

SOCIETAT CATALANA DE MEDICINA INTENSIVA I CRÍTICA

VII CONFERÈNCIA D'EXPERTS

INSUFICIÈNCIA RESPIRATÒRIA AGUDA

**ECMO RESPIRATORI**

*Joan Balcells Ramírez*

*Unitat de Cures Intensives Pediàtriques*

*H. Vall d'Hebron – Barcelona*

# Hoja de ruta

- ✓ **Concepto**
- ✓ Tipo de soporte
- ✓ Indicaciones
- ✓ Aspectos técnicos
- ✓ Aspectos clínicos
- ✓ Resultados

# Concepto

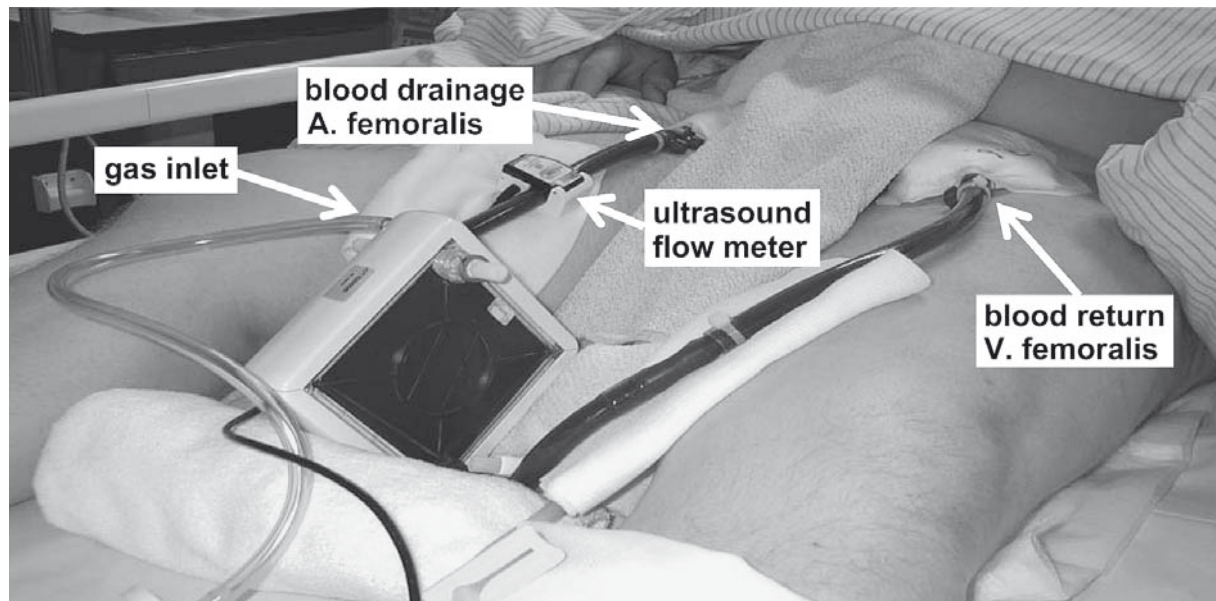
Bomba de sangre



**DISPOSITIVO DE ASISTENCIA VENTRICULAR**

# Concepto

## Oxigenador



**DISPOSITIVO DE ASISTENCIA RESPIRATORIA**

# Concepto

Bomba de sangre + Oxigenador



**OXIGENACIÓN CON MEMBRANA EXTRACORPÓREA**

# ECMO: concepto

Concepto: circuito extracorpóreo  
bomba de sangre  
oxigenador

Soporte: respiratorio  
cardiaco (biventricular)

Dispositivo: corto plazo (30 d)

# Hoja de ruta

- ✓ Concepto
- ✓ **Tipo de soporte**
- ✓ Indicaciones
- ✓ Aspectos técnicos
- ✓ Aspectos clínicos
- ✓ Resultados

# ECMO-R: tipo soporte

<b>VA</b>	veno-arterial
<b>VA+V</b>	veno-arterial + drenaje venoso adicional
<b>VV</b>	veno-venoso
<b>VVDL</b>	veno-venoso con cánula doble luz
<b>VVDL+V</b>	veno-venoso DL + drenaje venoso adicional
<b>VV → VA</b>	veno-venoso conversión a veno-arterial
<b>VVA</b>	híbrido veno-venoso + veno-arterial



# ECMO: tipo soporte

Veno-venoso – **VV** → Soporte **RESPIRATORIO**

Veno-arterial – **VA** → Soporte **CIRCULATORIO**  
y **RESPIRATORIO**

# ECMO-R: tipo soporte

<b>VA</b>	veno-arterial
<b>VA+V</b>	veno-arterial + drenaje venoso adicional
<b>VV</b>	veno-venoso
<b>VVDL</b>	veno-venoso con cánula doble luz
<b>VVDL+V</b>	veno-venoso DL + drenaje venoso adicional
<b>VV → VA</b>	veno-venoso conversión a veno-arterial
<b>VVA</b>	híbrido veno-venoso + veno-arterial

# ECMO-R: tipo soporte

<b>VA</b>	veno-arterial
<b>VA+V</b>	veno-arterial + drenaje venoso adicional
<b>VV</b>	veno-venoso
<b>VVDL</b>	veno-venoso con cánula doble luz
<b>VVDL+V</b>	veno-venoso DL + drenaje venoso adicional
<b>VV → VA</b>	veno-venoso conversión a veno-arterial
<b>VVA</b>	híbrido veno-venoso + veno-arterial

# ECMO VV

## Drenaje venoso

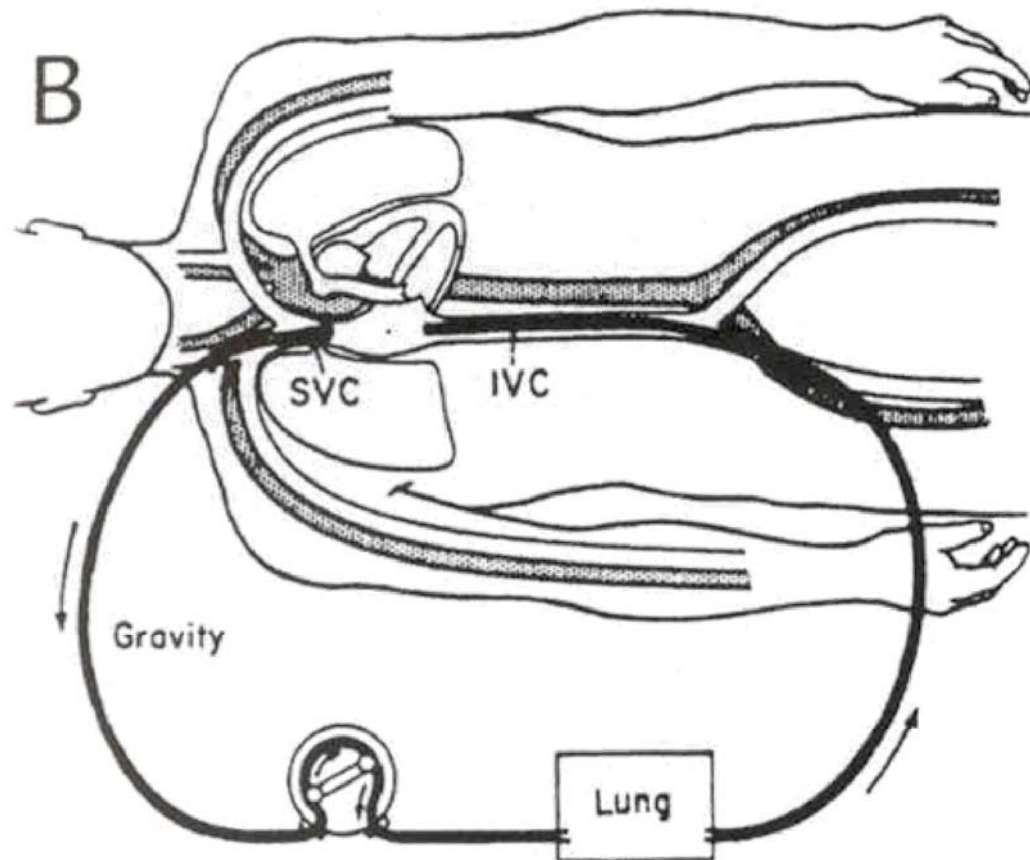
V. yugular

V. femoral

## Retorno arterial

V. yugular

V. femoral



# ECMO VVDL

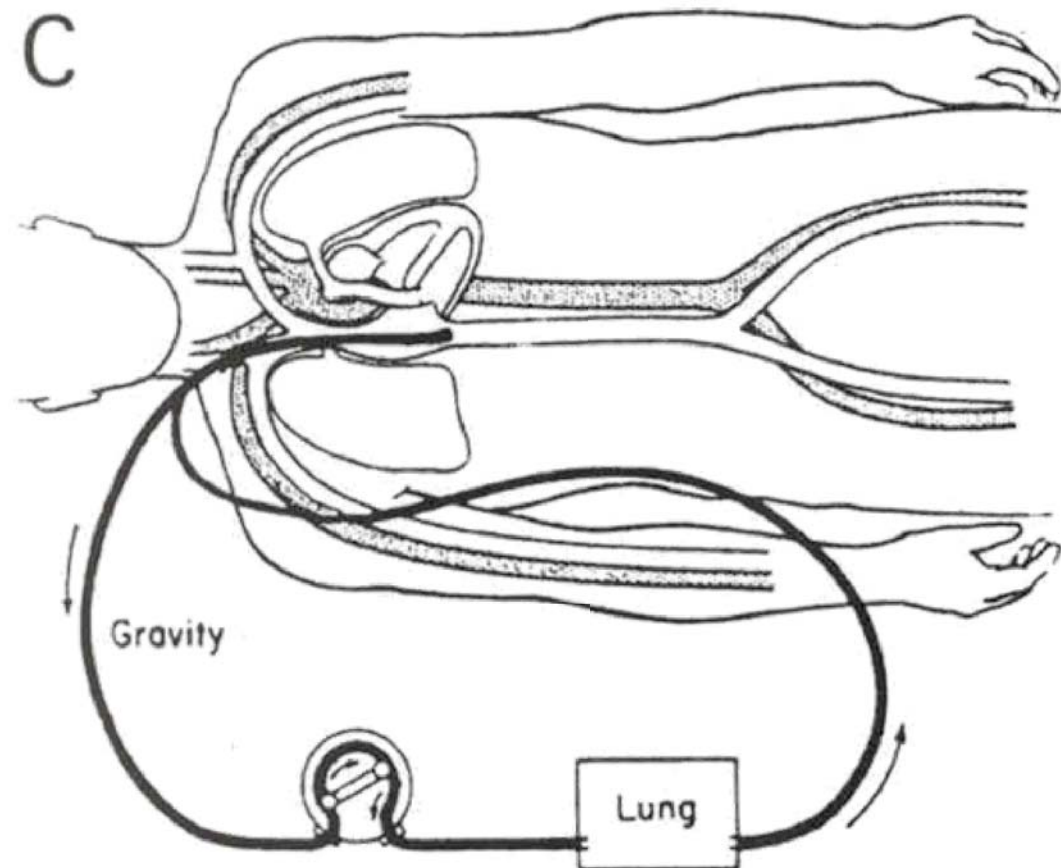
**Drenaje venoso**

V. yugular

**Retorno arterial**

V. yugular

**Cánula única**



# ECMO VVDL

## Diferencias con HFVVC

<i>Calibre catéter:</i>	11.5 Fr vs 31 Fr
Flujo sangre:	0,2 L/min vs 5 L/min
<b>THPCR:</b>	<b>Tiempo Hasta PCR</b>

# ECMO VVDL

## Diferencias con HFVVC

*Calibre catéter:* 11.5 Fr vs 31 Fr

Flujo sangre: 0,2 L/min vs 5 L/min

# Hoja de ruta

- ✓ Concepto
- ✓ Tipo de soporte
- ✓ **Indicaciones**
- ✓ Aspectos técnicos
- ✓ Aspectos clínicos
- ✓ Resultados



# ECMO: Indicaciones

- ✓ Es una técnica que permite **SUSTITUIR** la función de los pulmones
- ✓ A la **ESPERA** de su recuperación
- ✓ En sí, **NO** es una técnica **CURATIVA**, sino una técnica de **SOPORTE**.

# ECMO: Indicaciones

Desde el punto de vista genérico, está indicada en todos los pacientes que:

1. Sufran una disfunción pulmonar y/o cardiovascular muy **GRAVE**.
2. Que dicha disfunción sea potencialmente **REVERSIBLE**.
3. Que haya **FRACASADO** el tratamiento **CONVENCIONAL**

# ECMO: Contra-Indicaciones

## **ABSOLUTAS**

Técnicas

Riesgo hemorrágico

Deontológicas

## **RELATIVAS**

Todas las demás

# Hoja de ruta

- ✓ Concepto
- ✓ Tipo de soporte
- ✓ Indicaciones
- ✓ **Aspectos técnicos**
- ✓ Aspectos clínicos
- ✓ Resultados

# Aspectos técnicos: bombas

Bombas **RODILLO**

*VS*

Bombas **CENTRÍFUGAS**

# Aspectos técnicos: bombas

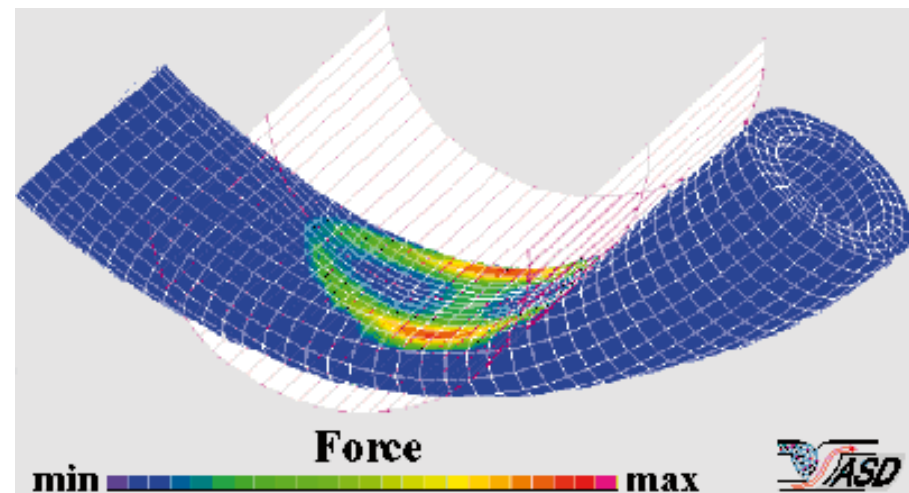
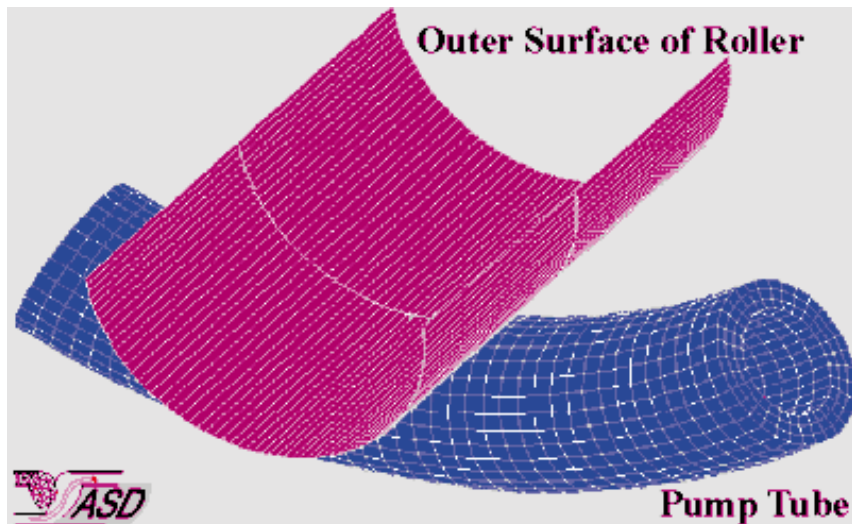
Bomba de rodillo = **FLUJO** constante

Bomba centrífuga = **ENERGÍA** constante

# Bomba de RODILLO

Stockert Pump; 1 click =  $15\mu\text{m}$

Erythrocyte =  $7\mu\text{m}$



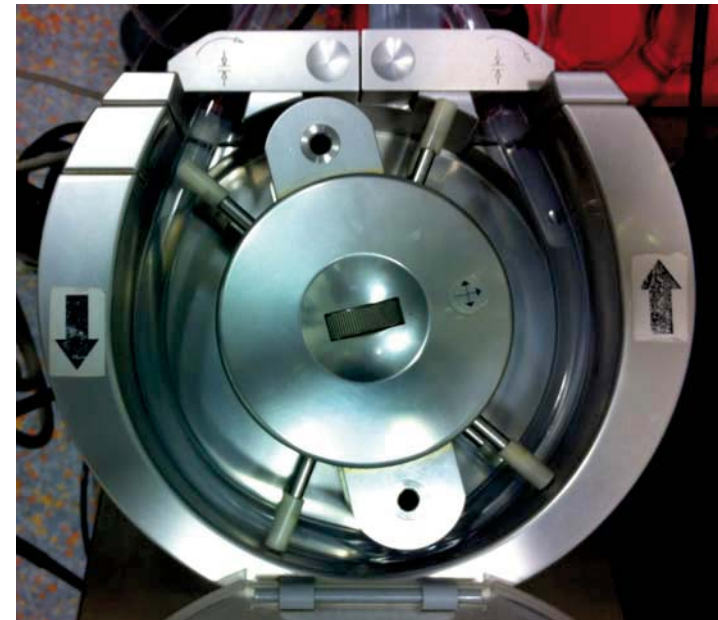
# Bomba de RODILLO

Bomba de **flujo constante – VOLUMEN CONTROL**

**Flujo dependiente de:** diámetro tubuladura  
oclusividad cabezal  
revoluciones pm

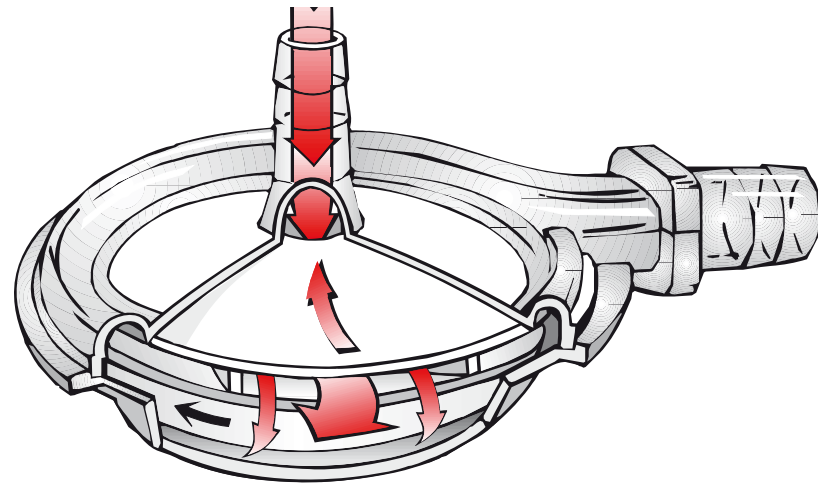
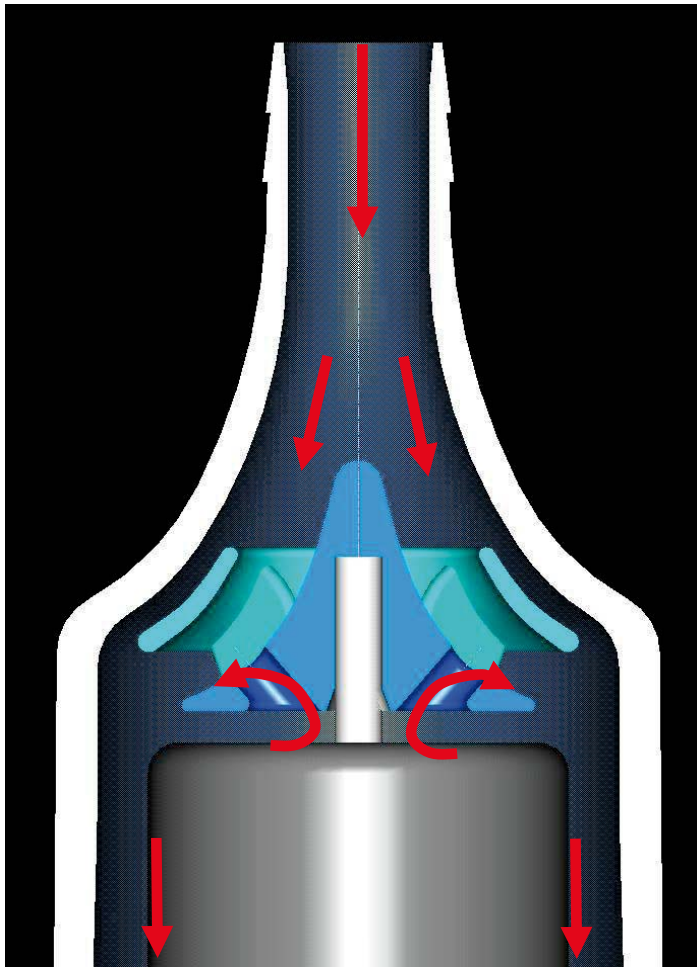
**Ventajas:** flujo constante  
menor hemólisis a flujos bajos

**Desventajas:** precisa circuito alta resistencia  
riesgo de rotura del circuito  
riesgo de bombeo en vacío  
sistema servocontrol





# Bomba CENTRÍFUGA



# Bomba CENTRÍFUGA

Bomba de **energía constante – PRESIÓN CONTROL**

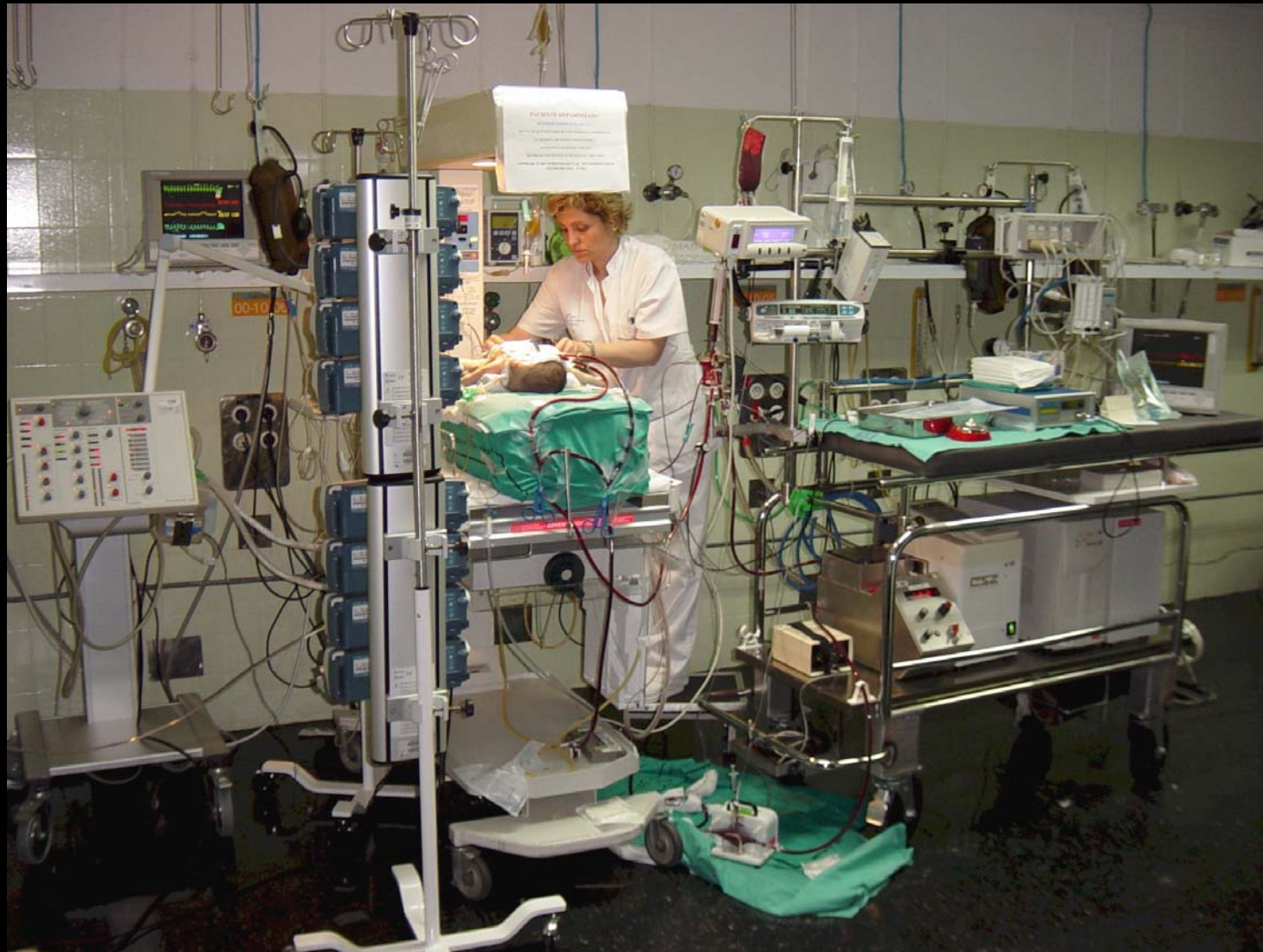
**Flujo dependiente de:** pre - postcarga  
tamaño del cabezal  
revoluciones pm

**Ventajas:** menor hemólisis  
bajo riesgo de rotura circuito  
bajo riesgo de cavitación

**Desventajas:** flujo variable  
mayor hemólisis a flujos bajos



# Bomba de RODILLO



Bomba  
de RODILLO



# Bomba CENTRÍFUGA



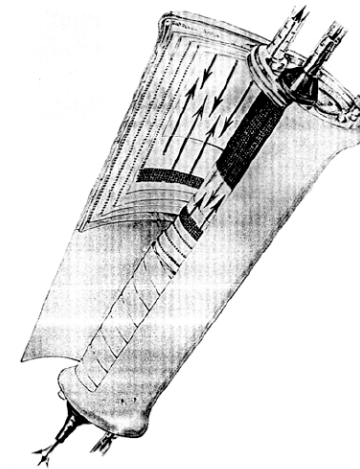
# Bomba CENTRÍFUGA



# Aspectos técnicos: OXIGENADORES

Membrana silicona

Fibra hueca de polimetilpenteno



# OXIGENADORES: fisiología

**Eliminación de CO<sub>2</sub>:** flujo de gas (vol. min)  
superficie membrana

**Oxigenación:** FiO<sub>2</sub>  
flujo de sangre

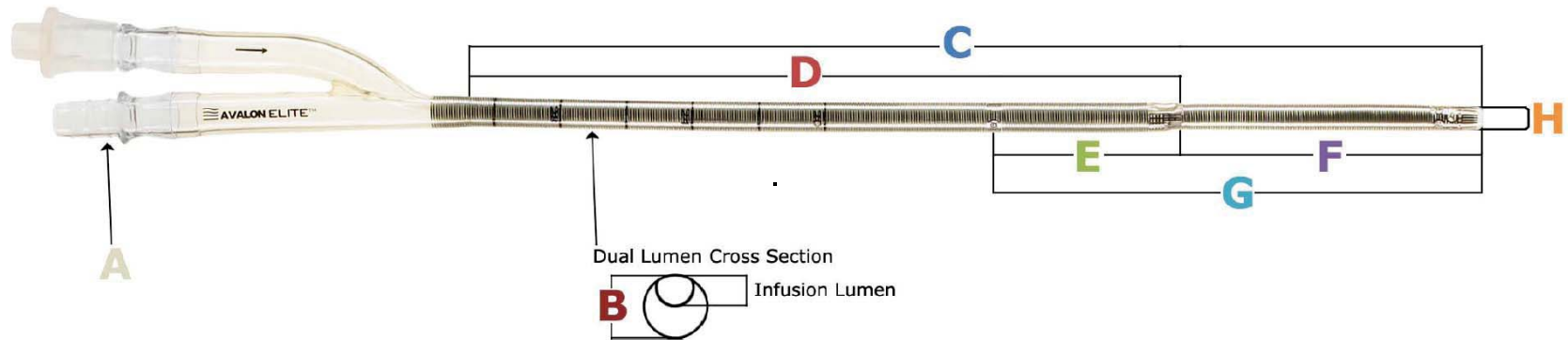


# Cánulas



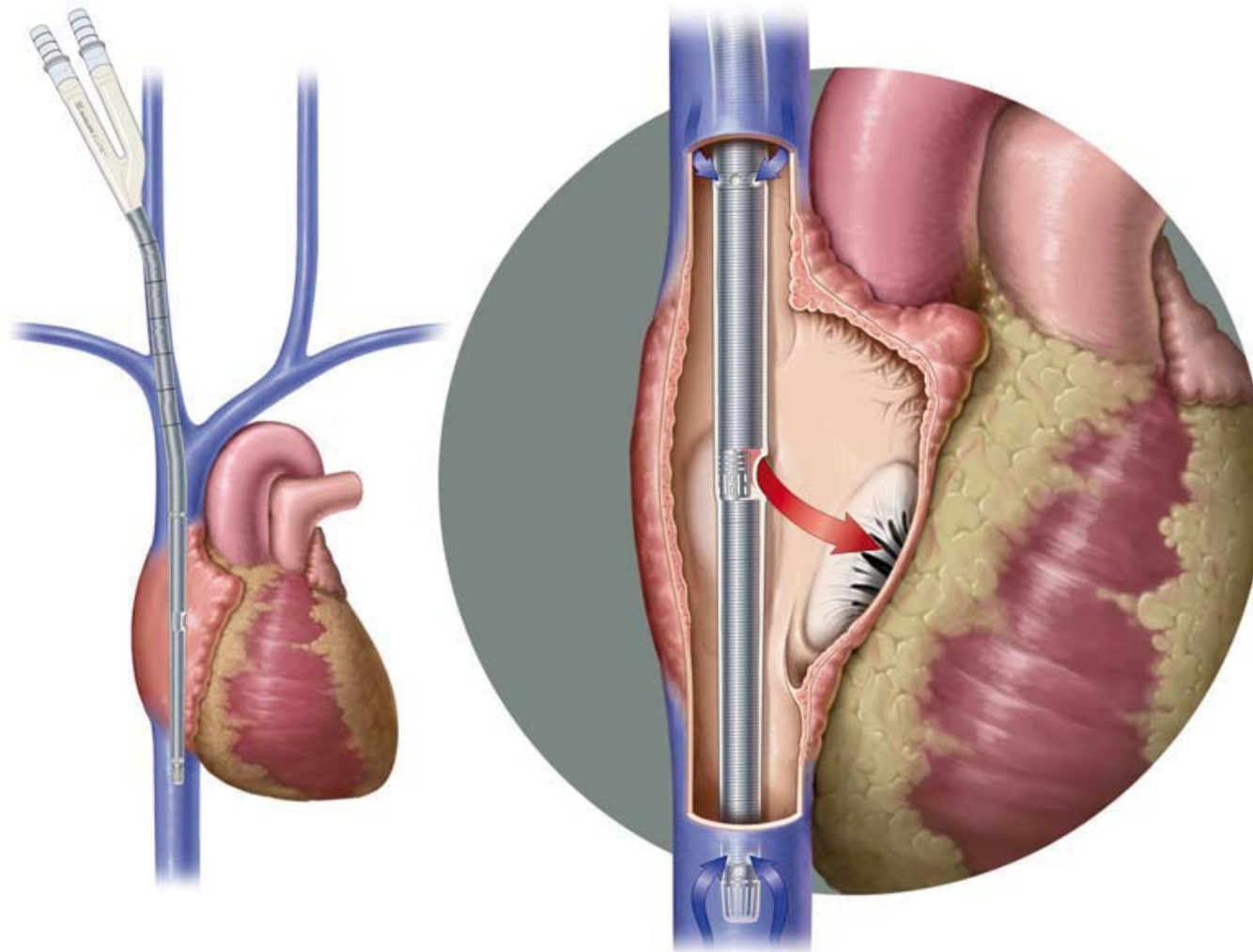
# Cánulas

## Catheter Dimensions



Description	A	B			C		D		E		F		G		H			
	Connector Size	Body Diameter			Insertable Length		Proximal Insertable Body to Infusion Port		SVC to Infusion Port Length		Infusion Port to Tip Length (Lead Length)		SVC to Tip Length		Lead Diameter			
Units	in	Fr.	mm	in	cm	in	cm	in	cm	in	cm	in	cm	in	Fr.	mm	in	
Description Size	Order																	
	10013	1/4	13	4.3	0.17	10	4.0	8	3.0	1.7	0.7	2.8	1.1	4.5	1.8	11	3.7	0.15
	10016	1/4	16	5.3	0.21	13	5.0	9	3.6	3.1	1.2	4.0	1.6	7.1	2.8	14	4.7	0.19
	10019	1/4	19	6.4	0.25	20	7.75	15	5.8	4.3	1.7	5.7	2.3	10.1	4.0	16	5.3	0.21
	10020	3/8	20	6.6	0.26	29	11.5	21	8.3	5.3	2.1	9.4	3.7	14.7	5.8	17	5.7	0.22
	10023	3/8	23	7.7	0.30	29	11.5	21	8.3	5.3	2.1	9.4	3.7	14.7	5.8	20	6.7	0.26
	10027	3/8	27	9.0	0.35	29	11.5	21	8.3	5.3	2.1	9.4	3.7	14.7	5.8	24	8.0	0.31
	10031	3/8	31	10.3	0.41	29	11.5	21	8.3	5.3	2.1	9.4	3.7	14.7	5.8	27	9.0	0.35

# Cánulas



# Hoja de ruta

- ✓ Concepto
- ✓ Tipo de soporte
- ✓ Indicaciones
- ✓ Aspectos técnicos
- ✓ **Aspectos clínicos**
- ✓ Resultados

# Fisiología $DO_2$

## Soporte ECMO

$$DO_2 = \text{flujo} \times \text{Hb} \times \text{Sat \%} \times 1,36$$

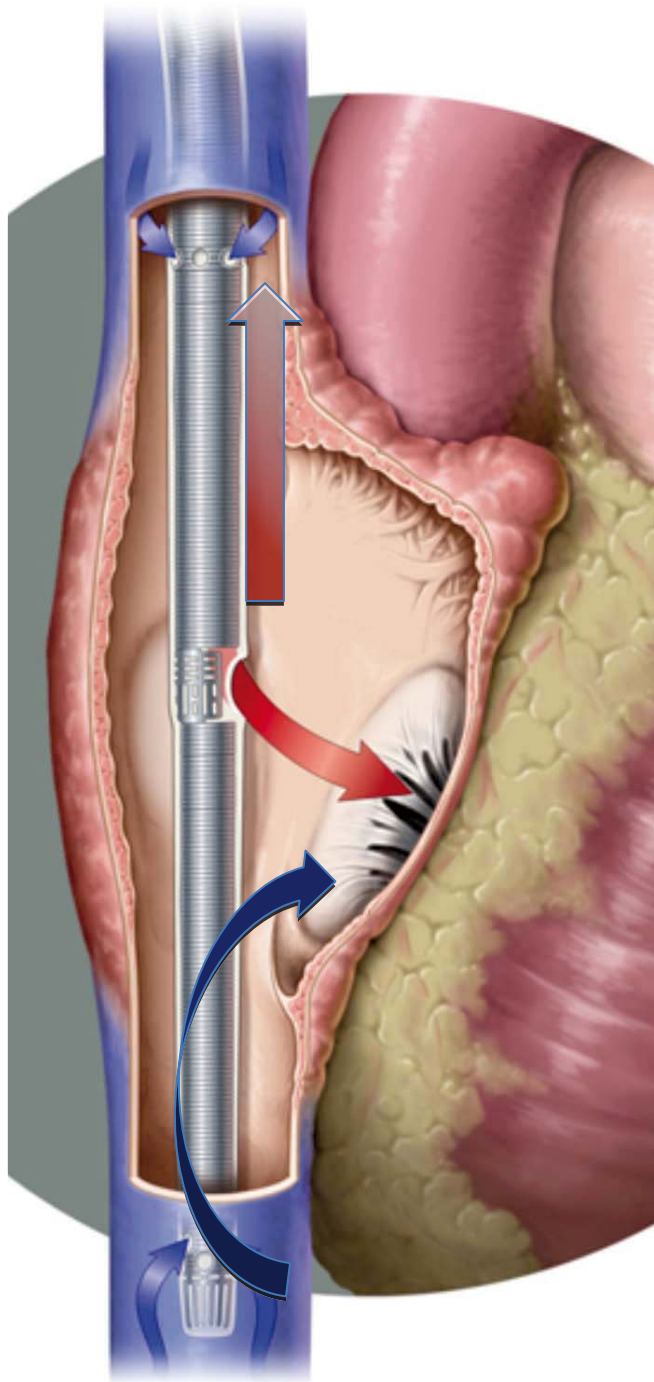
# ECMO-VV: recirculación

## **Recirculación**

Fracción de sangre con Sat.Hb. 100% que vuelve a entrar en el circuito

## **Flujo ECMO efectivo**

Fracción de sangre con Sat.Hb. 100% que va a oxigenar los tejidos del paciente



# ECMO-VV: recirculación

## ***Factores determinantes TASA RECIRCULACIÓN***

1. Diseño del catéter
2. Posición del catéter
3. Flujo de bomba
4. Gasto cardiaco
5. Tamaño de la AD



# Hoja de ruta

- ✓ Concepto
- ✓ Tipo de soporte
- ✓ Indicaciones
- ✓ Aspectos técnicos
- ✓ Aspectos clínicos
- ✓ **Resultados**

# Resultados: ELSO Registry 2009

## Overall Outcomes

	<i>Total Patients</i>	<i>Survived ECLS</i>		<i>Survived to DC or Transfer</i>	
<b>Neonatal</b>					
Respiratory	23,191	19,665	85%	17,478	75%
Cardiac	3,749	2,226	59%	1,454	39%
ECPR	492	309	63%	184	37%
<b>Pediatric</b>					
Respiratory	4,188	2,700	64%	2,325	56%
Cardiac	4,564	2,842	62%	2,121	46%
ECPR	908	473	52%	348	38%
<b>Adult</b>					
Respiratory	1,663	997	60%	853	51%
Cardiac	1,059	510	48%	360	34%
ECPR	381	138	36%	102	27%
<b>Total</b>	<b>40,195</b>	<b>29,860</b>	<b>74%</b>	<b>25,225</b>	<b>63%</b>

# Resultados: ELSO Registry 2009

## Neonatal Respiratory Runs by Diagnosis

	<i>Total Runs</i>	<i>Avg Run Time</i>	<i>Longest Run Time</i>	<i>Survived</i>	<i>% Survived</i>
CDH	5,821	247	1235	2,982	51%
MAS	7,513	130	936	7,036	94%
PPHN/PFC	3,793	149	1176	2,949	78%
RDS	1,474	135	1093	1,244	84%
Sepsis	2,600	140	1200	1,944	75%
Pneumonia	321	229	936	185	58%
Air Leak Syndrome	117	167	656	87	74%
Other	1,856	175	1131	1,169	63%

## Neonatal Respiratory Support Mode Details

	<i>Total Runs</i>	<i>Avg Run Time</i>	<i>Longest Run Time</i>	<i>Survived</i>	<i>% Survive</i>
VA	15,860	173	1235	11,458	72%
VVDL	4,624	145	1133	3,945	85%
VA+V	1,317	178	1176	962	73%
VV-VA	675	235	1229	430	64%
VVDL+V	585	153	642	477	82%
VV	349	148	736	271	78%
Unknown	35	169	1072	20	57%
VA-VV	26	280	885	17	65%
Other	24	227	956	16	67%

# Resultados: ELSO Registry 2009

## Pediatric Respiratory Runs by Diagnosis

	<i>Total Runs</i>	<i>Avg Run Time</i>	<i>Longest Run Time</i>	<i>Survived</i>	<i>% Survived</i>
Viral pneumonia	926	323	1372	587	63%
Bacterial pneumonia	478	274	1332	271	57%
Pneumocystis pneumonia	30	371	1144	15	50%
Aspiration pneumonia	200	268	2437	132	66%
ARDS, postop/trauma	102	245	871	62	61%
ARDS, not postop/trauma	373	304	1987	197	53%
Acute resp failure, non-ARDS	741	246	1483	370	50%
Other	1,413	206	2239	722	51%

## Pediatric Respiratory Support Mode Details

	<i>Total Runs</i>	<i>Avg Run Time</i>	<i>Longest Run Time</i>	<i>Survived</i>	<i>% Survived</i>
VA	2,356	256	1987	1,193	51%
VV	743	252	2437	473	64%
VVDL	523	231	1108	358	68%
VV-VA	253	360	1340	117	46%
VA+V	176	253	1483	81	46%
VVDL+V	112	249	832	76	68%
Other	47	301	1038	30	64%
Unknown	29	207	753	12	41%
VA-VV	23	402	1280	15	65%
VVA	1	213	213	1	100%

# Resultados: ELSO Registry 2009

## Adult Respiratory Runs by Diagnosis

	<i>Total Runs</i>	<i>Avg Run Time</i>	<i>Longest Run Time</i>	<i>Survived</i>	<i>% Survived</i>
Viral pneumonia	93	264	1357	59	63%
Bacterial pneumonia	332	234	1585	184	55%
Aspiration pneumonia	46	192	687	28	61%
ARDS, postop/trauma	175	235	1326	91	52%
ARDS, not postop/trauma	287	300	5014	133	46%
Acute resp failure, non-ARDS	85	221	1083	49	58%
Other	691	177	2035	326	47%

## Adult Respiratory Support Mode Details

	<i>Total Runs</i>	<i>Avg Run Time</i>	<i>Longest Run Time</i>	<i>Survived</i>	<i>% Survived</i>
VV	834	234	5014	475	57%
Not Collected	402	227	1357	202	50%
VA	305	151	2035	120	39%
VV-VA	58	474	1585	11	19%
VVDL	40	154	526	29	73%
Other	25	201	791	13	52%
VA+V	25	135	578	7	28%
VVDL+V	10	166	335	8	80%
VA-VV	10	305	651	5	50%

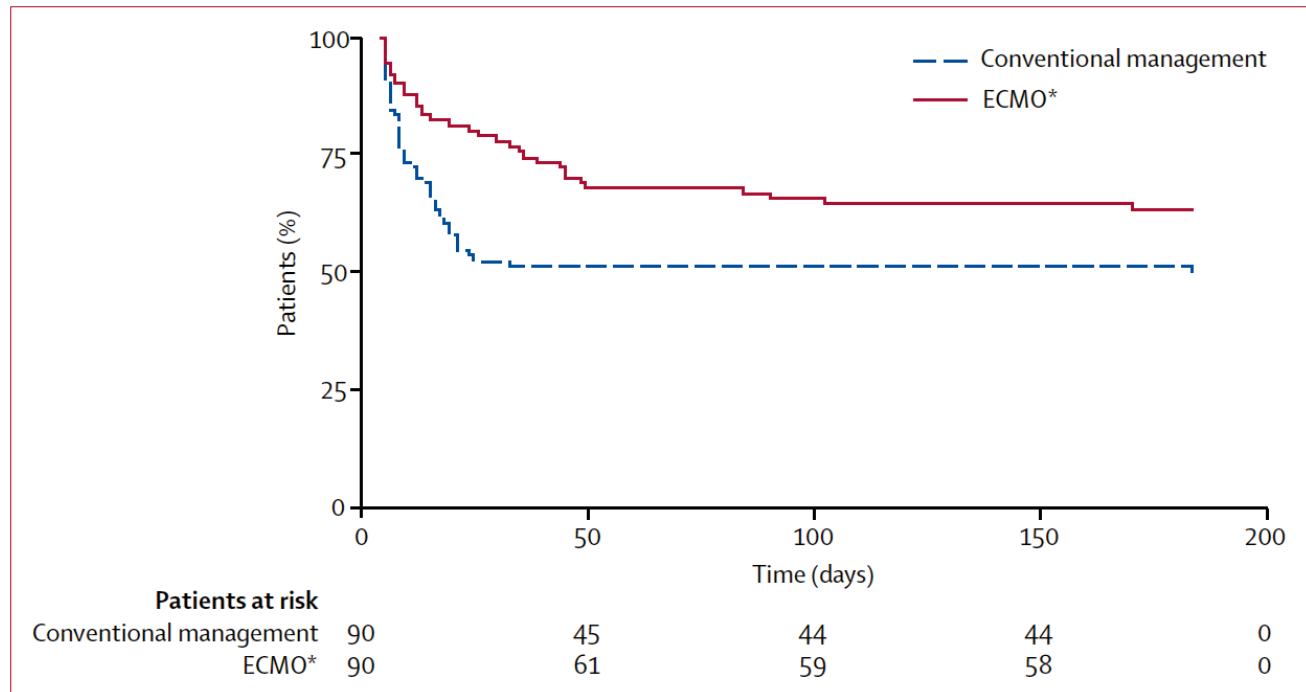
# CESAR Trial

## **Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial**

*Giles J Peek, Miranda Mugford, Ravindranath Tiruvoipati, Andrew Wilson, Elizabeth Allen, Mariamma M Thalanany, Clare L Hibbert, Ann Truesdale, Felicity Clemens, Nicola Cooper, Richard K Firmin, Diana Elbourne, for the CESAR trial collaboration*

Peek GJ et al. *Lancet* 2009; 374: 1351-63

# CESAR Trial



Peek GJ et al. *Lancet* 2009; 374: 1351-63

# ECMO y H1N1

REFERENCIA	PAÍS	AÑO	CASOS Y SUPERVIVENCIA	
Davies A et al. JAMA 2009; 302: 18 - 1895	AUSTRALIA Y NZ	2009	61	71% (Alta UCI)
Freed DH et al. CAN J ANAESTH 2010; 57:240-247	CANADA	2009	6	77% (a 28 días)
Roch A et al. ICM 2010; 36: 1899-1905	FRANCIA	2009	9	44%
Holzgraefe B et al. MIN ANEST 2010; 76:1043-51	SUECIA	2009	13	92% (a 3 meses de alta de unidad de ECMO)
Chan KKC et al. Hong Kong Med J 2010; 16: 447-454	CHINA (HONG KONG)	2009	7	86% (Hospital)
Patroniti N et al. IMC 2011; 37:1447-1457 *	ITALIA	2009	49	71% (Hospital)
Cianchi G et al. BMC Pulmonary Medicine 2011; 11:2	ITALIA	2009	7	85.7% (Hospital)
Noah MA et al. JAMA 2011; 306:1659-68	REINO UNIDO	2009	69	76% (Hospital)



# ECMO y H1N1 y gestación

Intensive Care Med (2011) 37:648–654  
DOI 10.1007/s00134-011-2138-z

ORIGINAL

Priya Nair  
Andrew R. Davies  
John Beca  
Rinaldo Bellomo  
David Ellwood  
Paul Forrest  
Andrew Jackson  
Roger Pye  
Ian Seppelt  
Elizabeth Sullivan  
Steve Webb

**Extracorporeal membrane oxygenation  
for severe ARDS in pregnant and postpartum  
women during the 2009 H1N1 pandemic**

# ECMO y H1N1 y gestación

## French Experience of 2009 A/H1N1v Influenza in Pregnant Women

**Grégory Dubar<sup>1</sup>, Elie Azria<sup>2</sup>, Antoine Tesnière<sup>1</sup>, Hervé Dupont<sup>3</sup>, Camille Le Ray<sup>4</sup>, Thomas Baugnon<sup>5</sup>, Sophie Matheron<sup>6</sup>, Dominique Luton<sup>7</sup>, Jean-Christophe Richard<sup>8</sup>, Odile Launay<sup>9</sup>, Vassilis Tsatsaris<sup>4</sup>, François Goffinet<sup>4</sup>, Alexandre Mignon<sup>1\*</sup>, for the French Registry on 2009 A/H1N1v during pregnancy<sup>†</sup>**

**1** Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Cochin, Assistance Publique - Hôpitaux de Paris, Université Paris Descartes, Paris, France, **2** Service de Gynécologie-Obstétrique, Hôpital Bichat, Assistance Publique - Hôpitaux de Paris, Université Paris Diderot, Paris, France, **3** Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital d'Amiens, Université d'Amiens, Amiens, France, **4** Service de Gynécologie-Obstétrique, Hôpital Cochin, Assistance Publique - Hôpitaux de Paris, Université Paris Descartes, Paris, France, **5** Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Necker, Assistance Publique - Hôpitaux de Paris, Université Paris Descartes, Paris, France, **6** Service de Maladies Infectieuses et Tropicales, Hôpital Bichat, Assistance Publique - Hôpitaux de Paris, Université Paris Diderot, Paris, France, **7** Service de Gynécologie-Obstétrique, Hôpital Beaujon, Assistance Publique - Hôpitaux de Paris, Université Paris Diderot, Paris, France, **8** Service de Réanimation Médicale, Hôpital Charles Nicolle, Université de Rouen, Rouen, France, **9** Centre d'Investigation Clinique de Vaccinologie, Hôpital Cochin, Assistance Publique - Hôpitaux de Paris, Université Paris Descartes, Paris, France

Dubar G et al. PLoS ONE 5(10): e13112.

# ECMO en NN: UK trial

THE LANCET

---

## Articles

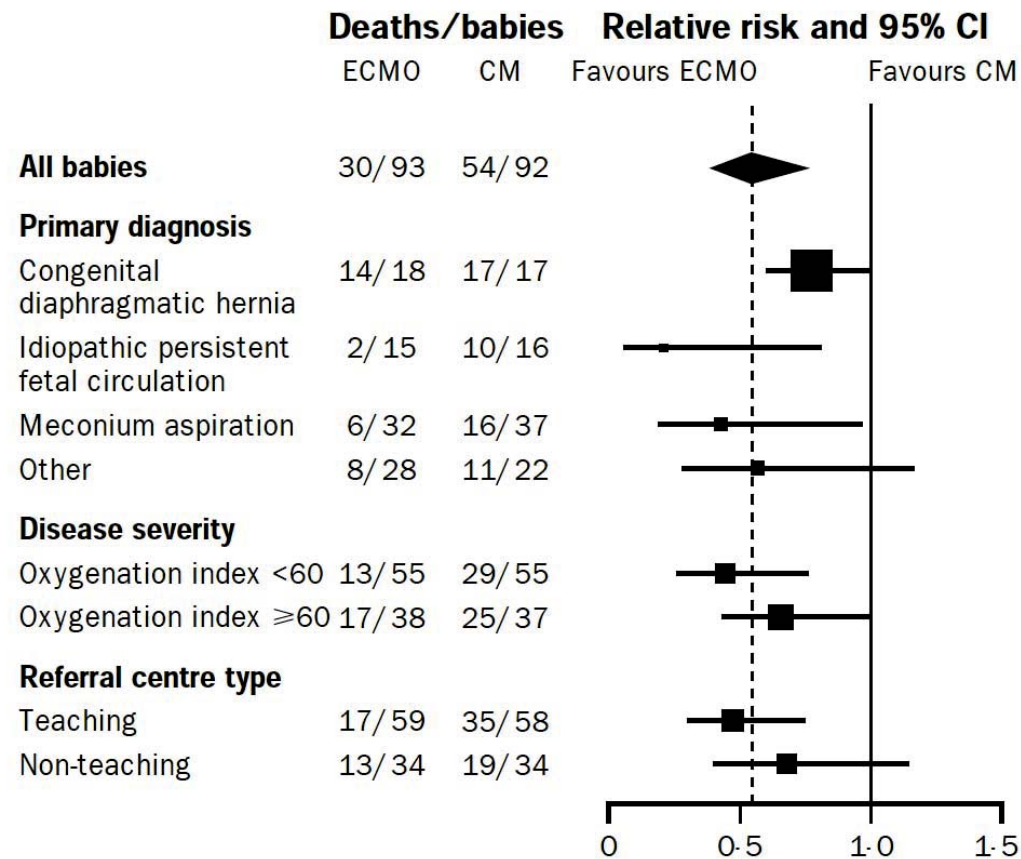
### **UK collaborative randomised trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation**

*UK Collaborative ECMO Trial Group\**

---

UK Collaborative ECMO Trial Group. *Lancet* 1996; 348: 75–82

# ECMO en NN: UK trial



# ECMO puente al Tx

**Brief Technique Reports**

---

## **Bridge to lung transplantation using short-term ambulatory extracorporeal membrane oxygenation**

Abeel A. Mangi, MD, David P. Mason, MD, James J. Yun, MD, PhD, Sudish C. Murthy, MD, PhD, and Gosta B. Pettersson, MD, PhD, Cleveland, Ohio

Mangi AA et al. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;140:713

# Take home messages

## PUNTOS CLAVE

- ✓ Conocimiento exhaustivo del **MATERIAL**
- ✓ Comprensión profunda de la **FISIOLOGÍA**
- ✓ Todo lo demás es **SEGURIDAD**

# Take home messages

## CONCLUSIONES

Es una técnica de la que se pueden beneficiar pacientes con **hipoxemia de riesgo vital** y patología pulmonar potencialmente reversible

La **selección de pacientes** es un punto clave para la optimización de recursos y resultados

La realización de soporte con ECMO en UCI **NO** es una entelequia es una **REALIDAD**