

Técnicas de Fortalecimento da Musculatura Respiratória Auxiliando o Desmame do Paciente em Ventilação Mecânica Invasiva

Tecnicas for the Strengthening of Respiratory Muscles to Help the Weaning from Patients under Mechanical Ventilation

Artigo
Original

Original
Paper

Cleize Silveira Cunha ¹
Elber Rodrigues Manso Santana ²
Rodney Alonso Fortes ²

Palavras-chaves:

Ventilação
Mecânica

Músculo Respi-
ratório

Fisioterapia

Threshold

Resumo

O fortalecimento muscular respiratório é realizado quando o paciente se encontra em Ventilação Mecânica Invasiva, com enfraquecimento da musculatura respiratória, o que impede o desmame da ventilação mecânica. Utilizamos para este tipo de tratamento o aparelho Threshold, que proporciona uma resistência no fluxo inspiratório e, conseqüentemente, haverá a necessidade de um maior trabalho da musculatura respiratória, assim fortalecendo toda a musculatura respiratória. Através de uma revisão de literatura, mostrou-se como a fisioterapia pode auxiliar na reabilitação dos pacientes em desmame da ventilação mecânica invasiva. Portanto, o objetivo desse trabalho é demonstrar a eficácia do fortalecimento muscular no desmame do ventilador mecânico. Em síntese, concluiu-se que a fisioterapia deve ser iniciada quando todos os parâmetros clínicos e hemodinâmicos do paciente estejam estabilizados, dando início ao desmame do ventilador mecânico, utilizando o aparelho threshold.

Abstract

Strengthening may help wean debilitated patients improving the mass of contractile muscular tissue. The Threshold device is used to perform this technique. It increases inspiratory flow resistance and respiratory muscles work making them more strong. Making a literature review we would like to show that physiotherapy can help in weaning patients from mechanical ventilatory support using Threshold device. Success in weaning depends on the patient's medical and hemodynamic condition and should be initiated as soon as possible on the patient's treatment.

Key words:

*Mechanical
Ventilation*

*Respiratory
Muscles*

Physiotherapy

Threshold

1. Introdução

O protocolo clínico de retirada rápida ou gradual e definitiva do paciente do ventilador mecânico, na terapia intensiva, é denominado desmame. Trata-se de um programa individualizado, indicado quando o paciente, apesar de já não mais necessitar de suporte ventilatório total, ainda não se sente capaz de manter a sustentação em ventilação espontânea.

Assim, o desmame deve ser iniciado

quando o quadro agudo do paciente estiver estabilizado e quando tiver completa reversão da insuficiência respiratória.

Recomenda-se que o desmame seja efetivado, se possível, na posição fowler, preferencialmente durante o dia, pois além de permitir que, em pacientes conscientes, o rendimento do trabalho seja máximo, devido à reinstituição do ritmo do sono, ainda facilite providências mais rápidas e seguras em casos

¹ Mestranda - Fisioterapia – UniFOA

² Fisioterapeutas

de eventuais complicações.

Todas essas particularidades, aliadas ainda à duração do suporte ventilatório e ao nível de agressividade das condutas médicas, não afastam definitivamente um insucesso de tal protocolo, já que a ventilação por tempo prolongado pode, apesar das precauções e cuidados, resultar em doença pulmonar crônica, exacerbada por infecção aguda ou qualquer outro tipo de processo agudo.

Assim sendo, este estudo foi direcionado para o fortalecimento da musculatura respiratória, visando ao desmame do paciente em ventilação mecânica invasiva, ou seja, aquele no qual a retirada do suporte ventilatório não é tão simples, podendo ocasionar insucesso desta conduta.

Vários fatores podem ser a causa do insucesso, tais como a hipoxemia arterial ocasionando uma disfunção pulmonar; a hipercapnia e, a principal delas, que é a fadiga dos músculos respiratórios pelo desuso, caracterizada por diminuição da capacidade pulmonar total, capacidade vital, tosse e ventilação alveolar.

Sendo assim, é necessária a adoção de medidas preventivas para se evitar ou diminuir complicações. Será de suma importância, realização de exercícios específicos e constantes para um real e efetivo condicionamento dos músculos respiratórios. Portanto, o treinamento muscular respiratório deve ser realizado desde o momento em que o paciente, sob ventilação mecânica, estiver com prognóstico para iniciar o desmame.

O treinamento muscular respiratório objetiva o restabelecimento da função dos músculos respiratórios, melhorando sua força e *endurance*.

Em pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva por tempo prolongado, este treinamento visa minimizar a atrofia e fraqueza dos músculos respiratórios, evitando a fadiga que, por sua vez retarda o processo de desmame. Nesse caso, o treinamento pode ser realizado com threshold, com o ajuste da sensibilidade do próprio respirador ou com o uso da estimulação elétrica diafragmática, com o objetivo de melhorar a função dos músculos respiratórios, em especial do diafragma.

Este trabalho de pesquisa, baseado em revisão de literatura, visa fazer uma análise dos recursos fisioterapêuticos no fortalecimento da musculatura respiratória visando o desmame

do paciente em ventilação mecânica.

2. Fisiologia Respiratória

A fisiologia respiratória tem como enfoque primário o ciclo ventilatório e as trocas gasosas que são de fundamental importância para a manutenção da vida. A respiração tem como principal meta o fornecimento de oxigênio para os tecidos a fim de nutri-los (JARDIM, 1998).

2.1 Inspiração

Segundo West (1990) durante a inspiração a partir da CRF, a contração diafragmática empurra o pulmão para baixo, sobre as vísceras abdominais e desloca a parede torácica para fora. O diafragma também eleva as costelas inferiores lateralmente, enquanto os intercostais externos elevam as costelas para cima e para fora e estabilizam a caixa torácica. A expansão do tórax opõe-se à retração elástica dos pulmões, cria uma pressão pleural mais negativa e aumenta a diferença de pressão entre o espaço pleural e os alvéolos; essa diferença é chamada pressão transpulmonar. A expansão torácica poderia tracionar as superfícies pleurais, separando-as, se o espaço pleural não contivesse líquido incompreensível e inexpandível; em vez disso, a expansão aumenta o volume dos pulmões. O aumento de volume pulmonar, por sua vez, cria uma pressão subatmosférica nos alvéolos, para os quais há fluxo de ar porque a pressão dos pulmões é mais baixa que na boca.

A inflação até a capacidade pulmonar total (CPT) requer atividade contínua dos músculos respiratórios.

2.2 Expiração

Depois que a contração muscular se conclui, ao final da inspiração, cessa o fluxo aéreo porque já não existe um gradiente de pressão entre os alvéolos e a boca. A retração elástica dos pulmões faz então com que a pressão alveolar exceda a pressão atmosférica e o ar flui para fora dos pulmões até que o gradiente de pressão já não exista, na CRF. Embora os músculos respiratórios sejam passivos durante a expiração normal, a contração dos músculos abdominais forçará os

pulmões até seu volume residual (VR).

2.3 Força muscular respiratória

A medição da força muscular respiratória é feita através das medições das pressões máximas inspiratórias e expiratórias, com um manômetro. Aceita-se como pressão inspiratória máxima normal, para um jovem adulto masculino por volta de -125 cmH₂O e de pressão expiratória máxima de +230 cmH₂O, e em mulheres esse valor diminui em 30%, após os 20 anos de idade há uma queda de 0,5 cmH₂O por ano (PRESTO 2003).

2.4 Endurance muscular

Segundo Knobel (2004), *endurance muscular* é a capacidade do músculo em oferecer resistência à fadiga, em um determinado tempo de trabalho. A capacidade de *endurance muscular* depende do tipo de fibras, do suprimento sanguíneo e da integridade dos elementos contráteis.

Os testes de *endurance muscular* são:

- Método de hiperpnéia .
- Ventilação voluntária máxima (VMM)
- Capacidade ventilatória máxima (CVSM)
- Índice tensão-tempo - Pdi/Pdimax.

3. Músculos

3.1 Musculatura Respiratória

Os músculos respiratórios são constituídos por fibras estriadas e apresentam 55% de fibras estriadas do tipo I vermelhas (resistentes a fadiga) e 45% de fibras estriadas tipo II brancas (fatigáveis). Os músculos respiratórios trabalham, vencendo cargas elásticas que são as forças de retração dos pulmões e caixa torácica e cargas resistivas das vias aéreas.

Os músculos respiratórios contraem-se de maneira rítmica, intermitente e durante toda a vida.

3.1.1 Músculos Inspiratórios

a) Diafragma - principal músculo inspiratório, com forma de cúpula voltada cranialmente, e separa a cavidade abdominal

da cavidade torácica.

É constituído de uma camada muscular que se origina nas costelas inferiores e coluna lombar que se inserem no tendão central. É innervado pelo nervo frênico, que sai das raízes de C3 a C5. Na inspiração de repouso o diafragma é responsável por 70% do volume inspirado (MOORE E DALLEY, 2001).

De acordo com David (2001), quando o diafragma se contrai, o conteúdo abdominal é deslocado para baixo e para frente, aumentando o diâmetro céfalo-caudal do tórax, a parte distal das costelas são levantadas e giram para fora.

Em repouso, o deslocamento do diafragma é aproximadamente de 1 cm, e, na inspiração forçada, pode chegar até a 10 cm.

As fibras musculares do diafragma são divididas em porção costal e porção vertebral; as fibras posteriores, vertebrais, originam-se nas 3 primeiras vértebras lombares e nos ligamentos arqueados medial e lateral. As fibras costais originam-se, anteriormente, no processo xifóide do esterno e nas margens superiores das seis últimas costelas.

Em estudos isolados dessas porções, observou-se que as fibras costais, ao se contraírem, fazem a cúpula diafragmática descer, aumentando a pressão abdominal, e assim, a caixa torácica move-se através do movimento de alça de balde. Quando a porção vertebral se contrai, a cúpula diafragmática desce e aumenta a pressão abdominal, porém não age sobre o gradil costal.

As fibras costais do diafragma justapõem-se ao gradil costal, a essa área dá-se o nome de área de aposição.

A configuração geométrica do diafragma é a convexidade voltada para cima, a forma de cúpula do diafragma produz um raio de curvatura na convexidade, que obedece à lei de Laplace ($P = \text{Tensão} / \text{raio de curvatura}$), quando o diafragma está alongado, o raio de curvatura está menor, portanto, desenvolve mais tensão do que se estivesse aplainado, e com o raio de curvatura aumentado.

b) Músculos Intercostais - localizam-se entre as costelas; o músculo intercostal interno vai desde o esterno até o ângulo da costela e subdivide-se em porção intercondral (paraesternal) e interóssea. O músculo intercostal externo vai desde a articulação costovertebral até a origem da cartilagem

costal. São inervados pelos nervos intercostais que são derivados do 1o ao 12o segmento torácico.

Há muitas controvérsias sobre as ações da musculatura intercostal, na respiração, mas basicamente o músculo intercostal externo e a porção intercondral do intercostal interno são inspiratórios e a porção interóssea do intercostal interno é expiratória.

c) Escalenos - os músculos escalenos se originam das 5 últimas vértebras cervicais e inserem na borda superior da primeira costela, porção medial e anterior. Quando se contraem, elevam as costelas e o esterno, no movimento denominado braço de bomba.

Em estudos feitos por De Troyer, observou-se que em pessoas normais, na posição sentada, sempre há contração dos paraesternais e dos escalenos durante a inspiração de repouso, não havendo razão para classificar os escalenos como músculos acessórios, mas sim como músculo principal da inspiração.

Os escalenos atuam para expandir a caixa torácica superior, e os para-esternais agem no esterno e diafragma, atuando no tórax inferior e abdômen.

d) Músculos acessórios da inspiração - peitoral maior, peitoral menor, trapézio, serrátil anterior e o esternocleidomastóideo.

3.1.2 Músculos Expiratórios

a) Músculos abdominais - são compostos pelo reto abdominal, oblíquo interno, oblíquo externo e transverso.

O reto abdominal origina-se na quinta, sexta e sétima cartilagens costais e esterno e se insere no púbis.

O oblíquo externo origina-se nas últimas costelas e insere-se na crista ilíaca, tubérculo púbico e linha Alba.

O oblíquo interno origina-se na parte lateral do ligamento inguinal e fáscia tóraco-lombar e se insere no púbis, linha alba e cartilagem das três últimas costela.

O transverso abdominal origina-se na face interna das seis últimas costelas, onde se interdigitaliza com as fibras costais do diafragma, fáscia lombar, crista ilíaca e ligamento inguinal, inserindo-se na aponeurose ventral.

A função desses 4 músculos são: quando se contraem, empurram a parede

abdominal para dentro, aumentando a pressão abdominal, o diafragma se desloca para cima, aumentando a pressão pleural e a saída de ar, sendo importantes músculos para a tosse e expiração forçada.

Suas inserções no gradeado costal sugerem que ao contraírem tracionam as costelas para baixo.

A função da musculatura abdominal é expiratória, porém apresenta papel importante na ação do diafragma na inspiração.

Os abdominais facilitam a ação do diafragma, através da contração abdominal persistente, que faz com que o diafragma se encontre mais alongado no início da inspiração, além de manter fixadas as vísceras abdominais para que o diafragma possa apoiar seu centro tendíneo nas vísceras e atuar na elevação das costelas (MOORE E DALLEY, 2001).

4. Ventilação Mecânica

A ventilação mecânica é uma técnica que tem como objetivo substituir ou auxiliar a função ventilatória do paciente, por meio de uma pressão positiva nas vias aéreas, quando na presença de insuficiência respiratória aguda ou distúrbio que comprometa as trocas gasosas (JÚNIOR, 1998).

4.1 Ventilador Mecânico

Ventilador é um equipamento utilizado para proporcionar a ventilação pulmonar artificial ao paciente. O objetivo do ventilador mecânico é promover suporte ventilatório temporário, completo ou parcial, a pacientes que não conseguem respirar por vias normais devido a fatores como doenças, anestesia, defeitos congênitos (AZEREDO, 2003).

Ventiladores também são usados para permitir descanso dos músculos respiratórios até que o paciente seja capaz de reassumir a ventilação espontânea.

5. Desmame

A retirada do ventilador (desmame), é definida por Gonçalves (1991) como a interrupção da ventilação mecânica muitas vezes de forma gradual, em pacientes com

insuficiência respiratória.

5.1 Parâmetros

Segundo Luce (1995), os principais parâmetros são:

Melhora da insuficiência respiratória;
Necessidade de FiO₂ de 50% ou menos;
Mecânica ventilatória espontânea adequada;
CV pelo menos 10ml/kg; PiMáx pelo menos -20 cm H₂O; VVM pelo menos duas vezes a necessidade de VE de repouso; Escolher o momento certo do dia para o desmame; eliminar ou minimizar a sedação; aspirar as vias aéreas e posicionar o paciente apropriadamente; mudar para ventilação espontânea na mesma FiO₂ com ou sem CPAP; monitorizar o paciente e observar tranquilização e gasometrias de 20 - 30 min.

6. Materiais e Métodos Fisioterápicos Utilizados

As técnicas utilizadas para o fortalecimento da musculatura respiratória do paciente em ventilação mecânica invasiva são: aparelho Threshold, aparelho P-Flex, alteração da sensibilidade do Ventilador Mecânico e a Estimulação Elétrica do Diafragma.

6.1 Threshold

O threshold é um aparelho que produz uma resistência ao inspirar (threshold inspiratório) ou quando expirar (threshold expiratório), por meio de um sistema de mola com uma válvula unidirecional e utilização de clipe nasal. Quanto mais estiver comprimida estiver a mola, maior será a resistência, que tem como unidade de medida cmH₂O (PRESTO 2003).



Fig. 1 - Threshold Inspiratório
Fonte: Globalmed (2005)



Fig. 2 - Threshold Expiratório
Fonte: Globalmed (2005)

6.2 P-Flex

P-Flex é um sistema desenvolvido para treinamento da musculatura inspiratória, indicado para aqueles pacientes que requeiram trabalho para aumentar a força ou *endurance* dos músculos inspiratórios.

É composto por um conjunto de 6 orifícios que são selecionados pelo terapeuta, baseado nas condições clínicas do paciente e pela manovacuometria para oferecer uma determinada resistência durante a inspiração. Como o resistor é um orifício, esta resistência vai ser fluxo dependente, ou seja, quanto maior o fluxo, maior a resistência e quanto menor o orifício, maior a resistência. Por isso é recomendada a utilização de um manômetro ou manovacuômetro para a monitoração da pressão, pelo menos até o paciente controlar seu fluxo inspiratório para manter determinada pressão (ANDREGHETTO, 2002).



Fig. 3 - Aparelho P-Flex
Fonte: Globalmed (2005)

6.3 Alteração da Sensibilidade do Ventilador Mecânico

Esse treinamento tem como objetivo oferecer sobrecarga inspiratória ao esforço do paciente, submetendo-o ao trabalho muscular progressivo. Quanto mais negativa é ajustada a sensibilidade do respirador mecânico, maior

será o esforço inspiratório do paciente.

O treinamento muscular de pacientes em ventilação mecânica vem sendo realizado, porém com pouca evidência científica até o momento.

Vale ressaltar que este método não é mais utilizado, devido à imprecisão dos valores de trabalho imposto.

6.4 Estimulação Elétrica do Diafragma (EDET)

A contração muscular através dessa técnica é obtida com a despolarização do nervo motor, criando assim uma resposta simultânea em todas as unidades motoras existentes no músculo.

O objetivo da técnica é tentar resgatar o máximo de fibras musculares íntegras. Secundariamente, espera-se incrementar o treinamento muscular, ou seja, associar a técnica de eletroestimulação às convencionais (alteração da sensibilidade no ventilador e treinamento linear pressórico).

A estimulação é obtida pela colocação de dois eletrodos, um para cada hemitórax, sobre o ponto motor do músculo diafragma, o qual podemos localizar na altura do oitavo espaço intercostal. Para facilitar a localização, achamos o ponto traçando uma linha de 10cm do mamilo para o bordo lateral do tórax e, por este ponto, traçamos outra linha para baixo, também de 10cm aproximadamente. Neste ponto, podemos verificar uma contração eficaz do diafragma. Contra indicado para pacientes com lesão dérmica e que fazem uso de marcapasso cardíaco (KNOBEL, 2004).



Fig.4 - Aplicação EDET
Fonte: KNOBEL (2004, pág. 142)

7. Intervenção Fisioterapêutica

A intervenção fisioterapêutica será realizada a partir de uma avaliação

criterosa da força da musculatura respiratória, preconizando o tratamento mais eficaz.

7.1 Avaliação

De acordo com Costa (1999) o fisioterapeuta para definir a resistência a ser aplicada nos aparelhos Threshold e P-Flex, deve realizar em primeiro lugar, uma manovacuometria, em que se inicia com 30-50% do valor da pressão encontrada, de resistência nos aparelhos de fortalecimento muscular.

7.2 Tratamento

A aplicação da manovacuometria (avaliação das forças musculares) deve ser feita com o paciente de preferência sentado, numa posição confortável e com o tórax ereto. O procedimento consta de duas etapas. Na primeira, se afere a pressão “negativa” da musculatura inspiratória, pressão inspiratória máxima (Pi máx). Para verificá-la, pede-se ao paciente para expirar completamente e, em seqüência, manter uma inspiração profunda; o terapeuta não deve esquecer de fechar o orifício do manovacuômetro quando o paciente estiver realizando a inspiração. Mensuramos a Pi máx ocluindo o orifício por 20 segundos, observando e registrando a deflexão máxima do manômetro. Na Segunda parte, vamos aferir a pressão positiva gerada pela musculatura expiratória, pressão expiratória máxima (Pe máx). Para verificá-la, solicitamos que o paciente realize uma inspiração profunda e, em seguida, mantenha uma expiração com mais força e por mais tempo que puder, o orifício deve ser fechado durante a expiração. A realização da Pemáx é realizada por no mínimo três vezes, quando o melhor valor encontrado é o considerado. Deve-se eleger o melhor resultado de cada etapa. Por meio da Pimáx poderemos avaliar a capacidade de pressão inspiratória do paciente e, desta forma, avaliar a atuação do diafragma e da musculatura acessória da ventilação. Por meio da Pe máx avaliamos a tosse do paciente (CARVALHO, 2004).

Para pacientes não cooperativos realizar as oclusões durante os ciclos respiratórios desejados.

No treinamento com o aparelho Threshold, utilizar duas a três vezes ao dia

com séries de 10 repetições com esforço de 30% a 50% da P_i max .

No treinamento com o aparelho P-Flex, utilizar duas a três vezes ao dia com séries de 10 repetições, selecionando um dos 6 orifícios que oferece uma determinada resistência durante a inspiração, baseado nas condições clínicas do paciente e pela manovacuômetria.

No treinamento utilizando o ventilador mecânico, utiliza-se a carga de 50% da $P_{i\text{máx}}$, em modalidade de pressão de suporte com níveis de 5 a 7 cmH₂O e PEEP zero. Realizar o processo por tempo de um minuto, alternando intervalos de repouso de 2 a 3 minutos.

No treinamento com Estimulação Elétrica do Diafragma (EDET), a duração mínima de aplicação deve ser de 20 a 30 min e a frequência em torno de 30Hz (podendo variar até 50Hz). Acima deste tempo, o risco de fadiga muscular é grande.

8. Considerações Finais

A ventilação mecânica prolongada pode resultar em atrofia e enfraquecimento dos músculos respiratórios, resultando em enfraquecimento destes músculos por desuso e, conseqüentemente, retardo do processo de desmame, além da possibilidade de originar outras complicações.

Em termos objetivos, o fortalecimento da musculatura respiratória visa restabelecer a função dos músculos respiratórios, melhorando sua força e endurance. Por tanto, deve ser o mais precoce possível, e o ideal é que o paciente já esteja com uma melhora da força antes de se iniciar o desmame da ventilação mecânica invasiva.

Sendo assim, a fisioterapia, buscando o fortalecimento da musculatura respiratória, é de suma importância no processo de desmame, principalmente naqueles considerados difíceis, traçando todo um plano de reabilitação.

Informação bibliográficas:

Conforme a NBR 6023:2002 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), este texto científico publicado em periódico eletrônico deve ser citado da seguinte forma:

CUNHA, C. S.; SANTANA, E. R. M.; FORTES, R. A.. **Técnicas de Fortalecimento da Musculatura Respiratória Auxiliando o Desmame do Paciente em Ventilação Mecânica Invasiva**. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, ano III, n. 6, abril. 2008. Disponível em: <<http://www.unifoa.edu.br/pesquisa/caderno/edicao/06/80.pdf>>

9. Referências

ANDREGHETTO C. J.; FORTI G. M. P. **O treinamento muscular como alternativa para desmame difícil**. 3 vol. Rio de Janeiro: Revista Fisioterapia Brasil 2002.

AZEREDO, CAC. **Fisioterapia Respiratória Moderna**, 4ª ed Editora Manole, 2004.

CARVALHO, C. R. R. **Ventilação mecânica**, 8 vol. São Paulo: Editora Astrazeneca, 2004.

COSTAD, *et al.* **Efeitos do Treinamento muscular Respiratório Durante o Processo de Desmame da Ventilação Mecânica**. Rev. Brás. Terap. Intens. 1999.

COSTA, D. **Fisioterapia respiratória básica**, 1 vol. São Paulo: Atheneu, 1999.

DAVID CMN. **Ventilação Mecânica: Da Fisiologia a Prática Clínica**, [s. l.]: Revinte, 2001.

JARDIM JRB, FELTRIM MIZ. **Fisiologia Muscular Respiratória**, [s. l.]: Atheneu, 1998.

JUNIOR, CA, DO AMARAL G. **Assistência Ventilatória Mecânica**, [s. l.]: Atheneu, 1998.

KNOBEL, ELIAS, **Terapia intensiva: Pneumologia e Fisioterapia Respiratória**, São Paulo: Atheneu, 2004.

KEITH L. MOORE E ARTHUR F. DALLEY **Anatomia Orientada para Clínica Médica** 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

LUCE, JOHN M. **Tratamento Respiratório Intensivo**. 2ª edição, Rio de Janeiro: Revinter, 1995.

PRESTO, B, **Fisioterapia Respiratória: Uma Nova Visão**. Rio de Janeiro: Bruno Presto, 2003.

WEST, JOHN B. **Fisiologia Respiratória Moderna**. 3ª edição, São Paulo: Manole, 1990.

www.globalmed.com.br, autor: Powered by Idéia Click. Acesso: 19/03/2005, 17:00 Hs.