

Protokół zastosowania pozaustrojowej oksygenacji krwi (*extracorporeal membrane oxygenation* - ECMO)

w leczeniu ostrej niewydolności oddechowej

Zalecenia i wytyczne Nadzoru Krajowego oraz Konsultanta Krajowego w dziedzinie Anestezjologii i Intensywnej Terapii

autorzy:

Romuald Lango, Zbigniew Szkulmowski, Dariusz Maciejewski i Krzysztof Kusza

1. Uwagi wstępne

- Pozaustrojowa oksygenacja krwi (ECMO – *extracorporeal membrane oxygenation*) – jest techniką polegającą na oksygenacji krwi i eliminacji CO₂ w oksygenatorze, z wykorzystaniem krążenia pozaustrojowego
- ECMO nie leczy płuc lecz daje pacjentowi szansę przeżycia okresu, gdy ich funkcja jest zaburzona na tyle głęboko, że uniemożliwia wystarczającą oksygenację krwi tętniczej lub/i eliminację dwutlenku węgla
- Podczas stosowania ECMO możliwe jest prowadzenie wentylacji płuc w sposób ograniczający ich uszkodzenie.
- Wyniki większości badań wskazują, że przeżywalność dorosłych chorych z ciężką oraz krytyczną hipoksemią w przebiegu ARDS jest podobna podczas zastosowania ECMO jak i konwencjonalnych technik przewietrzania płuc. Opublikowane niedawno w czasopiśmie Lancet badanie CESAR wykazało nieco lepszą przeżywalność w ciężkim zespole ARDS u pacjentów leczonych przy pomocy ECMO, w porównaniu do chorych leczonych konwencjonalnie. W przypadku wybranej grupy chorych, u których doszło do ARDS w przebiegu zakażenia wirusem grypy istnieją bardzo ostrożne przesłanki, wynikające z piśmiennictwa, że odsetek chorych, którzy mają szansę przeżycia podczas zastosowania u nich techniki ECMO, jest wyższy niż ma to miejsce podczas stosowania konwencjonalnych technik wentylacji mechanicznej.
- Przesłanki te oparte są na wynikach retrospektywnych doniesień naukowych o charakterze statystyczno-epidemiologicznym, jednak dotyczą one wybranej jednorodnej grupy chorych dotkniętych zakażeniem wirusem grypy pandemicznej, w przebiegu, której doszło do ciężkiej hipoksemii w przebiegu ARDS bądź wirusowego zapalenia płuc.
- ECMO jest inwazyjną technologią medyczną, która nie jest wolna od ciężkich i śmiertelnych powikłań w zakresie różnych układów ustroju człowieka, dlatego jej wdrożenie musi zależeć wyłącznie od spełnienia rzetelnie określonych medycznych kryteriów zastosowania i być pozbawione spektakularnych, nie dających choremu szans na przeżycie, znamion heroizmu, czy też improwizacji, gdyż nie służą one

dobrze racjonalnemu wykorzystaniu tej technologii w Polsce dla dobra naszych chorych w najbliższej i bardziej odległej przyszłości.

2. Optymalizacja terapii przed zgłoszeniem pacjenta do leczenia ECMO

- Wentylacja według zasad *lung protective strategy*: $TV \leq 6$ ml/kg dla należnej masy ciała wg tabeli ARDSNet, dążenie do utrzymywania $P_{\text{plateau}} < 30$ cm H₂O, hiperkapnia permissywna, jeśli $P_{\text{plateau}} > 30$ (maks.35) cm H₂O, zalecany jest tryb wentylacji kontrolowany ciśnieniem PCV, BIPAP, BiLevel.
- Miareczkowanie PEEP do optymalnych wartości PaO_2/FiO_2 , podatności płuc z uwzględnieniem wpływu na hemodynamikę w zakresie 5 – 15 - 20 cm H₂O
- Manewr rekrutacji płuc (MRP) co 4-8 godzin (możliwe 2 techniki: 1. PEEP 30 cm H₂O przez 20 sekund, ciśnienie szczytowe do 40 cm H₂O; 2. 2 x przedłużone wdechy do 20 sek każdy, z ciśnieniem szczytowym 40 cm H₂O – możliwe do zrealizowania przez uciśnięcie przycisku „pauza wdechowa”, obecnego w niektórych typach respiratorów). Podczas MRP monitorowanie ciśnienia tętniczego i saturacji
- Staranna i częsta toaleta drzewa oskrzelowego (w miarę możliwości z użyciem bronchofiberoskopu). Manewr rekrutacji płuc po każdorazowym odsysaniu z drzewa oskrzelowego
- Pozycja półsiedząca 30-45°, jeśli możliwe.
- Adekwatna sedacja. Codzienne budzenie w celu oceny koniecznego poziomu sedacji, W razie konieczności - wyjątkowo, gdy sedacja multimodalna nie umożliwi skutecznej synchronizacji pomiędzy napędem oddechowym chorego a nastawami respiratora - zwiotczenie mięśni.
- Ostrożne rozważenie sterydoterapii: 0,5-2,5 mg/kg masy ciała metylprednisolonu na dobę przez 7 dni, uzasadnione szczególnie gdy, w badaniu histopatologicznym wykonanym z materiału pochodzącego z punkcji przezoskrzelowej płuc lub punkcji cienkoigłowej płuc obecne są cech włóknienia.
- Optymalna płynoterapia: unikanie przeciążenia płynami, dążenie do odwodnienia pacjenta, w razie potrzeby z użyciem technik nerko zastępczych. W przypadku możliwości pomiaru EVLW jej poziom powinien mniejszy od 10 ml/kg
- Optymalizacja układu krążenia, inwazyjne monitorowanie hemodynamiczne w razie niestabilności hemodynamicznej (do rozważenia monitorowanie z termodilucją przezpłucną)
- Ocena skuteczności wentylacji w ułożeniu na brzuchu (*prone position*) - jeśli istotna poprawa PaO_2/FiO_2 o → *prone position* co najmniej 2x6 godz./dobę
- Ocena skuteczności zastosowania zaawansowanych technik wentylacyjnych (w miarę możliwości ośrodka): wentylacja kontrolowana ciśnieniem, wentylacja z odwróconym stosunkiem wdechu do wydechu (IRV), APRV, wentylacja oscylacyjna, indywidualna wentylacja płuc (wentylacja niezależna)

- W ośrodkach dysponujących odpowiednimi możliwościami można podjąć próbę optymalizacji oksygenacji przez terapię inhalacyjną tlenkiem azotu (NO) lub prostacykliną (np. Illoprost) w nebulizacji
- Zastosowanie technik ograniczających wystąpienia VAP, m.in.: racjonalna antybiotykoterapia, unikanie reintubacji, intubacja i sonda żołądkowa przez usta, pozycja ciała, odsysanie z nad mankieta rurki intubacyjnej, codzienne przerwy w sedacji, jak najszybsze żywienie dojelitowe, kontrola glikemii, profilaktyka choroby wrzodowej i zakrzepicy żył głębokich.
- Jednocześnie należy podkreślić, że przyjęty sposób wentylacji powinien być stosowany także podczas transportu chorego do procedur diagnostycznych, operacyjnych i przewożenia do innych ośrodków. Gwarancją przyjętych sposobów wentylacji jest odpowiedniej klasy respirator transportowy wyposażony w odpowiedni zapas tlenu.

3. Monitorowanie i badania przed zgłoszeniem pacjenta do leczenia ECMO

Podstawowe:

- Pulsoksymetria
- Równowaga kwasowo-zasadowa krwi tętniczej - nie rzadziej niż 1x/3godz.
- Bezpośredni pomiar ciśnienia tętniczego
- Pomiar ośrodkowego ciśnienia żylnego
- Parametry funkcji nerek
- Markery martwicy serca
- Parametry wentylacji obejmujące: TV, f, FiO₂, PIP, Podatność statyczna płuc, PEEP notowanie nie rzadziej niż raz na godzinę
- Rtg klatki piersiowej
- Wykonywanie tomografii płuc jest podstawową techniką radiologiczną ich obrazowania

Uzupełniające (w miarę możliwości ośrodka):

- Stężenie mleczanu we krwi
- Echokardiografia
- W przypadku podejrzenia zakażenia wirusem grypy AH1N1 wskazane jest potwierdzenie zakażenia metodą PCR

4. Kryteria medyczne wskazań do leczenia pozaustrojową oksigenacją krwi-ECMO w ostrej niewydolności oddechowej dla Oddziałów Anestezjologii i Intensywnej Terapii i Kardioanestezjologii

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 pacjenta, utrzymująca się hipoksemia i hiperkapnia stwarzają zagrożenie dalszego pogarszania się stanu chorego, prowadzącego do jego śmierci.

Zastanawiając się nad kwalifikacją pacjenta do leczenia ECMO należy uwzględnić kierunek zmian parametrów wymiany gazowej po wykorzystaniu możliwości zaawansowanych technik terapii respiratorem i optymalizacji stanu ogólnego, pamiętając, że opóźnianie rozpoczęcia terapii ECMO u pacjenta, który jej potrzebuje, zmniejsza szansę przeżycia.

Kryterium podstawowe:

- Wskaźnik $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 70 \text{ mmHg}$, przy $\text{PEEP} \geq 10 \text{ cm H}_2\text{O}$, nie wzrastający przez co najmniej 2 godziny, pomimo optymalnej (opisanej powyżej) terapii oddechowej

Kryteria pomocnicze:

- $\text{pH} < 7,2$, $\text{paCO}_2 > 80 \text{ mmHg}$
- Podatność statyczna $< 0,5 \text{ ml/kg/cm H}_2\text{O}$
- $\text{PIP} > 40 \text{ cm H}_2\text{O}$, przy $\text{TV} \leq 6 \text{ ml/kg}$
- Indeks utlenowania: $\text{OI} = (\text{MAP} \times \text{FiO}_2 \times 100) : \text{PaO}_2 > 60$ przez 30 min. lub > 35 przez 6 godz. (MAP-średnie ciśnienie w drogach oddechowych)
- W badaniu Rtg klatki piersiowej: Rozległe zaciemnienia w co najmniej dwóch kwadrantach płucnych

lub alternatywnie:

- Punktacja w skali Murraya (LIS) $> 3,0$
- Do oceny ciężkości stanu chorego niezbędna jest zastosowanie skali SOFA dwukrotnie w przeciągu doby. Wartość punktowa uzyskana przez chorego w skali SOFA nie służy jednak jako kryterium włączenia lub wykluczenia chorego z procedury pozaustrojowej oksigenacji krwi-ECMO

5. Przeciwwskazania do terapii ECMO

- Ciężka choroba układowa
- Znacznego stopnia immunosupresja
- Krwawienie wewnątrzczaszkowe i inne przeciwwskazania do heparynizacji

- Poprzedzające leczenie respiratorem przez > 7-10 dób, szczególnie jeśli niemożliwe było spełnienie kryteriów *lung protective strategy*
- Nieodwracalność procesu chorobowego płuc lub innego narządu
- Brak zgody pacjenta
- Wiek > 65 lat

6. Postępowanie lecznicze podczas terapii ECMO

- Prawidłowe prężności gazów we krwi tętniczej uzyskuje się przede wszystkim dzięki wymianie gazowej w oksygenatorze ECMO. Wentylacja płuc ma jedynie znaczenie uzupełniające i powinna być prowadzona w sposób umożliwiający jak najszybszą ich regenerację.
- Zasadniczym sposobem leczenia ostrej niewydolności oddechowej z hipoksemią niemożliwą do skorygowania przy pomocy zaawansowanych technik respiratoroterapii, jest ECMO żylny-żylny. Jeśli współistnieje znacznego stopnia niewydolność krążenia, najczęściej jest ona wynikiem hipoksemii, wobec czego zwykle funkcja układu krążenia ulega szybkiej poprawie po przywróceniu prawidłowej oksygenacji krwi.
- W szczególnych przypadkach należy rozważyć ECMO żylny-tętniczy (u pacjentów z niewydolnością krążenia w przebiegu zapalenia wsierdza, wcześniejszą poważną chorobą układu krążenia lub istotnym wzrostem markerów martwicy serca), jeśli konieczne jest wspomaganie krążenia dużymi dawkami katecholamin
- Przepływ świeżych gazów dostosowuje się do prężności dwutlenku węgla we krwi tętniczej, zwiększając przepływ w przypadku hiperkapnii a zmniejszając gdy prężność dwutlenku węgla we krwi tętniczej jest zbyt wysoka
- Przepływ krwi w pompie centryfugalnej reguluje się tak, aby uzyskać optymalną oksygenację krwi tętniczej (zakres wartości pożądaných: 100-150mmHg). Zwiększenie przepływu krwi przez oksygenator powoduje wzrost prężności tlenu, a zmniejszenie – spadek.
- Jeśli ograniczenie spływu żylnego uniemożliwia osiągnięcie minimalnej oksygenacji (ok. 70mmHg), należy skorygować położenie kaniuli lub rozważyć założenie dodatkowej
- Podczas terapii ECMO oszczędzająca wentylacja płuc: PIP: 20 cm H₂O, f= 10/min, PEEP 10 cm H₂O, FiO₂ 0,3
- Korzystne jest stosowanie zestawów powlekanych heparyną ⁽¹⁾
- W celu zapobiegania wykrzepnięciu krwi w krążeniu pozaustrojowym konieczna jest antykoagulacja przy pomocy ciągłego wlewu heparyny niefrakcjonowanej, w dawkach tak dobranych aby aktywowany czas krzepnięcia (ACT) mieścił się w zakresie od 160 do 200s

- Podczas terapii ECMO należy utrzymywać liczbę płytek krwi powyżej 100 tys./mm³
- W miarę możliwości, w celu ograniczenia ryzyka krwawienia, należy unikać procedur inwazyjnych. W miarę możliwości tracheostomia powinna być wykonana przed podłączeniem ECMO ^(1,2)
- Stężenie hemoglobiny powinno być utrzymywane powyżej 13 g/dl
- Należy dążyć do odwodnienia pacjenta podczas terapii, jednak z zachowaniem należytej troski o prawidłową perfuzję tkanek
- W pierwszych dobach terapii należy kontynuować głęboką sedację. W kolejnych dniach należy dążyć do zmniejszenia sedacji w celu umożliwienia wentylacji płuc w trybie PSV
- W celu zmniejszenia ryzyka powikłań kaniulacji żył centralnych, jeśli wskazane jest żywienie pozajelitowe lub terapia nerkozastępcza, należy podłączyć je bezpośrednio do obwodu ECMO
- Należy dążyć do wszelkich starań w celu zapobiegania hipotermii

7. Monitorowanie podczas leczenia ECMO

Monitorowanie podstawowe:

- Pulsoksymetria
- Równowaga kwasowo-zasadowa krwi tętniczej - nie rzadziej niż co 3 godz.
- Bezpośredni pomiar ciśnienia tętniczego
- Pomiar ośrodkowego ciśnienia żylnego ma znaczenie jedynie orientacyjne. Należy pamiętać o ograniczeniu w interpretacji tego parametru związanym z czynnym zasysaniem krwi przez pompę centryfugalną.
- Parametry funkcji nerek
- Parametry wentylacji obejmujące: TV, f, FiO₂, PIP, Podatność statyczna płuc, PEEP notowanie nie rzadziej niż 2 razy na dobę
- Stężenie mleczanu
- ACT lub APTT – co 6 godzin
- INR, PTT, D-Dimery, fibrynogen, AT-III, liczba płytek – raz na dobę
- Rtg klatki piersiowej – nie rzadziej niż co 3 dni
- Należy odnotowywać co godzinę parametry związane z pracą urządzenia: przepływ krwi, liczbę obrotów pompy, ciśnienie przed i za oksygenatorem. Wzrost gradientu ciśnień na oksygenatorze i zmniejszenie utlenowania krwi przy stałym przepływie wskazują na jego „zużycie” lub zwiększone ryzyko wykrzepnięcia. Należy być gotowym do wymiany oksygenatora lub całego obwodu krążenia pozaustrojowego.

Monitorowanie uzupełniające (w miarę możliwości ośrodka):

- Echokardiografia (1x/tydzień) w celu oceny funkcji serca i położenia kaniuli
- PICCO - ocena ilości wody pozanaczyniowej w płucach
- TK klatki piersiowej, jamy brzusznej, głowy – według wskazań klinicznych

8. Problemy techniczne i powikłania związane z leczeniem ECMO

a. Powikłania związane z pacjentem

- Krwawienie (w tym tamponada i hemothorax)
- Infekcja
- Powikłania zatorowe
- Powikłania neurologiczne
- Niewydolność narządowa (nerek, serca, wątroby)
- Barotrauma
- Zaburzenia metaboliczne

b. Powikłania i problemy związane z urządzeniem i obwodem ECMO

- Następstwa niedoskonałego odpowietrzenia obwodu
- Przemieszczenie lub usunięcie kaniuli
- Dysfunkcja oksygenatora (zużycie, wykrzepnięcie)
- Przerwanie obwodu (rozłączenie, uszkodzenie)
- Dysfunkcja *heater-coolera*
- Dysfunkcja pompy
- Perforacja przedsiionka kaniulą

c. Postępowanie w przypadku wystąpienia wybranych problemów technicznych

Niezależnie od mechanizmu każda dysfunkcja urządzenia stanowi bezpośrednie zagrożenie życia pacjenta i wymaga natychmiastowej zmiany parametrów respiratora, umożliwiających wystarczającą wymianę gazową i jak najszybszego rozwiązania problemu technicznego.

- Rozłączenie lub rozszczelnienie obwodu, usunięcie kaniuli → natychmiastowe zaklepowanie kaniul, wezwanie kardiochirurga i perfuzjonisty
- Zaburzenia pracy pompy, spadek przepływu, chwilowe spadki przepływu → wezwanie kardiochirurga, korekta ułożenia kaniuli, zwiększenie wypełnienia łóżyska naczyniowego

- Wykrzepnięcie oksygenatora → wezwanie kardiochirurga i perfuzjonisty. Wymiana oksygenatora lub całego obwodu.
- Stwierdzenie obecności skrzeplin w kopułce lub w innej części obwodu → wezwanie kardiochirurga i perfuzjonisty. Wymiana kopułki lub całego obwodu.
- Spadek temperatury ciała → wezwanie perfuzjonisty, kontrola działania *heater-coolera*
- Zatrzymanie przepływu w ECMO żylnno-tętnicznym → zaklepowanie kaniuli. Wezwanie kardiochirurga i perfuzjonisty. Ocena stanu pacjenta pod kątem rozpoczęcia resuscytacji krążeniowo-oddechowej.

W przypadku ECMO żylnno-tętnicznego należy pamiętać, że pompa centryfugalna jest pompą bezokluzyjną i jej zatrzymanie powoduje natychmiastowy przepływ od kaniuli tętniczej do żylnnej, dlatego kluczowe znaczenie ma zaklepowanie kaniuli, do czasu przywrócenia właściwej pracy pompy.

Średni czas do wymiany oksygenatora nieheparynizowanego wynosi około 5-6 dób, ale zdarza się że urządzenie może działać znacznie dłużej bez konieczności wymiany oksygenatora, kopułki pompy centryfugalnej i kaniuli.

9. Zaprzeszanie terapii ECMO

- Rozległe ognisko niedokrwienne w mózgu
- Masywne krwawienie wewnątrzczaszkowe
- Rozpoznanie w trakcie terapii innej nieuleczalnej choroby
- Brak możliwości poprawy funkcji układu oddechowego pomimo długotrwałej terapii

10. Odzwyczajanie od ECMO

A. Warunki:

- Ustępowanie zmian w obrazie Rtg płuc
- Poprawa oksygenacji krwi tętniczej przy $FiO_2 < 0,6$ i poprawa podatności płuc ($PIP < 30 \text{ cm H}_2\text{O}$), podczas próby redukcji wspomaganie ECMO (*Trial off-ECMO*)

B. Próba redukcji wspomaganie ECMO w celu oceny możliwości jego odłączenia:

- Redukcja wspomaganie podczas żylnno-żylnego ECMO: zmniejszenie przepływu do 1 l/min i zamknięcie dopływu świeżych gazów do oksygenatora przez co najmniej dwie godziny
- Redukcja wspomaganie podczas żylnno-tętnicznego ECMO: zmniejszenie przepływu do 0,5 l/min przez co najmniej 6 godzin

- Podczas redukcji przepływu w pompie centryfugalnej poniżej 2 l/min. należy szczególnie troszczyć się o adekwatną heparynizację
- Utrzymywanie należytych parametrów wymiany gazowej podczas próby redukcji wspomaganie żylno-żylnego oraz parametrów hemodynamicznych podczas wspomaganie żylno-tętniczego wskazuje na możliwość bezpiecznego odłączenia ECMO. W każdym przypadku decyzję tę należy podejmować z należyłą ostrożnością, uwzględniając całość obrazu klinicznego.

11. Zespół prowadzący leczenie

Leczenie ECMO powinno być prowadzone z wykorzystaniem ścisłej współpracy lekarzy specjalistów anestezjologii i intensywnej terapii oraz kardiochirurgii z pielęgniarkami oddziału intensywnej terapii i perfuzjonistami.

Współpraca powinna uwzględniać następujące założenia:

- Lekarze specjaliści anestezjologii i intensywnej terapii zaznajomieni z zasadami działania i leczenia przy pomocy ECMO obecni są na oddziale przez 24 godz./dobę
- Chirurg zaznajomiony z zasadami działania i leczenia przy pomocy ECMO i szczegółami obsługi urządzenia, pozostaje w gotowości do interwencji przez 24 godz./dobę (np. lekarz dyżurujący na oddziale kardiochirurgii)
- Bezpośrednią opiekę nad pacjentem sprawują pielęgniarki oddziału intensywnej terapii, zaznajomione z zasadami działania i leczenia przy pomocy ECMO i szczegółami obsługi urządzenia
- Perfuzjonista – kontrolujący co najmniej raz na dobę prawidłowość działania urządzenia, pozostaje w gotowości do interwencji przez 24 godz./dobę.

12. Propozycja organizacji leczenia

- Pacjentów do leczenia ECMO zgłasza ordynator oddziału intensywnej terapii lub jego zastępca.
- Zgłaszający jest zobowiązany do weryfikacji zgodności terapii z wymienionymi powyżej zaleceniami, ze szczególnym uwzględnieniem odpowiedniej terapii respiratorem.
- Należy rozważyć możliwość podłączenia ECMO w ośrodku zgłaszającym jeśli $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ przy $\text{FiO}_2 = 1$ i $\text{PEEP} \geq 10 \text{ cm H}_2\text{O}$
- W przypadku braku miejsc w regionalnym ośrodku akredytowanym do leczenia ECMO należy zgłosić pacjenta do kolejnego najbliższego ośrodka
- W przypadku rozwijania się ostrej niewydolności nerek pacjent powinien być zgłoszony do ośrodka dysponującego aparatem do ciągłej terapii nerkozastępczej

- Oddział zgłaszający zobowiązuje się do przejęcia pacjenta do dalszego leczenia po odłączeniu ECMO i stabilizacji w zakresie funkcji układu oddechowego i krążenia, w stopniu umożliwiającym bezpieczny transport

Piśmiennictwo

1. Peek GJ, Moore HM, Moore N, Sosnowski AW, Firmin RK. Extracorporeal membrane oxygenation for adult respiratory care. *Chest* 1997; 112: 759-64.
2. Linden V, Palmer K, Reinhard J, Westman R, Ehren H, Granholm T, Frenckner B. High survival in adult patients with acute respiratory distress syndrome treated with extracorporeal membrane oxygenation, minimal sedation, and pressure supported ventilation. *Intensive Care Medicine* 2000; 26: 1630-7.
3. Murray JF et al.. An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Resp Dis* 1988; 138:720-3.
4. Lewandowski K. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory failure. *Critical Care* 2000;4:156-66
5. The Australian and New Zealand Extracorporeal Membrane Oxygenation (ANZ ECMO) Influenza Investigators. Extracorporeal membrane oxygenation for 2009 influenza A(H1N1) acute respiratory distress syndrome. *JAMA* 2009; 302:1888-1895
6. Neapolitano LM et al.. Intensive care patients with severe novel influenza A(H1N1) virus infection – Michigan, June 2009; *MMWR Weekly* 2009; 58(27):749-752
7. Pranikoff T, Hirschl RB, Steimie CN, Andersen HL. Mortality directly related to the duration of mechanical ventilation before the initiation of extracorporeal life support for severe respiratory failure. *Critical Care Medicine* 1997; 25:28.
8. Hemmila MR, Rowe S, Boules TN, Miskulin J, McGillicuddy JW, Schuerer DJ, Haft JW, Swaniker F, Arbabi S, Hirschl RB, Bartlett RH. Extracorporeal life support for severe acute respiratory distress syndrome in adults. *Annals of Surgery* 2004; 240: 595-607.
9. Peek GJ, Mugford M, et al. for the CESAR trial collaboration. Efficacy and economic assessment of conventional ventilator support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicenter randomized trial. *Lancet*, Published online September 16, 2009.
10. *Joseph B Zwischenberger, James E Lynch Department of Surgery, University of Kentucky College of Medicine, Lexington, KY 40536, USA (JBZ); and University of Texas Medical Branch, Galveston, TX, USA (JEL) jzwis2@uky.edu Will CESAR answer the adult ECMO debate? *Lancet* Published Online September 16, 2009
DOI:10.1016/S0140-6736(09)61630-5

Appendix. Ocena punktowa ciężkości uszkodzenia płuc wg Murray'a (3).

Rodzaj oceny	Liczba punktów	Rodzaj oceny	Liczba punktów
Obraz Rtg		Podatność statyczna	
Bez zęszczeń	0	≥80 ml/cm H ₂ O	0
Zęszczenia w 1 kw.	1	60-79 ml/cm H ₂ O	1
Zęszczenia w 2 kw.	2	40-59 ml/cm H ₂ O	2
Zęszczenia w 3 kw.	3	20-39 ml/cm H ₂ O	3
Zęszczenia w 4 kw.	4	< 19 ml/cm H ₂ O	4
Hipoksemia przy FiO₂ = 1		PEEP	
≥300mmHg	0	≤5 cm H ₂ O	0
225-299mmHg	1	6-8 cm H ₂ O	1
175-224mmHg	2	9-11cm H ₂ O	2
100-175mmHg	3	12-14cm H ₂ O	3
<100mmHg	4	≥ 15cm H ₂ O	4