ОПТИМІЗОВАНЕ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ НЕНАВМИСНОМУ ЗАГАЛЬНОМУ ПЕРЕОХОЛОДЖЕННІ ОРГАНІЗМУ

(НАУКОВО-ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)

КРАВЕЦЬ О.В., ЄХАЛОВ В.В., СЕДІНКІН В.А.
Дніпровський державний медичний університет,
м. Дніпро, Україна

Кравець О.В., д.м.н.

Єхалов В.В., к.м.н.

ВСТУП

На сьогодні темпи скорочення населення в Україні є одними з найвищих у Європі та становлять 0,9–1,1 % на рік. Значна частина факторів, що зумовлюють депопуляцію, залежить від низького рівня життя, погіршення стану здоров'я населення та несприятливих екологічних умов. До таких впливів відноситься гостра холодова травма [1]. В Україні при різкій зміні погодних умов у зимовий період 2006–2007 рр. було зареєстровано 11 246 постраждалих, з яких 6261 потребував стаціонарного лікування, а 999 випадків закінчилися смертю людей [2]. У 2017 році в Україні сильні морози забрали життя 40 людей. Більшість померлих було зареєстровано у західних областях України. Найбільше летальних випадків було зазначено у Рівненській, Львівській і Миколаївській областях [3]. Таким чином, лікування холодової травми та оптимізація реанімаційних заходів при загальному переохолодженні організму є певною вітчизняною соціально-медичною проблемою.

Безпека медичних працівників — головний пріоритет під час рятувальних робіт. Знаходження в осередку надзвичайної ситуації може бути небезпечним, або співробітник служби порятунку може перебувати там обмежений час. Якщо у потерпілого не візуалізуються очевидні смертельні травми, може знадобитися переміщення пацієнта до безпечного місця, перш ніж буде прийняте рішення про проведення серцево-легеневої реанімації (СЛР) [4, 5].

ДІАГНОСТИКА

Більшість звичайних критеріїв діагностики біологічної смерті (фіксовані розширені зіниці та явне задубіння) у пацієнтів з тяжким загальним переохолодженням організму ненадійні [4, 5]. Серцево-легеневу реанімацію не слід починати у випадках, якщо пацієнт дихає, стогне чи рухається або на електрокардіографії (ЕКГ) виявляються поодинокі комплекси QRS, навіть при повільному та нерегулярному ритмі [6].

Загальні протипоказання до спроб реанімації у польових умовах включають такі очевидні стани:

- пошкодження, що несумісні з життям (декапітація; транссекція тулуба, тіло розкладається або повністю задубіле (виконання компресій неможливе), відкрита травма голови із втратою мозкової речовини або повне обвуглювання) [4, 7–9];
- нормотермного пацієнта слід констатувати як померлого без зігрівання [6, 10–13];
- постійна асистолія без епізодів фібриляції шлуночків (ФШ);
- базальна температура < 13,7 °С;
- концентрація калію у сироватці крові > 12 ммоль/л [4, 10, 14];
- потонулий, який перебував під водою понад 1 годину [15, 16];
- наявність щільного снігу або льоду у дихальних шляхах [6];
- при статусі «не реанімувати» або якщо рятувальникам потрібна евакуація з метою збереження власного життя, пацієнти можуть бути оголошені мертвими на місці події [17].

Протягом не більше 60 секунд потрібно діагностувати наявність або зупинку кровообігу (пальпація пульсу на сонних артеріях, одночасно — реєстрація та оцінка ЕКГ) [14]. У випадках, коли пульс і дихання можуть бути практично непомітними і легко припуститися помилки, багато авторів вважають, що визначення пульсу при гіпотермії не має значення, хоча інші дослідники рекомендують його пальпацію на магістральних артеріях протягом не менше 40 секунд. Перш ніж зробити висновок про те, що сталася зупинка кровообігу, рекомендується контролювати запис ЕКГ не менше ніж 1 раз на 1 хвилину. Якщо пульс або дихання не визначаються, доцільно припустити, що серцева функція відсутня, тоді СЛР слід розпочинати за допомогою стандартних процедур [6, 18].

ЕКГ має бути знята, але на практиці це може бути виконане лише у захищеному просторі, під час транспортування в машині швидкої допомоги або гелікоптером. Гіпотермічна зупинка серця визначається як припинення кровообігу, спричинене гіпотермією, включаючи фібриляцію шлуночків, шлуночкову тахікардію без пульсу (ШТ), електричну активність без пульсу або асистолію [19]. Через низьку амплітуду запису ЕКГ іноді буває дуже тяжко діагностувати асистолію або фібриляцію шлуночків. У випадках наявності будь-якого пульсу, хоча яким слабким він би не був, серцево-легенева реанімація із компресією грудної клітки протипоказана, оскільки стиснення серця може перетворити неадекватний ритм перфузії на ФШ [20, 21].

Охолодження супроводжується ригідністю грудної клітки та погіршенням її стисливості, що ускладнює проведення СЛР, і, відповідно, серцевий викид може бути низьким. До того ж постраждалі з гіпотермією часто вимагають проведення тривалої реанімації [6, 22, 23].

ОСНОВНІ ЗАХОДИ СЕРЦЕВО-ЛЕГЕНЕВОЇ РЕАНІМАЦІЇ

Установка внутрішньовенного катетера у пацієнтів з гіпотермією часто утруднена. Внутрішньокістковий доступ швидший і надійніший. Оскільки при переохолодженні міокард більш подразливий, довгі катетери можуть спровокувати аритмію. Існує ризик виникнення ФШ, якщо провідник просувається до серця. Катетеризація внутрішньої яремної або підключичної вен протипоказана, якщо не використовується укорочений катетер. Доступ до стегнової вени забезпечує центральний доступ без небезпеки викликати аритмію, але в польових умовах його реалізація пов'язана з певними труднощами. Невдалі спроби найчастіше ускладнюються гематомами [4]. Перевагу надають катетеризації периферичних вен. Інфузійні розчини для внутрішньовенного введення повинні бути нагріті як мінімум до 40–42 °С, хоча існують рекомендації щодо доцільності введення розчинів нижчої (37 °С) [23–26] та більш високої температури (43–44 °С) [14, 22]. Оскільки ефективна маса, що перфузується (теплове ядро), зменшується при гіпотермії в результаті інтенсивної периферичної вазоконстрикції, введення теплої рідини сприятиме підвищенню центральної температури. Під час зігрівання судинний спазм, що раніше обмежував судинне русло, минає. Об'єм циркулюючої крові слід поповнити, щоб уникнути гіповолемії з подальшим розвитком шокового стану, при цьому з обережністю слід застосовувати інфузійні середовища, що можуть спровокувати об'ємне навантаження, тому суміш кристалоїдів і колоїдів використовують з обережністю. У польових умовах інфузійні ємності та системи мають бути термічно ізольовані від охолоджуючого впливу навколишнього середовища. Оскільки при гіпотермії метаболізм пригнічений, використання глюкозовміщуючих розчинів не є обов'язковим. Застосування фізіологічного розчину є оптимальним для об'ємного відновлення. У той же час розчин Рінгера з лактатом не слід використовувати у пацієнтів із гіпотермією, оскільки холодна печінка не може метаболізувати лактат. Болюсне введення рідини вважається доцільнішим, ніж шляхом безперервної інфузії. Ідеальний спосіб — заблокувати лінію фізіологічним розчином, коли за введенням болюсу робиться пауза. Болюси по 500 мл можна титрувати для підтримки адекватного артеріального систолічного тиску залежно від ступеня гіпотермії.

Думка, що холодне серце несприйнятливе до вазопресорів або антиаритмічних препаратів, нині спростована. Адреналін підвищує коронарний перфузійний тиск і прискорює відновлення спонтанного кровообігу після дефібриляції [4], покращує коронарну перфузію при спровокованій гіпотермією асистолії. Коли центральна температура не перевищує 30 °С, адреналін та інші вазоактивні препарати слід вводити з великою обережністю, адренорецептори негативно реагують на низькі температури, а зниження метаболізму вазоактивних препаратів може призвести до їх потенційно токсичних концентрацій при повторному застосуванні. Ідеальний фармакологічний підхід до шлуночкової аритмії залишається невирішеним. Агенти класу III, такі як бретилій або аміодарон, теоретично ідеальні, оскільки діють безпосередньо проти фібриляції. Аміодарон та лідокаїн менш ефективні при гіпотермії, ніж при нормотермії, і можуть провокувати виникнення «піруетних» форм аритмій [4]. Бретилію тозилат у дозі 10 мг/кг — єдиний відомий ефективний препарат проти фібриляції при гіпотермії, оскільки в охолодженому серці він не припиняє своєї дії [21].

При переохолодженні метаболізм медикаментів знижується, а їх зв'язування з білками збільшується. Коли температура ядра стає нижче 30 °С, інтервали між послідовними дозами препаратів слід збільшувати вдвічі, а при досягненні цього рівня температури вони повинні відповідати стандартам. Серцевий моніторинг дуже важливий для виявлення фатальних аритмій. Коли шкіра постраждалого дуже холодна або волога, значно важче встановити липкі електроди, у цих випадках доцільніше використовувати голчасті. Сучасні портативні пристрої для ехокардіографії або допплерографія можуть бути корисними для оцінки серцевого викиду. Якщо кардіомонітор демонструє будь-які електричні комплекси, обережно проконтролюйте пульс на верхівці серця та сонній артерії до початку СЛР.

Синусова брадикардія може розглядатися як фізіологічна, у цьому випадку кардіостимуляція не потрібна, але якщо такий стан не зберігається після зігрівання. Охолоджені кардіоміоцити досить слабо реагують на дефібриляцію, доки центральна температура не перевищить 30 °С. Якщо електрошок виявиться неефективним, слід застосувати не більше трьох розрядів максимальної потужності. Якщо дефібриляція за низької центральної температури не мала успіху, відкладіть нанесення подальших розрядів, доки температура не перевищить 30 °С. Якщо внутрішня температура тіла нижча і у пацієнта розвивається шлуночкова тахікардія або фібриляція, слід спробувати використати кардіоверсію на постійному струмі. Сучасні клінічні протоколи рекомендують: якщо це не має успіху, не слід робити подальші спроби доти, доки центральна температура тіла не перевищить 30 °С, після чого дефібриляція повинна виконуватися відповідно до рекомендацій для пацієнтів із нормотермією. Проведення дефібриляції буде марним при

температурі тіла переохолодженого < 22–25 °С. Якщо у зігрітого потерпілого після дефібриляції зберігається ФШ, введення магнію сульфату може сприяти успішній кардіоверсії [4, 10, 11, 14, 23, 29, 30].

Рекомендується безперервна СЛР. По можливості слід використовувати механічні пристрої для компресій та уникати переривання реанімаційних заходів. Механічні пристрої для стискання грудної клітки можуть забезпечувати більше 50 % вихідного рівня мозкового кровообігу та достатнє надходження кисню до життєво важливих органів в умовах гіпотермії. Кардіопамп має велике значення при транспортуванні, а також для продовження СЛР доти, доки не буде налагоджене екстракорпоральне життєзабезпечення (ECLS) [12, 13].

Безперервні компресії ідеальні, але для успішної безпечної евакуації пацієнта можуть знадобитися періодичні стиснення грудної клітки. При правильно виконаних компресіях потрібно близько 5 хвилин оксигенації мозку для подолання ішемічного порогу. Якщо СЛР неможливо виконувати безперервно, компресії слід здійснювати з перервами між періодами стиснення, які не повинні перевищувати 5 хвилин. З огляду на наявні дані, у пацієнта з центральною температурою < 28 °С або у невідомого пацієнта з однозначною гіпотермічною зупинкою кровообігу як виняток припустиме чергування 5-хвилинної СЛР та паузи ≤ 5 хвилин. При внутрішній температурі < 20 °С можливе чергування 5-хвилинної СЛР та ≤ 10 хвилин без такої [4, 11, 14, 29–32].

Якщо доступний автоматичний зовнішній дефібрилятор із кардіомонітором, його можна використовувати для серцевого моніторингу. Для діагностики можна використовувати автоматичний зовнішній дефібрилятор (АЗД) без кардіомонітора. Серцеві ритми, при яких показана кардіоверсія або дефібриляція (ритми, що вимагають застосування електрошоку), — це ШТ без пульсу та ФШ. Шлуночкова тахікардія без пульсу рідко виникає при помірному або тяжкому переохолодженні. Вказівка на табло монітора «рекомендується електрошок» означає, що це ритм ШТ або ФШ. Якщо при аналізі ЕКГ на екрані автоматичного зовнішнього дефібрилятора реєструється ФШ, то повинні бути розпочаті заходи базової та розширеної СЛР, навіть коли дихальні шляхи блоковані. Вказівка «не застосовувати електрошок» на АЗД без можливості моніторингу може означати, що це асистолія або електрична активність без пульсу. Якщо не рекомендується використовувати електрошок, а пульс на сонній артерії при пальпації не реєструється протягом мінімум 1 хвилини, нормальне дихання або інші ознаки життя не визначаються, а ультразвукове дослідження для діагностики серцевої активності або пульсу недоступне, необхідно розпочати СЛР [4, 9].

Напівавтоматичний дефібрилятор може «неправильно інтерпретувати» ЕКГ, тому його слід застосовувати з обережністю [6]. При тяжкій гіпотермії фібриляція шлуночків надзвичайно стійка до спроб електричної кардіоверсії доти, доки не буде досягнуте зігрівання. Якщо не може бути швидко налагоджений екстракорпоральний кровообіг, який надає кращі шанси на одужання, може знадобитися тривала серцево-легенева реанімація доти, доки не буде досягнуте зігрівання, яке достатнє для дефібриляції [22, 33].

Принципи забезпечення прохідності дихальних шляхів у пацієнтів із гіпотермією не відрізняються від таких у пацієнтів із нормотермією. Пацієнту, який самостійно не дихає або дихає спонтанно, але має незахищені дихальні шляхи внаслідок пригнічення свідомості, рекомендовано розширене управління дихальними шляхами з використанням інтубації або надгортанного дихального пристрою для забезпечення адекватної вентиляції та захисту від аспірації [4, 24]. Переваги удосконаленого управління прохідністю дихальних шляхів перевищують ризик виникнення ФШ. Побоювання спричинити фібриляцію шлуночків не повинно перешкоджати інтубації у випадках, коли ця дія необхідна [4, 6]. Швидка інтубація в умовах міоплегії може бути неефективною, якщо релаксуючий засіб не зможе подолати м'язовий тризм, спричинений глибокою гіпотермією. У цих випадках стане в пригоді фіброволоконна інтубація або конікотомія. При цьому надгортанний пристрій може бути ефективнішим за інтубацію. Слід уникати перероздмухування манжети повітрям, оскільки гази всередині манжети будуть розширюватися при зігріванні потерпілого, що може призвести до розриву манжети або дислокації трубки [4].

Штучна вентиляція легень проводиться із застосуванням захисної вентиляційної стратегії — низькі дихальні об'єми, низький позитивний тиск наприкінці видиху [4, 11]. Гіпервентиляція має безліч потенційно несприятливих ефектів при переохолодженні, включаючи зниження мозкового кровообігу. Штучна вентиляція легень при адекватній прохідності дихальних шляхів обмежена зниженням пластичності грудної клітки. Для запобігання гіпервентиляції рекомендується використовувати моніторинг $EtCO_2$. За його відсутності, якщо немає розширення дихальних шляхів, вентиляцію слід проводити у тих самих режимах, що й у нормотермічних пацієнтів. Співвідношення вентиляції (вдихів) і компресій грудної клітки таке ж, як і при стандартній СЛР [4, 14], хоча зустрічаються окремі повідомлення щодо доцільності зменшення частоти компресій удвічі [6]. При рятувальних операціях на висоті понад 1200 м над рівнем моря персонал рятувальних команд повинен знати про нормальний діапазон $EtCO_2$ у таких умовах [4].

➲ Комплекс серцево-легеневої реанімації виконується згідно з міжнародними рекомендаціями Європейської Ради з ресусцитації при тяжкій ненавмисній гіпотермії, 2021 (8).

➲ Оцініть центральну температуру тіла за допомогою термометра зі шкалою з низькими показниками, тимпанічний метод застосовується при спонтанному диханні, стравохідний — у хворих з ендотрахеальною трубкою або надгортанним пристроєм з обтурацією стравоходу.

➲ Аналізуйте життєво важливі показники (пульс, дихання) протягом 1 хвилини.

➲ Ключові заходи: догоспітальна ізоляція, сортування, швидке переміщення, транспортування до лікувального закладу та відновлення.

➲ Гіпотермічним пацієнтам із ризиком неминучої зупинки серця (температура ядра < 30 °С, шлуночкова аритмія, систолічний артеріальний тиск < 90 мм рт.ст.) або при зупинці кровообігу в ідеалі слід виконати безпосереднє переведення на екстракорпоральне життєзабезпечення.

➲ Пацієнтам із гіпотермічною зупинкою кровообігу СЛР необхідно продовжувати під час транспортування.

➲ Сила стиснення грудної клітки та швидкість вентиляції не повинні відрізнятися від таких у пацієнтів у нормотермічному стані.

➲ Якщо фібриляція шлуночків зберігається після трьох неефективних електричних розрядів, припиніть подальші спроби, доки центральна температура ядра не перевищить 30 °С.

➲ Утримуйтесь від введення адреналіну, якщо температура ядра < 30 °С.

➲ Збільшіть інтервали між введеннями адреналіну до 6–10 хв при центральній температурі > 30 °С.

➲ Якщо потрібне довготривале транспортування або місцевість густопересічна, використовуйте кардіопамп.

➲ У гіпотермічних пацієнтів із зупинкою кровообігу при < 28 °С можлива затримка СЛР, яка припустима, коли реанімаційні заходи на місці занадто небезпечні або неможливі. Переривчаста СЛР може здійснюватися у випадках, коли немає можливості для забезпечення її безперервності.

➲ При гіпотермічній зупинці серця слід проводити зігрівання за допомогою ECLS, переважно екстракорпоральної мембранної оксигенації при серцево-легеневому шунтуванні.

➲ Повторне зігрівання поза ECLS слід розпочинати в районній лікарні, якщо центру ECLS неможливо дістатися протягом 6 годин.

➲ Порятунок похованих у лавині почніть з 5 вдихів при зупинці кровообігу, оскільки у цьому випадку найбільш імовірною причиною зупинки серця є гіпоксія.

➲ Виконайте стандартні заходи СЛР при тривалості поховання в лавині < 60 хвилин.

➲ Забезпечте реанімаційні заходи у повному обсязі, зігрівання ECLS включно, для жертв лавин із тривалістю поховання > 60 хвилин, за винятком ситуацій, коли обтурація дихальних шляхів або додаткові травми не сумісні з життям.

При центральній температурі 24–13,7 °С жертва сильно переохолоджена і здається мертвою. Відсутність рефлексів і розширення зіниць не слід розглядати як ознаки смерті. СЛР слід розпочинати негайно, за умови, що розпочаті реанімаційні заходи не повинні перериватись до надходження до референтного лікарняного центру [10].

Швидке зігрівання середостіння із промиванням плевральної порожнини слід розглядати у відділеннях, які не мають можливостей використання екстракорпорального зігрівання. Застосування плеврального лаважу при зупинці кровообігу потенційно здатне знижувати якість компресій грудної клітки і не показане, коли достатню кількість тепла можна надати іншими шляхами. Двобічне встановлення дренажів грудної клітки з подальшим промиванням плевральної порожнини сольовим розчином, при його попередньому мікрохвильовому нагріванні, швидко підвищує стравохідну температуру з 23 до 30 °С з подальшою успішною дефібриляцією [34].

Екстракорпоральні методи, що не замінюють кровообіг (наприклад, гемодіаліз), відносно протипоказані в даній ситуації, оскільки вони можуть негативно впливати на гемоциркуляцію і практично неефективні за відсутності спонтанного кровообігу, необхідного для забезпечення перфузії за зовнішнім контуром. Оптимальної швидкості зігрівання не встановлено. Теоретично найнебезпечнішим є період, коли спонтанний кровообіг ще відсутній, але температура головного мозку вже стала вищою за 28 °С. Відігрівання до відновлення серцевого ритму має бути настільки швидким, наскільки це можливо. Використовується одне або більше зовнішнє джерело тепла, але тільки навколо тулуба, щоб знизити ймовірність розвитку «afterdrop» внаслідок периферичної вазодилатації (теплий лаваж сечового міхура через триканальний катетер або, якщо це можливо, перитонеальний лаваж). Як тільки центральна температура стане > 28 °С, спроби дефібриляції можуть здійснюватися на кожен градус підвищення температури або за будь-яких змін ритму на моніторі. Тривале проведення реанімаційних заходів не перешкоджає виживанню, а високоякісна СЛР можлива із застосуванням механічних пристроїв, тому рекомендується переведення пацієнта до ECLS-центру, де є можливість зігрівання за допомогою екстракорпорального циркуляційного насоса або екстракорпоральної мембранної оксигенації. У більш ізольованих або віддалених сценаріях, коли в межах досяжності немає лікарні третього рівня, можна припустити можливість евакуації пацієнта до найближчого лікувального центру з відділеннями інтенсивної терапії та можливістю безперервної веновенозної гемофільтрації та гемоперфузії [10].

Екстракорпоральне життєзабезпечення включає веноартеріальну екстракорпоральну мембранну оксигенацію (ВА ЕКМО) або використання апарата штучного кровообігу (АШК), які є методами вибору для зігрівання при гіпотермії і повинні застосовуватися при первинній гіпотермічній зупинці або вираженій нестабільності кровообігу при загальному переохолодженні III–IV ст. ECLS є безпечним методом із більш високими показниками виживання порівняно з іншими методами відігрівання, дозволяє негайно відновити гемоциркуляцію, підтримувати на належному рівні оксигенацію тканин та виведення CO_2, а також забезпечувати швидке й контрольоване зігрівання. Описані в літературі показники виживання варіабельні (23–100 %) і залежать від широкого спектра факторів, що включають умови навколишнього середовища (швидкість охолодження тіла, гіпоксична або негіпоксична зупинка кровообігу тощо), індивідуальні особливості пацієнта (наявність конкуруючих і супутніх захворювань), причини гіпотермії (поховання в лавині, пригоди на воді тощо), особливості рятувальних робіт, вибір госпітальної бази для лікування та доступність методів ECLS (ЕКМО або АШК).

Більшість пацієнтів з первинною гіпотермією зберігають адекватний для перфузії рівень кровообігу, доки температура не зменшиться до значень < 28 °С. Таким чином, показання для проведення ECLS у пацієнтів із зупинкою кровообігу при температурі тіла 28–32 °С є суперечливими, оскільки у більшості з них зупинка кровообігу сталася з інших причин, і шанси на сприятливий неврологічний результат досить низькі. Рішення про застосування ECLS при гіпотермії III ступеня (< 28 °С) без зупинки кровообігу може бути прийняте в таких ситуаціях: неефективність проведеного активного зовнішнього та мінімально-інвазивного внутрішнього зігрівання, при життєзагрожуючих аритміях, гіпотензії (систолічний тиск < 90 мм рт.ст.), дихальній недостатності, рефрактерному ацидозі. Літні пацієнти або пацієнти з супутніми захворюваннями, які мають обмежену толерантність до зниження кровообігу, можуть мати кращий прогноз при лікуванні ECLS. Молоді первинно здорові пацієнти з гіпотермією III ступеня повинні спочатку відігріватися методами активного зовнішнього та мінімально інвазивного внутрішнього зігрівання. Пацієнтам з ризиком зупинки кровообігу (температура тіла < 28 °С, шлуночкова аритмія, систолічний артеріальний тиск < 90 мм рт.ст.) в ідеалі зігрівання повинно проводитися на базі ECLC-центру з постійною готовністю персоналу та обладнання до моменту стабілізації пацієнта.

У минулому в більшості випадків ECLS-відігрівання проводилося лише з використанням АШК. Останнім часом ВА ЕКМО стала провідним методом у зв'язку з більшою доступністю та нижчими вимогами до гепаринізації, а також можливістю тривалої кардіореспіраторної підтримки при нестабільності гемодинаміки, аритміях або постгіпотер-

мічному тяжкому набряку легень. При зупинці кровообігу внаслідок переохолодження статистика відновлення спонтанного ритму серця однакова як з використанням АШК, так і при ВА ЕКМО. При цьому поліорганна недостатність є очікуваною і може вимагати продовженої ВА ЕКМО для забезпечення адекватної перфузії та оксигенації тканин до відновлення функцій внутрішніх органів. Веновенозна ЕКМО є неефективною при зупинці кровообігу, але може використовуватися у гемодинамічно стабільних пацієнтів з дихальною недостатністю.

Канюляція стегнової артерії та вени — найшвидший і найпростіший спосіб для екстреного використання. Стернотомія менш бажана, оскільки займає багато часу і потребує перерви у проведенні СЛР. В ідеалі реанімаційні заходи мають проводитись до моменту запуску ECLS-відігрівання. Залежно від виду зігрівання (АШК або ВА ЕКМО) пацієнту слід ввести гепарин відповідно до чинних протоколів. За наявності множинної травми у потерпілого з гіпотермією слід розглянути питання зниження дози антикоагулянта. Нові гепаринізовані системи для ВА ЕКМО можуть використовуватися до одного тижня із мінімальним введенням гепарину. Це робить ECLS-відігрівання більш прийнятним способом лікування при гіпотермічній зупинці кровообігу, поєднаній із множинною травмою та високим ризиком кровотечі.

Для виключення свідомості пацієнта показано проведення загальної анестезії. Щоб уникнути великого температурного градієнта на початку проведення ECLS, у більшості випадків бажано починати зігрівання з температури, що відповідає поточній температурі тіла пацієнта. Швидкість потоків збільшується поступово для зменшення ризику утворення бульбашок газу та ішемічно-реперфузійного пошкодження клітин. Поступове збільшення потоку до 2,2–2,5 л/хв/м^2, утримання тиску > 45 мм рт.ст., швидкості зігрівання до 1 °С на кожні 10 хвилин та температурного градієнта 5–10 °С між венозною кров'ю та теплообмінником є безпечним і запобігає утворенню газових емболів. Використовуються різні темпи зігрівання: від 1 °С за 5 хвилин до 1 °С за 1 годину. Оптимальна швидкість на даний момент не визначена, тому стандартів для цього параметра не існує. При використанні стегнового доступу можливий протитік крові у висхідній частині та дузі аорти. Тому вентиляція повинна бути розпочата одразу, як тільки буде підключено ECLS, щоб уникнути перфузії міокарда та головного мозку збідненою киснем кров'ю. Необґрунтовано застосування зігрівання пацієнтів за допомогою АШК у тих випадках, коли у них запідозрено зупинку кровообігу травматичного генезу [9, 35, 36].

ECLS має бути продовжено, доки не з'явиться стабільний самостійний серцевий ритм, не буде забезпечено адекватну самостійну перфузію тканин, а температура тіла не досягне значень > 32 °С. При відключенні від ECLS можуть бути застосовані інотропні препарати та вазопресори. Цільові значення температури тіла повинні відповідати чинним протоколам, не слід допускати постреанімаційної гіпертермії [7]. Проте основна мета — максимально покращити гемодинаміку та забезпечити адекватну церебральну перфузію. Серцева та поліорганна недостатність — очікувані стани після тривалої СЛР, які можуть мати місце при реперфузії, тому може знадобитися постреанімаційна ВА ЕКМО для відновлення адекватної роботи серцево-судинної системи. В одному з нещодавніх досліджень було показано, що у пацієнтів після тяжкої гіпотермії після відігрівання за допомогою ВА ЕКМО довго зберігалася діастолічна дисфункція обох шлуночків, незважаючи на повне відновлення систолічної функції [37].

Таблиця 1. Прогноз результатів гіпотермії після ECLS для пацієнтів із гіпотермічною зупинкою серця, опис параметрів, що впливають на HOPE, відносно оцінки вірогідності виживання (за Lott C., Truhla A., Alfonzo A. et al., 2021) (8)

Вік	На місці або в лікарні
Стать	На місці або в лікарні
Центральна температура	Перше вимірювання при надходженні
Рівень сироваткового калію (ммоль/л)	Перше вимірювання при надходженні
Наявність асфіксії	Асфіксія (голова повністю вкрита водою або снігом) із зупинкою серця при вилученні. Відсутність асфіксії: занурювання, зовнішнє або внутрішнє опромінення. Дані, що занотовані на сайті
Тривалість СЛР (хв)	З початку ручної СЛР до очікуваного початку ECLS. Дані, що занотовані на догоспітальному та госпітальному етапах після проведення ECLS, очікуваний прогноз

Оскільки ЕКМО сприяє швидкому зігріванню, і якщо ФШ не усувається за допомогою серцевих компресій, може бути задіяна спроба дефібриляції [10].

СЛР підвищує виживання хворих із гіпотермічною зупинкою серця. Неодноразово були зафіксовані випадки успішної реанімації та повного відновлення у хворих, які на момент початку СЛР не мали жодних ознак життя [22].

Тривалість клінічної смерті з можливістю успішної реанімації значно перевищує нормальну (5–6 хв) і залежить від температури тіла та навколишнього середовища [38]. Потреба мозку в кисні зменшується приблизно на 6 % на кожен 1 °С зниження центральної температури і досягає 16 % за температури 15 °С порівняно з такою при нормотермії. Це підвищує стійкість мозку до зменшення і навіть до припинення мозкового кровообігу. При 18 °С мозок переносить аноксію в 10 разів довше, ніж при 37 °С [12, 13]. Ця неймовірна адаптація забезпечує повне неврологічне відновлення після надзвичайно тривалих станів зупинки кровообігу [39].

Пацієнта у стані глибокої гіпотермії необхідно вважати живим («не помер, поки не зігрітий» — nobody is dead until warm and dead) і, відповідно, проводити реанімаційні заходи, доки не стане очевидним протилежне [6, 10, 12, 13, 15, 19]. Реанімацію не слід припиняти, навіть якщо пацієнт виглядає мертвим, доки внутрішня температура тіла не перевищить 30–32 °С, але все ще не з'являться ознаки життя. Пацієнта можна визнати померлим лише у тому випадку, якщо відбулося зігрівання принаймні до 33 °С без відновлення серцевого ритму [6, 11].

Якщо СЛР призводить до відновлення самостійного ефективного кровообігу на місці, то може бути прийняте рішення про пряме транспортування потерпілого до спеціалізованого лікувально-діагностичного закладу, оскільки пацієнт може піддаватися охолодженню до тяжкої гіпотермії також під час та після реанімаційних заходів.

Питання про припинення ECLS розглядається у разі, якщо не досягнуто відновлення спонтанного кровообігу за центральної температури 32–35 °С [12, 13, 40].

Рішення про припинення лікування також може прийматися на підставі додаткових клінічних даних (кровотеча, яку неможливо зупинити; додаткові дані щодо причин гіпотермії; ознаки тяжкого аноксичного ушкодження головного мозку) [12, 13].

Основні причини неефективної реанімації — занадто швидке або дуже раннє підвищення центрального венозного тиску, спроби дефібриляції за внутрішньої температури тіла нижче 30 °С або продовження зігрівання за температури понад 33 °С, якщо рівень калію занадто високий, а pH занадто низький. При гіперкаліємії доцільно розглянути можливість введення розчину глюкози та інсуліну [4, 6, 21].

ПОСТРЕАНІМАЦІЙНИЙ ДОГЛЯД

- Слід уникати гіпертермії під час та після зігрівання.
- Постреанімаційний догляд повинен бути продовжений після того, як було досягнуто зігрівання, включаючи підтримку легкої гіпотермії, якщо це необхідно [10, 41, 42].

Для пацієнтів із гіпотермічною зупинкою серця для прогнозування ймовірності виживання після екстракорпорального життєзабезпечення швейцарськими вченими була розроблена шкала HOPE (Hypothermia Outcome Prediction after ECLS rewarming for hypothermic arrested patients). Таку абревіатуру можна трактувати як «надія». Очікуваний результат для кожного постраждалого розраховується автоматично за допомогою цифрової програми. Імовірність шансів на виживання та виписки зі стаціонару визначається в діапазоні від 0 до 100 %. Граничне значення становить 10 %, що дозволяє вирішити, яким пацієнтам із гіпотермією при зупинці серця буде корисним зігрівання за допомогою ECLS, а яким — ні (табл. 1) [43].

Прогноз дуже несприятливий, якщо надання кваліфікованої допомоги перевищує 30 хвилин до моменту відновлення самостійного кровообігу, навіть у разі гіпотермії [12, 44].

- Оцінку HOPE не слід застосовувати у дітей [8].
- Неможливість досягти нормотермії у найближчі 12 годин однозначно пов'язана з летальним кінцем [45].
- Якщо у дорослого пацієнта з гіпотермією рівень калію > 12 ммоль/л, СЛР слід припинити [4].
- Коли рівень калію становить менше 10 ммоль/л, можливе виживання без неврологічних порушень, СЛР слід продовжувати, доки пацієнт не зігріється [46].

КАЗУЇСТИКА КРИТИЧНОГО НЕНАВМИСНОГО ЗАГАЛЬНОГО ПЕРЕОХОЛОДЖЕННЯ

1. Перший задокументований випадок успішного лікування примітивними методами вкрай тяжкого переохолодження у моряка, якого вважали мертвим, був описаний провінційним шведським лікарем С. Науклером (за документами Королівської шведської академії наук, 1756) [6].

2. Максимальна низька Тсо при ненавмисному переохолодженні у дорослих постраждалих із повним неврологічним відновленням після СЛР та відігрівання спостерігалася у жінки 29 років, яка впала у стік водоспаду та перебувала без ознак життя протягом 45 хв. Її центральна температура початково дорівнювала 13,7 °С [17, 24, 47, 48].

3. Жінка була похована у лавині протягом 43 год 45 хв. Температура тіла < 32 °С, при огляді була загальмована, дезорієнтована. Обмороження кистей та стоп I–II ступеня, без механічних травм. Стан ускладнився периферичними неврологічними розладами [12].

4. Жінка, 34 роки. Тсо 20 °С. Низька навколишня температура, асистолія. K^+ = 7,9 ммоль/л. Пацієнтка вижила. Психоневрологічний результат невідомий [50].

5. Холодове ураження безхатченка міста Бостона на початку жовтня, коли сонячним днем за температури 13 °С йшов дощ, зниження температури повітря у вечірній час було до 1,1 °С. Центральна температура тіла пацієнта становила 15 °С, він вижив після виконання серцево-легеневого шунтування у муніципальній лікарні штату Массачусетс [51].

6. Дитина (2 роки і 3 місяці, маса тіла 14 кг) самостійно вночі вийшла з дому, коли температура повітря була –7 °С. Знайдена вранці поліціантом. У Краківському лікувальному центрі зафіксовано асистолію. Рівень глюкози — 19,5 ммоль/л, лактату — 5,2 ммоль/л, центральна температура — 11,8 °С. Реанімаційні заходи було проведено із застосуванням ЕКМО, серцевий ритм відновлено. Через 64 дні хлопчик був дуже активним і виписаний додому [52].

7. Найнижча внутрішня температура, що була індукована терапевтичним шляхом, — 9 °С [4].

8. Максимальна зареєстрована швидкість охолодження у повністю похованих лавиною — 9 °С на 1 годину [46].

9. Найтриваліший період занурення у воду, після якого людина вижила без неврологічних порушень, становив 66 хвилин у дитини віком 2,5 року (центральна температура становила 19 °С) [46].

10. В 1980 році 16 данських моряків покинули тонучий корабель, зістрибнувши до холодної води Північного моря. Їх підібрало рибальське судно. Діставшись до берега, вони зайшли до бару, щоб випити гарячих напоїв, і протягом 1 години всі померли, можливо, через гіповолемічний шок внаслідок різкого розширення периферичних судин [53].

11. Випадок найтриваліпої документованої гіпотермічної зупинки кровообігу (8 годин 40 хвилин) стався з 65-річною пацієнткою, яка приймала сертралін і була знайдена на засніженому березі річки. Внутрішня температура була 20,8 °С, мав місце змішаний ацидоз при pH 6,94 од, гіпокаліємія становила 2,8 ммоль/л. Результат реанімаційних заходів із використанням ЕКМО був позитивним [54].

Автори сподіваються, що узагальнена сучасна інформація щодо особливостей реанімаційних заходів при загальній ненавмисній гіпотермії буде корисною для лікарів першого контакту, медичного персоналу комбустіологічних та відділень інтенсивної терапії, анестезіологів і співробітників рятівних служб, хоча певна кількість сучасних екстракорпоральних методів зігрівання організму в нашій країні поза обласними центрами недостатньо доступна.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості під час підготовки даної статті.

Список літератури знаходиться в редакції ■