

Recomendaciones en Reanimación Neonatal 2011. 2ª parte: Administración de oxígeno. Estrategias ventilatorias. Masaje cardíaco

*Recommendations in Neonatal Resuscitation 2011. 2nd part:
Oxygen administration. Ventilatory strategies. Chest compressions*

*Dra. Adriana Castro^a, Dra. Cecilia Rabasa^a, Dra. Carola Capelli^a,
Dra. Florencia Cores Ponte^a, Dr. Diego Enríquez^a, Dra. Susana Gutiérrez^a,
Dr. Gonzalo Mariani^a, Dr. Sergio Pacchioni^a, Dra. Amorina Pardo^a, Dr. Gastón Pérez^a,
Dra. Mariana Sorgetti^a y Dr. Edgardo Szyld^a*

doi:10.5546/aap.2011.536

EVALUACIÓN DE LA NECESIDAD DE OXÍGENO Y SU ADMINISTRACIÓN

Existe una clara y contundente evidencia de que los niveles de oxígeno en la sangre de los recién nacidos sanos por lo general no alcanzan los valores extrauterinos definitivos hasta aproximadamente 10 minutos después del nacimiento. La saturación de oxihemoglobina normalmente puede permanecer en un 70-80% durante varios minutos después del nacimiento, lo que resulta en la presencia de cianosis durante ese tiempo. Otros estudios han demostrado que la evaluación clínica del color de la piel es un indicador muy pobre de la saturación de oxihemoglobina durante el período neonatal inmediato y que la ausencia de cianosis parece ser un mal indicador del estado de oxigenación de un recién nacido sano después del nacimiento. Por estas razones, la valoración clínica del color se ha desechado como un indicador del grado de oxigenación o de la eficacia de la reanimación neonatal.

El manejo óptimo del oxígeno durante la reanimación neonatal es particularmente importante debido a la

evidencia de que la oxigenación insuficiente o excesiva puede ser perjudicial para el recién nacido.³³⁻³⁵ Se sabe que la hipoxia y la isquemia pueden causar lesiones a múltiples órganos. Por otra parte, existen cada vez más datos experimentales, así como evidencia de estudios en recién nacidos que reciben reanimación, que incluso una breve exposición a un exceso de oxígeno durante la reanimación y después de ella, puede determinar resultados adversos. En teoría, el uso de menores concentraciones de oxígeno ayudaría a reducir sustancialmente el estrés oxidativo y así minimizar las consecuencias perjudiciales de los radicales libres de oxígeno.³⁶⁻³⁹

Saturación de oxígeno

Numerosos estudios han definido los porcentajes de saturación de oxígeno en función del tiempo desde el nacimiento en los recién nacidos de término sanos. Esto incluye saturaciones medidas en ambos sitios, preductal y postductal, después del nacimiento por cesárea y por vía vaginal, nacimientos a nivel del mar y en altura.⁴⁰⁻⁴⁵ Los recién nacidos por cesárea necesitan aproximadamente 2

a. Área de Trabajo
en Reanimación
Neonatal. CEFEN.
Sociedad Argentina
de Pediatría.

Correspondencia:
Dr. Gastón Pérez
drperezgaston@gmail.
com

Conflicto de intereses:
Ninguno que declarar.

Recibido: 25-8-2011
Aceptado: 26-8-2011

Comité de Estudios Feto Neonatales (CEFEN):

Secretario: *Dr. Ricardo Nieto*. Prosecretaria: *Dra. Daniela Satragno*.

Vocales titulares: *Dr. Guillermo Colantonio, Dra. Carola Capelli y Dra. Gisella Salas*.

Vocales suplentes: *Dra. Marina Scaramutti, Dr. Gastón Pérez y Dra. Amorina Pardo*.

minutos más que los bebés nacidos de parto vaginal para lograr una tasa de saturación del 90%.⁴⁵ Los recién nacidos prematuros tardan más tiempo que los recién nacidos de término para llegar a la $SpO_2 > 85\%$.⁴³ Recientemente, Dawson y col. presentaron un nomograma para la SpO_2 preductal durante los primeros 10 minutos de vida en dos grupos de pacientes prematuros (24-36 semanas) y de término (mayores de 37 semanas).⁴⁶ Estas tablas representan hasta la fecha la mejor guía para la valoración de oxígeno suplementario en la sala de partos. Sin embargo, en los recién nacidos con circulación comprometida, una señal de SpO_2 confiable puede ser difícil de obtener y las decisiones sobre el uso de las concentraciones de oxígeno deben basarse en la respuesta de la frecuencia cardíaca a las maniobras de reanimación.

Los oxímetros de pulso más recientes, que emplean sensores diseñados específicamente para los recién nacidos, proporcionan lecturas confiables en 1 o 2 minutos después del nacimiento.⁴⁷⁻⁴⁹ Estos oxímetros son eficaces en la gran mayoría de los recién nacidos a término y prematuros, requieran o no reanimación, siempre y cuando haya un gasto cardíaco suficiente y el flujo sanguíneo periférico sea adecuado para que el oxímetro pueda detectar el pulso.

Se recomienda utilizar el oxímetro de pulso cuando:

- se anticipe la necesidad de reanimación,
- se administra ventilación a presión positiva,
- la cianosis es persistente, o
- se administra oxígeno suplementario.⁵⁰

Para comparar adecuadamente las saturaciones de oxihemoglobina con los datos similares publicados, el sensor debe ser colocado en un sitio preductal (es decir, la extremidad superior derecha, por lo general la muñeca o en la superficie medial de la palma).⁴⁹ Cierta evidencia indica que fijar el sensor al bebé antes de conectarlo al equipo facilita la adquisición más rápida de la señal.⁴⁸

Así, los mezcladores de oxígeno se han convertido en un estándar de la atención en la sala de partos y el uso de oxígeno para la reanimación neonatal es guiado con la frecuencia cardíaca y la oximetría de pulso.^{51,52} De no contar con mezclador, se puede obtener una concentración conocida de O_2 al combinar los flujos de O_2 y aire comprimido de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$FiO_2 = \frac{\text{Flujo de } O_2 \text{ (lpm)} + 0,21 \times \text{Flujo de aire (lpm)}}{\text{Flujo de aire (lpm)} + \text{Flujo de } O_2 \text{ (lpm)}}$$

En el *Gráfico 1* se observan las combinaciones de flujos y sus correspondientes FiO_2 .

Recuerde no superar los 10 lpm (litros por minuto) de mezcla total.

Más allá de lo expuesto en relación a la mezcla de O_2 y aire, se debe prestar especial atención a los recién nacidos con asfixia grave con marcado compromiso circulatorio (frecuencia cardíaca menor a 60 lpm o en asistolia). Existe preocupación acerca de la eficacia de la reanimación con aire ambiente en comparación con concentraciones mayores de oxígeno en el retorno a circulación espontánea y perfusión cerebral adecuada en este grupo de recién nacidos gravemente asfixiados.⁵³

ADMINISTRACIÓN DE OXÍGENO SUPLEMENTARIO

1. Durante la ventilación a presión positiva (VPP)

En recién nacidos de término que requieren reanimación con VPP, el uso al inicio de O_2 al 1,0 no ofrece ventajas sobre el uso de aire ambiente y requiere mayor tiempo hasta lograr la primera respiración espontánea o llanto.^{37,54,55} Varios estudios en recién nacidos han demostrado que la presencia de estrés oxidativo con la re-oxigenación causa daño al corazón, riñón y un estado metabólico pro-oxidante que persiste más allá del mes de nacimiento.^{56,57}

Dos estudios mostraron una asociación entre el cáncer infantil, en particular la leucemia, y la exposición a oxígeno al nacer.^{58,59} Dos metaanálisis de varios estudios clínicos controlados aleatorizados que compararon la reanimación neonatal iniciada con aire ambiental contra oxígeno al 100% mostraron un aumento de la supervivencia cuando se inició la reanimación con aire.^{60,61}

GRÁFICO 1. Combinaciones de flujos y sus correspondientes FiO_2

FiO_2	O_2 en litros/minuto	Aire en litros/minuto
0,30	1	9
0,40	2,5	7,5
0,50	4	6
0,60	5	5
0,70	6	4
0,80	7,5	2,5
0,90	9	1

No hay estudios prospectivos en recién nacidos de término que comparen resultados al usar concentraciones iniciales de O₂ diferentes de 21% o 100% en reanimación neonatal.

Recientes estudios apoyan las siguientes recomendaciones:

- El uso de aire como gas inicial en la reanimación del recién nacido de término.
- El uso de la oximetría de pulso como un método factible y fiable para el control de suplemento de oxígeno en la sala de partos.
- El inicio de la reanimación con bajas concentraciones de oxígeno (FiO₂ 0,30-0,50) en recién nacidos prematuros.
- Si a pesar de una ventilación eficaz no hay un aumento en la frecuencia cardíaca o si la oxigenación (guiados por oximetría) sigue siendo inaceptable, debe considerarse el uso de una mayor concentración de oxígeno.²

Recomendamos ajustar la concentración de oxígeno en función de la respuesta a la reanimación, evaluada a través de la mejoría en la frecuencia cardíaca y la oxigenación (SpO₂).

No recomendamos la utilización de la bolsa autoinflable sin reservorio como medida para disminuir la concentración de oxígeno administrada al recién nacido, dado que no es confiable.⁵⁶ Siempre que se administra oxígeno debe ser mediante un mezclador de oxígeno/aire.

En función del análisis fisiopatológico de los cambios adaptativos al nacer y de la revisión de la evidencia publicada, creemos que un enfoque adecuado es diferenciar la necesidad de O₂ en reanimación dependiendo de la edad gestacional y del grado de asfixia (moderada-grave). En este sentido es importante que los neonatólogos y enfermeros a cargo de la recepción de recién nacidos comprendan la diferencia entre estabilización y necesidad de reanimación, fundamentalmente en prematuros.

La necesidad de maniobras de reanimación neonatal suele obedecer a diferentes causas en recién nacidos de término y prematuros. Mientras que en los primeros el origen de su dificultad para la adaptación a la vida extrauterina suele ser algún evento hipóxico-isquémico (asfixia), en los prematuros (especialmente los de muy baja edad gestacional), el problema está dado por una inmadurez de los mecanismos responsables de la transición.⁵⁷ Por otra parte, la susceptibilidad al daño oxidativo es mucho mayor en los recién nacidos extremadamente prematuros.⁶² La recomendación

de la FiO₂ inicial en la reanimación es usar 0,21 en RNT y entre 0,3 y 0,5 en RNPT < 32 semanas de EG. En prematuros de entre 32 y 37 semanas, no hay evidencia suficiente para recomendar una determinada FiO₂ de inicio.

En relación al grado de asfixia, los recién nacidos con compromiso leve o moderado suelen responder con las maniobras iniciales, incluida una adecuada ventilación pulmonar (independientemente de la concentración de O₂ del gas inspirado). En ellos, si no existe una rápida respuesta a la reanimación, se puede aumentar gradualmente la concentración de O₂ y evaluar la respuesta en función de la mejoría en la oxigenación y el aumento de la frecuencia cardíaca. Sin embargo, existen dudas acerca de los posibles beneficios o riesgos del uso de O₂ en concentraciones tanto insuficientes como exageradas en recién nacidos con mayor compromiso. Ante esta falta de conocimientos, el consenso actual es que en los recién nacidos con asfixia grave (bradicardia persistente menor a 60 lpm o asistolia a pesar de adecuada ventilación) se considere aumentar la concentración de oxígeno hasta llegar a una FiO₂ de 1,0.

2. Sin necesidad de ventilación a presión positiva (O₂ libre)

En recién nacidos de término y cercanos al término, mayores de 35 semanas de edad gestacional, que presenten respiración eficaz y FC mayor a los 100 latidos por minuto, la administración o no de oxígeno suplementario debería realizarse de acuerdo al intervalo de saturación que presenten (ver *tabla en algoritmo* en 1ª parte). Si fuera necesario, se administrará mediante halo de oxígeno, preferentemente calentado y humidificado o bien por intermedio de máscara. En ambos casos, el porcentaje de oxígeno administrado será medido mediante mezclador aire/oxígeno.

Errores más comunes en la administración de oxígeno suplementario

- Desconocer que el O₂ es una droga y obviar sus posibles efectos adversos.
- Pretender que el recién nacido se vea "rosado" lo antes posible, entendiéndose que la transición a la vida extrauterina es un proceso que lleva tiempo.
- Creer que la valoración clínica del color es confiable en los primeros minutos después del nacimiento.
- Comenzar la administración de oxígeno suplementario con una FiO₂ de 1,0.
- No contar con mezcladores de O₂ y aire comprimido en sala de recepción.

- No usar oximetría de pulso en la valoración del estado de oxigenación del RN.
- Administrar O₂ para lograr una SpO₂ de 100%.
- No diferenciar las necesidades de un RNT y un RNPT.
- Confiar en que al retirar el reservorio de la bolsa autoinflable, la FiO₂ administrada es de 0,4.
- Retirar el O₂ suplementario rápidamente una vez alcanzados los objetivos de SpO₂.

Puntaje de Apgar

Es útil para reunir información del estado general y la respuesta a la reanimación. No se debe utilizar para determinar:

- La necesidad de reanimación.
- Qué pasos son necesarios o cuándo emplearlos.

Debe ser asignado al minuto y a los 5 minutos. Si el puntaje a los 5 minutos es menor a 7, se debe asignar un puntaje adicional cada 5 minutos hasta los 20 minutos. (Ver Tabla 2).

El puntaje asignado durante una reanimación no es equivalente al de un RN respirando espontáneamente, por lo que se propone informar el puntaje de Apgar "expandido", indicando las medidas de reanimación administradas al momento de la asignación del puntaje.⁶³

ESTRATEGIAS VENTILATORIAS

La ventilación es el paso más importante y eficaz en la reanimación cardiopulmonar de un recién nacido comprometido.

FIGURA 1. Mezclador de oxígeno/aire



TABLA 2. Puntaje de Apgar

Puntaje de Apgar				Edad gestacional				
Signo	0	1	2	1 min	5 min	10 min	15 min	20 min
Color	Azul o pálido	Acrocianosis	Rosado completamente					
FC	Ausente	< 100/min	> 100/min					
Irritabilidad refleja	No respuesta	Muecas	Llora o retira					
Tono muscular	Flácido	Alguna flexión	Movimientos activos					
Respiración	Ausente	Lenta, irregular	Buena, llora					
Comentarios				Reanimación				
			Mínutos	1 min	5 min	10 min	15 min	20 min
			O ₂					
			VPP					
			TET					
			Masaje card.					
			Adrenalina					

VPP: ventilación a presión positiva; TET: tubo endotraqueal; Masaje card.: masaje cardíaco.

Características del inicio de la respiración asistida y el rol de la presión al final de la inspiración

Presión de insuflación

No hay evidencia para justificar presiones de insuflación más altas que las necesarias para lograr la mejoría de la frecuencia cardíaca o la expansión del tórax.

La presión inicial necesaria es variable e impredecible y debe ser individualizada para lograr un aumento en la frecuencia cardíaca o el movimiento leve del tórax con cada respiración. La presión que se administra debe ser monitoreada mediante el uso de manómetro de presión. Una presión inicial de 20 cm H₂O puede ser eficaz, pero pueden ser necesarios en algunos recién nacidos de término 30-40 cm H₂O si no presentan ventilación eficaz.^{38,40,44}

Si las circunstancias impiden el uso de manómetro, se debe emplear la presión de insuflación mínima a fin de lograr un aumento de la frecuencia cardíaca.

En animales inmaduros, se ha observado que la ventilación al nacimiento con un volumen corriente alto asociado con presiones de insuflación pico altas por unos minutos, causa daño pulmonar, deterioro del gas intercambiado y reducción de la distensibilidad pulmonar.⁶⁴⁻⁶⁸

Presión positiva al final de la espiración

No hay evidencia para apoyar o refutar el valor de la utilización de PEEP durante la reanimación de RNT. En un pequeño estudio realizado en RN prematuros, la utilización de PEEP no mostró beneficio en la estabilización inicial, ni reducción del número de niños que requirieron intubación en la sala de partos.⁶⁹ En estudios de animales inmaduros intubados, el uso de PEEP durante la estabilización inicial mejora la capacidad residual funcional y la oxigenación, reduciendo la lesión pulmonar. Es probable que la utilización de PEEP en el recién nacido que requiere presión positiva al inicio de su ventilación sea beneficiosa.

La utilización de altos grados de PEEP (8-12 cm H₂O) puede reducir el flujo sanguíneo pulmonar y aumentar el riesgo de neumotórax.⁷⁰⁻⁷⁴

Recomendaciones

- Ante una ventilación adecuada, la mejor medida de evaluación es el aumento de la frecuencia cardíaca. Si ésta no mejora, debe comprobarse posteriormente la excursión tórácica en cada ventilación.
- Se debe utilizar manómetro para monitorizar las presiones a administrar al recién nacido. La máxima presión de insuflado medida no se correlaciona bien con el volumen entregado en los cambios de la mecánica ventilatoria, pero su monitoreo es útil para evitar altas presiones que puedan provocar lesión pulmonar.

Instrumentos para la ventilación asistida

No existen estudios clínicos en los recién nacidos que requieren presión positiva durante su reanimación que apoyen o refuten la superioridad de utilizar el reanimador con pieza en T en lugar de la ventilación con bolsa y máscara.

En modelos mecánicos se ha observado que las presiones otorgadas mediante reanimador con pieza en T son más uniformes comparadas con las presiones brindadas con bolsas autoinflables o bolsas de anestesia (flujo dependiente).

Asimismo el reanimador con pieza en T permite mantener PEEP más estables comparado con bolsas autoinflables o bolsas de anestesia.

Recomendación

La ventilación de los recién nacidos se puede realizar eficazmente tanto con bolsa autoinflable, bolsa inflada por flujo y/o con reanimador con pieza en T, no habiendo evidencia alguna que recomiende el uso de uno u otro instrumento. Es necesario conocer los elementos que se utilizan y saber cómo funcionan para mejorar los resultados.

Intubación endotraqueal

La intubación endotraqueal es un procedimiento que permite, en la mayoría de los casos, mantener una vía aérea permeable para realizar en forma eficaz la ventilación. Debe ser realizada por personal experimentado a fin de acortar los tiempos y evitar las complicaciones por los intentos fallidos.

TABLA 3. Colocación correcta del tubo endotraqueal

Tamaño del tubo (mm) (diámetro interno)	Peso (gramos)	Edad gestacional (semanas)
2,5	Menos de 1000	Menos de 28 semanas
3,0	1000-2000	28-34 semanas
3,5	2000-3000	34-38 semanas
3,5-4,0	Más de 3000	Más de 38 semanas

Quienes no estén capacitados para realizarla deberán solicitar ayuda y mantener una ventilación eficaz con bolsa y máscara u otro elemento de ventilación no invasivo.

Dentro de las indicaciones de intubación se encuentran:

- Si no se evidencia mejoría clínica luego de la ventilación a presión positiva, se puede intubar al paciente con el objetivo de facilitar y mejorar la ventilación asistida.
- Si se requiere masaje cardíaco, la intubación puede facilitar la coordinación entre masaje y ventilación a presión positiva.
- Si se requiere administrar adrenalina, esto puede realizarse por vía endotraqueal, mientras se coloca un acceso vascular.

Sumado a esto corresponde mencionar que existen situaciones especiales donde es necesaria la intubación en sala de partos, como, por ejemplo, para el diagnóstico prenatal de hernia diafragmática.

- Recordar que el laringoscopio debe sostenerse siempre con la mano izquierda.
- El tamaño correcto de la hoja del laringoscopio para un recién nacido de término es N° 1, y la N° 0 para prematuros.
- La selección del tamaño apropiado del tubo endotraqueal se basa en el peso del recién nacido.
- El mejor indicio de la correcta colocación del TET es la visualización de su pasaje a través de las cuerdas vocales.

Limitar el tiempo entre los intentos de intubación a solo 30 segundos.

Una vez colocado el tubo, su posición correcta se evidencia por:

- Mejoría de los signos vitales.
- Sonidos respiratorios sobre ambos campos pulmonares, pero disminuidos o ausentes sobre el estómago.
- Movimientos del tórax en cada ventilación.
- La detección de CO₂ exhalado mediante el uso de un detector colorimétrico.

Confirmar la ubicación del TET, una vez transportado el paciente a la Unidad, con radiografía de tórax.

Máscara laríngea

En un estudio controlado y aleatorizado se observó que existen resultados similares respecto de

la ventilación tanto con máscara laríngea como con máscara facial.⁷⁵

Recomendación

La máscara laríngea (ML) debería considerarse cuando la ventilación no es eficaz con la máscara facial o cuando no es posible intubar. Dado los tamaños disponibles de ML debería considerarse como una alternativa para la ventilación en aquellos neonatos que pesan más de 2000 g o son mayores de 34 semanas de edad gestacional. El tamaño 1 es el único apropiado para RN.

MASAJE CARDÍACO

La frecuencia cardíaca (FC) es el principal signo vital con el cual se evalúa la necesidad y la eficacia de la reanimación.

La indicación de iniciar masaje cardíaco en la reanimación continúa siendo FC menor a 60 latidos por minuto (lpm) luego de 30 segundos de ventilación eficaz. De la misma forma, la indicación de suspender el masaje es cuando la FC es mayor a 60 lpm.

Indicación de masaje cardíaco

El masaje cardíaco está indicado cuando el recién nacido presenta FC menor a 60 lpm luego de 30 segundos de ventilación eficaz. Si luego de 30 segundos de ventilación y masaje cardíaco eficaz, la FC se mantiene por debajo de 60 lpm se continúa con pasos adicionales. El masaje cardíaco se suspende cuando la FC supera los 60 lpm.

Frecuencia y coordinación entre masaje cardíaco y ventilación

Distintos trabajos sugieren frecuencias de 15/2 (relación masaje cardíaco-ventilación) en la RCP en otras edades. Sin embargo, la evidencia disponible sostiene que la relación masaje cardíaco y ventilación debe permanecer en 3:1 para los recién nacidos a menos que el paro cardíaco sea de etiología cardíaca.^{2, 76-87} En ese caso se debe considerar una mayor proporción, probablemente 15/2, tal como hoy se recomienda en otros grupos etarios.²

Las causas del paro cardiorrespiratorio (PCR) de etiología cardíaca, principalmente sospechada desde el conocimiento previo del paciente y diagnosticada por electrocardiografía son: arritmias (principalmente taquicardia ventricular sostenida, fibrilación ventricular, bloqueo cardíaco, etc.). Éstas pueden ser espontáneas o secundarias, principalmente a cirugía cardiovascular.

No existen pruebas de calidad realizadas en

seres humanos, animales, maniqués, o modelos matemáticos para justificar un cambio de la proporción actual de masaje-ventilación de 3:1.⁷⁴⁻⁸⁵ Las estrategias deben tener en cuenta optimizar la calidad del masaje y las ventilaciones con el menor número posible de interrupciones.²

Técnicas adecuadas

Existen dos técnicas de masaje cardíaco: la de los pulgares y la de los dos dedos. La técnica de los pulgares se presenta como de elección en recién nacidos por brindar mayores presiones arteriales sistólicas, mantener una calidad consistente de las compresiones por más tiempo, y ser más fácil y menos cansadora para el reanimador. Ambas técnicas, sin embargo, generan presiones diastólicas comparables y adecuadas, siendo el determinante más importante de la perfusión coronaria.⁸⁸⁻⁹⁴ La técnica de los pulgares es la ideal para realizar la maniobra de masaje cardíaco, pero depende fundamentalmente del tamaño de las manos del reanimador y el diámetro torácico del paciente. Siempre se debe prestar atención a no dejar los pulgares "planos" sobre la superficie precordial para evitar la presión sobre otra área no cardíaca que pueda lesionarse. Ante esta dificultad, considerar inmediatamente la técnica de los dos dedos.

El masaje debe realizarse sobre el tercio inferior del esternón y debe comprimir el tórax hasta un tercio de su diámetro antero-posterior.⁹⁵⁻⁹⁷ Ubicar adecuadamente el sitio de compresión es el paso más importante de la maniobra, puesto que una sola compresión en un lugar incorrecto puede generar lesiones irreparables. Durante la maniobra en la fase de relajación se recomienda no separar los dedos de la superficie precordial, para evitar desplazamientos involuntarios y compresiones en zonas inapropiadas susceptibles de lesión.

Observaciones a tener en cuenta

- Ubicar de manera fehaciente el correcto lugar para efectuar el masaje cardíaco (tercio inferior del esternón).¹ Este es, quizás, el paso más importante de la maniobra, puesto que una sola compresión en un lugar incorrecto puede generar lesiones irreparables.
- El método de los dedos pulgares es el ideal para realizar la maniobra de masaje cardíaco, pero depende fundamentalmente del tamaño relativo de las manos del reanimador y el diámetro torácico del paciente. Siempre se debe prestar atención a no dejar los pulgares "pla-

nos" sobre la superficie precordial para evitar presión sobre otra área no cardíaca que pueda lesionarse. Ante esta dificultad, considerar inmediatamente la técnica de los dos dedos.

- Durante la maniobra en la fase de relajación no separar los dedos de la superficie precordial para evitar desplazamientos involuntarios y compresiones en zonas inapropiadas susceptibles de lesión.
- Los errores de ventilación, sobre todo en cuanto a la técnica, llevan a requerir soporte circulatorio. Se debe prestar especial cuidado optimizando la ventilación (generalmente a través de un TET) y en la correcta coordinación de los reanimadores.
- La concentración de oxígeno se aumentará al 100% al iniciar el masaje cardíaco, si se ha estado ventilando con concentraciones inferiores.

Agradecimiento

A la Fundación para la Salud Materno Infantil (Fundasamin) por la tarea realizada en ordenar la bibliografía. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Finer N, Saugstad O, Vento M, et al. Use of oxygen for resuscitation of the extremely low birth weight infant. *Pediatrics* 2010;125:389-91.
- Saugstad OD. Resuscitation of newborn infants: from oxygen to room air. *Lancet* 2010; 376:1970-1.
- Vento M, Saugstad OD. Oxygen supplementation in the delivery room: updated information. *J Pediatr* 2011;158:e5-7.
- Niermeyer S, Vento M. Is 100% oxygen necessary for the resuscitation of newborn infants? *J Matern Fetal Neonatal Med* 2004;15:75-84.
- Saugstad OD. Hypoxanthine as an indicator of hypoxia: its role in health and disease through free radical production. *Pediatr Res* 1988;23:143-50.
- Vento M, Asensi M, Sastre J, et al. Hyperoxemia caused by resuscitation with pure oxygen may alter intracellular redox status by increasing oxidized glutathione in asphyxiated newly born infants. *Semin Perinatol* 2002;26:406-10.
- Saugstad OD. Resuscitation of the asphyxiated newborn infant: new insight leads to new therapeutic possibilities. *Biol Neonate* 2001;79:258-60.
- Toth B, Becker A, Seelbach-Gobel B. Oxygen saturation in healthy newborn infants immediately after birth measured by pulse oximetry. *Arch Gynecol Obstet* 2002;266:105-7.
- Gonzales GF, Salirrosas A. Arterial oxygen saturation in healthy newborns delivered at term in Cerro de Pasco (4340 m) and Lima (150 m). *Reprod Biol Endocrinol* 2005;3:46.
- Altuncu E, Ozek E, Bilgen H, Topuzoglu A, Kavuncuoglu S. Percentiles of oxygen saturations in healthy term newborns in the first minutes of life. *Eur J Pediatr* 2008;167: 687-8.
- Kamlin CO, O'Donnell CP, Davis PG, Morley CJ. Oxygen saturation in healthy infants immediately after birth. *J Pediatr* 2006;148:585-9.
- Mariani G, Dik PB, Ezquer A, et al. Pre-ductal and post-ductal O₂ saturation in healthy term neonates after birth. *J Pediatr* 2007;150:418-21.

45. Rabi Y, Yee W, Chen SY, Singhal N. Oxygen saturation trends immediately after birth. *J Pediatr* 2006;148:590-4.
46. Dawson JA, Kamlin CO, Vento M, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics* 2010;125:e1340-7.
47. Hay WW, Jr., Rodden DJ, Collins SM, Melara DL, et al. Reliability of conventional and new pulse oximetry in neonatal patients. *J Perinatol* 2002;22:360-6.
48. O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, Morley CJ. Feasibility of and delay in obtaining pulse oximetry during neonatal resuscitation. *J Pediatr* 2005;147:698-9.
49. Dawson JA, Kamlin CO, Wong C, et al. Oxygen saturation and heart rate during delivery room resuscitation of infants <30 weeks' gestation with air or 100% oxygen. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2009;94:F87-91.
50. Perlman JM, Risser R. Cardiopulmonary resuscitation in the delivery room. Associated clinical events. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995;149:20-5.
51. Vento M, Aguar M, Leone TA, et al. Using intensive care technology in the delivery room: a new concept for the resuscitation of extremely preterm neonates. *Pediatrics* 2008;122:1113-6.
52. Saugstad OD, Ramji S, Rootwelt T, Vento M. Response to resuscitation of the newborn: early prognostic variables. *Acta Paediatr* 2005;94:890-5.
53. Ten VS, Matsukevich D. Room air or 100% oxygen for resuscitation of infants with perinatal depression. *Curr Opin Pediatr* 2009;21:188-93.
54. Ramji S, Ahuja S, Thirupuram S, Rootwelt T, et al. Resuscitation of asphyxiated newborn infants with room air or 100% oxygen. *Pediatr Res* 1993;34:809-12.
55. Vento M, Asensi M, Sastre J, Garcia-Sala F, et al. Six years of experience with the use of room air for the resuscitation of asphyxiated newly born term infants. *Biol Neonate* 2001;79:261-7.
56. Thio M, Bhatia R, Dawson JA, Davis PG. Oxygen delivery using neonatal self-inflating resuscitation bags without a reservoir. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* 2010; 95:F315-F319.
57. Vento M, Cheung PY, Aguar M. The first golden minutes of the extremely-low-gestational-age neonate: a gentle approach. *Neonatology* 2009;95:286-98.
58. Vento M, Sastre J, Asensi MA, Vina J. Room-air resuscitation causes less damage to heart and kidney than 100% oxygen. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172:1393-8.
59. Vento M, Asensi M, Sastre J, Garcia-Sala F, et al. Resuscitation with room air instead of 100% oxygen prevents oxidative stress in moderately asphyxiated term neonates. *Pediatrics* 2001;107:642-7.
60. Spector LG, Klebanoff MA, Feusner JH, Georgieff MK, et al. Childhood cancer following neonatal oxygen supplementation. *J Pediatr* 2005;147:27-31.
61. Davis PG, Tan A, O'Donnell CP, Schulze A. Resuscitation of newborn infants with 100% oxygen or air: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2004;364:1329-33.
62. Sola A, Rogido MR, Deulofeut R. Oxygen as a neonatal health hazard: call for detente in clinical practice. *Acta Paediatr* 2007;96:801-12.
63. American Academy of Pediatrics, Committee of Fetus and Newborn, American College of Obstetric and Gynaecologists and Committee on Obstetrics Practice. The Apgar score. *Pediatrics* 2006; 117:1444-7.
64. Vyas H, Milner AD, Hopkin IE, Boon AW. Physiologic responses to prolonged and slow-rise inflation in the resuscitation of the asphyxiated newborn infant. *J Pediatr* 1981;99:635-9.
65. Te Pas AB, Walther FJ. A randomized, controlled trial of delivery-room respiratory management in very preterm infants. *Pediatrics* 2007;120:322-9.
66. Lindner W, Hogel J, Pohlandt F. Sustained pressure-controlled inflation or intermittent mandatory ventilation in preterm infants in the delivery room? A randomized, controlled trial on initial respiratory support via nasopharyngeal tube. *Acta Paediatr* 2005;94:303-9.
67. Harling AE, Beresford MW, Vince GS, Bates M, et al. Does sustained lung inflation at resuscitation reduce lung injury in the preterm infant? *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2005;90:F406-10.
68. Boon AW, Milner AD, Hopkin IE. Lung expansion, tidal exchange, and formation of the functional residual capacity during resuscitation of asphyxiated neonates. *J Pediatr* 1979;95:1031-6.
69. Finer NN, Carlo WA, Duara S, Fanaroff AA, et al. Delivery room continuous positive airway pressure/positive end-expiratory pressure in extremely low birth weight infants: a feasibility trial. *Pediatrics* 2004;114:651-57.
70. Siew ML, Te Pas AB, Wallace MJ, et al. Positive end-expiratory pressure enhances development of a functional residual capacity in preterm rabbits ventilated from birth. *J Appl Physiol* 2009;106:1487-93.
71. Probyn ME, Hooper SB, Dargaville PA, et al. Positive end expiratory pressure during resuscitation of premature lambs rapidly improves blood gases without adversely affecting arterial pressure. *Pediatr Res* 2004;56:198-204.
72. Polglase GR, Hillman NH, Pillow JJ, et al. Positive end-expiratory pressure and tidal volume during initial ventilation of preterm lambs. *Pediatr Res* 2008;64:517-22.
73. Probyn ME, Hooper SB, Dargaville PA, McCallion N, et al. Effects of tidal volume and positive end-expiratory pressure during resuscitation of very premature lambs. *Acta Paediatr* 2005;94:1764-70.
74. Kattwinkel J, Stewart C, Walsh B, Gurka M, et al. Responding to compliance changes in a lung model during manual ventilation: perhaps volume, rather than pressure, should be displayed. *Pediatrics* 2009;123:e465-70.
75. Singh, R. Controlled trial to evaluate the use of LMA for neonatal resuscitation. *J Anaesth Clin Pharmacol* 2005; 21: 303-306.
76. Berg RA, Hilwig RW, Kern KB, Babar I, et al. Simulated mouth-to-mouth ventilation and chest compressions (bystander cardiopulmonary resuscitation) improves outcome in a swine model of prehospital pediatric asphyxial cardiac arrest. *Crit Care Med* 1999;27:1893-9.
77. Berg RA, Hilwig RW, Kern KB, Ewy GA. "Bystander" chest compressions and assisted ventilation independently improve outcome from piglet asphyxial pulseless "cardiac arrest". *Circulation* 2000;101:1743-8.
78. Dean JM, Koehler RC, Schlieen CL, Atchison D, et al. Improved blood flow during prolonged cardiopulmonary resuscitation with 30% duty cycle in infant pigs. *Circulation* 1991;84:896-904.
79. Babbs CF, Nadkarni V. Optimizing chest compression to rescue ventilation ratios during one-rescuer CPR by professionals and lay persons: children are not just little adults. *Resuscitation* 2004;61:173-81.
80. Srikantan SK, Berg RA, Cox T, Tice L, et al. Effect of one-rescuer compression/ventilation ratios on cardiopulmonary resuscitation in infant, pediatric, and adult manikins. *Pediatr Crit Care Med* 2005;6:293-7.
81. Whyte SD, Sinha AK, Wyllie JP. Neonatal resuscitation--a practical assessment. *Resuscitation* 1999;40:21-5.
82. Greingor JL. Quality of cardiac massage with ratio compression-ventilation 5/1 and 15/2. *Resuscitation* 2002;55:263-7.
83. Wik L, Steen PA. The ventilation/compression ratio influences the effectiveness of two rescuer advanced cardiac life support on a manikin. *Resuscitation* 1996;31:113-9.
84. Dorph E, Wik L, Steen PA. Effectiveness of ventilation-compression ratios 1:5 and 2:15 in simulated single rescuer paediatric resuscitation. *Resuscitation* 2002;54:259-64.

85. Kinney SB, Tibballs J. An analysis of the efficacy of bag-valve-mask ventilation and chest compression during different compression-ventilation ratios in manikin-simulated paediatric resuscitation. *Resuscitation* 2000;43:115-20.
86. Haque IU, Udassi JP, Udassi S, Theriaque DW, et al. Chest compression quality and rescuer fatigue with increased compression to ventilation ratio during single rescuer paediatric CPR. *Resuscitation* 2008;79:82-9.
87. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, et al. Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *Lancet* 2010;375:1347-54.
88. Houry PK, Frank LR, Menegazzi JJ, Taylor R. A randomized, controlled trial of two-thumb vs two-finger chest compression in a swine infant model of cardiac arrest [see comment]. *Prehosp Emerg Care* 1997;1:65-7.
89. Menegazzi JJ, Auble TE, Nicklas KA, Hosack GM, et al. Two-thumb versus two-finger chest compression during CRP in a swine infant model of cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1993;22:240-3.
90. Udassi JP, Udassi S, Theriaque DW, Shuster JJ, et al. Effect of alternative chest compression techniques in infant and child on rescuer performance. *Pediatr Crit Care Med* 2009;10:328-33.
91. David R. Closed chest cardiac massage in the newborn infant. *Pediatrics* 1988;81:552-4.
92. Thaler MM, Stobie GH. An improved technic of external cardiac compression in infants and young children. *N Engl J Med* 1963;269:606-10.
93. Whitelaw CC, Slywka B, Goldsmith LJ. Comparison of a two-finger versus two-thumb method for chest compressions by healthcare providers in an infant mechanical model. *Resuscitation* 2000;43:213-6.
94. Moya F, James LS, Burnard ED, Hanks EC. Cardiac massage in the newborn infant through the intact chest. *Am J Obstet Gynecol* 1962;84:798-803.
95. Orłowski JP. Optimum position for external cardiac compression in infants and young children. *Ann Emerg Med* 1986;15:667-73.
96. Phillips GW, Zideman DA. Relation of infant heart to sternum: its significance in cardiopulmonary resuscitation. *Lancet* 1986;1:1024-5.
97. Braga MS, Dominguez TE, Pollock AN, Niles D, et al. Estimation of optimal CPR chest compression depth in children by using computer tomography. *Pediatrics* 2009;124:e69-74.