

DOI: 10.31636/prmd.v1i2.1

## ПЕРІОПЕРАЦІЙНА ІНФУЗІЙНА ТЕРАПІЯ У ДІТЕЙ

<sup>1</sup> Дмитрієв Д. В., <sup>2</sup> Стародуб А. І.

<sup>1</sup> Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова

<sup>2</sup> Вінницька обласна дитяча клінічна лікарня

**Резюме.** Дана стаття присвячена питанням інфузійної терапії – методу лікування, який дає можливість парентерального введення в організм різних речовин і медикаментозних препаратів і спрямований на підтримку основних функцій та біохімічних процесів в організмі. Розглянуто питання організації проведення адекватної інфузійної терапії у конкретного пацієнта при конкретній клінічній ситуації. Викладено питання мети і завдання інфузійної терапії в даний час і на перспективу (тактику і стратегію), кошти, які будуть застосовані, їх тип, обсяг, кількісне та якісне співвідношення, шляхи введення, швидкість і тривалість у цілому і, при необхідності, кожна об'ємна складова, методи контролю ефективності та безпеки. Крім того, розглянуто питання фізіологічних і патофізіологічних процесів, що перебігають у дитячому організмі, й обґрунтування використання різних методів інфузійної терапії для проведення ефективної та безпечної інфузійної терапії у дитини.

**Ключові слова:** інфузійна терапія, розчини, періопераційний період, дитина

**Інфузійна терапія (ІТ)** – метод лікування, який дає можливість парентерального введення в організм різних речовин та медикаментозних препаратів і спрямований на підтримку основних функцій та біохімічних процесів в організмі.

Для організації проведення адекватної інфузійної терапії лікар має проаналізувати значний масив інформації про конкретного пацієнта, конкретну клінічну ситуацію, яка має місце у нього, мету й задачі інфузійної терапії в даний час і на перспективу (тактику та стратегію); засоби, що будуть застосовані, їх тип, об'єм, кількісне та якісне співвідношення, шляхи введення, швидкість і тривалість загалом і, за необхідності, кожного об'ємного складового, методи контролю ефективності та безпеки. Крім того, такий аналіз має базуватись на професійній обізнаності лікаря у фізіологічних та патологофізіологічних процесах, які перебігають у дитячому організмі, на знанні патологій, їх

варіантів, у т.ч. вікових, на вмінні отримання й аналізу клінічних, лабораторних даних та додаткових методів дослідження, знанні фармакології, вмінні виконувати певні лікарські маніпуляції і ще багато на чому, що можна назвати досвідом. І такий аналіз має проводитись так часто, як того потребують логіка перебігу патологічного процесу, ефективність лікування та безпека пацієнта.

### Мета проведення інфузійної терапії:

1. Підтримка волемічного статусу (об'єму циркулюючої крові – ОЦК).
2. Підтримка сольового складу (іонного балансу).
3. Регуляція кислотно-основного стану (КОС).
4. Дезінтоксикація.
5. Забезпечення організму пластичними й енергетичними речовинами.
6. Парентеральне введення медикаментів.

## Вода в організмі людини

Організм людини складається зі значної кількості води.

Вода, кількісно найважливіша складова частина тіла, має для організму основне значення як середовище та учасник обміну речовин. Вміст води у людей різний, індивідуальний. Вона, зокрема, забезпечує різноманітні обмінні процеси в організмі (табл. 1):

- оточує в клітинах внутрішньоклітинні структури і забезпечує їх загальну діяльність;
- здійснює обмін між клітинами;
- є транспортним середовищем в обміні речовин між зовнішнім світом і діючими клітинами;
- бере участь у терморегуляції (має значну теплоємність та тепловіддачу).

Об'єм внутрішньоклітинної рідини зберігається майже постійним протягом усього життя і складає 40 %

**Таблиця 1.** Кількість загальної води в організмі залежно від віку та її класифікація

Вік	Частка води від маси тіла, %
Недоношені немовлята, гестаційний вік 32 тижні	85–90
Доношені немовлята	80
6 місяців	70
1–5 років	65
6–14 років	60
Дорослі	55–60

Загальну рідину прийнято розділяти на кілька секторів:

1. Внутрішньоклітинна.
2. Позаклітинна:
  - а) інтерстиційна (рідина міжклітинного простору);
  - б) внутрішньосудинна рідина (рідка частина крові, лімфа);
  - в) рідина порожнин тіла (спинномозкова, внутрішньочеревна, внутрішньосуглобова тощо)

від маси тіла, зниження загальної рідини організму тісно корелює зі зменшенням позаклітинної (екстрацелюлярної) рідини. Кількість позаклітинної рідини з віком змінюється: у новонароджених екстрацелюлярна рідина складає близько 45 % від маси тіла і з віком зменшується. Внутрішньосудинна рідина складає від 4 до 6 % від маси тіла, чи 10 % загальної рідини організму, і також залишається постійною з віком (табл. 2).

## Основні принципи водно-електролітного обміну

Протягом доби людина випиває близько 1,2 л води, з їжею в організм потрапляє близько 1 л, біля 300 мл води утворюється під час окислення харчових продуктів. При нормальному водному балансі стільки ж води (близько 2,5 л) виділяється з організму: нирками (1–1,5 л), внаслідок випаровування через шкіру (0,5–1 л) і легені (близько 400 мл), а також виділяється з калом (50–200 мл).

### Осмотичний та онкотичний тиски

Обмін води тісно пов'язаний з обміном солей. Близько 90 % речовин, розчинених у позаклітинному середовищі, складають електроліти (табл. 3). У фізіологічному розумінні найважливішими з них є іони натрію, калію, хлору, бікарбонату. Електроліти, дифундуючи між секторами, сприяють підтримці постійного іонного градієнта, а недифундуючі колоїди, які не проникають крізь капілярну мембрану, у зв'язку їх меншою концентрацією в міжклітинному просторі створюють градієнт концентрації (онкотичний), за напрямком протилежний осмотичному, сприяючи таким чином утриманню рідини в судинному просторі.

Рух води в рідинних секторах забезпечується певними фізіологічними механізмами, провідним серед яких є утворення осмотичного та онкотичного градієнта концентрацій (табл. 4).

Осмотичний градієнт концентрації забезпечується осмоляльністю розчинів – це кількість (концентрація) розчинених часточок в 1 кг води, та осмолярністю роз-

**Таблиця 2.** Середній вміст загальної кількості води (% від маси тіла) і співвідношення в розподілі рідини залежно від віку

Вік	Загальна вода	Внутрішньоклітинна	Позаклітинна вода	
			Інтерстиційна	Плазма
Новонароджений	75–80	30–35	32–44	6
1–6 міс.	70	30	34,5	5,5
7–12 міс.	70	35	30	5
1–5 років	65–70	35–40	25	5
5–10 років	60–65	40–45	20	5
Дорослі	55–65	40–45	17	4,5–5

Таблиця 3. Розподіл іонів у водних секторах

Електроліти	Плазма (ммоль/л)	Інтерстиційна рідина (ммоль/л)	Внутрішньоклітинна рідина (ммоль/л)
<b>Катіони:</b>			
Na <sup>+</sup>	142	144	10
K <sup>+</sup>	4	4	160
Mg <sup>2+</sup>	2,5	1	1
Ca <sup>2+</sup>	1,5	1	13
<b>Аніони:</b>			
Cl <sup>-</sup>	103	114	3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	27	30	11
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1	1	50
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,5	0,5	10
<b>Органічні:</b>			
аніони	5	5	–
білки	2	0,1	1

Таблиця 4. Речовини, що визначають осмолярність плазми

Осмотично активні речовин	Осмолярність (молмоль/кг H <sub>2</sub> O)	Осмотичний тиск (мм рт. ст.)
Натрій	280	5404
Азот сечовини	4	79
Глюкоза	6	1116
Білок	1,2	23
Всього	291,2	2620

чинів – кількість (концентрація) розчинених часток в 1 л розчину. Середній вміст води в крові складає за об'ємом 92 %, отже, осмолярність = осмолярність / 0,92. У клінічній практиці ці поняття ідентичні. Осмолярність створюють осмотично активні речовини; найважливіші (осмотично найактивніші) з них – натрій, глюкоза, сечовина. Використавши дані про їх рівні у формулі, можна обчислити, з певною невеликою погрешністю, осмолярність плазми крові:

$$\text{Осмотичний тиск (мосмоль/л)} = 1,86 \times Na + \text{глюкоза} + 2 \times \text{азот сечовини} + 9$$

(натрій, глюкоза та сечовина в ммоль/літр)

Тиск, необхідний для протидії руху води по концентраційному градієнту через напівпроникну мембрану, називається онкотичним тиском:

$$\text{Онкотичний тиск} = \text{осмолярність} \times 19,3.$$

Осмолярність нормальної плазми – величина досить постійна і рівна 285–295 мосмоль/кг. Із загальної

осмолярності плазми лише 2 мосмоль/кг обумовлено наявністю розчинених в ній білків. Таким чином, головними компонентами, що забезпечують осмолярність плазми, є натрій і хлор (близько 140 і 100 мосмоль/кг, відповідно).

Білки плазми, альбумін і гамма-глобуліни створюють колоїдно-осмотичний тиск плазми (онкотичний тиск). Онкотичний тиск складає менше 1 % від загального осмотичного тиску, але білки осмотично активні і дуже важливі в плані підтримки об'єму циркулюючої плазми (ОЦП). Альбумін обмежує рух води в інтерстиційний простір, незважаючи на великий концентраційний градієнт (40 і 10 г/л). Це дозволяє підтримувати ОЦП та об'єм інтерстиційної рідини.

### Закон електронейтральності в обміні води та електролітів

Тісний зв'язок між водною, електролітною і кислотно-лужною рівновагою обумовлюється фізико-хімічним законом електронейтральності. Цей закон полягає в тому, що сума позитивних зарядів у всіх водних секторів дорівнює сумі негативних зарядів. Постійно виникаючі зміни концентрації електролітів у водних середовищах супроводжуються зміною електропотенціалів з подальшим відновленням. Таким чином, при динамічній рівновазі утворюються стабільні концентрації катіонів і аніонів. Графічне зображення цього закону може бути представлене у вигляді діаграми Гембла (рис. 1).

Вміст аніонів у будь-якому водному секторі дорівнює вмісту катіонів. Порушення цього принципу призводить до водно-електролітного і кислотно-лужного дисбалансу. Наприклад, збільшення концентрації хлору зменшує концентрацію бікарбонату (основний буфер), що призводить до метаболічного ацидозу. Якщо прийняти, що сума концентрацій малих плазматичних

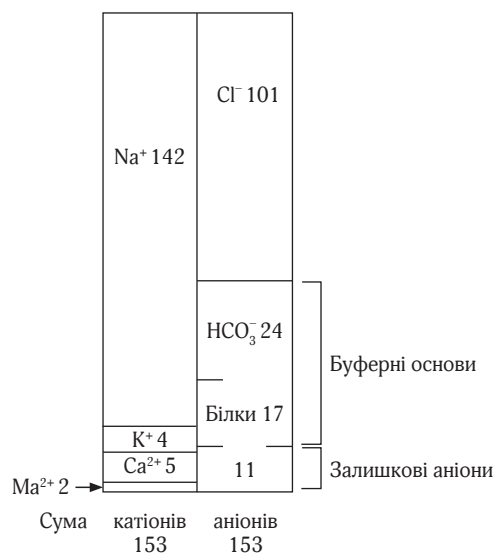


Рис. 1. Діаграма Гембла

катіонів (калій, кальцій, магній) – межі коливань невеликі – складає приблизно 11 мекв/л і дорівнює сумі концентрацій залишкових аніонів, то електролітну рівновагу можна зобразити таким чином:

$$[Na^+] = [Cl^-] + \text{сума основ},$$

якщо

$$\text{сума основ} = [Na^+] - [Cl^-].$$

У клінічній практиці водно-електролітний баланс в основному залежить від розподілу таких електролітів, як натрій, хлор, бікарбонат.

Розподіл води й електролітів підпорядковується не лише законам осмолярності. Наявність градієнта концентрації натрію у поза- і внутрішньоклітинному секторах і негативний внутрішньоклітинний заряд могли б забезпечити силу, здатну рухати натрій у бік клітини. Насправді цього не відбувається, оскільки така сила виявляється збалансована іншою, такою, що діє у зворотному напрямі і названа натрієвим насосом. Енергія натрієвого насоса, що є специфічною властивістю клітинної мембрани, забезпечується гідролізом АТФ і спрямована на виштовхування натрію з клітини. Ця ж енергія сприяє руху калію в клітину.

#### *Динаміка балансу рідини в організмі*

Динаміка балансу рідини в організмі визначається рівнянням Старлінга:

$$Q = K(P_c - P_i) - r(p_c - p_i),$$

де  $Q$  – транссудинний потік рідини, залежний від рівноваги сил, що сприяють фільтрації [ $K(P_c - P_i)$ ], – це перша складова, і реабсорбції [ $r(p_c - p_i)$ ] – це друга складова;  $K$  – коефіцієнт фільтрації – це кількість фільтрату, що проходить через 100 г тканини за хвилину при збільшенні тиску на кожен міліметр ртутного стовпчика;  $P_c$ , – гідростатичний тиск у капілярах;  $P_i$  – гідростатичний тиск в інтерстиції;  $p_c$  – онкотичний тиск плазми;  $p_i$  – онкотичний тиск в інтерстиції;  $r$  – коефіцієнт відображення, який характеризує проникність мембран.

Із рівняння Старлінга випливає, що об'єм кожного водного сектора залежить від змін гідростатичного і колоїдно-осмотичного тиску. Гіпопротеїнемія (гіпоальбумінемія), з одного боку, призводить до зниження онкотичного тиску і зменшення ОЦП, а з іншого – до інтерстиційного набряку. Збільшення гідростатичного тиску, наприклад, при високооб'ємних інфузіях кристаліодів, призведе також до інтерстиційного набряку при нормальному або збільшеному ОЦП.

#### *Регуляторні механізми*

Постійність об'єму та осмолярності позаклітинної рідини підтримується регуляторними механізмами, головним ефекторним органом яких є нирки. Подразнення

осморцепторів гіпоталамічної ділянки (при підвищенні осмолярності крові), а також волюморцепторів лівого передсердя (при зменшенні об'єму крові) підсилює вивільнення вазопресину (АДГ) супраоптичними і паравентрикулярними ядрами гіпоталамуса. Вазопресин підсилює реабсорбцію води в каналцях нефронів.

Подразнення рецепторів артеріоли нирки (при зменшенні ниркового кровотоку, крововтраті) і натрієвих рецепторів щільної плями юкстагломерулярного комплексу (при дефіциті натрію) підсилює синтез і вивільнення реніну. Ангіотензин II, що утворюється під впливом реніну, збільшує викид наднирковими залозами альдостерону, який підвищує реабсорбцію натрію. Зменшення об'єму позаклітинної рідини й ангіотензину стимулює також центр спраги, розташований у латеральній ділянці гіпоталамуса.

Антидіуретичним і антинатрійуретичним механізмам протидіють діуретичні і натрійуретичні. Головними діючими чинниками цих механізмів є реномедулярні ниркові простагландини і атріальний натрійуретичний фактор (АНФ, атріопептид). АНФ виробляється в клітинах передсердя і є пептидом з 28 амінокислот. Він підвищує діурез і натрійурез, розслаблює гладкі м'язи судин і знижує артеріальний тиск. Вміст АНФ у передсерді і секреція його в кров збільшуються під впливом приймання надлишку води і харчової солі, розтягнення передсердя, при підвищенні кров'яного тиску, а також при стимуляції альфа-адренорецепторів і рецепторів вазопресину.

Регуляція водного обміну тісно пов'язана зі станом вolemії й інтенсивністю периферичного кровообігу, з проникністю судин, співвідношенням гідростатичного та колоїдно-осмотичного тиску в просвіті капіляра й інтерстиційному секторі.

#### *Фізіологія і патофізіологія судинної проникності*

Дві третини рідини тіла людини перебуває у внутрішньоклітинному просторі. Позаклітинний простір розділений на плазму крові та інтерстиційний простір. Обидва простори сполучаються через судинний ендотелій для обміну електролітами і живильними речовинами, необхідними для клітинного метаболізму. Безперервний позитивний гідростатичний тиск усередині судини формує рух рідини в інтерстиційний простір. У фізіологічних умовах великі молекули, такі як білки і колоїди, не можуть перетнути ендотеліальний бар'єр у значних кількостях, що є необхідною умовою забезпечення циркуляції крові. Інакше внутрішньосудинний гідростатичний тиск призведе до неконтрольованого переходу рідини в інтерстиційний простір і дисемінованого набряку тканин [1]. У 1896 році Ернест Старлінг передбачив, що інтерстиційний колоїдно-осмотичний тиск значно нижчий внутрішньосудинного тиску. Градієнт концентрації між судинним бар'єром породжує потік рідини, спрямований у бік судини, і протистоїть гідростатичному судинному тиску, що приводить до



зменшення фільтрації в одиницю часу. Відповідно до принципу Старлінга, лише шар ендотеліальних клітин відповідає за функцію судинного бар'єра. На моделі мікросудин щура було показано, що інтерстиційний колоїдно-осмотичний тиск, який відповідає 70 % внутрішньосудинного осмотичного тиску, не викликає інтерстиційного набряку, що заперечує концепцію Старлінга, яка передбачає незначну концентрацію білка в інтерстиції. Одночасно це підкреслює головну роль ендотеліального глікокаліксу в переміщенні рідини. В нормі ендотелій судин покритий трансмембранними синдеканами і пов'язаними з мембраною гліпіканами, що містять гепарансульфат і хондроїтинсульфат – бічні ланцюги, які разом складають ендотеліальний глікокалікс. Білки плазми, розчинені глікозаміноглікани і гіалуронова кислота включаються в глікокалікс і затримуються в ендотеліальному поверхневому шарі (ЕПШ), компоненти якого періодично міняються. У фізіологічних умовах ЕПШ має товщину приблизно 1 мкм і зв'язує приблизно 800 мл плазми крові, тому об'єм плазми можна розділити на циркулюючу і нециркулюючу частини. Таким чином, глікокалікс діє як молекулярний фільтр, що затримує білки і що збільшує онкотичний тиск в ендотеліальному поверхневому шарі. Невеликий простір між анатомічною стінкою судини і ЕПШ практично не містить білків. Таким чином, втрати рідини через судинний бар'єр обмежуються онкотичним градієнтом тиску усередині ЕПШ. Тому класичний принцип Старлінга було змінено на концепцію подвійного бар'єра, відповідно до якого не лише лінія ендотеліальних клітин, але в першу чергу ендотеліальний поверхневий шар складають судинний бар'єр (рис. 2).

ЕПШ є першою контактною поверхнею між кров'ю і тканинами і бере участь у багатьох процесах, що відносяться до функції судинного бар'єра, включаючи

запалення й активацію системи згортання. Клінічні дослідження показали підвищений рівень у плазмі синдекану-1 і гепарансульфату у пацієнтів з глобальною або регіональною ішемією у великій судинній хірургії. Окрім травми ішемії/реперфузії, руйнувати глікокалікс може і циркуляція медіаторів запалення. Фактор некрозу пухлини, цитокіни, протеази і гепариназа, що виділяються з тучних клітин при їх активації, – добре вивчені учасники синдрому системної запальної реакції, сприяють зменшенню товщини ЕПШ, що підвищує адгезію лейкоцитів і проникність ендотелію. Цікаво, що гіперволемія також може викликати погіршення функції глікокаліксу через вивільнення передсердного натрійуретичного пептиду. Отже, гіперволемія як результат неадекватної кількості введеної рідини може призвести до ятрогенного пошкодження глікокаліксу.

Фундаментальні дослідження показали, що зменшення щільності глікокаліксу призводить до погіршення його властивостей як другого бар'єра. При цьому сильно збільшується трансендотеліальна проникність з подальшим формуванням інтерстиційного набряку.

### Способи проведення інфузійної терапії

Основний шлях введення розчинів і препаратів – внутрішньовенний. Внутрішньовенні інфузії здійснюються одним із чотирьох способів: венепункцією, черезшкірною катетеризацією або венесекцією периферичних вен і катетеризацією центральних вен (підключичної, внутрішньої яремної, стегнової). Який би з цих способів вибраний не був, обов'язковою умовою його виконання є суворе дотримання асептики й антисептики з обробкою рук і ділянки втручання.

Вибір доступу периферичних судин (венепункція, черезшкірна катетеризація, венесекція) залежить від того, яким з них краще володіє медичний персонал. За

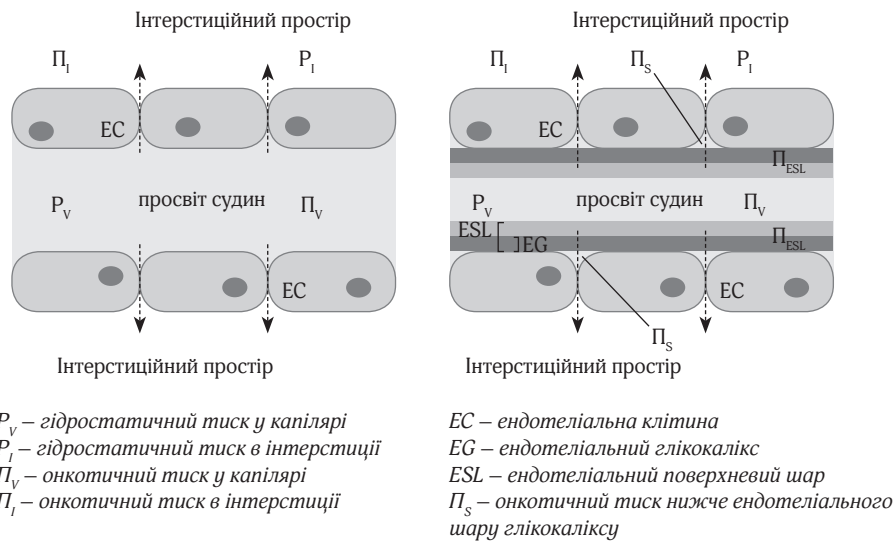


Рис. 2. Рух рідини через судинний ендотелій згідно з законом Старлінга (зліва) та згідно з концепцією “подвійного бар'єра” (справа)

інших рівних умов перевагу краще віддати черезшкірній катетеризації – методу найбільш щадному, зручному в догляді, який забезпечує можливість досить тривалої і повторної інфузії (24–48 год). Спочатку потрібно забезпечити надійний доступ до периферичної вени і лише потім витратити час на доступ до великих судин.

#### Показання до катетеризації центральних вен:

- терапія декомпенсованої гемодинаміки;
- необхідність введення вазоактивних препаратів (дофаміну, добутану, ін.);
- інфузія гіпертонічних розчинів (20% розчину глюкози тощо);
- необхідність тривалої (більше 2 дб) і у великих об'ємах (понад 2/3 фізіологічної потреби) ІТ;
- необхідність швидкої інфузії великих об'ємів кровозамінників;
- потреба в динамічному спостереженні за ЦВТ і газами змішаної венозної крові.

В умовах реанімаційної палати, особливо при великих об'ємах інфузії, необхідно враховувати добовий режим введення. Швидкість введення інфузійних розчинів повинна розраховуватися у кожному конкретному випадку і залежить від загального розрахованого об'єму (табл. 5, 6).

**Об'єм рідини за 1 годину розраховується за формулою:**

**Таблиця 5.** Фізіологічна потреба в рідині і діурез залежно від віку

Вік	Потреба в рідині, мл/кг	Діурез, мл/д
3 міс.	140–160	250–450
12 міс.	120–135	400–500
3 роки	100–110	500–600
6 років	90–100	600–700
10 років	70–85	650–1000
14 років	50–60	1000–1400

**Таблиця 6.** Швидкість введення інфузійних розчинів залежно від віку дитини

Вік	Форсоване введення		Повільне введення	
	мл/хв	краплі/хв	мл/хв	краплі/хв
Новонароджені	1,6	32	0,4	8
3 міс.	2	40	0,5	10
1 рік	3,6	72	0,9	18
3 роки	4,8	96	1,2	24
6 років	6,4	128	1,6	32
9 років	8,4	168	2,1	42

$$\text{Об'єм рідини за 1 годину} = \frac{\text{загальний об'єм ІТ}}{\text{кількість годин ІТ}}$$

## Класифікація інфузійних розчинів

Інфузійні розчини – це препарати на водній основі, які використовуються для парентеральної терапії з метою відновлення та підтримання водно-електролітного балансу і забезпечення нормального метаболізму організму.

Існують різні класифікації інфузійних розчинів. За механізмом лікувальної дії вони поділяються на наступні групи:

- гемодинамічні кровозамінники;
- дезінтоксикаційні кровозамінники;
- препарати для парентерального живлення;
- засоби для регуляції водно-електролітного обміну та кислотно-лужного балансу;
- кровозамінники з функцією переносу кисню;
- інфузійні антигіпоксанти та кровозамінники комплексної дії.

Згідно з однією з сучасних класифікацій, виділяють наступні види інфузійних розчинів:

1. Об'ємозамінні розчини (плазмозамінні і кров). Основна ціль їх використання – швидке відновлення плазматичного і глобулярного об'ємів, покращення реології крові.
2. Базисні інфузійні розчини глюкози і електролітів. Використовують для підтримання водно-електролітного балансу.
3. Коригуючі інфузійні розчини, в тому числі молярні розчини електролітів та гідрокарбонату натрію, призначені для корекції порушення гідроіонного та кислотно-лужного балансів.
4. Розчини діуретиків. Основна мета їх використання – відновлення діурезу, попередження ниркової недостатності та детоксикація.
5. Розчини-переносники кисню, які збільшують кисневу ємкість крові та нормалізують кисневий режим організму і метаболізм.
6. Засоби парентерального живлення, які є субстратами для енергозабезпечення.

Розглянемо інфузійні розчини, які використовуються під час оперативного втручання.

## Кристаліоди

Отримали назву через те, що речовини, які використовуються для їх створення, в сухому вигляді мають кристалічну структуру.

До таких речовин належить солі неорганічних та органічних кислот, вуглеводні, спирти, амінокислоти й інші. Усі вони мають невеликі розміри молекул, малі молекулярні маси, при розчиненні у воді дисоціюють на іони або на окремі молекули й утворюють відповідно істинні розчини або молекулярні дисперсії.

Кристаліодні розчини поділяються на: гіпотонічні, які мають менший осмотичний тиск, ніж у плазми; ізотонічні – осмотичний тиск такий самий, як у плазми; гіпертонічні – більший осмотичний тиск, ніж у плазми крові. Дія розчинів на осмолярність залежить від концентрації натрію в розчині відносно його концентрації в плазмі. Ізотонічні розчини рівномірно розподіляються в плазмі та інтерстиції. Частина об'єму гіпотонічних розчинів за рахунок меншої, ніж у плазми, осмолярності переміщується в клітини.

До кристаліодів належать: ізотонічний розчин натрію хлориду, розчин Рінгера, розчин Рінгера-лактату, іоностерил, стерофундин та інші.

### Ізотонічний розчин натрію хлориду

Найширше використовується. Являє собою сольовий розчин, в 1 л якого міститься 9 г NaCl (водний 0,9 % розчин NaCl). Дещо гіпертонічний по відношенню до плазми крові. Має слабкокислу реакцію. Сумарна осмолярність розчину 0,9 % NaCl складає 308 мосм/л. Концентрація  $\text{Na}^+$  154 ммоль/л,  $\text{Cl}^-$  – 154 ммоль/л.

Концентрація  $\text{Cl}^-$  значно вища, ніж у плазмі, тому при перевищенні об'єму інфузії виникає зниження  $\text{HCO}_3^-$ , що може призвести до появи гіперхлоремічного метаболічного алкалозу, та, у зв'язку з наявністю  $\text{Na}^+$ , – до гіпернатріємії.

Добова доза для дітей складає 10–20–40 мл/кг, залежно від задачі інфузійної терапії.

### Розчин Рінгера

Ізоосмолярний полііонний розчин:  $\text{Na}^+$  140 ммоль/л,  $\text{K}^+$  4,0 ммоль/л,  $\text{Ca}^{2+}$  6,0 ммоль/л,  $\text{Cl}^-$  150,0 ммоль/л, осмолярність 300 мосм/л, рН 6,0.

#### Показання:

- втрата води та електролітів із ШКТ і з сечею;
- ізотонічна й гіпотонічна дегідратація без метаболічного ацидозу.

#### Протипоказання:

- гіпергідратація;
- гіпернатріємія;
- гіперхлоремія;
- гіперкальціємія.

Середня добова доза для дітей 10–20–40 мл/кг.

## Іоностерил

Ізоосмолярний розчин:  $\text{Na}^+$  137 ммоль/л,  $\text{K}^+$  4,0 ммоль/л,  $\text{Ca}^{2+}$  1,65 ммоль/л,  $\text{Mg}^{2+}$  1,25 ммоль/л,  $\text{Cl}^-$  110 ммоль/л, ацетат 36,8 ммоль/л, рН 5,0–7,0, осмолярність 291 мосм/л.

#### Показання:

- Втрата води та електролітів з ШКТ, із сечею.
- Ізотонічна та гіпотонічна дегідратація.

#### Протипоказання:

- Гіпергідратація.
- Алкалоз.
- Гіпернатріємія.
- Гіперлактатемія.
- Гіперкальціємія.
- Гіперхлоремія.
- Швидкість введення у дітей 3 мл/кг/год.

## Розчин глюкози

Водні розчини різних концентрацій (5, 10, 20, 40%). Вони призначені для відновлення внутрішньоклітинного сектора організму і для енергозабезпечення. Містить донатор енергії – глюкозу та вільну рідину. Є єдиним джерелом енергії для ЦНС, еритроцитів, мозкового шару наднирників, кісткового мозку та грануляційної тканини.

Чим менший вік дитини, тим більший ризик розвитку гіпоглікемії, тим більш концентровані розчини глюкози використовуються. У дітей раннього віку використовують 7,5–10 % розчин, а для старшого віку, підлітків – 5 %.

#### Показання до періопераційного використання:

- Діти з обмеженим запасом глікогену (мала маса тіла, наявність хронічних захворювань, тривале передопераційне голодування), а також діти, які отримували повне парентеральне харчування.
- Діти з захворюванням накопичення глікогену, наднирковою недостатністю, інсуломою, поліорганною недостатністю.
- Новонароджені: з низькою масою тіла, які народились від матері з цукровим діабетом, з еритробластозами, недоношені, які не отримували ентерального харчування.

Протипоказано у хворих з ризиком церебральної ішемії: при операціях зі штучним кровообігом, а також на дузі аорти та її гілках; більшість операцій на ЦНС.

Середня швидкість введення глюкози у дітей 0,5 г/кг/год.

## Колоїди

Основною функцією цих розчинів є відновлення внутрішньосудинного сектора за рахунок збільшення об'єму циркулюючої плазми. Колоїдні розчини, маючи онкотичний тиск, замінюють функцію білків плазми у відношенні транскапілярного об'єму води й електролітів.

Усі колоїди поділяються на 2 класи: природні та штучні. До природних належать свіжозамороже-

на плазма, альбумін, до штучних – похідні желатину (Гелоплазма), гідроксіетилкрохмалю (Хаес-Стерил, Волювен), декстрини (поліглюкін, реополіглюкін). Розчини декстранів не використовуються для лікування дітей.

### **Свіжозаморожена плазма**

Це плазма, яка відділена від еритроцитів і швидко заморожена та містить I, II, V, VII, VIII, IX фактори згортання, 7–8 % білка, 2 % органічних та неорганічних речовин, понад 90 % води, солей Na, K, Ca. СЗП зберігається при температурі нижче  $-18^{\circ}\text{C}$  до 1 року. Плазма, розморожена при температурі  $+37\dots+38^{\circ}\text{C}$ , зберігає свої властивості не більше як 1 годину. Повторне її замороження недопустиме. За своїм впливом на систему гомеостазу плазма є оптимальним трансфузійним розчином. Її перевага – вміст коагуляційних факторів, збільшення колоїдно-онкотичного тиску плазми крові, зменшення інтерстиційного набряку, а також перешкоджання розвитку внутрішньосудинного дисемінованого згортання. Але є ряд негативних властивостей. Високий ризик переносу вірусних інфекцій. Крім того, донор містить антитіла і лейкоцити, які є фактором розвитку лейкоаглютинації і системної запальної реакції. Це призводить до генералізованого пошкодження ендотелію (насамперед судин малого кола кровообігу) і до трансфузійного ушкодження легень. Тому основні показання звужуються до потреби поповнення дефіциту факторів згортання і корекції синдрому внутрішньосудинного дисемінованого згортання.

Дозування. До 15 мл/кг.

### **Альбумін**

Білок з молекулярною масою 69 кДа, синтезується в печінці. Випускаються 5, 10 і 20 % розчини альбуміну. 5 % розчин – ізоонкотичний, 10 і 20 % – гіперонкотичний. Альбумін не є оптимальним колоїдом для об'ємозаміни при кровотечах, позаяк при критичних станах характерне підвищення проникності капілярів, за рахунок чого альбумін швидко покидає судинне русло, збільшуючи онкотичний тиск у позасудинному секторі. Останнє призводить до набряків, у тому числі й легень. Тому показанням до використання є тільки необхідність корекції вираженої гіпоальбумінемії.

Призначається з розрахунку: 5 % розчин – 10–20 мл/кг/д, 10 % розчин – 5–10 мл/кг/д, 20 % розчин – 3–6 мл/кг/д.

### **Розчини гідроксіетильованого крохмалю**

Порівняно з колоїдними розчинами, що вироблені із сировини іншого походження (альбумін, декстран, желатин), виявляється особливість і перевага колоїдних розчинів на основі ГЕК. У першу чергу це безпека використання та низька частота побічних реакцій.

Залежно від молекулярної маси препарату розчини ГЕК класифікують:

*Перше покоління* – препарати з високою молекулярною масою 450 кДа і ступенем молекулярного

заміщення 0,7 (середнє число гідроксіетильованих груп на глюкозну одиницю. Чим воно більше, тим довше триває волемічний ефект). Утримуються в судинному руслі 6–8 год. Об'ємний ефект 100 %. До даної групи відносяться розчини плазмастерил, стабізол.

*Друге покоління* – препарати з середньою молекулярною масою 200 кДа і ступенем молекулярного заміщення 0,5. Час циркуляції в судинному руслі 3–4 год. Об'ємний ефект 100–145 %. Препарати: Хаес-Стерил та інші.

*Третє покоління* – препарати з молекулярною масою 130 кДа і ступенем молекулярного заміщення 0,4. Час циркуляції в руслі до 4 год. Об'ємний ефект – 100 %. Препарати: Волювен та інші.

Молекули ГЕК здатні закривати пори в стінках капілярів і знижувати рівень пошкодження, що пов'язано з високою проникністю ендотелію. Тому вони зменшують капілярну втрату рідини і набряк тканин. При гіповолемічному шоку знижують частоту розвитку набряку легень порівняно з іншими колоїдами. Зменшують вираженість системної запальної реакції за рахунок зниження кількості циркулюючих адгезивних молекул. Не впливають на експресію поверхневих антигенів імуннокомпетентних клітин. Сприяють вищому росту серцевого індексу, кращому кисневому балансу тканин за рахунок збільшення об'єму внутрішньосудинної рідини. Покращують реологічні властивості крові за рахунок зниження адгезії та агрегації тромбоцитів.

Хоча є недоліки: порушують функцію нирок, тому потрібно обережно користуватись у пацієнтів з нирковою недостатністю.

Дозування препаратів:

- Волювен (130/0,4) – максимальна добова доза 33 мл/кг.
- Хаес-Стерил 6 % – максимальна добова доза 33 мл/кг

### **10 % (200/0,5) – 20 мл/кг**

Об'єми будь-яких розчинів, які вводяться періопераційно, повинні контролюватись інфузійними насосами. Кількість та вид інфузійних розчинів повинні фіксуватись, а також враховуються втрати. Анестезія порушує функцію серцево-судинної системи або у вигляді негативного ізотропного ефекту, або у вигляді зниження периферичного судинного опору, або у вигляді збільшення ємкості судин. Додаткові відхилення можуть викликати реакцію на стрес і прямим ефектом анестетиків. Усі найважливіші фізіологічні показники у дитини, яка оперується, підлягають моніторингу. Клінічний статус є не менш важливим, ніж результати лабораторних досліджень. Тони серця, колір шкіри і слизових, спостереження за операційним полем, швидкість заповнення капілярного ложа, центральна й периферична температура, артеріальний тиск, ЧСС, пульсова оксиметрія, діурез – усі ці показники дають



цінну інформацію. При довготривалій операції необхідний періодичний контроль глюкози, натрію, калію і хлору в крові.

## Інфузійна терапія

### Інфузійна терапія в періопераційний період

Об'єм рідини, який повинен вводиться у періопераційному періоді, умовно можна розділити на три компоненти:

- відновлююча інфузійна терапія (поповнення існуючого дефіциту рідини);
- підтримуюча інфузійна терапія (компенсація так званої фізіологічної потреби у рідині);
- замісна інфузійна терапія (інфузія, що поповнює дефіцит рідини й електролітів, який виник внаслідок патологічних втрат, що тривають в режимі реального часу).

Таким чином, загальний об'єм періопераційної інфузійної терапії у дітей повинен бути розрахований на основі обліку кожного з цих трьох компонентів.

### Інфузійна терапія поповнення

Об'єм рідини, необхідний для усунення передопераційного дефіциту, який має місце в передопераційному періоді, складається з:

- недостатнього надходження рідини під час передопераційного голодування;
- патологічних втрат на тлі основного захворювання.

Голодування перед операцією проводиться з метою профілактики регургітації і/або аспірації шлункового вмісту (табл. 7).

При значних поточних патологічних втратах рідини під час операції вони також входять в об'єм інфузійної терапії інтраопераційного періоду. Ці втрати можуть бути обумовлені дегідратацією і крововтратою. При масивній крововтраті показане проведення гемотрансфузії.

Дефіцит рідини, який виникає внаслідок передопераційного голодування, як правило, поповнюється протягом перших годин анестезії і може бути розрахований за формулами, представленими в табл. 8.

50 % дефіциту вводиться в першу годину хірургічного втручання, а наступні п'ятдесят відсотків – протягом другої-третьої години операції.

Існує й інший спосіб відновлення дефіциту рідини, що виникає внаслідок передопераційного голодування. Зокрема, Berry F. A. (1990) і K. K. de Souza (2001) рекомендують протягом першої години оперативного втручання проводити інфузію у дітей менше 3 років зі швидкістю 25 мл/кг, а у дітей старше 4 років – 15 мл/кг.

Для усунення дефіциту рідини, зумовленого дегідратацією, необхідно визначити ступінь її важкості (табл. 9).

Таблиця 7. Рекомендації з передопераційного голодування

Тип їжі	Мінімальний час голодування, год
Прозорі рідини (вода, чай, соки без м'якоті)	2
Грудне молоко	4
Дитячі молочні суміші, коров'яче молоко	4–6
Тверда їжа	6

Таблиця 8. Розрахунок дефіциту рідини за 4 години передопераційного “водного голодування”

Маса тіла дитини	Об'єм інфузійної терапії
< 10 кг	Маса тіла × 4 мл/год голоду
11–20 кг	Маса тіла × 2 + 20 мл/год голоду
> 20 кг	Маса тіла + 40 мл/год голоду

Після оцінки ступеня дегідратації визначається дефіцит рідини, який можна розрахувати за формулою:

$$\text{Дефіцит рідини (мл)} = \\ = \text{вага (кг)} \times \% \text{ дегідратації} \times 10$$

Цей дефіцит повинен бути відновлений протягом 24 годин. У деяких випадках для поповнення дефіциту може бути необхідно 48 годин (наприклад, діабетичний кетоацидоз та гіпернатріємічна дегідратація).

Необхідно також оцінити об'єм крововтрати і поповнити його безпосередньо перед оперативним втручанням.

### Підтримуюча інфузійна терапія

Об'єм рідини, необхідний дитині старше року для проведення підтримуючої інфузійної терапії, представлено в табл. 10.

Як альтернативний метод для розрахунку об'єму підтримуючої інфузії в періопераційному періоді можна використовувати рекомендації K. K. de Souza (2001):

- Діти молодше 3 років – 4 мл/кг/год.
- Діти старше 3 років – 3 мл/кг/год.

У неонатальному періоді потреба в рідині визначається масою тіла, віком дитини й особливостями перебігу раннього неонатального періоду (табл. 11).

При наявності значних патологічних втрат рідини вони відновлюються в режимі реального часу.

При тривалій інтраопераційній інфузійній терапії необхідно також враховувати потребу в основних електролітах (табл. 12).

### Замісна інфузійна терапія

В межах замісної інфузійної терапії необхідно поповнити поточні втрати рідини:

Таблиця 9. Оцінка ступеня дегідратації у дітей

Ознаки	Ступінь дегідратації		
	Легкий	Середній	Важкий
Зниження маси тіла	3–5 %	6–10 %	11–15 %
Поведінка	Нормальна	Підвищена збудливість	Від підвищеної збудливості до сомноленції
Тургор тканин	Нормальний	Знижений	Значно знижений (шкіра дрябля)
Колір шкіри	Блідий	Сіруватий	Плямистий
Слизові	Вологі	Сухі	Дуже сухі
Очні яблука	Нормальні	Запали	Значно запалі
Пульс	Нормальний	Незначно підвищений	Тахікардія
Капілярне наповнення	2–3 с	3–4 с	Більше 4 с
АТ	Нормальний	Змінюється від положення тіла	Гіпотензія
Кількість сльозової рідини	Звичайна	Знижена	Відсутня
Піт під пахвою	Є	Немає	Немає
Діурез	Знижений	Олігоурія	Анурія

Таблиця 10. Орієнтовна потреба в рідині у дітей старше 1 міс.

Вік	Потреба в рідині, мл/кг/добу
1 міс.	150–160
3 міс.	130–140
6 міс.	120
1 рік	100
3 роки	90–95
5 років	85–90
10 років	70–80
14 років	55–60
18 років	35–40

Таблиця 12. Щоденна потреба в електролітах у дітей різного віку

Електроліти	Недоношені діти	Новонароджені і старші діти
Натрій	2–5 мекв/кг	2–5 мекв/кг
Калій	2–4 мекв/кг	2–4 мекв/кг
Кальцій	2–4 мекв/кг	0,5–4 мекв/кг
Фосфор	1–2 ммоль/кг	0,5–2 ммоль/кг
Магній	0,3–0,5 мекв/кг	0,3–0,5 мекв/кг

Таблиця 11. Підтримуюча інтраопераційна інфузійна терапія у новонароджених (шпиталь Sheffield)

Вага, кг	< 1,0 кг	1,0–1,5 кг	1,5–2,0 кг	> 2,0 кг
День 1	100–120	80–100	60–80	40–60
День 2	120–150	110–130	90–110	60–90
День 3	150–170	140–160	120–140	80–100
День 4	180–200	160–180	140–160	100–120
День 5	180–200	170–200	150–180	120–150

Орієнтовна швидкість введення підтримуючої рідини у дітей

Вага, кг	10	12	14	16	18	20	30	35	40	50	60	70
Швидкість введення, мл/год	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	95	100

- Втрати через шлункові зонди.
- Втрати через торакальні дренажі.
- Втрати, зумовлені важкістю травми.
- Інші втрати, які реально можна виміряти.

При проведенні ІТ також необхідно враховувати об'єм хірургічного втручання і ступінь важкості операційної травми (табл. 13).

Для оцінки адекватності інфузійної терапії в періоді операційного періоду можна застосовувати еритроцитарні індекси (табл. 14).

Збільшення середнього об'єму еритроцита з одночасним зниженням вмісту в еритроциті й середньої концентрації в еритроцитах вказує на гіпергідратацію, і навпаки.

### Гемотрансфузія в періопераційному періоді

Розрахунок об'єму крововтрати в інтраопераційному періоді повинен ґрунтуватися на даних постійного вимірювання крововтрати і результатах клініко-лабораторної оцінки (табл. 15).

Масивною крововтратою, що виникла під час хірургічного втручання, вважається крововтрата в об'ємі 2–3 мл/кг/хв або 50 % від ОЦК, що розвинулась на протязі 3 годин.

Як скринінгову оцінку необхідності гемотрансфузії в інтраопераційному періоді у дітей можна застосовувати закон Девенпорта:

- крововтрата до 10 % – гемотрансфузія не показана;
- крововтрата понад 20 % – гемотрансфузія еритроцитвмісних середовищ.

Об'єм крововтрати і гемотрансфузії також може бути розрахований за формулами, що вказані нижче:

$$\text{Об'єм крововтрати, мл} = (\text{Ht}_{\text{вихідний}} - \text{Ht}_{\text{поточний}}) \times \text{ОЦК} / \text{Ht}_{\text{вихідний}}$$

$$\text{Об'єм трансфузії, мл} = (\text{Ht}_{\text{бажаний}} - \text{Ht}_{\text{поточний}}) \times \text{ОЦК} / \text{Ht}_{\text{середовища для трансфузії}}$$

Гематокрит цільної донорської крові = 0,4

Гематокрит еритроцитарної маси = 0,7–0,8.

Приклад розрахунку об'єму крововтрати і гемотрансфузії:

Дитина 5 років, маса тіла 19,5 кг, вихідний гематокрит 37 л/л; гематокрит на момент дослідження 25 л/л, ОЦК – 70 мл/кг = 1365 мл.

$$\text{Об'єм крововтрати, мл} = (\text{Ht}_{\text{вихідний}} - \text{Ht}_{\text{поточний}}) \times \text{ОЦК} / \text{Ht}_{\text{вихідний}}$$

$$\text{Об'єм крововтрати, мл} = (37 - 25) \times 1365 / 37 = 442 \text{ мл}$$

(дефіцит ОЦК 32 %, крововтрати III ступені важкості).

Таблиця 14. Еритроцитарні індекси

Індекс	Формула для розрахунку	Норма	
Середній об'єм еритроцита (Mean cell volume, MCV)	MCV = HCT × 10/RBC	1–3 доби	95–121
		6 міс. – 2 р.	70–86
		6–12 років	77–95
		12–18 років	78–102
Середній вміст гемоглобіну в еритроциті (Mean cell hemoglobin, MCH)	MCH = Hb (g/l)/RBC	Новонароджений	31–37
		1–3 доби	31–37
		7–31 доба	28–40
		2 міс.	26–34
		3–6 міс.	25–35
		6 міс. – 2 р.	23–31
		2–6 років	24–30
Середня концентрація гемоглобіну в еритроцитах (Mean cell hemoglobin concentration, MCHC)	MCHC = Hb (g/l) × 10/HCT MCHC = MCH/MCV	Новонароджений	30–36
		1–3 доби	29–37
		7–14 діб	28–38
		1–2 міс.	29–37
		3 міс. – 2 р.	30–36
		2–18 років	31–37
		Старше 18 років	31–37

Таблиця 13. Керівні принципи періопераційної дотації рідини у дітей залежно від віку і важкості травми тканин

Час	Об'єм інфузії	
Перша година	Вік < 3 років	25 мл/кг
	Вік > 3 років	15 мл/кг
Наступні години	Об'єм інфузії = фізіологічна потреба + корекція залежно від ступеня травматизації тканин	
	Базова ФП = 4 мл/кг/год	
	ФП + легка травма = 6 мл/кг/год	
	ФП + середньої важкості травма = 8 мл/кг/год	
	ФП + травма важкого ступеня = 10 мл/кг/год	

$$\text{Об'єм трансфузії, мл} = (\text{Ht}_{\text{бажаний}} - \text{Ht}_{\text{поточний}}) \times \text{ОЦК} / \text{Ht}_{\text{середовища для трансфузії}}$$

$$\text{Об'єм трансфузії еритроцитарної маси (Ht = 80 \%), мл} = (40 - 25) \times 1365 / 80 = 255 \text{ мл}$$

Таблиця 15. Оцінка об'єму крововтрати

Характеристика	I ступінь	II ступінь	III ступінь	IV ступінь
Об'єм крововтрати, %	Менше 15	15–30	30–40	Більше 40
Об'єм крововтрати, мл	750	800–1500	1500–2000	Більше 2000
Систолічний АТ	Норма	Норма	Знижений	Дуже низький
Діастолічний АТ	Норма	Підвищений	Знижений	Дуже низький
Частота серцевих скорочень	Тахікардія	100–120	120 і >	Брадикардія
Час наповнення капілярів	Норма	Більше 2 с	Більше 2 с	Не визначається
Частота дихання	Норма	Тахіпноє	Тахіпноє	Брадипноє
Діурез, мл/год	Більше 30	20–30	10–20	0–10
Забарвлення шкіри обличчя та кінцівок	Норма	Блідість	Блідість	Бліді, холодні, вологі
ЦНС	Занепокоєння, збудження	Пригнічення свідомості, кома		

**Об'єм трансфузії еритроцитарної маси ( $Ht = 40\%$ ),  $мл = (40 - 25) \times 1365 / 40 = 512$  мл.**

Необхідно зазначити, що при поповненні крововтрати кристалоїдами на кожний мл крововтрати слід ввести 3 мл розчину кристалоїдів (0,9 %-й розчин хлориду натрію, розчину Рінгера).

Орієнтовний об'єм еритроцитвмісних середовищ можна розрахувати, застосовуючи наступні правила:

- для збільшення показників гематокриту на 1 л/л необхідно 1,5 мл/кг еритромаси або 2,5 % мл/кг цільної крові (Bennet E. J., Bowyer D. E., 1985);
- для збільшення концентрації гемоглобіну на 1 г/л необхідно ввести 4 мл/кг еритроцитарної маси або 6 мл/кг цільної крові.

## Ускладнення інфузійної терапії

### Перенавантаження рідиною

Причини:

- надлишковий об'єм інфузії;
- використання препаратів волемічної дії;
- неправильне співвідношення натрійвмісних розчинів і розчинів глюкози;
- висока швидкість інфузії.

Клінічні прояви:

- тахікардія, аритмія, глухі серцеві тони, артеріальна гіпертензія, високий ЦВТ;
- утруднене дихання, тахіпноє, задишка, поява чи збільшення вологих хрипів при аускультатії;
- головний біль, блювота, судоми;
- периферичні набряки.

Лікування:

1. Виключення розчинів волемічної дії і розчини глюкози.
2. Різде зменшення швидкості введення розчинів.
3. Лазикс 1–2 мг/кг.

4. Симптоматичне лікування (киснева підтримка, протисудомні препарати, інотропні препарати тощо).

А також рідко бувають:

*Ускладнення:*

1. Диселектролітемія
2. Пірогенні реакції
3. Анафілактичні й анафілактоїдні реакції

*Причини:*

- Кількісні та швидкісні порушення введення окремих електролітних розчинів
- Наявність пірогенних речовин в результаті порушення технології приготування інфузійних розчинів
- Реакція “антиген – антитіло”. Пряма дія агента на базофіли і мастоцити чи організми
- Фізико-хімічні властивості інфузійних середовищ. Порушення в способі парентерального введення
- Глибока маніпуляція голкою з пошкодженням і розривом судин, пошкодження верхівки легень і парієтальної плеври. Внутрішньоплевральне введення катетера. Потрапляння повітря в інфузійну систему. Обрізання катетера голкою або його відрив при порушенні нагляду

4. Тромбофлебіти, некрози, тромбози
5. Ускладнення, викликані технічним порушенням при пункції центральних вен



## Стандартний протокол моніторингу пацієнта у відділенні інтенсивної терапії

1. Стандартний пацієнт – стандартний моніторинг (SpO<sub>2</sub>, ЕКГ, АТ, t)
2. Якщо у пацієнта розвивається одне або кілька з наступного:
  - ЧСС > 100 уд./хв.
  - середній АТ < 65 мм рт. ст.
  - час повторного заповнення капілярів > 2 сек.
  - наявність різниці температури між ліктем і кистю.
  - діурез менше 0,5 мл/кг/год, то застосовуємо розширений моніторинг: АТ, серцевий викид, КЛС артеріальної крові і КЛС центральної або змішаної (що переважно) венозної крові.
3. Лише у наступних випадках включаємо “реанімаційну модель”:
  - рівень лактату > 2,2 ммоль/л;
  - кліренс лактату в перебігу 6 год < 10 ммоль/л
  - ΔрСО<sub>2</sub> > 6 мм рт. ст. (різниця між показниками артеріальної і центральної або змішаної венозної крові).
  - SVV (Stroke volume variation – варіабельність ударного об’єму) або Ppv > 10 %.
  - ScvO<sub>2</sub> < 65 %.
  - при доступній оцінці мікроциркуляції MFI (microvascular flow index–індекс мікроциркуляторного потоку).

“Реанімаційна модель” – це:

  - об’єм, переважно колоїд;
  - підтримання доставки кисню (еритроцитарна маса);
  - підтримка серцевого викиду інотропами, стежити за ЧСС;
  - регуляція тонуусу судин (вазопресори або вазодилататори).

### Дещо про наші цілі під час проведення інфузії

При активній кровотечі менше об’єму, що вводиться, означає кращий результат – необхідна низько-об’ємна волемічна терапія. До моменту хірургічного гемостазу починаємо проводити інфузійну терапію (неважливо, яким розчином – чи кристалоїд, чи колоїд або препарати крові) лише в одному з 2-х випадків:

- порушення свідомості пацієнта;
- ниткоподібний пульс на променевої артерії або його відсутність.

**Контроль проведення інфузійної терапії за останніми літературними даними**

**І ЖОДНИХ ПОКАЗАНЬ, ОСНОВАНИХ НА АТ, ЧСС, ЦВТ, ДІУРЕЗІ !!!**

При цьому мета інфузійної терапії – досягти тиску систоли не більше 80–90 мм рт.ст. Тобто однократне зниження гемодинаміки до порушення свідомості або втрати пульсу на променевої артерії (що в операційній можна визначити за пульсоксиметричною кривою або за АТ) – відразу швидко починаємо вливати, досягається систолічний АТ 80 мм рт.ст. і вливаємо далі для підтримки досягнутих величин.

Якщо ж пацієнт, окрім активної кровотечі, має важку ЧМТ, то починаємо інфузійну терапію лише при зниженні середнього АТ менше 80 мм рт.ст. і підтримуємо цю цифру.

Кристалоїд – вибір при активній кровотечі – Рінгер лактат, Йоностерил. Так само виправдане повільне введення 250 мл 7,5 % NaCl комбінованого з 6 % ГЕКом (Волювен, Волюлайт). Повторюємо введення цієї суміші ще один раз, якщо після першого введення пацієнт усе ще в шоку.

**І ЖОДНИХ ПОКАЗАНЬ, ОСНОВАНИХ НА АТ, ЧСС, ЦВТ, ДІУРЕЗІ !!!**

## Література

1. Kuchin YL. Perioperatsionnaia infuzionnaia terapiia (Perioperative infusion therapy). Zdorove Ukrainy. 2014;2(16):10–3. (In Russian)
2. Aleksandrovich YS, Pshenishnov KV. Reanimatsiia i intensivnaia terapiia novorozhdennykh (Resuscitation and intensive care of newborns). Saint Petersburg: SPb GPMA; 2008. (In Russian)
3. Gordeev VI, Aleksandrovich JS. ABC infuzionnoi terapii i parenteralnogo pitaniia v pediatrii (ABC for infusion therapy and parenteral nutrition in pediatrics). Saint Petersburg; 2006. (In Russian)
4. Markova IV, Shabalov NP. Klinicheskaia farmakologiiia novorozhdennykh (Clinical pharmacology of the newborn). Saint Petersburg: Sotis; 1993. (In Russian)
5. Mikhelson VA. Intensivnaia terapiia v pediatrii (Intensive care in pediatrics). Moscow: Geotar-Media; 2007. (In Russian)
6. Krivtsova LA, Sitko LA, Sobotyuk NV. Osnovy reanimatsii i intensivnoi terapii v pediatrii i detskoii khirurgii (Basics of resuscitation and intensive care in pediatrics and pediatric surgery). Omsk: OmGMA; 2007. (In Russian)
7. Shabalov NP. Pediatriia (Pediatrics). 4th ed. Saint Petersburg: SpecLit; 2007. (In Russian)
8. Blokhin BM. Prakticheskoe rukovodstvo po detskim bolezniam (A practical guide to childhood diseases). Moscow: Medpraktik; 2005. (In Russian)
9. Shabalov NP. Sekrety neotlozhnoi pediatrii (Secrets of emergency pediatrics). Moscow: Medpressinform; 2006. (In Russian)
10. Tymoshenko VN. Ekstrennaia pomoshch novorozhdennym detiam (Emergency care for newborns). Krasnoyarsk: Publishing Projects; 2007. (In Russian)
11. Tsybulkin EC. Ugrozhaiushchie sostoiianiia v pediatrii (Threatening conditions in pediatrics). Moscow: Geotar-Media; 2007. (In Russian)
12. Shabalov NP. Neonatologiiia (Neonatology). Vol. 2. Moscow: Medpressinform; 2006. (In Russian)

13. Shaitar VM. Neotlozhnaia pediatriia (Emergency Pediatrics). Moscow: Geotar-Media; 2007. (In Russian)
14. Shmakov AN, Kokhno VN. Kriticheskie sostoianiia novorozhdennykh (Critical conditions of newborns). Novosibirsk; 2007. (In Russian)
15. Zhidkov YB, Kolotilov LV. Infuzionno transfuzionnaia terapiia pri infektsionnykh bolezniakh u detei i vzroslykh (Infusion transfusion therapy for infectious diseases in children and adults). Moscow; 2005. (In Russian)
16. Shifman EM, Tikanadze AD. Infuzionnaia terapiia perioperatsionnogo perioda (Perioperative infusion therapy). Petrozavodsk; 2001. (In Russian)
17. Lang W, Zander R. Prediction of dilutional acidosis based on the revised classical dilution concept for bicarbonate. Journal of Applied Physiology [Internet]. American Physiological Society; 2005 Jan;98(1):62–71. Available from: <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00292.2004>
18. Boldt J, Mayer J, Brosch C, Lehmann A, Mengistu A. RETRACTED: Volume Replacement With a Balanced Hydroxyethyl Starch (HES) Preparation in Cardiac Surgery Patients. Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia [Internet]. Elsevier BV; 2010 Jun;24(3):399–407. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2010.03.001>

### Периоперационная инфузионная терапия у детей

<sup>1</sup> Дмитриев Д. В., <sup>2</sup> Стародуб А. И.

<sup>1</sup> Винницкий национальный медицинский университет им. Н. И. Пирогова

<sup>2</sup> Винницкая областная детская клиническая больница

**Резюме.** Данная статья посвящена вопросам инфузионной терапии – метода лечения, который дает возможность парентерального введения в организм различных веществ и медикаментозных препаратов и направлен на поддержку основных функций и биохимических процессов в организме. Рассмотрен вопрос организации проведения адекватной инфузионной терапии у конкретного пациента при конкретной клинической ситуации. Изложены вопросы цели и задачи инфузионной терапии в настоящее время и на перспективу (тактику и стратегию), средства, которые будут применены, их тип, объем, количественное и качественное соотношение, пути введения, скорость и продолжительность в целом и, при необходимости, каждой объемной составляющей, методы контроля эффективности и безопасности. Кроме того, рассмотрен вопрос физиологических и патофизиологических процессов, протекающих в детском организме, и обоснование использования различных методов инфузионной терапии для проведения эффективной и безопасной инфузионной терапии у ребенка.

**Ключевые слова:** инфузионная терапия, растворы, периоперационный период, ребенок

### Perioperative infusion therapy in children

<sup>1</sup> Dmytriiev D. V., <sup>2</sup> Starodub A. I.

<sup>1</sup> National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsia

<sup>2</sup> Vinnytsia Regional Children's Clinical Hospital

**Abstract.** This article is devoted to the questions of infusion therapy – a method of treatment, which gives the possibility of parenteral administration of various substances and medicines into the body and directions for the promotion of basic functions and biochemical processes in the body. We considered the organization of conducting adequate infusion therapy in a particular patient, with a specific clinical situation, the questions of the purpose and tasks of infusion therapy now and in the future (tactics and strategy), the means that will be applied, their type, volume, quantitative and qualitative correlation, ways of introduction, speed and duration of the general and, if necessary, of the skin volumetric component, methods for controlling effectiveness and safety. In addition, the issues of physiological and pathological and physiological processes taking place in the child's body and the justification of the use of different methods of infusion therapy for effective and safe infusion therapy in the child are considered.

**Keywords:** infusion therapy, solutions, perioperative period, child