

Target SpO2

SpO2 Objetivo

Dr. Gerardo Flores Henríquez

El oxígeno es terapia más utilizada en RN y juega un papel vital en el tratamiento de los prematuros.

Hipoxia puede →

Lesión cerebral , vasoconstricción pulmonar e hipertensión arterial pulmonar.

Hiperoxia puede →

Displasia broncopulmonar, retinopatía del prematuro (ROP) y daño de sustancia blanca.

Estrategias óptimas para uso O₂ siguen siendo controversiales y es desafío lograr equilibrio entre adecuada oxigenación tisular y evitar toxicidad O₂.

Objetivo principal de Oxigenoterapia :

Lograr normoxemia arterial y tisular , evitando hiperoxemia.

Método monitorización de O₂ : Oxímetro de Pulso.

Devices para Pulsioximetría

Summary of research findings, strengths, weaknesses, and limitations of studies on motion-tolerant pulse oximetry devices

STUDY	DEVICES	PATIENTS
Barker and Shah ⁹	<ul style="list-style-type: none"> • Masimo SET (MT): experimental prototype • Nellcor N-3000 (MT) with variable signal averaging time • Nellcor N-200 (CPO) 	10 healthy adult volunteers in a laboratory setting
Bohnhorst et al ¹⁰	<ul style="list-style-type: none"> • Masimo SET (MT) in 8-second signal averaging mode • Nellcor N-3000 (MT) with variable signal averaging time • Nellcor N-200 (CPO) in 6- to 7-second signal-averaging mode 	17 patients in a NICU
Brouillette et al ¹¹	<p>Part I</p> <ul style="list-style-type: none"> • Masimo SET (MT) in 4-second signal averaging mode • Nellcor N-200 (CPO) in 2- to 3-second signal-averaging mode • Nellcor N-395 in 2- to 3-second signal-averaging mode • Transcutaneous oxygen probe (no model given) <p>Part II</p> <ul style="list-style-type: none"> • Masimo Radical in 2-second signal averaging mode (MT) • Nellcor N-200 (CPO) 	<p>Part I</p> <p>24 children referred to a sleep apnea laboratory because of sleep disordered breathing</p> <p>Part II</p> <p>22 children referred to a sleep apnea laboratory because of sleep disordered breathing</p>
Durbin and Rostow ¹²	<ul style="list-style-type: none"> • Masimo SET (MT) • Arterial blood gas sample 	13 patients with thoracic and cardiovascular conditions in an ICU
Durbin and Rostow ¹³	<ul style="list-style-type: none"> • Masimo SET (MT) • Ohmeda 3740 (CPO) 	59 adult cardiac surgery patients
Gehring et al ¹⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Philips FAST SpO₂ (revision B.0; MT) • Masimo SET (MT) • Nellcor N-395 (MT) • Datex-Ohmeda 3900P (MT) • Nellcor N-3000 (MT, but older than N-395) 	10 healthy volunteers in a laboratory setting
Hay et al ¹⁵	<ul style="list-style-type: none"> • Masimo SET (MT) • Nellcor N-395 (MT) • MARSpO₂ (MT) • Philips FAST SpO₂ (Virida 24C; MT) • Nellcor N-200 (CPO) 	<p>Part 1</p> <p>26 infants in a NICU</p> <p>Part II</p> <p>7 infants in a NICU</p>

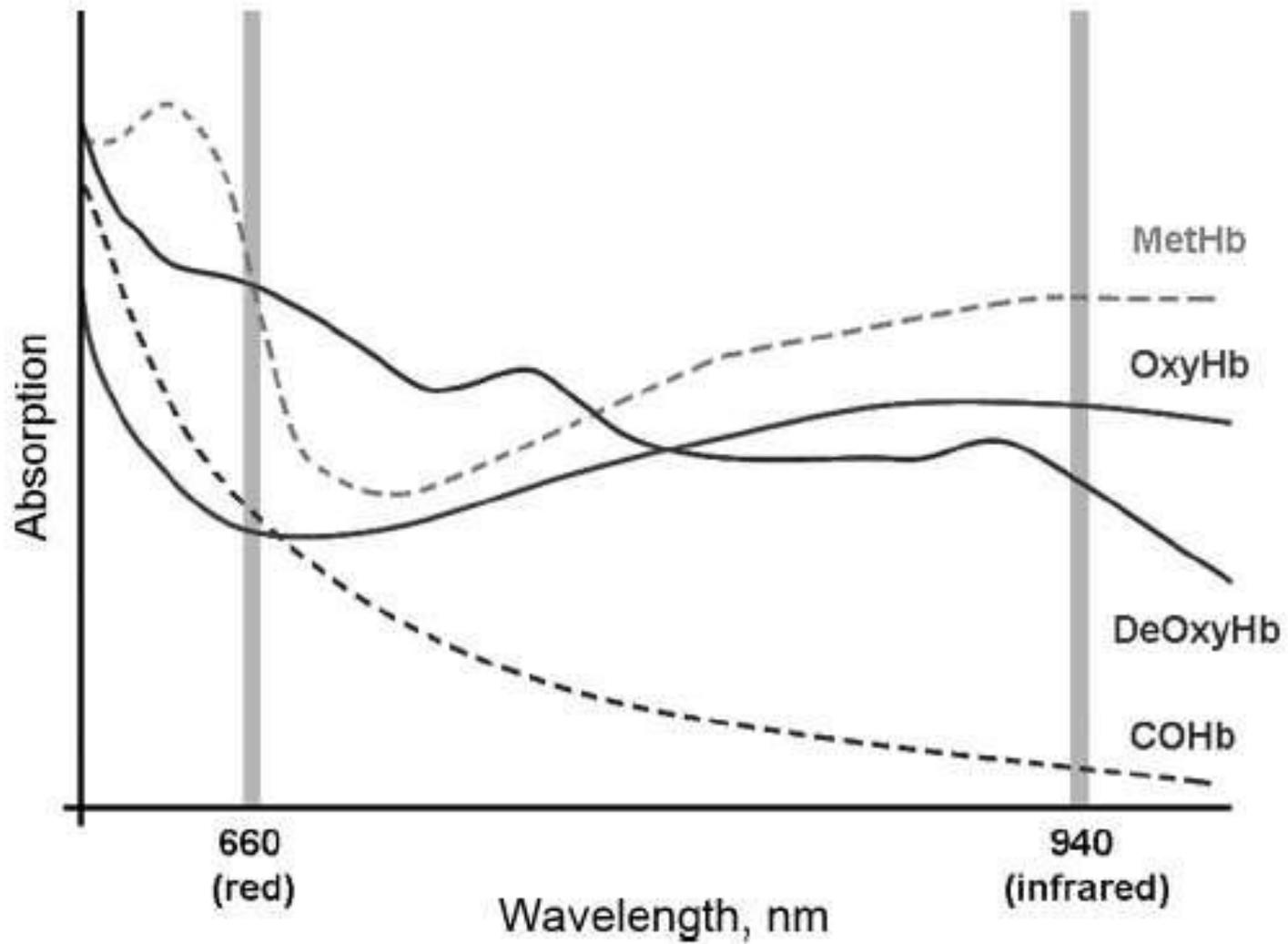
Principios de Operación de Pulsioxímetro

El sensor del oxímetro de pulso consiste en :

- 2 diodos emisores de luz (DEL) , uno para luz roja y otro para la infrarroja
- **1 fotodiodo detector.**
- Los DEL y el detector deben colocarse en puntos opuestos de un lugar perfundido translúcido.
- **El fotodiodo mide 3 niveles lumínicos diferentes : luz roja, luz infrarroja y luz ambiente.**

La saturación de oxihemoglobina arterial por pulse oximetría (SPO₂) se basa en Espectrofotometría y características específicas de Hb oxigenada y desoxigenada :

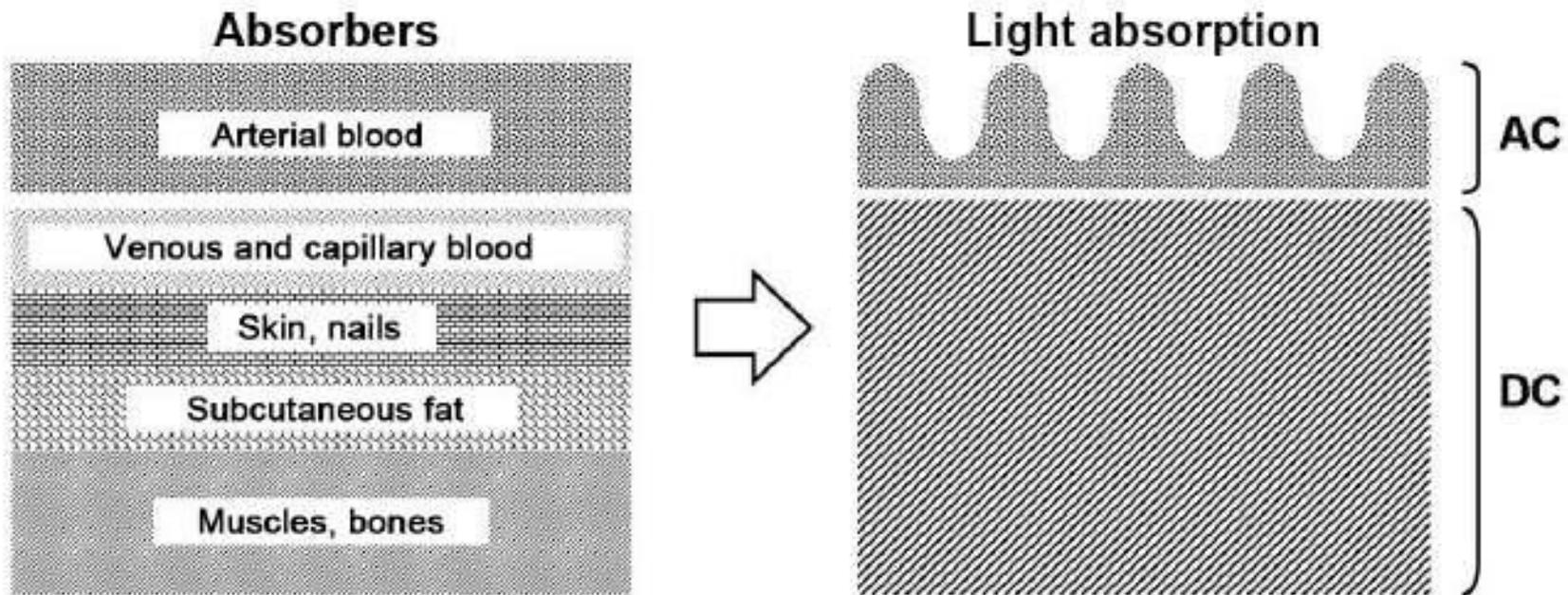
Desoxihemoglobina se caracteriza por mayor absorción de luz roja (longitud de onda : 600 –750 nm) versus Oxihemoglobina que tiene absorción más alta de luz infraroja (850 –1000 nm)



Al pasar la luz a través de los tejidos humanos, esta es absorbida en diversos grados y absorción de luz depende de características de tejidos en el sitio de medición.

La absorción por piel, grasa subcutánea, músculos, huesos y sangre capilar y venosa permanece prácticamente constante (absorción constante ó DC).

Por tanto, cualquier cambio en absorción de luz debe ser atribuído a variaciones de volumen sanguíneo arterial relacionado a ciclo cardíaco (absorción variable ó AC).



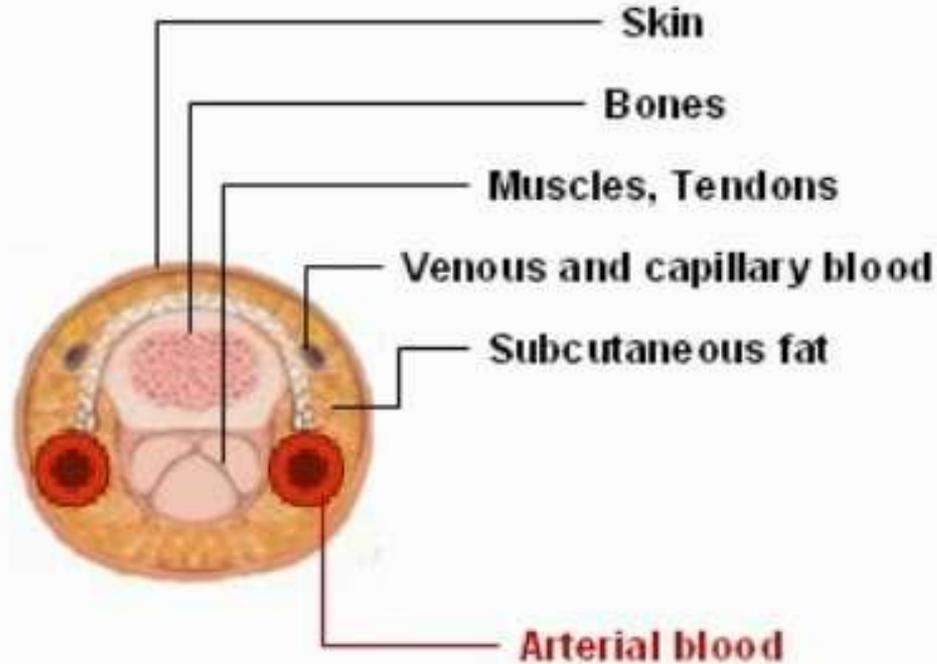
$$SP_{O_2} = f(AC_{red}/DC_{red})/(AC_{infrared}/DC_{infrared})$$

Obteniendo cociente de absorción de luz en el espectro Rojo e Infrarojo y luego calculando el cociente de estos 2 ratios (cociente de cocientes de absorción) el microprocesador puede calcular % de oxihemoglobina.

Pulse Oximetry

1. Light absorption *in vivo*

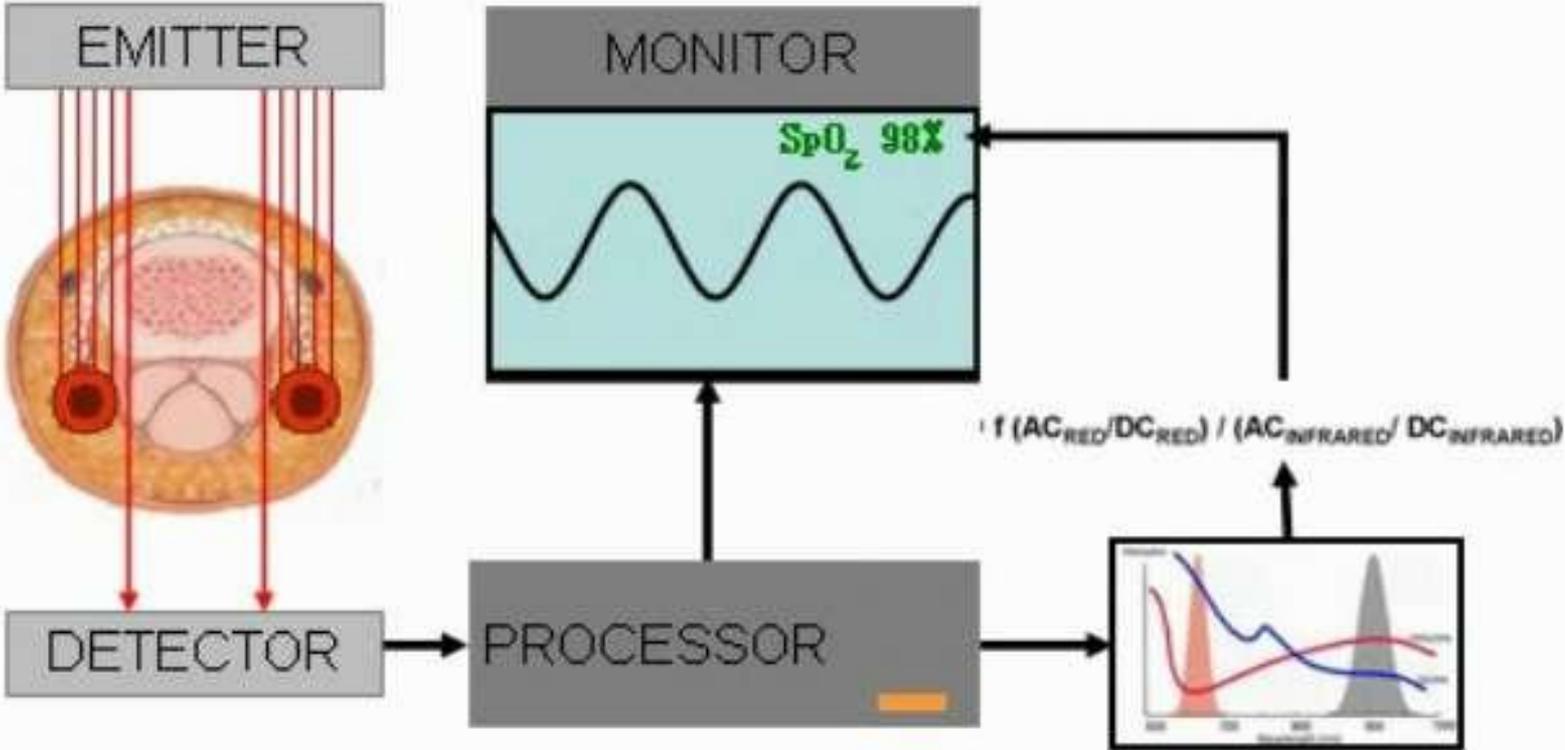
CONSTANT ABSORBERS



VARIABLE ABSORBER

Pulse Oximetry

2. Principles of operation



Problemas derivados del uso clínico de SpO₂ en RN (artefactos por movimientos, ruido y mala perfusión, se han mejorado notablemente con software de oximetría de pulso de nueva generación y tecnología de extracción de la señal (signal extraction technology, SET).

Tecnología Masimo SET ha mejorado en 10 veces el umbral de medición y está autorizada por FDA por exactitud durante movimientos y la mala perfusión.

Otros fabricantes han seguido tecnología de nueva generación (Nellcor,Phillips).

Masimo SET V4.3 sigue siendo el mejor oxímetro de pulso, según se ha valorado y descrito en la literatura.

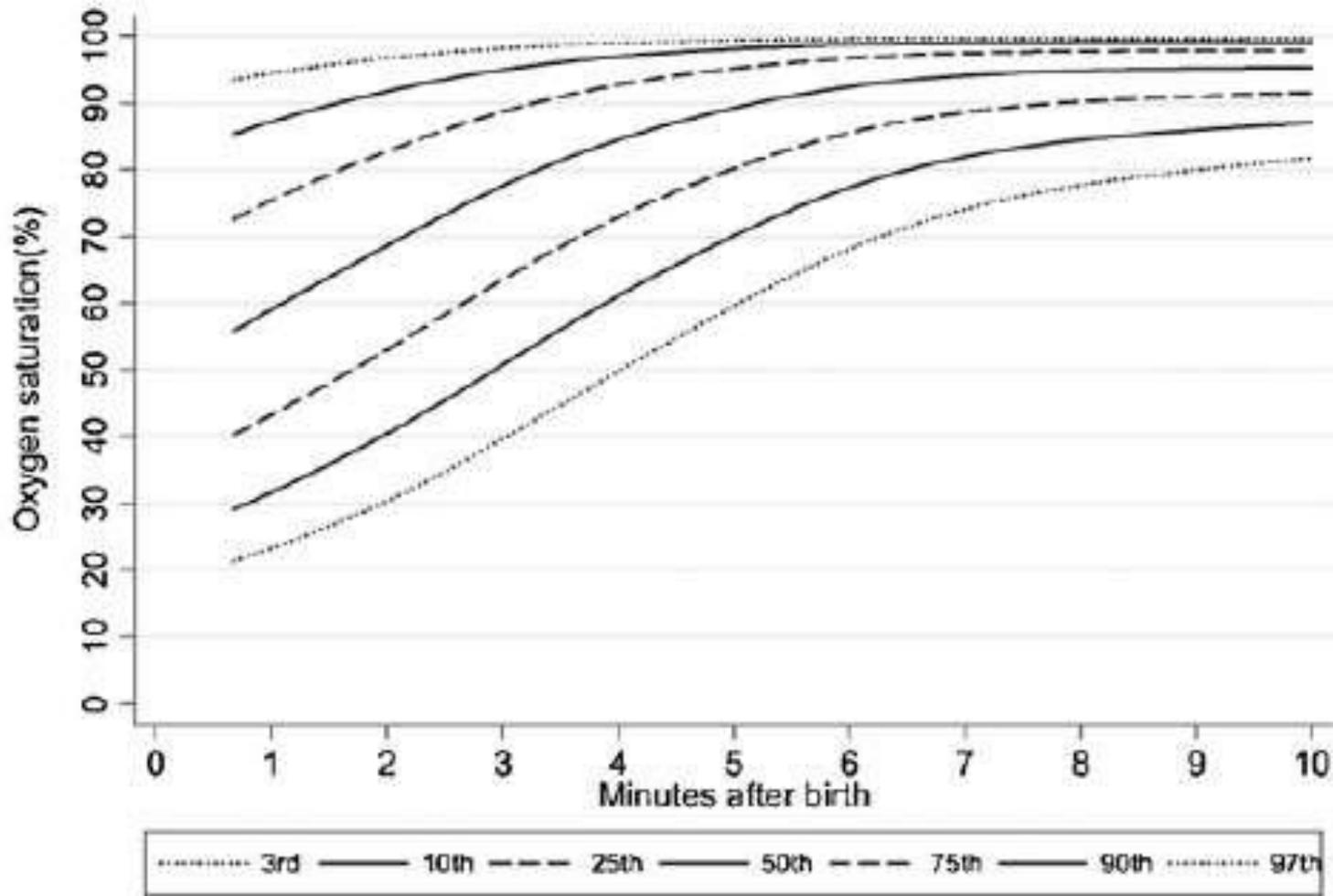
Targets SpO₂

I.- Sala de Partos

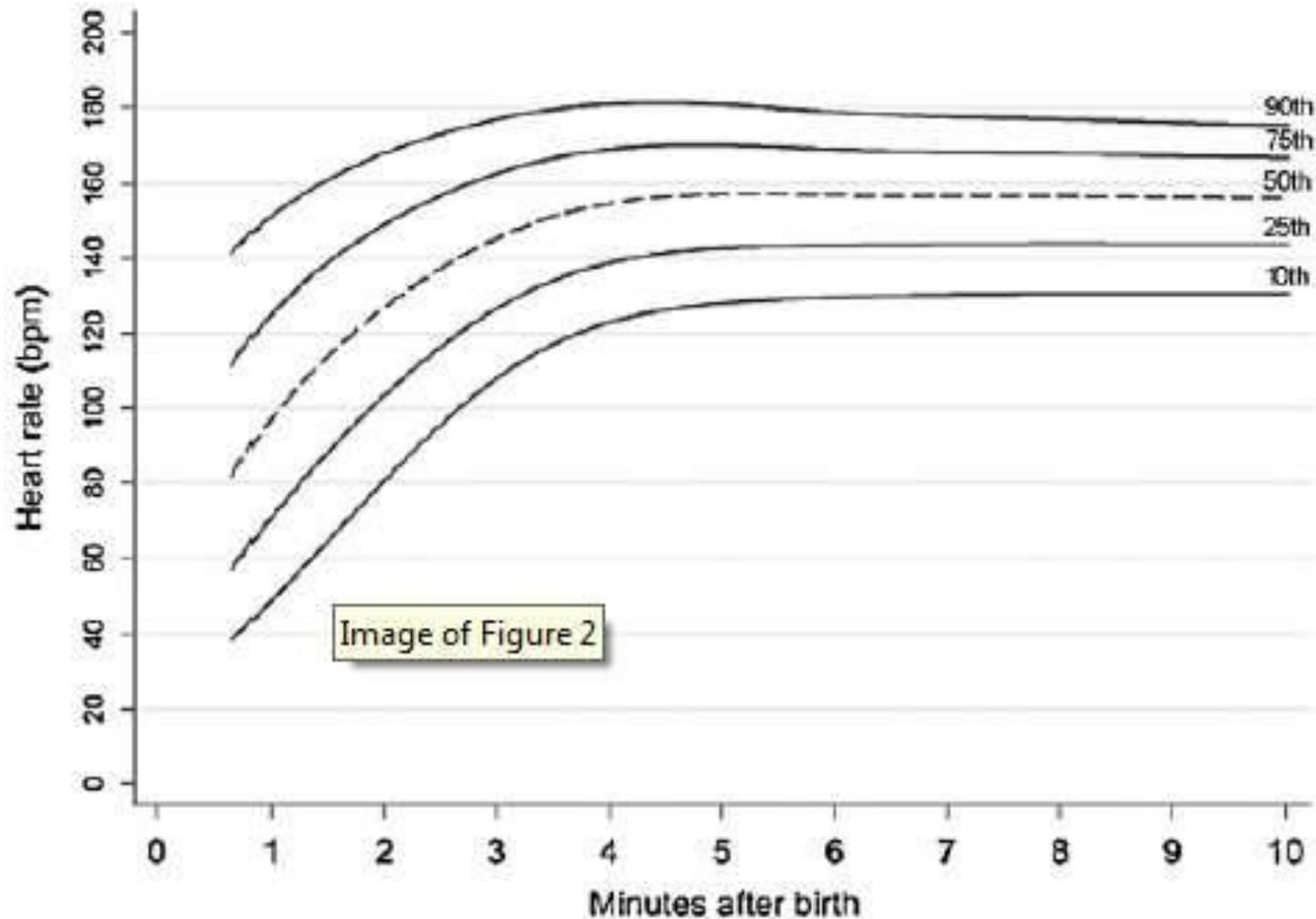
Estudio Room-air versus Administración O₂ para reanimación de prematuros (ROAR, Pediatrics 2011) examinó 106 niños \leq de 32 EG reanimados FiO₂ estática 100% ó 2 estrategias de oxititulación iniciándose en 100% ó 21% de oxígeno.

SpO₂ target : 85-92% y fracaso del tratamiento se definió como frecuencia cardiaca $<$ 100/minuto.

RN reanimados con oxígeno titulado generalmente necesitaron FiO₂ de 33-36%

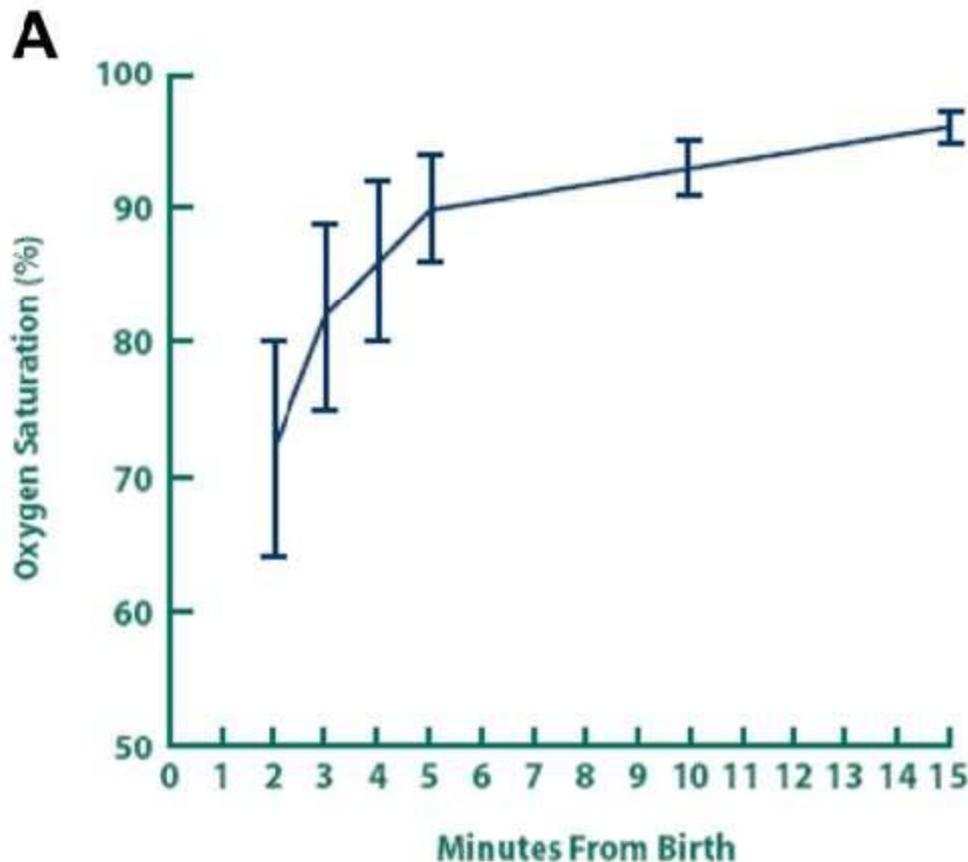


Centiles SpO2 RN 32-36 s EG sin intervenciones en sala parto. SpO2 1, 5 y 10 min 62% (47-62%), 86% (86-92%) y 94% (91-97%). Sem. Fetal Neonatal Med 2010



Centiles FC RN < 37 s EG sin intervenciones Sala de partos.

Sem. Fetal Neonatal Med 2010

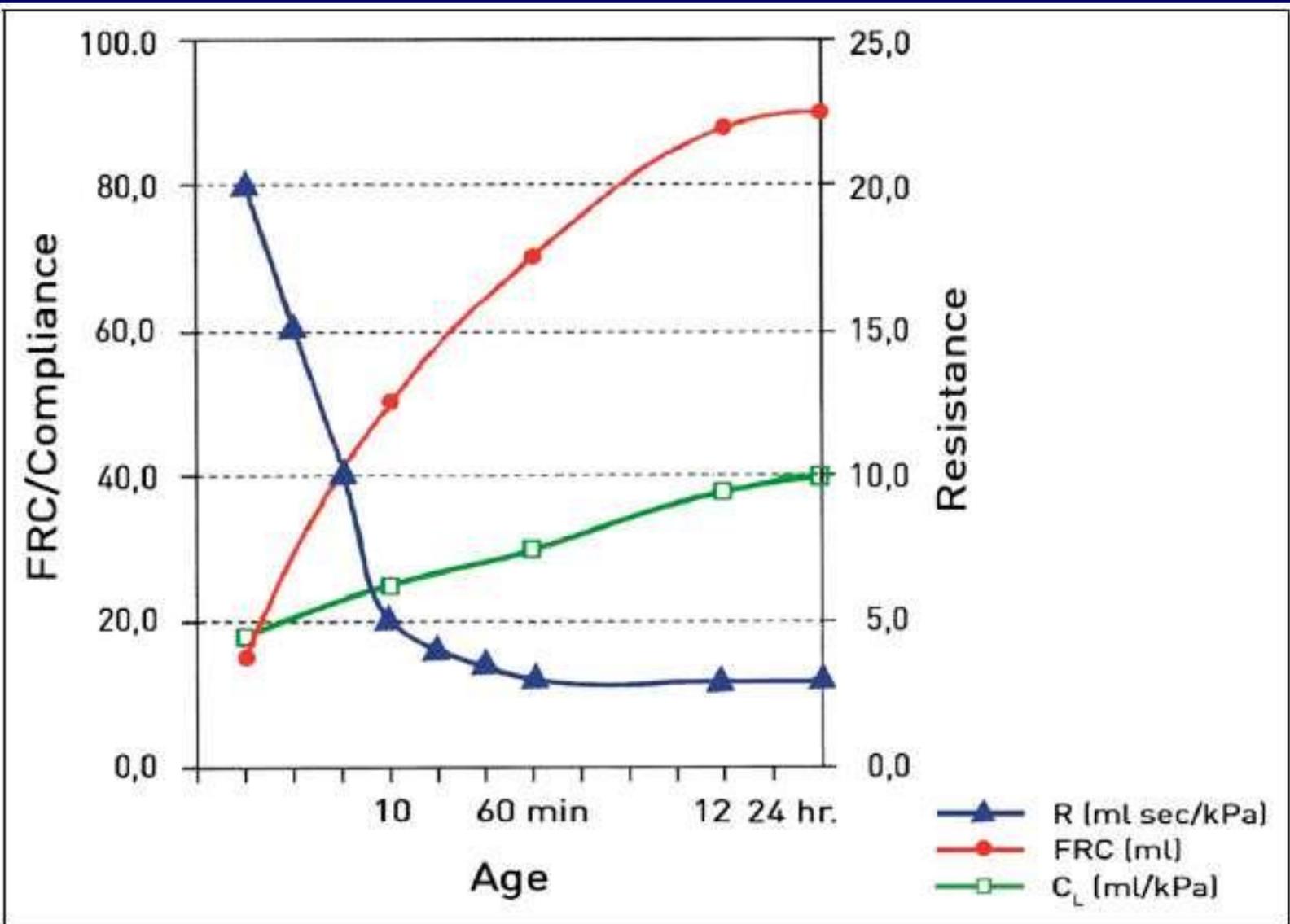


B

Target Pre-ductal SpO ₂ After Birth	
1 min	60%-65%
2 min	65%-70%
3 min	70%-75%
4 min	75%-80%
5 min	80%-85%
10 min	85%-95%

SpO₂ preductales en RNT sanos

Clinics in Perinatology 2012



Recomendaciones Atención Inmediata :

Aplicar un sensor de O₂ conectado a oxímetro Masimo en muñeca derecha inmediatamente post nacimiento.

Colocación del sensor en muñeca derecha refleja SpO₂ preductal → saturaciones tisulares del cerebro y evita mala calidad de señal por puño cerrado si sensor de control se coloca en palma de mano.

La Oxígeno terapia , si se requiere, se inicia con FiO₂ 30% y se titula para mantener SpO₂ en 85-92%.

II.- Período neonatal precoz

TcpO₂ sobre 80 mmHg , correspondiente a SpO₂ de 96-98% → mayor riesgo de ROP.

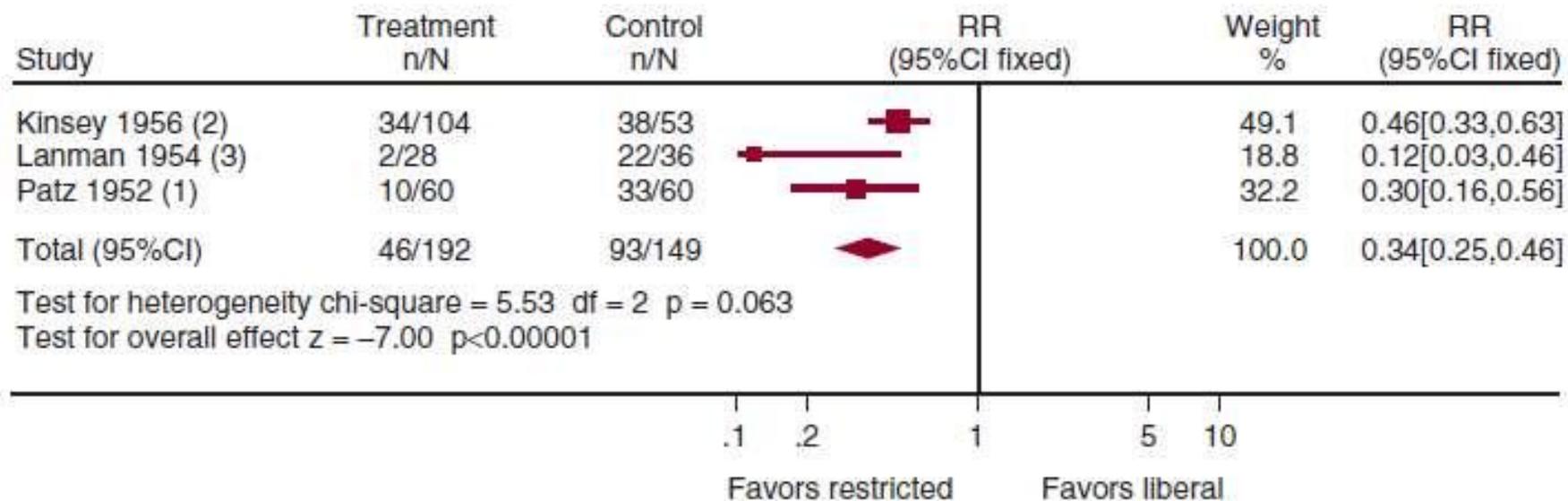
Varios estudios han examinado beneficios potenciales de oxigenoterapia restringida versus liberal en reducción de incidencia de DBP y ROP :

Rangos de SpO₂ comparados variaron desde 80 - 95% (O₂ restringido) a 90-100 % en grupo (O₂ liberal).

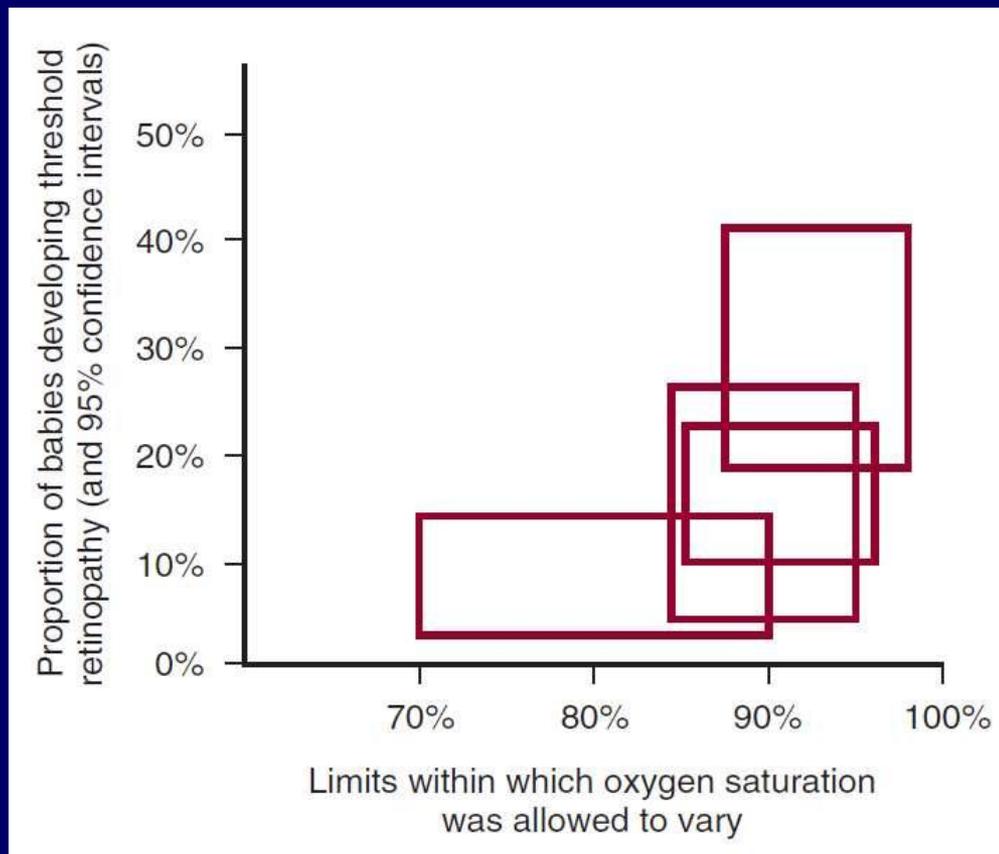
Los RN expuestos a SpO₂ más bajas tuvieron menor incidencia de ROP y DBP.

Tin , Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2001

COMPARISON: 01 Restricted versus liberal oxygen therapy (all preterm/LBW infants)
 OUTCOME: 01 Vascular RLF (any stage) in survivors



Cochrane Database Syst Rev. 2003



Aparece un considerable solapamiento (overlap) entre las SpO₂ "normales" y los niveles que predisponen a las complicaciones, dando estrechos límites "seguros" que necesitan definición más precisa.

New Evidence on Oxygenation

Targets in Preterm Infants

Dos estudios RCT recientes :

- **Surfactante, Presión positiva y Oxigenación estudio (SUPPORT) y**
- **Beneficios de Oxígeno Saturación Targeting (BOOST 2)**

fueron diseñados para investigar límites más estrictos límites de SpO₂ en prematuros después del nacimiento.

Estudio **SUPPORT examinó 1.316 lactantes < 28 sem EG target SpO2 bajo (85 - 89 %) versus target 91-95% desde 2 horas post nacimiento hasta 36 s EG .**

Muerte antes del alta hospitalaria fue mayor en grupo target más bajo (19,9 % vs 16,2 %, RR 1,27, IC 95% 1,01 a 1,60).

N Engl J Med. 2010

SUPPORT

N Engl J Med. 2010

Outcomes	Lower Oxygen Saturations, no./total no. (%) (N = 654)	Higher Oxygen Saturations, no./total no. (%) (N = 662)	Adjusted Relative Risk (95% CI)
Severe retinopathy of prematurity or death before discharge	171/605 (28.3)	198/616 (32.1)	0.90 (0.76-1.06)
Severe retinopathy of prematurity	41/475 (8.6)	91/509 (17.9)	0.52 (0.51-0.73)
Death before discharge	130/654 (19.9)	107/662 (16.2)	1.27 (1.01-1.60)
BPD, physiologic definition, at 36 weeks [†]	205/504 (38.0)	237/568 (41.7)	0.92 (0.81-1.05)
BPD, physiologic definition, or death by 36 weeks [†]	319/654 (48.8)	331/662 (50.0)	0.99 (0.90-1.10)
Postnatal corticosteroids for BPD	61/636 (9.6)	69/644 (10.7)	0.91 (0.67-1.24)
Patent ductus arteriosus	307/641 (47.9)	324/648 (50.0)	0.96 (0.86-1.07)
Intraventricular hemorrhage, grade 3 or 4 [‡]	83/630 (13.2)	81/640 (12.7)	1.06 (0.80-1.40)
Intraventricular hemorrhage, grade 3 or 4, or death [‡]	179/653 (27.4)	156/661 (23.6)	1.18 (0.99-1.42)
Necrotizing enterocolitis, stage ≥ 2 [§]	76/641 (11.9)	70/649 (10.8)	1.11 (0.82-1.51)
Necrotizing enterocolitis, stage ≥ 2 , or death [§]	176/654 (26.9)	155/662 (23.4)	1.18 (0.98-1.43)

Estudio Beneficios Target Saturacion (BOOST 2)
también examinó los efectos de targets de SpO2
similares desde nacimiento RN < 28 sems de gestación.

Análisis de seguridad conjunta de SUPPORT y BOOST
(2.315 niños) para sobrevida a 36 semanas de EPM
reveló mayor mortalidad en grupo target SpO2 más
bajo (17,3% vs 14,4%)

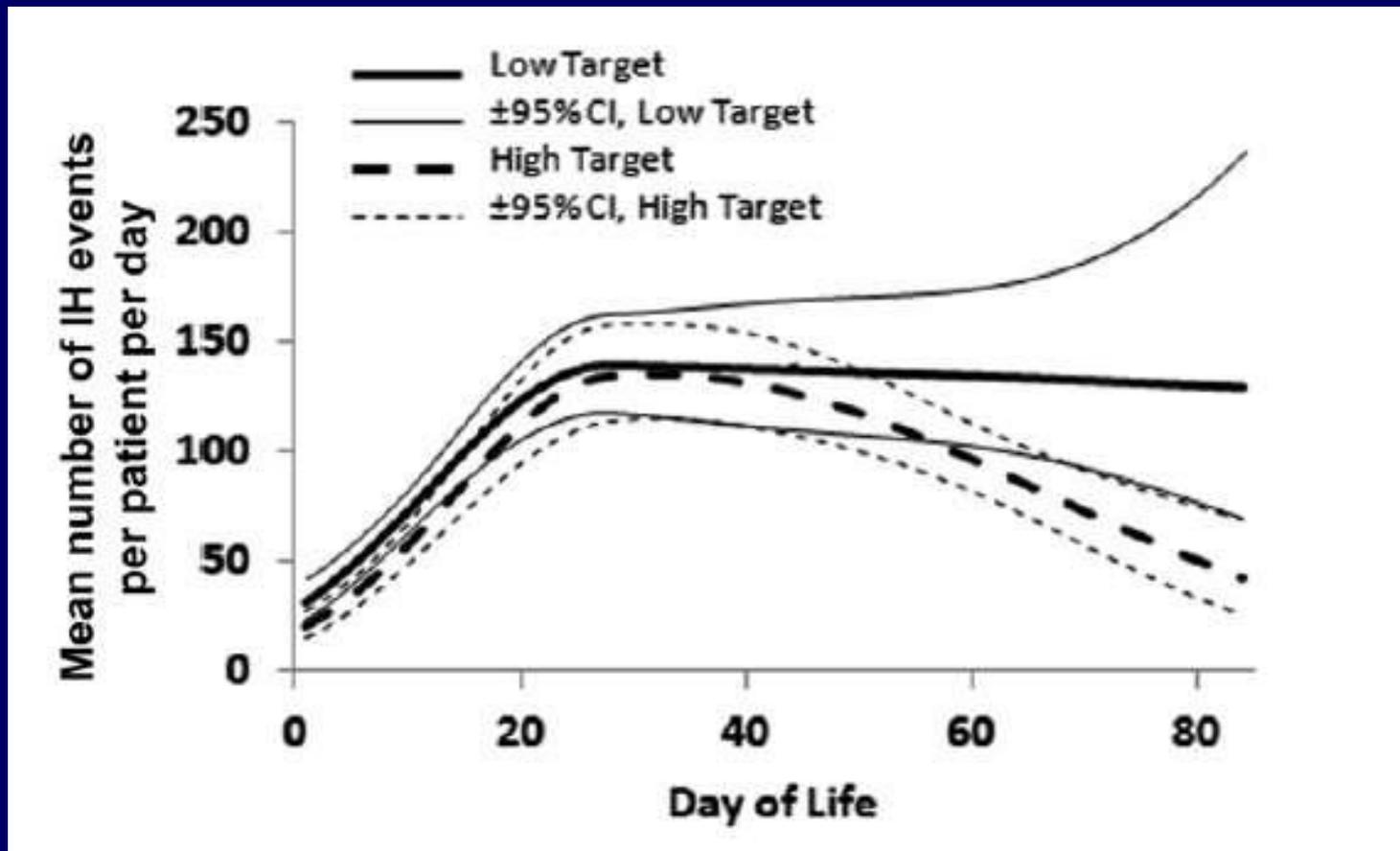
N Engl J Med 2011

**Se cambió a Massimo SET pulsioxímetro y se usó nuevo
algoritmo calibración → aumento mortalidad a 21,8%
grupo target bajo y 13,3% grupo target SpO2 alto.**

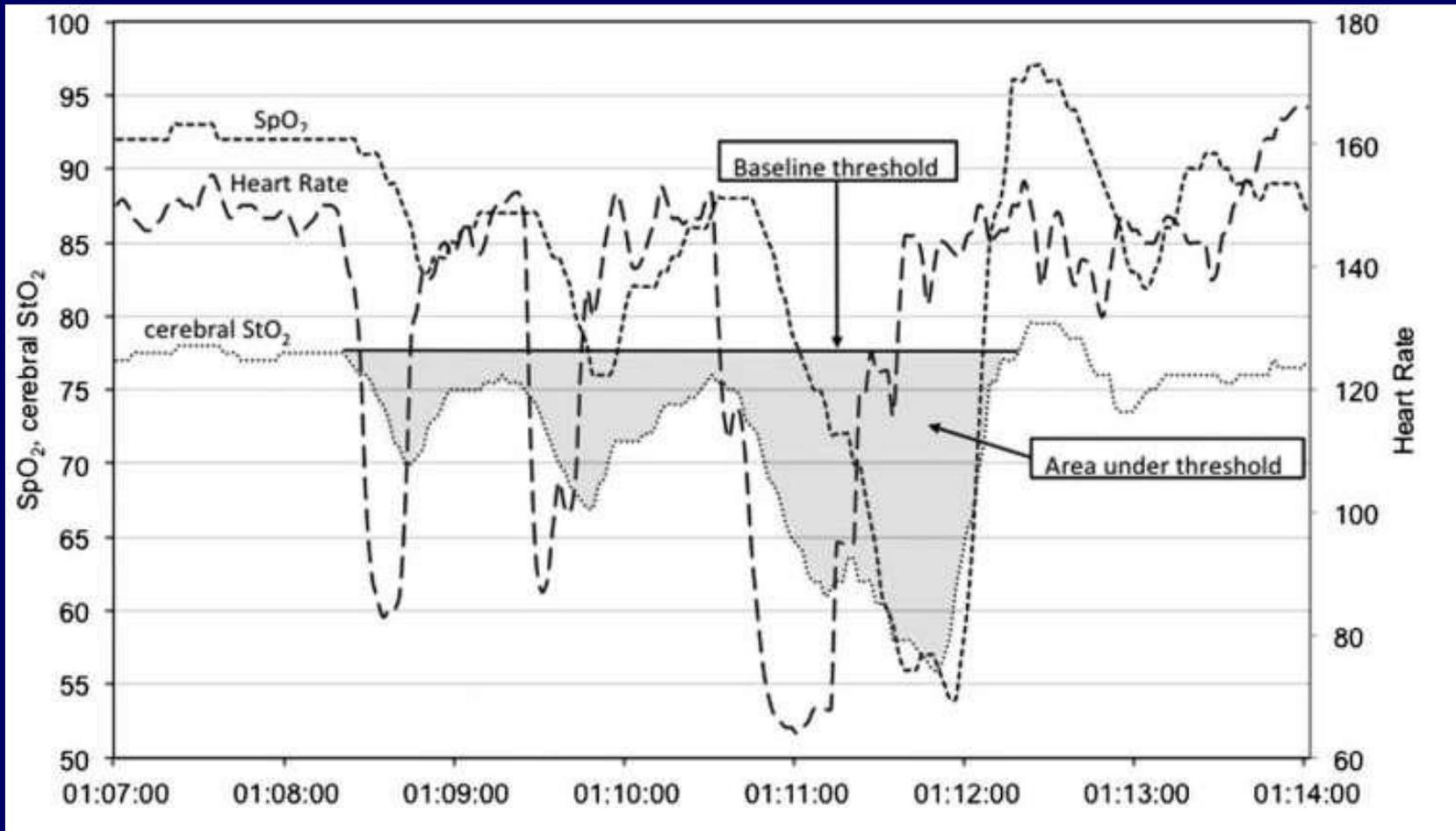
Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2011

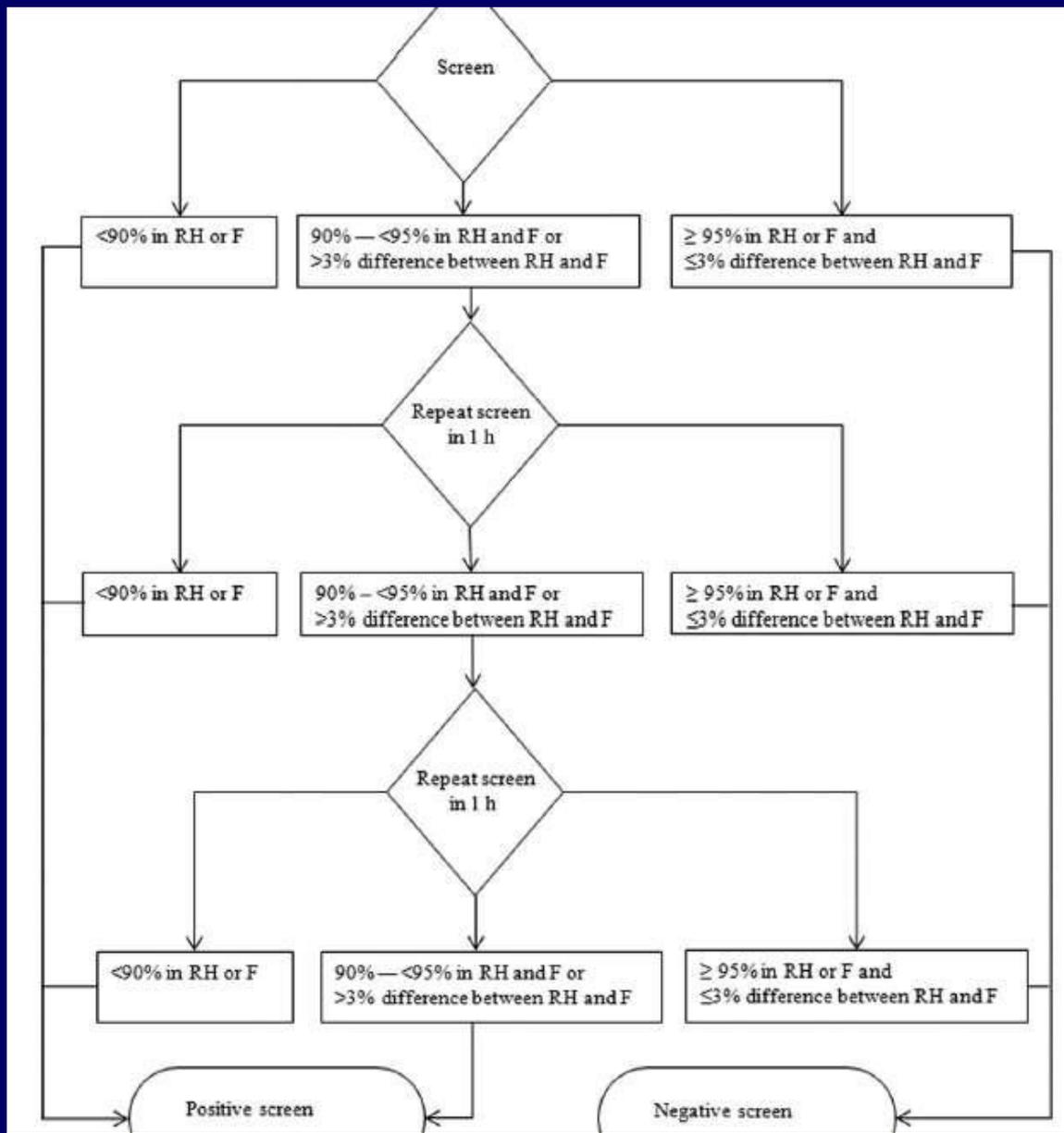
El aumento de la mortalidad podría explicarse por el aumento de los episodios de hipoxia intermitente en el grupo de menor saturación.

Journal of Pediatrics 2012



Un rango de SpO₂ target más bajo se asoció con score de desaturación de StO₂ cerebral mayor, causado por desaturaciones de SpO₂ más frecuentes.





SpO2 Pre/Post ductal

Indice de Perfusión

Parece prudente tener como target un rango estrecho de saturación de 91-95% en el período neonatal precoz para evitar mortalidad.

Estudio Neonatal Oxigenación Prospectivo (NeOProm) es un metaanálisis prospectivo en curso : outcome compuesto de sobrevida libre de discapacidad a 18-24 meses edad en RN asignados a SpO2 baja (85-89%) ó alta (91-95%) SpO2.

Se debe revisar outcomes de sobrevida libre de ROP y DBP cuando se usen SpO2 targets de 91-95% según lo sugerido por los estudios SUPPORT y BOOST.

**III.- Saturaciones targets de O₂
en prematuros convalescientes**

Hay poca información disponible en cuanto al rango apropiado de SpO₂ en prematuros convalescientes.

(prematuros que se han recuperado del síndrome de dificultad respiratoria ó con DBP que posteriormente no requieren otro soporte respiratorio que no sea O₂terapia.

Por lo tanto, las recomendaciones pueden ser derivadas de :

- Los 2 estudios clínicos randomizados disponibles.**
- Valores de referencia de SpO₂ en prematuros mayores que no requieren oxígeno y**
- Estudios sobre efectos de hipoxia crónica.**

1.- Estudios clínicos :

Estudio STOP-ROP : estudió efecto de SpO₂ 89-94% versus 96-99% prematuros (media 25 s EG y edad media PMA 35 semanas) con ROP en desarrollo.

Grupo de SpO₂ más alta 96 – 99 → disminución no significativa de progresión de retinopatía del prematuro, sin embargo, tuvieron una incidencia 50% más alta de morbilidad respiratoria, eran más propensos a tener estadía prolongada en el hospital y requirieron oxigenoterapia suplementaria durante más tiempo.

El estudio BOOST1 asignó randomizadamente nacidos < 30 semanas de gestación con requerimiento de O2 continuo a las 32 semanas a 2 grupos target SpO2 : 91-94% versus 95-98%.

La SpO2 95 – 98 superior aumentó la duración de la oxigenoterapia, incidencia de DBP y frecuencia de oxigenoterapia domiciliaria.

N Engl J Med 2003

2.- Rangos de referencia

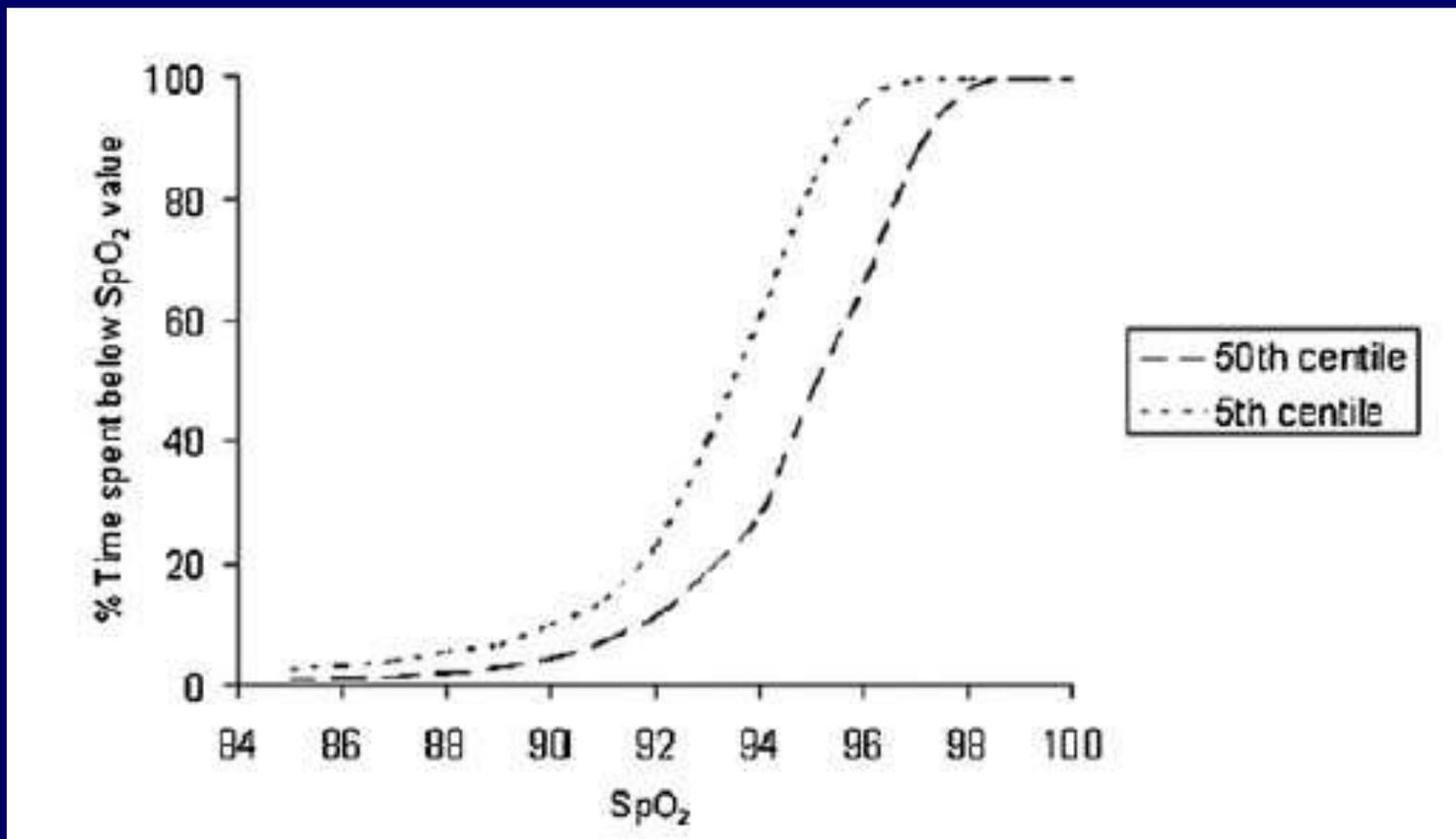
Recién nacidos a término sanos respirando aire ambiental en primeras semanas de vida tienen SpO₂ promedio de 98% .

Estudio 43 prematuros sanos respirando aire ambiental. (Mediana gestación 33 sem, mediana edad postnatal 14 días) .

RN monitorizados por 4 horas y se construyeron tablas de frecuencia de SpO₂ y % tiempo pasado bajo cada valor de SpO₂ .

Medianas de SpO₂ : 95-97% (rango 92-100%).

Mediana duración SpO₂ < 85% y entre 85 - 90% fueron 1% (rango 1 - 4 %) y 2% (rango 1 - 5%).



Estudio usando Oxímetro Masimo, SpO2 nocturna de prematuros convalecientes respirando aire ambiental (media 29 semanas EG , 37 semanas de EPM) :

Variables	Mean \pm SD	Median
Full-term cohort (n = 102)*		
SAT ₅	92.5 \pm 3.9	93
SAT ₁₀	95.3 \pm 2.9	96
Median sat	98.9 \pm 1.3	99
Preterm Cohort (n = 52)*		
SAT ₅	92.7 \pm 4.7	93
SAT ₁₀	95.1 \pm 3.5	96
Median sat	98.8 \pm 1.4	99

Casi todos RN pasan noche con SpO2 > 98 % , desaturaciones intermitentes de 4% son frecuentes y el tiempo que pasan bajo SpO2 90 % es raro.

3) Efectos de la hipoxia crónica :

Estudios han demostrado que RN convalecientes con DBP sufren menos episodios de apnea del sueño y desaturaciones de oxígeno < 80% si SpO2 se mantiene en 94-96% en lugar de 87-91%.

Además, O2 suplementario redujo resistencia de vía aérea, aumentó la compliance pulmonar y redujo la hipertensión pulmonar.

Evidencia disponible en **RN convalescientes** sugiere que:

- Las medianas de SpO₂ de RN de término y prematuros convalescientes son 98% y 95-97% respectivamente.
- La hipoxia crónica puede causar una variedad de efectos sistémicos no deseados que mejoran cuando SpO₂ se mantiene sobre 93 % .
- SpO₂ consistentemente en 95-98% conduce a toxicidad del oxígeno.
- **Recomendación : mantener SpO₂ 93-95 % en RN < 36 sem EG.**

Alarmas y Evaluaciones :

- **No apague las alarmas**
- **Evalúe al RN y Calidad señal pulsioxímetro e Índice de perfusión antes de cambiar FiO₂**

Durante procedimientos (Ej; aspiración de vía aérea)

- **No aumente FiO₂ para “pre-oxigenar”**
- **Aumento transitorio PEEP**
- **Aumento transitorio de FR**
- **Si aumentó FiO₂ , no dejarla sobre línea de base.**

Apneas : usar igual FiO₂ que la que estaba recibiendo el RN .

Registro : Registrar línea de base FiO₂

IV.- Oxígeno terapia domiciliaria

94 RN dados de alta con oxígeno domiciliario entre 2000 y 2009 . Mediana de PN 795 g y de EG 26 sem.

92% de madres habían recibido corticoides prenatales y 91% recibieron surfactante en nacimiento.

Mediana de estadía hospitalaria : 105 días y duración de O2terapia domiciliaria : 84 días. (Rango 28-308 días) .

Post mantención SpO₂ en 92-95%, incidencia de O₂ terapia domiciliaria disminuyó de 2 /1.000 nacidos vivos a 1.1 / 1.000 nacidos vivos.

Esto sugiere que mantener óptimos targets de SpO₂ disminuye la duración de O₂ terapia y que a pesar de esteroides prenatales y surfactante postnatal la necesidad de O₂ domiciliario en prematuros continúa.

Alta a O2 domiciliario :

Registro continuo SpO2 nocturna (más de seis horas).

1.598 prematuros en hospital a 36 semanas EGC

RN con FiO2 < 30% ó > 30%, pero SpO2 > 96 % se sometieron a reducción gradual a aire ambiental .

Los que no mantienen saturaciones > 90% en un período de 30 minutos se definieron como teniendo DBP "fisiológica" .

Se debe planificar oxígeno domiciliario

El RN debe estar médicamente estable, creciendo bien y teniendo una SpO₂ media de 93-95% sin frecuentes episodios de desaturación.

Esto generalmente corresponde a un flujo de oxígeno < 0,5 L / min.

Como algunos RN que requieren oxígeno domiciliario a menudo tienen hipertensión pulmonar significativa, la evaluación cardíaca es esencial.

Weaning de oxígeno domiciliario

Factores que deben tenerse en cuenta para weaning de oxígeno domiciliario son :

- Estado respiratorio
- Crecimiento del RN
- Resultados de oximetría de pulso nocturna
- Ecocardiografía si hay hipertensión pulmonar

SpO₂ debe mantenerse en 93-95% con menos del 5% del tiempo por debajo de 85% y 10% del tiempo por debajo de 90% .

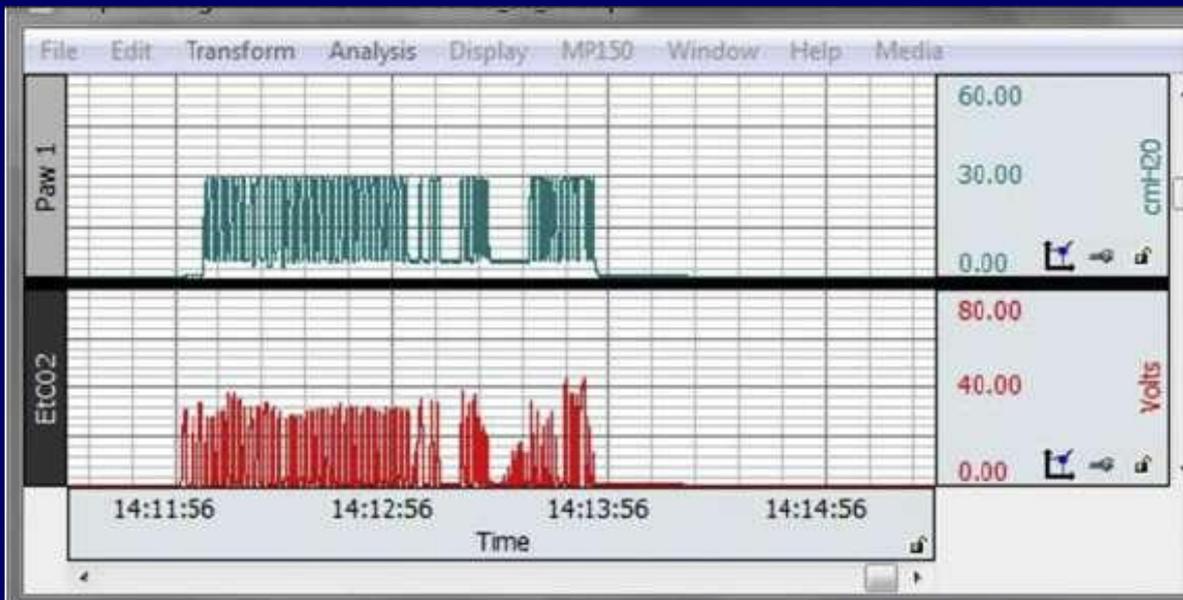
Si la oximetría nocturna es satisfactoria, el oxígeno es destetado gradualmente, 0,1 L / min cada vez.

Conclusión

Targets de SpO₂ pueden ser diferentes en diferentes puntos en vida de 1 prematuro : SpO₂ 85-92% en primeros minutos post nacimiento, 91 a 95% hasta 36 semanas de EGC y 93-95% en el RN convaleciente.

Parece prudente evitar SpO₂ más bajas en cada etapa para evitar mortalidad y efectos de hipoxia crónica, pero también se requiere cuidado para evitar hiperoxia.

Pendientes resultados de RCT para confirmar el target de SpO₂ óptimo para RN en diferentes etapas de su evolución clínica.



Hold Options...

130.1 BPM
51.1 Sat
36.1 Percent
130.0 ECG_HR

Oxygen Saturation



Bibliografía

- 1.- S. Cherian Paediatr. Respir. Rev. 2013
- 2.- Askie NeOProM BMC Pediatrics 2011
- 3.- Difiore Support Journal of Pediatrics 2012
- 4.- Stenson BOOST-II N Engl J Med 2011
- 5.- NICHD Support N Eng J Med 2010
- 6.- Trevisanuto J. Mat-Fetal and Neon Med. 2012
- 7.- Rhein Pediatric Pulmonology 2012
- 8.- Vento J. Mat-Fetal and Neon Med. 2012
- 9.- Bancalari Clinics in Perinatology 2012



FIN