



## Opis przypadku

### Łańcuch przeżycia w warunkach głębokiej hipotermii - opis zdarzenia w Tatrach

Anna Biernat

Promotor: Dr n. med. Grzegorz Sokołowski

#### INFORMACJE O ARTYKULE:

##### Historia:

Data akceptacji Promotora:

Data recenzji:

Data publikacji:

##### Słowa kluczowe:

Hipotermia

Tatry

RKO

Łańcuch przeżycia

TOPR

#### STRESZCZENIE:

W pracy opisano przypadek kobiety, która doznała wypadku w trakcie wyprawy górskiej - została przysypana przez lawinę w Tatrach. Chora pozostawała w głębokiej hipotermii – najniższa udokumentowana temperatura ciała wynosiła 16,9°C. Po 26 dniach leczenia opuściła szpital bez żadnych ubytków neurologicznych, pomimo tego, że przez 6 godzin 45 minut była ona w stanie zatrzymania krążenia. Do sukcesu terapeutycznego przyczyniła się także terapia krążenia pozaustrojowo – ECMO, procedura stosowana w utworzonym pod koniec 2013 roku w Krakowskim Szpitalu im. Jana Pawła II Centrum Leczenia Hipotermii Głębokiej.

## 1. Wstęp

W niniejszej pracy przedstawiono opis zdarzenia, w którym po wielogodzinnej akcji ratunkowej przywrócono życie i zdrowie studentki przysypanej przez lawinę. Przedstawiono na przykładzie tego zdarzenia rolę wykorzystania ogniw łańcucha przeżycia dla ratowania człowieka znajdującego się w głębokiej hipotermii.

Koncepcja łańcucha przeżycia pokazuje i podsumowuje czynności, jakie należy wykonać, aby resuscytacja krążeniowo – oddechowa (RKO) była jak najbardziej skuteczna. Łańcuchem przeżycia określa się, w najogólniejszym zarysie, cztery połączone ze sobą czynności:

1. Wczesne rozpoznanie i wezwanie fachowej pomocy.
2. Wczesne rozpoczęcie RKO
3. Wczesną defibrylację.
4. Opiekę poresuscytacyjną

Trzy pierwsze ogniwa (trzęcie pod warunkiem dostępności AED - automatycznego zewnętrznego defibrylatora) są w stanie wykonać, zwiększając istotnie szanse skutecznej pomocy poszkodowanemu, nie tylko profesjonalne służby, ale również przypadkowi świadkowie zdarzenia. Natychmiastowe

podjęcie RKO może zwiększyć szanse przeżycia, według różnych statystyk, nawet trzykrotnie. Resuscytacja krążeniowo – oddechowa połączona z wczesną defibrylacją przeprowadzoną w ciągu 3-5 minut od zatrzymania krążenia może skutkować przeżywalnością nawet do 50-75%, a każda minuta opóźnienia defibrylacji zmniejsza prawdopodobieństwo powodzenia RKO statystycznie o ok. 10-12%. [1,2,3]

Hipotermię, stan, w którym temperatura głęboka wynosi poniżej 35 st. C, rozpoznaje się referencyjnie za pomocą pomiaru temperatury w 1/3 dolnej przełyku. Niezalecane jest rutynowe mierzenie temperatury głębokiej przy pomocy techniki termistorowej na błonie bębenkowej (jest to tylko alternatywa, gdy wyżej opisana technika pomiaru jest niedostępna lub niemożliwa do wykonania). Tak samo mierzenie temperatury w odbytnicy lub pęcherzu moczowym nie jest preferowaną metodą z uwagi na zazwyczaj niższe wyniki pomiaru niż właściwa temperatura głęboka. [4-6]

Zmniejszenie temperatury głębokiej ludzkiego ciała o jeden stopień zmniejsza zapotrzebowanie tkanek na tlen o 6%, przy spadku do 22 stopni Celsjusza zapotrzebowanie zmniejsza się o 75%. Gdy temperatura wynosi 18 st. C mózg człowieka może

zachować żywotność po okresie resuscytacji krążeniowo-oddechowej 10 razy dłuższym niż przy tyle samo trwającej resuscytacji człowieka, którego temperatura wynosi 37 st. C. Dlatego też obniżenie temperatury z jednej strony stanowi zagrożenie dla życia, z drugiej zaś wpływa ochronnie na mózg i serce, wydłużając czas przeżycia tych narządów, czyniąc tym samym zasadnymi, podejmowane nawet po relatywnie długim czasie od zatrzymania krążenia, czynności resuscytacyjne. [4-7]

Jednym z praktycznie stosowanych podziałów hipotermii jest klasyfikacja pięciostopniowa wg systemu szwajcarskiego (Swiss Staging System), która opiera się na analizie stanu klinicznego i występowaniu dwóch charakterystycznych objawów — zaburzeń świadomości i drżeń mięśniowych (dreszczy). Poszczególnym stadiom hipotermii (HT1–HT5) można przyporządkować określone zakresy wartości temperatury głębokiej. Poważne wychłodzenie organizmu (co najmniej stadium HT3), odpowiadające temperaturze centralnej <28 st. C, należy do kategorii tzw. przyczyn zgonów możliwych do uniknięcia. [8]

Do leczenia chorych w hipotermii głębokiej wykorzystuje się między innymi urządzenia do ciągłego pozaustrojowego natleniania krwi (ECMO, *Extracorporeal Membrane Oxygenation*). Po raz pierwszy ECMO zastosowano w 1972 roku i było wykorzystywane zarówno u dzieci jak i dorosłych z niewydolnością oddechową [9,10]. Urządzenia wykorzystywane w tym zakresie występują w dwóch podstawowych konfiguracjach: krew pobierana z układu żylnego po dokonaniu wymiany gazowej powraca do układu żylnego - ma zastosowanie głównie w leczeniu niewydolności oddechowej; w drugiej konfiguracji krew pobierana jest z układu żylnego, ale po utlenowaniu oddawana jest do układu tętniczego - opcja używana do leczenia zarówno niewydolności układu krążenia jak i oddechowego, będąc jednocześnie optymalnym rozwiązaniem w leczeniu hipotermii głębokiej [11-13].

## 2. Opis przypadku

W 2015 grupa studentów krakowskiej Akademii Górniczo-Hutniczej wykonywała pomiary jaskini w Tatrach. W górach ogłoszono drugi (umiarkowany) stopień lawinowy w 5-stopniowej skali. Około godziny 14 w rejonie Wielkiej Świstówki w Dolinie Miętusiej zeszła lawina i przysypała eksploratorów. Jedna osoba, opiekun grupy, wydostała się z pod lawiny samodzielnie, studentki zostały pod zwalami śniegu.

Ratownicy dotarli na miejsce zdarzenia, kiedy jedną z uczestniczek wyprawy odkopali już przypadkowi turyści. Pod śniegiem znajdowała się ona ok. 50 minut, a jej drogi oddechowe zasypane były śniegiem. TOPR-owcy rozpoczęli RKO, po około dwóch

godzinach odstąpili od medycznych czynności ratunkowych, a za przyczynę zgonu studentki uznano uduszenie.

Około godzinę później, 110 min od zejścia lawiny, odkopano także drugą z kobiet, która pod śniegiem miała przestrzeń powietrzną umożliwiającą zachowanie oddechu, dzięki czemu wydobyto ją spod śniegu jeszcze przytomną, mimo prawie dwóch godzin spędzonych pod lawiniskiem. Przybyły jako pierwszy na miejsce ratownik zanotował w raporcie medycznym: „przytomna, bez kontaktu słownego, drogi oddechowe wolne, przestrzeń powietrzna obecna, ręce przed twarzą, lekko poniżej żuchwy, na przedniej powierzchni klatki piersiowej plecak”.

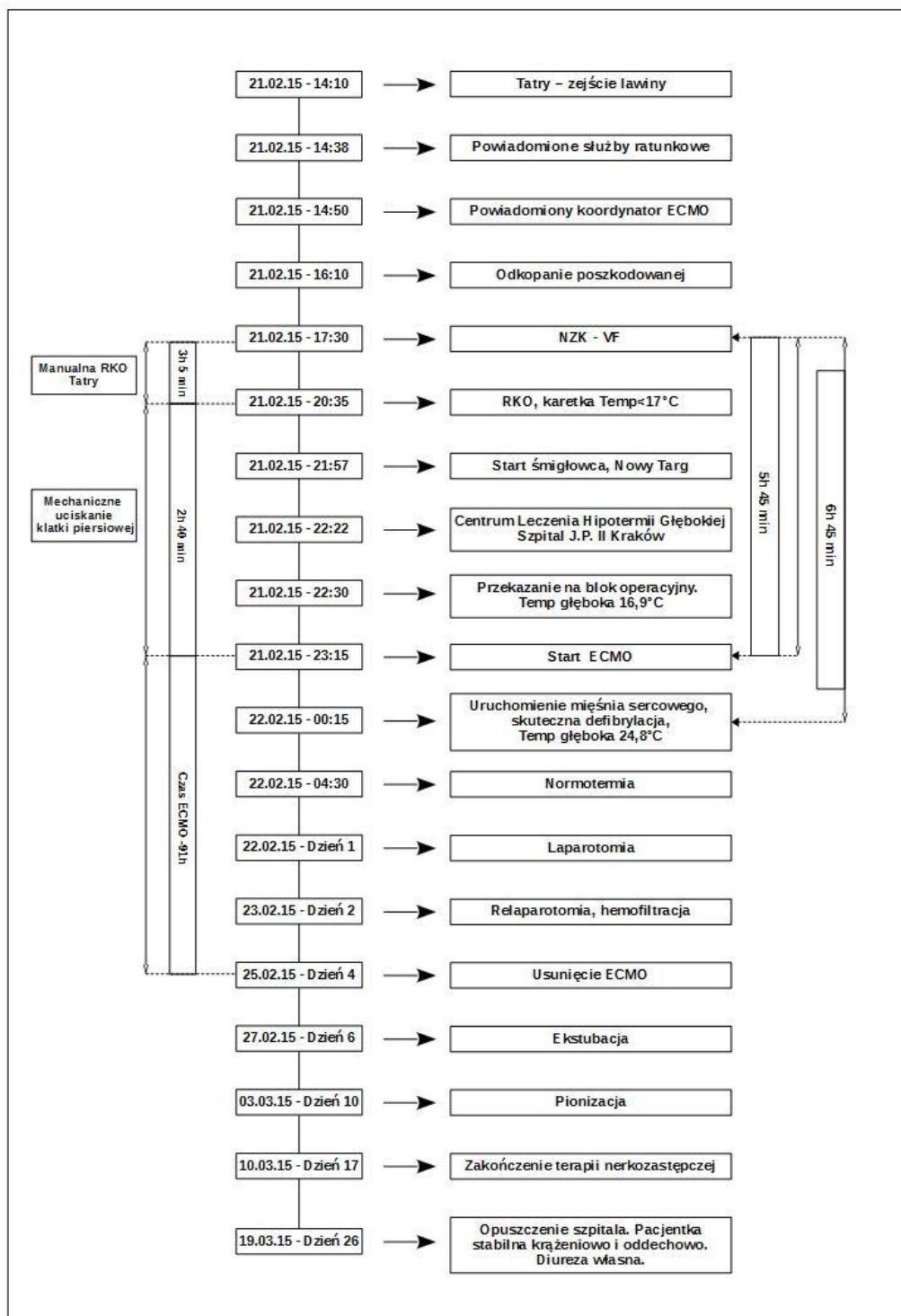
Z uwagi na podejrzenie poważnego wychłodzenia organizmu kobiety, w celu zabezpieczenia jej przed negatywnymi skutkami działania wiatru i dalszym wychłodzeniem, ratownicy wykopali jamę śnieżną. Przy użyciu pakietów grzewczych, folii NRC oraz odzieży starali się ogrzać poszkodowaną. Jednocześnie prowadzono monitorowanie jej oddechów, tlenoterapię bierną przez maskę oraz monitorowano czynność serca przy użyciu defibrylatora półautomatycznego.

O godzinie 17:30 doszło do zatrzymania krążenia w mechanizmie migotania komór. Pierwsze dwie próby defibrylacji okazały się nieskuteczne. Od tego momentu zaczął zawodzić sprzęt-nieemożliwe było wykonanie zalecanej przez Europejskie Wytyczne Resuscytacji 2015 trzeciej defibrylacji. Nie działał również termometr do pomiaru temperatury głębokiej oraz urządzenie do mechanicznej kompresji klatki piersiowej. Ratownicy podjęli decyzję o ręcznym, pośrednim masażu serca oraz ewakuacji. Kierowali się jedną z głównych zasad ratownictwa medycznego: „nikt nie jest martwy, dopóki nie jest ciepły i martwy”. O zdarzeniu poinformowano Centrum Leczenia Hipotermii Głębokiej.

Poszkodowaną udało się ewakuować, kontynuując resuscytację krążeniowo-oddechową, do Doliny Kościeliskiej, gdzie czekał zespół ratownictwa medycznego ze Szpitala Powiatowego w Zakopanem. W karetce termometr do pomiaru temperatury głębokiej wskazał „low”, zatem dziewczyna miała mniej niż 17 stopni Celsjusza. Poszkodowana została przetransportowana do szpitala w Nowym Targu, gdzie dalszy transport przejęła jednostka Lotniczego Pogotowia Ratunkowego. Krakowski „Ratownik 6” po godzinie 22 przekazał pacjentkę do Szpitala im. Jana Pawła II, gdzie czekał już wcześniej poinformowany zespół. Zmierzona referencyjną metodą temperatura głęboka wynosiła 16,9 st. C, kobieta została podłączona do ECMO, które wspierało jej organizm w sumie przez 91 godzin. Po podłączeniu do ECMO temperatura głęboka ciała systematycznie wzrastała, wykonano skuteczną defibrylację, serce studentki wznowiło pracę po dokładnie 6 godzinach i 45 minutach od zatrzymania

krążenia. W szóstej dobie po zdarzeniu pacjentka w pozycji siedzącej czytała książkę, co oznaczało brak poważnych uszkodzeń centralnego układu nerwowego.

W akcję zaangażowanych było prawie 200 osób w tym dyspozytorzy krakowskiej Skoncentrowanej Dyspozytorni Medycznej dysponujący karetką i śmigłowiec oraz cały zespół kardiochirurgów, anestezjologów, instrumentariuszek, perfuzjonistów, pielęgniarek z Krakowskiego Specjalistycznego Szpitala im. Jana Pawła II [14]



Oś czasu przedstawiająca zdarzenia od momentu zasypania poszkodowanej przez lawinę do czasu opuszczenia Szpitala

### 3. Podsumowanie

Od zejścia lawiny i przysypania grupy do momentu wezwania pomocy minęło 28 minut, po tym czasie uruchomione zostały procedury ratunkowe, tym samym pierwszy element łańcucha przeżycia jakim jest wczesne rozpoznanie stanu zagrożenia zdrowia i życia i powiadomienie służb medycznych zadziałał prawidłowo i zwiększył prawdopodobieństwo uratowania przysypanych osób. Czas jaki upłynął od momentu wypadku do zaalarmowania odpowiednich służb może wydawać się długi, należy jednak uwzględnić warunki geograficzne i atmosferyczne panujące w miejscu zdarzenia.

Od momentu zejścia lawiny do dotarcia ratowników na miejsce zdarzenia i odnalezieniu pod śniegiem poszkodowanej minęły równe dwie godziny. Szwajcarskie dane z lat 1981-1998, opracowane na podstawie 638 przypadków całkowitych zasypania w terenie otwartym, pozwoliły wykreślić krzywą prawdopodobieństwa przeżycia: w ciągu pierwszych piętnastu minut szanse na przeżycie pod lawiną wynoszą około 90%, po 35 minutach, gdy pojawia się hipotermia, wynoszą już tylko 35%, po godzinie mniej niż 20%, a po dwóch – w granicach 7% i to tylko jeżeli drogi oddechowe zasypanego są drożne. [15]

W chwili pierwszego kontaktu z ratownikami u dziewczyny zachowane były podstawowe funkcje życiowe, po pewnym czasie, doszło u niej do nagłego zatrzymania krążenia. Dzięki natychmiastowej reakcji ekipy ratowniczej i podjęciu czynności resuscytacyjnych kolejny element łańcucha przeżycia jakim jest wczesne rozpoczęcie RKO został zrealizowany, zwiększając szanse na uratowanie poszkodowanej.

U dziewczyny stwierdzono zatrzymanie krążenia w mechanizmie migotania komór. Poprzez wykonanie szybkiej defibrylacji zrealizowano trzecie ogniwo łańcucha przeżycia. Łącznie ratownicy wykonali dwie defibrylacje największą możliwą energią, trzecie wyładowanie nie doszło do skutku z powodu awarii defibrylatora. Z powodu hipotermii głębokiej, pomimo wykonania natychmiastowej defibrylacji, okazała się ona nieskuteczna. Postępowanie ratowników było zgodne z obowiązującymi wytycznymi ALS 2015.

Ostatni element łańcucha przeżycia jakim jest opieka poresuscytacyjna został wdrożony po ponad 8 godzinach od zejścia lawiny, kiedy przywrócono rytm serca poszkodowanej. Odbywało się to już w warunkach szpitalnych w Oddziale Kardiochirurgii Szpitala im. Jana Pawła II w Krakowie. Nie byłoby to możliwe, gdyby nie wdrożona, wypracowana wcześniej, skuteczna metoda ogrzewania pozaustrojowego organizmu przy zastosowaniu ECMO.

Dla ofiar hipotermii w wychłodzeniu w stadium III i IV według klasyfikacji szwajcarskiej z klinicznie jawną niestabilnością krążeniową i/lub oddechową

oraz temperaturą poniżej 28°C, standardy przewidują leczenie przy pomocy ECMO lub krążenia pozaustrojowego. Zastosowanie metody ciągłego pozaustrojowego natleniania w połączeniu ze wspomaganiami krążenia i aktywnym ogrzewaniem, zwiększa znacząco szanse na ratowanie chorych w ciężkim stanie ogólnym. ECMO jest obecnie preferowaną formą ogrzewania pozaustrojowego, gdyż zmniejsza ryzyko wystąpienia odpornej na leczenie niewydolności krążeniowo-oddechowej, często występującej po ogrzewaniu. [8, 11-13]

Ogrzewanie pozaustrojowe jest inwazyjnym, sposobem leczenia przeznaczonym dla najbardziej wychłodzonych chorych. Dzięki wypracowanym i stale udoskonalanym procedurom, pozwala na ratowanie życia, unikanie zgonów, wydawałoby się niemożliwych do uniknięcia. [8, 11]

Każdy z elementów łańcucha przeżycia odgrywa równie ważną rolę, a powodzenie akcji ratunkowej jest zawsze limitowane przez najłabsze z ogniw. W przypadku opisywanej poszkodowanej wszystkie elementy łańcucha przeżycia zadziałały, wzajemnie się dopełniły i pozwoliły na przywrócenie poszkodowanej nie tylko życia, ale również pełnego zdrowia.

### 4. Piśmiennictwo

1. He F, Xu P, Wei ZH. Et al. Complete Recovery With the Chain of Survival After a Prolonged (120 Minutes) Out-of-Hospital Cardiac Arrest Due to Brugada Syndrome: A Case Report. *Medicine* (Baltimore). 2015 Jul;94(27)
2. Zimmermann S, Rohde D, Marwan M, et al. Complete recovery after out-of-hospital cardiac arrest with prolonged (59 min) mechanical cardiopulmonary resuscitation, mild therapeutic hypothermia and complex percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction. *Heart Lung* 2014; 43:62–65.
3. Pollack RA, Brown SP, Rea T et al. Impact of Bystander Automated External Defibrillator Use on Survival and Functional Outcomes in Shockable Observed Public Cardiac Arrests. *Circulation*. 2018 May 15;137(20):2104-2113.
4. Darocha T., Kosiński S, Jarosz A et al. Management of hypothermia -- Severe Accidental Hypothermia Centre in Krakow. *Kardiologia Pol.* 2015;73(9):789-94.
5. Duggappa AKH, Mathew S, Gupta DN et al. Comparison of Nasopharyngeal Temperature Measured at Fossa of Rosenmuller and Blindly Inserted Temperature Probe with Esophageal Temperature: A Cross-Sectional Study. *Anesth Essays Res.* 2018 Apr-Jun;12(2):506-511.
6. Gordon L, Paal P, Ellerton JA et al. Delayed and intermittent CPR for severe accidental hypothermia. *Resuscitation*. 2015 May;90:46-9. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.02.017.
7. Dietrichs ES, Dietrichs E. Neuroprotective effects of hypothermia. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2015 Oct 6;135(18):1646-51.
8. Durrer B, Brugger H, Syme D. The medical on-site treatment of hypothermia ICAR-MEDCOM recommendation. *High Alt Med Biol*, 2003; 4: 99–110.

9. Darocha T, Stoliński J, Piątek J. Cardiac surgery centers are ideal places to treat patients undergoing life-threatening deep accidental hypothermia using extracorporeal membrane oxygenation venoarterial therapy. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2017 Jan;153(1):146-147.
10. Dunne B, Christou E, Duff O, Merry C. Extracorporeal-assisted rewarming in the management of accidental deep hypothermic cardiac arrest: a systematic review of the literature. *Heart Lung Circ.* 2014 Nov;23(11):1029-35.
11. Raffa GM, Kowalewski M, Brodie D. et al. Meta-Analysis of Peripheral or Central ECMO in Postcardiotomy and Non-Postcardiotomy Shock. *Ann Thorac Surg.* 2018 Jun 27. pii: S0003-4975(18)30882-8.
12. Fiser S, Tribble CG, Kaza AK et al. When to discontinue extracorporeal membrane oxygenation for postcardiotomy support. *Ann Thorac Surg* 2001;71:210–4.
13. Ruttman E, Weissenbacher A, Ulmer H, et al. Prolonged extracorporeal membrane oxygenation-assisted support provides improved survival in hypothermic patients with cardiocirculatory arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;134:594–600.
14. Górka A. Lawina w Wielkiej Świstówce. 35 ratowników TOPR w akcji. 6 godzin i 45 minut resuscytacji. *TATERNIK* nr 4/2015
15. Biela M, Oleksy M, Michalak A. et al. Charakterystyka wypadków lawinowych i przegląd sprzętu lawinowego. *Medycyna Środowiskowa - Environmental Medicine* 2015, Vol. 18, No. 4, 63–68

## *Survival chain in conditions of deep hypothermia - description of the event in the Tatras*

### **ABSTRACT:**

The case of a woman who suffered an accident during a mountain trip was described in the work - she was covered with an avalanche in the Tatras. The patient remained in deep hypothermia - the lowest documented body temperature was around 16,9°C. After 26 days of treatment, she left the hospital without any neurological deficits, although she was able to stop her circulation for 6 hours 45 minutes. Also ECMO, the procedure used from 2013 at the Center for Deep Hypothermia Treatment of John Paul II Hospital in Cracow, contributed to the therapeutic success.