

Опыт использования вено-венозной экстракорпоральной мембранной оксигенации при тяжелой сочетанной травме

П.А. Власов , Е.А. Кудряшова, П.И. Мельниченко, И.С. Никифоров, М.А. Петрушин

Отделение анестезиологии-реанимации № 5

ГБУЗ Тверской области «Областная клиническая больница»

Российская Федерация, 170036, Тверь, Петербургское шоссе, д. 105

✉ Контактная информация: Власов Пётр Алексеевич, врач анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации № 5 ГБУЗ «ОКБ». Email: thomas.d.shelby@yandex.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Дорожно-транспортный травматизм (ДТП) является ведущей причиной смертности трудоспособного населения в настоящее время. Зачастую тяжелая сочетанная травма сопровождается значительным повреждением грудной клетки с развитием выраженных респираторных расстройств. Стандартные методы интенсивной терапии дыхательной недостаточности часто оказываются неэффективны. Применение метода экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) может быть эффективным методом снижения смертности у данной категории пациентов, даже в условиях невозможности применения системной антикоагуляции.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассмотреть возможности применения ЭКМО у пациентов с тяжелой сочетанной травмой и высоким риском геморрагических осложнений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пациент Р., 43 года, получил тяжелую сочетанную травму в дорожно-транспортном происшествии, в связи с прогрессирующей острой дыхательной недостаточностью была применена вено-венозная ЭКМО (ВВ-ЭКМО), которую проводили в течение 11 суток.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В данном сообщении рассмотрено клиническое наблюдение успешного применения ВВ-ЭКМО у пациента с тяжелым острым респираторным дистресс-синдромом в результате политравмы в ДТП. Ввиду высокого риска геморрагических осложнений процедуру проводили без применения системной антикоагуляции, что является довольно редким случаем в современной интенсивной терапии. На 11-е сутки процедура ВВ-ЭКМО была прекращена. На 7-е сутки ВВ-ЭКМО развилось осложнение в виде интенсивного геморрагического синдрома, которое было успешно купировано. На 13-е сутки после отлучения пациент был переведен из отделения интенсивной терапии в реабилитационный центр.

ВЫВОДЫ

Метод вено-венозной экстракорпоральной мембранной оксигенации может быть рассмотрен в рамках лечения тяжелого острого респираторного дистресс-синдрома в результате тяжелой травмы грудной клетки при неэффективности стандартных методов респираторной поддержки. При высоком риске геморрагических осложнений, который зачастую наблюдается у пациентов данной категории, возможно применение вено-венозной экстракорпоральной мембранной оксигенации без системной антикоагуляции.

Ключевые слова:

тяжелая сочетанная травма, ОРДС, вено-венозная ЭКМО, системная антикоагуляция

Ссылка для цитирования

Власов П.А., Кудряшова Е.А., Мельниченко П.И., Никифоров И.С., Петрушин М.А. Опыт использования вено-венозной экстракорпоральной мембранной оксигенации при тяжелой сочетанной травме. *Журнал им. Н.В. Склифосовского неотложная медицинская помощь*. 2023;12(4):690–696. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-4-690-696>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

ВВ-ЭКМО — вено-венозная экстракорпоральная мембранная оксигенация

ВИПЛ — вентилятор-индуцированное повреждение легких

ДТП — дорожно-транспортное происшествие

ДТТ — дорожно-транспортный травматизм

ИВЛ — искусственная вентиляция легких

ОРДС — острый респираторный дистресс-синдром

ЭКМО — экстракорпоральная мембранная оксигенация

СМП — скорая медицинская помощь

FAST-протокол — (*Focused Assessment with Sonography for Trauma*), скрининговое ультразвуковое исследование при политравме

FiO_2 — фракция кислорода во вдыхаемой смеси

$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ — индекс оксигенации

P_{drive} — движущее давление (разница между P_{plat} и $PEEP$)

$PEEP$ — положительное давление в конце выдоха

$p\text{O}_2$ — парциальное давление кислорода

P_{peak} — пиковое давление инспираторного потока

P_{plat} — давление плато

SpO_2 — сатурация, насыщение крови кислородом

ВВЕДЕНИЕ

У пациентов с тяжелой сочетанной травмой ранение грудной клетки наблюдается почти в половине случаев [1]. Травма грудной клетки является третьей по частоте причиной смерти у пациентов с множественными повреждениями после травм живота и головы [2]. Более чем в 50% случаев травм грудной клетки наблюдается развитие острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) [3]. Терапия ОРДС остается сложной задачей. Предложенная концепция протективной искусственной вентиляции легких (ИВЛ) не всегда оказывается эффективной. В случаях развившейся гипоксемии, резистентной к проводимому лечению, применение экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) может улучшить выживаемость данной категории пациентов [4, 5].

Первый опыт применения ЭКМО в рамках лечения ОРДС в результате тяжелой сочетанной травмы описан в 1971 году [6]. С тех пор методика ЭКМО прошла интенсивный путь развития. Длительное время считалось, что место ЭКМО ограничено кардиохирургической практикой. Дальнейшее развитие технологий позволило пересмотреть место методики ЭКМО в терапии критических пациентов. Наибольший интерес к ЭКМО как методу лечения жизнеугрожающей дыхательной недостаточности возник во время пандемии вируса гриппа H1N1 в 2009 году и пандемии вируса SARS-CoV-2 COVID-19 в 2019 году, когда ЭКМО применяли при лечении ОРДС на фоне течения вирусных пневмоний. Нередки сообщения о применении ЭКМО при лечении ОРДС у пациентов с тяжелой сочетанной травмой.

Необходимость использования системной антикоагуляции у пациентов с тяжелой сочетанной травмой остается спорным вопросом. Накопленный опыт зачастую ограничен описанием отдельных клинических случаев.

Особую настороженность вызывают пациенты, у которых применение системной антикоагулянтной терапии может спровоцировать дальнейшее кровотечение. Пациенты с повреждением паренхиматозных органов, предшествующим перенесенным оперативным вмешательством и травмой грудной клетки являются нерешенной проблемой в клинической практике [7]. При развитии жизнеугрожающей острой дыхательной недостаточности у этой категории пациентов вариантом выбора терапии может явиться применение ЭКМО без системной антикоагуляции.

Цель: рассмотреть возможность применения ЭКМО у пациентов с тяжелой сочетанной травмой и высоким риском геморрагических осложнений на примере клинического наблюдения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пациент Р., 43 года, доставлен бригадой скорой медицинской помощи в травмоцентр через 30 минут после дорожно-транспортного происшествия (ДТП) с диагнозом: «Сочетанная травма в ДТП. Закрытая травма грудной клетки. Перелом грудины со смещением. Множественные переломы ребер. Пневмоторакс справа. Ушиб легких. Ушиб сердца. Закрытая травма брюшной полости. Разрыв печени. Разрыв селезенки. Забрюшинная гематома. Перелом тела подвздошной кости с переходом на вертлужную впадину. Перелом поперечных отростков L1, L5 слева. Ссадины мягких тканей головы. Резаная рана области правого локтевого сустава, верхней трети правого предплечья, второго

пальца правой кисти. Множественные ссадины верхних и нижних конечностей».

После выполнения ультразвукового исследования по FAST-протоколу пациент доставлен в операционную. В экстренном порядке выполнены дренирование правой плевральной полости, лапаротомия, ушивание разрыва печени, спленэктомия, санация и дренирование брюшной полости. В послеоперационном периоде переведен в отделение реанимации и интенсивной терапии, продолжена ИВЛ. На 2-е сутки выполнена чрескожно-пункционная дилатационная трахеостомия. Отмечалась выраженная дыхательная недостаточность на фоне тяжелой скелетной травмы грудной клетки и двустороннего ушиба легких (рис. 1). На 3-и сутки с момента травмы зафиксировано значительное снижение оксигенации: SpO₂ 78%, pO₂ артериальной крови 46 мм рт.ст., индекс PaO₂/FiO₂ 46 мм рт.ст. при FiO₂ 100% и PEEP 20 см вод.ст. Учитывая развитие жизнеугрожающей острой дыхательной недостаточности на фоне ОРДС тяжелой степени, резистентной к проводимой ИВЛ с выходом за рамки протективных параметров, врачебным консилиумом принято решение о применении вено-венозной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ВВ-ЭКМО).

Выездной бригадой выполнена канюляция правой бедренной вены (канюля для ЭКМО 27 Fr.) и правой внутренней яремной вены (канюля для ЭКМО 19 Fr.).

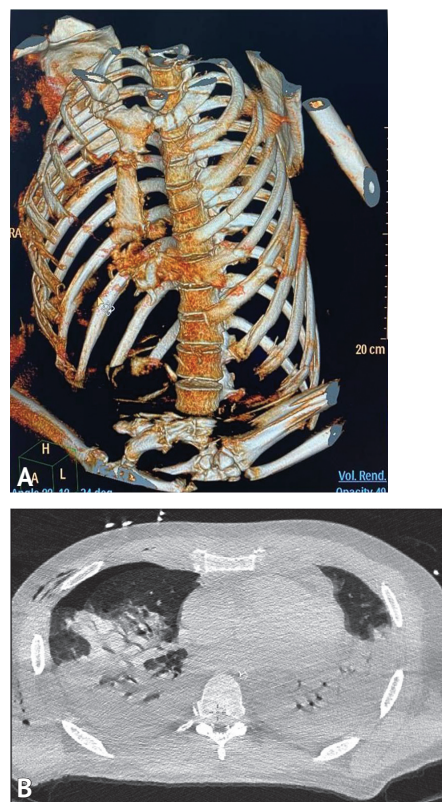


Рис. 1. Компьютерная томография органов грудной клетки до инициации вено-венозной экстракорпоральной мембранной оксигенации. А — 3D-визуализация скелета грудной клетки: множественные двусторонние переломы ребер, переломы грудины с нарушением каркасности грудной клетки; В — двусторонние массивные ушибы легких, правосторонний пневмоторакс
Fig. 1. CT scan of the chest before initiation of venovenous extracorporeal membrane oxygenation. A — 3D visualization of the chest skeleton: multiple bilateral rib fractures, sternum fractures; B — bilateral massive contusions of the lungs, right-sided pneumothorax

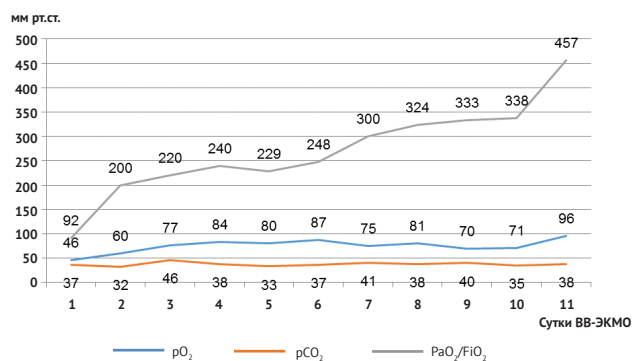


Рис. 2. Динамика изменений газового состава артериальной крови и индекса оксигенации

Примечание: ВВ-ЭКМО — вено-венозная экстракорпоральная мембранная оксигенация

Fig. 2. The dynamics of changes in arterial blood gas composition and oxygenation index

Note: ВВ-ЭКМО — venovenous extracorporeal membrane oxygenation

Начата ВВ-ЭКМО с параметрами: поток 2500 мл/мин, скорость мотора 4800 об/мин, поток кислорода 5,0 л/мин. Параметры ИВЛ скорректированы: PEEP 8 см вод. ст., FiO₂ 50%, Ppeak 19 смН₂O, Pplat 9 см вод.ст. Через 15 минут от начала ВВ-ЭКМО достигнута положительная динамика: SpO₂ 96%, pO₂ артериальной крови 58 мм рт.ст.; индекс PaO₂/FiO₂ 116 мм рт.ст.

Пациент транспортирован в областную больницу. Продолжена ИВЛ в рамках протективных параметров (дыхательный объем 6 мл/кг, РЕЕР 8 см вод.ст., FiO₂ 30%) в условиях тотальной миоплегии и медикаментозной седации. При лабораторном обследовании выявлена тромбоцитопения 2-й степени (77×10⁹/л), при проведении ротационной тромбоэластометрии выявлено удлинение интервала CT INTEM до 418 секунд). Учитывая лабораторные данные, травматическое поражение печени и предшествующее оперативное вмешательство, принято решение проводить процедуру ЭКМО без системной антикоагуляции ввиду высокого риска геморрагических осложнений. С целью снижения вероятных тромботических осложнений, таких как тромбоз контура или оксигенатора ЭКМО, применяли более высокую скорость потока крови (3500 мл/мин). На 4-е сутки ЭКМО прекращена миоплегия и медицинская седация, в дальнейшем периоде пациент находился в сознании в условиях проведения ИВЛ во вспомогательном режиме. Отмечалась положительная динамика в респираторном статусе в виде постепенного увеличения значения pO₂ артериальной крови и индекса PaO₂/FiO₂ (рис. 2).

С 8-х суток было начато постепенное отлучение от ЭКМО, на 11-е сутки процедура была прекращена, деканюляция выполнена без осложнений. При проведении контрольной компьютерной томографии органов грудной клетки отмечалась положительная динамика в виде снижения инфильтрации в зонах ушибов легочной ткани (рис. 3).

Во время проведения процедуры ВВ-ЭКМО проводили стандартный мониторинг лабораторных показателей, поддерживали целевой уровень гемоглобина крови 80–100 г/л с целью обеспечения адекватной газотранспортной функции крови, целевой уровень тромбоцитов 80–100×10⁹/л (рис. 4). Проводили рутинный мониторинг показателей стандартной коагулограммы, поддерживался целевой уровень фибриногена 2–2,5 г/л, а также мониторинг ротационной

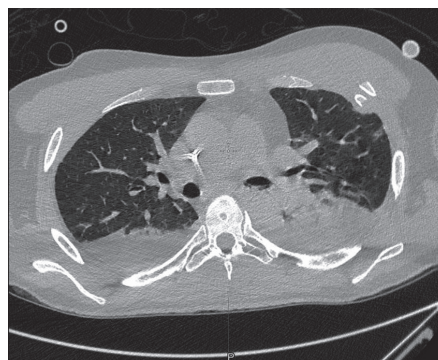


Рис. 3. Компьютерная томография органов грудной клетки на 8-е сутки вено-венозной экстракорпоральной мембранной оксигенации: уменьшение зон ушибов легких, разрешение пневмоторакса

Fig. 3. CT scan of the chest on the 8th day of venovenous extracorporeal membrane oxygenation: reduction of areas of pulmonary contusions, resolution of pneumothorax

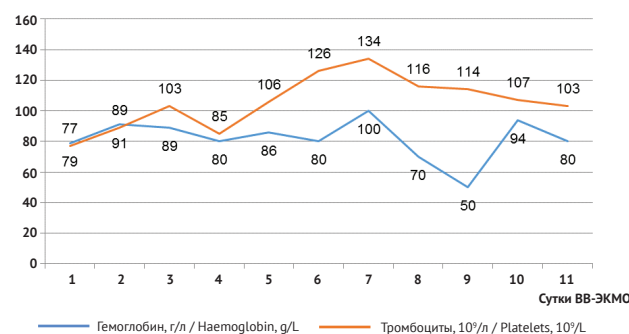


Рис. 4. Динамика изменений уровней гемоглобина и тромбоцитов

Примечание: ВВ-ЭКМО — вено-венозная экстракорпоральная мембранная оксигенация

Fig. 4. The dynamics of changes in hemoglobin and platelet levels

Note: ВВ-ЭКМО — venovenous extracorporeal membrane oxygenation

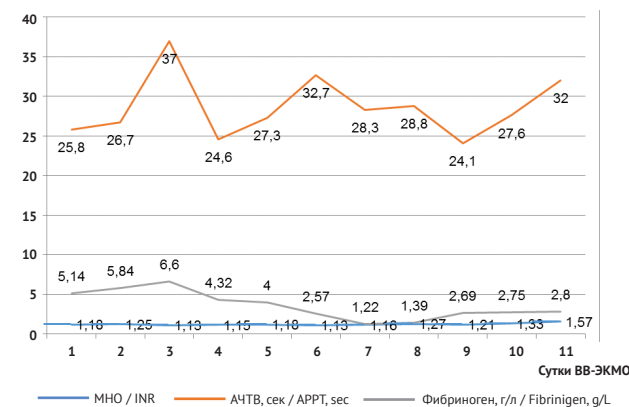


Рис. 5. Динамика изменений международного нормализованного отношения (МНО), активированного частичного тромбопластинового времени (АЧТВ) и фибриногена

Примечание: ВВ-ЭКМО — вено-венозная экстракорпоральная мембранная оксигенация

Fig. 5. The dynamics of changes in international normalized ratio (INR), activated partial thromboplastin time (APTT) and fibrinogen

Note: ВВ-ЭКМО — venovenous extracorporeal membrane oxygenation

тромбоэластометрии — оценивали величину сегмента CT INTEM как оценочный показатель концентрации плазменных факторов коагуляции (рис. 5, 6).

На 7-е сутки ВВ-ЭКМО развилось осложнение в виде геморрагического синдрома: кровоточивость из мест катетеризации сосудов, трахеостомического дефекта, мест стояния дренажей брюшной полости, отмечалось отделение серозно-геморрагического выпота по дренажам. Лабораторно отмечалось сниже-

ние концентрации фибриногена до 1,22 г/л, при проведении ротационной тромбоэластометрии выявлен дефицит плазменных факторов коагуляции (увеличение сегмента *CT INTEM* до 282 секунд). С целью восстановления концентрации прокоагулянтных факторов проводили трансфузии криопреципитата из расчета 2 дозы на 10 кг массы тела пациента, трансфузии свежезамороженной плазмы из расчета 10–15 мл на 1 кг массы тела пациента. На 9-е сутки проведения ВВ-ЭКМО проявления геморрагического синдрома были купированы полностью.

После отлучения пациента от ВВ-ЭКМО продолжали ИВЛ в рамках лечения множественного двустороннего перелома ребер с явлениями флотации сегмента, центром которого являлась грудина. Параллельно с ИВЛ и медикаментозной терапией проводили реабилитационные мероприятия. На 22-е сутки с момента травмы пациент отлучен от ИВЛ. На 24-е сутки с момента травмы пациент был переведен из отделения интенсивной терапии в реабилитационный центр.

РЕЗУЛЬТАТЫ

После отлучения пациента от ВВ-ЭКМО продолжали ИВЛ в рамках лечения множественного двустороннего перелома ребер с явлениями флотации сегмента, центром которого являлась грудина. Параллельно с ИВЛ и медикаментозной терапией проводили реабилитационные мероприятия. На 22-е сутки с момента травмы пациент отлучен от ИВЛ. На 24-е сутки с момента травмы пациент был переведен из отделения интенсивной терапии в реабилитационный центр.

ОБСУЖДЕНИЕ

По данным Всемирной организации здравоохранения, травмы в исходе ДТП являются ведущей причиной смертности трудоспособного населения. По статистике смертность пациентов с повреждением органов грудной клетки в результате тяжелой сочетанной травмы колеблется от 5 до 25%, и тяжелые ушибы легких с развитием жизнеугрожающей дыхательной недостаточности оказывают весомое влияние на отрицательный прогноз [8].

При развитии тяжелой респираторной недостаточности на фоне ОРДС ведущей целью терапии является обеспечение адекватной оксигенации за счет эскалации методов респираторной поддержки с увеличением их инвазивности, вплоть до ИВЛ. Важно помнить о том, что применение ИВЛ в абсолютном большинстве случаев сопряжено с высоким риском развития вентилятор-индуцированного повреждения легких (ВИПЛ) [9].

Ведущим фактором в развитии ВИПЛ является повреждение клеток альвеолярной стенки в результате перерастяжения, повышенного давления, циклического закрытия и раскрытия альвеол, и, как следствие, высвобождение цитокинов в результате повреждения клеток альвеолярной стенки с развитием системного воспаления [10]. Одним из методов профилактики ВИПЛ является проведение ИВЛ в протективном режиме: установка дыхательного объема 6–8 мл/кг массы тела пациента, ограничение *Ppeak* менее 25 см вод.ст., ограничение *PEEP* 5–10 см вод.ст., поддержание *Pdrive* менее 15 см вод.ст., установка частоты дыхания и фракции кислорода во вдыхаемой смеси на уровне, минимально возможном для поддержания нормоксемии и нормокапнии.

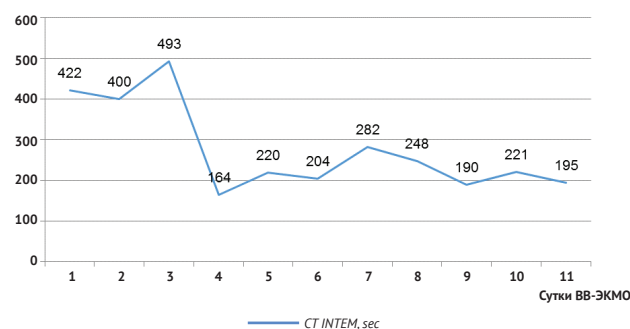


Рис. 6. Динамика изменений сегмента *CT INTEM*

Примечание: ВВ-ЭКМО — вено-венозная экстракорпоральная мембранная оксигенация

Fig. 6. The dynamics of changes in the *CT INTEM* segment

Note: ВВ-ЭКМО — venovenous extracorporeal membrane oxygenation

Зачастую применение протективных режимов ИВЛ при лечении тяжелой респираторной недостаточности при травме грудной клетки оказывается неэффективным, а изменение параметров в сторону «жестких» неминуемо ведет к развитию ВИПЛ. В таких случаях методом выбора обеспечения адекватной оксигенации может служить применение ЭКМО.

Применение ЭКМО у пациентов с ОРДС на фоне тяжелой травмы грудной клетки по разным данным обеспечивает выживаемость пациентов от 44 до 74,1% [11]. Раннее применение ЭКМО в данной группе пациентов сопряжено с повышенным риском развития осложнений. Повреждение паренхиматозных органов, недавно перенесенные оперативные вмешательства, перенесенные кровотечения зачастую приводят к развитию коагулопатии, определяющей высокий риск повторных кровотечений и высокую частоту смертельных исходов [12, 13].

Для данной когорты пациентов одним из возможных вариантов является применение ЭКМО без проведения системной антикоагулянтной терапии. Достижения последних нескольких лет в области ЭКМО позволяют применять такой вариант терапии — гепариновое покрытие контуров ЭКМО, использование новых типов центрифужных насосов, использование оксигенаторов из полиметилпентена — все эти технологии дают возможность применять ЭКМО при лечении пациентов с выраженными нарушениями гемостаза [14]. Опыт применения ЭКМО без системной антикоагулянтной терапии у данной категории пациентов ограничен описанием отдельных клинических случаев [15, 16].

Несомненно, ЭКМО является весьма агрессивной инвазивной процедурой, связанной как с повреждением интимы канюлируемых сосудов, так и неизбежным повреждением форменных элементов крови в процессе перфузии и адсорбцией плазменных факторов коагуляции в контуре ЭКМО. Данные факторы приводят к нарушению баланса между про- и антикоагулянтными компонентами системы гемостаза, что является причиной развития типичных для ЭКМО осложнений геморрагического и тромботического характера. Исходя из вышесказанного, каждый случай применения ЭКМО

требует четко определенного контроля показателей коагуляции.

В нашем наблюдении у пациента отмечался исходно высокий риск геморрагических осложнений в результате травмы органов брюшной полости, перенесенного кровотечения и оперативных вмешательств, что повлияло на принятие решения о проведении ЭКМО без системной антикоагулянтной терапии. Учитывая данные научных публикаций по осложнениям, связанных с применением методики ЭКМО, мы ожидали с большей вероятностью развития тромботических осложнений, учитывая постепенную нормализацию факторов гемостаза нашего пациента и нарастание титра Д-димера, который является наиболее чувствительным фактором тромбообразования (рис. 7).

Вероятнее всего, применение более высокого потока крови на ЭКМО позволило нам избежать осложнений такого рода. Однако напротив, мы имели осложнение с развитием геморрагического синдрома, не связанного с применением антикоагулянтов. Быстрая диагностика и своевременная коррекция причин геморрагического синдрома обеспечили купирование геморрагического синдрома до развития более грозных последствий, таких как тяжелая анемия с нарушением газотранспортной функции крови, геморрагический шок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение экстракорпоральной мембранной оксигенации может быть рассмотрено в качестве метода терапии у пациентов с травматическим повреждением легких и жизнеугрожающей дыхательной недостаточностью, резистентной к стандартным методам респираторной поддержки. Метод экстракорпоральной мембранной оксигенации сопряжен с высокой частотой развития осложнений, поэтому его применение требует тщательной оценки вероятных рисков и неустанного контроля показателей коагуляции. При

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ried M, Bein T, Philipp A, Müller T, Graf B, Schmid C, et al. Extracorporeal lung support in trauma patients with severe chest injury and acute lung failure: a 10-year institutional experience. *Crit Care*. 2013;17(3):R110. PMID: 23786965 <https://doi.org/10.1186/cc12782>
2. Chrysou K, Halat G, Hokschi B, Schmid RA, Kocher GJ. Lessons from a large trauma center: impact of blunt chest trauma in polytrauma patients—still a relevant problem? *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2017;25(1):42. PMID: 28427480 <https://doi.org/10.1186/s13049-017-0384-y>
3. Haider T, Halat G, Heinz T, Hajdu S, Negrin LL. Thoracic trauma and acute respiratory distress syndrome in polytraumatized patients: a retrospective analysis. *Minerva Anesthesiol*. 2017;83(10):1026–1033. PMID: 28402091 <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.17.11728-1>
4. Корнелиук Р.А., Шукевич Д.Л. Экстракорпоральная мембранная оксигенация в интенсивной терапии критических состояний. *Медицина в Кузбассе*. 2016;15(4):3–9.
5. Schmidt M, Stewart C, Bailey M, Nieszkowska A, Kelly J, Murphy L, et al. Mechanical ventilation management during extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a retrospective international multicenter study. *Crit Care Med*. 2015;43(3):654–664. PMID: 25565460 <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000000753>
6. Hill JD, O'Brien TG, Murray JJ, Dontigny L, Bramson ML, Osborn JJ, et al. Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome). Use of the Bramson membrane lung. *N Engl J Med*. 1972;286(12):629–634. PMID: 5060491 <https://doi.org/10.1056/NEJM197203232861204>
7. Wen PH, Chan WH, Chen YC, Chen YL, Chan CP, Lin PY. Non-heparinized ECMO serves a rescue method in a multitrauma patient combining pulmonary contusion and nonoperative internal bleeding: a case report and literature review. *World J Emerg Surg*. 2015;10:15. PMID: 25774211 <https://doi.org/10.1186/s13017-015-0006-9>
8. Mahmood I, El-Menyar A, Younis B, Ahmed K, Nabir S, Ahmed MN, et al. Clinical Significance and Prognostic Implications of Quantifying Pulmonary Contusion Volume in Patients with Blunt Chest Trauma. *Med Sci Monit*. 2017;23:3641–3648. PMID: 28746303 <https://doi.org/10.12659/msm.902197>

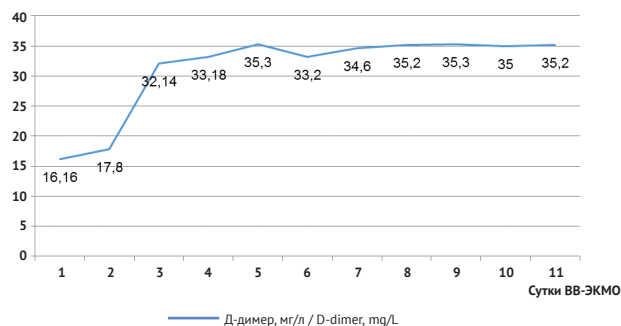


Рис. 7. Динамика изменений концентрации Д-димера

Примечание: ВВ-ЭКМО — вено-венозная экстракорпоральная мембранная оксигенация

Fig. 7. The dynamics of changes in the concentration of D-dimer

Note: ВВ-ЭКМО — venovenous extracorporeal membrane oxygenation

высоком риске геморрагических осложнений у пациентов с тяжелой сочетанной травмой необходимо рассмотреть вопрос о применении экстракорпоральной мембранной оксигенации без системной антикоагуляции.

ВЫВОДЫ

1. Экстракорпоральная мембранная оксигенация может являться методом выбора терапии жизнеугрожающего острого респираторного дистресс-синдрома при травме грудной клетки.
2. При потенциально высоком риске геморрагических осложнений возможно применение экстракорпоральной мембранной оксигенации без системной антикоагуляции.
3. При тщательном контроле факторов коагуляции экстракорпоральная мембранная оксигенация является безопасным и эффективным методом лечения.

9. Кузьков В.В., Лапин К.С., Фот Е.В., Киров М.Ю. Вентилятор-ассоциированное повреждение легких в отделении интенсивной терапии и операционной – что нового? *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2020;17(5):47–61. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2020-17-5-47-61>
10. Кузьков В.В., Суборов Е.В., Фот Е.В., Родионова Л.Н., Соколова М.М., Лебединский К.М., и др. Послеоперационные дыхательные осложнения и ОРДС легче предупредить, чем лечить. *Анестезиология и реаниматология*. 2016;(6):461–468.
11. Chen CY, Hsu TY, Chen WK, Chen HC, Shih HM. The use of extracorporeal membrane oxygenation in trauma patients: A national case-control study. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(36):e12223. PMID: 30200143 <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000001223>
12. Brohi K, Cohen MJ, Davenport RA. Acute coagulopathy of trauma: mechanism, identification and effect. *Curr Opin Crit Care*. 2007;13(6):680–685. PMID: 17975390 <https://doi.org/10.1097/MCC.0b013e3282f1e78f>
13. Hess JR, Brohi K, Dutton RP, Hauser CJ, Holcomb JB, Kluger Y, et al. The coagulopathy of trauma: a review of mechanisms. *J Trauma*. 2008;65(4):748–754. PMID: 18849786 <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181877a9c>
14. Meshar AL, McMullan DM. Extracorporeal life support for the neonatal cardiac patient: outcomes and new directions. *Semin Perinatol*. 2014;38(2):97–103. PMID: 24580765 <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2013.11.006>
15. Ogawa F, Sakai T, Takahashi K, Kato M, Yamaguchi K, Okazaki S, et al. A case report: Veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for severe blunt thoracic trauma. *J Cardiothorac Surg*. 2019;14(1):88. PMID: 31060587 <https://doi.org/10.1186/s13019-019-0908-9>
16. Скопец А.А., Жаров А.С., Потапов С.И., Афонин Е.С., Утегулов М.Г., Козлов Д.В. и др. Применение вено-венозной экстракорпоральной мембранной оксигенации без гепарина у пациентки с сочетанной травмой. *Политравма*. 2020;(1):56–66.

REFERENCES

- Ried M, Bein T, Philipp A, Müller T, Graf B, Schmid C, et al. Extracorporeal lung support in trauma patients with severe chest injury and acute lung failure: a 10-year institutional experience. *Crit Care*. 2013;17(3):R110. PMID: 23786965 <https://doi.org/10.1186/cc12782>
- Chrysou K, Halat G, Hokschi B, Schmid RA, Kocher GJ. Lessons from a large trauma center: impact of blunt chest trauma in polytrauma patients—still a relevant problem? *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2017;25(1):42. PMID: 28427480 <https://doi.org/10.1186/s13049-017-0384-y>
- Haider T, Halat G, Heinz T, Hajdu S, Negrin LL. Thoracic trauma and acute respiratory distress syndrome in polytraumatized patients: a retrospective analysis. *Minerva Anestesiol*. 2017;83(10):1026–1033. PMID: 28402091 <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.17.11728-1>
- Kornelyuk RA, Shukevich DL. Extracorporeal Membrane Oxygenation in Intensive Care. *Medicine in Kuzbass*. 2016;15(4):3–9. (In Russ.)
- Schmidt M, Stewart C, Bailey M, Nieszkowska A, Kelly J, Murphy L, et al. Mechanical ventilation management during extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a retrospective international multicenter study. *Crit Care Med*. 2015;43(3):654–664. PMID: 25565460 <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000000753>
- Hill JD, O'Brien TG, Murray JJ, Dontigny L, Bramson ML, Osborn JJ, et al. Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome). Use of the Bramson membrane lung. *N Engl J Med*. 1972;286(12):629–634. PMID: 5060491 <https://doi.org/10.1056/NEJM197203232861204>
- Wen PH, Chan WH, Chen YC, Chen YL, Chan CP, Lin PY. Non-heparinized ECMO serves a rescue method in a multitrauma patient combining pulmonary contusion and nonoperative internal bleeding: a case report and literature review. *World J Emerg Surg*. 2015;10:15. PMID: 25774211 <https://doi.org/10.1186/s13017-015-0006-9>
- Mahmood I, El-Menyar A, Younis B, Ahmed K, Nabir S, Ahmed MN, et al. Clinical Significance and Prognostic Implications of Quantifying Pulmonary Contusion Volume in Patients with Blunt Chest Trauma. *Med Sci Monit*. 2017;23:3641–3648. PMID: 28746303 <https://doi.org/10.12659/msm.902197>
- Kuzkov VV, Lapin KS, Fot EV, Kirov MYu. Ventilator-associated lung injury in the intensive care unit and operating room – what's new? *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2020;17(5):47–61. (In Russ.) <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2020-17-5-47-61>
- Kuz'kov VV, Suborov EV, Fot EV, Rodionova LN, Sokolova MM, Lebedinskiy KM, et al. Postoperative Pulmonary Complications and Acute Respiratory Distress Syndrome – Better Prevent Than Treat! *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology*. 2016;(6):461–468. (In Russ.)
- Chen CY, Hsu TY, Chen WK, Muo CH, Chen HC, Shih HM. The use of extracorporeal membrane oxygenation in trauma patients: A national case-control study. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(36):e12223. PMID: 30200143 <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000001223>
- Brohi K, Cohen MJ, Davenport RA. Acute coagulopathy of trauma: mechanism, identification and effect. *Curr Opin Crit Care*. 2007;13(6):680–685. PMID: 17975390 <https://doi.org/10.1097/MCC.0b013e3282f1e78f>
- Hess JR, Brohi K, Dutton RP, Hauser CJ, Holcomb JB, Kluger Y, et al. The coagulopathy of trauma: a review of mechanisms. *J Trauma*. 2008;65(4):748–754. PMID: 18849786 <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181877a9c>
- Mesher AL, McMullan DM. Extracorporeal life support for the neonatal cardiac patient: outcomes and new directions. *Semin Perinatol*. 2014;38(2):97–103. PMID: 24580765 <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2013.11.006>
- Ogawa F, Sakai T, Takahashi K, Kato M, Yamaguchi K, Okazaki S, et al. A case report: Veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for severe blunt thoracic trauma. *J Cardiothorac Surg*. 2019;14(1):88. PMID: 31060587 <https://doi.org/10.1186/s13019-019-0908-9>
- Skopets AA, Zharov AS, Potapov SI, Afonin ES, Utegulov MG, Kozlov DV, et al. Application of Veno-Venous Extracorporeal Membrane Oxygenation Without Heparin in a Patient With Combined Trauma. *Polytrauma*. 2020;(1):56–66. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Власов Пётр Алексеевич

врач анестезиолог-реаниматолог, отделение анестезиологии-реанимации № 5 ГБУЗ ОКБ;
<https://orcid.org/0000-0002-6581-8722>, thomas.d.shelby@yandex.ru;

20%: анализ и интерпретация полученных данных, написание текста статьи

Кудряшова Елена Александровна

врач анестезиолог-реаниматолог, отделение анестезиологии-реанимации № 5 ГБУЗ ОКБ;
<https://orcid.org/0000-0001-6118-6273>, kudryashowa.elena2012@yandex.ru;

20%: анализ и интерпретация полученных данных, написание текста статьи

Мельниченко Павел Игоревич

заведующий отделением, врач анестезиолог-реаниматолог, отделение анестезиологии-реанимации № 5 ГБУЗ ОКБ;

<https://orcid.org/0000-0001-8947-0989>, ya@melnicaa13.ru;

20%: участие в организации процесса, анализ и интерпретация полученных данных

Никифоров Игорь Сергеевич

врач анестезиолог-реаниматолог, отделение анестезиологии-реанимации №5 ГБУЗ ОКБ;
<https://orcid.org/0000-0002-9769-7953>, nikiforov.i.s@mail.ru;

20%: анализ и интерпретация полученных данных, написание текста статьи

Петрушин Максим Александрович

главный внештатный анестезиолог-реаниматолог Тверской области, руководитель службы анестезиологии-реанимации ГБУЗ ОКБ;

<https://orcid.org/0000-0002-2780-5138>, maxi.petrushin@yandex.ru;

20%: организация процесса, корректировка и утверждение текста статьи

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation in Severe Polytrauma

P.A. Vlasov✉, E.A. Kudryashova, P.I. Melnichenko, I.S. Nikiforov, M.A. Petrushin

Department of Anesthesiology and Resuscitation No. 5
Regional Clinical Hospital
105, Peterburgskoye Hw., Tver, 170036, Russian Federation

✉ **Contacts:** Pyotr A. Vlasov, Anesthesiologist and Resuscitator, Department of Anesthesiology and Intensive Care No. 5, Regional Clinical Hospital. Email: thomas.d.shelby@yandex.ru

BACKGROUND Road transport injuries (RTI) are the leading cause of death among the working-age population at present. Often, severe combined trauma is accompanied by significant damage to the chest with the development of severe respiratory disorders. Standard methods of intensive therapy for respiratory failure are often ineffective. The use of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) can be an effective method of reducing mortality in this category of patients, even in conditions where it is impossible to use systemic anticoagulation.

AIM OF THE STUDY Consider the use of ECMO in patients with serious polytrauma trauma and a high risk of hemorrhagic complications.

MATERIAL AND METHODS Patient R., 43 years old, got a severe combined injury in a traffic accident; due to progressive acute respiratory failure, veno-venous ECMO (VV-ECMO) was performed for 11 days.

RESULTS This report reviews a clinical observation of the successful use of VV-ECMO in a patient with severe acute respiratory distress syndrome as a result of polytrauma in a road accident. Due to the high risk of hemorrhagic complications, the procedure was performed without the use of systemic anticoagulation, which is a rather rare case in modern intensive care. On the 11th day, the VV-ECMO procedure was stopped. On the 7th day of VV-ECMO, an intense hemorrhagic syndrome developed as a complication, which was successfully treated. On the 13th day after weaning, the patient was transferred from the intensive care unit to the rehabilitation center.

CONCLUSIONS The venovenous extracorporeal membrane oxygenation method can be considered as part of the treatment of severe acute respiratory distress syndrome as a result of severe chest trauma when standard methods of respiratory support are ineffective. With a high risk of hemorrhagic complications, which is often observed in patients in this category, it is possible to use venovenous extracorporeal membrane oxygenation without systemic anticoagulation.

Keywords: severe combined trauma, ARDS, venovenous ECMO, systemic anticoagulation

For citation Vlasov PA, Kudryashova EA, Melnichenko PI, Nikiforov IS, Petrushin MA. Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation in Severe Polytrauma. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2023;12(4):690–696. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-4-690-696> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship The study has no sponsorship

Affiliations

Pyotr A. Vlasov	Anesthesiologist and Resuscitator, Department of Anesthesiology and Intensive Care No. 5, Regional Clinical Hospital; https://orcid.org/0000-0002-6581-8722 , thomas.d.shelby@yandex.ru; 20%, analysis and interpretation of the data obtained, writing the text of the article
Elena A. Kudryashova	Anesthesiologist and Resuscitator, Department of Anesthesiology and Resuscitation No. 5, Regional Clinical Hospital; https://orcid.org/0000-0001-6118-6273 , kudryashova.elena2012@yandex.ru; 20%, analysis and interpretation of the data obtained, writing the text of the article
Pavel I. Melnichenko	Head of Department, Anesthesiologist and Resuscitator, Department of Anesthesiology-Resuscitation No. 5, Regional Clinical Hospital; https://orcid.org/0000-0001-8947-0989 , ya@melnic13.ru; 20%, participation in organizing the process, analysis and interpretation of the data obtained
Igor S. Nikiforov	Anesthesiologist and Resuscitator, Department of anesthesiology and Resuscitation No. 5, Regional Clinical Hospital; https://orcid.org/0000-0002-9769-7953 , nikiforov.i.s@mail.ru; 20%, analysis and interpretation of the data obtained, writing the text of the article
Maksim A. Petrushin	Chief External Anesthesiologist and Resuscitator of the Tver region, Head of the Anesthesiology and Resuscitation Service of the Regional Clinical Hospital; https://orcid.org/0000-0002-2780-5138 , maxi.petrushin@yandex.ru; 20%, organizing the process, adjusting and approving the text of the article

Received on 14.10.2022

Review completed on 25.09.2023

Accepted on 26.09.2023

Поступила в редакцию 14.10.2022

Рецензирование завершено 25.09.2023

Принята к печати 26.09.2023