

Cambios Fisiológicos durante la Transición Neonatal y la Influencia del Soporte Respiratorio

Dra. Jennifer Rodrigues Boock –
Residente Pediatría USS

Basado en Clinics in Perinatology Diciembre 20 21

Physiologic Changes during Neonatal Transition and the Influence of Respiratory Support



Marlies Bruckner, MD^{a,b,c}, Georg M. Schmölzer, MD, PhD^{a,b,c,*}

Bruckner M, Schmolzer G. Physiologic Changes during Neonatal Transition and the Influence of Respiratory Support. Clin Perinatol. 2021 Dec;48(4):697-709. Doi: 10.1016/j.clp.2021.07.001

Hoja de Ruta

01

Cambios fisiológicos después del nacimiento

- Clearance del líquido pulmonar
- Llanto y Respiración
- Cierre de la glotis/epiglotis
- Reflejo trigeminocardiaco

02

Soporte postnatal y su impacto en el recién nacido

- Estimulación
- Oxígeno y SatO₂
- Ventilación con máscara
- Cambios en la frecuencia cardiaca
- Presión Inspiratoria Peak
- Obstrucción de vía aérea

03

Soporte respiratorio al nacimiento

- Utilizando VPP para mejorar clearance de líquido pulmonar
- Uso de monitor de CO₂
- Utilizando conocimiento de fisiología para mejorar la reanimación neonatal

INTRODUCCIÓN

- Los recién nacidos prematuros tienen dificultad en establecer una respiración efectiva al nacer, por presentar pulmones estructuralmente inmaduros, con déficit de surfactante, y sin soporte de una pared torácica firme
- 10% de los recién nacidos requieren soporte ventilatorio al nacimiento, en aumento con las menores edades gestacionales
- Se recomienda aplicar Ventilación a Presión Positiva (VPP) en RN con apnea, bradicardia o esfuerzo respiratorio inadecuado al nacimiento, con el objetivo de crear una capacidad residual funcional (CRF), entregar correcto volumen corriente para facilitar el intercambio gaseoso y estimular la respiración, minimizando daño pulmonar.
- Es necesario entender la fisiología de la transición feto-neonatal y aplicarla durante el soporte respiratorio en la atención inmediata.



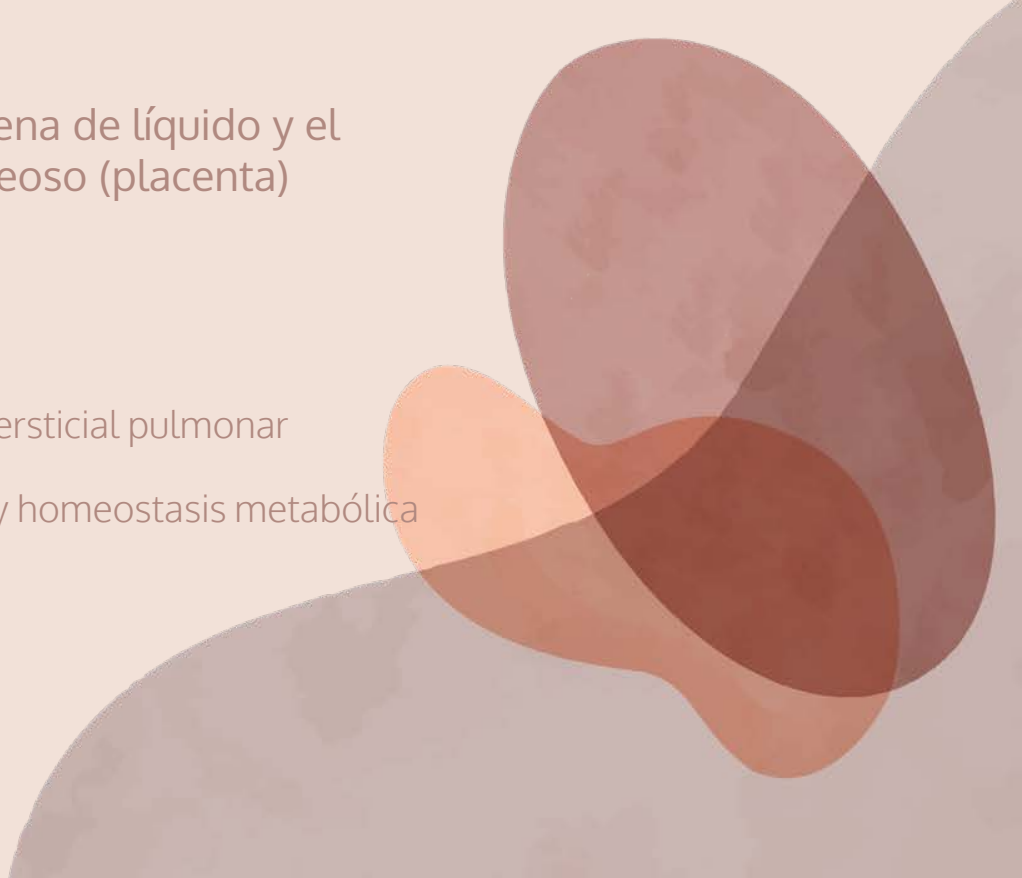
0 1

Cambios fisiológicos después del nacimiento

Antecedentes

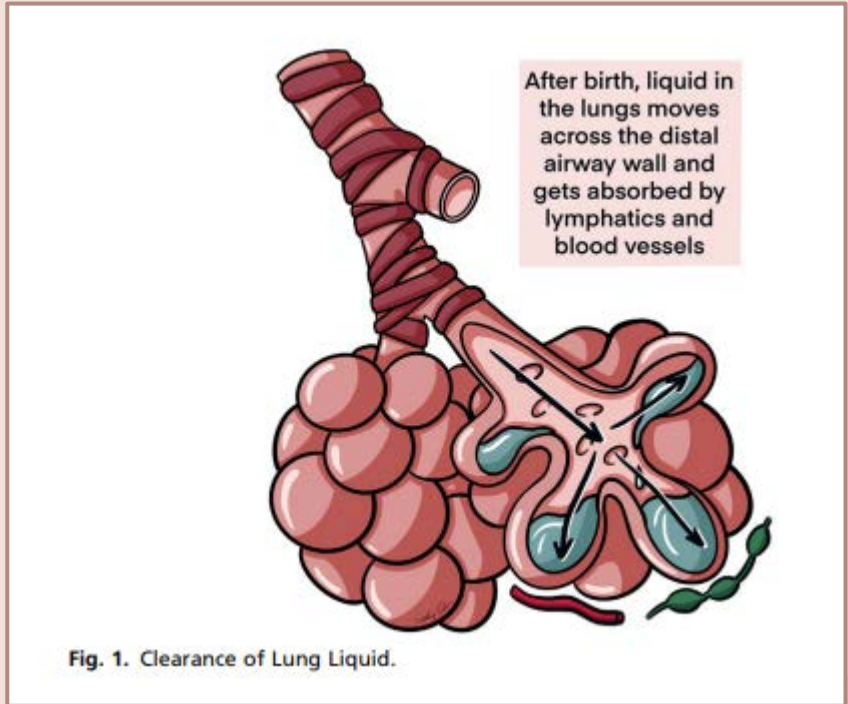
Clearance del líquido pulmonar

- Antes del parto, la vía aérea está llena de líquido y el pulmón no realiza intercambio gaseoso (placenta)
- Ocurre en 3 fases
 1. Limpieza de vía aérea
 2. Acúmulo de líquido en el tejido intersticial pulmonar
 3. Intercambio gaseoso respiratorio y homeostasis metabólica



1ª Fase

- No existe intercambio gaseoso
- Foco en mover el líquido de la vía aérea y a través de la pared de la vía distal
- Lograr aireación uniforme
- En cachorros de conejo, el movimiento del líquido fue de $\sim 9\text{ml/kg/s}$, con limpieza completa dentro de primeras 3-5 respiraciones (15-30seg)



2ª Fase

- El líquido que abandona la vía aérea se acumula en el espacio intersticial y resulta en aumento transitorio de la presión del compartimiento
- Presiones disminuyen gradualmente en 4-6h por absorción por el sistema linfático y vasos sanguíneos

3ª Fase

- Ocurre luego de la transición inmediata, una vez que el líquido se ha eliminado de la vía aérea
- Soporte ventilatorio debería enfocarse en el intercambio gaseoso, homeostasis respiratoria
- CO₂ no se detecta inmediatamente luego del parto, sino luego de 5-10 respiraciones (5-21 seg)

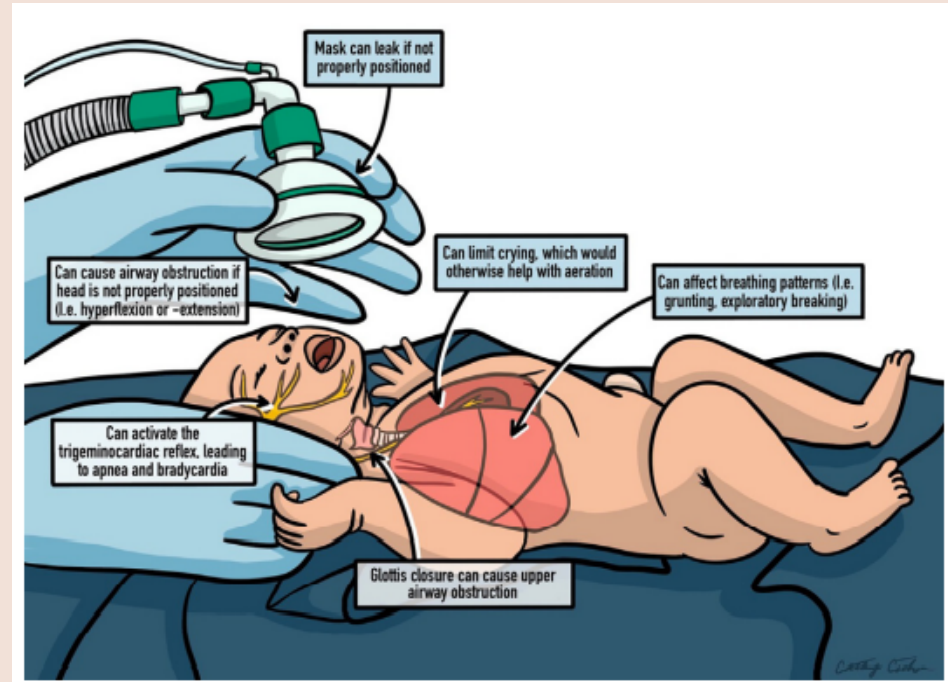
Llanto y Respiración

- La mayoría de los prematuros llora y respira al nacimiento, estableciendo CRF e iniciando la respiración espontánea
- Distintos patrones de respiración: normal, llanto, quejido, jadeo, espiración frenada
- Llanto predominante hasta el 62%
- Mayoría de los PT extremos tratados con VPP prolongan su espiración frenando el flujo espiratorio y/o usando pausas espiratorias para defender su volumen pulmonar
- 2 mecanismos:
 - Actividad post-inspiratoria diafragmática
 - Cierre o estrechamiento de la laringe
- Produce presión de vía aérea sobre la presión atmosférica



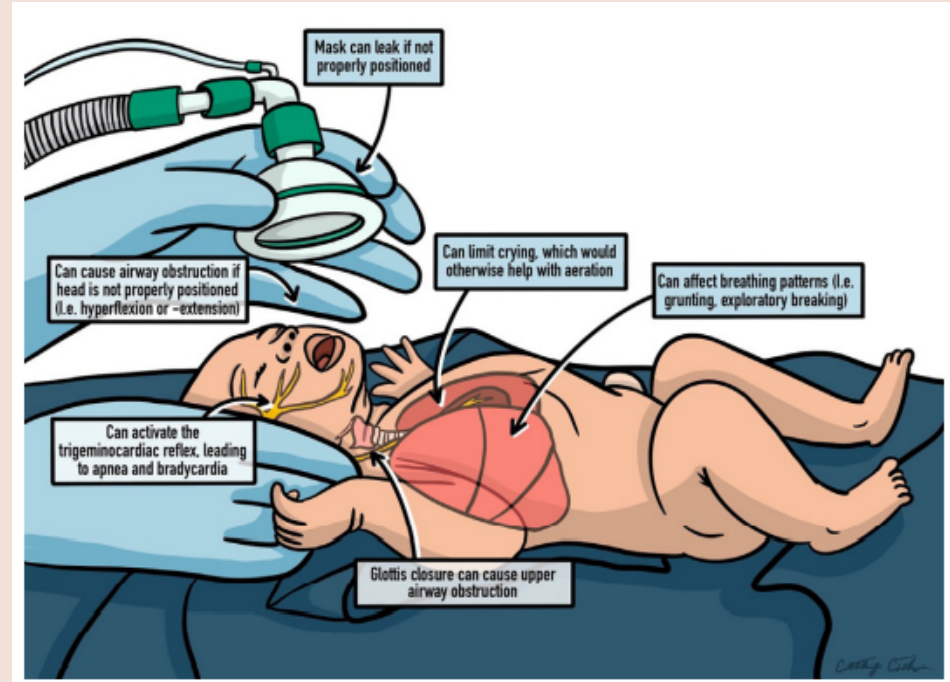
Cierre de la glotis/ epiglotis

- En el útero, la aducción de la glotis mantiene presiones de la vía aérea elevadas para mantener expansión pulmonar
- Se abre con los movimientos respiratorios (inhibidos por la hipoxia *in utero*), y la hipoxia en el recién nacido induce apnea y cierre glótico luego del nacimiento.
- El cierre glótico lleva a VPP ineficiente por obstrucción



Reflejo trigeminocardíaco

- Es un reflejo del tronco encefálico que se presenta con manifestaciones cardíacas
 - Bradicardia, hipotensión, asistolia, apnea e hipermotilidad gástrica
- Lleva a depresión respiratoria con el estímulo cutáneo o mucocutáneo de cualquier rama sensorial del nervio trigémino
- ~11% de los RN \geq 34 semanas presentan apnea o bradicardia al aplicar la máscara facial





02

Soporte postnatal y su
impacto en el recién nacido

Estimulación

- Maniobras táctiles, como secado, frotar el dorso o planta de los pies
- No hay relación entre estímulo y la primera respiración
- Asociada a aumento significativo de la saturación de O₂, aunque sin incremento de la frecuencia cardiaca (FC)
- Respuesta más común: llanto y mueca facial

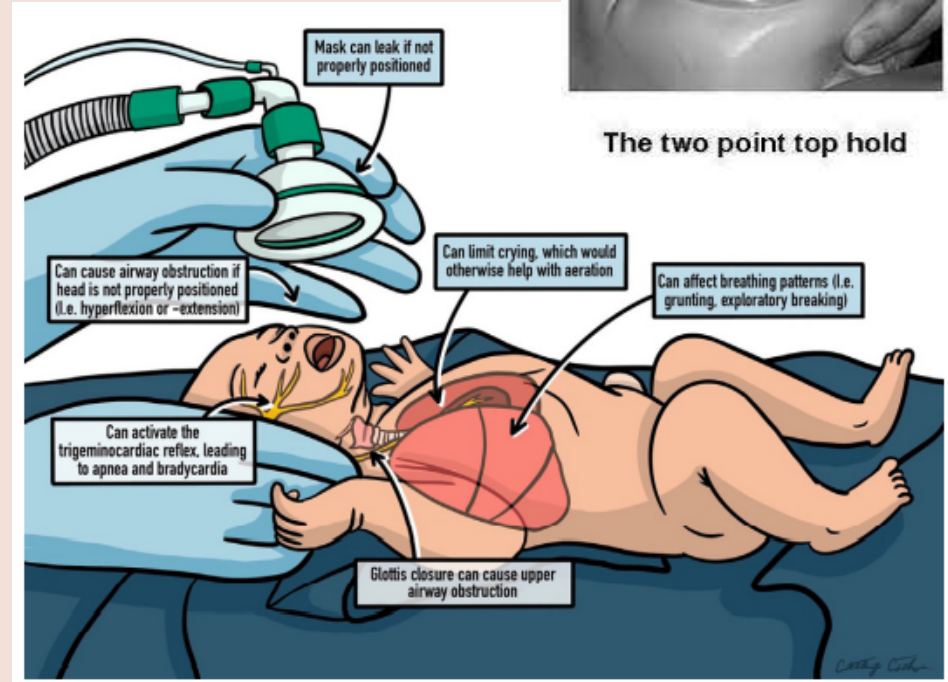


Oxígeno y SatO₂ medidos por oximetría de pulso durante la transición feto-neonatal

- Según las guías de reanimación neonatal actuales se debe utilizar oximetría de pulso para titular cantidad de O₂ necesaria
- FiO₂ inicial
 - < 28 semanas EG: 0.30
 - < 35 semanas EG: 0.21 - 0.30
 - ≥ 35 semanas EG: 0.21
- SatO₂<80% a los 5 min de nacimiento se asocian a mayor riesgo de HIV y aumentan la mortalidad en casi 5 veces en menores de 32 sem
- Menor probabilidad de alcanzar sat 80% a los 5 min si se inicia reanimación con FiO₂ < 30%

Ventilación con máscara

- Las guías recomiendan uso de máscara facial durante la VPP en la atención inmediata
- Es crucial la posición correcta de la cabeza y cuello
- Mala técnica lleva a fugas de aire u obstrucción de a vía aérea
- La mitad de los recién nacidos que reciben VPP presentan fugas de máscara en los primeros 2 minutos



Cambios en la frecuencia cardiaca durante ventilación con máscara

- Las guías indican que el soporte ventilatorio debe iniciarse cuando $FC < 100 \text{ x'}$
- 7ª edición del manual de reanimación neonatal de la AAP
 - “Si la VPP si inició porque el RN presentaba FC baja, la FC del neonato debería empezar a aumentar en los primeros 15 segundos de ventilación”
- Datos experimentales y clínicos lo contradicen. Estudios no reportan aumento de la FC a los 15 segundos de VPP en el RNPT.
- FC solo se recupera cuando ocurre intercambio gaseoso: promedio de 126 segundos desde nacimiento para superar 100 latidos x'

Hooper SB, Fouras A, Siew ML, et al. Expired CO2 levels indicate degree of lung aeration at birth. PLoS One 2013;8(8):e70895.

Presión Inspiratoria Peak (PIP)

- La resistencia de la vía aérea es ~100 veces mayor cuando el pulmón está lleno de líquido
- Durante las primeras respiraciones, la aireación del pulmón no es uniforme por la mayor resistencia de determinadas áreas, resultando en distribución de presión irregular durante la ventilación
- En la VPP, la PIP es elegida considerando que entregará un volumen corriente adecuado, pero, la compliance pulmonar y por ende la PIP requerida para entregar un correcto volumen corriente varían en los minutos post parto.
- También varían las propiedades mecánicas pulmonares entre neonatos según EG y grado de enfermedad
- Una PIP fija puede sobre/subestimar la ventilación

Obstrucción de vía aérea

- Durante la ventilación puede ocurrir la obstrucción por compresión manual de los tejidos blandos (cuello, lengua, tráquea)
 - Hiperextensión o flexión de la cabeza
 - Sostén demasiado firme de la máscara al rostro
- Hasta un 75% de los RNPT sufrieron obstrucción de la vía aérea durante la ventilación
- Obstrucción severa (>75%) en 25% de los RNPT recibiendo ventilación con máscara
- Las guías recientes recomiendan la posición de olfateo para reducir la obstrucción
- Las guías europeas recomiendan vía orofaríngea para superar la obstrucción, pero un estudio reciente reportó mayor tasa de obstrucción con la vía orofaríngea vs máscara facial (81% vs 64%) y no debería utilizarse en RNPT.



03

Soporte respiratorio al nacimiento

Implementando el conocimiento disponible

Utilizando VPP para mejorar clearance de líquido pulmonar

- La inspiración genera un gradiente de presión por la vía aérea creando presiones subatmosféricas en el tejido perialveolar llevando a eliminación del líquido pulmonar. Si el RN no inicia la respiración, el líquido permanece en los pulmones e impide el intercambio gaseoso y oxigenación
- Guías recomiendan VPP con PIP 20-25 cmH₂O y Ti de 0.3-0.5 segundos
- Estudios comparan VPP intermitente vs insuflación sostenida (>1seg) indican que esta última no mejora mortalidad, ingreso a VMI o morbilidades asociadas, ni neurodesarrollo a largo plazo, y en un subgrupo de RNPT <28 sem puede aumentar la mortalidad pre-alta, por lo que no se recomienda.
- Se indica iniciar VPP con un Ti \leq 1 segundo

Uso de monitor de CO₂ para evaluar la aireación pulmonar

- El uso de capnógrafo (ETCO₂) durante la VPP muestra aumento de CO₂ >10mmHg en un promedio de 28 segundos antes que la FC sea >100x'
- Niveles de ETCO₂ pueden indicar el grado relativo de aireación pulmonar, pero solo se puede usar si existe intercambio gaseoso, y el pequeño volumen corriente con menores tiempos inspiratorios y espiratorios del recién nacido pueden llevar a valores incorrectos
- No logra diferenciar entre volumen corriente inadecuado, obstrucción de la vía aérea, fallo circulatorio o falta de aireación pulmonar
- El uso de monitores no aumentó el número de neonatos normocapnicos que ingresaron a UCIN

Utilizando conocimiento de fisiología para mejorar la reanimación neonatal

- En RNPT apneicos puede mantenerse el cierre glótico y puede generar VPP no invasiva inefectiva
 - Estímulo táctil puede apoyar apertura de la glotis
- En RNT no se observó cambio significativo en la SatO₂ ni FC con estímulo táctil, pero si en el RNPT aumento significativo de la saturación
- El cierre glótico debe ser considerado durante la VPP, en particular si no hay mejoría clínica luego del nacimiento
- Un aumento de O₂ al 100% (hasta 3 minutos) en RNPT <30sem resulta en mayor volumen minuto y corriente en comparación al uso de FiO₂ 30%, sin diferencia en marcadores de estrés oxidativo entre ambos grupos
- Un aporte inicial de oxígeno a altas concentraciones en prematuros puede ser una opción para abrir la glotis.

Table 1**The effects of physiologic changes on the newborn infant and how medical support can improve the newborn infants' condition immediately after birth**

Physiologic Conditions Immediately After Birth	Effect on the Newborn Infant	Medical Measures to Improve Transition
Lung liquid clearance	Failed lung liquid clearance results in lung edema and impaired gas exchange	PPV in apneic and/or bradycardic (<100 beats/min) infants forces lung liquid clearance and generates functional residual capacity ^{3,4}
Gas exchange	Failed gas exchange leads to imbalance of CO ₂ and O ₂ and results in respiratory acidosis and impaired tissue oxygenation	Using PPV with a peak inspiratory pressure of 20–25 cm H ₂ O to deliver an appropriate tidal volume and aerate parts in the lung with high resistance ^{3,4}
Glottis closure	Leading to obstruction and resulting in impaired heart rate increase, further medical interventions, hypoxia, and inhibiting breathing efforts	An initial high oxygen boost to open the glottis in preterm infants might be an option to open the glottis ⁶⁵

Physiologic Conditions Immediately After Birth	Effect on the Newborn Infant	Medical Measures to Improve Transition
Crying and breathing patterns	Failing to cry at birth leads to impaired establishment of functional residual capacity	Tactile maneuvers (drying, rubbing the back or the soles of the feet) to stimulate breathing at birth ^{3,4}
Oxygen saturation (SpO ₂)	SpO ₂ <80% at 5 min after birth was associated with a higher risk of intraventricular hemorrhage and risk of death was almost 5 times ³⁶	Use pulse oximetry to titrate the amount of oxygen needed. Initial FiO ₂ of 0.30 for newborn infants <28 wk' gestation, 0.21–0.30 for infants <35 wk' gestation, and 0.21 for infants ≥35 wk' gestation. ^{3,4}
End-tidal CO ₂	Failed gas exchange due to, eg, obstruction, missing breathing efforts, or failed ventilation results in no detection of end-tidal CO ₂ within 5–21s after birth resulting in respiratory acidosis	CO ₂ monitoring might be used to assess lung aeration and guide respiratory support during resuscitation. It is not recommended in the current resuscitation guidelines because there are numerous pitfalls when using different techniques ^{3,4}

Physiologic Conditions Immediately After Birth	Effect on the Newborn Infant	Medical Measures to Improve Transition
Activation of the trigeminocardiac reflex	Placing a face mask or nasal prongs on the infants face may lead to apnea and bradycardia	Health care providers should be aware that positioning a face mask could activate the trigeminocardiac reflex causing apnea and bradycardia
Activation of the vagus nerve	Endotracheal suctioning may lead to apnea and bradycardia	Current neonatal resuscitation guidelines recommended against routine suction for both vigorous and nonvigorous infants born with meconium-stained amniotic fluid. ^{3,4} Suctioning may be considered for suspected airway obstruction ^{3,4}

CONCLUSIÓN

- Para completar exitosamente la transición fetal-neonatal, el recién nacido debe pasar por cambios fisiológicos como eliminación de líquido, generación de capacidad residual funcional, e iniciar respiración para lograr intercambio gaseoso
- La transición inmediata incompleta o fallida tienen indicación de soporte médico, como estimulación, ventilación a presión positiva (VPP), suplementación de O₂, y/o en raras ocasiones compresiones torácicas
- Las intervenciones médicas gatillan reacciones fisiológicas, por lo que los profesionales de la salud deben entender y considerar la fisiología del recién nacido al realiza maniobras de reanimación
- Considerar distintos patrones respiratorios, activación del reflejo trigeminocardiaco, y cierre de glotis, especialmente en el pretérmino.