

Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza-Modrzewskiego

Michał Wyrwalski

**Nowe wskazania do zastosowania
terapii ECMO w ciągu ostatnich 5 lat**

Praca licencjacka

Promotor: Prof. nadzw. dr hab. n. med. Jerzy Dropiński
Katedra Medycyny Ratunkowej

KRAKÓW 2015

Streszczenie:

Praca po krótkim wstępie historycznym, sięgającym połowy dwudziestego wieku, przedstawia metodę pozaustrojowego utlenowania krwi (ECMO). Artykuł wprowadza nas w dokładny opis tej metody leczenia, przedstawiając poszczególne etapy krążącej krwi od podłączenia układu do krwioobiegu pacjenta, po przepływ przez skomplikowany układ ECMO. Praca przedstawia aktualne wskazania, przeciwwskazania, możliwe powikłania oraz koszty prowadzenia terapii ECMO. Omawia także nowe zastosowania ECMO w Oddziałach Anestezjologii i Intensywnej Terapii w takich przypadkach jak ciężka hipotermia czy krwawienie śród-pęcherzykowe w płucach .

Słowa kluczowe

ECMO; Pozaustrojowe utlenowanie krwi, Ciężka niewydolność oddechowa, Hipotermia.

Spis treści:

1. Wstęp
2. Zarys historyczny
3. Opis metody leczenia ECMO
4. Przygotowanie pacjenta do terapii
5. Powikłania terapii ECMO
6. Dotychczasowe wskazania do rozpoczęcia leczenia
7. Leczenie ARDS spowodowanego wirusem "świńskiej grypy" (A/H1N1) metodą ECMO
8. Leczenie chorych z ARDS w rozpoznanym zakażeniu wirusem HIV
9. Ciężka hipotermia jako kolejne wskazanie do podłączenia ECMO
10. ECMO sposobem na rozlane krwawienie pęcherzykowe
11. Przeciwwskazania do wprowadzenia terapii ECMO
12. Podsumowanie, wnioski i dyskusja

1. Wstęp

Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO), czyli natlenowanie pozaustrojowe znajduje swoje wykorzystanie przede wszystkim na oddziałach Kardiologii oraz Anestezjologii i Intensywnej Terapii. Leczenie z wykorzystaniem tego sprzętu polega na założeniu kaniul do układu krwionośnego pacjenta, wyprowadzenie krwi z jego organizmu do zewnętrznej maszyny, której celem jest usunięcie dwutlenku węgla (CO₂) oraz odpowiednie natlenowanie krwi, która następnie ma trafić ponownie do organizmu pacjenta. Pacjent pozostaje podłączony do układu przez kilka dni. Należy jednak zaznaczyć, że urządzenie to nie leczy, tylko daje możliwość przeżycia w okresie gdy praca płuc jest zaburzona tak głęboko, że uniemożliwia odpowiednią oksygenację krwi tętniczej i/lub eliminację dwutlenku węgla. Praca omawia nowe wskazania do leczenia ECMO, na podstawie zastosowania tej metody w ciągu ostatnich 5 lat (2009-2014). Dotychczasowym wskazaniem, w którym coraz częściej wykorzystujemy oksygenację pozaustrojową jest leczenie ciężkiej niewydolności oddechowej. Jednak w ciągu ostatnich 5 lat pojawiły się nowe jednostki chorobowe, w których układ był skutecznie użyty i nadal bierze się pod uwagę kolejne schorzenia w których rozważa się wprowadzenie tej metody w celu poprawy skuteczności leczenia.

2. Zarys historyczny

Początki ECMO sięgają lat pięćdziesiątych dwudziestego wieku, a metoda leczenia wywodzi się z kardiologii. Początkowe próby podłączenia pacjentów do krążenia pozaustrojowego kończyły się niepowodzeniem. Po kilku godzinach pacjent umierał z powodu rozległych obrażeń wielonarządowych związanych z zastosowaniem nieodpowiednich materiałów. W 1957 roku Karmmermeyer użył gumy silikonowej do stworzenia błony dyfuzyjnej, która nie powodowała istotnych zmian w procesie hemolizy. W 1957 roku Hill przeprowadził pierwszy zabieg ECMO w pełnym zakresie godzinowym, a w 1977 roku Gazzaniga i German. Podłączyli do układu ECMO noworodka. W 1989 roku w Stanach Zjednoczonych powołano międzynarodową organizację *Extracorporeal Life Support Organization* (ELSO), zajmującą się prowadzeniem rejestru chorych leczonych przy użyciu ECMO, a na przewodniczącego powołany został Kai Simons, fiński biochemik. Konferencje organizacji ELSO odbywały się kolejno: 2000 - Genewa, Szwajcaria; 2002 - Nicea, Francja; 2003 - Drezno, Niemcy; 2004 -

Nicea, Francja; 2005 - Drezno, Niemcy; 2007 - Drezno, Niemcy; 2008 Nicea, Francja. Pierwowzorem ECMO było tzw. „płuco-serce”, czyli układ wspomagający oddech i krążenie podczas zabiegów kardiochirurgicznych.

3. Opis metody leczenia ECMO

Pozastrojowa oksygenacja krwi jest techniką polegającą na utlenowaniu (~~oksygenacji~~) krwi i eliminacji z niej CO₂ z wykorzystaniem krążenia pozastrojowego. Metoda ta polega na wyprowadzeniu krwi z organizmu do urządzenia natlenowującego krew poza pacjentem. Przepływ krwi w pompie centryfugalnej reguluje się tak, aby uzyskać optymalną oksygenację krwi tętniczej (zakres wartości, do których dążymy, to 100 - 150 mmHg). Zwiększenie przepływu krwi przez oksygenator powoduje podwyższenie prężności tlenu, natomiast zmniejszenie powoduje jej obniżenie. Leczenie prowadzone jest w znieczuleniu ogólnym, w szczególności w pierwszych dobach terapii należy utrzymywać głęboką sedację. W kolejnych dniach należy dążyć do zmniejszenia sedacji w celu umożliwienia wentylacji płuc w trybie *Persistent Vegetative State* (PSV), czyli wentylacji wspomagającej ciśnieniowo własny oddech pacjenta. Kaniule możemy wprowadzić do organizmu na dwa sposoby. Pierwszym jest układ żylny-żylny, korzystamy z niego, gdy pacjent ma zachowaną zdolność hemodynamiczną. Drugim sposobem jest układ tętniczo-żylny, zakładamy go pacjentom u których występują patologie hemodynamiczne. Do wprowadzenia kaniul możemy wykorzystać aparat RTG angiograficzny co daje nam od razu potwierdzenie obecności kaniul we właściwych miejscach. Krew poprzez dreny, zasilane pompą trafia do oksygenatora, gdzie jest natlenowana, w dalszym etapie trafia do wymiennika ciepła, gdzie jest ogrzewana (w przypadku hipotermii) lub ochładzana (dla zmniejszenia metabolizmu) do temperatury zadanej przez nas (w zależności od prowadzonej terapii) i trafia do organizmu. Układ ECMO wypełniony jest solą fizjologiczną (NaCl 0,9%), mleczanem Ringera (Saluto Ringeri) lub w szczególnych okolicznościach krwią o zgodności grupy oraz odczynu Coombsa (Rh). Podczas całego leczenia należy dążyć do odwodnienia chorego, jednak z zachowaniem prawidłowej perfuzji tkanek, a stężenie hemoglobiny powinno być utrzymywane powyżej 13 g dL⁻¹. W tym celu w całym okresie leczenia wyselekcjonowany zespół składający się z lekarza prowadzącego, perfuzjonisty odpowiedzialnego za krążenie w układzie oraz pielęgniarki zajmującej się wyłączeniem tym pacjentem. W celu zapobiegania wykrzepnięciu krwi z układu

krążenia pozaustrojowego konieczna jest ciągła antykoagulacja przy pomocy wlewy heparyny niefrakcjonowanej, w dawkach tak dobranych, aby aktywowany czas krzepnięcia (ATC) mieścił się w zakresie od 160s do 200s. Aparaturę do prowadzenia ECMO aktualnie w Polsce możemy spotkać na większości oddziałów kardiochirurgicznych oraz niektórych oddziałach intensywnej opieki medycznej. Terapię prowadzimy najszerszą możliwą do wprowadzenia kaniulą, aby stworzyć jak największy przepływ krwi przez system. Koszt doby leczenia pacjenta, uwzględniając koszty antybiotykoterapii, leczenia powikłań oraz przetaczania materiałów krwiopochodnych wynosi ok 5-6 tys. zł. (w skrajnych przypadkach nawet 10 tys. zł.). Wymiana układu polega na przygotowaniu nowego zestawu, powrót do maksymalnego wspomaganie respiratorem i farmakologią, zatrzymanie rzutu pompy, zaklemowanie lin żylnych i tętniczych. Wymiana odbywa się w warunkach jałowych, usuwamy stary i podłączamy nowy zestaw, następnie odpowietrzamy i przywracamy pracę pompy. Doświadczony zespół jest w stanie przeprowadzić wymianę układu w ciągu 1 minuty. Podczas całego leczenia powinniśmy pamiętać o monitorowaniu pacjenta pod względem saturacji, równowagi kwasowo-zasadowej, ciśnienia krwi (metodą krwawą), funkcjonowania nerek, parametrów wentylacji (TV, FiO₂, PIP, PEEP, podatność statyczna), stężenia mleczanu. Dodatkowo wykonujemy badania laboratoryjne (biochemia, hematologia, immunodiagnostyka, koagulacja, badania wysiłkowe). Problemy techniczne spotykane w układzie, to: zapowietrzenie (detektor pęcherzyków), wyrzepienie (w układzie), brak zasilania (stabilność sieci), dekaniulacja (przypadkowa), recyrkulacja podczas VV-ECMO (zależne od liniowego rzutu pompy). Każde z powikłań jest bezpośrednim zagrożeniem życia wymagającym natychmiastowego podjęcia działań ratujących życie, oraz usunięcia przyczyny powstałej usterki. Transport wewnątrzszpitalny pacjenta polega na zaplanowaniu drogi, naładowaniu baterii, zawiadomieniu oddziału przyjmującego, usunięciu przeszkód, które możemy napotkać na drodze, zaopatrzeniu się w pełną butlę z tlenem, monitorowanie: pulsoksymetria, zapis akcji serca oraz ABP. ECMO odłączamy, gdy stwierdzimy brak możliwości przeżycia po zakończeniu terapii (uszkodzenie mózgu, brak poprawy serca lub płuc). Układ powinniśmy odłączyć w momencie, gdy wspomaganie nie przekracza 30%, można podjąć próbę w granicach 30-50%, zaleca się jednak czekanie. Aby odłączyć ustawiamy odpowiednie parametry respiratora, zatrzymujemy przepływ gazów w oksygenatorze, obserwujemy gazometrię, jeżeli funkcja płuc jest prawidłowa powyżej jednej godziny, wtedy rozbrajamy układ. Po odłączeniu od układu pacjent zostaje na oddziale,

codziennie wykonuje się mu badanie echo serca. Przeżycie noworodków (wspomaganie płuc) wynosi 85%, jednak do czasu wypisu ze szpitala przeżywa 75%, dorośli (wspomaganie płuc) przeżywa ok 63%, a 47% żyje dłużej niż pół roku po odłączeniu. W przypadku dzieci i dorosłych podczas wspomagania serca 34% przeżywa terapię, natomiast tylko 47% z nich przeżywa do wypisu ze szpitala.

4. Przygotowanie pacjenta do terapii

Przygotowanie opiera się przede wszystkim na odpowiedniej wentylacji. W tym celu wykorzystujemy tryby wentylacji z dodatnim ciśnieniem PVC, BIPAP, BiLevel o wskaźnikach na poziomie $TV < 6$ ml/kg (z uwzględnieniem masy ciała według tabeli ARDSNet), $P < 30$ cm H₂O, PEEP (do optymalnych poziomów PaO₂/FiO₂) z uwzględnieniem hemodynamiki miareczkujemy na poziomie 5-15-20 cm H₂O. Istotną rzeczą jest dokładna i częsta toaleta drzewa oskrzelowego oraz pozycja półsiedząca 35-40° o ile jest to możliwe. Optymalna płynoterapia, dążąca do odwodnienia pacjenta, w razie potrzeby z wykorzystaniem techniki ciągłej hemodiafiltracji. Możemy rozważyć podaż metyloprednisolonu w dawce 0,5-2,5 mg/kg/doba, przez siedem dni przed podłączeniem. Podczas przygotowania pacjenta istotne jest również monitorowanie i dodatkowe badania pacjenta. Podstawowymi wskaźnikami monitorowania są: saturacja, pH, krwawy pomiar CTK, CVP, markery martwicy serca, parametry funkcji nerek, zdjęcie obrazowe klatki piersiowej oraz odczyt parametrów wentylacji (TV, f, FiO₂, PIP, PEEP) notowane co godzinę.

5. Powikłania terapii ECMO

Powikłaniami leczenia najczęściej występującymi są uszkodzenia żył poprzez założenie do nich kaniul o dużej średnicy. Procedura wymaga ciągłego leczenia przeciwzakrzepowego, dlatego większość powikłań terapii ma charakter krwotoczny, włącznie z krwawieniem śródczaszkowym. Kolejnym ważnym powikłaniem jest ekspozycja krwi na sztuczne materiały z których wykonany jest układ, może to prowadzić do aktywacji procesów zapalnych, a w efekcie uszkodzenia wielonarządowego. Powikłaniami występującymi po

ECMO są krwawienia z miejsc wkłuć, zaburzenia rytmu serca spowodowane dysfunkcją komórek serca, wymagająca hemodiafiltracji niewydolność nerek oraz zaburzenia neurologiczne. Należy pamiętać o przestrzeganiu pełnej aseptyki, podczas wykonywania tego zabiegu z uwagi na możliwość powikłań infekcyjnych. Tragicznym powikłaniem, które opisano była perforacja przedsionka przez kaniulę wprowadzoną do jam serca.

6. Dotychczasowe wskazania do rozpoczęcia leczenia

Podstawowymi wskazaniami przed 2009 rokiem do zastosowania ECMO był powodowany, najczęściej przez sepsę, stan ostrej niewydolności oddechowej (ARDS) lub krążeniowej, oporny na konwencjonalne metody leczenia, a powstały z odwracalnej przyczyny schorzenia. Układ żylny-żylny wykorzystywano do terapii pacjentów z zachowaną zdolnością hemodynamiczną, natomiast tętniczo-żylny przy pacjentach niestabilnych hemodynamicznie. Podstawowymi kryteriami kwalifikującymi do leczenia ECMO w ostrej niewydolności oddechowej w oddziałach anestezjologii i intensywnej terapii są wyniki badań laboratoryjnych, biochemicznych, hematologicznych, immunodiagnostycznych, koagulologicznych oraz badania wysiłkowe. Podstawowe z parametrów przedstawię w poniższej tabeli:

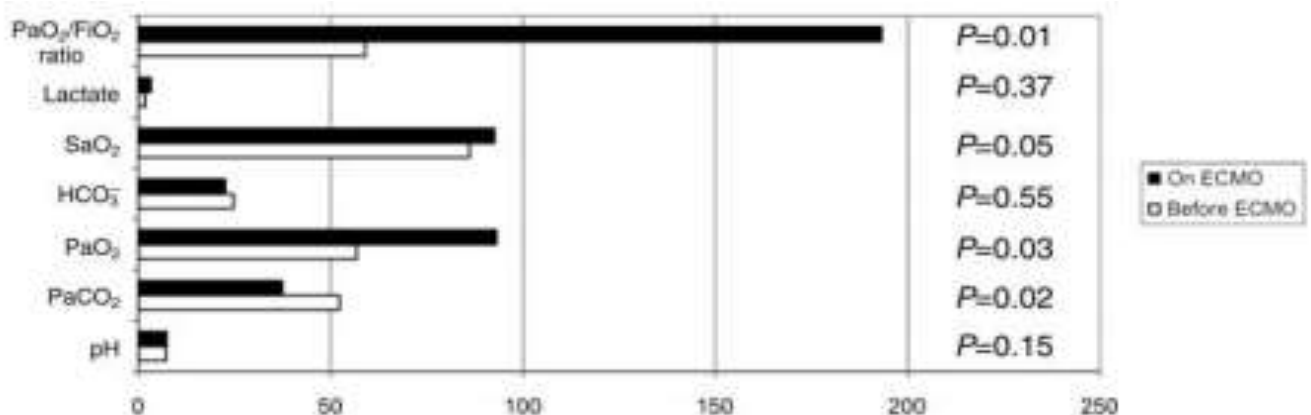
Kryteria podstawowe		
Wskaźnik	Norma	Poziom kwalifikujący
PaO ₂ / FiO ₂	80 - 100 mmHg	< 70 mmHg
PEEP		> 10 mmH ₂ O
Kryteria pomocnicze		
pH	7,35 - 7,45	<7,2
paCO ₂	35-45 mmHg	>80 mmHg
Podatność statyczna		<0,5 ml/kg/cm H ₂ O
PIP		40 cm H ₂ O
TV		<6 ml/kg
LIS (skala Murraya)		>3,0

Wskazaniem do terapii ECMO jest niewydolność oddechowa lub krążeniowo-oddechowa, w której, pomimo stosowania wysokich stężeń tlenu i zaawansowanych technik terapii respiratorem i optymalizacji stanu chorego, utrzymująca się hipoksemia i hiperkapnia stwarzają zagrożenie dalszego pogarszania się stanu chorego, prowadzącego do jego śmierci. Kolejnym wskazaniem było wykorzystanie ECMO w okresie pooperacyjnym po zabiegu kardiochirurgicznym.

Nowe wskazania do zastosowania terapii ECMO

7. Leczenie ARDS spowodowanego wirusem "świńskiej grypy" (A/H1N1) metodą ECMO

W latach 2009-2010 rozszerzono wskazania do terapii, jako skuteczną metodę na leczenie pandemii wirusa grypy A/H1N1, będącego zmutowaną wersją tzw. "świńskiej grypy". W wyniku pandemii oraz dalszych powikłań zmarło ok. 500 000 ludzi (w Polsce 182 osoby). Tak duża liczba zachorowań spowodowana była przez mechanizm zakażenia, ponieważ wirus przenosi się drogą kropelkową, a źródłem zakażenia może być każdy zakażony człowiek lub zwierze, a nie tylko osobnik, w którym rozwinęła się bakteria i dała objawy. Koszty leczenia pacjenta z ARDS spowodowanego A/H1N1 przy użyciu ECMO (po uwzględnieniu wynagrodzeń personelu, eksploatacji urządzeń, leków, badań laboratoryjnych oraz transfuzji) wzrosły do niemal 43 tys. \$ (ok. 161 tys. zł.). Dynamikę zachowań wyników gazometrii po podłączeniu pacjenta do systemu ECMO przedstawia poniższa tabela.



Źródło: S. Beurtheret et al. / European Journal of Cardio-Thoracic Surgery

8. Leczenie chorych z ARDS oraz rozpoznany zakażeniem wirusem HIV

W maju 2014 roku BMC Anesthesiology opublikował pracę badawczą na temat leczenia ARDS u pacjentów zakażonych wirusem HIV (zespół nabytego braku odporności), prowadzącym do SIDA (ostatnie stadium zakażenia wirusem). Zakażenie charakteryzuje się wyniszczeniem limfocytów CD4, czyli układu immunologicznego, zwiększając ryzyko zapadania na nowotwory, grzybice oraz nietypowe ostrze zapalenia płuc). W ciągu roku na tą chorobę umiera ok. 2mln osób na świecie. W publikacji *Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) in three HIV-positive patients with acute respiratory distress syndrome*, napisanej przez: Francesco Giuseppe De Rosa, Mauro Rinaldi, Giovanni Di Perri, Vito Fanelli, Stefano Bonora, Marco V Ranier, Silvia Corcione, Rosario Urbino wydanej w 2014r przez BMC Anesthesiol, opisano trzech pacjentów zakażonych wirusem leczonych przy pomocy ECMO z powodu ARDS, w tej grupie w 2 przypadkach wyniki były zaskakująco dobre, jedna z osób zmarła. W całym ciągu pozaustrojowego natlenowania zachowano leczenie HAART (podanie kilku leków atakujących różne etapy rozwoju wirusa HIV). Po odłączeniu od układu i kolejnych 2 latach leczenia HAART wynik testu HIV-RNA był ujemny, a ilość limfocytów CD4 wzrosła do 90 komórek w mikrolitrze.

9. Ciężka hipotermia jako kolejne wskazanie do podłączenia ECMO

W 2013 roku w Polsce wyleczono pacjenta z hipotermią, którego temperatura głęboka wynosiła 25 st. C. Wykorzystanie metody ECMO w tym przypadku pokazało możliwości podgrzewania krwi średnio 6-9 st. C na godzinę. Dzięki krążeniu pozaustrojowemu głęboką hipotermię zaczęto wykorzystywać do niektórych zabiegów operacyjnych, pacjenci schładzani są nawet do 20 st. C. Dobrym przykładem potwierdzającym skuteczność tej metody jest wyprowadzenie 2-letniego dziecka znalezionego w okresie późno jesiennym w stanie skrajnej hipotermii, Dziecko w momencie znalezienia miało temperaturę 12,7 st. C. Mały pacjent został podłączony do ECMO, ogrzany i doprowadzony do stanu stabilnego. Jest to ogromny przełom w leczeniu takich stanów bezpośredniego zagrożenia życia.

10. ECMO sposobem na rozlane krwawienie pęcherzykowe

APS (zespół antyfosfolipidowy) to choroba spowodowana działaniem autoprzeciwciał skierowanym przeciwko kompleksom białkowo-fosfolipidowym, objawiająca się zakrzepicą żylną lub tętniczą oraz niepowodzeniami położniczymi. W ostatnich latach, obok typowych manifestacji APS zakrzepowo-zatorowych, obserwuje się przebiegi z rozlanym krwawieniem śród-pęcherzykowym w płucach. Pacjenci z tym schorzeniem mają nasilone objawy krwioplucia, gorączkę, a w RTG klatki piersiowej obraz zmian płucnych o charakterze tzw. „matowej szyby”. W bronchoskopii stwierdza się cechy krwawienia w drzewie oskrzelowym. Rozlane krwawienie pęcherzykowe i jego leczenie przy użyciu ECMO, jest nową obiecującą metodą, która może poprawić rokowanie w tym ciężkim schorzeniu.

11. Przeciwwskazania do wprowadzenia terapii ECMO

Przeciwwskazaniem do prowadzenia terapii ECMO jest nieodwracalność procesu chorobowego. Metoda ta jest zbyt inwazyjna i obarczona zbyt dużymi powikłaniami, aby stosować ją w schorzeniach, przewlekłe postępujących, w których nie jesteśmy w stanie odwrócić dokonanych zmian płucnych (np. Przewlekła Obturacyjna Choroba Płuc, Astma). Oporność na przewlekłą heparynizację ze względu na kaniulację dużych żył i ewentualne późniejsze zabiegi na pacjencie, a także materiały sztuczne z których wykonany jest zestaw ECMO zwiększają ryzyko krzepnięcia krwi. Zgodnie z polskim prawem każdy pacjent ma prawo odmowy leczenia oraz przeprowadzenia medycznych czynności ratunkowych (art. 19 ust. 1 pkt 3 ustawy z dn. 30 sierpnia 1991r o zakładach opieki zdrowotnej oraz art. 32 ust. 1 ustawy z dn. 5 grudnia 1996r o zawodzie lekarza). Metody ECMO nie stosuje się u noworodków z masą ciała poniżej 2000g z uwagi na brak dostępnych kaniul o tak małych rozmiarach oraz u pacjentów z ciężkimi, nieoperacyjnymi wadami serca. Dodatkowo przeciwwskazaniami są wylewy śródczaszkowe (II st.), skazy krwotoczne, wady rozwojowe oraz nieodwracalne uszkodzenie spowodowane wentylacją mechaniczną. ECMO nie znajduje zastosowania u pacjentów w wieku powyżej 65, ze znacznymi zaburzeniami immunosupresyjnymi (zahamowanie produkcji komórek odpornościowych i przeciwciał w organizmie) jak również u chorych 7-10 dniową terapią wentylacji mechanicznej wysokimi stężeniami tlenu, nie dającą możliwości spełniania kryteriów lung protective strategy.

12. Podsumowanie

Metoda oksygenacji pozaustrojowej, odkryta w 1957 r., po pierwszych nieudanych próbach zastosowania, nie była praktycznie wykorzystywana w praktyce klinicznej dorosłych. Po zaniechaniu tej terapii wśród dorosłych nadal jednak wykorzystywano ją w pediatrii, a konkretnie w leczeniu ostrej niewydolności oddechowej u dzieci. Dopiero w ostatnich latach zaczęto z powodzeniem leczyć ciężkie przypadki ARDS wśród dorosłych. Prawdziwy przełom nastąpił podczas pandemii „świńskiej grypy” (A/H1N1), kiedy ECMO okazało się skutecznym sposobem leczenia ostrej niewydolności oddechowej. Kolejne lata pokazały skuteczność tej metody w dziedzinie leczenia wirusa HIV oraz głębokiej hipotermii. Aktualnie, coraz więcej doniesień wskazuje na możliwość skutecznego zastosowania ECMO w rozlanym krwawieniu pęcherzykowym. Obecnie ta specjalistyczna aparatura znajduje się na wyposażeniu większości oddziałów kardiochirurgicznych i intensywnej terapii i wykorzystuje się ją do świadomego obniżania temperatury ciała pacjentów podczas zabiegów operacyjnych.

Bibliografia:

1. E. Rodriguez-Cruz, MD; Chief Editor: S. Berger, MD;
Extracorporeal Membrane Oxygenation
Publikacja: Medscape, artykuł nr 1818617, 19 grudzień 2014r.
2. A. Grzybowski, E. Urbańska, R. Przybylski, J. H. Skalski;
Pozaustrojowe utlenowanie krwi (ECMO)
Publikacja: "Kardiochirurgia dziecięca" Wydawnictwo naukowe "Śląsk"
Rozdział 13, strona 226, rok 2003.
3. B. Seczyńska, W. Królikowski, I. Nowak, M. Jankowski, K. Szudrzyński, W. Szczeklik
Continuous Renal Replacement Therapy During Extracorporeal Membrane
Oxygenation in Patients Treated in Medical Intensive Care Unit: Technical
Considerations
Publikacja: Ther Apher Dial. 2014 Dec;18(6):523-34
4. B. Seczyńska, W. Królikowski, I. Nowak, M. Jankowski, K. Szudrzyński, W. Szczeklik
Pregnancy-related AH1N1 influenza and severe acute respiratory distress syndrome
(ARDS) successfully treated with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)
despite central vein stenosis.
Publikacja: Pol. Arch. Med. Wewn. 2014;1224(3):136-7
5. R. Ronconi-Albuquerque Jr, V. Almeida, M. Lopes, A. Pedrosa, J. A. Paiva
Cost analysis of miniaturized ECMO in H1N1-related ARDS managed by a single
caregiver
Publikacja: Intensive Care Med. 2014 Jun;40(6):910-1
6. A.M. Higgins, V. Pettila, A.H. Harris, M. Bailey, J. Lipman, I.M. Seppelt, S.A. Webb
The critical care cost the influenza A/H1N1 2009 pandemic in Australia and New
Zealand
Publikacja: Anaesth Intensive Care, 2011 May;39(3):384-91
7. W. Królikowski, K. Szudrzyński
Zasady działania ECMO
Publikacja: Medycyna Praktyczna, 22 grudzień 2010r.
8. S. Beurtheret, C. Mastroianni, M. Pozzi, C. D'Alessandro, C. E. Luyt, A. Combes,
A. Pavie, P. Leprince
Extracorporeal membrane oxygenation for 2009 influenza A (H1N1) acute respiratory
distress syndrome: single-centre experience with 1-year follow-up
Publikacja: Eur J Cardiothorac Surg. 2012 Mar;41(3):691-5
9. F. Giuseppe De Rosa, M. Rinaldi, G. Di Perri, V. Fanelli, S. Bonora, M. V. Ranier, S.
Corcione, R. Urbino
Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO) in three HIV-positive patients with
acute respiratory distress syndrome
Publikacja: BMC Anesthesiol 2014r, 14:37
10. D. Stub, S. Bernard, V. Pellegrino, K. Smith, T. Walker, J. Sheldrake, L. Hockings, J.
Shaw, S. J. Duffy, A. Burrell, P. Cameron, D. V. Smith, D. M. Kaye
Refractory cardiac arrest treated with mechanical CPR, hypothermia, ECMO and early
reperfusion (the CHEER trial)
Publikacja: Elsevier, Resuscitation. 2015 Jan;86:88-94
11. R. Lango, Z. Szkulmowski, D. Maciejewski i K. Kusza
Protokół zastosowania pozaustrojowej oksygenacji krwi (extracorporeal membrane
oxygenation - ECMO) w leczeniu ostrej niewydolności oddechowej

Publikacja: Anest. Intens. Ter. 2009 T. 41 nr3 s. 253-258

12. K. Roszkowski-Śliż, 2 I. Bestry, R. Langfort

Rozlane krwawienie pęcherzykowe jako jedyna manifestacja zespołu antyfosfolipidowego

Publikacja: Viamedica, 2013r, ISSN 0867-7077

13. sędzia M. Żelichowski

Bez zgody pacjenta

Publikacja: Medycyna Praktyczna, 15.11.1999r.

Abstract:

The thesis, after a brief historical introduction, reaching half of the twentieth century concerning Extracorporeal Membrane Oxygenation, that is a therapy derived from cardiology, introduces us to the exact description of the treatment. It talks, among other things, about connecting the whole system to the patient's bloodstream, and what happens to the blood during each stage of the blood flow through the ECMO circuit. The thesis also aims at showing the current indications based primarily on the results of blood gas in ARDS, possible complications, contraindications, and the cost of doing the therapy. However that vast majority of the thesis is devoted to new applications of a treatment conducted by extracorporeal oxygenation. In this respect, we move from pandemic acute respiratory syndrome caused by A/H1N1 virus through treatment of ARDS in the diagnosed HIV infection and ending with severe hypothermia and diffuse alveolar hemorrhage.

Key words:

ECMO, *Extracorporeal Membrane Oxygenation*; ARDS, Hypothermy