جمهوری اسلامی ایران
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

معاونت درمان

دبیرخانه شورای راهبردی تدوین راهنماهای سلامت

شناسنامه و استاندارد خدمت

استفاده از حمایت برون پیکری حیات (ECMO, ECLS)

در بیماران مبتلا به نارسایی تنفسی، قلبی و COVID_19

بهار ۱۳۹۹

تنظیم و تدوین (بر اساس حروف الفبا):

- آقای دکترضرغام حسین احمدی فوق تخصص جراح قلب، عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
- دکتر احمد امین؛ فلوشیپ نارسایی قلب و پیوند قلب، رئیس انجمن نارسایی قلب، عضو هیئت علمی مرکز آموزشی، تحقیقاتی و درمانی قلب و عروق شهید رجائی
- آقای دکتر محمدضیا توتونچی، فلوشیپ بیهوشی قلب، عضو هیئت علمی مرکز آموزشی، تحقیقاتی و درمانی قلب و عروق شهید رجائی
- دکتر علیر ضا جهانگیری فرد، فلو شیپ بیهو شی قلب، رییس انجمن بیهو شی قلب ایران، عضوهیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
- آقای دکتر سعید ح سینی، فوق تخ صص جراح قلب، ع ضو هیئت علمی مرکز آموز شی، تحقیقاتی و درمانی قلب و عروق شهید رجائی
- آقای دکتر فرزانه داستان، متخصص فارماکوتراپی بالینی، عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
- دکتر علی دباغ، فلو شیپ بیهو شی قلب، دبیر انجمن بیهو شی قلب ایران،ع ضوهیات علمی دان شگاه علوم پز شکی شهید بهشتی
- آقای دکتر مهدی دلیری، فوق تخصص جراح قلب، عضو هیئت علمی مرکز آموزشی، تحقیقاتی و درمانی قلب و عروق شهید رجائی
- آقای دکتر ارژنگ روح پرور، جراح قلب، استاد، Essen، آلمان
- آقای دکتر علی امیر سوادکوهی، فوق تخصص مراقبت های ویژه، رییس انجمن مراقبت های ویژه ایران
- دکترمحمد شیروانی، فلو شیپ بیهو شی قلب، عضوهیات مدیره انجمن بیهو شی قلب ایران، دانشگاه علوم پز شکی بقیه الله
- آقای دکتر پیام طبرسی، متخصص عفونی، عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
- آقای دکتر بهروز فرزانگان، فوق تخصص مراقبتهای ویژه، عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
- آقای دکتر مژگان لعلی، جراح قلب، بیمارستان La Pitie، پاریس
- دکتر سید حسین مشتاقیون، فلوشیپ بیهوشی قلب، عضوهیات مدیره انجمن بیهوشی قلب ایران، عضوهیات علمی دانشگاه علوم پزشکی یزد

تحت نظارت فنی:

گروه استانداردسازی و تدوین راهنماهای سلامت

دفتر ارزیابی فن آوری، استانداردسازی و تعرفه سلامت

دکتر عبدالخالق کشاورزی، فرانک ندرخانی

دکتر لیلا حسینی قوام آباد، مرضیه مرادی

مقدمه:

حمایت برون پیکری حیات (ECLS) Extracorporeal Life Support یک نوع پیشرفته ی حمایت از حیات برای کمک به عملکرد تنفسی و یا قلبی است. این روش از اوایل دهه ۷۰ میلادی در ابتدا با عنوان اکسیژناسیون غشایی خارج بدنی (ECMO) Extracorporeal Membrane Oxygenation برای مشکلات تنفسی و اکسیژناسیون استفاده می شد. این سیستم بر اساس تکنولوژی دستگاه پمپ بای پس قلبی-ریوی بوده که خون وریدی را به یک مدار خارج بدنی منحرف کرده و بعد از تبادل گاز در یک True Membrane Oxygenator به بدن بر می گرداند. از این روش می توان برای اکسیژناسیون، حذف کربن دی اکسید و حمایت همودینامیک بیمار استفاده کرد. موتور محرکه این مجموعه که Centrifugal Pump نامیده میشود میتواند کار قلب را نیز انجام دهد. از دیگر توانایی های آن ؛ امکان تنظیم دما و هموفیلتراسیون می باشد. به بیان دیگر این سیستم میتواند به طور موقت که حتی تا چندین ماه نیز طول میکشد کار قلب و ریه را جداگانه و یا مستقلاً انجام دهد.

الف) عنوان دقیق خدمت مورد بررسی (فارسی و لاتین):

اکسیژیناسیون گردش خون برون پیکری Extra Corporeal Membrane Oxygenation (ECMO)

کد ملی ۳۰۲۵٤۰ : گذاشتن کانولا برای جریان خون خارج بدنی طولانی مدت در نارسایی قلبی ریوی (ECMO) (عمل مستقل)

کد ملی ۳۰۱۵٤۰ : گردش خون خارج بدنی طولانی مدت برای نارسایی قلبی ریوی؛ ٢٤ ساعت اول

کد ملی ۳۰۱۵٤۵ : گردش خون خارج بدنی طولانی مدت برای نارسایی قلبی ریوی؛ هر ٢٤ ساعت اضافه

ب) تعریف و تشریح خدمت مورد بررسی :

اکمو برای بیمارانی است که قلب یا ریه کفایت لازم جهت اکسیژنه کردن خون را نداشته و توسط این دستگاه خون به طور کامل از بدن خارج و اکسیژنه گردیده و به بدن بازگردانده میشود که به منظور دفع CO_2 و جذب اکسیژن می باشد.

مدهای ECMO شامل:

۱. وریدی – وریدی (VenoVenous) V-V، (فمورال- فمورال، فمورال- ژوگولار، کانولای Bicaval): در روش VV-ECMO که برای حمایت از تبادل گاز انجام می شود، خون وریدی گرفته شده , اکسیژن دار شده و به ورید مرکزی بیمار باز میگردد. در این روش یا دو کانول تک لومنه و یا یک کانول دو لومنه استفاده می شود.

۲. وریدی – شریانی (VenoArterial) V-A، (فمورال-فمورال، کانولای ویژه " کانولای منشعب، فمورال – ساب کلاوین، فمورال- کاروتید): در روش VA-ECMO، که در موارد نار سایی قلبی یا قلبی-تنفسی ا ستفاده می شود، خون گرفته شده از ورید مرکزی بیمار اکسیژن دار شده و به گردش خون شریانی عمومی بر می گردد و بدین ترتیب قلب و ریه را بای پس کرده و هر دو سیستم را می تواند حمایت کند.

۳. شریانی – وریدی (Arterio Venous) A-V (فمورال- فمورال): در روش AV-ECMO، خون از طریق شریان به دستگاه اورده می شود و پس از برداشتن CO_2، (CO_2 Removal)به سیستم وریدی بیمار بر می گردد. این روش هم از طریق پمپ و هم

بدون پمپ (Pump Less) قبل انجام بوده که در صورت استفاده از روش بدون پمپ میبایست وضعیت فشار خون و همودینامیک بیمار پایدار (Stable) باشد.

ج) اقدامات یا پروسیجرهای ضروری جهت درمان بیماری:

- **ارزیابی قبل از انجام پروسیجر**
  - مانیتورینگ کامل بیمار جهت ارزیابی شرایط قلبی ریوی (فشار خون- تعداد ضربان قلب و تنفس و ریتم قلبی)
  - اکو قلب
  - CXR جهت بررسی شرایط ریه
  - آزمایشات ایمونولوژی و انعقادی و ABG

- **ارزیابی حین انجام پروسیجر**
  - مانیتورینگ کامل بیمار جهت ارزیابی شرایط قلبی ریوی (فشار خون- تعداد ضربان قلب و تنفس و ریتم قلبی)
  - انفوزیون هپارین: پیش از کانولا گذاری طبق دستور جراح میتوان ۲۰-۵۰ units/kg بیمار هپارین که بیشترین مقدار جهت prime دستگاه ۵۰۰۰ واحد میباشد استفاده کرد.

- **ارزیابی بعد از انجام پروسیجر**
  - مانیتورینگ کامل بیمار جهت ارزیابی شرایط قلبی ریوی
  - عکس قفسه سینه جهت بررسی مجدد شرایط ریه
  - ABG یک نوبت جهت اطمینان از گازهای خونی بیمار
  - ارزیابی محل ورود کانولا از نظر عفونت و خونریزی
  - کنترل عوارض جانبی انجام پروسیجر که عوارضی ندارد (۱, ۵).
  - مقدار هپارین حین ECMO :

- 25 units/kg/hour for ≤25kg
- 15 units/kg/hour for >25kg

  - PTT : چک PTT هر ٦ ساعت یا
  - ACT :هر ٤-٦ ساعت

اندازه هپارین بر اساس جواب PTT از روز اول در صورت stable بودن آزمایشACT

جواب آزمایش	APTT
تزریق مستقیم 60 Units/kg بلوس دوز و اینفیوژن 4 Units/kg/hr	۳۷ > PTT
تزریق مستقیم 40 Units/kg بلوس دوز و اینفیوژن 3 Units/kg/hr	۴۴ - ۳۷
تزریق مستقیم دوز 20 Units/kg بلوس دوز و اینفیوژن 2 Units/kg/hr	۶۰ - ۴۵

تغییر نیاز ندارد	۸۰ - ۶۱
کاهش اینفیوژن از 2 Units/kg/hr	۱۰۰ – ۸۱
کاهش اینفیوژن از 3 Units/kg/hr	۱۰۰ < PTT

دوز هپارین بر اساس جواب ACT

جواب آزمایش	ACT
تزریق مستقیم 1000 Units/kg بلوس دوز و اینفیوژن 300 Units/kg/hr	۱۳۰ > ACT
افزایش اینفیوژن 200 Units/hr	۱۵۰ - ۱۳۰
افزایش اینفیوژن 100 Units/hr	۱۸۰ – ۱۵۰
تغییر نیاز ندارد	۲۱۰- ۱۸۰
کاهش اینفیوژن از 200 Units/kg/hr	۲۵۰ - ۲۱۰
قطع اینفیوژن برای یکساعت. چک ACT هر یکساعت و با داشتن جواب ACT <210 شروع اینفیوزن هپارین از 300 Units/hr	۲۵۰ < ACT

- ارسال آزمایش فیبرینوژن و BT و CT یک نوبت STATE و در اکموهای بیشتر از ۳ روز روزانه
- چک هموگلوبین آزاد هفته ای ۳ بار
- ABG هر ۳ تا ٦ ساعت جهت بررسی میزان گازهای خونی و مقایسه با ACT
- ACT هر ٤ ساعت
- تستهای انعقادی(PT, PTT, INR) هر ٦ ساعت جهت جلوگیری از خونریزی و یا لخته شدن کانولاها یا TUBING
- بررسی محل ورود کانولا از نظر خونریزی و عفونت

• کنترل عوارض جانبی انجام پروسیجر

میزان عوارض همراه با ECMO نسبتا بالا و همین بیانگر لزوم انتخاب محتاطانه ی بیماران است. شایع ترین عوارض جدی شامل ترومبوز و خونریزی است. عوامل متعددی منجر به ترومبوز می شوند که شامل تماس خون با سطوح خارجی، توقف خون در حفرات قلب و انعقاد درون عروقی منتشر است. بنابراین باید همزمان درمان ضد انعقادی را برای بیماران شروع کرد تا از ایجاد ترومبوز در داخل مدار جلوگیری شود چرا که ممکن است بر روی عملکرد مدار تاثیر گذاشته و/ یا منجر به پرتاب آمبولی به داخل جریان خون عمومی(در روش VA-ECMO) شود. این نیاز به درمان ضد انعقادی(با وجود مصرف عوامل انعقادی و پلاکت ها) خطر خونریزی در هر ارگانی از بدن را به همراه خواهد داشت.

عوارض اکمو و میزان درصد آن :

- آسیب حاد کلیوی (٥٥,٦)
- درمان جایگزینی کلیه (٤٦)
- استرنوتومی مجدد در موارد خونریزی یا تامپوناد در بیماران کاردیوتومی شده (٤١,٩)

- خونریزی شدید یا مهم (٤٠,٨)
- عفونت مهم (٣٠,٤)
- ایسکمی اندام های تحتانی (١٦,٩)
- عوارض عصبی (١٣,٩)
- فاشیوتومی یا سندرم کمپارتمان (١٠,٣)
- سکته مغزی (٥,٩)

معمولا خونریزی در محل های کانولاسیون اتفاق می افتد. عوارض عفونی هم حائز اهمیت است که معمولا مربوط به محل های کانولاسیون بوده و لذا باید در هنگام تعبیه ی این مدارها از تکنیک های سختگیرانه ی استریل استفاده کرد. اختلال در ابزار های مکانیکی امروزه با وجود سیستم های مدرن بسیار ناشایع شده است اما در صورت رخ دادن فاجعه بار خواهد بود. یک متاآنالیز اخیر بر روی ٢٠ مطالعه در زمینه ی بروز عوارض در ١٨٦٦ بیمار تحت حمایت VA-ECMO انجام شده است که نشان می دهد در بیمارانی که با روش ECMO نجات پیدا کرده اند، یک احتمال افزایش نقایص عصبی و عوارض ریوی مطرح شده است. هنوز مشخص نیست که نقایص تکامل عصبی و مشکلات رفتاری که در جمعیت اطفال مشاهده شده است را می توان به بزرگسالان تعمیم داد یا خیر ولی RCT هایی که در بزرگسالان انجام شده است هیچ تفاوت بین گروهی را از لحاظ این پیامدها گزارش نکردند. این بیماران همانند بسیاری از بیمارانی که از یک وضعیت بحرانی نجات می یابند، در آینده نیازمند توانبخشی و پیگیری و مراقبت چند رشته ای بعد از ترخیص از بیمارستان خواهند بود.

باید به این نکته توجه داشت که اکمو در مورد بیمارانی به کار میرود که محکوم به مرگ هستند و میزان موفقیت در اکمو در بهترین و با تجربه ترین نقاط دنیا حدود ٧٥٪ است. همچنین باید به این نکته مهم توجه کرد که اکمو در تمام مراکز دنیا در تمام مراکز درمانی وجود ندارد بلکه فقط در مراکز فوق تخصصی ریفرال وجود داشته و بیماران بدحال توسط تیم آن مراکز از طریق اکموی پرتابل و بعد از پایداری (Stabilization) با آمبولانس های مخصوص به مراکز مادر ارجاع می شوند.

د) اندیکاسیون های دقیق جهت تجویز خدمت:

در حالیکه در زمینه ی اندیکاسیون ها و موارد ممنوعیت استفاده از روش اکمو دستورالعملی که مورد تایید عموم باشد وجود ندارد ولی یکسری قوانین توافق شده وجود دارد و Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) در زمینه ی استفاده از ECMO در بیماران به شدت بدحال توصیه هایی کرده است. میزان حمایت به روش اکمو باید در حد کفایت خونرسانی به بافت ها که معیارهای آن عملکرد ارگان ها هدف و غلظت لاکتات خون است، تنظیم شود.

اکسیژناسیون غشایی خارج بدنی به روش وریدی-شریانی

VA-ECMO می تواند در حمایت از بیمارانی که دچار شوک کاردیوژنیک شده و به همه ی درمان ها (شامل دارو های اینوتروپ و بالون درون شریانی IABP) مقاوم بوده اند استفاده شود. نکته مهم در تمام بیماران این است که باید جهت مانیتورینگ بیمار، یک کاتتر آرتریال لاین شریانی در شریان رادیال راست بیمار تعبیه گردد و اندازه گیری PO_2 بیمار باید از طریق نمونه خونی این لاین انجام گردد چون فقط PO_2 این محل است که با میزان PO_2 خونی عروق کرونر و شریانهای کاروتید بیمار مطابقت دارد.

این روش را می توان برای بیمارانی که فرض می شود شوک کاردیوژنیک آنها قابل برگشت است و یا به عنوان یک پل موقت [برای خریدن زمان] تا هنگام حمایت های مکانیکی در آینده (مثل ابزار کمکی بطن یا پیوند قلب) استفاده کرد.

همچنین از روش VA-ECMO می توان به عنوان یک درمان نجات دهنده در هنگام ایست قلبی بدون پاسخ به CPR استفاده کرد. این روش که به آن احیای قلبی-ریوی خارج بدنی (ECPR) گفته می شود را می توان به ویژه در بخش های مراقبت های ویژه یا کت لب که دسترسی سریع به اکمو وجود دارد، انجام داد. البته در بعضی کشورها در شرایط قبل از رسیدن به بیمارستان، توسط آمبولانسهایی که مجهز به اکمو می باشند امکان پذیر شده است. گرچه کارآزمایی های بالینی (RCT) وجود ندارد ولی آخرین دستورالعمل هایی که منتشر شده است بیان می کند که بهترین زمان، فاصله ی " ایست تا شروع ECPR" حداکثر ۶۰ دقیقه و فاصله " تا شروع ECPRدر بیمارستان " کمتر از ۳۰ دقیقه باشد نتایج بهتری داشته است.

- **اندیکاسیون های اکمو به روش وریدی-شریانی** (VA-ECMO)
  - انفارکتوس حاد میوکارد
  - میوکاردیت فولمینانت
  - حملات حاد نارسایی قلبی مزمن
  - نارسایی قلبی ثانویه به آریتمی های مقاوم به درمان
  - نارسایی قلبی بعد از جراحی قلب باز
  - رد پیوند اولیه در هنگام پیوند قلب
  - نارسایی حاد قلبی ثانویه به مسمومیت دارویی
  - بعد از ایست قلبی (به عنوان جزئی از حمایت پیشرفته ی حیاتی ECPR)

اکسیژناسیون غشایی خارج بدنی به روش وریدی - وریدی

حمایت به روش VV-ECMO در بیماران دچار نارسایی تنفسی حاد که علیرغم تهویه ی مناسب، هیپوکسمی یا هیپرکپنی مقاوم داشته باشند به کار برده می شود. این روش نیز در بیمارانی استفاده می شود که برآورد کنیم نارسایی تنفسی آنها قابل برگشت باشد. VV-ECMO از آسیب ونتیلاتور (تهویه مکانیکی) می کاهد. در هنگامی که فقط نارسایی تنفسی وجود داشته باشد، روش VV-ECMO ارجح است چون خون رسانی به ریه ها باعث حفظ عملکرد درون ریز (اندوکرین) ریوی می شود. به طور کلی VV ECMO در موارد ARDS ناشی از آنفولانزا ها به کار میرود که تجربه آن در H1N1 و جهان و در ایران بسیار رضایتبخش بوده. و در طول مدت اکمو ریه فرصت recovery پیدا کرده بدون آنکه اکسیژناسیون بافتها دچار اختلال شود.

- **اندیکاسیون های اکمو به روش وریدی-وریدی** (VV-ECMO)
  - نارسایی حاد تنفسی
  - سندرم زجر حاد تنفسی (ARDS)
  - اختلال عملکرد گرفت بعد از پیوند ریه
  - تروما (کانتوژن یا کوفتگی شدید ریوی)

- آمبولی ریوی
- عدم توانایی ریه برای تبادل گازی مناسب
- خونریزی ریوی
- نشت شدید هوا از ریه بعد از اعمال جراحی قفسه سینه

ه) شواهد علمی در خصوص کنترااندیکاسیون های دقیق خدمت:

طبق پروتکل ELSO کنتراندیکاسیون مطلق نداریم مگر اینکه بیماری زمینه ای دیگری که Survival ندارد داشته باشد. حمایت با روش اکمو یک روش حمایت پیشرفته ی حیاتی است که خطرات ذاتی خودش را دارد و تصمیم به شروع آن نباید به راحتی گرفته شود و باید یک تیم چند رشته ای شامل پزشکان متخصص قلب و ریه، جراحان کاردیو توراسیک و متخصصان ICU و بیهوشی و ... وجود داشته باشد. انتخاب دقیق بیمار با در نظر گرفتن بیماری های زمینه ای و پیش آگهی بالینی ضروری است.

- **وضعیت هایی که ECMO ممکن است موفقیت آمیز نباشد**
  - بیماری ریوی یا قلبی مزمن که امیدی به بهبود یا پیوند نداشته باشیم
  - ایست قلبی خارج از بیمارستان که ماساژ قلبی ریوی به مدت زیادی ادامه داشت
  - نارسایی شدید آئورت یا دایسکشن آئورتیک نوع A (ممنوع برای روش VA-ECMO)
  - شوک سپتیک مقاوم در بزرگسالان با عملکرد خوب بطن چپ
  - بیمار مسن مبتلا به ARDS
  - ARDS همراه با نارسایی مولتی ارگان
  - تهویه مکانیکی طولانی (بیشتر از ۷ روز) قبل از ECMO

- **کنترااندیکاسیون‌های نسبی شامل**:
  - بیماری های ترمینال مانند سرطانهای پیشرفته، ایدز و ...
  - آسیب شدید سیستم عصبی مرکزی
  - خونریزی مغزی اخیر
  - خونریزی شدید معدی-روده‌ای
  - کوآگولوپاتی شدید که با دریافت هپارین غیر قابل کنترل می‌شود
  - عدم موفقیت احیا بیماران
  - دستورالعملهای پیشرفته ای دیگری که توصیه نمایند از چنین درمانی بایستی خودداری کرد
  - از آنجا که پیش آگهی با بیماری زمینه ای بدتر است، بیماران دارای بیماریهای همزمان قابل توجه باید حذف شود.
  - از آنجا که پیش آگهی با افزایش سن بدتر است، باید بر اساس در دسترس بودن منابع با پتانسیل برای بهبود نتایج تعادل برقرار شود.

- از آنجا که پیش آگهی با گذشت زمان در تهویه مکانیکی تهاجمی، بدتر می شود؛ بیماران با تهویه مکانیکی بیشتر از ۹ الی ۱۰ روز باید حذف شود.
- نارسایی قلبی ریوی همراه با نارسایی ۲ ارگان دیگر
- نارسایی کلیه با کراتینین بالای ۳

استفاده از اکمو در بیماران دچار نارسایی قلبی یا تنفسی غیرقابل بازگشت که کاندید پیوند یا حمایت مکانیکی دائمی نیستند، ممنوع است. البته این وضعیت ممکن است در زمان مراجعه بیمار هنوز مشخص نشده باشد و در این شرایط می توان از اکمو به عنوان "یک پل برای تصمیم گیری" یا "یک پل برای کاندید پیوند شدن" استفاده کرد. موارد منع نسبی برای ECMO شامل موارد منع درمان ضد انعقادی(مثل خونریزی فعال)، بیماری شدید عروق محیطی(ربطی به VV-ECMO ندارد) و نارسایی مولتی ارگان قبلی است. وقتی مدار شامل یک روش دسترسی(Access) شریانی باشد(VA-ECMO) نارسایی شدید آئورتی و دایسکشن آئورت شامل موارد ممنوعیت آن خواهد بود.

خاتمه و جداسازی اکمو (وینینگ)

وینینگ یک فرایند کاهش تدریجی حمایت اکمو برای برداشتن حمایت مکانیکی قلبی/ ریوی از بیمار و برعهده گذاشتن آن بر روی قلب و ریه ی خود بیمار است. وقتی عملکرد قلب یا ریه ی خود بیمار تا جایی بهبود پیدا کرده باشد که قادر به حمایت حداقلی از پارامتر ها باشند؛ می توان وینینگ را شروع کرد. این کار بعد از یک وینینگ آزمایشی در زمانی که حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد از حجم خون توسط قلب و ریه ی خود بیمار قابل کنترل باشد؛ شروع می شود. اگرچه به اندیکاسیون ECMO بستگی دارد اما در کل معیار های وینینگ هنگامی است که یک پزشک احساس کند به هدفی که با روش ECMO در نظر داشت رسیده است و ادامه دادن آن سود زیادی نخواهد داشت. وقتی میزان حمایت از ECMO به ٤٠ تا ٥٠ درصد برسد و بقیه توسط ارگان های خود بیمار مدیریت شود، می توان وینینگ را شروع کرد.

- **معیار های وینینگ (خاتمه و جدا سازی):**
  - **معیارهای قلبی:**
    - فشار شریانی بالای ۹۰ یا MAP(متوسط فشار شریانی) بالای ۷۰
    - فشار ورید مرکزی(CVP) کمتر از ۱۲
    - برون ده ادراری بیشتر از 0.5 cc/kg/hr.
    - خون رسانی مطلوب به بافت ها که معیار آن میزان لاکتات خون کمتر از 3 mol/L و SVO2 > 65% است
    - بهبود یافته های گرافی قفسه سینه
    - بهبود یافته های اکوکاردیوگرافی
  - **معیارهای ریوی:**
    - بهبود یافته های گرافی قفسه سینه
    - بهبود کمپلیانس ریوی : کمپلیانس بیشتر از 0.5 ml/kg

- مشخصات ABG در حالت استراحت ونتیلاتور با حمایت متوسط ECMO: PaO2 > 60 mmHg، pH > 7.35 ،PaCO2 < 50 mmHg

ی) ارائه کننده اصلی صاحب صلاحیت جهت ارائه خدمت اکمو در زمینه ی حمایت قلبی:

بیمارانی که تحت حمایت اکمو هستند باید توسط یک تیم چند رشته ای، از طریق نظارت بر عملکرد جریان خون و مدیریت نارسایی قلب مراقبت می شوند.

جراح قلب، فلوشیپ بیهوشی قلب، فلوشیپ / فوق تخصص مراقبت های ویژه، متخصص قلب ترجیحا اینترونشال کاردیولوژیست و فلوشیپ نارسایی قلب، فوق تخصص قلب نوزادان و فوق تخصص نوزادان

ن) عنوان و سطح تخصص های مورد نیاز (استاندارد) برای سایر اعضای تیم ارائه کننده خدمت:

ردیف	عنوان تخصص	تعداد موردنیاز به طور استاندارد به ازای ارائه هر خدمت	میزان تحصیلات مورد نیاز	سابقه کار و یا دوره آموزشی مصوب در صورت لزوم	نقش در فرایند ارائه خدمت
۱	ریه	یک نفر	فوق تخصص	--	برای درمان نارسائی تنفسی بیماران
۲	پرفیوژنیست	یک نفر	کارشناس به بالا	گذراندن دوره های آموزشی مربوطه	راه اندازی مدار اکمو و نظارت بر تغییرات مداری
۳	پرستار مراقبتهای ویژه	یک نفر	کارشناس به بالا	گذراندن دوره های آموزشی مربوطه	مراقبت از بیماران تحت حمایت ECMO و کمک به پرستاران بالینی
۴	عفونی	یک نفر	متخصص	--	مدیریت استراتژی های ضد میکروبی پروفیلاکسی یا درمانی
۵	نفرولوژیست	یک نفر	متخصص	--	برای درمان نارسائی کلیوی در صورت نیاز از طریق CRRT
۶	فارکوتراپیست بالینی	یک نفر	متخصص	--	برای برر سی تداخلات داروی و تنظیم دوز داروها
۷	طب فیزیکی و توانبخشی	یک نفر	متخصص	--	برای توانبخشی بیماران در حین و بعد از اکمو
۸	نورولوژیست	یک نفر	متخصص	--	برای ارزیابی وضعیت مغز و اعصاب بیماران
۹	تغذیه	یک نفر	کارشناس به بالا	--	برای ارزیابی تغذیه بیماران در زمان اکمو و بعد از آن
۱۰	فیزیوتراپیست	یک نفر	کارشناس به بالا	--	برای ارائه خدمات فیزیوتراپی بیماران در حین و بعد از اکمو
۱۱	مهندس تجهیزات پزشکی	یک نفر	کارشناس	آشنایی با فرآیند ارائه خدمت	تهیه، تدارک و پشتیبانی تجهیزات پزشکی
۱۲	منشی	یک نفر	دیپلم	--	نگهداری و بایگانی پرونده ها

و) استانداردهای فضای فیزیکی و مکان ارائه خدمت:

دراتاق عمل و بخش ICU بر اساس استانداردهای ابلاغی وزارت بهداشت

م) تجهیزات پزشکی سرمایه ای به ازای هر خدمت:

دستگاه ECMO

ک) داروها، مواد و لوازم مصرفی پزشکی جهت ارائه هر خدمت:

ردیف	اقلام مصرفی مورد نیاز	میزان مصرف (تعداد یا نسبت)
۱	TUBING	۱ الی ۲ عدد
۲	OXYGENATOR	۱ عدد

گ) استانداردهای ثبت:

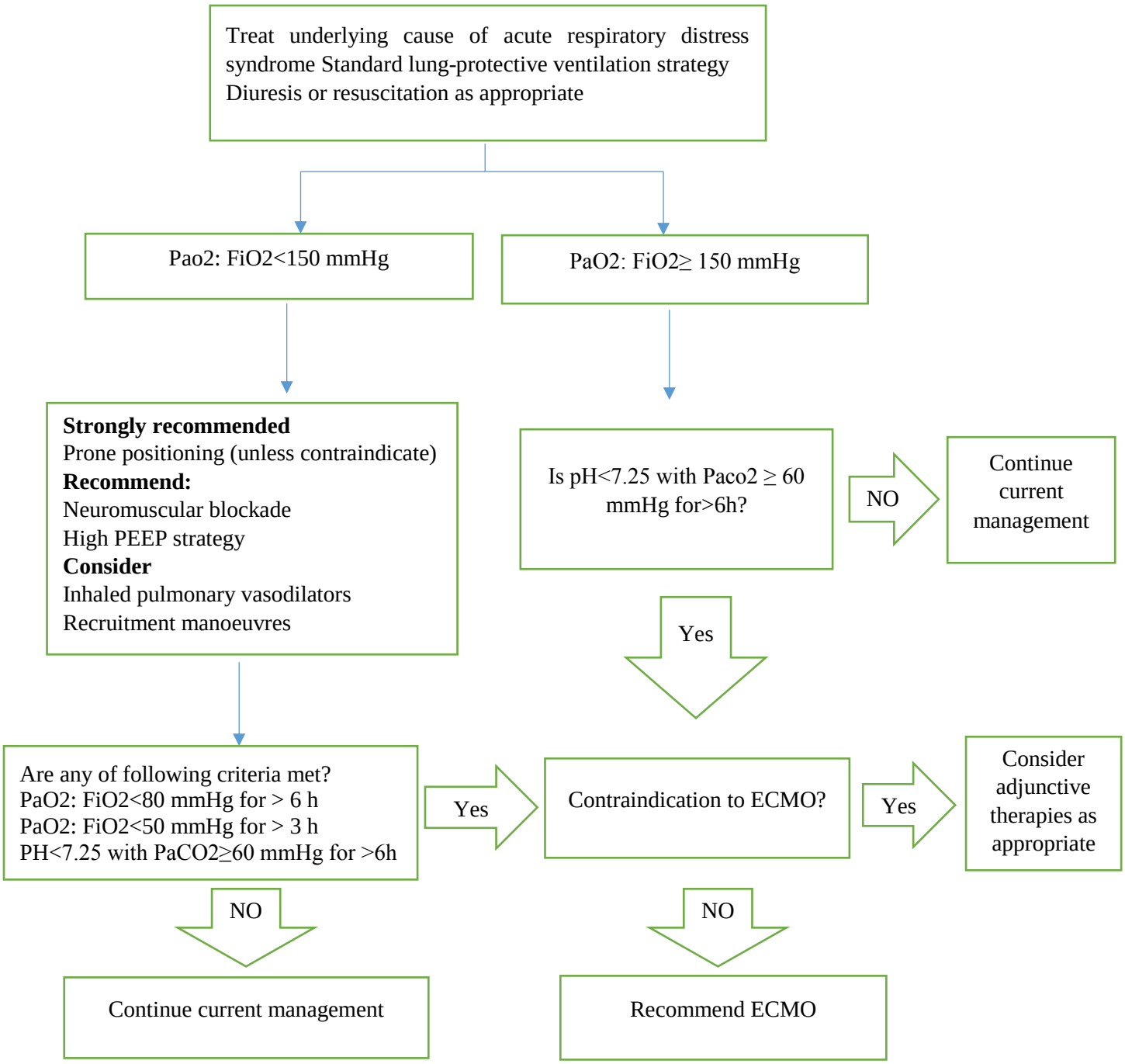
- بررسی بیمار از نظر اندیکاسیون مصرف
- ارزیابی کامل بیمار از نظر سوابق بیماری قبلی، سوابق خانوادگی، حساسیت دارویی و غذایی، ریسک بروز ترومبوآمبولی و زخم بستر و سوابق مصرف داروهای قبلی
- توضیح در مورد پروسیجر و اخذ رضایت آگاهانه از بیمار یا همراهان
- بررسی یافته‌های آزمایشگاهی شامل تست‌های انعقادی، گاز های خون شریانی، مارکرهای ویرال، الکترولیت های خون
- ارزیابی بیمار قبل، حین و بعد از پروسیجر
- ارزیابی بیمار از نظر بروز عوارض حین و بعد از پروسیجر شامل خونریزی و عفونت
- ارزیابی اثر بخش بودن پروسیجر با بررسی خون خروجی اکسیژناتور از نظر PH، PCO_2 و PO_2

اندیکاسیون های اکمو در بیماری COVID-19

بیماری ویرو سی پاندمیک COVID-19 در حال حا ضر با امکان سرایت بسیار بالا، بیشترین علت فوت بیماران را درگیری ریه با حالتی شبیه ARDS دارد از آنجا که این بیماری جدید بوده و در هر زمینه درمانی آن تجربه کمی در دسترس است، در زمینه استفاده از اکمو برای درمان این بیماران نیز تجربه اندکی وجود دارد؛ لذا توصیه هایی که در ادامه ارائه می شود مربوط به بیماران مبتلا به ARDS است که سایر استراتژی های محافظت از تهویه در آنها موثر نبوده است. در شکل زیر که برگرفته از مستند راهنمای استفاده از اکمو در بیماران COVID-19 می باشد بصورت آلگوریتمی درمان ARDS و نیز موارد استفاده از اکمو در آن را توضیح داده شده است.

الگوریتم راههای درمانی ARDS بر اساس نظرELSO

به غیر از دستگاه و ست مصرفی اکمو، با توجه به ضرورت وجود یک تیم درمانی کامل جهت نگهداری آن، بهتر است تعبیه اکمو در مراکز با امکانات و تیم ذکر شده که امکان حمایت از تعداد بالای بیماران، در بیماران مبتلا به COVID-19 را دارند؛ به کار



گرفته شود. بر اساس گزارش ELSO تا هفتم فروردین ماه ۱۳۹۹، ۱۵٤ مورد اکمو برای بیماران COVID-19 در سامانه اطلاعاتی آنها گزارش شده که بیشترین مصرف در کشور فرانسه با ۷۰ مورد بوده است.

روش ECMO وریدی–وریدی یک روش حمایتی پیشرفته برای درمان شدید ترین انواع نارسایی تنفسی حاد هیپوکسمیک است که در مراکز ریفرال ویژه و مجرب که معمولا به روش سازماندهی شده اند استفاده میشود. تعداد بیماران به شدت بد حال مبتلا به COVID-19 که نیاز به ECMO هستند مشخص نیست. ممکن است نیاز به ECMO در بعضی مناطق بیشتر از بقیه وجود داشته باشد و در نتیجه کمبود آن می تواند مسائل اخلاقی مهمی را موجب گردد.

تظاهرات بالینی، بیماری های زمینه ای، سن، تعداد روزهای تهویه مکانیکی قبل از ECMO و میزان درگیری و اختلال عملکرد ارگانهای بدن مانند کلیه، کبد و قلب همگی عواملی هستند که بر روی پیامد مطلوب مورد انتظارمان تاثیر می گذارند. بیماری COVID-19 همچنین ممکن است منجر به یک میوکاردیت شدید شود که نارسایی قلبی حادی را ایجاد می کند که در شدیدترین حالت نیاز به حمایت از طریق VA-ECMO خواهد بود که به همین دلیل است یک توصیه استفاده از VA-ECMO از ابتدا می باشد.

با توجه به اینکه بیماری COVID-19 بیماری جدیدی است که بصورت پاندمی اکثر کشورهای دنیا را درگیر نموده و با توجه به کمبود همه روشهای درمانی، اکمو نیز به طبع آن تحت تاثیر قرار گرفته و استفاده از آن منوط به مواقعی بیشتر می شود که امکان موفقیت در آن بیشتر باشد. لازم به ذکر نمی باشد که با افزایش تجربه در این زمینه، کاهش ابتلا و یا افزایش ظرفیت سرویس دهی، مطمئنا موارد اندیکاسیون و نیز کنتراندیکاسیون تغییر خواهند نمود.

منابع:

- Neto AS, Schmidt M, Azevedo LC, Bein T, Brochard L, Beutel G, et al. Associations between ventilator settings during extracorporeal membrane oxygenation for refractory hypoxemia and outcome in patients with acute respiratory distress syndrome: a pooled individual patient data analysis. Intensive care medicine. 2016; 42(11):1672-84.
- Peris A, Lazzeri C, Cianchi G, Bonizzoli M, Batacchi S, Bernardo P, et al. Clinical significance of echocardiography in patients supported by venous–venous extracorporeal membrane oxygenation. Journal of Artificial organs. 2015;18(2):99-105.
- Bermudez CA, Rocha RV, Sappington PL, Toyoda Y, Murray HN, Boujoukos AJ. Initial experience with single cannulation for venovenous extracorporeal oxygenation in adults. The Annals of thoracic surgery. 2010;90(3):991-5.
- Wang D, Zhou X, Liu X, Sidor B, Lynch J, Zwischenberger JB. Wang-Zwische double lumen cannula—toward a percutaneous and ambulatory paracorporeal artificial lung. ASAIO Journal. 2008;54(6):606-11.
- Jaksic T, Hull MA, Modi BP, Ching YA, George D, Compher C. ASPEN Clinical guidelines. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition. 2010;34(3):247-53.
- Javidfar J, Wang D, Zwischenberger JB, Costa J, Mongero L, Sonett J, et al. Insertion of bicaval dual lumen extracorporeal membrane oxygenation catheter with image guidance. ASAIO journal. 2011;57(3):203-5.
- Bonacchi M, Harmelin G, Peris A, Sani G. A novel strategy to improve systemic oxygenation in venovenous extracorporeal membrane oxygenation: the "χ-configuration ."The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. 2011;142(5):1197-204.
- Lin T-Y, Horng F-M, Chiu K-M, Chu S-H, Shieh J-S. A simple modification of inflow cannula to reduce recirculation of venovenous extracorporeal membrane oxygenation. The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. 2009;138(2):503-6.
- Nanjayya VB. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO.(
- Abrams D, Bacchetta M, Brodie D. Recirculation in venovenous extracorporeal membrane oxygenation. ASAIO Journal. 2015;61(2):11.٢١-٥

- Ali J, Vuylsteke A. Extracorporeal membrane oxygenation: indications, technique and contemporary outcomes. Heart. 2019:1437–1443.
- Ali JM, Abu-Omar Y. The intra-aortic balloon pump and other methods of mechanical circulatory support. Surgery 2018;36:68–74.
- Werdan K, Gielen S, Ebelt H, et al. Mechanical circulatory support in cardiogenic shock. Eur Heart J 2014;35:156–67.
- Huang SC, Wu ET, Wang CC, et al. Eleven years of experience with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for paediatric patients with in-hospital cardiac arrest. Resuscitation 2012;83:710–4.
- Tramm R, Ilic D, Davies AR, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for critically ill adults. Cochrane Database Syst Rev. 2015;1:CD010381.
- Parhar K, Vuylsteke A. What's new in ECMO: scoring the bad indications. Intensive Care Med 2014;40:1734–7.
- Singer B, Reynolds JC, Lockey DJ, et al. Pre-hospital extra-corporeal cardiopulmonary resuscitation. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2018;26:21.
- Michels G, Wengenmayer T, Hagl C, et al. Recommendations for extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (eCPR): consensus statement of DGIIN, DGK, DGTHG, DGfK, DGNI, DGAI, DIVI and GRC. Clinical Research in Cardiology 2018;67:75-10
- Thomas J, Kostousov V, Teruya J. Bleeding and thrombotic complications in the use of extracorporeal membrane oxygenation. Semin Thromb Hemost 2018;44:020–9.
- Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected: Interim guidance. 13 March 2020
- Combes A, Hajage D, Capellier G, Demoule A, Lavoue S, Guervilly C et al. Extracorporeal membrane
  oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2018;378(21):1965-75. Epub 2018/05/24. doi: 10.1056/NEJMoa1800385. PubMed PMID: 29791822.
- Goligher EC, Tomlinson G, Hajage D, Wijeysundera DN, Fan E, Juni P et al. Extracorporeal membrane
  oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome and posterior probability of mortality benefit in a post hoc Bayesian analysis of a randomized clinical trial. JAMA. 2018;320(21):2251-9. Epub 2018/10/23. doi: 10.1001/jama.2018.14276. PubMed PMID: 30347031.
- Alshahrani MS, Sindi A, Alshamsi F, Al-Omari A, El Tahan M, Alahmadi B et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe Middle East respiratory syndrome coronavirus. Ann Intensive Care. 2018;8(1):3. Epub 2018/01/14. doi: 10.1186/s13613-017-0350-x. PubMed PMID: 29330690; PMCID: PMC5768582.
- Combes A, Brodie D, Bartlett R, Brochard L, Brower R, Conrad S et al. Position paper for the organization of extracorporeal membrane oxygenation programs for acute respiratory failure in adult patients. Am J Respir Crit Care Med. 2014;190(5):488-96. Epub 2014/07/26. doi: 10.1164/rccm.201404-0630CP. PubMed PMID: 25062496.
- Munshi L, Walkey A, Goligher E, Pham T, Uleryk EM, Fan E. Venovenous extracorporeal membrane
  oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. Lancet Respir Med. 2019;7(2):163-72. Epub 2019/01/16. doi: 10.1016/S2213-2600(18)30452-1. PubMed PMID: 30642776.

- Ronco C, Navalesi P,Vincent JL. Coronavirus epidemic: preparing for extracorporeal organ support in intensive care. Lancet Respir Med. 2020; 8: 240-241
- Lawler PR, Silver DA, Scirica BM, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in adults with cardiogenic shock. Circulation 2015;131:676–80.
- Abrams D, Combes A, Brodie D. Extracorporeal membrane oxygenation in cardiopulmonary disease in adults. J Am Coll Cardiol 2014;63:2769–78.
- Schmidt M, Bréchot N, Combes A. Ten situations in which ECMO is unlikely to be successful. Intensive Care Med 2016;42:750–2.
- Combes A, Brodie D, Bartlett R, et al. Position paper for the organization of extracorporeal membrane oxygenation programs for acute respiratory failure in adult patients. Am J Respir Crit Care Med 2014;190:488–96.
- Abrams D, Garan AR, Abdelbary A, et al. Position paper for the organization of ECMO programs for cardiac failure in adults. Intensive Care Med 2018;44:717–29.
- Na SJ, Chung CR, Choi HJ, et al. The effect of multidisciplinary extracorporeal membrane oxygenation team on clinical outcomes in patients with severe acute respiratory failure. Ann Intensive Care 2018;8:31.
- Cheng R, Hachamovitch R, Kittleson M, et al. Complications of extracorporeal membrane oxygenation for treatment of cardiogenic shock and cardiac arrest: a meta-analysis of 1,866 adult patients. Ann Thorac Surg 2014;97:610–6.
- Bennett CC, Johnson A, Field DJ, et al. UK collaborative randomized trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation: follow-up to age 4 years. Lancet 2001;357:1094–6
- ELSO Guidance Document: ECMO for COVID-19 Patients with Severe Cardiopulmonary Failure. www.elso.org/COVID19. 2020