

## ПРИНЦИПИ ПАРЕНТЕРАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ У ДІТЕЙ

Sari A. Acra, Carol Rollins  
Principles and Guidelines for Parenteral Nutrition in Children  
Pediatric Annals 28:2/February 1999

Парентеральне харчування — це спосіб доставки в організм поживних речовин шляхом внутрішньовенної інфузії. Від першого повідомлення про успішне застосування у дитини повного парентерального харчування (ППХ) у 1944 році відбулася повільна еволюція якісного складу та методів його проведення. Це дало змогу усунути численні проблеми, які раніше були пов'язані з ППХ, зокрема, розвиток флебітів, сепсис, недостатнє надходження макро- та мікронутрієнтів, алергічні реакції та інше.

### ПОКАЗИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ПАРЕНТЕРАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ

ППХ — це спосіб харчової підтримки дітей з гіпотрофією або тих, що мають ризик її розвитку, який використовують тоді, коли забезпечити адекватне ентеральне харчування цих дітей неможливо (табл. 1). В окремих випадках паренте-

Таблиця 1.

Потенційні покази до проведення парентерального харчування у дітей

	Приклади
Підтримуюча терапія	
Великі операції на шлунково-кишковому каналі	Атрезія кишок, незарощення передньої черевної стінки, непрохідність тонкої кишки
Нехірургічні захворювання	
◆ Хронічна кишкова псевдообструкція	
◆ Некротизуючий ентероколіт	
◆ Недоношені новонароджені з дуже малою масою тіла*	
◆ Новонароджені в асфіксії	
◆ Кишкова непрохідність (ілеус)	Панкреатит
◆ Невпинна діарея грудних дітей	Діарея при ВІЛ-інфекції, автоімунна ентеропатія
◆ Інші хронічні діареї	Шварти, абдомінальні пухлини
◆ Механічна кишкова непрохідність	
◆ Трансплантація органів або кісткового мозку	
◆ Стани після хіміо- або радіотерапії	
Первинна терапія	
Синдром короткої кишки*	
Шлунково-кишкові нориці	
Ниркова недостатність	
Хвороба Крона†	

\*ППХ слід доповнювати поступовим збільшенням об'єму ентерального харчування для оптимального росту та адаптації слизової тонкої кишки.

†Може використовуватися для досягнення ремісії у випадках, коли звична терапія неефективна, а також для стимуляції росту при лікуванні важких випадків.

ральне харчування використовують як самостійний терапевтичний засіб, наприклад при рефрактерному перебігу хвороби Крона, або для поліпшення загоєння шлунково-кишкових нориць. Однак, на відміну від ентерального, парентеральне харчування може призвести до інфекційних, метаболічних та механічних ускладнень. Воно навіть може викликати часткову атрофію ворсин тонких кишок та погіршення відтікання жовчі. Крім того, воно є суттєво дорожчим. Тому, за деякими винятками, ППХ слід застосовувати лише тоді, коли не можна забезпечити безпечного чи адекватного ентерального харчування.

Вважають, що 5 і більше днів без адекватного ентерального живлення для доношених новонароджених та грудних дітей і 3 дні для новонароджених з малою масою тіла становлять загрозу для здоров'я і є показами для профілактичного парентерального харчування. Іншим показом для раннього його призначення може бути потреба в гіперкалорійному харчуванні. За умови дотримання цих принципів призначення парентерального харчування вдасться забезпечити адекватний калораж, запобігти розвитку гіпотрофії, зберегти нормальні темпи росту, зменшити летальність та частоту септичних ускладнень, а також поліпшити імунний статус хворих. Наприклад, летальність пацієнтів із такими станами, як невпинна діарея дітей грудного віку чи незарощення передньої черевної стінки, із застосуванням парентерального харчування знизилась з 75–90% до 10%. При цьому відбувається відновлення функції кишків при одночасному забезпеченні адекватного харчування.

### РОЗРАХУНОК ПОТРЕБ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПАРЕНТЕРАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ

Метою парентерального харчування є забезпечити потреби дитини в рідині, калоріях, вуглеводах, білках, жирах, електролітах, мінералах, мікроелементах та вітамінах. У статті мова йтиме про доношених дітей грудного та старшого віку.

Втім, побіжно буде вказано також на основні відмінності між дітьми цих вікових груп та недоношеними новонародженими.

#### Потреба в калоріях

З віком потреба в калоріях на кілограм маси тіла зменшується (табл. 2).

При проведенні парентерального харчування, порівняно з ентеральним, потреба в калоріях є на 10–15% меншою. Це обумовлено тим, що енергетичні втрати, пов'язані з процесами всмоктування і травлення, при парентеральному харчуванні відсутні. Крім того, нема будь-яких втрат, пов'язаних з неповним всмоктуванням жирів та вуглеводів. До того ж діти, які отримують парентеральне харчування, є менш активними, отже, витрачають менше енергії.

При деяких патологічних станах потреба в калоріях зростає. Гострі метаболічні порушення, наприклад такі, що виникають на тлі сепсису, можуть збільшувати потребу на 5–25%, серцева недостатність — на 15–25%, а опіки — на 30–55%. Калораж, необхідний для забезпечення “ростового стрибка” в дітей з уповільненим ростом унаслідок хронічних захворювань, може бути на 50–100% вищим за звичайні потреби (5–6 ккал/день/гр маси тіла у грудному віці).

Таблиця 2.  
Потреба дітей у калоріях при парентеральному харчуванні

Вік (роки)	ккал/кг/день
Недоношені новонароджені	85-150
Доношені новонароджені	100-120
Немовлята	80-100
1-3 роки	75-90
4-6 років	65-75
7-10 років	55-75
10-18 років	40-60

Оптимальним і фізіологічним при парентеральному харчуванні є таке співвідношення складових калоражу: 30—60% на вуглеводи (частіше 60%), 30—50% на жири (частіше 30%) і 10—15% — на білки. Білок, як звичайно, застосовують не як енергетичний, а як пластичний матеріал, необхідний для підтримання нормального росту. Тому пропорційне та одночасне застосування вуглеводів та жирів має на меті, крім іншого, забезпечити адекватний калораж, необхідний для синтезу білка та підтримання нормального азотного балансу. Вуглеводи та жири окремо можуть не забезпечити адекватного синтезу білка.

### Потреба в рідині

Потреба в рідині в дітей, які отримують ППХ, визначається загальними потребами в рідині (табл. 3), але можуть бути обмеження, пов'язані із захворюваннями нирок, серця, легень, печінки чи інших органів, які диктують необхідність зменшення водного навантаження. Інколи кількість рідини, необхідна для забезпечення надходження калорій, може перевищувати фізіологічну потребу в рідині, особливо якщо застосовуються периферичні варіанти ППХ. У таких випадках допускається поступове збільшення об'єму за умови доброї переносимості такої терапії. Підрахунок триваючих патологічних втрат слід робити окремо, з подальшим додатковим введенням відповідної кількості рідини, за винятком тих випадків, коли ці втрати є стабільними впродовж тривалого часу і їх компенсація проводиться планово (наприклад, при стабільних виділеннях зі стоми). За деяких обставин потреба в рідині може зростати. Так, при застосуванні фототерапії вона підвищується на 10—30% понад загальні потреби.

В умовах стаціонару весь об'єм ППХ, як звичайно, вводиться протягом доби. Якщо ППХ здійснюється в амбулаторних умовах, тривалість проведення ППХ, як правило, скорочується до 10—20 годин (т. зв. циклічний режим). Останній варіант дає пацієнтові можливість “відпочити” від інфузії і може бути корисним для хворих з підвищеним ризиком холестазу на тлі ППХ. Циклічний режим ППХ краще переносять діти старшого віку. При проведенні харчування за цим варіантом швидкість інфузії в дебюті необхідно збільшувати поступово, досягаючи оптимальної через 1—2 години, і так само поступово зменшувати в кінці. Це дає змогу уникати, відповідно, гіпер- та гіпоглікемій. Слід пам'ятати про можливість гіпергідратації, гіперглікемії, електролітного дисбалансу, якщо поряд із скороченням часу інфузії не проводиться відповідне зменшення її об'єму та кількості доданих до інфузійних розчинів компонентів. Наприклад, якщо від постійної інфузії із швидкістю 40 мл/год переходять до інфузії 960 мл протягом 12 год (циклічний режим 12/12), швидкість інфузії зросте і становитиме 80 мл/год протягом 12 год.

### Потреба у вуглеводах

При проведенні ППХ джерелом калорій є очищена медична глюкоза. На відміну від глюкози, що надходить ентерально, окислення 1 г її вивільняє 3,4 ккал. Як це відображено у таблиці 4, кількість вуглеводів збільшують поступово, щоб

Таблиця 3.  
Потреба дітей  
у підтримуючій рідині

Вага (кг)	Об'єм рідини (на добу)
Недоношені (<1 кг)	140-150 мл/кг
1-10	100 мл/кг
11-20	1000 мл +50 мл/кг на кожен кг понад 10 кг
20-50	1500 мл +20 мл/кг на кожен кг понад 20 кг
> 50	3000 мл

забезпечити відповідне зростання продукції ендогенного інсуліну і тим самим запобігти виникненню гіперглікемії. За традицією і для спрощення в рекомендаціях з ППХ потребу у вуглеводах часто подають у вигляді розчину глюкози певної концентрації. Остання залежить від запланованого об'єму рідини для інфузії. Все ж таки, було б правильнішим подавати потребу у вуглеводах і глюкозі у грамах на кілограм маси тіла за одиницю часу без "прив'язки" цієї потреби до об'єму рідини. Тому якщо об'єм рідини необхідно обмежити, для забезпечення надходження відповідної кількості вуглеводів за одиницю часу можуть застосовуватися значно вищі концентрації глюкози, ніж традиційно прийняті.

Важливо збалансувати небілкові калорії між вуглеводами та жирами. Якщо є надмір у використанні вуглеводів, глюкоза спочатку окислюється як пальне, після чого починають поповнюватися запаси глікогену. В подальшому надлишок глюкози стимулюватиме ліпогенез — непродуктивний високоенергозатратний процес, який до того ж може призводити до розвитку жирової дистрофії печінки (гепатостеатозу). Крім того, надмірне окислення глюкози і, що важливіше, ліпогенез можуть спричинити надмірну продукцію CO<sub>2</sub>. Підвищені в результаті цього рівні рCO<sub>2</sub> можуть погіршувати респіраторні процеси і створювати додаткові проблеми при проведенні вентиляції легень.

Інші ймовірні побічні явища інфузії глюкози — гіперглікемія та обумовлений нею посилений осмотичний діурез, а також підвищений ризик інфекції. Потенційними причинами гіперглікемії є надмірна кількість введеної глюкози, сепсис, панкреатит, метаболічний стрес та застосування глюкокортикоїдів. Варіанти корекції включають зменшення швидкості інфузії глюкози (при використанні циклічного ППХ — перехід на постійну інфузію), а також, по можливості — заміна частини калоражу жирами. Інколи може виникнути потреба в обережному внутрішньовенному введенні разом із розчинами для ППХ інсуліну з розрахунку 0,1—1 од/4 г вуглеводів. Для оптимального контролю за рівнем глікемії доцільно використовувати експрес-метод визначення глюкози крові (з допомогою глюкометра) та титроване (за потребою) введення інсуліну.

Гіпоглікемія може розвинути, якщо внутрішньовенна інфузія різко сповільнюється або припиняється. Тому швидкість введення концентрованих розчинів глюкози слід починати зменшувати за 1—2 год до запланованого закінчення інфузії, як, зрештою, і саму інфузію при проведенні циклічного ППХ тривалістю 10—20 годин. Чим старша дитина, тим вона краще переносить довші інтервали між сеансами ППХ. Мало того, при раптовій втраті доступу до центральної вени необхідно негайно налагодити інфузію 10% глюкози в периферичну вену для профілактики

Таблиця 4.  
Потреба дітей, які отримують парентеральне харчування, у вуглеводах

Потреба	Кінцева концентрація глюкози	
	Немовлята/ Діти < 11 р.	Підлітки ≥ 11 р.
Початкова	10%	15%
Щоденне збільшення на	5%	5%-25%
Мета	20%-25%	20%-25%
Харчування у периф. вену	5%-12,5%	5%-12,5%
Максимально	20%-30% (10-14 мг/кг/хв)*	20%-30% (6 мг/кг/хв)

\* Для немовлят — верхня межа вказаної швидкості

гіпоглікемії. Якщо для ППХ використовуються розчини глюкози, концентрація яких не перевищує 10%, потреби в поступовому зниженні швидкості інфузії нема.

Слід мати на увазі, що розчини глюкози є високоосмолярними. Кожен 1% концентрації глюкози збільшує осмолярність розчину приблизно на 50 мосм/л, тому осмолярність зростає з 252 мосм/л у 5% розчину глюкози до 505 мосм/л у 10% і 758 мосм/л у 15% розчину. Підвищена осмолярність сприяє склерозуванню периферичних вен і збільшує ризик некрозу м'яких тканин при потраплянні у них розчинів глюкози в концентрації вищій за 10–12,5%. Тому тривала інфузія розчинів глюкози в концентрації понад 12,5% повинна проводитись у центральні вени.

### Потреба в жирах

Введені внутрішньовенно жири є ізотонічним джерелом концентрованих калорій, до того ж вони забезпечують потребу в есенціальних жирних кислотах — лінолевій та ліноленовій. 10% (10 г/100 мл тригліцеридів) емульсія забезпечує надходження 1,1 ккал/мл, а 20% емульсія — 2,0 ккал/мл. Метаболізація цих емульсій відбувається подібно до метаболізації хіломікронів, тому кліренс їх залежить від ліпази ліпопротеїдів. Активність цієї ліпази подавляють фосфоліпіди. Оскільки 20% емульсії містять удвічі більше тригліцеридів, ніж 10% емульсії, але ту ж кількість фосфоліпідів, кліренс тригліцеридів відбувається краще з 20% емульсій. Враховуючи цю особливість, а також вищу калорійність, у повсякденній практиці слід застосовувати саме 20% жирові емульсії, а не 10%.

Щоб запобігти дефіцитові есенціальних жирних кислот, щонайменше від 2 до 4% загального калоражу повинно надходити з жирових емульсій. Це відповідає приблизно 0,5 г жиру на кілограм у день, якщо використовувати нині доступні препарати. Як уже зазначалось, інфузія жирів мала б забезпечити 30% від загальної калорійності, однак при добрій переносимості вони можуть забезпечувати і до 60%. Щоб уникнути гіпертригліцеридемії, швидкість інфузії не повинна перевищувати 0,15 г/кг/год, і її слід проводити за правилами, відображеними в таблиці 5. Ізотонічність жирових розчинів сприяє їх добрій переносимості при периферичному введенні.

Внутрішньовенне введення жирів може проводитись окремо від глюкозо-білкової суміші або у вигляді комбінованої харчової суміші “три в одному”. Концентрація суміші “три в одному” для ППХ не повинна бути меншою за 2% (співвідношення ваги та об'єму), оскільки суміші меншої концентрації можуть бути нестабільними. Деякі інші характеристики, зокрема низька концентрація амінокислот та висока концентрація дивалентних електролітів, також можуть обумовлювати нестабільність суміші “три в одному”. Жирові емульсії в нестабільних сумішах

Таблиця 5.  
Потреба дітей, які отримують парентеральне харчування, в жирах

Потреба	Немовлята/ Діти < 11 р.	Підлітки ≥ 11 р.
Початкова	0,5-1 г/кг/день	1-2 г/кг/день
Щоденне збільшення на	0,5 г/кг/день	0,5 г/кг/день
Мета	3 г/кг/день	2,5-3 г/кг/день або 30% від загального калоражу
Харчування в перифер. вену	Так само	Так само
Максимально	4 г/кг/день	60% небілкових калорій

розпадаються, що проявляється появою характерних жирових крапель. Тому призначати суміші “три в одному” слід лише в лікувальних закладах, де є певний досвід їх використання. Внутрішньовенні жирові емульсії та суміші “три в одному” не можна вводити через системи із застосуванням стандартних антимікробних фільтрів (0,22 мкг). Для цього придатні системи з грубшими фільтрами (1,2 або 5 мкг).

### Потреба в білку

Потреба в білку при проведенні ППХ забезпечується інфузією суміші амінокислот (4 ккал/г). Комерційні препарати відрізняються за складниками, більшість із них розроблена з розрахунку на потреби в амінокислотах дорослої людини. Втім, вони цілком придатні для застосування у дітей віком понад 1 рік. Розроблено два нових препарати, збагачених таурином, які створюють амінокислотний профіль плазми, подібний до профілю здорових дітей, що перебувають на грудному вигодовуванні. Їх рекомендують застосовувати в новонароджених та дітей віком до 1 року, що дає змогу поліпшити процеси синтезу білка і зменшує ризик розвитку холестазу. При проведенні ППХ у новонароджених, з метою стимуляції збільшення маси тіла і синтезу білка, до інфузійних розчинів додають гідрохлорид цистину, оскільки продукція цистину в дітей цієї вікової групи є зниженою. Крім того, застосування гідрохлориду цистину знижує рН розчинів для ППХ, тим самим поліпшуючи розчинність кальцію та фосфатів, потреба в яких у новонароджених є підвищеною. Однак призначення гідрохлориду цистину може посилювати наявний ацидоз, обумовлюючи тим самим необхідність додавання до інфузійних розчинів ацетату. Як це відображено у таблиці 6, кількість білка збільшують поступово. Щоб забезпечити ефективне засвоєння білка і підтримати процеси росту, а також щоб запобігти його використанню як джерела енергії, необхідним є надходження від 150 до 250 небілкових калорій на кожен грам азоту. Цього іноді важко досягнути в дебюті проведення ППХ, коли калораж ще є недостатнім, але цього правила слід дотримуватися, щойно рівень надходження білка сягне запланованого. Коли необхідно обмежити надходження амінокислот через зростання рівня азоту сечовини в крові або при деяких захворюваннях нирок та порушеннях обміну, кількість небілкових калорій на грам азоту повинна наближатись до 300–350.

У пацієнтів, які мають гіпоальбумінемію внаслідок причин, не пов'язаних з порушеннями харчування, до розчинів ППХ можна додавати альбумін у кількості 0,5–1 г/кг/день. Роблять це для підвищення онкотичного тиску. Альбумін має тривалий період піввиведення, що робить його непридатним для потреб харчування. У розчинах для ППХ він може збиватися в “грудочки” і таке його використання підвищує ризик сепсису, тому альбумін слід вводити окремо через Y-подібний коннектор.

Кожен 1% сумарної концентрації розчинів амінокислот збільшує осмолярність розчинів для ППХ на 100 мосм/л. Рекомендуємо, щоб сумарна концентрація

Таблиця 6.  
Потреба дітей, які отримують парентеральне харчування, в білку

Потреба	Немовлята/ Діти < 11 р.	Підлітки ≥ 11 р.
Початкова	0,5-1,0 г/кг/день	1,0 г/кг/день
Щоденне збільшення на	0,5 г/кг/день	1,0 г/кг/день
Мета	2-3 г/кг/день	1,5-2,5 г/кг/день
Харчування у периф. вени	Максим.- 2% розчин	Максим.- 2% розчин

амінокислот при проведенні ППХ у периферичні вени з використанням суміші “три в одному” складала принаймні 2,5%. Менша концентрація збільшує ризик нестабільності розчинів для ППХ. Якщо при проведенні ППХ у периферичні вени жирові емульсії не використовуються, максимально допустима концентрація амінокислот складає 2%.

### Потреба в електролітах та мінералах

Стандартну потребу в електролітах та мінералах подано в таблиці 7. Один з підходів, що забезпечує потребу в електролітах, полягає у призначенні  $\text{Na}^+$  у вигляді  $\text{NaCl}$ , фосфатів у вигляді фосфату калію і введенні такої кількості  $\text{KCl}$ , яка б забезпечила потребу дитини в хлорі. Решту потреби в  $\text{K}^+$  можна згодом забезпечити ацетатом калію. При ацидозі можна замінити хлористий калій на ацетат, щоб забезпечити потребу в бікарбонатах (ацетат метаболізується в печінці з утворенням бікарбонатів). Не слід додавати до розчинів для ППХ бікарбонати в чистому вигляді, оскільки вони можуть привести до випадання нерозчинного кальцію і солей фосфору в осад.

Таблиця 7.

Потреба дітей, які отримують парентеральне харчування, в електролітах та мінералах

Електроліти	Немовлята/ Діти < 11 р.	Підлітки ≥ 11 р.
$\text{Na}^+$	2-4 мекв/кг/день	2-3 мекв/кг/день
$\text{K}^+$	2-3 мекв/кг/день	3-2 мекв/кг/день
$\text{Cl}^-$	3-4 мекв/кг/день	3-4 мекв/кг/день
$\text{PO}_4$	1-1,5 ммоль/кг/день	0,5-2 ммоль/кг/день
$\text{Ca}^{+2}$ (глюконат)	1-2 мекв/кг/день	0,25-0,5 мекв/кг/день
$\text{Mg}^{+2}$ (сульфат)	0,25-0,5 мекв/кг/день	0,25-0,5 мекв/кг/день

Діти, надто ж недоношені немовлята, для забезпечення процесів мінералізації кісток мають значно вищі потреби в кальції та фосфорі, ніж дорослі. Розчинність фосфату кальцію має дуже важливе значення, оскільки є повідомлення про випадки смерті внаслідок осадження і в подальшому — емболізації. Якщо добуток концентрації кальцію і фосфатів є суттєво нижчим за розчинність їх сумарного продукту, ризик осадження є мінімальним, хоча на цей процес також мають вплив інші фактори, наприклад, рН середовища. Отож, на загал, розчинність повинна бути доброю, якщо:

$$\text{Кальцій (мекв/л)} \times \text{фосфати (ммоль/л)} \geq 150 \text{ або}$$

$$\text{Кальцій (мекв/л)} \times \text{фосфати (мекв/л)} \leq 300$$

Для досягнення максимальної концентрації кальцію та фосфатів у специфічних розчинах для ППХ можна використовувати криві їх розчинності, що є індивідуальними для різних розчинів і залежать, головним чином, від концентрації амінокислот. Обмеження об'єму рідини, відповідно, обмежує і кількість кальцію та фосфатів, яку можна ввести. Концентрація кальцію в розчинах для інфузії у периферичні вени не повинна перевищувати 8 мекв/л, щоб запобігти некрозові тканин у випадку, якщо розчин потрапить у м'які тканини поза вену.

Закінчення в наступному числі журналу