

11

Травма у Педіатричних Пацієнтів

ЦІЛІ

Після прочитання цього розділу і засвоєння знань, представлених у курсі ATLS®, ви зможете:

1. Визначати унікальні характеристики травм у дітей, включно з типовими механізмами і видами ушкоджень, анатомічними й фізіологічними відмінностями від дорослих, а також довготривалими наслідками.
2. Обговорювати принципи початкового надання допомоги травмованій дитині, аспекти, притаманні саме педіатричним пацієнтам, а також їх вплив на ресусcitaцію; пояснювати особливості необхідного обладнання.
3. Описувати типові ушкодження, характерні для випадків знущання з дітей, і визначати чинники, які повинні викликати підозри на неналежне поводження.
4. Підкреслювати важливість профілактичних заходів, спрямованих на створення безпечнішого середовища та зниження ризику травматизму серед дітей.

11

Травма у Педіатричних Пацієнтів

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

Травми є провідною причиною інвалідизації і смертності серед дітей, випереджаючи всі інші основні дитячі захворювання. Щороку мільйони дітей потребують невідкладної медичної допомоги через травми, що підкреслює критичну важливість готовності травматологічних центрів до надання допомоги дітям. Анатомічні та фізіологічні відмінності між дітьми й дорослими зумовлюють необхідність спеціалізованих підходів до оцінки та лікування педіатричних пацієнтів із травмою. Ефективне забезпечення прохідності дихальних шляхів, швидка рідинна ресусцитація і раннє хірургічне втручання є ключовими для покращення результатів лікування дітей з тяжкими травмами. Розуміння основних механізмів травмування, зокрема випадків жорстокого поводження з дітьми, є необхідним для прогнозування характеру та локалізації ушкоджень. Зрештою, оптимальне лікування дітей з травмами можливе лише завдяки мультидисциплінарному командному підходу.

ВСТУП

Травма залишається **найпоширенішою причиною смерті й інвалідності в дитячому віці**. Щороку понад 4,2 млн дітей — майже кожна двадцята дитина у США — потребують лікування у відділеннях екстреної медичної допомоги (ВЕМД) через травми. Крім того, щорічно понад 13 000 дітей і підлітків (до 18 років) у США помирають унаслідок тяжких травм, серед яких 7800 — це випадкові ушкодження, 3000 — убивства, а 2300 — самогубства. Рівень захворюваності й смертності внаслідок травм перевищує показники всіх основних хвороб у дітей та молоді, що робить травму найсерйознішою проблемою охорони здоров'я в цій популяції.

З багатьма такими травмами і смертями можна боротись лише шляхом профілактики. Проте, якщо говорити про надання медичної допомоги тяжко травмованим дітям, основними причинами невдалої ресусцитації у них є неуспішні спроби відновити прохідність дихальних шляхів, підтримати дихання, а також нездатність вчасно розпізнати й усунути внутрішньочеревну або внутрішньочерепну кровотечу. **На відміну від дорослих, найпоширенішою потенційно зворотною причиною смерті внаслідок травми в дітей є нездатність забезпечити адекватну оксигенацію і вентиляцію.** Тому готовність ВЕМД до надання допомоги дітям із травмами є критично важливою для зниження рівня травматизму і смертності. Застосування принципів ATLS® під час допомоги травмованим дітям дає змогу членам травмакоманди істотно впливати на виживання та довгострокові результати лікування. Пріоритети оцінки й лікування дітей із травмами залишаються такими ж, як і для дорослих. Водночас поєднання вікових анатомічних і фізіологічних особливостей із поширеними механізмами травмування зумовлює типові для дітей патерни ушкоджень. Наприклад, найтяжчі дитячі травми — це тупі ушкодження головного мозку. Відповідно, у дітей набагато частіше, ніж у дорослих, спостерігаються апное, гіповентиляція і гіпоксія, спричинені черепно-мозковою травмою (ЧМТ), тоді як геморагічний шок зустрічається рідше. Саме тому всі протоколи лікування травм у дітей акцентують на агресивному забезпеченні прохідності дихальних шляхів і підтримці дихання.

ВИДИ І ТИПИ УШКОДЖЕНЬ

У всьому світі провідною причиною смерті серед дітей залишаються дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) — незалежно від того, чи дитина була пасажиром, пішоходом чи велосипедистом. У США на першому місці нині стоять вогнепальні поранення, далі йдуть ДТП. За ними — утоплення, побутові пожежі, вбивства і падіння (у порядку зменшення частоти). Більшість убивств немовлят (тобто дітей віком до 12 місяців) пов'язана з жорстоким поводженням. Натомість серед дітей старше року і підлітків більшість убивств спричинена вогнепальною зброєю. Падіння є найчастішою

причиною дитячих травм, однак вони рідко призводять до смерті.

Поєднання тупої сили й анатомо-фізіологічних особливостей дитячого організму часто зумовлює мультисистемні ушкодження. Через це клініцисти повинні припускати, що у дитини травмовано багато органів, доки не буде доведено протилежне. У табл. 11-1 наведено поширені механізми травмування і типові ушкодження у дітей.

Стан більшості травмованих дітей залишається стабільним під час лікування, і в них не спостерігається гемодинамічних порушень. **Однак у деяких дітей із політравмою стан може швидко погіршуватися через розвиток тяжких ускладнень.** Раннє транспортування дітей із тяжкими або множинними травмами до спеціалізованого центру, який має можливості для лікування таких пацієнтів, є оптимальним підходом.

ЗАГАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ

Травмовані діти мають унікальні характеристики та потреби в обладнанні, що суттєво відрізняють їх від дорослих пацієнтів із травмами.

РОЗМІР, ФОРМА І ПЛОЩА ПОВЕРХНІ ТІЛА

Через меншу масу тіла порівняно з дорослими енергія, передана при зіткненні з транспортним засобом або при падінні, спричиняє більше навантаження на одиницю площі дитячого тіла. Ця концентрована енергія передається тілу, яке має меншу кількість жирової і сполучної тканини, а також тісніше розташовані органи, ніж у дорослих. Унаслідок цього у дітей значно частіше спостерігаються множинні травми. Крім того, дитяча голова пропорційно більша, ніж у дорослих, що зумовлює вищу частоту ЧМТ внаслідок дії тупої сили. Нарешті, через вищий відносний показник площі поверхні тіла до маси у дітей молодшого віку спостерігається швидка втрата тепла. **Гіпотермія може розвинутися дуже швидко й ускладнити проведення ресусцитації.**

Таблиця 11-1. Поширені механізми травмування і відповідні типові ушкодження у дітей

Механізм травмування	Типові ушкодження
Наїзд транспортного засобу на пішохода	<ul style="list-style-type: none"> • Низька швидкість: переломи нижніх кінцівок • Висока швидкість: множинні травми, ушкодження голови та шиї, переломи нижніх кінцівок
Дитина – пасажир автомобіля при ДТП	<ul style="list-style-type: none"> • Без ременя безпеки: множинні травми, ушкодження голови та шиї, рвані рани шкіри голови й обличчя • З ременем безпеки: ушкодження грудної клітки і живота, переломи нижніх відділів хребта
Падіння висоти	<ul style="list-style-type: none"> • Невелика висота: переломи верхніх кінцівок • Середня висота: ушкодження голови та шиї, переломи верхніх і нижніх кінцівок • Велика висота: множинні травми, ушкодження голови та шиї, переломи верхніх і нижніх кінцівок
Падіння велосипеда	<ul style="list-style-type: none"> • Без шолома: рвані рани в ділянці голови та шиї, рвані рани шкіри голови й обличчя, переломи верхніх кінцівок • У шоломі: переломи верхніх кінцівок • Удар об кермо: ушкодження органів черевної порожнини

СКЕЛЕТ

Дитячий скелет є недостатньо кальцифікованим, містить численні активні зони росту та є більш еластичним, ніж у дорослих. Тому переломи у дітей трапляються рідше, навіть за наявності ушкодження внутрішніх органів. Наприклад, переломи ребер у дітей є рідкісними, тоді як забої легень зустрічаються часто. Інші м'які тканини грудної клітки та середостіння також можуть зазнати значного ушкодження без видимих ознак перелому кісток чи зовнішньої травми. Наявність переломів черепа або ребер у дитини

свідчить про передачу значної енергії; у таких випадках слід мати високий рівень підозри щодо ушкодження внутрішніх органів, зокрема, ЧМТ або забою легень.

ПСИХОЛОГІЧНИЙ СТАН

Потрібно пам'ятати, що діти, які пережили травму, мають великий потенціал розвитку виражених психологічних наслідків. Маленькі діти можуть демонструвати регресивні реакції у відповідь на стрес, біль або зміни у звичному середовищі. Через обмежену здатність до спілкування з незнайомими людьми в незвичних і стресових ситуаціях, збір анамнезу та проведення фізикального обстеження у таких дітей може бути суттєво утрудненим.

За можливості, лікарям слід намагатися заспокоїти травмовану дитину і встановити з нею довірливий контакт, що, своєю чергою, сприятиме повнішій оцінці фізичних і психологічних ушкоджень. Крім того, присутність батьків або опікунів під час огляду й лікування, зокрема під час ресусцитації, може зменшити природний страх і тривожність дитини.

ДОВГОТРИВАЛІ НАСЛІДКИ ТРАВМИ

Важливою складовою лікування травмованих дітей є оцінка впливу травми на подальше зростання і розвиток. Потенційні фізіологічні та психологічні наслідки можуть бути значними, особливо якщо травма впливає на функціонування, зовнішність чи когнітивні здібності. **Навіть незначна травма може спричинити тривалі фізичні або психологічні порушення.**

Дослідження показують, що до 60% дітей із тяжкою політравмою демонструють залишкові зміни особистості через рік після виписки з лікарні, а 50% — когнітивні або фізичні порушення. У половини дітей з тяжкими травмами спостерігаються порушення соціальної адаптації, емоційної сфери або навчання. Крім того, дитячі травми суттєво впливають на сімейну динаміку. Дві третини братів і сестер, які не зазнали фізичної травми, також виявляють емоційні чи поведінкові розлади. Травма дитини часто створює напруження у стосунках між батьками, а також може призвести до фінансових і професійних труднощів. Таким чином, наслідки травми

стосуються не лише виживання дитини, а й якості її життя впродовж багатьох років.

Ще один визнаний нині довготривалий наслідок травми пов'язаний із широким використанням діагностичного іонізуючого випромінювання. Воно може підвищувати ризик розвитку злоякісних новоутворень, тому його застосування має бути виправданим лише тоді, коли: 1) необхідну інформацію неможливо отримати іншими методами; 2) результати обстеження вплинуть на клінічне ведення пацієнта; 3) проведення обстеження не затримає переведення дитини, яка потребує вищого рівня допомоги. **При цьому слід використовувати мінімально можливу дозу опромінення.**

Попри це, довгострокова якість життя дітей, які зазнали травми, загалом залишається доволі високою — навіть якщо багато з них мають стійкі фізичні обмеження. Більшість пацієнтів повідомляють про добру або відмінну якість життя й успішно працевлаштовуються в дорослому віці. Такий результат підтверджує доцільність проведення агресивної ресусцитації навіть у тих педіатричних пацієнтів, у яких початковий фізіологічний стан може здаватися безнадійним.

ОБЛАДНАННЯ

Ефективна оцінка і лікування травмованих дітей потребують негайного доступу до обладнання відповідного розміру. Базована на зрості (довжині тіла) стрічка для ресусцитації в педіатрії, така як стрічка Брозлоу (англ., Broselow Pediatric Emergency Tape - стрічка Брозлоу для екстреної медичної допомоги дітям), є оптимальним інструментом для швидкої оцінки маси тіла дитини, необхідної для розрахунку об'єму рідини, дозування ліків та вибору розміру обладнання. Одна сторона цієї стрічки містить перелік препаратів і рекомендовані дози для дітей залежно від маси тіла, а інша — дані щодо відповідних розмірів обладнання залежно від довжини тіла. Медичні працівники повинні добре орієнтуватися у використанні таких ресусцитаційних стрічок і забезпечити наявність у закладі обладнання всіх необхідних розмірів для пацієнтів кожної вікової групи.

Таблиця 11-2: Рекомендоване обладнання для педіатричних пацієнтів. Ефективна оцінка і надання допомоги травмованим дітям залежать від наявності дитячого обладнання відповідного розміру.

Дихальні шляхи і дихання							
Вік і маса тіла	Киснева маска	Орофарингеальний повітровід	Мішок типу Амбу	Ларингоскоп	ETT	Стиллет	Аспіраційний катетер
Недоношена дитина, 3 кг	Для недоношених, для новонароджених	Для немовлят	Для немовлят	№0, прямий	2,5–3,0 без манжети	6 Fr	6-8 Fr
0-6 міс, 3,5 кг	Для новонароджених	Для немовлят, малий	Для немовлят	№1, прямий	3,0-3,5 без манжети	6 Fr	8 Fr
6-12 міс, 7 кг	Педіатрична	Малий	Педіатричний	№1, прямий	3,5–4,0 з манжетою або без неї	6 Fr	8-10 Fr
1-3 роки, 10-12 кг	Педіатрична	Малий	Педіатричний	№1, прямий	4,0–4,5 з манжетою або без неї	6 Fr	10 Fr
4-7 років, 16-18 кг	Педіатрична	Середній	Педіатричний	№2, прямий або вигнутий	5,0-5,5 без манжети	14 Fr	14 Fr
8-10 років, 24-30 кг	Доросла	Середній, великий	Педіатричний, дорослий	№2-3, прямий або вигнутий	5.5-6.0 з манжетою	14 Fr	14 Fr
Кровообіг				Додаткове обладнання			
Вік і маса тіла	Манжета для вимірювання АТ		ВВ катетер ^b	ОГ/НГ зонд	Трубка для дренирування плевральної порожнини	Сечовий катетер	Шийний комір
Недоношена дитина, 3 кг	Для недоношених, для новонароджених		22–24 ga	8 Fr	10-14 Fr	5 Fr (шлунковий зонд)	—
0-6 міс, 3,5 кг	Для новонароджених, для немовлят		22 ga	10 Fr	12-18 Fr	6 Fr або 5–8 Fr (шлунковий зонд)	—
6-12 міс, 7 кг	Для немовлят, дитяча		22 ga	12 Fr	14-20 Fr	8 Fr	Малий
1-3 роки, 10-12 кг	Дитяча		20-22 G	12 Fr	14-24 Fr	10 Fr	Малий
4-7 років, 16-18 кг	Дитяча		20 ga	12 Fr	20-28 Fr	10-12 Fr	Малий
8-10 років, 24-30 кг	Дитяча, доросла		18-20 ga	14 Fr	28-32 Fr	12 Fr	Середній
^a Перевага надається використанню базованої на зрості (довжині тіла) стрічки для ресусцитації в педіатрії, наприклад стрічки Broselow для екстреної медичної допомоги дітям (англ., Broselow™ Pediatric Emergency Tape). ^b Бажано використовувати найбільший ВВ катетер, який можна безпечно встановити з високою ймовірністю успіху. ETT — ендотрахеальна трубка; АТ — артеріальний тиск; ОГ — орогастральний; НГ — назогастральний; ВВ - внутрішньовенний.							

Зараз на ринку існують мобільні застосунки, які допомагають медикам у швидкому підборі доз і розмірів обладнання на основі маси чи довжини тіла дитини (табл. 11-2).

АНАТОМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДІТЕЙ

Під час первинного огляду та забезпечення прохідності дихальних шляхів у дітей

клініцисти повинні враховувати такі анатомічні відмінності:

- Пропорційно більший потиличний відділ черепа у немовлят і дітей молодшого віку може спричиняти згинання шиї у положенні лежачи на спині, що призводить до обструкції дихальних шляхів. За потреби підкладання пелюшки

під тулуб, з одночасним збереженням іммобілізації шийного відділу хребта, може допомогти усунути позиційну обструкцію дихальних шляхів.

- Відносно великий язик у немовлят і дітей молодшого віку може спричиняти обструкцію дихальних шляхів (особливо у дітей зі зниженим рівнем свідомості), а також ускладнювати проведення прямої ларингоскопії. Використання орофарингеального повітроводу відповідного розміру допомагає утримувати язик від зміщення назад і підтримувати прохідність дихальних шляхів під час вентиляції через маску.
- Гіпертрофія мигдаликів - часте явище у дітей, яке може ускладнювати візуалізацію під час ларингоскопії.
- Гортань у дітей розташована більш краніально (вище) і спереду, ніж у дорослих, утворюючи гостріший кут між основою язика і голосовою щілиною.
- **Надгортанник у дітей відносно великий і м'який, тому його легше мобілізувати прямим, а не вигнутим, клинком ларингоскопа.**
- Довжина трахеї у новонародженого становить близько 5 см і збільшується до 12 см у дорослому віці. Коротша трахея у дітей підвищує ризик інтубації правого головного бронха або зміщення ендотрахеальної трубки (ЕТТ). Орієнтовну глибину введення ЕТТ від ясен (у сантиметрах) за умови правильних вимірювань можна розрахувати, помноживши на три її діаметр.
- Історично вважалося, що гортань у дітей має форму лійки або конуса, проте нові дослідження показують, що це не зовсім так. Перснеподібний хрящ у немовлят і маленьких дітей має форму еліпса, а в дорослому віці стає круглим.
- Підвищений опір під час інтубації трахеї може відчуватися на рівні еліптичного перснеподібного хряща — цей простір може бути оптимально заповнений ЕТТ із манжетою відповідного розміру. Американська асоціація серця (англ., American Heart Association, АНА) вважає обґрунтованим надання переваги ЕТТ із манжетою перед трубками без манжет у немовлят і дітей, за умови правильного

підбору розміру, положення та контролю тиску в манжетці (< 20–25 см H₂O).

ОЦІНКА ПРОХІДНОСТІ ДИХАЛЬНИХ ШЛЯХІВ У ДІТЕЙ, БАЗОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОХІДНОСТІ ДИХАЛЬНИХ ШЛЯХІВ І ДОПОМІЖНІ ЗАСОБИ

У травмованих дітей після негайної зупинки масивної зовнішньої кровотечі наступним ключовим кроком первинного огляду є забезпечення прохідності дихальних шляхів. Прохідні дихальні шляхи необхідні для підтримання оксигенації і вентиляції, а також для запобігання тканинній гіпоксії, вторинному ушкодженню і зупинці серця.

У дитини, яка дихає самостійно, оцінка дихальних шляхів передбачає огляд на наявність травм обличчя чи шиї, що можуть загрожувати їхній прохідності, оцінку якості голосу і вислуховування звуків, які свідчать про часткову обструкцію (булькання, стридор, захриплість), а також вислуховування руху повітря та дихальних шумів. При підозрі на часткову обструкцію дихальних шляхів для покращення їх прохідності виконайте такі заходи:

- За наявності показань постійно забезпечуйте обмеження рухів шийного відділу хребта.
- Утримуйте обличчя і тулуб в одній площині, паралельно до нош.
- Виконайте маневр виведення нижньої щелепи.
- Не застосовуйте маневр розгинання голови, за винятком випадків, коли виключено ушкодження шийного відділу хребта або є повна обструкція дихальних шляхів і вентиляція лише за допомогою виведення нижньої щелепи неможлива.
- Для очищення порожнини рота від слини, крові, секрету чи блювотних мас приготуйте аспіратор. Він завжди повинен бути у швидкому доступі.
- Подавайте 100% кисень.

Якщо ці заходи забезпечують стабільну прохідність дихальних шляхів, потрібно продовжувати уважний моніторинг протягом усієї ресусцитації. Якщо ж дихальні шляхи залишаються непрохідними або нестабільними, слід розпочати підготовку до надійного

забезпечення їх прохідності, за потреби виконуючи допоміжну вентиляцію 100% киснем. Доведено, що преоксигенація перед інтубацією у догоспітальних умовах є критично важливою для покращення результатів.

Дитячі оро- і назофарингеальні повітроводи доступні навіть для новонароджених. Якщо є підозра на перелом основи черепа чи травму обличчя, назофарингеальні повітроводи у травмованих дітей не використовують. Орофарингеальний повітровід не застосовується у притомних дітей, оскільки він викликає блювання. У непритомних пацієнтів орофарингеальний повітровід може полегшити вентиляцію мішком типу Амбу з маскою під час підготовки до інтубації. Кінчик правильно підбраного за розміром орофарингеального повітроводу має доходити до кута нижньої щелепи, якщо прикласти повітровід уздовж щоки дитини так, щоб фланець розміщувався біля кута рота. Щоб уникнути ятрогенного ушкодження слизової оболонки рота чи мигдаликів, **не вводьте орофарингеальний повітровід розвернутим навпаки із подальшою ротацією.** Натомість, притискаючи язик шпателем, обережно вводьте повітровід уздовж твердого піднебіння (по анатомічній кривизні ротоглотки) під прямим візуальним контролем.

ОРОТРАХЕАЛЬНА ІНТУБАЦІЯ

Показання до ендотрахеальної інтубації у педіатричних пацієнтів із травмою включають наступне (проте не обмежуються цим):

- Неможливість забезпечити прохідність дихальних шляхів базовими маневрами
- Дихальна недостатність
- Порухення свідомості, яке при гострій травмі може бути наслідком ЧМТ, інтоксикації, гіпоксії або гіперперфузії при шоку
- Ушкодження (особливо опіки) обличчя, ротової порожнини чи шиї, які можуть

призвести до повної обструкції дихальних шляхів у міру прогресування набряку

Правильний вибір розміру ЕТТ є надзвичайно важливим і може бути здійснений за допомогою довідкових матеріалів, таких як картка PALS (англ., Pediatric Advanced Life Support Reference Card - довідкова картка курсу Розширених реанімаційних заходів у дітей) або базована на зрості (довжині тіла) стрічка. **Простий спосіб визначити потрібний розмір ЕТТ – оцінити діаметр ніздрі дитини або кінчика її найменшого пальця й обрати трубку приблизно такого ж діаметра.** Раніше для немовлят і дітей молодшого віку рекомендували інтубацію з використанням ЕТТ без манжети, вважаючи, що фізіологічне звуження забезпечує достатню герметичність. Однак сучасні дані свідчать, що ЕТТ з манжетами підвищують точність капнографії, зменшують потребу у заміні трубки, покращують контроль тиску й об'єму при вентиляції. Правильно підбрані ЕТТ з належно роздутими манжетами (<20–25 см H₂O) рідко спричиняють стеноз підголосового відділу і загалом вважаються безпечними для застосування у дітей. Тому у 2020 році АНА визнала вибір ЕТТ з манжетою у дітей обґрунтованим. Перед інтубацією потрібно підготувати також ЕТТ на пів розміру більше і менше за обраний. Якщо використовується стилет, потрібно переконатися, що його кінчик не виступає за край трубки, щоб уникнути ушкодження дихальних шляхів.

У більшості травматологічних центрів для екстреної інтубації застосовують стандартизований протокол медикаментозно-асистованої інтубації, також відомий як швидка послідовна інтубація (ШПІ, англ., rapid-sequence intubation, RSI). При виборі розгалуження алгоритму ШПІ необхідно ретельно враховувати масу тіла дитини, її життєві показники (пульс і артеріальний тиск) і рівень свідомості (**рис. 11-1**).

Рисунок 11-1: Швидка послідовна інтубація у дітей.

Преоксигенація				
Атропіну сульфат (тільки немовлята; вік < 1 року) 0,1–0,5 мг				
Сedaція				
Гіповолемічний пацієнт		Нормоволемічний пацієнт		
Етомідат 0,1 мг/кг, або Мідазоламу гідрохлорид 0,1 мг/кг		Етомідат 0,3 мг/кг, або Мідазолам 0,1 мг/кг		
Введення міорелаксантів*				
Сукцинілхолін	або	Векуроній	або	Рокуроній
< 10 кг: 2 мг/кг >10 кг: 1 мг/кг		0,1 мг/кг		0,6 мг/кг
Інтубація, перевірка положення трубки				

* Продовжуйте відповідно до клінічного судження і рівня власного досвіду.

Немовлята мають більш виражену вагусну реакцію на ендотрахеальну інтубацію, ніж діти старшого віку та дорослі, і можуть реагувати брадикардією на пряму стимуляцію гортані. **Премедикацію атропіном** з метою попередження вагус-індукованої брадикардії слід розглядати в ситуаціях високого ризику, наприклад у немовлят або дітей молодше 8 років, яким вводять сукцинілхолін. Доза атропіну становить 0,02 мг/кг, без мінімальної дози, максимальна доза — 1 мг. Немає достатніх доказів того, що премедикація лідокаїном знижує можливий стрибок внутрішньочерепного тиску (ВЧТ) під час інтубації.

Під час підготовки до ШПІ дітям необхідно забезпечити преоксигенацію 100% киснем через нереверсивну маску або маску з мішком типу Амбу, якщо потрібна допоміжна вентиляція. Розгляньте додаткове використання назальної канюлі з подачею кисню для забезпечення апноетичної оксигенації під час ШПІ. Деякі дослідження показують, що у пацієнтів, яким забезпечили апноетичну оксигенацію, інтервал до десатурації після введення міорелаксантів був довшим, ніж у тих, кому її не проводили.

Після седативної і введення міорелаксантів потрібно виконати пряму ларингоскопію або відеоларингоскопію для візуалізації голосових

зв'язок і введення оротрахеальної трубки. Ендотрахеальну інтубацію має виконувати найбільш досвідчений клініцист, з огляду на підвищену складність інтубації немовлят та малих дітей. Передбачаючи можливу потребу застосувати тиск на перснеподібний хрящ, перед ларингоскопією відкривають спереду шийний комір; при цьому один член травмакоманди повинен постійно фіксувати шийний відділ хребта.

Після того, як ЕТТ пройшла голосову щілину, її встановлюють на 2–3 см нижче рівня голосових зв'язок і обережно утримують до підтвердження положення в трахеї. Належна глибина введення ЕТТ від рівня ясен (у сантиметрах) — це діаметр трубки, помножений на три. Основні ознаки успішної інтубації включають підйоми грудної клітки при допоміжній вентиляції, появу конденсату в ЕТТ під час видиху, наявність дихальних шумів з обох сторін грудної клітки (у пахвових ділянках) при аускультатії та відсутність їх над шлунком.

Для вторинного підтвердження коректного положення ЕТТ використовують пристрої-детектори ЕТСО₂, такі як хвильовий капнограф, колориметричний датчик або стравохідний детектор. ЕТСО₂ потрібно також вимірювати в пацієнтів, яким виконують компресії грудної клітки, щоб прогнозувати відновлення спонтанного кровообігу. Після підтвердження інтубації ЕТТ надійно фіксують, шийний комір знову закривають, розглядають встановлення орогастрального зонда, і виконують рентген грудної клітки для точного визначення положення ЕТТ. Якщо трубка встановлена занадто високо або занадто глибоко — її положення коригують і повторно фіксують перед транспортуванням пацієнта. Інтубованій дитині необхідно забезпечити належну седативну і знеболення. Для цього можна використовувати фентаніл, мідазолам і дексмедетомідин.

Назотрахеальна інтубація у дітей зазвичай технічно складна і не рекомендована, оскільки потребує «сліпого» проведення ЕТТ через відносно гострий кут у носоглотці до голосової щілини, яка розташована високо і спереду. Ризик проникнення в порожнину черепа або травмування розвиненої аденоїдної тканини з виникненням кровотечі також є аргументами проти використання назотрахеальної інтубації.

Якщо після введення міорелаксантів інтубацію виконати не вдалося, забезпечте вентиляцію 100% киснем через маску з мішком типу Амбу, доки не буде забезпечено прохідність дихальних шляхів надійним методом. У разі неуспішної інтубації викличте найбільш досвідченого з доступних фахівців. Якщо подальші спроби неуспішні — розгляньте введення надгортанного повітровода або забезпечення прохідності дихальних шляхів хірургічним шляхом.

- Якщо в інтубованого травмованого пацієнта раптово змінився вентиляційний статус, то для проведення оцінки і визначення причини використайте мнемоніку DOPE:
- D — Displacement (Зміщення) Немовлята і діти молодшого віку мають коротку трахею; будь-який рух голови може призвести до виходу трубки з трахеї або її міграції в один із головних бронхів.
- — Obstruction (Обструкція) Секрет, блювання або кров можуть заблокувати просвіт ЕТТ і потребувати санації.
- P — Pneumothorax (Пневмоторакс) Позитивний тиск при вентиляції може погіршити простий пневмоторакс і призвести до розвитку напруженого пневмотораксу, при якому буде необхідна декомпресія і торакастомія.
- E — Equipment (Обладнання) Переконайтеся, що трубки підключені належним чином, налаштування апарату штучної вентиляції легень правильні, а контур підключений до кисню

ЛАРИНГЕАЛЬНА МАСКА І КРІКОТИРЕОТОМІЯ

Якщо забезпечити і контролювати прохідність дихальних шляхів за допомогою мішка типу Амбу з маскою або оротрахеальної інтубації не вдається, необхідно застосувати резервний метод забезпечення прохідності дихальних шляхів — за допомогою ларингеальної маски (LMA), інтубаційної ларингеальної маски (ILMA), або виконавши голкову крікотиреотомію (конікопункцію). Подача кисню через катетер у перснещитоподібній мембрані є прийнятним тимчасовим методом оксигенації, але це не забезпечує адекватної вентиляції, тому

прогресивне підвищення рівня CO₂ є неминучим. LMA підходить для використання в немовлят і дітей, однак її встановлення потребує навичок, а надмірно активна вентиляція може спричинити розширення шлунка. **Хірургічна крікотиреотомія у немовлят і маленьких дітей має виконуватися у край рідкісних випадках.** Її можна проводити у старших дітей, у яких добре пальпується перснещитоподібна мембрана (зазвичай після 12 років).

ДИХАННЯ

Ключовим аспектом оцінки і забезпечення адекватного дихання у травмованих дітей є виявлення ушкоджень, які можуть спричинити порушення вентиляції, газообміну чи виведення вуглекислого газу. Зниження вентиляційних зусиль може виникати при пневмотораксі, гемотораксі, а також при ушкодженні легень внаслідок їх забою чи аспірації. У таких ситуаціях слід застосовувати відповідні втручання — голкову декомпресію, дренажування плевральної порожнини і допоміжну вентиляцію.

ДИХАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЯ

Частота дихання у дітей з віком зменшується. У немовлят вона становить 30–40 вдихів/хв, тоді як у старших дітей — 15–20 вдихів/хв. Нормальний дихальний об'єм становить приблизно 4–6 мл/кг у новонароджених та 6–8 мл/кг у немовлят і дітей раннього віку. Утім, під час допоміжної вентиляції інколи можуть знадобитися об'єми до 10 мл/кг. Попри те, що більшість мішків типу Амбу, які застосовуються у педіатричних пацієнтів, сконструйовані так, щоб обмежувати ручний тиск, який можна передати на дихальні шляхи дитини, надмірний об'єм або тиск під час штучної вентиляції легень істотно підвищують ризик ятрогенної волюмотравми і баротравми. Особливо високий ризик виникає тоді, коли для вентиляції дитини застосовується дорослий мішок типу Амбу. **Для дітей масою менше 30 кг рекомендовано використовувати педіатричний мішок типу Амбу.**

Гіпоксія — найчастіша причина зупинки серця у дітей. Проте перед тим, як серце зупиниться, у дитини виникає спричинений гіповентиляцією респіраторний ацидоз -

порушення кислотно-лужного стану, яке є найбільш поширеним під час ресусцитації травмованих дітей. За умови адекватної вентиляції і перфузії у дитини має зберігатися відносно нормальний рН. Якщо вентиляція або перфузія недостатні, спроби корекції ацидозу натрію за допомогою введення бікарбонату можуть призвести до посилення гіперкапнії та ацидозу і тому не рекомендовані.

ГОЛКОВА ДЕКОМПРЕСІЯ І ДРЕНУВАННЯ ПЛЕВРАЛЬНОЇ ПОРОЖНИНИ

Ушкодження, які призводять до розходження плевральних листків (пневмоторакс, гемоторакс, гемопневмоторакс), мають подібні патофізіологічні наслідки у дітей та дорослих і потребують декомпресії плевральної порожнини. У разі напруженого пневмотораксу перед введенням плевральної дренажної трубки потрібно виконати голкову декомпресію. Голку вводять над верхнім краєм третього ребра по середньоключичній лінії або в п'ятому міжребер'ї по середній пахвовій лінії. Довжину і діаметр голки потрібно підбирати відповідно до віку і статури дитини, щоб забезпечити успішну декомпресію та мінімізувати ризик ушкодження міжреберних судин чи внутрішньогрудних структур. Голки діаметром 16–22G і довжиною 2,5–4,5 см підбирають залежно від віку дитини та особливостей її тілобудови.

Плевральні дренажні трубки мають бути пропорційно менших розмірів; їх вводять у грудну порожнину, проводячи трубку над ребром, розташованим вище місця шкірного розрізу, і спрямовують її догори й назад, вздовж внутрішньої поверхні грудної стінки. Місце введення у дітей таке саме, як у дорослих: п'яте міжребер'я, трохи спереду від середньої пахвової лінії.

КРОВООБІГ І ШОК

Ключовими аспектами оцінки й корекції порушень кровообігу у травмованих дітей є розпізнавання недостатності кровообігу, точне визначення маси тіла пацієнта й об'єму циркулюючої крові, забезпечення венозного доступу, введення рідин і препаратів крові, оцінка ефективності проведеної ресусцитації, а також підтримка адекватної терморегуляції.

РОЗПІЗНАВАННЯ НЕДОСТАТНОСТІ КРОВООБІГУ

Травми у дітей можуть призводити до значної крововтрати. Великий фізіологічний резерв у дитини дає змогу підтримувати систолічний АТ у межах норми навіть за наявності шоку. Для зниження систолічного АТ може знадобитися втрата до 30% об'єму циркулюючої крові. Такий резерв може вводити в оману клініцистів, які недостатньо обізнані з тонкими фізіологічними змінами, характерними для гіповолемічного шоку в дітей. **Тахікардія і порушення перфузії шкіри часто є найінформативнішими ранніми ознаками гіповолемії та потреби у своєчасному початку інфузійної терапії.** Оцінка кольору нігтьового ложа і губ є корисною у всіх дітей, особливо у пацієнтів із темною пігментацією шкіри. За можливості, для ефективного лікування травмованої дитини необхідний ранній огляд хірурга.

Хоча первинною відповіддю організму дитини на гіповолемію є тахікардія, підвищення частоти серцевих скорочень також може бути зумовлене болем, страхом або психологічним стресом. До інших, менш помітних ознак крововтрати у дітей належать поступове ослаблення або зникнення пульсу на периферії, звуження пульсового тиску до менш ніж 20 мм рт. ст., мармуровість шкіри (яка у немовлят і дітей раннього віку замінює типову для дорослих холодну, вологу шкіру), холодні на дотик кінцівки порівняно зі шкірою тулуба, а також зниження рівня свідомості з притупленою реакцією на біль. Потрібно уважно спостерігати за станом дитини, виявляючи падіння АТ та інші ознаки недостатньої перфузії органів, зокрема зниження швидкості сечовиділення. Утім, названі симптоми зазвичай з'являються на пізніших етапах. Зміни функціонування життєво важливих органів залежно від ступеня крововтрати наведено в **табл. 11–3.**

Таблиця 11-3: Фізіологічні наслідки крововтрати у педіатричних пацієнтів

Система	Легка (< 30%) крововтрата	Помірна (30–45%) крововтрата	Тяжка (> 45%) крововтрата
Серцево-судинна система	Підвищена ЧСС; слабкий, ниткоподібний периферичний пульс; нормальний систолічний АТ ($80-90 + 2 \times \text{вік у роках}$); нормальний пульсовий тиск.	Значно підвищена ЧСС; слабкий, ниткоподібний центральний пульс; периферичний пульс відсутній; систолічний АТ на нижній межі норми ($70-80 + 2 \times \text{вік у роках}$); звужений пульсовий тиск.	Тахікардія з подальшою брадикардією; дуже слабкий або відсутній центральний пульс; відсутній периферичний пульс; артеріальна гіпотензія ($<70 + 2 \times \text{вік у роках}$); звужений пульсовий тиск (або діастолічний тиск не визначається).
Центральна нервова система	Тривожність, дратівливість, сплутаність свідомості	Виражена млявість, притуплена реакція на біль ¹	Кома
Шкіра	Холодна, мармурова; подовжений час капілярного наповнення	Ціанотична; значно подовжений час капілярного наповнення	Бліда і холодна
Діурез²	Знижений або дуже низький	Мінімальний	Відсутній

¹ Притуплена реакція дитини на біль при помірній крововтраті може проявлятися слабкою реакцією на встановлення внутрішньовенного катетера.

² Діурез контролюють після встановлення сечового катетера і початкового спорожнення сечового міхура. Нижня межа норми становить 2 мл/кг/год у немовлят, 1,5 мл/кг/год – у дітей молодшого віку, 1 мл/кг/год – у дітей старшого віку, 0,5 мл/кг/год – у підлітків. Внутрішньовенне введення контрастної речовини може помилково підвищувати показники діурезу.

ЧСС - частота серцевих скорочень

Нормальний середній систолічний артеріальний тиск (АТ) у дітей становить 90 мм рт. ст. плюс подвоєний вік дитини в роках (до 120 мм рт. ст.). Нижня межа норми систолічного АТ у дітей дорівнює 65 мм рт. ст. плюс подвоєний вік у роках. Діастолічний АТ має становити приблизно дві третини від систолічного. Нормальні показники життєвих функцій за віком наведено в **табл. 11-4**. Артеріальна гіпотензія у дитини свідчить про стан декомпенсованого шоку і вказує на тяжку крововтрату, що перевищує 45% об'єму циркулюючої крові. Тахікардія, яка змінюється на брадикардію, часто супроводжує гіпотензію, і в немовлят ця зміна може виникати раптово. Залежно від наявних ресурсів, описані патофізіологічні порушення необхідно коригувати шляхом швидкої інфузії кристалічних розчинів або препаратів крові в дозі 20 мл/кг.

ВИЗНАЧЕННЯ МАСИ ТІЛА Й ОБ'ЄМУ ЦИРКУЛЮЮЧОЇ КРОВІ

Персонал ВЕМД часто має труднощі з оцінкою маси тіла дитини, особливо якщо регулярний досвід роботи з педіатричними пацієнтами відсутній. Найпростішим і найшвидшим способом точного визначення маси тіла є опитування батьків або опікунів. За їх відсутності доцільно використовувати базовану на зрості (довжині тіла) стрічку. Цей інструмент дозволяє швидко визначити приблизну масу тіла, частоту дихання, об'єм інфузійної терапії та дози лікарських засобів. Формула ($[2 \times \text{вік у роках}] + 10$) є додатковим методом оцінки маси тіла в кілограмах.

Метою інфузійної терапії є швидке відновлення об'єму циркулюючої крові. Загальний об'єм циркулюючої крові орієнтовно становить 80 мл/кг у немовлят, 75 мл/кг - у дітей віком 1-3 роки і 70 мл/кг - у дітей старше трьох років.

ВЕНОЗНИЙ ДОСТУП

Забезпечення внутрішньовенного (ВВ) доступу у дітей раннього віку з гіповолемією може бути складним навіть для найдосвідченіших фахівців. Ушкодження органів грудної або черевної порожнини чи кровоносних судин зазвичай призводить до важкого гіповолемічного шоку. При встановленні ВВ доступу перевагу надають черезшкірному периферичному шляху. **Якщо встановити черезшкірний ВВ доступ не вдається, необхідно розглянути варіант внутрішньокісткового (ВК) доступу для інфузії через кістковий мозок (ВК-голка 18G у немовлят або 15G у дітей молодшого віку - рис. 11-2) або встановлення у стегнову вену катетера відповідного розміру за методом Сельдінгера.** Якщо отримати доступ описаними способами все ж не вдається, за умови відповідної підготовки можна виконати венесекцію. Проте цей метод слід застосовувати лише у крайньому разі, оскільки навіть досвідченим спеціалістам рідко вдається його завершити менш ніж за 10 хвилин. Натомість, медичні працівники, які не мають спеціалізованих навичок, можуть надійно встановити внутрішньокісткову голку в порожнину кісткового мозку менш ніж за 1 хвилину.

Місця для венозного доступу у дітей:

- Черезшкірний периферичний ВВ доступ — ліктьова ямка або велика підшкірна вена на рівні щиколотки.
- ВК доступ — передньомедіальна поверхня великогомілкової кістки або дистальний відділ стегнової кістки. До ускладнень належать целюліт (бактеріальна інфекція шкіри і підшкірної клітковини), остеомієліт, компартмент-синдром і ятрогенний перелом. Ділянкою вибору для ВК доступу є проксимальний відділ великогомілкової кістки нижче рівня її горбистості. Альтернативною ділянкою є дистальний відділ стегнової кістки, однак бажано вибирати проксимальний відділ контралатеральної великогомілкової кістки. **ВК доступ не можна забезпечувати на кінцівці з відомим або підозрюваним переломом, а також у ділянці, де попередня спроба ВК доступу була невдалою.**
- Черезшкірний центральний венозний доступ — стегнова вена.

Рисунок 11-2. Встановлення ВК голки. Ділянкою вибору для ВК доступу й проведення інфузії є передньомедіальна поверхня проксимального відділу великогомілкової кістки нижче рівня її горбистості.

Вигляд 1



Вигляд 2



- Черезшкірний центральний венозний доступ — зовнішня/внутрішня яремна вена чи підключична вена (лише педіатри з відповідними навичками; не використовувати при порушенні прохідності дихальних шляхів або накладеному шийному комірі)
- Венесекція (прямий хірургічний венозний доступ) — через підшкірну вену гомілки

Таблиця 11-4: Нормальні показники життєвих функцій залежно від вікової групи

Вікова група	Діапазон маси тіла (кг)	ЧСС (уд/хв)	Артеріальний тиск (мм рт. ст.)	Частота дихання (вдихів/хв)	Діурез (мл/кг/год)
Немовлята 0–12 міс	0–10	<160	>60	<60	2,0
Діти раннього віку 1–2 роки	10–14	<150	>70	<40	1,5
Дошкільнята 3–5 років	14–18	<140	>75	<35	1,0
Школярі 6–12 років	18–36	<120	>80	<30	1,0
Підлітки ≥13 років	36–70	<100	>90	<30	0,5

РІДИННА РЕСУСЦИТАЦІЯ І ВІДНОВЛЕННЯ КРОВОВТРАТИ

Рідинна ресусцитація у травмованих дітей проводиться з урахуванням маси тіла і спрямована на відновлення втраченого внутрішньосудинного об'єму. Ознаки кровотечі можуть проявлятися при втраті близько 25% об'єму циркулюючої крові. Початковою стратегією інфузійної терапії є болюсне введення кристалоїдного розчину в дозі 20 мл/кг. Якщо у пацієнта не спостерігається стійкої відповіді на кристалоїди, замість подальшого введення кристалоїдних розчинів слід перелити 10 мл/кг еритроцитарної маси або цільної крові. Водночас, **якщо є підозра на кровотечу і є доступна негайно кров, відновлення об'єму циркулюючої крові доцільно розпочинати одразу із введення 10 мл/кг еритроцитарної маси або цільної крові, а не кристалоїдів.**

Ресусцитація за принципом контролю критичних ушкоджень (ресусцитація з демедж-контролем, англ., damage control resuscitation, DCR), що передбачає обмежене застосування кристалоїдів і раннє введення збалансованих співвідношень еритроцитарної маси, свіжозамороженої плазми і тромбоцитів, стала стандартом лікування шоку в дорослих і була адаптована для дітей. Такий підхід, за даними досліджень, запобігає виникненню летальної тріади - гіпотермії, ацидозу і травмоіндукованої коагулопатії - й асоційований із кращими

результатами у тяжкотравмованих пацієнтів дорослого віку.

Збалансована стратегія ресусцитації у дітей передбачає, що після початкового болюса ізотонічного розчину кристалоїдів об'ємом 20 мл/кг переливають препарати крові з урахуванням маси тіла: по 10–20 мл/кг еритроцитарної маси, свіжозамороженої плазми і тромбоцитів, зазвичай у межах педіатричного протоколу масивної гемотрансфузії. У закладах, де немає швидкого доступу до препаратів крові, допустимим залишається повільне введення кристалоїдних розчинів до переведення дитини у відповідний лікувальний заклад.

Ретельно спостерігайте за відповіддю травмованої дитини на ресусцитацію, а також за станом органної перфузії. Зазвичай спостерігають один із чотирьох типів відповіді на ресусцитацію:

1. Стан більшості дітей стабілізується після інфузії самих лише кристалоїдів; потреби в переливанні крові немає. Такі діти відносяться до групи з ранньою присутньою відповіддю на ресусцитацію (англ., early responders).
2. Деякі діти гарно реагують на введення і кристалоїдів, і крові — вони відносяться до групи з присутньою відповіддю на ресусцитацію (англ., responders). Зазвичай це пацієнти зі значною крововтратою, у яких кровотеча припинилась до госпіталізації.

3. Частина дітей спочатку позитивно реагує на введення кристалоїдів і крові, але згодом їх стан погіршується; такі діти відносяться до групи з тимчасовою відповіддю на ресусcitaцію (англ., transient responders). Ймовірно, кровотеча у цих пацієнтів триває.
4. Деякі діти не реагують ні на кристалоїди, ні на переливання крові — їх відносять до групи з відсутньою відповіддю на ресусcitaцію (англ., nonresponders). Зазвичай вони продовжують швидко втрачати кров.

Дві останні групи дітей (з тимчасовою і відсутньою відповіддю) є кандидатами на швидку трансфузію додаткових доз препаратів крові, активацію протоколу масивної гемотрансфузії і проведення раннього оперативного втручання. Подібно

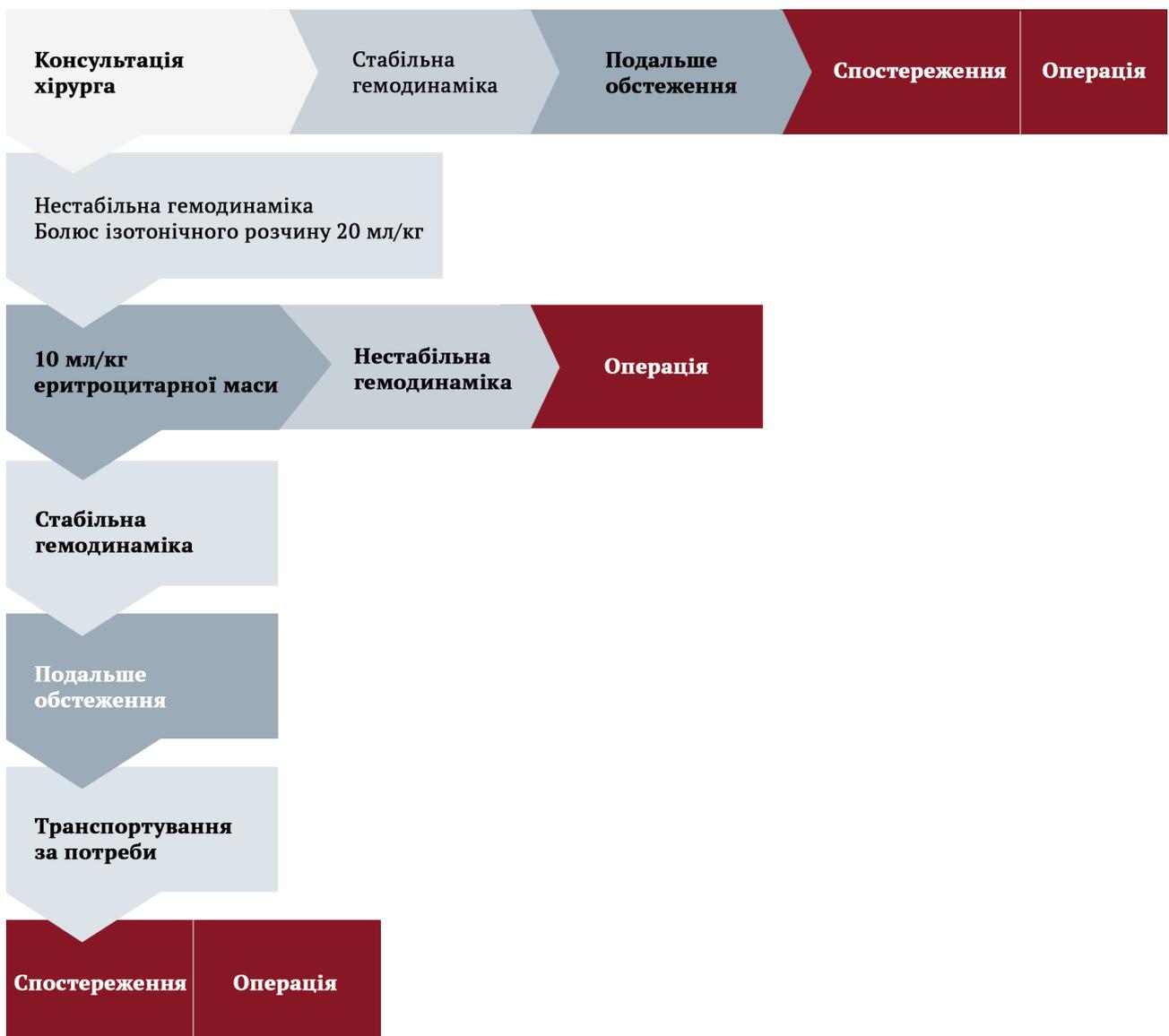
до тактики ресусcitaції в дорослих, у рефрактерних педіатричних пацієнтів доречним є раннє введення компонентів крові. Під час ресусcitaції травмованих дітей цінною є наведена на **рис. 11-3** блок-схема.

ДІУРЕЗ

Об'єм діурезу залежить від віку і маси тіла. Цільовий діурез у немовлят становить 1–2 мл/кг/год, у дітей від 1 року до підліткового віку — 1–1,5 мл/кг/год, у підлітків — 0,5 мл/кг/год.

Вимірювання діурезу і відносної густини сечі є надійним способом оцінки адекватності обсягу інфузійної терапії. Після відновлення об'єму циркулюючої крові діурез має нормалізуватися. Встановлення сечового катетера забезпечує точне вимірювання діурезу у дитини.

Рисунок 11-3. Блок-схема проведення ресусcitaції педіатричних пацієнтів



ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

Високе співвідношення площі поверхні тіла до маси тіла в дітей збільшує теплообмін із навколишнім середовищем і безпосередньо впливає на здатність регулювати температуру тіла. Підвищений метаболізм, тонка шкіра і недостатньо розвинена підшкірна клітковина сприяють підвищенню втрат тепла шляхом випаровування, а також витрат калорій. Гіпотермія може суттєво погіршити відповідь дитини на лікування, збільшуючи час згортання крові і негативно впливаючи на функції центральної нервової системи. Забезпечте наявність інфрачервоних ламп, обігрівачів чи термоковдр під час первинного огляду й етапу ресусцитації, щоб зберегти тепло тіла дитини. Бажано підвищити температуру в кімнаті, а також підігріти розчини для інфузії, препарати крові та інгаляційні гази. Після огляду дитини на етапі початкової оцінки стану накрийте її теплою ковдрою для уникнення зайвої втрати тепла.

СЕРЦЕВО-ЛЕГЕНЕВА РЕАНІМАЦІЯ

Діти, яким проводилась серцево-легенева реанімація (СЛР) на місці події з відновленням спонтанного кровообігу до прибуття в травматологічний центр, мають приблизно 50 % імовірності одужання без значного неврологічного дефіциту. **Діти, доставлені до ВЕМД у стані травматичної раптової зупинки кровообігу, мають украй несприятливий прогноз.** Діти, яким проводили СЛР з приводу тупої травми понад 15 хвилин перед прибуттям до ВЕМД або ті, в кого при госпіталізації виявляють фіксовані розширені зіниці, не виживають. У травмованих дітей, яким тривало проводять СЛР і в такому стані доставляють до ВЕМД, пролонговані реанімаційні заходи не приносять користі. Дані щодо СЛР при проникаючій травмі грудної клітки відповідають таким у дорослих.

У випадках, коли пацієнта виявляють у стані раптової зупинки серця з невідомим часом її настання, наявність трупних плям (синьо-фіолетового забарвлення шкіри в нижче розташованих ділянках тіла, яке з'являється через 20–30 хв після смерті) або трупного залякання є підставою для негайного припинення реанімаційних заходів.

Грудна клітка травмується у восьми відсотках випадків серед усіх травм у дітей. Ушкодження грудної клітки можуть слугувати маркером щодо травм інших органів і систем, оскільки більше ніж дві третини дітей із травмою грудної клітки мають множинні травми. Механізм травмування й анатомія грудної клітки дитини зумовлює специфічний характер травм.

Більшість травм грудної клітки в дітей відбувається внаслідок дії тупої сили, найчастіше внаслідок автомобільних аварій чи падінь. Через пластичність грудної клітки дитини кінетична енергія удару переноситься на розміщену під грудною стінкою легенеvu паренхіму, спричиняючи забій легені. Переломи ребер і ушкодження середостіння трапляються не так часто, проте якщо вони є, то це свідчить про велику силу, з якою було завдано травму. Специфічні ушкодження, спричинені травмою грудної клітки в дітей, подібні до тих, що трапляються в дорослих, хоча частота цих ушкоджень дещо відрізняється.

Через рухомість структур середостіння в дітей унаслідок травми частіше виникає напружений пневмоторакс - найпоширеніша дитяча травма, яка несе безпосередню загрозу життю. Пневмомедіастинум є рідкісним доброякісним станом у більшості випадків. Розширені обстеження при ізольованому пневмомедіастинумі у безсимптомних дітей зі збереженою свідомістю не потрібні. Досить рідко у дітей трапляються такі ушкодження, як розрив діафрагми, розшарування аорти, масивні ушкодження трахеобронхіального дерева, флотуюча грудна клітка і забої серця. Тактика лікування описаних ушкоджень є такою ж, як у дорослих пацієнтів, і може включати ендovasкулярне стентування аорти, якщо дозволяють розміри тіла пацієнта. Ізольовані значні ушкодження в дітей трапляються рідко — частіше вони є компонентом тяжкої політравми.

На відміну від дорослих, більшість травм грудної клітки в дітей можна діагностувати за допомогою оглядової рентгенографії. Для оцінки тупої травми грудної клітки візуалізація поперечних зрізів тіла потрібна рідко; вона повинна бути проведена лише пацієнтам, у яких на оглядовій рентгенограмі є розширення

середостіння або інші його патологічні зміни, а також тим, у кого не вдається з'ясувати стан за допомогою стандартного рентгенологічного дослідження. Якщо під час візуалізації поперечних зрізів тіла виявляють пневмоторакс менш ніж 2,7 см (прихований пневмоторакс), втручання не потрібне, за винятком випадків прогресування стану або наявності симптомів.

Більшість травм грудної клітки в дітей успішно лікуються без виконання торакотомії. Поєднання підтримувальної терапії і дренажу плевральної порожнини зазвичай дозволяє усунути найпоширеніші ушкодження – пневмоторакс і гемоторакс.

Проникаюча травма грудної клітки у дітей лікується за тими самими принципами, що й у дорослих.

ТРАВМА ЖИВОТА

Більшість ушкоджень черевної порожнини в дітей відбуваються внаслідок тупої травми й насамперед пов'язані з автотранспортом і падіннями. Серйозні травми черевної порожнини потребують негайного хірургічного втручання. Діти з гіпотензією, які отримали тупі або проникаючі травми живота, теж потребують невідкладного оперативного втручання.

Наявність слідів від ременя безпеки на плечі або поясі підвищує ймовірність внутрішньочеревних ушкоджень, особливо у поєднанні з переломом поперекового відділу хребта, вільною рідиною в черевній порожнині або стійкою тахікардією.

ОЦІНКА СТАНУ

Притомні немовлята і діти раннього віку зазвичай налякані травматичною подією та лікарняним середовищем, що може ускладнювати огляд живота. За можливості необхідно створити дружнє до дитини середовище, щоб заспокоїти її, забезпечити точнішу оцінку та запобігти додатковій психотравматизації через госпіталізацію. Перебування членів родини поруч із дитиною та залучення команди підтримки дитини (англ., child life team) сприяють реалізації принципів травмоорієнтованої допомоги. Під час спокійної тихої бесіди з дитиною слід запитати про наявність болю в животі та обережно оцінити тонус м'язів черевної стінки. Необхідно уникати глибокої болючої пальпації, оскільки вона може спричинити довільне напруження

м'язів (захисне напруження), що ускладнює інтерпретацію результатів. Як і в дорослих, огляд живота у непритомних дітей є ненадійним.

Багато немовлят і дітей раннього віку у стані стресу та плачу можуть заковтувати значну кількість повітря. **Якщо при огляді виявляється здуття верхніх відділів живота, під час етапу ресусцитації потрібно встановити орогастральний зонд для декомпресії шлунка.** Ця процедура є бажаною для проведення у немовлят або в дітей з підозрою на перелом основи черепа.

Декомпресія сечового міхура може полегшити оцінку живота, однак зазвичай її проводять лише у випадках, коли необхідний погодинний контроль діурезу.

ДОПОМІЖНІ ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ

До діагностичних допоміжних засобів для обстеження й оцінювання травми черевної порожнини належать комп'ютерна томографія (КТ), фокусована сонографічна оцінка при травмі (англ., focused assessment with sonography in trauma, FAST) і діагностичний перитонеальний лаваж (ДПЛ).

КОМП'ЮТЕРНА ТОМОГРАФІЯ

КТ дозволяє швидко і точно виявляти ушкодження. Її часто застосовують для обстеження живота у дітей, які зазнали тупої травми і є гемодинамічно стабільними або продемонстрували стійку відповідь на інфузійну чи трансфузійну терапію. КТ має бути доступною негайно і, за наявності показань, виконуватись на ранньому етапі лікування. Однак візуалізація не повинна затримувати остаточне лікування у нестабільних пацієнтів. КТ органів черевної порожнини зазвичай проводять із внутрішньовенним введенням контрастної речовини відповідно до місцевих протоколів. Пероральний контраст застосовується рідко і пов'язаний із додатковими ризиками.

Виявлення внутрішньочеревних ушкоджень за допомогою КТ у гемодинамічно стабільних дітей може дозволити хірургові обрати консервативну тактику лікування. Раннє залучення хірурга дає можливість визначити, чи потрібна операція і коли її розпочати. Лікарні, де не доступна хірургічна допомога і планується переведення травмованої дитини в

заклад вищого рівня, можуть виправдано не виконувати КТ перед транспортуванням.

КТ зазвичай виконується швидко; часто - без анестезії чи седації, навіть у дітей. **Якщо для запобігання рухам під час дослідження потрібна седація, дитину має супроводжувати фахівець, підготовлений до забезпечення прохідності дихальних шляхів та судинного доступу в дітей.**

КТ не позбавлена ризиків. Вважається, що опромінення при КТ у дітей може сприяти розвитку злоякісних новоутворень у майбутньому. Згідно з прогнозами, смертельні злоякісні пухлини можуть виникати приблизно в 1 з 1000 пацієнтів, яким виконували КТ в дитячому віці. Тому необхідність точної діагностики внутрішніх ушкоджень має ретельно зважуватися з ризиком віддалених онкологічних наслідків. Слід уникати КТ до переведення дитини до спеціалізованого закладу чи повторення процедури після переведення, за винятком цілковитої необхідності. Якщо КТ є необхідною, дозу опромінення слід знижувати до мінімально можливого рівня. Для цього рекомендовано проводити обстеження лише за медичними показаннями, тільки тоді, коли результат впливає на тактику лікування, сканувати виключно необхідну зону і використовувати найнижчу ефективну дозу опромінення. Розроблені клінічні настанови щодо визначення показань до КТ черевної порожнини довели свою ефективність у зменшенні кількості необґрунтованих досліджень.

ФОКУСОВАНА СОНОГРАФІЧНА ОЦІНКА ПРИ ТРАВМІ

Фокусована сонографічна оцінка при травмі (FAST) широко використовується як доповнення до клінічного огляду живота у травмованих дітей; перевагою методу є можливість повторювати його під час ресусцитації без променевого навантаження. Деякі дослідження показали, що за допомогою FAST у травмованих дітей можна визначити навіть невелику кількість крові у черевній порожнині, що рідко асоціюється зі значними травмами. Якщо ж інтраабдомінально візуалізується велика кількість крові, то, найімовірніше, у дитини є значна травма. Утім, навіть у таких пацієнтів рішення про негайне оперативне лікування

визначається не кількістю внутрішньоочеревинної крові, а гемодинамічними порушеннями й реакцією на лікування. На жаль, сонографія не може визначити ізолювані внутрішньопаренхіматозні ушкодження, які становлять майже третину травм паренхіматозних органів у дітей. Клінічно значущі травми черевної порожнини також можливі і без вільної рідини в очеревинній порожнині.

Отже, FAST не слід використовувати як єдиний діагностичний метод для виключення внутрішньочеревних ушкоджень. Якщо виявлено невелику кількість внутрішньочеревної рідини, і дитина залишається гемодинамічно стабільною, може бути показане виконання КТ. Як і в дорослих, основною роллю FAST є виявлення вільної рідини в черевній порожнині і малому тазу в гемодинамічно нестабільних дітей для визначення доцільності хірургічної ревізії черевної порожнини з метою контролю кровотечі.

ДІАГНОСТИЧНИЙ ПЕРИТОНЕАЛЬНИЙ ЛАВАЖ

Діагностичний перитонеальний лаваж у дітей проводиться вкрай рідко. Його можна виконати в поодиноких ситуаціях для виявлення тяжкої внутрішньочеревної кровотечі у гемодинамічно нестабільних дітей із неясною причиною стану, якщо їх неможливо безпечно доставити на комп'ютерну томографію, ультразвукове дослідження недоступне, а підтвердження наявності крові одразу визначатиме необхідність оперативного втручання. Виявлення крові при ДПЛ не є показанням до оперативного втручання у дитини зі стабільним загальним станом.

КОНСЕРВАТИВНЕ ЛІКУВАННЯ

У більшості травма-центрів, особливо тих, що мають достатні можливості для надання медичної допомоги дітям, для ведення ушкоджень паренхіматозних органів у гемодинамічно стабільних дітей обирають селективну консервативну тактику. Наявність рідини (крові) в очеревинній порожнині за даними КТ чи FAST, ступінь ушкодження або виявлення екстравазації контрасту - ознаки

«васкулярного рум'янцю» (англ., vascular blush) не обов'язково є показанням до лапаротомії. Кровотеча з ушкодженої селезінки, печінки чи нирки зазвичай має самообмежувальний характер. Отже, позитивний щодо наявності крові результат КТ або FAST сам по собі не є показанням до лапаротомії у дитини, яка є гемодинамічно стабільною - початково чи після ресусцитації. **Якщо гемодинаміку дитини не вдається нормалізувати, а діагностичне обстеження свідчить про кровотечу, що триває, - з метою її зупинки показане виконання лапаротомії.**

За умови консервативної тактики лікування дитина має перебувати під наглядом кваліфікованого хірурга в закладі, що має відділення інтенсивної терапії для дітей. В умовах обмежених ресурсів порогові показання до виконання діагностичної лапаротомії можуть відрізнитися.

Ангіоемболізація при ушкодженнях паренхіматозних органів у дітей може розглядатися як метод лікування, проте вона повинна виконуватися лише в центрах із досвідом проведення педіатричних інтервенційних процедур і за наявності негайного доступу до операційної. Рішення про її доцільність ухвалює хірург. На відміну від дорослих, наявність ознаки «васкулярного рум'янцю» на КТ у дітей є підставою для ангіоемболізації лише у разі гемодинамічної нестабільності або незупиненої кровотечі; ізольовано ця ознака не є показанням до проведення процедури.

Рішення про консервативне лікування підтверджених ушкоджень паренхіматозних органів приймає хірург, так само як і рішення про оперативне втручання. Тому за ведення таких пацієнтів відповідальність несе хірург.

ОКРЕМІ ТРАВМИ ВНУТРІШНІХ ОРГАНІВ

Деякі травми органів черевної порожнини частіше трапляються в дітей, ніж у дорослих. Ушкодження внаслідок зіткнення з кермом велосипеда, удару ліктем у праве підребер'я чи притискання ременем безпеки є досить поширеними й виникають, коли органи черевної порожнини стискаються між передньою черевною стінкою, по якій завдається удар, і хребтом. Такі типи травм також можуть бути наслідком жорстокого поводження з дітьми.

Подібно виникають і тупі травми підшлункової залози; тактика їх лікування залежить від ступеня ушкодження. Перфорація тонкої кишки в ділянці зв'язки Трейца або поблизу неї, а також ушкодження брижі та відрив тонкої кишки трапляються частіше в дітей, ніж у дорослих. Ці специфічні травми часто діагностують надто пізно через нечіткі ранні симптоми.

У дітей також частіше трапляється розрив сечового міхура, що зумовлено малою глибиною таза.

Діти, пристебнуті ременем безпеки лише в ділянці пояса, мають особливий ризик розриву кишківника, особливо якщо є відбитки ременя на передній черевній стінці чи згинально-дистракційний перелом (перелом Чанса) поперекового відділу хребта. Усі пацієнти з відповідним механізмом травми й описаними ознаками мають високу ймовірність ушкодження шлунково-кишкового тракту, поки не буде доведено протилежне. Розрив порожнистого органа потребує раннього оперативного втручання.

Проникаючі поранення промежини, або «сідлові» травми, можуть виникнути, якщо дитина впала характерним чином на виступ чи предмет, і призводять до внутрішньоочеревинних ушкоджень через близькість очеревини до промежини.

ТРАВМА ГОЛОВИ

Інформація, наведена в розд. 7 «Неврологічний дефіцит: оцінка неврологічного стану і надання допомоги», стосується й педіатричних хворих. Тут ми наголосимо на характеристиках, специфічних саме для дітей.

Більшість травм голови серед педіатричних пацієнтів виникає внаслідок ДТП, жорстокого поводження, аварій за участю велосипеда і падінь з висоти. Оскільки гіпотензія і гіпоксія, спричинені супутніми ушкодженнями, негативно впливають на прогноз при внутрішньочерепних ушкодженнях, нехтування алгоритмом xABCDE та недооцінка поєднаних ушкоджень може суттєво підвищити летальність. Як і в дорослих, сама по собі травма голови рідко зумовлює гіпотензію, тому причину такого стану слід активно з'ясувати.

Головний мозок дитини анатомічно відрізняється від мозку дорослого. Впродовж перших 6 місяців життя він подвоюється в

розмірах і досягає приблизно 80% об'єму мозку дорослої людини у віці до 2 років. Субарахноїдальний простір відносно менший, що забезпечує менший ступінь захисту. Мозковий кровообіг поступово зростає і до 5-річного віку досягає рівня, майже вдвічі вищого, ніж у дорослих, після чого зменшується. Підвищене кровопостачання головного мозку частково пояснює значну схильність дітей до церебральної гіпоксії та гіперкапнії.

ОЦІНКА СТАНУ

Діти й дорослі можуть по-різному реагувати на травму голови. Нижче наведено основні відмінності.

- **Результати лікування дітей із тяжкою ЧМТ загалом кращі, ніж у дорослих.** Утім, при однаковій тяжкості ушкодження, прогноз у дітей віком до 3 років гірший, ніж у старших. Діти особливо чутливі до наслідків вторинного ушкодження головного мозку, спричиненого гіповолемією, гіпоксією, судомами або гіпертермією. Поєднання гіповолемії та гіпоксії має руйнівний вплив на ушкоджений мозок, проте гіпотензія внаслідок гіповолемії є найсерйознішим ізольованим фактором ризику. Критично важливим є запобігання гіпоксії та швидке відновлення адекватного об'єму циркулюючої крові.
- Хоч і рідко, у немовлят може виникати гіпотензія після значної крововтрати в субапоневротичний, внутрішньошлуночковий або епідуральний простір через відкриті черепні шви і тім'ячка. У таких випадках лікування має бути спрямоване на відновлення відповідного об'єму крові.
- Немовлята з відкритими тім'ячками і мобільними черепними швами мають більшу толерантність до збільшення внутрішньочерепного об'єму внаслідок зростання патологічного утворення (гематоми) чи набряку головного мозку, й ознаки цих станів можуть залишатися прихованими до моменту раптової декомпенсації. Немовля, яке не перебуває в комі, але має вибухання тім'ячка або розходження черепних швів, слід розцінювати як таке, що зазнало тяжкої

травми; у таких випадках необхідна рання нейрохірургічна консультація.

- Блювання й амнезія часто спостерігаються після ЧМТ у дітей і не обов'язково свідчать про підвищення ВЧТ. Однак блювання, яке є постійним або поступово стає частішим, є тривожним симптомом і потребує проведення КТ голови.
- Судоми, що виникають невдовзі після травми голови, частіше трапляються у дітей і зазвичай мають самообмежувальний характер. Утім, будь-яка судомна активність потребує обстеження з виконанням КТ голови.
- У дітей рідше, ніж у дорослих, спостерігаються фокальні внутрішньочерепні об'ємні ушкодження, проте частіше розвивається підвищення ВЧТ внаслідок набряку головного мозку. Швидке відновлення нормального об'єму циркулюючої крові є вирішальним для підтримання церебрального перфузійного тиску. Якщо гіповолемію своєчасно не скоригувати, може виникати вторинне ушкодження мозку. Невідкладна КТ голови є критично важливою для виявлення дітей, які потребують негайного нейрохірургічного втручання.
- Шкала ком Глазго (ШКГ) є цінним інструментом для оцінювання стану дітей, однак для дітей віком до 4 років необхідно використовувати модифікований вербальний компонент (табл. 11-5).

Таблиця 11-5. Вербальний компонент ШКГ для дітей віком до 4 років. У дітей молодше 4 років вербальний компонент ШКГ має бути модифікований з урахуванням вікових особливостей мовної відповіді.

Вербальна відповідь	Оцінка
Адекватні слова або соціальна усмішка, фіксує погляд і стежить очима	5
Плаче, але заспокоюється	4
Стійка дратівливість	3
Збудженість, неспокій	2
Відсутня реакція	1

- Оскільки ВЧТ у дітей підвищується досить часто, рання нейрохірургічна консультація щодо його моніторингу необхідна дітям, які мають оцінку 8 і менше балів за ШКТ, моторну відповідь - 1 або 2 бали, множинні супутні ушкодження, що потребують значної рідинної ресусцитації або екстреного рятувального оперативного втручання на органах грудної/черевної порожнини, а також наявність на КТ головного мозку ознак крововиливу, набряку, а також транстенторіального або мозочкового вклинення. Контроль ВЧТ є необхідним для оптимізації церебрального перфузійного тиску.
- Лікарські засоби дозують відповідно до маси тіла дитини і рекомендацій нейрохірурга. Препарати, які часто застосовують у дітей із травмою голови, включають 3% гіпертонічний розчин натрію хлориду і манітол для зниження ВЧТ, а також леветирацетам і фенітоїн для лікування судом.

Існують критерії для визначення пацієнтів із низьким ризиком травми голови, шийного відділу хребта й органів черевної порожнини, які не потребують проведення КТ.

ЛІКУВАННЯ

Тактика ведення дітей із ЧМТ передбачає швидку оцінку й лікування за алгоритмом хABCDE, а також залучення нейрохірурга з самого початку ресусцитації. Надзвичайно важливими є адекватне обстеження і лікування ЧМТ з акцентом на профілактику вторинного ушкодження — гіпоксії та гіперперфузії. Рання ендотрахеальна інтубація із забезпеченням належної оксигенації та вентиляції допомагає запобігти прогресуванню ушкодження центральної нервової системи. Спроби пероральної інтубації трахеї в дитини з ЧМТ, яка чинить опір, можуть бути утрудненими і сприяти підвищенню ВЧТ. Зважаючи на співвідношення користі та ризику інтубації таких пацієнтів, фармакологічна седация і міорелаксация може полегшити виконання процедури.

Гіпертонічний розчин і манітол створюють гіперосмолярний стан і підвищують рівень натрію в головному мозку, що веде до зменшення набряку і тиску в порожнині черепа.

Додатковою їх перевагою є здатність покращувати мозковий кровообіг та пригнічувати запальну відповідь.

Як і в усіх травмованих пацієнтів, обов'язковою залишається постійна повторна оцінка всіх клінічних параметрів (див. також розд. 7 «Неврологічний дефіцит: оцінка неврологічного стану і надання допомоги»).

УШКОДЖЕННЯ СПИННОГО МОЗКУ

Інформація, наведена в розд. 7 «Неврологічний дефіцит: оцінка неврологічного стану і надання допомоги», стосується й педіатричних пацієнтів. У цьому розділі буде висвітлена інформація, характерна саме для ушкодження спинного мозку (УСМ) у дітей.

Ушкодження спинного мозку в дітей, на щастя, трапляється рідко — лише близько 5 % УСМ припадає на педіатричну вікову групу. У дітей віком до 10 років більшість цих травм спричиняють ДТП. У віковій групі 10–14 років ДТП і заняття спортом зумовлюють приблизно однакову кількість УСМ.

АНАТОМІЧНІ ВІДМІННОСТІ

Під час надання допомоги при ушкодженнях хребта в дітей необхідно враховувати такі анатомічні особливості:

- Міжкостисті зв'язки і суглобові капсули є більш еластичними;
- Тіла хребців клиноподібно звужені спереду і при згинанні схильні до зміщення вперед;
- Фасеткові суглоби є більш плоскими;
- Дитина має відносно велику голову порівняно із шиєю. Через це кутове навантаження є більшим, і точка опори шийного відділу хребта розміщена вище, що призводить до більшої кількості ушкоджень на рівні від потилиці до хребця С3;
- Епіфізарні пластинки не закриті, і ростові центри до кінця не сформовані;
- На верхню ділянку шиї діє відносно більше навантаження, ніж у дорослих.

РЕНТГЕНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

Діти зазнають УСМ без рентгенологічних аномалій частіше, ніж дорослі. У двох третин дітей із УСМ при візуалізації шийного відділу хребта може не бути видимих патологічних

відхиленнь. Тому, якщо є клінічна підозра, нормальна рентгенограма хребта не виключає серйозного УСМ. **У разі сумнівів щодо цілісності шийного відділу хребта варто припустити існування нестабільної травми, обмежити рухи хребта й отримати відповідну консультацію.**

Ще однією поширеною і характерною для дітей рентгенологічною знахідкою є псевдопідвивих, який часто ускладнює інтерпретацію рентгенограм шийного відділу хребта дитини. Приблизно 40 % дітей у віці до 7 років мають переднє зміщення С2 відносно С3, і у 20 % дітей у віці до 16 років теж спостерігається таке явище. Псевдопідвивих рідше трапляється в ділянці С3–С4. При дослідженні цих суглобів (маневри згинання і розгинання) можна побачити їх мобільність аж до 3 мм.

Якщо на оглядовій рентгенограмі шийного відділу хребта в бічній проекції видно підвивих, лікар повинен з'ясувати, чи це псевдопідвивих, чи істинна травма шийного відділу хребта. Псевдопідвивих шийних хребців стає більш вираженим під час згинання шийного відділу хребта, що відбувається, коли дитина лежить на спині на твердій поверхні. Щоб усунути цю рентгенографічну аномалію, треба розмістити голову дитини в нейтральному положенні, використавши підкладку товщиною 2,5 см, яку потрібно покласти під тулуб (від плечей до стегон, але не під голову), і повторити рентген. Справжній підвивих не зникне після цього маневру і потребуватиме подальшого оцінювання. Травми шийного відділу хребта зазвичай можна діагностувати на основі результатів неврологічного обстеження і шляхом виявлення набряку м'яких тканин, м'язового напруження чи східчастої деформації під час обережної пальпації задньої частини шийного відділу хребта.

Збільшення відстані між зубом осьового відростка (С2) і передньою дугою атланта (С1) спостерігається приблизно у 20 % дітей раннього віку. Часто на знімках виявляють проміжки між ними, ширші за норму, прийняту для дорослої людини.

Скелетні центри росту на рентгенограмах можуть імітувати переломи. Базиллярний одонтоїдний синхондроз має вигляд рентгенпрозорої ділянки в основі зубоподібного

відростка, особливо в дітей віком до 5 років. Апікальні епіфізи зубоподібного відростка виглядають на рентгенограмі як лінії розмежування і зазвичай спостерігаються у віці від 5 до 11 років. Центр росту остистого відростка може нагадувати перелом його верхівки.

Не варто використовувати КТ і МРТ дослідження як рутинні скринінгові методи для оцінювання шийного відділу хребта в дітей; початковим методом візуалізації має бути оглядова рентгенографія. Показаннями до виконання КТ або МРТ є неможливість повноцінно оцінити шийний відділ хребта за допомогою оглядової рентгенограми, уточнення патологічних змін, виявлених на рентгенограмах, наявність патологічних неврологічних симптомів при фізикальному огляді, а також оцінювання стану хребта в дітей із ЧМТ. Слід пам'ятати, що КТ може не виявляти ушкоджень зв'язкового апарату, які частіше трапляються в дітей.

УСМ у дітей лікують так само, як у дорослих. Варто якомога раніше отримати консультацію нейрохірурга.

М'ЯЗОВО-СКЕЛЕТНА ТРАВМА

Ушкодження опорно-рухового апарату є частою причиною звернення педіатричних пацієнтів за медичною допомогою — як ізольовано, так і в складі політравми. Першочергові завдання в лікуванні травми скелета в дітей такі самі, як і в дорослих. Водночас при обстеженні та лікуванні ортопедичної травми в дітей необхідно враховувати специфічні властивості дитячого скелета.

АНАМНЕЗ І ФІЗИКАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ

Анамнез і фізикальне обстеження є ключовими при оцінюванні травм опорно-рухової системи. У дітей молодшого віку рентгенологічна діагностика переломів і вивихів може бути утрудненою через недостатню мінералізацію епіфізів та наявність зон росту. Відомості про силу травми, механізм і час її виникнення полегшують інтерпретацію результатів клінічного огляду та рентгенограм. Застосування адекватної анальгезії сприяє якіснішому проведенню огляду і рентгенографії.

За наявності підозри на відкритий перелом необхідно швидко ввести антибіотики. Будь-які ознаки нервово-судинних порушень чи компартмент-синдрому є показанням до термінової консультації ортопеда або переведення дитини до закладу вищого рівня надання допомоги. Рентгенологічні ознаки переломів на різних стадіях загоєння мають насторожувати щодо можливого жорстокого поводження з дитиною, так само як і переломи нижніх кінцівок у дітей, які ще не вміють ходити.

КРОВОВТРАТА

Завдяки товстому окістю у дітей із переломами кісток таза значно рідше розвивається загрозна для життя внутрішньотазова кровотеча порівняно з дорослими. Водночас у дітей із переломом таза типу «відкритої книги» й ознаками шоку необхідно накласти тазовий бандаж, провести адекватну ресусцитацію та забезпечити транспортування до педіатричного травма-центру. На відміну від дорослих, закритий перелом стегнової кістки в дітей зазвичай не супроводжується крововтратою, достатньою для розвитку гемодинамічних порушень. **Тому нестабільність гемодинаміки за наявності припущення про ізольований перелом стегнової кістки повинна спонукати до пошуку інших джерел крововтрати, найчастіше розташованих у черевній порожнині.**

ОСОБЛИВОСТІ НЕЗРІЛОГО СКЕЛЕТА

Найсуттєвішою клінічною відмінністю дитячого скелета є наявність зон росту. Це ділянки хрящової тканини, розташовані близько до суглобової поверхні, які є основним місцем росту кістки та її найслабшою структурною ділянкою, а отже — найбільш вразливою до переломів. Переломи зон росту, які найкраще класифікувати за системою Сальтера-Гарріса (англ., Salter–Harris), потребують відповідного ведення і точної анатомічної репозиції з метою мінімізації ризику деформацій і порушення подальшого росту кістки. Компресійні ушкодження зони росту (тип V за Сальтером-Гаррісом), які часто складно розпізнати рентгенологічно, мають найгірший прогноз. Кістки в дітей є більш пористими й еластичними, ніж у дорослих, і

характеризуються товстим, метаболічно активнішим окістям.

Ці особливості зумовлюють швидше загоєння і вищий потенціал до ремоделювання, проте водночас формують специфічні типи переломів. Перелом типу «зеленої гілки» є неповним переломом, при якому ушкоджується кортикальний шар кістки з боку, протилежного до прикладеної сили; при цьому з боку удару кортикальний шар і окістя залишаються інтактними. Торусний перелом (лат., torus, англ., buckle - зминатись, прогинатись), який трапляється в малих дітей, супроводжується кутовою деформацією кістки внаслідок зминання кортикального шару і зазвичай не має чіткої рентгенологічної лінії перелому.

Пластична деформація виникає тоді, коли кістка зазнає стійкого викривлення, що перевищує межі її еластичного відновлення, і відповідає мікропереломам, невидимим на рентгенограмі. Надвиросткові переломи в ділянці ліктьового або колінного суглоба асоціюються з підвищеним ризиком судинних ушкоджень, розвитком компартмент-синдрому та ураженням зони росту. **Через більшу еластичність незрілих кісток таза навіть переломи з мінімальним їх зміщенням повинні насторожувати щодо високоенергетичного механізму травми. У такому випадку обов'язково потрібно виключити супутні ушкодження органів черевної порожнини або черепа.**

ПРИНЦИПИ ІММОБІЛІЗАЦІЇ ПЕРЕЛОМІВ

До проведення спеціалізованого ортопедичного лікування на кінцівку з переломом у дітей зазвичай достатньо накласти шину. Ушкодження кінцівок з ознаками порушення кровообігу потребує невідкладного ретельного обстеження з метою попередження негативних наслідків ішемії. Якщо термінова консультація ортопеда недоступна, допускають одну спробу закритої репозиції з метою відновлення кровотоку (після забезпечення адекватної анальгоседації) з подальшою іммобілізацією кінцівки і своєчасним транспортуванням до закладу вищого рівня надання допомоги. Вивихи кульшового суглоба потребують якомога швидшого вправлення для мінімізації ризику аваскулярного некрозу головки стегнової кістки, ризик якого суттєво зростає при затримці понад 6 годин. Репозицію

потрібно виконувати під належною садицею, щоб уникнути ненавмисного ушкодження зони росту під час процедури.

ЖОРСТОКЕ ПОВОДЖЕННЯ З ДІТЬМИ

Кожна дитина, яка має умисно завдані батьками чи опікунами ушкодження, вважається жертвою жорстокого поводження. Убивство є основною причиною умисної смерті на першому році життя. Рівень смертності серед дітей, які страждають від фізичного насильства, у шість разів вищий, ніж у дітей з неумисними травмами. Саме тому **детальний анамнез і ретельне обстеження дитини в разі підозри на жорстоке поводження з нею є ключовим моментом для запобігання можливій смерті, особливо в дітей, яким менше 2 років**. Лікар повинен запідозрити жорстоке поводження, якщо:

- Є невідповідність між анамнезом виникнення травми і ступенем її тяжкості — наприклад, мала дитина втрачає свідомість або отримує значні ушкодження внаслідок падіння з ліжка чи дивана; інший варіант - дитина з переломами нижніх кінцівок, хоча вона ще занадто мала, щоб ходити.
- Якщо між часом травми і зверненням за медичною допомогою пройшло багато часу.
- Анамнез свідчить про численні травми в минулому, які лікували в тих самих або різних медичних установах.
- Анамнез травмування змінюється або батьки/опікуни розповідають різні версії.
- Наявна практика звернення до різних лікарень чи лікарів.
- Батьки неадекватно реагують на поради лікарів — наприклад, залишають дитину без нагляду у ВЕМД.
- Механізм травми є неправдоподібним з огляду на стадію психомоторного розвитку дитини.

Під час ретельного фізикального обстеження можна виявити наступні ознаки, що свідчатимуть на користь жорстокого поводження і потребуватимуть поглибленого обстеження:

- Багато синців різного кольору (тобто на різних стадіях загоєння);

- Ознаки численних попередніх травм, зокрема старі рубці або загоєні переломи, видимі на рентгенограмах;
- Ушкодження ділянки навколо рота;
- Травми статевих органів або перианальної ділянки;
- Переломи довгих кісток у дітей віком до 3 років;
- Розриви внутрішніх органів за відсутності значної тупої травми в анамнезі;
- Множинні субдуральні гематоми, особливо за відсутності нещодавнього перелому черепа;
- Крововиливи в сітківку;
- Нетипові ушкодження, зокрема укуси, опіки від сигарет, сліди від мотузок;
- Опіки другого і третього ступеня із чіткими контурами;
- Переломи кісток черепа або ребер у дітей віком до 24 місяців.

У багатьох країнах згідно з законом лікарі зобов'язані повідомляти про випадки жорстокого поводження з дітьми у відповідні державні органи, навіть якщо таке поводження є тільки підозрою. Діти, з якими жорстоко поводяться, перебувають у зоні підвищеного ризику смертельних травм, тому доповідати про такі випадки критично важливо. Система захищає лікарів від юридичної відповідальності за виявлення підтверджених або навіть підозрілих випадків жорстокого поводження.

У різних країнах для цього наявні різні процедури, однак найчастіше їх виконують місцеві соціальні служби, служба охорони здоров'я чи відповідні державні органи. Повідомлення про факти жорстокого поводження з дітьми є надзвичайно відповідальним кроком, особливо коли взяти до уваги той факт, що 33% дітей, які померли внаслідок фізичного насильства у США і Великобританії, до цього також були жертвами знущання.

ПРОФІЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМУ

Найбільшою проблемою, пов'язаною з дитячим травматизмом, є передусім неспроможність належної профілактики. **До 80 % ушкоджень у дітей можна було б попередити шляхом впровадження простих стратегій профілактики в домашньому**

середовищі і громаді — серед населення, для якого довготривалі переваги успішної профілактики травматизації є очевидними. Профілактика дає змогу уникнути не лише соціальних і родинних негараздів, пов'язаних із дитячими травмами, а й забезпечує істотну економічну користь: на кожен долар, інвестований у профілактику травматизму, заощаджується чотири долари витрат на стаціонарне лікування.

КОМАНДНА РОБОТА

Надання допомоги дітям із тяжкими травмами пов'язане з багатьма викликами і потребує злагодженого командного підходу. В ідеалі травмовану дитину має лікувати педіатрична травматологічна команда, до складу якої входять дитячий травматолог, лікарі-педіатри різних спеціальностей, дитячі медичні сестри і допоміжний персонал.

Для впорядкованого надання медичної допомоги члени команди повинні чітко знати і виконувати конкретні завдання і функції під час ресусцитації.

Однак на практиці більшість травмованих дітей отримує початкову допомогу в закладах, де педіатричні спеціалізовані ресурси обмежені. **У таких випадках відповідальність за лікування дитини може брати на себе команда, яка зазвичай працює з дорослими травмованими пацієнтами.** Така команда має бути готова забезпечити:

- Лідера команди з досвідом ведення травмованих пацієнтів, обізнаного з локальними медичними ресурсами для надання допомоги дітям;
- Лікаря з навичками базового забезпечення прохідності дихальних шляхів;
- Доступ до спеціаліста з навичками розширеного забезпечення прохідності дихальних шляхів у дітей;
- Можливості для виконання судинного доступу дитині черезшкірним або внутрішньокістковим шляхом;
- Знання принципів рідинної ресусцитації в педіатрії;
- Наявність обладнання відповідних розмірів для різних вікових груп;
- Чіткий контроль дозування лікарських засобів (з розрахунку на масу тіла);

- Раннє залучення хірурга з досвідом лікування дітей, бажано спеціалізованого дитячого хірурга;
- Доступ до наявних педіатричних ресурсів (педіатр, сімейний лікар) для ведення супутніх захворювань чи особливих для дитячого віку станів;
- Залучення членів сім'ї дитини під час ресусцитації у ВЕМД і впродовж усього періоду перебування в стаціонарі;
- Проведення дебрифінгу після надання допомоги травмованій дитині. Члени команди та інші особи, присутні в кімнаті для ресусцитації, можуть зазнати значного емоційного навантаження у разі несприятливого результату. Зважаючи на це, команді повинен бути забезпечений доступ до відповідних ресурсів психологічної підтримки.

ПІДСУМКИ РОЗДІЛУ

- Діти мають характерні особливості, зокрема суттєві відмінності в анатомії, площі поверхні тіла, податливості грудної стінки і ступені зрілості скелета. Нормальні показники життєвих функцій істотно варіюють залежно від віку. Підхід хABCDE визначає алгоритм первинної оцінки й ведення дітей із тяжкими травмами. Раннє залучення хірурга загального профілю або дитячого хірурга, бажано з досвідом у травматології, є обов'язковим для належного лікування педіатричної травми.
- **Готовність до надання невідкладної допомоги дитині має вирішальне значення для запобігання невинуватій інвалідизації та смертності серед травмованих дітей, особливо щодо забезпечення прохідності дихальних шляхів — найважливішого модифікованого чинника ризику смерті при дитячій травмі.**
- Консервативне лікування травм внутрішніх органів черевної порожнини допускається лише під контролем хірургів у закладах, здатних оперативно реагувати на будь-які значущі зміни клінічного стану.
- Про жорстоке поводження з дитиною слід думати за наявності підозрілих даних

анамнезу або об'єктивного обстеження, зокрема при неправдоподібному механізмі травми, затримці звернення за медичною допомогою, частих попередніх ушкодженнях, травмах, що не відповідають рівню розвитку дитини, та ушкодженнях промежини.

- Більшість травм у дитячому віці можна попередити. Лікарі, які надають допомогу травмованим дітям, мають особливу відповідальність за впровадження ефективних профілактичних заходів у своїх закладах і громадах.

КЛЮЧОВІ МОМЕНТИ

- Травми є провідною причиною смерті й інвалідизації серед дітей, що підкреслює важливість належної готовності до надання невідкладної допомоги дітям в усіх ВЕМД і травма-центрах.
- Розуміння найпоширеніших причин дитячого травматизму, таких як ДТП, падіння і жорстоке поводження, сприяє кращому розпізнаванню характерних типів ушкоджень.
- Під час оцінки та лікування педіатричної травми необхідно обов'язково враховувати унікальні анатомічні та фізіологічні особливості дітей.
- На відміну від дорослих, найчастішою попереджуваною причиною смерті у травмованих дітей є недостатня оксигенація і вентиляція.
- Тахікардія і порушення перфузії шкіри часто є найважливішими ранніми ознаками гіповолемії та потреби дитини у своєчасному початку рідинної ресусцитації.
- За будь-яких сумнівів щодо цілісності шийного відділу хребта необхідно припустити наявність нестабільної травми, обмежити рухи хребта й отримати відповідну консультацію.
- Вкрай важливо своєчасно розпізнавати потенційні випадки жорстокого поводження з дітьми та усвідомлювати юридичні й етичні обов'язки щодо повідомлення про підозру на насильство.
- До 80 % дитячих травм можна попередити шляхом впровадження простих профілактичних заходів у сім'ї та громаді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. American College of Surgeons Committee on Trauma; American College of Emergency Physicians; National Association of EMS Physicians; Pediatric Equipment Guidelines Committee-Emergency Medical Services for Children (EMSC) Partnership for Children Stakeholder Group; American Academy of Pediatrics. Policy statement--Equipment for ambulances. *Pediatrics*. 2009;124(1):e166-e171. doi:10.1542/peds.2009-1094.
2. American College of Surgeons Committee on Trauma; American College of Emergency Physicians Pediatric Emergency Medicine Committee; National Association of Ems Physicians; American Academy of Pediatrics Committee on Pediatric Emergency Medicine, Fallat ME. Withholding or termination of resuscitation in pediatric out-of-hospital traumatic cardiopulmonary arrest. *Pediatrics*. 2014;133(4):e1104-e1116. doi:10.1542/peds.2014-0176.
3. Berg MD, Schexnayder SM, Chameides L, et al. Part 13: Pediatric basic life support: 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*. 2010;122(18 Suppl 3):S862-S875.
4. Brain Trauma Foundation; American Association of Neurological Surgeons; Congress of Neurological Surgeons; Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. II. Hyperosmolar therapy [published correction appears in *J Neurotrauma*. 2008 Mar;25(3):276-8. multiple author names added]. *J Neurotrauma*. 2007;24 Suppl 1:S14-S20. doi:10.1089/neu.2007.9994.
5. Brain Trauma Foundation; American Association of Neurological Surgeons; Congress of Neurological Surgeons; Joint Section on Neurotrauma and Critical Care, AANS/CNS. *Pediatrics*. 2009;124(1):e166-e171.
6. Kochanek PM, Carney N, Adelson PD, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents—second edition. *Pediatr Crit Care Med*. 2012;13 Suppl 1:S1-82.
7. Capizzani AR, Drongowski R, Ehrlich PF. Assessment of termination of trauma resuscitation guidelines: Are children small adults? *J Pediatr Surg*. 2010;45(5):903-907.
8. Carcillo JA. Intravenous fluid choices in critically ill children. *Curr Opin Crit Care*. 2014;20(4):396-401.
9. Carney NA, Chestnut R, Kochanek PM, et al. Guidelines for the acute medical management of

- severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. *J Trauma*. 2003;54:S235–S310;54(6 Suppl):S235–310. doi: 10.1007/s00068-003-1288-2. PMID: 12870403.
10. Centers for Disease Control and Prevention. CDC WISQARS. <https://www.cdc.gov/injury/wisqars/index.html>.
 11. Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR, et al. The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury. *J Trauma*. 1993;34(2):216–222.
 12. Chidester SJ, Williams N, Wang W, Groner JI. A pediatric massive transfusion protocol. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012;73(5):1273–1277.
 13. Chwals WJ, Robinson AV, Sivit CJ, Alaedeen D, Fitzenrider E, Cizmar L. Computed tomography before transfer to a level I pediatric trauma center risks duplication with associated radiation exposure. *J Pediatr Surg*. 2008;43(12):2268–2272.
 14. Clements RS, Steel AG, Bates AT, Mackenzie R. Cuffed endotracheal tube use in paediatric prehospital intubation: Challenging the doctrine? *Emerg Med J*. 2007;24(1):57–58.
 15. Cloutier DR, Baird TB, Gormley P, McCarten KM, Bussey JG, Luks FI. Pediatric splenic injuries with a contrast blush: Successful nonoperative management without angiography and embolization. *J Pediatr Surg*. 2004;39(6):969–971.
 16. Cook SH, Fielding JR, Phillips JD. Repeat abdominal computed tomography scans after pediatric blunt abdominal trauma: Missed injuries, extra costs, and unnecessary radiation exposure. *J Pediatr Surg*. 2010;45(10):2019–2024.
 17. Cooper A, Barlow B, DiScala C, String D. Mortality and truncal injury: The pediatric perspective. *J Pediatr Surg*. 1994;29(1):33–38.
 18. Sacchetti A, Jaffe D, Melse-D’Hospitla I, Walker E. Vital Signs and Trauma Mortality: The Pediatric Perspective. *Emergency Care* 16(1):p 66, February 2000.
 19. Cooper A, Barlow B, DiScala C. Vital signs and trauma mortality: The pediatric perspective. *Pediatric Emergency Care*. 2000;16(1):66.
 20. Corbett SW, Andrews HG, Baker EM, Jones WG. ED evaluation of the pediatric trauma patient by ultrasonography. *Am J Emerg Med*. 2000;18(3):244–249.
 21. Davies DA, Ein SH, Pearl R, et al. What is the significance of contrast “blush” in pediatric blunt splenic trauma? *J Pediatr Surg*. 2010;45(5):916–920.
 22. Dehmer JJ, Adamson WT. Massive transfusion and blood product use in the pediatric trauma patient. *Semin Pediatr Surg*. 2010;19(4):286–291.
 23. DiScala C, Sege R, Li G, Reece RM. Child abuse and unintentional injuries: A 10-year retrospective. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2000;154(1):16–22.
 24. Dressler AM, Finck CM, Carroll CL, Bonanni CC, Spinella PC. Use of a massive transfusion protocol with hemostatic resuscitation for severe intraoperative bleeding in a child. *J Pediatr Surg*. 2010;45(7):1530–1533.
 25. Emery KH, McAneney CM, Racadio JM, Johnson ND, Evora DK, Garcia VF. Absent peritoneal fluid on screening trauma ultrasonography in children: A prospective comparison with computed tomography. *J Pediatr Surg*. 2001;36(4):565–569.
 26. Estroff JM, Foglia RP, Fuchs JR. A comparison of accidental and nonaccidental trauma: It is worse than you think. *J Emerg Med*. 2015;48(3):274–279.
 27. Fastle RK, Roback MG. Pediatric rapid sequence intubation: Incidence of reflex bradycardia and effects of pretreatment with atropine. *Pediatr Emerg Care*. 2004;20(10):651–655.
 28. Glass NE, Salvi A, Wei R, et al. Association of transport time, proximity, and emergency department pediatric readiness with pediatric survival at US trauma centers. *JAMA Surg*. 2023;158(10):1078–1087. doi: 10.1001/jamasurg.2023.3344.
 29. Global Burden of Diseases Pediatric Collaboration. Global and national burden of diseases and injuries among children and adolescents between 1990 and 2013: Findings from the Global Burden of Disease 2013 study. *JAMA Pediatr*. 2016;170(3):267–287.
 30. Hannan EL, Farrell LS, Meaker PS, Cooper A. Predicting inpatient mortality for pediatric trauma patients with blunt injuries: A better alternative. *J Pediatr Surg*. 2000;35(2):155–159.
 31. Haricharan RN, Griffin RL, Barnhart DC, Harmon CM, McGwin G. Injury patterns among obese children involved in motor vehicle collisions. *J Pediatr Surg*. 2009;44(6):1218–1222.
 32. Harris BH, Schwaitzberg SD, Seman TM, Herrmann C. The hidden morbidity of pediatric trauma. *J Pediatr Surg*. 1989;24(1):103–105; discussion 105–106.
 33. Harvey A, Towner E, Peden M, Soori H, Bartolomeos K. Injury prevention and the attainment of child and adolescent health. *Bull World Health Organ*. 2009;87(5):390–394.
 34. Hendrickson JE, Shaz BH, Pereira G, et al. Coagulopathy is prevalent and associated with adverse outcomes in transfused pediatric trauma patients. *J Pediatr*. 2012;160(2):204–209.e3.
 35. Hendrickson JE, Shaz BH, Pereira G, et al. Implementation of a pediatric trauma massive transfusion protocol: One institution’s experience. *Transfusion*. 2012;52(6):1228–1236.
 36. Herzenberg JE, Hensinger RN, Dedrick DE, Phillips WA. Emergency transport and positioning of young children who have an injury of the cervical

- spine. The standard backboard may be hazardous. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71(1):15–22.
37. Holmes JF, Brant WE, Bond WF, Sokolove PE, Kuppermann N. Emergency department ultrasonography in the evaluation of hypotensive and normotensive children with blunt abdominal trauma. *J Pediatr Surg.* 2001;36(7):968–973.
 38. Holmes JF, Gladman A, Chang CH. Performance of abdominal ultrasonography in pediatric blunt trauma patients: A meta-analysis. *J Pediatr Surg.* 2007;42(9):1588–1594.
 39. Holmes JF, Lillis K, Monroe D, et al. Identifying children at very low risk of clinically important blunt abdominal injuries. *Ann Emerg Med.* 2013;62(2):107–116.e2. doi:10.1016/j.annemergmed.2012.11.009.
 40. Holmes JF, London KL, Brant WE, Kuppermann N. Isolated intraperitoneal fluid on abdominal computed tomography in children with blunt trauma. *Acad Emerg Med.* 2000;7(4):335–341.
 41. Kassam-Adams N, Marsac ML, Hildenbrand A, Winston F. Posttraumatic stress following pediatric injury: Update on diagnosis, risk factors, and intervention. *JAMA Pediatr.* 2013;167(12):1158–1165.
 42. Kharbanda AB, Flood A, Blumberg K, Kreykes NS. Analysis of radiation exposure among pediatric patients at national trauma centers. *J Trauma Acute Care Surg.* 2013;74(3):907–911.
 43. Kuppermann N, Holmes JF, Dayan PS, et al. Identification of children at very low risk of clinically-important brain injuries after head trauma: A prospective cohort study. *Lancet.* 2009;374(9696):1160–1170.
 44. Lee KH, Lee S, Park JH, Lee SS. Risk of hematologic malignant neoplasms from abdominopelvic computed tomographic radiation in patients who underwent appendectomy. *JAMA Surg.* 2021;156(4):343–351. DOI: 10.1001/jamasurg.2020.6357.
 45. Lee LK, Douglas K, Hemenway D. Crossing Lines—A Change in the leading cause of death among US children. *N Engl J Med.* 2022;386(16):1485–1487. doi: 10.1056/NEJMp2200169.
 46. Leonard JC, Kuppermann N, Olsen C, et al. Factors associated with cervical spine injury in children after blunt trauma. *Ann Emerg Med.* 2011;58(2):145–155.
 47. Leonhard G, Overhoff D, Wessel L, et al. Determining optimal needle size for decompression of tension pneumothorax in children—A CT-based study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2019;27(1):90. DOI: 10.1186/s13049-019-0671-x. PMID: 31604472; PMCID: PMC6788035.
 48. Lutz N, Nance ML, Kallan MJ, Arbogast KB, Durbin DR, Winston FK. Incidence and clinical significance of abdominal wall bruising in restrained children involved in motor vehicle crashes. *J Pediatr Surg.* 2004;39(6):972–975.
 49. Mahdi E, Toscano N, Pierson L, et al. Sustaining the gains: Reducing unnecessary computed tomography scans in pediatric trauma patients. *J Pediatr Surg.* 2023;58(1):111–117. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2022.09.027.
 50. McAuliffe G, Bissonnette B, Boutin C. Should the routine use of atropine before succinylcholine in children be reconsidered? *Can J Anaesth.* 1995;42(8):724–729.
 51. McVay MR, Kokoska ER, Jackson RJ, Smith SD. Throwing out the “grade” book: Management of isolated spleen and liver injury based on hemodynamic status. *J Pediatr Surg.* 2008;43(6):1072–1076.
 52. Melhado C, Remick K, Miskovic A, et al. The Association Between Pediatric Readiness and Mortality for Injured Children Treated at US Trauma Centers. *Ann Surg.* 2024;280(6):e26–e33. doi:10.1097/SLA.0000000000006126..
 53. Murphy JT, Jaiswal K, Sabella J, Vinson L, Megison S, Maxson RT. Prehospital cardiopulmonary resuscitation in the pediatric trauma patient. *J Pediatr Surg.* 2010;45(7):1413–1419.
 54. National Safety Council. *Injury Facts.* Itasca, IL: National Safety Council; 2016.
 55. Neal MD, Sippey M, Gaines BA, Hackam DJ. Presence of pneumomediastinum after blunt trauma in children: What does it really mean? *J Pediatr Surg.* 2009;44(7):1322–1327.
 56. Neff NP, Cannon JW, Morrison JJ, et al. Clearly defining pediatric mass transfusion: Cutting through the fog and friction using combat data. *J Trauma Acute Care Surg.* 2015;78:22–29.
 57. Paddock HN, Tepas JJ III, Ramenofsky ML, Vane DW, DiScala C. Management of blunt pediatric hepatic and splenic injury: Similar process, different outcome. *Am Surg.* 2004;70(12):1068–1072.
 58. Palusci VJ, Covington TM. Child maltreatment deaths in the U.S. National Child Death Review Case Reporting System. *Child Abuse Negl.* 2014;38(1):25–36.
 59. Paris C, Brindamour M, Ouimet A, St-Vil D. Predictive indicators for bowel injury in pediatric patients who present with a positive seat belt sign after motor vehicle collision. *J Pediatr Surg.* 2010;45(5):921–924.
 60. Patel JC, Tepas JJ III. The efficacy of focused abdominal sonography for trauma (FAST) as a screening tool in the assessment of injured children. *J Pediatr Surg.* 1999;34(1):44–47.
 61. Patregnani JT, Borgman MA, Maegele M, Wade CE, Blackburne LH, Spinella PC. Coagulopathy and shock on admission is associated with

- mortality for children with traumatic injuries at combat support hospitals. *Pediatr Crit Care Med*. 2012;13(3):273–277.
62. Pershad J, Gilmore B. Serial bedside emergency ultrasound in a case of pediatric blunt abdominal trauma with severe abdominal pain. *Pediatr Emerg Care*. 2000;16(5):375–376.
 63. Pieretti-Vanmarcke R, Vehmahos GC, Nance ML, et al. Clinical clearance of the cervical spine in blunt trauma patients younger than 3 years: A multi-center study of the American Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma*. 2009;67(3):543–549; discussion 549–550.
 64. Pigula FA, Wald SL, Shackford SR, Vane DW. The effect of hypotension and hypoxia on children with severe head injuries. *J Pediatr Surg*. 1993;28(3):310–314; discussion 315–316.
 65. Pressley JC, Barlow B, Durkin M, Jacko SA, Dominguez DR, Johnson L. A national program for injury prevention in children and adolescents: The Injury Free Coalition for Kids. *J Urban Health*. 2005;82(3):389–402.
 66. Putnam-Hornstein E. Report of maltreatment as a risk factor for injury death: A prospective birth cohort study. *Child Maltreat*. 2011;16(3):163–174.
 67. Rana AR, Drongowski R, Breckner G, Ehrlich PF. Traumatic cervical spine injuries: Characteristics of missed injuries. *J Pediatr Surg*. 2009;44(1):151–155.
 68. Retzlaff T, Hirsch W, Till H, Rolle U. Is sonography reliable for the diagnosis of pediatric blunt abdominal trauma? *J Pediatr Surg*. 2010;45(5):912–915.
 69. Rice HE, Frush DP, Farmer D, Waldhausen JH, APSA Education Committee. Review of radiation risks from computed tomography: Essentials for the pediatric surgeon. *J Pediatr Surg*. 2007;42(4):603–607.
 70. Rogers CG, Knight V, MacUra KJ, Ziegfeld S, Paidas CN, Mathews RI. High-grade renal injuries in children— Is conservative management possible? *Urology*. 2004;64(3):574–579.
 71. Rothrock SG, Pagane J. Pediatric rapid sequence intubation incidence of reflex bradycardia and effects of pretreatment with atropine. *Pediatr Emerg Care*. 2005;21(9):637–638.
 72. Sasser SM, Hunt RC, Faul M, et al. Guidelines for field triage of injured patients: Recommendations of the National Expert Panel on Field Triage. *Morb Mortal Wkly Rep*. 2012;61(1):1–21.
 73. Scaife ER, Rollins MD, Barnhart DC, et al. The role of focused abdominal sonography for trauma (FAST) in pediatric trauma evaluation. *J Pediatr Surg*. 2013;48(6):1377–1383.
 74. Schweitzberg SD, Bergman KS, Harris BH. A pediatric trauma model of continuous hemorrhage. *J Pediatr Surg*. 1988;23(7):605–609.
 75. Soudack M, Epelman M, Maor R, et al. Experience with focused abdominal sonography for trauma (FAST) in 313 pediatric patients. *J Clin Ultrasound*. 2004;32(2):53–61.
 76. Soundappan SV, Holland AJ, Cass DT, Lam A. Diagnostic accuracy of surgeon-performed focused abdominal sonography (FAST) in blunt paediatric trauma. *Injury*. 2005;36(8):970–975.
 77. Stylianos S. Compliance with evidence-based guidelines in children with isolated spleen or liver injury: A prospective study. *J Pediatr Surg*. 2002;37(3):453–456.
 78. Tepas JJ III, DiScala C, Ramenofsky ML, Barlow B. Mortality and head injury: The pediatric perspective. *J Pediatr Surg*. 1990;25(1):92–95; discussion 96.
 79. Tepas JJ III, Ramenofsky ML, Mollitt DL, Gans BM, DiScala C. The Pediatric Trauma Score as a predictor of injury severity: An objective assessment. *J Trauma*. 1988;28(4):425–429.
 80. Tollefsen WW, Chapman J, Frakes M, Gallagher M, Shear M, Thomas SH. Endotracheal tube cuff pressures in pediatric patients intubated before aeromedical transport. *Pediatr Emerg Care*. 2010;26(5):361–363.
 81. Tourtier JP, Auroy Y, Borne M, Sauvageon X, Diraison Y. Focused assessment with sonography in trauma as a triage tool. *J Pediatr Surg*. 2010;45(4):849; author reply 849.
 82. Van der Sluis CK, Kingma J, Eisma WH, ten Duis HJ. Pediatric polytrauma: Short-term and long-term outcomes. *J Trauma*. 1997;43(3):501–506.
 83. Weiss M, Dullenkopf A, Fischer JE, Keller C, Gerber AC, European Paediatric Endotracheal Intubation Study Group. Prospective randomized controlled multi-centre trial of cuffed or uncuffed endotracheal tubes in small children. *Br J Anaesth*. 2009;103(6):867–873.
 84. Williams RF, Grewal H, Jamshidi R, et al. Updated APSA guidelines for the management of blunt liver and spleen injuries. *J Pediatr Surg*. 2023;58(8):1411–1418. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2023.03.012.
 85. Morgan RW, Reeder RW, Bender D, et al. Associations between end-tidal carbon dioxide during pediatric cardiopulmonary resuscitation, cardiopulmonary resuscitation quality, and survival. *Circulation*. 2024;149(5):367–378.
 86. Notrica DM. Pediatric blunt abdominal trauma: Current management. *Curr Opin Crit Care*. 2015;21(6):531–537.
 87. Naiditch JA, Notrica DM, Sayrs LW, et al. The use and timing of angioembolization in pediatric blunt liver and spleen injury. *J Trauma Acute Care Surg*. 2024;96(6):915–920.