

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «ДЕРЖАВНИЙ ЕКСПЕРТНИЙ ЦЕНТР
МІНІСТЕРСТВА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ»

**СЕРЦЕВО-ЛЕГЕНЕВА РЕАНІМАЦІЯ
НА ГОСПІТАЛЬНОМУ ЕТАПІ У ДІТЕЙ**

КЛІНІЧНА НАСТАНОВА, ЗАСНОВАНА НА ДОКАЗАХ

Зміст

ПЕРЕДМОВА МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНОЇ РОБОЧОЇ ГРУПИ. СИНТЕЗ НАСТАНОВИ	10
ВСТУП І СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ	12
КОРОТКА НАСТАНОВА З КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ	15
Розпізнавання та ведення критично хворих дітей	15
Оцінка тяжкохворої або травмованої дитини	15
Ведення тяжкохворої або травмованої дитини	16
Лікування дихальної недостатності: загальний підхід	19
Лікування астматичного статусу	22
Лікування анафілаксії	23
Лікування недостатності кровообігу [C]	1
Лікування «неврологічних» та інших невідкладних станів [D] [E]	5
Епілептичний статус	5
Гіпоглікемія	6
Гіпокаліємія	7
Гіперкаліємія	7
Гіпертермія	8
Послідовність дій в PBLIS	8
Рятувальники, пройшли підготовку лише BLS для дорослих	10
Непідготовлені непрофесійні рятувальники	10
Використання автоматичного зовнішнього дефібрилятора (АЗД)	10
PBLIS при травматичній зупинці серця (ТЗС)	11
Стабільне бокове положення	12
Обструкція ДШ стороннім тілом у дітей (ОДШСТ)	13
РОЗШИРЕНА ПЕДІАТРИЧНА СЛР	14
Послідовність дій в PALS (Pediatric Advanced Life Support)	14
Дефібриляція при проведенні розширених реанімаційних заходів у дітей	17
Оксигенація та вентиляція під час проведення педіатричної ALS	18
Вимірювані параметри під час СЛР	18
Особливі ситуації - потенційно зворотні причини зупинки кровообігу	19
Травматична зупинка серця (ТЗС)	20
Зупинка кровообігу на фоні гіпотермії	20
Екстракорпоральна підтримка життєдіяльності	20
Післяреанімаційне лікування та догляд	21
ДОКАЗОВА БАЗА РЕКОМЕНДАЦІЙ	25

Епідеміологія зупинки серця у дітей	25
Ознаки дихальної недостатності — ознаки недостатності кровообігу	26
Частота дихання, пульс, артеріальний тиск	27
Пульсоксиметрія	27
Неінвазивна ETCO ₂ /капнографія на видиху	27
Сироватковий лактат	28
Насичення центральної венозної крові киснем (ScvO ₂)	28
Ознаки неврологічних порушень	28
Рівень свідомості	29
Інсульт	29
Менінгіт/енцефаліт	29
Педіатричні шкали раннього виявлення та групи швидкого реагування	29
Приліжкове ультразвукове дослідження (POCUS) у дітей в критичному стані	30
Приліжкове ультразвукове дослідження легень	30
POCUS при недостатності кровообігу	30
Розширений FAST протокол (E-FAST) при дитячій травмі	31
Командна робота	31
Застосунки для розрахунку та правила розрахунку ліків	34
Менеджмент ДШ у критичних пацієнтів дитячого віку	34
Використання ETCO ₂ під час інтубації	36
Прийом натискання на перснеподібний хрящ для інтубації	36
Відеоларингоскопія	36
Використання ендотрахеальних трубок (ETT) з манжетами	37
Використання оксигенотерапії в лікуванні тяжкохворих або поранених дітей з травмою	37
Неінвазивна вентиляція та високопотоківі назальні канюлі (HFNC)	38
ШВЛ	39
Інфузійна терапія при циркуляторній недостатності	39
Імовірний септичний шок (СШ)	40
Кардіогенний шок	42
Гіповолемічний негеморагічний шок	42
Геморагічний шок	42
Опікова травма	43
Судинний доступ	43
Менеджмент шоку в педіатрії	44
Терміни призначення антибіотиків при сепсисі	45
Вазоактивні/інотропні препарати	45
Вазоактивні/інотропні препарати при дистрибутивному шоку	45

Вазоактивні/інотропні засоби при кардіогенному шоку	46
Вазоактивні/інотропні препарати при гіповолемічному шоку	46
Транексамова кислота (ТхА)	47
ТхА при травматичній кровотечі	47
ТхА при нетравматичній кровотечі	47
Кортикостероїди та шок	48
Астматичний статус у дітей	48
Анафілаксія	49
Важкі інтоксикації	50
Обструктивний шок	50
Атропін або електростимуляція при нестабільній брадикардії	51
Нестабільна тахікардія	52
Гіпокаліємія	52
Гіперкаліємія	53
Гіпоглікемія	54
Гіпертермія	54
Епілептичний статус	55
Розпізнавання зупинки серця – послідовність PBLIS – циклічність – проведення СЛР очевидцями	56
BLS при травматичній зупинці серця	58
Перевірка пульсу	59
Компресії грудної клітки: частота, глибина і повернення грудної стінки до вихідного положення	60
Компресії грудної клітки: метод	61
Використання автоматичного зовнішнього дефібрилятора [АЗД] при СЛР дитини	62
Стабільне положення	63
Обструкція дихальних шляхів стороннім тілом [ОДШТ]	64
Компресія грудної клітки у дітей без зупинки серця	65
Класичні проти самоклеючих електродів для дефібриляції	65
Комплекс розрядів	66
Доза і час дефібриляції	66
Зупинка серця при гіпотермії	67
FіO ₂ під час СЛР	68
Забезпечення прохідності дихальних шляхів під час ALS	68
Стратегії вентиляції під час ALS	68
Адреналін під час ALS	70
Використання аміодарону або лідокаїну під час ALS	70

Атропін під час ALS	71
Магній	71
Кальцій	71
Бікарбонат	71
Параметри моніторингу під час зупинки серця при проведенні СЛР	71
ETCO₂	71
Артеріальний тиск (АТ)	72
Приліжкове УЗД (POCUS)	72
Параінфрачервона спектроскопія - Near-InfraRed Spectroscopy (NIRS)	72
Лактат або калій	73
Потенційно зворотні причини зупинки серця у дітей: 4Г4Т	73
Зупинка серця у дітей з сепсисом	73
Травматична зупинка серця	74
Легенева гіпертензія (ЛГ)	75
Екстракорпоральна СЛР - eСЛР	75
Ведення пацієнтів після ВСК	75
Перелік літератури	1
ДОДАТКИ	1

Склад мультидисциплінарної робочої групи з опрацювання клінічної настанови

Дубров Сергій Олександрович	перший заступник Міністра охорони здоров'я України, голова робочої групи з клінічних питань;
Висоцький Андрій Дмитрович	завідувач відділення анестезіології та інтенсивної терапії з ліжками екстракорпоральної терапії та виїзною бригадою Національної дитячої спеціалізованої лікарні «ОХМАТДИТ» Міністерства охорони здоров'я України;
Георгіянци Маріне Акопівна	професор кафедри анестезіології, інтенсивної терапії та дитячої анестезіології Харківського національного медичного університету;
Денисюк Максим Володимирович	асистент кафедри анестезіології та інтенсивної терапії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця;
Жежера Роман Володимирович	лікар-хірург відділення ургентної хірургії Національної дитячої спеціалізованої лікарні «ОХМАТДИТ» Міністерства охорони здоров'я України;
Котляр Альона Олексіївна	лікар медицини невідкладних станів відділення № 12 комунального некомерційного підприємства «Центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф м. Києва» (за згодою);
Кривонос Юрій Миколайович	асистент кафедри педіатрії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця;
Матолінець Наталія Василівна	заступник медичного директора з анестезіологічної роботи комунального некомерційного підприємства «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова» (за згодою);
Пархоменко Олександр Миколайович	завідувач відділу реанімації та інтенсивної терапії державної установи «Національний науковий центр «Інститут кардіології, клінічної та регенеративної медицини імені академіка М.Д. Стражеска Національної академії медичних наук України» (за згодою);

Самчук Олег Олегович генеральний директор комунального некомерційного підприємства «Перше територіальне медичне об'єднання м. Львова» (за згодою);

Усенко Людмила Василівна професор кафедри анестезіології та інтенсивної терапії Дніпровського державного медичного університету;

Царьов Олександр Володимирович професор кафедри анестезіології та інтенсивної терапії Дніпровського державного медичного університету;

Чернишук Сергій Сергійович медичний директор Національної дитячої спеціалізованої лікарні «ОХМАТДИТ» Міністерства охорони здоров'я України;

Методологічний супровід та інформаційне забезпечення

Гуленко Оксана Іванівна начальник відділу стандартизації медичної допомоги державного підприємства «Державний експертний центр Міністерства охорони здоров'я України»

Шилкіна Олена Олександрівна заступник начальника відділу стандартизації медичної допомоги державного підприємства «Державний експертний центр Міністерства охорони здоров'я України»

Електронну версію документа можна завантажити з Реєстру медико-технологічних документів зі стандартизації медичної допомоги, що розміщений на сайті Державного експертного центру МОЗ України (<https://www.dec.gov.ua/mtd/home/>).

Державний експертний центр Міністерства охорони здоров'я України є членом Guidelines International Network

(Міжнародна мережа настанов)



Рецензенти

Постернак Геннадій Іванович професор кафедри хірургії, анестезіології та інтенсивної терапії інституту післядипломної освіти Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця, д.мед.н., професор

Власов Олексій генеральний директор Комунального підприємства
Олександрович «Регіональний медичний центр родинного здоров'я»
Дніпропетровської обласної ради», д.мед.н, професор

Перегляд клінічної настанови заплановано на 2029 рік

Перелік умовних позначень та скорочень

Укр	Англ	
АЗД		автоматичний зовнішній дефібрилятор
в/в		внутрішньовенно
в/к		внутрішньокістково
в/м		внутрішньом'язово
ВГЗК		внутрішньогоспітальна зупинка кровообігу
ВСК		відновлення спонтанного кровообігу
ГЕБ		гемато-енцефалічний бар'єр
ДН		дихальна недостатність
ДО		дихальних об'єм
ДП		техніка компресій двома пальцями
ДШ		дихальні шляхи
ЕЕГ		електроенцефалографія
ЕКГ		електрокардіографія
ЕКМО		екстракорпоральна мембранна оксигенація
еСЛР		екстракорпоральна СЛР
ЕТТ		ендотратрахеальна (інтубаційна) трубка
ІТ		інтубація трахеї
КДБА		короткої дії бета-агоніст
КТ		комп'ютерна томографія
ЗІЗ		засоби індивідуального захисту
ЗОЗ		заклад охорони здоров'я
ОДШСТ		обструкція дихальних шляхів стороннім тілом
ОДВП		техніка охоплення двома великими пальцями
ПГЗК		позагоспітальна зупинка кровообігу
ПЗП		передньо-заднє положення
ПЗР		передньо-задній розмір
ПЛП		передньо-латеральне положення
ПТКВ		позитивний тиск наприкінці видиху
ПШВ		пікова швидкість видиху
РКД		рандомізовані контрольовані дослідження
САТ		середній артеріальний тиск
сАТ		систоличний АТ

СВ		серцевий викид
СВТ		суправентрикулярна тахікардія
СЛР		серцево-легенева реанімація
СШ		септичний шок
ТЗС		травматична зупинка серця
УЗД		ультразвукове дослідження
ФШ		фібриляція шлуночків
ФШВ1		форсована швидкість видиху 1 сек
ЦУТ		цільове управління температурою
ЧД		частота дихання
ЧМТ		черепно-мозкова травма
ЧСС		частота серцевих скорочень
ШВЛ		штучна вентиляція легень
ШТ		шлуночкова тахікардія
ШТбп		шлуночкова тахікардія без пульсу
	ALS	Advanced Life Support - розширені реанімаційні заходи
	BLS	Basic Life Support - базові реанімаційні заходи
	CPAP	Continuous Positive Airway Pressure - постійний позитивний тиск у дихальних шляхах
	ETCO₂	рівень вуглекислого газу в кінці видиху
	FiO₂	фракція кисню у вдихуваний суміші
	HFNC	High Flow Nasal Cannula - високопоточкова назальна канюля
	NIV	non-invasive ventilation - неінвазивна вентиляція легень
	PALS	Pediatric Advanced Life Support - розширені реанімаційні заходи в педіатрії
	PaO₂	парціальний тиск кисню
	PBLS	Pediatric Basic Life Support - базові реанімаційні заходи в педіатрії
	PEA	pulseless electrical activity - електрична активність без пульсу
	PvCO₂	венозний парціальний тиск вуглекислого газу у змішаній венозній крові
	PWG	Робоча група група з підтримки життя в педіатрії (PLS)
	ScvO₂	насичення центральної венозної крові киснем
	SpO₂	насичення гемоглобіну артеріальної крові киснем
	SR	систематичний огляд
	TxA	транексамова кислота

ПЕРЕДМОВА МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНОЇ РОБОЧОЇ ГРУПИ. СИНТЕЗ НАСТАНОВИ

Мультидисциплінарна робоча група з розробки галузевих стандартів медичної допомоги за темою «Серцево-легенева реанімація на госпітальному етапі у дорослих та дітей» затверджена наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18 серпня 2020 року № 1908 (у редакції наказу Міністерства охорони здоров'я України від 11 листопада 2022 року № 2047).

За основу даної клінічної настанови обрано Рекомендації Європейської ради реанімації від 2021 р. **European Resuscitation Council Guidelines 2021: Paediatric Life Support**, яка найбільше відповідає специфіці надання медичної допомоги у нашій країні. Клінічна настанова, згідно з рекомендаціями розробників прототипу, була доповнена положеннями наступних настанов: **Part 4: Pediatric Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care; European Academy of Allergy and Clinical Immunology EAACI guidelines: Anaphylaxis (2021 update)**.

Адаптація клінічної настанови передбачає внесення до незмінного тексту оригінальної настанови «Коментарів робочої групи», у яких відображено можливість виконання тих чи інших положень клінічної настанови в реальних умовах системи охорони здоров'я України, доступність медичних втручань, наявність реєстрації в Україні лікарських засобів, що зазначені в клінічній настанові та відповідність нормативної бази щодо організації надання медичної допомоги.

Дана клінічна настанова (КН) – це рекомендаційний документ з найкращої медичної практики, не повинна розцінюватися як стандарт медичного лікування. Дотримання положень КН не гарантує успішного лікування в конкретному випадку; її не можна розглядати як посібник, що включає всі необхідні методи діагностики та лікування або виключає інші. Настанови не відмінюють індивідуальної відповідальності фахівців з охорони здоров'я за прийняття належних рішень відповідно до обставин та стану конкретного пацієнта. Фахівець з охорони здоров'я також відповідає за перевірку правил та положень, застосованих до лікарських засобів та медичних виробів, чинних на момент призначення таких медичних технологій.

Остаточне рішення стосовно вибору конкретної клінічної процедури або плану лікування повинен приймати лікар з урахуванням клінічного стану пацієнта та можливостей для проведення діагностики та лікування в конкретному закладі охорони здоров'я.

Багато етіологічних чинників критичних захворювань та перебіг патофізіологічних процесів у тяжкохворих дітей і немовлят відрізняються від таких у дорослих. Критичні захворювання менш поширені у дітей, і особи, відповідальні за їх лікування, можуть мати обмежений досвід. Наявні докази часто мізерні та/або екстрапольовані з літератури для дорослих.

Більшість зупинок кровообігу і дихання виникають через декомпенсовану дихальну або циркуляторну недостатність, що спричиняє гіпоксію (тобто це переважно вторинні зупинки кровообігу та дихання).

Зупинка кровообігу, як правило, має погані наслідки у дітей та немовлят, тому ідентифікація тяжкохворої або травмованої дитини та немовляти є абсолютним пріоритетом.

Відповідні втручання на стадіях компенсації або декомпенсації захворювання/травми можуть врятувати життя та запобігти їх прогресуванню до зупинки кровообігу.

Необхідно системно оцінювати будь-яку хвору дитину чи немовля, щоб визначити ступінь будь-якого фізіологічного порушення та почати втручання, щоб виправити ситуацію.

Ці рекомендації присвячені веденню критично хворих немовлят і дітей до, під час і після зупинки серця. Методичні рекомендації щодо реанімації новонароджених викладені в окремому документі. Дані рекомендації застосовуються до всіх інших дітей, будь чи то немовлята (віком до одного року) або діти (віком від 1 до 18 років). З практичної точки зору, рекомендації для дорослих можна використовувати для будь-кого, хто виглядає дорослим. У наступному тексті, якщо не зазначено інше, термін «дитина» стосується як немовлят, так і дітей.

ВСТУП І СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Багато етіологічних чинників критичних захворювань та перебіг патофізіологічних процесів у тяжкохворих дітей і немовлят відрізняються від таких у дорослих. Критичні захворювання менш поширені у дітей, і особи, відповідальні за їх лікування, можуть мати обмежений досвід. Наявні докази часто мізерні та/або екстрапольовані з літератури для дорослих. Відмінності в місцевій організації охорони здоров'я та доступності ресурсів можуть призвести до значних відмінностей в практичних підходах до лікування. Група авторів ERC Pediatric Life Support (PLS) визнає це та намагається зробити рекомендації однозначними, але контекстними. Під час написання цих рекомендацій ми зосереджувалися не лише на науці, але й на доцільності навчання та реалізації знань на практиці.¹

Ми визначили 80 питань, які потребують перевірки. Стратегії та результати пошуку, а також виявлені прогалини в знаннях детально описані в додатковому документі до цього розділу (Додаток А) і не будуть повторюватися тут, надаючи лише стислий виклад наявних доказів та їх значення для практики та досліджень. Загалом стратегії пошуку були у формі «швидких оглядів», які були оновлені в червні 2020 року. Там, де це було доступно, пошуки в основному базувалися на оглядах, включених до Консенсусу Міжнародного комітету з реаніматології щодо серцево-легеневої реанімації з рекомендаціями щодо лікування (ILCOR COSTR). Для тем, які не охоплені або лише частково охоплені ILCOR, ми вивчили як існуючі рекомендації, так і систематичні (SR) або описові огляди (STEP 0) і додаткові клінічні дослідження (як рандомізовані контрольовані дослідження (РКД), так і обсерваційні дослідження), безпосередньо пов'язані з визначенням PICOST (Population-Intervention-Control- Outcomes-Setting-Times) (Популяція—Втручання— Контроль—Наслідки— Умови—Терміни). Якість існуючих настанов та систематичних оглядів оцінювали за допомогою інструментів AGREE II та AMSTAR II відповідно.^{2,3} Для клінічних досліджень ми повідомляли про результати та обмеження, але не проводили систематичної оцінки доказів на предмет достовірності. Ми також розглянули непрямі докази (STEP 2) з документів про дорослих, тварин або неклінічних документів.

Цей розділ рекомендацій ERC присвячений веденню критично хворих немовлят і дітей до, під час і після зупинки серця. Його слід читати разом в контексті з іншими розділами, у яких зосереджена інформація на відповідні теми, наприклад, інформація про епідеміологію, етику, освіту та певні особливі обставини, що стосуються дітей.

Методичні рекомендації щодо реанімації новонароджених описані в окремому розділі. Рекомендації ERC PLS застосовуються до всіх інших дітей, чи то новонароджені (протягом 4 тижнів після народження), немовлята (віком до одного року) або діти (віком від 1 до 18 років).⁴ З практичної точки зору, вказівки для дорослих можна використовувати для будь-кого, хто виглядає дорослим.

У наступному тексті, якщо не зазначено інше, термін «дитина» стосується як немовлят, так і дітей. Ми використали термін «фахівці з охорони здоров'я», щоб визначити тих людей, які доглядають за пацієнтами та повинні мати вищий рівень підготовки, ніж непрофесіонали. Ми спеціально використали термін

«компетентний» фахівець (досвідчений фахівець), щоб визначити тих людей, які мають достатні знання, навички, ставлення, досвід і постійне навчання для виконання певної процедури чи маніпуляції на рівні, який вимагає суспільство. Не завжди можна однозначно визначити, що означає достатньо, і вважати відповідальністю провайдера визначати свою компетентність.

Порівняно з нашими рекомендаціями 2015 року в ці рекомендації внесено порівняно небагато значних змін. Ключові моменти, на які слід звернути увагу, включають (Мал. 1):

- Рекомендації PLS застосовуються до всіх дітей віком від 0 до 18 років, за винятком «новонароджених безпосередньо при народженні». Пацієнтів, які виглядають дорослими, можна лікувати як дорослих.

- Кисневу терапію слід титрувати до SpO₂ 94-98%. Поки титрування можливе, у дітей з ознаками серцево-судинної/дихальної недостатності, де SpO₂ (або PaO₂) неможливо виміряти, ми радимо розпочати високопотоківу кисневу підтримку.

- Дітям із недостатністю кровообігу дайте 1 або більше болюсів рідини по 10 мл/кг. Повторно оцінюйте після кожного болюсу, щоб уникнути перевантаження рідиною. Не зволікайте з підключенням вазоактивних препаратів. Обмежте введення кристалоїдних болюсів і, як тільки це стане доступним, дайте препарати крові (цільну кров або еритроцитарну масу з плазмою та тромбоцитами) у разі геморагічного шоку.

- Будь-яка особа, навчена педіатричній BLS, повинна використовувати спеціальний алгоритм PBLIS.

- Для провайдерів PBLIS: відразу після 5 рятувальних вдихів продовжуйте компресії грудної клітки, якщо не відновився спонтанний кровообіг. Якщо рятувальник один, то повинен спочатку викликати допомогу, перш ніж продовжити. Якщо рятувальник став свідком раптового колапсу, необхідно спробувати застосувати АЗД якщо він доступний. Якщо немає доступу до телефону, слід виконати 1-хвилину СЛР, перш ніж переривати її.

- Один провайдер, навчений PBLIS, переважно використовує техніку охоплення двома великими пальцями для компресії грудної клітки немовляти.

- Для провайдерів PALS ми ще більше наголошуємо на важливості активного пошуку (і лікування) оборотних причин.

- Двоосібна вентиляція через мішок-маску є першою лінією вентиляційної підтримки під час СЛР для всіх компетентних провайдерів. Лише якщо пацієнт інтубований, ми рекомендуємо асинхронну вентиляцію легень з частотою, що є фізіологічною для даної вікової групи (10-25 за хвилину).

- Провайдери PALS, що мають сумніви у визначенні ритму, вважайте ритм дефібриляційним.

Ці рекомендації були розроблені та погоджені членами Pediatric Life Support Writing Group. Методологія, використана для розробки настанови, представлена в розділі Executive summary.⁵ Настанови були опубліковані для громадського обговорення в жовтні 2020 року. Відгуки були розглянуті авторською групою, і

настанови були оновлені, де це було необхідно. Керівництво було представлено та схвалено Генеральною асамблеєю ERC 10 грудня 2020 року.

Реанімаційні заходи у дітей* 2021

5 Головних тез

*0-18 років, за виключенням щойно народжених немовлят



- 1.** Використовуйте ABCDE як спільну мову
- Працюйте в команді - Будьте компетентними.
- 2.** Титруйте подачу кисню до SpO₂ 94-98%
- тільки якщо неможливо виміряти, подайте високий потік O₂ на основі ознак недостатності кровообігу/дихання.
- 3.** У разі «шоку» введіть 1 або більше болюсів рідини 10 мл/кг (бажано збалансованих) кристалоїдів (або продукти крові). Переоцінка після кожного болюсу. Рано почніть застосування вазоактивних препаратів.
- 4.** Для базової підтримки життя використовуйте спеціальний PBLIS алгоритм (ABC - 15:2), якщо ви навчені його. Як покращення якості СЛР, так і обмеження часу компресій вважаються критичними. Подбайте про безпеку рятувника.
- 5.** Для розширеної підтримки життя використовуйте спеціальний PALS алгоритм. Активно шукайте і лікуйте оборотні причини. Використовуйте мішок Амбу 2 особами як вентиляційна підтримка першої лінії. Тільки якщо інтубований, проводьте вентиляцію асинхронно частотою відповідно віку (10-25/хв).

Мал. 1. Головні тези Рекомендацій 2021 року з реанімаційних заходів у дітей

КОРОТКА НАСТАНОВА З КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Розпізнавання та ведення критично хворих дітей

Оцінка тяжкохворої або травмованої дитини

- Використовуйте «трикутник педіатричної оцінки» або подібний інструмент швидкого огляду для раннього розпізнавання дитини в небезпеці.
 - Дотримуйтеся підходу ABCDE
 - Виконуйте необхідні втручання на кожному етапі оцінки, коли виявлені відхилення.
 - Повторіть свою оцінку після будь-якого втручання або у разі сумнівів.
 - **A - Airway** — дихальні шляхи (ДШ) — забезпечення та підтримка прохідності
 - **B - Breathing** — оцінка дихання:
 - **Частота дихання (ЧД)** (динаміка показників більш інформативна, ніж окремі визначення ЧД) (див. *Таблиця 1*)
 - **Робота дихання**, наприклад, втягнення піддатливих місць грудної клітки, хрипіння, роздування крил носа тощо.
 - **Дихальний об'єм (ДО)** — ефективність дихання визначаємо клінічно (екскурсія грудної клітки; гучність крику) або за допомогою аускультативної
 - **Оксигенація** (колір шкірних покривів, пульсоксиметрія). Майте на увазі, що гіпоксемія може бути без явних клінічних ознак.
 - Розгляньте можливість використання капнографії
 - Розгляньте можливість використання УЗД грудної клітки
 - **C - Circulation** — оцінка кровообігу
 - **Частота пульсу** (Див. *Таблиця 2*), тренди більш інформативні, ніж одиничні визначення частоти пульсу
 - **Наповнення пульсу**
 - **Периферична тканинна циркуляція**: час капілярного наповнення, діурез, рівень свідомості. Майте на увазі, що час капілярного наповнення не дуже чутливий показник. Нормальні значення не повинні заспокоювати провайдерів.
 - **Оцінка переднавантаження**: яремні вени, розмір печінки, крепітуючі хрипи в легенях
 - **Артеріальний тиск (АТ)** (Див. *Таблиця 3*)
 - Вимірювання рівня лактату в динаміці
 - Приліжкова Ехо-КГ
 - **D - Disability** — притомність
 - Рівень свідомості з використанням шкали AVPU та за педіатричною шкалою ком Глазго (ПШКГ).
 - Оцінка AVPU - P або менше, моторна оцінка за ПШКГ ≤ 4 балів і загальна оцінка за ПШКГ ≤ 8 балів відповідають рівню свідомості, коли захисні рефлекси ДШ навряд чи будуть збережені.
 - Розмір зіниць, їх симетричність та реакція на світло.
 - Наявність вимушеної пози або вогнищевих ознак.
 - Розпізнайте судоми як невідкладний неврологічний стан.

○ Перевірте рівень глюкози в крові, якщо є порушення свідомості та/або підозра на гіпоглікемію.

○ Раптові неврологічні симптоми, наявність яких неможливо пояснити основним захворюванням, особливо ті, що зберігаються після реанімаційних заходів, вимагають термінової нейровізуалізації.

Таблиця 1 - Нормальні показники за віком: ЧД

ЧД за віком	1 місяць	1 рік	2 роки	5 років	10 років
Верхня межа норми	60	50	40	30	25
Нижня межа норми	25	20	18	17	14

Таблиця 2 - Нормальні показники за віком: ЧСС

Пульс за віком	1 місяць	1 рік	2 роки	5 років	10 років
Верхня межа норми	180	170	160	140	120
Нижня межа норми	110	100	90	70	60

Таблиця 3 - Нормальні значення для віку: систолічний (сАТ) і середній АТ (САТ). П'ятий (p5) і п'ятдесятий (p50) перцентиль для віку.

АТ за віком	1 місяць	1 рік	5 років	10 років
p50 для сАТ	75	95	100	110
p5 для сАТ	50	70	75	80
p50 для САТ	55	70	75	75
p5 для САТ	40	50	55	55

Ведення тяжкохворої або травмованої дитини

Хоча оцінка по алгоритму ABCDE передбачає поетапний характер, на практиці втручання найкраще виконувати кількома членами команди, які діють паралельно та скоординовано. **Командна робота** важлива для лікування будь-якої тяжкохворої або травмованої дитини.

Ключові компоненти командної роботи включають:

- **Передбачте:** чого очікувати, розподіліть завдання...
- **Підготуйтеся:** матеріали, контрольні списки для прискорення прийняття рішень, інформація про пацієнта...
- **Використовуйте простір ефективно:** де стати, як отримати доступ до дитини, ефективна кількість людей у команді...
- **Спілкуйтеся:** як вербально, так і невербально. Використовуйте спілкування за моделлю «замкненої петлі», і стандартизовані елементи комунікації (наприклад, для підрахунку пауз компресії, планування переміщення пацієнта). Скоротіть неважливі розмови до мінімуму. Забезпечте робоче середовище з низьким рівнем стресу. Впроваджуйте культуру, яка рішуче засуджує неадекватну поведінку, будь-то з боку колег чи членів родини.
- **Взаємодійте:** члени команди мають попередньо визначені ролі згідно з протоколом і виконують завдання паралельно. Лідер групи (чітко впізнаваний) стежить за роботою команди, розставляє пріоритети завдань для досягнення спільних цілей і тримає всю команду в курсі. Лідеру бажано не виконувати ніякої «роботи руками» паралельно, якщо це можливо. Спільне усвідомлення ситуації вважається вирішальним.

Коментар робочої групи:

Робоча група вважає за доцільне використати також рекомендації та досвід США, викладений в Рекомендаціях та навчальних посібниках American Heart Association: American Heart Association. Pediatric Advanced Life Support Provider Manual Ebook (international English). American Heart Association, Incorporated; 2020. Part 6: Effective High-Performance Team Dynamics. ISBN 13: 978-1-61669-853-9.

Ролі в реанімаційній команді

American Heart Association рекомендує 7 ролей в реанімаційній команді, які можуть бути розподілені серед 6 учасників. При меншій кількості учасників реанімаційної команди учасники можуть виконувати кілька ролей (наприклад, Лідер - Лідер + Рекордер; Моніторування і дефібриляція - Моніторування і дефібриляція, Судинний доступ і ліки, Контроль якості СЛР).

***Лідер** - розподіляє ролі в команді, приймає рішення щодо лікування, втручання, здійснює керування і координацію роботи учасників. Кожна реанімаційна команда обов'язково має лідера.*

***Вентилятор** - забезпечує прохідність ДШ, проводить вентиляцію мішком і маскою, за потреби закладає надгортанні пристрої або інтубує трахею (залежно від рівня підготовки).*

***Компресор** - виконує високоякісні компресії грудної клітки. Змінюється щодня 2 хвилини або раніше за втомю.*

***Моніторування і дефібриляція** - приносить та працює з автоматичним зовнішнім дефібрилятором (АЗД), монітором, дефібрилятором. Виконує функцію Контролю якості СЛР, якщо призначено лідером.*

Судинний доступ і ліки - забезпечує судинний доступ, набирає і вводить ліки за командою Лідера.

Рекордер і контроль часу - занотовує виконання хід реанімації, виконання процедур, введення ліків, ритми серця під час оцінок, тощо. Визначає та занотовує тривалість перерв у компресіях, комунікує з Лідером та іншими членами команди.



Мал. 2. Орієнтовний склад та ролі у команді, яка виконує СЛР (Додаток 1) Американської асоціації серця

<https://www.amerimedcpr.com/wp-content/uploads/2015-Positions-for-6-Person-High-Performance-Teams.pdf>

Нижче ми описуємо «першу годину» лікування різних надзвичайних ситуацій, що загрожують життю або вітальним функціям у дітей, кожна з яких потенційно може призвести до зупинки серця, якщо її не лікувати належним чином. Досить часто діти страждають від комбінації патологічних чинників, які вимагають набагато більш індивідуалізованого підходу. Рекомендації щодо лікування дітей часто відрізняються від рекомендацій для дорослих, але також різняться для дітей різного віку та ваги. Щоб оцінити вагу дитини, або покладатися на батьків чи опікунів, або використовуйте метод, заснований на зрості дитини і, бажано, скоригованої на тілобудову (наприклад Broselow, Rawper MAC). Для прийняття рішень щодо дозування медикаментів та вибору витратних

матеріалів під час СЛР, використовуйте, за можливості, інформаційні матеріали з попередньо розрахованими дозами ліків та витратних матеріалів.

Лікування дихальної недостатності: загальний підхід

Перехід від компенсованого стану до декомпенсації може відбутися непередбачувано і різко. Таким чином, будь-яка дитина групи ризику, повинна знаходитись під спостереженням, щоб забезпечити раннє виявлення та корекцію будь-якого погіршення стану. Більшість процедур, пов'язаних з ДШ, вважаються аерозоль-генеруючими, тому потребують належного застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) у випадках підозри інфекційний характер захворювання.

- Відкрийте ДШ та підтримуйте їх прохідність за допомогою:

- адекватного положення голови і тіла на одній осі (так зване «in-line»),

- розгинання голови в положення «підборіддям догори» або маневр виведення нижньої щелепи

- обережна аспірація виділень

Діти в свідомості, ймовірно, самостійно займуть оптимальне положення.

- Розгляньте використання орофарингеального повітроводу у дитини без свідомості, за відсутності блювотного рефлексу.

- Використовуйте відповідний розмір повітроводу (виміряний від центральних різців до кута нижньої щелепи) і уникайте заштовхування язика назад під час встановлення.

- Розгляньте назофарингеальний повітровід у дитини зі сплутаною свідомістю

- Підозра на перелом основи черепа або коагулопатія є протипоказом.

- Правильна глибина постановки має бути виміряна від кінчика носа до мочки вуха.

- У дітей з **трахеостомою**

- Перевірте прохідність трахеостомічної трубки та проведіть аспірацію вмісту, якщо необхідно.

- У разі підозри на обструкцію, яку неможливо усунути за допомогою аспірації, негайно видаліть трахеостомічну трубку та встановіть нову. Якщо це неможливо, провайдери повинні мати (заздалегідь визначений) план відновлення прохідності ДШ.

- Для підтримки **оксигенації**, розгляньте подачу кисню та/або позитивний тиск в кінці видиху (ПТКВ).

- За можливості точного вимірювання SpO_2 або PaO_2 : розпочніть кисневу терапію, якщо $SpO_2 < 94\%$. Мета - досягнення SpO_2 94% або вище з якомога меншим додатковим FiO_2 (відсоток кисню на вдосі). Загалом слід уникати стійких показників SpO_2 на рівні 100% (за винятком, наприклад, легеневої гіпертензії, інтоксикації CO). Не призначайте кисневу терапію дітям без ознак гіпоксемії або шоку. Виключення - діти, стан яких може прогнозовано погіршуватись. Спеціальні рекомендації існують для дітей з певними хронічними захворюваннями.

○ Якщо неможливо точно виміряти SpO_2 або PaO_2 : починайте кисневу терапію з високого FiO_2 , виходячи з клінічних ознак недостатності кровообігу або дихання як тільки стануть доступними вимірювання SpO_2 та/або PaO_2 , титруйте кисневу підтримку.

○ За можливості, компетентні провайдери повинні розглянути або застосування високопотоккових назальних канюль (High Flow Nasal Cannula - HFNC), або неінвазивну вентиляцію легень (non-invasive ventilation - NIV) у дітей з ДН та гіпоксемією, які не відповідають на низькопотоккову кисневу терапію.

○ Інтубація трахеї (ІТ) та подальша ШВЛ дозволяє титрувати FiO_2 та ПТКВ. Рішення про інтубацію повинно враховувати ризики процедури та доступні ресурси (див. нижче).

○ У дітей з гіпоксемією, що не коригується високим ПТКВ (>10 см вод.ст.) і стандартними заходами оптимізації, розгляньте пермісивну гіпоксемію (цільові показники оксигенації на рівні SpO_2 88-92%).

● Для адекватної **вентиляції** встановіть ЧД (і час видиху) та/або ДО відповідно до віку.

○ використовуйте ДО від 6 до 8 мл/кг маси тіла (ідеальна вага тіла), приймаючи до уваги фізіологічний і апаратний мертвий простір (особливо у дітей молодшого віку). Апаратний мертвий простір має бути мінімізований. Ставте за мету нормальну екскурсію грудної клітки. Уникайте як перероздуття, так і гіповентиляції. Намагайтесь утримувати нормакапнію. Якомога швидше проінформуйте бригаду інтенсивної терапії.

○ При гострому ураженні легень допустима гіперкапнія ($pH >7,2$), уникаючи, таким чином, жорстких параметрів вентиляції. Пермісивна гіперкапнія не рекомендована при легеневій гіпертензії або тяжкій черепно-мозковій травмі (ЧМТ).

○ Використовуйте $ETCO_2$ або венозний парціальний тиск вуглекислого газу у змішаній венозній крові ($PvCO_2$) як альтернативу артеріальному $PaCO_2$, якщо є кореляція.

● **Вентиляція мішком Амбу** є рекомендованим методом стартової ШВЛ.

○ Забезпечте правильне положення голови, виберіть належний розмір маски та належне прилягання її до обличчя.

○ Використовуйте мішок Амбу відповідного для віку розміру. Для забезпечення адекватного ДО, час вдиху має бути достатньо довгим (приблизно 1 с); уникайте перероздування.

○ Використовуйте підхід в 4 руки, особливо якщо вентиляція утруднена або коли існує ризик інфікування провайдера. Розгляньте додаткові засоби для забезпечення прохідності ДШ.

○ Якщо ви володієте навичкою, застосуйте надгортанні повітроводи або інтубацію трахеї (ІТ) у випадках, коли вентиляція мішком Амбу не покращує оксигенацію та/або вентиляцію, або планується пролонгована ШВЛ.

● **Інтубація трахеї (ІТ)** повинна виконуватися навченим фахівцем, дотримуючись чітко визначеного порядку дій та за наявності необхідних

матеріалів і медикаментів. Рішення про інтубацію завжди слід приймати враховуючи всі ризики, пов'язані з маніпуляцією.

- Трансоральний шлях для ІТ є методикою вибору при невідкладних станах.

- Ручне зміщення гортані застосовується на розсуд фахівця, який виконує інтубацію.

- Використовуйте ендотрахеальні трубки з манжетами (за деякими виключеннями інтубації, можливо, у немовлят). Контролюйте тиск в манжетці та підтримуйте його відповідно до рекомендації виробника (зазвичай <20-25 см H₂O).

- Використовуйте відповідні медикаменти, щоб полегшити інтубацію та забезпечте подальшу аналгоседацію, якщо дитина не перебуває в стані клінічної смерті.

- Контролюйте гемодинаміку та SpO₂ під час інтубації, майте на увазі, що брадикардія та десатурація є пізніми ознаками гіпоксії.

- Уникайте тривалої ларингоскопії та/або багаторазових спроб. Передбачте потенційні кардіореспіраторні проблеми та сплануйте альтернативну техніку забезпечення прохідності ДШ у випадку неможливості заінтубувати.

- Відеоларингоскопія може застосовуватись досвідченими фахівцями у випадку прогнозованих труднощів візуалізації голосової щілини.

- Після інтубації обов'язково підтвердіть правильне положення ендотрахеальної трубки (ЕТТ). Оцініть клінічно та інструментально (як-то рентген, УЗД грудної клітки і ДШ). Використовуйте капнографію у всіх заінтубованих дітей для раннього виявлення обструкції, неправильного позиціонування або зміщення ЕТТ.

- **Надгортанні повітроводи** (такі як I-gel, LMA) можуть бути альтернативним способом забезпечення прохідності ДШ та вентиляції, хоча вони не гарантують захист ДШ від аспірації. Встановлення надгортанного повітроводу вважається простішим за ІТ, але має виконуватися навченим фахівцем.

- Раптове швидке погіршення стану дитини під час ШВЛ (через маску або ЕТТ) є критичною подією, що вимагає негайних дій. В нагоді стане абревіатура «DOPEs»:

- **D** - дислокація (ЕТТ, маски) (**D**isplacement)

- **O** - обструкція (ЕТТ, дихального контуру, або ДШ неправильне положення голови) (**O**bstruction)

- **P** - пневмоторакс (**P**neumothorax)

- **E** - обладнання (кисень, магістралі, з'єднання, клапани) (**E**quipment)

- **S** - шлунок (абдомінальний компартмент) (**S**tomach)

Лікування астматичного статусу

- Розпізнавання тяжкого нападу астми ґрунтується на клінічних ознаках, короткому зборі анамнезу, а також моніторингу SpO₂.

○ Визначення функції зовнішнього дихання (ПШВ, ФШВ1) має додаткову цінність у дітей старше 6 років, якщо воно не відтерміновує лікування і швидкодоступне.

○ Визначення газового складу крові не є рутинним, але може бути інформативним, коли дитина не реагує на лікування або її стан погіршується. Продовжуйте кисневу терапію під час забору аналізів. Завдяки компенсаторним механізмам, P_aCO_2 може бути нормальним або зниженим на початку. Гіперкапінія є ознакою декомпенсації.

○ Рентген грудної клітки не є рутинним, але може призначатись з метою диференційної діагностики, бути показаним, якщо є підозра на альтернативний діагноз або виникнення ускладнень.

● При астматичному статусі необхідне своєчасне, агресивне та протоколізоване лікування:

○ Забезпечте комфортні умови та положення тіла. Уникайте застосування седативних препаратів, навіть якщо є збудження.

○ Дайте додатковий титрований кисень, щоб досягти SpO_2 94-98%. Дайте кисень у високій дозі, якщо SpO_2 не можна виміряти, але лише до тих пір, поки не стане можливим титрування.

○ Використовуйте бета-2 агоністи короткої дії (КДБА) за допомогою інгалятора зі спейсером (наприклад, сальбутамол 2-10 натискань) або небулайзера (наприклад, сальбутамол 2,5-5 мг (0,15 мг/кг)). Відкоригуйте дози відповідно до отриманого ефекту та повторіть за потреби (аж до безперервного введення протягом першої години). Дія КДБА починається протягом декількох секунд і досягає максимуму на 30 хвилині (період напіврозпаду 2-4 год). Додайте антихолінергічні засоби короткої дії (наприклад, іпратропію бромід 0,25-0,5 мг) за допомогою небулайзера або інгалятора зі спейсером.

○ Введіть системні кортикостероїди протягом першої години, перорально або внутрішньовенно (в/в). Фахівцям рекомендовано використовувати кортикостероїди, з якими вони мали найбільший досвід роботи (наприклад, преднізолон 1-2 мг/кг, максимум 60 мг/добу).

○ Розгляньте в/в введення сульфату магнію при важкій і небезпечній для життя астмі. Введіть одноразову дозу 50 мг/кг протягом 20 хв (максимум 2 г). У дітей ізотонічний (7,5%) розчин магнію сульфату можна альтернативно використовувати як розчин для інгаляції (2,5 мл розчину 250 ммоль/л; 150 мг).

○ Додаткові препарати можуть бути додані в терапію, наприклад, в/в кетамін, в/в амінофілін тощо. Фахівці повинні знати, що в/в введення КДБА має високий ризик електролітних розладів, може призвести до гіперлактатемії та, що більш важливо, серцево-судинної недостатності. У разі застосування необхідно забезпечити ретельний повноцінний моніторинг.

○ Призначення антибіотиків не рекомендується, якщо немає доказів бактеріальної інфекції.

○ При астмі рутинно не застосовується адреналін, ні місцево, ні в/в. Але завжди необхідно провести диференційну діагностику із анафілаксією у всіх дітей із раптовою появою симптомів.

○ Якщо доступно, розглянути NIV або HFNC у дітей з астматичним статусом, які потребують ескалації кисневої підтримки, та/або не відповідають на початкову терапію.

Коментар робочої групи: Станом на 01.01.2024 лікарський засіб за міжнародною непатентованою назвою амінофілін в Україні не зареєстровано. Міжнародна непатентована назва лікарського засобу адреналін – епінефрин.

Лікування анафілаксії

Рання діагностика анафілаксії критично важлива та матиме вплив на подальше лікування.

Гостре поява симптомів (від хвилини до годин) з боку шкіри та/або слизових оболонок та щонайменше один з наступних проявів:

■ **респіраторні прояви** (диспное, візінг-бронхоспазм, стридор, гіпоксемія, знижена пікова швидкість видиху (ПШВ))

■ **знижений АТ** або симптоми, асоційовані з дисфункцією органів-цілей (напр. колапс, синкопе)

■ **значні розлади шлунково-кишкового тракту**, особливо після впливу нехарчових алергенів

АБО

Раптова поява (від кількох хвилин до годин) гіпотензії або бронхоспазму чи залучення гортані після впливу відомого або імовірного алергену, навіть за відсутності типових шкірних проявів.

● Як тільки є підозра на анафілаксію, негайно введіть **внутрішньом'язово (в/м) адреналін** (в передньо-латеральну поверхню середньої третини стегна, а не підшкірно). За потреби надайте додаткову допомогу за алгоритмом ABCDE: виклик допомоги, підтримка ДШ, киснева терапія, вентиляційна підтримка, венозний доступ, повторювані болюси рідини та вазоактивні препарати.

○ Раннє введення в/м адреналіну також може бути розглянуто для більш помірних алергічних симптомів у дітей з анафілаксією в анамнезі.

○ Доза адреналіну в/м становить 0,01 мг/кг; можна користуватись аутоін'єктором з визначеною дозою: 0,15 мг (<6 років) - 0,3 мг (6-12 років) - 0,5 мг (>12 років).

○ Якщо симптоми не зменшуються швидко, дайте другу дозу адреналіну в/м через 5-10 хв.

○ У випадках рефрактерної анафілаксії компетентні лікарі можуть розглянути можливість застосування адреналіну в/в або внутрішньокістково (в/к). Будьте обережні, щоб уникнути помилок у дозуванні.

● Уникайте будь-якого подальшого впливу триггеру. У разі укусу бджоли видаліть жало якомога швидше.

● Розпізнайте зупинку серця та розпочніть стандартний протокол СЛР, якщо є показання. Рятувальники, які мають доступ лише до в/м адреналіну, можуть продовжувати введення його, якщо зупинка серця щойно трапилась.

- Розгляньте ранню ІТ у разі порушення дихання. Будьте готові до набряку ДШ. Забезпечення прохідності ДШ у разі анафілаксії може бути дуже складним, раннє залучення висококваліфікованих спеціалістів є обов'язковим.

- На додаток до в/м адреналіну, розгляньте можливість використання:
 - Інгаляційний КДБА (та/або інгаляційний адреналін) при бронхоспазмі.
 - Антигістамінні препарати H1- і H2-блокатори в/в або перорально для полегшення суб'єктивних проявів (особливо шкірних).

- Глюкокортикостероїди (наприклад, метилпреднізолон 1-2 мг/кг) тільки для дітей, які потребують тривалого спостереження.

- Специфічне лікування залежно від клінічної ситуації.

- Після лікування додатково спостерігайте за потенційними пізніми або двофазними симптомами. Ті діти, які добре відреагували на одну дозу в/м адреналіну без будь-яких інших факторів ризику, зазвичай можуть бути виписані через 4-8 годин. Тривале спостереження (12 -24 години) рекомендовано дітям із двофазною або тривалою анафілаксією чи астмою в анамнезі, тим, хто потребував більш ніж однієї дози адреналіну в/м або мав затримку між появою симптомів та першою дозою адреналіну понад 60 хвилин.

- Слід докласти зусиль, щоб визначити потенційний тригер. Не відкладаючи лікування, візьміть зразки крові на триптазу тучних клітин (якщо це можна зробити без відкладення терапі) відразу та через 1-2 години пізніше. Направте пацієнтів до спеціального медичного працівника для подальшого спостереження. Кожній дитині, яка мала анафілактичну реакцію, необхідно призначити адреналін у вигляді автоін'єктора та надати інструкцію щодо його застосування (як дитині, якщо це можливо, так і особам, які за нею доглядають).

Коментар робочої групи: Робоча група вважає за необхідне надати інформацію щодо особливості дозування для медичного застосування епінефрину в Україні. При цьому наголошується, що необхідно вводити дозу чистого епінефрину згідно клінічного протоколу!

Особливості дозування епінефрину в Україні

	Україна	Країни Європи та США
Форма випуску препарату	Епінефрину гідротартрат 0,18% - 1 мл	Епінефрину гідрохлорид 0,1% - 1 мл
Коефіцієнт перерахунку для використання*	1,8	1

*відповідно до більшої молекулярної маси речовини

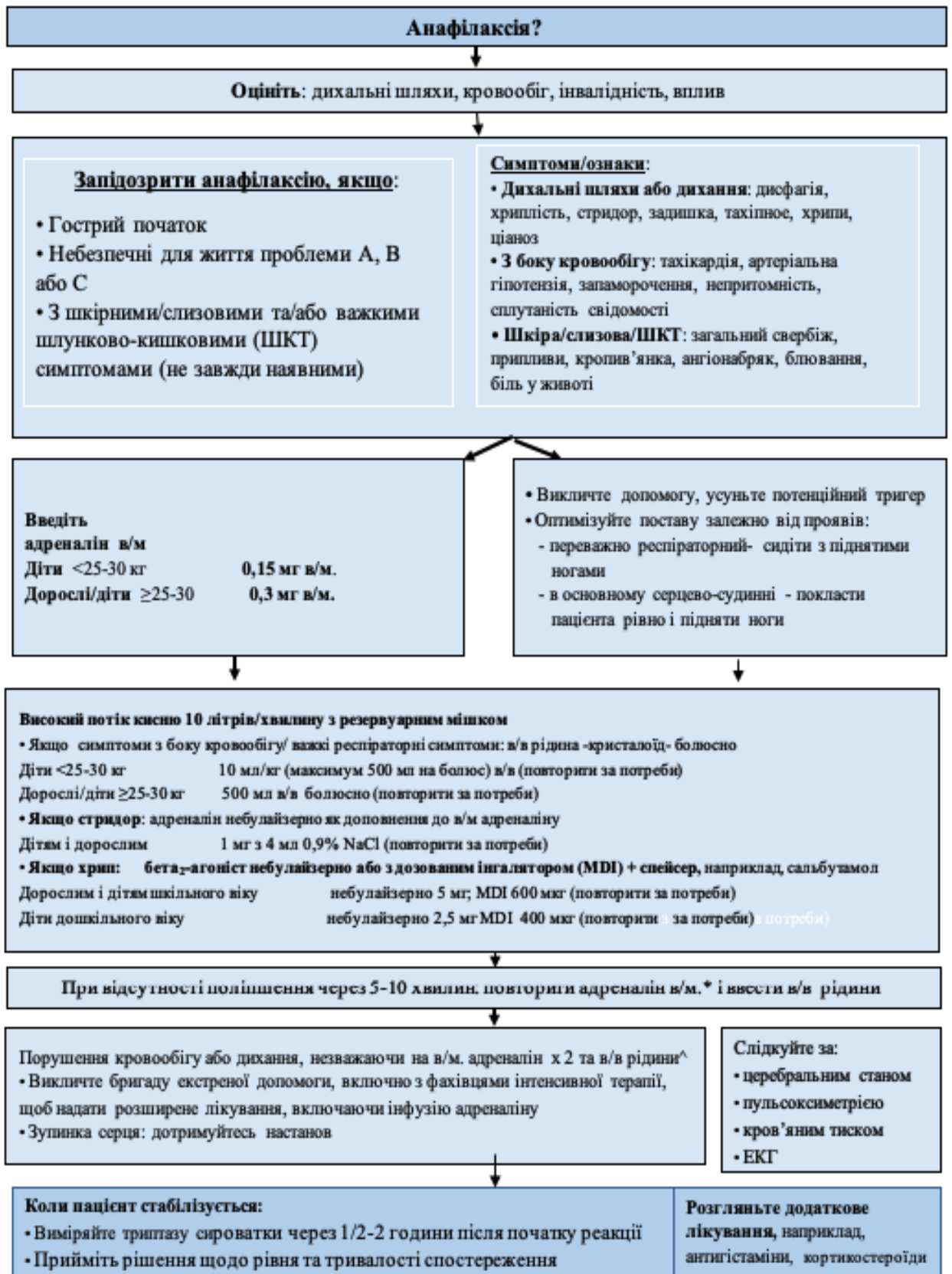
1 мл епінефрину гідрохлориду 0,1% містить 1 мг епінефрину в 1 мл, що є еквівалентним 1 мл епінефрину гідротартрату 0,18%.

Станом на 01.01.2024 лікарський засіб за міжнародною непатентованою назвою епінефрин у лікарській формі для інгаляційного використання в Україні не зареєстровано.

Коментар робочої групи: Робоча група вважає за доцільне також використання алгоритму надання невідкладної допомоги при анафілаксії,

наведеного в оновлених рекомендацій Європейської академії алергії та клінічної імунології з надання медичної допомоги при анафілаксії від 2021 року. EAACI guidelines: Anaphylaxis (2021 update).

Блок-схема алгоритму надання невідкладної допомоги при анафілаксії



* Розглянути можливість (i) введення другої дози за допомогою голки та шприца у разі несправності автоін'єктора та (ii) використання 0,5 мг для підлітків або дорослих

Модифіковано з датської національної настанови з анафілаксії 2020. року (12.06.21)

Лікування недостатності кровообігу [С]

- Система охорони здоров'я повинна впроваджувати специфічні протоколи лікування дітей із шоком, включаючи стратегії раннього розпізнавання та своєчасного невідкладного лікування.

- Ведення дитини з недостатністю кровообігу має бути адаптоване до індивідуальних особливостей, враховуючи етіологію, патофізіологію, вік, контекст, супутні захворювання та наявні ресурси. Перехід від компенсованого стану до декомпенсації може бути швидким і непередбачуваним. Жодне окреме дослідження не може достовірно визначити тяжкість недостатності кровообігу та/або бути використане як показник лікування. Проводьте повторну оцінку часто і принаймні після кожного втручання. Серед іншого враховуйте клінічні ознаки, САТ, тенденції змін лактату, темп діурезу та, якщо це доступно, дані УЗД. Компетентні лікарі можуть також вимірювати сучасні гемодинамічні параметри, такі як серцевий індекс, системний судинний опір і насичення центральної венозної крові киснем ($ScvO_2$), але це не є пріоритетом протягом першої години лікування.

- Ведення дитини з недостатністю кровообігу, відповідно до підходу ABCDE, завжди має включати належне забезпечення ДШ, оксигенацію та вентиляцію.

- **Судинний доступ:**

- Периферичні в/в доступи є варіантом першого вибору. Компетентні фахівці можуть використовувати УЗ для навігації судинного доступу. В екстрених випадках обмежте час катетеризації максимум 5 хвилинами (2 спроби). Використовуйте альтернативні варіанти якомога раніше, коли шанси на успіх вважаються мінімальними.

- Для немовлят і дітей основною альтернативою є **внутрішньокістковий (в/к) доступ**. Усі фахівці охорони здоров'я повинні бути компетентними в постановці в/к доступу та проходити регулярну перепідготовку на різних пристроях (і місцях доступів), які використовуються в їхніх умовах. Забезпечте належне знеболення у кожної дитини, окрім випадків коматозного стану. Використовуйте голку відповідного розміру. Більшість стандартних інфузійних насосів не зможуть вводити через в/к доступ, тому використовуйте ручну інфузію або мішок високого тиску. Підтвердьте правильне розміщення та стежте за екстравазацією, яка може призвести до компартмент-синдрому.

- **Інфузійна терапія:**

- Введіть один або кілька ранніх болюсів рідини **10 мл/кг** дітям з діагностованим шоком. У першу годину лікування (септичного) шоку можуть знадобитися повторні болюси рідини - до 40-60 мл/кг.

- Повторно оцінюйте після кожного болюсу та уникайте повторних болюсів у дітей, які перестали виявляти ознаки зниження перфузії або мають ознаки перевантаження рідиною чи серцевої недостатності. Поєднайте клінічні ознаки з біохімічними показниками та, якщо можливо, з візуалізацією, наприклад УЗД серця та легень, щоб оцінити потребу в додаткових болюсах. У разі повторних болюсних введень рідини розгляньте вазоактивні препарати та

респіраторну підтримку на ранній стадії. У місцях, де інтенсивна терапія недоступна, було б доцільно використовувати більш рестриктивний підхід до інфузії.

- Використовуйте **збалансовані кристалоїди** як варіант вибору болюсу рідини, якщо є. Якщо ні, прийнятною альтернативою є фізіологічний розчин. Розгляньте альбумін як рідину другого ряду для дітей із сепсисом, особливо у випадку малярії чи лихоманки Денге. При негеморагічному шоку препарати крові потрібні лише тоді, коли показники крові знижуються нижче прийнятного мінімального значення.

- Забезпечте швидкі болюси рідини дітям з **гіповолемічним негеморагічним** шоком. В іншому випадку рідинну ресусцитацію у дітей із тяжким зневодненням зазвичай можна проводити більш поступово (наприклад, до 100 мл/кг протягом 8 годин).

- У разі **геморагічного шоку** зведіть кристалоїдні болюси до мінімуму (максимум 20 мл/кг). Розгляньте раннє застосування препаратів крові або, якщо доступно, цільну кров, у дітей із тяжкою травмою та недостатністю кровообігу, використовуючи стратегію, яка зосереджена на покращенні коагуляції (використовувати плазму свіжозаморожену і еритроцитарну масу у співвідношенні 1:2, враховуючи кількість тромбоцитів, рівень фібриногену та інші факторів згортання). Уникайте перевантаження рідиною, але намагайтеся забезпечити адекватну перфузію тканин в очікуванні остаточного контролю пошкодження та/або спонтанного гемостазу. Пермісивну гіпотензію (САТ на 5-му перцентилі для віку, див. *Таблицю 3*) можна розглядати лише у дітей, коли немає ризику ушкодження головного мозку.

- Застосуйте **транексамову кислоту (ТхА)** усім дітям, які потребують переливання компонентів крові після тяжкої травми, якомога швидше, протягом перших 3 годин після травми та/або кровотечі, що загрожує життю. Розгляньте ТхА у дітей з ізольованою помірною ЧМТ (ПШКГ 9-13) без зміни зіниць. Використовуйте навантажувальну дозу 15-20 мг/кг (максимально 1 г), потім інфузію 2 мг/кг/год протягом принаймні 8 годин або до зупинки кровотечі (максимально 1 г).

- **Вазоактивні/інотропні засоби:**

- Почніть вводити вазоактивні препарати, у вигляді безперервної інфузії (розведені згідно з локальним протоколом) до центральної або периферичної лінії у дітей з недостатністю кровообігу, без покращення клінічного стану після кількох болюсів рідини. Слід звернути увагу на правильне розведення, дозування та управління інфузією. Бажано використовувати окрему лінію зі сталим потоком, для уникнення ненавмисних болюсів або раптової зміни дози. Титруйте ці препарати на основі бажаного цільового САТ, який може відрізнятися залежно від патології, віку та реакції пацієнта; у відділенні інтенсивної терапії також можуть бути враховані інші гемодинамічні параметри.

- Використовуйте або норадреналін, або адреналін як іноконстриктори першої лінії, а добутамін або мілрінон як інодилататори першої лінії. Допамін слід розглядати лише в умовах, де немає ні адреналіну, ні норадреналіну. Усі

провайдери повинні бути компетентними у використанні цих препаратів протягом першої години після стабілізації стану дитини при недостатності кровообігу.

○ Також використовуйте вазоактивні препарати у випадках гіповолемічного, рефрактерного до інфузії шоку, особливо коли є втрата симпатичної реакції, наприклад під час анестезії, а також у дітей з гіповолемічним шоком і супутньою ЧМТ. Для досягнення адекватного церебрального перфузійного тиску необхідний достатньо високий САТ (наприклад, САТ вище 50-го перцентіля). Оцініть та, якщо необхідно, підтримуйте серцеву функцію.

Коментар робочої групи: Міжнародна непатентована назва лікарського засобу норадреналін – норепінефрин.

● Додаткова терапія септичного шоку (СШ):

○ Розгляньте першу стрес-дозу гідрокортизону (1-2 мг/кг) у дітей із септичним рефрактерним шоком, які не реагують на болюси рідини та вазоактивну підтримку, незалежно від будь-яких біохімічних чи інших параметрів.

○ Дайте стрес-дозу гідрокортизону дітям із СШ, які отримували ГКС напередодні події або приймали їх тривало, мають розлади гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової регуляції, вроджену гіперплазію надниркових залоз або інші кортикостероїд-опосередковані ендокринопатії, або нещодавно отримували лікування кетоконазолом або етомідатом.

○ Почніть прийом антибіотиків широкого спектру дії якомога швидше після початкового забезпечення вітальних функцій за ABCD. Бажано, щоб це було протягом першої години лікування. Отримайте посів крові (або зразки крові для ПЛР) перед початком, якщо це можна зробити без відкладення терапії.

Коментар робочої групи: Станом на 01.01.2024 лікарський засіб за міжнародною непатентованою назвою етомідат в Україні не зареєстровано.

● Обструктивний шок у дітей:

○ Напружений пневмоторакс вимагає негайного виконання декомпресії, шляхом екстреного дренивання або торакоцентезу голкою. Використовуйте УЗД, щоб підтвердити діагноз, якщо це не затримує лікування. Для обох методів використовуйте 4-й або 5-й міжреберний простір трохи попереду від середньо-аксиллярної лінії як основне місце. У дітей 2-й міжреберний проміжок по середньо-ключичній лінії залишається прийнятною альтернативою. Переведіть на стандартний трубковий дренаж грудної клітки, як тільки це стане практично можливим.

○ Системи, які не впроваджують негайну торакотомію, повинні принаймні розглядати торакотомію як варіант порятунку при педіатричній тяжкій травмі та відповідним чином навчати своїх провайдерів.

○ Якщо є можливість, використовуйте УЗД для діагностики тампонади перикарда. Тампонада, що призводить до обструктивного шоку, вимагає негайної декомпресії шляхом перикардіоцентезу, торакотомії або (повторної) стернотомії відповідно до обставин і наявного досвіду. Залежно від контексту заклади охорони здоров'я повинні мати для цього протоколи.

● **Нестабільна первинна брадикардія:**

○ Застосуйте атропін (20 мкг/кг; макс. 0,5 мг на дозу) лише у випадку брадикардії, що спричинена підвищенням тону блукаючого нерва.

○ Розгляньте екстрену трансторакальну стимуляцію ритму в окремих випадках з недостатністю кровообігу внаслідок брадикардії, викликаній повною блокадою серця або порушенням функції синусового вузла. Своєчасна допомога експерта є обов'язковою.

● **Нестабільна первинна тахікардія:**

○ У дітей з декомпенсованою недостатністю кровообігу внаслідок будь-якої суправентрикулярної (СВТ) або шлуночкової тахікардії (ШТ), першим вибором для лікування є негайна синхронізована електрична кардіоверсія з початковою енергією 1 Дж/кг маси тіла. Подвоюйте енергію для кожної наступної спроби максимум до 4 Дж/кг. Якщо можливо, це має здійснюватися за допомогою експерта. Для дітей, які ще не втратили свідомість, використовуйте адекватну анальгоседацію відповідно до локального протоколу. Перевіряйте ознаки життя після кожної спроби.

○ У дітей з передбачуваною СВТ, які ще не декомпенсовані, фахівці можуть спробувати вагусні маневри (наприклад, прикладання льоду, модифікована техніка Вальсальви). Якщо це не має негайного ефекту, продовжуйте в/в введення аденозину. Введіть швидкий болюс 0,1-0,2 мг/кг (максимально 6 мг) з негайним промиванням фізіологічним розчином через вену з великим просвітом; переконайтеся, що ведеться запис ритму. Особливо у дітей молодшого віку бажано використовувати вищі початкові дози. У разі стійкої СВТ повторіть введення аденозину щонайменше через 1 хв у вищій дозі (0,3 мг/кг, максимальна 12–18 мг). Будьте обережні з аденозином у дітей з встановленою дисфункцією синусового вузла, передсердними аритміями на тлі синдромів преєкзитації (передзбудження), пересадженим серцем або тяжкою астмою. У таких випадках або коли немає тривалого ефекту від введення аденозину, компетентні фахівці (за консультацією експерта) можуть призначити альтернативні ліки.

○ Тахікардії з широким QRS можуть бути як ШТ, так і СВТ з блокадою ніжки пучка Гіса або антеградним проведенням через додатковий шлях. Якщо механізм аритмії не зовсім зрозумілий, аритмію з широкими QRS слід трактувати як ШТ. У дитини, яка є гемодинамічно стабільною, відповідь на вагусні маневри (напр. прийом Вальсальви) може дати розуміння механізму, відповідального за аритмію, і компетентні фахівці (за допомогою експертів) можуть згодом спробувати фармакологічне лікування. Навіть у стабільних пацієнтів завжди слід розглядати електричну кардіоверсію. У разі піруетної (Torsade de pointes) ЖТ показано введення в/в сульфату магнію 50 мг/кг.

Лікування «неврологічних» та інших невідкладних станів [D] [E]

Швидко розпізнавайте та лікуйте неврологічні невідкладні стани, оскільки прогноз погіршується через вторинне ураження (наприклад, через гіпоксію, гіпотензію) та затримку лікування. Відповідно до підходу ABCDE, таке лікування включає належне управління ДШ, оксигенацію та вентиляцію, а також підтримку кровообігу.

Епілептичний статус

- Визначайте та лікуйте основні причини, включаючи гіпоглікемію, електролітні розлади, інтоксикації, інфекції ЦНС та неврологічні захворювання, а також системні ускладнення, такі як обструкція ДШ, гіпоксемія або шок.

- Якщо судом тривають більше 5 хвилин, дайте першу дозу бензодіазепінів. У конкретних ситуаціях слід розглядати негайне лікування. Вибір препарату та шлях введення бензодіазепінів залежатиме від доступності, наявності та досвіду фахівця. Інші шляхи введення (окрім в/в) слід розглянути, якщо в/в доступ (ще) недоступний. Адекватне дозування має важливе значення, ми рекомендуємо:

- В/м мідазолам 0,2 мг/кг (макс. 10 мг) або попередньо наповнені шприци: 5 мг для 13-40 кг, 10 мг >40 кг); інтраназально/букально 0,3 мг/кг; в/в 0,15 мг/кг (макс. 7,5 мг)

- В/в лоразепам 0,1 мг/кг (макс. 4 мг)

- В/в діазепам 0,2-0,25 мг/кг (макс. 10 мг)/ректально 0,5 мг/кг (макс 20 мг)

- Якщо судом зберігаються протягом наступних 5 хвилин, введіть другу дозу бензодіазепіну та підготуйте до введення препарат другої лінії тривалої дії. Зверніться за допомогою до експерта.

- Не пізніше ніж через 20 хв після початку судом призначити протиепілептичні препарати другого ряду. Вибір препарату знову ж таки залежатиме від клінічної ситуації, доступності препаратів та досвіду фахівця. Адекватне дозування також є важливим:

- Леветирацетам 40-60 мг/кг в/в (останній статті пропонують вищу дозу; макс. 4,5 г, за 15 хв.

- Фенітоїн 20 мг/кг в/в (макс. 1,5 г протягом 20 хв; або альтернативно фосфенітоїн)

- Вальпроєва кислота 40 мг/кг в/в (макс. 3 г; протягом 15 хв; уникати у випадках печінкової недостатності або метаболічних захворювань, які ніколи не можна виключити у немовлят і дітей молодшого віку, а також у вагітних підлітків).

- Фенобарбітал (20 мг/кг протягом 20 хв) в/в є задовільною альтернативою другого ряду, якщо немає жодного з трьох рекомендованих препаратів.

- Якщо судом тривають, розгляньте додатково інший препарат другого ряду після прийому першого препарату другого ряду.

- Не пізніше ніж через 40 хвилин після початку судом розгляньте введення дози анестетика (вводяться тільки досвідченим фахівцем): мідазоламу, кетаміну, пентобарбіталу/тіопенталу або пропофолу; бажано під постійним моніторингом

ЕЕГ. За потреби підготуйтеся до адекватної підтримки оксигенації, вентиляції та перфузії.

○ Безсудомний епілептичний статус може тривати після припинення клінічних проявів судом; всі діти, які не відновлюють свідомість, потребують ЕЕГ-моніторингу та відповідного лікування.

Коментар робочої групи: Станом на 01.01.2024 лікарські засоби за міжнародною непатентованою назвою мідазолам у лікарській формі для інтраназального/букального використання, діазепам у лікарській формі для ректального застосування, фенітоїн, фенобарбітал у лікарській формі для внутрішньовенного застосування в Україні не зареєстровані.

Станом на 01.01.2024 лікарський засіб за міжнародною непатентованою назвою лоразепам у лікарській формі для внутрішньовенного використання в Україні згідно інструкції для медичного застосування забороняється лікування дітей та підлітків віком до 18 років, за винятком випадків наявності епілептичного статусу. Застосування для новонароджених та немовлят (дітей віком до 1 року) заборонено.

Станом на 01.01.2024 лікарські засоби за міжнародною непатентованою назвою фосфенітоїн та пентобарбітал в Україні не зареєстровані.

Гіпоглікемія

● Розпізнайте гіпоглікемію (50-70 мг/дл; 2,8-3,9 ммоль/л), використовуючи анамнез, клінічні ознаки та лабораторні дані і негайно лікуйте це. Також визначте та лікуйте будь-яку основну причину, що призвела до гіпоглікемії. Визначене дозування підтримуючої в/в інфузії глюкози може бути показано при певних метаболічних захворюваннях.

● Легку безсимптомну гіпоглікемію можна лікувати за допомогою стандартного введення або шляхом підтримуючої інфузії глюкози (6-8 мг/кг/хв) або шляхом перорального прийому швидкодійної глюкози (таблетки 0,3 г/кг) з подальшим додатковим прийомом вуглеводів для запобігання рецидивів гіпоглікемії.

● При тяжкій гіпоглікемії у дітей (<50 мг/дл; 2,8 ммоль/л) із неврологічними проявами, необхідно:

○ ввести в/в глюкозу 0,3 г/кг болюс; бажано 10% (100 мг/мл; 3 мл/кг) або 20% розчин (200 мг/мл; 1,5 мл/кг)

○ Якщо в/в глюкоза недоступна, розглянути введення глюкагону як препарату тимчасового порятунку в/м або підшкірно (0,03 мг/кг або 1 мг >25 кг; 0,5 мг <25 кг) або інтраназально (3 мг; 4-16 років).

○ Повторно перевірте рівень глюкози в крові через 10 хвилин після лікування та повторіть лікування, якщо відповідь неадекватна. Цільовими показниками є збільшення принаймні на 50 мг/дл (2,8 ммоль/л) та/або цільова глікемія 100 мг/дл (5,6 ммоль/л).

○ Почніть підтримуючу інфузію глюкози (6-8 мг/кг/хв), щоб зупинити катаболізм і підтримувати адекватну глікемію.

Коментар робочої групи. Станом на 01.01.2024 лікарський засіб за міжнародною непатентованою назвою глюкогон у лікарській формі для інтраназального використання в Україні не зареєстровано.

Гіпокаліємія

- У разі тяжкої гіпокаліємії (<2,5 ммоль/л) з високим ризиком асистолії необхідно ввести в/в болюсно 1 ммоль/кг (максимум 30 ммоль) калію протягом щонайменше 20 хвилин дитині, якій забезпечений моніторинг, і повторювати, доки рівень калію в сироватці крові не підвищиться до 2,5 ммоль /л, уникаючи ненавмисної гіперкаліємії. Також необхідно ввести в/в сульфат магнію 30-50 мг/кг.

- У всіх інших випадках слід надати перевагу ентеральній формі калію, якщо пацієнт засвоює. Загальна доза залежить від клінічної картини, лабораторного показника калію та дефіциту.

Гіперкаліємія

- Щоб оцінити тяжкість гіперкаліємії, враховуйте значення калію в контексті основної причини та супутніх факторів, а також наявності пов'язаних з калієм змін ЕКГ. Усуньте або лікуйте основні причини якомога швидше.

- Використовуйте індивідуалізований підхід у невідкладній терапії до конкретного пацієнта. Розгляньте ранню консультацію експерта. Дітям із загрозливими для життя проявами гіперкаліємії, введіть:

- **Кальцій** (наприклад, глюконат кальцію 10% 0,5 мл/кг, макс. 20 мл) для мембранної стабілізації (кардіоміоцитів). Початок дії за лічені хвилини, ефект триває 30-60 хв.

- **Інсулін** швидкої дії з глюкозою для перерозподілу калію. Початок дії через 15 хвилин, пік дії досягається через 30-60 хвилин і триває 4-6 годин (наприклад, 0,1 ОД/кг інсуліну в розчині: 1 МО інсуліну в 25 мл 20% розчину глюкози; немає потреби у початковому введенні глюкози, коли стартова глікемія становить >250 мг/дл (13,9 ммоль/л)). Може знадобитися повторне введення. Щоб уникнути гіпоглікемії, після лікування гіперкаліємії продовжуйте підтримуючу інфузію глюкози без інсуліну. Контролюйте рівень глюкози в крові.

- **КДБА Небулізовані бета-агоністи у високих дозах** (наприклад, що у 5 разів перевищують дозу бронходилатації), однак пам'ятайте, що максимальний ефект досягається лише через 90 хв.

- Бікарбонат натрію 1 ммоль/кг в/в (повторити за необхідності) у разі метаболічного ацидозу (рН <7,2) та/або при зупинці серця. Дія бікарбонату натрію повільна (години).

- Продовжуйте заходи з перерозподілу калію, доки лікування, спрямоване на елімінацію калію, не стане ефективним. Виведення калію можна здійснити за допомогою засобів, що зв'язують калій, фуросеміду (у добре гідратованих дітей із збереженою функцією нирок) та/або діалізу.

Гіпертермія

- У випадках **теплого удару** (коли центральна температура тіла $>40-40,5^{\circ}\text{C}$ супроводжується неврологічною симптоматикою):

- Виміряйте центральну температуру тіла якомога швидше (ректальну, стравохідну, сечового міхура, внутрішньосудинну).

- Догоспітальне лікування складається із застосування алгоритму ABCDE та швидкого інтенсивного охолодження. Заберіть дитину від джерела тепла. Звільніть від одягу та обдуйте холодним повітрям, окропіть холодною водою. Прикладіть компреси з льодом. Підтримуйте охолодження шляхом випаровування. Розгляньте можливість занурення в холодну воду для підлітків і молодих осіб.

- Подальше охолодження в лікарні можна здійснити, поклавши дитину на охолоджуючу ковдру; прикладанням компресів з льодом до шиї, під пахви та область паху або альтернативно до поверхонь шкіри щік, долонь і підшов; інфузією кристалоїдів кімнатної температури. Припиніть заходи з охолодження, коли температура ядра тіла досягає 38°C . Рекомендується застосовувати бензодіазепіни, щоб уникнути тремтіння, ознобу або судом під час заходів з охолодження. Класичні жарознижуючі препарати неефективні.

- Усі діти з тепловим ударом повинні бути госпіталізовані до (педіатричного) відділення інтенсивної терапії для забезпечення адекватного моніторингу та лікування супутньої органної дисфункції.

БАЗОВА ПІДТРИМКА ЖИТТЯ - PBLIS

Послідовність дій у забезпеченні педіатричної BLS (PBLIS) залежить від рівня підготовки рятувальника. Можливі варіанти виконавців: ті, хто повністю володіють PBLIS (застосовують педіатричний алгоритм), ті, хто навчені лише BLS для дорослих, і ті, хто не пройшов навчання (рятувальники, яким допомагає диспетчер).

Послідовність дій в PBLIS

Оцініть безпеку рятувальника та дитини. Перевірте реакцію на вербальну та тактильну стимуляцію (Мал. 2). Попросіть перехожих допомогти.

- Якщо дитина не реагує, відкрийте ДШ та оцініть дихання не довше 10 с.

- Якщо у вас виникають труднощі з відкриттям ДШ шляхом розгинання голови, чи підняття підборіддя або особливо у випадках травми — виведіть щелепу. Якщо потрібно, помірно розгинайте голову, поки ДШ не відкриються.

- У перші хвилини після зупинки серця може зберігатися нерегулярне дихання по типу гаспінг. Якщо у вас виникли сумніви щодо нормального дихання, **дійте так, ніби воно патологічне.**

- **Подивіться** на екскурсію грудної клітини, **слухайте та відчуйте рух** повітря з носа та/або рота. Якщо є екскурсія, але немає руху повітря, ДШ непрохідні.

- У випадках, коли є більш ніж один рятувальник, другий повинен викликати швидку допомогу негайно після виявлення втрати свідомості, бажано використовуючи функцію динаміка мобільного телефону.

● Дитині, яка не реагує, з відсутнім, або сумнівним диханням: зробіть п'ять початкових рятувальних вдихів.

○ Немовлятам забезпечте нейтральне положення голови. У старших дітей надайте перевагу розгинанню голови (нахилу голови).

○ Повільно видихайте в рот дитини (або в рот і ніс немовляти) протягом приблизно 1 секунди, достатньо, щоб грудна клітка помітно піднялася.

○ Якщо забезпечення ефективного вдиху потребує надмірного зусилля, можливо, має місце обструкція ДШ (див. нижче): усуньте всі видимі перешкоди. Не намагайтеся очистити ротову порожнину пальцем наосліп. Змініть положення голови або вдоскональте спосіб відкриття ДШ. Зробіть до п'яти спроб, щоб досягти ефективних вдихів, якщо все одно не вдалося, перейдіть до компресій грудної клітки.

○ Досвідчені фахівці повинні використовувати масочну вентиляцію мішком Амбу з киснем. У старших дітей, коли вентиляція маскою з мішком недоступна, можна використовувати кишенькову маску з клапаном для вентиляції.

○ Якщо є лише один рятувальник із мобільним телефоном, він або вона спочатку викликає допомогу (і вмикає функцію гучного зв'язку), або робить це одразу після перших рятувальних вдихів. Очікуючи відповіді, необхідно перейти до наступного кроку. Якщо телефону немає під рукою, виконайте 1 хвилину СЛР, перш ніж залишити дитину для виклику допомоги.

○ У випадках, коли провайдери ПСЛР не можуть або не бажають розпочинати ШВЛ без допоміжних засобів, вони повинні продовжити компресії і забезпечити ШВЛ як тільки стане можливим.

● Негайно виконайте 15 компресій грудної клітини, якщо відсутні ознаки спонтанного кровообігу. Замість того, щоб розглядати кожен фактор окремо, зосередьтеся на безперервних якісних компресіях:

○ Частота: 100-120 хв⁻¹ для немовлят і дітей.

○ Глибина: щонайменше на одну третину передньо-заднього розміру грудної клітки. Компресії ніколи не повинні бути глибше ніж 6 см (приблизна довжина великого пальця дорослої людини).

○ Розправлення: не прикладайте зусилля між компресіями, грудна клітка повинна повністю відновлювати свою форму, але і не відривайте руки від грудної клітини.

За можливості виконуйте компресії на твердій поверхні. Переміщуйте дитину лише тоді, коли це призводить до помітно кращих умов СЛР (поверхня, доступність). Знімайте одяг, лише якщо він сильно заважає стисканню грудної клітки.

Бажано використовувати техніку обведення двома великими пальцями для компресії грудної клітки у немовлят; будьте обережні, уникайте неповного розправлення грудної клітки. Один рятувальник може альтернативно використовувати техніку компресій двома пальцями однієї руки.

У дітей старше 1 року, можна виконувати компресії однією, або двома руками. Якщо використовується техніка однієї руки, іншою можна утримувати відкритими ДШ (або щоб стабілізувати компресійну руку в лікті).

- Після 15 компресій слід виконувати 2 вдихи, та продовжувати по чергово компресії-вдихи (робочий цикл 15:2). Не переривайте СЛР, до появи явних ознак ВСК (рух, кашель) або у разі виснаження. Один або два рятувальники мають міняти того, хто виконує компресії. Рятувальник, що виконує компресії повинен міняти руки (рука стискає, рука зверху) або техніку (від однієї до двох рук), щоб уникнути втоми.

- Якщо є явні ознаки життя, але дитина залишається без свідомості і не дихає нормально, продовжуйте підтримувати вентиляцію з частотою відповідно до віку.

Рятувальники, пройшли підготовку лише BLS для дорослих

Провайдери BLS, які не пройшли навчання PBLIS, повинні дотримуватися алгоритму СЛР для дорослих із вентиляцією, як зазначено в BLS, адаптуючи техніку до статури дитини. Якщо вони навчені, то вони повинні здійснити 5 початкових рятувальних вдихів перед тим, як приступити до компресій.

Непідготовлені непрофесійні рятувальники

Вважається, що сталася зупинка серця, коли відсутня реакція на зовнішній подразник та дихання відсутнє або патологічне. Якщо перехожий приймає рішення не виконувати маневр «*бачу/чую/відчую*» для оцінки дихання, він може використовувати відчуттям дихальних рухів.

- У всіх випадках, коли це можливо, слід починати СЛР. Диспетчер швидкої медичної допомоги відіграє вирішальну роль у допомозі непрофесіоналам, непідготовленим перехожим, у розпізнаванні зупинки серця та проведенні СЛР. Коли під час виклику вже триває СЛР, диспетчери, ймовірно, повинні надавати інструкції лише тоді, коли їх запитують або коли виявляються проблеми зі знаннями чи навичками.

- Етапи алгоритму дитячої СЛР, що супроводжується диспетчером, дуже схожі на алгоритм PBLIS. Щоб зменшити кількість замінів, слід надати перевагу відношенню 30:2. Якщо сторонні перехожі не можуть забезпечити вдихи, вони повинні продовжувати лише компресії грудної клітки.

Використання автоматичного зовнішнього дефібрилятора (АЗД)

- У дітей із зупинкою серця рятувальник, що знаходиться один, повинен негайно розпочати СЛР, як описано вище. У випадках, коли ймовірність первинного дефібриляційного серцевого ритму є дуже високою, наприклад, коли рятувальник є очевидцем раптової втрати свідомості, якщо є прямий доступ, він або вона може швидко взяти та застосувати АЗД (під час виклику швидкої допомоги). Якщо рятувальників більше ніж один, другий рятувальник негайно викликає допомогу, а потім приносить та застосовує АЗД (якщо це можливо).

- Підготовлені провайдери повинні обмежити час відсутності кровообігу під час використання АЗД, розпочавши СЛР одразу після дефібриляції або рішення про не виконання дефібриляції; електроди слід накладати з мінімальною перервою або без перерви в СЛР.

- Якщо можливо, використовуйте АЗД з педіатричними електродами у немовлят і дітей віком до 8 років. Якщо їх немає, використовуйте АЗД із стандартними електродами для будь-якого віку.

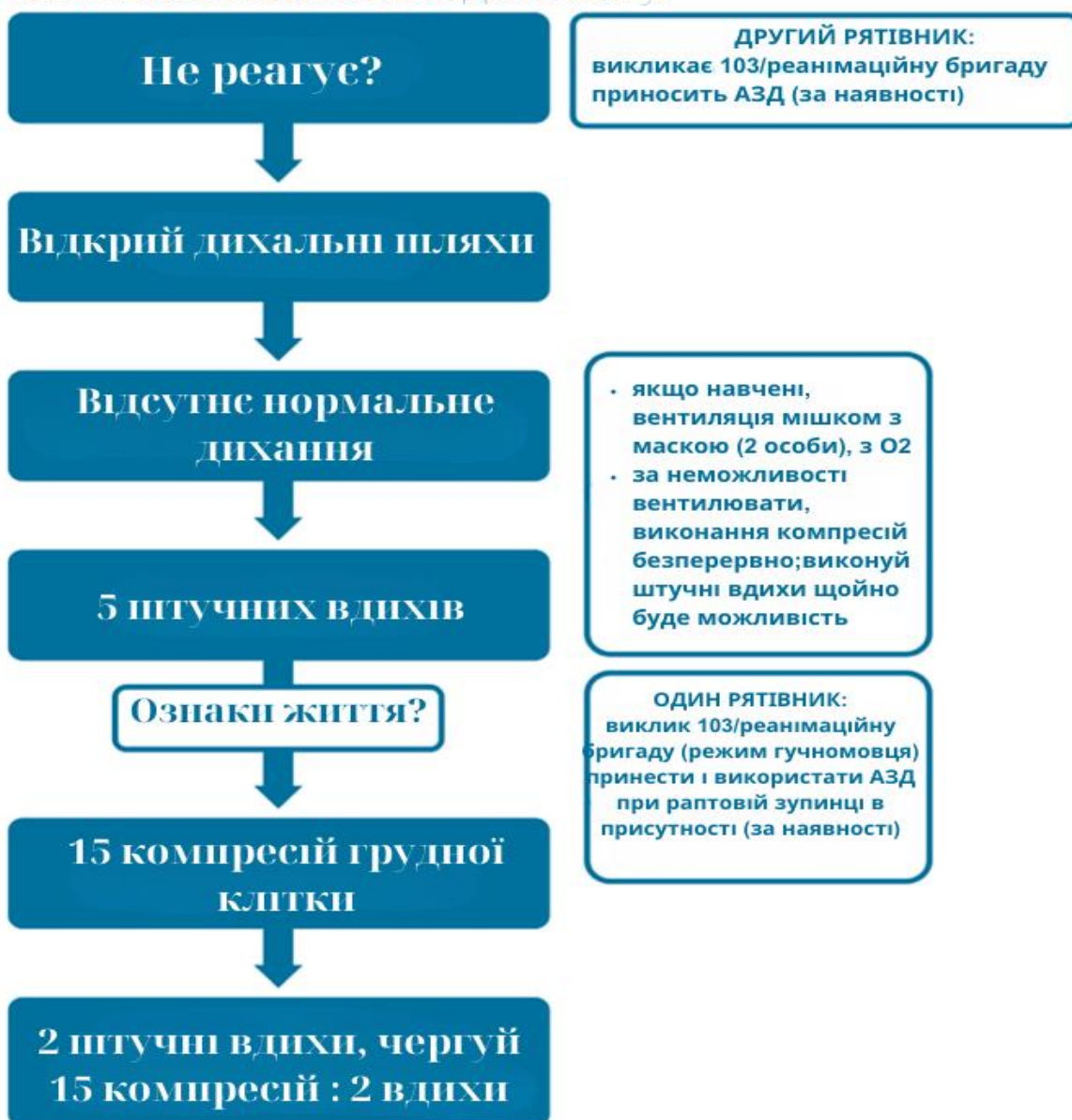
PBLS при травматичній зупинці серця (ТЗС)

- Виконуйте СЛР якщо стикнетесь з дитиною із зупинкою серця після травми, за умови, що це безпечно. Намагайтеся максимально мінімізувати рухи хребта під час СЛР, не перешкоджаючи процесу реанімації, яка, очевидно, має пріоритет.

- Не застосовуйте АЗД рутинно на місці педіатричної травматичної зупинки серця, якщо немає високої ймовірності дефібриляційного ритму, як наприклад, після ураження електричним струмом.

- **Застосуйте прямий тиск, щоб зупинити масивну зовнішню кровотечу**, якщо можливо, використовуючи гемостатичні пов'язки. Використовуйте турнікети (бажано сертифікований, за відсутності - імпровізований) у разі неконтрольованої зовнішньої кровотечі, яка загрожує життю.

Безпечно? Поклич на допомогу!



Мал. 2. Алгоритм базових реанімаційних заходів Європейської ради реанімації 2021

Стабільне бокове положення

- Дітям без свідомості, які не мають зупинки серця та мають нормальне дихання, можна тримати ДШ відкритими шляхом розгинання голови, підняття підборіддя чи виведення щелепи, або, коли існує ризик блювання, переведенням непритомної дитини в стабільне положення.

- Після переведення в стабільне положенні, **щохвилини** перевіряйте дихання, щоб розпізнати зупинку серця відразу (для цього непрофесійним рятувальникам можуть знадобитися вказівки диспетчера).

- Уникайте будь-якого тиску на грудну клітку дитини, оскільки це може погіршити дихання, і регулярно змінюйте положення, щоб уникнути формування пролежнів (наприклад кожні 30 хвилин).

- У непритомних травмованих постраждалих, відкрийте ДШ шляхом виведення щелепи, обережно намагаючись уникнути рухів хребта.

Обструкція ДШ стороннім тілом у дітей (ОДШСТ)

- Підозра на обструкцію стороннім тілом - якщо це сталося без свідків - раптове виникнення респіраторних симптомів (кашель, блювота, стридор, дистрес) без інших ознак захворювань; вживання їжі або ігри з дрібними предметами в анамнезі безпосередньо перед появою симптомів можуть додатково насторожити рятувальника.

- Поки дитина ефективно кашляє (повністю притомна, голосно кашляє, робить вдих перед кашлем, все ще плаче або говорить), **жодні втручання не потрібні**. Спонукайте дитину кашляти та продовжуйте спостерігати за станом дитини (Мал. 3).

- Якщо кашель дитини стає **неефективним** (порушення свідомості, тихий кашель, неможливість вдихнути або говорити, ціаноз), попросіть допомоги у оточуючих та визначте стан свідомості дитини. Другий рятувальник (якщо наявний) повинен викликати ШМД, бажано з мобільного телефону (в режимі гучного зв'язку). Якщо рятувальник один, він повинен спочатку розпочати рятувальні заходи, якщо він не може викликати допомогу одночасно через гучний зв'язок.

- Якщо дитина все ще притомна, але кашель неефективний, розпочніть з поштовхоподібних ударів по спині між лопатками. Якщо удари по спині не усувають **ОДШСТ**, робіть натискання на грудну клітку в проекції точки СЛР немовлятам, або натискання на живіт (прийом Геймліха) дітям. Якщо стороннє тіло не було видалено, а потерпілий все ще при свідомості, продовжуйте послідовність ударів по спині та поштовхів у грудну клітку (для немовлят) або живіт (для дітей). Не залишайте дитину наодинці.

- Мета полягає в тому, щоб усунути обструкцію одним поштовхом, а не робити їх багато. Після кожного поштовху чи натискання оцінюйте стан дитини.

- Якщо стороннє тіло видалено успішно, оцініть клінічний стан дитини. Не виключено, що частина предмета може залишитися в ДШ і може викликати ускладнення. Якщо є будь-які сумніви або якщо постраждалому застосовували натискання на живіт, обов'язковим є терміновий огляд медпрацівником.

- Якщо дитина з **ОДШСТ** є або стає непритомною, продовжуйте згідно з педіатричним алгоритмом BLS. Досвідчені фахівці повинні розглянути можливість використання щипців Magill для видалення стороннього тіла.

Безпечно? - Поклич на допомогу



Мал. 3. Алгоритм допомоги дитині при обструкції ДШ стороннім тілом

РОЗШИРЕНА ПЕДІАТРИЧНА СЛР

Послідовність дій в PALS (Pediatric Advanced Life Support)

Незважаючи на те, що послідовність дій представлена поетапно, ALS є командною роботою, і кілька втручань будуть виконуватися паралельно. Реанімаційні команди повинні не тільки навчатися знань і навичок, але також принципів командної роботи і не заважати один одному під час проведення реанімаційних заходів (Мал. 4).

- Початок та/або продовження СЛР дитини. Розпізнавання зупинки серця може бути виконано на основі клінічних даних або на основі моніторингу життєво важливих функцій (ЕКГ, втрата сигналу SpO₂ та/або ETCO₂, падіння АТ тощо). Важливо також почати СЛР у дітей, які мають брадикардію з ознаками дуже низької перфузії, незважаючи на адекватну оксигенацію та вентиляцію.

- Якщо це ще не зроблено, забезпечте оцінку ЕКГ якнайшвидше за допомогою ЕКГ-електродів, самоклеючих електродів дефібрилятора або поліфункціональних електродів. Розрізняйте ритми серця, що потребують або не потребують дефібриляції (дефібриляційні та недефібриляційні ритми).

- Не потребують дефібриляції - недефібриляційні ритми - безпульсова електрична активність (pulseless electrical activity - PEA), брадикардія та асистолія. Якщо брадикардія (<60 за хвилину) спричиняє тяжкі порушення перфузії, СЛР необхідно розпочати, навіть якщо пульс все ще визначається. В такому разі можна оцінювати ознаки життя, не витрачаючи час на перевірку

пульсу. За відсутності ознак життя продовжуйте проводити високоякісну СЛР. Забезпечте судинний доступ і якнайшвидше введіть адреналін (10 мкг/кг, максимально 1 мг). Після цього промийте катетер чи голку, щоб пришвидшити доставку ліків. Повторюйте введення адреналіну кожні 3-5 хв. У випадках, коли ймовірно буде важко забезпечити в/в доступ, не зволікаючи забезпечте в/к доступ.

○ **Дефебриляційними ритмами (ритми, що потребують дефібриляції)** є шлуночкова тахікардія без пульсу (ШТбп) і фібриляція шлуночків (ФШ). При їх виявленні негайно виконайте дефібриляцію (незалежно від амплітуди ЕКГ). Якщо ви сумніваєтеся, вважайте ритм дефібриляційним.

Якщо ви використовуєте самоклеючі електроди, продовжуйте компресії грудної клітки, поки дефібрилятор заряджається. Щойно дефібрилятор буде заряджено, зупиніть компресії грудної клітки та переконайтеся, що всі рятівники відійшли від дитини. Зведіть до мінімуму затримку між припиненням компресії грудної клітки та розрядом (<5 с). Виконайте один розряд (4 Дж/кг*) і негайно відновіть СЛР.

** Коментар робочої групи: можливо розглянути енергію початкового розряду в межах 2-4 Дж, яка є безпечною і достатньо ефективною.*

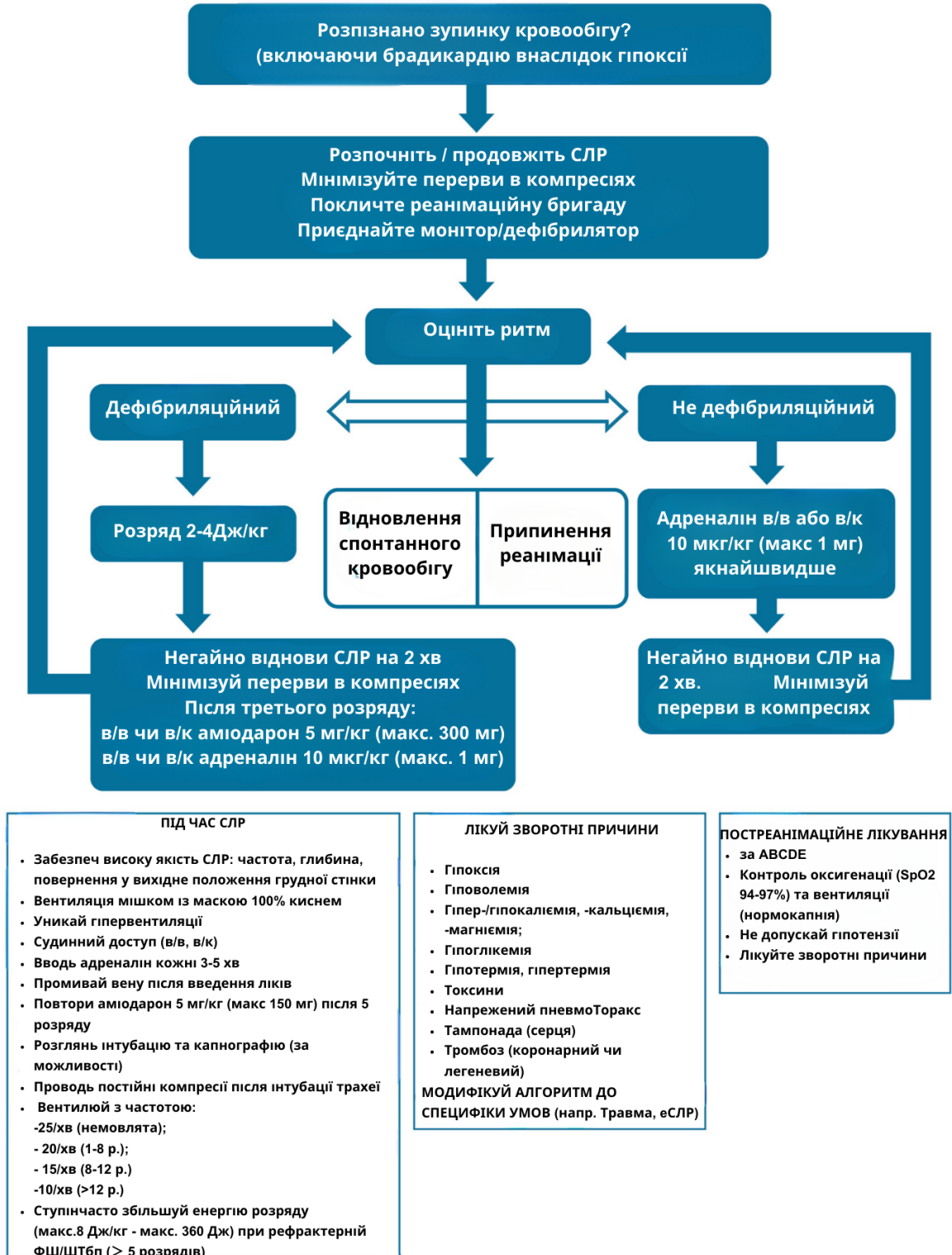
Повторно оцінюйте серцевий ритм кожні 2 хвилини (від останнього розряду) і виконайте ще один розряд (4 Дж/кг), якщо дефібриляційний ритм зберігається. Одразу після третього розряду введіть адреналін (10 мкг/кг, максимально 1 мг) та аміодарон (5 мг/кг, максимально 300 мг) в/в. Промивайте катетер після кожного введення препарату. Лідокаїн в/в (1 мг/кг) може бути використаний як альтернатива аміодарону. Введіть другу дозу адреналіну (10 мкг/кг, максимально 1 мг) та аміодарону (5 мг/кг, макс. 150 мг) після 5-го розряду, якщо все ще зберігається дефібриляційний ритм. Надалі введення адреналіну слід повторювати кожні 3-5 хв.

○ Заміна людини, що виконує компресії, повинна проводитись кожні 2 хвилини. Слідкуйте за появою втоми та/або компресій низької якості та за потреби змінійте рятувальників раніше.

○ СЛР слід продовжувати у випадках, окрім:

▪ Виявляється організований потенційно перфузійний ритм (визначений при перевірці ритму), що супроводжується ознаками відновлення спонтанного кровообігу (ВСК) клінічно (відкриття очей, рух, нормальне дихання) та/або інструментально (etCO₂, SpO₂, АТ, УЗД)

▪ Існують критерії для припинення реанімації (див. Розділ етики в настанові ERC та далі за текстом).



Мал. 4. Алгоритм розширених реанімаційних заходів в педіатрії (Pediatric Advanced Life Support)

Дефібриляція при проведенні розширених реанімаційних заходів у дітей

Мануальна дефібриляція є рекомендованим методом при проведенні розширених реанімаційних заходів, але якщо це не доступно без затримки, АЗД можна використовувати як альтернативу.

- Використовуйте 4 Дж/кг як стандартну дозу енергії розряду. Недоцільно використовувати дози вище рекомендованих для дорослих (120-200 Дж, залежно від типу дефібрилятора). Розгляньте можливість підвищення доз - покроково до 8 Дж/кг і максимально 360 Дж залежно від типу дефібрилятора для рефрактерної ШТбп та ФШ (якщо потрібно більше ніж 5 розрядів).

- Дефібриляція за допомогою самоклеючих електродів стає стандартом. У разі їх відсутності, використання поліфункціональних електродів (із гелевими прокладками) все ще вважається прийнятною альтернативою, але вимагає певних змін у процедурі дефібриляції. Зарядка повинна виконуватися безпосередньо на грудній клітці, вже на цьому етапі призупиняючи компресії. Вдале планування перед кожною дією зведе до мінімуму час перерв.

Коментар робочої групи:

При використанні самоклеючих електродів набір заряду дефібрилятора може відбуватися під час проведення компресій грудної клітки, зупиняючи їх на кілька секунд лише для виконання розряду.

При використанні поліфункціональних традиційних електродів у дітей набір заряду дефібрилятора відбувається коли електроди розміщено в слотах дефібрилятора; при цьому продовжуються компресії грудної клітки. Після завершення набору заряду (зміна тону звукового сигналу дефібрилятора) має прозвучати команда припинення компресій і електроди мають бути швидко накладені на грудну клітку постраждалого. Попередньо на місця накладення електродів наноситься електродний гель, або використовуються гелеві прокладки. Після нанесення розряду негайно відновлюються компресії грудної клітки, а електроди дефібрилятора повертаються у слоти апарату. Якщо постраждалий має достатньо великі розміри (дитина старшого віку, підліток чи дорослий) і електроди, що розміщені на грудній клітці, не будуть перешкоджати проведенню компресій грудної клітки, набір заряду може відбуватися за розташування електродів на грудній клітці на тлі її компресій.

Електроди повинні розташовуватися або в передньо-латеральному (ПЛП), або в передньо-задньому положенні (ПЗП). Уникайте контакту між електродами, оскільки це призведе до утворення замкнутої дуги. У передньо-латеральному положенні один електрод розташовується нижче правої ключиці, а другий — у лівій пахвовій області. У ПЗП передній електрод розташовують посередині грудної клітки безпосередньо ліворуч від грудини, а задній — посередині спини між лопатками.

Оксигенація та вентиляція під час проведення педіатричної ALS

- Оксигенація та вентиляція за допомогою мішка Амбу та маски проводиться з використанням високої концентрації кисню (100%). Не титруйте FiO_2 під час СЛР.

- Розгляньте забезпечення прохідності ДШ за допомогою ЕТТ або надгортанних пристроїв, у випадках, де передбачається довготривала вентиляція, або СЛР під час транспортування. Якщо ШВЛ за допомогою мішка Амбу та маски неможлива, розгляньте раннє покращення ведення ДШ. Використовуйте моніторинг ETCO_2 , коли прохідність ДШ забезпечена надгортанними пристроями чи ЕТТ.

- Завжди уникайте гіпервентиляції (через надмірну частоту та/або ДО). Подбайте про достатнє розправлення легень під час компресій грудної клітки. ДО можна оцінити, спостерігаючи за екскурсією грудної клітки.

- У випадках СЛР, коли проводиться ШВЛ з позитивним тиском через ЕТТ, вентиляція може бути асинхронною, а **компресії грудної клітки безперервними** (окрім паузи кожні 2 хвилини для перевірки ритму). У цьому випадку ЧД має наближатися до нижньої границі норми відповідно до віку, наприклад, вдихів/хв: 25 (немовлята), 20 (>1 року), 15 (>8 років), 10 (>12 років).

- Для дітей, які вже перебувають на апараті ШВЛ, можна проводити вентиляцію ручним мішком або продовжувати апаратну вентиляцію. В останньому випадку переконайтеся, що апарат ШВЛ перебуває в режимі регуляції за об'ємом, тригери та ліміти вимкнено, а ЧД, ДО і FiO_2 адекватні для СЛР. Немає жодних доказів на підтримку будь-якого конкретного рівня ПТКВ під час СЛР. Дисфункція апарата ШВЛ сама по собі може бути причиною зупинки серця.

- Коли відбулося відновлення спонтанного кровообігу, титруйте FiO_2 до SpO_2 94-98%. Дітям, в яких не відновилися свідомість, або за інших клінічних показань, компетентні фахівці повинні забезпечити прохідність ДШ за допомогою ЕТТ або надгортанних пристроїв, якщо це ще не виконано.

Вимірювані параметри під час СЛР

- **Капнографія** є обов'язковою для моніторингу положення ЕТТ, але вона не виявляє селективну інтубацію бронхів. Коли капнографія забезпечена під час СЛР, вона може допомогти швидко виявити ВСК. Значення EtCO_2 не слід використовувати як цільовий індикатор якості під час педіатричного ALS, або як аргумент «за» чи «проти» продовження СЛР.

- **Інвазивний АТ** повинен розглядатися лише як цільовий під час педіатричної ALS для дітей із зупинкою кровообігу в стаціонарі, де артеріальна лінія вже є. Значення АТ не слід використовувати для прогнозування результату.

- **Приліжкове УЗД** може використовуватися досвідченими фахівцями для виявлення оборотних причин зупинки серця. Його використання не повинно перешкоджати безперервним компресіям або впливати на якість СЛР. УЗ-візуалізацію найкраще проводити під час пауз для перевірки ритму та/або для вентиляції; команда повинна спланувати та передбачити розміщення персоналу, щоб максимально швидко та ефективно використовувати методику.

● **Необхідні приліжкові лабораторні показники** (наприклад, рівень сироваткового або з цільної крові калію, лактату, глюкози,...) можна використовувати для виявлення оборотних причин зупинки серця, але вони не повинні використовуватися для прогнозування. Фахівці мають знати, що вимірювані значення можуть суттєво відрізнятися залежно від методики вимірювання та місця відбору проб.

Особливі ситуації - потенційно зворотні причини зупинки кровообігу

● Раннє виявлення та належне лікування будь-яких оборотних причин під час СЛР є пріоритетом для всіх провайдерів ALS. Використовуйте мнемоніку «4Г4Т», щоб запам'ятати, на що потрібно прицільно звертати увагу:

- Гіпоксія;
- Гіповолемія;
- Гіпо- або Гіперкаліємія/-кальціємія/-магніємія та Гіпоглікемія;
- Гіпо- або Гіпертермія;
- пневмоТоракс напружений;
- Тампонада;
- Тромбоз (коронарний чи легеневий);
- Токсичний вплив/Токсини.

● Якщо не зазначено інше, специфічне лікування для кожної з цих причин є аналогічним такому при зупинці серця, як і при гострих, загрожуючих життю захворюваннях (див. відповідний розділ про особливі обставини в цих рекомендаціях).

● Провайдери повинні розглянути (відповідно до протоколу та, якщо можливо, за допомогою експерта) конкретні методи лікування інтоксикації препаратами високого ризику (наприклад, бета-блокаторами, трициклічними антидепресантами, блокаторами кальцієвих каналів, наперстянкою або інсуліном). Для певних інтоксикацій, що загрожують життю, слід розглянути екстракорпоральну терапію на ранній стадії, і цих пацієнтів слід перевести до центру, який може проводити це у дітей, в ідеалі до появи серцево-судинної або неврологічної недостатності (на основі анамнезу інтоксикації, а не фактичних симптомів).

● Особливого підходу вимагають і такі специфічні обставини, як кардіохірургія, нейрохірургія, травми, утоплення, сепсис, легенева гіпертензія. Важливо, що більш широке використання екстракорпоральної життєзабезпечення/СЛР (ECLS/eСЛР) ґрунтовно переосмислило всю концепцію «оборотності».

● Заклади, що виконують кардіоторакальні операції у дітей, повинні встановити індивідуальні алгоритми для зупинки серця після кардіоторакальних операцій.

● Стандартний ALS може бути неефективним для дітей із зупинкою серця на фоні легеневої гіпертензії. Активно шукайте оборотні причини підвищеного опору легневих судин, такі як припинення прийому ліків, гіперкарбія, гіпоксія,

аритмії, тампонада серця або токсичність ліків. Зважайте на спеціальні методи лікування, такі як легеневі вазодилататори.

Травматична зупинка серця (ТЗС)

- У випадку ТЗС почніть стандартну СЛР, не припиняючи пошуки та лікування будь-якої з оборотних причин у дітей:

- Забезпечення прохідності ДШ і вентиляція киснем
- Контроль зовнішньої кровотечі, включаючи використання турнікетів
- Двобічне дренивання плевральної порожнини (як прийнятна альтернатива - голковий торакоцентез, якщо не володіють навичкою дренивання)
- В/в чи в/к доступ і рідинна ресусцитація (якщо можливо, з використанням цільної крові або її компонентів), а також використання тазового бандажу при тупих травмах.

- Компресії грудної клітки проводяться одночасно із зазначеними вище процедурами залежно від наявного персоналу. Виходячи з механізму ушкодження, введенню адреналіну може передувати корекція оборотних причин.

- Розгляньте можливість проведення торакотомії у відділенні невідкладної допомоги у педіатричних пацієнтів з травматичною зупинкою серця з проникаючою травмою з чи без ознак життя. У деяких системах швидкої медичної допомоги висококваліфіковані спеціалісти можуть також розглянути догоспітальну торакотомію для цих пацієнтів (або для дітей з деякими закритими травмами).

Зупинка кровообігу на фоні гіпотермії

- Адаптуйте стандартний педіатричний протокол ALS для гіпотермії (див. також розділ про особливі обставини). Почніть стандартну СЛР для всіх постраждалих із зупинкою кровообігу. Якщо продовжена СЛР неможлива і у дитини глибока гіпотермія ($<28^{\circ}\text{C}$), розгляньте можливість відстроченої або періодичної СЛР.

- Будь-яка дитина, яка має будь-які шанси на сприятливий результат, в ідеалі повинна бути якнайшвидше транспортована до (педіатричного) референс-центру з еСЛР, або з потужностями методів екстракорпорального життєзабезпечення.

Екстракорпоральна підтримка життєдіяльності

- СЛР із застосуванням екстракорпоральних методів, таких як екстракорпоральна мембранна оксигенація, штучний кровообіг (еСЛР), у дітей слід розглядати на ранніх стадіях внутрішньогоспітальної зупинки кровообігу та (передбачуваною) оборотною причиною, коли звичайний алгоритм СЛР не призводить до швидкого відновлення спонтанного кровообігу, при наданні допомоги в закладі охорони здоров'я, де є досвід, ресурси та злагоджені системи для швидкого ініціювання ECLS.

- Для окремих підгруп дітей з декомпенсованою серцево-легеневою недостатністю (наприклад, важкий рефрактерний СШ або кардіоміопатія,

міокардит із рефрактерним до терапії низьким серцевим викидом), використання еСЛР до зупинки серцевої діяльності може мати позитивний ефект для підтримки кровообігу і запобігання зупинки серця. Внутрішньогоспітальна зупинка кровообігу незадовго до або під час канюляції не повинна перешкоджати початку еСЛР.

• Компетентні фахівці можуть прийняти рішення розпочати еСЛР при позалікарняній зупинці кровообігу у випадках глибокої гіпотермії або коли канюляція може бути виконана на догоспітальному етапі висококваліфікованою командою залежно від можливостей і особливостей системи охорони здоров'я.

Коментар робочої групи

Припинення реанімації

• *Немає доказів, які б рекомендували конкретний період часу, після якого подальші реанімаційні зусилля є марними.*

• *Збільшується кількість повідомлень про виживання дітей і немовлят, яким проводились реанімаційні заходи довше 20 хвилин (не враховуючи гіпотермічну зупинку серця), до виписки з лікарні з хорошим неврологічним результатом.*

• *Фактори, які мають впливати на будь-яке рішення про припинення реанімаційних заходів, включають обставини зупинки, початковий ритм, тривалість реанімації та інші особливості, такі як наявність гіпотермії та серйозного метаболічного порушення.*

• *Дітей та немовлят з ВСК в коматозному стані, які знаходяться на ШВЛ, які відповідають критеріям смерті мозку, слід розглядати як потенційних донорів органів і направляти до трансплант-координаторів. (Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 09 листопада 2020 року № 2559).*

• *Після реанімації з приводу раптової незрозумілої зупинки серця слід ретельно зібрати анамнез (непритомність, судоми, незрозумілі нещасні випадки/утоплення або раптова смерть у сімейному анамнезі), щоб визначити, чи існує ймовірність спадкової хвороби серця, а також необхідно провести спеціалізований аналіз будь-яких попередніх ЕКГ.*

• *Крім того, якщо пацієнт не виживає, слід провести патологоанатомічний розтин із аналізом тканини на наявність будь-яких каналопатій, а родину направити до експерта з питань порушень серцевого ритму/спадкових захворювань серця.*

Рекомендовано подовження часу проведення реанімаційних заходів:

- *гіпотермія;*
- *утоплення;*
- *отруєння (деякі) і перспективи на нейтралізацію.*

Післяреанімаційне лікування та догляд

Кінцевий результат лікування дітей після ВСК залежить від багатьох факторів, деякі з яких піддаються корекції. Вторинне ураження життєво важливих органів може бути спричинене тривалою серцево-судинною

недостатністю внаслідок основної патології, дисфункцією міокарда після ВСК, реперфузійним пошкодженням або тривалою гіпоксемією.

- **Гемодинаміка:** уникайте гіпотензії після ВСК у (тобто САТ <5-го перцентилля для віку). Прагніть до САТ на рівні або вище 50-го перцентилля, беручи до уваги клінічні ознаки, рівень лактату в сироватці крові та/або показники СВ. Для цього використовуйте мінімально необхідні об'єм інфузійної терапії і дози вазоактивних препаратів. Контролюйте всі втручання та постійно адаптуйтеся до фізіологічної відповіді дитини.

- **Вентиляція:** забезпечте нормальну ЧД та об'єм вентиляції відповідно до віку дитини, щоб досягти нормальних показників PaCO_2 . Намагайтеся уникати як гіпо-, так і гіперкарбії. У деяких дітей значення PaCO_2 і PaO_2 можуть відрізнятися від нормальних вікових значень (наприклад, при хронічних захворюваннях легень або вроджених вадах серця); необхідно прагнути відновити ці показники до нормальних індивідуально для цієї дитини. Не використовуйте ETCO_2 замість PaCO_2 , коли нормакарпія досягається як компонент нейропротективної терапії, якщо немає доведеної кореляції.

- **Оксигенація:** титруйте FiO_2 для досягнення нормоксемії або, якщо кислотно-основний стан артеріальної крові недоступний, підтримуйте SpO_2 в діапазоні 94-98%. Підтримуйте високий рівень FiO_2 при передбачуваному отруєнні чадним газом або важкій анемії.

- **Використовуйте ціль-орієнтований контроль температури:** Уникайте підвищення температури тіла $\geq 37,5^\circ\text{C}$, підтримуйте задану температуру за допомогою джерела зовнішнього охолодження. Низькі цільові показники температури (наприклад, 34°C) вимагають відповідного забезпечення відділень педіатричної реанімації. Крім того, лікуюча команда може прагнути і до вищої цільової температури, наприклад, 36°C .

- **Контроль рівня глюкози:** контролювати рівень глюкози в крові та уникали як гіпо-, так і гіперглікемії. Майте на увазі, що надто жорсткий контроль рівня глюкози може бути шкідливим через ризик випадкової гіпоглікемії.

Хоча певні фактори корелюють з результатами відновлення після зупинки серця, жоден фактор не може бути використаний окремо для прогнозу. Фахівці повинні використовувати інтегрований підхід при оцінці множинних факторів у фазах до-, інтра- та після зупинки кровообігу, включаючи біологічні маркери та нейровізуалізацію.

Коментар робочої групи

Робоча група вважає за доцільне та корисним використання контрольних списків (чек-листів) ведення пацієнтів в постреанімаційному періоді. Один з варіантів таких контрольних списків може бути Контрольний список ведення постреанімаційного періоду, рекомендований American Heart Association: Part 4: Pediatric Basic and Advanced Life Support, 2020 представлений нижче.

Постреанімаційний період – чек-лист

Контрольний список ведення постреанімаційного періоду	
Оксигенація та вентиляція	
Оцінюйте оксигенацію та утримуйте нормоксемію 94-99% (або нормальну/відповідну SpO ₂)	<input type="checkbox"/>
Визначайте та підтримуйте PaCO ₂ відповідно до основного захворювання пацієнта та обмежте вплив тяжкої гіпер- або гіпокапнії	<input type="checkbox"/>
Гемодинамічний моніторинг	
Встановіть конкретні гемодинамічні цілі під час ведення постреанімаційного періоду та переглядайте щодня	<input type="checkbox"/>
Моніторинг ЕКГ	<input type="checkbox"/>
Моніторинг АТ	<input type="checkbox"/>
Контролюйте рівень лактату в сироватці крові, діурез, та насичення центральної венозної крові киснем, для відповідної корекції лікування	<input type="checkbox"/>
Використовуйте парентерально болус рідини з інотропами або вазопресорами, або без них, щоб підтримувати сАТ вище п'ятого перцентилля для віку та статі	<input type="checkbox"/>
Цільове управління температурою (ЦУТ)	
Вимірюйте та постійно контролюйте центральну температуру	<input type="checkbox"/>
Профілактика та лікування лихоманки відразу після зупинки та під час зігрівання.	<input type="checkbox"/>
У пацієнтів в коматозному стані застосовуйте ЦУТ (32-34° С) з наступним переходом до (36-37,5°С) або тільки ЦУТ (36-37,5°С).	<input type="checkbox"/>
Запобігання тремтіння.	<input type="checkbox"/>
Слідкуйте за АТ і лікуйте гіпотензію під час зігрівання.	<input type="checkbox"/>
Нейромоніторинг	
У пацієнта з енцефалопатією за доступності ресурсів, проводьте безперервне моніторування ЕЕГ.	<input type="checkbox"/>

<i>Лікуйте судоми.</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Розгляньте можливість ранньої візуалізації головного мозку для виявлення потенційно зворотніх причин зупинки серця.</i>	<input type="checkbox"/>
Електроліти і глюкоза	
<i>Контролюйте рівень глюкози в крові та уникайте гіпоглікемії.</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Підтримуйте електроліти в межах норми, щоб уникнути можливих небезпечних для життя аритмій.</i>	<input type="checkbox"/>
Седація	
<i>Лікуйте седативними і анксиолітиками.</i>	<input type="checkbox"/>
Прогноз	
<i>Завжди розглядайте декілька модальностей (клінічних та інших) над будь-яким прогностичним фактором.</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Пам'ятайте, що оцінки можуть бути змінені через ЦУТ або бути індукованими гіпотермією.</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Оцінюйте ЕЕГ в поєднанні з іншими факторами протягом перших 7 днів після зупинки серця.</i>	<input type="checkbox"/>
<i>Розгляньте можливість нейровізуалізації, наприклад магнітно-резонансної томографії, протягом перших 7 днів.</i>	<input type="checkbox"/>

ДОКАЗОВА БАЗА РЕКОМЕНДАЦІЙ

Особливості регіональної системи охорони здоров'я та, зокрема, наявність ресурсів, значною мірою впливатимуть на практику, і їх слід завжди враховувати під час тлумачення та впровадження цих рекомендацій.⁶

Вплив COVID-19 на рекомендації у цих настановах:

Пандемія COVID-19 виникла саме тоді, коли розроблялися ці рекомендації. Це вимагало певних змін в алгоритмах дії при зупинці серця, а також у особливостях забезпечення догляду за тяжкохворими дітьми. Ці зміни були темою спеціальних рекомендацій ERC щодо «Реанімації під час пандемії COVID» і не будуть повторюватися тут.⁷

Майбутні рекомендації повинні мати на меті збалансувати забезпечення оптимального лікування дитини з епідеміологічними чинниками (цей та майбутні можливі віруси) та наявними ресурсами. Забезпечення безпеки рятувальника завжди було пріоритетом у рекомендаціях ERC, але відсутність доказів ускладнює точне визначення пов'язаних ризиків. Рятувальники можуть оцінювати пріоритети дитини вище, ніж свій особистий ризик, але однаково повинні усвідомлювати свою відповідальність перед родичами, колегами та суспільством. Загалом, коли існує ризик передачі тяжкої хвороби, рятувальники повинні використовувати відповідні засоби індивідуального захисту перед тим, як здійснювати заходи підтримки життєдіяльності. Повинні бути встановлені системи, які сприятимуть цьому, і якщо для забезпечення безпечного догляду потрібен додатковий час, це слід вважати прийнятною складовою процесу реанімації. Слід надавати перевагу процедурам і технікам, які обмежують ризик передачі захворювання (наприклад, аерозольний шлях поширення).

Детальне обговорення COVID-19 у дітей виходить за рамки поточних рекомендацій. Загалом у дітей хвороба має легший перебіг і вони можуть бути менш заразними для інших, ніж дорослі.⁸⁻¹⁰ Однак це може відрізнятись в контексті роботи з іншими вірусами в майбутньому.¹¹⁻¹³

Епідеміологія зупинки серця у дітей

Ключові моменти:

- Зупинка серця в поза межами лікарні у дітей є відносно рідкісним явищем із несприятливим прогнозом. Показники 30-денної виживаності нещодавно покращилися, але в цілому все ще коливаються між 5 і 10%. Менше половини тих, хто вижив, мають сприятливий неврологічний прогноз. Початково дефібриляційні серцеві ритми спостерігаються у 4-8,5% зареєстрованих випадків і пов'язані із значно кращими результатами (до 50% виживання). Зупинки серця у немовлят становлять 40-50% усіх педіатричних зупинок серця поза стаціонаром, і їхній прогноз набагато гірший, ніж у дітей старшого віку. Приблизно 40-50% усіх педіатричних зупинок серця поза межами стаціонару мають респіраторну етіологію. Синдром раптової смерті немовлят складає 20-30% випадків. Зупинка серця, пов'язана з травмою, становить 10-40% зареєстрованих випадків.¹⁴⁻²⁰

- Поширеність зупинки кровообігу в межах стаціонару в педіатричній групі пацієнтів залишалася відносно незмінною протягом останніх років. Принаймні

50% усіх випадків зупинок серця були безпульсові.²¹ Виживаність до виписки значно краще, ніж для позагоспітальної зупинки серця, у середньому 37,2% (95% ДІ 23,7; 53) у систематичному огляді 16 баз даних.¹⁵ Як це відображається на сприятливому неврологічному результаті, менш ясно. Велика когорта досліджень внутрішньогоспітальних зупинок серця у Сполученому Королівстві (n=1580, 2011-2018, 4,3% початково дефібриляційний ритм) задокументовано 69,1% відновлення спонтанного кровообігу і 54,2% нескориговану виживаність до виписки.²² Хороший неврологічний результат спостерігався у понад 70% тих, хто вижив.

- Загалом бракує адекватних «глобальних» даних про частоту, обставини та наслідки зупинки серця у педіатричних пацієнтів. Менш фрагментований підхід підвищить корисність зареєстрованої інформації і зрештою принесе користь дітям.²³

Ознаки дихальної недостатності — ознаки недостатності кровообігу

Через відсутність останнього COSTR ми ґрунтувалися у своїх порадах на існуючих настановах, оглядах і клінічних даних на цю тему. Нещодавно опубліковані рекомендації кампанії Surviving Sepsis Campaign щодо лікування септичного шоку у дітей були визнані високоякісними та значною мірою підтверджували нашу думку щодо питань США.⁴⁸

Респіраторні та серцево-судинні невідкладні стани разом становлять більшу частину дитячої захворюваності та смертності в усьому світі, особливо серед немовлят і дітей раннього віку. Їх швидке розпізнавання та належне лікування покращують результат.²⁴⁻²⁸ Наявні симптоми зазвичай не є специфічним для одного захворювання, і жоден виявлений симптом самотужки не може визначити тяжкість, або вказати точно на етіологію.²⁹⁻³⁵ Очевидні ознаки декомпенсації (зниження свідомості, гіпотензія) зазвичай є пізніми та передують кардіореспіраторному колапсу. Раннє розпізнавання та лікування має вирішальне значення, але початкові клінічні ознаки (компенсованої) недостатності є неоднозначними, і можуть трактуватися по-різному, особливо у дітей раннього віку.^{27,30,36-44}

Таким чином, належна оцінка вимагає комплексного підходу, розглядаючи клінічні симптоми, а також враховуючи додаткову інформацію з анамнезу, біомаркери та/або візуалізацію. Складні моделі, що використовують штучний інтелект, не завжди мають кращі результати, ніж клінічні рішення компетентного лікаря біля ліжка хворого.⁴⁵⁻⁴⁷ Ми навмисно не розрізняємо «холодний» і «теплий» шок, оскільки це часто важко оцінити клінічно та може ввести клініцистів в оману.⁴⁸

Рекомендується розпізнавання дитини групи ризикувати перший погляд (перша оцінка за «п'ять секунд без рук») за допомогою трикутника педіатричної оцінки або подібних моделей.⁴⁹⁻⁵² Будь-яке відхилення повинно ініціювати подальшу повну покрокову патофізіологічну оцінку за алгоритмом **ABCDE**.

Частота дихання, пульс, артеріальний тиск

Значення, які вважаються нормальними або ненормальними для різних вікових груп у педіатричних підручниках і посібниках з PLS, нещодавно були поставлені під сумнів у кількох дослідженнях і систематичних оглядах, включаючи великі бази даних здорових дітей, а також дітей, які спостерігалися у відділеннях невідкладної допомоги. Здається, проста дихотомія нормальне/ненормальне недостатньо точно відображає варіації, які зазвичай спостерігаються серед дітей.⁵³⁻⁶¹ Нещодавно отримані центильні графіки краще представляють варіації між різними віковими групами, але їх використання в клінічній практиці та вплив на результати вимагають перевірки. Попередні «нормальні значення», описані в підручниках, явно не збігаються з діапазонами, представленими в останніх дослідженнях, тому ми пропонуємо деякі виправлення, щоб уникнути недостатнього або надмірного сортування. Важливо, що жодне з цих значень, взятих окремо, не має достатньої достовірності, і їх завжди слід розглядати у зв'язку з іншими ознаками та симптомами. На кожного з них можуть впливати такі стани, як лихоманка, тривога або біль. Загалом тренди більш інформативні, ніж окремі показання.

Пульсоксиметрія

Гіпоксемія часто присутня у хворих дітей⁶² як при респіраторних, так і нереспіраторних захворюваннях (наприклад, сепсис) і є основним фактором ризику смерті незалежно від діагнозу. Раннє виявлення гіпоксемії допомагає в оцінці тяжкості стану та дозволяє призначити належне лікування.⁶³ Клінічні ознаки можуть не відповідати ступеню гіпоксемії, тому «тиха гіпоксемія» була описана у дорослих пацієнтів з COVID-19.⁶⁴ Хоча вимірювання PaO_2 вважається золотим стандартом, пульсоксиметрія забезпечує швидкий неінвазивний спосіб оцінки оксигенації та вважається стандартом для постійного моніторингу оксигенації.^{24,26,65} Достовірні дані про розподіл 'нормальних' значень у дітей напрочуд мізерний. SpO_2 95% було названо нижчим пороговим значенням.⁶⁶ Різні дослідження та огляди, здається, припускають подібне.⁶⁷⁻⁷⁰ Враховуючи відсутність переконливих доказів та з огляду на узгодженість між різними даними та простотою запам'ятовування, робоча група продовжує рекомендувати 94-98% як «нормальний діапазон». Багато факторів (включаючи висоту над рівнем моря, технічні обмеження, якість перфузії, оксид вуглецю, під час сну) необхідно враховувати під час інтерпретації показників пульсоксиметрії, і ці знання мають бути частиною будь-якого навчання PLS.⁷¹

Неінвазивна $ETCO_2$ /капнографія на видиху

Артеріальний $PaCO_2$ та інші параметри КОС вважаються золотим стандартом для оцінки вентиляції. Капілярний або венозний КОС також може використовуватися за відсутності артеріального доступу. Венозний $PvCO_2$ вище, ніж артеріальний $PaCO_2$, але в цілому корелює з $PaCO_2$. На відміну від PaO_2 , нормальні значення $PaCO_2$ (35-45 мм рт. ст.; 1 кПа=приблизно 7,5 мм рт. ст.) чітко визначені та не змінюються з віком. Неінвазивні пристрої $ETCO_2$ все

частіше використовуються як у догоспітальному, так і в стаціонарному лікуванні. Кілька досліджень показують розумну кореляцію між $ETCO_2$ і $PaCO_2$. Капнографія є кращим методом вимірювання $ETCO_2$ у дітей які заінтубовані, але її також слід розглядати у дітей зі спонтанним диханням, які, наприклад, піддаються глибокій процедуральній седації або мають гостру дихальну недостатність.⁷²⁻⁷⁶ Високий потік кисню може призвести до штучного зниження значень $ETCO_2$.⁷⁷ Додавання вимірювання $ETCO_2$ до візуальної оцінки та пульсоксиметрії було пов'язане зі значним зниженням епізодів десатурації та/або гіповентиляції під час процедурної седації.^{73,78} Зміни $ETCO_2$ з'являються за кілька хвилин до того, як визначається десатурація за допомогою пульсоксиметрії.⁷⁹ $ETCO_2$ не слід використовувати як альтернативу для $PaCO_2$ при забезпеченні нормокапнії як частини нейропротективної стратегії ШВЛ.⁸⁰

Сироватковий лактат

Докази для моніторингу лактату в сироватці крові у дітей з недостатністю кровообігу обмежені. Рання гіперлактатемія пов'язана з критичним захворюванням, але дисфункція органів може виникати за нормальних показників лактату.⁸¹⁻⁸⁴ Крім того, лактат може підвищуватися з багатьох інших причин, окрім клітинної дизоксії, і тому жодна з них не є специфічним показником дизоксії або дисфункції органів. Використовуйте тенденції значень лактату в крові на додаток до клінічної оцінки, особливо у випадку реанімації дітей із септичним шоком.^{48,85} Стійке підвищення рівня лактату в крові може вказувати на синдром низького серцевого викиду.

Насичення центральної венозної крові киснем ($ScvO_2$)

Безперервне або періодичне вимірювання $ScvO_2$ вважалося важливою частиною ранньої ціль-орієнтованої терапії та було визначено як потенційно корисне в попередніх рекомендаціях. Не знайдено достатніх доказів «за» чи «проти» його використання у дітей із СШ. Використання $ScvO_2$ вимагає центральної лінії, яка може відволікати від інших пріоритетів «першої години». Розширені гемодинамічні показники можуть бути цінними для спрямування подальшої терапії дітей із СШ після першої години.^{28,48}

Ознаки неврологічних порушень

Раннє розпізнавання та лікування невідкладних неврологічних станів має важливе прогностичне значення (Додаток RR 1A.3). Прогноз часто пов'язаний із вторинним ушкодженням через супутню гіпоксемію чи ішемію. Затримка лікування погіршує результат.⁸⁶⁻⁸⁸ Для лікування деяких із цих невідкладних ситуацій ми також звертаємося до спеціальних рекомендацій.^{87,89,90}

Рівень свідомості, наявність вимушеної пози та розмір зіниць, симетрія та реакція на світло дають можливість зробити попередній прогноз, але цього недостатньо для точного прогнозування результатів.

Рівень свідомості

Шкала ком Глазго (ШКГ) зазвичай використовується для опису рівня свідомості пацієнта та його динаміки. Застосування у дітей утруднене. Декілька досліджень підтвердили майже однакову ефективність спрощених шкал.⁹¹⁻⁹⁶ AVPU є простою шкалою і добре корелює із загальним балом ШКГ у дітей старше п'яти років. Менша кількість градацій між свідомістю та повною її відсутністю знижують роздільну здатність даної шкали. Моторна оцінка ШКГ має більше рівнів, ніж AVPU, і має майже ідентичну інформаційну цінність, як загальна ШКГ. Її можна використовувати будь-якому віці.

Інсульт

Інсульт входить до топ-десять основних причин смертності дітей, і більше половини тих, хто вижив, мають довгострокові порушення. Інсульт у дітей зустрічається рідко, і тому його легко прийняти за більш поширені стани, такі як мігрень або інтоксикація. Раннє розпізнавання інсульту має вирішальне значення, оскільки будь-яка затримка лікування вплине на результат. До «червоних прапорців» можна віднести раптову появу сильного головного болю або фокальний неврологічний дефіцит, але інсульт у дітей також часто може проявлятися у вигляді зміненого психічного стану або судом. Інструменти розпізнавання інсульту для дорослих мають обмежену ефективність у дітей і не рекомендуються. Діти, у яких раптово з'явився будь-який із зазначених вище симптомів, мають високий ризик інсульту, тому їм слід негайно пройти неврологічне обстеження та розглянути можливість термінової нейровізуалізації.^{90,97-101}

Менінгіт/енцефаліт

Діагноз енцефаліту вимагає високого рівня настороженості, особливо у немовлят.^{86,87,102} Запізнення в діагностиці та лікуванні асоціюється з гіршими результатами. Негайна люмбальна пункція рекомендована лише після первинної стабілізації та за відсутності протипоказань, таких як порушення свідомості, ознаки внутрішньочерепної гіпертензії або порушення згортання крові. У дітей з першими фебрильними судомами загальна поширеність бактеріального менінгіту низька, і діагноз переважно клінічний у дітей віком від 6 місяців. Корисність рутинної люмбальної пункції у дітей з першими фебрильними судомами є низькою.¹⁰³

Педіатричні шкали раннього виявлення та групи швидкого реагування

Педіатричні шкали ранньої настороженості (Pediatric Early Warning Scale - PEWS) — бригади швидкої медичної допомоги (Medical Emergency Team - MET) — групи швидкого реагування (Rapid Response Team - RRT).

Теми PEWS, MET та RRT були досліджені ILCOR як огляд (PLS 818) та оновлення доказів (EvUp) відповідно (PLS 397). Робоча група PLS дійшла висновку, що впровадження PEWS і використання педіатричних систем MET/RRT мають бути частиною загальної системи клінічної відповіді. Вони визнали потенційну вартість і вплив на ресурси впровадження таких систем.

Вони також виявили численні труднощі в дослідженні PEWS.¹⁰⁴ Очікуються результати великого кластерного РКД, що вивчає вплив впровадження PEWS і педіатричних засобів відстеження та тригерних застосунків.¹⁰⁵

Приліжкове ультразвукове дослідження (POCUS) у дітей в критичному стані

Наявні докази свідчать про те, що POCUS є ефективним методом як для швидкої діагностики, так і для контролю маніпуляцій в різноманітних невідкладних педіатричних станах (Додаток RR 1C).^{106,107} Технологія продовжує розвиватися, і дослідження розширюють рамки використання POCUS для нових клінічних сценаріїв. Формалізоване навчання необхідне для стандартизації та розширення використання методики. Наявні опубліковані закордонні рекомендації щодо використання POCUS при невідкладних педіатричних станах.¹⁰⁸

Приліжкове ультразвукове дослідження легень

Останні публікації доводять діагностичну цінність УЗД легень при дихальній недостатності у дітей.¹⁰⁹⁻¹¹⁸ POCUS легень має принаймні подібну чутливість і специфічність у порівнянні з рентгенографією грудної клітки при діагностиці пневмонії у дітей, може бути більш економічно ефективним, залежно від контексту його використання. POCUS дозволяє більш точно виявити плевральний випіт або пневмоторакс, та допомагає вибору місця голкового торакоцентезу та торакотомії. Також може бути допоміжним інструментом для підтвердження правильного розміщення ендотрахеальної трубки, але докази щодо дітей обмежені.^{119,120}

POCUS при недостатності кровообігу

При належній підготовці, точність УЗД серця, виконаного не кардіологами, виявилась досить високою.¹²¹ Педіатри та лікарі невідкладної допомоги, які пройшли відповідну підготовку, здатні точно діагностувати перикардіальний випіт, порушення скоротливості серця та збільшення лівого шлуночка. Інші потенційні застосування включають виявлення тампонади серця, дилатаційної кардіоміопатії, вроджених вад серця та інфекційного ендокардиту.

У дорослих POCUS також застосовувався як допоміжний інструмент при виборі тактики лікування шоку, але докази щодо дітей обмежені. В систематичному огляді респіраторна варіабельність діаметра нижньої порожнистої вени (НПВ) була лише помірним предиктором для прогнозування відповіді на волемічне навантаження (сукупна специфічність 0,73).¹²² Важливо відзначити, що негативне УЗД не може бути використане як аргумент «проти» болюсу рідини (сукупна чутливість 0,63). Стандартне вимірювання співвідношення діаметру НПВ/аорти у дітей не визначено для всіх вікових груп, тому серійні дослідження можуть бути більш корисними для вибору стратегії інфузійної терапії.^{110,123} УЗД легень може відігравати роль у керуванні

інфузійною терапією при сепсисі у дітей. Кількість «В-ліній» на УЗД легень корелює з позасудинною рідиною в інтерстиції.^{124,125}

Розширений FAST протокол (E-FAST) при дитячій травмі

Докази щодо використання E-FAST у дітей набагато більш обмежені, ніж у дорослих, і однаково суперечливі. УЗД черевної порожнини має лише помірну чутливість для виявлення гемоперитонеуму.¹²⁶⁻¹²⁸ На підставі наявних даних не рекомендовано використовувати FAST як єдиний діагностичний тест для виключення внутрішньочеревної кровотечі. Обстеження FAST може бути включено в інші аспекти оцінки травми, щоб підвищити точність оцінки. Дані спостережень показали, що обстеження FAST має обмежений вплив на частоту використання КТ черевної порожнини у травмованих дітей із дуже низьким (<1%) і дуже високим (>10%) ризиком внутрішньочеревної травми. Однак використання FAST у дітей, які прогнозовано мають 1-10% ризик внутрішньочеревної травми, зменшило використання КТ черевної порожнини. Одне невелике дослідження показало, що в поєднанні зі значеннями трансаміназ >100 МО/л специфічність FAST становила 98%, що свідчить про те, що негативний результат FAST і трансамінази <100 МО/л можуть бути показами для спостереження за пацієнтом замість КТ черевної порожнини. E-FAST включає УЗД серця та легень, що має набагато вищу точність та інформативність.

Командна робота

ILCOR COSTR 2020 запропонував спеціальну командну підготовку як частину навчання ALS для провайдерів медичних послуг (слабка рекомендація, дуже низька достовірність доказів).¹²⁹ Ми окремо розглянули вплив на результат «командного» підходу та те, що «правильно» командна робота повинна становити (ефективність команди) (додаток RR 2).

Незважаючи на велику кількість літератури, доказова база для командної роботи обмежена. У попередніх документах вказувалося, що відсутність командної роботи та невдачі в спілкуванні є важливими причинами медичних помилок і несприятливих результатів.¹³⁰ На основі цього та виявленої літератури в робоча група рекомендує командний підхід до невідкладного лікування дітей у критичному стані. Ми наголошуємо на важливості структурованої стратегії впровадження для тих, хто ще не користується цим, і постійної оцінки ефективності для тих, хто вже використовує командний підхід. Командний підхід має багато визначальних факторів і полягає в більшому, ніж просто об'єднання різних професіоналів в одній кімнаті. В ідеалі повинні існувати письмові протоколи лікування дітей у всіх відділеннях, де вони можуть бути присутніми.¹³¹⁻¹³⁹ В ідеалі нові члени команди повинні бути навчені командній роботі та конкретним існуючим протоколам, встановлюючи спільні ментальні моделі. Цей безперервний навчальний процес має бути невід'ємною частиною протоколів впровадження командного підходу.

Крім того, робоча група хоче підкреслити потенційний негативний вплив грубості та інших зовнішніх факторів стресу на продуктивність.¹⁴⁰⁻¹⁴² Усі члени

команди, особливо керівник групи, повинні працювати над встановленням культури, яка засуджує грубу поведінку.

Коментар робочої групи. Робоча група вважає за доцільне використати також рекомендації та досвід США, викладений в Рекомендаціях та навчальних посібниках American Heart Association (див. нижче): American Heart Association. Pediatric Advanced Life Support Provider Manual Ebook (international English). American Heart Association, Incorporated; 2020. Part 6: Effective High-Performance Team Dynamics. ISBN 13 : 978-1-61669-853-9_IVE

Структура команди і командна взаємодія

- Ролі в реанімаційній команді
- Принципи комунікації
- Принцип комунікації «Закрита петля»

Роль керівника команди багатогранна. Керівник групи

- Організовує групу
- Контролює індивідуальну продуктивність членів команди
- Підтримує членів команди
- Моделює чудову командну поведінку
- Навчає та тренує
- Полегшує розуміння
- Орієнтується на комплексне надання допомоги пацієнтам

Кожна високоефективна команда потребує лідера для організації зусиль групи. Керівник команди несе відповідальність за те, щоб усе було зроблено в потрібний час і належним чином, відстежуючи та інтегруючи індивідуальні показники членів команди. Роль керівника групи подібна до ролі диригента оркестру, який керує окремими музикантами. Як і диригент, керівник групи не грає на інструментах, а натомість знає, як кожен учасник оркестру вписується в загальну музику.

Члени команди повинні володіти навичками, дозволеними їх сферою діяльності. Важливим для успіху спроби реанімації є члени високоефективної команди

Детальніше про розподіл ролей

- Готові виконувати свої ролі та обов'язки
- Добре відпрацьовані навички з реанімаційних заходів
- Обізнаний з алгоритмами
- Прагнення до успіху

Кожен член команди повинен знати свою роль і обов'язки.

робити	
Керівник групи	<ul style="list-style-type: none"> • Чітко визначте ролі всіх членів команди в клінічних умовах
Члени команди	<ul style="list-style-type: none"> • Шукайте та виконуйте чітко визначені завдання, які відповідають вашому рівню компетенції

Кожен у команді повинен знати свої власні обмеження та можливості, а також керівник команди також повинен знати про них. Це дозволяє керівнику групи оцінити ресурси команди та викликати резервних членів команди, коли потрібна допомога.

робити	
Керівник групи та члени команди	<ul style="list-style-type: none"> • Раніше зверніться по допомогу, а не чекайте, поки стан пацієнта погіршиться настільки, що допомога є критичною • Зверніться за порадою до більш досвідченого персоналу, якщо стан пацієнта погіршується, незважаючи на первинне лікування

Під час спроби реанімації лідеру або члену високоефективної команди може знадобитися втрутитися, якщо дія, яка має відбутися, може бути недоречною в даний момент.

Керівник групи:

- Попросіть розпочати інше втручання, якщо воно має вищий пріоритет

Члени команди:

- Упевнено запропонуйте альтернативний препарат або дозу
- Розпитайте колегу, який збирається зробити помилку

Спілкуючись із членами команди, керівник групи повинен використовувати зв'язок із замкнутим циклом, виконавши такі кроки:

- Керівник команди дає повідомлення, наказ або завдання члену команди.
- Отримавши чітку відповідь і зоровий контакт, керівник групи підтверджує, що член команди почув і зрозумів повідомлення.

Керівник групи:

- Призначте інше завдання після отримання усного підтвердження того, що завдання виконано, наприклад: «Тепер, коли судинний доступ забезпечено, введіть 1 мг адреналіну»

Члени команди

• *Замкніть петлю: повідомте керівника групи, коли починається або закінчується завдання, наприклад, «Адреналін 1 мг введено»*

Хоча конструктивне втручання необхідне, воно має бути тактовним. Керівники команд повинні уникати конфронтації з членами команди. Натомість проведіть дебрифінг після завершення реанімаційних заходів.

Застосунки для розрахунку та правила розрахунку ліків

Робоча група в основному базувала свої висновки на 2020 ILCOR EvUp PLS 420,¹⁴³ трьох додаткових систематичних оглядах¹⁴⁴⁻¹⁴⁶ і одній настанові,¹⁴⁷ і визначила необхідність зміни поточних рекомендацій щодо методів оцінки ваги. (Додаток RR 3). Дозування екстрених препаратів вимагає функціональної оцінки ваги дитини. Оцінки батьків зазвичай точніші, ніж оцінки медичних працівників. Методи, засновані на довжині, такі як стрічка Broselow також точні, але мають тенденцію недооцінювати вагу в популяціях із високим рівнем захворюваності на ожиріння. Системи, що включають корекцію габітусу (наприклад, Papper), більш точні. Такі системи часто включають попередньо розраховану дозу для екстрених ліків, яка, як було показано, зменшує помилки при введенні. Оцінки медичних працівників і вікові формули є не точними, тому не рекомендуються. І нарешті, хоча фармакокінетика деяких препаратів (наприклад, фентанілу, пропофолу, мідазоламу) відрізняється у дітей з ожирінням і без ожиріння, існує занадто багато відмінностей між ліками та окремими особами, щоб вважати будь-яку специфічну стратегію однозначно правильною.

Менеджмент ДШ у критичних пацієнтів дитячого віку

Ми включили до нашого аналізу одну настанову,⁴⁸ три SRs,¹⁴⁸⁻¹⁵⁰ дев'ять описових оглядів,¹⁵¹⁻¹⁵⁹ два РКД^{160,161} та 27 наглядових робіт (додаток RR 4.1).¹⁶²⁻¹⁸⁸

Загалом доступні докази щодо дітей є слабкими, вони базуються переважно на даних обсерваційних досліджень та даних реєстрів. Докази, отримані при дослідженнях на дорослих або в операційній, слід розглядати як непрямі. Важливо відзначити, що рутинна практика і склад команд сильно відрізняються залежно від регіону та умов, тому неможливо зробити універсальні висновки.

Докази свідчать про те, що IT фахівцями з обмеженим досвідом впливає на результат лікування. Це особливо актуально у складних умовах (наприклад, маленька дитина, гемодинамічна нестабільність). Незважаючи на те, що близько 5% дітей, які отримали невідкладну медичну допомогу, потребують забезпечення прохідності ДШ, індивідуальний вибір провайдера часто схиляється до НЕ проведення маніпуляцій. Кожна з існуючих методик забезпечення прохідності ДШ має свої переваги та недоліки, з якими компетентні провайдери повинні бути ознайомлені. Необхідно структуровано та своєчасно

готуватися до виконання будь-якої процедури забезпечення прохідності ДШ. Підготовка включає створення плану «порятунку» та «резервного».

Незважаючи на припущення щодо гіршого результату в певних умовах, для багатьох лікарів ІТ залишається кращим способом менеджменту ДШ у критично хворій або травмованій дитині, незалежно від контексту. Ризик неуспішної інтубації, або некоректного розташування/позиціонування ЕТТ у дітей значно вищий, ніж у дорослих. Багаторазові спроби інтубації трахеї пов'язані зі зростанням ризику гіпоксемії, десатурації, несприятливих гемодинамічних подій і, відповідно, захворюваності та смертності. Кількість спроб інтубації повинна бути обмеженою перед тим як буде обрано альтернативний метод забезпечення прохідності ДШ. Фахівці повинні завжди зважувати на співвідношення ризик /користь при проведенні інтубації трахеї, а не приймати рішення виключно на основі попередньо визначених догматичних правил (наприклад, GCS 8, відсоток опіків) або без попереднього розгляду альтернатив. У дітей складнощі з дихальними шляхами рідко виникають через їхню анатомію, але зазвичай пов'язані з фізіологічними та ситуаційними труднощами (наприклад, нездатність підготуватися).¹⁵⁸ Умови можна оптимізувати шляхом стандартизації обладнання та його розташування, використання чек-листів, проведенням мультидисциплінарних командних тренінгів із висвітленням технічних і нетехнічних аспектів ургентної інтубації трахеї, а також регулярний аудит ефективності.

Для багатьох випадків, якість вентиляції мішком Амбу та маскою не поступається вентиляції після інтубації трахеї. Цю навичку набагато легше освоїти, і їй слід навчати всіх провайдерів, які займаються доглядом за критично хворими дітьми. Для більшої ефективності, провайдери можуть або використовувати техніку вентиляції в чотири руки та/або використовувати надгортанні повітроводи. Більшість труднощів із вентиляцією мішком Амбу можна подолати діагностуючи анатомічну обструкцію ДШ (наприклад, застосовуючи оро-, назофарингеальні повітроводи або надгортанні повітроводи) або функціональну (наприклад, параліч м'язів). Уникайте застосування міорелаксантів у дітей з мукополісахаридозом, новоутвореннями ДШ/сторонніми тілами або зовнішньою компресією ДШ, але в багатьох інших ситуаціях такі медикаменти дозволяють проводити контрольовану вентиляцію перед інтубацією трахеї та зменшити кількість побічних ефектів. Складна вентиляція мішком та маскою не повинна спонукати до поспішної інтубації, але має бути «червоним прапорцем» для ретельної підготовки до неї.

Забезпечення прохідності ДШ доступом з передньої поверхні шиї (front of neck airway - FONA) у дітей слід використовувати лише як крайній засіб у ситуації «неможливо оксигенувати — неможливо інтубувати». Важко отримати достатньо даних для оцінки цієї ситуації, приймаючи до уваги варіантність анатомії різних вікових груп. У більшості випадків застосовують пункційну крикотиреоїдотомію зі струминною вентиляцією. Хірургічна крикотиреоїдотомія надзвичайно рідкісна. Відсутні будь-які докази того, що більш швидке рішення використовувати FONA підвищить загальну виживаність без неврологічного

дефіциту. Важливо, що ситуації «неможливо оксигенувати – неможливо інтубувати» самі по собі можуть бути наслідком дій в контексті неоптимального менеджменту ДШ та повторюваних спроб інтубації трахеї, тому більшість авторів наголошують на важливості використання складних технік забезпечення прохідності ДШ перед використанням FONA.

Використання ETСO₂ під час інтубації

2020 ILCOR EvUp (PLS 385) підтвердив попередню рекомендацію щодо використання **ETСO₂** для заінтубованих дітей із **збереженням серцевим викидом** у всіх ситуаціях.¹⁴³ Зважаючи на цей факт, та враховуючи потенційну шкоду від неправильного позиціонування та дислокації інтубаційної трубки, ми вважаємо капнографію важливим інструментом для верифікації правильного положення інтубаційної трубки у дітей, але правильна оцінка положення інтубаційної трубки повинна обов'язково включати клінічну оцінку та ультразвукове або рентгенівське дослідження (додаток RR 4.2).

Прийом натискання на перстнеподібний хрящ для інтубації

2020 ILCOR EvUp (PLS 376) підтвердив попередню рекомендацію щодо припинення застосування натискання на перстнеподібний хрящ, якщо це перешкоджає вентиляції або впливає на швидкість чи складність інтубації.¹⁴³ Також було опрацьовано один систематичний огляд¹⁸⁹ і два клінічних дослідження (додаток RR 4.3).^{190,191} Не було знайдено достатніх доказів, щоб рекомендувати використання тиску на перстнеподібний хрящ для запобігання регургітації або аспірації під час швидкої послідовної індукції або невідкладної інтубації трахеї у дітей. Це може негативно вплинути на прохідність ДШ у дітей і немовлят при невідкладних станах.

Відеоларингоскопія

Доступні докази щодо використання відеоларингоскопії у тяжкохворих дітей є обмеженими. Первинними кінцевими точками в більшості досліджень були: час на інтубацію або відсоток успішності першої спроби. Деякі систематичні огляди припускають збільшення ризику подовження часу інтубації та невдалої інтубації за допомогою відеоларингоскопії.¹⁹²⁻¹⁹⁴ Більш пізні РКД та дослідницькі роботи свідчать про користь, але докази залишаються суперечливими.¹⁹⁵⁻²⁰² Важливо, що користь маніпуляції сильно залежатиме від того, хто виконує інтубацію, яка методика та пристрій використовуються для якої ситуації. Ті, хто планує її використовувати, повинні пройти належну підготовку. Існує багато пристроїв, які відрізняються за принципом роботи, але немає жодних доказів переваги одного перед іншим. Враховуючи це, робоча група Європейської ради реанімації не може рекомендувати використання відеоларингоскопії замість прямої ларингоскопії в екстрених ситуаціях. Рішення про використання відеоларингоскопії та про показання до неї залишається на розсуд компетентного лікаря, який проводить процедуру. Це слід розглянути раніше у випадках, коли очікується, що пряма ларингоскопія буде складною, наприклад, при ручній стабілізації шийного відділу хребта в положенні «in-line».

Застосування атропіну під час інтубації

2020 ILCOR EvUp (PLS 821) не знайшов жодних нових доказів для рекомендації.¹⁴³ Брадикардія виникає під час інтубації переважно через гіпоксію або вагусну стимуляцію внаслідок ларингоскопії. Ця тимчасова брадикардія супроводжується звуженням судин і зазвичай реагує на повторну оксигенацію та припинення вагусної стимуляції. Однак деякі препарати, що використовуються під час інтубації, також викликають брадикардію, яка може супроводжуватися вазодилатацією, що призводить до «нестабільної брадикардії». У випадку дитини, наприклад, із сепсисом, ця брадикардія призведе до низького серцевого викиду і гіперфузії, що може бути потенційно летальним ускладненням.²⁰³ У маленьких дітей частота аритмій може бути зменшена, якщо атропін включається до препаратів, які використовуються для екстреної інтубації.²⁰⁴ Застосування атропіну зменшує частоту брадикардії під час інтубації як новонароджених, так і дітей старшого віку, але наслідки такої брадикардії невідомі.²⁰⁵⁻²⁰⁷

Атропін можна використовувати для інтубації тяжкохворих дітей (1 місяць-8 років), щоб зменшити частоту брадикардії та аритмій, особливо у дітей молодшого віку, коли використовується суксаметоній та/або за наявності вазоплегії. (Додаток RR 4.5).

Використання ендотрахеальних трубок (ЕТТ) з манжетами

ILCOR EvUp 2020 року (PLS 412) не знайшов жодних нових доказів для зміни «двозначної» рекомендації 2010 року.¹⁴³ Робоча група погоджується з конкретними позиціями авторів цього EvUp, які апелюють до виключного використання ЕТТ з манжетою під час ALS «з метою зменшення частоти помилок вибору трубок, підвищення точності капнографії, зменшення потреби у заміні ЕТТ, надійної доставки дихального об'єму та/або тиску, зменшення болю в горлі, зниження ризику аспірації та стандартизації практики». (Додаток RR 4.7). МРТ-зображення показали, що перстнеподібний хрящ у дітей має скоріше еліптичну форму, а не округлу, як раніше вважалося.²⁰⁸ Таким чином, навколо круглої трахеальної трубки ідеального розміру без манжети все ще може бути витік, тоді як ЕТТ спричиняє підвищений тиск на інші ділянки слизової оболонки трахеї. Якщо використовуються трахеальні трубки з манжетою, слід контролювати та обмежувати тиск в манжетці відповідно до рекомендацій виробника. Традиційні правила вибору ЕТТ за віком були створені для трубок без манжет, тому, ймовірно, переоцінюють оптимальний розмір ЕТТ з манжетою.

Використання оксигенотерапії в лікуванні тяжкохворих або поранених дітей з травмою

Наш РР визначив три рекомендації,^{28,66,209} 2 СР,^{210,211} три РКД,²¹²⁻²¹⁴ та одне обсерваційне дослідження²¹⁵ на цю тему (додаток RR 5.1). Результати як дослідження Оху-PICU, так і дослідження COAST, ймовірно, будуть додатковою

інформацією для наших рекомендацій, але ще недоступні.^{216,217} Використання інсуфляції кисню перед інтубацією трахеї при зупинці серця та після відновлення спонтанного кровообігу описані окремо. До недавнього часу додатковий кисень був основним засобом лікування практично будь-якої критично хворої або травмованої дитини. Зростання занепокоєння щодо потенційного негативного впливу гіпероксигенації на результати лікування призвело до зміни рекомендацій щодо дорослих і новонароджених. Робоча група визнає ризик ненавмисної гіпоксемії при надто консервативному підході до кисневої терапії, особливо в ситуаціях, коли безперервний моніторинг утруднений, наприклад, на догоспітальному етапі або при шоківих станах. Однак надлишок кисню становить невизначений ризик і створює додаткове фінансове навантаження, особливо в медичних системах з обмеженими ресурсами. Важливо, що попри обмежену доказову базу, будь-які рекомендації щодо додаткового кисню повинні враховувати локальні ресурси. Кисень можна подавати різними способами. Лікар має знати про здатність пристрою доставляти концентрацію кисню, вимоги до FiO_2 та прийнятність пристрою для дитини. У дітей з хронічними захворюваннями дихальної системи або вродженими вадами серця, кисневу терапію слід пристосовувати до основного захворювання, базового рівня SpO_2 (якщо відомо) та супутнього захворювання. Рання консультація експерта є необхідною. Набагато рідше, ніж у дорослих, висококонцентрований кисень також може призвести до гіповентиляції у деяких дітей із хронічними захворюваннями.²¹³

Неінвазивна вентиляція та високопотоківі назальні канюлі (HFNC)

Результати великого багатоцентрового РКД «FIRST ABC», у якому порівнювали використання HFNC з назальним CPAP у педіатричній інтенсивній терапії, все ще недоступні.²¹⁸

Інвазивна вентиляція несе ризики пошкодження легень, підвищує ризик вторинних інфекцій, потребує більшої кількості ресурсів та вимагає аналгоседації. З іншого боку, неінвазивна вентиляція іноді погано переноситься дітьми, необхідно, щоб діти все ще мали достатній респіраторний драйв. Назальний CPAP і HFNC покращують роботу дихання та оксигенацію, збільшуючи тиск розправлення в дихальних шляхах (distending pressure) та забезпечуючи надійну доставку теплового зволоженого кисню у високих концентраціях. HFNC покращує альвеолярну вентиляцію, але активно не збільшує ДО. HFNC та NIV здаються простими та безпечними у застосуванні.²¹⁹⁻²³⁰ Наразі недостатньо доказів, щоб рекомендувати їх використання при гіпоксемії при позалегенових причинах або при компенсованій дихальній недостатності без гіпоксемії.²³¹ Рішення про використання HFNC або NIV у цих групах дітей, як правило, приймається лікарем інтенсивної терапії в умовах подальшого лікування. У дітей з дихальною недостатністю та гіпоксемією (внаслідок, наприклад, бронхіоліту, пневмонії) NIV або HFNC можуть покращити результат і запобігти подальшому погіршенню. Це особливо важливо в умовах обмежених ресурсів, де часто відсутній доступ до високоякісної

інтенсивної терапії.²³²⁻²³⁶ Почніть HFNC або CPAP у немовлят з бронхіолітом і гіпоксемією, які не реагують на низький потік кисню.²²⁸ Докази з дуже низькою достовірністю свідчать про те, що потік 1 л/кг/хв може бути таким же ефективним, як 2 л/кг/хв.²³⁷ Хоча HFNC може не підвищувати ризик краплинної та контактної інфекції,²³⁸ вона, ймовірно, збільшує розсіювання аерозолі, ²³⁹ а в умовах, де це може бути проблемою, ми радимо використовувати HFNC лише за умов гарантованого захисту від збудників, що передаються повітряним шляхом.

ШВЛ

Ми визначили три нещодавні рекомендації^{48,209,240} та шість оглядових досліджень,²⁴¹⁻²⁴⁶ а також декілька досліджень з непрямими доказами для цього розділу. (Додаток RR 6) Тонкощі ШВЛ та інтенсивної терапії не висвітлюються даними настановами.²⁴⁷⁻²⁵⁰

На хвилину вентиляцію впливають як ДО так і частота дихання. ДО 6-8 мл на кг ідеальної маси тіла з урахуванням мертвого простору апарату, є адекватним стартовим параметром.^{209,250,251} Величина мертвого простору апарату може бути зменшена при використанні відповідного дитячого контура. Адекватність ДО визначається екскурсією грудної клітини та вимірюванням трендів РаСО₂.

У дітей з нормальними легенями налаштуйте вентиляцію до досягнення нормальних показників РаСО₂ в артерії. Однак у дітей в критичному стані, може знадобитися надмірно агресивна вентиляція для підтримки нормальних параметрів. У цьому випадку пермісивну гіперкапнію можна вважати стандартною практикою, за відсутні легеневої гіпертензії або тяжкої ЧМТ.

Для всіх провайдерів, які не проходили спеціального навчання по використанню анестезіологічних мішків, краще використовувати мішки Амбу. Вони мають бути відповідного розміру, щоб забезпечити достатній ДО, уникаючи при цьому перероздування та випадкового роздуття шлунку. Існуючі мішки Амбу варіюються в об'ємі від 180-240 мл (неонатальний), 450-650 мл (педіатричний) до 1300-1600 мл (дорослий). Провайдер повинен знати, що стиснення однією рукою мішка для «дорослих» може легко створити об'єм понад 500 мл.^{245,252} Вентиляція мішком є основою стартової штучної вентиляції легень, але не позбавлена ризиків і вимагає належного навчання/повторного навчання провайдерів.^{253,254}

Техніка вентиляції мішком Амбу однією рукою дозволяє провайдеру використовувати іншу руку, але збільшує ризик витоку. Тому ми виступаємо за участь двох осіб у всіх випадках, коли є труднощі із забезпеченням належної герметичності або існує ризик передачі інфекційних захворювань через аерозоль. В останньому випадку слід також застосувати вірусний фільтр між мішком Амбу та маскою.⁷

Під час реанімаційних заходів вентиляцію також можна здійснювати методом «рот в рот» або «рот-рот і ніс». Це менш ефективно, ніж вентиляція мішком, і не забезпечує додаткової оксигенації. Крім того, це не захищає рятувальника від інфекційних захворювань, та може стати перепорою для рятувальників щодо початку забезпечення вентиляції.

Інфузійна терапія при циркуляторній недостатності

Цей розділ стосується застосування рідинної реанімації протягом першої години шоку, після його діагностики та як частина загального підходу до дитини в стані шоку (Додаток RR 7.1). Інфузійна терапія в наступні години також може вплинути на результати, але це виходить за рамки цього огляду. Ми додали 2020 ILCOR EvUp щодо болюсу рідини при септичному шоку (PLS1534) та огляд про об'єми інфузійної терапії при травматичному шоку (PLS 400), а також кілька настанов, SR та клінічних досліджень на цю тему.¹⁴³ Результати обох досліджень SQUEEZE та ProMPT (дослідження болюсів) наразі ще очікуються.^{255,256}

Важко досліджувати окремі втручання в багатосторонньому підході до сепсису. В результаті неоднозначних рекомендацій, заснованих на доказах з дуже низькою достовірністю та контекстних за своєю природою, наразі існують багато варіацій практик, які не приносять користі конкретній дитині. Рання ціль-орієнтована терапія (EGDT) була основою всесвітньої кампанії «Surviving Sepsis», але останні РКД довели, що ця стратегія не покращує результат.

Шок — це не захворювання, а кінцева стадія багатьох різних патологій, існує багато видів (гіповолемічний, кардіогенний, обструктивний, дистрибутивний і дисоціативний). Крім того, недостатність кровообігу є результатом багатьох супутніх процесів, пов'язаних як зі збудником, так і з сприйнятливим організмом. Лікування має бути індивідуальним, варто звертати увагу на основну етіологію та патофізіологію, вік, контекст, супутні захворювання та наявні ресурси.²⁵⁷ Стратегія частої переоцінки та обережних етапів лікування виглядає розумною.

Імовірний септичний шок (СШ)

Хоча СШ все ще викликає значну смертність і захворюваність у немовлят і дітей у всьому світі, його поширеність і прояви змінюються внаслідок вакцинації, наявної супутньої патології та імуносупресії.²⁵⁸⁻²⁶⁰ Стратегії лікування та наслідки конкретних типів СШ (наприклад, токсичного шоку, нейтропенії) значно відрізняються. До недавнього часу рання агресивна рідинна реанімація вважалася найважливішим втручанням при СШ у дітей, незважаючи на те, що ґрунтується на доказах з низькою достовірністю. Публікація дослідження FEAST поставила під сумнів цю стратегію.²⁶¹ Триває дискусія про широке застосування результатів FEAST і те, як вони повинні впливати на нашу практику.^{262,263} Більшість існуючих протоколів все ще рекомендують повторні болюси рідини 20 мл/кг протягом першої години СШ у дітей з метою корекції імовірної гіповолемії внаслідок транскапілярного витоку.^{28,257} Нещодавно оновлені рекомендації щодо кампанії виживання при сепсисі рекомендують 10 болюсів по 20 мл/кг з максимумом 40-60 мл/кг протягом першої години в ситуаціях, коли доступне відділення інтенсивної терапії. Якщо немає доступу до відділення інтенсивної терапії, все одно рекомендуються болюси рідини, але лише у випадку гіпотензії (від 10-20 мл/кг до 40 мл/кг протягом першої години).

Сучасні дані свідчать про те, що рестриктивний підхід до рідинної ресусцитації є принаймні таким же ефективним і може зменшити побічні ефекти. Навіть один болюс рідини може вплинути на функцію дихання. Перфузія покращується протягом першої години після болюсного введення рідини, але цей ефект нетривалий.^{124,263,264} Виявлення дітей із дистрибутивним шоком, які потребують рідини, є складним завданням, оскільки інші причини тканинної дизоксії спричиняють подібну клінічну картину. Ще складніше визначити, які діти, що відповідають на болюси рідини. Клінічні ознаки в поєднанні з біохімічними показниками (рН, лактат) дають прийнятну ефективність тесту, але не в окремому випадку. Ультразвукова оцінка відповіді на рідину стає більш розповсюдженою, але доказів, які підтверджують її ефективність у дітей, бракує. З іншого боку, ехокардіографія може сприяти ранньому виявленню дисфункції міокарда та ознак гіповолемії.

З огляду на вищезазначене, PWG рекомендує менші болюси рідини, а саме 10 мл/кг. Менший об'єм болюсу дозволяє швидше провести переоцінку, але не обов'язково обмежує загальну кількість рідини, яку потрібно ввести протягом першої години лікування. Для лікування шоку певній дитині можуть знадобитися об'єми до 40–60 мл/кг. У разі повторних болюсних введень рідини вирішальним є раннє призначення вазоактивних або інотропних препаратів та підтримка дихання. В установах, де моніторинг цих параметрів недоступний, здається розумним ввести ще більші обмеження. Не менш важливим є тип рідини, що використовується.^{28,263,265} Існує консенсус, щодо не застосування синтетичних колоїдів, а поточні дані щодо гіпертонічних розчинів обмежені, щоб дозволити практичні рекомендації. Загальні поради щодо використання кристалоїдів як рідини першого ряду залишаються в силі. Кристалоїди ефективні, недорогі та широко доступні.^{266,267} Доказова база щодо збалансованих кристалоїдів (наприклад, лактату Рінгера) обмежена. Систематичні огляди на цю тему показують не більше, ніж тенденцію до кращого результату.²⁶⁸⁻²⁷⁰ Проте звичайний фізіологічний розчин індукує гіперхлоремічний ацидоз і може бути пов'язаний із гіршим результатом.²⁶³ Враховуючи обмежені додаткові витрати, PWG розглядає можливість використання збалансованих кристалоїдів в першу чергу (а фізіологічний розчин – прийятна альтернатива). Альбумін еквівалентний з кристалоїдами з точки зору результату, але має бути препаратом другого ряду через вищу вартість.⁴⁸ При лікуванні специфічних захворювань, наприклад, лихоманка Денге, церебральна малярія) може бути корисним використання 4,5% альбуміну як рідини для ресусцитації.^{28,271}

Шок визначається ступенем клітинної дизоксії, що виникла; гемоглобін відіграє важливу роль, і досягнення більш високих показників для переливання можуть бути доцільними, коли є порушення з боку серцево-судинної системи. Відсутні докази щодо єдиного рівня для переливання. Повторні кристалоїдні болюси неминуче призведуть до гемодилуції, як і основні патофізіологічні механізми.

СШ впливає на цілісність ендотеліального глікокаліксу та мікроциркуляторного русла. Він також активує та споживає фактори згортання

крові та часто індукує дифузне внутрішньосудинне згортання крові у дітей, які вже мають субоптимальну коагуляцію, спричинену ацидозом та дилуцією. Відсутні достатні докази щодо профілактичного використання плазми для всіх дітей із СШ, але ми б запропонували її раннє використання у випадках передбачуваної дифузної внутрішньосудинної коагуляції та погіршення коагулопатії.

Кардіогенний шок

Кардіогенний шок може бути первинним або вторинним по відношенню до інших типів шоку. Діагноз ґрунтується як на клінічних ознаках, так і на ехокардіографії. Після підтвердження діагнозу загальноприйнятим підходом є уникнення інфузійної ресусцитації. Проте дітям із доведеною ехокардіографічно, клінічно чи біохімічно, недостатністю переднавантаження, наприклад, через знижену утилізацію або пов'язаний із цим сепсис, може бути корисною обережна рідинна ресусцитація.³⁸

Гіповолемічний негеморагічний шок

Оскільки основним механізмом недостатності кровообігу при гіповолемічному шоку є втрата рідини, основою лікування є рідинна ресусцитація. Однак, залежно від етіології, що лежить в основі, розглядайте також супутній дистрибутивний або кардіогенний шок. Лікування зосереджено на корекції електролітних розладів і можливій тяжкій гіпоальбумінемії або гіпоглікемії, які можуть змінити клінічну картину.^{272,273}

Тяжкий гострий гастроентерит може призвести до тяжкої дегідратації (>10% втрати маси тіла) та гіповолемічного шоку. У той час як його розповсюдженість знижується в багатьох країнах, важкий гострий гастроентерит залишається важливою причиною дитячої смертності в усьому світі. Найвища смертність у дітей із тяжкою супутньою патологією, у тому числі з важким недоїданням. Виявити дітей з важким зневодненням/гіповолемічним шоком внаслідок гострого гастроентериту не завжди легко, а ступінь часто переоцінюється. Беручи до уваги умови, при яких часто виникає гострий гастроентерит із важким зневодненням (обмежені ресурси, супутня патологія) та обмеженість наявних доказів, доцільним є «неболісний» підхід до внутрішньовенної реанімації рідиною, за винятком випадків, пов'язаних із СШ. Такий підхід, ймовірно, доцільний і для дітей з важким порушенням живлення.²⁷⁴⁻²⁷⁷

Геморагічний шок

Втрата крові призводить не тільки до зменшення ОЦК, а й до зменшення компонентів крові. Метою терапії, окрім відновлення об'єму крові, є зупинка кровотечі за допомогою прямого чи непрямого тиску, хірургічного втручання чи інтервенційної радіології. Коагулопатія споживання через втрату крові, гемодилуція внаслідок інфузійної терапії, ацидоз внаслідок гіперфузії та/або

гіперхлоремії та гіпотермія являються ключовими факторами у патофізіології смертності, пов'язаної з травмою.

Розгляньте можливість введення препаратів крові на ранніх стадіях під час рідинної ресусцитації дітей із тяжкою травмою, використовуючи стратегію, яка зосереджена на покращенні згортання.²⁷⁸⁻²⁸⁵ Реанімаційна рідинна ресусцитація керується досягненням певних показників (САТ, лактат, гемоглобін, клінічна оцінка, рН, коагуляція) для уникнення перевантаження рідиною, при забезпеченні адекватної тканинної перфузії.²⁸⁶⁻²⁸⁸ Дані досліджень з участю дорослих пацієнтів свідчать про те, що надто агресивна рідинна ресусцитація погіршує результат, тому варто дотримуватися рестриктивного підходу, включаючи допустиму гіпотензію.²⁸⁹⁻²⁹² Однак важка педіатрична травма часто пов'язана з ЧМТ, при якій рестриктивна ресусцитація може бути шкідливою. Навіть у дітей без ризику асоційованого ушкодження головного мозку мінімальний САТ вище 5 перцентилу необхідний, щоб уникнути гіпоперфузії мозку.

Опікова травма

Опікова травма – тип травми, коли втрата рідини пов'язана з втратою шкіри. Стандартні режими інфузійної терапії мають «профілактичний» характер і виходять за рамки цих рекомендацій.²⁹³ Важливо, що рання недостатність кровообігу повинна насторожити клініциста шукати інші причини шоку, окрім втрати рідини при опіках.

Судинний доступ

Для багатьох невідкладних ситуацій в педіатрії відсутність можливості забезпечити надійний судинний доступ вплине на результат, хоча докази, які підтверджують це, є непевними. Важливо відзначити, що забезпечити судинний доступ у дітей часто буває складно та пов'язано з ризиком повторних спроб або невдач, супутніх ускладнень (наприклад, екстравазація). Вибір правильної техніки залежатиме від простоти використання та своєчасної ефективності, але, особливо в районах з обмеженими ресурсами, також від доступності та вартості. Яку б техніку не обрали, необхідно бути компетентними у її використанні. Для цього ми розглянули два останніх систематичних огляди,^{294,295} одну настанову,²⁸ 2 РКД,^{296,297} та 19 клінічних досліджень (додаток RR 7.2).²⁹⁸⁻³¹³

Периферичні внутрішньовенні системи все ще вважаються першою лінією, оскільки вони дешеві, прості у використанні та ефективні, з низьким ризиком ускладнень. Деякі автори пропонують використовувати або електрооптичні наочні засоби або УЗД-навігацію для полегшення процедури, але докази обмежені, залежать від виконавця. Фахівці, які надають допомогу, не повинні втрачати час на отримання периферичного доступу, коли є нагальна потреба, і повинні знати, що багаторазові спроби можуть спричинити дистрес. Відсутні докази, які б запропонували оптимальні негайні процедури порятунку, якщо периферична внутрішньовенна канюляція виявилася невдалою, але якщо провайдер вважає шанси на успіх встановлення периферичного

внутрішньовенного (в/в) доступу мінімальними, їм слід використовувати такі процедури порятунку ще раніше.

Для немовлят і дітей основною альтернативою є внутрішньокістковий (в/к) доступ. Що майже функціонально ідентичний (центральному) внутрішньовенному доступу, хоча існують певні сумніви щодо доставки певних препаратів (наприклад, аденозину) та достовірності показників при заборі крові. Загалом достовірними вважаються АВО-типування, рН і натрій, меншою мірою глюкоза та бікарбонат. В/к доступ може бути «містком» до в/в, допоки не буде забезпечено периферичний в/в доступ. В/к доступ є болісним, особливо під час інфузії рідини, тому аналгезію (наприклад, лідокаїн внутрішньовенно, інтраназальний фентаніл або кетамін) слід проводити кожній дитині, якщо вона не перебуває в глибокому коматозному стані. Доступні різні пристрої, які по-різному працюють з точки зору простоти використання, ефективності, вартості та ризику ускладнень. Ручні пристрої в першу чергу використовуються для дуже маленьких дітей або в умовах з обмеженими ресурсами. У немовлят можна навіть використовувати голку 18G (і, за бажанням, багаторазовий голкотримач). Електричні девайси для в/к доступу, як правило, швидко встановлюються та прості у використанні. Вони мають значно вищу вартість, ніж ручні пристрої, але все ще існує ризик неправильного встановлення (занадто або недостатньо глибоко). Тому важливо вибрати голку правильного розміру. Загалом частота ускладнень для в/к доступу низька, але провайдери повинні стежити за екстравазацією з ризиком компартмент-синдрому та інфекції. Правильне положення голки можна оцінити клінічно або за допомогою кольорового доплерівського ультразвуку.^{314,315}

Існує багато різних місць пункції, і кожна з них має певні показання та/або протипоказання та потребує певної техніки та навчання. Важливо, що потік відрізняється залежно від місця пункції, наприклад, розміщення в голівці плечової кістки забезпечує більший потік. Хоча центральний венозний доступ забезпечує безпечний і багатфункціональний доступ, його встановлення, як правило, відбувається повільніше, несе ризик ускладнень, залежить від оператора та є більш затратним. В закладах, де це можливо, використовуйте ультразвук для навігації при встановленні центрального венозного катетера, особливо для внутрішніх яремних або аксиллярних доступів.^{316,317} Наразі від венесекції відмовилися.

Менеджмент шоку в педіатрії

Використання комплексної медичної допомоги в лікуванні педіатричного СШ є центральним у настановах ACCCM 2014 року та пропагується в останніх настановах Surviving Sepsis Campaign (додаток RR 8.1).^{28,48} Систематичний скринінг дітей з гострими захворюваннями за допомогою «алгоритма виявлення» можна застосувати до типу пацієнтів, ресурсів і процедур у кожному закладі. Системи підтримки прийняття клінічних рішень та інструмент розпізнавання сепсису на основі електронних медичних записів можуть надати конкретну допомогу, але підтвердуючі докази дуже обмежені.^{318,319} Успіх

кількох втручань, виконаних одночасно («пакет або комплекс»), не обов'язково свідчить про те, що кожне окреме втручання є необхідним для ефективності комплексу.³²⁰ Деякі з цих втручань можуть навіть завдати шкоди та/або просто збільшити витрати.

У той час як багато різних оглядових досліджень показали позитивний вплив впровадження пакету медичних послуг на результати, цей ефект був набагато меншим в інших дослідженнях.^{318,321-329} Причини таких відмінностей не завжди легко визначити, але вони можуть бути пов'язані з упередженістю відбору, відмінностями в імплементації стратегії або відмінності в догляді контрольної групи. Важливо, щоб протоколи були адаптовані до місцевих реалій.

Терміни призначення антибіотиків при сепсисі

Ми визначили дві рекомендації^{28,48} та 10 обсерваційних досліджень, пов'язаних з цим питанням (додаток RR 8.2).^{321,330-338} Антибіотики є необхідною частиною лікування сепсису, і міжнародні настанови рекомендують раннє (в першу годину) емпіричне призначення антибіотиків широкого спектру дії. При виборі антибіотиків враховуйте локальну резистентність, попередні захворювання, супутні захворювання та ймовірне джерело. Якщо не виключено менінгіт, вибраний(і) антибіотик(и) повинен проникати крізь ГЕБ. Показання до люмбальної пункції виходять за рамки цих настанов, але у випадку США, як правило, достатньо провести посів крові перед початком антибіотикотерапії. Результат може бути гіршим, якщо прийом антибіотиків відкласти більше ніж на 3 години після виявлення сепсису.

Вазоактивні/інотропні препарати

Вазоактивні/інотропні препарати при дистрибутивному шоку

Огляд ILCOR 2020 (PLS 1604) включав два РКД, але не знайшов достатніх доказів, для зміни рекомендацій.^{143,339,340} Обидва РКД порівнювали адреналін і допамін у педіатричних пацієнтів із сепсисом та рефрактерним до рідини шоком. Обидва мають ряд обмежень, що ускладнює їх використання для розробки клінічних настанов. Крім того, дослідження проводилися в країнах з низьким і середнім рівнем доходу, та їх використання у країнах з більшою кількістю ресурсів була поставлена під сумнів. Наша думка ґрунтується на двох настановах,^{28,48} двох систематичних оглядах^{341,342} та п'ятих оглядових дослідженнях (додаток RR 8.3A).³⁴³⁻³⁴⁷

Нові настанови Surviving Sepsis Campaign Guidelines 2021 рекомендують норадреналін або адреналін як вазоактивні препарати першого ряду замість допаміну (слабка рекомендація, заснована на низькій достовірності доказів), але не вдалося знайти достатніх доказів, щоб надати перевагу одному з них, тому варто обирати у конкретній ситуації спираючись на фізіологію конкретної дитини, клінічні переваги та місцеві системні фактори. Як тільки ехокардіографія або інший розширений моніторинг доступний, вибір вазоактивної терапії може залежати від індивідуальної патофізіології пацієнта.

Немає достатніх доказів для визначення критеріїв для початку лікування з використанням вазоактивних препаратів у дітей із СШ. Знаючи, що надмірна реанімація рідини може призвести до збільшення рівня смертності у тяжкохворих дітей, ми пропонуємо раннє застосування вазоактивних препаратів у дітей із шоком, особливо якщо відсутнє достовірне покращення клінічного стану після кількох болюсів рідини (наприклад, 40 мл/кг). Враховуючи їх загальний профіль безпеки, ми пропонуємо починати або з норадреналіну, або з адреналіну, залежно від місцевої практики та вводити через центральний або периферичний доступ. Допамін слід розглядати лише в умовах, де відсутній як адреналін, так і норадреналін. Якщо є ознаки серцевої дисфункції, можна додати інодилататор.

Як і у випадку з інфузією, введення вазоактивних препаратів слід розпочинати та титрувати на основі багатьох факторів (включаючи САТ, лактат та клінічні ознаки). Проводьте переоцінку принаймні після кожної зміни в лікуванні. Вазоактивні препарати зазвичай вводять у вигляді безперервної інфузії. Болюси вазоактивних препаратів слід вводити лише в ситуаціях перед або безпосередньо під час зупинки серцевої діяльності, компетентні лікарі можуть розглянути використання малих болюсів вазоконстрикторів для лікування гострої артеріальної гіпотензії в певних ситуаціях (наприклад, викликані медикаментами). Доказів, які б підтверджували цю практику, бракує.

Вазоактивні/інотропні засоби при кардіогенному шоку

ILCOR EvUp 2020 (PLS 418) не знайшов достатніх доказів на користь зміни рекомендацій.¹⁴³ Вазоактивні препарати є лише однією з частин варіантів лікування кардіогенного шоку. Вибір методів лікування залежить від етіології, тому рекомендується ранній розгляд питання про механічну підтримку кровообігу.

Зважаючи на поточну відсутність прямих доказів в педіатрії, ми не можемо радити за чи проти використання будь-якого конкретного вазоактивного препарату. Рішення про те, які вазоактивні препарати використовувати як препарати першого чи другого ряду, є складним, і ймовірно, що між групами пацієнтів будуть відмінності як з точки зору етіології, так і гемодинамічної відповіді. Тому стратегію лікування слід адаптувати до конкретної дитини та титрувати для досягнення конкретних цілей. Хороше розуміння активності та ефектів кожного з вазоактивних препаратів у різних дозах є обов'язковим і повинно бути визначальним при виборі лікування. З цією метою ми також посилаємося на дві існуючі педіатричні рекомендації, які рекомендують норадреналін як іноконстриктор першої лінії, а добутамін або мілрінон як інодилататори першої лінії.

Нещодавнє когортне дослідження свідчить про суттєвий позитивний вплив на результати болюсного введення адреналіну (1 мкг/кг) у педіатричних кардіологічних пацієнтів у відділенні інтенсивної терапії, у яких розвивається артеріальна гіпотензія, але на результати могли вплинути інші козмінні.³⁴⁸

Вазоактивні/інотропні препарати при гіповолемічному шоку

Враховуючи поточну відсутність прямих доказів в педіатричній практиці, наші поради ґрунтуються лише на непрямих доказах з досліджень в дорослій практиці та патофізіологічних міркуваннях. У той час як початкова фаза гіповолемічного шоку найчастіше характеризується помітним підвищенням системного судинного опору, що змінюється при декомпенсації або застосуванні седативних. Наступними можливо використовувати вазопресори для забезпечення адекватного перфузійного тиску. Оскільки вони можуть збільшити постнавантаження, доцільно також оцінити скоротливу функцію міокарда до початку інфузії цих препаратів. Вазопресори також дозволяють зменшити об'єм інфузії та можуть зменшити запальні реакції. Хоча «дозволену гіпотензію» можна розглядати у дітей з ізольованою проникаючою травмою без ЧМТ, недостатньо доказів, щоб дозволити це в будь-якій іншій ситуації. Важливо, що для ЧМТ необхідний достатньо високий САТ для досягнення мінімальних рівнів церебрального перфузійного тиску (наприклад, САТ >50-го перцентіля).

Транексамова кислота (ТхА)

Масивна кровотеча у дітей найчастіше спричинена травмою та/або ургентною операцією. Можливість використання транексамової кислоти в плановій хірургії або нежиттєвоzagрозливих проблемах виходить за межі даного огляду.

ТхА при травматичній кровотечі

Дані досліджень з дорослими пацієнтами переконливо свідчать про те, що ТхА знижує смертність у травмованих пацієнтів із кровотечею, не збільшуючи ризик побічних ефектів.³⁵⁸ ТхА слід призначати якомога раніше, але не пізніше 3 годин після травми, оскільки подальше лікування було неефективним і шкідливим. Обмежені дані педіатричних досліджень, здається, свідчать про подібні результати. Загалом ТхА виглядає економічно-ефективною і безпечною. Вона використовувалася у дітей протягом тривалого часу, не виявивши значних побічних ефектів навіть у значно вищих дозах. Існує деяке занепокоєння щодо судом після введення, але це, здається, рідкісне явище якщо використовувати в дозах звичайних при травмі. Спеціальних досліджень із визначення рекомендованих доз немає, але запропонована в літературі схема дозування виглядає достовірною.

Для конкретної субпопуляції ізольованої ЧМТ педіатричні дані ще більш обмежені. Однак, беручи до уваги результати дослідження CRASH-3 і наведені вище міркування, варто розглянути можливість призначення ТхА дітям з ізольованою помірною ЧМТ (GCS 9-13) без аномалій зіниць.³⁵⁹ Результати CRASH-3 були сумнівними для пацієнтів у комі, але це може бути пов'язано з тим, що їх неможливо врятувати. У CRASH-3 брали участь лише дорослі без великої екстракраніальної кровотечі. Якщо неможливо виключити значний екстракраніальний крововилив, PWG пропонує діяти, як зазначено вище, і призначати ТхА незалежно від цього.

ТхА при нетравматичній кровотечі

Повідомлялося, що в/в та інгаляційне застосування ТхА покращує результати у дітей з легеневою кровотечею. З огляду на те, що поверхні слизової оболонки багаті фібринолітичними ферментами, використання ТхА для кровотечі подібної локалізації може бути таким же ефективним, як і при травмі. Наразі немає педіатричних досліджень, які це підтверджують. Враховуючи профіль безпеки та потенційну ефективність, ми пропонуємо використовувати ТхА у дітей при життєзагрожуючих кровотечах нетравматичного генезу.

Коментар робочої групи. Станом на 01.01.2024 лікарський засіб за міжнародною непатентованою назвою транексамова кислота у лікарській формі для інгаляційного використання в Україні не зареєстровано.

Кортикостероїди та шок

Усі ці дослідження мали невеликі розміри вибірки та великий ризик упередженості відбору. Час, тип і дози стероїдів відрізнялися між різними популяціями. Ми не змогли виявити достатніх доказів для зміни рекомендацій щодо лікування ILCOR 2010: кортикостероїди у стресовій дозі можуть бути розглянуті для дітей із США, які не реагують на інфузію та потребують вазоактивної підтримки (від середньої до високої дози), незалежно від будь-яких біохімічних чи інших параметрів. Стрессова доза гідрокортизону завжди показана для певних груп ризику, таких як з розладами системи гіпоталамус-гіпофіз-надниркові залози. Попередні дослідження також показують, що можуть існувати інші специфічні субпопуляції, в яких застосування стероїдів принесе користь або заподіє шкоди. Однак ці субпопуляції все ще не можна ідентифікувати біля ліжка.

Астматичний статус у дітей

Астма все ще викликає значну захворюваність і навіть смертність серед дітей у всьому світі. Необхідне своєчасне агресивне та протокольне лікування астматичного статусу. Ми розглядаємо тут лише екстрений менеджмент «першої години».

Розпізнавання важкого астматичного кризу в основному базується на клінічних ознаках, короткому анамнезі та SpO₂. Гіпоксемія є ознакою декомпенсованої ДНі, вона може викликати збудження або зниження відчуття задишки. Диференційна діагностика включає пневмонію, пневмоторакс, серцеву недостатність, обструкцію гортані, емболію легеневої артерії, аспірацію стороннього тіла та анафілаксію. Незважаючи на те, що це лікування першої лінії, фактичні докази для короткодіючих бета-2 агоністів (КДБА) у важких кризах обмежені. Високі дози інгаляційних КДБА є відносно безпечними, хоча вони викликають певні побічні ефекти (серцево-судинні, електролітні розлади, гіперлактатемію, гіпотензію). Вони також можуть викликати транзиторну гіпоксемію через посилення невідповідності вентиляції та перфузії. Антихолінергічні засоби короткої дії, в тому числі, іпратропію бромід, здається,

мають додаткову цінність, хоча докази суперечливі. Стероїди системно показані протягом першої години. Пероральні стероїди настільки ж ефективні, як і внутрішньовенні. Необхідно щонайменше 4 години для досягнення клінічного поліпшення. Докази занадто обмежені, щоб стверджувати перевагу одного з стероїдів.

Докази застосування високих доз інгаляційних стероїдів при тяжкому нападі менш однозначні. В/в введення сульфату магнію може мати додаткову цінність при нападі з незначними побічними ефектами. У дітей ізотонічний сульфат магнію також можна використовувати як розчин для інгаляції. Немає жодних доказів додаткової користі в/в введення КДБА, а також щодо конкретної схеми дозування. В/в введення КДБА містить невід'ємний ризик електролітних розладів, гіперлактатемії та, найголовніше, серцево-судинної недостатності. Існують обмежені та суперечливі докази для багатьох інших методів лікування (в/в кетамін, амінофілін, гелій, ізофлуран, антагоністи лейкотрієнових рецепторів, ICS-LABA, макроліди, моноклональні антитіла), і кожен із них має застосовуватися лише лікарями, компетентними у їх застосуванні.

Антибіотики не рекомендовано, якщо немає доведеної бактеріальної інфекції. Неінвазивну вентиляцію легень або високопотоківі назальні канюлі можна розглянути у дітей з астматичним статусом, у яких залишається гіпоксія при стандартній кисневій терапії та/або не відповідають на початкове лікування. Наявні докази щодо NIV або HFNC суперечливі, і, особливо у дітей із загостреннями астми, які не відповідають рекомендаціям щодо ДН, ці методи терапії можуть бути пов'язані з більшим залученням ресурсів без доказів щодо покращення результату. Їх використання ніколи не повинно відкладати рішення про інтубацію, якщо це показано. Сильне виснаження, погіршення свідомості, інспіраторна задишка, посилення гіпоксемії та/або гіперкапнії та зупинка серцево-легеневої діяльності є показаннями до інтубації. ШВЛ у дитини з астматичним статусом надзвичайно складна. Через високий опір дихальних шляхів існує ризик розтягнення шлунку, пневмотораксу та динамічного перероздування зі зниженням венозного повернення. Це, у свою чергу, може призвести до серцево-судинного колапсу.

Анафілаксія

Анафілаксія є небезпечною для життя та вимагає негайного лікування. Розповсюдженість анафілаксії у дітей у всьому світі коливається від 1 до 761/100 000 осіб на рік. Третина мала попередній епізод. Харчові продукти найчастіше є тригером у дітей (2/3), потім йдуть отрута комах і ліки (антибіотики, нестероїдні протизапальні препарати). Харчова анафілаксія може викликати зупинку дихання через 30-35 хвилин після контакту, укуси комах можуть викликати шок дуже рано (10-15 хвилин), а медикаментозна анафілаксія зазвичай виникає через кілька хвилин. Не було зареєстровано жодної «гострої» смерті, яка настала більше ніж через 6 годин після контакту з тригером. Двофазні реакції виникають приблизно в 15% випадків і переважно там, де було необхідно більше однієї дози адреналіну або затримка між появою симптомів анафілаксії

та введенням адреналіну >60 хв. Рання діагностика анафілаксії має вирішальне значення та впливає на подальше лікування; для цього ми посилаємося на критерії WAO 2019 року щодо діагностики.⁴¹⁵ Щодо запропонованого невідкладного лікування ми в основному посилаємося на існуючі рекомендації відповідних товариств. Ми не знайшли жодних додаткових доказів, але також врахували питання освіти та реалізації в наших рекомендаціях.

На додаток до внутрішньом'язового адреналіну запропоновано декілька варіантів підтримуючої терапії, засновані на обмежених доказах: інгаляційні бета-агоністи та/або адреналін при бронхоспазмі; в/в глюкагон дітям, які отримують бета-блокатори; антигістамінні препарати H1 та/або H2 в/в або перорально для полегшення суб'єктивних симптомів (особливо шкірних). Кортикостероїди можуть мати позитивний вплив на пізні респіраторні симптоми, але в іншому випадку немає доказів будь-якого впливу на двофазні реакції чи інші результати. Кортикостероїди мають побічні ефекти, тому їх слід розглядати лише для дітей, які потребують тривалого спостереження. Можна розглянути конкретні методи лікування залежно від ідентифікованого тригера та випадку (наприклад, метиленовий синій).

Важкі інтоксикації

Екстрені педіатричні консультації з приводу отруєнь є частими, хоча існують значні відмінності в захворюваності між регіонами.⁴⁴⁷ Кокранівський огляд не зміг виявити достатніх доказів, щоб порадити або заборонити конкретні методи першої допомоги при оральному отруєнні.⁴⁴⁸ Існують великі географічні відмінності у використанні різних методів деконтамінації.⁴⁴⁹

Важливо якомога раніше звернутися до фахівця. Для отримання додаткової інформації ми звертаємося до розділу про особливі обставини в рекомендаціях 2020. У додатку ми повідомляємо про деякі з найважливіших педіатричних документів на цю тему.

Обструктивний шок

Обструктивний шок є темою в розділі про особливі обставини 2021 року.⁴⁰⁵ Робоча група Європейської ради реанімації посилається на додаток RR 12.1, а також на RR 34 щодо травматичної зупинки серця та RR 33.1 щодо «4Н 4Т». Відсутні чіткі докази на користь будь-яких рекомендацій щодо декомпресії напруженого пневмотораксу у маленьких дітей. Більшість даних з досліджень за участі дорослих пацієнтів. Ризик ятрогенного пошкодження життєво важливих структур при декомпресії голкою є особливо високим у маленьких дітей. У четвертому міжребер'ї по передній аксилярній лінії товщина грудної клітки значно менша. Відхилення від правильного кута входу супроводжуються вищим ризиком пошкодження внутрішньогрудних структур у другому міжребер'ї.⁴⁵⁰⁻⁴⁵² Згідно з рекомендаціями для дорослих, ми віддаємо перевагу 4-му (або 5-му) міжребер'ю дещо попереду від середньо-аксилярної лінії як основного місця пункції, але друге міжребер'я по середньоключичній лінії все ще є прийнятною альтернативою.^{452a} Немає достатніх доказів про перевагу негайної торакастомії

замість пункційного торакоцентезу в якості втручання першої лінії у дітей з травматичною зупинкою серця, напруженим пневмотораксом і масивним гемотораксом. Пункційний (голковий) торакоцентез здається легшим для вивчення та швидшим у виконанні, але може бути менш ефективним.⁴⁵⁰ Однак установи, які не впроваджують негайну торакостомію, повинні, принаймні, розглядати це як варіант порятунку. За умови негайної доступності УЗД його слід використати для підтвердження пневмотораксу, вимірювання товщини грудної стінки та підтвердити відсутність прилеглих життєвоважливих структур (наприклад, серця) перед пункцією, а отже мінімізувати глибину введення голки та зменшити ризик травмування життєвоважливих структур.

Легенева емболія може бути більш поширеною, ніж повідомлялося раніше, у підлітків з раптовою зупинкою серця.⁴⁵³ Раннє розпізнавання, високоякісна СЛР та тромболітична терапія призвели до хорошої виживаності у пацієнтів з емболією легеневої артерії. Докази щодо дози та часу тромболітичної терапії відсутні для дітей. Селективний тромболізис - ведення тромболітичного препарату через катетер до тромбу внутрішньосудинно, є ефективним та безпечним при субмасивній та масивній емболії легеневої артерії у дітей, якщо його вчасно розпочати.^{455,456}

Відсутні порівняльні дослідження щодо лікування тампонади серця. Виживаність покращується, коли тампонаду виявляють на ранніх стадіях і розпочинають своєчасне лікування (слабкий доказ), наголошуючи на важливості ехокардіографії.⁴⁵⁷ Перикардіоцентез (бажано під УЗ-контролем) слід розглядати, лише якщо негайна торакотомія або стернотомія/повторна стернотомія неможливі (консенсус експертів).

Атропін або електростимуляція при нестабільній брадикардії

Ми проаналізували два описові огляди^{458,459} та одне обсерваційне дослідження,⁴⁶⁰ але не знайшли нових доказів на користь змін до рекомендацій ILCOR 2010. Якщо брадикардія є наслідком декомпенсованої недостатності дихання або кровообігу, то лікувати необхідно причину, а не саму брадикардію. Атропін при гіпоксичній брадикардії може бути навіть шкідливим, оскільки тимчасове збільшення ЧСС може збільшити потребу в кисні. Крім того, зниження парасимпатичного впливу може погіршити перебіг захворювань, які первинно опосередковуються катехоламінами (наприклад, Такоцубо). Показання до застосування атропіну при брадикардії, що викликана підвищеним тонусом блукаючого нерва, все ще існують.

Історично рекомендована мінімальна доза атропіну 100 мкг, задля уникнення парадоксального зниження ЧСС, яке повинно відбуватися при менших дозах. Нещодавнє обсерваційне дослідження із залученням немовлят не підтвердило це для низьких доз 5 мкг/кг. Значне збільшення ЧСС спостерігалось протягом 5 хвилин після введення цієї низької дози, тахікардія розвинулася у половини всіх дітей і тривала кілька хвилин. Крім того, у кількох публікаціях для новонароджених наголошується на можливості передозування у дітей з вагою менше 5 кг, при мінімальній дозі 100 мкг.

Педіатрична робоча група ILCOR не змогла виявити жодних доказів стосовно екстреної електроімпульсної стимуляції, залишила рекомендації 2010 року: «у окремих випадках брадикардії, викликаній повною блокадою серця або аномальною функцією синусового вузла, екстрена трансторакальна кардіостимуляція може врятувати життя. Кардіостимуляція не допомагає дітям із брадикардією, спричиненою постасистолічним гіпоксичним/ішемічним ураженням міокарда або ДН. Кардіостимуляція також не виявилася ефективною при лікуванні асистолії у дітей».¹⁴³

Нестабільна тахікардія

ILCOR EvUp 2020 (PLS 379 & 409) не знайшло достатніх доказів, щоб припустити зміну рекомендацій.¹⁴³ Робоча група ILCOR PLS особливо відзначила важливість консультації експерта перед використанням прокаїнаміду або аміодарону при надшлуночкової тахікардії (СВТ).

Перегляньте рекомендації Європейського товариства кардіологів, щоб отримати детальну інформацію про підтипи, діагностику та варіанти лікування.^{461,462} Наш пошук визначив додаткові три описові огляди,⁴⁶³⁻⁴⁶⁶ два РКД^{467,468} та дев'ять обсерваційних досліджень (додаток RR 13.3).⁴⁶⁹⁻⁴⁷⁷ Пропонуються різні підходи до лікування для дітей з нестабільною гемодинамікою (декомпенсацією) проти із стабільною, та/або тахікардій з вузьким чи широким комплексом QRS.

В/в введення аденозину є першою лінією лікування тахікардії з вузьким QRS у дітей, які ще не перебувають у декомпенсованому стані. Зазвичай рекомендовані початкові дози 0,1 мг/кг для дітей і 0,15 мг/кг для немовлят. Лікарі можуть розглянути вищу початкову дозу (0,2 мг/кг), особливо для дітей молодшого віку.^{464,472} Молодший вік пов'язаний зі зниженою реакцією на першу дозу аденозину та збільшенням шансів на аденозинрезистентну СВТ (Lewis 2017 177).⁴⁷⁶ Використання триходового крану у маленьких дітей також може призвести до субтерапевтичного дозування.⁴⁷⁸ Немає достатніх доказів за або проти використання в/к доступу для введення аденозину, але кращим є в/в шлях. При декомпенсації екстрена електрична кардіоверсія є кращим варіантом, і служби повинні мати протокол для цієї процедури, включно з використанням анальгоседації (наприклад, в/в або в/к або інтраназальний кетамін, мідазолам або фентаніл) для дітей, які все ще знаходяться у свідомості.

Альтернативні ліки включають блокатори кальцієвих каналів, бета-блокатори, флекаїнід, дигоксин, аміодарон, дексмететомідин та ібутилід. Кожен із цих препаратів має певні побічні ефекти та протипоказання і повинен застосовуватись компетентним фахівцем після консультації експерта. Верапаміл може спровокувати тяжку гіпотензію у дітей молодшого віку.

***Коментар робочої групи.** Станом на 01.01.2024 лікарський засіб за міжнародною непатентованою назвою прокаїнамід в Україні не зареєстровано.*

Гіпокаліємія

Гіпокаліємія — тема в розділі 2021 про особливі обставини.⁴⁰⁵ Ми додатково включили до нашого RR один описовий огляд,⁴⁷⁹ один РКД⁴⁸⁰ і два оглядових дослідження^{481,482}. Ми не виявили нових досліджень з приводу лікування гіпокаліємії при зупинці серця в педіатрії. Дослідження з лікування гіпокаліємії в умовах інтенсивної терапії обмежені пацієнтами з вадами серця і суттєво відрізняються в лікуванні та дозуванні. Загалом, калій ентеральний однаково ефективний, як і парентеральний. Гіперкаліємія після лікування зустрічається рідко. Поповнення депо магнію будуть сприяти більш швидкій корекції гіпокаліємії та рекомендовані у випадках тяжкої гіпокаліємії.

Гіперкаліємія

Ми знову посилаємося на розділ особливі обставини.⁴⁰⁵ Хоча доказова база обмеженою, особливо у випадку дітей з зупинками серця, чіткий алгоритм лікування є важливим для забезпечення послідовного та ефективного лікування та уникнення помилок в дозуванні або випадкових побічних ефектах.

У дітей є специфічні основні причини гіперкаліємії і їх слід розглядати завчасно, так як вони можуть допомогти лікарю розпізнати гіперкаліємію і підібрати тактику лікування. Визначення та лікування всіх факторів, що викликають гіперкаліємію повинні, наскільки це можливо, виконуватися одночасно з невідкладним медикаментозним лікуванням. Це включає в себе:

- **Мембранна стабілізація** з кальцієм. Гіпертонічний фізіологічний розчин може також забезпечити мембранну стабілізацію, але достовірні докази відсутні, у дітей вірогідність виникнення побічних ефектів вища. Бікарбонат натрію, при наявності показань, має аналогічний ефект.

- **Перерозподіл калію:** Інсулін швидкої дії з глюкозою для уникнення гіпоглікемії зазвичай ефективні після 15 хв. з тривалістю протягом 4-6 год. Може бути потрібне повторне введення. У літературі існують різні способи дозування, але немає ніяких доказів, для того, щоб надати чіткі рекомендації. Ефективність інгаляційних бета-агоністів була описана в оглядових дослідженнях з дорослими і новонародженими, але не дітьми. Запропонована доза істотно вища (в 4-8 разів), ніж для бронходилататції. Ефект в інгаляційних бета-агоністів досягає максимуму лише через 90 хв. Пік дії в/в бета-агоністів досягається значно швидше (30 хв.), але їх застосування супроводжується ризиком виникнення небажаних ефектів, ми пропонуємо їх використовувати тільки в випадках резистентної гіперкаліємії і (неминучої) зупинки серця. Адреналін також є бета-агоністом. На закінчення, незважаючи на постійні суперечки, ми пропонуємо використання бікарбонату натрію для екстреного лікування дітей з гіперкаліємією і метаболічним ацидозом (рН <7,2) та/або при зупинках серця. Повторні дози для корекції рН – 1 мЕкв/кг та переміщення калію внутрішньоклітинно. Досягнення ефекту при використанні бікарбонату натрію повільне (години), але в наступному натрій може стабілізувати клітинну мембрану.

- **Видалення калію:** Продовжуйте заходи з перерозподілу калію поки не буде розпочато видалення калію. Діаліз є найбільш ефективним варіантом

лікування, але може бути не легкодоступним. Слідкуйте за відновленням після діалізу. Фуросемід підвищує екскреція калію з сечовипусканням. Здебільшого у добре гідратованих дітей із збереженою функцією нирок. Його ефект набагато менш чіткий при наявності ниркової недостатності. Калій-зв'язуючі агенти, такі як полістирол натрію сульфонату (sodium polystyrene sulfonate - SPS в сорбітолі) не досліджувалися у дітей. У дорослих є побоювання щодо безпеки SPS. Нові ліки можуть бути безпечнішими та більш ефективними, але вони недостатньо вивчені у дітей.

Гіпоглікемія

Поріг, при якому гіпоглікемія стає шкідливою - невизначений і може залежати від віку, причини і швидкості її настання. Стандартні порогові значення, які були визначені в літературі: 50-70 мг/дл (2,8-3,9 ммоль/л). У той час як 70 мг/дл повинні насторожити лікарів (зважаючи на симптоми та ризик подальшого зменшення), значення в 50 мг/дл, особливо при поєднанні з неврологічними проявами, є абсолютним показанням для швидкого оперативного лікування. Заклади мають враховувати можливості приліжкових тестів.

Розглядаючи патофізіологію, існуючі настанови та додаткові не дуже певні докази, ми пропонуємо в/в болус глюкози для тяжкої гіпоглікемії. У той час як протоколи для дорослих використовують розчин 50% глюкози, для дітей радимо вживати менш гіпертонічні розчини з огляду на ризики помилок в дозуванні. В ситуаціях, де в/в глюкоза недоступна, можливе введення глюкагону як альтернатива. Розпочніть інфузію глюкози для припинення катаболізму та підтримання адекватної глікемії.

Нетяжку гіпоглікемію можна лікувати стандартною глюкозою, без болуса або глюкагону. Це може бути і як за допомогою підтримуючої інфузії або використанням пероральної глюкози, за якою слідують додаткові вуглеводи для запобігання рецидивів.

При тяжкій, так і нетяжкій гіпоглікемії, основна причина повинна бути усунена, як тільки це стає можливим. Варто прибрати провокуючий фактор або призначити додаткове лікування (наприклад, кортикостероїди). Тяжка гіпоглікемія може прямо або опосередковано призвести до зупинки серця. Хоча лікування гіпоглікемії може і покращує довгострокові результати у дітей з зупинкою серця, тяжка гіпоглікемія спричинить пошкодження головного мозку і, ймовірно, перешкоджатиме ROSC. Тому здається логічним включати гіпоглікемію як одну з 4Н, активно її досліджувати, особливо у дітей у групі ризику (метаболічний, септичний, інтоксикація), і лікувати, коли вона виникла.

Гіпертермія

Ми визначили два керівні принципи (MHAUS.org 2019),⁴⁹⁸ три описові огляди⁴⁹⁹⁻⁵⁰¹ і два оглядові дослідження.^{502,503} Температура, гіпертермія, злоякісна гіпертермія, теплове виснаження і тепловий удар — різні поняття з конкретними визначеннями. Лихоманка - фізіологічний механізм боротьби з інфекцією і не

пов'язаний з довготривалими неврологічними ускладненнями. Захворювання, що пов'язані зі злоякісною гіпертермією вимагають специфічного лікування.

Для тяжкої теплової хвороби швидке розпізнавання, оцінка, охолодження, а також розширене планування є ключовими для мінімізації ризику захворюваності та смертності. Симптоми, пов'язані з різними тепловими хворобами, є схожими. Хоча їх відмінність не чітка, діти з підвищеною температурою тіла та аномаліями ЦНС повинні розцінюватись як жертви теплового удару, який може бути небезпечним для життя.

Епілептичний статус

Ми зазначаємо лише про екстрене керівництво протягом першої години без урахування подальшого лікування для суперрефрактерного епілептичного статусу. Захворюваність на епілептичний статус становить приблизно 20 на 100 000 дітей на рік, при загальній смертності 3%. Прогноз залежить від віку, тривалості нападу та основної причини. Ефективним є початок лікування якомога раніше, але початкове та подальше лікування часто затримується. Відтерміноване лікування призводить до зниження відповіді на терапію, збільшення тривалості нападу, потенційної травми мозку та зростання смертності в лікарні.

Визначення епілептичного статусу включає в себе напад, що не припиняється спонтанно протягом 5 хв, так як вірогідність спонтанного припинення після цього інтервалу часу низька. Своєчасне лікування епілептичного статусу вимагає реалізації чітких протоколів. Стратегії впровадження повинні зосереджуватися як на підготовці професіоналів, а також на регулярному аудиті виконання протоколу.

Часові проміжки в алгоритмі представляють максимальний час до виконання відповідного кроку, але, в залежності від причини і тяжкості стану, діти можуть пройти фази швидше або навіть одразу перейти до третьої фази, особливо стосується хворих у відділеннях інтенсивної терапії. Визначайте і лікуйте основні причини завчасно, включаючи метаболічні порушення (наприклад, гіпоглікемія, дизелектролітемії) та інші причини (наприклад, неврологічні, кардіологічні, метаболічні, інтоксикації), а також системні ускладнення, викликані основною причиною або лікуванням, що може призвести до вторинної травми мозку.

Бензодіазепіни є початковою терапією, з огляду на їх ефективність та безпечність. Який бензодіазепін використовувати і яким способом, залежить від доступності та досвіду, оскільки немає достовірних доказів, про перевагу певного з них.

Бензодіазепін першої лінії (принаймні перша доза) може бути призначена особами по догляду, які відповідно підготовлені, або рятувальниками. Хоча в/в бензодіазепіни ефективні, у випадках, коли ще немає в/в доступу, варто звернути увагу на інші шляхи призначення, щоб уникнути затримки. Нещодавній РКД свідчить про те, що в/м мідазолам ефективніший, ніж букальний мідазолам.⁵²⁷ Хоча в/в фенобарбітал також ефективний і добре переноситься, повільніший темп його призначення свідчить на користь лікування не в якості першої лінії.

Правильне дозування обраного бензодіазепіну є важливим для раннього припинення епілептичного статусу.

Підхід в умовах з обмеженими ресурсами аналогічний. Призначення більше двох доз бензодіазепіну пов'язане з підвищеним ризиком настання ДН та подальшою смертю в закладах, де ШВЛ недоступна. Своєчасний перехід від препаратів першої лінії до інших протиепілептичних засобів може сприяти зниженню резистентності до лікування епілептичного статусу. В/в фенітоїн/фосфенітоїн, вальпроєва кислота та леветирацетам були запропоновані як наступний крок.

Нещодавні дослідження надають перевагу леветирацетаму в порівнянні з фенітоїном, з огляду на економічність, простоту використання та профіль безпеки. Вальпроєва кислота є тератогенною з ризиком розвитку гострої енцефалопатії, пов'язаною розвитком гепатиту, гіперамонемією та/або метаболічними захворюваннями. Особливо в немовлят і дітей молодшого віку та потребує надзвичайної обережності. Фенобарбітал в/в є розумною альтернативою, якщо жодна з трьох вище перерахованих терапій не є доступною. Також дуже важливим є правильне дозування. В умовах обмежених ресурсів, коли парентеральні форми протиепілептичних препаратів тривалої дії недоступні, застосування ентеральних форм, введених назогастрально, є потенційно ефективним. Пероральний леветирацетам в сиропі має відмінну біодоступність та досягає терапевтичної концентрації в плазмі за 1 год.

Останні статті також описують використання лакосаміду в педіатричній практиці. У той час як лакосамід здається безпечним і ефективним, наразі замало доказів для широкого використання.

Інші препарати слід призначати при тривалому епілептичному статусі (крок 3, не пізніше, ніж 40 хв.). Він є прийнятним для використання і потенційно ефективним, після першого препарату другого ряду перед препаратом другого ряду, оскільки це допоможе уникнути ускладнень анестезії та інтубації. Альтернативою є, залежно від етіології і обставин, мідазолам, фенобарбітал/тіопентал, кетамін або пропофол в дозах для анестезії, можуть бути призначені, в ідеалі з безперервним моніторингом ЕЕГ. Провайдери медичних послуг повинні бути добре знайомі з властивостями кожних з цих ліків при їх використанні.

Епілептичний статус безконвульсивний може виникнути після припинення видимих судом, особливо якщо основною причиною гостра інфекція нервової системи. ЕЕГ спостереження після лікування є необхідним для розпізнавання постійних нападів судом. Пропонується раннє визначення і лікування безконвульсивного епілептичного статусу тому, що це впливає на результат.

Розпізнавання зупинки серця – послідовність PBLIS – циклічність – проведення СЛР очевидцями

Незважаючи на те, що робоча група ILCOR BLS радила починати СЛР із компресій (СAB), педіатрична робоча група виступає за підтримку рівноваги між

САВ та ШВЛ. Зокрема робоча група COSTR PLS вже запропонувала, щоб очевидці проводили серцево-легеневу реанімацію ШВЛ для немовлят і дітей молодше 18 років із зупинкою серця, що відбулась поза межами лікарні (слабка рекомендація, докази дуже низької якості) і якщо очевидці не можуть забезпечити ШВЛ як частину СЛР для немовлят та дітей молодше 18 років із зупинкою серця, що відбулась поза межами лікарні (рекомендації, що ґрунтуються на практиці), вони повинні принаймні забезпечувати компресію грудної клітки.⁴ Робоча група ILCOR PLS також рекомендувала, щоб диспетчери екстреної допомоги надавали інструкції щодо СЛР для педіатричної зупинки серця, коли СЛР не виконується сторонніми особами (сильна рекомендація, низька достовірність доказів).¹⁴³ Робоча група ILCOR BLS також рекомендувала, щоб непрофесіонали починали СЛР у дітей або дорослих при передбачуваній зупинці серця без занепокоєння щодо шкоди пацієнтам, які не перебувають із зупинкою серця (сильна рекомендація, дуже низька достовірність доказів).⁵⁵⁷ Кокранівський огляд безперервних компресій грудної клітки при неасфікційному СТКА виявив лише одне педіатричне дослідження.⁵⁵⁸ Наш РР додатково включав деякі дослідження на манекенах як «непрямі» докази (додаток RR 19.1, 19.4 і 19.5).⁵⁵⁹⁻⁵⁶³ Ми також звертаємося до RR щодо перевірки пульсу RR 19.7 і RR 25 щодо СЛР для брадикардії.

Причиною більшості зупинок серця у дітей є гіпоксемія або ішемія, резерви кисню найчастіше виснажується вже до моменту зупинки серця, що додатково виражає необхідність в адекватній вентиляції. У цьому контексті неодноразово заявлялося про додаткову цінність вентиляції.⁵⁶⁴ PLS 2020 COSTR рекомендує очевидцям забезпечити СЛР з вентиляцією педіатричним пацієнтам із зупинкою серця поза межами лікарні (ОНСА).¹⁴³ Робоча група визначила під час наступних досліджень дві додаткові статті (докази з дуже низьким рівнем достовірності), які не знайшли різниці у виживанні та неврологічних наслідках при СЛР лише з компресією у дітей (старших за немовлят), але не враховувала це достатніми доказами, щоб змінити свою рекомендацію.^{565,566} У багатоцентровому когортному дослідженні виявлено що СЛР із застосування вентиляції у комплексі із компресіями асоціюється з покращенням результату.⁵⁶⁷

У дітей без свідомості, у яких підозрюється зупинка дихання через обструкцію дихальних шляхів, спонтанне дихання може бути відновлено після відновлення прохідності дихальних шляхів і кількома вдихами із позитивним тиском. Такі діти мають сприятливі прогнози для життя, проте не фіксуються у статистику «зупинок серця», винятком є ситуації коли компресії починають раніше за відкриття дихальних шляхів.

Під час розробки цих рекомендацій ми також врахували, що:

- Мобільний зв'язок є доступним, і більшість екстрених дзвінків здійснюється через мобільний телефон. Обмежені дані свідчать 60% абонентів можуть поставити свій мобільний телефон на динамік.

- Для СЛР дорослим робоча група ILCOR BLS рекомендує, якщо очевидець знаходиться один біля постраждалого з мобільним телефоном, то спочатку він має набрати швидку допомогу, ввімкнути динамік, інший пристрій гучного

зв'язку на мобільному телефоні і лише потім розпочати СЛР (сильна рекомендація, дуже низька достовірність).⁵⁵⁷

- Зняття одягу не вплинуло на якість СЛР у двох випадках симуляційних досліджень, але додає затримку близько 30 с.

- Визначити «аномальне дихання» не завжди легко у випадку СЛР з асистенцією диспетчера та підбір конкретного слова може покращити комунікацію. Деякі групи пропонують в дорослих використовувати метод «рука на животі».⁵⁶⁸ Ці методи є особливо актуально у випадках, коли виникають питання безпеки в наближенні до рота та носа потерпілого (наприклад, передача вірусу). У таких випадках слід уникати стандартного методу «дивись, слухай, відчувай».⁷

- Немає жодних доказів на підтримку чи спростування існуючої настанови по виконанню п'яти рятувальних вдихів. Враховуючи вплив на навчання та впровадження, ми продовжуємо рекомендувати цей підхід.

- Адекватна вентиляція вимагає достатнього часу вдиху (1 с) і адекватний дихальний об'єм (підняття грудної клітки). Для цього необхідне максимальне ущільнення між ротом рятувальника (або маскою) і рот/рот-ніс дитини (при необхідності закрити ніс або губи для уникати виходу повітря). За наявності, рятувальники повинні застосовувати (2-особи) вентиляцію мішком Амбу бажано з киснем замість вентиляції видихуванням повітрям. У великих дітей, коли вентиляція мішком Амбу недоступна, також можуть використовувати кишенькову маску для виконання «рятувальних вдихів».

Всі три компонента формули виживання (наука, освіта, і реалізація) важливі, і ми рекомендуємо використовувати спеціально розроблені для педіатричної BLS специфічні педіатричні настанови. Один цикл, рекомендований у настановах 2015 року для дітей було 15:2, і немає причин це змінювати. Короткі паузи для перевірки ритму та зміни рятувальника, який виконує компресії для мінімізації втоми слід планувати кожні 2 хв. У випадках, коли існує ризик ранньої втоми (наприклад, при носінні повного ЗІЗ для COVID-19), рекомендовано виконувати зміну рятувальника частіше.⁵⁶⁹

BLS при травматичній зупинці серця

Більшість доказів, знайдених на цю тему, були непрямыми (додаток RR 19.6). Ми визначили чотири обсерваційні дослідження та посилалися на першу допомогу ILCOR COSTR щодо зовнішньої кровотечі та обмеження рухливості хребта.^{497,570-573} Травматична зупинка кровообігу у дітей (ТЗК) зустрічається рідко та має поганий прогноз. З 21 710 дітей у базі даних TARN Великобританії 0,6% пережили ТЗК.⁵⁷¹ Загалом 30-денне виживання становило 5,4% ((95% ДІ від 2,6 до 10,8%), n=7). В одній когорті ТЗК початкові зареєстровані ритми були дефібриляційними лише у 3,5%.⁵⁷⁰ Більшість ТЗК не були в присутності (49,5%), і менше 20% дітей отримували компресії грудної клітки сторонніми перехожими. 19,5% досягли ВСК в догоспітальних умовах, 9,8% вижили перші в 24 години, а 5,7% вижили до виписки. На відміну від тих, хто отримав тупу травму або

удушення, більшість пацієнтів з ТЗК, які вижили в перші 24 години після проникаючої травми або утоплення, були виписані живими. Ми не змогли знайти дослідження, які б досліджували взаємозв'язок між певною послідовністю дій BLS і результатом ТЗК. Здавалося, що СЛР за допомогою керування диспетчера (DA-CPR) не пов'язана з досягненням стійкого ВСК.⁵⁷⁴ Випадки ТЗК мали меншу ймовірність розпізнавання диспетчером зупинки серця, початку СЛР свідками або будь-яких інструкцій щодо СЛР диспетчером. Покращені протоколи DA-CPR для ТСА слід вивчити та перевірити.

Загалом, СЛР свідками проводилася у 20-35% педіатричних ТЗК.⁵⁷² Допомога сторонніми особами значно відрізнялися, головним чином залежно від ситуаційних факторів і типу невідкладної медичної допомоги. В одній когорті ті, хто вижив, отримували втричі частіше серцево-легеневу реанімацію, ніж ті, хто не вижив.⁵⁷⁰ Ця перевага виживання для СЛР свідками може бути навіть більшою для постраждалих від травм у країнах із низьким і середнім рівнем доходу, де зміна положення та відкриття дихальних шляхів сторонніми особами знижує смертність.⁵⁷⁵ Ми рекомендуємо проводити СЛР свідками при педіатричній ТЗК, якщо це безпечно. Свідок повинен мінімізувати рухи хребта, наскільки це можливо, не перешкоджаючи процесу реанімації.

Немає даних про окремі компоненти СЛР. Серед 424 дорослих із ТЗК не було суттєвої різниці в стійкому ВСК між групами зі використанням АЗД і групою без АЗД.⁵⁷⁶ Дефібриляційні ритми рідко зустрічаються в педіатричній ТЗК. Рекомендації щодо ТЗК для дорослих також применшують важливість дефібриляції. Таким чином, ми не заохочуємо рутинне використання АЗД на місці педіатричної ТЗК, якщо тільки немає високої ймовірності наявності дефібриляційного ритму.

Масивний кровотеча є однією з причин ТЗК. Початковим лікуванням зовнішньої масивної кровотечі є прямий тиск - по можливості з використанням гемостатичних пов'язок. Спеціальна група ILCOR з надання першої допомоги припустила, що якщо зовнішня кровотеча, яка загрожує життю, піддається контролю застосуванням джгута, надавачі першої допомоги повинні використовувати джгут, а не лише ручний тиск.⁴⁹⁷ Сертифікований джгут має перевагу перед імпровізованим джгутом (слабкі рекомендації, дуже низька достовірність доказів).

Перевірка пульсу

Ми визначили два оглядові дослідження та посилаємося на використання ультразвуку під час СЛР.^{577,578} «Ознаки життя» були впроваджені як частина керівних принципів через занепокоєння щодо хибно негативних результатів і, таким чином, не проведення СЛР там, де вона була необхідна. Початок СЛР у тих, хто її не потребує, викликає менше занепокоєння не в останню чергу тому, що травми, викликані СЛР, рідко зустрічаються у немовлят і дітей. Деякі дані свідчать про те, що проведення СЛР дітям з брадикардією без пульсу та серйозним порушенням перфузії покращує результат.⁵⁷⁹

Ідентифікація зупинки серця без пульсу та ВСК у похилому віці підтримка спирається на оцінку кровообігу, включаючи пальпаторну оцінку пульсу. Хоча досвідчені медпрацівники працюють краще, ніж недосвідчені, ризик обох типів та тривалі паузи СЛР все ще мають значення. Виявлення циркуляції, також має включати інші параметри такі як $ETCO_2$, артеріальний тиск і SpO_2 (або УЗД).

Компресії грудної клітки: частота, глибина і повернення грудної стінки до вихідного положення

У 2020 COSTR PLS 1605 не виявлено недостатньо доказів для зміни існуючих рекомендацій щодо глибини компресій грудної клітки.¹⁴³ На додаток до відповідного огляду,⁵⁸⁰ ми також звітуємо про шість РКД⁵⁸¹⁻⁵⁸⁶ та 15 обсерваційних досліджень (додаток RR 21.1).⁵⁸⁷⁻⁶⁰¹

Докази свідчать про те, що результат пов'язаний з якістю компресій грудної клітки, включаючи час без компресій. Необхідно враховувати кілька факторів, в ідеалі комплексно. Замість того, щоб розглядати середнє значення кожного фактору, зосередьтеся на постійних високоякісних компресіях, тобто на високому відсотку якісних компресій:

- **Частота:** у рекомендаціях 2015 року рекомендована частота 100-120 /хв⁻¹ для всіх немовлят і дітей. Надмірна частота не є рідкістю для дітей і може вплинути на результат.^{602,603} Докази з дуже низьким рівнем достовірності свідчать про те, що дещо нижчі показники (80-100) пов'язані з вищим рівнем виживання до виписки з лікарні та виживанням із сприятливим неврологічним результатом.⁵⁸⁸ Поточні рекомендації не змінені.

- **Глибина:** потрібна певна глибина для створення артеріального тиску та перфузії, але надмірне стиснення може погіршити результат. Рекомендації 2015 року рекомендували прогинати нижню частину груднини принаймні на одну третину передньо-заднього розміру (ПЗР) грудної клітки (немовля 4 см, дитина 5 см). Однак у старших, великих дітей ця 1/3 розміру ПЗР часто може спричиняти глибину компресії понад 6 см (максимальна для дорослих). Крім того, ціль на 2015 рік часто не досягається, і існує ризик того, що натискання буде занадто поверхневим, якщо є надто велика стурбованість щодо надмірної глибини компресій.⁵⁹⁵ Візуально визначити глибину в см майже неможливо (і тому це інформативно лише для пристроїв зворотного зв'язку). Тому ми продовжуємо рекомендувати опрогинати нижню частину груднини на одну третину розміру ПЗР грудної клітки. Для великих дітей компресія ніколи не повинна бути глибшою, ніж допустимі для дорослих 6 см (приблизно довжина великого пальця дорослого). Розташування руки під кутом 90° до поверхні грудної клітки і використання східців є змінними факторами, які сприяють покращенню глибини компресій грудної клітки.⁶⁰⁴

- **Повернення грудної стінки у вихідне положення та нахил:** це може вплинути на результат шляхом перешкоджання венозному поверненню. Немає доказів зв'язку між швидкістю, глибиною та поверненням грудної стінки у вихідне положення, але пам'ятайте про ризик недостатньої повернення грудної стінки під час виконання СЛР.

- Час без компресій: непрямі дані дорослих свідчать про те, що важливо максимально обмежити час, коли відсутні компресії грудної клітки.

Візуальний зворотний зв'язок допомагає утримувати частоту компресій в правильному діапазоні, але прикладена сила залишається досить варіабельною. Пристрої зворотного зв'язку можуть позитивно вплинути на якість СЛР, але поточні дані все ще сумнівні. Поки не з'являться додаткові дані (наприклад, з багатоцентрового дослідження PediResQ), ми узгоджуємо наші поради з ILCOR BLS COSTR, яка пропонує відмовитися від рутинного впровадження пристроїв зворотного зв'язку для СЛР в режимі реального часу як самостійного заходу для покращення результатів реанімації без більш повної ініціативи щодо покращення якості (слабка рекомендація, дуже низька якість доказів).⁵⁵⁷ У системах, які наразі використовують пристрої зворотного зв'язку при СЛР в режимі реального часу, вони припускають, що ці пристрої можуть продовжувати використовуватися, оскільки немає доказів, які свідчать про значну шкоду (слабка рекомендація, дуже низька якість доказів).

Робоча група ILCOR BLS також оцінила вплив твердої поверхні на компресії грудної клітки.⁵⁵⁷ Вони дали наступну рекомендацію: «Ми пропонуємо виконувати компресії грудної клітки на твердій поверхні, коли це можливо (слабка рекомендація, дуже низька надійність доказів). Під час зупинки серця в лікарні ми пропонуємо, якщо ліжко має режим СЛР, який збільшує жорсткість матраца, його слід активувати (слабка рекомендація, дуже низька надійність доказів). Під час зупинки серця в лікарні ми пропонуємо не переміщати пацієнта з ліжка на підлогу, щоб покращити глибину компресії грудної клітки (слабка рекомендація, дуже низька надійність доказів). Під час зупинки серця в госпіталі ми пропонуємо як використання щита (якщо це вже реалізовано в рутинній практиці), так і стратегії без використання щита (якщо це ще не є частиною поточної практики), щоб покращити глибину компресій грудної клітки (умовна рекомендація, дуже низька достовірність доказів).»

Недостатньо досліджень щодо ПГЗК у дітей. Фахівці охорони здоров'я повинні уникати недостатньої глибини компресій на м'яких поверхнях та або змінити поверхню, або відрегулювати силу компресій. Загалом дітей можливо і легше пересувати, щоб покращити якість СЛР (тверда поверхня, доступ до потерпілого). Переміщення дитини має бути збалансоване з урахуванням ризику травми, затримки, більш обмеженого простору (якщо її перемістили на підлогу) або втрати контролю чи доступу до внутрішньовенного введення.

Компресії грудної клітки: метод

Ми ідентифікували три системні огляди,⁶⁰⁵⁻⁶⁰⁷ чотири обсерваційні дослідження⁶⁰⁸⁻⁶¹¹ і 24 (рандомізовані) дослідження на манекенах (додаток RR 21.2).^{599,603,612-631}

Метод компресій грудної клітки впливає на досягнення набору цілей - частоти, глибини та відновлення положення грудної стінки. Рівень достовірності наявних доказів для різних методів виконання компресій дуже обмежений.

Для немовлят попередні рекомендації рекомендували використовувати два пальці (ТДП) для одного та техніку охоплення двома великими пальцями (ОДВП) для двох рятувальників. Місцем компресії має бути нижня половина грудни. Однак стандартна техніка ДП пов'язана з неоптимальною якістю компресії та швидким втомленням. ОДВП стабільно працює краще, навіть для одного рятувальника, і час відсутності компресій мало відрізняється від техніки ДП, хоча існує певний ризик неповної повернення грудної клітки у вихідне положення (це слід враховувати під час навчання). Техніка ДП повинна розглядатися лише для непідготовлених рятувальників (СЛР за підтримки диспетчера або тих, хто лише навчений BLS для дорослих), де ОДВП може бути надто важко пояснити.

У педіатричних рекомендаціях ERC 2015 року було сказано, що під час використання ОДВП великі пальці мають бути поруч і не перекриватися. Це відрізнялося від інструкцій для новонароджених 2015 року, які радили розташувати один великий палець поверх іншого. Ми рекомендуємо використовувати останній метод, якщо це можливо, на підставі слабких доказів, які свідчать про те, що техніка розміщення великого пальця поверх іншого забезпечує вищий перфузійний тиск і меншу компресію печінки.

Нещодавно були досліджені нові методи покращення якості СЛР. Жоден із них не підтверджений у дітей. Попередні результати досліджень на манекенах свідчать про те, що ці методи є принаймні такими ж ефективними, як і стандартні методи.⁶³² Модифікована вертикальна техніка двох великих пальців може бути особливо корисною для фахівців з меншими руками.⁶³³ Ці нові методи слід розглядати лише як «рятівну» альтернативу для фахівців, що навчені їх використанню, коли стандартні методи стають надто виснажливими або їх важко виконати.

Оптимальне положення компресії для немовлят було встановлено в рекомендаціях 2015 року в нижній половині грудни. Щоб уникнути здавлення інших органів, рекомендувалося триматися на ширині одного пальця над мечоподібним відростком. Останні дані досліджень КТ показують, що ця порада все ще актуальна. Одне дослідження підкреслило цінність допоміжних засобів позиціонування (маркерних наклейок) для покращення якості СЛР.⁶¹³

Для дітей старше 1 року рятувальники можуть проводити СЛР однією або двома руками. Немає достатніх доказів, щоб змінити рекомендації 2015 року та поради одну техніку замість іншої. Досягнення поставлених цілей має визначати, яка методика використовується. Якщо використовується техніка однією рукою, іншу руку можна розташувати так, щоб дихальні шляхи були відкритими весь час або щоб стабілізувати компресійну руку в лікті.

Стандартні рекомендації рекомендують змінювати людину, яка виконує компресії, кожні 2 хвилини. Однак, незалежно від техніки, втома та погіршення якості можуть виникнути вже через 60-90 с. Рятувальники повинні бути уважними до втоми та змінювати руки, техніку або рятувальника, коли це необхідно, щоб підтримувати оптимальну якість компресій.

Використання автоматичного зовнішнього дефібрилятора [АЗД] при СЛР дитини

Ми визначили одну настанову,⁶³⁴ один системний огляд,⁶³⁵ один описовий огляд⁶³⁶ та 11 обсерваційних досліджень (додаток RR 22).^{14,637-646}

Рання дефібриляція у пацієнтів із зупинкою кровообігу та дефібриляційним ритмом, підвищує високу ймовірність ВСК та подальшого доброго неврологічного прогнозу у дітей та дорослих. Однак у дітей із первинним недефібриляційним ритмом використання АЗД може збільшити час відсутності кровотоку та відвернути увагу від інших втручань, які впливають на результат.

Під час базових реанімаційних заходів неможливо визначити основний ритм до підключення АЗД або іншого монітора, тому рятувальники повинні покладатися на контекстні докази для прийняття рішення про використання АЗД. Крім того, АЗД можна приєднати до всіх дітей. Ймовірність дефібриляційного серцевого ритму значно вища у дітей старшого віку, дітей зі специфічними захворюваннями або раптовою зупинкою кровообігу; але дефібриляційні ритми можуть виникати і в інших випадках, навіть у дуже молодих. Невелика частка дітей із початковим недефібриляційним ритмом, матиме наступний ритм, який піддається розряду (0,5-2%). Немає достатніх доказів для зміни існуючих рекомендацій. Для лікування позалікарняної ФШ/ШТбп у дітей віком до 8 років рекомендований метод розряду в порядку переваги: (1) мануальний дефібрилятор, (2) АЗД з аттенюатором дози та (3) АЗД без аттенюатора дози. Якщо є будь-яка затримка в доступності бажаного пристрою, використовуйте доступний пристрій. Більшість існуючих АЗД забезпечують стандартну дозу 120-200 Дж (двофазний), а з педіатричним аттенюатором доза зазвичай становить 50 Дж. Алгоритм АЗД, що використовується для маленьких дітей, мав продемонструвати високу специфічність і чутливість в ідентифікації дефібриляційних ритмів у немовлят.

Продовжуючи наголошувати на важливості рятувальних вдихів і високоякісних компресій грудної клітки, ми радимо використовувати АЗД усім дітям, якщо це можливо (тобто більше ніж один рятувальник, доступний АЗД). Самотні рятувальники не повинні переривати СЛР, щоб принести АЗД, якщо тільки немає високої ймовірності первинного дефібриляційного ритму (наприклад, у разі раптового колапсу) і АЗД безпосередньо доступний.

Ці рекомендації для навчених постачальників. СЛР проводять невідготівлені свідки, як правило, під керівництвом диспетчерів швидкої медичної допомоги. Ризик тривалої відсутності кровотоку та неоптимальної якості СЛР є вищим, якщо ненавчені свідки використовують АЗД навіть за допомогою диспетчера. Хоча немає спеціальної літератури, яка б підтверджувала цю рекомендацію, ми вважаємо, що АЗД слід передусім рекомендувати як частину СЛР за допомогою диспетчера в тих випадках, коли ймовірність первинного дефібриляційного ритму є дуже високою (як-от раптова зупинка серця або із «хворобою серця» в анамнезі), а АЗД є поблизу та доступний.

Стабільне положення

Під час розробки нашої рекомендації ми врахували ILCOR First Aid COSTR на цю тему,⁴⁹⁷ а також одну настанову⁶⁴⁷ з трьох системних оглядів,⁶⁴⁸⁻⁶⁵⁰ два РКД^{651,652} і п'ять обсерваційних досліджень (додаток RR 23).⁶⁵³⁻⁶⁵⁷ Положення для відновлення рекомендовано для непритомних неінтубованих пацієнтів без травми, які не перебувають у стані зупинки серця. При правильному виконанні він покращує прохідність дихальних шляхів і знижує ризик аспірації порівняно з положенням лежачи. В одному когортному дослідженні стабільне положення було пов'язане зі значним зниженням госпіталізації.⁶⁵⁶ При зупинці серцево-легеневої діяльності діти майже відразу втрачають свідомість, але можуть мати дихальні рухи протягом 2 хвилин після зупинки. Бічне положення для відновлення може перешкодити ранньому виявленню патологічного дихання. Щоб запобігти цьому, рятувальників слід навчити неодноразово оцінювати дихання. Зміна рекомендації щодо повторної оцінки постраждалого з «регулярно» на «щохвилини» значно підвищила ймовірність виявлення зупинки серця.⁶⁵² Тому у випадку невідготовлених непрофесіоналів диспетчери швидкої допомоги повинні залишатися на зв'язку з рятувальниками до прибуття бригади швидкої допомоги.

Загальні докази дуже обмежені, і залишається незрозумілим, чи ця рекомендація стосується всіх ситуацій і типів рятувальників. У разі вагітності та у дітей в стані алкогольного сп'яніння краще положення на лівому боці.⁶⁴⁸ У ситуаціях, коли існує високий ризик гіпоксичної зупинки дихання або загрози зупинки серця, ймовірно, доцільно просто продовжувати запрокидування голови і підняти підборіддя або виведення щелепи в положенні лежачи. У конкретному випадку постраждалих без свідомості слід також порівняти шкоду від порушення прохідності дихальних шляхів і ризик вторинного пошкодження хребта. Докази сумнівні щодо потенційної шкоди бічної ротації при травмі. Обов'язкова стабілізація потребує кількох рятувальників, щоб розмістити та підтримувати дитину в стабільному положенні.

Обструкція дихальних шляхів стороннім тілом [ОДШСТ]

ОДШСТ є причиною тисяч смертей щороку, особливо серед уразливих груп населення, яким важко захистити дихальні шляхи, наприклад дітей.⁶⁵⁸ Швидка допомога свідків може значно збільшити виживання. Відповідні віку прийоми для усунення ОДШСТ були частиною рекомендацій з реанімації більше 25 років. Однак, незважаючи на те, що ОДШСТ є важливою проблемою для здоров'я, і багато анекдотичних повідомлень про успішне очищення дихальних шляхів, докази, що підтверджують ці рекомендації, є суперечливими та мають дуже низьку достовірність (додаток RR 24).⁶⁵⁹⁻⁶⁶³ Відповідний COSTR BLS368 2020 надав рекомендації щодо лікування.⁵⁵⁷

Ми не рекомендуємо використовувати існуючі пристрої для надання першої допомоги дитині, що вдавилась. Негайне використання такого пристрою може відвернути свідків від своєчасного виконання рекомендованих кроків поточного алгоритму. За відсутності доказів безпечності не можна виключати певні ризики

для дітей. Такі пристрої можуть перешкоджати відкашлюванню дітей, що знаходяться в свідомості та можуть спричинити пошкодження структур верхніх дихальних шляхів або сприяти аспірації шлункового вмісту. Широке впровадження таких пристроїв також потребуватиме значних витрат. Ми визнаємо відсутність доказів і необхідність додаткових досліджень, особливо у постраждалих, які не мають ефективного кашлю або знаходяться без свідомості.⁶⁶⁴ В ситуаціях, коли звичайні прийоми виявилися неефективними, доповненням до стандартної допомоги може бути пристрій для усунення вдавнення. Однак наразі це має відбуватися в контексті формального оцінювання в навчальному середовищі.

Компресія грудної клітки у дітей без зупинки серця

Незважаючи на відсутність доказів, у попередніх настановах рекомендовано лікувати брадикардію з ознаками поганої перфузії, навіть при наявності слабкої пульсації, шляхом негайної СЛР.⁶⁶⁵⁻⁶⁶⁷ В одному дослідженні у 18% дітей, які отримували СЛР, компресії починали на ранній стадії брадикардії без пульсу до того, як у дитини зникав пульс.⁶⁶⁸ Вживання до виписки було кращим у дітей (24%), ніж у дорослих (11%), і це могло бути пов'язано з раннім агресивною тактикою у дітей з брадикардією з поганою перфузією.

Наслідки гіпоксичної зупинки серця явно гірші, ніж при зупинці первинно серцевого походження. Цілком імовірно, що діти з гіпоксичною зупинкою серця вже перенесли важке гіпоксичне ураження мозку до моменту зупинки кровообігу. У донорів із зупинкою серця після припинення життєзабезпечення першими фізіологічними кроками є десатурація та гіпоперфузія.⁶⁶⁹ Ця фаза, що передує кінцевій брадикардії, може тривати від кількох хвилин до 3 годин. Після виникнення брадикардії клінічна смерть зазвичай настає через кілька хвилин.

Кілька недавніх досліджень показали, що діти, які отримували СЛР з приводу брадикардії з пульсом і поганою перфузією, мали кращі результати, ніж діти, які страждали від негайної асистолії або БПА.^{579,670,671} Загалом результати були найкращими в популяції дітей, які мали брадикардію, отримували СЛР, але не втратили пульс. Чим довший час між початком СЛР для брадикардії з пульсом і поганою перфузією та фактичною втратою пульсу, тим нижчий шанс вижити.

Ми надаємо більше значення потенціалу покращення результату за допомогою ранньої СЛР, ніж низькому потенційному ризику шкоди від ненавмисної СЛР. Часто неможливо визначити момент, коли пульс справді втрачається, і очікування відсутності пульсу (або втрати SpO₂, значень АТ тощо) спричинить лише затримку.

На даний момент немає досліджень щодо впливу компресії грудної клітки на виживання дітей із шокowymi станами низької перфузії без брадикардії (наприклад, суправентрикулярна тахікардія).

Класичні проти самоклеючих електродів для дефібриляції

ILCOR COSTR не виявив достатніх доказів для зміни поточних настанов.^{143,672-675} У тих умовах, де самоклеючі електроди недоступні,

поліфункціональні електроди є прийнятною альтернативою. Поліфункціональні електроди також можна використовувати для першої дефібриляції, якщо застосування самоклеючих електродів триває надто довго. Як і в 2015 році, поліфункціональні електроди для дефібриляції можна використовувати для визначення ритму, якщо відведення ЕКГ монітора або самоклеючі електроди недоступні.

Ми не змогли виявити жодних доказів високої якості на користь ані передньо-заднього (ПЗП), ані передньо-латерального (ПЛП) положення. Попередні рекомендації пропонували: «Якщо поліфункціональні електроди занадто великі та існує небезпека розвитку замкнутої дуги, один слід розмістити у верхній частині спини, під лівою лопаткою, а інший спереду, ліворуч від грудини».⁶⁶⁷ Однак інші джерела припускають трохи інше положення, засноване на анатомії та патофізіології. Визнаючи це та з огляду на послідовність, для позиції ПЗП ми радимо розташувати передній електрод посередині грудної клітки безпосередньо біля грудини, а задній - посередині спини між лопатками. Дані дуже низької достовірності свідчать про те, що ПЗП може бути принаймні таким же ефективним, як ПЛП. Електроди важко використовувати в ПЗП. У випадку рефрактерних ФШ/ШТбп і початкового ПЛП самоклеючих електродів подумайте про те, щоб змінити на ПЗП.

Комплекс розрядів

Дослідницька група не виявила жодних нових доказів для зміни існуючих рекомендацій, які віддають перевагу стратегії однократного розряду з подальшою негайною СЛР. Проте в умовах із підключеним моніторингом і дефібрилятором, готовим до використання, негайна дефібриляція перед початком СЛР після очевидного початку ФШ/ШТбп можлива та потенційно корисна. Вважається, що серце легше піддається дефібриляції на цій фазі.⁶⁷⁶ Якщо негайна спроба дефібриляції виявилася невдалою, результат може покращитись після другої та, якщо необхідно, третьої спроби перед поверненням до СЛР. Враховуючи це та відносно обмежену часову затримку підходу «спочатку 3 розряди», незважаючи на дуже обмежені докази, ми рекомендуємо використовувати підхід «послідовних розрядів» для тих дітей, яким проводиться моніторування ЕКГ і є доступний дефібрилятор, готовий до використання одразу при виявленні ФШ/ШТбп.^{677,678} Цей підхід також рекомендований під час BLS для пацієнтів із COVID-19, коли рятувальники що не носять належного індивідуального захисту.⁷ У разі використання «послідовних розрядів», аміодарон вводять одразу після 3 початкових розрядів, тоді як адреналін вводять лише через 4 хв.

Доза і час дефібриляції

Дефібриляційні ритми рідко зустрічаються у дітей (4-10%), і їхнє виявлення прогностично краще.⁶⁷⁹ Основним визначальним фактором виживання після ФШ/ШТбп є час до дефібриляції. Вторинна ФШ присутня в певний момент у до 27% внутрішньолікарняних реанімаційних подій і має набагато гірший прогноз, ніж первинна ФШ.

Енергія розряду: існують суперечливі дані щодо оптимальної енергії розряду для дефібриляційних ритмів у дітей. Огляд ILCOR PLS не виявив достатньо нових доказів, щоб змінити рекомендації.¹⁴³ У систематичному огляді Мерсьє та ін. ВСК було досягнуто у (85%) при енергії заряду в діапазоні від 2 до 7 Дж/кг.⁶⁸⁰ Ідеальна безпечна та ефективна енергія заряду залишається невизначеною. Поріг дефібриляції у дітей змінюється залежно від маси тіла і є вищим у немовлят. Нещодавнє дослідження, показало кращий результат для перших доз енергії розряду приблизно 2 Дж/кг у педіатричних зупинках серця у лікарні (внутрішньогоспітальні зупинки кровообігу - ВГЗК) з первинним дефібриляційним ритмом.⁶⁸¹ Однак це дослідження не повідомляло про багато важливих супутніх змінних, які могли вплинути на результат, наприклад, причини порушення протоколу, якість СЛР, тривалість, час відсутності кровообігу та кількість розрядів. Розміри вибірки також були занадто малими для переконливих висновків.

Енергія заряду вище 4 Дж/кг ефективно дефібрилює дітей та має незначні побічні ефекти.⁶⁸⁰ Дослідження на тваринах свідчать про пошкодження міокарда і подальше зниження функції міокарда при застосуванні доз вище ніж 10 Дж/кг. Дані та рекомендації для дорослих пропонують першу дозу 120-200 Дж (залежно від типу хвилі) із збільшенням доз для рефрактерної або рецидивуючої ФШ. Настанови для дорослих також рекомендують спробувати дефібриляцію при будь-якій ФШ незалежно від амплітуди, навіть якщо вона оцінюється як близька до асистолії.⁶⁷⁸

Враховуючи відсутність доказів та питання про впровадження та навчання ми продовжуємо рекомендувати 4 Дж/кг як стандартну енергію розряду. Видається доцільним не використовувати енергії вище рекомендованих для дорослих і розглянути поступове збільшення енергії для рефрактерної ФШ/ШТбп (тобто відсутність відповіді на початкову дефібриляцію та антиаритмічні препарати).⁶⁸² Менша енергія першого розряду (2 Дж/кг) може бути розумною альтернативою для первинних дефібриляційних ритмів. Якщо немає ручного дефібрилятора, використовуйте АЗД, який може розпізнавати дефібриляційні ритми у дітей.

Час набору розряду та оцінки ритму: у дорослих не визначено що краще – негайна дефібриляція або короткий період СЛР.⁶⁸³ Робоча група ILCOR BLS пропонує короткий період СЛР, доки дефібрилятор не буде готовий до аналізу та/або дефібриляції при зупинці серця (слабка рекомендація, низька достовірність доказів).⁵⁵⁷ Вони також пропонують негайне відновлення компресій після розряду (слабка рекомендація, докази з дуже низькою достовірністю). Якщо є альтернативні фізіологічні докази ВСК, компресії грудної клітки можна призупинити на короткий час для аналізу ритму.

Інтервал між спробами дефібриляції встановлюється 2 хв, як у настановах 2015 року.⁶⁶⁷ Існують дослідження, які показують покращення результату при швидшій другій спробі, але цього недостатньо для того, щоб змінити поточні рекомендації, особливо з огляду на вплив на навчання та впровадження.^{684,685}

Зупинка серця при гіпотермії

Стандартні дії PALS повинні бути адаптовані до переохолодження потерпілого. Додаткову інформацію див. у розділі про особливі обставини цих настанов.⁴⁰⁵ Ми розглядали BLS 2020 COSTR щодо утоплення,⁵⁵⁷ а також одну інструкцію,⁶⁸⁶ чотири систематичні огляди,⁶⁸⁷⁻⁶⁹⁰ два описові дослідження^{691,692} і два оглядові дослідження.^{693,694} Важко оцінити потенціал виживання з хорошими неврологічними наслідками у дітей після гіпотермічної зупинки серця. Жоден параметр не має достатньої результативності для цього. Вислів «жодна дитина не може бути оголошена мертвою, якщо вона не зігріта» не обов'язково стосується дітей із тривалим часом занурення/поховання, смертельною травмою, або важкими ДШ. Однак жоден із них сам по собі не був на 100% спрогнозованим, і, зокрема, у дітей тривале занурення в крижану воду асоціювалося з виживанням. Важливо відзначити, що представлені докази свідчать про набагато гірший прогноз для дітей з попередньою або супутньою асфіксією. Слід приділити достатньо уваги механізму та обставинам травми, зокрема перша виміряна температура (<24°C, швидше за все, первинна гіпотермія). Крім того, команді слід також враховувати потенційні ризики для рятувальників, очікуване використання ресурсів і потенційну шкоду для потерпілого.⁶⁹⁵

Будь-яка дитина з тяжкою гіпотермією, що має шанси на сприятливий результат (незалежно від зупинки серця) в ідеалі повинна бути якнайшвидше транспортована до центру з можливостями ЕКМО або екстракорпоральних методів для дітей. У гіпотермічних дітей екстрена серединна стернотомія є кращою технікою судинного доступу. Якщо доступ неможливий, безперервна вено-венозна гемофільтрація або перитонеальний лаваж можуть бути альтернативою, але це пов'язано з меншим відсотком сприятливих результатів.

FiO₂ під час СЛР

ILCOR 2020 COSTR PLS не виявив достатніх доказів для зміни рекомендації 2005 року про використання 100% кисню.¹⁴³ Хоча є все більше доказів шкідливого впливу гіпероксії на виживання у критично хворих дорослих, у тому числі госпіталізованих з ВСК після СЛР, чіткі докази ефекту титрування кисню протягом СЛР у пацієнтів будь-якого віку відсутні. Гіпероксія під час СЛР не пов'язана чітко зі збільшенням смертності.⁶⁹⁶

Забезпечення прохідності дихальних шляхів під час ALS

Беручи до уваги опублікований COSTR за 2019 рік і два додаткові останні обсерваційних дослідження,⁶⁹⁷⁻⁶⁹⁹ ми рекомендуємо стандартне використання механічної вентиляції мішком Амбу під час ОНСА. Можлива інтубація або використання надгортанних повітроводів після досягнення ВСК. Треба розглянути можливість інтубації, якщо передбачається транспортування або тривала СЛР. Незважаючи на відсутність доказів, ми рекомендуємо подібний підхід для ВГЗК.

Стратегії вентиляції під час ALS

Окрім ILCOR 2020 EvUp,¹⁴³ ми включили чотири обсерваційні дослідження та кілька документів з непрямими доказами.^{588,699-701}

Загалом, доказова база на користь «субфізіологічної» частоти вентиляції недостатньо достовірна. Первинні документи підкреслювали потенційну шкоду, спричинену надмірною вентиляцією під час СЛР у дорослих.^{702,703} Однак показники, що використовуються для визначення гіпервентиляції в дослідженнях і рекомендаціях для дорослих не можуть бути застосовані у дітей.

Одне обсерваційне дослідження за участю лише 47 суб'єктів свідчить про те, що низька частота дихання може бути пов'язана з менш сприятливими результатами, особливо для дітей з брадикардією та поганою перфузією.⁵⁶⁷ Одне дослідження на тваринах не виявило відмінностей у показниках ВСК між частотою вентиляції 10, 20 і 30 за хв, але найвища частота була пов'язана з вищими рівнями PaO_2 .⁷⁰⁰ У цьому документі висловлювалося занепокоєння тим, що нижчі значення PaCO_2 можуть призвести до зниження церебральної доставки кисню, оскільки значення NIRS, як правило, були нижчими в групі 30 вдихів за хвилину. З патофізіологічної точки зору існує побоювання, що дихання з позитивним тиском буде перешкоджати пасивному венозному поверненню в грудну клітку через підвищення внутрішньогрудного тиску та/або ненавмисне ПДКВ. Нещодавня стаття з використанням моделі асфіксії немовляти свині при зупинці серця продемонструвала, що вентиляція за тиском зі швидкістю 20/хв з FiO_2 1.0 забезпечила адекватну оксигенацію та відновила нормакапнію.⁷⁰⁴

Враховуючи вищезазначене та розглядаючи питання навчання та реалізації, радимо використовувати хвилинні об'єми, наближені до вентиляції у дітей відповідно до віку.

Немає досліджень щодо оптимальної стратегії вентиляції у дітей. Дослідження на тваринах в основному використовували модель дефібриляційної зупинки серця у свиней, тому не відповідає асфіктичній патофізіології педіатричної реанімації. Одне дослідження показало, що оксигенація при апное була еквівалентною вентиляції з позитивним тиском за допомогою механічного апарата ШВЛ для підтримки оксигенації в моделі зупинки серця із ФШ.⁷⁰⁵ Подальше дослідження вивчило вплив налаштувань ШВЛ на гази крові та коронарний перфузійний тиск під час СЛР та продемонструвало, що не слід застосовувати тригери.⁷⁰⁶ У трьох дослідженнях на дорослих вивчали компресію грудної клітки синхронізовану до режиму вентиляції та зробили висновок, що це мало перевагу під час СЛР, але незрозуміло, як це підходить для педіатричної практики.⁷⁰⁷⁻⁷⁰⁹ Більш актуальним для педіатричної реанімації є дослідження на новонароджених поросятах, яке продемонструвало, що використання самонадувного мішка, Т-подібної реанімаційної системи або апарату ШВЛ має подібний вплив на газообмін.⁷¹⁰ Та ж група підкреслила витік навколо ІТ без манжетки під час СЛР, який посилювався з ПТКВ.⁷¹¹ Різноманітні дослідження на манекенах показали, як використання систем ШВЛ під час СЛР дорослих звільнило руки для інших необхідних маніпуляцій.⁷¹²⁻⁷¹⁴

Немає даних про використання ПТКВ. Відомо, що відбувається колапс термінальних бронхів під час СЛР, і ПТКВ може вплинути на це.⁷¹⁵ Однак існує також занепокоєння, що ПТКВ підвищить внутрішньогрудний тиск і зменшить венозне повернення під час компресій. Низький ПТКВ, ймовірно, зменшить оксигенацію у дітей, які вже потребували високого ПТКВ перед зупинкою серця.

Нарешті, може не бути потреби у п'яти початкових дихальних вдихах у дітей, які вже проходили штучну вентиляцію легень перед зупинкою серця, але постачальники повинні перевірити, чи вентиляція легень перед зупинкою серця була достатньою (і, наприклад, не була причиною зупинки серця), перш ніж прийняти рішення пропустити першу рятувальні подихи.

Адреналін під час ALS

Ми розглянули PLS COSTR 2020 1541,¹⁴³ а також деякі додаткові не-РКД.⁷¹⁶⁻⁷²⁶ Коротший час до першого введення адреналіну асоціюється з більш сприятливим результатом у дітей як для ВГЗК, так і для ПГЗК, час до першої дози адреналіну менше 3 хв є найбільш прогностично сприятливим. Інтервал для введення адреналіну в 5 хв для педіатричної ІНСА був сприятливим для ВСК, виживання до виписки з лікарні та 12-місячного виживання. Однак, якщо інтервал становив 3 хв, більш часте введення адреналіну визначалось як несприятливе для 12-місячного виживання.

Дані про дорослих свідчать, що час до першої дози адреналіну при травматичній зупинці серця, має інші наслідки: короткий час (<15 хв) до першої дози порівняно з довшим часом асоціюється зі значно вищою частотою ВСК, але не впливає на виживаність до виписки або кращий неврологічний результат. Крім того, раннє введення адреналіну було фактором ризику смертності у підгрупах геморагічного шоку.

Відповідно до PLS COSTR 1541 ми рекомендуємо введення першої дози адреналіну для недефібриляційних ритмів, якщо можливо, протягом 3 хв. Враховуючи відсутність доказів щодо інтервалу дозування, ми продовжуємо радити інтервал 3-5 хв. Уникайте інтервалу менше 3 хв. У разі травми приділяйте менше уваги ранньому введенню адреналіну та порадьте рятувальникам розглянути можливість лікування оборотних причин. При визначенні дефібриляційного ритму, відповідно до педіатричних рекомендацій 2015 року, ми рекомендуємо вводити першу дозу адреналіну після третього розряду (приблизно через 4-5 хвилин після початку СЛР).⁶⁶⁷ Уникайте адреналіну при катехоламінергічній поліморфній ШТ, оскільки це посилить аритмію та погіршить результат.⁷²⁷

Інші вазоактивні препарати (такі як вазопресин, терліпресин, мілрінон або норадреналін) використовувалися при зупинці серця в обох дослідженнях і в звітах з клінічної практики. Докази за або проти їх використання залишаються дуже слабкими, і наразі ми радимо використовувати їх лише у дослідженнях.

Використання аміодарону або лідокаїну під час ALS

Це було темою ILCOR COSTR PLS 2018 року та опубліковано в ERC 2018 update.⁷²⁸ Рекомендації 2015 року щодо використання аміодарону або лідокаїну

залишилися без змін. Як аміодарон так і лідокаїн можна використовувати для лікування рефрактерних до дефібриляцій ФШ/ШТбп у дітей. Клініцисти повинні використовувати препарат, з яким вони знайомі. А недавнє ретроспективне порівняльне когортне дослідження (GWTG-R) не виявило будь-якої різниці в результатах для будь-якого препарату.⁷²⁹

Атропін під час ALS

Ми не виявили жодних відповідних педіатричних досліджень або нещодавніх непрямих доказів, що підтверджують використання атропіну у дітей при зупинці серця. Для іншого використання та дозування ми звертаємося до відповідних настанов.

Магній

Ми не виявили жодних відповідних педіатричних досліджень або нещодавніх непрямих доказів, що підтверджують внесення змін до рекомендацій ERC 2015, які рекомендують, що магній не слід рутинно використовувати під час зупинки серця.⁶⁶⁷ Дитині показано лікування магнієм із підтверженою гіпомагніємією або ШТ torsade de pointes незалежно від причини.

Кальцій

Ми виявили два обсерваційні дослідження,^{730,731} які не дали підстав для зміни рекомендацій, зроблених в 2010 році: рутинне використання кальцію для немовлят і дітей із зупинкою серцево-легеневої діяльності не рекомендується при відсутності гіпокальціємії, передозування блокаторами кальцієвих каналів, гіпермагніємії або гіперкаліємії.¹⁴³

Бікарбонат

З 2010 року було проведено один описовий огляд⁷³² і дев'ять обсерваційних досліджень випробувань опубліковано опис асоціації між призначенням бікарбонату натрію і результатами при зупинці серця у дітей.^{14,730,733-738} Ніхто не надає жодних доказів змінити рекомендацію про те, що бікарбонат слід застосовувати рутинно при зупинці серця у дітей.

Попередні настанови рекомендували, що бікарбонат може розглядатись у випадках тривалої зупинки серця, тяжкого метаболічного ацидозу, гемодинамічної нестабільності, супутньої гіперкаліємії та передозування трициклічними антидепресантами. Однак, ми не знайшли жодних доказів на підтримку використання бікарбонату натрію при тривалій зупинці серця, крім двох останніх показань.

Параметри моніторингу під час зупинки серця при проведенні СЛР

Рекомендації в основному ґрунтувалися відповідних оглядах ILCOR PLS 2020 року.¹⁴³ Враховуючи обмежені знайдені докази, ці огляди також враховували дані дорослих і тварин, але беручи до уваги те, що вони є непрямыми.

ETCO₂

ILCOR PLS 2020 визначив два оглядові дослідження.^{739,740} Вважається, що ETCO₂ пов'язаний із серцевим викидом і перфузією. Однак в одному дослідженні це не було пов'язано з діастолічним АТ, ні з будь-якими заздалегідь визначеними результатами.⁷³⁹ Це може бути тому, що на ETCO₂ також впливають хвилиний об'єм і співвідношення вентиляції до перфузії. Це дослідження було лише описовим за своєю природою вибраної популяції та жодного разу не оцінювало результати пов'язані з СЛР орієнтованою на ETCO₂.

Рівень достовірності наявних педіатричних досліджень надто низький щоб давати будь-які рекомендації за чи проти використання ETCO₂ при реанімаційних заходах у дітей із зупинкою серця. Точніше, немає визначеного значення ETCO₂, яке можна використовувати як індикатор для припинення СЛР, немає єдиного значення, яке можна використовувати як ціль під час СЛР або як індикатор продовження або припинення СЛР.

Артеріальний тиск (АТ)

ILCOR PLS 2020 визначив три оглядові дослідження.^{735,741,742} Адекватна перфузія міокарда та тканин головного мозку має основне значення для неврологічних наслідків, а АТ може бути корисним як клінічно вимірюваний параметр для цього. Нинішні дослідження мають дуже низьку вірогідність через дизайн дослідження, розмір вибірки та вибір зміщення, але припускається можливий зв'язок між діастолічним АТ і неврологічними наслідками. Це вивчалось лише при ІНСА через наявність інвазивного моніторингу АТ. Хоча одне дослідження виявило оптимальні порогові значення ROC-кривої для виконання тесту та порогові значення, нижче яких жодна дитина не вижила, докази надто обмежені.⁷⁴² Отже вважайте діастолічний АТ сам по собі достатнім параметром для визначення ефективності СЛР або для передбачення сприятливих результатів. Рівень доказовості наявного дослідження занадто малий, щоб давати будь-які рекомендації за або проти використання діастолічного АТ як відправної точки СЛР у дітей із зупинкою серця. Однак для дітей з ІНСА де артеріальна лінія вже встановлена, дозволяється орієнтуватись на інвазивний АТ, як параметр успішного проведення СЛР.

Приліжкове УЗД (POCUS)

У своєму дослідницькому огляді PLS 814 за 2020 рік педіатрична робоча група ILCOR застерегла від швидкого впровадження POCUS у педіатричну практику без достатніх доказів, незважаючи на його великий потенціал і широке визнання. Отримання та інтерпретація УЗ зображень у дітей є складнішими, особливо у дітей із захворюваннями серця. Крім того, значні витрати на обладнання та навчання може бути важко забезпечити при обмеженому рівні ресурсів. Ми пропонуємо використовувати POCUS компетентними працівниками охорони здоров'я, коли це можливо, для виявлення оборотних причин зупинки серця (4Г4Т). POCUS також може відігравати роль у визначенні

наявності перфузії, але наразі це має бути лише в контексті наукового дослідження. POCUS наразі не слід використовувати для прогнозування.

Параінфрачервона спектроскопія - Near-InfraRed Spectroscopy (NIRS)

Відповідний розділ ILCOR PLS 2020 визначив два невеликих обсерваційних дослідження.^{743,744} Література для дорослих більш обширна, але рівень достовірності все ще низький (значний ступінь опосередкованості). Наразі немає консенсусу щодо граничного порогу регіонарного насичення мозку киснем (rSO₂), який можна використовувати як індикатор якості, а також немає єдиного значення rSO₂, яке можна використовувати як цільове під час СЛР. У літературі, заснованій на дослідженнях із залученням дорослих, стверджується, що тренд rSO₂ є найбільш корисним прогностичним показником, хоча це досі не підтверджено як у дорослих так і дітей.

Лактат або калій

Вимірювання калію під час зупинки показано для виключення гіперкаліємії як потенційної оборотної причини зупинки серця. Однак недостатньо доказів для того, щоб стверджувати про його використання як прогностичного фактора у дітей із зупинкою серця. Навіть тяжка гіперкаліємія не повинна перешкоджати СЛР і ЕКМО у дітей.

Підвищені значення лактату асоціюються з гіршими ранніми та віддаленими результатами у тяжкохворих дітей, дітей з ІНСА, а також у дітей, які отримували ЕКМО; Показник має оцінюватись комплексно. Слід зазначити, що рівень лактату, отриманого із в/к доступу, може бути вищими під час зупинки серця, ніж отриманий із артеріальної чи венозної крові. (докази лише з досліджень на тваринах).

Потенційно зворотні причини зупинки серця у дітей: 4Г4Т

Хоча можуть існувати інші причини зупинки серця, які можна вважати оборотними, деякі джерела пропонують 5 або навіть 6 Г і Т, ми вважаємо за краще зберегти мнемоніку «4Г4Т» з огляду як на узгодженість з рекомендаціями для дорослих, так і на легкість навчання.⁶⁷⁸ Ми додали гіпертермію (див. РР 17.1) і гіпоглікемію (див. РР 15) і виключили ацидоз як оборотну причину (див. РР 31.4). Специфічні стани, такі як кардіохірургічні, нейрохірургічні, травма, сепсис і легенева гіпертензія, вимагають спеціального підходу, і, що важливо, більш широке використання eCPR змінює концепцію оборотності (див. РР 33.3).

Заклади, що виконують кардіоторакальні операції у дітей, повинні розробити індивідуальні алгоритми для зупинки серця у педіатричних пацієнтів після кардіоторакальних операцій. Цілком імовірно, що ця дуже специфічна група пацієнтів отримає користь від іншої послідовності дій. Є дві нещодавні рекомендації, які можуть слугувати прикладом для розробки такого алгоритму від Товариства торакальних хірургів та Європейської асоціації кардіоторакальної хірургії.⁶⁷⁷

Зупинка серця у дітей з сепсисом

Важкий сепсис і СШ є відомими факторами ризику зупинки серця в педіатрії. ІНСА пов'язані із сепсисом, мають поганий результат, і розуміння цього є надважливим. Для запобігання ІНСА, пов'язаних із сепсисом, можна використовувати різні стратегії, включаючи використання ЕКМО при рефрактерному СШ. Жодних рекомендацій щодо відхилення від стандартного алгоритму PALS неможливо зробити на основі наявних на даний момент даних. Дуже заохочується раннє виявлення і лікування можливих оборотних причин. Зупинка серця, яка виникає незадовго до або під час канюляції ЕКМО, не повинна відміняти початок ЕКМО у дітей з рефрактерним СШ. Останні дослідження показали, що ці діти, можливо, отримують найбільшу користь від ЕКМО. Використання високих потоків (більше 150 мл/кг/хв) може покращити результати. Якщо еСЛР розглядається як терапія порятунку при СШ. Команда ЕКМО має бути активована одразу після початку PALS відповідно до протоколів закладу.

Травматична зупинка серця

Педіатрична травматична зупинка серця має поганий прогноз. Діти із зупинкою кровообігу після госпіталізації у відділення невідкладної допомоги, мають кращі результати, ніж ті, хто зупиняється на місці випадку. Стратегії покращення ранньої реанімації помітно можуть змінити результат. У разі педіатричної травматичної зупинки серця реанімацію слід починати за відсутності ознак необоротної смерті. Тривали реанімаційні заходи у дітей після тупої травми, в яких СЛР тривала більше 15 хвилин до прибуття до відділення невідкладної допомоги (або на догоспітальному етапі розпочато розширений протокол СЛР) і у яких відсутня реакція зіниць, ймовірно, не принесуть користі, тому можна розглянути припинення реанімації.

Немає достатніх доказів, щоб рекомендувати будь-які конкретні дії та заходи у випадку травматичної зупинки серця у дітей. Однак раннє усунення деяких оборотних причин може призвести до більш успішного ВСК на догоспітальному етапі. Враховуючи це та несприятливий прогноз травматичної зупинки серця у дітей зі стандартним лікуванням, ми рекомендуємо на догоспітальному етапі негайне використання комплексу втручань, спрямованих конкретно на оборотні причини. Компресії грудної клітки, якщо це можливо, слід проводити одночасно з іншими втручаннями, залежно від наявного персоналу. Лікування передбачуваних оборотних причин на основі механізму травми може передувати введенню адреналіну.

Розгляньте можливість ургентної торакотомії у відділеннях невідкладної допомоги пацієнтам з проникаючими пораненнями, з або без ознак життя на час поступлення у відділення, це може покращити виживання цих дітей. Висококваліфіковані спеціалісти також можуть застосовувати догоспітальну торакотомію цим дітям.

Сучасні дані не показують переваг (або навіть недоліки) торакотомії у дітей після тупих травм, і це втручання зазвичай не застосовується. У виключних ситуаціях з тупою травмою, на основі фактичного обстеження, висококомпетентні професіонали можуть застосувати екстрену торакотомію. Таких дітей бажано транспортувати одразу до високоспеціалізованого центру, що займається дитячою політравмою.

Легенева гіпертензія (ЛГ)

Розглянемо можливість ЛГ у дітей з ВГЗК, які мають заздалегідь визначений ризик для цього.⁷⁹³ Після розвитку зупинки серця у дитини з ЛГ компресії грудної клітки та реанімаційні препарати можуть бути неефективними для підтримки легеневого кровотоку, наповнення лівого шлуночка та забезпечення серцевого викиду. Надзвичайно важливо шукати та лікувати можливі оборотні причини підвищеного опору легневих судин, включаючи ненавмисне переривання терапії ЛГ, гіперкарбію, гіпоксію, аритмію, тампонаду серця або токсичність ліків. Підтримуйте нормокарбію та забезпечуйте адекватну оксигенацію. Для початкового лікування легневих гіпертензивних кризів може бути корисним дотація кисню та індукція алкалозу за допомогою гіпервентиляції або введення лужних розчинів, одночасно з введенням легневих вазодилататорів. Немає достовірних доказів того, що введення лужних розчинів покращує результат, і надмірна вентиляція під час реанімації також може бути шкідливою, вентиляція з позитивним тиском зменшить системне венозне повернення, наповнення правого шлуночка та серцевий викид, що утворюється під час компресії грудної клітки. Якщо високоякісна СЛР залишається неефективною, незважаючи на спеціальну терапію, включно з легневими вазодилататорами, швидкий розгляд еСЛР може бути єдиним шансом на виживання, та подальшу трансплантацію серця/легенів, та одужання.

Екстракорпоральна СЛР - еСЛР

Відповідно до оновленої інформації ILCOR 2019 COSTR щодо використання еСЛР у дітей, ми рекомендуємо розглядати еСЛР для дітей з (поза-або госпітальною зупинкою серця) з передбачуваною або підтвердженою оборотною причиною, коли звичайний ALS не призводить до негайного відновлення спонтанного кровообігу.⁶⁹⁷ Важливою передумовою є сприятливі особливості організації тобто спрямованість закладу щодо підтримання системи реанімації, яка включає еСЛР з відповідними системами покращення якості. Щоб зробити реалістичний вибір щодо використання еСЛР, необхідно враховувати дані про економічну ефективність (див. розділ про етику).⁶⁹⁵ З огляду на необхідні ресурси та той факт, що результат залежить від із часу до початку та від якості СЛР до еСЛР, при позагоспітальних зупинках серця показання для підключення дуже обмежені.⁷⁹⁴⁻⁷⁹⁸

Ведення пацієнтів після ВСК

Докази щодо впливу характеристик лікувального центру (або регіонального закладу охорони здоров'я) на результати лікування дітей після ВСК після зупинки серця, що сталася в лікарні, або поза межами стаціонару є суперечливими та їх важко інтерпретувати через багатofакторність.^{129,799-801} Дітей після ВСК, бажано госпіталізувати до закладу з необхідними ресурсами для належного неврологічно орієнтованого догляду, можливості підтримки та заміщення життєво важливих функцій; комплексної неврологічної оцінки та психосоціальної підтримки.⁸⁰²

Артеріальний тиск

Педіатрична робоча група ILCOR виконала EvUp (PLS 820) на цю тему.¹⁴³ Автори визначили п'ять обсерваційних досліджень, які підтверджують висновок, що гіпотензія (значення АТ нижче 5-го перцентиля для віку) асоціюється з гіршими наслідками.⁸⁰³⁻⁸⁰⁷ Одна робота продемонструвала, що гіпертензія відразу після зупинки серця асоціюється з покращенням виживання. Проте діти, які потребують вищих доз вазопресорної підтримки, мають нижчий рівень виживання до виписки з лікарні.

Оксигенація та вентиляція

Педіатрична робоча група ILCOR виконала систематичний огляд для цільових показників оксигенації та вентиляції після ВСК.¹⁴³ Вони пропонують, щоб рятувальники виміряли PaO_2 після успішної реанімації і співставляли отримані значення, конкретному стану дитини. За відсутності конкретних даних про пацієнтів рятувальники повинні орієнтуватися на нормоксемію після ВСК (слабка рекомендація, докази дуже низької якості). Рятувальники також повинні виміряти PaCO_2 після і досягти нормокапнії (слабка рекомендація, докази з дуже низьким рівнем достовірності). Корекцію цільового PaCO_2 слід розглядати для конкретних груп, де нормокапнія може бути небажаною (наприклад, хронічне захворювання легень із хронічною гіперкапнією, фізіологія єдино шлуночка серця. Незрозуміло, чи може стратегія пермісивної легкої гіперкапнії бути корисною для дітей з ДН на ШВЛ.

Цільове управління температурою

Згідно рекомендацій, ціль-орієнтований підхід до температурного менеджменту має використовуватися у всіх дітей після ВСК.⁶⁹⁷ Незважаючи на потенційну користь, нижчі значення температури, наприклад, 34°C вимагають відповідних систем забезпечення. Те, чи є конкретна цільова температура більш доречною для певних підгруп, не підтверджується доказами, тому це залежить від команди, яка приймає рішення. Це також стосується тривалості контрольованого температурного режиму (від 24 до 72 годин).

Прогнозування

ILCOR 2020 EvUp оцінювала роль ЕЕГ у неврологічних прогнозах.¹⁴³ Хоча фонові моделі ЕЕГ, здається, пов'язані з неврологічними наслідками, автори дійшли висновку, що ані наявність, ані відсутність будь-якого окремого фактору не передбачає з високою точністю виживання або виживання зі сприятливим неврологічним результатом. Біологічні маркери, виміряні протягом перших 24 годин, такі як підвищений рівень лактату в крові, або рН крові, або алкалоз можуть бути показовими, але граничні значення залишаються невідомими. Нейровізуалізація з використанням КТ, ЕЕГ або біологічних маркерів можуть бути перспективними в майбутньому.

Перелік літератури

1. Soreide E, Morrison L, Hillman K, et al. The formula for survival in resuscitation. *Resuscitation* 2013; 84:148793, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.07.020>.
2. Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, et al. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care. *J Clin Epidemiol* 2010; 63:130811, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.07.001>.
3. Shea BJ, Hamel C, Wells GA, et al. AMSTAR is a reliable and valid measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *J Clin Epidemiol* 2009; 62:101320.
4. Perkins GD, Olasveengen TM, Maconochie I, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation: 2017 update. *Resuscitation* 2018; 123:4350, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.12.007>.
5. Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021 executive summary. *Resuscitation* 2021;161.
6. Edwards-Jackson N, North K, Chiume M, et al. Outcomes of in-hospital paediatric cardiac arrest from a tertiary hospital in a low-income African country. *Paediatr Int Child Health* 2020; 40:115, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/20469047.2019.1570443>.
7. Nolan JP, Monsieurs KG, Bossaert L, et al. European Resuscitation Council COVID-19 guidelines executive summary. *Resuscitation* 2020; 153:4555, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.06.001>.
8. Shen J, Sun J, Zhao D, et al. Characteristics of nosocomial infections in children screened for SARS-CoV-2 infection in China. *Med Sci Monit* 2020;26: e928835, doi:<http://dx.doi.org/10.12659/MSM.928835>.
9. Ludvigsson JF. Systematic review of COVID-19 in children shows milder cases and a better prognosis than adults. *Acta Paediatr* 2020; 109:108895, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/apa.15270>.
10. DongY, MoX, HuY, et al. Epidemiology of COVID-19 among children in China. *Pediatrics* 2020;145, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2020-0702>.
11. Rauf A, Abu- Izneid T, Olatunde A, et al. COVID-19 pandemic: epidemiology, etiology, conventional and non-conventional therapies. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17, doi:<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17218155>.
12. Chao JY, Derespina KR, Herold BC, et al. Clinical characteristics and outcomes of hospitalized and critically ill children and adolescents with coronavirus disease 2019 at a Tertiary Care Medical Center in New York City. *J Pediatr* 2020;223, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2020.05.006> 1419 e2.
13. Garcia-Salido A, Leoz- Gordillo I, Martinez de Azagra-Garde A, et al. Children in critical care due to severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection: experience in a Spanish Hospital. *Pediatr Crit Care Med* 2020;21: e57680, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002475>.
14. Nehme Z, Namachivayam S, Forrest A, Butt W, Bernard S, Smith K. Trends in the incidence and outcome of paediatric out-of-hospital cardiac arrest: a 17-year observational study. *Resuscitation* 2018; 128:4350, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.04.030>.
15. Phillips RS, Scott B, Carter SJ, et al. Systematic review and metaanalysis of outcomes after cardiopulmonary arrest in childhood. *PLOS ONE* 2015;10:e0130327, doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0130327>.
16. Gerein RB, Osmond MH, Stiell IG, Nesbitt LP, Burns S. What are the etiology and epidemiology of out-of-hospital pediatric cardiopulmonary arrest in Ontario, Canada? *Acad Emerg Med* 2006;13:6538 (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=16670256).
17. Lee J, Yang WC, Lee EP, et al. Clinical survey and predictors of outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest admitted to the emergency department. *Sci Rep* 2019; 9:7032, doi:<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-43020-0>.

18. Goto Y, Funada A, Goto Y. Duration of prehospital cardiopulmonary resuscitation and favorable neurological outcomes for pediatric out-of-hospital cardiac arrests: a nationwide, population-based cohort study. *Circulation* 2016; 134:204659, doi:<http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023821>.
19. Matsui S, Sobue T, Irisawa T, et al. Poor long-term survival of out-of-hospital cardiac arrest in children. *Int Heart J* 2020; 61:25462, doi: <http://dx.doi.org/10.1536/ihj.19-574>.
20. Okubo M, Chan HK, Callaway CW, Mann NC, Wang HE. Characteristics of paediatric out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Resuscitation* 2020; 153:22733, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.04.023>.
21. Holmberg MJ, Ross CE, Fitzmaurice GM, et al. Annual incidence of adult and pediatric in-hospital cardiac arrest in the United States. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2019;12e005580 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31545574>).
22. Skellett S, Orzechowska I, Thomas K, Fortune PM. The landscape of paediatric in-hospital cardiac arrest in the United Kingdom National Cardiac Arrest Audit. *Resuscitation* 2020; 155:16571, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.07.026>.
23. Booth A, Moylan A, Hodgson J, et al. Resuscitation registers: how many active registers are there and how many collect data on paediatric cardiac arrests? *Resuscitation* 2018; 129:705, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.03.029>.
24. Hamid MA, Chandna A, Siddiqui S, Fayyaz J. Pulse oximetry: a reliable and cost effective screening tool in children with pneumonia for developing countries. *J Pak Med Assoc* 2016; 66:10158 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27524539>).
25. Bamber AR, Mifsud W, Wolfe I, et al. Potentially preventable infant and child deaths identified at autopsy; findings and implications. *Forensic Sci Med Pathol* 2015; 11:35864, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s12024-015-9681-9>.
26. Hansmann A, Morrow BM, Lang HJ. Review of supplemental oxygen and respiratory support for paediatric emergency care in subSaharan Africa. *Afr J Emerg Med* 2017;7: S109, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.afjem.2017.10.001>.
27. Mendelson J. Emergency department management of pediatric shock. *Emerg Med Clin North Am* 2018; 36:42740, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.emc.2017.12.010>.
28. Davis AL, Carcillo JA, Aneja RK, et al. American college of critical care medicine clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock. *Crit Care Med* 2017; 45:1061-93, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000002425>.
29. Rambaud-Althaus C, Althaus F, Genton B, D'Acromont V. Clinical features for diagnosis of pneumonia in children younger than 5 years: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis* 2015; 15:43950, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)70017-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099(15)70017-4).
30. Opiyo N, English M. What clinical signs best identify severe illness in young infants aged 0-59 days in developing countries? A systematic review. *Arch Dis Child* 2011; 96:10529, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2010.186049>.
31. Acker SN, Ross JT, Partrick DA, Tong S, Bensard DD. Pediatric specific shock index accurately identifies severely injured children. *J Pediatr Surg* 2015; 50:3314, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2014.08.009>.
32. Rousseaux J, Grandbastien B, Dorkenoo A, Lampin ME, Leteurtre S, Leclerc F. Prognostic value of shock index in children with septic shock. *Pediatr Emerg Care* 2013; 29:10559, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0b013e3182a5c99c>.
33. Strutt J, Flood A, Kharbanda AB. Shock index as a predictor of morbidity and mortality in pediatric trauma patients. *Pediatr Emerg Care* 2019; 35:1327, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001733>.
34. Shah S, Kaul A, Jadhav Y, Shiwarkar G. Clinical outcome of severe sepsis and septic shock in critically ill children. *Trop Doct* 2020; 50:18690, doi:<http://dx.doi.org/10.1177/0049475520914831>.
35. G.K.F S, Wong HC, Ganapathy S, Ong GY. Oximetry-detected pulsus paradoxus predicts for severity in paediatric asthma. *Arch Dis Child* 2020; 105:5338, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild2019-318043>.
36. Fleming S, Gill P, Jones C, et al. The diagnostic value of capillary refill time for detecting serious illness in children: a systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE* 2015;10e0138155, doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0138155>.
37. Scott HF, Deakynne SJ, Woods JM, Bajaj L. The prevalence and diagnostic utility of systemic inflammatory response syndrome vital signs in a pediatric emergency department. *Acad Emerg Med* 2015; 22:3819, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/acem.12610>.
38. Brissaud O, Botte A, Cambonie G, et al. Experts' recommendations for the management of cardiogenic shock in children. *Ann Intensive Care* 2016; 6:14, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13613-016-0111-2>.
39. Paul R. Recognition, diagnostics, and management of pediatric severe sepsis and septic shock in the emergency department. *Pediatr Clin North Am* 2018; 65:110718, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.pcl.2018.07.012>.

40. Blacklock C, Mayon- White R, Coad N, Thompson M. Which symptoms and clinical features correctly identify serious respiratory infection in children attending a paediatric assessment unit? *Arch Dis Child* 2011; 96:70814, doi: <http://dx.doi.org/10.1136/adc.2010.206243>.
41. Daw WJ, Kingshott RN, Elphick HE. Poor inter-observer agreement in the measurement of respiratory rate in children: a prospective observational study. *BMJ Paediatr Open* 2017;1e000173, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmjpo-2017-000173>.
42. Wang EE, Law BJ, Stephens D, et al. Study of interobserver reliability in clinical assessment of RSV lower respiratory illness: a Pediatric Investigators Collaborative Network for Infections in Canada (PICNIC) study. *Pediatr Pulmonol* 1996; 22:237, doi: [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0496\(199607\)22:1<23: AID-PPUL4>3.0. CO;2- L](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1099-0496(199607)22:1<23: AID-PPUL4>3.0. CO;2- L).
43. Kemper KJ, Benson MS, Bishop MJ. Interobserver variability in assessing pediatric postextubation stridor. *Clin Pediatr (Phila)* 1992; 31:4058, doi:<http://dx.doi.org/10.1177/000992289203100705>.
44. de Groot MG, de Neef M, Otten MH, van Woensel JBM, Bem RA. Interobserver agreement on clinical judgment of work of breathing in spontaneously breathing children in the pediatric intensive care unit. *J Pediatr Intensive Care* 2020; 9:349, doi:<http://dx.doi.org/10.1055/s-0039-1697679>.
45. Balamuth F, Alpern ER, Grundmeier RW, et al. Comparison of two sepsis recognition methods in a pediatric emergency department. *Acad Emerg Med* 2015; 22:1298306, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/acem.12814>.
46. Despina LA. Automated detection of sepsis using electronic medical record data: a systematic review. *J Healthc Qual* 2017;39:32233, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/JHQ.0000000000000066>.
47. Potes C, Conroy B, Xu-Wilson M, Newth C, Inwald D, Frassica J. A clinical prediction model to identify patients at high risk of hemodynamic instability in the pediatric intensive care unit. *Crit Care* 2017; 21:282, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13054-017-1874-z>.
48. Weiss SL, Peters MJ, Alhazzani W, et al. Surviving sepsis campaign international guidelines for the management of septic shock and sepsis-associated organ dysfunction in children. *Pediatr Crit Care Med* 2020;21:e52e106, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002198>.
49. Fernandez A, Benito J, Mintegi S. Is this child sick? Usefulness of the Pediatric Assessment Triangle in emergency settings. *J Pediatr* 2017;93:607, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.07.002>.
50. Horeczko T, Enriquez B, McGrath NE, Gausche-Hill M, Lewis RJ. The Pediatric Assessment Triangle: accuracy of its application by nurses in the triage of children. *J Emerg Nurs* 2013;39:1829, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jen.2011.12.020>.
51. Gausche-Hill M, Eckstein M, Horeczko T, et al. Paramedics accurately apply the pediatric assessment triangle to drive management. *Prehosp Emerg Care* 2014;18:52030, doi:<http://dx.doi.org/10.3109/10903127.2014.912706>.
52. Fernandez A, Ares MI, Garcia S, Martinez-Indart L, Mintegi S, Benito J. The validity of the pediatric assessment triangle as the first step in the triage process in a pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 2017;33:2348, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000000717>.
53. Fleming S, Thompson M, Stevens R, et al. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age: a systematic review of observational studies. *Lancet* 2011;377:1011-8, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)62226-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)62226-X).
54. O'Leary F, Hayen A, Lockie F, Peat J. Defining normal ranges and centiles for heart and respiratory rates in infants and children: a cross-sectional study of patients attending an Australian tertiary hospital paediatric emergency department. *Arch Dis Child* 2015;100:733-7, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2014-307401>.
55. Sepanski RJ, Godambe SA, Zaritsky AL. Pediatric vital sign distribution derived from a multi-centered emergency department database. *Front Pediatr* 2018;6:66, doi:<http://dx.doi.org/10.3389/fped.2018.00066>.
56. Nijman RG, Thompson M, van Veen M, Perera R, Moll HA, Oostenbrink R. Derivation and validation of age and temperature specific reference values and centile charts to predict lower respiratory tract infection in children with fever: prospective observational study. *BMJ* 2012;345:e4224, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmj.e4224>.
57. Hagedoorn NN, Zachariasse JM, Moll HA. A comparison of clinical paediatric guidelines for hypotension with population-based lower centiles: a systematic review. *Crit Care* 2019;23:380, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13054-019-2653-9>.
58. Haque IU, Zaritsky AL. Analysis of the evidence for the lower limit of systolic and mean arterial pressure in children. *Pediatr Crit Care Med* 2007;8:13844, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/01.PCC.0000257039.32593.DC> [in Eng].
59. Eytan D, Goodwin AJ, Greer R, Guerguerian AM, Laussen PC. Heart rate and blood pressure centile curves and distributions by age of hospitalized critically ill children. *Front Pediatr* 2017;5:52, doi:<http://dx.doi.org/10.3389/fped.2017.00052>.

60. Jackson LV, Thalange NK, Cole TJ. Blood pressure centiles for Great Britain. *Arch Dis Child* 2007;92:298303, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.2005.081216>.
61. Xi B, Zong X, Kelishadi R, et al. Establishing international blood pressure references among nonoverweight children and adolescents aged 6 to 17 years. *Circulation* 2016;133:398408, doi:<http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.017936>.
62. Duke T, Blaschke AJ, Sialis S, Bonkowsky JL. Hypoxaemia in acute respiratory and non-respiratory illnesses in neonates and children in a developing country. *Arch Dis Child* 2002;86:10812, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.86.2.108>.
63. Salyer JW. Neonatal and pediatric pulse oximetry. *Respir Care* 2003;48:38696 [discussion 3978]. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12667266>).
64. Tobin MJ, Laghi F, Jubran A. Why COVID-19 silent hypoxemia is baffling to physicians. *Am J Respir Crit Care Med* 2020;202:35660, doi:<http://dx.doi.org/10.1164/rccm.202006-2157CP>.
65. Weber MW, Usen S, Palmer A, Jaffar S, Mulholland EK. Predictors of hypoxaemia in hospital admissions with acute lower respiratory tract infection in a developing country. *Arch Dis Child* 1997;76:3104, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.76.4.310>.
66. Aubertin G, Marguet C, Delacourt C, et al. Recommendations for pediatric oxygen therapy in acute and chronic settings: needs assessment, implementation criteria, prescription practices and follow-up. *Arch Pediatr* 2012;19:52836, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.arcped.2012.02.016>.
67. Carruthers DM, Harrison BD. Arterial blood gas analysis or oxygen saturation in the assessment of acute asthma? *Thorax* 1995;50: 186-8, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/thx.50.2.186>.
68. Kobayashi M, Fukuda S, Takano KI, Kamizono J, Ichikawa K. Can a pulse oxygen saturation of 95% to 96% help predict further vital sign destabilization in school-aged children? A retrospective observational study. *Medicine (Baltimore)* 2018;97:e11135, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000011135>.
69. Shah SN, Bachur RG, Simel DL, Neuman MI. Does this child have pneumonia? The rational clinical examination systematic review. *JAMA* 2017;318:46271, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/jama.2017.9039>.
70. Ozdemir A, Dogruel D, Yilmaz O. Oxygen saturation/minute heart rate index: simple lung function test for children. *Pediatr Int* 2017;59:20912, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/ped.13081>.
71. Crocker ME, Hossen S, Goodman D, et al. Effects of high altitude on respiratory rate and oxygen saturation reference values in healthy infants and children younger than 2 years in four countries: a cross-sectional study. *Lancet Glob Health* 2020;8:e36273, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30543-1](http://dx.doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30543-1).
72. Abramo TJ, Wiebe RA, Scott S, Goto CS, McIntire DD. Noninvasive capnometry monitoring for respiratory status during pediatric seizures. *Crit Care Med* 1997;25:12426, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/00003246-199707000-00029>.
73. Langan ML, Shabanova V, Li FY, Bernstein SL, Shapiro ED. A randomized controlled trial of capnography during sedation in a pediatric emergency setting. *Am J Emerg Med* 2015;33:2530, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2014.09.050>.
74. Moses JM, Alexander JL, Agus MS. The correlation and level of agreement between end-tidal and blood gas pCO₂ in children with respiratory distress: a retrospective analysis. *BMC Pediatr* 2009;9: 20, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/1471-2431-9-20>.
75. Abramo TJ, Wiebe RA, Scott SM, Primm PA, McIntyre D, Mydler T. Noninvasive capnometry in a pediatric population with respiratory emergencies. *Pediatr Emerg Care* 1996;12:2524, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/00006565-199608000-00004>.
76. Langan ML, Emerson BL, Nett S, et al. End-tidal carbon dioxide use for tracheal intubation: analysis from the national emergency airway registry for children (NEAR4KIDS) registry. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19:98105, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001372>.
77. Phillips JS, Pangilinan LP, Mangalindan ER, Booze JL, Kallet RH. A comparison of different techniques for interfacing capnography with adult and pediatric supplemental oxygen masks. *Respir Care* 2017;62:7885, doi:<http://dx.doi.org/10.4187/respcare.05111>.
78. Saunders R, Struys M, Pollock RF, Mestek M, Lightdale JR. Patient safety during procedural sedation using capnography monitoring: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2017;7:e013402, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2016-013402>.
79. Langan ML, Chen L, Marshall C, Santucci KA. Detection of hypoventilation by capnography and its association with hypoxia in children undergoing sedation with ketamine. *Pediatr Emerg Care* 2011;27:3947, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0b013e318217b538>.

80. Yang JT, Erickson SL, Killien EY, Mills B, Lele AV, Vavilala MS. Agreement between arterial carbon dioxide levels with end-tidal carbon dioxide levels and associated factors in children hospitalized with traumatic brain injury. *JAMA Netw Open* 2019;2: e199448, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.9448>.
81. Scott HF, Brou L, Deakyne SJ, Kempe A, Fairclough DL, Bajaj L. Association between early lactate levels and 30-day mortality in clinically suspected sepsis in children. *JAMA Pediatr* 2017;171:24955, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/jamapediatrics.2016.3681>.
82. Scott HF, Donoghue AJ, Gaieski DF, Marchese RF, Mistry RD. The utility of early lactate testing in undifferentiated pediatric systemic inflammatory response syndrome. *Acad Emerg Med* 2012;19:1276-80, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/acem.12014>.
83. Miescier MJ, Lane RD, Sheng X, Larsen GY. Association between initial emergency department lactate and use of vasoactive medication in children with septic shock. *Pediatr Emerg Care* 2019;35:45560, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000000981>.
84. Yan HP, Lu XL, Qiu J, Liu PP, Zuo C, Zhu YM. Value of blood lactic acid in evaluating disease severity and prognosis in children with sepsis. *Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi* 2016;18:50610 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27324538>).
85. Scott HF, Brou L, Deakyne SJ, Fairclough DL, Kempe A, Bajaj L. Lactate clearance and normalization and prolonged organ dysfunction in pediatric sepsis. *J Pediatr* 2016;170:., doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.11.071> 14955 e14.
86. Britton PN, Eastwood K, Paterson B, et al. Consensus guidelines for the investigation and management of encephalitis in adults and children in Australia and New Zealand. *Intern Med J* 2015;45:563-76, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/imj.12749>.
87. Kneen R, Michael BD, Menson E, et al. Management of suspected viral encephalitis in children Association of British Neurologists and British Paediatric Allergy, Immunology and Infection Group national guidelines. *J Infect* 2012;64:44977, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jinf.2011.11.013>.
88. Thompson M, Van den Bruel A, Verbakel J, et al. Systematic review and validation of prediction rules for identifying children with serious infections in emergency departments and urgent-access primary care. *Health Technol Assess* 2012;16:1100, doi: <http://dx.doi.org/10.3310/hta16150>.
89. Da Dalt L, Parri N, Amigoni A, et al. Italian guidelines on the assessment and management of pediatric head injury in the emergency department. *Ital J Pediatr* 2018; 44:7, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13052-017-0442-0>.
90. Medley TL, Miteff C, Andrews I, et al. Australian Clinical Consensus Guideline: the diagnosis and acute management of childhood stroke. *Int J Stroke* 2019;14:94106, doi:<http://dx.doi.org/10.1177/1747493018799958>.
91. Chou R, Totten AM, Carney N, et al. Predictive utility of the total glasgow coma scale versus the motor component of the Glasgow coma scale for identification of patients with serious traumatic injuries. *Ann Emerg Med* 2017;70:., doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2016.11.032> 143157 e6.
92. Nuttall AG, Paton KM, Kemp AM. To what extent are GCS and AVPU equivalent to each other when assessing the level of consciousness of children with head injury? A cross-sectional study of UK hospital admissions. *BMJ Open* 2018;8:e023216, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023216>.
93. Hoffmann F, Schmalhofer M, Lehner M, Zimatschek S, Grote V, Reiter K. Comparison of the AVPU scale and the pediatric GCS in prehospital setting. *Prehosp Emerg Care* 2016;20:4938, doi: <http://dx.doi.org/10.3109/10903127.2016.1139216>.
94. Van de Voorde P, Sabbe M, Rizopoulos D, et al. Assessing the level of consciousness in children: a plea for the Glasgow Coma Motor subscore. *Resuscitation* 2008;76:1759, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2007.07.007>.
95. Borgialli DA, Mahajan P, Hoyle Jr. JD, et al. Performance of the pediatric glasgow coma scale score in the evaluation of children with blunt head trauma. *Acad Emerg Med* 2016;23:87884, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/acem.13014>.
96. DiBrito SR, Cerullo M, Goldstein SD, Ziegfeld S, Stewart D, Nasr IW. Reliability of Glasgow Coma Score in pediatric trauma patients. *J Pediatr Surg* 2018;53:178994, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.12.027>.
97. Ladner TR, Mahdi J, Gindville MC, et al. Pediatric acute stroke protocol activation in a children's hospital emergency department. *Stroke* 2015;46:232831, doi:<http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.009961>.
98. DeLaroche AM, Sivaswamy L, Farooqi A, Kannikeswaran N. Pediatric stroke clinical pathway improves the time to diagnosis in an emergency department. *Pediatr Neurol* 2016;65:3944, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2016.09.005>.
99. Yock-Corrales A, Mackay MT, Mosley I, Maixner W, Babl FE. Acute childhood arterial ischemic and hemorrhagic stroke in the emergency department. *Ann Emerg Med* 2011;58:15663, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2010.10.013>.

100. Gumer LB, Del Vecchio M, Aronoff S. Strokes in children: a systematic review. *Pediatr Emerg Care* 2014;30:6604, doi:[http:// dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000000218](http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000000218).
101. Mackay MT, MonagleP, Babl FE. Brain attacks and stroke in children. *J Paediatr Child Health* 2016;52:15863, doi:[http://dx.doi.org/ 10.1111/jpc.13086](http://dx.doi.org/10.1111/jpc.13086).
102. Guedj R, Chappuy H, Titomanlio L, et al. Risk of bacterial meningitis in children 6 to 11 months of age with a first simple febrile seizure: a retrospective, cross-sectional, observational study. *Acad Emerg Med* 2015;22:12907, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/acem.12798>.
103. Najaf-Zadeh A, Dubos F, Hue V, Pruvost I, Bennour A, Martinot A. Risk of bacterial meningitis in young children with a first seizure in the context of fever: a systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE* 2013;8:e55270, doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0055270>.
104. Joffe AR, Anton NR, Burkholder SC. Reduction in hospital mortality over time in a hospital without a pediatric medical emergency team: limitations of before-and-after study designs. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2011;165:41923, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/archpediatrics.2011.47>.
105. Thomas-Jones E, Lloyd A, Roland D, et al. A prospective, mixed methods, before and after study to identify the evidence base for the core components of an effective Paediatric Early Warning System and the development of an implementation package containing those core recommendations for use in the UK: Paediatric early warning system utilisation and mortality avoidance- the PUMA study protocol. *BMC Pediatr* 2018;18:244, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s12887-018-1210-z>.
106. Bortcosh W, Shaahinfar A, Sojar S, Klig JE. New directions in point-of-care ultrasound at the crossroads of paediatric emergency and critical care. *Curr Opin Pediatr* 2018;30:3508, doi:[http://dx.doi.org/ 10.1097/MOP.0000000000000621](http://dx.doi.org/10.1097/MOP.0000000000000621).
107. Singh Y, Tissot C, Fraga MV, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care* 2020;24:65, doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-020-2787-9> .
108. Marin JR, Abo AM, Arroyo AC, et al. Pediatric emergency medicine point-of-care ultrasound: summary of the evidence. *Crit Ultrasound J* 2016;8:16, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13089-016-0049-5>.
109. Balk DS, Lee C, Schafer J, et al. Lung ultrasound compared to chest X-ray for diagnosis of pediatric pneumonia: a meta-analysis. *Pediatr Pulmonol* 2018;53:11309, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/ppul.24020>.
110. Orso D, Ban A, Guglielmo N. Lung ultrasound in diagnosing pneumonia in childhood: a systematic review and meta-analysis. *J Ultrasound* 2018;21:18395, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s40477-018-0306-5>.
111. Potter SK, Griksaitis MJ. The role of point- of-care ultrasound in pediatric acute respiratory distress syndrome: emerging evidence for its use. *Ann Transl Med* 2019; 7:507, doi:<http://dx.doi.org/10.21037/atm.2019.07.76>.
112. Ozkaya AK, Baskan Vuralkan F, Ardic S. Point-of-care lung ultrasound in children with non-cardiac respiratory distress or tachypnea. *Am J Emerg Med* 2019;37:21026, doi:[http://dx.doi.org/ 10.1016/j.ajem.2019.05.063](http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2019.05.063).
113. Lissaman C, Kanjanaptom P, Ong C, Tessaro M, LongE, O'Brien A. Prospective observational study of point-of-care ultrasound for diagnosing pneumonia. *Arch Dis Child* 2019;104:128, doi:[http://dx. doi.org/10.1136/archdischild-2017-314496](http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2017-314496).
114. Harel-Sterling M, Diallo M, Santhirakumaran S, Maxim T, Tessaro M. Emergency department resource use in pediatric pneumonia: point-of-care lung ultrasonography versus chest radiography. *J Ultrasound Med* 2019;38:40714, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/jum.14703>.
115. Jones BP, Tay ET, Elikashvili I, et al. Feasibility and safety of substituting lung ultrasonography for chest radiography when diagnosing pneumonia in children: a randomized controlled trial. *Chest* 2016;150:1318, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2016.02.643>.
116. Berce V, Tomazin M, Gorenjak M, Berce T, Lovrencic B. The usefulness of lung ultrasound for the aetiological diagnosis of community-acquired pneumonia in children. *Sci Rep* 2019;9:17957, doi:<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-54499-y>.
117. Lovrenski J, Petrovic S, Balj-Barbir S, Jokic R, Vilotijevic- Dautovic G. Stethoscope vs. ultrasound probe which is more reliable in children with suspected pneumonia? *Acta Med Acad* 2016;45:3950, doi: <http://dx.doi.org/10.5644/ama2006-124.155>.
118. Gravel CA, Monuteaux MC, Levy JA, Miller AF, Vieira RL, Bachur RG. Interrater reliability of pediatric point-of-care lung ultrasound findings. *Am J Emerg Med* 2020;38:16, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/j. ajem.2019.01.047](http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2019.01.047).
119. Lin MJ, Gurley K, Hoffmann B. Bedside ultrasound for tracheal tube verification in pediatric emergency department and ICU patients: a systematic review. *Pediatr Crit Care Med* 2016;17:e46976, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000000907>.

120. Mori T, Nomura O, Hagiwara Y, Inoue N. Diagnostic accuracy of a 3-point ultrasound protocol to detect esophageal or endobronchial mainstem intubation in a pediatric emergency department. *J Ultrasound Med* 2019;38:294554, doi:http://dx.doi.org/10.1002/jum.15000.
121. Klugman D, Berger JT. Echocardiography and focused cardiac ultrasound. *Pediatr Crit Care Med* 2016;17:S2224, doi:http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000000815.
122. Long E, Oakley E, Duke T, Babl FE, Paediatric Research in Emergency Departments International C. Does respiratory variation in inferior vena cava diameter predict fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *Shock* 2017;47:5509, doi: http://dx.doi.org/10.1097/SHK.0000000000000801.
123. Orso D, Paoli I, Piani T, Cilenti FL, Cristiani L, Guglielmo N. Accuracy of ultrasonographic measurements of inferior vena cava to determine fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *J Intensive Care Med* 2020;35:35463, doi:http://dx.doi.org/10.1177/0885066617752308.
124. Long E, O'Brien A, Duke T, Oakley E, Babl FE, Pediatric Research in Emergency Departments International C. Effect of fluid bolus therapy on extravascular lung water measured by lung ultrasound in children with a presumptive clinical diagnosis of sepsis. *J Ultrasound Med* 2019;38:153744, doi:http://dx.doi.org/10.1002/jum.14842.
125. Ricci F, Aquilani R, Radico F, et al. Role and importance of ultrasound lung comets in acute cardiac care. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2015;4:10312, doi:http://dx.doi.org/10.1177/2048872614553166.
126. Holmes JF, Gladman A, Chang CH. Performance of abdominal ultrasonography in pediatric blunt trauma patients: a meta-analysis. *J Pediatr Surg* 2007;42:158894, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2007.04.023.
127. Holmes JF, Kelley KM, Wootton-Gorges SL, et al. Effect of abdominal ultrasound on clinical care, outcomes, and resource use among children with blunt torso trauma: a randomized clinical trial. *JAMA* 2017;317:22906, doi:http://dx.doi.org/10.1001/jama.2017.6322.
128. Schoneberg C, Tampier S, Hussmann B, Lendemans S, Waydhas C. Diagnostic management in paediatric blunt abdominal trauma a systematic review with metaanalysis. *Zentralbl Chir* 2014;139:584-91, doi:http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1328645.
129. Greif R, Bhanji F, Bigham BL, et al. Education, implementation, and teams: 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2020;156:A188239, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.09.014.
130. Weinstock P, Halamek LP. Teamwork during resuscitation. *Pediatr Clin North Am* 2008;55:101124, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.pcl.2008.04.001 xixii.
131. Cheng A, Duff JP, Kessler D, et al. Optimizing CPR performance with CPR coaching for pediatric cardiac arrest: a randomized simulationbased clinical trial. *Resuscitation* 2018;132:3340, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.08.021.
132. Sherman JM, Chang TP, Ziv N, Nager AL. Barriers to effective teamwork relating to pediatric resuscitations: perceptions of pediatric emergency medicine staff. *Pediatr Emerg Care* 2020;36:e14650, doi:http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001275.
133. Coolen E, Draaisma J, Loeffen J. Measuring situation awareness and team effectiveness in pediatric acute care by using the situation global assessment technique. *Eur J Pediatr* 2019;178:83750, doi: http://dx.doi.org/10.1007/s00431-019-03358-z.
134. Lammers RL, Willoughby-Byrwa M, Fales WD. Errors and error-producing conditions during a simulated, prehospital, pediatric cardiopulmonary arrest. *Simul Healthc* 2014;9:17483, doi:http://dx.doi.org/10.1097/SIH.0000000000000013.
135. Taylor KL, Ferri S, Yavorska T, Everett T, Parshuram C. A description of communication patterns during CPR in ICU. *Resuscitation* 2014;85:13427, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.06.027.
136. Grimsley EA, Cochrane NH, Keane RR, Sumner BD, Mullan PC, O'Connell KJ. A pulse check on leadership and teamwork: an evaluation of the first 5 minutes of emergency department resuscitation during pediatric cardiopulmonary arrests. *Pediatr Emerg Care* 2019, doi:http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001923.
137. AlSohime F, NurHussen A, Tamsah MH, et al. Factors that influence the self-reported confidence of pediatric residents as team leaders during cardiopulmonary resuscitation: a national survey. *Int J Pediatr Adolesc Med* 2018;5:11621, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpam.2018.07.001.
138. Delaloye NJ, Tobler K, O'Neill T, et al. Errors during resuscitation: the impact of perceived authority on delivery of care. *J Patient Saf* 2020;16:738, doi:http://dx.doi.org/10.1097/PTS.0000000000000359.
139. Fernandez Castela E, Russo SG, Riethmuller M, Boos M. Effects of team coordination during cardiopulmonary resuscitation: a systematic review of the literature. *J Crit Care* 2013;28:50421, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2013.01.005.

140. Riskin A, Bamberger P, Erez A, et al. Expressions of gratitude and medical team performance. *Pediatrics* 2019;143:, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2018-2043>.
141. Krage R, Zwaan L, Tjon Soei Len L, et al. Relationship between nontechnical skills and technical performance during cardiopulmonary resuscitation: does stress have an influence? *Emerg Med* 2017;34:72833, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/emered-2016-205754>.
142. Johnson SL, Haerling KA, Yuwen W, Huynh V, Le C. Incivility and clinical performance, teamwork, and emotions: a randomized controlled trial. *J Nurs Care Qual* 2020;35:706, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/NCQ.0000000000000407>.
143. Maconochie IK, Aickin R, Hazinski MF, et al. Pediatric life support: 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2020;156:A12055, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.09.013>.
144. Wells M, Goldstein LN, Bentley A, Basnett S, Monteith I. The accuracy of the Broselow tape as a weight estimation tool and a drugdosing guide a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2017;121:933, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.09.026>.
145. Wells M, Goldstein LN, Bentley A. The accuracy of emergency weight estimation systems in children a systematic review and metaanalysis. *Int J Emerg Med* 2017;10:29, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s12245-017-0156-5>.
146. Young KD, Korotzer NC. Weight estimation methods in children: a systematic review. *Ann Emerg Med* 2016;68:, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2016.02.043> 441451 e10.
147. Matson KL, Horton ER, Capino AC. Advocacy committee for the pediatric pharmacy advocacy g. medication dosage in overweight and obese children. *J Pediatr Pharmacol Ther* 2017;22:813, doi: <http://dx.doi.org/10.5863/1551-6776-22.1.81>.
148. Rodriguez JJ, Higuaita- Gutierrez LF, Carrillo Garcia EA, Castano Betancur E, Luna Londono M, Restrepo Vargas S. Meta-analysis of failure of prehospital endotracheal intubation in pediatric patients. *Emerg Med Int* 2020;2020:7012508, doi:<http://dx.doi.org/10.1155/2020/7012508>.
149. Harshman J, Roy M, Cartotto R. Emergency care of the burn patient before the burn center: a systematic review and meta-analysis. *J Burn Care Res* 2019;40:16688, doi:<http://dx.doi.org/10.1093/jbcr/iry060>.
150. Garner AA, Bennett N, Weatherall A, Lee A. Success and complications by team composition for prehospital paediatric intubation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2020;24:149, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13054-020-02865-y>.
151. Miller KA, Nagler J. Advances in emergent airway management in pediatrics. *Emerg Med Clin North Am* 2019;37:47391, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.emc.2019.03.006>.
152. Stein ML, Park RS, Kovatsis PG. Emerging trends, techniques, and equipment for airway management in pediatric patients. *Paediatr Anaesth* 2020;30:26979, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/pan.13814>.
153. Sun F, Wang Y, Ma S, et al. Clinical consensus of emergency airway management. *J Thorac Dis* 2017;9:4599606, doi:<http://dx.doi.org/10.21037/jtd.2017.10.79>.
154. Engelhardt T, Fiadjo JE, Weiss M, et al. A framework for the management of the pediatric airway. *Paediatr Anaesth* 2019;29:985 92, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/pan.13716>.
155. Scott A, Chua O, Mitchell W, Vlok R, Melhuish T, White L. Apneic oxygenation for pediatric endotracheal intubation: a narrative review. *J Pediatr Intensive Care* 2019;8:11721, doi:<http://dx.doi.org/10.1055/s-0039-1678552>.
156. Youngquist S, Gausche- Hill M, Burbulys D. Alternative airway devices for use in children requiring prehospital airway management: update and case discussion. *Pediatr Emerg Care* 2007;23:2508, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0b013e31803f7552> quiz 25961.
157. Else SDN, Kovatsis PG. A narrative review of oxygenation during pediatric intubation and airway procedures. *Anesth Analg* 2020;130:83140, doi:<http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0000000000004403>.
158. Long E, Barrett MJ, Peters C, Sabato S, Lockie F. Emergency intubation of children outside of the operating room. *Paediatr Anaesth* 2020;30:31930, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/pan.13784>.
159. Fiadjo J, Nishisaki A. Normal and difficult airways in children: “What’s New” current evidence. *Paediatr Anaesth* 2020;30:257 63, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/pan.13798>.
160. Schreiber S, Ronfani L, Ghirardo S, et al. Nasal irrigation with saline solution significantly improves oxygen saturation in infants with bronchiolitis. *Acta Paediatr* 2016;105:2926, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/apa.13282>.
161. Sun J, Li XH, Zuo YX. Comparison of Incidence of hypoxia during modified rapid sequence induction and an alternative technique: a prospective randomized controlled trial. *Int J Clin Exp Med* 2015;8:162317 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26629138>).

162. Heschl S, Meadley B, Andrew E, Butt W, Bernard S, Smith K. Efficacy of pre-hospital rapid sequence intubation in paediatric traumatic brain injury: a 9-year observational study. *Injury* 2018;49:91620, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2018.02.013>.
163. Lawrason Hughes A, Murray N, Valdez TA, Kelly R, Kavanagh K. Development of the Connecticut Airway Risk Evaluation (CARE) system to improve handoff communication in pediatric patients with tracheotomy. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2014;140:2933, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/jamaoto.2013.5550>.
164. Matetore A, Ramnarayan P, Jones A, et al. Adverse tracheal intubation-associated events in pediatric patients at nonspecialist centers: a multicenter prospective observational study. *Pediatr Crit Care Med* 2019;20:51826, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001923>.
165. Hernandez MC, Antiel RM, Balakrishnan K, Zielinski MD, Klinkner DB. Definitive airway management after prehospital supraglottic rescue airway in pediatric trauma. *J Pediatr Surg* 2018;53:3526, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.10.004>.
166. Simons T, Soderlund T, Handolin L. Radiological evaluation of tube depth and complications of prehospital endotracheal intubation in pediatric trauma: a descriptive study. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2017;43:797804, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00068-016-0758-2>.
167. Hansen M, Meckler G, Lambert W, et al. Patient safety events in out-of-hospital paediatric airway management: a medical record review by the CSI-EMS. *BMJ Open* 2016;6: e012259, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2016-012259>.
168. Goto T, Gibo K, Hagiwara Y, et al. Factors associated with first-pass success in pediatric intubation in the emergency department. *West J Emerg Med* 2016;17:12934, doi:<http://dx.doi.org/10.5811/westjem.2016.1.28685>.
169. Mortimer T, Burzynski J, Kesselman M, Vallance J, Hansen G. Apneic oxygenation during rapid sequence intubation in critically ill children. *J Pediatr Intensive Care* 2016;5:2831, doi:<http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1568149>.
170. Fiadjoe JE, Nishisaki A, Jagannathan N, et al. Airway management complications in children with difficult tracheal intubation from the Pediatric Difficult Intubation (PeDI) registry: a prospective cohort analysis. *Lancet Respir Med* 2016;4:3748, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600\(15\)00508-1](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600(15)00508-1).
171. Li S, Rehder KJ, Giuliano Jr. JS, et al. Development of a quality improvement bundle to reduce tracheal intubation-associated events in pediatric ICUs. *Am J Med Qual* 2016;31:4755, doi:<http://dx.doi.org/10.1177/1062860614547259>.
172. Johnson M, Miskovic A, Ray S, et al. The nasopharyngeal airway: estimation of the nares-to-mandible and nares-to-tragus distance in young children to assess current clinical practice. *Resuscitation* 2019;140:504, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.04.039>.
173. Garcia-Marcinkiewicz AG, Adams HD, Gurnaney H, et al. A retrospective analysis of neuromuscular blocking drug use and ventilation technique on complications in the pediatric difficult intubation registry using propensity score matching. *Anesth Analg* 2020;131:46979, doi:<http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0000000000004393>.
174. Ramgopal S, Button SE, Owusu-Ansah S, et al. Success of pediatric intubations performed by a critical care transport service. *Prehosp Emerg Care* 2020;24:68392, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10903127.2019.1699212>.
175. Hansen M, Lambert W, Guise JM, Warden CR, Mann NC, Wang H. Out-of-hospital pediatric airway management in the United States. *Resuscitation* 2015;90:10410, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.02.018>.
176. Conway JA, Kharayat P, Sanders Jr. RC, et al. Ketamine use for tracheal intubation in critically ill children is associated with a lower occurrence of adverse hemodynamic events. *Crit Care Med* 2020;48: e48997, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000004314>.
177. Galvez JA, Acquah S, Ahumada L, et al. Hypoxemia, bradycardia, and multiple laryngoscopy attempts during anesthetic induction in infants: a single-center, retrospective study. *Anesthesiology* 2019;131:8309, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/ALN.0000000000002847>.
178. Overmann KM, Boyd SD, Zhang Y, Kerrey BT. Apneic oxygenation to prevent oxyhemoglobin desaturation during rapid sequence intubation in a pediatric emergency department. *Am J Emerg Med* 2019;37:141621, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2018.10.030>.
179. Crulli B, Loron G, Nishisaki A, Harrington K, Essouri S, Emeriaud G. Safety of paediatric tracheal intubation after non-invasive ventilation failure. *Pediatr Pulmonol* 2016;51:16572, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/ppul.23223>.
180. Neubrand TL, Alletag M, Woods J, Mendenhall M, Leonard J, Schmidt SK. Breathing easier: decreasing tracheal intubation-associated adverse events in the pediatric ED and urgent care. *Pediatr Qual Saf* 2019;4:e230, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/pq9.0000000000000230>.

181. Mokhateb-Rafii T, Bakar A, Gangadharan S, et al. Hemodynamic impact of oxygen desaturation during tracheal intubation among critically ill children with cyanotic and noncyanotic heart disease. *Pediatr Crit Care Med* 2019;20:1926, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001766>.
182. Parker MM, Nuthall G, Brown 3rd C, et al. Relationship between adverse tracheal intubation associated events and PICU outcomes. *Pediatr Crit Care Med* 2017;18:3108, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001074>.
183. van Sambeek SJ, van Kuijk SMJ, Kramer BW, Vermeulen PM, Vos GD. Endotracheal intubation skills of pediatricians versus anesthetists in neonates and children. *Eur J Pediatr* 2019;178:1219-27, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00431-019-03395-8>.
184. Li S, Hsieh TC, Rehder KJ, et al. Frequency of desaturation and association with hemodynamic adverse events during tracheal intubations in PICUs. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19:e4150, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001384>.
185. Daigle CH, Fiadjoe JE, Laverriere EK, et al. Difficult bag-mask ventilation in critically ill children is independently associated with adverse events. *Crit Care Med* 2020;48:e74452, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000004425>.
186. Emami P, Czorlich P, Fritzsche FS, et al. Observed versus expected mortality in pediatric patients intubated in the field with Glasgow Coma Scale scores <9. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2019;45:76976, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00068-018-01065-2>.
187. Vukovic AA, Hanson HR, Murphy SL, Mercurio D, Sheedy CA, Arnold DH. Apneic oxygenation reduces hypoxemia during endotracheal intubation in the pediatric emergency department. *Am J Emerg Med* 2019;37:2732, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2018.04.039>.
188. Lee JH, Nuthall G, Ikeyama T, et al. Tracheal intubation practice and safety across international PICUs: a report from national emergency airway registry for children. *Pediatr Crit Care Med* 2019;20:18, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001782>.
189. Algie CM, Mahar RK, Tan HB, Wilson G, Mahar PD, Wasiaik J. Effectiveness and risks of cricoid pressure during rapid sequence induction for endotracheal intubation. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; CD011656, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD011656.pub2>.
190. Kojima T, Harwayne-Gidansky I, Sheno AN, et al. Cricoid pressure during induction for tracheal intubation in critically ill children: a report from national emergency airway registry for children. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19:52837, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001531>.
191. Kojima T, Laverriere EK, Owen EB, et al. Clinical impact of external laryngeal manipulation during laryngoscopy on tracheal intubation success in critically ill children. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19:10614, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001373>. Sun Y, Lu Y, Huang Y, Jiang H. Pediatric video laryngoscope versus direct laryngoscope: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Paediatr Anaesth* 2014;24:105665, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/pan.12458>.
192. Paediatr Anaesth 2014;24:105665, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/pan.12458>.
193. Lingappan K, Arnold JL, Fernandes CJ, Pammi M. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation in neonates. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;6: CD009975, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009975.pub3>.
194. Abdelgadir IS, Phillips RS, Singh D, Moncreiff MP, Lumsden JL. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation in children (excluding neonates). *Cochrane Database Syst Rev* 2017;5:CD011413, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD011413.pub2>.
195. Sola C, Saour AC, Macq C, Bringuier S, Raux O, Dadure C. Children with challenging airways: what about GlideScope((R)) videolaryngoscopy? *Anaesth Crit Care Pain Med* 2017;36:26771, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.accpm.2016.10.005>.
196. Grunwell JR, Kamat PP, Miksa M, et al. Trend and outcomes of video laryngoscope use across PICUs. *Pediatr Crit Care Med* 2017;18:741-9, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001175>.
197. Park R, Peyton JM, Fiadjoe JE, et al. The efficacy of GlideScope(R) videolaryngoscopy compared with direct laryngoscopy in children who are difficult to intubate: an analysis from the paediatric difficult intubation registry. *Br J Anaesth* 2017;119:98492, doi:<http://dx.doi.org/10.1093/bja/aex344>.
198. Kaji AH, Shover C, Lee J, et al. Video versus direct and augmented direct laryngoscopy in pediatric tracheal intubations. *Acad Emerg Med* 2020;27:394402, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/acem.13869>.
199. Gupta A, Kamal G, Gupta A, Sehgal N, Bhatla S, Kumar R. Comparative evaluation of CMAC and Truview picture capture device for endotracheal intubation in neonates and infants undergoing elective surgeries: a prospective randomized control trial. *Paediatr Anaesth* 2018;28:114853, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/pan.13524>.
200. Sinha R, Ray BR, Sharma A, et al. Comparison of the C-MAC video laryngoscope size 2 Macintosh blade with size 2 C-MAC D-Blade for laryngoscopy and endotracheal intubation in children with simulated cervical spine injury: a

- prospective randomized crossover study. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2019;35:50914, doi:http://dx.doi.org/10.4103/joacp.JOACP_106_18.
201. Vadi MG, Roddy KJ, Ghazal EA, Um M, Neiheisel AJ, Applegate 2nd RL. Comparison of the GlideScope Cobalt(R) and Storz DCI(R) video laryngoscopes in children younger than 2 years of age during manual in-line stabilization: a randomized trainee evaluation study. *Pediatr Emerg Care* 2017;33:46773, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000000607>.
202. Kim JE, Kwak HJ, Jung WS, Chang MY, Lee SY, Kim JY. A comparison between McGrath MAC videolaryngoscopy and Macintosh laryngoscopy in children. *Acta Anaesthesiol Scand* 2018;62:3128, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/aas.13043>.
203. Jones P. The therapeutic value of atropine for critical care intubation. *Arch Dis Child* 2016;101:7780, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2014-308137>.
204. Quintard H, l'Her E, Pottecher J, et al. Experts' guidelines of intubation and extubation of the ICU patient of French Society of Anaesthesia and Intensive Care Medicine (SFAR) and Frenchspeaking Intensive Care Society (SRLF): In collaboration with the pediatric Association of French-speaking Anaesthetists and Intensivists (ADARPEF), French-speaking Group of Intensive Care and Paediatric emergencies (GFRUP) and Intensive Care physiotherapy society (SKR). *Ann Intensive Care* 2019;9:13, doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s13613-019-0483-1>.
205. Jones P, Peters MJ, Pinto da Costa N, et al. Atropine for critical care intubation in a cohort of 264 children and reduced mortality unrelated to effects on bradycardia. *PLOS ONE* 2013;8: e57478, doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0057478>.
206. Jones P, Ovenden N, Dager S, Peters MJ. Estimating 'lost heart beats' rather than reductions in heart rate during the intubation of critically-ill children. *PLOS ONE* 2014;9: e86766, doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0086766>.
207. Gill H, Thoresen M, Smit E, et al. Sedation management during therapeutic hypothermia for neonatal encephalopathy: atropine premedication for endotracheal intubation causes a prolonged increase in heart rate. *Resuscitation* 2014;85:13948, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.07.002>.
208. Litman RS, Weissend EE, Shibata D, Westesson PL. Developmental changes of laryngeal dimensions in unparalyzed, sedated children. *Anesthesiology* 2003;98:415, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/0000542-200301000-00010>.
209. Kneyber MCJ, de Luca D, Calderini E, et al. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). *Intensive Care Med* 2017;43:176480, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00134-017-4920-z>.
210. Tosif S, Duke T. Evidence to support oxygen guidelines for children with emergency signs in developing countries: a systematic review and physiological and mechanistic analysis. *J Trop Pediatr* 2017;63:40213, doi:<http://dx.doi.org/10.1093/tropej/fmw100>.
211. Rojas-Reyes MX, Granados Rugeles C, Charry-Anzola LP. Oxygen therapy for lower respiratory tract infections in children between 3 months and 15 years of age. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; CD005975, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD005975.pub3>.
212. Grandville B, Petak F, Albu G, Bayat S, Pichon I, Habre W. High inspired oxygen fraction impairs lung volume and ventilation heterogeneity in healthy children: a double-blind randomized controlled trial. *Br J Anaesth* 2019;122:68291, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.bja.2019.01.036>.
213. Patel B, Khine H, Shah A, Sung D, Medar S, Singer L. Randomized clinical trial of high concentration versus titrated oxygen use in pediatric asthma. *Pediatr Pulmonol* 2019;54:9706, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/ppul.24329>.
214. Peters MJ, Jones GAL, Wiley D, et al. Conservative versus liberal oxygenation targets in critically ill children: the randomised multiplecentre pilot Oxy-PICU trial. *Intensive Care Med* 2018;44:12408, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00134-018-5232-7>.
215. von der Weid L, Gehri M, Camara B, Thiongane A, Pascual A, Pauchard JY. Clinical signs of hypoxaemia in children aged 2 months to 5 years with acute respiratory distress in Switzerland and Senegal. *Paediatr Int Child Health* 2018;38:11320, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/20469047.2017.1390828>.
216. Jones GAL, Ramnarayan P, Raman S, et al. Protocol for a randomised pilot multiple centre trial of conservative versus liberal oxygenation targets in critically ill children (Oxy-PICU). *BMJ Open* 2017; 7:e019253, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019253>.
217. Maitland K, Kiguli S, Opoka RO, et al. Children's Oxygen Administration Strategies Trial (COAST): a randomised controlled trial of high flow versus oxygen versus control in African children with severe pneumonia. *Wellcome Open Res* 2017;2:100, doi: <http://dx.doi.org/10.12688/wellcomeopenres.12747.2>.

218. Ramnarayan P, Lister P, Dominguez T, et al. FIRST-line support for Assistance in Breathing in Children (FIRST-ABC): a multicentre pilot randomised controlled trial of high-flow nasal cannula therapy versus continuous positive airway pressure in paediatric critical care. *Crit Care* 2018;22:144, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s13054-018-2080-3.
219. Durand P, Guiddir T, Kyheng C, et al. A randomised trial of highflow nasal cannula in infants with moderate bronchiolitis. *Eur Respir J* 2020;56, doi:http://dx.doi.org/10.1183/13993003.01926-2019.
220. Williams AM, Abramo TJ, Shah MV, et al. Safety and clinical findings of BiPAP utilization in children 20kg or less for asthma exacerbations. *Intensive Care Med* 2011;37:133843, doi:http://dx.doi.org/10.1007/s00134-011-2238-9.
221. Essouri S, Laurent M, Chevret L, et al. Improved clinical and economic outcomes in severe bronchiolitis with pre-emptive nCPAP ventilatory strategy. *Intensive Care Med* 2014;40:8491, doi:http://dx.doi.org/10.1007/s00134-013-3129-z.
222. Abadesso C, Nunes P, Silvestre C, Matias E, Loureiro H, Almeida H. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure in children. *Pediatr Rep* 2012;4:e16, doi:http://dx.doi.org/10.4081/pr.2012.e16.
223. Vitaliti G, Vitaliti MC, Finocchiaro MC, et al. Randomized comparison of helmet CPAP versus high-flow nasal cannula oxygen in pediatric respiratory distress. *Respir Care* 2017;62:103642, doi:http://dx.doi.org/10.4187/respcare.05384.
224. Korang SK, Feinberg J, Wetterslev J, Jakobsen JC. Non-invasive positive pressure ventilation for acute asthma in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;9:CD012067, doi:http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD012067.pub2.
225. Combret Y, Prieur G, LER P, Medrinal C. Non-invasive ventilation improves respiratory distress in children with acute viral bronchiolitis: a systematic review. *Minerva Anestesiologica* 2017;83:62437, doi:http://dx.doi.org/10.23736/S0375-9393.17.11708-6.
226. Ballesteros Y, De Pedro J, Portillo N, Martinez-Mugica O, Arana- Arri E, Benito J. Pilot clinical trial of high-flow oxygen therapy in children with asthma in the emergency service. *J Pediatr* 2018;194, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.10.075 20410 e3.
227. Luo J, Duke T, Chisti MJ, Kepreotes E, Kalinowski V, Li J. Efficacy of high-flow nasal cannula vs standard oxygen therapy or nasal continuous positive airway pressure in children with respiratory distress: a meta-analysis. *J Pediatr* 2019;215, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2019.07.059 199208 e8.
228. O'Brien S, Craig S, Babl FE, et al. 'Rational use of high-flow therapy in infants with bronchiolitis. What do the latest trials tell us?.' A paediatric research in emergency departments international collaborative perspective. *J Paediatr Child Health* 2019;55:74652, doi:http://dx.doi.org/10.1111/jpc.14496.
229. Mikalsen IB, Davis P, Oymar K. High flow nasal cannula in children: a literature review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2016;24:93, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s13049-016-0278-4.
230. Vahlkvist S, Jurgensen L, la Cour A, Markoew S, Petersen TH, Kofoed PE. High flow nasal cannula and continuous positive airway pressure therapy in treatment of viral bronchiolitis: a randomized clinical trial. *Eur J Pediatr* 2020;179:5138, doi:http://dx.doi.org/10.1007/s00431-019-03533-2.
231. Gc VS, Franklin D, Whitty JA, et al. First-line oxygen therapy with high-flow in bronchiolitis is not cost saving for the health service. *Arch Dis Child* 2020;105:97580, doi:http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2019-318427.
232. Figueroa L, Laffaye F. Early use of continuous positive airway pressure in the treatment of moderate to severe acute lower respiratory tract infections among patients younger than 2 years old. *Arch Argent Pediatr* 2017;115:27781, doi:http://dx.doi.org/10.5546/aap.2017.eng.277.
233. Chisti MJ, Salam MA, Smith JH, et al. Bubble continuous positive airway pressure for children with severe pneumonia and hypoxaemia in Bangladesh: an open, randomised controlled trial. *Lancet* 2015;386:105765, doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(15) 60249-5.
234. Mandelzweig K, Leligdowicz A, Murthy S, Lalitha R, Fowler RA, Adhikari NKJ. Non-invasive ventilation in children and adults in low and low- middle income countries: a systematic review and metaanalysis. *J Crit Care* 2018;47:3109, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2018.01.007.
235. Balfour-Lynn RE, Marsh G, Gorayi D, Elahi E, LaRovere J. Noninvasive ventilation for children with acute respiratory failure in the developing world: literature review and an implementation example. *Paediatr Respir Rev* 2014;15:1817, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.prrv.2014.02.002.
236. Richards M, Le Roux D, Cooke L, Argent A. The influence of high flow nasal cannulae on the outcomes of severe respiratory disease in children admitted to a regional hospital in South Africa. *J Trop Pediatr* 2020;66:61220, doi:http://dx.doi.org/10.1093/tropej/ fmaa024.
237. Yurtseven A, Turan C, Erseven E, Saz EU. Comparison of heated humidified high-flow nasal cannula flow rates (1-L.kg.min(-1) vs 2-L. kg.min (-1)) in the management of acute bronchiolitis. *Pediatr Pulmonol* 2019;54:894900, doi:http://dx.doi.org/10.1002/ppul.24318.

238. Kotoda M, Hishiyama S, Mitsui K, et al. Assessment of the potential for pathogen dispersal during high-flow nasal therapy. *J Hosp Infect* 2020;104:5347, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2019.11.010>.
239. Kobayashi H, Takimoto T, Kitaoka H, Kijima T. Aerosol spread with use of high-flow nasal cannulae: a computational fluid dynamics analysis. *J Hosp Infect* 2020;106:2045, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2020.06.010>.
240. Kochanek PM, Tasker RC, Bell MJ, et al. Management of pediatric severe traumatic brain injury: 2019 consensus and guidelines-based algorithm for first and second tier therapies. *Pediatr Crit Care Med* 2019;20:26979, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001737>.
241. Kim GJ, Newth CJL, Khemani RG, Wong SL, Coates AL, Ross PA. Does size matter when calculating the “correct” tidal volume for pediatric mechanical ventilation?: A hypothesis based on FVC. *Chest* 2018;154:7783, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2018.04.015>.
242. Bilharz JR, Wheeler CR, Walsh BK, Smallwood CD. A comparative analysis of ideal body weight methods for pediatric mechanical ventilation. *Respir Care* 2018;63:107984, doi:<http://dx.doi.org/10.4187/respcare.06021>.
243. Lee JH, Jung H, Jang YE, et al. Manual vs pressure-controlled facemask ventilation during the induction of general anesthesia in children: a prospective randomized controlled study. *Paediatr Anaesth* 2019;29:3317, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/pan.13594>.
244. Mumma JM, Durso FT, Dyes M, Dela Cruz R, Fox VP, Hoey M. Bag valve mask ventilation as a perceptual-cognitive skill. *Hum Factors* 2018;60:21221, doi:<http://dx.doi.org/10.1177/0018720817744729>.
245. Kroll M, Das J, Siegler J. Can altering grip technique and bag size optimize volume delivered with bag-valve-mask by emergency medical service providers? *Prehosp Emerg Care* 2019;23:2104, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10903127.2018.1489020>.
246. Becker HJ, Langan ML. Can providers use clinical skills to assess the adequacy of ventilation in children during bag-valve mask ventilation? *Pediatr Emerg Care* 2020;36:e6959, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001314>.
247. Williams DC, Cheifetz IM. Emerging approaches in pediatric mechanical ventilation. *Expert Rev Respir Med* 2019;13:32736, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/17476348.2019.1586536>.
248. Smallwood CD, Davis MD. Year in review 2018: pediatric mechanical ventilation. *Respir Care* 2019;64:85563, doi:<http://dx.doi.org/10.4187/respcare.07029>.
249. Conti G, Piastra M. Mechanical ventilation for children. *Curr Opin Crit Care* 2016;22:606, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/MCC.0000000000000271>.
250. Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference G. Pediatric acute respiratory distress syndrome: consensus recommendations from the pediatric acute lung injury consensus conference. *Pediatr Crit Care Med* 2015;16:42839, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000000350>.
251. Pearsall MF, Feldman JM. When does apparatus dead space matter for the pediatric patient? *Anesth Analg* 2014;118:77680, doi:<http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0000000000000148>.
252. Siegler J, Kroll M, Wojcik S, Moy HP. Can EMS providers provide appropriate tidal volumes in a simulated adult-sized patient with a pediatric-sized bag-valve-mask? *Prehosp Emerg Care* 2017;21:748, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10903127.2016.1227003>.
253. vanVonderen JJ, Witlox RS, Kraaij S, te Pas AB. Two-minute training for improving neonatal bag and mask ventilation. *PLOS ONE* 2014;9: e109049, doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0109049>.
254. Khoury A, Hugonnot S, Cossus J, et al. From mouth-to-mouth to bagvalve-mask ventilation: evolution and characteristics of actual devices—a review of the literature. *Biomed Res Int* 2014;762053, doi:<http://dx.doi.org/10.1155/2014/762053>.
255. Balamuth F, Kittick M, McBride P, et al. Pragmatic pediatric trial of balanced versus normal saline fluid in sepsis: the PRoMPT BOLUS randomized controlled trial pilot feasibility study. *Acad Emerg Med* 2019;26:134656, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/acem.13815>.
256. Parker MJ, Thabane L, Fox-Robichaud A, et al. A trial to determine whether septic shock-reversal is quicker in pediatric patients randomized to an early goal-directed fluid-sparing strategy versus usual care (SQUEEZE): study protocol for a pilot randomized controlled trial. *Trials* 2016;17:556, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13063-016-1689-2>.
257. Inwald DP, Butt W, Tasker RC. Fluid resuscitation of shock in children: what, whence and whither? *IntensiveCareMed* 2015;41:14579, doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-015-3905-z>.
258. Inwald DP, Canter R, Woolfall K, et al. Restricted fluid bolus volume in early septic shock: results of the fluids in shock pilot trial. *Arch Dis Child* 2019;104:42631, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild2018-314924>.
259. Gaensbauer JT, Birkholz M, Smit MA, Garcia R, Todd JK. Epidemiology and clinical relevance of toxic shock syndrome in US children. *Pediatr Infect Dis J* 2018;37:12236, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/INF.0000000000002002>.

260. Weiss SL, Fitzgerald JC, Pappachan J, et al. Global epidemiology of pediatric severe sepsis: the sepsis prevalence, outcomes, and therapies study. *Am J Respir Crit Care Med* 2015;191:114757, doi:<http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201412-2323OC>.
261. Maitland K, Kiguli S, Opoka RO, et al. Mortality after fluid bolus in African children with severe infection. *N Engl J Med* 2011;364:2483-95, doi:<http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1101549>.
262. Tripathi A, Kabra SK, Sachdev HP, Lodha R. Mortality and other outcomes in relation to first hour fluid resuscitation rate: a systematic review. *Indian Pediatr* 2015;52:96572, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s13312-015-0754-3>.
263. Levin M, Cunningham AJ, Wilson C, et al. Effects of saline or albumin fluid bolus in resuscitation: evidence from re-analysis of the FEAST trial. *Lancet Respir Med* 2019;7:58193, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600\(19\)30114-6](http://dx.doi.org/10.1016/S2213-2600(19)30114-6).
264. Long E, Babl FE, Oakley E, Sheridan B, Duke T, Pediatric Research in Emergency Departments International C. Cardiac index changes with fluid bolus therapy in children with sepsis-an observational study. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19:5138, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001534>.
265. Chang R, Holcomb JB. Choice of fluid therapy in the initial management of sepsis, severe sepsis, and septic shock. *Shock* 2016;46:1726, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/SHK.0000000000000577>.
266. Lewis SR, Pritchard MW, Evans DJ, et al. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill people. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;8:CD000567, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD000567.pub7>.
267. Medeiros DN, Ferranti JF, Delgado AF, de Carvalho WB. Colloids for the initial management of severe sepsis and septic shock in pediatric patients: a systematic review. *Pediatr Emerg Care* 2015;31:e116, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000000601>.
268. Emrath ET, Fortenberry JD, Travers C, McCracken CE, Hebbar KB. Resuscitation with balanced fluids is associated with improved survival in pediatric severe sepsis. *Crit Care Med* 2017;45:117783, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000002365>.
269. Weiss SL, Keele L, Balamuth F, et al. Crystalloid fluid choice and clinical outcomes in pediatric sepsis: a matched retrospective cohort study. *J Pediatr* 2017;182:, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.11.075> 304310 e10.
270. Antequera Martin AM, Barea Mendoza JA, Muriel A, et al. Buffered solutions versus 0.9% saline for resuscitation in critically ill adults and children. *Cochrane Database Syst Rev* 2019;7:CD012247, doi: <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD012247.pub2>.
271. Ranjit S, Ramanathan G, Ramakrishnan B, Kissoon N. Targeted interventions in critically ill children with severe dengue. *Indian J Crit Care Med* 2018;22:15461, doi:http://dx.doi.org/10.4103/ijccm.IJCCM_413_17.
272. Singh M, Sankar J, Kumar A, Kumar UV, Lodha R, Kabra SK. Predictors of mortality in children admitted to the pediatric intensive care unit with acute gastroenteritis with severe dehydration. *Indian J Pediatr* 2019;86:11425, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s12098-019-03094-0>.
273. Qadori M, Flem E, Bekkevold T, et al. Hypoglycaemia was common in acute gastroenteritis in a prospective hospital-based study, but electrolyte imbalances were not. *Acta Paediatr* 2018; 107:145560, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/apa.14318>.
274. Vonasek BJ, Chieme M, Crouse HL, et al. Risk factors for mortality and management of children with complicated severe acute malnutrition at a tertiary referral hospital in Malawi. *Paediatr Int Child Health* 2020;40:14857, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/20469047.2020.1747003>.
275. Alam NH, Ashraf H, Ahmed T, Jahan N, Gyr N. Randomised trial showed that rapid rehydration of severely malnourished children with dehydrating diarrhoea was as safe and effective as slow rehydration. *Acta Paediatr* 2020;109:147384, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/apa.15134>.
276. Houston KA, Gibb J, Olupot-Olupot P, et al. Gastroenteritis aggressive versus slow treatment for rehydration (GASTRO): a phase II rehydration trial for severe dehydration: WHO plan C versus slow rehydration. *BMC Med* 2019;17:122, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s12916-019-1356-z>.
277. Iro MA, Sell T, Brown N, Maitland K. Rapid intravenous rehydration of children with acute gastroenteritis and dehydration: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pediatr* 2018;18:44, doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s12887-018-1006-1>.
278. Polites SF, Moody S, Williams RF, et al. Timing and volume of crystalloid and blood products in pediatric trauma: An Eastern Association for the Surgery of Trauma multicenter prospective observational study. *J Trauma Acute Care Surg* 2020;89:3642, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000002702>.
279. Schauer SG, April MD, Becker TE, Cap AP, Borgman MA. High crystalloid volumes negate benefit of hemostatic resuscitation in pediatric wartime trauma casualties. *J Trauma Acute Care Surg* 2020;89:S18591, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000002590>.

280. Elkbuli A, Zajd S, Ehrhardt Jr. JD, McKenney M, Boneva D. Aggressive crystalloid resuscitation outcomes in low-severity pediatric trauma. *J Surg Res* 2020;247:3505, doi:http://dx.doi.org/ 10.1016/j.jss.2019.10.009.
281. Polites SF, Nygaard RM, Reddy PN, et al. Multicenter study of crystalloid boluses and transfusion in pediatric trauma-When to go to blood? *JTraumaAcute CareSurg* 2018;85:10812, doi:http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000001897.
282. Magoteaux SR, Notrica DM, Langlais CS, et al. Hypotension and the need for transfusion in pediatric blunt spleen and liver injury: an ATOMAC+ prospective study. *J Pediatr Surg* 2017; 52:97983, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.03.021.
283. Nadler R, Mozer- Glassberg Y, Gaines B, Glassberg E, Chen J. The Israel Defense Forces experience with freeze-dried plasma for the resuscitation of traumatized pediatric patients. *J Trauma Acute Care Surg* 2019;87:131520, doi:http://dx.doi.org/10.1097/ TA.0000000000002477.
284. Haltmeier T, Benjamin E, Gruen JP, et al. Decreased mortality in patients with isolated severe blunt traumatic brain injury receiving higher plasma to packed red blood cells transfusion ratios. *Injury* 2018 ;49:626, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2017.07.035.
285. Long B, April MD. Does administration of hypertonic solutions improve mortality in hemorrhagic shock compared with isotonic solutions? *Ann Emerg Med* 2018;71:52931, doi:http://dx.doi.org/ 10.1016/j.annemergmed.2017.11.025.
286. Phillips R, Acker SN, Shahi N, et al. The ABC-D score improves the sensitivity in predicting need for massive transfusion in pediatric trauma patients. *J PediatrSurg* 2020;55:3314, doi:http://dx.doi.org/ 10.1016/j.jpedsurg.2019.10.008.
287. Figueiredo S, Taconet C, Harrois A, et al. How useful are hemoglobin concentration and its variations to predict significant hemorrhage in the early phase of trauma? A multicentric cohort study. *Ann Intensive Care* 2018;8:76, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s13613-018-0420- 8.
288. Brinck T, Handolin L, Lefering R. The effect of evolving fluid resuscitation on the outcome of severely injured patients: an 8-year experience at a tertiary trauma center. *Scand J Surg* 2016;105:109 16, doi:http://dx.doi.org/10.1177/1457496915586650.
289. Wang CH, Hsieh WH, Chou HC, et al. Liberal versus restricted fluid resuscitation strategies in trauma patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and observational studies*. *Crit Care Med* 2014 ;42:95461, doi:http://dx.doi.org/ 10.1097/CCM.0000000000000050.
290. Albreiki M, Voegeli D. Permissive hypotensive resuscitation in adult patients with traumatic haemorrhagic shock: a systematic review. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2018;44:191202, doi:http://dx.doi.org/ 10.1007/s00068-017-0862- y.
291. Tran A, Yates J, Lau A, Lampron J, Matar M. Permissive hypotension versus conventional resuscitation strategies in adult trauma patients with hemorrhagic shock: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J TraumaAcute CareSurg* 2018;84:802 8, doi:http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000001816.
292. Owattanapanich N, Chittawatanarat K, Benyakorn T, Sirikun J. Risks and benefits of hypotensive resuscitation in patients with traumatic hemorrhagic shock: a meta-analysis. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2018;26:107, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s13049-018-0572- 4.
293. Dittrich MHM, Hosni ND, de Carvalho WB. Association between fluid creep and infection in burned children: a cohort study. *Burns* 2020; 46:103642, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j. burns.2020.02.003.
294. Granfeldt A, Avis SR, Lind PC, et al. Intravenous vs. intraosseous administration of drugs during cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation* 2020;149:1507, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j. resuscitation.2020.02.025.
295. Jousi M, Laukkanen- Nevala P, Nurmi J. Analysing blood from intraosseous access: a systematic review. *Eur J Emerg Med* 2019;26:7785, doi:http://dx.doi.org/10.1097/ MEJ.0000000000000569.
296. Ohchi F, Komasa N, Mihara R, Minami T. Comparison of mechanical and manual bone marrow puncture needle for intraosseous access; a randomized simulation trial. *Springerplus* 2015;4:211, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s40064-015-0982-y.
297. El-NawawyAA, OmarOM,Khalil M. Intraosseous versus intravenous access in pediatric septic shock patients admitted to Alexandria university pediatric intensive care unit. *J Trop Pediatr* 2018; 64:132 40, doi:http://dx.doi.org/10.1093/tropej/fmx061.
298. Maxien D, Wirth S,Peschel O, et al. Intraosseous needles in pediatric cadavers: rate of malposition. *Resuscitation* 2019;145:17, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.09.028.
299. Al-ShibliA, Lim R,Poonai N, IstasyV, LinK,Kilgar J. Determination of the pretibial soft tissue thickness in children: are intraosseous infusion needles long enough? *Pediatr Emerg Care* 2020; 36:3942, doi:http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000002019.

300. Mori T, Takei H, Sasaoka Y, Nomura O, Ihara T. Semi-automatic intraosseous device (EZ-IO) in a paediatric emergency department. *J Paediatr Child Health* 2020;56:137681, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/jpc.14940>.
301. Harcke HT, Curtin RN, Harty MP, et al. Tibial intraosseous insertion in pediatric emergency care: a review based upon postmortem computed tomography. *Prehosp Emerg Care* 2020;24:66571, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10903127.2019.1698682>.
302. Szarpak L, Ladny JR, Dabrowski M, et al. Comparison of 4 pediatric intraosseous access devices: a randomized simulation study. *Pediatr Emerg Care* 2020;36:e56872, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001587>.
303. Hamed RK, Hartmans S, Gausche-Hill M. Anesthesia through an intraosseous line using an 18-gauge intravenous needle for emergency pediatric surgery. *J Clin Anesth* 2013;25:44751, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinane.2013.03.013>.
304. Kalechstein S, Permual A, Cameron BM, et al. Evaluation of a new pediatric intraosseous needle insertion device for low-resource settings. *J Pediatr Surg* 2012;47:9749, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2012.01.055>.
305. Isayama K, Nakatani T, Tsuda M, Hirakawa A. Current status of establishing a venous line in CPA patients by Emergency Life-Saving Technicians in the prehospital setting in Japan and a proposal for intraosseous infusion. *Int J Emerg Med* 2012; 5:2, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/1865-1380-5-2>.
306. Hansen M, Meckler G, Spiro D, Newgard C. Intraosseous line use, complications, and outcomes among a population-based cohort of children presenting to California hospitals. *Pediatr Emerg Care* 2011;27:92832, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0b013e3182307a2f>.
307. Sunde GA, Heradstveit BE, Vikenes BH, Heltne JK. Emergency intraosseous access in a helicopter emergency medical service: a retrospective study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2010; 18:52, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/1757-7241-18-52>.
308. Bielski K, Szarpak L, Smereka J, Ladny JR, Leung S, Ruetzler K. Comparison of four different intraosseous access devices during simulated pediatric resuscitation. a randomized crossover manikin trial. *Eur J Pediatr* 2017;176:86571, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00431-017-2922-z>.
309. Pifko EL, Price A, Busch C, et al. Observational review of paediatric intraosseous needle placement in the paediatric emergency department. *J Paediatr Child Health* 2018;54:54650, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/jpc.13773>.
310. Johnson M, Inaba K, Byerly S, et al. Intraosseous infusion as a bridge to definitive access. *Am Surg* 2016;82:87680 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27779964>).
311. Oksan D, Ayfer K. Powered intraosseous device (EZ-IO) for critically ill patients. *Indian Pediatr* 2013;50:68991, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s13312-013-0192-z>.
312. Reuter-Rice K, Patrick D, Kantor E, Nolin C, Foley J. Characteristics of children who undergo intraosseous needle placement. *Adv Emerg Nurs J* 2015;37:3017, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/TME.0000000000000077>.
313. Lee SH, Frey M, Kerrey BT, Zhang Y, Byczkowski T, Geis GL. A video-based, case-control study of factors associated with intraosseous catheterization during pediatric resuscitation. *Ann Emerg Med* 2020;75:75561, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2019.09.005>.
314. Abramson TM, Alreshaid L, Kang T, Mailhot T, Omer T. FascIOtomy: ultrasound evaluation of an intraosseous needle causing compartment syndrome. *Clin Pract Cases Emerg Med* 2018; 2:3235, doi:<http://dx.doi.org/10.5811/cpcem.2018.8.38854>.
315. Tsung JW, Blaivas M, Stone MB. Feasibility of point-of-care colour Doppler ultrasound confirmation of intraosseous needle placement during resuscitation. *Resuscitation* 2009;80: 6658, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.03.009>.
316. Oulego-Erroz I, Munoz-Lozon A, Alonso-Quintela P, RodriguezNunez A. Comparison of ultrasound guided brachiocephalic and internal jugular vein cannulation in critically ill children. *J Crit Care* 2016;35:1337, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.05.010>.
317. Gallagher RA, Levy J, Vieira RL, Monuteaux MC, Stack AM. Ultrasound assistance for central venous catheter placement in a pediatric emergency department improves placement success rates. *Acad Emerg Med* 2014;21:9816, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/acem.12460>.
318. Stinson HR, Viteri S, Koetter P, et al. Early experience with a novel strategy for assessment of sepsis risk: the shock huddle. *Pediatr Qual Saf* 2019;4:e197, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/pq9.0000000000000197>.
319. Wulff A, Montag S, Marschollek M, Jack T. Clinical decision-support systems for detection of systemic inflammatory response syndrome, sepsis, and septic shock in critically ill patients: a systematic review. *Methods Inf Med* 2019;58:e4357, doi:<http://dx.doi.org/10.1055/s0039-1695717>.

320. Pepper DJ, Natanson C, Eichacker PQ. Evidence underpinning the centers for medicare & medicaid services' severe sepsis and septic shock management bundle (SEP-1). *Ann Intern Med* 2018; 168:6102, doi:<http://dx.doi.org/10.7326/L18-0140>.
321. Barboza CL, Valette CO, da Silva AR. Bundle adherence of intravenous antibiotic fluid resuscitation and vasopressor in children with severe sepsis or septic shock. *Indian J Crit Care Med* 2020; 24:12832, doi:<http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23336>.
322. Balamuth F, Weiss SL, Fitzgerald JC, et al. Protocolized treatment is associated with decreased organ dysfunction in pediatric severe sepsis. *Pediatr Crit Care Med* 2016; 17:81722, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000000858>.
323. Workman JK, Ames SG, Reeder RW, et al. Treatment of pediatric septic shock with the surviving sepsis campaign guidelines and PICU patient outcomes. *Pediatr Crit Care Med* 2016;17: e4518, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000000906>.
324. Lane RD, Funai T, Reeder R, Larsen GY. High reliability pediatric septic shock quality improvement initiative and decreasing mortality. *Pediatrics* 2016 138:, doi: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2015-4153>.
325. Hebert A, Boucher MP, Guimont C, Weiss M. Effect of measuring vital signs on recognition and treatment of septic children. *Paediatr Child Health* 2017;22:136, doi: <http://dx.doi.org/10.1093/pch/pxw003>.
326. Paul R, Melendez E, Wathen B, et al. A quality improvement collaborative for pediatric sepsis: lessons learned. *Pediatr Qual Saf* 2018;3: e051, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/pq9.0000000000000051>.
327. Evans IVR, Phillips GS, Alpern ER, et al. Association between the New York sepsis care mandate and in-hospital mortality for pediatric sepsis. *JAMA* 2018;320:35867, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/jama.2018.9071>.
328. Samransamruajkit R, Limprayoon K, Lertbunrion R, et al. The utilization of the surviving sepsis campaign care bundles in the treatment of pediatric patients with severe sepsis or septic shock in a resource-limited environment: a prospective multicenter trial. *Indian J Crit Care Med* 2018; 22:84651, doi:http://dx.doi.org/10.4103/ijccm.IJCCM_367_18.
329. Kortz TB, Axelrod DM, Chisti MJ, Kache S. Clinical outcomes and mortality before and after implementation of a pediatric sepsis protocol in a limited resource setting: a retrospective cohort study in Bangladesh. *PLOS ONE* 2017;12: e0181160, doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0181160>.
330. Lane RD, Olson J, Reeder R, et al. Antibiotic timing in pediatric septic shock. *Hosp Pediatr* 2020; 10:3117, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/hpeds.2019-0250>.
331. Kyo M, Ohshimo S, Kosaka T, Fujita N, Shime N. Impact of inappropriate empiric antimicrobial therapy on mortality in pediatric patients with bloodstream infection: a retrospective observational study. *J Chemother* 2019;31:38893, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/1120009X.2019.1623362>.
332. van Paridon BM, Sheppard C, GG G, Joffe AR, Alberta Sepsis N. Timing of antibiotics, volume, and vasoactive infusions in children with sepsis admitted to intensive care. *Crit Care* 2015; 19:293, doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-015-1010-x>.
333. Carapetis JR, Jacoby P, Carville K, Ang SJ, Curtis N, Andrews R. Effectiveness of clindamycin and intravenous immunoglobulin, and risk of disease in contacts, in invasive group A streptococcal infections. *Clin Infect Dis* 2014;59:35865, doi:<http://dx.doi.org/10.1093/cid/ciu304>.
334. Weiss SL, Fitzgerald JC, Balamuth F, et al. Delayed antimicrobial therapy increases mortality and organ dysfunction duration in pediatric sepsis. *Crit Care Med* 2014;42:240917, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000000509>.
335. Fusco NM, Parbuoni KA, Morgan JA. Time to first antimicrobial administration after onset of sepsis in critically ill children. *J Pediatr Pharmacol Ther* 2015;20:3744, doi:<http://dx.doi.org/10.5863/1551-6776-20.1.37>. Han M, Fitzgerald JC, Balamuth F, et al. Association of delayed antimicrobial therapy with one-year mortality in pediatric sepsis. *Shock* 2017;48:2935, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/SHK.0000000000000833>.
336. Li Q, Cheng J, Wu Y, et al. Effects of delayed antibiotic therapy on outcomes in children with streptococcus pneumoniae sepsis. *Antimicrob Agents Chemother* 2019;63:, doi:<http://dx.doi.org/10.1128/AAC.00623-19>.
337. Tran P, Dowell E, Hamilton S, et al. Two blood cultures with age-appropriate volume enhance suspected sepsis decision-making. *Open Forum Infect Dis* 2020;7:ofaa028, doi:<http://dx.doi.org/10.1093/ofid/ofaa028>.
338. Ventura AM, Shieh HH, Bouso A, et al. Double-blind prospective randomized controlled trial of dopamine versus epinephrine as firstline vasoactive drugs in pediatric septic shock. *Crit Care Med* 2015; 43: 2292302, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000001260>.
339. Ramaswamy KN, Singhi S, Jayashree M, Bansal A, Nallasamy K. Double-blind randomized clinical trial comparing dopamine and epinephrine in pediatric fluid-refractory hypotensive septic shock. *Pediatr Crit Care Med* 2016;17:e50212, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000000954>.

341. Wen L, Xu L. The efficacy of dopamine versus epinephrine for pediatric or neonatal septic shock: a meta-analysis of randomized controlled studies. *Ital J Pediatr* 2020; 46: 6, doi:[http://dx.doi.org/ 10.1186/s13052-019-0768-x](http://dx.doi.org/10.1186/s13052-019-0768-x).
342. Masarwa R, Paret G, Perlman A, Reif S, Raccach BH, Matok I. Role of vasopressin and terlipressin in refractory shock compared to conventional therapy in the neonatal and pediatric population: a systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis. *Crit Care* 2017; 21:1, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13054-016-1589-6>.
343. Lampin ME, Rousseaux J, Botte A, Sadik A, Cremer R, Leclerc F. Noradrenaline use for septic shock in children: doses, routes of administration and complications. *Acta Paediatr* 2012;101: e42630, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.2012.02725.x>.
344. Michel J, Hofbeck M, Spiller G, Renk H, Kumpf M, Neunhoeffer F. Safety and efficacy of terlipressin in pediatric distributive shock: a retrospective analysis in 20 children. *Paediatr Drugs* 2017;19:3541, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s40272-016-0199-8>.
345. Patregnani JT, Sochet AA, Klugman D. Short-term peripheral vasoactive infusions in pediatrics: where is the harm? *Pediatr Crit Care Med* 2017;18: e37881, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001230>.
346. Morin L, Kneyber M, Jansen NJG, et al. Translational gap in pediatric septic shock management: an ESPNIC perspective. *Ann Intensive Care* 2019; 9:73, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13613-019-0545-4>.
347. Ranjit S, Natraj R, Kandath SK, Kissoon N, Ramakrishnan B, Marik PE. Early norepinephrine decreases fluid and ventilator requirements in pediatric vasodilatory septic shock. *Indian J Crit Care Med* 2016;20:5619, doi:<http://dx.doi.org/10.4103/0972-5229.192036>.
348. Ferguson LP, Thiru Y, Staffa SJ, Guillen Ortega M. Reducing cardiac arrests in the PICU: initiative to improve time to administration of prearrest bolus epinephrine in patients with cardiac disease. *Crit Care Med* 2020;48:e5429, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000004349>.
349. Gamper G, Havel C, Arrich J, et al. Vasopressors for hypotensive shock. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;2:CD003709, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD003709.pub4>.
350. Misir A, Mehrotra S. Fluid and medication considerations in the traumatized patient. *Curr Pediatr Rev* 2018;14:927, doi:<http://dx.doi.org/10.2174/1573396313666170815101504>.
351. Health RCoPaC. Major trauma and the use of tranexamic acid in children Evidence statement Royal College of Paediatrics and Child Health. 2012 (<https://www.rcem.ac.uk/docs/ExternalGuidance/>).
352. Patel J, Prajapati M, Patel H, Gandhi H, Deodhar S, Pandya H. Topical and low-dose intravenous tranexamic acid in cyanotic cardiac surgery. *Asian CardiovascThoracAnn* 2017;25:11822, doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0218492316688416>.
353. O'Neil ER, Schmees LR, Resendiz K, Justino H, Anders MM. Inhaled tranexamic acid as a novel treatment for pulmonary hemorrhage in critically ill pediatric patients: an observational study. *Crit Care Explor* 2020;2:e0075, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/CCE.0000000000000075>.
354. Maeda T, Michihata N, Sasabuchi Y, et al. Safety of tranexamic acid during pediatric trauma: a nationwide database study. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19:e63742, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001724>.
355. Eckert MJ, Wertin TM, Tyner SD, Nelson DW, Izenberg S, Martin MJ. Tranexamic acid administration to pediatric trauma patients in a combat setting: the pediatric trauma and tranexamic acid study (PED-TRAX). *J Trauma Acute Care Surg* 2014; 77:8528, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000000443> [discussion 858].
356. Lin CY, Shuhaiber JH, Loyola H, et al. The safety and efficacy of antifibrinolytic therapy in neonatal cardiac surgery. *PLOS ONE* 2015;10: e0126514, doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0126514>.
357. Zhang Y, Wang R, Wang YH, et al. Effects of tranexamic acid on the blood conservation and the long-term prognosis in pediatric patients undergoing repair for tetralogy of fallot. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 2019;99:35647, doi: <http://dx.doi.org/10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.45.007>.
358. Crash- trial collaborators, Shakur H, Roberts I, et al. Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet* 2010; 376:2332, doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60835-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60835-5).
359. collaborators C-t. Effects of tranexamic acid on death, disability, vascular occlusive events and other morbidities in patients with acute traumatic brain injury (CRASH-3): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet* 2019;394:171323, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32233-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32233-0).
360. Menon K, McNally D, Choong K, Sampson M. A systematic review and meta-analysis on the effect of steroids in pediatric shock. *Pediatr Crit Care Med* 2013;14:47480, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0b013e31828a8125>.
361. El-Nawawy A, Khater D, Omar H, Wali Y. Evaluation of early corticosteroid therapy in management of pediatric septic shock in pediatric intensive care patients: a randomized clinical study. *Pediatr Infect Dis J* 2017; 36:1559, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/INF.0000000000001380>.

362. Wong HR, Cvijanovich NZ, Anas N, et al. Endotype transitions during the acute phase of pediatric septic shock reflect changing risk and treatment response. *Crit Care Med* 2018;46:e2429, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000002932>.
363. Wong HR, Atkinson SJ, Cvijanovich NZ, et al. Combining prognostic and predictive enrichment strategies to identify children with septic shock responsive to corticosteroids. *Crit Care Med* 2016;44: e10003, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000001833>.
364. Nichols B, Kubis S, Hewlett J, Yehya N, Srinivasan V. Hydrocortisone therapy in catecholamine-resistant pediatric septic shock: a pragmatic analysis of clinician practice and association with outcomes. *Pediatr Crit Care Med* 2017;18: e40614, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001237>.
365. Menon K, McNally JD, Choong K, et al. A cohort study of pediatric shock: frequency of corticosteroid use and association with clinical outcomes. *Shock* 2015; 44:4029, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/SHK.0000000000000355>.
366. Atkinson SJ, Cvijanovich NZ, Thomas NJ, et al. Corticosteroids and pediatric septic shock outcomes: a risk stratified analysis. *PLOS ONE* 2014; 9: e112702, doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0112702>.
367. Cooney L, Hawcutt D, Sinha I. The evidence for intravenous theophylline levels between 1020mg/l in children suffering an acute exacerbation of asthma: a systematic review. *PLOS ONE* 2016; 11: e0153877, doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0153877>.
368. Cooney L, Sinha I, Hawcutt D. Aminophylline dosage in asthma exacerbations in children: a systematic review. *PLOS ONE* 2016;11: e0159965, doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0159965>.
369. Mathew JL. Systematic review on efficacy of magnesium (intravenous or nebulized) for acute asthma episodes in children: evidence-based medicine viewpoint. *Indian Pediatr* 2017; 54:1336, doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s13312-017-1016-3>.
370. Vezina K, Chauhan BF, Ducharme FM. Inhaled anticholinergics and short-acting beta (2)-agonists versus short-acting beta2-agonists alone for children with acute asthma in hospital. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; CD010283, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD010283.pub2>.
371. Knightly R, Milan SJ, Hughes R, et al. Inhaled magnesium sulfate in the treatment of acute asthma. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;11:CD003898, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD003898.pub6>.
372. Keeney GE, Gray MP, Morrison AK, et al. Dexamethasone for acute asthma exacerbations in children: a meta-analysis. *Pediatrics* 2014; 133:4939, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2013-2273>.
373. Silva Pde S, Barreto SS. Noninvasive ventilation in status asthmaticus in children: levels of evidence. *Rev Bras Ter Intensiva* 2015; 27:3906, doi:<http://dx.doi.org/10.5935/0103-507X.20150065>.
374. Liu X, Yu T, Rower JE, Campbell SC, Sherwin CM, Johnson MD. Optimizing the use of intravenous magnesium sulfate for acute asthma treatment in children. *Pediatr Pulmonol* 2016; 51:141421, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/ppul.23482>.
375. Hon KLE, Leung AKC. Medications and recent patents for status asthmaticus in children. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov* 2017; 11:1221, doi: <http://dx.doi.org/10.2174/1872213X11666170130143524>.
376. Pardue Jones B, Fleming GM, Otilio JK, Asokan I, Arnold DH. Pediatric acute asthma exacerbations: evaluation and management from emergency department to intensive care unit. *J Asthma* 2016; 53:60717, doi: <http://dx.doi.org/10.3109/02770903.2015.1067323>.
377. Tiwari A, Guglani V, Jat KR. Ketamine versus aminophylline for acute asthma in children: a randomized, controlled trial. *Ann Thorac Med* 2016;11: 2838, doi:<http://dx.doi.org/10.4103/1817-1737.191874>.
378. Cronin JJ, McCoy S, Kennedy U, et al. A randomized trial of single-dose oral dexamethasone versus multidose prednisolone for acute exacerbations of asthma in children who attend the emergency department. *Ann Emerg Med* 2016;67: doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2015.08.001> 593601 e3.
379. Paniagua N, Lopez R, Munoz N, et al. Randomized trial of dexamethasone versus prednisone for children with acute asthma exacerbations. *J Pediatr* 2017;191: doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.08.030> 190196 e1.
380. Alangari AA, Malhis N, Mubasher M, et al. Budesonide nebulization added to systemic prednisolone in the treatment of acute asthma in children: a double-blind, randomized, controlled trial. *Chest* 2014; 145:7728, doi:<http://dx.doi.org/10.1378/chest.13-2298>.
381. Muchao FP, Souza JM, Torres HC, et al. Albuterol via metered-dose inhaler in children: lower doses are effective, and higher doses are safe. *Pediatr Pulmonol* 2016;51: 112230, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/ppul.23469>.
382. Arulparithi CS, Babu TA, Ravichandran C, et al. Efficacy of nebulized budesonide versus oral prednisolone in acute severe asthma. *Indian J Pediatr* 2015; 82:32832, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s12098-014-1498-0>.

383. Iramain R, Castro- Rodriguez JA, Jara A, et al. Salbutamol and ipratropium by inhaler is superior to nebulizer in children with severe acute asthma exacerbation: randomized clinical trial. *Pediatr Pulmonol* 2019; 54:3727, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/ppul.24244>.
384. Cundiff KM, Gerard JM, Flood RG. Critical care interventions for asthmatic patients admitted from the emergency department to the pediatric intensive care unit. *Pediatr Emerg Care* 2018;34: 3859, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001163>.
385. Hudgins JD, Neuman MI, Monuteaux MC, Porter J, Nelson KA. Provision of guideline-based pediatric asthma care in us emergency departments. *Pediatr Emerg Care* 2019, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001706>.
386. Golden C, Xu M, Estrada CM, Arnold DH. Clinical outcomes after bilevel positive airway pressure treatment for acute asthma exacerbations. *JAMA Pediatr* 2015; 169:1868, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/jamapediatrics.2014.2767>.
387. Rehder KJ. Adjunct therapies for refractory status asthmaticus in children. *Respir Care* 2017; 62:84965, doi:<http://dx.doi.org/10.4187/respcare.05174>.
388. Wisecup S, Eades S, Hashmi SS, Samuels C, Mosquera RA. Diastolic hypotension in pediatric patients with asthma receiving continuous albuterol. *J Asthma* 2015;52:6938, doi:<http://dx.doi.org/10.3109/02770903.2014.1002566>.
389. Male I, Richter H, Seddon P. Children's perception of breathlessness in acute asthma. *Arch Dis Child* 2000;83:3259, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/adc.83.4.325>.
390. Cates CJ, Welsh EJ, Rowe BH. Holding chambers (spacers) versus nebulisers for beta-agonist treatment of acute asthma. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; CD000052, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD000052.pub3>.
391. Watts K, Chavasse RJ. Leukotriene receptor antagonists in addition to usual care for acute asthma in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev* 2012; CD006100, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD006100.pub2>.
392. Griffiths B, Ducharme FM. Combined inhaled anticholinergics and short-acting beta2-agonists for initial treatment of acute asthma in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; CD000060, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD000060.pub2>.
393. Edmonds ML, Milan SJ, Camargo Jr. CA, Pollack CV, Rowe BH. Early use of inhaled corticosteroids in the emergency department treatment of acute asthma. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;12: CD002308, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD002308.pub2>.
394. Jat KR, Chawla D. Ketamine for management of acute exacerbations of asthma in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;11:CD009293, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009293.pub2>.
395. Le Conte P, Terzi N, Mortamet G, et al. Management of severe asthma exacerbation: guidelines from the Societe Francaise de Medecine d'Urgence, the societe de reanimation de langue francaise and the french group for pediatric intensive care and emergencies. *Ann Intensive Care* 2019;9:115, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13613-019-0584-x>.
396. Wei J, Lu Y, Han F, Zhang J, Liu L, Chen Q. Oral dexamethasone vs. oral prednisone for children with acute asthma exacerbations: a systematic review and meta-analysis. *Front Pediatr* 2019; 7:503, doi:<http://dx.doi.org/10.3389/fped.2019.00503>.
397. Murphy KR, Hong JG, Wandalsen G, et al. Nebulized inhaled corticosteroids in asthma treatment in children 5 years or younger: a systematic review and global expert analysis. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2020; 8:181527, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jaip.2020.01.042>.
398. Liedtke AG, Lava SAG, Milani GP, et al. Selective ss2-adrenoceptor agonists and relevant hyperlactatemia: systematic review and metaanalysis. *J Clin Med* 2019;9: doi:<http://dx.doi.org/10.3390/jcm9010071>.
399. Kwon JW. High-flow nasal cannula oxygen therapy in children: a clinical review. *Clin Exp Pediatr* 2020; 63:37, doi:<http://dx.doi.org/10.3345/kjp.2019.00626>.
400. Katsunuma T, Fujisawa T, Maekawa T, et al. Low-dose lisoproterenol versus salbutamol in hospitalized pediatric patients with severe acute exacerbation of asthma: a double-blind, randomized controlled trial. *Allergol Int* 2019; 68:33541, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.alit.2019.02.001>.
401. Graff DM, Stevenson MD, Berkenbosch JW. Safety of prolonged magnesium sulfate infusions during treatment for severe pediatric status asthmaticus. *Pediatr Pulmonol* 2019; 54:19417, doi: <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.24499>.
402. Messer AF, Sampayo EM, Mothner B, et al. Continuous albuterol in pediatric acute care: study demonstrates safety outside the intensive care unit. *Pediatr Qual Saf* 2019;4: e225, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/pq9.0000000000000225>.
403. Boeschoten S, de Hoog M, Kneyber M, Merkus P, Boehmer A, Buysse C. Current practices in children with severe acute asthma across European PICUs: an ESPNIC survey. *Eur J Pediatr* 2020; 179:45561, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00431-019-03502-9>.
404. Kapuscinski CA, Stauber SD, Hutchinson DJ. Escalation in therapy based on intravenous magnesium sulfate dosing in pediatric patients with asthma exacerbations. *J Pediatr Pharmacol Ther* 2020; 25:3149, doi:<http://dx.doi.org/10.5863/1551-6776-25.4.314>.

405. Lott CT, Alfonzo AA, Barelli A, González-Salvado V, Hinkelbein J, Nolan JP, et al. European resuscitation council guidelines 2021: cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2021;161.
406. Muraro A, Roberts G, Worm M, et al. Anaphylaxis: guidelines from the European academy of allergy and clinical immunology. *Allergy: Eur J Allergy Clin Immunol* 2014;69: 102645, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/all.12437>.
407. Simons FE, Arduso LR, Bilo MB, et al. International consensus on (ICON) anaphylaxis. *World Allergy Organ J* 2014;7:9, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/1939-4551-7-9>.
408. Simons FE, Ebisawa M, Sanchez-Borges M, et al. 2015 update of the evidence base: World Allergy Organization anaphylaxis guidelines. *World Allergy Organ J* 2015;8:32, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s40413-015-0080-1>.
409. Shaker MS, Wallace DV, Golden DBK, et al. Anaphylaxis—a 2020 practice parameter update, systematic review, and Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation (GRADE) analysis. *J Allergy Clin Immunol* 2020;145:1082123, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2020.01.017>.
410. Sicherer SH, Simons FER. Section on a, immunology. Epinephrine for first-aid management of anaphylaxis. *Pediatrics* 2017;139:, doi: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2016-4006>.
411. Halbrich M, Mack DP, Carr S, Watson W, Kim H. CSACI position statement: epinephrine auto-injectors and children <15kg. *Allergy Asthma Clin Immunol* 2015;11:20, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13223-015-0086-9>.
412. Lieberman P, Nicklas RA, Randolph C, et al. Anaphylaxis—a practice parameter update 2015. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2015;115:34184, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.anai.2015.07.019>.
413. Campbell RL, Li JT, Nicklas RA, Sadosty AT, Members of the Joint Task F, Practice Parameter W. Emergency department diagnosis and treatment of anaphylaxis: a practice parameter. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2014;113:599608, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.anai.2014.10.007>.
414. Atanaskovic-Markovic M, Gomes E, Cernadas JR, et al. Diagnosis and management of drug-induced anaphylaxis in children: an EAACI position paper. *Pediatr Allergy Immunol* 2019; 30:26976, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/pai.13034>.
415. Turner PJ, Worm M, Ansotegui IJ, et al. Time to revisit the definition and clinical criteria for anaphylaxis? *World Allergy Organ J* 2019; 12:100066, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.waojou.2019.100066>.
416. Resuscitation AaNZCo. First Aid Management of Anaphylaxis. Australian Resuscitation Council. (<https://resus.org.au/editorialchanges-guidelines/>).
417. Liyanage CK, Galappatthy P, Seneviratne SL. Corticosteroids in management of anaphylaxis; a systematic review of evidence. *Eur Ann Allergy Clin Immunol* 2017;49: 196207, doi:<http://dx.doi.org/10.23822/EurAnnACI.1764-1489.15>.
418. Pourmand A, Robinson C, Syed W, Mazer-Amirshahi M. Biphasic anaphylaxis: a review of the literature and implications for emergency management. *Am J Emerg Med* 2018;36: 14805, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2018.05.009>.
419. Alqurashi W, Ellis AK. Do corticosteroids prevent biphasic anaphylaxis? *J Allergy Clin Immunol Pract* 2017; 5:1194205, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaip.2017.05.022>.
420. Wang Y, Allen KJ, Suaini NHA, McWilliam V, Peters RL, Koplin JJ. The global incidence and prevalence of anaphylaxis in children in the general population: a systematic review. *Allergy: Eur J Allergy Clin Immunol* 2019;74: 106380, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/all.13732>.
421. Posner LS, Camargo Jr. CA. Update on the usage and safety of epinephrine auto-injectors, 2017. *Drug Healthc Patient Saf* 2017; 9:918, doi:<http://dx.doi.org/10.2147/DHPS.S121733>.
422. Tanno LK, Alvarez- Perea A, Pouessel G. Therapeutic approach of anaphylaxis. *Curr Opin Allergy Clin Immunol* 2019; 19:393401, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/ACI.0000000000000539>.
423. Anagnostou K. Anaphylaxis in children: epidemiology, risk factors and management. *Curr Pediatr Rev* 2018; 14:1806, doi:<http://dx.doi.org/10.2174/1573396314666180507115115>.
424. Farbman KS, Michelson KA. Anaphylaxis in children. *Curr Opin Pediatr* 2016; 28:2947, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/MOP.0000000000000340>.
425. Simons FE, Sampson HA. Anaphylaxis: unique aspects of clinical diagnosis and management in infants (birth to age 2 years). *J Allergy Clin Immunol* 2015; 135:112531, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2014.09.014>.
426. Gabrielli S, Clarke A, Morris J, et al. Evaluation of prehospital management in a canadian emergency department anaphylaxis cohort. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2019;7: doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jaip.2019.04.018> 22328 e3.
427. Krmpotic K, Weisser C, O'Hanley A, Soder C. Incidence and outcomes of severe anaphylaxis in paediatric patients in Atlantic Canada. *J Pediatr Intensive Care* 2019;8: 1136, doi: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0039-1683869>.
428. Maa T, Scherzer DJ, Harwayne-Gidansky I, et al. Prevalence of Errors in Anaphylaxis in Kids (PEAK): a multicenter simulation-based study. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2020;8: doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jaip.2019.11.013> 123946 e3.

429. Choi YJ, Kim J, Jung JY, Kwon H, Park JW. Underuse of epinephrine for pediatric anaphylaxis victims in the emergency department: a population-based study. *Allergy Asthma Immunol Res* 2019; 11:52937, doi:<http://dx.doi.org/10.4168/aa.2019.11.4.529>.
430. Cohen N, Capua T, Pivko D, Ben-Shoshan M, Benor S, Rimon A. Trends in the diagnosis and management of anaphylaxis in a tertiary care pediatric emergency department. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2018; 121:34852, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ana.2018.06.033>.
431. Ruiz Oropeza A, Lassen A, Halken S, Bindslev-Jensen C, Mortz CG. Anaphylaxis in an emergency care setting: a one year prospective study in children and adults. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2017; 25:111, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13049-017-0402-0>.
432. Michelson KA, Monuteaux MC, Neuman MI. Glucocorticoids and hospital length of stay for children with anaphylaxis: a retrospective study. *J Pediatr* 2015;167: doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.05.033> 71924 e13.
433. Fleming JT, Clark S, Camargo Jr. CA, Rudders SA. Early treatment of food-induced anaphylaxis with epinephrine is associated with a lower risk of hospitalization. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2015; 3:5762, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jaip.2014.07.004>.
434. van der Valk JPM, Berends I, Gerth van Wijk R, et al. Small percentage of anaphylactic reactions treated with epinephrine during food challenges in Dutch children. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2018; 120:3003, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ana.2017.08.018>.
435. Ninchoji T, Iwatani S, Nishiyama M, et al. Current situation of treatment for anaphylaxis in a Japanese pediatric emergency center. *Pediatr Emerg Care* 2018;34: e647, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000000691>.
436. Dubus JC, Le MS, Vitte J, et al. Use of epinephrine in emergency department depends on anaphylaxis severity in children. *Eur J Pediatr* 2019; 178:6975, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00431-018-3246-3>.
437. Sidhu N, Jones S, Perry T, et al. Evaluation of anaphylaxis management in a pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 2016; 32:50813, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000000864>.
438. Robinson M, Greenhawt M, Stukus DR. Factors associated with epinephrine administration for anaphylaxis in children before arrival to the emergency department. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2017; 119:1649, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ana.2017.06.001>.
439. Latimer AJ, Husain S, Nolan J, et al. Syringe administration of epinephrine by emergency medical technicians for anaphylaxis. *Prehosp Emerg Care* 2018; 22:31925, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10903127.2017.1392667>.
440. Cristiano LM, Hiestand B, Caldwell JW, et al. Prehospital administration of epinephrine in pediatric anaphylaxis a statewide perspective. *Prehosp Emerg Care* 2018; 22:4526, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/10903127.2017.1399184>.
441. Carrillo E, Hern HG, Barger J. Prehospital administration of epinephrine in pediatric anaphylaxis. *Prehosp Emerg Care* 2016; 20:23944, doi: <http://dx.doi.org/10.3109/10903127.2015.1086843>.
442. Andrew E, Nehme Z, Bernard S, Smith K. Pediatric anaphylaxis in the prehospital setting: incidence, characteristics, and management. *Prehosp Emerg Care* 2018; 22:44551, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10903127.2017.1402110>.
443. Kim L, Nevis IF, Tsai G, et al. Children under 15kg with food allergy may be at risk of having epinephrine auto-injectors administered into bone. *Allergy Asthma Clin Immunol* 2014; 10:40, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/1710-1492-10-40>.
444. Topal E, Bakirtas A, Yilmaz O, et al. Anaphylaxis in infancy compared with older children. *Allergy Asthma Proc* 2013; 34:2338, doi:<http://dx.doi.org/10.2500/aap.2013.34.3658>.
445. Grabenhenrich LB, Dolle S, Moneret-Vautrin A, et al. Anaphylaxis in children and adolescents: the European anaphylaxis registry. *J Allergy Clin Immunol* 2016;137: doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2015.11.015> 112837 e1.
446. Loprinzi Brauer CE, Motosue MS, Li JT, et al. Prospective validation of the NIAID/FAAN criteria for emergency department diagnosis of anaphylaxis. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2016; 4:12206, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jaip.2016.06.003>.
447. Mintegi S, Azkunaga B, Prego J, et al. International epidemiological differences in acute poisonings in pediatric emergency departments. *Pediatr Emerg Care* 2019; 35:507, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001031>.
448. Avau B, Borra V, Vanhove AC, Vandekerckhove P, De Paepe P, De Buck E. First aid interventions by laypeople for acute oral poisoning. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;12:CD013230, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD013230>.
449. Mintegi S, Dalziel SR, Azkunaga B, et al. International variability in gastrointestinal decontamination with acute poisonings. *Pediatrics* 2017;140: doi: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2017-0006>.
450. Quinn N, Palmer CS, Bernard S, Noonan M, Teague WJ. Thoracostomy in children with severe trauma: an overview of the paediatric experience in Victoria, Australia. *EMA Emerg Med Australas* 2020; 32:11726, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/1742-6723.13392>.

451. Terboven T, Leonhard G, Wessel L, et al. Chest wall thickness and depth to vital structures in paediatric patients implications for prehospital needle decompression of tension pneumothorax. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2019; 27:45, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13049-019-0623-5>.
452. Leonhard G, Overhoff D, Wessel L, et al. Determining optimal needle size for decompression of tension pneumothorax in children a CTbased study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2019; 27:90, doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s13049-019-0671-x>. 808. American College of Surgeons Committee on Trauma. *Advanced Trauma Life Support1 Student Course Manual*. 10th Edition Chicago, US: American College of Surgeons; 2018 ISBN 78-0-9968262-3-5.
453. Pelland-Marcotte MC, Tucker C, Klaassen A, et al. Outcomes and risk factors of massive and submassive pulmonary embolism in children: a retrospective cohort study. *Lancet Haematol* 2019;6:e14453, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S2352-3026\(18\)30224-2](http://dx.doi.org/10.1016/S2352-3026(18)30224-2).
454. Morgan JK, Brown J, Bray RM. Resilience as a moderating factor between stress and alcohol-related consequences in the Army National Guard. *Addict Behav* 2018; 80:227, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.addbeh.2018.01.002>.
455. Belsky J, Warren P, Stanek J, Kumar R. Catheter-directed thrombolysis for submassive pulmonary embolism in children: a case series. *Pediatr Blood Cancer* 2020;67: e28144, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/pbc.28144>.
456. Akam-Venkata J, Forbes TJ, Schreiber T, et al. Catheter-directed therapy for acute pulmonary embolism in children. *Cardiol Young* 2018;17, doi:<http://dx.doi.org/10.1017/S1047951118002135>.
457. Kayashima K. Factors affecting survival in pediatric cardiac tamponade caused by central venous catheters. *J Anesth* 2015; 29:94452, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00540-015-2045-5>.
458. Jat KR, Lodha R, Kabra SK. Arrhythmias in children. *Indian J Pediatr* 2011; 78:2118, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s12098-010-0276-x>.
459. Baruteau AE, Perry JC, Sanatani S, Horie M, Dubin AM. Evaluation and management of bradycardia in neonates and children. *Eur J Pediatr* 2016; 175:15161, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00431-015-2689-z>.
460. Eisa L, Passi Y, Lerman J, Raczka M, Heard C. Do small doses of atropine (<0.1mg) cause bradycardia in young children? *Arch Dis Child* 2015; 100:6848, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild2014-307868>.
461. Brugada J, Blom N, Sarquella-Brugada G, et al. Pharmacological and non-pharmacological therapy for arrhythmias in the pediatric population: EHRA and AEPC-Arrhythmia Working Group joint consensus statement. *Europace* 2013; 15:133782, doi:<http://dx.doi.org/10.1093/europace/eut082>.
462. Brugada J, Katritsis DG, Arbelo E, et al. 2019 ESC Guidelines for the management of patients with supraventricular tachycardia the task force for the management of patients with supraventricular tachycardia of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2020; 41:655720, doi:<http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehz467>.
463. BET 1: Intraosseous adenosine for the termination of paroxysmal supraventricular tachycardia in children. *Emerg Med* 2014; 31:6045, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/emered-2014-203947.1>.
464. Quail MA, Till J. Question 3 Does a higher initial dose of adenosine improve cardioversion rates in supraventricular tachycardia? *Arch Dis Child* 2012; 97:1779, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild2011-301079>.
465. Campbell M, Buitrago SR. BET 2: Ice water immersion, other vagal manoeuvres or adenosine for SVT in children. *Emerg Med* 2017; 34:5860, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/emered-2016-206487.2>.
466. Richardson C, Silver ES. Management of supraventricular tachycardia in infants. *Paediatr Drugs* 2017; 19:53951, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s40272-017-0254-0>.
467. Bronzetti G, Brighenti M, Mariucci E, et al. Upside-down position for the out of hospital management of children with supraventricular tachycardia. *Int J Cardiol* 2018; 252:1069, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.10.120>.
468. Gill BU, Bukhari SN, Rashid MA, Saleemi MS, Zaffar MZ. Comparing the efficacy of intravenous adenosine and verapamil in termination of acute paroxysmal supra ventricular tachycardia. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 2014; 26:2931 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25358211>).
469. Clausen H, Theophilos T, Jackno K, Babl FE. Paediatric arrhythmias in the emergency department. *Emerg Med* 2012; 29:7327, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/emered-2011-200242>.
470. Chrysostomou C, Morell VO, Wearden P, Sanchez-de-Toledo J, Jooste EH, Beerman L. Dexmedetomidine: therapeutic use for the termination of reentrant supraventricular tachycardia. *Congenit Heart Dis* 2013; 8:4856, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-0803.2012.00669.x>.
471. Moffett BS, Lupo PJ, delaUz CM, et al. Efficacy of digoxin in comparison with propranolol for treatment of infant supraventricular tachycardia: analysis of a large, national database. *Cardiol Young* 2015; 25:10805, doi:<http://dx.doi.org/10.1017/S1047951114001619>.
472. Qureshi AU, Hyder SN, Sheikh AM, Sadiq M. Optimal dose of adenosine effective for supraventricular tachycardia in children. *J Coll Physicians Surg Pak* 2012; 22:64851, doi:<http://dx.doi.org/10.2012/JCPSP.648651>.

473. Chu PY, Hill KD, Clark RH, Smith PB, Hornik CP. Treatment of supraventriculartachycardia in infants: analysis of a large multicenter database. *Early Hum Dev* 2015; 91:34550, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2015.04.001.
474. Diaz-Parra S, Sanchez- Yanez P, Zabala-Arguelles I, et al. Use of adenosine in the treatment of supraventricular tachycardia in a pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 2014; 30:38893, doi:http://dx.doi.org/10.1097/PEC.000000000000144.
475. Morello ML, Khoury PR, Knilans TK, et al. Risks and outcomes of direct current cardioversion in children and young adults with congenital heart disease. *Pacing Clin Electrophysiol* 2018;41:4729, doi:http://dx.doi.org/10.1111/pace.13315.
476. Lewis J, Arora G, Tudorascu DL, Hickey RW, Saladino RA, Manole MD. Acute management of refractory and unstable pediatric supraventricular tachycardia. *J Pediatr* 2017;181: doi: http://dx.doi. org/10.1016/j.jpeds.2016.10.05117782 e2.
477. Kim JH, Jung JY, Lee SU, Park JW, Choi JY. Delayed adenosine therapy is associated with the refractory supraventriculartachycardia in children. *Am J Emerg Med* 2020; 38:22916, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2019.10.018.
478. Weberding NT, Saladino RA, Minnigh MB, et al. Adenosine administration with a stopcock technique delivers lower-thanintended drug doses. *Ann Emerg Med* 2018; 71:2204, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2017.09.002.
479. Palatinus JA, Lieber SB, Joyce KE, Richards JB. Extracorporeal membrane oxygenation support for hypokalemia-induced cardiac arrest: a case report and review of the literature. *J Emerg Med* 2015; 49:15964, doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jemermed.2015.02.046.
480. Rehman Siddiqu NU, Merchant Q, Hasan BS, et al. Comparison of enteral versus intravenous potassium supplementation in hypokalaemia in paediatric patients in intensive care post cardiac surgery: open-label randomised equivalence trial (EIPS). *BMJ Open* 2017;7: e011179, doi:http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011179.
481. Amirnovin R, Lieu P, Imperial-Perez F, Taketomo C, Markovitz BP, Moromisato DY. Safety, efficacy, and timeliness of intravenous potassium chloride replacement protocols in a pediatric cardiothoracic intensive care unit. *J Intensive Care Med* 2020; 35:3717, doi: http://dx.doi.org/10.1177/0885066617752659.
482. Knudson JD, Lowry AW, Price JF, Moffett BS. Response to intravenous potassium chloride supplementation in pediatric cardiac intensive care patients. *Pediatr Cardiol* 2013; 34:88792, doi:http://dx.doi.org/10.1007/s00246-012-0565-4.
483. Varallo FR, Trombotto V, Lucchetta RC, Mastroianni PC. Efficacy and safety of the pharmacotherapy used in the management of hyperkalemia: a systematic review. *Pharm Pract (Granada)* 2019; 17:1361, doi:http://dx.doi.org/10.18549/PharmPract.2019.1.1361.
484. Depret F, Peacock WF, Liu KD, Rafique Z, Rossignol P, Legrand M. Management of hyperkalemia in the acutely ill patient. *Ann Intensive Care* 2019; 9:32, doi:http://dx.doi.org/10.1186/s13613-019-0509-8.
485. Chime NO, Luo X, McNamara L, Nishisaki A, Hunt EA. A survey demonstrating lack of consensus on the sequence of medications for treatment of hyperkalemia among pediatric critical care providers. *Pediatr Crit Care Med* 2015; 16:4049, doi:http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000000384.
486. Howard-Quijano KJ, Stiegler MA, Huang YM, Canales C, Steadman RH. Anesthesiology residents' performance of pediatric resuscitation during a simulated hyperkalemic cardiac arrest. *Anesthesiology* 2010; 112:9937, doi:http://dx.doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181d31f8e.
487. Arnholt AM, Duval- Arnould JM, McNamara LM, Rosen MA, Singh K, Hunt EA. Comparatively evaluating medication preparation sequences fortreatment of hyperkalemia in pediatric cardiac arrest: a prospective, randomized, simulation-based study. *Pediatr Crit Care Med* 2015;16: e22430, doi:http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000000497.
488. Lee J, Moffett BS. Treatment of pediatric hyperkalemia with sodium polystyrene sulfonate. *Pediatr Nephrol* 2016; 31:21137, doi:http://dx.doi.org/10.1007/s00467-016-3414-5.
489. Abraham MB, Jones TW, Naranjo D, et al. ISPAD clinical practice consensus guidelines 2018: assessment and management of hypoglycemia in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes* 2018; 19:17892, doi:http://dx.doi.org/10.1111/pedi.12698.
490. Weston PJ, Harris DL, Battin M, Brown J, Hegarty JE, Harding JE. Oral dextrose gel for the treatment of hypoglycaemia in newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; CD011027, doi:http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD011027.pub2.
491. DeBuckE, BorraV, Carlson JN, Zideman DA, SingletaryEM, DjarvT. First aid glucose administration routes for symptomatic hypoglycaemia. *Cochrane Database Syst Rev* 2019;4:CD013283, doi:http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD013283.pub2.

492. Kim SY. Endocrine and metabolic emergencies in children: hypocalcemia, hypoglycemia, adrenal insufficiency, and metabolic acidosis including diabetic ketoacidosis. *Ann Pediatr Endocrinol Metab* 2015; 20:17986, doi:<http://dx.doi.org/10.6065/apem.2015.20.4.179>.
493. Rostykus P, Kennel J, Adair K, et al. Variability in the treatment of prehospital hypoglycemia: a structured review of EMS protocols in the United States. *Prehosp Emerg Care* 2016; 20:52430, doi:<http://dx.doi.org/10.3109/10903127.2015.1128031>.
494. Remick K, Redgate C, Ostermayer D, Kaji AH, Gausche-Hill M. Prehospital glucose testing for children with seizures: a proposed change in management. *Prehosp Emerg Care* 2017; 21:21621, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10903127.2016.1218979>.
495. Walsh BM, Gangadharan S, Whitfill T, et al. Safety threats during the care of infants with hypoglycemic seizures in the emergency department: a multicenter, simulation-based prospective cohort study. *J Emerg Med* 2017;53: doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jemermed.2017.04.028> 46774 e7.
496. Sherr JL, Ruedy KJ, Foster NC, et al. Glucagon nasal powder: a promising alternative to intramuscular glucagon in youth with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2016; 39:55562, doi:<http://dx.doi.org/10.2337/dc15-1606>.
497. Singletary EM, Zideman DA, Bendall JC, et al. 2020 international consensus on first aid science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2020;156: A24082, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.09.016>.
498. Lipman GS, Gaudio FG, Eifling KP, Ellis MA, Otten EM, Grissom CK. Wilderness medical society clinical practice guidelines for the prevention and treatment of heat illness: 2019 update. *Wilderness Environ Med* 2019;30: S3346, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.wem.2018.10.004>.
499. Tate RC, Selde W. Heat trap. How to treat vehicular hyperthermia in children. *JEMS* 2013;38: 368, 40, 42. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24159737>).
500. Rosenberg H, Pollock N, Schiemann A, Bulger T, Stowell K. Malignant hyperthermia: a review. *Orphanet J Rare Dis* 2015; 10:93, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13023-015-0310-1>.
501. Jardine DS. Heat illness and heat stroke. *Pediatr Rev* 2007; 28:24958, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/pir.28-7-249>.
502. Nelson P, Litman RS. Malignant hyperthermia in children: an analysis of the North American malignant hyperthermia registry. *Anesth Analg* 2014; 118:36974, doi: <http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0b013e3182a8fad0>.
503. Adato B, Dubnov-Raz G, Gips H, Heled Y, Epstein Y. Fatal heat stroke in children found in parked cars: autopsy findings. *Eur J Pediatr* 2016; 175:124952, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00431-016-2751-5>.
504. Natsume J, Hamano SI, Iyoda K, et al. New guidelines for management of febrile seizures in Japan. *Brain Dev* 2017; 39:29, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.braindev.2016.06.003>.
505. Glauser T, Shinnar S, Gloss D, et al. Evidence-based guideline: treatment of convulsive status epilepticus in children and adults: report of the guideline committee of the American epilepsy society. *Epilepsy Curr* 2016; 16:4861, doi:<http://dx.doi.org/10.5698/1535-7597-16.1.48>.
506. Health NSW. Infants and Children Acute Management of Seizures. New South Wales Health. (Accessed 07 June 2018, at https://www1.health.nsw.gov.au/pds/ActivePDS/Documents/GL2018_015.pdf).
507. Li L, Zhang Y, Jia L, et al. Levetiracetam versus phenytoin for the treatment of established status epilepticus: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Seizure* 2020; 78:438, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.seizure.2020.03.002>.
508. Chen D, Bian H, Zhang L. A meta-analysis of levetiracetam for randomized placebo-controlled trials in patients with refractory epilepsy. *Neuropsychiatr Dis Treat* 2019; 15:90517, doi: <http://dx.doi.org/10.2147/NDT.S188111>.
509. Sanchez Fernandez I, Gainza-Lein M, Lamb N, Loddenkemper T. Meta-analysis and cost-effectiveness of second-line antiepileptic drugs for status epilepticus. *Neurology* 2019;92: e233948, doi: <http://dx.doi.org/10.1212/WNL.00000000000007503>.
510. Brigo F, Bragazzi NL, Bacigaluppi S, Nardone R, Trinka E. Is intravenous lorazepam really more effective and safe than intravenous diazepam as first-line treatment for convulsive status epilepticus? A systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Epilepsy Behav* 2016; 64:2936, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.yebeh.2016.09.020>.
511. Ortiz de la Rosa JS, Ladino LD, Rodriguez PJ, Rueda MC, Polania JP, Castaneda AC. Efficacy of lacosamide in children and adolescents with drug-resistant epilepsy and refractory status epilepticus: a systematic review. *Seizure* 2018; 56:3440, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seizure.2018.01.014>.
512. Uppal P, Cardamone M, Lawson JA. Outcomes of deviation from treatment guidelines in status epilepticus: a systematic review. *Seizure* 2018; 58:14753, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seizure.2018.04.005>.
513. Au CC, Branco RG, Tasker RC. Management protocols for status epilepticus in the pediatric emergency room: systematic review article. *J Pediatr* 2017; 93:8494, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.08.004>.

514. Zhao ZY, Wang HY, Wen B, Yang ZB, Feng K, Fan JC. A Comparison of Midazolam, Lorazepam, and Diazepam for the treatment of status epilepticus in children: a network meta-analysis. *J Child Neurol* 2016; 31:1093107, doi:<http://dx.doi.org/10.1177/0883073816638757>.
515. Trinka E, Hofler J, Zerbs A, Brigo F. Efficacy and safety of intravenous valproate for status epilepticus: a systematic review. *CNS Drugs* 2014; 28:62339, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s40263-014-0167-1>.
516. Strzelczyk A, Zollner JP, Willems LM, et al. Lacosamide in status epilepticus: systematic review of current evidence. *Epilepsia* 2017; 58:93350, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/epi.13716>.
517. Jain P, Sharma S, Dua T, Barbui C, Das RR, Aneja S. Efficacy and safety of anti-epileptic drugs in patients with active convulsive seizures when no IV access is available: systematic review and metaanalysis. *Epilepsy Res* 2016; 122:4755, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.eplepsyres.2016.02.006>.
518. McTague A, Martland T, Appleton R. Drug management for acute tonic-clonic convulsions including convulsive status epilepticus in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;1:CD001905, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD001905.pub3>.
519. Alshehri A, Abulaban A, Bokhari R, et al. Intravenous versus nonintravenous benzodiazepines for the cessation of seizures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Acad Emerg Med* 2017; 24:87583, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/acem.13190>.
520. Sanchez Fernandez I, Goodkin HP, Scott RC. Pathophysiology of convulsive status epilepticus. *Seizure* 2019; 68:1621, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.seizure.2018.08.002>.
521. Ciccone O, Mathews M, Birbeck GL. Management of acute seizures in children: a review with special consideration of care in resource-limited settings. *Afr J Emerg Med* 2017;7: S39, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.afjem.2017.09.003>.
522. Silverman EC, Sporer KA, Lemieux JM, et al. Prehospital care for the adult and pediatric seizure patient: current evidence-based recommendations. *West J Emerg Med* 2017; 18:41936, doi:<http://dx.doi.org/10.5811/westjem.2016.12.32066>.
523. Lawton B, Davis T, Goldstein H, Tagg A. An update in the initial management of paediatric status epilepticus. *Curr Opin Pediatr* 2018; 30:35963, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/MOP.0000000000000616>.
524. Stredny CM, Abend NS, Loddenkemper T. Towards acute pediatric status epilepticus intervention teams: do we need “Seizure Codes”? *Seizure* 2018; 58:13340, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.seizure.2018.04.011>.
525. Smith DM, McGinnis EL, Walleigh DJ, Abend NS. Management of status epilepticus in children. *J Clin Med* 2016; doi:<http://dx.doi.org/10.3390/jcm5040047>.
526. Kapur J, Elm J, Chamberlain JM, et al. Randomized trial of three anticonvulsant medications for status epilepticus. *N Engl J Med* 2019; 381:210313, doi: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1905795>.
527. Alansari K, Barkat M, Mohamed AH, Al Jawala SA, Othman SA. Intramuscular versus buccal midazolam for pediatric seizures: a randomized double-blinded trial. *Pediatr Neurol* 2020; 109:2834, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2020.03.011>.
528. Vignesh V, Rameshkumar R, Mahadevan S. Comparison of Phenytoin, Valproate and Levetiracetam in pediatric convulsive status epilepticus: a randomized double-blind controlled clinical trial. *Indian Pediatr* 2020; 57:2227 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32198861>).
529. Chamberlain JM, Kapur J, Shinnar S, et al. Efficacy of levetiracetam, fosphenytoin, and valproate for established status epilepticus by age group (ESETT): a double-blind, responsive-adaptive, randomized controlled trial. *Lancet* 2020; 395:121724, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30611-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30611-5).
530. Chamberlain DB, Chamberlain JM. Making sense of a negative clinical trial result: a bayesian analysis of a clinical trial of lorazepam and diazepam for pediatric status epilepticus. *Ann Emerg Med* 2017; 69:11724, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2016.08.449>.
531. Portela JL, Garcia PC, Piva JP, et al. Intramuscular midazolam versus intravenous diazepam for treatment of seizures in the pediatric emergency department: a randomized clinical trial. *Med Intensiva* 2015; 39:1606, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2014.04.003>.
532. Singh K, Aggarwal A, Faridi MMA, Sharma S. IV Levetiracetam versus IV phenytoin in childhood seizures: a randomized controlled trial. *J Pediatr Neurosci* 2018; 13:15864, doi:http://dx.doi.org/10.4103/jpn.JPN_126_17.
533. Khajeh A, Yaghoubinia F, Yaghoubi S, Fayyazi A, Miri Aliabad G. Comparison of the effect of phenobarbital versus sodium valproate in management of children with status epilepticus. *Iran J Child Neurol* 2018; 12:8593 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30279711>).
534. Lyttle MD, Rainford NEA, Gamble C, et al. Levetiracetam versus phenytoin for second-line treatment of paediatric convulsive status epilepticus (EcLiPSE): a multicentre, open-label, randomised trial. *Lancet* 2019; 393:212534, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30724-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30724-X).

535. Birbeck GL, Herman ST, Capparelli EV, et al. A clinical trial of enteral Levetiracetam for acute seizures in pediatric cerebral malaria. *BMC Pediatr* 2019; 19:399, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s12887-019-1766-2>. Wani G, Imran A, Dhawan N, Gupta A, Giri JI. Levetiracetam versus phenytoin in children with status epilepticus. *J Family Med Prim Care*. 2019;8:336771, doi:http://dx.doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_750_19.
536. 2019;8:336771, doi:http://dx.doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_750_19.
537. Silbergleit R, Elm JJ. Levetiracetam no better than phenytoin in children with convulsive status epilepticus. *Lancet* 2019; 393:21012, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30896-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30896-7).
538. Momen AA, Azizi Malamiri R, Nikkhah A, et al. Efficacy and safety of intramuscular midazolam versus rectal diazepam in controlling status epilepticus in children. *Eur J Paediatr Neurol* 2015; 19:14954, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejpn.2014.11.007>.
539. Welch RD, Nicholas K, Durkalski-Mauldin VL, et al. Intramuscular midazolam versus intravenous lorazepam for the prehospital treatment of status epilepticus in the pediatric population. *Epilepsia* 2015; 56:25462, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/epi.12905>.
540. Burman RJ, Ackermann S, Shapson-Coe A, Ndong A, Buys H, Wilmschurst JM. A comparison of parenteral phenobarbital vs. parenteral phenytoin as second-line management for pediatric convulsive status epilepticus in a resource- limited setting. *Front Neurol* 2019; 10:506, doi:<http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2019.00506>.
541. Noureen N, Khan S, Khursheed A, et al. Clinical efficacy and safety of injectable levetiracetam versus phenytoin as second-line therapy in the management of generalized convulsive status epilepticus in children: an open-label randomized controlled trial. *J Clin Neurol* 2019; 15:46872, doi:<http://dx.doi.org/10.3988/jcn.2019.15.4.468>.
542. Dalziel SR, Borland ML, Furyk J, et al. Levetiracetam versus phenytoin for second-line treatment of convulsive status epilepticus in children (ConSEPT): an open-label, multicentre, randomized controlled trial. *Lancet* 2019; 393:213545, doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)30722-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30722-6).
543. Chiarello D, Duranti F, Lividini A, et al. Clinical characterization of status epilepticus in childhood: a retrospective study in 124 patients. *Seizure* 2020; 78:12733, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.seizure.2020.03.019>.
544. Wang T, Wang J, Dou Y, et al. Clinical characteristics and prognosis in a large paediatric cohort with status epilepticus. *Seizure* 2020; 80:511, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.seizure.2020.04.001>.
545. Sanchez Fernandez I, Abend NS, Agadi S, et al. Time from convulsive status epilepticus onset to anticonvulsant administration in children. *Neurology* 2015; 84:230411, doi:<http://dx.doi.org/10.1212/WNL.0000000000001673>.
546. Lee YJ, Yum MS, Kim EH, Ko TS. Intravenous levetiracetam versus phenobarbital in children with status epilepticus or acute repetitive seizures. *Korean J Pediatr* 2016; 59:359, doi:<http://dx.doi.org/10.3345/kjp.2016.59.1.35>.
547. Incecik F, Horoz OO, Herguner OM, et al. Intravenous levetiracetam in critically ill children. *Ann Indian Acad Neurol* 2016; 19:7982, doi: <http://dx.doi.org/10.4103/0972-2327.167702>.
548. Johnson PN, Nguyen A, Neely SB, Johnson M. Intramuscular lorazepam for status epilepticus in children with complex medical and physical disabilities. *Ann Pharmacother* 2017; 51:65662, doi:<http://dx.doi.org/10.1177/1060028017706522>.
549. Santhanam I, Yoganathan S, Sivakumar VA, Ramakrishnamurugan R, Sathish S, Thandavarayan M. Predictors of outcome in children with status epilepticus during resuscitation in pediatric emergency department: a retrospective observational study. *Ann Indian Acad Neurol* 2017; 20:1428, doi:http://dx.doi.org/10.4103/aian.AIAN_369_16.
550. Nishiyama M, Nagase H, Tomioka K, et al. Fosphenytoin vs. continuous midazolam for pediatric febrile status epilepticus. *Brain Dev* 2018; 40:88490, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.braindev.2018.08.001>.
551. Ulusoy E, Duman M, Turker HD, et al. The effect of early midazolam infusion on the duration of pediatric status epilepticus patients. *Seizure* 2019; 71:505, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seizure.2019.06.011>.
552. Theusinger OM, Schenk P, Dette-Oltmann K, Mariotti S, Baulig W. Treatment of seizures in children and adults in the emergency medical system of the city of Zurich, Switzerland Midazolam vs. Diazepam a retrospective analysis. *J Emerg Med* 2019; 57:34553, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jemermed.2019.05.036>.
553. Tasker RC, Goodkin HP, Sanchez Fernandez I, et al. Refractory status epilepticus in children: intention to treat with continuous infusions of Midazolam and Pentobarbital. *Pediatr Crit Care Med* 2016; 17:96875, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000000900>.
554. Shtull-Leber E, Silbergleit R, Meurer WJ. Pre-hospital midazolam for benzodiazepine-treated seizures before and after the rapid anticonvulsant medication prior to arrival trial: a national observational cohort study. *PLOS ONE* 2017;12: e0173539, doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0173539>.
555. Gurcharran K, Grinspan ZM. The burden of pediatric status epilepticus: epidemiology, morbidity, mortality, and costs. *Seizure* 2019; 68:38, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.seizure.2018.08.021>.

556. Isguder R, Guzel O, Ceylan G, Yilmaz U, Agin H. A comparison of intravenous levetiracetam and valproate for the treatment of refractory status epilepticus in children. *J Child Neurol* 2016; 31:11206, doi:<http://dx.doi.org/10.1177/0883073816641187>.
557. Olasveengen TM, Mancini ME, Perkins GD, et al. Adult basic life support: international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2020;156: A3579, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.09.010>.
558. Zhan L, Yang LJ, Huang Y, He Q, Liu GJ. Continuous chest compression versus interrupted chest compression for cardiopulmonary resuscitation of non-asphyxial out-of-hospital cardiac arrest. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;3:CD010134, doi: <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD010134.pub2>.
559. Maeda T, Yamashita A, Myojo Y, Wato Y, Inaba H. Augmented survival of out-of-hospital cardiac arrest victims with the use of mobile phones for emergency communication under the DA- CPR protocol getting information from callers beside the victim. *Resuscitation* 2016; 107:807, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.08.010>.
560. Steensberg AT, Eriksen MM, Andersen LB, et al. Bystander capability to activate speaker function for continuous dispatcher assisted CPR in case of suspected cardiac arrest. *Resuscitation* 2017; 115:525, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.04.002>.
561. Mortensen RB, Hoyer CB, Pedersen MK, Brindley PG, Nielsen JC. Comparison of the quality of chest compressions on a dressed versus an undressed manikin: a controlled, randomised, cross-over simulation study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2010; 18:16, doi: <http://dx.doi.org/10.1186/1757-7241-18-16>.
562. Birkenes TS, Myklebust H, Kramer-Johansen J. Time delays and capability of elderly to activate speaker function for continuous telephone CPR. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013; 21:40, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/1757-7241-21-40>.
563. Eisenberg Chavez D, Meischke H, Painter I, Rea TD. Should dispatchers instruct lay bystanders to undress patients before performing CPR? A randomized simulation study. *Resuscitation* 2013; 84:97981, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.12.010>.
564. Tobin JM, Ramos WD, Greenshields J, et al. Outcome of conventional bystander cardiopulmonary resuscitation in cardiac arrest following drowning. *Prehosp Disaster Med* 2020; 35:1417, doi:<http://dx.doi.org/10.1017/S1049023X20000060>.
565. Naim MY, Burke RV, McNally BF, et al. Association of bystander cardiopulmonary resuscitation with overall and neurologically favorable survival after pediatric out-of-hospital cardiac arrest in the united states: a report from the cardiac arrest registry to enhance survival surveillance registry. *JAMA Pediatr* 2017; 171:13341, doi: <http://dx.doi.org/10.1001/jamapediatrics.2016.3643>.
566. Fukuda T, Ohashi- Fukuda N, Kobayashi H, et al. Conventional versus compression-only versus no-bystander cardiopulmonary resuscitation for pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2016; 134:206070, doi:<http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023831>.
567. Sutton RM, Reeder RW, Landis WP, et al. Ventilation rates and pediatric in-hospital cardiac arrest survival outcomes. *Crit Care Med* 2019; 47:162736, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000003898>.
568. Derkenne C, Jost D, Thabouillot O, et al. Improving emergency call detection of out-of-hospital cardiac arrests in the greater paris area: efficiency of a global system with a new method of detection. *Resuscitation* 2020; 146:3442, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.10.038>.
569. Donoghue AJ, Kou M, Good GL, et al. Impact of personal protective equipment on pediatric cardiopulmonary resuscitation performance: a controlled trial. *Pediatr Emerg Care* 2020; 36:26773, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000002109>.
570. De Maio VJ, Osmond MH, Stiell IG, et al. Epidemiology of out-of hospital pediatric cardiac arrest due to trauma. *Prehosp Emerg Care* 2012; 16:2306, doi: <http://dx.doi.org/10.3109/10903127.2011.640419>.
571. Vassallo J, Webster M, Barnard EBG, Lyttle MD, Smith JE, Peruki. Epidemiology and aetiology of paediatric traumatic cardiac arrest in England and Wales. *Arch Dis Child* 2019; 104:43743, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-314985>.
572. Deasy C, Bray J, Smith K, et al. Paediatric traumatic out-of-hospital cardiac arrests in Melbourne, Australia. *Resuscitation* 2012; 83:4715, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.11.009>.
573. Barnard EBG, Sandbach DD, Nicholls TL, Wilson AW, Ercole A. Prehospital determinants of successful resuscitation after traumatic and non-traumatic out-of- hospital cardiac arrest. *Emerg Med* 2019; 36:3339, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/emermed-2018-208165>.

574. Lu CH, Fang PH, Lin CH. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation for traumatic patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2019; 27:97, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13049-019-0679-2>.
575. Balhara KS, Bustamante ND, Selvam A, et al. Bystander assistance for trauma victims in low- and middle-income countries: a systematic review of prevalence and training interventions. *Prehosp Emerg Care* 2019; 23:389410, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/10903127.2018.1513104>.
576. Lin CH, Chiang WC, Ma MH, Wu SY, Tsai MC, Chi CH. Use of automated external defibrillators in patients with traumatic out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2013; 84:58691, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.09.028>.
577. Tibballs J, Weeraratna C. The influence of time on the accuracy of healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest by pulse palpation. *Resuscitation* 2010; 81:6715, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.01.030> [in Eng].
578. O'Connell KJ, Keane RR, Cochrane NH, et al. Pauses in compressions during pediatric CPR: Opportunities for improving CPR quality. *Resuscitation* 2019; 145:15865, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.08.015>.
579. Donoghue A, Berg RA, Hazinski MF, Praetgaard AH, Roberts K, Nadkarni VM. Cardiopulmonary resuscitation for bradycardia with poor perfusion versus pulseless cardiac arrest. *Pediatrics* 2009; 124:15418, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2009-0727> [in Eng]. *peds.2009-0727* [pii].
580. Considine J, Gazmuri RJ, Perkins GD, et al. Chest compression components (rate, depth, chest wall recoil and leaning): a scoping review. *Resuscitation* 2020; 146:188202, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.08.042>.
581. Manrique G, Gonzalez A, Iguiniz M, et al. Quality of chest compressions during pediatric resuscitation with 15:2 and 30:2 compressions-to-ventilation ratio in a simulated scenario. *Sci Rep* 2020; 10:6828, doi:<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-63921-9>.
582. Gregson RK, Cole TJ, Skellett S, Bagkeris E, Welsby D, Peters MJ. Randomised crossover trial of rate feedback and force during chest compressions for paediatric cardiopulmonary resuscitation. *Arch Dis Child* 2017; 102:4039, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2016-310691>.
583. Kandasamy J, Theobald PS, Maconochie IK, Jones MD. Can realtime feedback improve the simulated infant cardiopulmonary resuscitation performance of basic life support and lay rescuers? *Arch Dis Child* 2019; 104:793801, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-316576>.
584. Cheng A, Hunt EA, Grant D, et al. Variability in quality of chest compressions provided during simulated cardiac arrest across nine pediatric institutions. *Resuscitation* 2015; 97:139, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.08.024>.
585. Zimmerman E, Cohen N, Maniaci V, Pena B, Lozano JM, Linares M. Use of a metronome in cardiopulmonary resuscitation: a simulation study. *Pediatrics* 2015; 136:90511, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2015-1858>.
586. Lin Y, Cheng A, Grant VJ, Currie GR, Hecker KG. Improving CPR quality with distributed practice and real-time feedback in pediatric healthcare providers a randomized controlled trial. *Resuscitation* 2018; 130:612, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.06.025>.
587. Haque IU, Udassi JP, Udassi S, Theriaque DW, Shuster JJ, Zaritsky AL. Chest compression quality and rescuer fatigue with increased compression to ventilation ratio during single rescuer pediatric CPR. *Resuscitation* 2008; 79:829, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2008.04.026> [in Eng]. S0300-9572(08)00463-2 [pii].
588. Sutton RM, Reeder RW, Landis W, et al. Chest compression rates and pediatric in-hospital cardiac arrest survival outcomes. *Resuscitation* 2018; 130:15966, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.07.015>.
589. Braga MS, Dominguez TE, Pollock AN, et al. Estimation of optimal CPR chest compression depth in children by using computer tomography. *Pediatrics* 2009; 124: e6974, doi: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2009-0153> [in Eng]. 124/1/e69 [pii].
590. Kao PC, Chiang WC, Yang CW, et al. What is the correct depth of chest compression for infants and children? A radiological study. *Pediatrics* 2009; 124:4955, doi: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2008-2536> [in Eng]. 124/1/49 [pii].
591. Skogvoll E, Nordseth T, Sutton RM, et al. Factors affecting the course of resuscitation from cardiac arrest with pulseless electrical activity in children and adolescents. *Resuscitation* 2020; 152:11622, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.05.013>.
592. Lin CY, Hsia SH, Lee EP, Chan OW, Lin JJ, Wu HP. Effect of audiovisual cardiopulmonary resuscitation feedback device on improving chest compression quality. *Sci Rep* 2020; 10:398, doi: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-57320-y>.
593. Donoghue AJ, Myers S, Kerrey B, et al. Analysis of CPR quality by individual providers in the pediatric emergency department. *Resuscitation* 2020; 153:3744, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.05.026>.

594. Jones SI, Jeffers JM, Perretta J, et al. Closing the gap: optimizing performance to reduce interruptions in cardiopulmonary resuscitation. *Pediatr Crit Care Med* 2020;21: e5928, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002345>.
595. Rodriguez SA, Sutton RM, Berg MD, et al. Simplified dispatcher instructions improve bystander chest compression quality during simulated pediatric resuscitation. *Resuscitation* 2014; 85:11923, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.09.003>.
596. Kim YH, Lee JH, Cho KW, et al. Verification of the optimal chest compression depth for children in the 2015 american heart association guidelines: computed tomography study. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19: e16, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001369>.
597. Austin AL, Spalding CN, Landa KN, et al. A randomized control trial of cardiopulmonary feedback devices and their impact on infant chest compression quality: a simulation study. *Pediatr Emerg Care* 2020;36: e7984, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001312>.
598. Enriquez D, Firenze L, Fernandez Diaz J, et al. Changes in the depth of chest compressions during cardiopulmonary resuscitation in a pediatric simulator. *ArchArgentPediatr* 2018;116: e7305, doi:<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2018.eng.e730>.
599. Oh JH, Kim SE, Kim CW, Lee DH. Should we change chest compression providers every 2min when performing one-handed chest compressions? *EMA Emerg Med Australas* 2015; 27:10812, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/1742-6723.12364>.
600. Niles DE, Nishisaki A, Sutton RM, et al. Improved retention of chest compression psychomotor skills with brief “Rolling Refresher” training. *Simul Healthc* 2017; 12:2139, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/SIH.0000000000000228>.
601. Morgan RW, Landis WP, Marquez A, et al. Hemodynamic effects of chest compression interruptions during pediatric in-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2019; 139:18, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.03.032>.
602. Dezfulian C, Fink EL. How bad is it to fail at pushing hard and fast in pediatric cardiopulmonary resuscitation? *Pediatr Crit Care Med* 2018; 19:4956, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001529>.
603. Kim MJ, Lee HS, Kim S, Park YS. Optimal chest compression technique for paediatric cardiac arrest victims. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2015; 23:36, doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s13049-015-0118-y>.
604. Mayrand KP, Fischer EJ, Ten Eyck RP. A simulation-based randomized controlled study of factors influencing chest compression depth. *West J Emerg Med* 2015; 16:113540, doi: <http://dx.doi.org/10.5811/westjem.2015.9.28167>.
605. Millin MG, Bogumil D, Fische JN, Burke RV. Comparing the two-finger versus two-thumb technique for single person infant CPR: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2020; 148:16172, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.12.039>.
606. Lee JE, Lee J, Oh J, et al. Comparison of two-thumb encircling and two-finger technique during infant cardiopulmonary resuscitation with single rescuer in simulation studies: a systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2019;98: e17853, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000017853>.
607. Douvanas A, Koulouglioti C, Kalafati M. A comparison between the two methods of chest compression in infant and neonatal resuscitation. A review according to 2010 CPR guidelines. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2018; 31:80516, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/14767058.2017.1295953>.
608. Lee KH, Kim EY, Park DH, et al. Evaluation of the 2010 American Heart Association Guidelines for infant CPR finger/thumb positions for chest compression: a study using computed tomography. *Resuscitation* 2013; 84:7669, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.11.005> [in Eng].
609. Lee SH, Cho YC, Ryu S, et al. A comparison of the area of chest compression by the superimposed-thumb and the alongside-thumb techniques for infant cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2011; 82:12147, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.04.016>.
610. Park M, Oh WS, Chon SB, Cho S. Optimum chest compression point for cardiopulmonary resuscitation in children revisited using a 3D coordinate system imposed on CT: a retrospective, cross-sectional study. *Pediatr Crit Care Med* 2018; 19: e57684, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001679>.
611. Jang HY, Wolfe H, Hsieh TC, et al. Infant chest compression quality: a video-based comparison of two-thumb versus one-hand technique in the emergency department. *Resuscitation* 2018; 122:3640, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.11.044>.
612. Lim JS, Cho Y, Ryu S, et al. Comparison of overlapping (OP) and adjacent thumb positions (AP) for cardiac compressions using the encircling method in infants. *Emerg Med* 2013; 30:13942, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/emermed-2011-200978> [in Eng].

613. Jung JY, Kwak YH, Kwon H, et al. Effectiveness of finger-marker for maintaining the correct compression point during paediatric resuscitation: a simulation study. *Am J Emerg Med* 2017; 35:13038, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2017.04.003>.
614. Jiang J, Zou Y, Shi W, et al. Two-thumb-encircling hands technique is more advisable than 2-finger technique when lone rescuer performs cardiopulmonary resuscitation on infant manikin. *Am J Emerg Med* 2015; 33:5314, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2015.01.025>.
615. Yang D, Kim KH, Oh JH, Son S, Cho J, Seo KM. Development and evaluation of a new chest compression technique for cardiopulmonary resuscitation in infants. *Pediatr Cardiol* 2019; 40:121723, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00246-019-02135-x>.
616. Ladny JR, Smereka J, Rodriguez-Nunez A, Leung S, Ruetzler K, Szarpak L. Is there any alternative to standard chest compression techniques in infants? A randomized manikin trial of the new “2-thumb-fist” option. *Medicine (Baltimore)* 2018; 97: e9386, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000009386>.
617. Rodriguez-Ruiz E, Martinez-Puga A, Carballo-Fazanes A, Abelairas-Gomez C, Rodriguez-Nunez A. Two new chest compression methods might challenge the standard in a simulated infant model. *Eur J Pediatr* 2019; 178:152935, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00431-019-03452-2>.
618. Rodriguez-Ruiz E, Guerra Martin V, Abelairas-Gomez C, et al. A new chest compression technique in infants. *Med Intensiva* 2019; 43:34651, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2018.04.010>.
619. Jo CH, Cho GC, Lee CH. Two-thumb encircling technique over the head of patients in the setting of lone rescuer infant CPR occurred during ambulance transfer: a crossover simulation study. *Pediatr Emerg Care* 2017; 33:4626, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000000833>.
620. Na JU, Choi PC, Lee HJ, Shin DH, Han SK, Cho JH. A vertical twothumb technique is superior to the two-thumb encircling technique for infant cardiopulmonary resuscitation. *Acta Paediatr* 2015;104: e705, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/apa.12857>.
621. Pellegrino JL, Bogumil D, Epstein JL, Burke RV. Two-thumbencircling advantageous for lay responder infant CPR: a randomized manikin study. *Arch Dis Child* 2019; 104:5304, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2018-314893>.
622. Tsou JY, Kao CL, Chang CJ, Tu YF, Su FC, Chi CH. Biomechanics of two-thumb versus two-finger chest compression for cardiopulmonary resuscitation in an infant manikin model. *Eur J Emerg Med* 2020; 27:1326, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000631>.
623. Kim YS, Oh JH, Kim CW, Kim SE, Lee DH, Hong JY. Which fingers should we perform two-finger chest compression technique with when performing cardiopulmonary resuscitation on an infant in cardiac arrest? *J Korean Med Sci* 2016; 31:9971002, doi: <http://dx.doi.org/10.3346/jkms.2016.31.6.997>.
624. Nasiri E, Nasiri R. A comparison between over-the-head and lateral cardiopulmonary resuscitation with a single rescuer by bag-valve mask. *Saudi J Anaesth* 2014; 8:307, doi:<http://dx.doi.org/10.4103/1658-354X.125923>.
625. Cheong SA, Oh JH, Kim CW, Kim SE, Lee DH. Effects of alternating hands during in-hospital one-handed chest compression: a randomised cross-over manikin trial. *EMA Emerg Med Australas* 2015; 27:56772, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/1742-6723.12492>.
626. Oh JH, Kim CW, Kim SE, Lee DH, Lee SJ. One-handed chest compression technique for paediatric cardiopulmonary resuscitation: dominant versus non-dominant hand. *Emerg Med* 2015; 32:5446, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/emered-2014-203932>.
627. Lee SY, Hong JY, Oh JH, Son SH. The superiority of the two-thumb over the two-finger technique for single-rescuer infant cardiopulmonary resuscitation. *Eur J Emerg Med* 2018; 25:3726, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000461>.
628. Lee SS, Lee SD, Oh JH. Comparison between modified and conventional one-handed chest compression techniques for child cardiopulmonary resuscitation: a randomised, non-blind, cross-over simulation trial. *J Paediatr Child Health* 2019;55:13616, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/jpc.14422>.
629. Kherbeche H, Exer N, Schuhwerk W, Ummerhofer W, Osterwalder J. Chest compression using the foot or hand method: a prospective, randomized, controlled manikin study with school children. *Eur J Emerg Med* 2017; 24:2627, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000335>.
630. Smereka J, Szarpak L, Ladny JR, Rodriguez-Nunez A, Ruetzler K. A novel method of newborn chest compression: a randomized crossover simulation study. *Front Pediatr* 2018; 6:159, doi:<http://dx.doi.org/10.3389/fped.2018.00159>.
631. Park JW, Jung JY, Kim J, et al. A novel infant chest compression assist device using a palm rather than fingers: a randomized crossover trial. *Prehosp Emerg Care* 2019; 23:7482, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/10903127.2018.1471559>.
632. Jung WJ, Hwang SO, Kim HI, et al. ‘Knocking-fingers’ chest compression technique in infant cardiac arrest: single-rescuer manikin study. *Eur J Emerg Med* 2019; 26:2615, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000539>.

633. Smereka J, Szarpak L, Rodriguez-Nunez A, Ladny JR, Leung S, Ruetzler K. A randomized comparison of three chest compression techniques and associated hemodynamic effect during infant CPR: a randomized manikin study. *Am J Emerg Med* 2017; 35:14205, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2017.04.024>.
634. Lopez-Herce J, Almonte E, Alvarado M, et al. Latin American Consensus for Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation 2017: Latin American Pediatric Critical Care Society Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation Committee. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19: e1526, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001427>.
635. Rossano JW, Jones WE, Lerakis S, et al. The use of automated external defibrillators in infants: a report from the American Red Cross Scientific Advisory Council. *Pediatr Emerg Care* 2015; 31:52630, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000000490>.
636. Hoyt Jr. WJ, Fish FA, Kannankeril PJ. Automated external defibrillator use in a previously healthy 31-day-old infant with out-of-hospital cardiac arrest due to ventricular fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2019; 30:2599602, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/jce.14125>.
637. Johnson MA, Grahan BJ, Haukoos JS, et al. Demographics, bystander CPR, and AED use in out-of-hospital pediatric arrests. *Resuscitation* 2014; 85:9206, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.03.044>.
638. Mitani Y, Ohta K, Yodoya N, et al. Public access defibrillation improved the outcome after out-of-hospital cardiac arrest in schoolage children: a nationwide, population-based, Utstein registry study in Japan. *Europace* 2013;15:125966, doi:<http://dx.doi.org/10.1093/europace/eut053>.
639. Swor R, Grace H, McGovern H, Weiner M, Walton E. Cardiac arrests in schools: assessing use of automated external defibrillators (AED) on school campuses. *Resuscitation* 2013; 84:4269, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.09.014>.
640. Nagata T, Abe T, Noda E, Hasegawa M, Hashizume M, Hagihara A. Factors associated with the clinical outcomes of paediatric out-of-hospital cardiac arrest in Japan. *BMJ Open* 2014;4: e003481, doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2013-003481>.
641. Hunt EA, Duval-Arnould JM, Bembea MM, et al. Association between time to defibrillation and survival in pediatric in-hospital cardiac arrest with a first documented shockable rhythm. *JAMA Netw Open* 2018;1: e182643, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.2643>.
642. Tsuda T, Geary EM, Temple J. Significance of automated external defibrillator in identifying lethal ventricular arrhythmias. *Eur J Pediatr* 2019; 178:133342, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00431-019-03421-9>.
643. El-Assaad I, Al-Kindi SG, McNally B, et al. Automated external defibrillator application before EMS arrival in pediatric cardiac arrests. *Pediatrics* 2018;142: doi: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2017-1903>.
644. Goto Y, Funada A, Goto Y. Subsequent shockable rhythm during outof-hospital cardiac arrest in children with initial non-shockable rhythms: a nationwide population-based observational study. *J Am Heart Assoc* 2016; doi:<http://dx.doi.org/10.1161/JAHA.116.003589>.
645. Pundi KN, Bos JM, Cannon BC, Ackerman MJ. Automated external defibrillator rescues among children with diagnosed and treated long QT syndrome. *Heart Rhythm* 2015; 12:77681, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.hrthm.2015.01.002>.
646. Griffis H, Wu L, Naim MY, et al. Characteristics and outcomes of AED use in pediatric cardiac arrest in public settings: the influence of neighborhood characteristics. *Resuscitation* 2020; 146:12631, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.09.038>.
647. Rehn M, Hyldmo PK, Magnusson V, et al. Scandinavian SSAI clinical practice guideline on pre-hospital airway management. *Acta Anaesthesiol Scand* 2016;60:85264, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/aas.12746>.
648. Borra V, Avau B, De Paepe P, Vandekerckhove P, De Buck E. Is placing a victim in the left lateral decubitus position an effective first aid intervention for acute oral poisoning? A systematic review. *Clin Toxicol (Phila)* 2019; 57:60316, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/15563650.2019.1574975>.
649. Hyldmo PK, Vist GE, Feyling AC, et al. Is the supine position associated with loss of airway patency in unconscious trauma patients? A systematic review and meta-analysis. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2015; 23:50, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13049-015-0116-0>.
650. Hyldmo PK, Vist GE, Feyling AC, et al. Does turning trauma patients with an unstable spinal injury from the supine to a lateral position increase the risk of neurological deterioration? A systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2015; 23:65, doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s13049-015-0143-x>.
651. Freire-Tellado M, Navarro- Paton R, Pavon-Prieto MDP, FernandezLopez M, Mateos- Lorenzo J, Lopez-Forneas I. Does lying in the recovery position increase the likelihood of not delivering cardiopulmonary resuscitation? *Resuscitation* 2017; 115:1737, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.03.008>.

652. Navarro-Paton R, Freire- Tellado M, Fernandez-Gonzalez N, Basanta-Camino S, Mateos- Lorenzo J, Lago-Ballesteros J. What is the best position to place and re-evaluate an unconscious but normally breathing victim? A randomised controlled human simulation trial on children. *Resuscitation* 2019; 134:1049, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.10.030>.
653. Fukushima H, Imanishi M, Iwami T, et al. Abnormal breathing of sudden cardiac arrest victims described by laypersons and its association with emergency medical service dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation instruction. *Emerg Med* 2015; 32:3147, doi: <http://dx.doi.org/10.1136/emered-2013-203112>.
654. Hyldmo PK, Horodyski M, Conrad BP, et al. Does the novel lateral trauma position cause more motion in an unstable cervical spine injury than the logroll maneuver? *Am J Emerg Med* 2017; 35:16305, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2017.05.002>.
655. Hyldmo PK, Horodyski MB, Conrad BP, et al. Safety of the lateral trauma position in cervical spine injuries: a cadaver model study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2016; 60:100311, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/aas.12714>.
656. Julliani S, Desmarest M, Gonzalez L, et al. Recovery position significantly associated with a reduced admission rate of children with loss of consciousness. *Arch Dis Child* 2016; 101:5216, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2015-308857>.
657. Del Rossi G, Dubose D, Scott N, et al. Motion produced in the unstable cervical spine by the HAINES and lateral recovery positions. *Prehosp Emerg Care* 2014; 18:53943, doi: <http://dx.doi.org/10.3109/10903127.2014.916019>.
658. Cheng J, Liu B, Farjat AE, Routh J. National estimations of airway foreign bodies in children in the United States, 2000 to 2009. *Clin Otolaryngol* 2019; 44:2359, doi: <http://dx.doi.org/10.1111/coa.13261>.
659. Redding JS. The choking controversy: critique of evidence on the Heimlich maneuver. *Crit Care Med* 1979; 7:4759 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/477356>). Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA. Airway pressure with chest compressions versus Heimlich manoeuvre in recently dead.
660. adults with complete airway obstruction. *Resuscitation* 2000; 44:1058.
661. Vilke GM, Smith AM, Ray LU, Steen PJ, Murrin PA, Chan TC. Airway obstruction in children aged less than 5 years: the prehospital experience. *Prehosp Emerg Care* 2004; 8:1969.
662. Heimlich HJ, Patrick EA. The Heimlich maneuver. Best technique for saving any choking victim's life. *Postgrad Med* 1990; 72:53, doi:<http://dx.doi.org/10.1080/00325481.1990.11716329> 3848, 53.
663. Chillag S, Krieg J, Bhargava R. The Heimlich maneuver: breaking down the complications. *South Med J* 2010; 103:14750, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/SMJ.0b013e3181c99140>.
664. Dunne CL, Peden AE, Queiroga AC, Gomez Gonzalez C, Valesco B, Szpilman D. A systematic review on the effectiveness of anti-choking suction devices and identification of research gaps. *Resuscitation* 2020; 153:21926, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.02.021>.
665. Kleinman ME, Chameides L, Schexnayder SM, et al. Part 14: pediatric advanced life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010; 122:S876908, doi: <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.971101>.
666. de Caen AR, Maconochie IK, Aickin R, et al. Part 6: Pediatric basic life support and pediatric advanced life support: 2015 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Circulation* 2015; 132: S177203, doi:<http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0000000000000275>.
667. Maconochie IK, Bingham R, Eich C, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 6. Paediatric life support. *Resuscitation* 2015; 95:22348, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.028>.
668. Nadkarni VM, Larkin GL, Peberdy MA, et al. First documented rhythm and clinical outcome from in-hospital cardiac arrest among children and adults. *JAMA* 2006; 295:507.
669. Gilhooley C, Burnhill G, Gardiner D, Vyas H, Davies P. Oxygen saturation and haemodynamic changes prior to circulatory arrest: implications for transplantation and resuscitation. *J Intensive Care Soc* 2019; 20:2733, doi:<http://dx.doi.org/10.1177/1751143718764541>.
670. Morgan RW, Reeder RW, Meert KL, et al. Survival and hemodynamics during pediatric cardiopulmonary resuscitation for bradycardia and poor perfusion versus pulseless cardiac arrest. *Crit Care Med* 2020; 48:8819, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000004308>.
671. Khera R, Tang Y, Girotra S, et al. Pulselessness after initiation of cardiopulmonary resuscitation for bradycardia in hospitalized children. *Circulation* 2019; 140:3708, doi: <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.039048>.
672. Fraser J, Sidebotham P, Frederick J, Covington T, Mitchell EA. Learning from child death review in the USA, England, Australia, and New Zealand. *Lancet* 2014; 384:894903, doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61089-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61089-2).

673. Bhalala US, Balakumar N, Zamora M, Appachi E. Hands-on defibrillation skills of pediatric acute care providers during a simulated ventricular fibrillation cardiac arrest scenario. *Front Pediatr* 2018; 6:107, doi:<http://dx.doi.org/10.3389/fped.2018.00107>.
674. Tibballs J, Carter B, Kiraly NJ, Ragg P, Clifford M. External and internal biphasic direct current shock doses for pediatric ventricular fibrillation and pulseless ventricular tachycardia. *Pediatr Crit Care Med* 2011; 12:1420, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0b013e3181dbb4fc>.
675. Ristagno G, Yu T, Quan W, Freeman G, Li Y. Comparison of defibrillation efficacy between two pads placements in a pediatric porcine model of cardiac arrest. *Resuscitation* 2012; 83:7559, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.12.010>.
676. Weisfeldt ML. A three phase temporal model for cardiopulmonary resuscitation following cardiac arrest. *Trans Am Clin Climatol Assoc* 2004; 115:11522 [discussion 122]. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17060961>).
677. Society of Thoracic Surgeons Task Force on Resuscitation After Cardiac S. The society of thoracic surgeons expert consensus for the resuscitation of patients who arrest after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2017; 103:100520, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.10.033>.
678. Soar JBB, Carli P, Couper K, Deakin CD, Djarv T, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: advanced life support. *Resuscitation* 2021;161.
679. Fukuda T, Ohashi- Fukuda N, Kobayashi H, et al. Public access defibrillation and outcomes after pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2017; 111:17, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.11.010>.
680. Mercier E, Laroche E, Beck B, et al. Defibrillation energy dose during pediatric cardiac arrest: Systematic review of human and animal model studies. *Resuscitation* 2019; 139:24152, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.04.028>.
681. Hoyme DB, Zhou Y, Girotra S, et al. Improved survival to hospital discharge in pediatric in-hospital cardiac arrest using 2Joules/kilogram as first defibrillation dose for initial pulseless ventricular arrhythmia. *Resuscitation* 2020; 153:8896, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.05.048>.
682. Deakin CD, Morley P, Soar J, Drennan IR. Double (dual) sequential defibrillation for refractory ventricular fibrillation cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation* 2020; 155:2431, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.06.008>.
683. Huang Y, He Q, Yang LJ, Liu GJ, Jones A. Cardiopulmonary resuscitation (CPR) plus delayed defibrillation versus immediate defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;9:CD009803, doi:<http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009803.pub2>.
684. Bradley SM, Liu W, Chan PS, et al. Defibrillation time intervals and outcomes of cardiac arrest in hospital: retrospective cohort study from Get With The Guidelines-Resuscitation registry. *BMJ* 2016;353: i1653, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmj.i1653>.
685. Roh YI, Jung WJ, Hwang SO, et al. Shorter defibrillation interval promotes successful defibrillation and resuscitation outcomes. *Resuscitation* 2019; 143:1005, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.08.022>.
686. Brugger H, Durrer B, Elsensohn F, et al. Resuscitation of avalanche victims: evidence-based guidelines of the international commission for mountain emergency medicine (ICAR MEDCOM): intended for physicians and other advanced life support personnel. *Resuscitation* 2013; 84:53946, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.10.020> [Practice Guideline Review].
687. Saczkowski RS, Brown DJA, Abu-Laban RB, Fradet G, Schulze CJ, Kuzak ND. Prediction and risk stratification of survival in accidental hypothermia requiring extracorporeal life support: an individual patient data meta-analysis. *Resuscitation* 2018; 127:517, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.03.028>.
688. Bauman BD, Louiselle A, Nygaard RM, et al. Treatment of hypothermic cardiac arrest in the pediatric drowning victim, a case report, and systematic review. *Pediatr Emerg Care* 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001735>.
689. Sepelipour AH, Gupta S, Lall KS. When should cardiopulmonary bypass be used in the setting of severe hypothermic cardiac arrest? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013; 17:5649, doi:<http://dx.doi.org/10.1093/icvts/ivt208>.
690. Dunne B, Christou E, Duff O, Merry C. Extracorporeal-assisted rewarming in the management of accidental deep hypothermic cardiac arrest: a systematic review of the literature. *Heart Lung Circ* 2014; 23:102935, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.hlc.2014.06.011>.
691. Paal P, Gordon L, Strapazzon G, et al. Accidental hypothermia-an update: the content of this review is endorsed by the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM). *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2016; 24:111, doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s13049-016-0303-7>.

692. Best RR, Harris BHL, Walsh JL, Manfield T. Pediatric drowning: a standard operating procedure to aid the prehospital management of pediatric cardiac arrest resulting from submersion. *Pediatr Emerg Care* 2020; 36:1436, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001169>.
693. Strapazzon G, Plankensteiner J, Mair P, et al. Prehospital management and outcome of avalanche patients with out-of-hospital cardiac arrest: a retrospective study in Tyrol, Austria. *Eur J Emerg Med* 2017; 24:398403, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/MEJ.0000000000000390>.
694. Svendsen OS, Grong K, Andersen KS, Husby P. Outcome after rewarming from accidental hypothermia by use of extracorporeal circulation. *Ann Thorac Surg* 2017; 103:9205, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2016.06.093>.
695. Mentzelopoulos SD, Couper K, Van de Voorde P, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: ethics of resuscitation and end of life decisions. *Resuscitation* 2021:161.
696. Patel JK, Kataya A, Parikh PB. Association between intra- and postarrest hyperoxia on mortality in adults with cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2018; 127:838, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.04.008>.
697. Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH, et al. 2019 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2019; 145:95150, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.10.016>.
698. Okubo M, Komukai S, Izawa J, et al. Prehospital advanced airway management for paediatric patients with out-of-hospital cardiac arrest: a nationwide cohort study. *Resuscitation* 2019; 145:17584, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.09.007>.
699. Fukuda T, Sekiguchi H, Taira T, et al. Type of advanced airway and survival after pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2020; 150:14553, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.02.005>.
700. Lopez J, Fernandez SN, Gonzalez R, Solana MJ, Urbano J, Lopez-Herce J. Different respiratory rates during resuscitation in a pediatric animal model of asphyxial cardiac arrest. *PLOS ONE* 2016;11: e0162185, doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0162185>.
701. Gonzalez R, Pascual L, Sava A, Tolon S, Urbano J, Lopez-Herce J. Ventilation during cardiopulmonary resuscitation in children: a survey on clinical practice. *World J Pediatr* 2017; 13:54450, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s12519-017-0061-2>.
702. Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirrallo RG, et al. Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2004; 109:19605 (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15066941).
703. Yannopoulos D, Tang W, Roussos C, Aufderheide TP, Idris AH, Lurie KG. Reducing ventilation frequency during cardiopulmonary resuscitation in a porcine model of cardiac arrest. *Respir Care* 2005; 50:62835 [in Eng].
704. Lapid FM, O'Brien CE, Kudchadkar SR, et al. The use of pressure-controlled mechanical ventilation in a swine model of intraoperative pediatric cardiac arrest. *Paediatr Anaesth* 2020; 30:4628, doi:<http://dx.doi.org/10.1111/pan.13820>.
705. Kjaergaard B, Bavarskis E, Magnusdottir SO, et al. Four ways to ventilate during cardiopulmonary resuscitation in a porcine model: a randomized study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2016; 24:67, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13049-016-0262-z>.
706. Tan D, Xu J, Shao S, et al. Comparison of different inspiratory triggering settings in automated ventilators during cardiopulmonary resuscitation in a porcine model. *PLOS ONE* 2017;12: e0171869, doi: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0171869>.
707. Kill C, Hahn O, Dietz F, et al. Mechanical ventilation during cardiopulmonary resuscitation with intermittent positive-pressure ventilation, bilevel ventilation, or chest compression synchronized ventilation in a pig model. *Crit Care Med* 2014;42: e8995, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182a63fa0>.
708. Kill C, Galbas M, Neuhaus C, et al. Chest compression synchronized ventilation versus intermittent positive pressure ventilation during cardiopulmonary resuscitation in a pig model. *PLOS ONE* 2015;10: e0127759, doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0127759>.
709. Schaller SJ, Altmann S, Unsworth A, et al. Continuous chest compressions with a simultaneous triggered ventilator in the Munich Emergency Medical Services: a case series. *Ger Med Sci* 2019;17: Doc06, doi:<http://dx.doi.org/10.3205/000272>.
710. Mendler MR, Maurer M, Hassan MA, et al. Different techniques of respiratory support do not significantly affect gas exchange during cardiopulmonary resuscitation in a newborn piglet model. *Neonatology* 2015; 108:7380, doi:<http://dx.doi.org/10.1159/000381416>.

711. Mendler MR, Weber C, Hassan MA, Huang L, Mayer B, Hummler HD. Tidal volume delivery and endotracheal tube leak during cardiopulmonary resuscitation in intubated newborn piglets with hypoxic cardiac arrest exposed to different modes of ventilator support. *Neonatology* 2017; 111:1006, doi:<http://dx.doi.org/10.1159/000447663>.
712. Salas N, Wisor B, Agazio J, Branson R, Austin PN. Comparison of ventilation and cardiac compressions using the Impact Model 730 automatic transport ventilator compared to a conventional bag valve with a facemask in a model of adult cardiopulmonary arrest. *Resuscitation* 2007; 74:94101, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.01.023>.
713. Hurst Vt, West S, Austin P, Branson R, Beck G. Comparison of ventilation and chest compression performance by bystanders using the Impact Model 730 ventilator and a conventional bag valve with mask in a model of adult cardiopulmonary arrest. *Resuscitation* 2007; 73:12330, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.07.027>.
714. Allen SG, Brewer L, Gillis ES, Pace NL, Sakata DJ, Orr JA. A turbinedriven ventilator improves adherence to advanced cardiac life support guidelines during a cardiopulmonary resuscitation simulation. *Respir Care* 2017; 62:116670, doi:<http://dx.doi.org/10.4187/respcare.05368>.
715. Grieco DL, L JB, Drouet A, et al. Intrathoracic airway closure impacts CO2 signal and delivered ventilation during cardiopulmonary resuscitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2019; 199:72837, doi:<http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201806-1111OC>.
716. Holmberg MJ, Nicholson T, Nolan JP, et al. Oxygenation and ventilation targets after cardiac arrest: a systematic review and metaanalysis. *Resuscitation* 2020; 152:10715, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.04.031>.
717. Andersen LW, Berg KM, Saindon BZ, et al. Time to epinephrine and survival after pediatric in-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2015; 314:80210, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/jama.2015.9678>.
718. Meert K, Telford R, Holubkov R, et al. Paediatric in-hospital cardiac arrest: factors associated with survival and neurobehavioural outcome one year later. *Resuscitation* 2018; 124:96105, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.01.013>.
719. Hoyme DB, Patel SS, Samson RA, et al. Epinephrine dosing interval and survival outcomes during pediatric in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2017; 117:1823, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.05.023>.
720. Raymond TT, Praetstgaard A, Berg RA, Nadkarni VM, Parshuram CS, American Heart Association's Get With The Guidelines Resuscitation I. The association of hospital rate of delayed epinephrine administration with survival to discharge for pediatric nonshockable in-hospital cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med* 2019; 20:40516, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001863>.
721. Bellamy D, Nuthall G, Dalziel S, Skinner JR. Catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia: the cardiac arrest where epinephrine is contraindicated. *Pediatr Crit Care Med* 2019; 20:2628, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001847>.
722. Lin YR, Li CJ, Huang CC, et al. Early epinephrine improves the stabilization of initial post-resuscitation hemodynamics in children with non-shockable out-of-hospital cardiac arrest. *Front Pediatr* 2019; 7:220, doi:<http://dx.doi.org/10.3389/fped.2019.00220>.
723. Lin YR, Wu MH, Chen TY, et al. Time to epinephrine treatment is associated with the risk of mortality in children who achieve sustained ROSC after traumatic out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care* 2019; 23:101, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/s13054-019-2391-z>.
724. Hansen M, Schmicker RH, Newgard CD, et al. Time to epinephrine administration and survival from nonshockable out-of-hospital cardiac arrest among children and adults. *Circulation* 2018; 137:203240, doi:<http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.033067>.
725. Fukuda T, Kondo Y, Hayashida K, Sekiguchi H, Kukita I. Time to epinephrine and survival after paediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Eur Heart J Cardiovasc Pharmacother* 2018; 4:14451, doi: <http://dx.doi.org/10.1093/ehjcvp/pvx023>.
726. Lin YR, Syue YJ, Buddhakosai W, et al. Impact of different initial epinephrine treatment time points on the early postresuscitative hemodynamic status of children with traumatic out-of-hospital cardiac arrest. *Medicine (Baltimore)* 2016; 95: e3195, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000003195>.
727. Wall JJ, Iyer RV. Catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia. *Pediatr Emerg Care* 2017; 33:42731, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000001156>.
728. Soar J, Perkins GD, Maconochie I, et al. European Resuscitation Council Guidelines for resuscitation: 2018 update antiarrhythmic drugs for cardiac arrest. *Resuscitation* 2019; 134:99103, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.11.018>.
729. Holmberg MJ, Ross CE, Atkins DL, et al. Lidocaine versus amiodarone for pediatric in-hospital cardiac arrest: an observational study. *Resuscitation* 2020; 149:191201, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.12.033>.

730. Mok YH, Loke AP, Loh TF, Lee JH. Characteristics and risk factors for mortality in paediatric in-hospital cardiac events in Singapore: retrospective single centre experience. *Ann Acad Med Singap* 2016; 45:53441 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28062881>).
731. Lasa JJ, Alali A, Minard CG, et al. Cardiopulmonary resuscitation in the pediatric cardiac catheterization laboratory: a report from the American Heart Association's Get With the Guidelines-Resuscitation Registry. *Pediatr Crit Care Med* 2019; 20:10407, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002038>.
732. Writer H. Cardiorespiratory arrest in children (out of hospital). *BMJ Clin Evid* 2010 2010 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21406131>).
733. Wu ET, Li MJ, Huang SC, et al. Survey of outcome of CPR in pediatric in-hospital cardiac arrest in a medical center in Taiwan. *Resuscitation* 2009; 80:4438, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.01.006> [in Eng]. S0300-9572(09)00017-3 [pii].
734. Del Castillo J, Lopez-Herce J, Canadas S, et al. Cardiac arrest and resuscitation in the pediatric intensive care unit: a prospective multicenter multinational study. *Resuscitation* 2014; 85:13806, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.06.024>.
735. Wolfe HA, Sutton RM, Reeder RW, et al. Functional outcomes among survivors of pediatric in-hospital cardiac arrest are associated with baseline neurologic and functional status, but not with diastolic blood pressure during CPR. *Resuscitation* 2019; 143:5765, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.08.006>.
736. Matamoros M, Rodriguez R, Callejas A, et al. In-hospital pediatric cardiac arrest in Honduras. *Pediatr Emerg Care* 2015; 31:315, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0000000000000323>.
737. Lopez-Herce J, del Castillo J, Canadas S, Rodriguez-Nunez A, Carrillo A, Spanish Study Group of Cardiopulmonary Arrest in C. Inhospital pediatric cardiac arrest in Spain. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* 2014; 67:18995, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rec.2013.07.017>.
738. Raymond TT, Stromberg D, Stigall W, Burton G, Zaritsky A. American Heart Association's Get With The Guidelines-Resuscitation I. Sodium bicarbonate use during in-hospital pediatric pulseless cardiac arrest: a report from the American Heart Association Get With The Guidelines((R))- Resuscitation. *Resuscitation* 2015; 89:10613, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.01.007>.
739. Berg RA, Reeder RW, Meert KL, et al. End-tidal carbon dioxide during pediatric in-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation* 2018; 133:1739, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.08.013>.
740. Stine CN, Koch J, Brown LS, Chalak L, Kapadia V, Wyckoff MH. Quantitative end-tidal CO₂ can predict increase in heart rate during infant cardiopulmonary resuscitation. *Heliyon* 2019; 5: e01871, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01871>.
741. Yates AR, Sutton RM, Reeder RW, et al. Survival and cardiopulmonary resuscitation hemodynamics following cardiac arrest in children with surgical compared to medical heart disease. *Pediatr Crit Care Med* 2019; 20:112636, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002088>.
742. Berg RA, Sutton RM, Reeder RW, et al. Association between diastolic blood pressure during pediatric in-hospital cardiopulmonary resuscitation and survival. *Circulation* 2018; 137:178495, doi: <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032270>.
743. Caglar A, Er A, Ulusoy E, et al. Cerebral oxygen saturation monitoring in pediatric cardiopulmonary resuscitation patients in the emergency settings: a small descriptive study. *Turk J Pediatr* 2017; 59:6427, doi: <http://dx.doi.org/10.24953/turkjpmed.2017.06.004>.
744. Abramo TJ, Meredith M, Jaeger M, et al. Cerebral oximetry with blood volume index in asystolic pediatric cerebrospinal fluid malfunctioning shunt patients. *Am J Emerg Med* 2014; 32:1432, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2014.04.007> 1439 e17.
745. Pasquier M, Hugli O, Paal P, et al. Hypothermia outcome prediction after extracorporeal life support for hypothermic cardiac arrest patients: the HOPE score. *Resuscitation* 2018; 126:5864, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.02.026>.
746. Hilmo J, Naesheim T, Gilbert M. "Nobody is dead until warm and dead": prolonged resuscitation is warranted in arrested hypothermic victims also in remote areas—a retrospective study from northern Norway. *Resuscitation* 2014; 85:120411, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.04.029>.
747. Wollenek G, Honarwar N, Golej J, Marx M. Cold water submersion and cardiac arrest in treatment of severe hypothermia with cardiopulmonary bypass. *Resuscitation* 2002; 52:25563.
748. Huang SC, Wu ET, Wang CC, et al. Eleven years of experience with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for paediatric patients with in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2012; 83:7104, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.01.031> [Research Support, Non-U.S. Gov't; in Eng].

749. De Mul A, Nguyen DA, Doell C, Perez MH, Cannizzaro V, Karam O. Prognostic evaluation of mortality after pediatric resuscitation assisted by extracorporeal life support. *J Pediatr Intensive Care* 2019;8:5763, doi:<http://dx.doi.org/10.1055/s-0038-1667012>.
750. Pasquier M, Rousson V. Qualification for extracorporeal life support in accidental hypothermia: the HOPE score. *Ann Thorac Surg* 2020, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.06.146>.
751. Dunning J, Fabbri A, Kolh PH, et al. Guideline for resuscitation in cardiac arrest after cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009; 36:328, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejcts.2009.01.033> [in Eng]. S1010-7940(09)00074-8 [pii].
752. Tsou PY, Kurbedin J, Chen YS, et al. Accuracy of point-of-care focused echocardiography in predicting outcome of resuscitation in cardiac arrest patients: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2017; 114:929, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2017.02.021>.
753. Bhananker SM, Ramamoorthy C, Geiduschek JM, et al. Anesthesia-related cardiac arrest in children: update from the Pediatric Perioperative Cardiac Arrest Registry. *Anesth Analg* 2007; 105:34450, doi:<http://dx.doi.org/10.1213/01.ane.0000268712.00756.dd>.
754. Spyres MB, Farrugia LA, Kang AM, et al. The toxicology investigators consortium case registry—the 2018 annual report. *J Med Toxicol* 2019; 15:22854, doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s13181-019-00736-9>.
755. Larach MG, Rosenberg H, Gronert GA, Allen GC. Hyperkalemic cardiac arrest during anesthesia in infants and children with occult myopathies. *Clin Pediatr (Phila)* 1997; 36:916, doi:<http://dx.doi.org/10.1177/000992289703600102>.
756. Carreiro S, Miller S, Wang B, Wax P, Campleman S, Manini AF. Clinical predictors of adverse cardiovascular events for acute pediatric drug exposures. *Clin Toxicol (Phila)* 2020; 58:1839, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/15563650.2019.1634272>.
757. Morgan RW, Fitzgerald JC, Weiss SL, Nadkarni VM, Sutton RM, Berg RA. Sepsis-associated in-hospital cardiac arrest: epidemiology, pathophysiology, and potential therapies. *J Crit Care* 2017; 40:12835, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.03.023>.
758. Workman JK, Bailly DK, Reeder RW, et al. Risk factors for mortality in refractory pediatric septic shock supported with extracorporeal life support. *ASAIO J* 2020; 66:115260, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/MAT.0000000000001147>.
759. Sole A, Jordan I, Bobillo S, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support for neonatal and pediatric refractory septic shock: more than 15 years of learning. *Eur J Pediatr* 2018; 177:1191200, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00431-018-3174-2>.
760. Torres-Andres F, Fink EL, Bell MJ, Sharma MS, Yablonsky EJ, Sanchez-de-Toledo J. Survival and long-term functional outcomes for children with cardiac arrest treated with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Pediatr Crit Care Med* 2018; 19:4518, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001524>.
761. Barbaro RP, Paden ML, Guner YS, et al. Pediatric extracorporeal life support organization registry international report 2016. *ASAIO J* 2017; 63:45663, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/MAT.0000000000000603>.
762. Shin HJ, Song S, Park HK, Park YH. Results of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in children. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2016; 49:1516, doi: <http://dx.doi.org/10.5090/kjtc.2016.49.3.151>.
763. Oberender F, Ganeshalingham A, Fortenberry JD, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation versus conventional therapy in severe pediatric septic shock. *Pediatr Crit Care Med* 2018; 19:96572, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001660>.
764. Weiss SL, Balamuth F, Hensley J, et al. The epidemiology of hospital death following pediatric severe sepsis: when, why, and how children with sepsis die. *Pediatr Crit Care Med* 2017; 18:82330, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001222>.
765. Cunningham A, Auerbach M, Cicero M, Jafri M. Tourniquet usage in prehospital care and resuscitation of pediatric trauma patients. *Pediatric Trauma Society position statement. J Trauma Acute Care Surg* 2018; 85:6657, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000001839>.
766. American College of Surgeons Committee on T, American College of Emergency Physicians Pediatric Emergency Medicine C, National Association of Ems P, American Academy of Pediatrics Committee on Pediatric Emergency M, Fallat ME. Withholding or termination of resuscitation in pediatric out-of-hospital traumatic cardiopulmonary arrest. *Pediatrics* 2014;133: e110416, doi:<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2014-0176>.
767. Zwingmann J, Mehlhorn AT, Hammer T, Bayer J, Sudkamp NP, Strohm PC. Survival and neurologic outcome after traumatic out-of-hospital cardiopulmonary arrest in a pediatric and adult population: a systematic review. *Crit Care* 2012;16: R117, doi:<http://dx.doi.org/10.1186/cc11410>.
768. Donoghue AJ, Nadkarni V, Berg RA, et al. Out-of-hospital pediatric cardiac arrest: an epidemiologic review and assessment of current knowledge. *Ann Emerg Med* 2005; 46:51222.

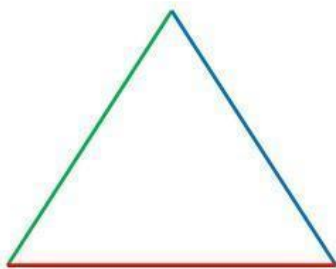
769. Alqudah Z, Nehme Z, Alrawashdeh A, Williams B, Oteir A, Smith K. Paediatric traumatic out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2020; 149:6573, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.01.037>.
770. Moore L, Champion H, Tardif PA, et al. Impact of trauma system structure on injury outcomes: a systematic review and meta-analysis. *World J Surg* 2018; 42:132739, doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s00268-017-4292-0>.
771. Puzio T, Murphy P, Gazzetta J, Phillips M, Cotton BA, Hartwell JL. Extracorporeal life support in pediatric trauma: a systematic review. *Trauma Surg Acute Care Open* 2019;4: e000362, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/tsaco-2019-000362>.
772. Tan BK, Pothiwala S, Ong ME. Emergency thoracotomy: a review of its role in severe chest trauma. *Minerva Chir* 2013; 68:24150 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23774089>).
773. Allen CJ, Valle EJ, Thorson CM, et al. Pediatric emergency department thoracotomy: a large case series and systematic review. *J Pediatr Surg* 2015; 50:17781, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2014.10.042>.
774. Moskowitz EE, Burlew CC, Kulungowski AM, Bensard DD. Survival after emergency department thoracotomy in the pediatric trauma population: a review of published data. *Pediatr Surg Int* 2018; 34:85760, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s00383-018-4290-9>.
775. Bennett M, Kissoon N. Is cardiopulmonary resuscitation warranted in children who suffer cardiac arrest post trauma? *Pediatr Emerg Care* 2007; 23:26772, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0b013e3180403088>.
776. Cameron A, Erdogan M, Lanteigne S, Hetherington A, Green RS. Organ donation in trauma victims: a systematic review and metaanalysis. *J Trauma Acute Care Surg* 2018; 84:9941002, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000001886>.
777. Shibahashi K, Sugiyama K, Hamabe Y. Pediatric out-of- hospital traumatic cardiopulmonary arrest after traffic accidents and termination of resuscitation. *Ann Emerg Med* 2020; 75:5765, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.annemergmed.2019.05.036>.
778. Brindis SL, Gausche- Hill M, Young KD, Putnam B. Universally poor outcomes of pediatric traumatic arrest: a prospective case series and review of the literature. *Pediatr Emerg Care* 2011; 27:61621, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PEC.0b013e31822255c9>.
779. Matos RI, Watson RS, Nadkarni VM, et al. Duration of cardiopulmonary resuscitation and illness category impact survival and neurologic outcomes for in-hospital pediatric cardiac arrests. *Circulation* 2013; 127:44251, doi:<http://dx.doi.org/10.1161/circulationaha.112.125625> [in Eng].
780. Duron V, Burke RV, Bliss D, Ford HR, Upperman JS. Survival of pediatric blunt trauma patients presenting with no signs of life in the field. *J Trauma Acute Care Surg* 2014; 77:4226, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000000394>.
781. Noje C, Bembea MM, Nelson McMillan KL, et al. A national survey on interhospital transport of children in cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med* 2019;20: e306, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000001768>.
782. Wieck MM, Cunningham AJ, Behrens B, et al. Direct to operating room trauma resuscitation decreases mortality among severely injured children. *J Trauma Acute Care Surg* 2018; 85:65964, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/TA.0000000000001908>.
783. Michelson KA, Hudgins JD, Monuteaux MC, Bachur RG, Finkelstein JA. Cardiac arrest survival in pediatric and general emergency departments. *Pediatrics* 2018;141: doi: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2017-2741>.
784. Moore HB, MooreEE, Bensard DD. Pediatric emergency department thoracotomy: a 40-year review. *J Pediatr Surg* 2016; 51:3158, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2015.10.040>.
785. Schauer SG, Hill GJ, Connor RE, Oh JS, April MD. The pediatric resuscitative thoracotomy during combat operations in Iraq and Afghanistan a retrospective cohort study. *Injury* 2018; 49:9115, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2018.01.034>.
786. Flynn-O'Brien KT, Stewart BT, Fallat ME, et al. Mortality after emergency department thoracotomy for pediatric blunt trauma: analysis of the National Trauma Data Bank 2007-2012. *J Pediatr Surg* 2016; 51:1637, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2015.10.034>.
787. Capizzani AR, Drongowski R, Ehrlich PF. Assessment of termination of trauma resuscitation guidelines: are children small adults? *J Pediatr Surg* 2010; 45:9037, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2010.02.014>.
788. Zwingmann J, Lefering R, TraumaRegister DGU, et al. Outcome and risk factors in children after traumatic cardiac arrest and successful resuscitation. *Resuscitation* 2015; 96:5965, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.022>.
789. McLaughlin C, Zagory JA, Fenlon M, et al. Timing of mortality in pediatric trauma patients: a National Trauma Data Bank analysis. *J Pediatr Surg* 2018; 53:34451, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2017.10.006>.

790. Alqudah Z, Nehme Z, Williams B, Oteir A, Bernard S, Smith K. A descriptive analysis of the epidemiology and management of paediatric traumatic out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2019; 140:12734, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.05.020>.
791. Kaestner M, Schranz D, Warnecke G, Apitz C, Hansmann G, Miera O. Pulmonary hypertension in the intensive care unit. Expert consensus statement on the diagnosis and treatment of paediatric pulmonary hypertension. The European Paediatric Pulmonary Vascular Disease Network, endorsed by ISHLT and DGPK. *Heart* 2016;102: e11766, doi:<http://dx.doi.org/10.1136/heartjnl-2015-307774> ii5766.
792. Marino BS, Tabbutt S, MacLaren G, et al. Cardiopulmonary resuscitation in infants and children with cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2018;137: e691782, doi:<http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0000000000000524>.
793. Morgan RW, Topjian AA, Wang Y, et al. Prevalence and outcomes of pediatric in-hospital cardiac arrest associated with pulmonary hypertension. *Pediatr Crit Care Med* 2020; 21:30513, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002187>.
794. Loaec M, Himebauch AS, Kilbaugh TJ, et al. Pediatric cardiopulmonary resuscitation quality during intra-hospital transport. *Resuscitation* 2020; 152:12330, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.05.003>.
795. Anton-Martin P, Moreira A, Kang P, Green ML. Outcomes of paediatric cardiac patients after 30minutes of cardiopulmonary resuscitation prior to extracorporeal support. *Cardiol Young* 2020; 30:60716, doi:<http://dx.doi.org/10.1017/S1047951120000591>.
796. Morell E, Rajagopal SK, Oishi P, Thiagarajan RR, Fineman JR, Steurer MA. Extracorporeal membrane oxygenation in pediatric pulmonary hypertension. *Pediatr Crit Care Med* 2020; 21:25666, doi:<http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002127>.
797. Melvan JN, Davis J, Heard M, et al. Factors associated with survival following extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in children. *World J Pediatr Congenit Heart Surg* 2020; 11:26574, doi:<http://dx.doi.org/10.1177/2150135120902102>.
798. Esangbedo ID, Brunetti MA, Campbell FM, Lasa JJ. Pediatric extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: a systematic review. *Pediatr Crit Care Med* 2020;21:e93443, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002373>.
799. Kido T, Iwagami M, Yasunaga H, et al. Outcomes of paediatric out-of-hospital cardiac arrest according to hospital characteristic defined by the annual number of paediatric patients with invasive mechanical ventilation: a nationwide study in Japan. *Resuscitation* 2020; 148:49-56, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.12.020>.
800. Amagasa S, Kashiura M, Moriya T, et al. Relationship between institutional case volume and one-month survival among cases of paediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2019; 137:1617, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.02.021>.
801. Gupta P, Tang X, Gall CM, Lauer C, Rice TB, Wetzel RC. Epidemiology and outcomes of in-hospital cardiac arrest in critically ill children across hospitals of varied center volume: a multi-center analysis. *Resuscitation* 2014; 85:14739, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.07.016>.
802. Stub D, Nichol G. Hospital care after resuscitation from out-of-hospital cardiac arrest: the emperor's new clothes? *Resuscitation* 2012; 83:7934, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2012.03.034>.
803. Topjian AA, Telford R, Holubkov R, et al. The association of early post-resuscitation hypotension with discharge survival following targeted temperature management for pediatric in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2019; 141:2434, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.05.032>.
804. Laverriere EK, Polansky M, French B, Nadkarni VM, Berg RA, Topjian AA. Association of duration of hypotension with survival after pediatric cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med* 2020; 21:1439, doi: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000002119>.
805. Topjian AA, Sutton RM, Reeder RW, et al. The association of immediate post cardiac arrest diastolic hypertension and survival following pediatric cardiac arrest. *Resuscitation* 2019; 141:8895, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.05.033>.
806. Topjian AA, Telford R, Holubkov R, et al. Association of early postresuscitation hypotension with survival to discharge after targeted temperature management for pediatric out-of-hospital cardiac arrest: secondary analysis of a randomized clinical trial. *JAMA Pediatr* 2018; 172:14353, doi:<http://dx.doi.org/10.1001/jamapediatrics.2017.4043>.
807. Lopez-Herce J, del Castillo J, Matamoros M, et al. Post return of spontaneous circulation factors associated with mortality in pediatric in-hospital cardiac arrest: a prospective multicenter multinational observational study. *Crit Care* 2014; 18:607, doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-014-0607-9>.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Педіатричний трикутник оцінки



1. Поведінка дитини (behavior)
2. Дихання (breathing)
3. Колір шкіри (body color)

Шкала оцінки стану свідомості AVPU

A - Alert = притомний, адекватний

V - Voice = реагує гучне звернення^[1]

P - Pain = реагує на больове подразнення

U - Unresponsive = непритомний, не реагує

Модифікована педіатрична шкала ком Глазго

Модифікована педіатрична шкала ком Глазго

	> 1 року		до 1 року	
Відкривання очей	Спонтанне		Спонтанне	4
	На голосову команду		На гучне звернення	3
	У відповідь лише на больове подразнення		У відповідь лише на больове подразнення	2
	Відсутнє		Відсутнє	1
Рухова відповідь *	Виконання команд		Рухи спонтанні та цілеспрямовані	5
	Локалізація болю		Локалізація болю	4
	Відсмикування у відповідь на больовий подразник		Відсмикування у відповідь на больовий подразник	3
	Декортикаційна поза у відповідь больовий подразник (патологічне згинання)		Декортикаційна поза у відповідь больовий подразник (патологічне згинання)	2
	Децеребраційна поза у відповідь на больовий подразник (патологічне розгинання)		Децеребраційна поза у відповідь на больовий подразник (патологічне розгинання)	1
	Відсутня		Відсутня	
Мовна відповідь	> 5 років	2-5 років	0-23 місяці	
	Орієнтована, відповідна	Відповідні слова/фрази	Гулить та лепече	5
	Сплутане мовлення	Невідповідні слова	Роздратований плач	4
	Невідповідні слова	Постійний плач або стогін	Плач у відповідь на больовий подразник	3
	Нерозбірливі слова або нечленороздільні звуки	Белькотіння	Стогін у відповідь на больовий подразник	2
	Відсутня	Відсутня	Відсутня	1
* Якщо пацієнт інтубований, непритомний або не може говорити, найважливішою частиною цієї шкали є рухова відповідь. Цей розділ необхідно ретельно оцінити.				
15 балів – свідомість ясна. 14 балів – легке оглушення. 13 балів – помірне оглушення. 12 балів – глибоке оглушення. 10-8 балів – сопор. 7-6 балів – помірна кома. 5-4 балів – глибока кома. 3 бали – позамежна кома, смерть мозку				

Дозування препаратів в невідкладній педіатрії

Дозування препаратів в невідкладній педіатрії

Препарат		Адреналін	Болос рідини	Глюкоза	Натрію бікарбонат		Ендотрахеальна трубка		Дефібриляція
							Без манжети	З манжетою	
Концентрація	1:10 000	Збалансовані ізотонічні кристалоїди АБО 0.9%	10 мл/кг	10%	4.2%	8.4%		Моніторуйте тиск в манжеті	2-4 Дж/кг
Доза	10 мкг/кг								
Шлях введення	В/В, В/К	В/В, В/К	В/В, В/К	В/В, В/К	В/В, В/К, ЦВ	В/В, В/К			Трансторакальний
Примітки		Розгляньте підігрів розчинів	При виявленій гіпоглікемії				Внутрішній діаметр	Внутрішній діаметр	Моно- або біфазний
Вік	Вага, кг	мл	мл	мл (контроль глікемії після введення, і за	мл	мл	ID мм	ID мм	Мануальний
< 1 місяць	3.5	0.35	35	7	7	-	3.0	-	20
1 місяць	4	0.4	40	8	8	-	3.0-3.5	3.0	20
3 місяці	5	3.5	50	10	10	-	3.5	3.0	20
6 місяців	7	0.7	70	14	-	7	3.5	3.0	30
1 рік	10	1.0	100	20	-	10	4.0	3.5	40
2 роки	12	1.2	120	24	-	12	4.5	4.0	50
3 роки	14	1.4	140	28	-	14	4.5-5.0	4.0-4.5	60
4 роки	16	1.6	160	32	-	16	5.0	4.5	60
5 років	18	1.8	180	36	-	18	5.0-5.5	4.5-5.0	70
6 років	20	2.0	200	40	-	20	5.5	5.0	80
7 років	23	2.3	230	46	-	23	5.5-6.0	5.0-5.5	100
8 років	26	2.6	260	50	-	26	-	6.0-6.5	100
10 років	30	3.0	300	50	-	30	-	7.0	120
12 років	38	3.8	380	50	-	38	-	7-7.5	120
14 років	50	5.0	500	50	-	50	-	7-8	120-150
Підліток	50	5.0	500	50	-	50	-	7-8	120-150
Дорослий	70	10.0	500	50	-	50	-	7-8	120-150

Посилання на оригінал: Resuscitation Council UK Paediatric emergency drug chart, режим доступу https://www.resus.org.uk/sites/default/files/2021-05/2492_AAP_RCUK_PET_chart-5.pdf

Форма протоколу реанімаційних заходів

Протокол реанімаційних заходів. « » 202__р.

Історія хвороби № _____, ПІБ _____, дата народження _____, вага (кг) _____

Часові показники реанімаційних заходів:

- Початок реанімаційних заходів : год. хв.
- Закінчення реанімаційних заходів: год. хв.
- Тривалість реанімаційних заходів: год. хв.

Місце проведення реанімаційних заходів: _____

РЕАНІМАЦІЙНІ ЗАХОДИ

5 рятівних вдихів - ні, так

С. Штучне підтримання кровообігу:

 непрямий масаж серця прямий масаж серця (з частотою компресій 100-120/хв.)Пульсова хвиля: на периферичних артеріях на центральних артеріях інвазивний АТ

А. Відновлення прохідності дихальних шляхів:

- запрокидування голови, висування нижньої щелепи та відкривання рота
- очищення ротової порожнини від патологічного вмісту
- повітровід ларингомаска інтубація трахеї трахеостомія крікоконікотомія хворий перебуває на ШВЛ.

В. Штучна вентиляція легень:

- Негайна оксигенація 100% киснем ні, так, потік кисню - л/хв..
- Метод: «повітря, що вдихається», мішок Амбу, апаратна ШВЛ
- асинхронно з частотою - ___/хв., синхронне в співвідношенні компресії/ЧД 15:2 30:2
- Параметри ШВЛ: ДО - мл, ЧД /хв., Режим
- FiO2 %
- Екскурсія грудної клітки: на вдосі, на видосі, відсутня праворуч, відсутня ліворуч.
- Пневмоторакс ні, так, якщо так - торакоцентез торакостомія

D. Медикаментозна терапія зупинки кровообігу:

E. Екстракорпоральні методи: еСЛР замісна ниркова терапія

час початку зазначається в таблиці, опис - протоколом канюляції/процедури

Результат реанімаційних заходів:

 серцева діяльність відновлена о : , АТ- / mmHg, ЧСС- /хв., ЧД- /хв., SpO2- %. констатована біологічна смерть о год хв.

Лікар :

(П.І.Б. лікаря)

(підпис лікаря)

Проведення базових реанімаційних заходів так ні

Об'єм і якість проведених базових реанімаційних заходів до прибуття реанімаційної бригади:

- дихальні шляхи відкрито так ні
- проведено 5 рятівних вдихів так ні
- компресії грудної клітки так ні
 - 100-120 на хв так ні
 - 5-6 см чи 1/3 діаметру так ні
 - відновлення форми так ні
- штучна вентиляція так ні
- дотація кисню так ні
- моніторинг серцевого ритму так ні
- проведено дефібриляцію так ні

Часові показники базових реанімаційних заходів:

- Початок базових реанімаційних заходів : _____ год. _ хв.
- Закінчення базових реанімаційних заходів: _____ год. хв.
- Тривалість базових реанімаційних заходів: _____ год. хв.

Місце проведення реанімаційних заходів:

Час від початку, хв	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40			
Режим вентиляції*																								
FiO2																								
Серцевий ритм **																								
Енергія розряду, Дж																								
- адреналін, мкг																								

* - А - мішок Амбу, S - надглоткові повітроводи, І - інтубаційна трубка, Т - трахеостомія

** - ШТ, ШФ, СВТ, Sin - синусовий ритм + зазначити частоту, коли можливо, ВСК, РЕА - безпульсова електрична активність (pulseless electrical activity)

Свідомість - A V P U

дихання наявне так ні

пульс на магістральних артеріях так ні

Зворотні причини зупинки кровообігу

4Т		4Н	
Тампонада		Гіпоксія	
Пнеоторакс напружений		Гіповолемія	
Тромбоз (коронарний, легеневий)		Гіпер-/гіпо-калій-, магній-, кальційемія	
Токсини (в т.ч. - ятрогенії)		Гіпо-/гіпертермія	