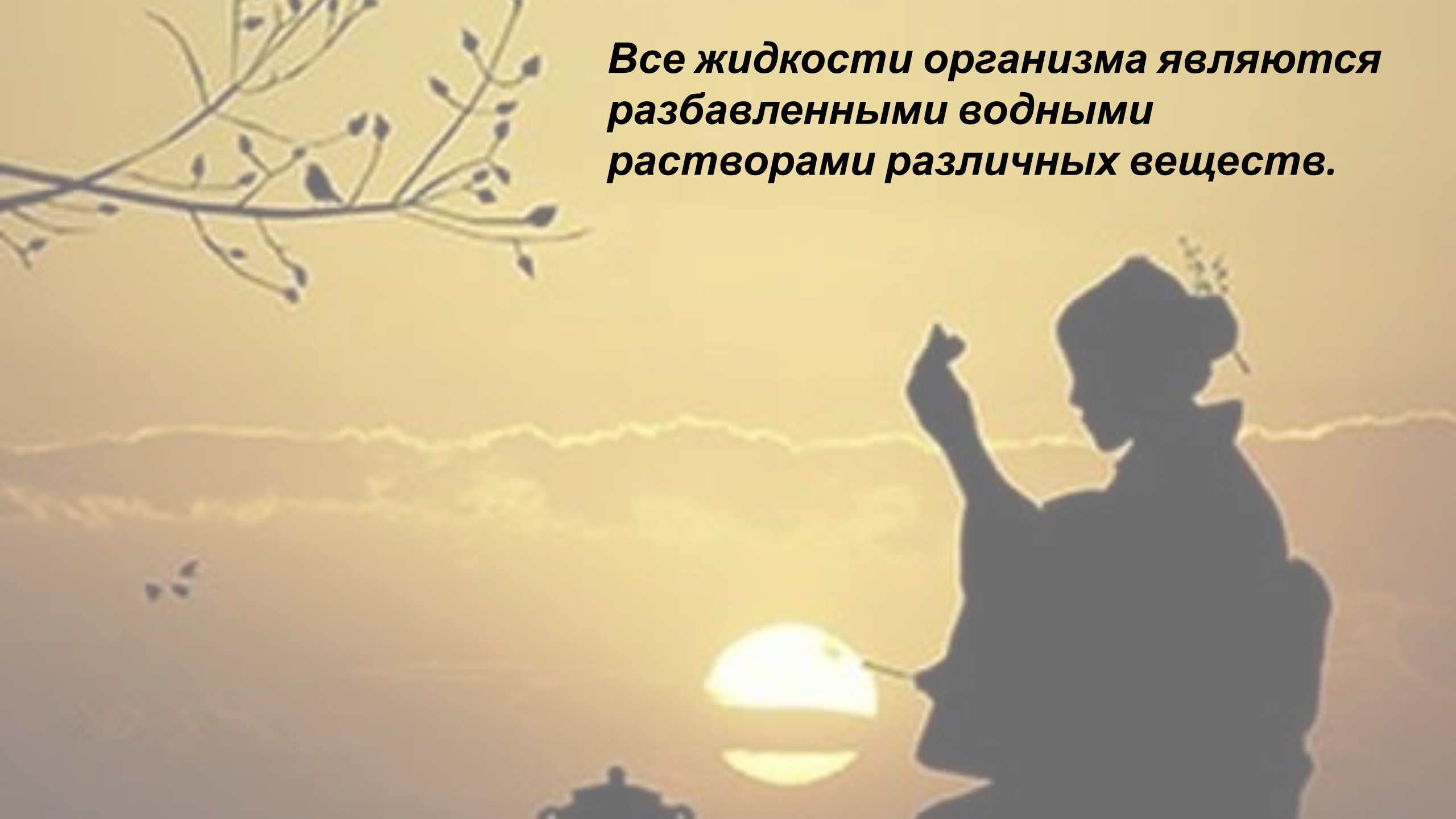
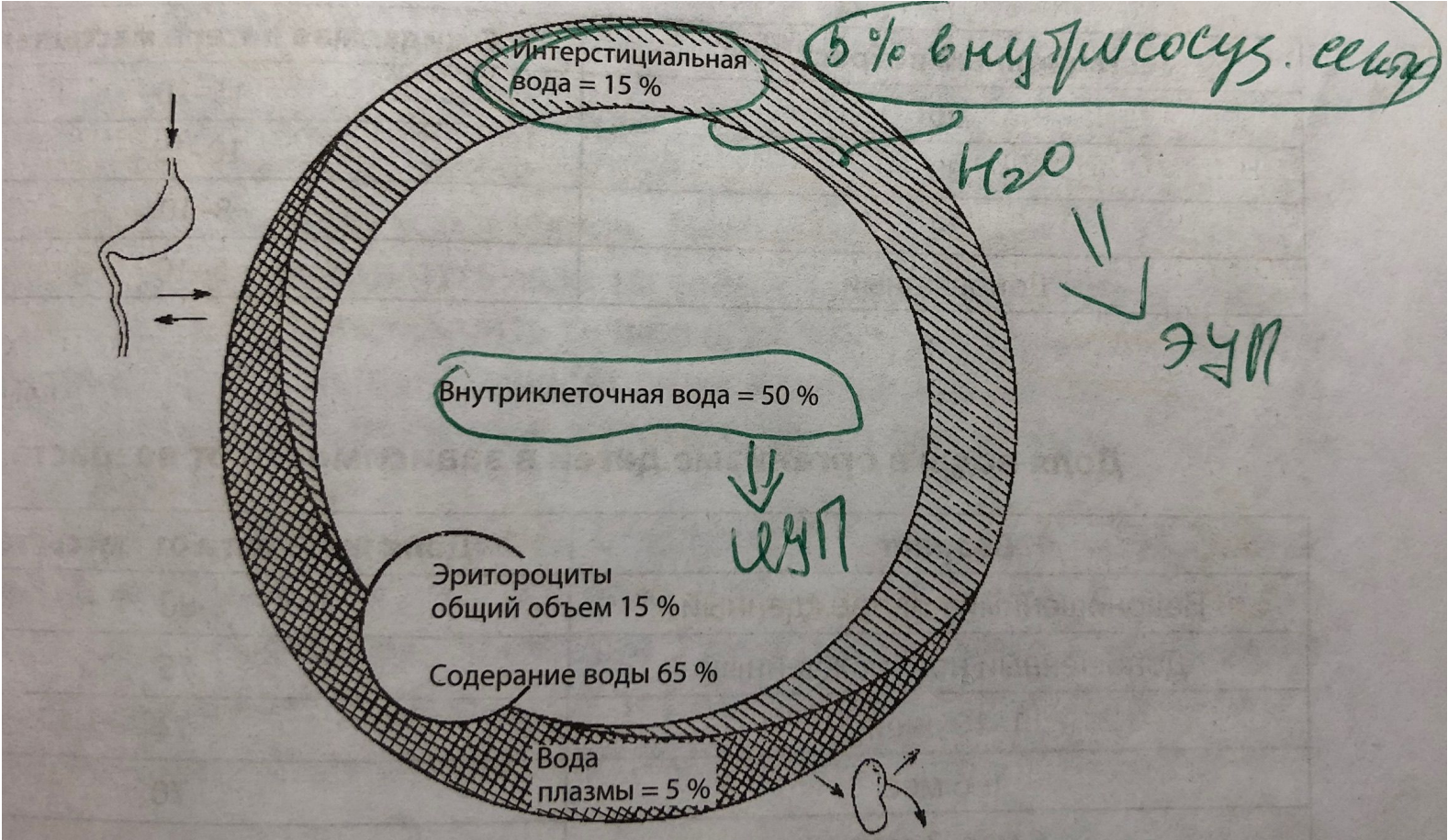


**ВОЛЕМИЧЕСКИЙ СТАТУС,
ГИПОВОЛЕМИЯ И
МОНИТОРИНГ**

Волчкова Е.В.

Все жидкости организма являются разбавленными водными растворами различных веществ.





- 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!

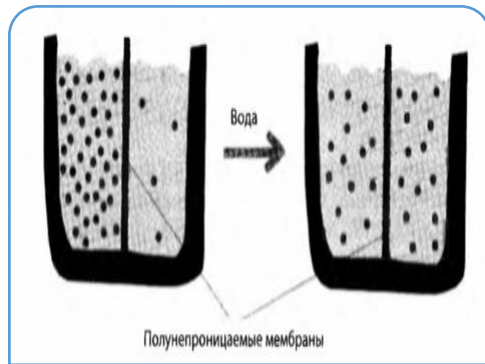
Водные сектора организма человека

отделены друг от друга полупроницаемыми мембранами

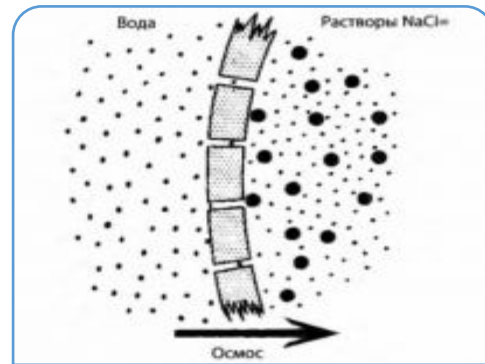
Водный сектор	Новорожденный ребенок	Взрослый
Общее содержание воды в организме	70-80	50-60
Внутриклеточная жидкость	35-40	35-40
Внеклеточная жидкость	35-40	20
Интерстициальная жидкость	35	15
Плазма	4	4

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

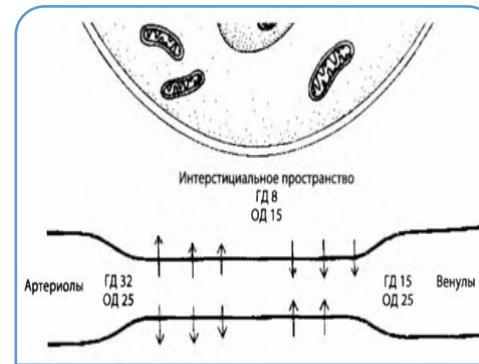
Механизмы



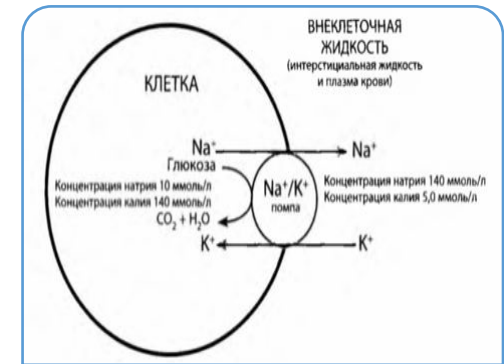
Диффузия



Осмоз



Фильтрация



Активный транспорт

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

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
Изоосмоляльная	<p>1. Потери из ЖКТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рвота; - свищи желудка, 12-перстной кишки, тонкой кишки, желчного пузыря или ходов, поджелудочной железы <p>2. Потери из системы кровообращения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - крово- и плазмопотеря <p>3. Потери через почки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диуретики; - изостенурия, полиурия <p>4. Другие причины:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перитонит; - мокнущие раны; - ожоги (синдром Лайела)
Гипоосмоляльная	<p>1. Потеря солей:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>2. Потеря жидкости с компенсацией водными растворами без электролитов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - потери из ЖКТ (рвота, диарея, свищи) с компенсацией водными растворами; - промывание желудка и кишечника водой; - длительное отсасывание из желудка; - голодание с питьем чистой воды
Гиперосмоляльная	<p>1. Недостаточное поступление воды:</p> <ul style="list-style-type: none"> - концентрированные пищевые смеси при зондовом питании; - афагия; - потеря чувства жажды; - тяжелые заболевания ЖКТ <p>2. Потеря гипотонических жидкостей:</p> <ul style="list-style-type: none"> - трахеобронхит, пневмония, трахеостомия, ИВЛ без микроклимата ВТРС; - 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, мосм/кг	N	<N	>N
MCV — средний объем эритроцита, мкм ³	N	>N	≤N
MCHC — средняя концентрация Hb 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) **тица**
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% CaCl₂;
- молярный раствор бикарбоната натрия – 8,4% NaHCO₃;
- молярный раствор Mg^{++} – 12% MgSO₄;

• 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

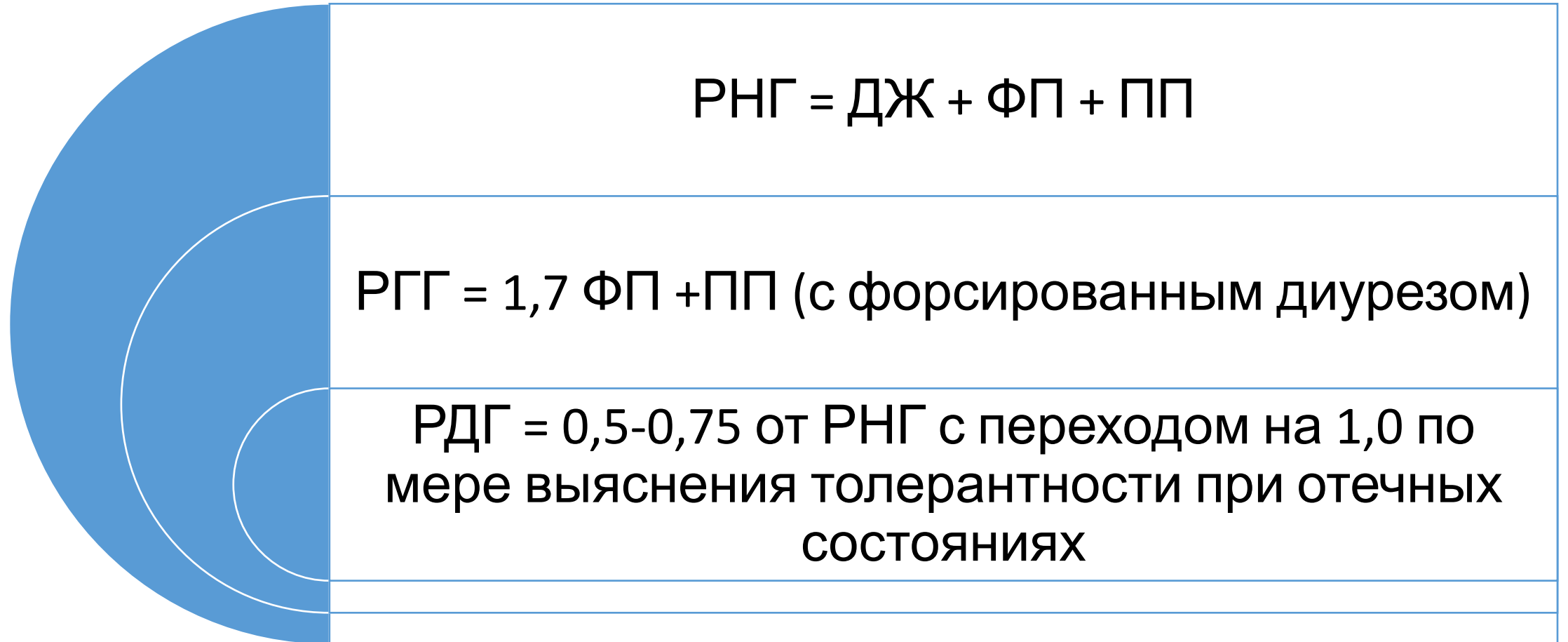
**В. Потребность в коллоидах по Эвансу: $2\text{мл} * \% \text{ожога} / \text{эпидермолиза} * \text{кг ВТ} / 48\text{ч}$
(проще: $m, \text{кг} + S \text{ ожога} * 2000 \text{ мл}$)**

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



- **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) :**

$$\text{ФП} = 1800 \text{ мл} \times S \text{ (м}^2\text{)}$$

- **Патологические потери по уровню венозного гематокрита**

Формула Рачева: $V \text{ (объем дефицита)} = \text{Ht б} - \text{Ht N} / 100 - \text{Ht N} \times 0,2 \times \text{масса тела (кг)}$

Формула Randall : $V \text{ (объем дефицита)} = (1-40 : \text{Ht}) \times 0,2 \times \text{масса тела (кг)}$

- **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 корректировать 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** =
= $ЧСС : АД_{сист.}$ (норма возрастная: $ЧСС_{cpN} : АД_{сист\ cpN}$)
- **Индекс циркуляции (rate-pressure product)** =
= $ЧСС \times АД_{сист.}$ (норма возрастная: $ЧСС_{cpN} \times АД_{сист\ cpN}$)
- $\Delta T = T_{\text{центральная}}$ (прямая кишка, пищевод, барабанная перепонка) –
 $T_{\text{периферическая}}$ (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** = $2(Na + K) + \text{глюкоза} + \text{мочевина}$ =
= мосм/кг плазмы (ингредиенты, ммоль/л)
 - **Осмоляльность мочи** = $40\,000 \times (\text{уд. плотность мочи} - 1) = \text{мосм/л}$
 - **Осмоляльность мочи** = $40 \times \text{на две (или одну) последние цифры}$
 $\text{удельной плотности} = \text{мосм/л мочи}$
 - **Осмоляльность мочи** = $33,8 \times \text{на две последние цифры удельной плотности} =$
= мосм/кг мочи (формула скорректирована автором настоящего издания)
 - **Коллоидно-осмотическое давление плазмы** = $\text{общий белок сыворотки} \times$
 $\times 0,326$ (формула предложена автором настоящего издания, так как этот
расчет проще и точнее такового из монографии Ю.Б. Жидкова
и Колотилова: $0,521 \times ОБ - 11,4$)
 - **MCV** (средний объем эритроцита) =
= $(Ht \text{ об } \% \times 10) / \text{число эритроцитов в 1 млн} = \text{мкм}^3$
 - **MCHC** (средняя концентрация Hb в эритроците) =
= $(Hb \text{ г } \% \times 100) / Ht \text{ об } \% = \%$
 - **Дефицит альбумина (г)** = $[\text{альбумин желаемый (г/100 мл)} -$
 $\text{альбумин фактический (г/100 мл)}] \times \text{вес тела (кг)} \times 1,2$
 - **Потребность в альбумине** (исходя из ОБ сыворотки) =
= $(\text{общий белок плазмы желаемый, г/л} - \text{общий белок плазмы}$
 $\text{фактический, г/л}) \times 0,04 \times 2 = \text{г/кг МТ}$

- *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):*

$$100 - 3 \times \text{возраст (лет)} = \text{мл/кг ВТ/сут}$$
- *Потребность в электролитах (ммоль) = (сывороточный уровень желаемый – сывороточный уровень фактический) × объем экстрацеллюлярного пространства (ЭЦП) × Нт желаемый/Нт фактический*

$$\text{ЭЦП} = \text{вес тела (кг/н)} (\text{н: для новорожденных} = 2, \text{ для детей до 1 года} = 3, \text{ от 2 до 4 лет} = 4, \text{ с 4–5 лет} = 4–5)$$
- *Расчет бикарбоната натрия для купирования ацидоза:*

$$(\text{BE} \times \text{МТкг}) / \text{н} = \text{ммоль бикарбоната натрия}$$
(молярный раствор – 8,4 % NaHCO₃)
- *Дефицит воды в организме (литры) =*

$$= (\text{Нт фактический} - \text{Нт должный}) / \text{Нт должный} \times \text{ЭЦП}$$
- *Расчет дозы трометамола 3,66 %:* $\text{BE (ммоль/л)} \times \text{МТ (кг)} \times 2 = \text{мл}$
(рекомендация фирмы «Берлин-Хеми АГ/Менарини»), или

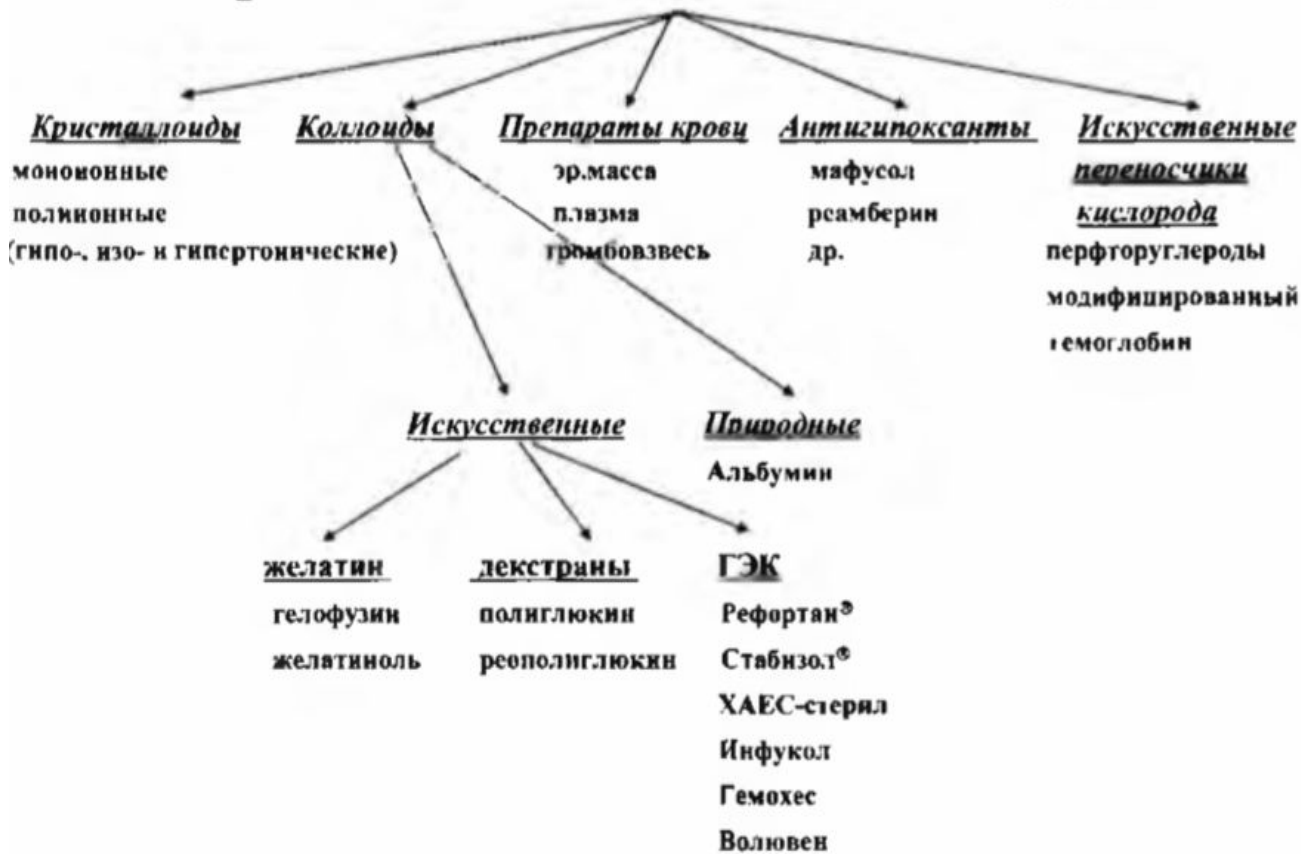
$$0,37 \times \text{BE (ммоль/л)} \times \text{МТ (кг)} = \text{мл, либо } \text{BE (ммоль/л)} \times \text{МТ (кг)} =$$

$$= \text{мл (по данным разных авторов)}$$
- *Формула для расчета избытка/недостатка воды при гипер-/гипонатриемии (л):* $[(\text{Na}_{\text{норма}} - \text{Na}_{\text{пациента}}) / \text{Na}_{\text{норма}}] \times N \times \text{МТ (кг)}$
(N — это доля общей воды от МТ: для новорожденных = 0,75–0,8, для детей от 1 до 6 мес = 0,7; старше 6 мес = 0,6).
- *Формула для расчета избытка/недостатка натрия (ммоль):* $(\text{Na}_{\text{норма}} - \text{Na}_{\text{пациента}}) \times \delta \times \text{МТ (кг)}$
(δ — доля ЭЦП от МТ: для новорожденных = 0,4; от 1 мес до 3 лет = 0,3; старше 3 лет = 0,2)
- *Формула Рачева: V (объем дефицита воды (л)) =*

$$= (\text{Нт \% факт.} - \text{Нт \% норма}) / (100 - \text{Нт \% норма}) \times 0,2$$

(доля ЭЦП от МТ для детей старше 3 лет) × масса тела (кг)

Средства для восполнения ОЦК



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 + перспирации из раны)

- Менее 3 лет: 4 мл/кг/час
- Более 3 лет: 3 мл/кг/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!