



---

---

**ARTIGO DE REVISÃO**

---

---

**A CIRURGIA DE REDUÇÃO DE VOLUME PULMONAR E A FUNÇÃO RESPIRATÓRIA****LUNG VOLUME REDUCTION SURGERY AND LUNG FUNCTION**Verónica Lourenço<sup>1</sup>Andreia Sousa<sup>1</sup>Raquel Barros<sup>2</sup>**RESUMO**

A cirurgia de redução de volume pulmonar (CRVP) é um tratamento paliativo utilizado em doentes com enfisema grave que visa melhorar a função pulmonar e a qualidade de vida, através da remoção do tecido fibrosado resultante do enfisema. Esta intervenção promove uma expansão adequada dos pulmões na caixa torácica, melhorando o *recoil* elástico e a relação ventilação/perfusão devido à diminuição da hiperinsuflação pulmonar. Foi objetivo do presente artigo de revisão caracterizar os efeitos da CRVP no enfisema no respeitante à melhoria da função pulmonar. Foram considerados artigos publicados em periódicos indexados nas bases de dados MEDLINE, SciELO, Latindex e DOAJ. Foram incluídos 25 documentos que abrangem artigos originais e artigos de revisão de literatura. A CRVP promove uma melhoria dos parâmetros avaliados por espirometria e pletismografia corporal total, devido ao aumento do *recoil* elástico promovido pela redução dos volumes pulmonares não mobilizáveis (redução da hiperinsuflação pulmonar), pelo reposicionamento dos músculos respiratórios e pela diminuição da resistência das vias aéreas. Contudo, diversas investigações demonstraram que os efeitos na função pulmonar são temporários e reversíveis. Fatores como a elevada taxa de morbidade e mortalidade e o custo elevado relativamente à durabilidade dos benefícios que este procedimento acarreta estão na base das opiniões controversas relativas à CRVP. A CRVP não modifica o curso natural da doença, sendo por isso necessário avaliar a vertente económica deste procedimento bem como a sua relação custo-benefício, isto porque este tratamento se tem demonstrado dispendioso face à durabilidade dos benefícios.

**Descritores:** Cirurgia de redução de volume pulmonar. Enfisema. Testes de função respiratória.

**ABSTRACT**

Lung volume reduction surgery (LVRS) is a palliative treatment used in patients with severe emphysema that aims to improve lung function and quality of life by removing the fibrous tissue resulting from emphysema. This intervention promotes an adequate expansion of the lungs in the chest cavity, thus improving the elastic recoil and ventilation/perfusion ratio due to decrease of lung hyperinflation. The aim of this review article is to characterize, the effects of LVRS in emphysema in relation to the improvement in lung function. We considered articles published in journals indexed in MEDLINE, SciELO, Latindex and DOAJ. We included 25 documents covering original articles and literature review articles. LVRS promotes the improvement of the spirometry and whole body plethymography parameters, caused by the increase of elastic recoil through the reduction of not

<sup>1</sup> Licenciadas em Cardiopneumologia. Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa.

<sup>2</sup> Mestre em Saúde e Aparelho Respiratório. Licenciada em Cardiopneumologia. Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa. Centro Hospitalar Lisboa Norte - Hospital Pulido Valente.



mobilized lung volumes (lung hyperinflation reduction), the repositioning of the respiratory muscles and the decrease of airways resistance. However, several investigations have shown that the effects on lung function are temporary and reversible. Factors such as the high morbidity and mortality rates and the high cost in relation to the durability of the benefits of the procedure lead to controversial opinions about LVRS. LVRS does not modify the natural course of the disease, so it is necessary to evaluate the economic aspect of this procedure and its cost-effectiveness, because this treatment is considered expensive comparatively to the durability of benefits.

**Descriptors:** Lung volume reduction surgery. Emphysema. Respiratory function tests.

## INTRODUÇÃO

O enfisema pulmonar é uma doença crônica obstrutiva e progressiva, que resulta de uma deterioração anormal do mecanismo ventilatório devido à perda de parênquima pulmonar, que condiciona o aumento da resistência das vias aéreas e origina um funcionamento deficitário do diafragma, promovendo a hiperinsuflação pulmonar.<sup>(1)</sup> A principal causa de enfisema pulmonar é o consumo de tabaco, porém a exposição a partículas nocivas, a exposição ocupacional e o déficit  $\alpha_1$ -antitripsina são também, embora menos frequentes, causas de enfisema.<sup>(2)</sup>

Esta doença origina dispneia, diminuição acentuada da capacidade de exercício e redução substancial da qualidade de vida, contribuindo desta forma para o conseqüente aumento da morbidade e mortalidade.<sup>(3)(4)</sup> Através da análise do volume expiratório máximo no 1º segundo (FEV<sub>1</sub> - parâmetro que classifica o grau de gravidade da obstrução brônquica) é possível estimar a taxa de mortalidade em indivíduos com enfisema, uma vez que aquando da descida do FEV<sub>1</sub> abaixo dos 0,75 L ou 30% do valor previsto, a mortalidade sobe para 40-50% em três anos.<sup>(5)(4)</sup>

Tendo em conta a cronicidade do enfisema, não existe ainda nenhuma forma de tratamento curativo, tendo-se por isso vindo a investir no desenvolvimento e na pesquisa de tratamentos paliativos que possam atrasar o curso natural da doença e melhorar a qualidade de vida destes indivíduos.<sup>(6)</sup> Neste contexto, foi desenvolvida pela primeira vez nos anos 50 por Otto Brantigan a cirurgia de redução de volume pulmonar (CRVP) que visa melhorar a função pulmonar através da remoção seletiva das regiões mais afetadas pelo enfisema.<sup>(1)</sup> Este procedimento resulta numa melhoria da dispneia, da tolerância ao exercício, da função pulmonar e da qualidade de vida.<sup>(4)(7)(8)</sup> Contudo, devido à elevada taxa de mortalidade verificada após as primeiras cirurgias (18%), este procedimento foi abandonado até que Cooper et al.<sup>(9)</sup> em 1995 realizaram um estudo que viria a comprovar os benefícios da CRVP na função pulmonar e conseqüentemente na qualidade de vida.<sup>(6)(9)</sup> A CRVP aumenta o *recoil* elástico do pulmão e o funcionamento dos músculos respiratórios, melhorando a relação



ventilação/perfusão e diminuindo assim os efeitos da hiperinsuflação pulmonar.<sup>(10)</sup>

Atendendo ao facto da CRVP ainda não ser considerada o tratamento de eleição para o enfisema grave, diversos autores têm-se dedicado ao estudo dos benefícios da CRVP Vs. terapêutica médica convencional. Um estudo desenvolvido por Geddes et al.<sup>(11)</sup> que pretendeu comparar a melhoria da função pulmonar em doentes com enfisema submetidos a CRVP ou terapêutica médica, concluiu que embora uma minoria dos doentes não apresentasse benefícios com a intervenção cirúrgica, os indivíduos tratados apenas com terapêutica convencional apresentavam um declínio mais acelerado da função pulmonar e uma pior qualidade de vida no mesmo período de tempo.

A relação do custo-benefício da CRVP ainda não foi estudada por completo uma vez que este procedimento se tem demonstrado muito dispendioso quando relacionado com a taxa de morbilidade e mortalidade, assim como com a magnitude e a duração dos benefícios atingidos com a cirurgia, atendendo ao facto de diversas investigações terem vindo a demonstrar que dois anos após a CRVP a função pulmonar regride para os valores basais.<sup>(11)(12)(13)</sup>

O objetivo do presente artigo de revisão é caracterizar, através da análise da literatura, os efeitos da CRVP no enfisema no que respeita à melhoria da função pulmonar.

## **METODOLOGIA**

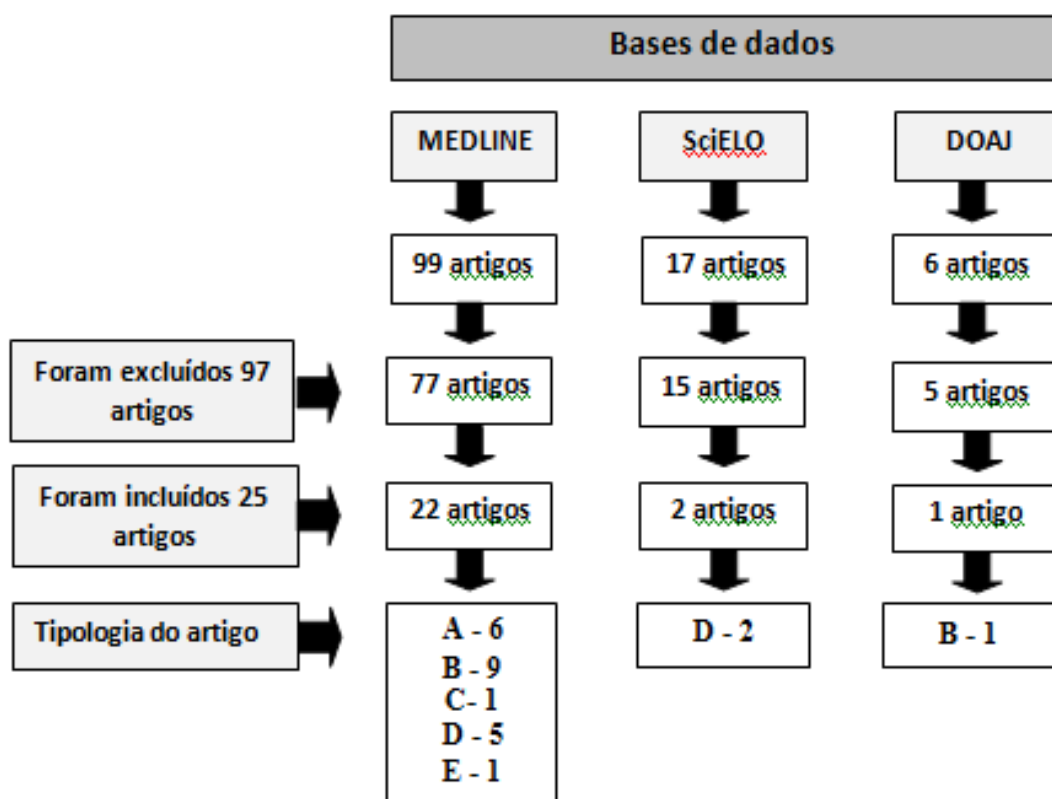
Para o presente artigo foi realizada uma revisão de literatura de artigos publicados em periódicos indexados nas bases de dados MEDLINE, SciELO, Latindex e DOAJ. Foram utilizadas como palavras-chave (individuais ou conjugadas): cirurgia de redução de volume; enfisema; função respiratória; volumes pulmonares e seus equivalentes em inglês e espanhol.

Não foi estabelecido nenhum limite temporal para a inclusão de artigos, optando-se por utilizar todos os artigos disponíveis de forma livre na internet e que contivessem um conteúdo relevante. Foram considerados artigos originais de investigação e artigos de revisão de literatura que contivessem informações importantes para o tema abordado.

Foram recuperados 122 artigos, dos quais foram excluídos 25 por não estarem diretamente relacionados com o tema, 13 por se encontrarem repetidos, 9 por não apresentarem de forma satisfatória a metodologia utilizada, 31 por só estar disponível o resumo/*abstract* e 19 por estarem escritos em outros idiomas que não o português, inglês ou espanhol.

Foram considerados para a presente revisão de literatura 25 artigos (Fluxograma 1) que se encontram nas referências bibliográficas apresentadas subsequentemente.

**Fluxograma 1.** Seleção dos artigos considerados.



**Legenda:**

- A - Estudo longitudinal
- B - Estudo transversal
- C - Estudo caso-controle
- D - Revisão de literatura
- E - Editorial

**O ENFISEMA PULMONAR E A CIRURGIA DE REDUÇÃO DE VOLUME**

O enfisema pulmonar provoca um aumento anormal dos espaços alveolares distais acompanhado da destruição do parênquima pulmonar e consequente fibrose. A fibrose pulmonar provoca uma diminuição do *recoil* elástico o que diminui o fluxo expiratório originando hiperinsuflação pulmonar.<sup>(14)</sup> A presença de hiperinsuflação pulmonar juntamente com o elevado esforço respiratório promove um compromisso da função diafragmática, o que resulta no aplanamento deste músculo e na redução da fração de encurtamento, causando o aumento da carga elástica do diafragma, tornando-o incapaz de gerar uma força inspiratória adequada.<sup>(15)</sup> Tal aspeto, juntamente



com a diminuição do *recoil* elástico do pulmão, origina uma diminuição da capacidade vital (VC) e um aumento do volume residual (RV), o que contribui não só para uma dispnéia acentuada durante o esforço mas também na fase de repouso, em fases avançadas da doença. Também a inflamação contínua das vias aéreas, o broncospasmo e o aumento das secreções provoca um aumento da resistência das vias aéreas. <sup>(1)(6)(14)(16)</sup>

As terapêuticas disponíveis para o tratamento do enfisema pulmonar são apenas paliativas, sendo o seu objetivo o atraso da progressão da doença, o tratamento das exacerbações, o controle dos sintomas e a melhoria da qualidade de vida.<sup>(6)</sup> O tratamento do enfisema pode dividir-se em farmacológico no caso dos broncodilatadores e corticosteroides inalados ou a combinação destes com a oxigenoterapia de longa duração, ou em tratamento não farmacológico que engloba a cessação tabágica, nutrição equilibrada, reabilitação pulmonar, ventilação mecânica ou a CRVP unilateral ou bilateral.

A CRVP é uma técnica cirúrgica que consiste na remoção de 20 a 30% da área do pulmão afetada pelo enfisema heterogêneo grave e que não contribui para a ventilação, diminuindo desta forma a hiperinsuflação pulmonar e melhorando a função diafragmática, o que se traduz numa melhoria da função pulmonar. <sup>(6)(15)(17)(18)</sup> Weder<sup>(18)</sup> define enfisema grave pela presença de uma relação entre o volume residual e a capacidade pulmonar total (RV/TLC) superior a 0,65 e um FEV<sub>1</sub> inferior a 35%. O enfisema heterogêneo grave destrói maioritariamente os lobos superior ou apical do pulmão, porém alguns doentes podem apresentar concomitantemente a destruição do lobo superior e do segmento apical do lobo inferior. No caso do enfisema ser homogêneo e uma vez que é mais difícil definir a zona afetada, opta-se normalmente por retirar os lobos superiores dos pulmões, sendo a área retirada suficiente para diminuir a capacidade pulmonar total (TLC) em cerca de 40 a 50%, diminuindo assim a hiperinsuflação pulmonar resultante do enfisema.<sup>(18)</sup>

A área afetada pelo enfisema heterogêneo é retirada com o auxílio de agrafos revestidos com tiras de pericárdio de bovino de modo a evitar a ocorrência de *leaks* resultantes dos furos dos agrafos que demonstram ser a complicação pós-operatória mais frequente. <sup>(6)(9)(18)</sup> Outras complicações pós-cirúrgicas apontadas por Wilkens et al.<sup>(3)</sup> foram sépsis, pneumonia e insuficiência respiratória. De acordo com o estudo publicado por Brenner et al.<sup>(13)</sup> as causas mais frequentes de morte pós-cirúrgica são devidas a aneurisma da aorta, infecção bacteriana, enfarte agudo do miocárdio, embolia pulmonar, acidente vascular cerebral e paragem cardíaca.

A taxa de mortalidade da CRVP ainda se mantém entre 4 e 17 %, variando esta percentagem de acordo com os centros onde é realizada, com a experiência dos profissionais que intervêm no procedimento e com o grau de gravidade da doença.<sup>(6)</sup> A fim de reduzir a taxa de morbidade e



mortalidade associada à CRVP, a seleção dos indivíduos para realização deste procedimento é muito restrita e apenas é aconselhada esta intervenção em fases avançadas do enfisema, preferencialmente em enfisemas heterogêneos devido à localização exata da zona afetada.<sup>(18)</sup>

A escolha dos indivíduos para a CRVP é um fator fulcral não só para a diminuição da taxa de mortalidade e morbidade, como também na otimização da melhoria dos parâmetros clínicos e funcionais respiratórios. Apesar de ainda não estarem uniformizados os critérios de seleção de doentes devido à falta de estudos nesta área, Snell et al.<sup>(10)</sup> sugerem que indivíduos com FEV<sub>1</sub> entre 15-40% do valor previsto, RV > 150% do valor previsto, tomografia computadorizada que revele a presença de zonas lesadas macroscópicas de fácil acesso e com capacidade de realizar o programa de reabilitação, devem ser submetidos a CRVP. Weder<sup>(18)</sup> também considera como critério de eleição para a intervenção cirúrgica a presença da TLC > 125% do previsto. No que respeita aos critérios de não seleção para a CRVP, encontram-se os indivíduos incapazes de realizar exercício físico, insuficientes cardíacos de classe IV da *New York Heart Association*, dependentes do ventilador, idade > 70 anos, história prévia de doença pleural, toracotomia, bronquiectasias, pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO<sub>2</sub>) < 40mmHg, prova de marcha < 150m, hipertensão pulmonar grave, capacidade de transferência alvéolo-capilar do monóxido de carbono (DLco) < 30% do valor previsto, hábitos tabágicos ativos, disfunção de um órgão major e FEV<sub>1</sub> < 20%.<sup>(10)(18)</sup> Outras condições que aumentam o risco de morte pós-cirurgia são a idade > 75 anos, má função ventricular esquerda e doença coronária significativa.<sup>(19)</sup>

## A CIRURGIA DE REDUÇÃO DE VOLUME E A FUNÇÃO PULMONAR

A melhoria da função pulmonar resultante do aumento do *recoil* elástico promovido pela CRVP ocorre à custa da remoção das zonas fibrosadas do pulmão, e traduz-se num aumento do FEV<sub>1</sub> e numa redução dos volumes pulmonares não mobilizáveis, em particular da capacidade residual funcional (FRC) e do RV.<sup>(18)</sup> Apesar de ser muito difícil avaliar as mudanças na função pulmonar pós-CRVP, a obtenção do FEV<sub>1</sub> através da espirometria tem-se revelado o parâmetro de eleição para a monitorização da melhoria funcional respiratória nos doentes submetidos a este tipo de procedimento.<sup>(13)</sup>

A pletismografia corporal total permite estudar a gravidade do enfisema através da quantificação dos volumes pulmonares não mobilizáveis, o que é fundamental na presença desta entidade clínica uma vez que à medida que a destruição do parênquima pulmonar avança, a capacidade de retração elástica do pulmão reduz-se, condicionando uma retenção de ar nas vias aéreas distais no



final da expiração, traduzindo-se num aumento da FRC e/ou da TLC, característico de hiperinsuflação pulmonar.<sup>(20)(21)</sup> O RV pode também estar aumentado devido ao colapso inicial das vias aéreas periféricas na fase inicial da expiração.<sup>(1)(21)</sup> A diminuição do *recoil* elástico dos pulmões resultante da perda de parênquima promove também um aumento da resistência (Raw) à passagem do ar nas vias aéreas.<sup>(1)</sup>

O estudo dos músculos respiratórios em contexto de provas funcionais respiratórias é importante em indivíduos com enfisema, e para tal procede-se à determinação da pressão máxima expiratória ( $PE_{max}$ ), para quantificar a força dos músculos expiratórios, nomeadamente os abdominais e intercostais, e da pressão máxima inspiratória ( $PI_{max}$ ) que visa avaliar a força dos principais músculos inspiratórios, diafragma e intercostais.<sup>(22)</sup> A pressão de oclusão (P0.1) constitui um índice válido para a determinação da atividade da *drive* neuromuscular inspiratória, independente das características mecânicas do sistema respiratório. Este parâmetro reflete o nível de estimulação dos centros respiratórios e a atividade funcional dos músculos inspiratórios.<sup>(1)</sup>

A gasimetria arterial é o método complementar de diagnóstico que permite avaliar os gases no sangue arterial. Esta técnica demonstra-se importante na presença de enfisema dado que com a progressão da doença e com a deterioração da função pulmonar o risco de hipoxemia se torna elevado.<sup>(23)</sup>

A  $DL_{CO}$  permite determinar as propriedades não mecânicas do pulmão, traduzindo informação sobre a superfície pulmonar disponível para as trocas gasosas.<sup>(24)</sup> O enfisema reduz o leito capilar e a relação ventilação/perfusão, condicionando a diminuição da  $DL_{CO}$  de acordo com a gravidade e extensão do enfisema.<sup>(21)</sup>

Quando Otto Brantigan realizou as primeiras CRVP bilaterais verificou que ao reduzir o volume pulmonar danificado pelo enfisema havia uma melhoria da função pulmonar devido à redução do grau de obstrução e conseqüente aumento do  $FEV_1$  em 75% dos doentes submetidos a esta intervenção.<sup>(9)</sup> Mais tarde, Copper et al.<sup>(9)</sup> desenvolveram uma investigação com uma amostra de 20 indivíduos que pretendeu estudar os benefícios da CRVP bilateral em doentes com doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) grave e limitação funcional significativa, apesar de submetidos a terapêutica médica. Este estudo comprovou haver uma melhoria estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) nos parâmetros funcionais respiratórios avaliados por espirometria:  $FEV_1$  (82%) e capacidade vital forçada (FVC) (27%),<sup>(9)</sup> o que vai de encontro aos resultados anteriormente obtidos por Brantigan. Também a investigação levada a cabo por Scirba et al.<sup>(14)</sup> que pretendeu avaliar o resultado da CRVP no *recoil* elástico dos pulmões em 20 sujeitos com enfisema difuso, encontrou achados semelhantes aos encontrados por Copper et al.<sup>(9)</sup> quanto à melhoria das variáveis funcionais



respiratórias uma vez que tanto o FEV<sub>1</sub> como a FVC obtiveram uma melhoria estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ) após a cirurgia quando comparados com os valores basais (0,87L Vs. 1,11L e 2,77L Vs. 3,14L respectivamente). Esta melhoria pode ser justificada pelo aumento do *recoil* elástico do pulmão e pela diminuição da hiperinsuflação pulmonar, o que irá afectar de forma positiva o FEV<sub>1</sub> e a FVC.<sup>(14)</sup>

Também Crinner et al.<sup>(15)</sup> obtiveram resultados semelhantes através de uma investigação com 20 indivíduos submetidos a CRVP e avaliados antes e três meses após a CRVP, uma vez que se observou um aumento estatisticamente significativo ( $p = 0,001$ ) do FEV<sub>1</sub> (0,86L Vs. 0,64L) e da FVC (2,4L Vs. 2,9L). Outro estudo que também aponta para a melhoria da função pulmonar após a CRVP foi a investigação desenvolvida por Teschler et al.<sup>(1)</sup> que incluiu 17 indivíduos com enfisema grave e dispneia. Quando comparados os valores pós-cirurgia com os valores basais, verificou-se uma melhoria estatisticamente significativa ( $p < 0,0001$ ) do FEV<sub>1</sub> (10%) e da distância percorrida na prova de marcha de 6 min (176 m), o que pode ser explicado pelo aumento do *recoil* elástico do pulmão que origina um reposicionamento do diafragma e consequente melhoria do funcionamento dos músculos respiratórios.

Ainda não existe consenso no que respeita aos benefícios que esta cirurgia promove na função respiratória e ao tempo que demora a atingir o pico máximo de melhoria. Brenner et al.<sup>(13)</sup> observaram uma melhoria progressiva da função pulmonar durante os primeiros seis meses após a CRVP atingindo o pico máximo de melhoria da função respiratória nesta altura, verificando-se um aumento médio de 0,28L do FEV<sub>1</sub>. Após os seis meses registou-se um declínio da função pulmonar de 0,163 L/ano e estima-se que ao fim de dois anos a função pulmonar dos doentes submetidos a CRVP regrida aos valores basais. No estudo de Gueddes et al.<sup>(11)</sup> o pico máximo de melhoria do FEV<sub>1</sub> (0,17L) foi observado aos três meses após cirurgia.

No que respeita aos volumes pulmonares não mobilizáveis avaliados por pletismografia corporal total, Scirba et al.<sup>(14)</sup> verificaram uma melhoria com significado estatístico ( $p < 0,001$ ) de todos os parâmetros após CRVP, tendo-se registado uma diminuição de 0,77L no RV, 0,48L na TLC e de 0,76L na FRC. Os referidos autores<sup>(14)</sup> avaliaram a pressão máxima do *recoil* elástico, tendo constatado neste parâmetro uma melhoria de 2,6 cmH<sub>2</sub>O ( $p < 0,001$ ), tendo esta sido atribuída como resultado da diminuição do RV, da TLC e da FRC. Resultados semelhantes foram os obtidos por Cooper et al.<sup>(9)</sup> uma vez que verificaram uma diminuição com significado estatístico ( $p < 0,05$ ) da TLC e do RV (22% e 39% respectivamente). Os últimos autores concluíram que esta forma de tratamento permite restaurar a função pulmonar através da remoção do tecido lesado, o que irá diminuir a hiperinsuflação pulmonar e aumentar o *recoil* elástico do pulmão, traduzindo-se numa diminuição dos





volumes pulmonares não mobilizáveis.

Os resultados obtidos por Techler et al.<sup>(1)</sup> vão de encontro aos apresentados em investigações anteriormente descritas, uma vez que também estes observaram uma diminuição com significado estatístico ( $p < 0,0001$ ) do RV (87%), da FRC (51%), da TLC (28%), da Raw (0,13 kPaL/s) e do *score* de dispneia. Os autores justificam esta melhoria da função respiratória como resultado da remoção do tecido afetado pelo enfisema, o que leva a um aumento do *recoil* elástico do pulmão melhorando assim o funcionamento dos músculos respiratórios, a sua posição durante o repouso. A melhoria do *recoil* elástico foi avaliada pela determinação da pressão transpulmonar máxima que passou de 9,5 cmH<sub>2</sub>O para 12,1cmH<sub>2</sub>O. Estes autores incluíram na sua investigação a análise da P0.1, este que revelou ser o parâmetro que melhor avalia a função da *drive* respiratória e neuromuscular em doentes com DPOC, tendo observado que os doentes com enfisema grave têm um *output* do centro respiratório elevado, apesar do mau funcionamento dos músculos inspiratórios devido à hiperinsuflação pulmonar. Neste estudo, 15 dos 17 indivíduos apresentaram uma diminuição com significado estatístico da P0.1 ( $p < 0,0001$ ) após a CRVP. Esta melhoria pode ser justificada pela diminuição da resistência à passagem do ar nas vias aéreas e do RV após a cirurgia, tendo em conta que a P0.1 e a Raw são diretamente proporcionais. Foram apontadas como outras possíveis explicações para esta melhoria a redução do esforço respiratório, a pressão positiva no final da expiração e a diminuição da *drive* do centro respiratório resultante de uma perfusão mais adequada.<sup>(1)</sup>

No que respeita à  $PI_{max}$  e à  $PE_{max}$ , Crinner et al.<sup>(15)</sup> avaliaram estes parâmetros e compararam a sua melhoria em contexto de reabilitação pulmonar e CRVP. Após oito semanas de reabilitação pulmonar, não foram detetadas melhorias com significado estatístico ( $p > 0,05$ ) no que respeita a estas variáveis. Contudo, quando avaliadas as pressões após três meses da realização da CRVP, observaram-se melhorias estatisticamente significativas ( $p = 0,002$ ) da  $PI_{max}$  (24cmH<sub>2</sub>O) porém o mesmo não se verificou relativamente à da  $PE_{max}$  ( $p = 0,39$ ). O estudo desenvolvido por Keller et al.<sup>(25)</sup> que pretendeu comparar a função pulmonar e a capacidade do exercício dos indivíduos antes e depois de submetidos a CRVP unilateral, obteve resultados inversos aos dos anteriores autores, uma vez que observaram uma melhoria com significado estatístico ( $p = 0,015$ ) da  $PE_{max}$  (8,9mmHg), e não determinaram alterações significativas na  $PI_{max}$ . Os últimos autores apontam este resultado como uma consequência do aumento da ventilação máxima por minuto resultante do aumento da força muscular, dos volumes pulmonares e consequentemente da frequência respiratória.

No respeitante aos gases no sangue avaliados por gasimetria arterial, foram verificadas melhorias com significado estatístico ( $p < 0,05$ ) da PaO<sub>2</sub>, por Copper et al.<sup>(9)</sup> e Techler et al.<sup>(1)</sup> de 6mmHg e ainda por Keller et al. de 9,8 mmHg. O aumento da PaO<sub>2</sub> pode ser justificado pela melhoria



da relação ventilação/perfusão resultante da CRVP. <sup>(25)</sup>

Quanto à DLco, Haniuda et al. <sup>(5)</sup>, Kubo et al. <sup>(16)</sup> e Sciruba et al. <sup>(14)</sup> encontraram resultados similares, uma vez que não obtiveram melhorias com significado estatístico ( $p > 0,05$ ) neste parâmetro após a CRVP. Também na DLco corrigida para o volume de ar alveolar não se verificaram melhorias estatisticamente significativas, tendo Crinner et al. <sup>(15)</sup> e Sciruba et al. <sup>(1)</sup> justificado este achado pelo facto da CRVP produzir apenas melhorias na compliance pulmonar, não interferindo com a mecânica das trocas gasosas.

## CONCLUSÕES

Através da análise da presente revisão de literatura foi possível constatar que a CRVP é um procedimento que melhora significativamente os parâmetros funcionais respiratórios em indivíduos com enfisema, nomeadamente através do aumento do *recoil* elástico através da redução dos volumes pulmonares não mobilizáveis, do reposicionamento dos músculos respiratórios e da diminuição da resistência das vias aéreas. Todavia, estas modificações funcionais respiratórias estão descritas como temporárias e reversíveis.

Há que salientar que esta intervenção é apenas paliativa, não modificando o curso natural da doença, sendo por isso necessário avaliar a vertente económica deste procedimento bem como a relação custo-benefício, uma vez que este tratamento se tem demonstrado dispendioso face à durabilidade dos benefícios.

Outro aspeto fundamental no que respeita à CRVP é a necessidade de uniformização dos critérios de seleção para a escolha dos indivíduos submetidos a cirurgia de forma a diminuir a taxa de mortalidade e as complicações pós-operatórias que este procedimento acarreta, tornando-se por isso necessário o desenvolvimento de novas investigações neste âmbito.

## REFERÊNCIAS

1. Teschler H, Stamatis G, el-Raouf Farhat AA, Meyer FJ, Costabel U, Konietzko N. Effect of surgical lung volume reduction on respiratory muscle function in pulmonary emphysema. *Eur Respir J* 1996; 9(9):1779–84.
2. Forey BA, Thornton AJ, Lee PN. Systematic review with meta-analysis of the epidemiological evidence relating smoking to COPD, chronic bronchitis and emphysema. *BMC Pulm Med* 2011; 11:36.
3. Wilkens H, Demertzis S, König J, Leitnaker CK, Schäfers HJ, Sybrecht GW. Lung volume reduction surgery versus conservative treatment in severe emphysema. *Eur Respir J* 2000;



- 16(6):1043–9.
4. Gelb AF, McKenna RJ Jr, Brenner M, Epstein JD, Zamel N. Lung function 5 yr after lung volume reduction surgery for emphysema. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163(7):1562–6.
  5. Haniuda M, Kubo K, Fujimoto K, Aoki T, Yamanda T, Amano J. Different effects of lung volume reduction surgery and lobectomy on pulmonary circulation. *Ann Surg* 2000; 231(1):119–25.
  6. Sardenberg RAS, Younes RN, Deheizelin D. Lung volume reduction surgery: an overview. *Rev Assoc Médica Bras* 2010; 56(6):719–23.
  7. Wissner W, Senbaklavaci O, Ozpeker C, Ploner M, Wanke T, Tschernko E, et al. Is long-term functional outcome after lung volume reduction surgery predictable? *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg* 2000; 17(6):666–72.
  8. Lammi MR, Marchetti N, Barnett S, Criner GJ. Heterogeneity of lung volume reduction surgery outcomes in patients selected by use of evidence-based criteria. *Ann Thorac Surg* 2013; 95(6):1905–11.
  9. Cooper JD, Trulock EP, Triantafillou AN, Patterson GA, Pohl MS, Deloney PA, et al. Bilateral pneumectomy (volume reduction) for chronic obstructive pulmonary disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1995; 109(1):106-116; discussion 116–119.
  10. G. I. Snell VMP. Lung Volume Reduction Surgery A position statement of the Thoracic Society of Australia and New Zealand 2001; (31):112–5.
  11. Geddes D, Davies M, Koyama H, Hansell D, Pastorino U, Pepper J, et al. Effect of lung-volume-reduction surgery in patients with severe emphysema. *N Engl J Med* 2000; 343(4):239–45.
  12. Toma TP, Goldstraw P, Geddes DM. Lung volume reduction surgery. *Thorax* 2002; 57(1):5.
  13. Brenner M, McKenna RJ Jr, Gelb AF, Fischel RJ, Wilson AF. Rate of FEV<sub>1</sub> change following lung volume reduction surgery. *Chest* 1998; 113(3):652–9.
  14. Sciruba FC, Rogers RM, Keenan RJ, Slivka WA, Gorcsan J 3rd, Ferson PF, et al. Improvement in pulmonary function and elastic recoil after lung-reduction surgery for diffuse emphysema. *N Engl J Med* 1996; 334(17):1095–9.
  15. Criner G, Cordova FC, Leyenson V, Roy B, Travaline J, Sudarshan S, et al. Effect of lung volume reduction surgery on diaphragm strength. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157(5 Pt 1):1578–85.
  16. Kubo K, Koizumi T, Fujimoto K, Matsuzawa Y, Yamanda T, Haniuda M, et al. Effects of lung volume reduction surgery on exercise pulmonary hemodynamics in severe emphysema. *Chest* 1998; 114(6):1575–82.
  17. McKenna RJ Jr, Brenner M, Fischel RJ, Singh N, Yoong B, Gelb AF, et al. Patient selection criteria for lung volume reduction surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 114(6):957–964; discussion 964–967.
  18. Weder W. Lung Reduction Surgery in Patients with COPD. *TTD Toraks Cerrahisi Bül* 2010; 1:154–62.



19. Szekely LA, Oelberg DA, Wright C, Johnson DC, Wain J, Trotman-Dickenson B, et al. Preoperative predictors of operative morbidity and mortality in copd patients undergoing bilateral lung volume reduction surgery. *Chest* 1997; 111(3):550–8.
20. Marín Trigo JM, Sánchez Barón A. Valoración funcional del paciente con EPOC. *Arch Bronconeumol* 2005; 41, Supplement 3:18–23.
21. Mishima M. Physiological differences and similarities in asthma and COPD--based on respiratory function testing. *Allergol Int Off J Jpn Soc Allergol* 2009; 58(3):333–40.
22. Hopkinson NS, Toma TP, Hansell DM, Goldstraw P, Moxham J, Geddes DM, et al. Effect of bronchoscopic lung volume reduction on dynamic hyperinflation and exercise in emphysema. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 171(5):453–60.
23. Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, Barnes PJ, Buist SA, Calverley P, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176(6):532–55.
24. Pereira P, Sousa M, Barros, R. Caracterização da capacidade de transferência alvéolo-capilar do monóxido de carbono e da pressão parcial de oxigênio no sangue arterial em indivíduos com DPOC. *Salut Sci* 2013; (5):24–31.
25. Keller CA, Ruppel G, Hibbett A, Osterloh J, Naunheim KS. Thoracoscopic lung volume reduction surgery reduces dyspnea and improves exercise capacity in patients with emphysema. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156(1):60–7.