ХАРАКТЕРИСТИКА КРИСТАЛЛОИДОВ

| ПРЕИМУЩЕСТВА | НЕДОСТАТКИ |
|---|---|
| Сбалансированный электролитный состав | Ограниченная возможность коррекции гиповолемии |
| Возможность коррекции КОС (лактат или ацетат) | Необходимость введения большого объема |
| Простота введения | Снижение КОД |
| Отсутствие риска побочных реакций | Риск развития интерстициального отека |
| Отсутствие риска нарушений гемостаза | Риск гипергидратации |
| Диуретическое действие | Риск поддержания ПОН |
| Низкая стоимость | |

# ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛОИДОВ

| ПРЕИМУЩЕСТВА | НЕДОСТАТКИ |
|---|---|
| Продолжительное и эффективное замещение циркулирующего объема | Риск гиперволемии |
| Улучшение микроциркуляции | Побочное действие на гемостаз |
| Поддержание КОД | Накопление в тканях |
| Минимальный риск развития интерстициального отека | Риск побочного действия на функцию почек |
| | Риск анафилактической реакции |
| | Высокая стоимость |

# ГИПОКСИЯ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

## ЭКЗОГЕННАЯ ГИПОКСИЯ

**СИСТЕМНЫЙ УРОВЕНЬ**

**АКТИВАЦИЯ СИМПАТО-АДРЕНАЛОВОЙ и ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНО-НАДПОЧЕЧНИКОВОЙ СИСТЕМ**

**НАРУШЕНИЯ СИСТЕМНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ, МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ, ТКАНЕВОЙ ПЕРФУЗИИ, ГЕМОРЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ**

**ГИПОКСЕМИЯ**
**МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ АЦИДОЗ**

**СИНДРОМ СИСТЕМНОГО ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ОТВЕТА**

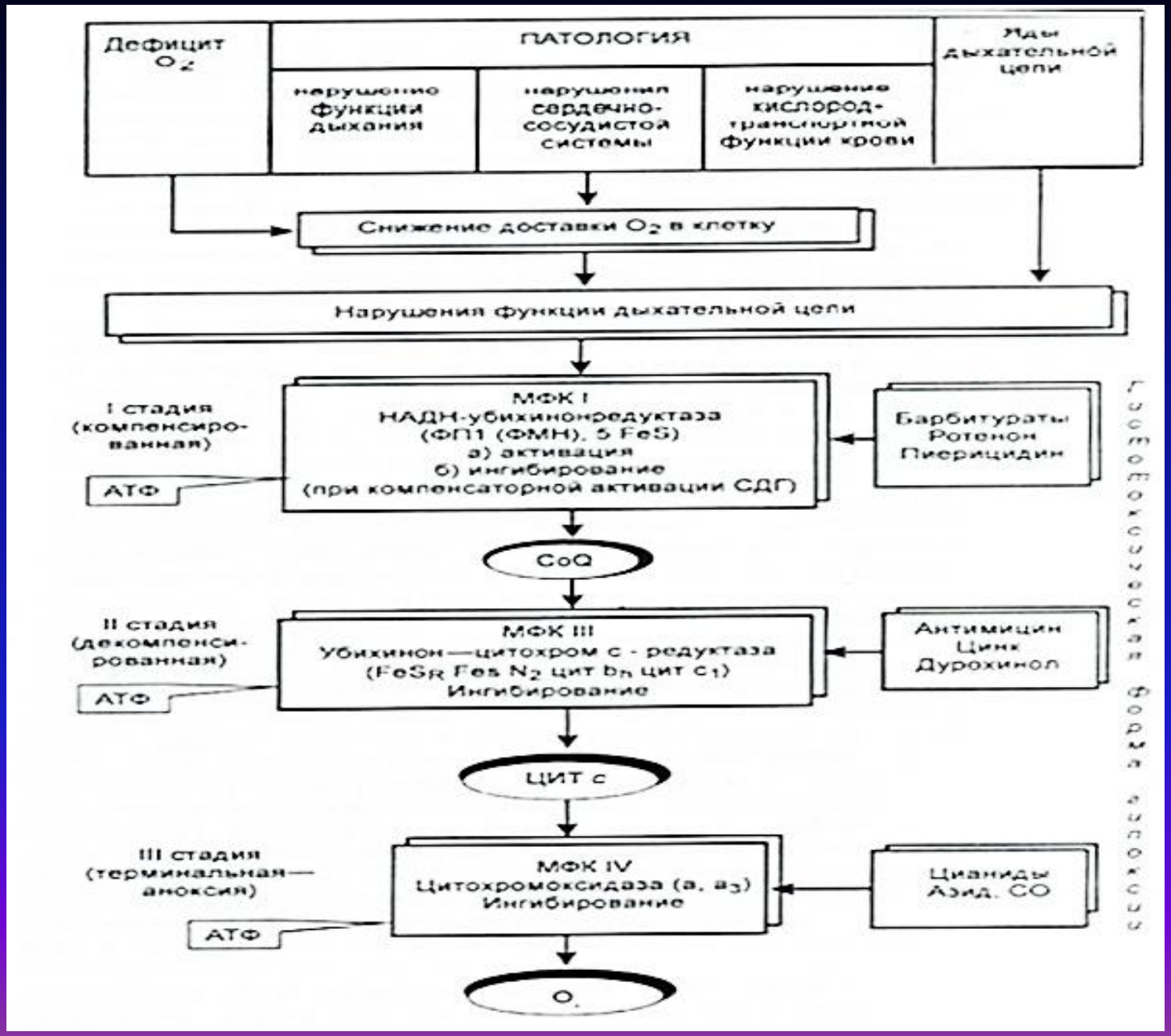
**АКТИВАЦИЯ СДГ**

**КЛЕТОЧНЫЙ УРОВЕНЬ**

**МИТОХОНДРИАЛЬНАЯ ЦИТОПАТИЯ**
**(биоэнергетическая – тканевая гипоксия)**

**ПОЛИОРГАННАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ**
**Подавление энергозависимых функций, функциональные и структурные нарушения, активация процессов ПОЛ, деструкция мембран, некроз и некробиоз**

# ГИПОКСИЯ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ



# ПОСТГИПОКСИЧЕСКИЕ ДИСБАЛАНСЫ ГОМЕОСТАЗА

**МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ АУТОКОИДОЗ**

Ингибирование промежуточного обмена, проявляющееся в виде прогрессирования лактат-ацидоза, увеличение продуктов ПОЛ и свободно-радикального окисления

**ОКСИДАТИВНЫЙ АУТОКОИДОЗ**

Лизис мембран, некроз и некробиоз клеток, обусловленный активацией процессов перекисного окисления липидов и свободно-радикального окисления

**ЛИГАНД-РЕЦЕПТОРНЫЙ (МЕДИАТОРНЫЙ) АУТОКОИДОЗ**

Ингибирование сигнальных и транспортных систем клетки. Главной отличительной чертой этого аутокоидоза является **эксайтотоксичность** – «потеря кальциевого гомеостаза» (П. Сафар, 1983)

**ЦИТОКИНОВЫЙ (АДГЕЗИВНО-ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЙ) АУТОКОИДОЗ**

Разрушение гистогематических барьеров и клеточных контактов, инициация и усиление локальных и системных постгипоксических воспалительных реакций

**НЕКРОБИОТИЧЕСКИЙ (АПОПТОЗНЫЙ) АУТОКОИДОЗ**

Последняя стадия постишемического и постгипоксического каскадов, необратимая гибель клеток путем некробиоза

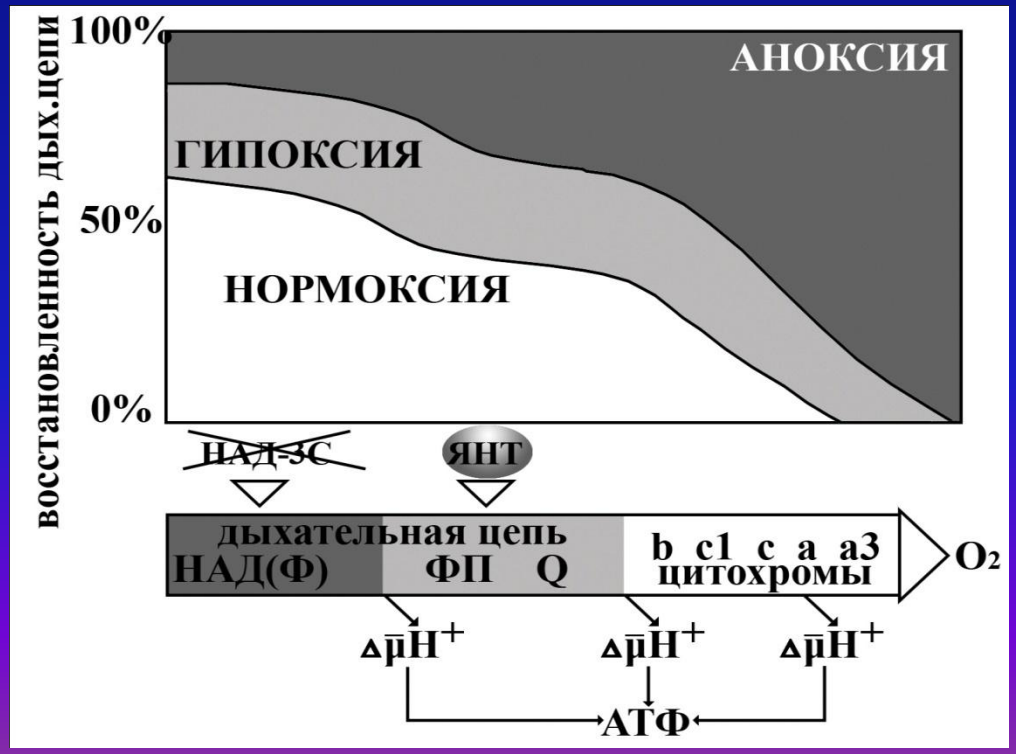
# ЦИТОПРОТЕКЦИЯ

Комплекс терапевтических мероприятий, основным компонентом которого является фармакологическое воздействие на поврежденные органы и ткани, направленное на повышение резистентности клеточных структур организма к экстремальному воздействию

# ИДЕАЛЬНЫЙ ЦИТОПРОТЕКТОР

- Должен препятствовать развитию внутриклеточного ацидоза
- Активировать и растормаживать гликолиз
- Купировать оксидативный стресс
- Корригировать медиаторный сдвиг
- Стабилизировать медиаторный дисбаланс

# ЦИКЛ КРЕБСА, ДЫХАТЕЛЬНАЯ ЦЕПЬ, ГИПОКСИЯ



# МАФУСОЛ

## Состав:

Натрий – 280 ммоль/л

Калий – 4,0 ммоль/л

Магний – 1,2 ммоль/л

Хлор – 109 ммоль/л

Фумарат – 86 ммоль/л

Осмолярность – 410 мосм/л

## Показания к применению:

1. Гиповолемия
2. Гипоксия различного генеза
3. Заполнение аппарата искусственного кровообращения
4. Интоксикации
5. Острое нарушение мозгового кровообращения по ишемическому типу

# 1,5% раствор реамберина для инфузий

**Состав:**

Натрий – 142,4 ммоль/л

Калий – 4,0 ммоль/л

Магний – 1,2 ммоль/л

Хлор – 109 ммоль/л

Сукцинат – 44,7 ммоль/л

N-метилглюкаммоний – 44,7 ммоль/л

Осмолярность – 309 мосм/л

# «Реамберин» как препарат выбора при лечении интоксикации

## Метаболический

активация сукцинатного пути митохондриального дыхания клеток и устранение токсической гипоксии органов и тканей

## Диуретический

стимуляция диуреза путем взаимодействия активного комплекса янтарной кислоты со специфическими рецепторами ангиотензин-рениновой системы.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РЕАМБЕРИНА С ДРУГИМИ ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

| Препарат | Особенности взаимодействия |
|---|---|
| Тиамин | Являются компонентами пируват-, α-кетоглутаратдегидрогеназных комплексов и дегидрогеназных ферментов аминокислот, усиливают действие реамберина |
| Липоевая кислота | |
| Сульфат магния | Фосфорилирование белков пируватдегидрогеназного комплекса, усиление действия реамберина |
| Хлорид кальция | |
| Глиатилин | Усиление действия глиатилина |
| Мафусол<br>Мексидол<br>Нимодипин | Аддитивное действие |
| **Хлорамфеникол** | **АНТАГОНИСТ** |
| Цитиколин | Аддитивное действие |
| Цитофлавин | |

# СИСТЕМНЫЕ ЭФФЕКТЫ РЕАМБЕРИНА

1. Уменьшение зоны некроза в миокарде (Клигуненко Е.Н., 2004);
2. Редукция зоны пенумбры при черепно-мозговой травме (Цивинский А.Д., 2004);
3. Уменьшение зоны ишемической пенумбры при инсульте (Румянцева С.А., 2001);
4. Восстановлением моторной функции кишечника; уменьшение эндогенной интоксикации (Клигуненко Е.Н., 2004);
5. Уменьшение метаболического ацидоза (Оболенский С.В., 2003);
6. Незначительное повышение центрального венозного давления (через 12 ч. после начала лечения) без признаков гиперволемии (Челнов И.Г. и соавт., 2002);
7. Уменьшение воспалительной реакции со стороны “белой” крови, которая проявляется в виде снижения лейкоцитоза с нормализацией палочкоядерного сдвига в среднем на 5-е сутки от момента введения препарата, нарастание числа лимфоцитов, снижение СОЭ и концентраций противовоспалительных цитокинов (Куликова О.Д., 2002; Челнов И.Г.с соавт., 2002);
8. Увеличение антитоксической функции печени в виде снижения интенсивности гиперферментемии (АСТ, АЛТ), билирубинемии; повышением уровня сульфгидрильных групп (Оболенский С.В., 2003);
9. Редукция адренергических проявлений абстинентного синдрома (Афанасьев В.В., 2002)
10. Антистрессорное действие (Романцов М.Г.)

# СИСТЕМНЫЕ ЭФФЕКТЫ РЕАМБЕРИНА

11. Улучшением функциональной активности головного мозга (при лечении энцефалопатии) (Румянцева С.А., 2001), положительной динамикой спектрограмм ЭЭГ (Оболенский С.В., 2003), восстановлением ВНД за счет снижения клинических проявлений астеновегетативного синдрома (Корнилова Н.Н., 2002), инициацией и поддержанием адаптогенных реакций организма (Высочина И.В., 1997; Гаркави Л.Х., 1997);

12. Диуретическое действие (максимально выраженно через 6-12 ч. от начала лечения, в т.ч. у детей (Челнов И.Г. и соавт., 2002), сопровождающимся повышением pH мочи (Оболенский С.В., 2003);

13. Улучшением транспорта кислорода, сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина влево, повышение потребления кислорода различными органами и тканями (Розенфельд А.Д., 1983; Куликова О.Д., 2002);

14. Повышение пула естественных антиоксидантов и торможение процесса пероксидации собственных липидов, улучшением равновесия системы ПОЛ/АОС;

15. Уменьшение концентрации глюкозы крови в интервале 48-72 ч. от начала лечения.

# ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ИНФУЗИОННЫХ СРЕД

| ***Производные гидроксиэтилкрахмала*** | |
|---|---|
| «Положительные» эффекты | «Отрицательные» эффекты |
| Обладают выраженным волемическим эффектом<br>Продолжительность волемического эффекта составляет 3-4 часа<br>Выраженный реологический эффект | Гипокоагуляция<br>Повышение концентрации амилазы крови |
| ***Кристаллоидные растворы (раствор хлорида натрия 0,9%)*** | |
| Умеренно выраженный волемический эффект<br>Продолжительность волемического эффекта составляет 30-60 минут<br>Коррекция нарушений водно-электролитного баланса | При большом объеме может отмечаться гемодилюция |

# ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

| ***Производные гидроксиэтилкрахмала*** | | |
|---|---|---|
| Показания | Противопоказания | Побочное действие |
| Любые состояния, сопровождающиеся гиповолемией | Застойная сердечная недостаточность<br>Геморрагические диатезы<br>Гипергидратация<br>Внутричерепное кровотечение | Аллергические реакции<br>Нарушения гемостаза |
| ***Раствор хлорида натрия 0,9%*** | | |
| Любые состояния, сопровождающиеся гиповолемией<br>Изо- и гипотоническая дегидратация<br>Коррекция дефицита $Na^+$ и $Cl^-$<br>Гипохлоремический метаболический ацидоз<br>Гиперкальциемия | Гипертоническая дегидратация<br>Гипернатриемия<br>Гиперхлоремия<br>Гипокалиемия<br>Гипогликемия<br>Гиперхлоремический метаболический ацидоз | Гипернатриемия<br>Гиперхлоремия, гиперхлоремический метаболический ацидоз<br>Гипергидратация (отек легких) |
| ***Растворы глюкозы*** | | |
| Обеспечение организма свободной водой<br>Коррекция гипогликемии | Гипергидратация<br>Гипергликемия<br>Лактат-ацидоз | Гипергликемия<br>Гипергидратация<br>Метаболический ацидоз |

# РЕЖИМЫ ИНФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

- Нормогидратация – обеспечение физиологической потребности (поддерживающая инфузионная терапия) + восполнение патологических потерь жидкости
- Гипергидратация – 1,7 физиологической потребности + восполнение патологических потерь жидкости
- Дегидратация – 0,7 физиологичесской потребности + восполнение патологических потерь жидкости

# КОГДА ПРОТИВОПОКАЗАН РЕЖИМ ГИПЕРГИДРАТАЦИИ?

1. Возраст до 1 года (высокая гидрофильность тканей, незрелость систем выведения избытков жидкости из организма)
2. Ренальная и постренальная почечная недостаточность
3. Сердечная недостаточность
4. Церебральная недостаточность

# РЕЖИМ ДЕГИДРАТАЦИИ

1. Почечная недостаточность любого генеза
2. Сердечная недостаточность
3. Острая церебральная недостаточность

# РАСЧЕТ ОБЪЕМА ЖИДКОСТИ ДЛЯ ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙ ИНФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

THE MAINTENANCE NEED FOR WATER IN PARENTERAL FLUID THERAPY

By Malcolm A. Holliday, M.D., and William E. Segar, M.D.

*Department of Pediatrics, Indiana University Medical Center*

Pediatrics 1957

| Масса тела | Количество жидкости в сутки, мл | Объем на сутки, мл |
|---|---|---|
| 0 – 10 кг | 4 мл/кг/час | 1000 |
| 10 – 20 кг | 4 мл/час + 2 мл/кг/час х (масса тела – 10) | 1000 + 50 мл на каждый 1 кг > 10 |
| > 20 кг | 60 мл/час + 1 мл/кг/час х (масса тела – 10) | 1500 + 20 мл на каждый 1 кг > 10 |

# ФОРМУЛА ВАЛЛАЧИ

Am J Clin Pathol. 1953 Nov;23(11):1133-41.

**Quantitative requirements of the infant and child for water and electrolyte under varying conditions.**

WALLACE WM.

$$100 - 3 \times n$$

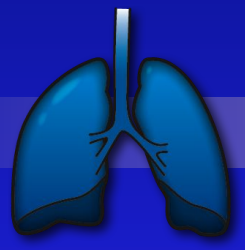
# ЭЛЕКТРОЛИТЫ

| Электролит | **Базовые** | | **Повышенные** | | **Высокие** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| возраст | 0 – 1 год | 1 – 15 лет | 0 – 1 год | 1 – 15 лет | 0 – 1 год | 1 – 15 лет |
| Натрий | 2,0 | 1,0 – 2,0 | 2,0 – 3,0 | | 4,0 – 5,0 | 3,0 – 4,0 |
| Калий | 2,0 | 1,0 – 2,0 | 2,0 – 3,0 | | 3,0 – 4,0 | 3,0 |
| Кальций | 0,5 – 1,0 | | 1,0 – 1,5 | 1,0 | 1,5 – 2,0 | 1,5 |
| Магний | 0,15 | 0,1 | 0,3 | 0,15 | 0,5 | 0,2 – 0,3 |
| Хлор | 3,0 | 1,0 – 2,0 | 3,0 – 4,0 | 2,0 – 3,0 | 4,0 – 5,0 | 3,0 – 4,0 |

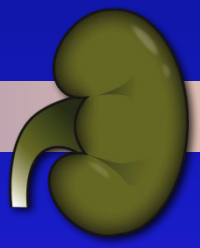
# БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА И КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ СОСТОЯНИЕ

$$CO_2 + H_2O \square H_2CO_3 \square H^+ + HCO_3^-$$

*Питание/метаболизм*



*pH*



*Буферная системная крови*

*Соединительно-тканная буферная система*

# ЧЕМ ОПАСНА ОСТРАЯ АЦИДЕМИЯ? (pH < 7.1 to 7.2)

- *угнетение сократительной способности миокарда*
- *увеличение риска развития нарушений ритма сердца*
- *нарушение микроциркуляции*
- *снижение общего периферического сопротивления сосудов и АД*
- *нарушение печеночного кровотока и оксигенации тканей*

# ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО АЦИДОЗА

1. Раствор натрия гидрокарбоната

2. Трометамол Н

3. Инфузионные растворы, содержащие метаболические предшественники бикарбоната

# БИКАРБОНАТ НАТРИЯ

**$NaHCO_3$ (бикарбонат натрия)**
**Предоставляет ионы $HCO_3^- \rightarrow H^+ + HCO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 \rightarrow$ и поэтому его эффективность зависит от выведения $CO_2$ легкими**

**В связи с большим количеством осложнений бикарбонат натрия следует применять с очень большой осторожностью, особенно при :**

- ***Угнетении ЦНС***
- ***Гиперкапнии***

**Бикарбонат натрия противопоказан при :**

- ***Гипернатриемия •***
- ***Гипокальциемия •***
- ***Острый отек легких***
- ***Боли в животе неясного происхождения***

# ТРОМЕТАМОЛ Н

- Трометамол Н - слабое основание, выполняющее роль буферной системы <u>даже в случаях нарушения выведения $CO_2$</u>
- Молекула Трометамола Н связывает ионы водорода, которые затем выводятся почками
- Доказана эффективность Трометамола Н в восстановлении КОС и жизненно-важных функций организма при остром тяжелом ацидозе (pH ≤ 7.2)
- Поддерживает нормальный уровень pH крови и способствует восстановлению гомеостаза

# ТРОМЕТАМОЛ Н И БИКАРБОНАТ НАТРИЯ

- ***В отличие от бикарбоната натрия Трометамол Н может быть использован при ацидозе, который сопровождается гипернатриемией***

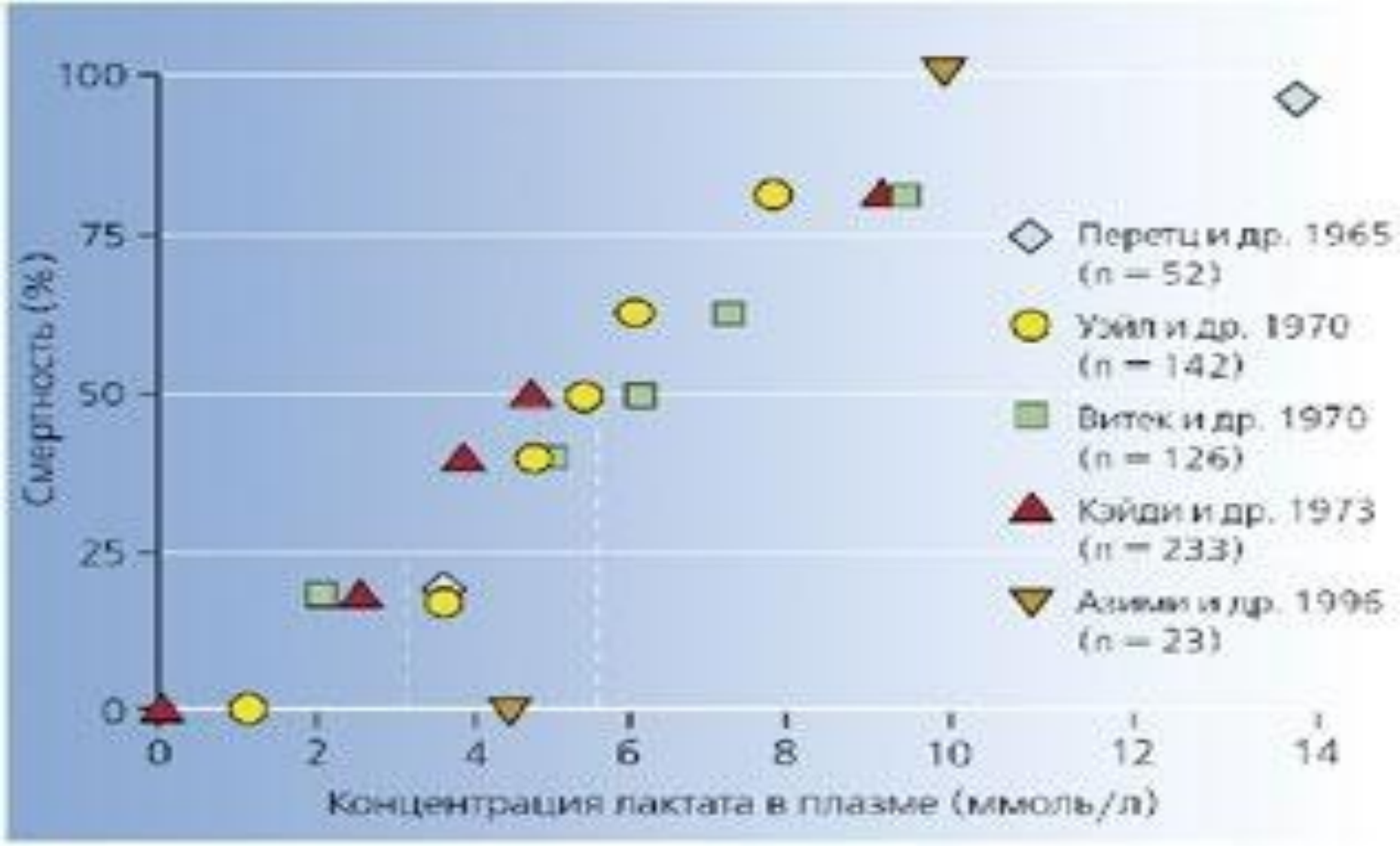
- ***Трометамол Н является препаратом выбора при смешанном ацидозе, который сопровождается повышением показателя $PaCO_2$***

*Hoste E. et al.*
*Sodium bicarbonate versus THAM in ICU patients with mild metabolic acidosis*
*J NEPHROL 2005; 18: 303-307*

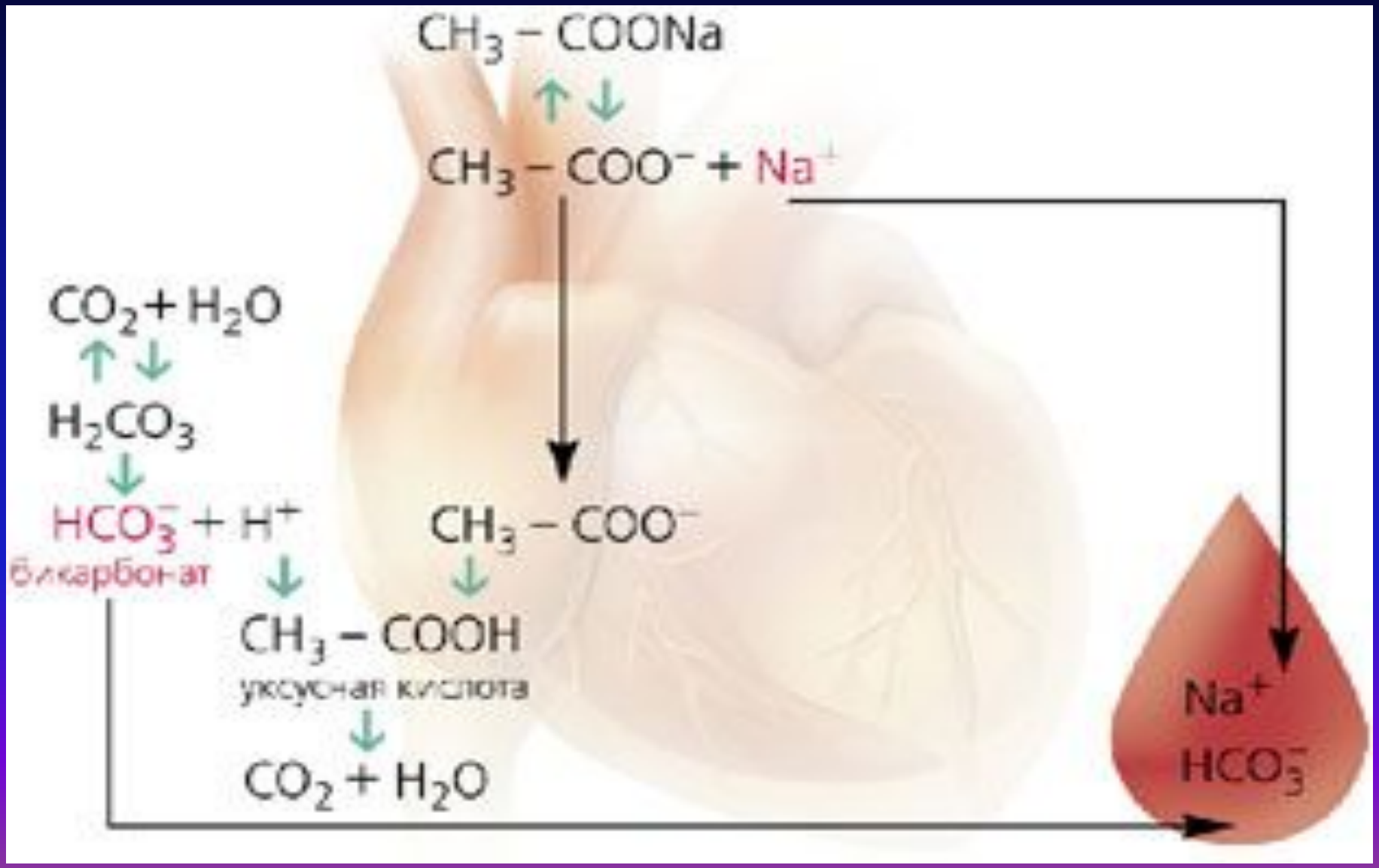
# МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКИ БИКАРБОНАТА

| Метаболический предшественник бикарбоната | Время трансформации в бикарбонат, ч | Кратность перевода 1 ммоль МПБ в ммоль бикарбоната | Место трансформации | Расход кислорода (л $O_2$/ л раствора) |
|---|---|---|---|---|
| Лактат | 2 | 1 : 1 | Печень, почки | 2,5 |
| Ацетат | 1,5 | 1 : 1 | Большинство тканей | 1,4 |
| Малат | > 1,5 | 1 : 2 | | |
| Глюконат | 2 | 1 : 1 | | 5,5 |

# МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКИ БИКАРБОНАТА



# МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКИ БИКАРБОНАТА



# 1,5% раствор реамберина для инфузий

# СТЕРОФУНДИН ИЗОТОНИЧЕСКИЙ, МАФУСОЛ ИЛИ РЕАМБЕРИН?

| Раствор | Состав, ммоль/л | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $Na^+$ | $K^+$ | $Ca^{++}$ | $Mg^{++}$ | $Cl^-$ | $HCO_3^-$ | Ацетат | Лактат | Субстраты | Осмолярность |
| **Плазма крови** | **135-145** | **3,5-5.5** | **2,4-2,6** | **0,75-1,1** | **96-105** | **26-30** | **-** | **-** | **-** | **280-290** |
| Стерофундин изотонический | **140** | 4 | 2,5 | 1 | **127** | - | 24 | - | Малат – 5 | 304 |
| Мафусол | 280 | 4 | - | 1,2 | 109 | - | - | - | Фумарат – 86 | 410 |
| Полиоксифумарин | 280 | 4 | | 1,2 | 109 | | | | Фумарат – 86 | 410 |
| Реамберин 1,5% | 142,4 | 4 | - | 1,2 | 109 | - | - | - | Сукцинат – 44,7<br>N-МГА – 44,7 | 313 |

# КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

1. Антропометрия
2. Физикальное обследование:

- *шоковый индекс (индекс Альговера) = ЧСС / САД*
- *Индекс циркуляции* (ЧСС х САД)
- *Центральное венозное давление*
- *Диурез (не менее 1 мл/кг/час и не менее 50% от объема введенной жидкости)*

3. Лабораторное обследование

- *Концентрация электролитов плазмы крови (натрий, калий, кальций, магний, хлор)*
- *Концентрация глюкозы, мочевины, креатинина*
- *Концентрация гемоглобина, количество эриьроцитов, показатели гематокрита*
- *Удельная плотность мочи*
- *Осмолярность плазмы*
- *Осмолярность мочи*
- *Расчет эритроцитарных индексов*

# Эритроцитарные индексы

MCV = HCT x 10/RBC

MCH = Hb ( g/l )/RBC

MCHC = Hb ( g/l ) x 10/HCT

MCHC = MCH/MCV

| Возраст | MCV, фл |
|---|---|
| Новорожденный | До 128 |
| 7 дней | 100 – 112 |
| 6 месяцев | 78 |
| 12 месяцев | 77 – 79 |
| 4 – 5 лет и более | 80 – 94 |

# ОСМОЛЯРНОСТЬ ПЛАЗМЫ КРОВИ КАК КРИТЕРИЙ АДЕКВАТНОСТИ ИНФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ

| Осмолярность, мосм/л | Клинические проявления |
|---|---|
| 285-295 | Норма |
| < 240 или > 320 | Угроза развития патологических состояний |
| > 320 | Риск развития почечной недостаточности |
| > 384 | Ступорозное состояние |
| > 400 | Риск генерализованных судорожных припадков |
| > 420 | Фатальный исход |

БЛАГОДАРЮ
ЗА ВНИМАНИЕ