



Pécsi Tudományegyetem
1367

ECMO

Nagy Judit

Pécsi Tudományegyetem Klinikai
Központ, Aneszteziológiai és Intenzív
Terápiás Intézet

Szintentartó Képzés 2026.január
21.





Extracorporális membránoxigenátor

- 1930-as években extracorporalis szervtámogatás
- 1950-es évektől kardiopulmonális bypass műtétek során
- 1971. sikeres kezelés akut légzési elégtelenségben Dr. Solomon Hill
- CESAR
- H1N1 járvány: EOLIA (2018.)
- COVID pandémia



Extracorporális membránoxigenátor

Mikor gondoljunk rá?

- Súlyos, hagyományos kezelésre refrakter keringési (VA-ECMO) és/vagy légzési elégtelenség (VV-ECMO)

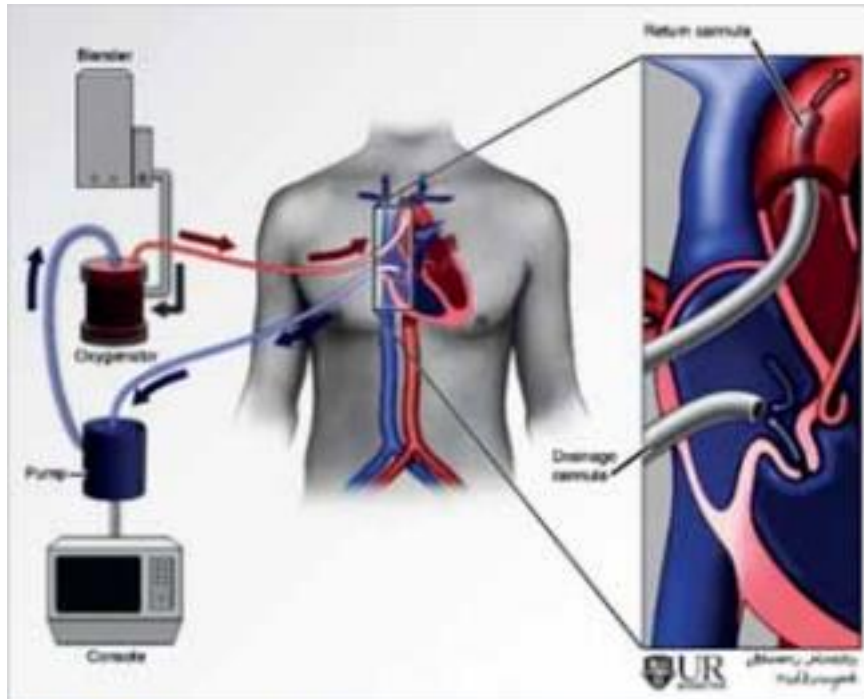


ECMO 2 típus

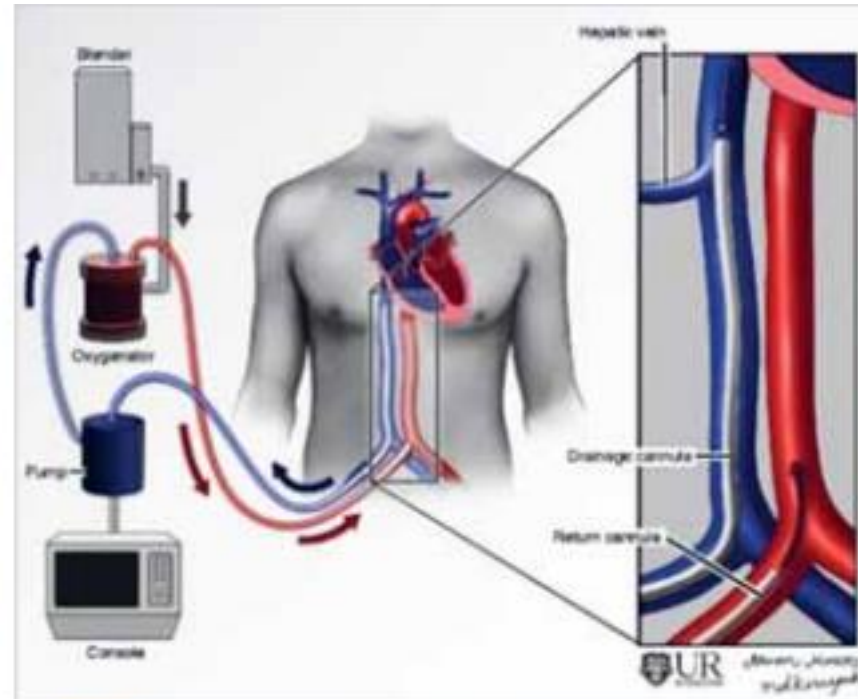
1. Veno-arteriosus (VA-ECMO)
2. Veno-venosus: (VV-ECMO)



Veno-Arteriosus ECMO



1. ÁBRA. Centrális VA-ECMO-kanülök elhelyezkedése
(Lee S and Chaturvedi A. Insights Imaging 2014; 5 [6]:
731-742. Dec.)

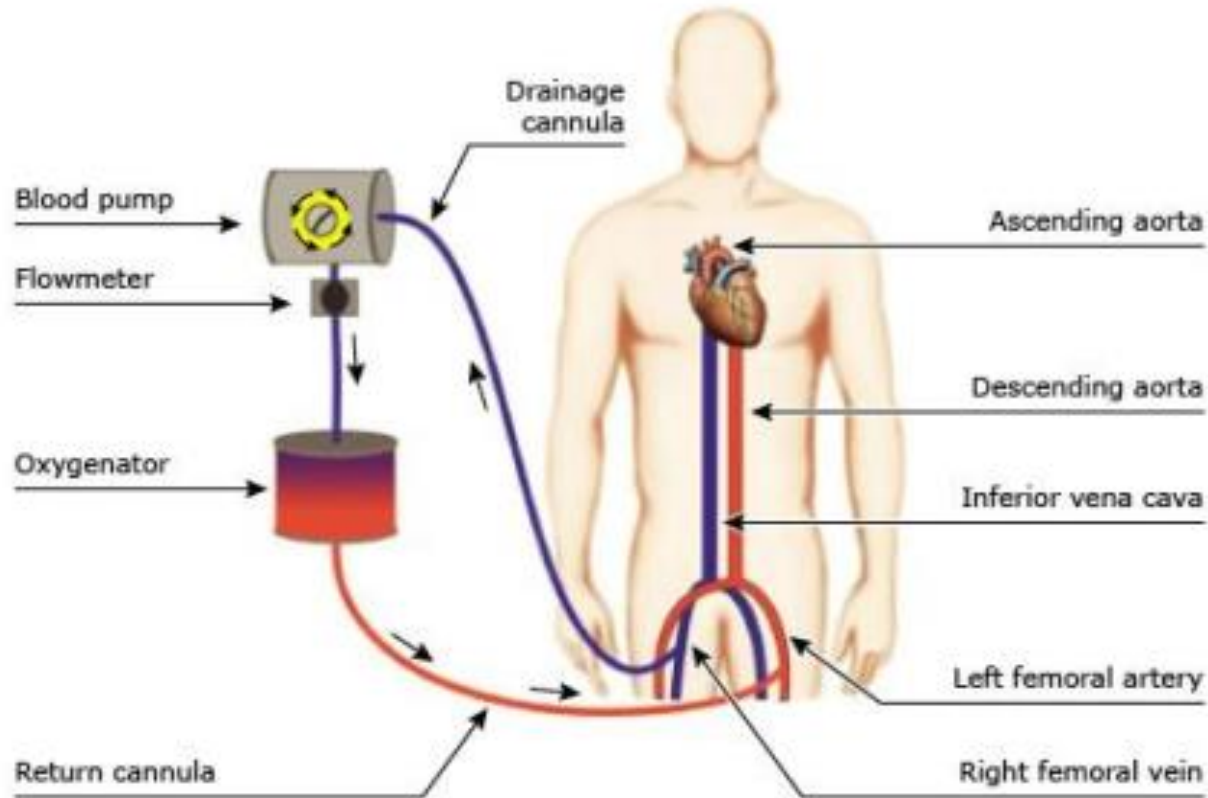


2. ÁBRA. Perifériás VA-ECMO-kanülök elhelyezkedése
(Lee S and Chaturvedi A. Insights Imaging 2014; 5 [6]:
731-742. Dec.)

A gázcserét és a keringést is támogatja- Elvileg...



VA-ECMO



- **Kivevő szár:**
 - v. femorális
 - 19-25 Fr
 - a vena cava superiorból, a jobb pitvarból, vagy a vena cava inferiorból szív vért
- **Visszaadó-artériás szár:**
 - 15- 24 Fr
 - a. femorális, a kanül vége a femorális artériában, a csípőverőérben vagy a disztális abdominalis aortában van



VA-ECMO

- a centrális vénákat, a jobb pitvart, valamint a jobb kamrát tudja tehermentesíteni, a bal kamrát nem, főleg, ha a bal kamrai kontraktilitás súlyosan károsodott
- a gyengén összehúzódó bal kamra végdiasztolés nyomását jelentősen tudja növelni → a falfeszülés nő → jelentősen nő a szívizom oxigén-felhasználás és iszkémia mediálta nekrózis
- Komplikációi:
 - a trombocitafunkció károsodás
 - vérzéses szövődmények
 - érkárosodás
 - alsóvégtagi vagy cerebrális iszkémia
 - Szisztémás gyulladásos válasz: a természetes immunitás aktiválódás



Veno-Venozus ECMO

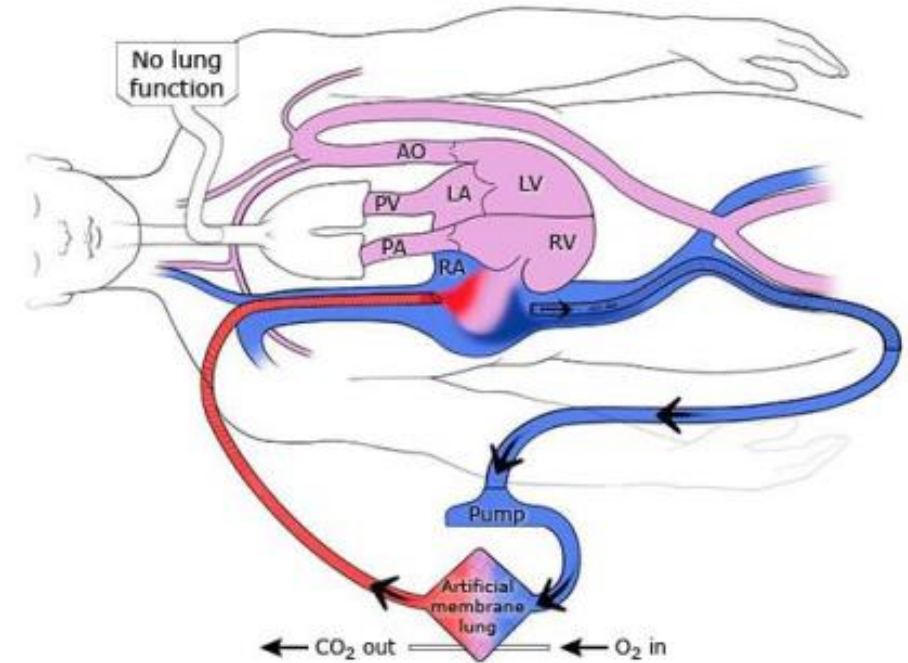
vénás oldalon kivett deoxigenizált vért oxigenizálja



jobb szívfél, döntően az a. pulmonalisok felé



a tüdő hozzájárulása nélkül
biztosítjuk a megfelelő oxigenizációt
a sejtek felé





Veno-venosus ExtraCorporalis CO₂ Removal (VV-ECCO₂R)

- CO₂ eltávolítására
- Kisebb áramlás is elegendő



VV-ECMO



Artériás oldal oxigéntartalmát befolyásolja:

- Oxigenátorba áramló friss gázban az oxigén mennyisége
- ECMO felől a jobb szívfélbe érkező oxigenizált vér arányát jelentős növeljük a perifériáról érkezővel szemben



VV-ECMO felmerül (EOLIA trial)

- Potenciálisan reverzibilis ok
- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 50$ Hgmm alatt 3 órán keresztül, vagy $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 75$ Hgmm alatt 6 órán át
- pH 7,2, hiperkapnia
- Több, mint 6 óra hasrafordítás ellenére sem javuló oxigenizáció
- Murray Score: konszolidáció (kvadránsenként 1 pont), $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ arány, PEEP, compliance ($V_t/(\text{PIP}-\text{PEEP})$)
 - 2: referálás, transzport
 - 3-4: ECMO kezelés



- Magas PEEP (18–22) kipróbálása
- Neuromuszkuláris blokkád
- Prone pozíció
- Diuretikus terápia (adott esetben)
- Recruitment manőver (ha nincs ellenjavallat)
- 2–12 órás iNO vagy alternatív pulmonális értágító (ha rendelkezésre áll) kipróbálása
- Megfelelő kardiovaszkuláris támogatás
- Lélegeztetés következtében progresszív barotrauma alakul ki (pneumatocysták vagy pneumothorax).



Időzítés

- A tüdőkárosodás progressziójának mértéke: gyors 6-12 óra, különösen a kórházi felvétel korai szakaszában, gyakran jár együtt fulmináns betegséggel, amely csökkenti az ECMO alkalmazásának időablakát.
- Másodlagos szervi elégtelenségek (veseelégtelenség, keringési elégtelenség) kialakulása elsődleges tüdőfolyamatokkal
- A beteg kórházak közötti szállításának szükségessége



Mikor profitál a beteg a kezelésből?

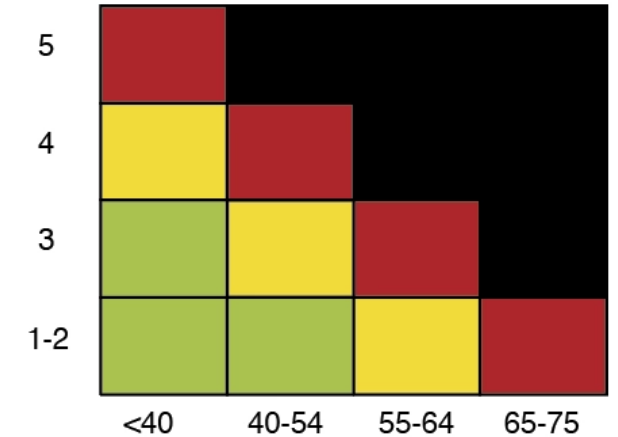
- Életkor
- légzési elégtelenség oka
- társult akut és krónikus szervi elégtelenség
- még a többszervi elégtelenség kialakulása előtt el kell kezdeni



Kedvező diagnosztikai kategóriák (pontszám = 1):

- Közösségben szerzett tüdőgyulladás (fertőző ok), COVID-19
- Aspirációs pneumonitis
- Asztmás állapot
- 7 napon belüli tüdőátültetés utáni primer graft diszfunkció
- Felnőttkori légzési distressz szindróma (ARDS) fulladás vagy transzfúzió következtében

Eligibility chart



The chart indicates eligibility and expected outcome for VV ECMO according to patient age and risk score (1-5) which is the diagnostic group 1, 2 or 3 plus presence of acute (+1) and/or chronic modifiers (+1).

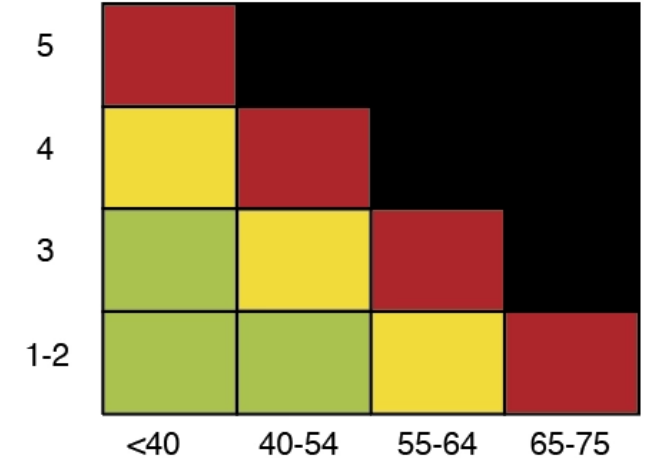
GREEN Good expected outcome
YELLOW Uncertain expected outcome
RED Poor expected outcome
BLACK Negligible benefit



Magas kockázatú diagnosztikai kategóriák (pontszám = 2)

- Nekrotizáló tüdőgyulladás vagy fokális fertőző tüdőbetegség
- Tüdővaszkulitisz (Goodpasture-szindróma, ANCA-asszociált, egyéb autoimmun)
- Tüdőátültetésben részesült betegek 7–30 nappal az átültetés után
- ARDS közvetlen mellkasi traumából eredően
- Gyógyszer/toxin okozta tüdőbetegség

Eligibility chart



The chart indicates eligibility and expected outcome for VV ECMO according to patient age and risk score (1-5) which is the diagnostic group 1, 2 or 3 plus presence of acute (+1) and/or chronic modifiers (+1).

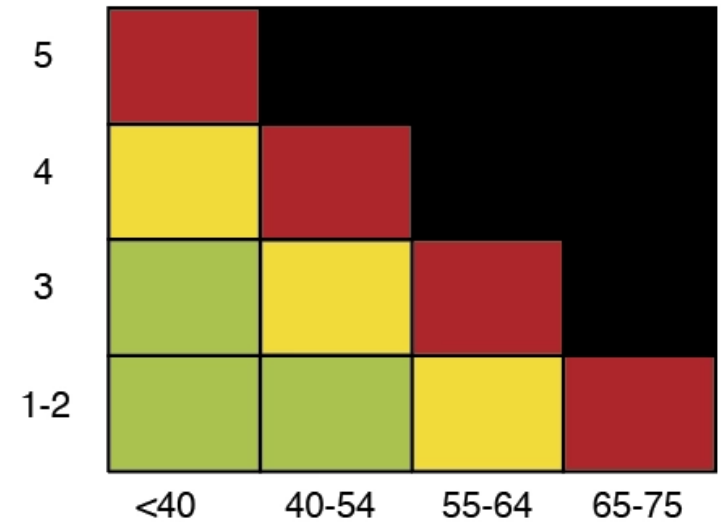
GREEN Good expected outcome
YELLOW Uncertain expected outcome
RED Poor expected outcome
BLACK Negligible benefit



Kedvezőtlen diagnosztikai kategóriák (pontszám = 3)

- Nem pulmonális okból kialakuló ARDS (pl. égési sérülések, hasnyálmirigy-gyulladás, fertőzés)
- Invazív aspergillózis
- Pneumocystis jirovecii pneumonia
- Tüdőátültetésben részesült betegek >30 nap után, akik alkalmasak újbóli átültetésre

Eligibility chart



The chart indicates eligibility and expected outcome for VV ECMO according to patient age and risk score (1-5) which is the diagnostic group 1, 2 or 3 plus presence of acute (+1) and/or chronic modifiers (+1).

GREEN Good expected outcome
YELLOW Uncertain expected outcome
RED Poor expected outcome
BLACK Negligible benefit



Klinikai módosító tényezők:

- **Krónikus: +1**

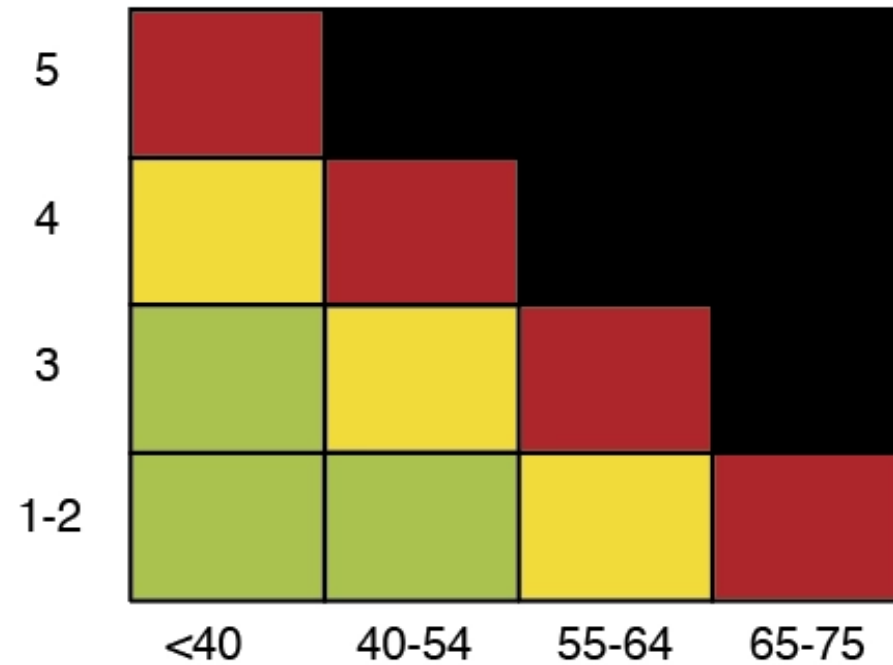
- Perifériás érbetegség (tüneti, revaszkularizált vagy amputált)
- Korábban ismert ischaemiás szívbetegség vagy korábbi revaszkularizáció
- Közepesen súlyos COPD (GOLD II. stádium, FEV1 50-80%)
- Krónikus veseelégtelenség 3. vagy 4. stádiumú CKD (eGFR 60-15)
- Krónikus májbetegség
- Hosszú távú immunszuppresszió

- **Akut: +1**

- Laktát ≥ 5
- Noradrenalin $\geq 0,3$ mcg/kg/min
- Ischaemiás hepatitis, amelyet GOT vagy GPT >1000 , vagy INR $>2,0$
- Anuria >4 óra



Eligibility chart



The chart indicates eligibility and expected outcome for VV ECMO according to patient age and risk score (1-5) which is the diagnostic group 1, 2 or 3 plus presence of acute (+1) and/or chronic modifiers (+1).

GREEN Good expected outcome
YELLOW Uncertain expected outcome
RED Poor expected outcome
BLACK Negligible benefit



Indikációk ***Extracorporeal Life Support Organization (ELSO)***

- 1) Hipoxiás légzési elégtelenség: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 80 \text{ Hgmm (100)}$, optimális kezelés mellett a kontraindikációk hiányában, legalább 6 órás hasonfektetést követően nem javul
- 2) Hiperkapniás légzési elégtelenség: $\text{pH} < 7.25$, optimális konvencionális lélegeztetés mellett (légzésszám:35/min, plató nyomás $\leq 30 \text{ H}_2\text{Ocm}$)
- 3) Bridge terápia: tüdőtranszplantáció, intraoperatív alkalmazás



Kontraindikációk



- 7 napnál hosszabb gépi lélegeztetés magas FiO₂ (>80%) és Pplat (>30 vízcm) mellett
- Végstádiumú szívbetegség, krónikus tüdőbetegség, mely nem alkalmas transzplantációra
- Előrehaladott malignus daganat, haematológiai betegség
- Súlyos, progresszív krónikus betegség cachexiával
- Súlyos többszervi elégtelenség
- Súlyos központi idegrendszeri károsodás, központi idegrendszeri vérzés
- Szemtanú nélküli szívmegállás, 30 percnél hosszabb CPR dokumentált tudatvisszatérés nélkül
- Vérzés, kontraindikált az antikoaguláció
- Immunszuppresszió
- Idős életkor?
- Obezitás?



Abszolút kontraindikációk

- 75 év feletti életkor
- Csontvelő-átültetésben részesült betegek
- Végő stádiumú betegség vagy kezelhetetlen malignus daganat
- Child-Pugh B vagy C stádiumú májcirrózis vagy sárgaság/ascites/encephalopathia
- Súlyos agyi sérülés
- Súlyos szívbetegség, cardiomyopathia (VAD vagy inotropok)
- Krónikus veseelégtelenség (CKD 5) vagy krónikus dialízis



ECMO részei

1. Pumpa
2. Oxigenátor
3. ECMO-kör
4. Kanülök





1. Pumpa

- Okkluzív-roller (HD)
- **Nem okkluzív-centrifugális:**
 - **RPM:** fordulatszám
 - P1: nyomás a pumpa előtt (mennyire kell szívni a vért)
 - P3: nyomás az oxigenátor, pumpa után (mennyivel kell visszaadni a vért)
 - áramlás sebessége függ: RPM, P1, P3
 - **P1,P3 nő, de RPM állandó → áramlás csökken**





2. Oxigenátor

- **Cardiohelp:** pumpa+gázcserélő + hőcserélő
- Érzékelők: bemeneti SpO₂, hemoglobin, hematokrit és hőmérséklet
- Bioline trombózisellenes felület
- Az integrált rendszer könnyebben beállítható, előkészíthető és szállítható.





3. ECMO-kör

- PVC + lágyító anyag
- hossza és átmérője befolyásolja a véráramlást
- cső méret a vénás drénezés ellenállása a lehető legkisebb legyen
- felnőtt ECMO-körökben használt csövek külső átmérője 3/8 hüvelyk
- 1m ilyen méretű csőben, 100 Hgmm nyomásgradiens mellett a véráramlás általában körülbelül 5 l/perc



4. Kanülök

**Kivevő/vénás
kanül: 21-25 Fr.**



**Visszaadó/artériás
kanül: 21-23 Fr**





Kezelés indítása

- Fordulatszám (RPM): 1000-ről fokozatosan emelni a beteg CO-nak 80%-ig
- FiO2: 1
- Frissgáz áramlás 3l/min-ről pCO2 alapján változtatni





ECMO beállításai:

- **ECMO véráramlás:** csökkenését észlelni
Cél: a beteg perctérfogatának 2/3-a
- **Riasztási határok:**
 - **Venás p:** -100-150 Hgmm
 - **Artériás p:** 400/500 Hgmm
 - **deltaP:** pre és poszt membrán nyomás különbsége, emelkedése az oxigenátor bealvadását jelzi, riasztási határ 2x kiindulási érték vagy 50 Hgmm, amelyik az alacsonyabb





ECMO beállításai:

- **Friss gázáramlás:** a beteg artériás PaCO_2 -értékének alapján:
 - Magas artériás PaCO_2 esetén növelni kell
 - Alacsony artériás PaCO_2 esetén az FGF-t csökkenteni kell, de legalább a véráramlás felénél kell tartani. Ha az FGF nulla, a beteg már nem részesül ECMO-támogatásban
- Ha az FGF több mint kétszerese az ECMO véráramlásnak, vagy az FGF már 11 l/perc, akkor fontolóra kell venni az oxigenátor meghibásodásának lehetőségét





Lélegeztetés: Protektív/ultraprotektív lélegeztetés

- Alveolusok túlfeszülésének megelőzése: VT
6ml/ttskg ill. 4ml/ttskg, Pplateau < 30 ill. < 25 vízcm
- Hyperoxia kerülése: FiO₂ 0,3-0,5, cél PaO₂ 55-80 Hgmm
- Alveolusok ciklikus kollapszusának megelőzése: PEEP
≥10 H₂Ocm (beállítása Pdriving számításával)
- Légzésszám: 10-30/min



Hypoxia

pO₂: 55Hgmm, SpO₂: 86%

- gyakori probléma: változik a beteg oxigénfogyasztása, szívteljesítménye
- Az oxigénellátás alapjai ECMO-kör – az ECMO vér- és frissgázáramlás beállítása
- A jelentős recirkuláció kizárása
- A keringési térfogat helyreállítása



Hypoxia-teendők

- cél a 90 vagy akár >100 g/l Hb elérése
- hemolízis (Bi, LDH, haptoglobin) ?
- A kanül pozíciójának felülvizsgálata (UH, RTG)
- Második hozzáférési kanül fontolóra vétele – nagy áramlású konfiguráció
- Béta-blokkoló kezelés a perctérfogat csökkentésére



Folyadék, haemodinamika

- Indirekt módon, a pH, PaCO₂, PaO₂ normalizálásával javul a balkamra funkció, koronáriakeringés
- Pulmonalis artéria katéterezés és thermodilúciós invazív monitorizálás nem megbízható
- Restriktív folyadék stratégia



Antikoagulálás

- Nem frakcionált heparinnal
- ATC vagy aPTI, antiXa vezérelten
- Invazív beavatkozások időzítése: fordulatszám emelése, Na-heparin adás felfüggesztése 6 órára



„Szokásos intenzív osztályos kezelés”

- Szedálás: Propofol (cave: lipid), midazolam, dexmedetomidin, ketamin
- Neuromuscularis blokádnak?
- Antibiotikum: profilaktikusan nem, célzott kezelés
- Ulcusprofilaxis
- Táplálás: korán enteralisan, protein 1.5-3 g/kg/nap, kalória 18-25 kcal/kg/nap
- Mobilizálás



Szövődmények

Intracranialis
vérzés, stroke



Haemolysis

Vénás trombózis



Masszív vérzés

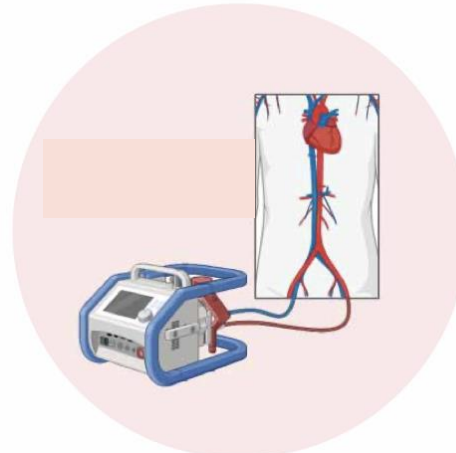


VA-ECMO specifikus
szövődmények



Végtag ischaemia

Harlequin szindróma



Sepszis és többszervi
elégtelenség



Oxygenátor hiba



Kanülálással
kapcsolatos
problémák





Leszoktatás

- Amikor a nyugalmi beállítások mellett a légzési volumen eléri a 4-6ml/kg-ot, javul a tüdő státusza, mRtg-n nő a légatartó területek mérete
- „Oxygen challenge test”: FiO₂ 1, 30min, Vt 6ml/tskg, PaO₂: >220 Hgmm
- ECMO-véráramlás 3 l/min-re való csökkentése
- friss gázáramlás fokozatos csökkentése: 1l/min/h, ellenőrizzük a PaCO₂-t, pH >7.30
- 4-6 óra múlva PaO₂ >60 Hgmm és a PaCO₂ megfelelő (pH >7.30) elfogadható lélegeztetési paraméterek mellett, megfontolandó a leállítás



Leállítás

- leállítjuk a heparin infúziót 3-4 órára, majd APTI kontroll
- A leálláshoz, a kanülök kihúzásához, érsebész, pumpatechnikus részvétele szükséges
- A légembólia elkerülése végett a beteget laposan fektetjük, szedáljuk, relaxáljuk
- Az extracorporális körben lévő vér visszaadható



Konklúzió

- 1:1 a beteg szakképzett nővér arány
- Folyamatos képzés, tapasztalatszerzés szükséges
- Eredményes kezelések, sok lehetséges szövődménnyel, problémával



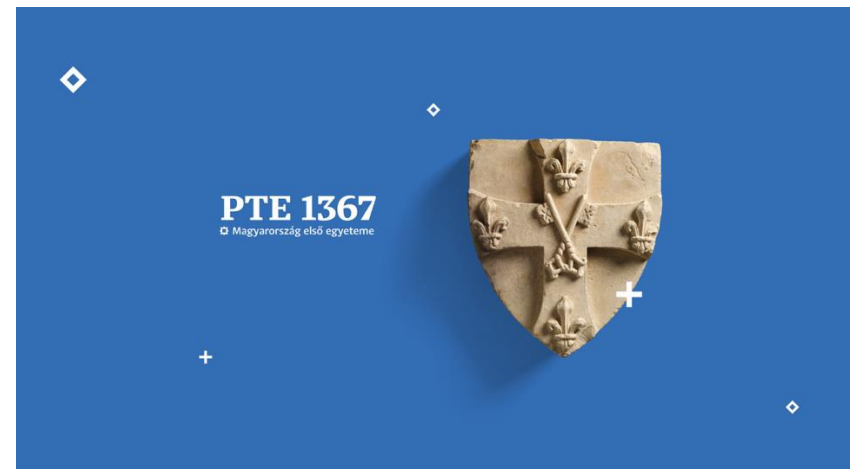


Saját betegeink

- 2020 óta 17 beteg, 11 COVID-os
- 24-72 év
- 13 beteg 100kg feletti
- 7-37 nap
- 2 CRRT
- 2 vérzéses szövődmény
- COVID pandémiában 7/11, azóta 1/6 exit



Pécsi Tudományegyetem
1367



Köszönöm a figyelmet!

