

Zuzanna LATAWIEC¹
Waldemar HŁADKI^{1,2}
Jacek LORKOWSKI³

Postępowanie ratownika medycznego z pacjentami w hipotermii

Principles of proper conduct of paramedic with patients with hypothermia

¹Podhalańska Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Targu
Instytut Ratownictwa Medycznego
ul. Kokoszków 71
Nowy Targ
Dyrektor instytutu:
prof. dr hab. Waldemar Hładki

²Collegium Medicum UJ Zakład Medycyny Katastrof i Pomocy Doraźnej Katedry Anestezjologii i Intensywnej Terapii
ul. Kopernika 17
Kraków
Kierownik katedry:
prof. dr hab. Janusz Andres

³Centrum Rehabilitacji „Zdrowie”
ul. Św. Gertrudy 29
Kraków
Kierownik:
dr med. Tadeusz Mazur

Słowa kluczowe:
hipotermia, patofizjologia, postępowanie, ratownik medyczny

Key words:
hypothermia, pathophysiology, principles of proper conduct, paramedic

Wychłodzenie organizmu, czyli hipotermia określana jest, gdy temperatura centralna ciała spada poniżej 35 stopni Celsjusza. Spadek temperatury może wystąpić w sposób nagły, np. przy upadku do wody lub postępujący powoli, np. długotrwałe przebywanie w zimnym otoczeniu. Wychłodzeniu sprzyja lekkie i/lub przemoczone ubranie, spożywanie alkoholu, zimny wiatr, a także zatrucia (powodują zaburzenia termoregulacji). Na wychłodzenie narażone są także ofiary wypadków i osoby, które wpadły do wody. Wiedza na temat hipotermii, jej patofizjologii oraz zasady właściwego postępowania są niezbędnym elementem pracy ratownika medycznego.

Hypothermia is the situation, when core body temperature falls below 35 degrees Celsius. The temperature drop may occur in the order flash, for example, if you fall in the water or progresses slowly, for example, prolonged exposure in a cold environment. Hypothermia contributes to light and/or soaked clothing immediately to remove, alcohol, cold wind, and poisoning (cause a violation of thermoregulation). On cooling are also accident victims, and people who got into the water. Knowledge of hypothermia, its pathophysiology and the principles of proper conduct are a necessary element of work of a paramedic.

Patofizjologia

Mechanizmy utraty ciepła, jak przechodzenie energii z ciała (materii, środowiska) o temperaturze wyższej do ciała (materii, środowiska) o temperaturze niższej są różnorakie.

Poniższa tabela przedstawia te mechanizmy, ich istotę oraz wielkość utraconej energii cieplnej w zależności od rodzaju mechanizmu.

Mechanizm	Przekazywanie	Ilość utraty ciepła (%)
Promieniowanie	Przekazywanie ciepła poprzez fale elektromagnetyczne. Im większa różnica temperatury powierzchni ciała, a otoczenia.	55-56%
Parowanie	Utrata wody przez skórę i płuca w wyniku zmiany stanu stałego w lotny.	25%
Konwekcja	Przekazywanie ciepła cząsteczką wody otaczającym ciało i powietrzu.	10%
Oddychanie	Ogrzewanie wdychanych gazów.	2-9%
Przewodzenie	Przekazywanie energii poprzez kontakt bezpośredni z chłodniejszym obiektem.	3%

Tabela 1.
Utrata ciepła

(źródło: Opracowanie własne na podstawie: Planz SH, Wipfler EJ. *Medycyna Ratunkowa, Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2008, str.77*)[1].

Adres do korespondencji:
prof. dr hab. Waldemar Hładki
ul. Kiwskiego 32
31-340 Kraków
whladki@interia.pl

Zatem w sytuacjach, które nie są nagłymi wypadkami takimi jak długotrwałe zanurzenie, utknięcie pod śniegami lawiny, czy zimowe warunki w górach, także można znaleźć się w stanie hipotermii. Wystarczy, że jakaś osoba w zimny, suchy, pochmurny i wietrzny dzień, lekko ubrana i spocona, mająca kontakt z zimną powierzchnią będzie dłużej przebywała w takich warunkach, a to nie zdarza się tak rzadko, może tracić szybko dużo ciepła [1].

Przyjęto następującą klasyfikację hipotermii (HT):

HT I – temperatura głęboka ciała 35-32°C (osoba przytomna, przestraszona, występują silne dreszcze, kończyny zimne, blade i sine).

HT II – temperatura głęboka ciała 32-28°C (osoba przytomna, senna, zdezorientowana, obojętna, poziom świadomości obniżony. Występują zaburzenia mowy, a także koordynacji ruchowej. Brak dreszczy, skóra w dotyku wyraźnie chłodna. Tętno słabo wyczuwalne, może być niemiernowe).

HT III – temperatura głęboka ciała 28-24°C (osoba nieprzytomna, brak reakcji na bodźce. Oddech płytki i bardzo wolny, tętno ledwo wyczuwalne, nitkowate, bardzo wolne. Skóra w dotyku bardzo zimna, lodowata. Uwaga na możliwe zaburzenia rytmu serca!).

HT IV – temperatura głęboka ciała <24°C (ofiara nieprzytomna, brak oddechu i krążenia. Zatrzymanie krążenia).

HT V – nieodwracalne wychłodzenie (zamarznięcie organizmu. Śmierć) [2].

Powyższa klasyfikacja w dużym stopniu ułatwia orientacyjną ocenę głębokości hipotermii zespołom ratownictwa medycznego, które nie dysponuje odpowiednim termometrem. Więcej objawów i zmian w organizmie występujących podczas wychłodzenia przedstawia poniższa tabela [3].

Postępowanie przedszpitalne

Każde postępowanie należy rozpocząć od zebrania wywiadu. Jeśli pacjent jest nieprzytomny wywiad należy zebrać od świadków zdarzenia. Ułatwi nam to ustalenie przyczyny wychłodzenia organizmu i wdrożenie odpowiedniego postępowania oraz zabezpieczenie przed dalszą utratą ciepła. Osoba, u której podejrzewamy hipotermię, wymaga odpowiedniego postępowania. Bardzo ważny jest pomiar temperatury głębokiej ciała, dzięki temu określimy stopień wychłodzenia. Najlepszym miejscem do tego pomiaru jest 1/3 dolnej głębokości przelyku. Jeśli Zespół Ratownictwa Medycznego nie posiada odpowiedniego termotru może dokonać

Objawy/klasyfikacja	Łagodna (HT I) 35-32°C	Umiarkowana (HT II) 32-28°C	Ciężka (HT III i IV) <28°C
Neurologiczne	splątanie, amnezja, ataksja, dyzartria spadek metabolizmu mózgowego	halucynacje, zachowanie paradoksalne pogorszenie przytomności, aż do jej utraty poszerzenie źrenic	śpiączka zanik odruchów spłaszczenie krzywej EEG (płaska linia przy <26°C)
Metaboliczne	wzrost wydzielania katecholamin (NA) wzrost VO ₂ wzmoczone drżenie mięśniowe hiperglikemia	spadek tempa metabolizmu spadek VO ₂ zahamowanie drżeń mięśniowych (<30°C)	dalszy spadek tempa przemian metabolicznych (do 20 % wartości podstawowej)
Krążeniowe	tachykardia, wzrost CTK, wzrost CO wydłużone odstępy RR i QT w EKG migotanie przedsionków (<33°C) krzywa dysocjacji Hgb→L	bradykardia, spadek rzutu serca wzrasta ryzyko nadkomorowych i komorowych zaburzeń rytmu fala J Osbourn w EKG	ciężka bradykardia, hipotensja komorowe zaburzenia rytmu serca asystole przy <24°C
Oddechowe	tachypnoe, wzrost V _E alkaloza oddechowa wzmoczone	bradypnoe, spadek V _E utrata odruchów obronnych	bezdech przy <24°C obrzęk płuc
Krążeniowe	tachykardia, wzrost CTK, wzrost CO wydłużone odstępy RR i QT w EKG migotanie przedsionków (<33°C) krzywa dysocjacji Hgb→L	bradykardia, spadek rzutu serca wzrasta ryzyko nadkomorowych i komorowych zaburzeń rytmu fala J Osbourn w EKG	ciężka bradykardia, hipotensja komorowe zaburzenia rytmu serca asystole przy <24°C
Oddechowe	tachypnoe, wzrost V _E alkaloza oddechowa wzmoczone wydzielanie śluzu	bradypnoe, spadek V _E utrata odruchów obronnych	bezdech przy <24°C obrzęk płuc
Nerkowe	poliuria („zimna diureza”)	poliuria	oliguria
Hematologiczne	stopniowy wzrost HCT (2% na każdy 1°C<34°C) koagulopatia – stopniowe upośledzenie czynności płytek (TxB ₂), trombocytopenia (depresja szpiku, sekwestracja śledzionowa) spadek aktywności czynników krzepnięcia, wzrost aktywności fibrynolitycznej (?)		
Żołądkowo-jelitowe	niedrożność jelit, zapalenie trzustki, uszkodzenie śluzówki żołądka, upośledzenie funkcji wątroby		

Tabela II.
Objawy hipotermii

NA-noradrenalina, VO₂-zużycie tlenu, VE-wentylacja minutowa, HTC-hematokryt, Tx-tromboksan (źródło: *Akademia Hipotermii, platforma edukacyjna, Kraków 2015*) [2].

oceny na podstawie przygotowanej w tym celu Klasyfikacji Szwajcarskiej[5]: HT 1 – przytomny, dreszcze, >32°C, HT 2 – zaburzona świadomość, zanik

dreszczy, 32-28°C, HT 3 – nieprzytomny, 24-28°C, HT 4 – zatrzymanie krążenia, <24°C, HT 5 – wychłodzenie nieodwracalne [2].

Poszkodowanego należy przenieść do ciepłego pomieszczenia, wilgotne i mokre ubrania jak najszybciej zdjąć i przede wszystkim okryć suchym kocem lub śpiworem. Wykonanie izolacji termicznej głowy jest bardzo ważne, ponieważ jest ona obszarem dużej utraty ciepła. W trakcie rozbierania pacjenta w hipotermii trzeba być bardzo ostrożnym, bezpieczne będzie rozcięcie ubrań. Każdy ruch pacjenta może być groźny i wywołać VF, dlatego należy je ograniczyć do minimum. W warunkach atmosferycznych, które nie sprzyjają zdjęciu ubrań, mniejszym ryzykiem będzie pozostawienie ich i zawinięcie pacjenta w śpiwory, folie i kocy. Nie możemy ryzykować dalszym wychłodzeniem i narażać poszkodowanego na niekorzystne czynniki atmosferyczne [3,4]. Wdrożenie ogrzewania musi być rozpoczęte jak najszybciej, najlepiej jeszcze na miejscu zdarzenia albo w trakcie transportu. Choremu, który jest przytomny podajemy płyny do picia, które są ciepłe i słodkie, natomiast nieprzytomnemu wdrażamy przetaczanie dożylnie glukozy [2]. W hipotermii głębokiej musimy przejść na ogrzewanie czynne. Zespoły ratownictwa medycznego mają do dyspozycji; chemiczne pakiety grzewcze, koce elektryczne z własnym źródłem zasilania oraz płyny infuzyjne ogrzane w cieplarni, a także improwizowane metody [3].

Maksymalna temperatura źródła ciepła może wynosić 45°C, nie może ono bezpośrednio przylegać do ciała, ponieważ spowoduje oparzenie. Ogrzewacze należy ułożyć na klatce piersiowej, pod pachami lub plecami. Nie ogrzewamy samych kończyn i nie podajemy alkoholu [2].

Pomiar oddechu i tętna należy wykonywać co najmniej przez 1 minutę, ponieważ u osób wychłodzonych dochodzi do spłycenia i zwolnienia oddechu, a także do bradykardii. Należy kontrolować rytm serca, a także oznaczyć stężenie cukru we krwi. Poszkodowanego należy ułożyć „na płasko” [3,5].

W wychłodzeniu serce jest najbardziej podatne na wystąpienie migotania komór. Mają na to wpływ nawet najmniejsze bodźce; nieostrożny transport, resuscytacja, pionizacja, zbyt agresywna wentylacja czy zmiana temperatury. W hipotermii VF jest odporne na defibrilację elektryczną i farmakoterapię. Przy temperaturze głębokiej ciała poniżej 30°C dopuszczalne jest wykonanie trzech defibrilacji. Następne wyładowania można wykonać dopiero wtedy, gdy temperatura głęboka ciała wynosić będzie powyżej 30°C [2,3].

Należy uważać na dawki podawanych leków, ponieważ w niskiej temperaturze nie są one dostatecznie szybko metabolizowane, ich działanie może zostać skumulowane i ujawni się dopiero po ogrzaniu organizmu [3,5].

Technika i częstotliwość uciśnięć klatki piersiowej pozostają takie same jak w przypadku normotermii. Można

wykorzystać dostępne nam urządzenia do kompresji klatki piersiowej [2,3].

W trakcie obniżania się temperatury głębokiej ciała spada zapotrzebowanie organizmu na tlen, a także spowalnia się przemiana materii. Dochodzi więc do spłycenia i spowolnienia oddechu. Jednak w trakcie występowania dreszczy należy pamiętać, że zapotrzebowanie na tlen znacząco wzrasta. Znaczne obniżenie temperatury ciała powoduje także sztywność mięśni poprzecznie prążkowanych, co powoduje trudności dla ratownika podczas wprowadzania rurki ustno-gardłowej i maski krtaniowej, a także podczas odgięcia głowy ku tyłowi. Wszystkie manewry należy wykonać ze szczególną ostrożnością [3,6].

W przypadku zatrzymania krążenia oraz utraty przytomności należy udrożnić drogi oddechowe, najlepszym zalecany sposobem jest intubacja dotchawicza mimo, że może ona wywołać migotanie komór. Intubację dotchawiczą należy wykonać w trybie „szybkiej sekwencji”. U osób, których oddech jest spontaniczny można zastosować maskę z rezerwuarem (przepływ tlenu 10-15 l/min). U pacjenta nieoddychającego do natlenienia powinien posłużyć nam worek samorozprężalny połączony z rezerwuarem (przepływ tlenu 15l/min) oraz zastawka PEEP [3,5,7].

Postępowanie przedszpitalne obejmuje także pomiar glikemii i diurezy. Hipoglikemia jest spowodowana występowaniem dreszczy w trakcie których mięśnie wykorzystują duże ilości glukozy. Dreszcze są obecne w hipotermii łagodnej. Pomiar glikemii może być trudny do wykonania ze względu na sam aparat do pomiaru, który w niskich temperaturach może działać nieprawidłowo, w takim wypadku należy podać glukozę „w ciemno” [2,3].

W trakcie hipotermii obserwuje się zwiększoną diurezę (tzw. zimna diureza) w skutek zmniejszonej absorpcji wody i elektrolitów. Podczas uzupełniania płynów należy liczyć się z dodatkowymi środkami ostrożności. Nie należy podawać zimnych płynów, ponieważ spowoduje to spadek temperatury głębokiej ciała. Podając płyny musimy zwrócić także uwagę na izolację termiczną butelki i drenu. Bezpiecznymi płynami do przetaczania jest sól fizjologiczna i glukoza. Płyny należy przetaczać powoli, szybki przepływ jest nie zalecany z powodu obniżonej kurczliwości serca i ryzyka obrzęku płuc [3,8]. Chory w hipotermii powinien być stale monitorowany, ze względu na duże ryzyko wystąpienia nagłego zatrzymania krążenia. Uzyskanie zapisu EKG na monitorze podczas wychłodzenia organizmu jest trudne i może być niemiarygodne. Jest możliwe przy użyciu naklejanych elektrod do defibrilacji albo improwizowane igłowe elektrody (cienkie igły wbite płytko pod skórę przez elektrody żelowe w miejscu mocowania kabla) [3]. U większości chorych pomiar saturacji jest niemożliwy

ze względu na centralizację krążenia i drżenia mięśni, należy więc ogrzać palce lub dłonie przed założeniem czujnika. Temperatura ciała pacjenta nie ma wpływu na pomiar stężenia dwutlenku węgla przy użyciu kapnomietru, w tym wypadku jest to użyteczny wskaźnik określający obecność spontanicznego krążenia [2,7].

Zasada ogólna transportu pacjenta w hipotermii, polega na delikatnym ułożeniu chorego w pozycji leżącej i ograniczeniu ruchów do minimum, ponieważ każdy niewłaściwy ruch może wywołać VF u pacjenta. O formie transportu decyduje także głębokość hipotermii. W hipotermii łagodnej pacjent jest w stanie samodzielnie chodzić, marsz i pionizacja powinny być poprzedzone ogrzewaniem biernym trwającym 30 minut. Chory w głębszym stadium hipotermii musi być transportowany w pozycji leżącej, ponieważ pionizacja może wywołać u niego utratę przytomności, a nawet zatrzymanie krążenia [1,9].

Chorych z zatrzymaniem krążenia, bądź z niestabilnym krążeniem (HT 3 i HT 4) należy transportować do szpitala, który dysponuje możliwością ogrzewania pozaustrojowego (ECMO, CPB) [3].

Leczenie pozaustrojowe

ECMO (ang. extracorporeal membrane oxygenation) jest metodą pozaustrojowego wspomagania oddychania. Od około 30 lat służy do leczenia ostrej niewydolności oddechowej na oddziałach intensywnej terapii. Istotą wspomagania oddechu jest eliminacja dwutlenku węgla i utlenowanie krwi poza ustrojem chorego. Układ ten łączy się z układem naczyniowym pacjenta za pomocą kaniul z pompą napędzającą przepływ krwi, w której zachodzi wymiana gazu. Składa się także z drenów łączących wszystkie elementy układu i dodatkowego osprzętu [10].

System ten jest wykorzystywany między innymi przez Centrum Leczenia Hipotermii Głębokiej (CLHG), znajdujący się w Krakowie przy Oddziale Anestezjologii i Intensywnej Terapii Krakowskiego Szpitala Specjalistycznego im. Jana Pawła II. Zadaniem CLHG jest leczenie najgłębszych stadiów hipotermii przy pomocy ECMO [3].

ECMO jest układem zamkniętym, powietrze nie miesza się z krwią. Wewnętrzna powierzchnia tego układu pokryta jest pochodną heparyny w celu zapobiegania krzepliwości w trakcie pracy. Głównym elementem ECMO jest pompa (centryfugalna), która wymusza przepływ krwi (do 7 litrów na minutę). Oksygenator jest istotnym składnikiem tego układu i jest odpowiedzialny za eliminację dwutlenku węgla w organizmie i dostarczenie tlenu, jest on również wyposażony w wymiennik ciepła, w którym wodę stosuje się jako czynnik przenoszenia ciepła.

W ten sposób krew zostaje ogrzana. Dzięki współczesnym wymiennikom ciepła zmiana temperatury centralnej pacjenta jest dość szybka. Trzecim składnikiem układu ECMO są kaniule odbierające i podające krew pacjentowi oraz specjalny zestaw rur, które łączą poszczególne części w całość. Wdrożenie terapii pozaustrojowej przy zastosowaniu ECMO jest ciekawą i nową opcją postępowania w leczeniu hipotermii głębokiej. Do tego leczenia niezbędne jest przygotowanie specjalnego formularza [3,11].

Kryteria kwalifikacyjne do leczenia pozaustrojowego w CLHG:

- wychłodzenie HT 3 z jawną niestabilnością krążeniową
- zatrzymanie krążenia w przebiegu hipotermii
- hipotermia potwierdzona pomiarem temperatury centralnej organizmu
- temperatura centralna $< 28^{\circ}\text{C}$
- wykluczenie objawów nieodwracalnej śmierci HT 5
- chory z obrażeniami ciała (TK w trybie *trauma scan*) i którego nie można podać heparyny [5,18].
- Czas oceny oddechu i krążenia w hipotermii powinien być dłuższy i musi wynosić minimum 60 sekund, ponieważ oddech staje się ledwo wyczuwalny, a puls wolny i także słabo wyczuwalny. Pacjenta wentylujemy workiem samorozprężalnym AMBU (100% tlen) ogrzanym do $40-46^{\circ}\text{C}$. Ze względu na zmniejszone zapotrzebowanie na tlen, wentylację prowadzi się wolniej, około 5-10 razy na minutę. W hipotermii serce pacjenta może nie reagować na defibrylację, można wykonać maksymalnie 3 próby w temperaturze głębokiej ciała poniżej 30°C . W nagłym zatrzymaniu krążenia, w ciężkiej hipotermii, adrenalina ma działanie zwiększające przepływ wieńcowy, lecz nie zwiększa przeżywalności. Amiodaron wykazuje również zmniejszone działanie. Dlatego też zalecane jest czasowe wstrzymanie podawania leków do momentu ogrzania pacjenta do temperatury powyżej 30°C . Po uzyskaniu takiej temperatury należy dwukrotnie wydłużyć odstępy pomiędzy kolejnymi dawkami leków i zmniejszyć ich dawki do minimalnych zalecanych wartości [5,7,12].

Podsumowanie

Postępowanie z osobą w hipotermii musi być bardzo delikatne, ponieważ każdy niewłaściwy ruch może spowodować nagłe zatrzymanie krążenia w przebiegu migotania komór. Leczenie takiego pacjenta jest trudne, jakiegokolwiek efekty można uzyskać dopiero, gdy dojdzie do normotermii. Leki w trakcie wychłodzenia nie działają, nie są metabolizowane. Defibrylacja nie daje żadnych efektów i jest nieskuteczna. Należy więc przez cały czas prowa-

dzić resuscytację krążeniowo-oddechową do momentu ogrzania pacjenta.

„nikt nie jest martwy, dopóki nie jest ciepły i martwy”.

Piśmiennictwo

1. **Planz SH, Wipfler EJ.** Medycyna Ratunkowa, Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2008.
2. Platforma Edukacyjna, Akademia Hipotermii, <https://www.akademia.hipotermia.edu.pl/>
3. **Kosiński S, Darocha T, Sadowski J, Drwila R. (red.)**, Hipotermia. Kliniczne aspekty wychłodzenia organizmu., Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2016.
4. Hipotermia, <http://www.hipotermia.edu.pl/UserFiles/File/hipotermia.pdf>
5. **Andres J. (red.)** Wytyczne resuscytacji 2010, Kraków 2010.
6. **Sefrin P, Schua R.** Postępowanie w nagłych stanach zagrożenia życia, Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2007.
7. **Podsiadło P.** Hipotermia, a dylematy postępowania przedszpitalnego, Anestezjologia i Ratownictwo 2011;1:102-108.
8. **Lamża Ł.** Co to jest hipotermia, Tygodnik Powszechny, <https://www.tygodnikpowszechny.pl/co-to-jest-hipotermia-32589>
9. **Jakubaszko J (red.)**. ABC Resuscytacji, Górnicki Wydawnictwo Medyczne. Wrocław 2006.
10. **Jankowski M.** Zatrzymanie krążenia i resuscytacja (NZK), Medycyna Praktyczna, <http://nagle.mp.pl/oit/wpraktyce/show.html?id=54888>
11. **Królikowski W, Szuldrzyński K.** Zdaniem eksperta, Zasady działania ECMO, Medycyna Praktyczna, <http://nagle.mp.pl/oit/zdaniemeksperta/show.html?id=56838>
12. **Woroń J.** Chory z hipotermią na Oddziale Intensywnej Terapii. Anestezjologia i Ratownictwo 2015;1:427-432.