

UTILIZZO DELL'ECMO NEL TRATTAMENTO DEL PAZIENTE IPOTERMICO

Umilmente

dott. Claudia Vergot

Anestesia e Rianimazione 2

Trento

Negli anni '40 si iniziò a mettere a punto una tecnologia atta a consentire un'adeguata ossigenazione del sangue e/o a sostituire in toto la funzione ossigenante del polmone, impiegata su modelli animali e negli anni '70 usata in clinica.

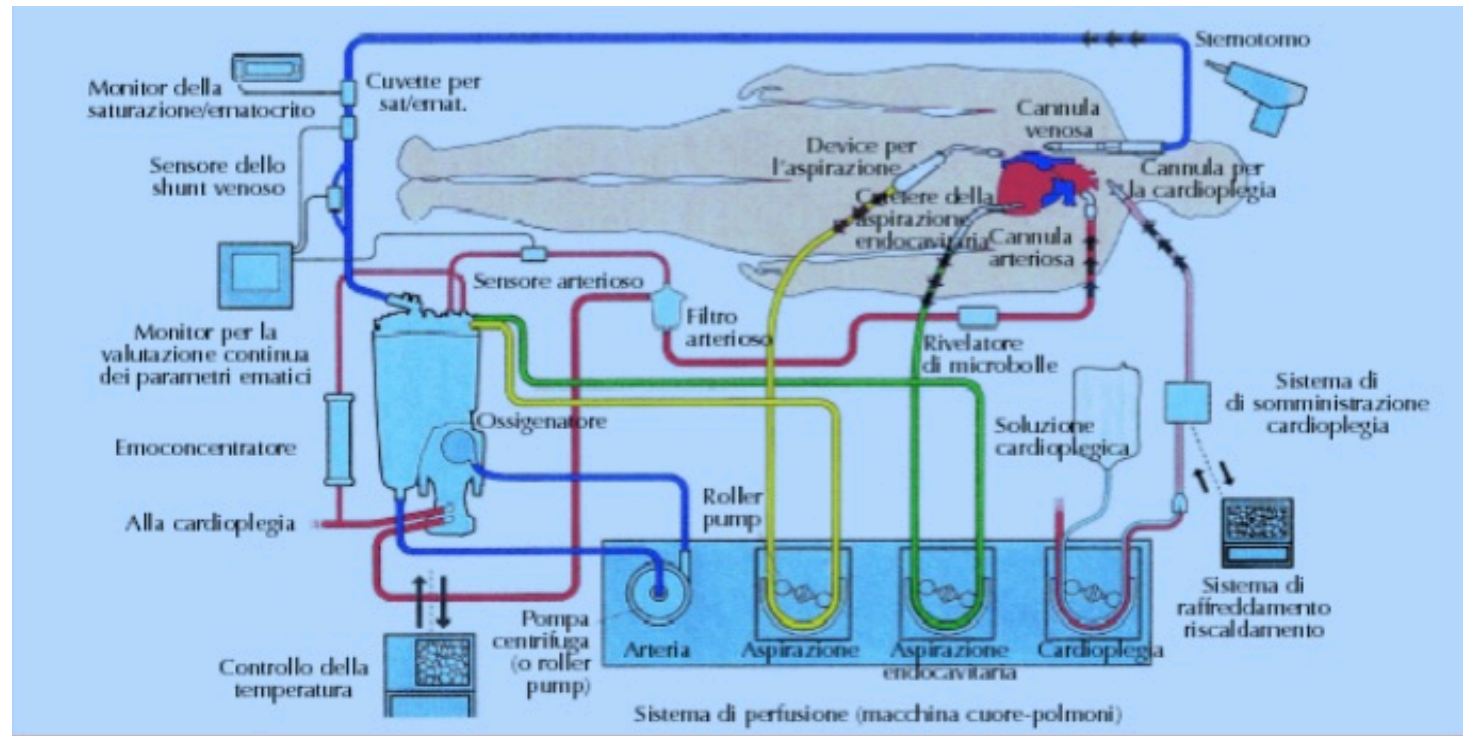
Questa tecnologia associata all'azione di una pompa per vicariare la funzione cardiaca trova 2 impieghi:

- **Circolazione ExtraCorporea (CEC) o Bypass CardioPolmonare (BCP)**
- **ExtraCorporeal Membrane Oxigenation**

CEC/BCP

Tecnica di perfusione artificiale che consente di mantenere condizioni emodinamiche e metaboliche pressochè normale di organi ed apparati durante la sospensione temporanea della funzione cardiaca e polmonare

CEC



CEC

Il principio base consiste in:

- drenaggio del sangue venoso da cannule posizionate nelle vene cave o direttamente in atrio nel reservoir venoso
- Dal reservoir venoso, attraverso una pompa centrifuga/roller che genera un flusso anterogrado arriva all'ossigenatore
- Dall'ossigenatore il sangue diventato "arterioso" viene reimpresso nel sistema arterioso sistemico grazie ad una cannula in aorta ascendente

ECMO

Tecnica di supporto cardiopolmonare che si è dimostrata efficace nel ridurre la mortalità nei pazienti con insufficienza cardiaca e/o respiratoria acuta grave potenzialmente reversibile.

Non è quindi un intervento terapeutico ma di supporto al fine di mantenere il cuore e/o i polmoni a riposo permettendo così il loro recupero funzionale.

Differenze CEC ed ECMO

DURATA DEL SUPPORTO

GLI ELEMENTI COSTITUENTI

LE SEDI DI IMPIANTO

PROLONGED EXTRACORPOREAL OXYGENATION FOR ACUTE POST-TRAUMATIC RESPIRATORY FAILURE (SHOCK-LUNG SYNDROME)

Use of the Bramson Membrane Lung

J. DONALD HILL, M.D., THOMAS G. O'BRIEN, M.D., JAMES J. MURRAY, M.D., LEON DONTIGNY, M.D.,
M. L. BRAMSON, A.C.G.I., J. J. OSBORN, M.D., AND F. GERBODE, M.D.

NEJM, 1972



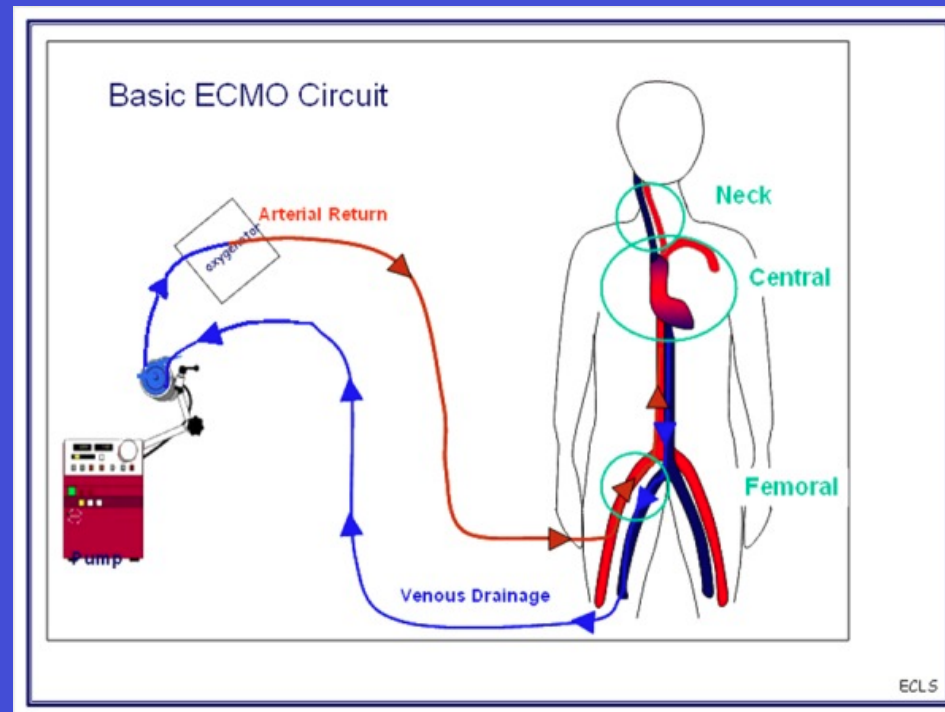
**Bramson
ECMO
machine**

The ECMO circuit: *Central Unit Controller*



ECMO

Venous blood is removed from the patient and pumped through an oxygenator where oxygen enters into the blood and carbon dioxide diffuses out. The oxygenated blood is then pumped back into an artery or vein. Venous and arterial access is obtained from vessels in the groin, neck or chest



ECMO

- Centrifugal pump → flow
- Membrane oxygenator
 - Oxygenation
 - CO2 removal
 - **Heat exchanger**
- Inflow and outflow cannulas
 - Veno-arterial ECMO: VA ECMO: central/periferic
 - Veno-venous ECMO: VV ECMO

} Gas exchange

ECMO

- **CANNULE DI INFLOW ED OUTFLOW:**

VA ECMO:-centrale:atrio dx/aorta (torace aperto)

-periferico :v.giugulare-femorale/a.succlavia/femorale

VV ECMO:- giugulare/femorale, femoro/femorale, Avalon

- POMPA CENTRIFUGA genera il flusso verso l'ossigenatore e quindi la reinfusione
- OSSIGENATORE A MEMBRANA
- SCAMBIATORE DI CALORE

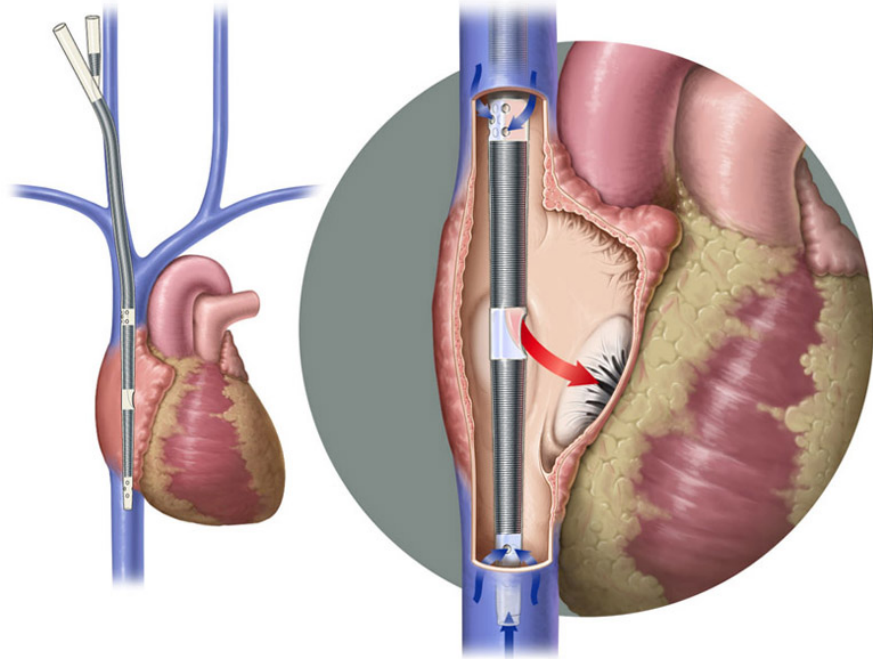
CANNULE

- SITO
- TIPOLOGIA DI INSERZIONE
- MISURE
- EMOCOMPATIBILITA'
- PROPRIETA' ANTITROMBOTICHE
- Heparin-bonded: processo chimico-fisico di fissazione di eparinoidi delle superfici interne

ECMO Cannule

	Peripheral ECMO	Central ECMO
Arterial Cannula	15 – 21 F	19F
Venous Cannula	25 - 30 F	32 F
Left vent	IABP	12/15 F
Reperfusion	6-10 F	-

AVALON



POMPA che genera il flusso

Pompa centrifuga/levitazione magnetica:

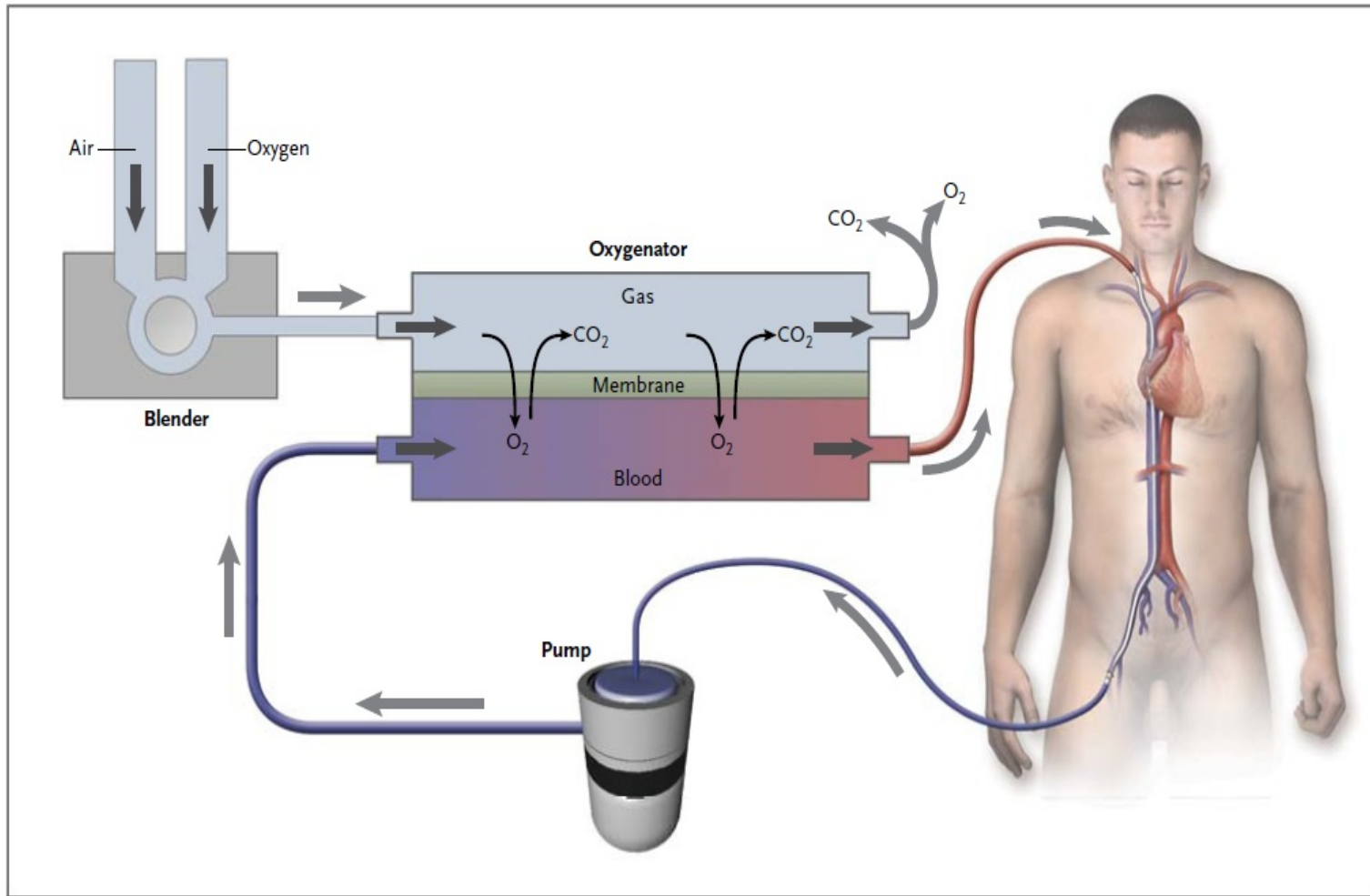
- campana, interposta al circuito tra la linea di drenaggio e l'ossigenatore
- motore, in cui è alloggiata la campana, non entra in contatto con il sangue ma determina il movimento del rotore interno alla campana (drive magnetico/campo magnetico)
- sito di ingresso del flusso
- sito di efflusso verso l'ossigenatore
- DRIVE UNIT controllo la velocità di rotazione della pompa (RPM) e il flusso (L/MIN)

Centrifugal pumps



Extracorporeal Membrane Oxygenation for ARDS in Adults

N Engl J Med 2011;365:1905-14.



OSSIGENATORE (POLMONE ARTIFICIALE)

Ampia superficie aria/sangue, costituita da fibre cave, in cui scorre una miscela di aria e ossigeno che viene fatta scorrere controcorrente al sangue favorendo lo scambio per diffusione di O_2 e CO_2

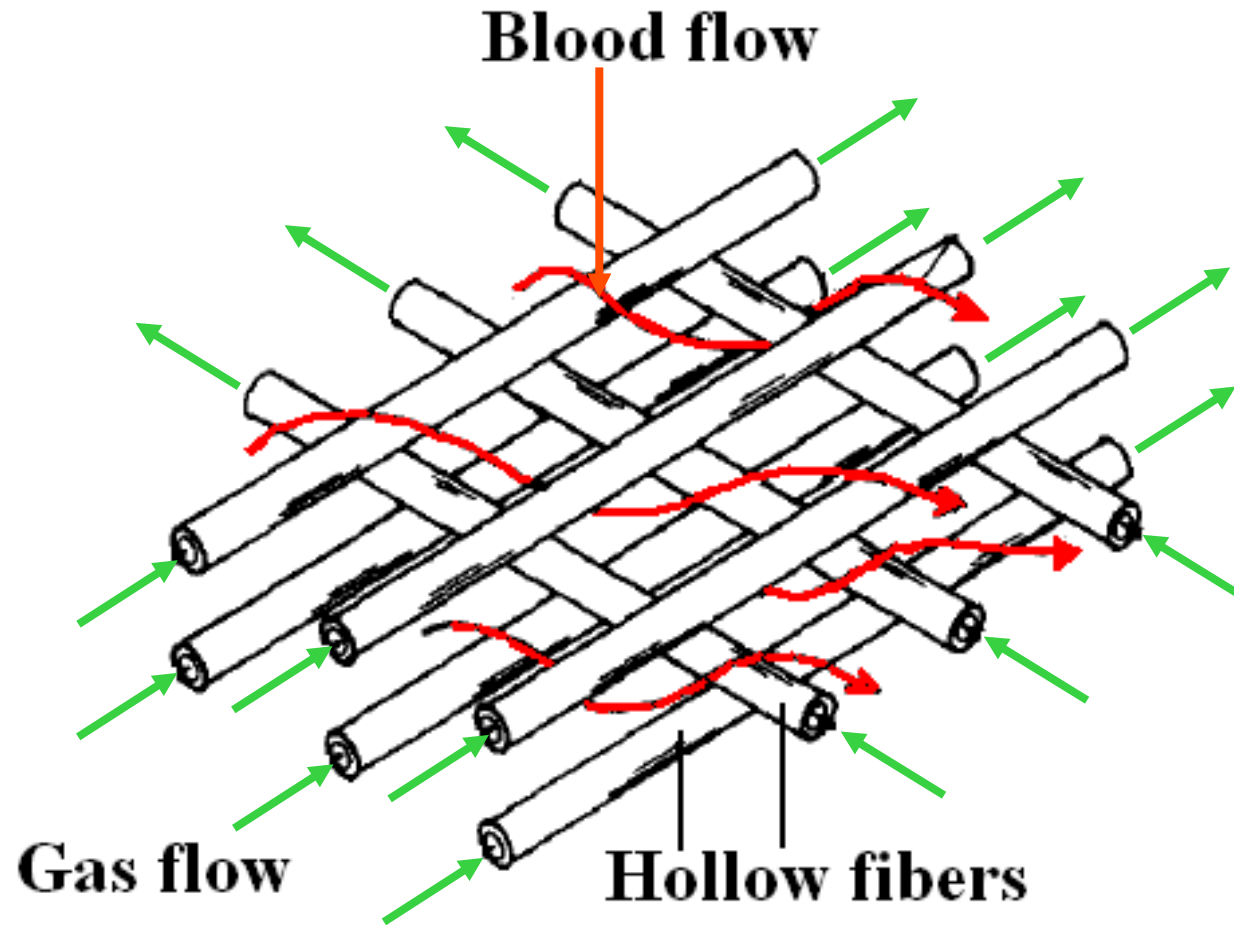
Il controller dell'ossigenatore consente di modificare il flusso dei gas freschi e la frazione di O_2 .

Aumentando il flusso si riduce la frazione di CO_2 in fase gassosa incrementando il gradiente sangue/miscela favorendo il passaggio.

Aumentando O_2 si aumenta il gradiente miscela/sangue .

Oxygenator 2.0

Polymethylpentene, Hollow fibers



SCAMBIATORE DI CALORE

Integrato con la membrana dell'ossigenatore, rifornito di acqua a temperatura controllata da un'unità riscaldante.

Gli scambi termici avvengono per convezione forzata attraverso un gradiente termico.



2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care

Significant New and Updated Recommendations

- ECPR, also known as venoarterial extracorporeal membrane oxygenation, may be considered as an alternative to conventional CPR for select patients with refractory cardiac arrest when the suspected etiology of the cardiac arrest is potentially reversible during a limited period of mechanical cardiorespiratory support.

2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care

2015 Recommendation—New

There is insufficient evidence to recommend the routine use of ECPR for patients with cardiac arrest. In settings where it can be rapidly implemented, ECPR may be considered for select patients for whom the suspected etiology of the cardiac arrest is potentially reversible during a limited period of mechanical cardiorespiratory support (Class IIb, LOE C-LD). Published series have used rigorous inclusion and exclusion criteria to select patients for ECPR. Although these inclusion criteria are highly variable, most included only patients aged 18 to 75 years, with arrest of cardiac origin, after conventional CPR for more than 10 minutes without ROSC. Such inclusion criteria should be considered in a provider's selection of potential candidates for ECPR.

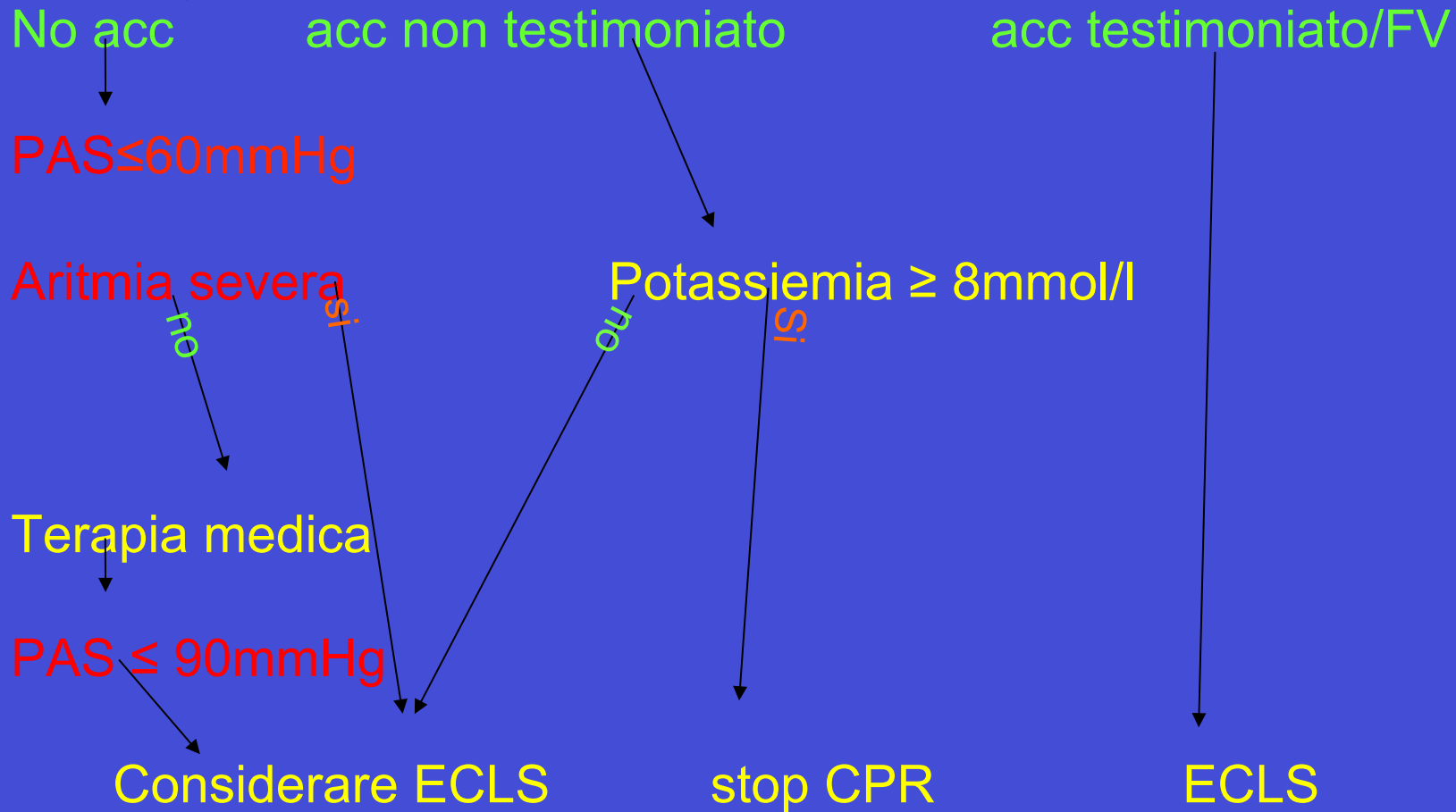
ERC GUIDELINES 2015

Hypothermic patients without signs of cardiac instability (systolic blood pressure ≥ 90 mmHg, absence of ventricular arrhythmias or core temperature ≥ 28 °C) can be rewarmed externally using minimally invasive techniques (e.g. with warm forced air and warm intravenous fluid). Patients with signs of cardiac instability should be transferred directly to a centre capable of extracorporeal life support (ECLS).

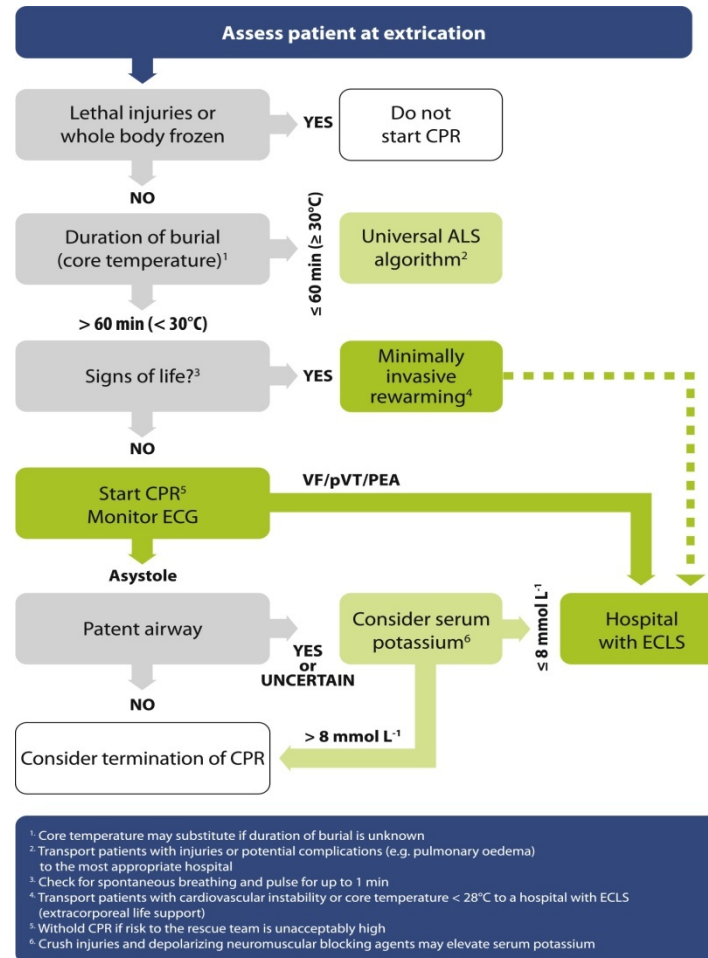
Unless the patient goes into VF, rewarm using active external methods (i.e. with forced warm air) and minimally invasively methods (i.e. with warm IV infusions). With a core temperature < 32 °C and potassium < 8 mmolL⁻¹, consider ECLS rewarming. Most ECLS rewarmings have been performed using cardiopulmonary bypass, but more recently, veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) has become the preferred method due to its rapid availability, the need for less anti-coagulation, and the potential to prolong cardiorespiratory support after rewarming.

INDICAZIONI

Ipotermia accidentale



INDICAZIONI ALL'ECMO IN PAZIENTI CON IPOTERMIA ACCIDENTALE SEVERA TRAVOLTO DA VALANGA



"Protocollo condiviso tra i centri di riscaldamento invasivo di Innsbruck(A), Trento, Treviso e Bergamo"

Partecipanti:

Dr.Kauffmann (Innsbruck), Dr.Mair (Innsbruck), Dr.Forti, (Treviso), Dr.Sasso (Treviso), Dr.Salaroli (Bergamo), Dr.Terzi (Bergamo), Dr.Vergot (Trento), Dr.Motta (Trento), Dr.Armani (Trento), Dr.Rauch(Aiut Alpin)

Classificazione dell'ipotermia:

C'è consenso sulla classificazione dell'ipotermia in 3 stadi clinici in base alla temperatura corporea centrale "TC":

"safe" (>30° TC),

"danger" (26-30°TC),

"critical" (<26°TC)

I
nostri 3 stadi **non** sono in contrasto alle linee guida ERC, ma sono adattati alle situazioni regionali e alle strutture sanitarie esistenti e dovrebbero **semplificare la valutazione clinica.**

Si sottolinea che il metabolismo cerebrale subisce un cambiamento netto (protezione cerebrale ipotermica) intorno ai 28°C.

In caso di valori al di sopra dei 30°C il processo decisionale durante una rianimazione deve corrispondere ad una situazione di normotermia!

Linee guida ICAR 2015:

si parla di **stadi I- V**, tra cui

III: severe: unconscious, vital signs present, core temp 28-24°

IV: cardiac arrest or low flow, no or minimal vital signs. core temp <24°

Per i 3 stadi clinici si raccomanda le seguenti strategie cliniche:

"safe" (>30° TC):

trattamento in **ospedale periferico con ICU** (dotato di apparecchiature per il riscaldamento esterno del paziente e competenza clinica appropriata)

"danger" (26-30°TC):

possibilità di complicanze!

Trattamento del paziente in **ospedale periferico in casi scelti** in base a:

- Ospedale:

competenza clinica appropriata dell'equipe e dotazione di **apparecchiature** per il riscaldamento esterno

- Paziente:

stabilità del circolo
(instabilità: PAS <90mmHg + aritmia ventricolare persistente o recidivante)

- Circostanze:

condizioni meteo avverse o **altri rischi di trasporto** che non permettano il volo diretto in un centro ECLS

"critical" (<26°TC):

centralizzazione in centro con ECLS
riscaldamento invasivo primario o riscaldamento non-invasivo con ECLS "in standby"

"**danger**":

Si raccomanda di contattare in ogni caso il centro con ECLS di competenza (contatti per consulenza clinica diretta vedi sotto).

Il riscaldamento esterno è molto sicuro!

NON è d'aspettarsi instabilità del circolo in un secondo momento

SE
il paziente **sotto i 30°TC** non viene sottoposto a **procedure invasive o raffreddamento secondario**
(cave:diagnostica!)

Linee guida ICAR 2015:

*"In stage III e IV (<28°) or signs of cardiac instability:
transport patient to ECLS Centre"*

*"signs of cardiac instability:
RR sys <90mmHg or ventricular arrhythmia"*

Linee guida ICAR 2015:

"if an ECLS Centre is not available:

rewarming may be attempted in hospital using active external methods AND minimally invasive methods (warm e.v. infusions)"

Nei centri ECLS della zona **non è sempre possibile** mettere in pratica la raccomandazione delle linee guida!

Generalmente possono essere accettati **solo pazienti selezionati ad alto rischio ("critical" e "danger" con problemi specifici)**

In zona è **sempre possibile una consulenza telefonica diretta.**

In caso di necessità può essere organizzato il trasporto dell'equipe ECLS verso l'ospedale periferico con seguente centralizzazione del paziente in ambulanza.
(Innsbruck e Bergamo)

Proposte per la gestione preclinica di paziente ipotermico in arresto cardiaco:

1. TC < 30°C, arresto testimoniato, o arresto in FV, o "segni di vita" durante BLS/ ACLS:

=> trasferimento (se possibile primario) in un centro con ECLS

2. TC < 30°C, arresto non testimoniato ed asistolia persistente durante ACLS:

=> PRIMA del riscaldamento invasivo: in ogni caso contattare il centro di riferimento per la valutazione della prognosi

3. TC < 24°C, arresto non testimoniato ed asistolia persistente durante ACLS:

=> *valutazione della prognosi molto difficile.....* in caso di dubbio trasferimento in un centro con ECLS dopo consulenza

Linee guida ICAR 2015:

"with a core temp <32° and K+ <8,0 consider ECLS rewarming"

"Resuscitation should be withheld in hypothermic patients only if the cause of cardiac arrest is clearly attributable to a lethal injury, fatal illness, prolonged asphyxia or if chest is incompressible"

misurazione della TC invasiva "reale"!

(spesso si vedranno valori reali al di sopra di 30°C)

Solo al di sotto di 24°C TC l'asistolia può essere "fisiologicamente" indotta dall'ipotermia

se necessario per problemi di trasporto può anche essere fatta in un ospedale periferico:

> *anamnesi*
> *potassio*
(limite "cut off" 8,0)

**TC>30°C
o Potassio >8mmol/l
=> terminare ACLS**

I metabolismo cerebrale subisce un cambiamento netto (protezione cerebrale ipotermica) intorno ai 28°C. In caso di valori al di sopra dei 30°C il processo decisionale clinico durante una rianimazione deve corrispondere ad una situazione di normotermia!

Predittori positivi sull'outcome del paziente ipotermico

Secondo le nostre esperienze cliniche ci sono **3 predittori positivi sull'outcome**:

1. *Arresto testimoniato (p.e. da after drop)*
2. *Arresto ipotermico con fibrillazione ventricolare*
3. *"segni di vita" durante BLS:*

Al contrario di questi predittori positivi: **l'asistolia persistente** durante ACLS per più di mezz'ora ad una TC > 24° è in genere segno di una **prognosi sfavorevole**

Arresto ipotermico e valanga

Per sottoporre un paziente valangato ad un riscaldamento invasivo proponiamo in maniera condivisa come MINIMO INDISPENSABILE:

(vale per il soccorso preospedaliero avanzato)

1. vie aeree libere da neve
2. tempo di seppellimento al di sopra di 60 min se la persona era in salita
3. temperatura esofagea al di sotto di 28°C
(comprende un`ampio margine di sicurezza!)

Il tempo può essere allungato a **90 min** se la persona era in discesa (differenza di vestiario e di conseguenza velocità di raffreddamento sotto la neve!)

I reparti di cardiocirurgia confermano tutti questi requisiti di minima - nonostante essi si distinguono dalle raccomandazioni delle attuali linee guida.

....e di conseguenza in casi specifici ed a base di argomenti validi si potrebbe arrivare ad una decisione più restrittiva (vedi l'evidenza di livello basso nelle linee guida!)

Linee guida ICAR 2015: per pazienti sepolti in arresto cardiaco. criteri "molto sicuri" portano ad una triage molto "protettivo".....

"in severe hypothermia reasons for terminating CPR: avalanche burial >=60min and airway packed with snow and asystole... in absence of ANY of this signs start CPR and transfer the patient to ECLS Centre"

INNSBRUCK

TREVISO

TRENTO:
118→UTI2

BERGAMO
SOREU DELLE
ALPI

VERONA
PADOVA

Tutti i 4 centri di riferimento coinvolti garantiscono un servizio di consulenza h24:

Innsbruck:

Centralino - 0043-512 504, chiedere Anästhesie "Herz/Transplant Oberarzt"
(in italiano: „Anestesista cardiocirurgica e dei trapianti“ - i centralinisti parlano italiano!)

>> Possibilità di trasporto del loro team con l'ECMO all'ospedale dove si trova il paziente

TRENTO:

contatto con **Anestesia e Rianimazione 2** attraverso **118**

TREVISO:

Contatto con la cardiocirurgia **attraverso il Nr verde del 118:**
800 854 066

BERGAMO:

Contatto : **SOREU delle ALPI** ,

Numero Verde : 800251309 – al risponditore digitare 4-Flotta;

la richiesta sarà processata dall'Operatore Tecnico addetto alla Flotta.

a. Proposta di Riscaldamento di pazienti pediatrici da territorio FUORI della Regione Lombardia e pazienti adulti FUORI Regione Lombardia

b. Richiesta di consulenza clinica "meet the expert" in tempo reale

>> Possibilità di trasporto del loro team con l'ECMO all'ospedale dove si trova il paziente

BAMBINI:

I centri di riferimento per pazienti pediatrici al di sotto di 40 kg sono

Verona e Padova!

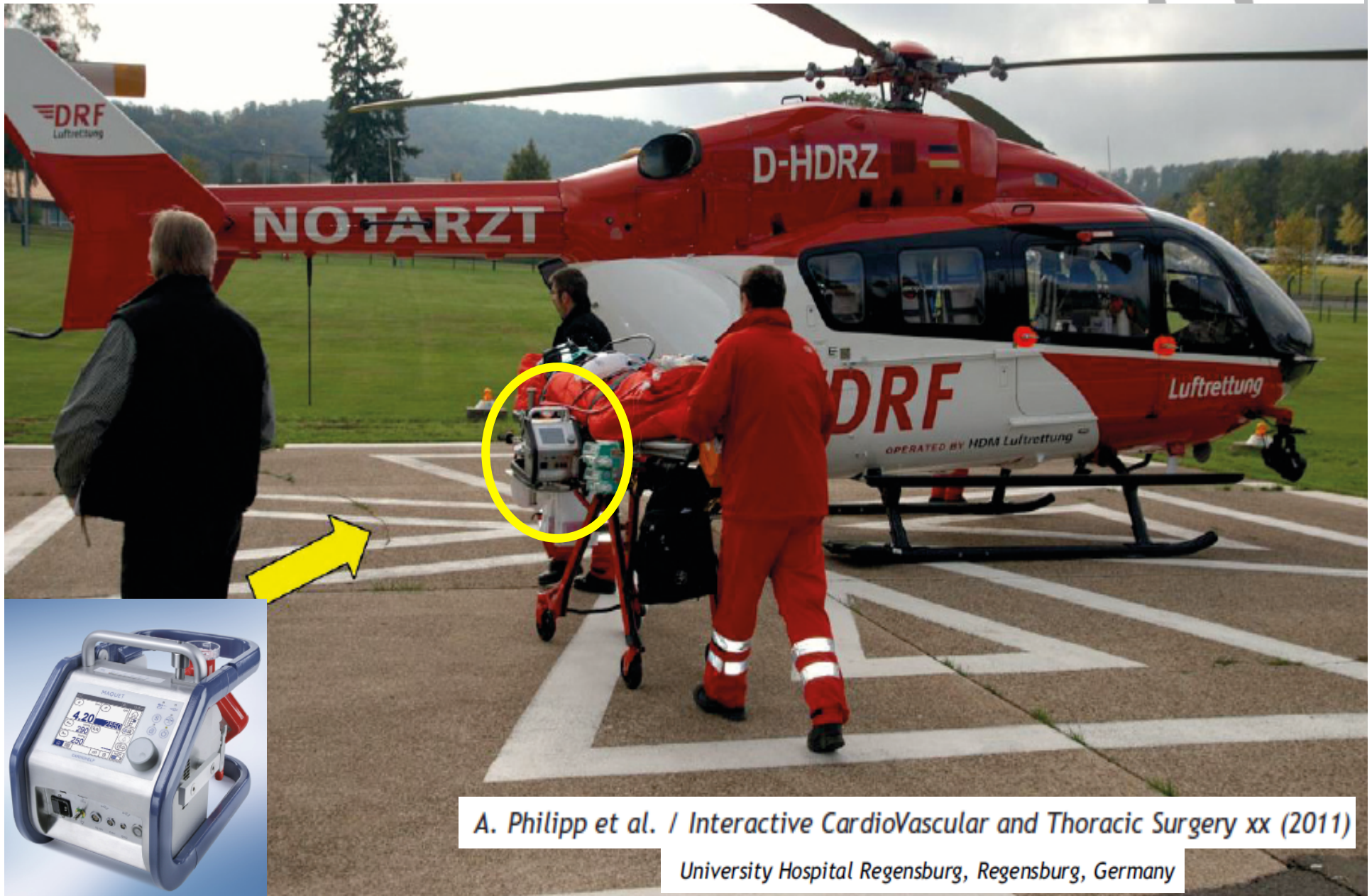
BERGAMO ed INNSBRUCK sono in grado di riscaldare bambini critici senza limite di peso.

Per Trento e Treviso vale un limite di peso di 40 kg.

ECMO COMPLICANZE

- EMORRAGICHE
- TROMBOEMBOLICHE
- SETTICHE
- INFIAMMATORIE-MULTIORGANO
(polmone-rene)

First experience with the ultra compact mobile extracorporeal membrane oxygenation system Cardiohelp in interhospital transport



A. Philipp et al. / Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery xx (2011)

University Hospital Regensburg, Regensburg, Germany

CASO CLINICO MARZO 2014

Bimba di 6a. affetta da sdr di Williams, presenta esclusivamente un deficit cognitivo di grado lieve-moderato con alterazione dell'orientamento spaziale

CASO CLINICO MARZO 2014

Una domenica stava giocando nella neve presso gli impianti sciistici si allontana dai familiari i quali danno l'allarme dopo circa 30' dall'evento.

Le ricerche portavano, dopo 90' e a circa 200m da dove si trovava, al ritrovamento della bambina immersa (non sommersa) in un ruscello.

CASO CLINICO MARZO 2014

CONDIZIONI CLINICHE:

- stato di coma, GCS 3, midriasi fissa
- asistolica
- ipotermica

CASO CLINICO MARZO 2014

Immediata RCP da parte dei volontari CNSAS e poi dal medico dell'elisoccorso che dopo averla intubata la trasporta presso l'Ospedale S. Chiara di Trento poiché permaneva asistolica e le condizioni meteo non permettevano di arrivare in un centro ECMO pediatrico

CASO CLINICO MARZO 2014

Giunge direttamente in SO della Cardiochirurgia:

Ancora asistolia (MCE)

Ipotermia 23°C

REGISTRO OPERATORIO del cardiocirurgo
CIRCOLAZIONE EXTRACORPOREA DI ASSISTENZA IN PAZIENTE
PEDIATRICA IPOTERMICA IN ARRESTO CARDIACO

la paziente giunge in sala operatoria in MCE e IOT, ipotermica.
polso assente, attività cardiaca non stimabile. non evidenti lesioni
da trauma.

in emergenza si procede a sternotomia mediana;
sospensione del pericardio;

Eparinizzazione completa; cannulazione aorta ascendente e atrio
destro; si procede ad assistenza CEC sino ad ottenimento di
temperatura ed assetto emogasanalitico ottimali.

vent in vena polmonare superiore destra; pronta ripresa
dell'attività cardiaca con ritmo sinusale

impossibile il weaning dalla CEC a causa di marcata ipossia da
insufficienza respiratoria.

si procede ad impianto di ECMO e si lascia a sterno aperto per
l'instabilità emodinamica.

ora	L/min	O2 %	TC sangue	T H2O	pH	K+	lattati
CEC							
15,41	1,000	60	23	25	6,7	7	12
15,45	2,400	60	24,5	28	7,1	4,5	16
16,12	2,400	60	26*	33	7,1	3,5	18
16,55	2,400	60	30	35	7,1	3,5	18
17,35	2,400	60	35	36	7,1	3,8	18
17,42	2,000	60	35	37	7,2	4,5	16
17,48	1,800	60	37	37	7,4	4,5	13
17,52	1,500	60	37	37	7,28	3,7	13
18,12	1,200	Stop-FV					
18,22	1,000	60	37	37	7,31	4,1	10
stop→FV							
18,24	1,000	60	37	37	7,29	5,1	10
18,35	1,500	60					
19,05	2,000	60			7,3	4,2	10
ECMO							
19,35	1,500	60	37	37	7,36	4	11,2
FV							
21,35	2,400	60	37	37	7,44	3,6	11
22,35	2,400	60	37	37	7,35	5,2	10
2,15	2,000	60	37	37	7,45	4,5	6,7
6,05	1,400	60	37	37	7,35	4,5	2,1



Al termine del posizionamento di ECMO viene trasferita in UTI dove la mattina successiva sviluppa subedema polmonare, trattato con NO con graduale miglioramento e sospensione dopo 48ore.

La mattina stessa weaning da ECMO.

Il giorno successivo chiusura sternale e progressiva riduzione delle amine.

Due giorni dopo vista la stabilità emodinamica e respiratoria si esegue TAC total body che evidenziava modico edema cerebrale, fenomeni addensativi polmonari bilaterali, versamento peritoneale.

ETT: buona cinetica biventricolare con lieve falda anecogena priva di impatto emodinamico

Si decide per il trasferimento presso UTI dell'Ospedale Universitario di Padova dove viene desedata ed estubata il giorno dopo.



Make a habit of two things: to help; or at least to do no harm

Hippocrates, 460
BC – 377 BC
Epidemics, Bk I,
Sect V.

GRAZIE!!!!

