

Ventilação de Alta Frequência Oscilatória (VAFO)

José Nona, Marta Nogueira, Teresa Costa
Pedro Vieira Silva, José Maria Garrote

Conteúdo do Capítulo

1. Introdução da VAFO na DMH
2. Definições
3. Formas de Aplicação da VAFO
 - A. Ventilação de Alta Frequência Oscilatória como Método Ventilatório Único e Exclusivo (VAFO de 1ª Intenção)
 - A1- Com Estratégia de Otimização do Volume Pulmonar.
 - . DMH
 - . SAM
 - . Hérnia Diafragmática
 - A2- Com Estratégia de baixo volume
 - . Air-leak (PNTX e Enfisema Intersticial)
 - B. Ventilação de Alta Frequência Oscilatória como Método Ventilatório de "RESCUE"
 - C. Preferências em relação aos ventiladores
4. Discussão da VAFO na DMH
5. Bibliografia

Abreviaturas

DPC = Doença Pulmonar Crônica (necessidade de suplementação com O₂ às 36 semanas de idade pós-concepcional), CDP (Continuous Distending Pressure) = Pressão de Distensão Contínua, CPAP Nasal = Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas (nasal), DMH = Doença das Membranas Hialinas, Delta P = Amplitude, FIO₂ = Fração de Oxigênio Inspirado, FQ = Frequência Respiratória de Alta Frequência, FR = Frequência Respiratória em IMV/IPPV, HIPV = Hemorragia intraperiventricular, IC = idade corrigida ou idade pós-concepcional, IG = Idade Gestacional, INEM = Instituto Nacional de Emergência Médica – Transporte Neonatal, IMV = Ventilação Mandatória Intermitente, IPPV = Ventilação Pressão Positiva Intermitente, IO = Índice de Oxigenação, Ti = Tempo Inspiratório, Te = Tempo expiratório, LPV = Leucomalácia Periventricular, MAP = Pressão Média das Vias Aéreas (Em VAFO as siglas MAP e CDP são na prática utilizadas como sinónimos, apesar de fisiopatologicamente terem significados diferentes), MBP = Muito Baixo Peso, OPT = Otimização do volume pulmonar, PaO₂ = Pressão Parcial de Oxigênio Arterial, PaCO₂ = Pressão Parcial de Dióxido de Carbono Arterial, PCA = Persistência do Canal Arterial, PN = Peso de Nascimento, RN = Recém Nascido, ROP = Retinopatia da Prematuridade, TET = Tubo endotraqueal, SIMV- Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada, Vc (Vt) = volume corrente (sinónimo de volume tidal), VC = Ventilação convencional, VAF = Ventilação de Alta Frequência, VAFO = Ventilação de Alta Frequência Oscilatória.

1. Introdução

A VAFO tem sido utilizada no tratamento da DMH, com a convicção de que esta técnica consegue reduzir o barotrauma. Os seus resultados pouco uniformes têm sido relacionados com o tipo de estratégia utilizada. O HIFI Trial - 1989 (1) - o maior estudo clínico inicial (Era pré - surfactante) efectuado no RN pré-termo com DMH, englobando 685 RN, que foram randomizados para receber VAFO ou VC - foi considerado como demonstrativo de que a VAFO não era alternativa eficaz na terapêutica ventilatória da DMH (1) (2). Contudo, este estudo tem que ser considerado no contexto da época em que foi efectuado. Consideramos pertinentes os comentários efectuados por Alison Froese (3); 1º- O protocolo de VAFO do HIFI Trial utilizava MAP (s) baixas, não havendo recrutamento alveolar ou condicionando um recrutamento insuficiente ou ineficaz (3). 2º- Alguns parâmetros do protocolo foram alterados por alguns clínicos não tendo sido mantido em vários casos o rigor protocolar (3). Estes aspectos intimamente relacionados com o estado da arte justificariam as conclusões encontradas.

Em vários estudos efectuados no modelo animal foi verificado que em animais prematuros com DMH grave o uso de VAFO utilizando MAP(s) baixas, resultava em progressiva atelectasia e não estava associado a melhoria da oxigenação (4) (5) (6) (7). Em contraste, o uso de VAFO com MAP(s) mais altas - MAP(s) necessárias para abrir os alvéolos atelectásicos e mais altas do que aquelas usadas em VC - produzia drástica melhoria nas trocas gasosas e na oxigenação, reduzia a incidência de ar ectópico e diminuía a formação de membranas hialinas (4) (5) (6).

Assim, uma estratégia de ventilação em VAFO, impõe obrigatoriamente uma MAP suficientemente alta para abrir os alvéolos atelectásicos e impedir o colapso alveolar. Este novo conceito com esta nova abordagem ficou conhecido na altura e manteve-se definitivamente conhecido como "open lung" ou Estratégia de Otimização do Volume Pulmonar em VAFO (4) (5) (6). Utilizando esta estratégia, novos estudos clínicos prospectivos randomizados, comparativos entre VAFO e VC foram efectuados, tais como os de Clark - 1992 (8), Ogawa - 1993 (9) e Gerstmann - 1996 (10), apresentaram

resultados e conclusões muito diferentes daquelas que tinham sido anteriormente apresentadas pelo HIFI Trial (1).

Nesta estratégia (“Open lung”- optimização do volume pulmonar), a MAP é aumentada lenta e progressivamente com incrementos de 1 cm H₂O enquanto que o FiO₂ é reduzido paralelamente até alcançar níveis variáveis inferiores a 40–30% (critério de recrutamento alveolar ou pulmão optimizado), mantendo-se sempre obrigatoriamente uma boa oxigenação (Sat. O₂ > 90%). Assim, deverá ser usada uma MAP progressivamente mais alta para se conseguir efectuar um recrutamento alveolar eficaz, seguido da redução da mesma concomitante com a melhoria do volume pulmonar, da oxigenação e da “compliance”.

Rimensberger et al - 2000 (12), com base nos estudos no modelo animal e nos estudos clínicos já referidos (4) (5) (6) (8) (9) (10) (11), iniciou o uso de VAFO com estratégia de recrutamento alveolar, como método único e exclusivo de ventilação em RN MBP com DMH. A VAFO foi efectuada com um pistão oscilador (Sensor Medics 3100 A). A Optimização do Volume Pulmonar (abertura progressiva dos alvéolos até uma determinada pressão, permitindo uma boa oxigenação com um FiO₂ baixo - “open lung”) foi iniciada imediatamente após se ter iniciado VAFO. Com FiO₂ < 40%, o pulmão foi considerado optimizado e só nesse momento foi administrado o surfactante. Também para que o recrutamento alveolar não fosse afectado na altura da administração do surfactante, este foi administrado em circuito fechado, por adaptador próprio em y já previamente conectado ao bucal do TET e sem nunca se desconectar o RN do ventilador (12). Após administração do surfactante, a MAP foi diminuída progressivamente em pequenos passos de 1 a 2 cm H₂O e com redução concomitante da amplitude de acordo com a PaCO₂ e a vibração torácica (12).

Esta estratégia de actuação é similar à utilizada por JMBertrand, Kalenga M e colaboradores (Rocourt –Bélgica) e apresentada nas 2^a, 3^a, 4^a e 5^a Conferências Europeias de Ventilação de Alta Frequência que decorreram em Ovat-Bélgica, em Outubro de 1998, 1999 e 2000 e 2001.

Recentemente foram publicados no New England Journal of Medicine de 2002 os dois maiores estudos prospectivos randomizados multicêntricos (29) (30) efectuados até à data, entre VAFO e VC desde o HIFI Trial. Um dos estudos foi efectuado pelo United Kingdom Oscillation Study Group (UKOS group) (30) que envolveu 797 RN (23–28 semanas de gestação) e o outro pelo Neonatal Ventilation Study Group (29) que envolveu 498 RN (600 gr - 1200 gr) (29). **Em ambos os estudos foi utilizada VAFO com estratégia de optimização do volume pulmonar (29) (30). Um destes estudos efectuou o estudo comparativo entre VAFO com a estratégia já referida e SIMV com controlo de “nível de trigger” e determinação contínua do volume corrente efectuada na conexão do TET (29); este estudo efectuado pelo Neonatal Ventilation Study Group**

demonstrou uma diminuição estatisticamente significativa da DPC no grupo randomizado para VAFO, quando comparado com o grupo SIMV.

2. Definições

Definição de VAFO de 1^a Intenção :

VAFO utilizada como forma única e exclusiva de ventilação e iniciada imediatamente após intubação traqueal na UCIN ou após a chegada à UCIN do RN vindo do bloco operatório / sala de partos. Seguiu-se o início imediato da optimização do volume pulmonar.

Definição de Optimização do volume pulmonar:

Insuflação pulmonar progressiva (aumento progressivo da MAP) até um óptimo recrutamento alveolar - traduzido por boa oxigenação com o mais baixo FiO₂ (FiO₂ < 40 % - 30 %).

Definição de VAFO como método de “RESCUE” :

VAFO utilizada apenas em caso de falência dos métodos ventilatórios de Ventilação Convencional.

3. Formas de aplicação da VAFO

A - VAFO como Método Ventilatório Único e Exclusivo (VAFO de 1^a Intenção)

A1 - Com Estratégia de Optimização do Volume Pulmonar

. D M H (Doença das Membranas Hialinas)

1^o - Ventilação

Parâmetros de ventilação iniciais :

MAP (CDP) de 7-9 cm de H₂O dependendo do peso de nascimento e idade gestacional (**Quadro 1**), **Amplitude** que condiciona uma boa vibração torácica e PaCO₂ > 40 (**Quadro 1**), **FiO₂** que assegure uma SAT. O₂ > 90% (**sendo as necessidades iniciais requeridas de FiO₂ > 50% - 60%**), **Fluxo** 10 L / minuto, **Ti** de 33% (se ventilador Sensor Medics 3100 A (**Quadro 1**); caso o ventilador utilizado seja o Babylog 8000 plus ou o Infant Star 950, o Ti não é um parâmetro requerido, sendo definido automaticamente pelo ventilador) e **FQ** de 10 ou 15 Hz dependente do peso de nascimento e da idade gestacional (**Quadro 1**).

Optimização do volume pulmonar (técnica) :

Efectuada através do aumento da MAP lenta e progressivamente 1 cm H₂O de 5/5– 2 / 2 minutos e diminuição do FiO₂ 5 a 10% paralelamente, mantendo-se sempre obrigatoriamente uma boa oxigenação, definida como Saturação O₂ > 90%.

Tempo de optimização :

Geralmente entre 10 a 60 minutos; variável com a idade gestacional e a gravidade da patologia.

Ventilação de Alta Frequência Oscilatória (VAFO)

Critério de otimização (pulmão otimizado) :

A MAP ou CDP que permite diminuir o FiO_2 para valores $< 40\%$ - 30% .

É *perfeitamente aceitável FiO_2 de 40% nas situações mais difíceis de otimização*. Nos RN muito imaturos ≤ 25 SG ao ser atingido o limite máximo da MAP (**Quadro 2**), será de bom senso aceitar o valor de FiO_2 existente e administrar nova dose de surfactante dentro de 4–6 horas. É evidente que nas situações de extrema gravidade estes limites poderão ser superiores, consoante o senso clínico.

Evolução esperada nesta fase :

Normoventilação, definida como $PaCO_2 \geq 40$ mm Hg e boa oxigenação mantendo $Sat. O_2 \geq 91-93\%$. O $PaCO_2 \geq 40$ é conseguido ajustando-se em primeiro lugar a amplitude e depois a frequência (FQ); se utilizarmos o Sensor Medics ajusta-se unicamente a amplitude (é extremamente raro, ter de ser feito algum ajuste na FQ).

Ventiladores utilizados:

Nos RN com peso $< 750-1000$ gr, costumamos utilizar o Babylog 8000 plus ou o Infant Star 950 (obrigatoriamente utilizados com peso < 750 gr), nos RN com peso > 1000 gr costumamos utilizar o Sensor Medics 3100 A ou qualquer dos outros dois já referidos.

2º - Surfactante

Surfactante utilizado :

“Survanta” na dose de 4 ml /Kg (100 mg /Kg). Outras Unidades utilizam “Curosurf” na dose 100 mg / Kg ou 200 mg / Kg.

Critérios de administração :

Índice CDP X $FiO_2 > 3-4$, $a/A O_2 < 0.22 - 0.17$ ou evidência radiológica de DMH $> grau 2$.

Momento da administração : A administração de surfactante foi efectuada somente no fim da otimização. Actualmente, desde há cerca de 6 - 8 meses atrás, o nosso procedimento tem sido ligeiramente diferente. A administração de surfactante é efectuada somente no fim da otimização nos RN > 26 semanas de gestação ; nos RN muito imaturos , ≤ 26 semanas de gestação esta é efectuada no momento de início da VAFO (idealmente nos primeiros 10 minutos de vida), estando o RN já conectado ao ventilador de alta frequência. Nestes casos, só depois da administração muito precoce do surfactante é efectuada a optimização do volume pulmonar.

Técnica da administração : O surfactante foi sempre administrado através de dispositivo próprio (em circuito fechado, com sonda própria de administração) com adaptador em y ao nível do bucal do TET (tubo endotraqueal), já previamente colocado, antes de iniciar a ventilação - a sonda de administração do surfactante foi introduzida até ao nível da extremidade distal do TET - o surfactante foi administrado em bólus contínuo de 20 a 30 segundos, sempre em circuito fechado ; durante a administração do surfactante o RN nunca foi desligado do ventilador.

3º- Fase pós - otimização

Pós-otimização : Com ou sem administração de surfactante , a MAP foi diminuída em curto espaço de tempo (1 a 6 horas na generalidade dos casos) .

Monitorizações e Rx Tórax PA : A TA, FC e Saturação de O_2 foi monitorizada permanentemente. O Rx Tórax PA foi sempre pedido no fim da optimização para avaliação do grau de insuflação pulmonar e do posicionamento dos catéteres centrais e TET e posteriormente sempre que houvesse necessidade clínica.

Sinais de Hiperinsuflação : Caso se encontrassem presentes sinais de hiperinsuflação - diafragmas aplanados ou a cúpula da nona costela direita ao nível do diafragma - a MAP era diminuída 2 cm H_2O .

Redução do suporte ventilatório (“desmame”) :

A redução do suporte ventilatório (“desmame”) foi efectuada através da redução progressiva da MAP de 1 cm H_2O de cada vez , para níveis de 7–8 cm de H_2O , mantendo sempre FiO_2 constante de 30–25% e $Sat. O_2 > 90\%$; a amplitude foi reduzida progressivamente de forma a manter a $PaCO_2 > 40-45$ mm Hg.

Critérios de extubação : MAP (CDP) de 6–7. 5 cm H_2O , $FiO_2 \leq 30\%$ e respiração espontânea eficaz , foram os critérios de extubação para CPAP Nasal . Foi sempre administrado citrato de cafeína IV previamente à extubação (20 mg / Kg - dose impregnação , seguida de manutenção 24 h depois de 5-10 mg / Kg - dose única , diária).

Extubação para CPAP Nasal :

Após extubação, o RN foi colocado em CPAP nasal (Infant flow “Driver”) com PEEP de 5 - 6 cm H_2O e FiO_2 de 30–25 %.

Critérios de Reintubação para VAFO:

Existência de tiragem, necessidade de $FiO_2 > 45\% - 50\%$ e/ou períodos repetidos de apneia com ou sem bradicardia (estando o RN em Infant Flow com os parâmetros já referidos).

. S A M (Síndrome de Aspiração Meconial)

1º - Ventilação

Optimização do volume pulmonar:

É necessário uma optimização mais cuidadosa ou seja recrutar os alvéolos colapsados mais lentamente, dado haver concomitantemente áreas de hiperinsuflação e áreas de atelectasia – condensação.

Parâmetros de ventilação:

Geralmente estes RN são de pré-termo borderline (35, 36 semanas de gestação) ou de Termo, o que implica que para além da patologia de base a MAP necessária para recrutamento alveolar terá que ser obrigatoriamente mais alta , oscilando entre 12-14 e 25 cm H_2O . Quanto ao FiO_2 pode não se conseguir baixar o FiO_2 de 95-100 % se houver hipertensão pulmonar grave associada. A FQ será sempre de 10 HZ, fluxo de 10 l / minuto e Ti de 33% ou 30%. Quanto à amplitude tal como referido anteriormente deve assegurar uma boa vibração torácica e $PaCO_2$

> 40, contudo tal como a MAP, na fase inicial os valores podem ter que ser obrigatoriamente altos oscilando entre 25 - 40 cm H₂O.

Ventilador Utilizado:

O ventilador ideal a utilizar no SAM é o Sensor Medics 3100 A

2º - Surfactante versus Lavagem com Surfactante

Administração de surfactante:

Administrar surfactante o mais precocemente possível, idealmente após recrutamento alveolar. Deve ser administrado de 6 / 6 horas, 150 mg / Kg / dose, até 4 doses. Além dos efeitos básicos potenciais do surfactante conhecidos por todos, este irá transformar o quadro pulmonar grave não homogêneo do SAM num quadro pulmonar homogêneo e como tal mais fácil de ventilar e com menos riscos de Air-leak.

Lavagem com surfactante :

A lavagem com surfactante praticada em muitas Unidades é de eficácia discutível segundo muitos autores e Neonatologistas (35) (36) (37) e segundo outros está contra-indicada (35) (36) (37).

De qualquer forma as UCIN terão os seus protocolos de actuação e actuarão baseadas na sua própria experiência e nível de eficácia.

3º - Patologia associada

Hipertensão Pulmonar grave :

É frequente no SAM grave haver associado um quadro de hipertensão pulmonar grave; isto implica a associação de várias medidas terapêuticas necessárias para uma resposta clínica eficaz: Costumamos utilizar Óxido Nítrico (NO), inotrópicos, sedação e curarização (vecurónio). É fundamental monitorização pré e pós-ductal (oxímetria de pulso) tal como avaliação pela Cardiologia e Ecocardiografia.

. H é r n i a D i a f r a g m á t i c a

1º - Ventilação

Optimização do volume pulmonar:

É necessário uma optimização cuidadosa ou seja recrutar os alvéolos colapsados mais lentamente, dado haver simultaneamente áreas de hiperinsuflação ou pulmão normal com áreas de atelectasia-condensação; a maioria das hérnias diafragmáticas é a esquerda condicionando consoante a sua gravidade, maior ou menor hipoplasia do pulmão esquerdo – o pulmão direita pode ser normal, ter também um certo grau de hipoplasia ou apresentar uma quadro de DMH (consoante a idade gestacional); todos estes condicionalismos implicam um manuseio rigoroso e controles radiológicos frequentes, dependentes da gravidade do quadro. Atenção ao perigo de hiperinsuflação de alvéolos normais ou não atelectesiados.

Parâmetros de ventilação:

Geralmente estes RN são de pré-termo borderline

(35, 36 semanas de gestação) ou RN de Termo o que implica que para além da patologia de base, a MAP necessária para recrutamento alveolar terá que ser obrigatoriamente mais alta, oscilando entre 12-16 cm H₂O; em casos mais graves com DMH associada poderá eventualmente ter de se atingir uma MAP mais alta. Quanto ao FiO₂ poderá não se conseguir baixar o FiO₂ de 95 – 100 %, se existir hipertensão pulmonar grave associada. A FQ é sempre de 10 HZ, o Ti de 33% (0.33) e o fluxo de 10 l / minuto. Quanto à amplitude esta deverá assegurar uma boa vibração torácica e PaCO₂ > 40, contudo tal como a MAP, na fase inicial os valores poderão ter que ser obrigatoriamente mais altos, oscilando entre 25 - 35 cm H₂O.

Ventilador utilizado :

O ventilador ideal a utilizar na hérnia diafragmática é o “Sensor Medics” 3100 A

2º - Surfactante

Caso se verifique DMH associada a administração de surfactante deve ser efectuada o mais precocemente possível, idealmente após recrutamento alveolar cuidadoso. A sua administração segue as normas protocolares já atrás referidas. Caso seja necessário dependente da gravidade da DMH associada o surfactante poderá ser repetido de 6 / 6 horas.

3º - Patologia Associada

Hipertensão pulmonar grave :

É frequente haver associado um quadro de hipertensão pulmonar grave; Isto implica a utilização de várias medidas terapêuticas para uma resposta clínica eficaz; O Óxido Nítrico é fundamental associado a inotrópicos, uma boa sedação e curarização (temos utilizado o vecurónio com excelentes resultados e praticamente inexistência de efeitos secundários). É também fundamental monitorização pré – pós ductal (oxímetria de pulso) e avaliação pela Cardiologia e Ecocardiografia.

A2 - Com Estratégia de Baixo Volume pulmonar

. Air-leak (Pneumotórax e Enfisema Intersticial)

1º - Ventilação

Optimização do volume pulmonar:

NÃO OPTIMIZAR o volume pulmonar (Não efectuar recrutamento alveolar)

Parâmetros de ventilação:

A estratégia de baixo volume baseia-se em quatro aspectos básicos até melhoria do air-leak:

a - A mais baixa MAP admissível (admitindo Sat.O₂ de 88-89%).

b - Admitir FiO₂ altos ; 70 - 90 %

c - A mais baixa amplitude possível, condicionando o mais baixo volume corrente admissível e uma hipercápnia permissiva, tolerando paCO₂ altos (PaCO₂ = 65 – 70 mm Hg).

Ventilação de Alta Frequência Oscilatória (VAFO)

d- Relação I:E aumentada (O mais aumentada possível ; I:E = 1: 5, I:E = 1: 8, I:E = 1:10)

MAP = O mais baixa possível ; idealmente 7 – 8 cm H₂O.

FiO₂ = Tolerar FiO₂ de 70 - 90 %.

Amplitude= Tolerar PaCO₂ de 70 mm Hg = A mais baixa amplitude possível

= Razoável vibração torácica (o mais baixa admissível clinicamente)

Fluxo = 10 l / minuto

FQ = 5 - 6 HZ

I:E - Com 5 HZ = relação I : E de 1 : 8.0

- Com 6 HZ = relação I : E de 1 : 10.0

(Estes Valores de I:E são c/ o Ventilador Infant Star)

Ventilador Utilizado :

O ventilador de eleição para este tipo de estratégia é o **Infant Star** devido à sua relação privilegiada no que diz respeito à relação I : E , quando se baixa a FQ.

Contudo, esta estratégia pode também ser executada com o **Babylog 8000 plus** (Usar FQ de 6 HZ) e com o **Sensor Medics (FQ - não mexer na FQ** ; utilizar a padronizada nos relatórios atrás :

Assim com o Sensor Medics 3100 A ao efectuar uma estratégia de baixo volume nunca se deve alterar a FQ - Indicada segundo a idade gestacional ; FQ de 10 H ou 15 HZ).

Em Resumo : Deve ser utilizada a MAP mais baixa possível, a amplitude mais baixa possível e o FiO₂ necessário dependendo da gravidade da situação clínica.

2º - Surfactante

Administração de surfactante :

Não deve ser administrado na maioria dos casos (raras excepções consoante a clínica)

3º - Terêpêuticas associadas :

- Restrição Hídrica (Enf. Interst.), com elevado aporte calórico.

- Diuréticos (Enf. Intersticial)

- Corticóides (Enf. Intersicial - A ponderar consoante a situação clínica e caso a caso)

B-VAFO como método ventilatório de “RESCUE” (Falência da Ventilação Convencional)

Muitas Unidades utilizam a VAFO apenas quando há falência da ventilação convencional (“Rescue”) ; independentemente do método ou métodos de VC que utilizam nessas Unidades.

Neste caso a VAFO utilizada como “RESCUE “ deve obedecer a várias regras.

Ventilação :

Após falência da VC , deve ser iniciada ventilação

em VAFO com estratégia de optimização ; Nestes casos a MAP máxima de optimização pode ser superior, devido a lesão pulmonar já constituída e os resultados poderão não ser tão eficazes.

Optimização em VAFO de “RESCUE” :

A optimização deve ser sempre efectuada a não ser que se trate de um caso de PNTX ou de enfisema intersticial grave em com se sabe se deve optar por uma estratégia de baixo volume.

MAP : A MAP de início deve ser sempre 1- 2 cm H₂O, superior aquela que estava a ser utilizada na VC (ex: MAP = 10 em VC , MAP de início em VAFO = 12 cm H₂O)

FiO₂ : Aquele conseguido na optimização; podem não se conseguir FIO₂ protocolares ou seja < 40 – 30%.

FQ : 10 HZ se o peso do RN for > 1000 gr ; 13 - 15 HZ se o peso do RN for inferior 1000 gr

Ti : 33 % se se estiver a utilizar o ventilador Sensor Medics 3100 A.

Amplitude : A amplitude deverá proporcionar uma vibração torácica adequada e um PaCO₂ > 40 mm Hg ; tal como a MAP nas situações de “Rescue” os valores de amplitude poderão necessariamente ter que ser superiores aos valores habituais.

Ventiladores utilizados :

O ventilador a utilizar pode ser qualquer um dos referidos, contudo há protocolos que devem ser respeitados na escolha do respectivo Ventilador.

C – Preferências em relação aos ventiladores :

Usar o Babylog ou Infant Star para pesos < 800 - 900 gr.

Não usar o Babylog para pesos > 2000 gr ; não terá potência suficiente.

Para pesos > 2500 - 3000 , havendo patologia grave associada exceptuando o Air-leak , o ventilador de eleição é o Sensor Medics 3100A.

Para o Air-leak, como já referido o ventidor de eleição é se possível, o Infant Star .

Para situações de SAM, Pneumonia grave, ou Hérnia diafragmática em prétermos de 35 – 36 semanas ou RN(s) de termo o ventilador de eleição é o Sensor Medics 3100A.

4. Discussão Da VAFO na DMH

O resultado desta análise suporta a hipótese de que a utilização precoce e exclusiva de VAFO (imediatamente após intubação traqueal se o RN estiver na UCIN ou imediatamente após chegada à UCIN vindo da sala de partos ou do bloco operatório) seguida de optimização do volume pulmonar utilizando uma estratégia de recrutamento alveolar, pode diminuir a incidência de DPC no RN de pré-termo com DMH, com uma melhoria significativa na morbidade respiratória a curto e

longo prazo, tal como referido nalguns estudos (10) (12) (26) (28) (29). De facto, não somente as trocas gasosas melhoraram mais rapidamente no grupo VAFO, mas também o tempo de ventilação e o tempo de suplementação com O₂ foram significativamente menores, tal como referido na bibliografia (12) (26) (29) e tal como demonstrado pela experiência da Maternidade Dr. Alfredo da Costa desde 1998 (mais de 500 RN MBP ventilados em VAFO). O surfactante é provavelmente menos utilizado em VAFO, estando este facto relacionado com a eficácia da estratégia utilizada e com um óptimo recrutamento alveolar em tempo útil. Isto também permitiu, na fase pós-optimização, a patência do volume pulmonar e dos alvéolos recrutados, não obstante a redução rápida e progressiva da MAP verificada nesta fase; o pulmão, ao ser utilizada esta estratégia com eficácia, seguirá na fase pós-optimização o ramo de desinsuflação normal da curva pressão – volume (12) (13) (14). O maior intervalo de tempo entre a intubação e a administração de surfactante em VAFO está também relacionado com a estratégia utilizada, uma vez que este só deverá ser administrado quando as unidades pulmonares atelectásicas tenham sido adequadamente abertas (conceito de pulmão optimizado – “open lung”), pois só assim se obterá a máxima eficácia na sua administração, tal como referido na bibliografia (12) (15) (16). Actualmente, foi demonstrado (34) e têm sido consenso em várias Unidades de Neonatologia que utilizam ventilação de alta frequência (35) que os RN muito imaturos, beneficiam da administração muito precoce do surfactante (nos primeiros minutos de vida) e que é benéfico a optimização do volume pulmonar (recrutamento alveolar) só após esta administração muito precoce do surfactante, permitindo um recrutamento alveolar mais fácil e eficaz e com menos risco de incidência de “air-leak” e DPC.

Os nossos resultados demonstrando que o uso de VAFO como o modo único e exclusivo de ventilação mecânica e utilizando uma estratégia de insuflação pulmonar progressiva (recrutamento alveolar) até atingir a optimização poderá diminuir a incidência de DPC, são concordantes com os resultados referidos por Rimensberger et al (12), Jean M. Bertrand e por 3 estudos prospectivos, randomizados controlados (8) (10) (29). Além disso, a vantagem da VAFO como a modalidade ventilatória única capaz de prevenir a lesão pulmonar provocada pela própria ventilação mecânica “per si”, é fortemente suportada por estudos no modelo animal (5) (6) (17) (18) (19) (20), que explicitam o facto de que a lesão pulmonar provocada pela própria ventilação mecânica, pode ocorrer com apenas um curto período de VC no pulmão gravemente deficitário em surfactante (5) (6) (17) (18) (19) (21). Muito precocemente, no decurso da DMH da prematuridade, os principais eventos fisiopatológicos encontrados são o colapso alveolar com diminuição da capacidade residual funcional e deficiência de surfactante - nesta altura, o pulmão é facilmente optimizado (12). Mais tarde, verifica-

se lesão pulmonar já constituída, caracterizada por infiltração de neutrófilos, lesão do epitélio e edema alveolar rico em proteínas (4) (5) (20) (22) (23) - nesta fase, a optimização pulmonar será muito mais difícil de efectuar (5) (12) (13) (18).

Segundo alguns autores, a VAFO iniciada imediatamente após o nascimento ou imediatamente após a chegada à UCIN poderá, na generalidade dos casos, limitar e diminuir a lesão do epitélio e o edema alveolar (5) (12) (17).

Usando esta estratégia de recrutamento alveolar, é fundamental considerar o pulmão optimizado (como já referido) ao atingir uma MAP (CDP) que permita “abrir” os alvéolos e conseqüentemente, baixar a FiO₂ para valores < 40%. Esta técnica, tenta estrategicamente, recrutar ao máximo a superfície das trocas gasosas, limitar a formação de membranas hialinas e obter rápida melhoria na oxigenação e trocas gasosas como referido na bibliografia e tal como verificado por nós anteriormente (12) (26) (29) e confirmado agora neste estudo mais alargado.

Estudos experimentais em animais com pulmão gravemente deficitário em surfactante, mostraram que o aumento progressivo da MAP, em VAFO, consegue efectuar o recrutamento dos alvéolos atelectásicos de uma forma mais homogénea e reduz o risco de lesão broncopulmonar secundária à ventilação mecânica comparativamente com a VC (5) (6) (24). Contudo, e de acordo com a insuflação pulmonar característica da curva pressão - volume, um aumento ligeiro da MAP durante VAFO efectuará apenas um ligeiro aumento da insuflação pulmonar, ou seja, um recrutamento alveolar insuficiente e pouco eficaz (5) (13) (25). Em contraste, como já referido anteriormente, se o pulmão for primeiro insuflado progressivamente com pressões suficientemente altas para permitir o máximo recrutamento alveolar, a pressão (MAP) poderá ser reduzida rapidamente sem perda do volume pulmonar ou seja, sem perda da patência dos alvéolos recrutados porque o pulmão após optimização eficaz, seguirá o ramo de desinsuflação normal da curva pressão - volume (12) (13) (14).

Durante a fase de optimização pulmonar, a pressão das vias aéreas foi lentamente aumentada durante 20 – 60 minutos até atingir uma MAP (CDP) suficientemente alta para obter um recrutamento alveolar eficaz (MAP variável de acordo com a gravidade da patologia e peso de nascimento). Esta forma de execução não induzirá mudanças abruptas na pressão intratorácica e minimizará o risco de efeitos colaterais hemodinâmicos (12) (29).

Segundo Rimensberger e Jean M. Bertrand, em alguns doentes que requereram valores de MAP (CDP) de 20 cm H₂O por um curto período de tempo de forma a conseguir melhorar a oxigenação, não foram observadas quaisquer alterações hemodinâmicas (12). Nos nossos raros doentes em que a MAP de optimização foi de 15 - 16 cm H₂O, durante um curto período de tempo, para conseguir melhorar a oxigenação e permitir FiO₂ < 30% - 40%, também não foram observadas alterações hemodinâmicas. Estes

Ventilação de Alta Frequência Oscilatória (VAFO)

aspectos referenciados por Rimensberger (12), Jean M. Bertrand e por nós constatados, estão de acordo com as observações efectuadas por Kinsella et al (11) e Gerstmann et al (10).

Nós usamos a VAFO como método único e exclusivo de ventilação até extubação para CPAP nasal tal como referido por Rimensberger (12) e Jean M. Bertrand e outros (26) (29) (30).

Tal como referido (8) (10) (12), a utilização de VAFO com optimização do volume pulmonar não está associada a alterações nem na incidência, nem na gravidade da HIPV.

Um dos mais recentes e maiores estudos prospectivos, randomizados, multicêntricos publicados (29) foi efectuado comparando VAFO com SIMV (na qual, a ventilação com "trigger" e a monitorização contínua do volume corrente foram permanentemente efectuadas, esta última sendo determinada por sensor específico colocado a nível do TET) (29). Foi escolhido a comparação entre VAFO e SIMV, por vários estudos sugerirem que há melhoria do "outcome" pulmonar quando se utiliza SIMV comparativamente com VC não sincronizada (31) (32) (33). Assim, este estudo demonstrou que RN com DMH tratados com VAFO são extubados num prazo mais curto e com maior sucesso e tem maior probabilidade de sobrevida sem necessidade de suplementação de oxigénio às 36 semanas de idade pós-concepcional, do que aqueles tratados com SIMV (29). Por cada 11 RN tratados com VAFO, 1 caso de morte ou doença pulmonar crónica foi prevenida (redução absoluta em risco de 9,2%) (29). O aumento estatisticamente significativo do número de RN que sobreviveu sem doença pulmonar crónica no grupo randomizado para VAFO sugere que este método ventilatório (VAFO) oferece significativo benefício em centros com experiência e que deve ser considerado o suporte ventilatório de 1ª linha (tratamento de 1ª intenção) no RN prétermo com DMH (29).

Bibliografia

1 - **The HIFI Study Group**. High-frequency oscillatory ventilation compared with conventional mechanical ventilation in the treatment of respiratory failure in preterm infants. *N Engl J Med*. 1989; 320: 88 - 93.

2 - **Gellis S**. High frequency oscillatory ventilation vs conventional mechanical ventilation in treatment of respiratory failure in preterm infants. *Pediatr Notes*. 1989, 13: 15.

3 - **Bryan AC, Froese AB**. Reflexions on the HIFI Trial. *Pediatr* 1991; 87: 565 - 567.

4 - **Hamilton PP, Onayemi A, Smyth JA, Gillan JE, Cutz E, Froese AB, Bryan AC**. Comparison of conventional and high-frequency ventilation: oxygenation and lung pathology. *J Appl Physiol* 1983; 55: 131 - 138.

5 - **Meredith KS, de Lemos RA, Coalson JJ, King RJ, Gerstmann DR, Kumar R, Kueehl TJ, Winter DC, Taylor A, Clark RH, Null DM**. Role of lung injury in the pathogenesis of hyaline membrane disease in premature baboons. *J Appl Physiol* 1989; 66: 2150 - 2158.

6 - **McCulloch PR, Forkert PG, Froese AB**. Lung volume maintenance prevents lung injury during high frequency oscillatory ventilation in surfactant-deficient rabbits. *Am Rev Respir Dis* 1988; 137: 1185 - 1192.

7 - **Truog WE, Standaert TA**. Effect of high-frequency ventilation on gas exchange and pulmonary vascular resistance in lambs. *J Appl Physiol* 1985; 59: 1104 - 1109.

8 - **Clark RH, Gerstmann DR, Null DM, de Lemos RA**. Prospective randomized comparison of high frequency oscillatory and conventional ventilation in respiratory distress syndrome. *Pediatrics* 1992; 89: 5 - 12.

9 - **Ogawa Y, Miyasaka K, Kawano T, Imura S, Inukai K, Okuyama K, Oguchi K, Togari H, Nishida H, Mishina J**. A multicenter randomized trial of high frequency oscillatory ventilation as compared with conventional mechanical ventilation in preterm infants with respiratory failure. *Early Hum Dev* 1993; 32: 1 - 10.

10 - **Gerstmann DR, Minton SD, Stoddart RA, Meredith KS, Monaco F, Bertand JM, Battisti O, Langhendries JP, Francois A, Clark RH**. The Provo multicenter early high-frequency oscillatory ventilation controlled trial: improved pulmonary and clinical outcome in respiratory distress syndrome. *Pediatrics* 1996; 98: 1044 - 1057.

11 - **Kinsella JP, Gerstmann DR, Clark RH, et al**. High-frequency oscillatory ventilation versus intermittent mandatory ventilation: early hemodynamic effects in the premature baboon with hyaline membrane disease. *Pediatr Res* 1991; 29: 160 - 166.

12 - **Rimensberger PC, Beghetti M, Hanquinet S, Berner M et al**. First intention High-frequency oscillation with early lung volume optimization improves pulmonary outcome in Very Low Birth Weight Infants with respiratory distress syndrome. *Pediatrics* 2000; 105: 1202 - 1208.

13 - **Suzuki H, Papazoglou K, Bryan AC**. Relationship between PaO₂ and lung volume during high frequency oscillatory ventilation. *Acta Paediatr Jpn* 1992; 34: 494 - 500.

14 - **Kolton M, Cattran CB, Kent G, Volgyesi G, Froese AB, Bryan AC**. Oxygenation during high-frequency ventilation compared with conventional mechanical ventilation in two models of lung injury. *Anesth Analg* 1982; 61: 323 - 332.

15 - **Froese AB, McCulloch PR, Sugiura M, Vaclavik S, Possmayer F, Moller F**. Optimizing alveolar expansion prolongs the effectiveness of exogenous surfactant therapy in the adult rabbit. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 569 - 577.

16 - **Jackson JC, Truog WE, Standaert TA, et al**. Reduction in lung injury after combined surfactant and high-frequency ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 534 - 539.

17 - **Jackson JC, Truog WE, Standaert TA, et al**. Effect of high-frequency ventilation on the development of alveolar edema in premature monkeys at risk for hyaline membrane disease. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 865 - 871.

2002 Sep 15 ; 166 (6) : 786 – 7.

18 - Hamilton PP, Onayemi A, Smyth JÁ, et al. Comparison of conventional and high-frequency ventilation : oxygenation and lung pathology. *J Appl Physiol* 1983 ; 55 : 131 - 138.

19 - Kinsella JP, Parker TA, Galan H, Sheridan BT, Abman SH. Independent and combined effects of inhaled nitric oxide, liquid perfluorochemical and high-frequency oscillatory ventilation in premature lambs with respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1999 ; 159 : 1220 - 1227.

20 - Matsuoka T, Kawano T, Miyasaka K. Role of high-frequency ventilation in surfactant depleted lung injury as measured by granulocytes. *J Appl Physiol* 1994 ; 76 : 539 - 544.

21 - Robertson B. Pathology of neonatal surfactant deficiency. *Perspect Pediatr Pathol* 1987 ; 11 : 6 -46.

22 - Kawano T, Mori S, Cybulsky M, et al. Effect of granulocyte depletion in a ventilated surfactant – depleted lung. *J Appl Physiol* 1987 ; 62 : 27 - 33.

23 - Lee RM, O´Brodovich H. Airway epithelial damage in premature infants with respiratory failure. *Am Rev Respir Dis* 1988 ; 137 450 - 457.

24 - Simma BG, Luz G, Trawoger R, et al. Comparison of different modes of high-frequency ventilation in surfactant - deficient rabbits. *Pediatr Pulmonol* 1996 ; 22 : 263 - 270.

25 - Thompson WK, Marchack BE, Froese AB, Bryan AC. High-frequency oscillation compared with standart ventilation in pulmonary injury model. *J Appl Physiol* 1982 ; 52 : 543 - 548.

26 - Nona J, Nogueira M, Nascimento O, Costa T, Valido AM. Ventilação de Alta Frequência Oscilatória Exclusiva com Optimização do Volume Pulmonar no Recém -nascido de Extremo Baixo Peso (Estudo comparativo com Ventilação de Alta Frequência Oscilatória após Ventilação Convencional). *Acta Pediatr. Port* 2001 ; Nº 4 ; Vol. 32 : 225 – 231.

27 - Calvert S. Prophylactic high – frequency oscillatory ventilation in preterm infants. *Acta Paediatr Suppl* 2002 ; 91 (437) : 16 - 18.

28 - Froese AB. The incremental application of lung – protective high – frequency oscillatory ventilation. *Am J Respir Care Med*

29 - Courtney SE, Durand DJ, Asselin JM, Hudak ML, Aschner JL, Shoemaker CT ; Neonatal Ventilation Study Group. High Frequency oscillatory ventilation versus conventional mechanical ventilation for very-low-birth-weight infants. *N Engl J Med* 2002 ; 347 (9) : 643 - 52.

30 - Johnson AH, Peacock JL, Greenough A, Marlow N, Limb ES, Marston L, Calvert SA ; United Kingdom Oscillation Study Group. High-frequency oscillatory ventilation for the prevention of chronic lung disease of prematurity. *N Engl J Med* 2002 ; 347 (9) : 633 - 42.

31 - Bernstein G, Heldt GP, Mannino FL. Increased and more consistent tidal volumes during synchronized intermittent mandatory ventilation in newborn infants. *Am J Respir Crit Care Med* 1994 ; 150 : 1444 – 8.

32 - Cleary JP, Bernstein G, Mannino FL Heldt GP. Improved Oxygenation during Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation in Neonates with Respiratory Distress Syndrome : a randomized crossover study. *J Pediatr* 1995 ; 126 : 407 - 11.

33 - Bernstein G, Mannino FL, Heldt GP, et al. Randomized Multicenter Trial comparing Synchronized and Conventional Intermittent Mandatory Ventilation in Neonates. *J Pediatr* 1996 ; 124 : 453 - 63.

34 - Plavka R, Kopecky P, sebron V, Leisla A, Ruffer J, Dokoupilová M, Zlatohlávková B, Keszler M, et al. early versus delayed surfactant administration in extremely premature neonates with respiratory distress syndrome ventilated by high-frequency oscillatory ventilation. *Intensive Care Med* 2002 ; 28 : 1483 - 1490.

35 - XIX Conferência Internacional de Ventilação de Alta Frequência em Recém-nascidos, Crianças e Adultos ; Snowbird, UTAH, USA : 4 - 7 Abril , 2002. (19th Conference on High Frequency Ventilation of Infants, Children and adults ; Medical Center of Slat Lake City - University of UTAH ; Snowbird , UTAH - USA : April 4 - 7 , 2002)

36 - XX Conferência Internacional de Ventilação de Alta Frequência em Recém-nascidos, Crianças e Adultos ; Snowbird, UTAH - USA : 2 - 5 Abril , 2003. (20th Conference on High Frequency Ventilation of Infants , Children and Adults ; Medical Center of Salt Lake City – University of UTAH ; Snowbird , UTAH - USA : April 2 - 5 , 2003) .

37 - Encontro Internacional de Neonatologia da Maternidade Dr. Alfredo da Costa ; Universidade Católica Portuguesa , Lisboa , Portugal : Novembro 13 – 16 , 2002.

Quadro 1
Parâmetros Iniciais

	BABYLOG 8000 (DRAGER)	INFANT STAR	SENSOR MEDICS
<ul style="list-style-type: none"> MAP (Cm / H₂O) < 750 g 750-1000 g >1000 g >1500 g 	<p>7</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>8-9</p>	<p>7</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>8-9</p>	<p>7</p> <p>7</p> <p>8</p> <p>8-9</p>
<ul style="list-style-type: none"> FQ (Hz) < 750 gr. 750-1000 gr. > 1000 gr. > 1500 gr. 	<p>15 Hz</p> <p>12 - 13 Hz</p> <p>10 Hz</p> <p>10 HZ</p>	<p>15 Hz</p> <p>15 Hz</p> <p>10 Hz</p> <p>10 Hz</p>	<p>15 Hz</p> <p>15 Hz</p> <p>10 Hz</p> <p>10 Hz</p>
<ul style="list-style-type: none"> ti 	_____	_____	33% sempre
<ul style="list-style-type: none"> Amplitude 	<ul style="list-style-type: none"> Vibração torácica adequada PaCO₂ > 40 Valores iniciais padronizados: 		
	(%)	(cm H ₂ O)	(cm H ₂ O)
	<p>< 750 g = 50-60</p> <p>750-1000 g = 60-70</p> <p>> 1000 g = 70-80</p> <p>> 1250 g = 80-100</p> <p>> 1500 g = 100</p>	<p>< 750 g = 15 - 18</p> <p>750-1000 g = 18 - 20</p> <p>>1000 g = 22 -24</p> <p>>1500 g = 26 -28</p> <p>>1750 g = 30 -32</p>	<p>< 750 = 15 - 16</p> <p>750-1000 = 18 - 20</p> <p>> 1000 = 22 - 24</p> <p>> 1500 = 26 - 28</p> <p>> 1750 = 30 - 32</p>
<ul style="list-style-type: none"> Fluxo 	10 l/minuto	10 l/minuto	10 l/minuto Permite MAP (CDP) até 17 cm / H ₂ O Para MAP (CDP) > 17 usar Fluxo 20 l/minuto
	Monitorização: VTHF 2-2,5 ml/kg DCO ₂ 20-40 /kg		

Quadro 2
Limites máximos da MAP

(em caso de situações mais graves , estes limites podem eventualmente ser superiores ; atenção à possibilidade de Hiperinsuflação)

	BABYLOG 8000 (DRAGER)	INFANT STAR	SENSOR MEDICS
<ul style="list-style-type: none"> MAP - Cm/ H₂O < 750 g 750-1000 g > 1000 g > 1500 g 	<p>12</p> <p>12 - 14</p> <p>13 - 15</p> <p>15 - 18</p>	<p>12</p> <p>12 - 14</p> <p>13 - 15</p> <p>15 - 18</p>	<p>10</p> <p>12 - 13</p> <p>13 - 15</p> <p>15 - 18</p>