



VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA (VNI) NO PRÉ-HOSPITALAR EM TEMPOS DE COVID-19

NONINVASIVE VENTILATION (NIV) IN PREHOSPITAL CARE IN THE COVID ERA

Tânia Sales Marques¹, Djamila Neves¹

¹Serviço de Pneumologia do Centro Hospitalar e Universitário do Algarve (CHUA) – Unidade de Faro

RESUMO

Nos últimos anos a ventilação mecânica não invasiva (VMNI) têm sido imprescindível no tratamento da insuficiência respiratória aguda (IRA), em particular no edema agudo do pulmão (EAP) e na doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC)^{2,3}. Mais recentemente, estas técnicas têm ganho especial relevo no tratamento dos doentes com manifestações mais graves da infeção por SARS-COV-2. O recurso a este tipo de ventilação em contexto pré-hospitalar está a aumentar, levando a uma diminuição da taxa de intubação e a uma redução da taxa de mortalidade³. Ao tratar a IRA os profissionais de saúde devem questionar-se sobre qual a forma de ventilação que irá proporcionar mais benefícios e, simultaneamente, menor risco para o doente. Não há dúvida de que a ventilação mecânica invasiva é frequentemente uma medida indispensável para salvar vidas, mas está também associada a riscos importantes de infeção e outras complicações que aumentam a mortalidade. A VMNI também acarreta riscos, sendo necessário saber quando e a quem instituir. Selecionar os dispositivos e interfaces, saber

manipular e obter uma boa sincronia entre doente e ventilador são os principais aspetos para aumentar a eficácia terapêutica, maximizando o conforto e a estabilidade do doente. Para além disso, na Era atual da pandemia COVID-19, é imprescindível saber adaptar toda a prática clínica para garantir a segurança dos profissionais de saúde sem colocar em causa a saúde dos doentes. A VMNI é uma técnica que leva à dispersão de aerossóis, pelo que a sua instituição deverá ser reajustada para minimizar o risco^{12,13}.

Palavras-Chave: Ventilação mecânica não invasiva, pré-hospitalar, insuficiência respiratória, dispneia, SARS-COV-2

ABSTRACT

For the last several years, noninvasive ventilation (NIV) has become essential in the treatment of acute respiratory failure, particularly in the setting of acute cardiogenic pulmonary oedema and chronic obstructive pulmonary disease^{2,3}. More recently, these techniques have been essential in the in the treatment of patients with severe manifestations of SARS-COV-2 infection. This type of ventilation is increasing in prehospital care setting with a reduction in intubation and

mortality rates³. When treating acute respiratory failure, healthcare professionals should ask themselves what form of ventilation will provide the most benefits with the lowest possible risk for the patient. There is no doubt that invasive mechanical ventilation is often an indispensable measure to save lives, but it is also associated with important risks of infection and other complications that increase mortality. NIV also has its risks, so knowing when and in whom to apply, selecting devices and interfaces, knowing how to manipulate and obtaining a good synchrony between patient and ventilator, are the main aspects to increase therapeutic efficacy while maximizing comfort and stability for the patient. Furthermore, in the current Era of the COVID-19 pandemic, it is essential to know how to adapt all clinical practice to ensure the safety of health professionals without jeopardizing the patients' health. VMNI is a technique that leads to the dispersion of aerosols, so its appliance should be readjusted to minimize the risk^{12,13}.

Keywords: Noninvasive mechanical ventilation, prehospital, respiratory failure, dyspnoea, SARS-COV-2

INTRODUÇÃO

A dispneia é um dos tipos de ocorrências mais comuns em contexto pré-hospitalar¹. Em 2020 foi a segunda ocorrência mais comum em Portugal Continental, apenas precedida pelas alterações do estado de consciência²⁸. O diagnóstico diferencial da dificuldade respiratória aguda inclui as alterações das vias aéreas superiores (ex. edema, obstrução por corpo estranho, trauma), alterações das vias aéreas inferiores (ex. asma, DPOC, EAP, pneumonia, tromboembolismo pulmonar) e as alterações neurológicas (ex. traumatismo crânio-encefálico, intoxicação, acidente vascular cerebral)^{1,2}. A falência respiratória ocorre quando os pulmões não conseguem fornecer oxigenação adequada, resultando geralmente em taquipneia, hipoxemia, hipercapnia e dispneia. A gravidade da dispneia e do grau de insuficiência respiratória é variável consoante a situação. Doentes com dispneia leve, com fraca sintomatologia, habitualmente respondem a terapêutica médica e a oxigenoterapia suplementar. A entubação orotraqueal e a ventilação mecânica invasiva (VMI) encontram-se reservadas para os doentes com gravidade clínica e insuficiência respiratória grave. No entanto os doentes com insuficiência respiratória moderada a grave sem depressão do estado consciência e com os reflexos da via aérea preservados poderão beneficiar de VMNI em ambiente pré-hospitalar^{2,3}. Estudos recentes sugeriram que a VMNI seja considerada como a primeira opção no suporte

ventilatório de doentes com DPOC e EAP. Ao reduzir o esforço respiratório a VMNI poderá evitar a necessidade de VMI e poderá ainda reverter a causa subjacente da dispneia².

Apesar dos resultados inconsistentes vários estudos mostraram benefício na utilização de VMNI em contexto pré-hospitalar com redução das taxas de intubação, da mortalidade e do tempo de internamento^{1,11,14-27}.

Atualmente preconiza-se ainda a possível utilização de VMNI em doentes com suspeita ou infeção por SARS-COV-2, levantando-se questões relativas ao risco de propagação do vírus entre os profissionais de saúde durante o tratamento¹².

Fisiopatologia

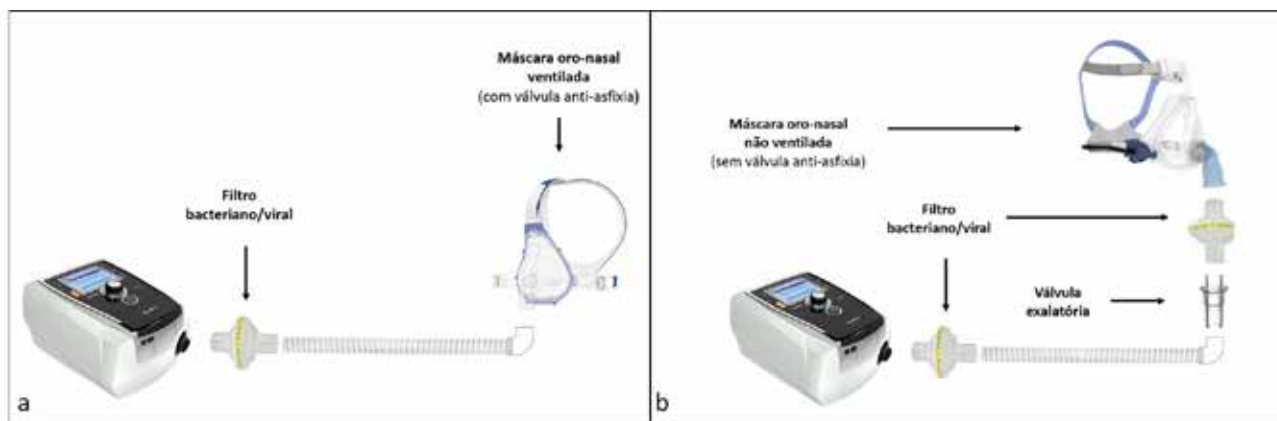
A VMNI melhora a função pulmonar através de vários mecanismos. Reduz o esforço respiratório e melhora a *compliance* pulmonar. Recruta alvéolos atelectasiados, aumentando a área disponível para a ocorrência de trocas gasosas melhorando a relação de ventilação-perfusão. Aumenta as pressões hidrostáticas, desviando o edema para o sistema vascular. Por estes motivos e dado que este tipo de ventilação mecânica aumenta o impulso respiratório espontâneo do doente a VMNI poderá ser mais benéfica que a VMI em casos selecionados².

Instituição de VMNI: interfaces, circuitos e modalidades ventilatórias

A escolha da interface dependerá de vários fatores. A condição clínica do doente, a sua tolerância, o tipo de circuito disponível e a segurança dos profissionais de saúde envolvidos na

prestação de cuidados. As **máscaras nasais** ao deixarem a via oral livre permitem que o doente possa comunicar verbalmente e expetorar, reduzindo o risco de aspiração e a sensação de claustrofobia, no entanto, não permitem a monitorização de fugas e dos volumes administrados, não sendo adequadas em situações de IRA^{3,4}. Não se recomenda o uso deste tipo de máscaras na suspeita de infeção por SARS-COV-2 pelo aumento do risco de dispersão de gotículas¹⁰. Os **capacetes ou Helmets**, com circuito fechado com válvula ou circuito duplo, apesar de diminuir significativamente a dispersão de gotículas, estão associados a uma maior assincronia paciente ventilador e a uma maior dificuldade na monitorização dos parâmetros ventilatórios^{4,10}. As **máscaras oro-nasais** permitem monitorizar os volumes e pressões administradas e controlar as fugas não intencionais. As máscaras faciais não ventiladas em circuito fechado (único com válvula exalatória ou duplo) permitem eliminar as fugas intencionais não filtradas, otimizando-se assim as condições de segurança dos profissionais de saúde na suspeita de infeção por SARS-COV-2.

Na VMNI existem dois tipos de circuitos: único ou duplo. O **circuito único**, também denominado circuito simples, pode ser usado com máscara ventilada (com válvula anti-asfíxia) ou com máscara não ventilada (sem válvula anti-asfíxia), passando a ser, neste último caso, um circuito único fechado (figura 1). A este circuito único fechado tem de



estar associada uma válvula exalatória para que o ar inalado possa sair. A ausência desta válvula pode levar ao fenómeno de *rebreathing* e ao risco de asfixia do doente. A válvula exalatória pode ser ativa (vem já incorporada ao circuito e contém uma linha de pressão e linha de fluxo) ou pode ser passiva (sendo adicionada entre a máscara e o circuito, ex: *Whisper-Swivel* ou válvula Plateau). O circuito único deve conter um filtro anti-bacteriano permutador de calor e humidade (HMEF) à saída do ventilador. Na suspeita de SARS-COV-2 é fundamental a colocação de um filtro adicional entre a máscara e a válvula exalatória (figura 1, imagem b). A introdução de dois filtros aumenta a resistência das pressões, pelo que se devem incrementar 1 a 2cmH₂O. O **circuito duplo**, como o nome indica, tem dois ramos: o ramo inspiratório e o ramo expiratório. Este circuito é utilizado com uma máscara não ventilada e deve conter um HMEF à saída do ventilador e um filtro bacteriano à entrada. Existem dois tipos de VMNI. A **pressão contínua na via aérea (CPAP)** funciona através da aplicação de uma pressão positiva contínua

uniforme durante a inspiração e a expiração. A pressão inicial típica é de 5-6 cmH₂O, com aumento gradual de pressão nos primeiros minutos em resposta à dispneia subjetiva do doente e ao esforço respiratório objetivado. As pressões podem variar entre os 5-20 cmH₂O, mas habitualmente não se deve ultrapassar os 10-12cmH₂O. A **pressão positiva a dois níveis (BiPAP)**, é um mecanismo que permite aplicar pressões diferentes que alternam com a fase inspiratória e a fase expiratória. A pressão expiratória (EPAP) ou pressão expiratória final positiva (PEEP) inicial típica é de 4-5 cmH₂O, com um máximo habitual de 8-10 cmH₂O e a pressão inspiratória (IPAP) é de 10-12 cmH₂O, com um máximo de 10-20cmH₂O, dependendo da patologia subjacente². Algumas ventiladores/modalidades apresentam pressão de suporte (PS) em vez de IPAP. A PS corresponde à diferença do gradiente de pressão entre a IPAP e EPAP. Nestes casos deve-se iniciar com uma PS de 6-8cmH₂O. Habitualmente os doentes candidatos a VMNI em contexto

pré-hospitalar mantém a *drive* respiratória pelo que raramente devem ser tratados em modo controlado. O modo de ventilação preferido nestes casos é o espontâneo-temporizado, onde o esforço inspiratório do doente ativa o ventilador e a duração do ciclo é controlado pelo aparelho. Define-se assim à partida as pressões de EPAP e IPAP e o tempo de inspiração (I) e de expiração (E). Habitualmente, em condições normais a relação I:E deve ser de 1:2, na patologia obstrutiva de 1:3 e na patologia restritiva de 1:1. A frequência respiratória deve ser ajustada para proteger o doente da apneia e o oxigénio deve ser administrado na quantidade necessária para garantir uma saturação de 90 a 94% ou de 88% a 92% na suspeita/identificação de retenção de CO₂.

Depois de ligar o ventilador, a ação inicial passa por aplicar a interface ao doente explicando o procedimento e incentivando a respiração calma e profunda. Quando o doente mostrar sinais de estar a tolerar, a interface poderá ser fixada através do respetivo arnês tentando-se minimizar adequadamente as

LIFE SAVING



fugas^{2,3}. A presença de barba, deformidades faciais e a edentulação podem dificultar a adaptação à interface. Por vezes poderá ser útil tricotomizar os pelos faciais e/ou pedir ao doente, para colocar a sua prótese dentária, caso a tenha. A escolha da modalidade ventilatória depende do sistema disponível e da clínica do doente.

Em contexto pré-hospitalar é crucial vigiar o doente e verificar se a ventilação fornecida está a ser benéfica. Os sinais vitais devem ser avaliados e registados em curtos espaços de tempo para auxiliar a avaliação da resposta do doente à VMNI². Valores de pH baixos estáveis e uma PaCO₂ elevada estável podem ser tolerados por mais de 2 horas durante a fase de adaptação da VMNI, desde que a situação clínica do doente esteja a melhorar (tabela 1)⁴. Os parâmetros mais importantes a monitorizar durante a fase de adaptação ao VMNI são os gases arteriais, a frequência respiratória, a experiência subjetiva de dispneia do doente e o seu nível de vigília⁴. A melhora da ventilação e perfusão pode reduzir a frequência cardíaca. No entanto, pode também haver um aumento em resposta ao aumento da pressão intratorácica e diminuição do retorno venoso¹. O aumento da pressão intratorácica pode diminuir o retorno venoso ao coração, levando a uma diminuição da pressão arterial. O desenvolvimento de hipotensão (pressão arterial sistólica <100 mmHg) ou hipoperfusão pode indicar a necessidade da redução das pressões administradas¹. Alguns aparelhos permitem a realização de capnografia, com medições do CO₂

no final da expiração (ETCO₂). Após a aplicação inicial da VMNI, o ETCO₂ pode aumentar inicialmente devido à melhoria da ventilação-perfusão. A redução do ETCO₂ deverá refletir-se em melhoria clínica¹.

Alguns dos efeitos adversos mais comuns passam pela secura das mucosas, a irritação ocular, a distensão gástrica (IPAP ≥ 25 cmH₂O), a retenção de secreções, o pneumotórax e as alterações hemodinâmicas.

Os doentes tratados com sucesso devem continuar a fazer VMNI até chegarem ao hospital. O tratamento deve ser coordenado com o hospital recetor para que não seja interrompido. A deterioração progressiva, a intolerância à ventilação ou o desenvolvimento de complicações relacionadas ao tratamento exigem uma estratégia alternativa¹. Manter a VMNI nestes casos, atrasando a instituição da VMI, está associada ao aumento da mortalidade⁶.

Na suspeita ou confirmação de infeção pelo vírus SARS-COV-2

Desde o início da pandemia SARS-COV-2, algumas questões foram levantadas sobre os benefícios da VMNI comparativamente ao risco da aerossolização e consequente aumento de infeções entre os profissionais de saúde. Recentemente, várias publicações relatam que a VMNI não é geradora de aerossóis, mas sim dispersora^{12,13}. Assim, com o equipamento de proteção individual (EPI) adequado, e nas mãos de equipas experientes, é possível reduzir a taxa de intubação sem aumentar o risco de infeções

Critérios de sucesso na Ventilação Não Invasiva ⁴	
Critério	Sucesso
Dispneia	↓
Nível de vigília	Melhoria gradual
Frequência respiratória	↓
Frequência cardíaca	↓
Oxigenação	SpO ₂ ≥ 88%
Ventilação*	↓ do PaCO ₂
pH*	↑

Tabela 1.

dos profissionais. Ao aplicar a VMNI deve-se optar sempre por um circuito fechado, com máscara oro-nasal ou em alternativa o *helmet*, e evitar a fuga excessiva pela máscara. Os sistemas de humidificação estão contraindicados, sendo incompatíveis com os filtros, podendo ainda causar condensação nas interfaces com o risco dispersão de patógenos. Deve-se ainda desligar o equipamento antes de remover a máscara para minimizar dispersão de gotículas. Note-se que o sistema CPAP-Boussignac poderá ser aplicado em doentes com suspeita ou confirmação de COVID-19, devendo-se introduzir um filtro HMEF ou um filtro de partículas de alta eficiência (HEPA) entre a máscara e o sistema Boussignac.

Equipamento para a VMNI em contexto pré-hospitalar

Os ventiladores selecionados no transporte de doentes devem ter a possibilidade de fornecer terapêutica por CPAP e BiPAP e a equipa de profissionais de saúde que os manuseia deve ter um amplo conhecimento sobre a fisiologia e mecânica da aplicação de VMNI. Os dispositivos mais antigos apresentam muitas limitações no que diz respeito à duração da bateria, ausência de modos ventilatórios

adequados, ausência de precisão do oxigénio e pressões administradas, entre outras características. Os equipamentos mais sofisticados, de última geração, têm a capacidade de compensar fugas não intencionais, melhorando a sensibilidade de *trigger*, ou seja, a capacidade do ventilador em reconhecer o esforço inspiratório do doente, que por sua vez ajuda a eliminar a assincronia doente-ventilador. Estes equipamentos incluem ainda a possibilidade de mudar os doentes de VMNI para VMI sem alterar o dispositivo e as conexões. A disponibilidade de uma bateria intercambiável permite prolongar o uso da ventilação mecânica sem complicações.

Em ambiente de transporte pré-hospitalar, as máquinas de VMNI precisam de ser protegidas para evitar problemas associados a movimentos repentinos, como a desconexão do circuito ou quedas inadvertidas. Um perfil de alarme altamente visível e audível com feedback rápido ajuda o médico a diagnosticar e tratar eventos adversos, como desconexões, fugas excessivas e apneias com risco de vida³.

Atualmente, a título exemplificativo, a equipa médica de emergência pré-hospitalar do Algarve dispõe de um ventilador Stellar 150® da ResMed (representado na figura 1) e de um ventilador Oxylog 3000® da Dräger (figura 2). O ventilador Stellar 150® destina-se à utilização não invasiva, permitindo a ventilação invasiva mediante a utilização de uma válvula de fuga. Permite a administração de oxigénio a 30L/min,



Figura 2. Ventilador Oxylog 3000® da Dräger

atingindo uma FiO₂ máximo de 80%. Pesa 2,1Kg e tem uma bateria interna com uma duração de cerca de 2 horas. O ventilador Oxylog 3000® permite administrar ventilação invasiva e não invasiva de alto desempenho mesmo durante o helitransporte, atingindo um FiO₂ máximo de 100%. Tem capnografia integrada, pesa 5,8Kg e tem bateria interna com uma duração de cerca de 5 horas.

Indicações e contraindicações de VMNI no pré-hospitalar

A IRA é uma condição complexa, que pode resultar de alterações pulmonares ou não pulmonares. A insuficiência respiratória pode ser parcial ou global. Pode resultar em acidose respiratória aguda ou da agudização de uma acidose respiratória crónica pré-estabelecida³. É fundamental recolher a informação clínica que determinará a segurança e o uso apropriado de VMNI. Os elementos básicos incluem a idade do doente, antecedentes pessoais, as queixas atuais, os sinais vitais, a

saturação de oxigénio e o nível de dispneia². O melhor candidato a VMNI é o doente acordado, com dispneia, que consegue colaborar (tabela 2).

Insuficiência respiratória aguda hipoxémica:

A evidência de sucesso da aplicação de VMNI neste tipo de situações é menos clara. No entanto existem estudos que demonstram que a aplicação de VMNI em doentes puramente hipoxémicos reduz significativamente a frequência de intubação, a taxa de choque séptico e melhora a taxa de sobrevivência em comparação com a administração de oxigenoterapia em altas concentrações⁵. É apropriado considerar VMNI em doentes com insuficiência respiratória, com SpO₂ < 90% apesar de uma administração de FiO₂ a 60%¹. Também se pode considerar a VMNI em doentes com indicação para não intubar. Em caso de pneumotórax, tal como é prática com a intubação oro-traqueal (IOT), este deve ser tratado antes de se iniciar VMNI¹. Existem situações,

Ventilação Não Invasiva no pré-hospitalar ^{3,4}	
Objetivos: Aumentar o conforto do doente Aliviar os sintomas Reduzir o esforço respiratório Melhorar as trocas gasosas Evitar a IOT Reduzir o tempo de hospitalização	Indicações: Exacerbações de DPOC Edema agudo do pulmão Insuficiência respiratória hipoxêmica Suspeita de insuficiência respiratória global em doentes com diagnóstico/suspeita de SOH Doentes com indicação para não intubar
Contraindicações relativas: Alterações do estado de consciência, GCS < 8-9 (exceto se secundária a hipercapnia); Incapacidade de proteger via aérea; Incapacidade de expelir secreções; Deformidade facial; Compressão externa da traqueia; Agitação importante (intolerância à VMNI); Anafilaxia; Hipoxemia ou acidose muito graves; Cirurgia oral, esofágica ou gástrica nos últimos 15 dias; Suspeita de aumento da pressão intracraniana; Instabilidade hemodinâmica (choque cardiogénico, enfarte do miocárdio).	Contraindicações absolutas: Ausência de drive respiratório; Respiração agónica; Obstrução da via aérea; Hemorragia digestiva alta.

DPOC – doença pulmonar obstrutiva crónica; GCS – Glasgow Coma Scale; IOT – Intubação oro-traqueal; SOH – Síndrome obesidade hipoventilação

Tabela 2.

como a ARDS, em que o benefício da VMNI não foi estabelecido³. Nestes casos o pulmão pode colapsar se a pressão positiva administrada for interrompida mesmo que por um curto período de tempo. Uma das vantagens da aplicação de VMI neste tipo de falência respiratória prende-se com a possibilidade de administrar uma pressão constante⁴.

Insuficiência respiratória aguda

hipercápnica: A causa mais comum de hipercapnia na IRA é a **DPOC**. Em contexto pré-hospitalar nem sempre é possível determinar os valores de pH e PaCO₂ pelo que a colheita dos elementos da história clínica são fundamentais. A resistência elevada das vias aéreas, a expansão dinâmica dos pulmões e o conseqüente achatamento do diafragma podem levar à rápida exaustão do doente⁴. Quando usada em combinação com a terapêutica médica, a VMNI por BiPAP reduz a PaCO₂, melhora o pH e diminui a frequência respiratória na primeira hora após o início do tratamento. As evidências que

apoiam o uso de VNI na **asma** são limitadas, a não ser que haja uma **sobreposição de asma e DPOC¹**.

Edema agudo do pulmão

cardiogénico: Atualmente existem claras evidências que demonstram a utilidade do CPAP, juntamente com a terapêutica médica padrão, no tratamento de edema agudo do pulmão cardiogénico⁴. O CPAP reduz a pré e a pós-carga cardíaca, reduz o esforço respiratório, melhora a perfusão coronária e normaliza a relação ventilação-perfusão. Se houver motivos para se suspeitar de hipercapnia ou se se comprovar a retenção de CO₂ então deverá ser favorecida a instituição de BiPAP.

Infeção por SARS-COV-2: A

ventilação não invasiva tem sido fundamental no tratamento da falência respiratória induzida pela COVID-19. No início da pandemia, era defendida a abordagem de intubação precoce, em detrimento da CNAF e da VMNI numa tentativa de minimizar o risco de contágio e pela crença que


estas duas últimas opções seriam menos eficazes. No entanto, tem-se verificado que os doentes sob VMI têm períodos de intubação muito prolongados, com elevado insucesso na extubação e uma elevada mortalidade, particularmente em doentes com mais de 65 anos²⁹. Assim sendo, tem sido recomendada uma abordagem de suporte respiratório escalonado por meio de estratégias não invasivas. Em contexto pré-hospitalar o objetivo é corrigir a insuficiência respiratória (SpO₂ ≥ 92%) e estabilizar o doente. Dada a escassez de estudos sobre COVID e VMNI em cuidados pré-hospitalares sugere-se adaptar as diretrizes aplicadas ao doente COVID com falência respiratória aguda em contexto hospitalar. Em primeiro lugar deve-se tentar determinar a gravidade clínica com base no grau de dispneia, SpO₂, frequência respiratória e restantes sinais vitais. Note-se que os doentes nem sempre exibem um grau de dispneia compatível com a gravidade da hipoxemia que apresentam. Caso o doente não responda à oxigenoterapia convencional, está preconizada a instituição de oxigenoterapia por cânula de alto fluxo, no entanto esta modalidade não está disponível na maioria dos equipamentos dos transportes de emergência pré-hospitalares. Assim sendo, deve-se equacionar a instituição de VMNI por CPAP com uma elevada concentração de FiO₂. Os doentes com patologias hipercápnicas concomitantes poderão beneficiar de BiPAP. Realça-se a importância de não atrasar a IOT nos casos de falência terapêutica por

CNAF e/ou VMNI.

CONCLUSÃO

A IRA é um diagnóstico muito comum na medicina de emergência. O objetivo nestes casos passa por identificar a causa e dirigir o tratamento com estabilização da via aérea. A administração de VMNI em contexto pré-hospitalar pode ser eficaz se os transportes de emergência estiverem bem equipados e se os profissionais de saúde estiverem bem treinados nessa modalidade. Em doentes selecionados verifica-se uma redução da taxa de intubação, diminuição da taxa de mortalidade e do tempo de permanência hospitalar. Face à pandemia COVID-19 é importante saber ajustar os procedimentos relativos à instituição de VMNI de forma a minimizar o risco de contágio e a otimizar o tratamento dos doentes.

TAKE-HOME MESSAGES

- A VMNI deve ser a primeira opção em doentes com doença pulmonar obstrutiva crónica e edema agudo do pulmão.
- Os procedimentos relativos à VMNI devem ser ajustados na suspeita/ confirmação de infeção por SARS-COV-2 de forma a minimizar o risco de contágio e a otimizar o tratamento dos doentes 

BIBLIOGRAFIA

1. Chافتari, P., Carreras, M. T. C. and Viets-Upchurch, J. (2016) 'Noninvasive Ventilation in the Prehospital Setting: Key Applications', in Esquinas, A. M. (ed.) *Noninvasive Mechanical Ventilation*. Cham: Springer International Publishing, pp. 259–265. doi: 10.1007/978-3-319-21653-9_30.
2. Daily, J. C. and Wang, H. E. (2011) 'Noninvasive Positive Pressure Ventilation: Resource Document for the National Association of EMS Physicians Position Statement', *Prehospital Emergency Care*, 15(3), pp. 432–438. doi: 10.3109/10903127.2011.569851.
3. AlAhmari, M. and Sreedharan, J. (2020) 'Noninvasive ventilation in prehospital settings: A narrative review', *Indian Journal of Respiratory Care*, 9(1), p. 20. doi: 10.4103/ijrc.ijrc_54_19
4. Schönhofer, B. et al. (2008) 'Non-Invasive Mechanical Ventilation as Treatment of Acute Respiratory Failure', *Deutsches Aerzteblatt Online*. doi: 10.3238/arztebl.2008.0424.
5. Ferrer, M. et al. (2003) 'Noninvasive Ventilation in Severe Hypoxemic Respiratory Failure: A Randomized Clinical Trial', *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 168(12), pp. 1438–1444. doi: 10.1164/rccm.200301-0720C.
6. Wood, K. A. et al. (1998) 'The Use of Noninvasive Positive Pressure Ventilation in the Emergency Department', *Chest*, 113(5), pp. 1339–1346. doi: 10.1378/chest.113.5.1339.
7. Managing the Respiratory care of patients with COVID-19. <http://www.aiponet.it> and <http://www.siprirs.it>, 2020.
8. Alhazzani, W. et al. (2020) 'Surviving Sepsis Campaign: Guidelines on the Management of Critically Ill Adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)', *Critical Care Medicine*, 48(6), pp. e440–e469. doi: 10.1097/CCM.0000000000004363.
9. Cinesi Gómez, C. et al. (2020) 'Recomendaciones de consenso respecto al soporte respiratorio no invasivo en el paciente adulto con insuficiencia respiratoria aguda secundaria a infección por SARS-CoV-2', *Archivos de Bronconeumología*, 56, pp. 11–18. doi: 10.1016/j.arbres.2020.03.005
10. Recomendaciones para el uso de ventilación mecánica no Invasiva, sistemas de CPAP no mecánicos y terapia de alto flujo en pacientes con infección respiratoria por COVID-19. <https://www.semes.org/wp-content/uploads/2020/03/22.-GRUPO-VMNI.-Recomendaciones-VMNI-CR-Covid-19-Marzo-2020.pdf>, 2020.
11. Keenan, S. P. et al. (2011) 'Clinical practice guidelines for the use of noninvasive positive-pressure ventilation and noninvasive continuous positive airway pressure in the acute care setting', *Canadian Medical Association Journal*, 183(3), pp. E195–E214. doi: 10.1503/cmaj.100071.
12. Winck, J. C. and Scala, R. (2021) 'Non-invasive respiratory support paths in hospitalized patients with COVID-19: proposal of an algorithm', *Pulmonology*, p. S2531043720302658. doi: 10.1016/j.pulmoe.2020.12.005.
13. Gaeckle, N. T. et al. (2020) 'Aerosol Generation from the Respiratory Tract with Various Modes of Oxygen Delivery', *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 202(8), pp. 1115–1124. doi: 10.1164/rccm.202006-2309OC.
14. Kosowsky, J. M. et al. (2001) 'Prehospital use of continuous positive airway pressure (CPAP) for presumed pulmonary edema: a preliminary case series', *Prehospital Emergency Care*, 5(2), pp. 190–196. doi: 10.1080/10903120190940119.
15. Templier, F. et al. (2003) 'Boussignac' continuous positive airway pressure system: practical use in a prehospital medical care unit', *European Journal of Emergency Medicine*, 10(2), pp. 87–93. doi: 10.1097/00063110-200306000-00003.
16. Kallio, T. et al. (2003) 'The use of prehospital continuous positive airway pressure treatment in presumed acute severe pulmonary edema', *Prehospital Emergency Care*, 7(2), pp. 209–213. doi: 10.1080/10903120390936798.
17. Bruge, P. et al. (2008) 'An observational study of noninvasive positive pressure ventilation in an out-of-hospital setting', *The American Journal of*

- Emergency Medicine, 26(2), pp. 165–169. doi: 10.1016/j.ajem.2007.04.022.
18. Craven, R. A. et al. (2000) 'Use of Bilevel Positive Airway Pressure in Out-of-hospital Patients', *Academic Emergency Medicine*, 7(9), pp. 1065–1068. doi: 10.1111/j.1553-2712.2000.tb02102.x.
19. Hubble, M. W. et al. (2006) 'Effectiveness of Prehospital Continuous Positive Airway Pressure in the Management of Acute Pulmonary Edema', *Prehospital Emergency Care*, 10(4), pp. 430–439. doi: 10.1080/10903120600884848.
20. Warner, G. S. (2010) 'Evaluation of the Effect of Prehospital Application of Continuous Positive Airway Pressure Therapy in Acute Respiratory Distress', *Prehospital and Disaster Medicine*, 25(1), pp. 87–91. doi: 10.1017/S1049023X00007731.
21. Plaisance, P. et al. (2007) 'A randomized study of out-of-hospital continuous positive airway pressure for acute cardiogenic pulmonary oedema: physiological and clinical effects', *European Heart Journal*, 28(23), pp. 2895–2901. doi: 10.1093/eurheartj/ehm502.
22. Weitz, G. et al. (2007) 'Prehospital noninvasive pressure support ventilation for acute cardiogenic pulmonary edema', *European Journal of Emergency Medicine*, 14(5), pp. 276–279. doi: 10.1097/MEJ.0b013e32826fb377.
23. Schmidbauer, W. et al. (2011) 'Early prehospital use of non-invasive ventilation improves acute respiratory failure in acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease', *Emergency Medicine Journal*, 28(7), pp. 626–627. doi: 10.1136/emj.2009.089102.
24. AlAhmari, M. et al. (2018) 'Noninvasive ventilation utilization in the Kingdom of Saudi Arabia: Results of a national survey', *Annals of Thoracic Medicine*, 13(4), p. 237. doi: 10.4103/atm.ATM_116_18.
25. Mal, S. et al. (2014) 'Effect of Out-of-Hospital Noninvasive Positive-Pressure Support Ventilation in Adult Patients With Severe Respiratory Distress: A Systematic Review and Meta-analysis', *Annals of Emergency Medicine*, 63(5), pp. 600–607.e1. doi: 10.1016/j.annemergmed.2013.11.013.
26. Simpson, P. M. and Bendall, J. C. (2011) 'Prehospital non-invasive ventilation for acute cardiogenic pulmonary oedema: an evidence-based review', *Emergency Medicine Journal*, 28(7), pp. 609–612. doi: 10.1136/emj.2010.092296.
27. Hensel, M. et al. (2019) 'Prehospital non-invasive ventilation in acute respiratory failure is justified even if the distance to hospital is short', *The American Journal of Emergency Medicine*, 37(4), pp. 651–656. doi: 10.1016/j.ajem.2018.07.001.
28. Evolução Mensal das Ocorrências Pré-Hospitalares por Tipologia. <https://transparencia.sns.gov.pt/explore/dataset/evolucao-mensal-das-ocorrencias-pre-hospitalares-por-tipologia>, 2020.
29. Richardson, S. et al. (2020) Presenting Characteristics, Comorbidities, and Outcomes Among 5700 Patients Hospitalized With COVID-19 in the New York City Area. *JAMA* 323, 2052. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.6775>

EDITOR



ANDRÉ VILLARREAL
Médico VMER

REVISÃO



COMISSÃO CIENTÍFICA