

M.L. Gómez Grande^a
y A.M. Esquinas Rodríguez^b

Ventilación no invasiva en las Unidades de Cuidados Intensivos. Parte I: fundamentos e interfase

^aMédico Adjunto. Servicio de Medicina Intensiva. Hospital General de Ciudad Real.

^bMédico Adjunto. Servicio de Medicina Intensiva. Hospital Morales Meseguer. Murcia.

Correspondencia:

M.L. Gómez Grande.
Unidad de Cuidados Intensivos.
Hospital General.
C/ Tomelloso, s/n.
13005 Ciudad Real.
Correo electrónico: mlgomezgrande2000@yahoo.es

Non-invasive ventilation in the Intensive Care Units. Part I: background and interphase

Introducción. La ventilación no invasiva es un método de soporte respiratorio que ha ganado terreno en el manejo de los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, en el momento actual se ha convertido en un arma de primera línea en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria del paciente crítico. La evidencia científica avala su utilización en pacientes con edema agudo de pulmón, insuficiencia respiratoria aguda hipercápnica, pacientes inmunosuprimidos y atelectasias. Los objetivos de esta revisión son introducir al lector a la ventilación no invasiva; dar a conocer los fundamentos de su utilización en los pacientes críticos; y el manejo de la interfase en situaciones agudas. Para ello se ha utilizado la bibliografía disponible al respecto en bases de datos (Medline y Cochranne) y libros de texto publicados. **Conclusiones.** Las características de la técnica hacen necesaria la dedicación meticulosa del personal sanitario, con conocimientos adecuados de la tecnología implicada, además de la colaboración del paciente para conseguir el éxito.

Palabras clave: ventilación no invasiva, cuidados críticos, interfase, soporte respiratorio

Introduction: *Non-invasive ventilation is a respiratory support method that has gained ground in the management of patients with acute respiratory failure. Currently, it has become a first line instrument in the treatment of respiratory failure of the critical patient. Scientific evidence supports its use in patients with acute lung edema, acute hypercapnic respiratory failure, immunosuppressed patients and patients with atelectasis. The objectives of this review are 1, introduce the reader to the non-invasive ventilation; 2, inform on the basics of its use in critical patients; and 3, the management of the interphase in acute situations. To do so, the bibliography available on it in databases (Medline and Cochranne) and published textbooks were used.* **Conclusions:** *The characteristics of the technique require careful dedication of the health care personnel, with adequate knowledge about the technology involved in addition to the collaboration of the patients to make it successful.*

Key words: non-invasive ventilation, critical care, interface, respiratory support.

188 INTRODUCCIÓN

El soporte respiratorio mecánico ha sido una técnica habitualmente específica de las Unidades de Cuidados Intensivos, utilizándose en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda (IRA) de distinta etiología. Para ello, se aplica un flujo de gas sobre el sistema respiratorio, entregado por un respirador a través de un tubo orotraqueal que invade la vía aérea; es la ventilación mecánica convencional (VMC).

Sin embargo, en el ámbito domiciliario, en la insuficiencia respiratoria crónica (IRC) (especialmente en pacientes neuromusculares y con apnea del sueño) se ha utilizado un método de soporte no invasor, entregando el flujo a través de una interfase o mascarilla, que hace de puente entre el paciente y el respirador, sin invadir la vía aérea, manteniendo intactos los mecanismos de defensa de la misma; se trata de la ventilación no invasiva (VNI). En los últimos años este método no invasor se ha filtrado al tratamiento de los pacientes agudos, siendo práctica habitual en muchas unidades de pacientes críticos, urgencias y emergencias, estando avalada por la evidencia científica en patologías específicas (IRC re-agudizada¹⁻⁴, edema agudo de pulmón⁵⁻¹³, inmunodeprimidos¹⁴⁻¹⁹ y atelectasias).

Por tanto, los objetivos de la VNI, al igual que la VMC, son (tabla 1):

1. Mejorar el intercambio de gases (hipoxemia e hipercapnia aguda).
2. Disminuir el trabajo respiratorio y el consumo de oxígeno asociado.
3. Poner en reposo los músculos respiratorios y corregir la fatiga muscular.

Aunque los objetivos sean similares, la técnica es distinta, especialmente por algunos aspectos que no debemos olvidar:

1. La VNI puede utilizarse de forma intermitente de acuerdo con las necesidades y tolerancia del paciente.
2. El paciente debe mantener un buen nivel de conciencia.
3. No se necesita intubación orotraqueal, evitando sus complicaciones (tabla 2).
4. Pueden utilizarse diferentes modos ventilatorios adaptados a la patología, al paciente y al respirador.
5. Permite comer, tragar, hablar, toser y expectorar.

Tabla 1. Objetivos de la ventilación no invasiva

Primarios

Parámetros gasométricos: intercambio de gases, acidosis respiratoria

Parámetros clínicos: fatiga muscular, frecuencia respiratoria, disnea

Reducción de la IOT

Mejorar el confort

Secundarios

Reducción de las complicaciones asociadas a la IOT y VM

Estancia en UCI

Estancia hospitalaria

Mortalidad

IOT: intubación orotraqueal; UCI: Unidad de Cuidados Intensivos; VM: ventilación mecánica.

Tabla 2. Complicaciones de la intubación orotraqueal

Proceso de intubación y ventilación mecánica**IOT**

Aspiración del contenido gástrico

Traumatismo dental, hipofaringe, etc.

Barotrauma

Traqueotomía

Hemorragia

Infección del estoma

Falsa luz

Mediastinitis

Lesiones agudas en traquea, esófago y vasos sanguíneos

Pérdida de los mecanismos de defensa de la vía aérea

Humidificación

Colonización bacteriana

Inflamación

Alteración de la función ciliar

Neumonía asociada a ventilación mecánica (25% de IOT)

Sinuitis asociada a intubación nasotraqueal y nasofaríngea (ITN: 5-25%)

Retirada del tubo orotraqueal**Agudas**

Tos, aumento de secreciones, hemoptisis

Obstrucción de la vía aérea

Parálisis de cuerda

Estenosis traqueal

Laringoespasma

Edema laríngeo

Crónicas

Traqueomalacia

Fístulas traqueocutáneas, traqueoesofágicas

Dolor crónico, etc.

IOT: intubación orotraqueal. ITN: intubación nasotraqueal.

Tabla 3. Contraindicaciones de la ventilación mecánica no invasiva

Coma
Cirugía facial reciente
Inestabilidad hemodinámica
Sangrado gastrointestinal
Cirugía abdominal alta reciente
Secreciones respiratorias copiosas
Necesidad de aspiración frecuente
Vómitos copiosos
Parada cardiorrespiratoria

Tabla 4. Indicaciones de la ventilación mecánica no invasiva. Niveles de evidencia (Nicholas Hill)**Nivel A**

Fallo respiratorio agudo hipercápnico en EPOC
Edema agudo de pulmón cardiogénico
IRA en inmunocomprometidos
Facilitar el *weaning* en EPOC

Nivel B

Neumonía de la comunidad en EPOC
Fracaso del *weaning*
Fallo respiratorio agudo hipoxémico
Orden de no intubar
Fallo respiratorio hipoxémico

Nivel C

SDRA
Neumonía de la comunidad (no EPOC)
Facilitar el *weaning* (no EPOC)
Fracaso de la extubación (no EPOC)
SAOS/obesidad
Traumatismos

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; IRA: insuficiencia respiratoria aguda; SAOS: síndrome de apnea obstructiva del sueño; SDRA: síndrome de distrés respiratorio agudo.

6. Mantiene los mecanismos de defensa intactos: tos, humidificación y calentamiento de los gases.
7. El *weaning*/destete es fácil.
8. Siempre existe la posibilidad de intubación oro-traqueal.

La decisión de instaurar VNI en un paciente con IRA o IRC sigue una secuencia de 5 pasos:

1. Identificar al paciente con insuficiencia respiratoria que necesita soporte ventilatorio, pero no tiene indicación de intubación endotraque-

Tabla 5. Criterios clínicos/ gasométricos de inicio de la ventilación no invasiva**Clínicos**

Disnea moderada/grave o mayor de la habitual
FR > 24 rpm (IRCA) o > 30 rpm (IRA), músculos accesorios, respiración paradójica

Gases sanguíneos

$\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$; $\text{pH} < 7,35$
 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$

FiO_2 : fracción inspiratoria de oxígeno; FR: frecuencia respiratoria; IRA: insuficiencia respiratoria aguda; IRCA: insuficiencia respiratoria crónica reagudizada; PaCO_2 : presión arterial de anhídrido carbónico; PaO_2 : presión arterial de oxígeno.

al inminente o inevitable (presencia de taquipnea, disnea, movimientos abdominales paradójicos y acidosis respiratoria aguda; presión parcial de anhídrido carbónico (PCO_2) > 55 mmHg o $\text{pH} < 7,35$).

2. Descartar causas de exclusión o contraindicaciones (tabla 3).
3. Determinar si el tipo de insuficiencia respiratoria del paciente es tratable con VNI y subsidiaria de beneficiarse con su aplicación (tabla 4).
4. Examinar si el enfermo reúne criterios clínicos o gasométricos de inclusión o de iniciación de la VNI (tabla 5).
5. Vigilar las variables denominadas habitualmente como indicadoras de éxito o fracaso de la VNI (tabla 6).

Tabla 6. Selección adecuada de pacientes. Indicadores de éxito en la ventilación mecánica no invasiva

< Edad
< Gravedad de la enfermedad (APACHE, SAPS)
Paciente capaz de cooperar, con buena situación neurológica
Paciente capaz de coordinar su respiración con el respirador
Ausencia de fuga aérea, dentadura intacta
Hipercarbia, pero no grave ($\text{PaCO}_2 > 45$ y $< 92 \text{ mmHg}$)
Acidemia, pero no grave ($\text{pH} < 7,35$ y $> 7,10$)
Mejoría del intercambio gaseoso y frecuencias cardíaca y respiratoria en las primeras dos horas de inicio del tratamiento

PaCO_2 : presión arterial de anhídrido carbónico.

190 CONSIDERACIONES

Antes de iniciar la aplicación de la técnica debemos tener en cuenta unas consideraciones que nos ayudarán a conseguir el éxito:

1. Aspectos fisiopatológicos: la metodología será distinta si el paciente presenta una IRA hipoxémica y/o hipercápnica; hay que tener en cuenta el grado de fatiga o debilidad muscular para determinar las presiones aplicadas.
2. Elementos técnicos o recursos materiales disponibles: mascarillas (nasales, faciales, *total face* y *helmet*), tipo de ventilador (convencional o específico para VNI), aspectos de interfase (características anatómicas, interfase compatible con el respirador, etc.).
3. Valoración de una correcta indicación.
4. Tipo de comorbilidad asociada que pueda hacer fracasar la técnica.

Los aspectos fundamentales para conseguir el éxito de la VNI son, en primer lugar, un personal entrenado, motivado y entregado, y en segundo lugar una interfase perfecta: los resultados de los ensayos clínicos dependen del entrenamiento del personal y la variabilidad en la interfase^{20,21}, aunque no debemos olvidar al paciente y el respirador. En este número se hará especial mención a los factores relacionados con el paciente y la interfase.

FACTORES DETERMINADOS POR EL PACIENTE

En primer lugar hay que conocer la anatomía de la vía aérea superior; la distribución del flujo aéreo y la resistencia de las vías aéreas van a ser determinantes en el éxito o fracaso de la técnica²².

Una vez que el flujo aéreo entra en la vía aérea superior, por las fosas nasales, hace que el paladar blando baje y cierre la parte posterior de la cavidad bucal en su desplazamiento anterior, evitando así las fugas cuando se usa una mascarilla nasal. Si el flujo entra por la boca el paladar blando se desplaza de forma craneal, para tapar las coanas, evitando la fuga por las fosas nasales.

Por lo tanto, no sólo la anatomía facial, también la anatomía de la vía aérea superior pueden influir en la adaptabilidad de la interfase, ya que pueden existir

alteraciones adquiridas o congénitas que impidan la interfase perfecta, por ejemplo, adenoides hipertroficadas, macroglosia, desviaciones del tabique nasal, nariz prominente o hipoplásica, retromicrognatia, mentón prominente, etc., alteraciones adquiridas (traumáticas, postquirúrgicas, etc.), ausencia congénita o adquirida de dientes, etc.²³.

Además de los factores anatómicos (generalmente no modificables) existen factores psicológicos asociados al paciente y a su enfermedad. Una explicación exhaustiva y detallada de la técnica antes de iniciarla puede ayudar al paciente a comprender los objetivos y la importancia del papel que tiene que desempeñar, mejorando su colaboración.

FACTORES DEPENDIENTES DE LA INTERFASE

El elemento clave en el éxito de la VNI es conseguir que la interfase, o dispositivo que conecta al respirador con el paciente, sea perfecta. En este sentido trabajan las casas comerciales, a fin de conseguir una adaptabilidad perfecta con materiales que no sólo permitan un sello adecuado, sino también comodidad y tolerancia por parte del paciente.

Elección de la mascarilla

Merece la pena perder unos minutos en elegir la mascarilla más adecuada a cada paciente antes de iniciar el soporte, teniendo en cuenta:

1. Tipo de patología (aguda, crónica, grave, etc.).
2. Características de la cara y de los distintos planos anatómicos.
3. Compatibilidad de la mascarilla con el respirador y sus tubuladuras.
4. Sistema de eliminación del aire espirado.

Las mascarillas pueden ser nasales (cubren la nariz), orofaciales o faciales (cubren la boca y la nariz), *total face* o máscara facial total (cubre toda la cara) y *helmet* o casco (fig. 1). Los pacientes con patología crónica y tratamiento domiciliario habitualmente utilizan una mascarilla nasal; aquellos con IRA respiran habitualmente por la boca y la nariz simultáneamente, necesitando una máscara (en los primeros momentos del tratamiento)

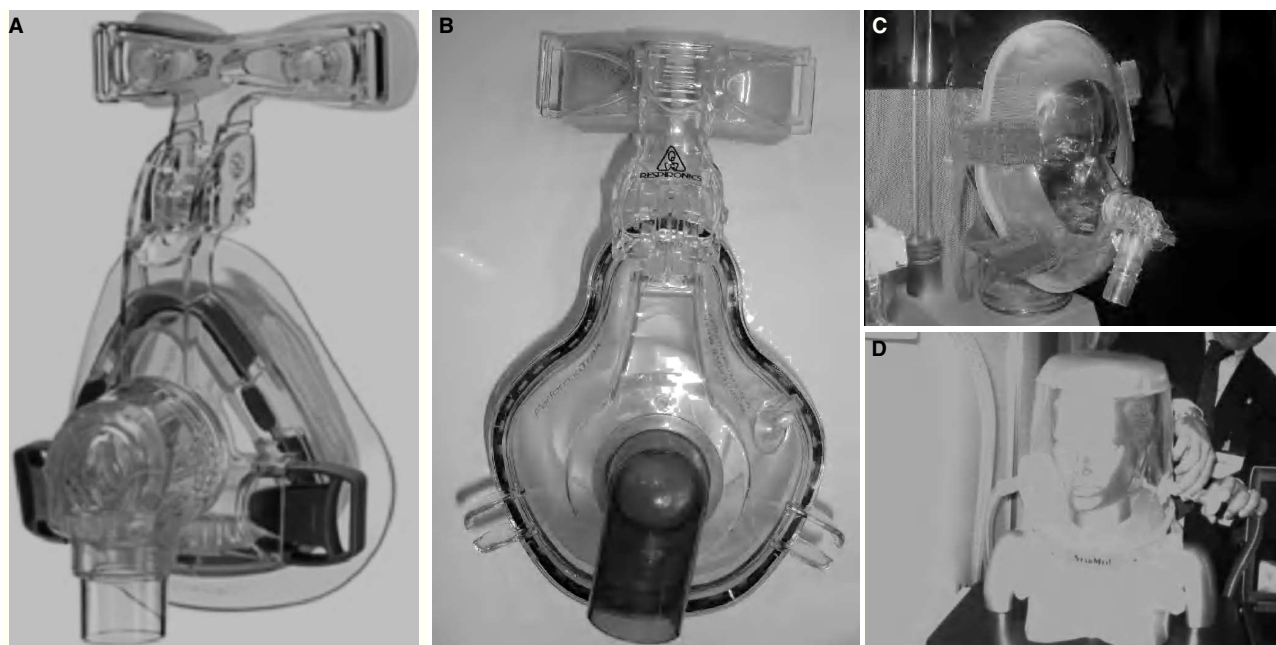


Figura 1. Tipos de mascarillas. A) Mascarilla nasal; B) mascarilla oronasal o facial; C) mascarilla total o total face; D) casco o helmet.

que cubra ambas. Es fundamental disponer de diferentes modelos (forma, tamaño y material) de mascarillas para poder adaptarlos a las distintas situaciones anatómicas que podemos encontrar.

A la hora de elegir la mascarilla hay que considerar el tipo de respirador que se va a utilizar. El respirador específico de VNI necesita una mascarilla con fugas para evitar la reinhalación. El respirador de VMC necesita dos tubuladuras, una inspiratoria y otra espiratoria, con lo cual la reinhalación difícilmente ocurre, pero no permite que existan fugas en la mascarilla. Por lo tanto, debe utilizarse una mascarilla sin puertos exhalatorios accesorios, o al menos deben estar cerrados.

La fuga de gas alrededor de la máscara, o por la boca, limita la eficacia del dispositivo, impide medir el volumen tidal y es una causa importante de fracaso.

Las máscaras grandes aumentan el espacio muerto; no deben ser empleados circuitos de una sola vía para evitar la reinhalación del anhídrido carbónico espirado y que queda en la tubuladura.

Medición de la mascarilla

Puntos de medición (fig. 2)

Debemos medir el tamaño de la mascarilla más adecuado al paciente, ante la duda elegiremos siempre el más pequeño. Los puntos de referencia son²⁴:

1. Parte superior: unión de los cartílagos con huesos nasales.
2. Por los extremos laterales: a) mascarilla nasal: cara externa de las alas nasales; b) mascarilla oronasal: surcos nasogenianos.
3. En su porción inferior: a) mascarilla nasal: debajo del punto inferior nasal, pero encima del labio superior; b) mascarilla oronasal: parte inferior del labio inferior.

Características de la mascarilla

Aunque los autores buscan la «mascarilla ideal»²¹ que se adapte perfectamente al paciente, sin incomo-

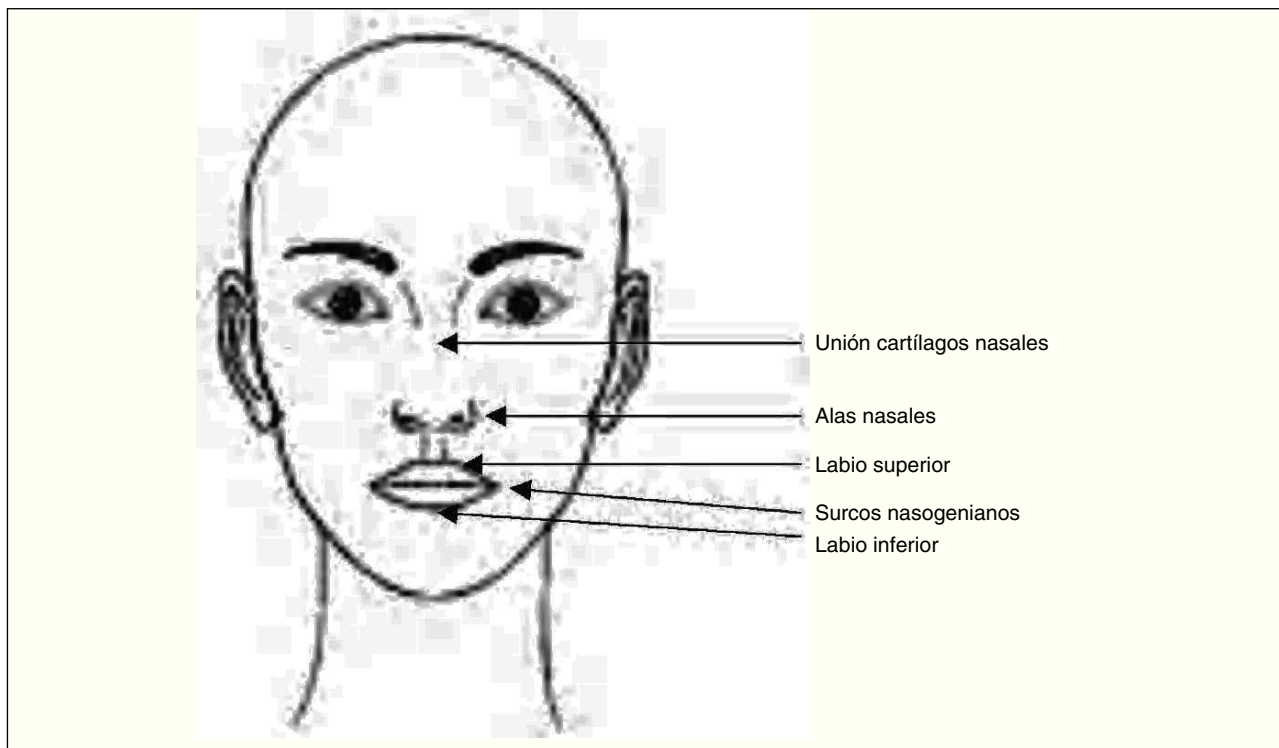


Figura 2. Medida del tamaño de mascarilla.

didades y sin fugas, aún no se ha encontrado. Si bien, las casas comerciales se esfuerzan en conseguir la máxima adaptabilidad. Toda mascarilla debe tener las siguientes partes (fig. 3): cuerpo, zona de contacto, puertos exhalatorios, puertos antirreinhalación, válvula antiasfixia, anclajes y puertos accesorios.

La mascarilla debe ser ligera, de poco peso, fácil de poner y rápida de quitar. El cuerpo de la mascarilla debe ser transparente para poder controlar el vómito, las secreciones abundantes, etc. Suele estar fabricado por un material duro, por ejemplo, PVC.

La zona de contacto con el paciente puede ser de diferentes materiales, siempre blandos y de fácil adaptación a la anatomía facial: PVC, silicona, material hinchable, geles termosensibles y adaptables a cada paciente, etc.

La válvula antiasfixia es un mecanismo de seguridad que permite al paciente respirar aire ambiente si se produce una despresurización del sistema. Cuando

el sistema está presurizado se mantiene cerrada evitando fugas, pero cuando la presión cae se abre para evitar problemas. Evita la asfixia en caso de acodamiento de la tubuladura (fig. 4).

Los puertos exhalatorios se utilizan para conectar la/s tubuladura/s del respirador y para permitir fugas que eviten la reinhalación (fig. 5). Cuando el ventilador es específico de VNI sólo hay una tubuladura por la que entra el flujo inspiratorio y sale el espiratorio; tras la espiración la tubuladura queda cargada de gas rico en anhídrido carbónico, una nueva inspiración introduce ese gas en la vía aérea, reinhalando el carbónico que quedaba en la tubuladura tras la espiración. El riesgo de reinhalación de carbónico se disminuye con estos puertos; en caso de que la mascarilla no tenga puertos exhalatorios accesorios habrá que crear una fuga en el sistema o agregar una válvula antirreinhalación (válvula plateau). Los puertos accesorios sirven para administrar suplementos

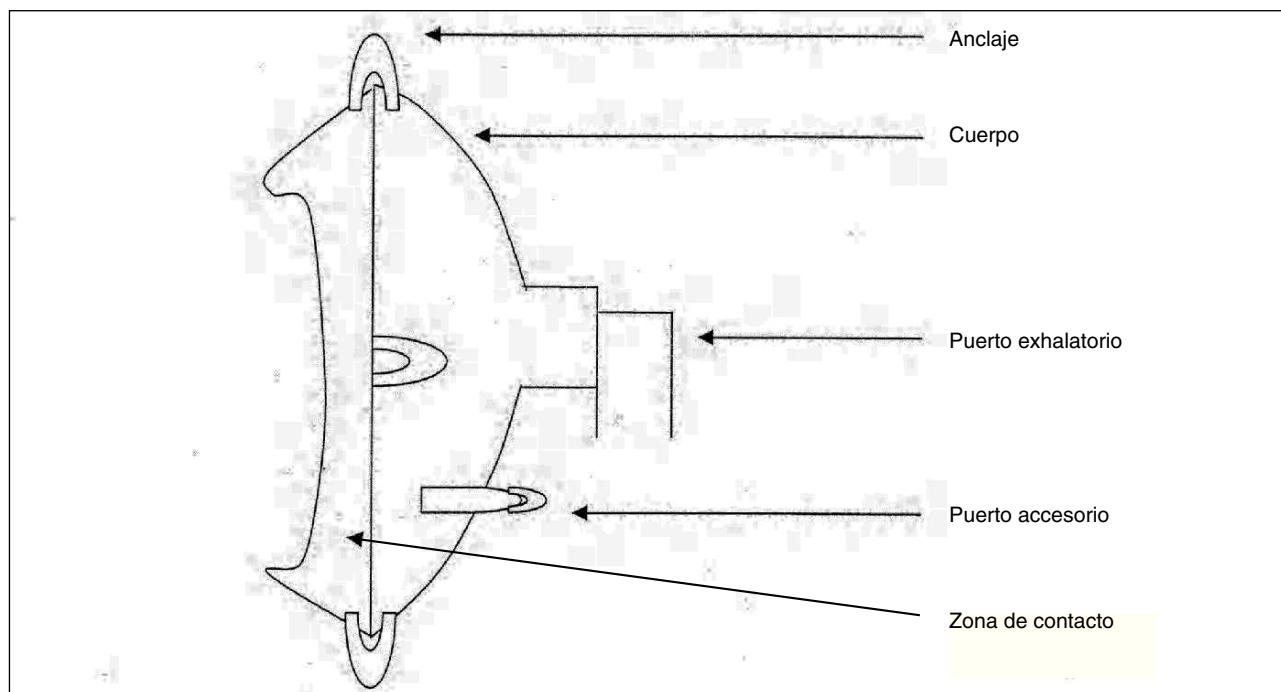


Figura 3. Partes de la mascarilla.

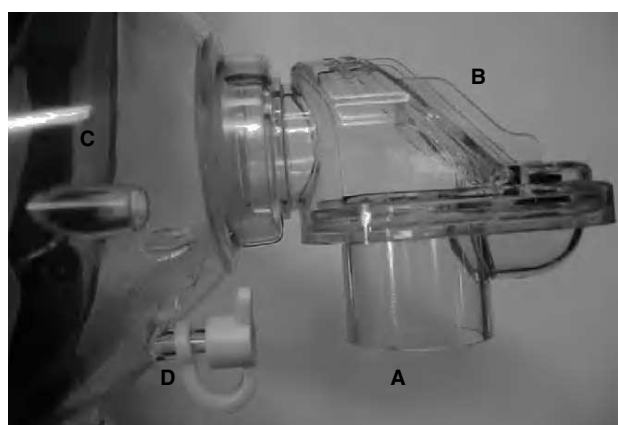


Figura 4. Válvula antiasfixia y puertos exhalatorios; detalle de la mascarilla total o total face o de Criner. A: puerto exhalatorio (conexión de la tubuladura); B: válvula antiasfixia; C: puerto accesorio: exhalatorio antirreinhalación; D: puerto accesorio: medir presiones, conexión de una fuente de oxígeno, crear una fuga.



Figura 5. Puertos exhalatorios en mascarilla nasal.

194 de oxígeno, gases (helio), medir presiones, crear fugas, etc.

Los anclajes son las zonas donde se sujeta el arnés; a más puntos de anclajes menos lesiones cutáneas: puede haber de 2 a 8 puntos de anclaje, siendo menos lesiva a mayor número. Fundamental para conseguir el éxito es el sistema de anclaje, su confortabilidad, comodidad y rapidez en retirada en caso de vómito. La tensión del arnés debe vigilarse y tener en cuenta que mayor fijación no significa menos fugas y mejor adaptabilidad; siempre se debe poder introducir dos dedos a través del arnés; no es cuestión de apretar, sino de buscar la mascarilla adecuada y más cómoda para el paciente. Cada fabricante facilita el arnés adecuado a su mascarilla.

Cuidados de enfermería de la interfase

Las complicaciones más frecuentes asociadas a la interfase son fundamentalmente las lesiones cutáneas, la intolerancia y las fugas^{25,26}.

Respecto de las lesiones cutáneas, dentro del cuidado y prevención de las mismas, hay que individualizar la elección de la interfase. Antes de iniciar la técnica la piel debe estar limpia, hay que protegerla con almohadillado y generalmente se utilizan apósitos hidrocoloides sobre las zonas de máxima presión. Hay que evitar las presiones excesivas del arnés y asegurar una posición correcta, vigilando los movimientos inadecuados de la mascarilla que provoquen desplazamiento y malposición de la misma. Una buena práctica clínica es utilizar diferentes mascarillas con el mismo paciente, evitando así la presión sobre el mismo punto; es el concepto «interfase dinámica».

Las fugas son la complicación más frecuente de la VNI, porque aparecen en el 100% de los casos. Pueden inducir hipoventilación e hipoxia secundaria, por pérdida del volumen minuto efectivo. La utilización de respiradores que compensen las fugas permite una mayor adaptabilidad a la interfase, porque no precisan un ajuste perfecto de la interfase. Suele ser causa de fugas la utilización de sonda nasogástrica (SNG) (cuando no puede evitarse hay dispositivos adaptados), la colocación de apósitos de gel hidrocoloide fijando la SNG a la piel o cambiar de interfase pueden ser una buena opción.

En relación con la intolerancia la técnica se aplica generalmente con el paciente consciente, y puede ocurrir que aparezca rechazo por su parte, que se evitará en la mayoría de los casos con una explicación sencilla de lo que se va a hacer, permitiéndole explorar la mascarilla e incluso que se la coloque él mismo. Pueden conducir también a la intolerancia la aparición de lesiones cutáneas, fugas que produzcan irritación ocular por inyección de un flujo de aire directamente sobre el ojo, una mala colocación del paciente e inseguridad y falta de entrenamiento del personal.

Por tanto, la actuación de enfermería es básica y fundamental a la hora de conseguir el éxito de la VNI, actuando sobre la confortabilidad y la confianza del paciente, evitando o aliviando las incomodidades de la técnica y detectado precozmente los factores asociados al fracaso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Caples SM, Gay PC. Noninvasive positive pressure ventilation in the intensive care unit: a concise review. *Crit Care Med.* 2005;33 (11):2651-8.
2. Calfee CS, Matthay MA. Recent advances in mechanical ventilation. *Am J Med.* 2005;118(6):584-91.
3. Pierson DJ. Indications for mechanical ventilation in adults with acute respiratory failure. *Respir Care.* 2002;47(3):249-62.
4. Nava S, Compagnoni ML. Noninvasive ventilation in hypercapnic respiratory failure: evidence based medicine. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2000;55(4):345-7.
5. Collins SP, Mielniczuk LM, Whittingham HA, Boseley ME, Schramm DR, Storrow AB. The use of non-invasive ventilation in emergency department patients with acute cardiogenic pulmonary edema: a systematic review. *Ann Emerg Med.* 2006;61 (3):247-52.
6. Park M, Lorenzi-Filho G. Noninvasive mechanical ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. *Clinics.* 2006;61(3):247-52.
7. Masip J, Roque M, Sánchez B, Fernández R, Subirana M, Expósito JA. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: systematic review and meta-analysis. *JAMA.* 2005;294 (24):3124-30.
8. Bellone A, Vettorello M, Monari A, Cortellaro F, Coen D. Noninvasive pressure support ventilation vs continuous positive airway pressure in acute hypercapnic pulmonary edema. *Intensive Care Med.* 2005;31(6):807-11.

9. Majid A, Hill NS. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Curr Opin Crit Care*. 2005;11(1):77-81.
10. Park M, Sangean MC, Volpe M S, Feltrim MI, Nzawa E, Leite PF, et al. Randomized, prospective trial of oxygen, continuous positive airway pressure, and bilevel positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Crit Care Med*. 2004;32(12):2407-15.
11. Minuto A, Giacomini M, Giamundo B, Tartufar A, Denkewitz T, Marzorati S, et al. Non invasive mechanical ventilation in patients with acute cardiogenic pulmonary edema. *Minerva Anestesiol*. 2003;69(11):835-8; 838-40.
12. Peter JV, Moran JL, Phillips-Hughes J, Graham P, Bersten AD. Effect of non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) on mortality in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: a meta-analysis. *Lancet*. 2006;367:1155-63.
13. Kwok MH, Wong K. A comparison of continuous and bi-level positive airway pressure non-invasive ventilation in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: a meta-analysis. *Crit Care*. 2006;10(2):R49.
14. Antonelli M, Conti G, Pocco M, Buffi M, De Blasi RA, Vivino G, et al. A comparison of non-invasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med*. 1998;339: 429-35.
15. Conti G, Marino P, Cogliati A, Dell'Utri D, Lappa A, Rosa G, et al. Noninvasive ventilation for the treatment of acute respiratory failure in patients with hematologic malignancy: a pilot study. *Intensive Care Med*. 1998;24:1283-8.
16. Hilbert G, Gruson D, Vargas F, Valentino R, Gbikpi-Benissan F, Dupon M, et al. Non invasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever, and acute respiratory failure. *N Engl J Med*. 2001;344:481-7.
17. Rabitsch W, Staudinger T, Locker GJ, Kostler WJ, Laczika K, Frass M, et al. Respiratory failure after stem cell transplantation: improved outcome with non-invasive ventilation. *Leuk Lymphoma*. 2005;46(8):1151-7.
18. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ, Hill NS. Does noninvasive positive pressure ventilation improve outcome in acute hypoxic respiratory failure? A systematic review. *Crit Care Med*. 2004;32(12):2516-23.
19. Antonelli M, Conti G, Bui M, Costa MG, Lappa A, Rocco M, et al. Noninvasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation: a randomized trial. *JAMA*. 2000;283:235-41.
20. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: Non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Intensive Care Med*. 2001;27:166-78.
21. Hill NS. Saving face: better interfaces for non invasive ventilation. *Intensive Care Med*. 2002;28:227-9.
22. Esquinas Rodríguez AM. Tratado de ventilación no invasiva: práctica clínica y metodología. Madrid: Aula Médica; 2006.
23. Esquinas Rodríguez A, Pascual M, Ambrós Checa A, Gómez Grande ML. Modelos anatómicos de interfase difícil en ventilación mecánica no invasiva. Reconocimiento y sistemas de predicción. Tratado de ventilación no invasiva: práctica clínica y metodología. En: Esquinas Rodríguez AM, editor. Madrid: Aula Médica; 2006.
24. Esquinas Rodríguez AM, Gómez Grande ML. Interfase durante la ventilación mecánica no invasiva. Factores físicos y anatómicos. En: Esquinas Rodríguez AM, editor. Tratado de ventilación no invasiva: práctica clínica y metodología. Madrid: Aula Médica; 2006.
25. Gómez-Grande ML, Ambrós-Checa A, Diarte de Miguel JJ, Ortega-Carnicer J. Complicaciones de la ventilación mecánica no invasiva. Tratado de ventilación no invasiva: práctica clínica y metodología. En: Esquinas Rodríguez AM, editor. Madrid: Aula Médica; 2006.
26. Hill NS. Complications of noninvasive positive pressure ventilation. *Respiratory Care*. 1997;42(4):432-42.