

PRACA ORYGINALNA  
ORIGINAL ARTICLE

## WCZESNE POWIKŁANIA OGRZEWANIA POZAUSTROJOWEGO

### EARLY COMPLICATIONS OF EXTRACORPOREAL REWARMING

Anna Jarosz<sup>1</sup>, Sylweryusz Kosiński<sup>2</sup>, Tomasz Darocha<sup>3,4</sup>, Tomasz Sanak<sup>5</sup>, Paweł Podsiadło<sup>6</sup>, Rafał Drwiła<sup>1,7</sup>, Robert Gałązkowski<sup>8</sup>

<sup>1</sup> ODDZIAŁ ANESTEZJOLOGII I INTENSYWNEJ TERAPII, KRAKOWSKI SZPITAL SPECJALISTYCZNY IM. JANA PAWŁA II, KRAKÓW, POLSKA

<sup>2</sup> ODDZIAŁ ANESTEZJOLOGII I INTENSYWNEJ TERAPII SZPITAL SPECJALISTYCZNY CHORÓB PŁUC IM. O. SOKOŁOWSKIEGO, TATRZAŃSKIE OCHOTNICZE POGOTOWIE RATUNKOWE, ZAKOPANE, POLSKA

<sup>3</sup> ODDZIAŁ ANESTEZJOLOGII I INTENSYWNEJ TERAPII Z NADZOREM KARDIOLOGICZNYM SAMODZIELNY PUBLICZNY SZPITAL KLINICZNY NR 7 ŚLĄSKIEGO UNIWERSYTETU MEDYCZNEGO W KATOWICACH GÓRNOŚLĄSKIE CENTRUM MEDYCZNE IM. PROF. LESZKA GIECA, KATOWICE, POLSKA

<sup>4</sup> KATEDRA ANESTEZJOLOGII I INTENSYWNEJ TERAPII, ŚLĄSKI UNIWERSYTET MEDYCZNY, KATOWICE, POLSKA

<sup>5</sup> ZAKŁAD MEDYCZYNY KATASTROF I POMOCY DORAŻNEJ KATEDRY ANESTEZJOLOGII I INTENSYWNEJ TERAPII COLLEGIUM MEDIUM UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO, KRAKÓW, POLSKA

<sup>6</sup> POLSKIE TOWARZYSTWO MEDYCZYNY I RATOWNICTWA GÓRSKIEGO, POLSKA

<sup>7</sup> KATEDRA ANESTEZJOLOGII I INTENSYWNEJ TERAPII, COLLEGIUM MEDICUM UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO, KRAKÓW, POLSKA

<sup>8</sup> ZAKŁAD RATOWNICTWA MEDYCZNEGO, WARSZAWSKI UNIWERSYTET MEDYCZNY, WARSZAWA, POLSKA

#### STRESZCZENIE:

**Wstęp:** Podstawą leczenia hipotermii jest zastosowanie w odpowiednim czasie efektywnego sposobu ogrzewania. Pacjenci w hipotermii głębokiej wymagają zaawansowanych technik pozaustrojowych. Ogrzewanie pozaustrojowe jest terapią nie pozbawioną powikłań, ale u większości pacjentów prawidłowo zakwalifikowanych do takiego leczenia prowadzi do stabilności hemodynamicznej, a przede wszystkim do pełnego powrotu funkcji neurologicznych, nawet po długotrwałej resuscytacji.

**Cel:** Podsumowanie powikłań obserwowanych podczas stosowania ECMO u pacjentów wychłodzonych, z analizą ich częstości w materiale własnym, oraz próbą wyjaśnienia ich etiopatogenezy i możliwości zapobiegania powikłaniom lub postępowania w przypadku ich wystąpienia.

**Materiał i metoda:** Przeanalizowano retrospektywnie dokumentację medyczną wszystkich 33 pacjentów w hipotermii głębokiej, którzy zostali zakwalifikowani do ogrzewania pozaustrojowego ECMO w konfiguracji żylna-tętnicza.

**Wnioski:** Na podstawie dokumentacji medycznej pacjentów w głębokiej hipotermii, poddanych terapii ogrzewania pozaustrojowego autorom udało się zidentyfikować powikłania leczenia przy pomocy ECMO, w tym te specyficzne dla pacjentów wychłodzonych, których nie obserwuje się u pacjentów leczonych oksygenacją przezbłonową z innych wskazań.

**SŁOWA KLUCZOWE:** ogrzewanie pozaustrojowe, hipotermia głęboka, powikłania

#### ABSTRACT

**Background:** Application of appropriate method of rewarming is the key issue in the management of hypothermia. Severely hypothermic, life-threatening patients require advanced extracorporeal rewarming. Such procedure is not free of possible complications, yet, if the qualification for extracorporeal rewarming is correct, it guarantees restoration of hemodynamic stability, and what is the most important, leads to full neurologic recovery, even with long resuscitation times.

**The aim:** The summary of complications observed during extracorporeal rewarming with ECMO in severely hypothermic patients and analysis of their prevalence in managed group. Presentation of possible etiology and means of prevention of anticipated complications and suggested strategies of their treatment.

**Materials and methods:** Retrospective analysis of medical records of all 33 patients with severe accidental hypothermia, accepted for extracorporeal rewarming with veno-arterial ECMO.

**Conclusions:** Based on reviewed medical records of severely hypothermic patients subjected to extracorporeal rewarming it was possible to identify these complications of management, that are hypothermia related, and which are not to be seen in patients treated with ECMO for other reasons.

**KEY WORDS:** extracorporeal rewarming, deep hypothermia, complications

Wiad Lek 2017, 70, 2, cz. II, 415-420

#### WSTĘP

Według danych GUS w Polsce w latach 2009–2013 śmierć z powodu wychłodzenia rozpoznano u 2198 osób, z czego 624 (28,3%) pacjentów zmarło w szpitalu [1]. Wiadomo, że

wychłodzenie występuje u zdecydowanie większej liczby osób i dane te są znacznie niedoszacowane. Aby zapewnić należytą opiekę pacjentom wychłodzonym, zwłaszcza tym w najcięższych stopniach wychłodzenia (Klasa III Szwaj-

carska – ciężki wstrząs kardiogeny oraz IV – zatrzymanie krążenia spowodowane wychłodzeniem) w lipcu 2013 powołano Centrum Leczenia Hipotermii Głębokiej (CLHG), działające w ramach Oddziału Anestezjologii i Intensywnej Terapii Kliniki Chorób Serca, Naczyń i Transplantologii Krakowskiego Szpitala Specjalistycznego im. Jana Pawła II, które zajmuje się konsultowaniem wszystkich pacjentów z rozpoznaną hipotermią z województwa małopolskiego. CLHG zajmuje się także prowadzeniem ogrzewania pozaustrojowego u pacjentów w III i IV klasie wychłodzenia, z wykorzystaniem pozaustrojowej oksygenacji przezbłonowej (ECMO) [2, 3]. Leczenie takie jest zgodnie z zaleceniami Europejskiej Rady Resuscytacji postępowaniem z wyboru w tej grupie pacjentów [4].

## CEL PRACY

Jak dotychczas brak jest jakichkolwiek publikacji przedstawiających problem wczesnych powikłań ogrzewania pozaustrojowego. Poniższa praca jest podsumowaniem powikłań obserwowanych podczas stosowania ECMO u pacjentów wychłodzonych, z analizą ich częstości w materiale własnym oraz próbą wyjaśnienia ich etiopatogenezy i możliwości zapobiegania powikłaniom lub postępowania w przypadku ich wystąpienia. Praca ta ma na celu pomoc innym ośrodkom zajmującym się pacjentami wychłodzonymi w antycypowaniu możliwych powikłań i ich zapobieganiu.

## MATERIAŁ I METODY

Autorzy przeanalizowali retrospektywnie dokumentację medyczną wszystkich 33 pacjentów leczonych przez personel Centrum Leczenia Hipotermii Głębokiej od lipca 2013 do grudnia 2016, którzy zostali zakwalifikowani do ogrzewania pozaustrojowego ECMO w konfiguracji tętniczo-żylniej (20 pacjentów w stadium zatrzymania krążenia – HT IV, 13 pacjentów niestabilnych hemodynamicznie - HT III). W grupie pacjentów w HT IV przeżyło 10 osób (50%). W grupie HT III przeżyło 9 pacjentów (69%). Spośród 19 pacjentów, którzy przeżyli ogrzewanie pozaustrojowe wszyscy charakteryzowali się w badaniu neurologicznym wynikiem 1 w skali CPC (*Cerebral Performance Category*) (pacjent przytomny, zorientowany i zdolny do pracy, możliwość istnienia mało nasilonych deficytów neurologicznych).

Na podstawie powyższej analizy zidentyfikowano powikłania występujące w trakcie leczenia w Oddziale Intensywnej Terapii Kliniki Chirurgii Serca, Naczyń i Transplantologii, a następnie wyodrębniono te, które w ocenie autorów mają związek z procedurą ogrzewania pozaustrojowego i są związane ze stanem hipotermii. Autorzy przeanalizowali częstość ich występowania oraz zwrócili szczególną uwagę na te, które choć typowe dla dużej części pacjentów leczonych technikami pozaustrojowymi mają inny przebieg lub ciężkość w wyniku dodatkowego wychłodzenia pacjenta. Częstość występowania opisanych powikłań przedstawiono zbiorczo w Tabeli I.

## WYNIKI

Dla celów praktycznych omawiane problemy podzielono na:

1. Powikłania naczyniowe i związane z kaniulacją
2. Powikłania związane z prowadzeniem pozaustrojowej oksygenacji przezbłonowej
3. Powikłania związane z wychłodzeniem i stanami towarzyszącymi.

## POWIKŁANIA NACZYNIOWE I ZWIĄZANE Z KANIULACJĄ

### NIEDOKRWIENIE KOŃCZYNY DOLNEJ

Najczęściej wykorzystywanym do kaniulacji naczyń jest dostęp udowy, z kaniulacją tętnicy i żyły udowej, jedno- lub obustronnie. O ile w warunkach elektywnego zakładania wyżej wymienionych dostępów identyfikacja naczyń rzadko kiedy następuje z trudnością, w grupie pacjentów wychłodzonych bywa niekiedy bardzo trudna. Po pierwsze, problemem jest identyfikacja tętna u pacjenta w stanie zatrzymania krążenia i prowadzonej resuscytacji, ponadto ze względu na wychłodzenie i skrajną centralizację układu krążenia, średnica naczyń dostępnego kaniulacji znacznie się zmniejsza, co w połączeniu z obecną niekiedy rezydualną miażdżycą tętnic kończyn dolnych naraża tych pacjentów na szybkie wystąpienie ostrego niedokrwienia kończyny dolnej. Na szczęście ogrzewanie pozaustrojowe jest metodą leczenia, w której w porównaniu w innymi wskazaniami wspomaganie ECMO utrzymuje się stosunkowo niedługo (od kilkunastu do kilkudziesięciu godzin), co minimalizuje ryzyko wystąpienia tego powikłania.

### ODMROŻENIE KOŃCZYNY, W KTÓRĄ ZAŁOŻONE SĄ KANIULE UKŁADU ECMO

Narażenie na niską temperaturę otoczenia jest czynnikiem ryzyka wystąpienia nie tylko wychłodzenia całego organizmu, ale także powstania odmrożeń. Ich zakres ujawnia się zwykle dopiero w momencie reperfuzji i przywracania prawidłowej temperatury. Niestety wiedza z fazy przedszpitalnej na temat potencjalnych czynników sprzyjających powstaniu odmrożeń (np. odsłonięcie kończyny, zanurzenie w wodzie) niekiedy bywa pomijana, co w przypadku wykorzystania naczyń takiej kończyny do kaniulacji zwiększa ryzyko wystąpienia z jednej strony ostrego niedokrwienia, z drugiej nasilenia zmian odmrozeniowych przez upośledzenie przepływu krwi przez kończynę. Konieczne jest zatem zebranie szczegółowego wywiadu i dokładnego badania klinicznego pod kątem występowania odmrożeń.

### WYPADNIĘCIE KANIULI ECMO

Wysunięcie kaniuli ECMO, najczęściej podczas transportu lub czynności pielęgnacyjnych jest skrajnie niepożądanym i niebezpiecznym powikłaniem terapii pozaustrojowej.

### ZAPOWIETRZENIE UKŁADU ECMO

Do zapowietrzenia układu ECMO może dojść w przypadku prowadzenia resuscytacji płynowej bezpośrednio do układu ECMO. Wskazaniami do tak agresywnej płynoterapii może być ciężka hipowolemia względna spowodowana oporną wazoplegią, która bardzo często towarzyszy ogrze-

**Tabela I.** Wczesne powikłania terapii pozaustrojowej.

Powikłania naczyniowe i związane z kaniulacją	Niedokrwienie kończyny dolnej	9 osób
	Odmrożenie kończyny, w którą założony jest zestaw ECMO	1 osoba
	Wypadnięcie kaniuli ECMO	Brak
	Zapowietrzenie układu ECMO	Brak
	Zakażenie miejsca operowanego	1 osoba istotna klinicznie wymagająca dłuższej hospitalizacji.
	Zespół nieprawidłowej oksygenacji górnej części ciała	1 osoba
Powikłania związane z prowadzeniem pozaustrojowej oksygenacji przezbłonowej	Udar krwotoczny	1 osoba
	Występowanie innych krwotoków zagrażających życiu	4 osoby
	Zaburzenia czynności śródbłonna, ucieczka płynu do przestrzeni pozanaczyniowej	1 osoba istotnie klinicznie wymagająca laparotomii
Powikłania związane z wychłodzeniem i stanami towarzyszącymi	Hipotermia wtórna do innej choroby podstawowej	20 osób
	Zachłyśnięcie	1 osoba istotnie klinicznie – przedłużona terapia pozaustrojowa
	Złamanie ściany klatki piersiowej lub uszkodzenie narządów klatki piersiowej podczas długotrwałej resuscytacji	3 osoby wiotka klatka piersiowa
	Zespoły majaczeniowe	5 osób
	Ostra niewydolność nerek	5 osób
	Samokontrastowanie się krwi w obrazie echokardiograficznym	1 osoba – zmiana decyzji terapeutycznej

waniu pozaustrojowemu pacjentów wychłodzonych. Zapowietrzenie układu ECMO, jeśli nie rozpoznane natychmiast obarczone jest dużą śmiertelnością, stąd bezpośredni dostęp do układu ECMO powinien być wykorzystywany do przetoczeń wyłącznie w ostateczności.

#### ZAKAŻENIE MIEJSCA OPEROWANEGO

Powikłanie to należy do odległych powikłań chirurgicznych. Czynniki predysponującymi do jego wystąpienia w grupie pacjentów wychłodzonych wydają się być: niski poziom higieniczny przed zdarzeniem, pośpiech w trakcie kaniulacji, szczególnie w przypadku pacjentów z zatrzymaniem krążenia, immunosupresja towarzysząca obniżeniu temperatury ciała, zmiany martwicze spowodowane jednoczasowym odmrożeniem. Dokładne antyseptyczne przygotowanie miejsca kaniulacji wraz okołoperacyjną profilaktyką antybiotykową minimalizują ryzyko rozwoju zakażenia miejsca operowanego.

#### ZESPÓŁ NIEPRAWIDŁOWEJ OKSYGENACJI GÓRNEJ CZĘŚCI CIAŁA

Powikłanie to jest stosunkowo rzadko widywanym problemem pacjentów leczonych przy pomocy ECMO, u których wykonano kaniulację naczyń kończyn dolnych. Polega ono na dysproporcji pomiędzy perfuzją, a co za tym idzie oksygenacją w górnej i dolnej połowie ciała, będącą wynikiem konkurencji napływu pomiędzy natywnym rzutem serca, a rzutem podawanym z kaniuli ECMO. Najczęściej do konkurencji takiej dochodzi w przypadku zachowanego, choć niedostatecznego rzutu serca, ewentualnie problemów z kaniulą żylną i niepełnym zdrenowaniem prawego

przedsionka. Niestety gorsza perfuzja i utlenowanie dotychczas górnej połowy ciała w tym naczyń wieńcowych oraz mózgowych, stąd niekiedy konieczna jest repozycja kaniul.

#### POWIKŁANIA ZWIĄZANE Z PROWADZENIEM POZAUSTROJOWEJ OKSYGENACJI PRZEZBŁONOWEJ

##### UDAR KRWOTOCZNY

Udar krwotoczny u pacjentów wychłodzonych poddawanych terapii ECMO może być spowodowany wieloma czynnikami, do których należą: przewlekła heparynizacja niezbędna do utrzymania prawidłowej antykoagulacji pacjentów z wszczepionym sztucznym układem, prowadzenie „niefizjologicznego”, laminarnego, czyli niepulsacyjnego krążenia, zaburzenie naturalnej bariery krew-mózg w warunkach wychłodzenia lub agresywnego ogrzewania i resuscytacji płynowej, obecność poresuscytacyjnych zmian niedokrwiennych, wtórnie ukrwotocznych. Sposobem na zmniejszenie ryzyka wystąpienia tego powikłania jest stosowanie heparynizowanych kaniul i układów ECMO i ograniczenie antykoagulacji ogólnoustrojowej oraz skracanie czasu trwania samej terapii, jak również szybki transport do ośrodka mogącego zapewnić ogrzewanie pozaustrojowe i tym samym minimalizowanie czasu prowadzenia wstępnej resuscytacji.

##### WYSTĘPOWANIE INNYCH KRWOTOKÓW ZAGRAŻAJĄCYCH ŻYCIU

Z przyczyn podobnych do opisanych powyżej można się spodziewać występowania ciężkich krwotoków z innych

narządów, w szczególności do przestrzeni zaotrzewnowej (uszkodzenie naczyń tej okolicy wskutek prób pobrania krwi do badań, założenia linii naczyniowej lub kaniulacji do ECMO), jamy otrzewnej (z powodu nierozpoznanych urazów narządów mięszzowych, w tym pierwotnych, prowadzących następnie do pogorszenia stanu zdrowia i wychłodzenia, lub wtórnych do prowadzonej resuscytacji), jam opłucnych/śródpiersia (w przebiegu uszkodzenia ściany i narządów klatki piersiowej mechaniczną kompresją, niekiedy wielogodzinną) lub krwawienia z przewodu pokarmowego np. z żyłaków przełyku. W przypadku tych powikłań czasowa rezygnacja z antykoagulacji i zaopatrzenie chirurgiczne mają priorytet w postępowaniu z takim pacjentem.

#### **ZABURZENIA CZYNNOŚCI ŚRÓDBŁONKA, UCIECZKA PŁYNU DO PRZESTRZENI POZANACZYNIOWEJ**

Pacjenci skrajnie wychłodzeni bardzo często poddawani są agresywnej resuscytacji płynowej, zarówno w okresie przedszpitalnym, jak również już po podłączeniu układu do ogrzewania pozaustrojowego, co ma na celu próbę utrzymania prawidłowego ciśnienia perfuzyjnego oraz zapewnienie wystarczającej objętości wypełnienia układuwi ECMO. Zgodnie z naszym doświadczeniem, objętości przetaczane pacjentom wychłodzonym na wstępnym etapie leczenia są tym większe, im niższa temperatura ciała i im dłuższa faza resuscytacji, dochodząc niekiedy do kilkunastu litrów/dobę. Naturalnie tak agresywne uzupełnianie wolemii spowodowane jest przejściowym, zależnym od wychłodzenia, ale też związanym z głębokim wstrząsem i kwasica uszkodzeniem śródbłonna naczyniowego i jego przepuszczalności, stąd ucieczce płynu do przestrzeni pozanaczyniowej i jego tam kumulacji towarzyszy ciężka wewnątrznaczyniowa hipowolemia, nie reagująca często na dalszą resuscytację płynową ani na podawane leki wazopresyjne. Prowadzenie tak agresywnej terapii płynowej jest niestety konieczne do zapewnienia prawidłowego funkcjonowania układu do ogrzewania pozaustrojowego, ale należy się liczyć z jej konsekwencjami i niewydolnością szeregu narządów wtórną do ich obrzęku, w tym niewydolnością nerek, wątroby, przewodu pokarmowego, obrzęku mózgu, obrzęku płuc, obrzęku tkanek miękkich i złym gojeniem się ran.

#### **POWIKŁANIA ZWIĄZANE Z WYCHŁODZENIEM I STANAMI TOWARZYSZĄCYMI**

##### **HIPOTERMIA WTÓRNA DO INNEJ CHOROBY PODSTAWOWEJ**

Niekiedy pierwotną przyczyną zatrzymania krążenia lub ciężkiego wstrząsu kardiogenego nie jest skrajne wychłodzenie, a choroba podstawowa, taka jak zatrucie np.: alkoholem nieetylowym, tlenkiem węgla, udar niedokrwienny lub krwotoczny, uraz, w tym uraz głowy z utratą przytomności, które powodują, że u pacjenta eksponowanego na chłód otoczenia dochodzi wtórnie do rozwoju głębokiej hipotermii, maskującej objawy pierwotnego problemu zdrowotnego. Rokowanie, w tym rokowanie neurologiczne u takich pacjentów może z oczywistych przyczyn nie być

tak dobre, jak u pacjentów wyłącznie wychłodzonych, a w niektórych przypadkach (np. pacjenci urazowi, zatruci CO) ogrzewanie pozaustrojowe może wręcz pogorszyć ich stan. Stąd przy okazji kwalifikacji do ewentualnego ogrzewania pozaustrojowego niezwykle istotne jest dokładne zebranie wywiadu przez zespół ratownictwa medycznego na temat okoliczności zdarzenia od obecnych świadków.

#### **ZACHŁYŚNIĘCIE**

Nierzadko u pacjentów wychłodzonych poddawanych ogrzewaniu pozaustrojowego rozpoznawane jest zachłystowe zapalenie płuc. Powikłanie to jest wynikiem pogarszającego się stanu przytomności tak poszkodowanych pacjentów, aż do pełnej nieprzytomności włącznie w III i IV stadium wychłodzenia. Dodatkowym czynnikiem predisponującym jest spowodowane wychłodzeniem spowolnienie funkcji życiowych, w tym perystaltyki przewodu pokarmowego i opróżniania żołądka, ale także zwolnienie metabolizmu leków podawanych przy okazji prowadzenia resuscytacji, które nawet w odległych godzinach po podaniu mogą wpływać na perystaltykę i czynność zwieracza dolnego przełyku. Podobnie, wspomniana wcześniej agresywna resuscytację płynowa i obrzęk błony śluzowej przewodu pokarmowego mogą upośledzać jego prawidłowe funkcjonowanie. Dlatego z jednej strony wczesne zabezpieczenie drożności dróg oddechowych jest niezwykle ważne w zapobieganiu zachłyśnięciu u pacjenta w głębokiej hipotermii, z drugiej strony manipulacje towarzyszące intubacji mogą niekiedy zaburzyć chwiejną równowagę pacjentów we wstrząsie kardiogenym spowodowanym wychłodzeniem i doprowadzić u nich do zatrzymania krążenia. Należy wziąć także pod uwagę problem leczenia zachłystowego zapalenia płuc – u jednego pacjenta leczonego w Centrum Leczenia Hipotermii Głębokiej układ ECMO utrzymywany był dłużej niż do uzyskania normotermii i stabilności hemodynamicznej, właśnie w związku z utrzymywaniem się ciężkiej niewydolności oddechowej w przebiegu zachłystowego zapalenia płuc. W takich wypadkach warto rozważyć zmianę układu ECMO z obciążonego większą liczbą powikłań układu żyłno-tętniczego, na układ żyłno-żylny, dedykowany leczeniu niewydolności oddechowej.

#### **ZŁAMANIA ŚCIANY KLATKI PIERSIOWEJ I USZKODZENIE NARZĄDÓW KLATKI PIERSIOWEJ PODCZAS DŁUGOTRWAŁEJ RESUSCYTACJI**

Ze względu na ochronne działanie niskiej temperatury i związane z tym dobre rokowanie neurologiczne, pacjenci w głębokich stadiach wychłodzenia są niejednokrotnie poddawani kilkudziesięciu- lub kilkusetminutowej resuscytacji (w naszym materiale 107–405 minut), znacznie dłuższej niż w przypadku zatrzymania krążenia z innych przyczyn. Stąd obecność powikłań mechanicznej kompresji klatki piersiowej, w tym złamań ściany klatki piersiowej lub uszkodzenia narządów klatki piersiowej. Ciężkość tych powikłań jest także większa ze względu na heparynizację prowadzoną w trakcie terapii ECMO. Należy pamiętać o możliwości wystąpienia takich powikłań i aktywnie je wykluczać.

## ZESPOŁY MAJACZENIOWE

Spośród czynników ryzyka częstego występowania zespołów majaczeniowych w grupie pacjentów głęboko wychłodzonych wspomnieć należy: długotrwałe stany hipoperfuzji mózgowej (ciężki wstrząs kardiogeny, zatrzymanie krążenia), potencjalne uszkodzenie niedokrwiennie lub krwotoczne mózgu (opisane powyżej), zespoły odstawiennicze związane z nadużywanymi substancjami psychoaktywnymi lub zmniejszaniem dawek opioidowych leków przeciwbólowych i nasennych, zatrucia substancjami neurotoksycznymi (np. glikolem, alkoholem metylovym). Leczenie zespołu majaczeniowego w tej grupie pacjentów nie różni się od postępowania w populacji ogólnej, ale ze względu na heparynizację zawsze należy wykluczyć obecność krwawienia śródczaszkowego.

## OSTRA NIEWYDOLNOŚĆ NEREK

Powikłaniem występującym z różnym nasileniem u wszystkich pacjentów głęboko wychłodzonych jest ostra niewydolność nerek. Głównym powodem jej wystąpienia wydaje się być hipoperfuzja nerek w przebiegu ciężkiego wstrząsu kardiogenego lub zatrzymania krążenia, spożycie substancji nefrotoksycznych poprzedzające wychłodzenie oraz obecna wyjściowo przewlekła niewydolność nerek. Czynnikiem wyzwalającym może być również masywna rhabdomyoliza, będąca następstwem drżeń mięśniowych obecnych na wcześniejszych etapach wychłodzenia. Leczeniem z wyboru w przypadkach całkowitej anurii jest wczesne wdrożenie ciągłych technik nerkozastępczych, u wszystkich naszych pacjentów tak leczonych uzyskano powrót spontanicznej diurezy i normalizację funkcji nerek.

## SAMOKONTRASTOWANIE SIĘ KRWI W OBRAZIE ECHOKARDIOGRAFICZNYM

Echokardiografia jest metodą z wyboru w ocenie czynności mięśnia sercowego oraz złotym standardem przy pozycjonowaniu kaniul do układu ECMO. W przypadkach skrajnie obniżonej frakcji wyrzutowej (klasa III) lub całkowitej akinezy mięśnia sercowego (klasa IV) obserwuje się niekiedy samokontrastowanie się krwi, co u pacjentów w normotermii może sugerować wewnątrzsercowe wykrzepianie. U pacjentów skrajnie wychłodzonych, ogrzewanych przy pomocy terapii pozaustrojowej prawdopodobieństwo wystąpienia takiego powikłania jest minimalne ze względu na stosowanie antykoagulacji ogólnoustrojowej, przeciwzkrzepowe działanie niskiej temperatury oraz zmianę reologicznych właściwości krwi w niskich temperaturach. Wydaje się, że objaw samokontrastowania się krwi jest artefaktem w badaniu obrazowym i nie wymaga szybszego ogrzewania pacjenta i tym samym szybszego przywrócenia własnej czynności skurczowej serca. Przyspieszenie ogrzewania pacjenta może wręcz wiązać się z występowaniem powikłań, takich jak: embolizacja powietrzna, oporna wazoplegia, niestabilność hemodynamiczna, ciężki zespół reperfuzyjny. Zauważone samokontrastowanie się krwi wymaga obserwacji i monitorowania, ale przy braku innych objawów wykrzepiania wewnątrznaczyniowego powinno być uznane za artefakt.

## DYSKUSJA

Analizując przyczyny występowania wyżej opisanych powikłań, trudno wskazać jednoznacznie, czy są one spowodowane czystym działaniem niskiej temperatury na organizm, obecnością niejednokrotnie ciężkich schorzeń współistniejących, przewlekłym wyniszczeniem organizmu i złym stanem biologicznym spowodowanym niskim statusem społecznym i zaniedbaniem alimentacyjno-higienicznym, czy wreszcie są związane z ciężkim wstrząsem kardiogenym lub stanem zatrzymania krążenia utrzymującym się niekiedy przez kilka godzin (maksymalny czas zatrzymania krążenia w badanej grupie wynosił 405 minut (107–405 minut) [5]. W przypadku poszkodowanych w warunkach górskich prowadzenie resuscytacji w trakcie akcji ratunkowej lub ewakuacji jest trudne, niejednokrotnie jest możliwe wyłącznie w trybie przerywanym [6], stąd można przypuszczać, że postępujące niedotlenienie tkanek, a nie wyłącznie czynnik temperatury wpływać może na występowanie ciężkich zaburzeń metabolicznych i wodno-elektrolitowych. Z drugiej strony wyłącznie głębokiemu wychłodzeniu i związanemu z nim skrajnemu spowolnieniu metabolizmu zawdzięczać można fakt, że nawet po tak długiej resuscytacji możliwy jest nie tylko całkowity powrót do pełnej stabilności hemodynamicznej, ale przede wszystkim brak ubytków neurologicznych [7–10].

Śmiertelność w hipotermii wynosi 20–90% i zależy od stopnia i postaci hipotermii, chorób współistniejących i prawdopodobnie od sposobu ogrzewania [11–13].

Wydaje się także, że podstawą sukcesu terapeutycznego w tej grupie chorych jest przede wszystkim prawidłowa kwalifikacja do ogrzewania pozaustrojowego, nie tylko pozytywna – poprawne zidentyfikowanie pacjentów w III i IV klasie szwajcarskiej, ale także wykluczenie tych pacjentów, u których ryzyko wystąpienia powikłań zależnych od wdrożenia tej metody przewyższa potencjalną możliwość ogrzania przy pomocy układu ECMO [14].

## WNIOSKI

Na podstawie dokumentacji medycznej pacjentów w głębokiej hipotermii, poddanych terapii ogrzewania pozaustrojowego autorom udało się zidentyfikować powikłania leczenia przy pomocy ECMO, w tym te specyficzne dla pacjentów wychłodzonych, których nie obserwuje się u pacjentów leczonych oksygenacją przezbłonową z innych wskazań.

- Najważniejsze wnioski z przeprowadzonej analizy to:
- ze względu na duże ryzyko rozwoju ostrego niedokrwienia kończyny związanej z kaniulacją do układu ECMO należy zwracać uwagę na wywiad mogący wskazywać na zmiany odmrożeniowe w zakresie kończyny dolnej oraz w miarę możliwości ograniczać czas trwania wspomaganego układu ECMO;
  - zapobieganie powikłaniom krwotocznym zarówno w zakresie centralnego systemu nerwowego oraz pozostałych narządów jamy brzusznej i klatki piersiowej polega na ograniczaniu stosowania antykoagulacji systemowej na rzecz heparynizowanych układów do ECMO. Aktywne krwawienia wymagają zaopatrzenia chirurgicznego;

- obecność schorzeń towarzyszących, zwłaszcza powodujących wtórne wychłodzenie niejednokrotnie pogarsza rokowanie u pacjentów w hipotermii, stąd niezwykle istotne jest dokładne zebranie wywiadu dotyczącego okoliczności zdarzenia w kontekście celowości wdrożenia ogrzewania pozaustrojowego;
- ogrzewanie pozaustrojowe jest terapią nie pozbawioną powikłań, ale u większości pacjentów prawidłowo zakwalifikowanych do takiego leczenia prowadzi do stabilności hemodynamicznej, a przede wszystkim do pełnego powrotu funkcji neurologicznych, nawet po długotrwałej resuscytacji.

## PIŚMIENNICTWO

1. Zgony w latach 2009–2013 na terenie Polski. Centralne Informatorium GUS, Warszawa 2015.
2. Darocha T, Kosiński S, Jarosz A et al. Zasady postępowania w wychłodzeniu – małopolski program pozaustrojowego leczenia hipotermii. *Kardiologia Polska* 2015;73(9): 789–794.
3. Darocha T, Kosiński S, Jarosz A, Gałązkowski R, Sadowski J, Drwiła R. Severe Accidental Hypothermia Center. *Eur J Emerg Med.* 2014 Oct 9. [Epub ahead of print]
4. Truhlář A, Deakin CD, Soar J et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015 Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2015;95:148–201
5. Kosinski S, Darocha T, Jarosz A, et al. The longest persisting ventricular fibrillation with an excellent outcome – 6h 45min cardiac arrest. *Resuscitation.* 2016;105:e21–2. doi: 10.1016/j.resuscitation.2016.05.022.
6. Gordon L, Paal P, Ellerton J.A., Brugger H, Peek GJ, Zafren K. Delayed and intermittent CPR for severe accidental hypothermia. *Resuscitation* 2015;90:46–4.
7. Hagerdal M, Harp J, Nilsson L, Siesjö BK. The effect of induced hypothermia upon oxygen consumption in the rat brain. *J Neurochem.* 1975;24:311–316.
8. Xu L, Yenari MA, Steinberg GK, Giffard RG. Mild hypothermia reduces apoptosis of mouse neurons in vitro early in the cascade. *J Cereb Blood Flow Metab* 2002;22:21–28.
9. Gilbert M, Busund R, Skagseth A, Nilsen PA, Solbø JP. Resuscitation from accidental hypothermia of 13.7 degrees C with circulatory arrest. *Lancet* 2000;355:375–376.
10. Meyer M, Pelurson N, Khabiri E et al. Sequela-free long-term survival of a 65-year-old woman after 8 hours and 40 minutes of cardiac arrest from deep accidental hypothermia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;147(1):e1–2.
11. Mégarbane B, Axler O, Chary I, Pompier R, Brivet FG. Hypothermia with indoor occurrence is associated with a worse outcome. *Intensive Care Med* 2000;26:1843–1849.
12. Farstad M, Andersen KS, Koller ME, Grong K, Segadal L, Husby P. Rewarming from accidental hypothermia by extracorporeal circulation: a retrospective study. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;20:58–64.
13. Ruttman E, Weissenbacher A, Ulmer H, Müller L, Höfer D, Kilo J, Rabl W, Schwarz B, Laufer G, Antretter H, Mair P. Prolonged extracorporeal membrane oxygenation-assisted support provides improved survival in hypothermic patients with cardiocirculatory arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007; 34:594–600.
14. Jarosz A, Kosiński S, Darocha T, Paal P, Gałązkowski R, Hymczak H, Drwiła R. The problems and pitfalls of qualification for extracorporeal rewarming in severe accidental hypothermia. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016; 2016;30(6):1693–1697.

---

## ADRES DO KORESPONDENCJI:

**Anna Jarosz**

Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii  
Krakowski Szpital Specjalistyczny im. Jana Pawła II  
ul. Prądnicka 80; 31-202 Kraków  
e-mail: anna-jarosz@hotmail.com

**Nadesłano:** 10.04.2017

**Zaakceptowano:** 10.05.2017