



Praca pogładowa

POSTĘPOWANIE PRZEDSZPITALNE W HIPOTERMII

Autor: Hubert Gawlas

Promotor: dr hab. n. med. Łukasz Dobrek

INFORMACJE O ARTYKULE:

Historia:

Data akceptacji Promotora:

Data recenzji:

Data publikacji:

Słowa kluczowe:

Hipotermia

Postępowanie

Patofizjologia

STRESZCZENIE:

Hipotermia to skomplikowana i złożona jednostka chorobowa. Mimo znacznych osiągnięć w zakresie jej leczenia, nadal stanowi swoiste wyzwanie dla medycyny. Odpowiednie poznanie reakcji organizmu na wychłodzenie jest niezbędne, jeśli chcemy wdrożyć profesjonalne i skuteczne postępowanie dla poszkodowanych w hipotermii.

1. Wstęp.

Hipotermia, jako jednostka chorobowa to wciąż obszar medycyny, który nie jest do końca poznany. Dla poszkodowanych, pozostawionych bez opieki, jest to bez wątpienia stan bezpośredniego zagrożenia życia. Paradoksalnie jednak, szanse przeżycia ekstremalnego wychłodzenia... zwiększa właśnie sam fakt obniżenia temperatury ciała człowieka. Mechanizm działania hipotermii na ludzki organizm jest złożony i wpływa w zasadzie na każdy narząd i tkankę. W zależności od stopnia zaawansowania wychłodzenia, zmienia się funkcjonowanie narządów wewnętrznych, naczyń krwionośnych, przewodnictwa w mięśniu sercowym, czy też praca mózgu.

Złożoność tematu, różnorodne warunki terenowe, brak specjalistycznego sprzętu oraz często czasu sprawia, że ratownicy medyczni, ratownicy GOPR (Górskie Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe), WOPR (Wodne Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe), strażacy i inni, pracujący „na pierwszej linii”, muszą działać na podstawie uproszczonych algorytmów postępowania, które zabezpieczają poszkodowanych w cięższym

stanie jedynie doraźnie, przez krótki okres czasu. Mimo złożoności zagadnienia, jakim jest hipotermia oraz stosowania w ratownictwie przedszpitalnym uproszczonych procedur, w Polsce działa obecnie bardzo skuteczny system leczenia pacjentów w hipotermii. Na sprawność działania systemu składa się wiele czynników i często jedynie współpraca różnych służb potrafi dać wymierny efekt, w postaci uratowanego życia, nawet w sytuacjach skrajnych [2, 3, 4, 12].

Najlepszymi dowodami na skuteczność systemu, opracowanego przez polskich lekarzy, są sami pacjenci. Pod koniec grudnia 2014 roku, do Centrum Leczenia Hipotermii Głębokiej w Krakowie, trafił pacjent o temperaturze głębokiej wynoszącej 22 stopnie, z łącznym czasem zatrzymania krążenia ok. 150 minut – mężczyznę udało się uratować, bez większych ubytków neurologicznych [1, 3].

W lutym 2017, do Oddziału Kardiologii Polsko-Amerykańskiej Kliniki Serca w Bielsku-Białej, został przywieziony w stanie zatrzymania krążenia

poszkodowany z temperaturą 20,9 stopni. W jego przypadku również udało się uniknąć powikłań [4, 10].

Absolutnym fenomenem był jednak przypadek dziecka, które trafiło do Krakowskiego Dziecięcego Szpitala Uniwersyteckiego z temperaturą głęboką na poziomie 12.7 stopnia. Dziecko, szokując wszystkich i prawdopodobnie ustanawiając przy tym światowy rekord również wyszło z tego stanu bez szwanku [8, 21].

Powyższe przypadki, to przykłady świetnego współdziałania oddziałów szpitalnych, dyspozytorów oraz jednostek działających na poziomie ratownictwa przedszpitalnego, które jako pierwsze stykają się z poszkodowanym, i jako pierwsze podejmują krytyczne decyzje. Jak pokazują powyższe spektakularne sytuacje, medycyna jest obecnie w stanie uratować człowieka w stanie - wydawało by się - nie do uratowania. Z drugiej jednak strony, ludzie wciąż umierają z powodu hipotermii i to z o wiele mniejszym stopniem wychłodzenia organizmu, co potwierdza tylko, jak złożoną jednostką chorobową jest ten problem.

Praca ta ma na celu przybliżenie oraz usystematyzowanie wiedzy, na temat postępowania w hipotermii w zakresie przedszpitalnym, oraz scharakteryzowanie zaburzeń organizmu podczas wystawienia go na niską temperaturę.

2. Etiologia hipotermii.

Hipotermia, generalnie rzecz ujmując, jest to obniżenie temperatury głębokiej poniżej 35 stopni Celsjusza. Aby osiągnąć ten stan, musi zaistnieć dysproporcja, między wydzielaniem energii przez organizm, a jego oddawaniem do otoczenia [7, 9, 11, 15, 17].

Jedną drogą do osiągnięcia tego stanu, jest zwiększenie utraty ciepła, przy jednoczesnym braku zwiększenia produkcji energii. Istnieją 4 główne drogi oddania ciepła do otoczenia: promieniowanie, parowanie, kondukcja i konwekcja. Promieniowanie jest to oddawanie energii do otoczenia w postaci fali elektromagnetycznej. Bardzo trudno wyeliminować tę drogę ucieczki energii, ponieważ nawet ściśle okryty organizm będzie wypromieniowywał część energii. Warto jednak zaznaczyć, że promieniowanie jest też absorbowane, więc najskuteczniejszą metodą wyeliminowania tej drogi ucieczki będzie wystawianie się na źródła promieniowania jak np. promienie słoneczne, czy też przebywanie w pobliżu ogniska. Istotne przy promieniowaniu jest również to, że przebiega ono tym intensywniej, im większa jest różnica temperatur oddziałujących na siebie układów.

Parowanie w postaci potu zazwyczaj służy do chłodzenia ciała w przypadku zwiększonego wysiłku fizycznego i zwiększonej temperatury zewnętrznej – jest to skuteczna i prosta metoda oddawania nadmiaru ciepła, poprzez przekazywanie go cząsteczkom wody, które następnie zmieniają stan skupienia. Konwekcja wiąże się bezpośrednio z siłą wiatru, który oddziałuje na nasz organizm. Ogrzane przez organizm powietrze unosi się, a im mocniejszy jest ruch powietrza wokół ciała, tym szybciej i skuteczniej rozwiewa nagrzane powietrze, powodując wzmożoną utratę energii cieplnej. Kondukcja natomiast, to utrata ciepła spowodowana przez przekazywanie energii przez bezpośredni kontakt z układem o mniejszej energii. Zgodnie z prawami fizyki, cząsteczki o większej energii (a więc cieplejsze) przechodzą wtedy do układu o mniejszej energii, dążąc do zachowania równowagi termicznej [9, 15, 17, 18].

Drugim elementem zaburzenia stanu homeotermii, jest upośledzenie mechanizmów termoregulacji, przy jednoczesnym zachowaniu ograniczonej utraty ciepła przez organizm. Czynniki, które należy wziąć tutaj pod uwagę są min. różne dysfunkcje mózgowe, w szczególności podwzgórze, gdzie mieści się ośrodek termoregulacji. Zakwalifikować do tego elementu można też różne incydenty naczyniowe, urazy mózgu czy też choroby nowotworowe oraz różnorakie kwestie obwodowe - przykładowo przerwanie rdzenia kręgowego, neuropatie, jak również niedobory energetyczne w postaci skrajnego wysiłku fizycznego, niedożywienia czy hipoglikemii [7, 15].

Z medycznego, jak i czysto fizjologicznego punktu widzenia, widać więc, że dużo bardziej złożonym i skomplikowanym procesem jest utrzymanie normotermii poprzez mechanizmy biologiczne, aniżeli po prostu ograniczenie utraty ciepła z organizmu. Pomimo tego jednak, najczęściej spotykanym powodem hipotermii w 2011 roku, była utrata ciepła przewyższająca produkcję. Na 268 zarejestrowanych przypadków hipotermii aż 182 (67.9%) spowodowanych było wystawieniem na działanie zimnego powietrza w stanie po spożyciu alkoholu. 52 ujawnionych przypadków wynikało z oddziaływania niskiej temperatury bez powinowactwa z alkoholem. 17 przypadków hipotermii spowodowane było bezpośrednim kontaktem z zimną wodą, 4 razy zanotowano przypadek hipotermii będący skutkiem działania substancji zaburzających mechanizmy termoregulacji a 13 kolejnych zakwalifikowano jako inne [13]. Na podstawie tych badań widać, że nasze mechanizmy utrzymania normotermii zawodzą w marginalnej liczbie przypadków i nawet z uwzględnieniem działania substancji zaburzających te

procesy, jest to niezwykle mały odsetek poszkodowanych w hipotermii.

3. Patofizjologia hipotermii.

Hipotermia działa na organizm na wielu płaszczyznach. W początkowym stadium wychłodzenia, niska temperatura zmusza nasz ośrodek termoregulacji do działania, w postaci skurczu naczyń obwodowych w dystalnych częściach ciała (tzw. powłoka - *shell*). Powłoka zmienia temperaturę, zwiększając lub zmniejszając oddawanie ciepła do otoczenia, chroniąc przed wychłodzeniem lub przegrzaniem narządy wewnętrzne (*core*). W zimnym otoczeniu, naczynia obwodowe powłoki kurczą się, zmniejszając przepływ ciepłej krwi, ograniczając tym samym powierzchnię wymiany cieplnej. Skóra robi się zimna, a przy niewystarczającym ograniczeniu emisji ciepła i dalszym spadku temperatury ciała, zostaje uruchomiona ogólnoustrojowa wazokonstrykcja, co odczuwane jest jako ból w okolicy kolan czy też łokci [15, 19].

Jeśli mimo uruchomienia wyżej wymienionych, naczynioworuchowych mechanizmów kompensacyjnych temperatura organizmu dalej opada, uruchamiane są niezależne od woli, synchroniczne drżenia mięśniowe. Szacuje się, że występują one poniżej 1 stopnia, od progu reakcji skurczowej naczyń. Dochodzi wtedy też do wyrzutu hormonów – adrenaliny, noradrenaliny i tyroksyny, które mają za zadanie pobudzić metabolizm, co z kolei prowadzi do zwiększenia produkcji ciepła. Obserwujemy wtedy znaczne przyspieszenie akcji serca, wzmożoną częstotliwość oddechów i znaczący wzrost rzutu serca i ciśnienia tętniczego krwi. Drżenia potrafią zwiększyć produkcję ciepła na drodze metabolicznej od 50 do nawet 100%, i trwają one do czasu wyczerpania w organizmie zapasów energii w postaci glukozy magazynowanej w wątrobie lub do zwiększenia bilansu cieplnego. Drżenia mięśniowe traktuje się jako ostatnią próbę obrony organizmu przed postępującym wychłodzeniem [9, 11, 15, 17, 22].

W stanie hipotermii możemy też zaobserwować wzmożoną diurezę. Spowodowane jest to stopniowym zmniejszaniem się nerkowej resorpcji zwrotnej, oraz stanem pozornej hiperwolemii, spowodowanej ogólnoustrojowym obkurczeniem naczyń, co powoduje spadek pojemności naczyń. Czynniki te mogą spowodować nawet trzykrotny wzrost ilości oddawanego moczu w późnym okresie wychłodzenia [18, 22].

Hipotermia wpływa również na układ krzepnięcia krwi. Powyżej 33 stopni Celsjusza, jest to działanie głównie upośledzające adhezyjność płytek krwi, bez

poważniejszego zaburzenia czynników krzepnięcia. Paradoksalnie zwiększa się też hematokryt, o 2% na każdy stopień Celsjusza. Poważne zaburzenia kaskady krzepnięcia pojawiają się poniżej 33-34 stopni Celsjusza. Redukuje się wtedy aktywność czynników krzepnięcia i produkcja trombiny. Poniżej 20 stopni, silnie aktywuje się układ fibrynolityczny, a poniżej 16 stopni układ krzepnięcia praktycznie całkowicie się wyłącza [15].

Hipotermia w późniejszych stadiach powoduje znaczne zmiany w elektrokardiogramie – wraz ze spadkiem temperatury, upośledzona zostaje aktywność zarówno elektryczna, jak i mechaniczna mięśnia sercowego. Ogólnie rzecz biorąc, można powiedzieć, że hipotermia powoduje stopniowe wydłużanie i spowalnianie czynności elektrycznej w sercu. Impuls jest przewodzony wolniej, potencjał czynnościowy się wydłuża, co może powodować bloki. W późniejszych stadiach wychłodzenia, obserwuje się znaczną bradykardię, poszerzenia załamków P, wydłużenia odstępów PR, QT, QRS i załamka T. Najbardziej charakterystyczną zmianą, pojawiającą się u większości poszkodowanych z hipotermią, jest fala Osborna, zwana również załamkiem J. Jest to wypukłość, między końcowym odcinkiem QRS, a początkiem odcinka ST [15]. Ostateczną manifestacją hipotermii na poziomie serca jest migotanie komór, rytm węzłowy oraz asystolia [15, 17, 20].

3.1 Skale oceny ciężkości hipotermii.

Aby usprawnić system opieki nad pacjentami w stanie hipotermii, stworzone zostały różne skale, mające pomóc szybko ocenić stan chorego. W Europie najpopularniejszą i powszechnie stosowaną skalą jest pięciostopniowa skala szwajcarska, gdzie do każdej konkretnej kategorii zostały przypisane ramy temperaturowe i charakterystyczne objawy.

Tabela 1: Przedstawienie stopni skali szwajcarskiej [opracowanie własne].

Skala szwajcarska	
HT 1	35-32 st.
HT 2	<32-28 st.
HT 3	<28-24 st.
HT 4	<28 st.
HT 5	?

Podane temperatury, to temperatura narządów wewnętrznych, tzw. głęboka. W warunkach przedszpitalnych wykonanie takiego pomiaru może być utrudnione lub wręcz niemożliwe, przez brak odpowiedniego sprzętu lub warunków. Najdokładniejsze metody pomiaru temperatury głębokiej polegają na umieszczeniu czujnika w tętnicy płucnej, 1/3 dolnej przetyku lub w pęcherzu

moczym, jednak te metody w warunkach działania zespołu ratownictwa medycznego czy jednostek współpracujących z systemem są całkowicie niewykonalne i przy tym nie wnoszące nic do postępowania. Wciąż wiarygodnymi, lecz już mniej dokładnymi metodami, jest badanie temperatury za pomocą czujnika w odbytnicy i błonie bębenkowej, najmniej wiarygodne natomiast będzie umieszczenie czujnika w jamie nosowo-gardłowej. Mając powyższe na uwadze, wydawałoby się, że najwygodniejszym i najpowszechniejszym w praktyce ratownictwa przedszpitalnego będzie zatem termometr douszny, wykorzystujący wiązkę promieniowania podczerwonego, kierowanego na błonę bębenkową ucha.

Pomiar za pomocą wiązki będzie naturalnie mniej dokładny, niż za pomocą sondy z czujnikiem termistorowym, ale wydaje się to być najlepszym kompromisem między dokładnością, szybkością, a łatwością pomiaru. Należy jednak pamiętać, że taki pomiar może zostać łatwo zakłócony, przez np. znajdujący się w uchu śnieg, lub też skierowanie wiązki lasera na okolice błony, zamiast bezpośrednio na nią. Należy też dodatkowo odpowiedzieć sobie na pytanie, czy na poziomie zespołu ratownictwa medycznego, czy innej jednostki współpracującej z systemem, rzeczywiście jest konieczność wykonania bardzo dokładnego i skomplikowanego pomiaru, który realnie nie zmodyfikuje naszego postępowania w żaden znaczący sposób [2, 15, 18].

Warto podkreślić, że hipotermia jest zjawiskiem ciągłym, a poszczególne stopnie zostały przypisane po to, aby umożliwić szybką ocenę stanu poszkodowanego w zależności od pewnych charakterystycznych objawów, bez potrzeby wykonywania pomiarów opisanych wyżej. Różne organizmy zareagują w odmienny sposób na konkretną temperaturę, dlatego nie należy polegać jedynie na suchym pomiarze, ani na objawach, lecz zawsze łączyć stan ogólny z pomiarami i parametrami.

HT 1 (35-32 stopnie Celsjusza).

Pierwszy stopień hipotermii, nie powinien stanowić większego zagrożenia życia. W tej fazie organizm aktywnie broni się przed utratą ciepła, stosując mechanizmy kompensacyjne polegające na obkurczaniu łożyska naczyniowego, wyrzucie katecholamin czy drżeniach mięśniowych. I to właśnie drżenia mięśniowe są najbardziej charakterystycznym objawem w tej fazie wychłodzenia i w warunkach polowych właśnie na ich podstawie, możemy potwierdzić pierwszy stopień hipotermii [9, 11, 15, 19, 22].

HT 2 (32-38 stopni Celsjusza).

Drugi stopień można opisać jako wyczerpanie ww. mechanizmów kompensacyjnych. Dreszcze ustępują, skutek zużycia pokładów energii. Naczynia krwionośne nadal pozostają obkurczone, jednak mimo to nie powoduje to dalszego zatrzymania ubytku energii cieplnej. Obserwujemy tutaj też odwrotne zachowanie ośrodków ważnych dla życia – akcja serca zwalnia, zmniejszając objętość minutową, ale obniżając również zapotrzebowanie na tlen. Spowalnia również oddech. Można zaobserwować poszerzenie źrenic, coraz silniej uwydatniają się też zaburzenia neurologiczne – pojawiają się problemy z rozwiązywaniem najprostszych zadań, zaburzenia świadomości, poczucia czasu i miejsca. Poszkodowany może mieć również halucynacje i zachowania paradoksalne – np. ściąganie przez poszkodowanych części garderoby, co będzie opisane na późniejszym etapie pracy [9, 11, 15, 19, 22].

HT 3 (28-24 stopni Celsjusza).

Trzeci stopień klasyfikacji szwajcarskiej, w warunkach przedszpitalnych rozpoznajemy bardzo łatwo – najbardziej charakterystycznym objawem tego stanu jest bowiem utrata przytomności. Wraz ze spadkiem temperatury, obserwuje się dalsze spowolnienie funkcji życiowych i metabolizmu. Mogą stopniowo zanikać odruchy, a w wykresie EEG możemy zauważyć nawet płaską linię. Przy postępującym wychłodzeniu zwiększa się również ryzyko poważnych zaburzeń pracy serca. Krytyczną wartością temperatury wydają się być 24 stopnie, gdzie występuje bezdech i obrzęk płuc, prowadzący z kolei do zatrzymania akcji serca oraz 20 stopni, przy których zaobserwujemy brak aktywności elektrycznej serca [9, 11, 15, 19, 22].

HT 4 (24 i mniej stopni Celsjusza).

Temperatura wynosząca 24 stopnie Celsjusza przyjmowana jest za wyznacznik 4 stopnia hipotermii. W skali szwajcarskiej opisuje się ją jako zatrzymanie akcji serca i brak oznak życia [9, 11, 15].

HT 5 (?).

5 stopień skali szwajcarskiej nie jest określony ramami temperaturowymi. Opisowo jest to śmierć z powodu wychłodzenia. Problem w określeniu sztywnych ram stopni Celsjusza polega na tym, że kolejne granice ustanawiane przez pacjentów są po pewnym czasie przekraczane. Postęp medycyny powoduje, że udaje się uratować ludzi z coraz niższymi temperaturami, więc pewne i precyzyjne określenie temperatury, w której człowiek umiera z zimna, jest obecnie niemożliwe [8, 15].

4. Postępowanie przedszpitalne.

Postępowanie z poszkodowanymi w hipotermii na etapie przedszpitalnym jest zależne od stopnia zaawansowania wychłodzenia. Logicznym więc jest, że pierwszym co powinien zrobić ratownik, jeszcze na etapie oceny wstępnej poszkodowanego, to ocenić stopień hipotermii, wg charakterystycznych objawów w skali szwajcarskiej. Jest to bardzo ważne, ponieważ różnicuje to dalsze postępowanie.

Postępowanie na miejscu zdarzenia powinniśmy zacząć od natychmiastowego przerwania ekspozycji na zimno, mając na uwadze wszystkie drogi ucieczki ciepła z organizmu. Należy zatem przenieść poszkodowanego do ciepłego i suchego miejsca, np. wnętrza karetki lub pomieszczenia, zanim wdrożymy dalsze postępowanie terapeutyczne. Jeśli przeniesienie poszkodowanego wymaga poruszania go, należy robić to delikatnie, unikając gwałtownych ruchów. Szybkie ruchy dystalnych części ciała mogą doprowadzić do nagłego przedostania się zimnej krwi z obwodu do względnie ciepłego tułowia, poważnie grożąc przy tym arytmią serca i szybkim spadkiem temperatury centralnej. Ponadto, wychłodzone serce jest bardzo podatne na zaburzenia spowodowane nawet drobnymi ruchami czy uderzeniami [2, 7, 9, 11, 12, 15, 18].

Wyjątek od tej reguły stanowi pierwszy stopień hipotermii. Po zakwalifikowaniu poszkodowanego jako HT1 ratownik powinien działać odwrotnie – zachęcać poszkodowanego do ruchu. Przy pierwszym stopniu wychłodzenia produkcja ciepła podczas aktywności fizycznej może znacznie wykroczyć ponad utratę, powodując ogrzanie organizmu. Dodatkowo można podać poszkodowanemu ciepłe i osłodzone płyny doustnie – dzięki temu oprócz ogrzewania uzupełnimy też zapasy glukozy w organizmie, znacznie uszczuplone poprzez drżenie mięśniowe [2, 7, 9, 11, 12, 15, 18].

W wyższych stopniach wychłodzenia, działamy jednak unikając poruszania pacjenta i z wyczuciem, możliwie szybko przerywając ekspozycję na zimno. Kiedy mamy do czynienia z poszkodowanym wyciągniętym z zimnej wody, ubranie należy zdjąć dopiero po przeniesieniu go do ciepłego otoczenia, wysuszeniu i przygotowaniu ciepłych ubrań [6, 12, 15]. Mokra odzież tworzy swoistą barierę, między poszkodowanym a środowiskiem zewnętrznym, minimalizując przy tym utratę ciepła poprzez konwekcję. Wystawienie mokrego i nieosłoniętego poszkodowanego na bezpośrednie działanie wiatru może spowodować masywną utratę ciepła. Dodatkowo niektóre materiały jak wełna czy polar, zachowują część właściwości termicznych, nawet

mokre [15]. Ostatnia kwestia to mimowolne poruszanie poszkodowanego przy próbie zdjęcia odzieży w warunkach polowych, co nie współgra z zasadą o unikaniu zbędnych ruchów. Wszystko to sprawia, że jeśli nie możemy przenieść poszkodowanego do bezpiecznego miejsca, to unikamy ściągania z niego mokrych ubrań, nawet przystępując do okrywania go warstwami izolacyjnymi – należy jednak pamiętać, że w takiej sytuacji warstwa najbliższej ciała powinna być wodoodporna [2, 6, 7, 9, 11, 12, 15, 18].

Następnym elementem w postępowaniu przedszpitalnym, po przerwaniu ekspozycji na niską temperaturę, będzie zastosowanie odpowiednich warstw izolacyjnych, które zahamują utratę ciepła. Należy tu na wstępie zaznaczyć, że zastosowanie metalizowanych folii życia nie ma żadnego poparcia naukowego, mimo powszechnego przekonania o ich dużej skuteczności [12, 14, 15]. W rzeczywistości folie takie odbijają w niewielkim stopniu ciepło tracone przez promieniowanie oraz stanowią dobrą ochronę przed wiatrem. Dodatkowym atutem w trudnych warunkach atmosferycznych może być jednak ich metalizowana i błyszcząca powłoka - zwiększa to znacznie widoczność poszkodowanego w przypadku, kiedy był on w stanie samodzielnie ją założyć a ratownicy muszą go znaleźć. Poprawna izolacja poszkodowanego powinna składać się z kilku warstw – wodoszczelnej, wiatroszczelnej oraz termoizolacyjnej. Taką izolację można wykonać np. przez wykorzystanie dwóch folii metalizowanych, oraz koca włożonego pomiędzy nimi. Szczególną uwagę na wodoszczelność pierwszej warstwy należy zwrócić, kiedy nakładamy izolację na mokre ubranie. Należy też pamiętać o tym, że w sytuacji kiedy poszkodowany będzie leżeć bezpośrednio na podłożu, będzie on ciężarem własnego ciała zgniatał warstwę izolacyjną pod sobą, zmniejszając jej powierzchnię, a co za tym idzie zwiększając wpływ kondukcji przy utracie ciepła [7, 9, 11, 12, 15, 18].

Kolejnym krokiem, który należy podjąć najszybciej jak to możliwe, jest ogrzewanie chorego jako metoda leczenia [15]. Na poziomie ZRM (Zespół Ratownictwa Medycznego) dostępne są chemiczne pakiety grzewcze, materace elektryczne, czy też ogrzane płyny infuzyjne z termoboksu. Przy zastosowaniu pakietów grzewczych, należy pamiętać, aby nie umieszczać ich na częściach dystalnych ciała. Właściwe miejsce to klatka piersiowa, plecy i okolice pod pachami.

Pakiety nie powinny też przylegać bezpośrednio do skóry oraz mieć temperatury wyższej niż 45 stopni Celsjusza ze względu na ryzyko poparzeń. Podając płyny, należy pamiętać, że temperatura w

karetce czy też pomieszczeniu rzadko przekracza ponad ok. 20 stopni, a więc jest relatywnie niższa od temperatury poszkodowanego [15] (poza naprawdę ciężkimi przypadkami). Ponadto, płyn ciekący przez dren, po drodze schładza się do temperatury otoczenia, a więc do żyły dociera już z temperaturą niższą niż butelka wyjęta z termoboksu.

Należy przez to w miarę możliwości zastosować izolację butelki i drenu, a najlepszym rozwiązaniem byłaby instalacja jej ogrzewająca. Przy wyborze płynu należy pamiętać o jego składzie – płyny zawierające HES nie można ogrzać powyżej 25 stopni Celsjusza, koloidy z kolei mogą upośledzić proces krzepnięcia krwi, który i tak jest już zaburzony [14]. Optymalna temperatura płynów powinna wahać się między 42-44 stopnie Celsjusza [6]. Najodpowiedniejszym wyborem w tej sytuacji wydają się być krystaloidy, które nie mają w składzie mleczanów. Powodem tego jest obniżona temperatura wątroby, która w takiej sytuacji nie będzie w stanie metabolizować ich na wystarczająco skutecznym poziomie. Z powodu obniżonej kurczliwości serca należy też unikać przetaczania większej ilości płynów w krótkim czasie, gdyż grozi to wystąpieniem obrzęku płuc [6, 7, 15].

Osobnym problemem diagnostycznym u pacjentów w hipotermii może być pomiar glukozy. Podczas pomiaru w zimnym otoczeniu, wynik może wyjść nieprawidłowy lub pomiar może w ogóle się nie udać. Powodem tego jest sama konstrukcja glukometrów, które z reguły nie są przystosowane do działania w warunkach obniżonej temperatury [15]. Drugim problemem jest wydłużenie reakcji enzymatycznej, która odbywa się na pasku testowym glukometru. Jeśli pomiar jest nieprawidłowy lub nie udało się go wykonać, należy mimo wszystko podać glukozę [15].

Transport chorego w hipotermii należy przeprowadzać w pozycji leżącej, bez zbędnych ruchów. Poszkodowani w HT1, którzy są w stanie chodzić, mogą samodzielnie dojść do karetki, jednak jest to jedyny wyjątek od tej reguły. Docelowym miejscem transportu poszkodowanego w ciężkiej hipotermii będzie ośrodek posiadający sprzęt do ogrzewania pozaustrojowego, przy czym decyzja o transporcie do takiego miejsca może być podjęta bezpośrednio, z pominięciem Szpitalnego Oddziału Ratunkowego. Więcej o kwalifikacji poszkodowanego do takiego ośrodka zostanie poruszone na późniejszym etapie pracy [12, 15].

Istotnym odstępstwem od standardowego badania jest też czas pomiaru oddechu. Z powodu spowolnienia metabolizmu i czynności życiowych, ocena oddechu powinna trwać pełne 60 sekund [2,

12, 15]. Bez względu na stan poszkodowanego, bezzwłocznie powinno się też go zamonitorować, z powodu zwiększonego ryzyka wystąpienia groźnych arytmii [15].

5. Sytuacje szczególne.

Hipotermia sama w sobie jest złożoną jednostką chorobową, w której zmieniamy postępowanie w zależności od nasilenia wychłodzenia. Istnieją sytuacje, które modyfikują uogólnione schematy i algorytmy.

5.1 Nagłe Zatrzymanie Krążenia.

Nagłe zatrzymanie krążenia, jest najistotniejszą konsekwencją rozwoju hipotermii. Wraz z obniżaniem temperatury ciała, zakłóceniu ulega przewodnictwo w sercu, aż do momentu w którym występuje całkowity brak aktywności elektrycznej, czemu przypisana jest umowna granica 20 stopni [15]. Hipotermia jest też jedną z przyczyn odwracalnych zatrzymania krążenia. W tej sytuacji jest ona też paradoksalnie korzystna dla pacjenta, ponieważ każdy spadek temperatury ciała o 1 stopień, zmniejsza zapotrzebowanie na tlen o 6-10% [15]. Główną zasadą, o której należy pamiętać przy resuscytacji pacjenta w hipotermii, jest powiedzenie: *„Nikt nie jest martwy, dopóki nie jest ciepły i martwy”* [2, 15]. Neuoprotekcyjne działanie hipotermii powoduje, że nie można do końca przewidzieć wyniku resuscytacji, nawet kiedy jest ona znacznie przedłużona [2, 7, 9, 12, 15].

Najdłuższa opisana efektywna resuscytacja, po której udało się uzyskać pełen powrót sprawności neurologicznej, trwała 6 godzin i 45 minut [20]. Czas ten, oraz ciągłe obniżanie granicy efektywnego powrotu do zdrowia powoduje, że nie należy przerywać resuscytacji co najmniej do czasu wykonania pełnoprawnego pomiaru temperatury [15, 20].

Różnice w porównaniu ze standardowym algorytmem pojawiają się już na etapie badania wstępnego – u pacjenta w hipotermii należy szukać oznak życia przez 60 sekund, najlepiej z równoczesną konfrontacją badania fizykalnego z zapisem EKG. Zaleca się szukania tętna na dużych tętnicach [7, 12, 15].

Z uwagi na perspektywę długotrwałego uciskania klatki piersiowej, zaleca się używania urządzeń do kompresji mechanicznej. Są one także pomocne, kiedy trzeba przenieść pacjenta z zatrzymaniem krążenia. W przypadku takiej konieczności, a nie posiadania jednocześnie ww. urządzenia, należy poszkodowanego przenosić w interwałach czasowych 5min uciskanie-5minut ostrożny transport/10 minut ostrożny

transport, kiedy temperatura poszkodowanego wynosi <20 stopni Celsjusza. Hipotermia może też powodować wzrost sztywności i oporu klatki piersiowej przy uciskaniu [2, 15].

5.2 Defibrylacja.

Defibrylacje w RKO (resuscytacji krążeniowo-oddechowej) przeprowadza się zgodnie z wytycznymi, przy uwzględnieniu maksymalnej energii wyładowania. Spowodowane jest to wzrostem oporności klatki piersiowej i mięśnia sercowego. Defibrylacje można przeprowadzić trzykrotnie. Kolejne wyładowania należy odłożyć, do czasu ogrzania poszkodowanego do temperatury przynajmniej 30 stopni Celsjusza. Wychłodzony mięsień sercowy może być bowiem oporny na elektroterapię [7, 15].

5.3 Wykorzystanie kapnografii.

Wraz ze spadkiem temperatury, wzrasta rozpuszczalność CO₂ w surowicy krwi. Analogiczną zależność obserwuje się w przypadku tlenu. W miarę wychładzania dochodzi w organizmie do zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej w stronę kwasicy metabolicznej. Jest to wynik hipoperfuzji obwodowej i niewydolności narządów takich jak serce czy wątroba [15]. Narastają też różnice między prężnością CO₂ w osoczu, a stężeniem końcowowydechowym, co powoduje, że korzystanie z kapnografii jako wskaźnika skuteczności i jakości wentylacji wydaje się być bezzasadne i ryzykowne i nie powinno się jej wykorzystywać rutynowo [5, 15].

5.4 Farmakoterapia.

Z powodu obniżonej temperatury zmianom ulega aktywność metaboliczna i enzymatyczna organizmu. Poprzez redukcję procesów wątrobowych wzrastać może też stężenie niektórych podawanych leków. Z tego względu, podaż leków poszkodowanym w hipotermii powinno zaczynać się dopiero po ogrzaniu do minimum 30 stopni Celsjusza, natomiast w przedziale 30-35 stopni, powinno się stosować dwukrotnie wydłużone przerwy między dawkami. W zależności od konkretnego leku, mogą zmieniać się także zalecenia odnośnie dokładnego dawkowania. Przykładem może być morfina, która wymaga zmniejszenia podawanej dawki o ok. 30% [2, 15, 16].

Osobną kwestią jest samo wystawienie leków i ampularium na działanie niskiej temperatury. Jeśli ampułki z lekami uległy zamrożeniu, trzeba je wymienić. Powodem tego mogą być pęknięcia strukturalne ampułki, których nie da się zobaczyć gołym okiem, a które mogą spowodować zanieczyszczenie lub utlenienie substancji chemicznej. Przy podaży leku w niskiej temperaturze należy zwrócić baczną uwagę na stan ampułki, kolor i konsystencję leku [15, 16].

5.5 Zachowania paradoksalne.

O ile takie zachowania nie modyfikują w żaden sposób algorytmów, to uważam, że warto o nich wspomnieć, ponieważ jest to zjawisko ciekawe i nie do końca wyjaśnione. Różne gremia naukowe i eksperckie spierają się co do tego, co jest prawdziwą przyczyną tych zachowań. Przykładem takiego zjawiska może być ściąganie kurtki, obuwia i innych części garderoby przez poszkodowanego w hipotermii. Niedawnym przykładem z życia wziętym jest historia francuskiej wspinaczki Elizabeth Revol, która w wyniku halucynacji ściągnęła sobie jednego buta na znacznej wysokości [19].

Według jednej z teorii, zachowania takie mogą być efektem obniżenia temperatury nastawczej w podwzgórzku spowodowany dużym wychłodzeniem. Dochodzi wtedy do zjawiska zwanego anapireksją – czyli właśnie obniżenia temperatury nastawczej organizmu. Mózg zaczyna wtedy traktować temperaturę z zakresu hipotermii jako naturalną dla organizmu. Jest to moment krytyczny, ponieważ nowa temperatura ustawiona przez nasz „wewnętrzny termostat”, czyli przykładowe 30 stopni, jest zgodna z temperaturą rzeczywistą, przez co zaczynamy uważać wszelkie metody ogrzewania jako zbędne.

Co więcej – mózg zaczyna postrzegać owe próby podniesienia temperatury jako przyczyny potencjalnego przegrzania (czyli w danej sytuacji podniesienia temperatury powyżej 30 stopni, błędnie przyjętych jako temperaturą normatywną), co kolei prowadzi właśnie do pozbywania się kurtki, czapki czy innych ubrań, aby zapobiec niepotrzebnemu przegrzaniu organizmu [19].

Według drugiej, bardziej akceptowanej teorii, mięśnie obkurczające naczynia dystalne po długim czasie po prostu się męczą i ulegają rozkurczowi. Dochodzi wtedy do gwałtownego napływu ciepłej krwi z centralnych części ciała. Powoduje to dużą różnicę temperatur między wychłodzonymi tkankami, a ciepłą krwią, co odczuwane jest przez nas jako odczucie gorąca – najprościej porównać to do włożenia zmarzniętych dłoni pod strumień zaledwie letniej wody. Wiemy, że woda realnie jest o temperaturze pokojowej, jednak mamy wtedy wrażenie, jakby była wielokrotnie cieplejsza, i dosłownie parzyła dłonie [19].

6. Kryteria skierowania poszkodowanego do leczenia pozaustrojowego.

W 2013 roku, w województwie małopolskim, powstał pierwszy system kwalifikacji poszkodowanych do leczenia pozaustrojowego. Główną siedzibą systemu jest Oddział Anestezjologii i Intensywnej

Terapii Szpitala Jana Pawła II w Krakowie oraz utworzone przy nim Centrum Leczenia Hipotermii Głębokiej z osobnym koordynatorem medycznym, dostępnym całą dobę. Od tamtej pory, przy współpracy koordynatorów i dysponentów, poszkodowani z następującymi kryteriami [15]:

- hipotermia w stopniu 3, niestabilność krążeniowa
- NZK w przebiegu wychłodzenia, przy ciągłości resuscytacji podczas transportu
- potwierdzenie hipotermii poprzez wiarygodny pomiar temperatury centralnej
- temperatura wewnętrzna poniżej 28 stopni Celsjusza
- wykluczenie 5 stopnia hipotermii

transportowani są do wyspecjalizowanych ośrodków, i pod kontrolą doświadczonego zespołu wyprowadzani są z hipotermii. Centrum powstało na bazie ogólnoswiatowych doświadczeń, lecz jego osiągnięcia i zasięg działania wyróżniają się na mapie podobnych ośrodków na świecie [15]. Odpowiednio zaopatrzone i przygotowane centrum to ostatnie, optymalne ogniwo w łańcuchu przeżycia w hipotermii, zapoczątkowanego przez ratownictwo medyczne i ratowników innych formacji. Zawiedzenie któregośkolwiek z elementów łańcucha może doprowadzić do pogorszenia rokowań, lub nawet śmierci pacjentów z hipotermią, dlatego istotne jest współdziałanie, kontakt i wzajemne informowanie się jednostek i poszczególnych ogniw na każdym etapie postępowania z poszkodowanym. Tak działający system, jak już wielokrotnie udowodniły przypadki wielu pacjentów, jest maksymalnie efektywny w ratowaniu ludzkiego życia w walce z wychłodzeniem i pozwala osiągnąć sukcesy w sytuacjach, wydawałoby się nie do uratowania [2, 7, 12, 15, 16, 18].

7. Podsumowanie

W walce z hipotermią wiele jest jeszcze do odkrycia, jednak obecny poziom wiedzy medycznej pozwala na ratowanie życia w naprawdę ekstremalnych sytuacjach. Ratownicy na poziomie przedszpitalnym powinni mieć fachową wiedzę na temat samej jednostki chorobowej i mechanizmów ją wywołujących, jak znajomość wpływu hipotermii na konieczność modyfikacji procedur i użycie sprzętu. Jest to niezbędne, ponieważ trafne decyzje podjęte na tym pierwszym etapie postępowania z poszkodowanym, mogą przesądzić o jego dalszych losach i rokowaniach.

8. Piśmiennictwo (zgodnie z porządkiem alfabetycznym).

1. *Akcja GOPR na Babiej Górze. Życie jednego z turystów zagrożone.* TVN24, 2014. <https://www.tvn24.pl/wiadomosci-z-kraju,3/zaginiecie-turystow-na-babiej-gorze-akcja-gopr-na-babiej-gorze,502125.html>. Dostęp: 26.03.2018.
2. Anders J. (red.). *Wytyczne resuscytacji 2015.* Polska Rada Resuscytacji, Kraków 2016, s. 194-197.
3. *Centrum Leczenia Hipotermii Głębokiej: Akcja ratunkowa Babia Góra.* Centrum Leczenia Hipotermii Głębokiej 2015. https://www.youtube.com/watch?list=PLccnpnL5ZicSEJ6TuWb_2TiUup76kgqt&v=rrD4SJqtDwU. Dostęp: 26.03.2018.
4. *"Chłop zamarzł, kurde, dajcie tu szybko karetkę". Pobiegł na Pilsko, jak go znaleźli miał 21 stopni Celsjusza.* TVN24, 2017. <https://www.tvn24.pl/katowice,51/pilsko-biegacz-zaslubl-pod-szczytem-byl-w-4-stopniu-hipotermii,717814.html>. Dostęp: 26.03.2018.
5. Darocha T. Kosiński S. Jarosz A et al. i inni. *Should capnography be used as a guide for choosing a ventilation strategy in circulatory shock caused by severe hypothermia? Observational case-series study.* Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine 2017; 25:15.
6. Farley A. McLafferty E. *Nursing management of the patient with hypothermia.* Nurs. Stand. 2008; 22: 43-46.
7. Gajewski P. *Interna Szczeklika. Mały podręcznik 2016/17.* Medycyna Praktyczna, Wrocław 2016, s. 1362-1364.
8. *Hipotermia – historia Adasia.* <https://oczymlekarze.pl/profilaktyka-i-leczenie/2687-hipotermia-historia-adasia>. Dostęp: 26.03.2018.
9. *Hipotermia.* ParaMedica Polska 2015.
10. *Jakub niemal zamarzł na Pilsku. Dzisiaj wybudzony z hipotermii dziękuje lekarzom.* Dziennik Zachodni 2017. <http://www.dziennikzachodni.pl/wiadomosci/bielsko-biala/a/jakub-niemal-zamarzl-na-pilsku-dzisiaj-wybudzony-z-hipotermii-dziekuje-lekarzom-wideo-zdjecia,11843461/>. Dostęp: 26.03.2018
11. Jeican I.I. *The pathophysiological mechanisms of the onset of death through accidental hypothermia and the presentation of "the little match girl" case.* Clujul Medical. 2014; 87: 54-60
12. Kopta A. Mierzejewski J. Kołodziej G. *Kwalifikowana pierwsza pomoc.* PZWL, Warszawa 2016, s. 251-258.
13. Kosiński S. Darocha T. Gałązkowski R. et al. *Accidental hypothermia in Poland – estimation of prevalence, diagnostic methods and treatment.* Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine 2015; 23:13.
14. Kosiński S. Darocha T. *Hipotermia – fakty i mity.* Na Ratunek 2014; 6: 33-38.
15. Kosiński S. Darocha T. Sadowski J. Drwiła R. *Hipotermia. Kliniczne aspekty wychłodzenia organizmu.* Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2016.
16. Küpper Th. Milledge J. Basnyat. Tłumaczenie - Uchowicz M. *Stanowisko Komisji Medycznej Federacji Związków Alpinistycznych; Część 10. Wpływ ekstremalnych temperatur na leki wraz z uwagami na temat działań ubocznych i stosowaniu niektórych leków w górach.* UIAA Medical. Berne 2008.

17. Lantry J. Dezman Z. Hirshon J.M. *Pathophysiology, management and complications of hypothermia*. British Journal of Hospital Medicine 2012; 73: 31-37.
18. Markovchick V. J. Pons P.T. Bakes M. K. *Medycyna Ratunkowa w pytaniach i odpowiedziach*. Medipage, Warszawa 2016, s. 433-436.
19. Myśliwiec K. *O Ciepłe i umieraniu z jego braku*. Uwaga! Naukowy Bełkot, 2018.
<https://www.youtube.com/watch?v=EFmHoGag5nk>.
Dostęp: 26.03.2018
20. Kosiński S. Darocha T. Jarosz A. et al. *The longest persisting ventricular fibrillation with an excellent outcome*. Resus. 2016; 105: 21-22.
21. *Pamiętacie Adasia, który omal nie zmarł? Ma się dobrze!* Gaz. Krak. 2016.
<http://www.gazetakrakowska.pl/magazyn/a/pamietacie-adasia-ktory-omal-nie-zamarzl-ma-sie-dobrze,9786037/>. Dostęp 26.03.2018.
22. Sosnowski P. Mikrut K. Krauss H. *Hipotermia – mechanizm działania i patofizjologiczne zmiany w organizmie człowieka*. Postępy Hig Med Dosw (online) 2015; 69: 69-79.

Pre-hospital treatment in hypothermia.

ABSTRACT:

Hypothermia is a complicated and complex clinical entity. Despite the significant achievements in the scope of its treatment, it is still a specific challenge for the current medicine. The professional and effective treatment of the hypothermic patients requires both advanced knowledge related to the physiology, pathophysiology and pharmacotherapy and medical skills from paramedic.