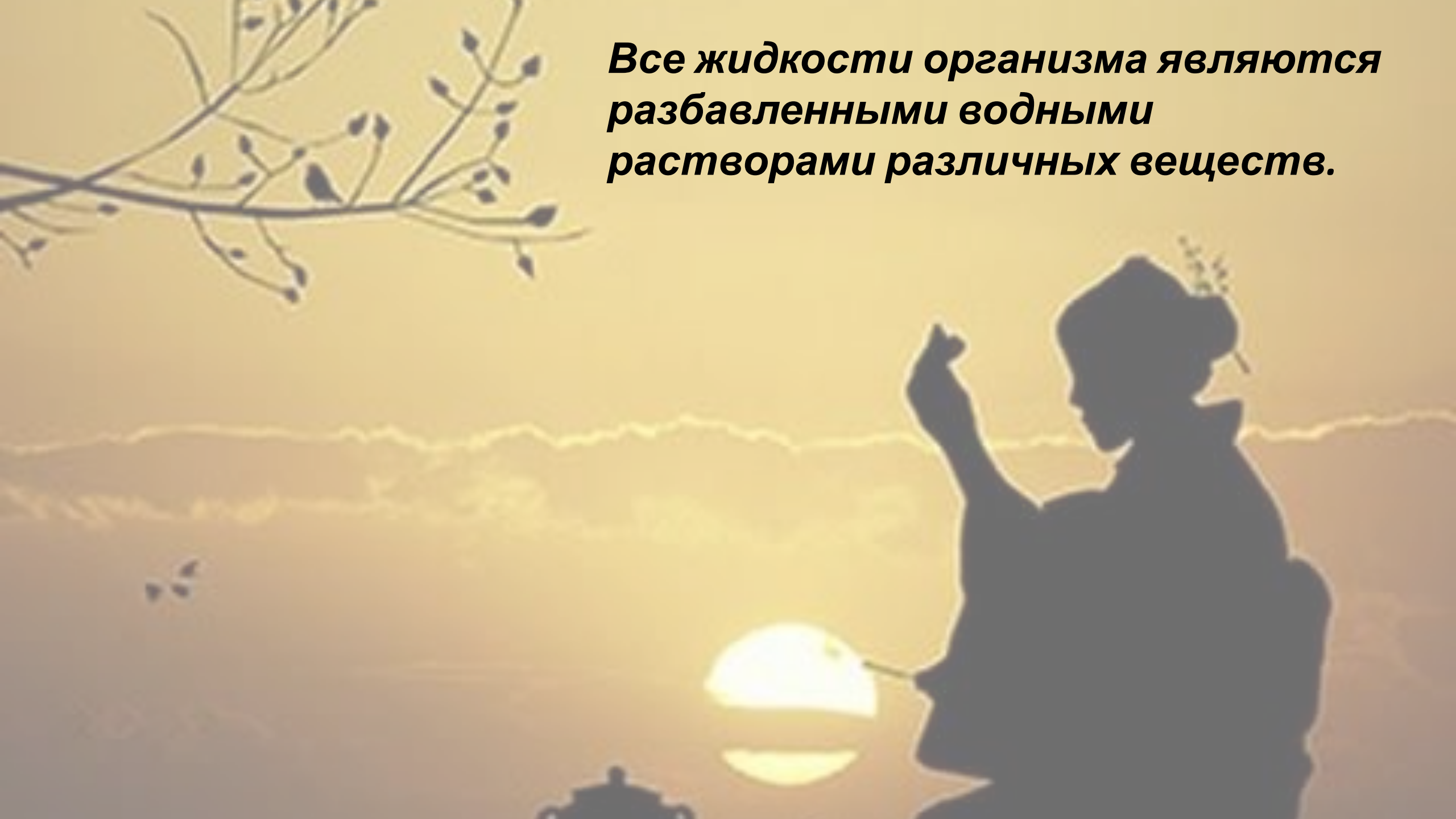
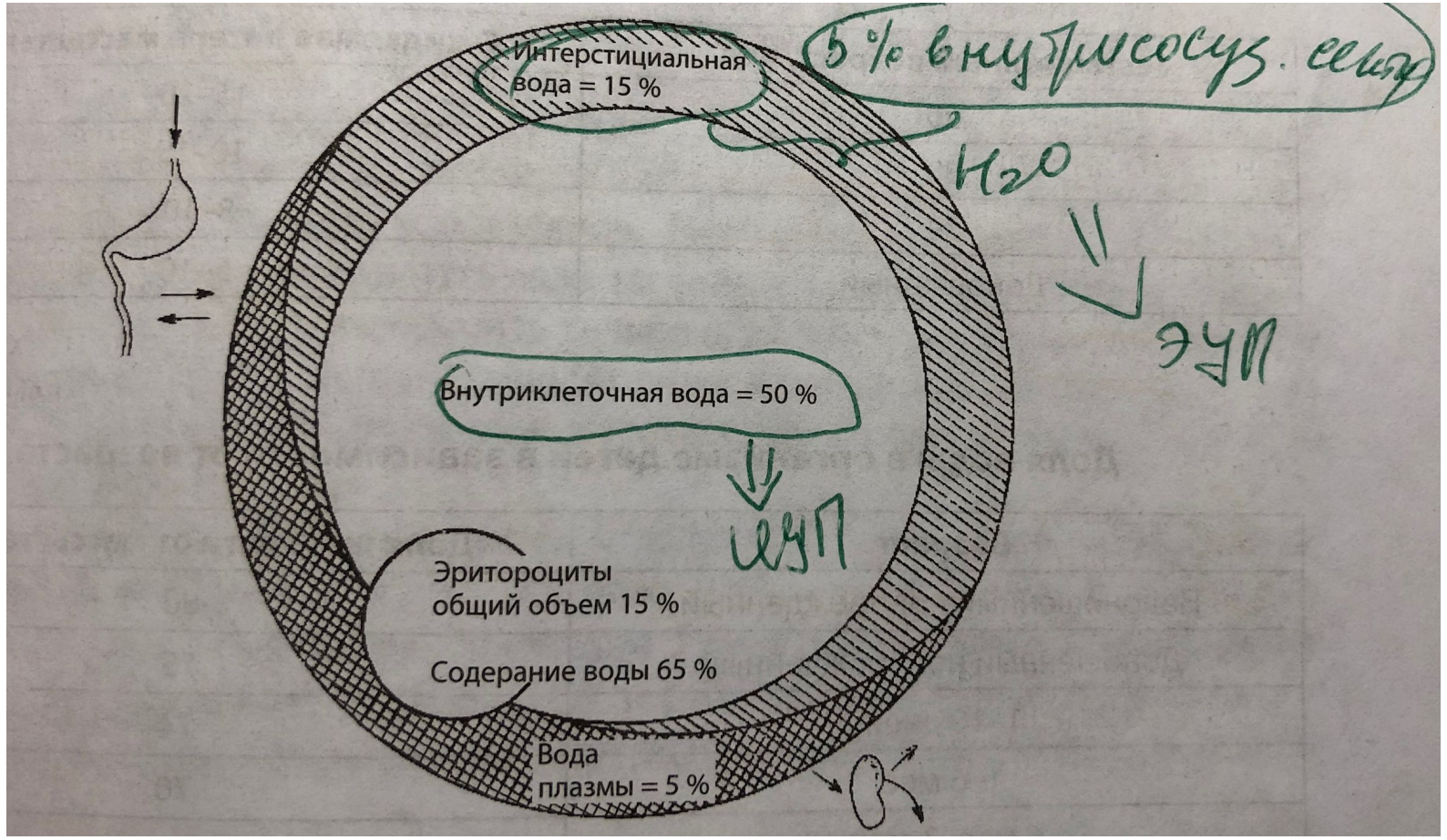
ВОЛЕМИЧЕСКИЙ СТАТУС, *ГИПОВОЛЕМИЯ* И МОНИТОРИНГ

Волчкова Е.В.



Все жидкости организма являются разбавленными водными растворами различных веществ.


Интерстициальная вода = 15 %
5% внутрисосуд. сектор
H_2O
ЭУП
Внутриклеточная вода = 50 %
ИУП
Эритороциты
общий объем 15 %
Содерание воды 65 %
Вода
плазмы = 5 %

- Во **внеклеточном** пространстве выделяют:
- □ внутрисосудистую жидкость (как часть крови);
- □ межклеточную жидкость (интерстициальную);
- □ трансцеллюлярную жидкость (вода в составе секретов

желудочно-кишечного тракта, пищеварительных и других желез, моча, ликвор).

Третье пространство

Следовательно…

- Перемещение жидкости по секторам организма бывает:
  - Физиологическим (при избытке кристаллоидов; БЕЗ повреждения сосудистого барьера)
  - Патологическим (обусловлено проникновением белков через поврежденный сосудистый барьер)

- ГИПЕРВОЛЕМИЯ – фактор риска повреждения гликокаликса!

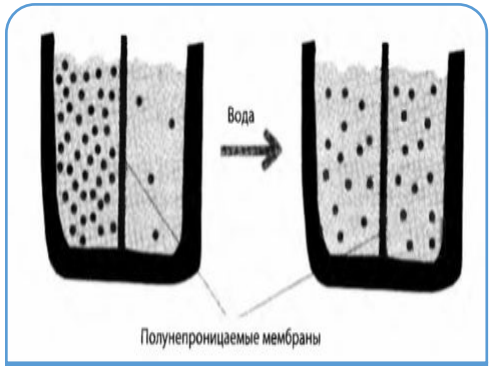
Водные сектора организма человека

отделены друг от друга полупроницаемыми мембранами

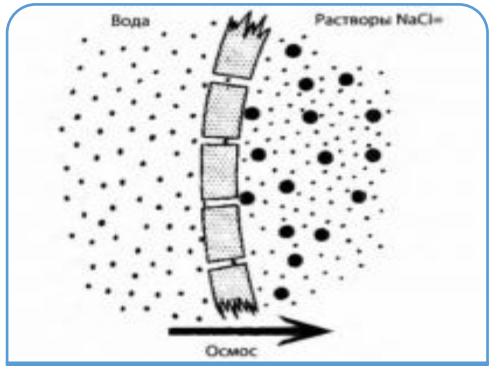
Водный сектор	Новорожденный ребенок	Взрослый
Общее содержание воды в организме	**70-80**	**50-60**
Внутриклеточная жидкость	**35-40**	**35-40**
Внеклеточная жидкость	**35-40**	**20**
Интерстициальная жидкость	**35**	**15**
Плазма	**4**	**4**

- Клеточные (отделяют интрацеллюлярную и интерстициальную жидкость)
- Капиллярные (внутрисосудистую от интерстициальной)
- Эпителиальные (трансцеллюлярную от внутрисосудистой и интерстициальной)

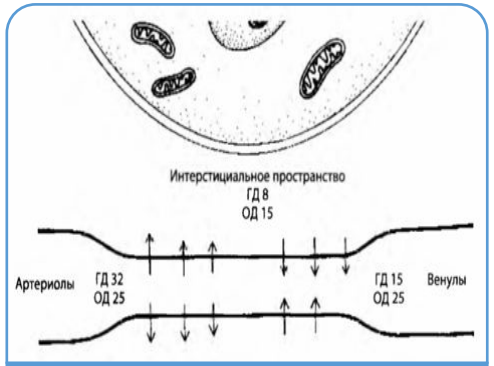
Механизмы



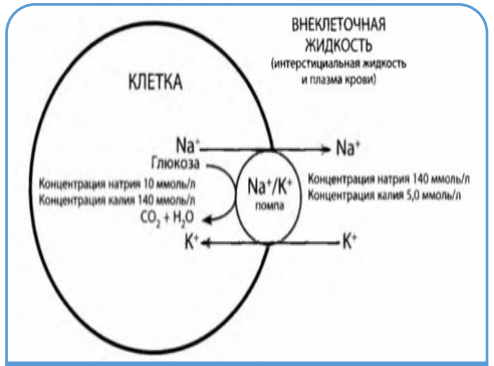
Диффузия



Осмос



Фильтрация



Активный транспорт

- Осмоляльность сыворотки (мосм/кг): 2 (Na+K) + глю + мочевина
- КОД: Общ белок сыворотки * 0,326 мм рт ст

Показатели осмолярности в норме
Плазма крови – 280-300
СМЖ – 270-290
Моча – 600-1200
Индекс осмолярности – 2,0-3,5
Клиренс свободной воды – (-1,2) – (-3,0) мл/мин

Таблица 2

Физиологическая потеря воды и веса тела у новорожденного в течение первой недели после рождения

Гестационный возраст, нед	Ожидаемая потеря массы тела, %
26	15–20
30	10–15
34	8–10
Доношенный	5–10

Таблица 3

Доля воды в организме детей в зависимости от возраста

Возраст	Доля жидкости от массы тела, %
Недоношенный новорожденный	80
Доношенный новорожденный	75
1–10 дней	74
1–6 мес	70
6 мес–3 года	60
3–10 лет	62
10–16 лет	58

ОЦК

- Недоношенный – 90-95 мл/кг
- Доношенный – 80-85 мл/кг
- До 2 лет – 75 мл/кг
- Более 2 лет – 70 мл/кг

Основы регидратационной терапии

Когда актуальна?

- Когда есть обезвоживание:
  - Диарея
    - ОГЭ, аппендицит, перитонит, инвагинация
    - Внекишечные заболевания (МБТ, септицемия)
    - Отравления, аллергии
  - ОКН
  - Лихорадка с неадекватным потреблением жидкости
  - Ожоги, ТЭН
  - Диабетический кетоацидоз

Какие этапы в диагностике и лечении?

- Определить степень дегидратации
- При ангидремическом шоке – СРОЧНО восстановить ОЦК
- Определить тип дегидратации
- Провести корректную регидратацию (соответствующую типу)
- Лечить причину и предупредить дальнейшие потери

Степень дегидратации

Признаки	Легкая (I ст.)	Средняя (II ст.)	Тяжелая (III ст.)
Потеря веса тела , %	5	10	15
Дефицит жидкости, мл/кг	50	100	150
Витальные признаки			
Пульс	Норма	Частый	Очень частый, нитевидный
АД	Норма	От нормы до низкого	Шоковое
Дыхание	Норма	Глубокое	Глубокое и частое
Дети до 1 года	Жажда, беспокойство	То же или летаргия	Сонливость до комы, вялость
Кожа			
Цвет	Бледная	Сероватая	Пятнистая
Похолодание	Вниз от середины предплечья/голени	От середины плеча/бедра	Вся конечность
Капиллярное наполнение, с	3–4	4–5	>5
Старше 1 года	То же, что выше	То же + гипотензия	Кома, цианоз
Тургор	Норма	Снижен	Значительно снижен
Передний родничок	Норма	Запавший	Значительно запавший
Слезы	+	±	–
Слизистые	Влажные	Сухие	Очень сухие
Пот подмышкой	+	–	–
Моча			
Диурез, мл/кг/ч	<2	<1	<0,5
Удельная плотность	1,020	1,020–1,030	>1,030
Ацидоз	–	±	+
Повышенный азот крови	–	+	++

- Восстановить ОЦК при шоке

20 мл/кг изоосмолярного коллоидного раствора (пр. 5% альбумин)

- Определить тип дегидратации и этиологию
  - Дегидратация:
    - Изоосмолярная (натриемическая) 80% потеря воды = потере электролитов
    - Гипоосмолярная 15% больше теряются электролиты
    - Гиперосмолярная 5% больше теряется вода

Типы	Дегидратация
Изоосмолярная	1. Потери из ЖКТ: - рвота; - свищи желудка, 12-перстной кишки, тонкой кишки, желчного пузыря или ходов, поджелудочной железы 2. Потери из системы кровообращения: - кровo- и плазмопотеря 3. Потери через почки: - диуретики; - изостенурия, полиурия 4. Другие причины: - перитонит; - мокнущие раны; - ожоги (синдром Лайела)
Гипоосмолярная	1. Потеря солей: - хронический пиелонефрит (особенно при бессолевой диете); - полиурическая стадия ОПН; - осмотический диурез (например, при диабете); - надпочечниковая недостаточность; - цереброгенная потеря солей (после энцефалита, ЧМТ, солевой диабет); - диуретики; - слабительные, опухоли прямой кишки; - безнатриевая диета 2. Потеря жидкости с компенсацией водными растворами без электролитов: - потери из ЖКТ (рвота, диарея, свищи) с компенсацией водными растворами; - промывание желудка и кишечника водой; - длительное отсасывание из желудка; - голодание с питьем чистой воды
Гиперосмолярная	1. Недостаточное поступление воды: - концентрированные пищевые смеси при зондовом питании; - афагия; - потеря чувства жажды; - тяжелые заболевания ЖКТ 2. Потеря гипотонических жидкостей: - трахеобронхит, пневмония, трахеостомия, ИВЛ без микроклимата BTPS; - лихорадка, профузный пот; - водянистый стул; - гипо- и изостенурия при хронических болезнях почек; - полиурическая стадия ОПН; - осмотический диурез (*например, при диабете*);

Диагностика типа дегидратации

Признаки	Изоосмия	Гипоосмия	Гиперосмия
Na сыворотки, ммоль/л	130–150	<130	>150
Осмоляльность, моcм/кг	N	<N	>N
MCV — средний объем эритроцита, мкм³	N	>N	≤N
MCHC — средняя концентрация Hв в эритроците, %	N	<N	>N
Сознание	Летаргия	Кома/судороги	Возбуждение/судороги
Жажда	Умеренная	Слабая	Сильная
Тургор кожи	Плохой	Очень плохой	Достаточный
Кожа пальпаторно	Сухая	Липкая	Плотная, тестоватая
Температура кожи	N	<N	>N
Слизистые	Сухие	Сухие	Запекшиеся
Тахикардия	++	++	+
Гипотензия	++	+++	+
Олигурия	++	+++	+
Анамнез	Потери через ЖКТ и почки, кровопотеря, плазмопотеря	Дефицит или потеря солей	Дефицит или потеря воды

- Проведение РЕГИДРАТАЦИИ соответственно типу обезвоживания
  - ***Регидратация: Возмещение дефицита (ВД) + Физиологические потери (ФП) + Патологические потери (ПП)***
    - ***ВД = % дегидратации * вес,кг*** ***(пр. вес = 10 кг, % дегидратации = 7,5%; возмещение = 750 мл)***
    - ***ФП = 100 – (возраст,лет * 3) мл/кг/сут***
    - ***ФП у новорожденных в первые 4 дня жизни:***
      - ***1 день – 60 мл/кг/сут***
      - ***2 день – 90 мл/кг/сут***
      - ***3 день – 120 мл/кг/сут***
      - ***С 4 дня – 150 мл/кг/сут с последующим снижением до 100 мл/кг/сут***

Физиологические потребности в основных электролитах (*ммоль/кг/сут*) **и условном белке** (*г/кг/сут*)

Электролиты, ммоль/кг/сут	Базовые		Повышенные		Высокие	
	0–1 год	1–15 лет	0–1 год	1–15 лет	0–1 год	1–15 лет
Na	2	1–2	2–3	2–3	4–5	3–4
K	2	1–2	2–3	2–3	3–4	3
Ca	0,5–1,0	0,5–1,0	1,0–1,5	1,0	0,5–2,0	1,5
Mg	0,15	0,1	0,3	0,15	0,5	0,2–0,3
Cl	3	1–2	3–4	2–3	4–5	3–4
Белок	1,9	0,9–1,3	2,8	1,6–1,9	3,1	1,9–2,8

– молярный раствор Na^+ – 5,85% NaCl;
– молярный раствор K^+ – 7,5% KCl;
– молярный раствор Ca^{++} – 5,5% CaCl;
– молярный раствор бикарбоната натрия – 8,4% $NaHCO_3$;
– молярный раствор Mg^{++} – 12% $MgSO_4$;

- Патологические потери:
  1) Очевидные измеренные потери: возмещение 1:1 водными растворами
  2) Неизмеримые потери – эмпирические расчеты дотации:

     Потеря ч/з свищи – 2 *10 мл/кг/сут
     При парезе кишечника - 2 *10 мл/кг/сут
     При параличе кишечника - 4 *10 мл/кг/сут
     Легкая диарея - 20 мл/кг/сут
     Диарея средней тяжести – 30 мл/кг/сут
     Тяжелая диарея – 40-50 мл/кг/сут

Ожоговая болезни и генерализованный эпидермолиз (синдром Лайелла = ожог 2 ст.) – ***СХЕМА ЭВАНСА***

А. Потребность в воде по Валлачи

В. Потребность в коллоидах по Эвансу: 2мл * %ожога/эпидермолиза * кг ВТ/48ч (проще: m, кг + S ожога * 2000 мл)

NB!!! ½ ФП переливается в первые 8 часов, тк наибольшая потеря воды происходит именно в этот период

Потери в коллоидах возмещаются равномерно по 1/3 в течение 48 ч.

Часы от момента поражения	(А)	(Б)
1–8	1/2	1/3
9–24	1/2	1/3
25–48	1,0	1/3

Режимы жидкостной нагрузки

РНГ = ДЖ + ФП + ПП

РГГ = 1,7 ФП +ПП (с форсированным диурезом)

РДГ = 0,5-0,75 от РНГ с переходом на 1,0 по мере выяснения толерантности при отечных состояниях

- ***Объем вводимой жидкости при ДКА***
  - *физиологическая потребность пациента (ФП);*
  - *патологические потери (ПП) (в данном случае — степень эксикоза);*
  - *объем текущих патологических потерь (ОТПП) (в данном случае — рвота, полиурия, тахипноэ, лихорадка).*

- **ФП пациента в жидкости достаточно точно определять при помощи вычисления площади поверхности тела (формула Дюбуа)** :

  ФП = 1800 мл × S (м2)

- **Патологические потери по уровню венозного гематокрита**

  Формула Рачева: V (объем дефицита) = Ht б – Ht N /100 – Ht N × 0,2 × масса тела (кг)

  Формула Randall : V (объем дефицита) = (1–40 : Ht) × 0,2 × масса тела (кг)

- **ОТПП**

А. При умеренно выраженной рвоте, если нельзя измерить объемы жидкости, эти потери составляют около 20 мл/кг в сутки. При выраженной рвоте показана установка желудочного зонда с точным подсчетом потерь через ЖКТ и внесения поправок в протокол инфузионной терапии.

Б. У больных на спонтанном дыхании перспирационные потери составляют около 1 мл/кг в час на каждые 10 дополнительных дыхательных циклов. Усиленную перспирацию в данном случае лучше корригировать с помощью адекватного согревания и увлажнения дыхательной смеси.

В. При лихорадке более 37,5 °С на каждый 1 °С дополнительно вводится 1 мл/кг в час жидкости.

Суммируя все вышесказанное, вот формулы, которыми пользуемся…

- ***Шоковый индекс Альговера*** *=*
= ЧСС : АДсист. (*норма возрастная: ЧСС ср*N *: АДсист ср*N)

- ***Индекс циркуляции*** (*rate-pressure product*) *=*
= ЧСС × АДсист. (*норма возрастная: ЧСС ср*N *× АДсист ср*N)

- ***ΔT = T центральная*** (*прямая кишка, пищевод, барабанная перепонка*) — ***T периферическая*** (*подошвенная поверхность I пальца стопы*); *норма у взрослых = 4—6 °С, у детей раннего возраста = 6—8 °С, при дефиците периферического кровотока резко возрастает*)

- ***Время капиллярного наполнения*** (*симптом «белого пятна» проверяется на тыле стопы, норма 2—3 с*) *или на ногтевом валике:*

- ***Осмоляльность плазмы = 2(Na + K) + глюкоза + мочевина =***
= мосм/кг плазмы (*ингредиенты, ммоль/л*)

- ***Осмоляльность мочи = 40 000 × (уд. плотность мочи — 1) = мосм/л***

- ***Осмоляльность мочи = 40 × на две*** (*или одну*) ***последние цифры удельной плотности = мосм/л мочи***

- ***Осмоляльность мочи = 33,8 × на две последние цифры удельной плотности =***
= мосм/кг мочи (*формула корригирована автором настоящего издания*)

- ***Коллоидно-осмотическое давление плазмы = общий белок сыворотки ×***
× 0,326 (*формула предложена автором настоящего издания, так как этот расчет проще и точнее такового из монографии Ю.Б. Жидкова и Колотилова:* ***0,521 × ОБ — 11,4***

- ***MCV*** (*средний объем эритроцита*) *=*
= (Ht об % × 10)/число эритроцитов в 1 млн = мкм³

- ***MCHC*** (*средняя концентрация Hb в эритроците*) *=*
= (Hb г % × 100)/Ht об % = %

- ***Дефицит альбумина*** (*г*) ***= [альбумин желаемый*** (*г/100 мл*) — ***альбумин фактический*** (*г/100 мл*)] ***× вес тела*** (*кг*) ***× 1,2***

- ***Потребность в альбумине*** (*исходя из ОБ сыворотки*) *=*
= (общий белок плазмы желаемый, г/л — общий белок плазмы фактический, г/л) × 0,04 × 2 = г/кг МТ

• ***Надо иметь в виду, что концентрированные растворы альбумина*** *(10–20–25 %)* ***могут быть разбавлены до желаемой концентрации*** *(но не ниже 5 %)* ***5 % раствором глюкозы или 0,9 % раствором NaCl.***
Физиологическая потребность в жидкости *(по формуле Валлачи):*
100 – 3 × возраст (лет) = мл/кг ВТ/сут

• ***Потребность в электролитах*** *(ммоль)* ***= (сывороточный уровень желаемый – сывороточный уровень фактический) × объем экстрацеллюлярного пространства*** *(ЭЦП)* ***× Ht желаемый/Ht фактический***
ЭЦП = вес тела (кг/n) ***(n:*** *для новорожденных = 2, для детей до 1 года = 3, от 2 до 4 лет = 4, с 4–5 лет = 4–5*

• ***Расчет бикарбоната натрия для купирования ацидоза:***
(BE × MTкг)/ n = ммоль бикарбоната натрия
(молярный раствор – 8,4 %$NaHCO_3$)

• ***Дефицит воды в организме*** *(литры)* ***=***
= (Ht фактический — Ht должный)/Ht должный × ЭЦП

• ***Расчет дозы трометамола 3,66 %: BE*** *(ммоль/л)* ***× MT*** *(кг)* ***× 2 = мл***
(рекомендация фирмы«Берлин-Хеми АГ/Менарини»), ***или***
0,37 × BE *(ммоль/л)* ***× MT*** *(кг)* ***= мл, либо BE*** *(ммоль/л)* ***× MT*** *(кг)* ***=***
= мл *(по данным разных авторов)*

• ***Формула для расчета избытка/недостатка воды при гипер-/гипонатриемии*** *(л):* $[(Na_{норма} - Na_{пациента})/Na_{норма}] \times$
$\times N \times MT$ *(кг)* ***(N — это доля общей воды от MT:*** *для новорожденных = = 0,75–0,8, для детей от 1 до 6 мес = 0,7; старше 6 мес = 0,6).*

• ***Формула для рсчета избытка/недостатка натрия*** *(ммоль):* $(Na_{норма} - Na_{пациента}) \times д \times MT$ *(кг)* ***(д — доля ЭЦП от MT:*** *для новорожденных = = 0,4; от 1 мес до 3 лет = 0,3; старше 3 лет = 0,2)*

• ***Формула Рачева: V*** *(объем дефицита воды (л))* ***=***
= (Ht % факт. – Ht % норма) /(100 – Ht % норма) × 0,2
(доля ЭЦП от MT для детей старше 3 лет) ***× масса тела*** *(кг)*

Изоосмолярные растворы:

- **NaCl 0,9%**
- **Sol. Ringer**
- **Лактосол, Трисоль (при гипокалиемии)**

Гипоосмолярные растворы:

- **Глюкоза 5%**
- **Дисоль, Ацесоль**
- **Sol. Ringer ЛАКТАТ**

Гиперосмолярные растворы:

- **NaCl 10%**

Вкратце про интраоперационную водную нагрузку

Восполняющий компонент (Дефицит за 6 часов)	Поддерживающий компонент (ФП по Валаччи или де Соузу)	Заместительный компонент (кровопотеря + персперации из раны)
	• Менее 3 лет: 4 мл/кг/час • Более 3 лет: 3 млкг/час	• ЖКТ: 10-15 мл/кг/час • ГК: 5-10 • ГМ: 5-10

1 час: 50% от Дефицита + ФП + Потери
2 час: 25% от Дефицита + ФП + Потери
3 час: 25% от Дефицита + ФП + Потери

Скорость инфузии: на каждые 2 кг – 5 мл/час

кг	**10**	**12**	**70**
Мл/час	40	45	100

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!